

การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์จากโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี ประเทศไทย

The Analysis of Carbon Footprint of Klong Luang Over Pass Bridge Project, Pathumthani Province, Thailand

ธิดินทร์ แสงสว่าง¹ ธีรวัฒน์ วีรวงเสนีย์¹ และศิวัช พูลศิลป์¹

Received: September, 2015; Accepted: November, 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยก และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี โดยใช้การรวบรวมข้อมูลจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในโครงการก่อสร้าง และข้อมูลปริมาณรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณโครงการก่อสร้าง แล้วนำมาคำนวณหาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาการก่อสร้างทั้งสิ้น 19 เดือน แบ่งเป็น 3 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ขอบเขตที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ขอบเขตที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์พบว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์จากขอบเขตที่ 1 มีจำนวน 181.21 ตัน CO₂e จากขอบเขตที่ 2 จำนวน 71.92 ตัน CO₂e และจากขอบเขตที่ 3 จำนวน 47.85 ตัน CO₂e จากข้อมูลปริมาณรถยนต์ พบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นจากไอเสียรถยนต์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกช่วงก่อนการก่อสร้าง 395.66 ตัน CO₂e/เดือน ช่วงระหว่างการก่อสร้าง 245.09 ตัน CO₂e/เดือน และช่วงหลังการก่อสร้าง 351.14 ตัน CO₂e/เดือน นอกจากนี้ยังพบว่า สะพานสามารถลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากยานพาหนะได้จาก 395.66 ตัน CO₂e/เดือน เป็น 351.14 ตัน CO₂e/เดือน ลดลง 44.52 ตัน CO₂e/เดือน ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลดลง คิดเป็น 11.25%

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์; ก๊าซเรือนกระจก; สะพานข้ามแยกคลองหลวง

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
E-mail: sangsawang_t@su.ac.th

Abstract

This research was to calculate the carbon footprint of the flyover construction area and the amount of greenhouse gas from the passer-by cars at Klong-Luang Flyover, Patumthani province. The construction activities and the number of passer-by transport in the construction area were collected to calculate the carbon footprint within 19 months of construction. The activity data were divided into three scopes: 1st scope is direct-emission, 2nd scope is indirect-emission and 3rd is indirect-emission. There was 181.21 ตัน CO₂e during the first scope, 71.92 ton CO₂e during the second scope and 47.85 ton CO₂e during the third scope. The data showed the amount of greenhouse gas released from the transport vehicles as 395.66 ton CO₂e/month before the construction; 245.09 ton CO₂e/month during the construction and 351.14 ton CO₂e/month after the construction. Furthermore, the data showed the flyover can decrease the greenhouse gas from the transport vehicle for 44.52 ton CO₂e/month. There was 11.25% lower than that from before construction.

Keywords: Carbon footprint; Greenhouse gas; Klong-Luang Flyover

บทนำ

สภาวะโลกร้อน หมายถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นทั้งโดยตรงและโดยอ้อม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลกระทบต่อโดยตรงหรือโดยอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า ปัจจุบันภาวะโลกร้อน ถือเป็นปัญหาใหญ่ที่ได้รับความสนใจจากหลายหน่วยงาน สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนั้นเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุหนึ่งก็คือ ก๊าซเรือนกระจก ที่ถูกปล่อยจาก โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การขนส่ง การคมนาคม การเกษตร แม้กระทั่งภาคครัวเรือน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้องค์กรต่าง ๆ ในหลายประเทศต้องหันมาให้ความสนใจ และช่วยกัน แก้ไขจัดการปัญหาภัยพิบัติที่เกิดขึ้น โดยการออกกฎระเบียบนโยบายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ พิธีสารเกียวโต การกำหนดภาษีคาร์บอน การกำหนดมาตรการแสดงค่าปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น แต่หนึ่งในวิธีการที่แพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับ คือ การแสดงข้อมูล คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกว่า “ฉลากคาร์บอน” (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2014)

องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ได้ให้คำจำกัดความของก๊าซเรือนกระจกเอาไว้ 6 ชนิดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกนั้น สามารถเกิดได้จากกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นจึงได้พัฒนาแนวคิดไปยังการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกิจกรรม ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรม และการดำเนินงานต่าง ๆ ภายใน เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า

