

ผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก: กรณีศึกษา เทศบาลเมืองแสนสุข  
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

Impact of Human Activities on Greenhouse Gas Emissions: A Case Study of Saensuk Municipality,  
Mueng District, Chon Buri Province

ณรงค์ พลธิราช<sup>1</sup>

<sup>1</sup> คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลบางแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โทรศัพท์ 082 2313386 E-mail: narong\_p@buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในการวิจัยนี้ได้สร้างแบบสอบถามเพื่อสอบถามประชาชนในพื้นที่จำนวน 400 คน เกี่ยวกับกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ประเภท ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมัน และการบริโภค จากนั้นจึงทำการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งพบว่าในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 298.23 กิโลกรัมคาร์บอน/เดือน หรือประมาณ 3.58 ตัน/ปี

**คำสำคัญ:** กิจกรรมมนุษย์, ก๊าซเรือนกระจก, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, การปล่อย, เทศบาลเมืองแสนสุข

Abstract

The objectives of this research were to study of human activities that affect to greenhouse gas emissions and estimate greenhouse gas emissions in Bangsaen municipality, Mueng district, Chon Buri province. The questionnaires were made and then asked to 400 samples. This research focused on three main human activities namely, electricity uses, fuel uses, and consumptions. The results showed that the average of carbon dioxide emissions per person was equal to 298.23 kilogram-carbon/month or 3.58 tons/year.

**Keywords:** Human activities, Greenhouse gas, Carbon dioxide, Emission, Saensuk municipality

1. บทนำ

สถานะของโลกในปัจจุบันนับว่ามีการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติหลายด้าน หนึ่งในปัญหาสำคัญระดับชาติและนานาชาติ คือ ปัญหาการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิด “ภาวะโลกร้อน” หรือ “Global warming” ภาวะโลกร้อนเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่กลายเป็นประเด็นสำคัญที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ เนื่องจากมีอุปสรรคหลายอย่างที่เกิดจากความเสียหายอย่างหนักต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชากรบนโลกเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา ประเทศต่าง ๆ มีการพัฒนามากขึ้นในทุกด้าน ทั้งการคมนาคมขนส่ง อุตสาหกรรม ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ต้องใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าและสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับมนุษย์ นอกจากนี้ทุก ๆ

ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ใช้อุปโภคและบริโภคกันในทุกวันนี้ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ก๊าซเหล่านี้มาจากกระบวนการผลิต การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้ทำงานได้ รวมไปถึงการเดินทางขนส่งและซื้อสินค้า และการกำจัดทิ้ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์และบริการจึงเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแทบทั้งสิ้น

วิกฤตสภาพภูมิอากาศนี้เกิดจากวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น จากสถิติการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2551 พบว่า ประเทศจีนมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดในโลกประมาณ 7.55 พันล้านเมตริกตัน รองลงมา คือ ประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งปล่อยออกมาประมาณ 5.69 พันล้านเมตริกตัน [1] ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศกำลังทำให้อุณหภูมิของโลกเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเชื่อกันว่ามีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมกันเป็นระดับหน่วยงาน หรือสามารถแยกย่อยเป็นระดับกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้เช่นกัน โดยเรียกปริมาณหรือขนาดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกว่า “รอยเท้าคาร์บอน” (Carbon footprint)

นอกจากนี้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถเกิดขึ้นได้ในกระบวนการผลิตอาหาร ตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูก การขนส่งวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ [2] จากการวิจัยพบว่าผลกระทบจากการบริโภคอาหารโดยทั่วไปจะมุ่งประเด็นไปที่การใช้พลังงานและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจนนำไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ [3] โดย 18% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกมาจากผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสัตว์ [4] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า ซึ่งวิธีในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีหลายวิธีและแตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการจำหน่ายไฟฟ้าที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกันตามไปด้วย โดยวิธีการที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย คือ Annex 14 Methodological Tool (Version 02) “Tool to calculate the emission factor for an electric system”

การเริ่มต้นเก็บข้อมูลขนาดรอยเท้าคาร์บอนของกิจกรรมส่วนบุคคลจนถึงระดับหน่วยงาน เป็นการเริ่มต้นก้าวแรกของการเฝ้าระวังและติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมมนุษย์อย่างมีประสิทธิภาพ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มาจากสาเหตุที่แท้จริงอีกด้วย เช่น สินค้าที่จะส่งเข้าไปขายในกลุ่มประเทศอียู (EU) จะต้องมีการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยคำนึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือสายการบินที่บินเข้าออกในกลุ่มประเทศอียูจะต้องเข้าร่วม CO<sub>2</sub> Emission Trading Scheme เป็นต้น [5]

