

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบกด้วยรถบรรทุก  
กรณีศึกษา บริษัท เอ็มอีทรานส์ จำกัด

## EVALUATING THE CARBON FOOTPRINT OF ENERGY USE IN ROAD FREIGHT TRUCKING SYSTEMS: A CASE STUDY OF M.E. TRANS COMPANY LIMITED

ชลิดา โปะมา<sup>1\*</sup>, วรวุฒิ โปะมา<sup>2</sup>, สานิตย์ สงสุรินทร์<sup>3</sup> และ สิวัดมภ์ ธรรมประดิษฐ์<sup>1</sup>

Chalida Pohma<sup>1\*</sup>, Worawut Poma<sup>2</sup>, Sanit Songsurin<sup>3</sup> and Sisawat Thammapradit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

<sup>2</sup>คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

<sup>3</sup>นักวิจัยอิสระ

Received: June 5, 2024

Revised: June 18, 2024

Accepted: June 21, 2024

\*Corresponding Author E-mail: [chalidap@siamtechno.ac.th](mailto:chalidap@siamtechno.ac.th)

### บทคัดย่อ

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของ  
ประเทศทั่วโลก ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในความสำคัญที่สุดในยุคนี้ และอุตสาหกรรมขนส่งมี  
บทบาทสำคัญในการสร้างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่สร้าง  
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง จึงมีความตระหนักถึงการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้  
พลังงานในระบบขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกสินค้า ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นวิธีการคำนวณปริมาณการ  
ปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีหน่วยเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า  
ตามแนวทางของหน่วยงานองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูล  
พลังงานของกิจกรรมระบบขนส่งสินค้าทางบกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบกด้วยรถบรรทุก และเพื่อศึกษา  
การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก จึงมีการเก็บ  
ข้อมูลรายปีจากผู้ประกอบการขนส่งสินค้าไปยังจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย จากงานวิจัยศึกษาข้อมูลพลังงาน  
ของกิจกรรมระบบขนส่งสินค้าทางบกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก โดยมีปริมาณและจังหวัดปลายทางของเส้นทาง  
การขนส่งสินค้าต่อปี โดยพบว่าการดำเนินการขนส่งสินค้าต้นทางจากจังหวัดสมุทรปราการ และขนส่งไปยังจังหวัด  
ปลายทางจังหวัดสงขลาซึ่งมีการขนส่งสินค้า ซึ่งมีระยะทางเฉลี่ย 991.9 กิโลเมตร โดยการใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่  
น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง การบรรทุกเต็มคัน และการวิ่งเปล่า ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซ  
คาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 3,255.42 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และในส่วนของรถบรรทุก 10 ล้อ  
ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุดเฉลี่ย 16 ตัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าในการ  
Load สินค้าเที่ยวกลับเป็นเที่ยวเปล่า 100% จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการขนส่งสินค้าโดยมีการ  
ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการขนส่งของผู้ประกอบการเท่ากับ 7,275.59 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี  
ด้วยเหตุผลดังกล่าวเพื่อให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง จึงมีแนวทางการบริหารจัดการรถบรรทุกโดย  
การนำเชื้อเพลิงทางเลือกไบโอดีเซลหรือพลังงานสะอาดอื่นๆ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้  
ดีเซลหรือเบนซิน และปรับปรุงเทคโนโลยีเครื่องยนต์ของการใช้พลังงานทดแทนสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการ  
ขนส่งสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ตลอดจนการนำรถบรรทุกไฟฟ้า (EV) มาให้บริการ