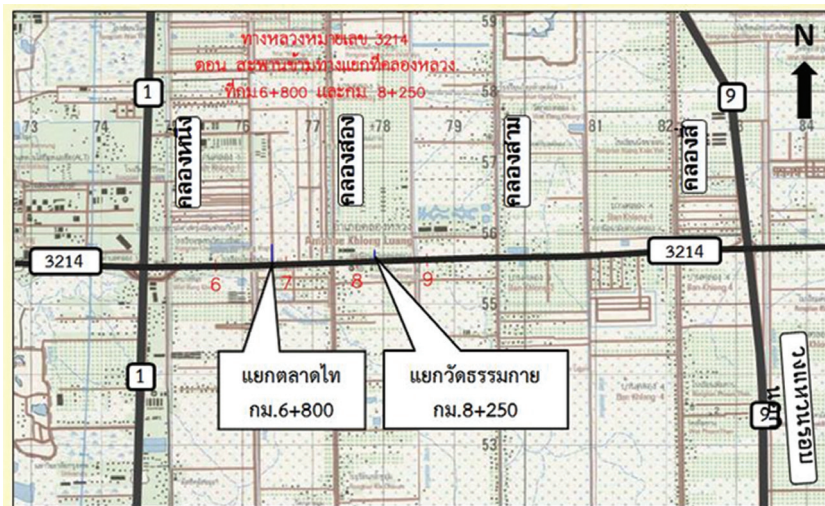
การจัดการของเสีย และการขนส่งคมนาคมภายในองค์กร เป็นต้น ในการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2014)

การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ เป็นการหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในกิจกรรมต่าง ๆ บริการต่าง ๆ ในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) ซึ่งสามารถนำไปหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรใด ๆ ได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางการลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกได้ เช่น Thanut, P. et al. (Thanut, P. et al., 2011) ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษา พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดเท่ากับ 1,036.43 ตัน $\text{CO}_2\text{e}/\text{ปี}$ โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคิดเป็น 52.9% Phairat, U. and Harnpon, P. (Phairat, U. and Harnpon, P., 2014) ได้ศึกษาการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34,355 ตัน $\text{CO}_2\text{e}/\text{ปี}$ โดยมาจากขอบเขตที่ 2 มากที่สุด 31,271 ตัน $\text{CO}_2\text{e}/\text{ปี}$ ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Awanthi, M.G.G. and Navaratne, C.M. (Awanthi, M.G.G. and Navaratne, C.M., 2010) ศึกษาการหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย RUHUNA ในประเทศศรีลังกา โดยการศึกษาพบว่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ทั้งหมด 418.50 ตัน $\text{CO}_2\text{e}/\text{ปี}$ ในงานวิจัยนี้ได้มาจากขอบเขตที่ 3 มากที่สุด 151.97 ตัน $\text{CO}_2\text{e}/\text{ปี}$ Watcharapong, K. et al. (Watcharapong, K. et al., 2011) ทำการวิเคราะห์ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการผลิตฮาร์ดดิสก์ ในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์แห่งหนึ่งพบว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องมากถึง 294,745 ตัน CO_2e ต่อปี โดยมาจากขอบเขตที่ 2 มากที่สุดถึง 90% Thibordin, S. et al. (Thibordin, S. et al., 2014) วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการสร้างบ้านพักอาศัยขนาดกลาง และเสนอแนวทางในการเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างบ้าน จากผลที่ได้พบว่าเมื่อเปลี่ยนวัสดุการก่อสร้างจากคอนกรีตเป็นไม้สัก สามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ 104.08 ตัน CO_2e

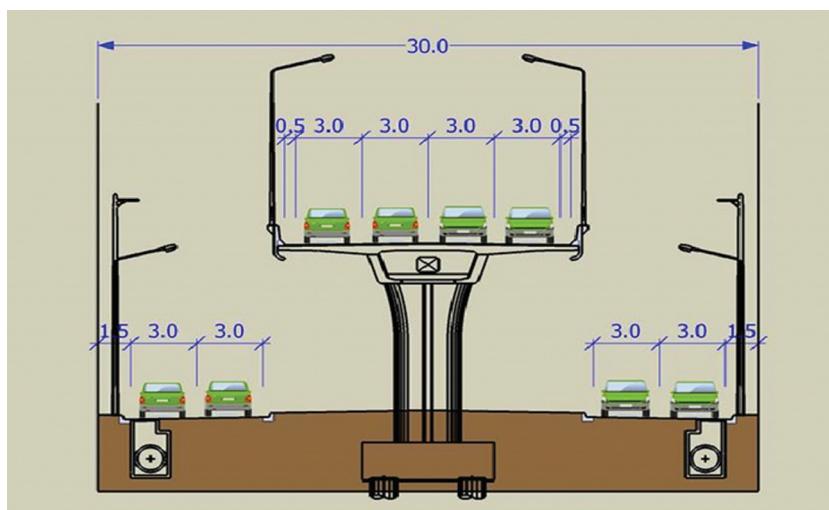
จากการศึกษาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรที่เกิดขึ้น พบว่าแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกสามารถเกิดได้จากทั้งสามขอบเขตแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี และยังศึกษาถึงผลกระทบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณนั้นอีกด้วย โดยการพิจารณาจะแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา ช่วงก่อนก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้าง และหลังก่อสร้าง