## 2. วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นทำการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

## 3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัย และ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาวะโลกร้อน (Global warming) หมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลก และน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง  $0.74 \pm 0.18$  องศาเซลเซียส และจากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศพบว่าในปี พ.ศ. 2544-2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นถึง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมีมูลเหตุมาจากการปล่อยก๊าซพิษต่าง ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้แสงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกได้มากขึ้น หรือที่รู้จักกันดีว่า สภาวะเรือนกระจก สำหรับบรรยากาศของโลกประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% นอกนั้นเป็นไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนเล็กน้อย แม้ว่าไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอนจะเป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศ แต่ก็มีได้มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของโลก ในทางตรงกันข้ามก๊าซโมเลกุลใหญ่ เช่น ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน แม้จะมีอยู่ในบรรยากาศเพียงเล็กน้อย กลับมีความสามารถในการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด และมีอิทธิพลทำให้อุณหภูมิของโลกอบอุ่น เราเรียกก๊าซพวกนี้ว่า ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)

ในปัจจุบันประเด็นภาวะโลกร้อนหรือภาวะเรือนกระจกถูกนำมาทำวิจัยกันมากขึ้นตามสภาวะการณ์ของโลก การตรวจวัดรอยเท้าคาร์บอนหรือการประเมินประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก็เป็นหนึ่งในประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่กำลังอยู่ในความสนใจของนักวิจัยเช่นเดียวกัน โดยการตรวจวัดรอยเท้าคาร์บอนหรือการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะการใช้พลังงานในกิจกรรมประจำวัน กระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการ ตลอดจนการจัดการของเสีย ในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหลายกระบวนการ ตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกพืชหรือการเลี้ยงสัตว์ การขนส่ง และการผลิตสินค้าหรือแปรรูป มีการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรายการอาหารต่าง ๆ ในประเทศอินเดีย เช่น ข้าวสาลี ข้าวเจ้า นม น้ำตาล เนื้อแกะ และไข่ เป็นต้น ซึ่งการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกนี้ได้ใช้ข้อมูลที่มีลักษณะเฉพาะและเหมาะสมกับประเทศอินเดียเท่านั้น ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับประเทศอื่น [2]

ประชาชนทั่วไปสามารถการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านทางเครื่องมือคำนวณ Carbon calculator ในเว็บไซต์ โดย [6] ได้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบริโภคอาหารในประเทศสหรัฐอเมริกาผ่าน Carbon calculator ในเว็บไซต์ต่าง ๆ จำนวน 8 เว็บไซต์ พบว่า ผลการคำนวณมีค่าต่ำกว่าการบริโภคอาหารจริง 25% นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากถุงใส่ของที่ผลิตจากพลาสติก กระดาษ ถุงผ้า และถุงที่ไม่ใช่ถุงผ้า ในประเทศจีน ฮองกง และอินเดีย โดยการใช้เทคนิคการประเมินผลกระทบจากวงจรชีวิต (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) ผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของถุงใส่ของแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันสูงมาก

ถ้าไม่นำความเคยชินและการกำจัดทิ้งมาพิจารณา เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวิธีการกำจัดทิ้งที่แตกต่างกันพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าต่ำเมื่อมีเปอร์เซ็นต์การใช้ซ้ำสูง ทำให้สามารถชี้ชัดได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการใช้ซ้ำสูงมีนัยสำคัญทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดต่ำลง [7]

## 4. วิธีดำเนินงาน

### 4.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ เทศบาลเมืองแสนสุข ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลแสนสุข (ทั้งตำบล) ตำบลเหมือง (บางส่วนของหมู่ 1-4) และตำบลห้วยกะปิ (บางส่วนของหมู่ 5) รวมพื้นที่ทั้งสิ้น 20.268 ตารางกิโลเมตร (12,668 ไร่) มีประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขตามข้อมูลทะเบียนทั้งสิ้น 43,670 คน [8] ทั้งนี้ยังไม่ได้รวมประชากรที่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยบูรพา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา ได้แก่ เทศบาลเมืองแสนสุข