**คำสำคัญ:** คาร์บอนฟุตพริ้นท์ การขนส่ง ก๊าซเรือนกระจก

## Abstract

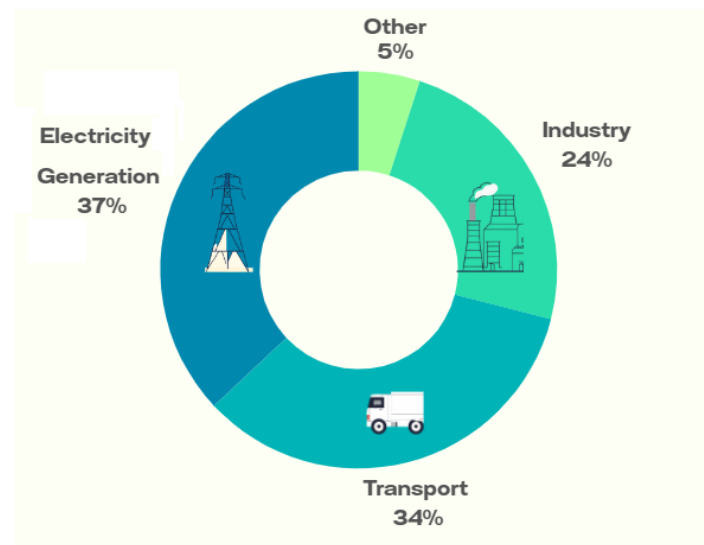
Climate change is a significant factor impacting the environment and the sustainability of countries worldwide. Climate change is one of the most crucial issues of our time, and the transportation industry plays a vital role in generating carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), which is a part of greenhouse gases (GHGs) that directly affect climate change. There is an awareness of the need to assess the carbon footprint of energy use in land freight transportation using trucks. Therefore, this research focuses on calculating GHG emissions using the greenhouse gas emission coefficient in units of carbon dioxide equivalent (CO<sub>2</sub>eq), following the guidelines of the Greenhouse Gas Management Organization (TGO). The objective is to study the energy data of land freight transportation activities by land freight operators using trucks and to evaluate the carbon footprint of energy use in the freight transportation system. Annual data collection from freight operators transporting goods to the southern provinces of Thailand was conducted. The research studied energy data from land freight operators' land freight transportation activities, including the quantity and destination provinces of the transportation routes per year. The transportation of goods originates from Samut Prakan province has transported to Songkhla province, with an average distance of 991.9 kilometers by large six-wheel trucks with a maximum load of 11 tons. The vehicles have consumed some diesel fuel, From the data recorded on the full truckload and empty running This makes the annual carbon dioxide emissions equal to 3,255.42 kgCO<sub>2</sub>eq/year and in the case of using large 10-wheel trucks the average maximum load weight is 16 tons. Using diesel as fuel emits carbon dioxide. It was found that when loading goods on the return trip, it was a 100% empty trip. There would be an amount of carbon dioxide released from the transportation of goods, with the use of vehicle fuel for transport by the operator equal to 7,275.59 kgCO<sub>2</sub>eq / year. For these reasons, in order to reduce greenhouse gas emissions, truck management methods using alternative fuels, biodiesel or other clean energy sources have lower emissions compared with diesel or gasoline, improving engine technology of renewable energy sources can significantly reduce the carbon footprint of cargo transportation, and adopting electric vehicles (EV) to provide services.

**Keywords:** Carbon Footprint, Transportation, Greenhouse Gases

## 1. บทนำ

ทุกประเทศทั่วโลกต่างตระหนักถึงปัญหาจากอุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นมากจนเกินไป ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญในการทำแผนพัฒนามาตรการควบคุม โดยมีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 25 เป็นร้อยละ 40 ในปี พ.ศ. 2573 จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยตรงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของประเทศทั่วโลก ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในความสำคัญที่สุดในยุคนี้ และอุตสาหกรรมการขนส่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง ที่เป็นตัวกำหนดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO<sub>2</sub>) การใช้พลังงานแยกรายภาคเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2566 ในภาพรวมมีการปล่อย CO<sub>2</sub> ลดลงร้อยละ 2.4 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดย ภาคอุตสาหกรรม ที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ร้อยละ 24 พบว่า ในปี 2566 มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ลดลงร้อยละ 9.7 เมื่อเทียบกับปีก่อน ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ ซึ่งมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ร้อยละ 5 มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ลดลงร้อยละ 3.5 ในขณะที่ ภาคการขนส่ง ซึ่งมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ร้อยละ 33 มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.1 และ ภาคการผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ร้อยละ 37 มีการปล่อย