วิธีการดำเนินการวิจัย

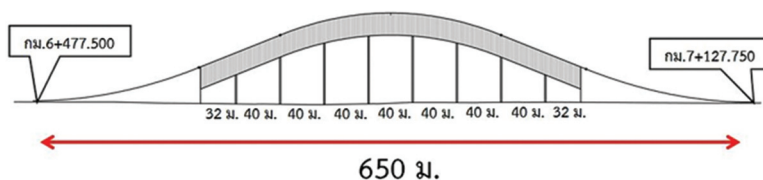
งานวิจัยนี้ ใช้โครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี ดังรูปที่ 1 โดยโครงสร้างสะพานมี 4 ช่องทางจราจร ไป - กลับ ซึ่งมีความยาว 650 เมตร ดังรูปที่ 2 และ 3



รูปที่ 1 แผนที่ตั้งโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี (Bureau of Location and Design, 2012)



รูปที่ 2 แบบของโครงสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี (Bureau of Location and Design, 2012)



รูปที่ 3 แบบของโครงสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี (Bureau of Location and Design, 2012)

โดยงานวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการก่อสร้าง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง และช่วงเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นการก่อสร้างในเดือนตุลาคม 2556 จนถึงสิ้นสุดการก่อสร้างในเดือนเมษายน 2558

1. การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยก

ในงานวิจัยได้มีการกำหนดขอบเขตของกิจกรรมเป็น 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 เป็นการใช้น้ำมันในกิจกรรมทางตรง ขอบเขตที่ 2 เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจกรรมทางอ้อม ขอบเขตที่ 3 เป็นการใช้น้ำมันและวัสดุสำนักงานในกิจกรรมทางอ้อม (Watcharapong, K. et al., 2011) โดยการคำนวณหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จะใช้ข้อมูลปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้น นำมาคำนวณ โดยใช้สมการที่ (1)

$$Emission = Activity \ Data \times EmissionFactor \ Factor \quad (1)$$

โดยที่ *Emission* คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (กิโลกรัมหรือตัน CO₂e), *Activity Data* คือ จำนวนของปริมาณวัสดุและกิจกรรม และ *Emission Factor* คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (กิโลกรัมหรือตัน CO₂e/หน่วย) (Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization), 2014)

2. การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์จากไอเสียรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง

ในงานวิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงก่อนก่อสร้าง ระหว่างก่อสร้าง และหลังก่อสร้าง โดยการคำนวณหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จะใช้

- ข้อมูลปริมาณยานพาหนะที่สัญจรบริเวณโครงการก่อสร้าง ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากสำนักอำนวยความปลอดภัย (Bureau of Highway Safety, 2014)

- ค่าความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะต่าง ๆ ได้จากการเก็บข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย โดยใช้จาก Application Speedview® เพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น จากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (Headlight Magazine, 2015) ของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยแบ่งเป็น 11 ประเภท ดังนี้ (Bureau of Highway Safety, 2014)