### 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมัน และการบริโภคของประชาชน ได้จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

4.2.1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน/คน)

4.2.1.2 ปริมาณการใช้น้ำมัน (ลิตร/เดือน/คน) ได้แก่ การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถยนต์ และน้ำมันเบนซินสำหรับรถยนต์และรถจักรยานยนต์

4.2.1.3 การบริโภค ประกอบด้วย

4.2.1.3.1 การรับประทานข้าว (จาน/เดือน/คน)

4.2.1.3.2 การรับประทานเนื้อวัว (กิโลกรัม/เดือน/คน)

4.2.1.3.3 การรับประทานเนื้อหมู (กิโลกรัม/เดือน/คน)

4.2.1.3.4 การรับประทานเนื้อไก่ (กิโลกรัม/เดือน/คน)

4.2.1.3.5 การดื่มนม (แก้ว/เดือน/คน)

4.2.2 ข้อมูลตัวคูณ หรือ CO<sub>2</sub> emission factors ใช้แปลงปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภคของมนุษย์ให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข้อมูลดังกล่าวได้ทำการรวบรวม [9-11] และแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในแต่ละประเภทกิจกรรม

| กิจกรรม                               | ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (kg CO <sub>2</sub> e) |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. การใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)    | 0.56                                                |
| 2. การใช้น้ำมัน                       |                                                     |
| 2.1 น้ำมันดีเซล-รถยนต์ (ลิตร)         | 2.19                                                |
| 2.2 น้ำมันเบนซิน-รถยนต์ (ลิตร)        | 2.74                                                |
| 2.3 น้ำมันเบนซิน-รถจักรยานยนต์ (ลิตร) | 2.74                                                |
| 3. การบริโภค                          |                                                     |
| 3.1 ข้าว (จาน)                        | 0.02                                                |
| 3.2 เนื้อวัว (กิโลกรัม)               | 14.80                                               |
| 3.3 เนื้อหมู (กิโลกรัม)               | 3.80                                                |
| 3.4 เนื้อไก่ (กิโลกรัม)               | 1.10                                                |
| 3.5 นม (แก้ว)                         | 0.27                                                |

4.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัย

4.3.1 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยนี้ ได้แก่ แบบสอบถาม ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สอบถามประชาชนที่อยู่ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเกี่ยวกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมัน และการบริโภค รวมถึงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก

4.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.3.2.1 ประชากร ได้แก่ ประชากรที่อาศัยอยู่ในเทศบาลเมืองแสนสุขตามข้อมูลทะเบียนราษฎร มีจำนวนทั้งสิ้น 43,670 คน [8]

4.3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง การคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane) ดังสมการ (1)

$$n = N/(1+Ne^2) \tag{1}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง  
N คือ ขนาดของประชากร  
e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Sampling error) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ +/- 0.05 ภายใต้อุณหภูมิความเชื่อมั่น 95%

จากการคำนวณโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 396.36 แต่ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 400 คน

4.4 วิธีดำเนินการวิจัย

4.4.1 เก็บข้อมูลการใช้พลังงาน และการบริโภคของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขโดยใช้แบบสอบถามที่สร้างไว้

4.4.2 จัดการข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามให้อยู่ในรูปของดิจิทัลไฟล์เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.4.3 คำนวณปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภค

4.4.3.1 ค่าเฉลี่ยต่อคน

คำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมัน ดีเซลและเบนซิน การรับประทานข้าว เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และนม ดังสมการ (2)

$$aU_i = \text{sum}U_i/n \tag{2}$$

เมื่อ aU<sub>i</sub> คือ ปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภคเฉลี่ยจากกิจกรรม i (หน่วย/เดือน/คน)

sumU<sub>i</sub> คือ ปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภครวมจากกิจกรรม i จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 400 คน

4.4.3.2 ปริมาณรวม

คำนวณผลรวมของปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมัน ดีเซลและเบนซิน การรับประทานข้าว เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และนม จากประชากรทั้งหมดในพื้นที่ ดังสมการ (3)

$$\text{total}U_i = aU_i \times N \tag{3}$$

เมื่อ totalU<sub>i</sub> คือ ผลรวมปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภคของประชากรทั้งหมดในพื้นที่ (หน่วย/เดือน)

N คือ จำนวนประชากร เท่ากับ 43,670 คน

4.4.4 คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.4.4.1 ค่าเฉลี่ยต่อคน