ก๊าซ CO<sub>2</sub> เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 เมื่อเทียบกับปีก่อน และการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการใช้พลังงานแยกรายชนิดเชื้อเพลิง พบว่า การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากน้ำมันสำเร็จรูปมีสัดส่วนการปล่อยสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 43 รองลงมาคือ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน/ลิกไนต์ มีสัดส่วนร้อยละ 33 และ 24 ตามลำดับ ทั้งนี้ การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการใช้ถ่านหิน/ลิกไนต์ และน้ำมันสำเร็จรูป ในปี 2566 เมื่อเทียบกับปีก่อน ลดลงร้อยละ 15.0 และ 1.1 ตามลำดับ ในขณะที่การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการใช้ก๊าซธรรมชาติ เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.5 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการใช้ถ่านหิน/ลิกไนต์ ดังรูปที่ 1 ภาวะรวมการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการใช้พลังงานของประเทศในภาคการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 34 ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1]



รูปที่ 1 การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการใช้พลังงานรายสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2566

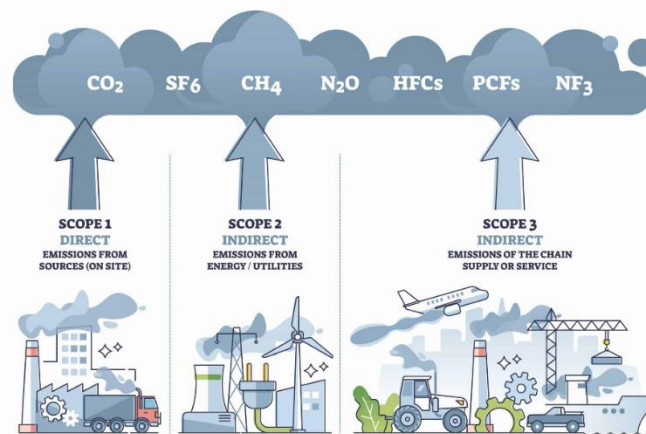
ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น การลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถือเป็นประเด็นที่ทวีความเข้มข้นขึ้นในระยะข้างหน้า เพราะนอกจากก๊าซเรือนกระจกจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อชีวิต ความเป็นอยู่ของประชาชนและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจในอนาคตอีกด้วย อุตสาหกรรมขนส่งสินค้า (โลจิสติกส์) ถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญในการพยายามลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ที่ปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการขนส่งโลจิสติกส์สีเขียว (Green Logistics) เป็นกระบวนการจัดการทั้งหมดที่เกี่ยวกับการขนส่งสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นแนวทางที่ถูกยกเป็นวาระสำคัญและสอดคล้องกับแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พ.ศ. 2564-2573 สาขาคมนาคมขนส่งที่ต้องการลดก๊าซเรือนกระจกรวม 41 ล้านตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO<sub>2</sub>e) ซึ่งแบ่งเป็น 1) มาตรการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง โดยมีเป้าหมายในการลดเท่ากับ 23 MtCO<sub>2</sub>e 2) มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีเป้าหมายในการลดเท่ากับ 8 MtCO<sub>2</sub>e และ 3) มาตรการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในยานพาหนะ ซึ่งมีเป้าหมายในการลดเท่ากับ 10 MtCO<sub>2</sub>e [2]

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ได้ทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง (Transportation Sector) ภายใต้โครงการ Low Emissions Capacity Building (LECB) ซึ่งเป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากสหภาพยุโรป รัฐบาลของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน และรัฐบาลออสเตรเลีย ผ่านทาง UNDP ประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการเสริมสร้างศักยภาพของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสียให้สามารถบ่งชี้อุปสรรครวมทั้งข้อจำกัดของการส่งผ่านข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งเสนอแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลและปรับปรุงข้อมูลกิจกรรมให้เป็นปัจจุบัน สำหรับผลการ