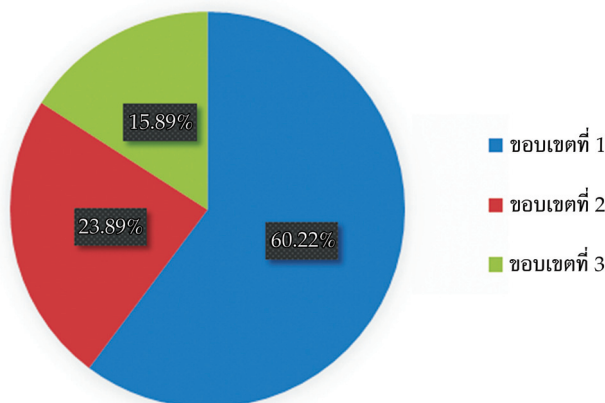
- จักรยานยนต์ 2 ล้อ
- รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน
- รถยนต์นั่งเกิน 7 คน
- รถโดยสารขนาดเล็ก
- รถโดยสารขนาดกลาง
- รถโดยสารขนาดใหญ่
- รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)
- รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)
- รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)
- รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)
- รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยการนำเอาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถแต่ละประเภท และความเร็วเฉลี่ยในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมงมาคำนวณหาระยะเวลาที่ยานพาหนะวิ่งผ่านบนถนนและสะพานดังกล่าว จะได้ปริมาณน้ำมันที่ยานพาหนะใช้ในการวิ่งผ่านถนนและสะพาน แล้วจึงได้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากไอเสียของยานพาหนะที่วิ่งผ่านถนนและสะพานบริเวณที่ทำการศึกษ

จากการคำนวณได้แบ่งเป็นช่วงการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากยานพาหนะก่อนการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้างและหลังการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ. ปทุมธานี

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรจากกิจกรรมการก่อสร้าง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในโครงการก่อสร้าง พบว่าก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 มีค่ามากที่สุด คิดเป็น 61% โดยจำแนกเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้ง 3 ขอบเขต ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงอัตราส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตต่าง ๆ

จากการเก็บข้อมูลกิจกรรมภายในโครงการก่อสร้างตลอดระยะเวลา 19 เดือน ของการก่อสร้าง เริ่มตั้งแต่การก่อสร้างกระทั่งเปิดการใช้งาน พบว่าทั้งโครงการก่อสร้างปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 300.98 ตัน CO₂e แบ่งเป็น ขอบเขตที่ 1 ซึ่งเป็นการใช้น้ำมันในกิจกรรมทางตรง จำนวน 60.22% ขอบเขตที่ 2 จำนวน 23.89% และขอบเขตที่ 3 จำนวน 15.89% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาขอบเขตที่ 1 จากตารางที่ 1 พบว่าการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งที่มีการเคลื่อนที่ได้ อาทิเช่น รถแบคโฮ รถหัวเจาะ รถเครน รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบด ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 175.67 ตัน CO₂e และการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น ๆ เช่น เครื่องจักรที่ไม่เคลื่อนที่ประกอบด้วย เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เครื่องปั๊มลม ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 5.54 ตัน CO₂e

ตารางที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 1

กิจกรรมที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัน CO ₂ e	%
การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่เกิดจากแหล่งที่มีการเคลื่อนที่ได้	175.67	58.36
การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่เกิดจากแหล่งอื่น ๆ	5.54	1.86
รวม	181.21	60.22

เมื่อพิจารณาขอบเขตที่ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจกรรมทางตรง จากตารางที่ 2 มีเพียงแค่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในกิจกรรมทางอ้อม คือไฟฟ้าที่ซื้อมาใช้ในส่วน of สำนักงานทั้งสิ้น 71.92 ตัน CO₂e เพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 2

กิจกรรมที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัน CO ₂ e	%
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าที่ซื้อมาโดยองค์กร	71.92	23.89
รวม	71.92	23.89

เมื่อพิจารณาขอบเขตที่ 3 การใช้น้ำมันและวัสดุสำนักงานในกิจกรรมทางอ้อม จากตารางที่ 3 พบว่ามีการใช้น้ำมัน ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 47.85 ตัน CO₂e การใช้น้ำมันจากกิจกรรมทางอ้อม เช่น การใช้น้ำมันเพื่อการขนส่งหรือสำหรับรถบริการรับส่ง มีปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 32.97 ตัน CO₂e วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษต่าง ๆ มีปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 3.25 ตัน CO₂e และการใช้น้ำมันในบริเวณก่อสร้างรวมถึงสำนักงาน มีก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นทั้งสิ้น 11.63 ตัน CO₂e

ตารางที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขอบเขตที่ 3

กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ตัน CO ₂ e	%
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากน้ำมันรถบริการ	32.97	10.95
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้น้ำมันขององค์กร	11.63	3.86
ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้วัสดุสำนักงานขององค์กร	3.25	1.08
รวม	47.85	15.89