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยในแต่ละกิจกรรม ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและเบนซิน การบริโภคข้าว เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และนม ดังสมการ (4)

$$aCO_2E_i = aU_i \times CO_2e_i \tag{4}$$

เมื่อ aCO<sub>2</sub>E<sub>i</sub> คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยจากกิจกรรม i (กิโลคาร์บอน/เดือน/คน)

CO<sub>2</sub>e<sub>i</sub> คือ ข้อมูลตัวคูณ หรือ CO<sub>2</sub> emission factors ของกิจกรรม i

4.4.4.2 ปริมาณรวม

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมในแต่ละกิจกรรม ได้แก่ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและเบนซิน การรับประทานข้าว เนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อไก่ และนม จากประชากรทั้งหมดในพื้นที่ ดังสมการ (5)

$$\text{total}CO_2E_i = aCO_2U_i \times P \tag{5}$$

เมื่อ totalCO<sub>2</sub>E<sub>i</sub> คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมของประชากรทั้งหมดในพื้นที่ (กิโลคาร์บอน/เดือน) ของกิจกรรม i

## 5. ผลการศึกษา

### 5.1 ความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เกี่ยวกับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาดังตารางที่ 2

#### 5.1.1 สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น

กลุ่มตัวอย่างตอบว่ามีสาเหตุมาจากมนุษย์ ร้อยละ 79.25 และมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ ร้อยละ 10.50

#### 5.1.2 ชนิดของก๊าซที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น

กลุ่มตัวอย่างตอบว่าเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 30.00 รองลงมาเป็นก๊าซมีเทน ร้อยละ 7.50 ในขณะที่มีกลุ่มตัวอย่างไม่ตอบในข้อนี้สูงถึงร้อยละ 58.25

#### 5.1.3 กิจกรรมที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น

กลุ่มตัวอย่างตอบว่าการขับรถยนต์ใช้น้ำมันและก๊าซมากที่สุด ร้อยละ 48.25 รองลงมา คือ การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 24.50 และการใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ร้อยละ 10.00

#### 5.1.4 แนวทางในการลดอุณหภูมิโลก

กลุ่มตัวอย่างตอบว่าควรลดการใช้น้ำมันและก๊าซมากที่สุด ร้อยละ 40.50 รองลงมา คือ ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ร้อยละ 29.25 และลดการใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 26.50

ตารางที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจกของประชาชนในพื้นที่

| หัวข้อ                                     | ร้อยละ |
|--------------------------------------------|--------|
| 1. สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิโลกที่เพิ่มขึ้น   |        |
| การกระทำของมนุษย์                          | 79.25  |
| ธรรมชาติ                                   | 10.50  |
| ไม่แน่ใจ                                   | 5.50   |
| ไม่ทราบ                                    | 4.75   |
| รวม                                        | 100.00 |
| 2. ชนิดของก๊าซที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น |        |
| คาร์บอนไดออกไซด์                           | 30.00  |
| มีเทน                                      | 7.50   |
| ไนตรัสออกไซด์                              | 1.00   |
| ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน                        | 2.25   |
| เตตระฟลูออโรมีเทน                          | 0.25   |
| ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์                     | 0.50   |
| ก๊าซชนิดอื่น ๆ                             | 0.25   |
| จำนวนผู้ที่ตอบ                             | 41.75  |
| จำนวนผู้ที่ไม่ตอบ                          | 58.25  |
| รวม                                        | 100.00 |
| 3. กิจกรรมที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น     |        |
| การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า                      | 24.50  |
| การขับรถยนต์ใช้น้ำมันและก๊าซ               | 48.25  |
| การหุงต้มและการรับประทานอาหาร              | 1.75   |
| การใช้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ            | 10.00  |
| กิจกรรมอื่น ๆ                              | 2.75   |
| จำนวนผู้ที่ตอบ                             | 87.25  |
| จำนวนผู้ที่ไม่ตอบ                          | 12.75  |
| รวม                                        | 100.00 |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| หัวข้อ                                    | ร้อยละ |
|-------------------------------------------|--------|
| 4. แนวทางในการลดอุณหภูมิโลก               |        |
| ลดการใช้ไฟฟ้า                             | 26.50  |
| ลดการใช้น้ำมันและก๊าซ                     | 40.50  |
| รับประทานอาหารให้พอดี                     | 1.25   |
| ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน | 29.25  |
| แนวทางอื่น ๆ                              | 2.50   |
| รวม                                       | 100.00 |