จัดทำข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง [3] และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกได้ให้ความสำคัญกับการดำเนินการของประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero GHG Emission) ความเชื่อมโยงของก๊าซเรือนกระจกกับภาคพลังงาน แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานและขนส่ง เช่น การเพิ่มการใช้พลังงานทดแทน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและใช้พลังงาน การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) รวมทั้งการปรับตัวเพื่อเตรียมรับมือกับการแข่งขันทางการค้า มาตรการและภาษีคาร์บอนของต่างประเทศที่มีผลต่อธุรกิจ คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนภายในประเทศไทย จากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) และความร่วมมือจากภาคส่วนต่างๆ ผ่านเครือข่ายคาร์บอนนิวทรัลประเทศไทย (TCNN)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้พลังงาน การเกษตร การพัฒนาและขยายตัวของอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ทำลายป่า และการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรูปแบบต่างๆ ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน ซึ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงตื่นตัวในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีหนึ่ง que แสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่องค์กรปล่อยออกมา ซึ่งช่วยกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับโรงงาน อุตสาหกรรม และประเทศ



รูปที่ 2 Scopes of Emissions

ที่มา: Glen Winkfield (2023)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง วัตถุดิบในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แบ่งเป็นขอบเขต (Scope) 3 ประเภท ตามตัวอย่างภาพที่ 2 ดังนี้

ขอบเขต 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ที่อยู่กับที่ เมาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ กระบวนการผลิต การใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย การรั่วซึม/รั่วไหล ชีวมวล (ดินและป่าไม้)

ขอบเขต 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Indirect Emissions) ได้แก่ ไฟฟ้าที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร พลังงานนำเข้าอื่น ๆ เช่น ไอน้ำ ความร้อน ความเย็น อากาศอัด

ขอบเขต 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect Emissions) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุใน ขอบเขต 1 และ ขอบเขต 2 เช่น วัตถุดิบตั้งต้นที่ซื้อเข้ามา ของเสียจากกิจกรรมในองค์กร การขนส่งจากผู้ผลิตวัตถุดิบ การเดินทางที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจขององค์กร การเดินทางของลูกค้าและ

ผู้มาติดต่อ การขนส่งและกระจายสินค้า เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการวัดออกมาในรูปตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมของการขนส่งและกระจายสินค้าต้นน้ำจากการบริการขนส่งสินค้า [4]

โดยผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก ซึ่งเป็นบริษัทขนส่งสินค้า ประกอบไปด้วย ขนส่งรถกระบะ 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 8 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ในการขนส่งจำนวนมาก ซึ่งพบปัญหาจากผู้ประกอบการขนส่งสินค้ายังไม่เข้าใจในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบก และในปัจจุบันผู้ประกอบการเริ่มมีการตระหนักในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคธุรกิจการขนส่งต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมต้นทุนและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน [5] การดำเนินธุรกิจและการระดมทุน ในกรณีศึกษาบริษัทผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบกที่มีการดำเนินการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพมหานครไปยังการส่งสินค้าไปยังภาคใต้ เป็นการขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภค มีการขนส่งสินค้าแบบเต็มคันรถและไม่เต็มคันรถ

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าวและตระหนักถึงความรับผิดชอบของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก และเลือกบริษัทกรณีศึกษาเพื่อทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบก จึงได้จัดทำกรวิจัยในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบก ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินการขนส่งสินค้าในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพลังงานของกิจกรรมระบบขนส่งสินค้าทางบกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบกด้วยรถบรรทุก กรณีศึกษา บริษัท เอ็มอีทรานส์ จำกัด
- 2) เพื่อศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก กรณีศึกษา บริษัท เอ็มอีทรานส์ จำกัด

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) เป็นรูปแบบเชิงพรรณนา เพื่อศึกษาข้อมูลพลังงานของกิจกรรมระบบขนส่งสินค้าทางบกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก เพื่อนำมาประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบก กรณีศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 3.1 ขอบเขตการวิจัย