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ถึง 3 พบว่ากิจกรรมการก่อสร้างมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 2 และ 3 รวมกันทั้งสิ้น 300.89 ตัน CO₂e หรือเฉลี่ย 15.84 ตัน CO₂e/เดือน

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณโครงการก่อสร้าง แบ่งเป็น 3 ช่วง

1. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง (ก่อนก่อสร้าง)

โดยช่วงก่อนสร้าง จากการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยรถยนต์ พบว่ามีความเร็วเฉลี่ย 45 กม./ชม. มีทางแยกและสัญญาณไฟจราจร จากการสำรวจพบว่า มีรถจำนวน 14% ที่วิ่งผ่านแยกจะใช้ระยะทาง 50% ในการคำนวณ (325 เมตร) และอีก 16% เป็นรถที่ติดแยกไฟแดงรอบละ 1 นาที โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ก่อนสร้างสะพาน

รถประเภทต่าง ๆ	ปริมาณรถยนต์ (คัน/วัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO ₂ e/เดือน)			รวมทั้งหมด (ตัน CO ₂ e/ เดือน)	%
		วิ่งผ่านแยก	รถติดไฟแดง	รถทางตรง		
รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ 110 cc	6,525	0.52	2.55	5.18	8.25	2.09
รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 1800 cc	17,257	3.18	15.65	31.80	50.63	12.80
รถยนต์นั่งเกิน 7 คน 2500 cc	16,985	3.80	18.72	38.03	60.55	15.30
รถโดยสารขนาดเล็ก 2500 cc	4,995	1.60	7.89	16.02	25.51	6.45
รถโดยสารขนาดกลาง 4000 cc	1,663	0.85	4.20	8.54	13.59	3.43
รถโดยสารขนาดใหญ่ 13000 cc	1,710	2.85	14.04	28.53	45.42	11.48
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) 2500 cc	7,097	2.28	11.21	22.76	36.25	9.16
รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) 4000 cc	6,245	3.21	15.78	32.05	51.04	12.90
รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) 9000 cc	2,601	3	14.79	30.04	47.83	12.09
รถบรรทุกพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,758	2.03	10	20.30	32.33	8.17

ตารางที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ก่อนสร้างสะพาน (ต่อ)

รถประเภทต่าง ๆ	ปริมาณ รถยนต์ (คัน/วัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO ₂ e/เดือน)			รวมทั้งหมด (ตัน CO ₂ e/ เดือน)	%
		วิ่งผ่านแยก	รถติดไฟแดง	รถทางตรง		
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,319	1.52	7.5	15.23	24.26	6.13
รวม	68,155	24.85	122.33	248.48	395.66	100

จากตารางที่ 4 พบว่ารถทุกประเภทมีจำนวนทั้งหมด 68,155 คัน/วัน และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 395.66 ตัน CO₂e/เดือน โดยรถยนต์นั่งเกิน 7 คน ขนาด 2,500 cc มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็น 15.30% และรถจักรยานยนต์ 2 ล้อ ขนาด 110 cc มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คิดเป็น 2.09%

2. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง (ระหว่างก่อสร้าง)

ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง จากการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ ผ่านแอปพลิเคชัน Speedview® เป็นเวลา 2 เดือน ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง พบว่ามีความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ 35 กม./ชม. มีทางแยกและสัญญาณไฟจราจร จากการสำรวจพบว่า มีรถจำนวน 14% ที่วิ่งผ่านแยกจะใช้ระยะทาง 50% ในการคำนวณ (325 เมตร) และอีก 16% เป็นรถที่ติดแยกไฟแดงรอบละ 1 นาที โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ระหว่างการก่อสร้าง

รถประเภทต่าง ๆ	ปริมาณ รถยนต์ (คัน/วัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO ₂ e/เดือน)			รวมทั้งหมด (ตัน CO ₂ e/ เดือน)	%
		วิ่งผ่านแยก	รถติดไฟแดง	รถทางตรง		
รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ 110 cc	3,526	0.28	1.22	2.81	4.3	1.75
รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 1800 cc	14,132	2.58	11.31	26.1	39.97	16.31
รถยนต์นั่งเกิน 7 คน 2500 cc	11,225	2.48	10.91	25.18	38.58	15.74
รถโดยสารขนาดเล็ก 2500 cc	3,162	1	4.40	10.16	15.57	6.35
รถโดยสารขนาดกลาง 4000 cc	1,613	0.82	3.6	8.3	12.71	5.19