### 5.2 ปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภค

#### 5.2.1 ค่าเฉลี่ยต่อคน

กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่ใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 69.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน ส่วนปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและเบนซินสำหรับรถยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 47.09 และ 38.89 ลิตร/เดือน ตามลำดับ และปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินสำหรับรถจักรยานยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 9.54 ลิตร/เดือน ในขณะที่การรับประทานข้าวเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 85.20 จาน/เดือน การรับประทานเนื้อไก่ เนื้อวัว และเนื้อหมูเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 0.42, 0.52 และ 0.60 กิโลกรัม/เดือน ตามลำดับ และการดื่มนมเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 45 แก้ว/เดือน ดังตารางที่ 3

#### 5.2.2 ปริมาณรวม

เมื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภคเฉลี่ยต่อคนของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่แล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภครวมของประชากรทั้งหมดในพื้นที่ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 3,033,698.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน ส่วนปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินรวมสำหรับรถยนต์เท่ากับ 606,643.99 และ 12,882.65 ลิตร/เดือน ตามลำดับ และปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินสำหรับรถจักรยานยนต์รวมเท่ากับ 1,965.15 ลิตร/เดือน ในขณะที่ปริมาณการรับประทานข้าวรวมเท่ากับ 3,720,684.00 จาน/เดือน การรับประทานเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อไก่ เนื้อวัว และเนื้อหมูมีปริมาณเท่ากับ 18,341.40, 22,708.40 และ 26,202.00 กิโลกรัม/เดือน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการดื่มนมรวมเท่ากับ 1,965,150.00 แก้ว/เดือน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้พลังงานและการบริโภค

| กิจกรรม                                  | ปริมาณการใช้ในแต่ละกิจกรรม |              |
|------------------------------------------|----------------------------|--------------|
|                                          | ค่าเฉลี่ย (ต่อคน)          | รวม          |
| 1. การใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน) | 69.40                      | 3,033,698.00 |
| 2. การใช้น้ำมัน (ลิตร/เดือน)             |                            |              |
| 2.1 รถยนต์-ดีเซล                         | 47.09                      | 606,643.99   |
| 2.2 รถยนต์-เบนซิน                        | 38.89                      | 12,882.65    |
| 2.3 จักรยานยนต์-เบนซิน                   | 9.54                       | 1,965.15     |
| 3. การบริโภค                             |                            |              |
| 3.1 ข้าว (จาน)                           | 85.20                      | 3,720,684.00 |
| 3.2 เนื้อไก่ (กิโลกรัม/เดือน)            | 0.42                       | 18,341.40    |
| 3.3 เนื้อวัว (กิโลกรัม/เดือน)            | 0.52                       | 22,708.40    |
| 3.4 เนื้อหมู (กิโลกรัม/เดือน)            | 0.60                       | 26,202.00    |
| 3.5 นม (แก้ว/เดือน)                      | 45.00                      | 1,965,150.00 |

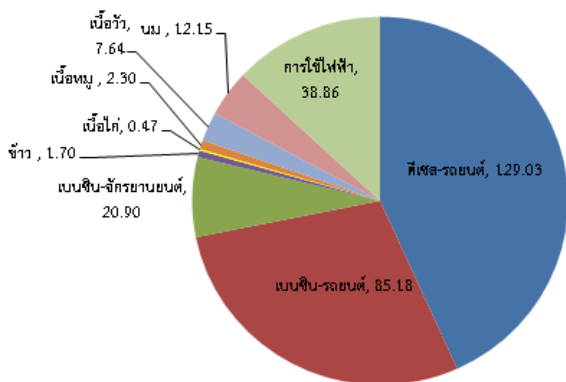
### 5.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

หลังจากที่ได้ทำการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมัน และการบริโภค ซึ่งประกอบด้วย การรับประทานข้าว เนื้อไก่ เนื้อวัว เนื้อหมู และการดื่มนมแล้ว จึงทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแปลงให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากกิจกรรมดังกล่าว ผลที่ได้ คือ ค่าเฉลี่ยต่อคนและปริมาณรวมของประชากรทั้งหมดในพื้นที่