- 1) บริษัทที่เลือกนำมาเป็นกรณีศึกษา บริษัท เอ็มอีทรานส์ จำกัด
- 2) ขอบเขตด้านพื้นที่ในจังหวัดภาคใต้ จำนวน 4 จังหวัดได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ในการรับสินค้าจากจังหวัดสมุทรปราการ

### 3.2 การเก็บข้อมูลและการคำนวณ

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการคำนวณปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดำเนินการโดย ศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์ข้อมูลการขนส่งสินค้า โดยประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ชนิดของยานพาหนะ ขนาด ความจุ น้ำหนัก ที่ใช้สำหรับการขนส่ง ประกอบด้วย
  - รถบรรทุก 6 ล้อ ยี่ห้อ Hino น้ำหนักบรรทุก 11,000 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 5.5 กิโลเมตรต่อลิตร
  - รถบรรทุก 10 ล้อ ยี่ห้อ ISUZU น้ำหนักบรรทุก 16,000 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 9.5 กิโลเมตรต่อลิตร
- 2) น้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานที่ใช้ในการขนส่งทางบก ได้แก่ น้ำมันดีเซล เป็นน้ำมันดิบที่ได้จากโรงงานกลั่นน้ำมัน มีจุดเดือดสูงถึง 180–370 องศาเซลเซียส โดยน้ำมันดีเซล
- 3) ปริมาณ (ตัน) สัดส่วนการบรรทุก และลักษณะการวิ่งของยานพาหนะทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ

- 4) ระยะทางจริงและปริมาณการใช้เชื้อเพลิง หรือพลังงานของยานพาหนะจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้า

ตารางที่ 1 ค่า Emission Factor กลุ่มการขนส่งโดยรถบรรทุก [6]

| ชนิดรถ                                                      | ค่าแฟคเตอร์ (kgCO <sub>2</sub> e/หน่วย) |                    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
|                                                             | น้ำหนักบรรทุก (tkm)                     | น้ำหนักบรรทุก (km) |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อ 11 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 0% Loading        |                                         | 0.4373             |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อ 11 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 50% Loading       | 0.1021                                  |                    |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อ 11 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 75% Loading       | 0.0716                                  |                    |
| รถตู้บรรทุก 6 ล้อ 11 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 100% Loading      | 0.0547                                  |                    |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 0% Loading   |                                         | 0.6053             |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 50% Loading  | 0.0881                                  |                    |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 75% Loading  | 0.0617                                  |                    |
| รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ 16 ตัน ขนาดใหญ่วิ่งปกติ 100% Loading | 0.0489                                  |                    |

### 3.3 วิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

- 1) นำ Activity data มาแปลงให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณเข้ากับค่า emission factor
- 2) แปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า โดยการนำไปคูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด
- 3) แปลงค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าอยู่ในหน่วยกิโลกรัมหรือตัน
- 4) การแสดงผลค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของขนส่งแสดงเป็น ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการขนส่งสินค้า ดังสมการที่ (1)

$$\text{Emission} = \text{Fuel (Liter)} \times \text{EF (kgCO}_2\text{)} \quad (1)$$

|        |          |   |                                                                                                            |
|--------|----------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| โดยที่ | Emission | = | การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลการขนส่งโดยรถบรรทุก (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการขนส่งโดยรถบรรทุกต่อปี) |
|        | Fuel     | = | ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง (ลิตรต่อปี)                                                         |
|        | EF       | = | ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)                 |

$$\text{Emission} = \text{Average Distance} \times \text{Cargo Volume} \times \text{EF Vehicle Type (kgCO}_2\text{)} \quad (2)$$

|        |                  |   |                                                                                                            |
|--------|------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| โดยที่ | Emission         | = | การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลการขนส่งโดยรถบรรทุก (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการขนส่งโดยรถบรรทุกต่อปี) |
|        | Average distance | = | ข้อมูลระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตรต่อปี)                                                                        |
|        | Cargo Volume     | = | ปริมาณของที่บรรทุก (กิโลกรัมต่อปี)                                                                         |