ตารางที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ระหว่างการก่อสร้าง (ต่อ)

รถประเภทต่าง ๆ	ปริมาณ รถยนต์ (คัน/วัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO ₂ e/เดือน)			รวมทั้งหมด (ตัน CO ₂ e/ เดือน)	%
		วิ่งผ่านแยก	รถติดไฟแดง	รถทางตรง		
รถโดยสารขนาดใหญ่ 13000 cc	1,114	1.83	8.07	18.62	28.53	11.64
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) 2500 cc	5,704	1.81	7.94	18.33	28.08	11.46
รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) 4000 cc	2,251	1.14	5.02	11.58	17.74	7.24
รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) 9000 cc	1,227	1.4	6.15	14.20	21.75	8.87
รถบรรทุกพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,090	1.24	5.47	12.61	19.32	7.88
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,046	1.19	5.24	12.11	18.54	7.56
รวม	46,090	15.76	69.32	160.01	245.09	100

จากตารางที่ 5 พบว่ารถทุกประเภทมีจำนวนทั้งหมด 46,090 คัน/วัน และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 245.09 ตัน CO₂e/เดือน แบ่งเป็นรถที่วิ่งผ่านแยก 15.76 ตัน CO₂e/เดือน รถติดไฟแดง 69.32 ตัน CO₂e/เดือน รถวิ่งทางตรง 160.01 ตัน CO₂e/เดือน โดยรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน ขนาด 1,800 cc มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 16.31% และรถจักรยานยนต์ 2 ล้อ ขนาด 110 cc คิดเป็น 1.75 %

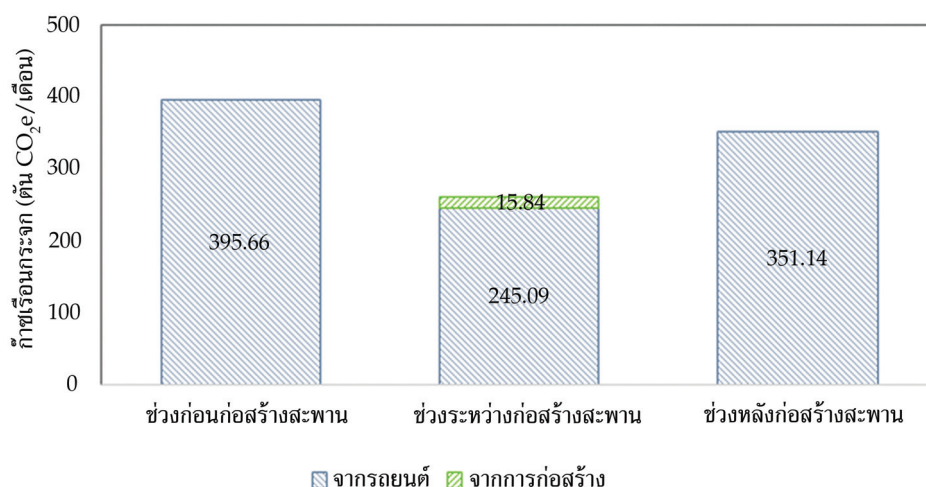
3. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้าง (หลังก่อสร้าง)

ช่วงหลังการก่อสร้าง จากการสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ ผ่านแอปพลิเคชัน Speedview® รูปที่ 4 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในช่วงหลังก่อสร้างพบว่ามีความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ที่วิ่งบนสะพาน 60 กม./ชม. และ 35 กม./ชม. ในส่วนรถที่วิ่งด้านล่างสะพาน จากการสำรวจปริมาณรถยนต์พบว่า มีรถจำนวน 14% ที่วิ่งผ่านแยกจะใช้ระยะทางในการคำนวณ 325 เมตร และอีก 16% เป็นรถที่ติดไฟแดงรอบละ 1 นาที โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์หลังการก่อสร้าง