#### 5.3.1 ค่าเฉลี่ยต่อคน

จากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคนจากการใช้พลังงานและการบริโภคพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 38.86 กิโลคาร์บอน/เดือน ส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้น้ำมันดีเซลและเบนซินสำหรับรถยนต์เท่ากับ 129.03 และ 85.18 กิโลคาร์บอน/เดือน ตามลำดับ ในขณะที่การใช้น้ำมันเบนซินสำหรับรถจักรยานยนต์มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 20.90 กิโลคาร์บอน/เดือน

ส่วนการบริโภคพบว่า มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคน ดังนี้ การรับประทานข้าวเท่ากับ 1.70 กิโลคาร์บอน/เดือน การรับประทานเนื้อไก่ เนื้อวัว และเนื้อหมูเท่ากับ 0.47, 7.64 และ 2.30 กิโลคาร์บอน/เดือน ตามลำดับ และการดื่มนมมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 12.15 กิโลคาร์บอน/เดือน ดังภาพที่ 2

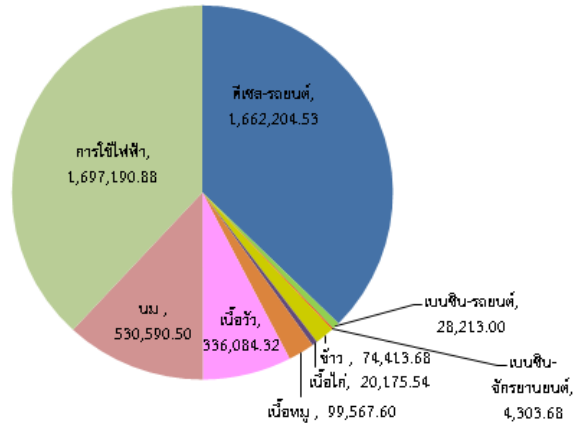


ภาพที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคน

#### 5.3.2 ปริมาณรวม

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากจำนวนประชากรทั้งหมดในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขพบว่า มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 1,697,190.88 กิโลคาร์บอน/เดือน ส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้น้ำมันพบว่า การใช้น้ำมันดีเซลสำหรับรถยนต์มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 1,662,204.53 กิโลคาร์บอน/คน รองลงมา คือ การใช้น้ำมันเบนซินสำหรับรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ เท่ากับ 28,213.00 และ 4,303.68 กิโลคาร์บอน/เดือน ตามลำดับ

การรับประทานข้าวมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 74,413.68 กิโลคาร์บอน ส่วนการรับประทานเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อไก่ เนื้อวัว และเนื้อหมู มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 20,175.54, 336,084.32 และ 99,567.60 กิโลคาร์บอน/เดือน ตามลำดับ ในขณะที่การดื่มนม มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 530,590.50 กิโลคาร์บอน/เดือน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม

### 6. การอภิปรายผล

ความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก รวมถึงความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมมนุษย์ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทำให้ประชาชนได้ตระหนักและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ โดยที่หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจถึงสาเหตุสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นว่ามนุษย์และกิจกรรมที่มนุษย์ทำนั้นส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน เมื่อทำการสอบถามเชิงลึกถึงชนิดของก๊าซที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน มีกลุ่มตัวอย่างน้อยกว่าครึ่งหนึ่งสามารถระบุหรือรู้จักชนิดของก๊าซได้ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ตอบหรือไม่มีความรู้

เมื่อสอบถามถึงกิจกรรมที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าเป็นการขับรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ซึ่งต้องใช้น้ำมันหรือก๊าซว่าเป็นกิจกรรมหลักที่ทำให้อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าควรลดการใช้น้ำมันหรือก๊าซ นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างเกือบร้อยละ 30 ให้ข้อเสนอแนะว่าการลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดอุณหภูมิโลกได้ เป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน สาเหตุของการภาวะโลกร้อน และแนวทางการแก้ไขปัญหาเป็นอย่างดี

จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 69.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน หรือ 832.80 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำมากเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนจากข้อมูลของการไฟฟ้านครหลวง [12] ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,511 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ เช่น ประเทศมาเลเซียซึ่งมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าประเทศไทยประมาณ 2 เท่า ส่วนประเทศฮ่องกงมากกว่าประเทศไทยประมาณ 3 เท่า หรือประเทศสหรัฐอเมริกาที่สูงกว่าประเทศไทยประมาณ 10 เท่า เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดมีสมาชิกที่ใช้ไฟฟ้าอยู่ในครัวเรือนเดียวกันตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ทำให้การใช้ไฟฟ้ามีความสิ้นเปลืองน้อยลง ส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนในพื้นที่ศึกษาต่ำมาก แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าเพียงคนเดียวพบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่สูง