EF Vehicle Type = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทที่ใช้ขนส่ง  
(กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)

#### 4. ผลการศึกษาวิจัย

##### 4.1 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางบก ในการวิเคราะห์ของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งเป็นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีปัจจัยของขนาดรถ น้ำหนักบรรทุก ระยะทางในการขนส่งสินค้า จำนวนเที่ยวรถ น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจากที่ได้รวบรวมข้อมูลและรายละเอียดของการขนส่งนำมาคำนวณของการขนส่งสินค้าทางบกนั้น โดยการใช้รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี โดยพบว่าการขนส่งต่อเที่ยวมีการขนส่งไปยังจังหวัดสงขลา ซึ่งมีระยะทาง 991.9 กิโลเมตร มีการบรรทุกเต็มคัน และการวิ่งเปล่า ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการขนส่งสินค้าโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการขนส่งของผู้ประกอบการเท่ากับ 3255.42 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รองลงมาจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีระยะทาง 692.8 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 3,031.69 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ปัจจัยจำนวนเที่ยวรถส่งผลต่อการคำนวณ ต่อมาจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีระยะทาง 765.0 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1,255.37 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีระยะทาง 198.2 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 433.66 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งมีการคำนวณจากปริมาณน้ำหนักสินค้าเพิ่มเติมด้วย

ตารางที่ 2 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน\*

| จังหวัดปลายทาง | ระยะทาง<br>(km.) | จำนวน<br>เที่ยวรถ<br>ต่อปี | Load<br>0%<br>(0.4373) | Load<br>50%<br>(0.1021) | Load<br>75%<br>(0.0716) | Load<br>100%<br>(0.0547) | ปริมาณการปลดปล่อย<br>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์<br>(kgCO <sub>2eq</sub> /year) |
|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| สงขลา          | 991.9            | 6                          | 4337.58                | 1012.73                 | 710.20                  | 542.57                   | 3255.42                                                                  |
| นครศรีธรรมราช  | 765.0            | 3                          | 3345.35                | 781.07                  | 547.74                  | 418.46                   | 1255.37                                                                  |
| สุราษฎร์ธานี   | 692.8            | 8                          | 3029.61                | 707.35                  | 496.04                  | 378.96                   | 3031.69                                                                  |
| เพชรบุรี       | 198.2            | 4                          | 866.73                 | 202.36                  | 141.91                  | 108.42                   | 433.66                                                                   |

\*รถตู้บรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

การใช้รถตู้บรรทุกเปิด 10 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน ใช้้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี พบว่าการขนส่งต่อเที่ยวมีการขนส่งไปยังจังหวัดสงขลา ซึ่งมีระยะทาง 991.9 กิโลเมตร มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการขนส่งสินค้าโดยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถสำหรับการขนส่งของผู้ประกอบการเท่ากับ 7,275.59 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี รองลงมาจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีระยะทาง 692.8 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 4,573.52 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ปัจจัยจำนวนเที่ยวรถส่งผลต่อการคำนวณ ต่อมาจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีระยะทาง 765.0 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1,122.26 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ละจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีระยะทาง 198.2 กิโลเมตร ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 145.38 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี แสดงดังตารางที่ 3 จึงสรุปได้ว่า การเลือกใช้ขนาดของรถเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งในงานวิจัยนี้คำนวณการปล่อย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตันและการใช้รถบรรทุก 10 ล้อขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน

ตารางที่ 3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถบรรทุกเปิด 10 ล้อ ขนาดใหญ่\*

| จังหวัดปลายทาง | ระยะทาง<br>(km) | จำนวน<br>เที่ยวรถ<br>ต่อปี | Load<br>0%<br>(EF=0.6053) | Load<br>50%<br>(EF=0.0881) | Load<br>75%<br>(EF=0.0617) | Load<br>100%<br>(EF=0.0489) | ปริมาณการปลดปล่อย<br>ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์<br>(kgCO <sub>2</sub> eq/year) |
|----------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| สงขลา          | 991.9           | 10                         | 9005.96                   | 1310.80                    | 918.00                     | 727.56                      | 7,275.59                                                                 |
| นครศรีธรรมราช  | 765.0           | 2                          | 6945.82                   | 1010.95                    | 708.01                     | 561.13                      | 1,122.26                                                                 |
| สุราษฎร์ธานี   | 692.8           | 9                          | 6290.28                   | 915.54                     | 641.19                     | 508.17                      | 4573.52                                                                  |
| เพชรบุรี       | 198.2           | 1                          | 1799.56                   | 261.92                     | 183.43                     | 145.38                      | 145.38                                                                   |

\*รถบรรทุกเปิด 10 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

## 5. อภิปรายผล

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบก ซึ่งดำเนินการขนส่งสินค้าต้นทางจาก จังหวัดสมุทรปราการ และขนส่งไปยังจังหวัดปลายทางได้แก่ จังหวัดสงขลามีปริมาณระยะทางในการขนส่งสินค้าต่อปีเฉลี่ย อยู่ที่ 3375.69 กิโลเมตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 42.16 โดยการใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 11 ตัน ใช้้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี 1,184.59 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี และการใช้รถบรรทุก 10 ล้อ ขนาดใหญ่ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 16 ตัน ใช้้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี เท่ากับ 1,608.12 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพรรณี มีสุข และสุพรรณนิภา วัฒนะ (2565) [7] การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เบียร์และนำเสนอแนวทางในการลด การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตเบียร์โดยกระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบมีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรายุทธ เรืองผล (2559) [8] การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก ภาคขนส่งทางบก กลุ่มจังหวัดอันดามัน ประเทศไทย โดยจังหวัดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 3 อันดับ คือ จังหวัดภูเก็ต จังหวัดตรัง และจังหวัดกระบี่ โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 33.90 18.68 และ 17.56 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐสิมา ไทพันธ์ ณหทัย โชติกลาง กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และ อัจฉราพร สมภาร (2566) [9] การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับเมนูผัดไทยวไลยอลงกรณ์ ซึ่งศึกษาพบว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ในแต่ละช่วงวัฏจักรชีวิตเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การกำจัดซาก การปรุงอาหาร และการขนส่งวัตถุดิบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.2962, 0.3213, 0.0411 และ 0.0053 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรวุฒิ สุธา และดุขฎิพร หิรัญ (2566) ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการ กำหนดนโยบายระบบขนส่งสาธารณะภายในสถาบันการศึกษาและชุมชนเพื่อเข้าสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ [10] ได้มีการออกแบบและจัดทำแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการใช้ ยานพาหนะและเชื้อเพลิง ผลการสำรวจพบว่าเชื้อเพลิงที่ใช้มากที่สุดคือเบนซิน คิดเป็นร้อยละ 88.68 และดีเซลร้อยละ 11.05 ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเห็นว่ามหาวิทยาลัยควรมีสถานีชาร์จรถไฟฟ้า โดยควรตั้งอยู่ใกล้ประตู 1 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.17 นอกจากนี้ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคการขนส่งมีปริมาณถึง 553.13 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 1.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อคนต่อปี

แนวทางในการจัดการขนส่งสินค้าทางบกด้วยรถบรรทุกที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง ซึ่งเกิดจากการใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิลเป็นหลัก สามารถบริหารจัดการรถบรรทุกโดยใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลหรือพลังงานสะอาดอื่นๆ มีการปล่อยก๊าซ เรือนกระจกต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ดีเซลหรือรถบรรทุกไฟฟ้า (EV) โดยการปรับปรุงเทคโนโลยีเครื่องยนต์ของ