รถประเภทต่าง ๆ	ปริมาณ รถยนต์ (คัน/วัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO ₂ e/เดือน)				รวมทั้งหมด (ตัน CO ₂ e/ เดือน)	%
		วิ่งผ่าน แยก	รถติด ไฟแดง	รถวิ่ง ทางตรง	รถขึ้น สะพาน		
รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ 110 cc	4,991	0.26	1.14	2.62	1.92	5.94	1.69
รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 1800 cc	21,209	2.40	10.57	24.40	21.04	58.42	16.64
รถยนต์นั่งเกิน 7 คน 2500 cc	16,941	2.32	10.20	23.55	20.61	56.68	16.14
รถโดยสารขนาดเล็ก 2500 cc	4,711	0.94	4.12	9.50	8.04	22.60	6.44
รถโดยสารขนาดกลาง 4000 cc	2,344	0.76	3.36	7.75	6.13	18.00	5.13
รถโดยสารขนาดใหญ่ 13000 cc	1,583	1.72	7.5	17.42	12.89	39.58	11.27
รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ) 2500 cc	8,524	1.69	7.4	17.14	14.62	40.88	11.64
รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ) 4000 cc	3,306	1.07	4.69	10.82	8.81	25.38	7.23
รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ) 9000 cc	1,763	1.31	5.76	13.29	10.13	30.48	8.68
รถบรรทุกพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,557	1.16	5.11	11.79	8.88	26.94	7.67
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 3 เพลา 9000 cc	1,518	1.12	4.91	11.33	8.88	26.23	7.47
รวม	68,446	14.75	64.83	149.62	121.95	351.14	100

จากตารางที่ 6 พบว่ารถทุกประเภทมีจำนวนทั้งหมด 68,446 คัน/วัน และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 351.14 ตัน CO₂e/เดือน แบ่งเป็นรถที่วิ่งผ่านแยก 14.75 ตัน ตัน CO₂e/เดือน รถติดแยกไฟแดง 64.83 ตัน CO₂e/เดือน รถวิ่งทางตรง 149.62 ตัน CO₂e/เดือน และรถวิ่งบนสะพาน 121.95 ตัน CO₂e/เดือน โดยรถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 1,800 cc มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็น 16.64% และรถจักรยานยนต์ 2 ล้อ 110 cc น้อยที่สุดคิดเป็น 1.69%



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงต่างๆ

จากรูปที่ 5 พบว่าก่อนการก่อสร้างมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะมีทั้งสิ้น 395.66 ตัน CO₂e/เดือน และลดลง 125.76 ตัน CO₂e/เดือน ในช่วงการก่อสร้างเนื่องจากการก่อสร้างสะพาน มีการกีดขวางการจราจรและก่อให้เกิดการจราจรติดขัด ทำให้รถยนต์ที่สัญจรผ่านบางส่วนย้ายไปใช้เส้นทางอื่น ส่งผลให้มียานพาหนะบางส่วนไปใช้เส้นทางอื่น ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลง และยังมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการกิจกรรมการก่อสร้างจำนวน 15.84 ตัน CO₂e/เดือน ในช่วงระยะเวลา 19 เดือน หลังการก่อสร้างเสร็จพบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกจำนวน 351.14 ตัน CO₂e/เดือน เนื่องจากจำนวนรถที่เพิ่มขึ้น เพราะการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ แต่หากพิจารณาช่วงก่อนก่อสร้างและหลังก่อสร้าง พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลงเป็นจำนวน 44.52 ตัน CO₂e/เดือน คิดเป็น 11.25% จึงสรุปได้ว่าการสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี นอกจากจะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดได้แล้ว ยังช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเดือน (ตัน CO₂e/เดือน) ที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างสะพานได้ใช้โครงการก่อสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี สร้างขึ้นบนทางหลวงหมายเลข 3214 หลักกิโลเมตรที่ 8+300 ซึ่งโครงการนี้สร้างเพื่อแก้ปัญหา

การจราจรบนถนนคลองหลวง บริเวณทางแยกเข้าตลาดไท และทางแยกเข้าวัดธรรมกาย เป็นสะพานที่มีช่องทางการจราจร 4 ช่องทาง ไป - กลับ โดยมีความยาววัดจากเชิงลาด มีความยาวทั้งสิ้น 650 เมตรงบประมาณการก่อสร้างทั้งหมด 350 ล้านบาท ระยะเวลาการก่อสร้าง 720 วัน

วิธีการในการดำเนินงานวิจัย จะแบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนที่ 1 จะเป็นการวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในการก่อสร้าง โดยแบ่งขอบเขตของกิจกรรม เป็น 3 ขอบเขต ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง เป็นระยะเวลา 19 เดือน (ตุลาคม 2556 - เมษายน 2558) ส่วนที่ 2 จะเป็นการหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณโครงการก่อสร้าง โดยทำการแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ช่วงก่อนการก่อสร้าง ช่วงระหว่างการก่อสร้าง และช่วงหลังการก่อสร้าง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในช่วงก่อนการก่อสร้างมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการก่อสร้างทั้งหมดในระยะเวลาการก่อสร้าง 19 เดือน 300.98 ตัน CO₂e หรือเฉลี่ยเดือนละ 15.84 ตัน CO₂e/เดือน แบ่งเป็นขอบเขตที่ 1 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 181.21 ตัน CO₂e ขอบเขตที่ 2 จำนวน 71.92 ตัน CO₂e และขอบเขตที่ 3 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุดคิดเป็น 47.85 ตัน CO₂e