เท่ากับ 158 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/เดือน หรือ 1,896 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการไฟฟ้านครหลวง

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกคำนวณให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า จากการศึกษาในพื้นที่พบว่า ค่าเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 298.23 กิโลกรัมคาร์บอน/เดือน หรือประมาณ 3.58 ตัน/ปี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเท่ากับ 3.64 ตัน/ปี [13] ซึ่งจากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกบางกิจกรรมของมนุษย์มาใช้ในการคำนวณเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมถึงกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ดังนั้นจึงมีแนวโน้มว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะมีปริมาณมากกว่าการประเมินในการวิจัยครั้งนี้

เมื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมของประชากรทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาพบว่าปริมาณเท่ากับ 4.45 ล้านตัน/เดือน หรือประมาณ 53.40 ล้านตัน/ปี

## 7. สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจะถูกคำนวณให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา กิจกรรมของมนุษย์ 3 ประเภทหลัก ได้แก่ การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมัน และการบริโภค ซึ่งแต่ละกิจกรรมล้วนแล้วแต่มีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น

จากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าพบว่า กลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษามีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ ข้อมูลตัวคุณ หรือ CO<sub>2</sub> emission factors ใช้แปลงปริมาณการใช้พลังงาน และการบริโภคของมนุษย์เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งในประเทศไทยยังมีการศึกษาอยู่น้อยมากและไม่ครอบคลุมทุกกิจกรรมหรือวัสดุ หรือกระบวนการ ทำให้ค่าของตัวคุณบางตัว เช่น การใช้น้ำมันยังต้องใช้ค่าตัวคุณของต่างประเทศอยู่ ดังนั้นจึงอาจทำให้การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย

## 8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะภูมิ-สารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลตัวคุณ หรือ CO<sub>2</sub> emission factors บางส่วนจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2010). Increasing global CO<sub>2</sub> emissions: increasing trend halved in 2008 [online]. Available: <http://www.pbl.nl/en/publications/2010/index.html>.
- [2] H. Pathak, N. Jain, A. Bhatia, J. Patel, and P.K. Aggarwal, “Carbon footprints of Indian food

items,” *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 139, pp. 66-73, Oct. 2010.

- [3] K.J. Kramer, H.C. Moll, S. Nonhebel and H.C. Wiltling, “Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption,” *Energy Policy*, vol. 27, pp. 203-216, 1999.
- [4] H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales and C. de Haan (2006). *Livestock’s long shadow* [online]. Available: [www.virtualcentre.org/on/library/key.pub,AO701E00.pdf](http://www.virtualcentre.org/on/library/key.pub,AO701E00.pdf).
- [5] อธิวัตร จิริจรียาเวช, “คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์,” ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ (MTEC), 2553.
- [6] B. Kim and R. Neff, “Measurement and communication of greenhouse gas emissions from U.S. food consumption via carbon calculators,” *Ecological Economics*, vol. 69, pp. 186-196, Sep. 2009.
- [7] S.S. Muthu, Y. Li, J.Y. Hu and P.Y. Mok, “Carbon footprint of shopping (grocery) bags in China, Hong Kong and India,” *Atmospheric Environment*, vol. 45, pp. 469-475, 2011.
- [8] เทศบาลเมืองแสนสุข, “สถิติจำนวนประชากร,” 2553.
- [9] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, (กุมภาพันธ์ 2554). ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ของ กฟผ. ปี 2553 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.egat.co.th/wwwthai/index.php?option=com\\_content&view=article&id=345&Itemid=829](http://www.egat.co.th/wwwthai/index.php?option=com_content&view=article&id=345&Itemid=829)
- [10] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, (2552). การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://thaicfcalculator.tgo.or.th/>
- [11] ภคมน สุภาพพันธ์, “คาร์บอนฟุตพริ้นท์กับภาวะโลกร้อน,” 2553.
- [12] การไฟฟ้านครหลวง, (พฤษภาคม 2545). ความต้องการไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใดในอนาคต [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.eppo.go.th/power/powerplant/2-powerdemand.html>
- [13] ระบบเครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย, (มีนาคม 2550). นโยบายพลังงานกับภาวะเรือนกระจก [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก [http://teenet.tei.or.th/Knowledge/climate\\_policy.html#](http://teenet.tei.or.th/Knowledge/climate_policy.html#)