ในส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการยนต์ที่สัญจรผ่านบริเวณการก่อสร้างทั้งหมด โดยช่วงก่อนการก่อสร้าง 395.66 ตัน CO₂e/เดือน ช่วงระหว่างการก่อสร้าง 245.09 ตัน CO₂e/เดือน และหลังก่อสร้าง 351.14 ตัน CO₂e/เดือน

จากการศึกษาพบว่าสะพานสามารถลดก๊าซเรือนกระจกลงได้ โดยช่วงก่อนการก่อสร้าง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 395.66 ตัน CO₂e/เดือน และช่วงหลังการก่อสร้าง 351.14 ตัน CO₂e/เดือน จะเห็นได้ว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการก่อสร้างและช่วงหลังการก่อสร้าง พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง 44.52 ตัน CO₂e/เดือน หรือคิดเป็น 11.25% เนื่องจากยานพาหนะมีความเร็วเฉลี่ยในช่วงที่ผ่านแยกมากขึ้นจาก 45 กม./ชม เป็น 60 กม./ชม ในขณะที่จำนวนยานพาหนะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 68,115 คันต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 68,446 คันต่อวัน

จึงสรุปได้ว่าการสร้างสะพานข้ามแยกคลองหลวง จ.ปทุมธานี นอกจากจะช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดได้แล้ว ยังช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้อีกด้วย หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้ จะเป็นตัวอย่างในการนำไปใช้ศึกษาหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในโครงการก่อสร้างหรือปรับปรุงเพื่อนำไปใช้กับโครงการก่อสร้างอื่น ๆ อีกต่อไปได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท วิวัฒน์ก่อสร้าง จำกัด และสำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการทำงานวิจัยนี้ตลอดมา

References

- Awanthi, M.G.G. and Navaratne, C.M. (2010). Carbon Footprint of an Organization: a Case Study. Faculty of Agriculture, University of RUHUNA. International Forestry and Environment Symposium 15th. 26-27 November 2010. University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka. pp. 366-377
- Bureau of Location and Design. (2012). Public Hearing. Department of Highway. Ministry of Transportation. Access (24 December 2014). Available (<http://www.doh.go.th/web/hwyorg15000/general/report.html>)
- Bureau of Highway Safety. (2014). Travelled Vehicle-kilometers on Highway Report 2013. Department of Highway. Ministry of Transportation. Access (24 December 2014). Available (<http://bhs.doh.go.th/download/traffic>)
- Headlight Magazine. (2015). Fuel Consumption by Segment. Access (25 February 2015). Available (<http://www.headlightmag.com/webboard2011/index.php?topic=39032.0>)
- Phairat, U. and Harnpon, P. (2014). Carbon Footprint of Organization: Case Study for Thammasat University. Journal of Science and Technology. Vol. 22. pp. 1-12
- Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). (2014). Carbon Footprint for Organization Reduction. Access (23 October 2013). Available (<http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=21&s2=125>)
- Thanut, P., Montree, S. and Thumrongrut, M. (2011). Carbon Footprint Analysis of Department of Chemistry. Faculty of Engineering Kasetsart University. In The TIChe International Conference 2011. Hadyai, Songkhla Thailand. pp. 1-5
- Thibordin, S., Thotsapon, S. and Teerachai, S. (2014). The Analysis of Carbon Footprint in House Construction: Case Study of a 300-m² - Residence House. KCU Science Journal. Vol. 42. No. 3. pp. 579-588
- Watcharapong, K., Theeranuntha, R. and Vorapoch, A. (2011). Calculation of Carbon Footprint for Organization, from Hard Disk Drive Manufacturing. The 10th Conference on Energy. Heat and Mass Transfer in Thermal Equipments and Processes in Commemoration to the Pace of 72nd Year of Professor Dr. Prida Wibulswas. Chiang Mai Grandview Hotel, Chiang Mai, Thailand pp. 224-228