การใช้พลังงานทดแทนสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการขนส่งสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแนวโน้มการพัฒนาไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่เริ่มเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมโดยเฉพาะภาคการขนส่ง หากพิจารณาความต้องการในการขนส่ง ตลอดจนจำนวนสินค้าที่มีความต้องการในการขนส่งจะพบว่ามีปริมาณสินค้าในการขนส่งในภาคอุตสาหกรรมยังมีความต้องการในการขนส่งเพิ่มขึ้น การขนส่งที่เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในอากาศ การปล่อยไอเสียหลังจากกระบวนการสันดาป สิ่งตามมาคือการคาย ไม่เพียงแต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศ อีกทั้งยังก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่ต่างทราบกันดีว่าเป็นภาวะโลกร้อน จากที่กล่าวมาข้างต้นทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้ตระหนักถึงผลกระทบดังกล่าว และพยายามค้นคว้าทดลองในการนำเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาปรับปรุงกระบวนการการทำงานของเครื่องยนต์เชื้อเพลิง เพื่อทดแทนระบบเครื่องยนต์เก่าที่การสันดาปไม่บริสุทธิ์ ดังจะเห็นได้จากทรกบรทุกในภาคการขนส่งมีการดัดแปลง ใช้เชื้อเพลิงแบบก๊าซธรรมชาติ (NGV) เพื่อลดต้นทุนเชื้อเพลิงในการขนส่งแต่ไม่อาจปฏิเสธได้ถึงผลจากการปล่อยเขม่าและไอเสียสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมาก หากพิจารณารถบรรทุกไฟฟ้ามาให้บริการก็พบปัญหาในเรื่องของจุดชาร์จแบตเตอรี่ที่ยังไม่ครอบคลุมเส้นทางต่าง ๆ ของประเทศ ดังนั้นหากมีการพัฒนาเชื้อเพลิงต้นทุนต่ำที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นทางเลือกของผู้ประกอบการขนส่งย่อมส่งผลให้ผู้ประกอบการปรับตัวมาใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวอย่างแน่นอน ดังเช่นน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งก่อนหน้านี้ก็ได้เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการขนส่ง แต่พอนำมาใช้ก็พบว่าสามารถลดต้นทุนด้านน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าน้ำมันดีเซล

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณบริษัท เอ็มอีทรานส์ จำกัด ที่ให้ข้อมูลในการดำเนินการทำวิจัยเป็นอย่างดี และสนับสนุนองค์ความรู้จากผู้มีประสบการณ์ที่มีความเชี่ยวชาญ

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2566). การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) จากการใช้พลังงาน ปี 2566. รายงานสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- [2] Krunghthai Compass. Green Logistics เมื่อบริบทโลกเปลี่ยนไป การขนส่งสินค้าทางถนนไทยต้องเปลี่ยนตาม. รายงานธนาคารกรุงไทย. 2566.
- [3] ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก รายงานผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการขนส่ง (Transportation Sector) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2023, Dec. 8). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://conference.tgo.or.th/download/tgo\\_or\\_th/Article/2016/Article\\_GHG\\_Emissions\\_TransportSector\\_Final.pdf](http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/Article/2016/Article_GHG_Emissions_TransportSector_Final.pdf)
- [4] Glen Winkfield. GHG INSIGHT. (2023, Apr.3). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <https://www.ghginsight.com/uncategorized/what-are-scopes/>
- [5] Jin Li Qihui Lu and Peihua Fu, "Carbon Footprint Management of Road Freight Transport under the Carbon Emission Trading Mechanism", *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*, 2015, Article ID 814527
- [6] Thai National LCI Database. Emission Factor Classified by Industry Group Type 2020. (2023, Dec.8). [online]: [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts\\_117a1351b6.pdf](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_117a1351b6.pdf)
- [7] สุพรรณิ มีสุข และ สุพรรณนิภา วัฒนะ. การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เบียร์. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 23*. (น. 213-225). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- [8] ศรายุทธ เรืองผล. (2559). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งทางบกกลุ่มจังหวัดอันดามัน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [9] ณัฐสิมา โทชนันท์ ณหทัย โชติกลาง กนกวรรณ ปุณณะตระกูล และอัจฉราพร สมภาร. (2566) การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับเมนูผัดไทยวไลยอลงกรณ์" วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 11(1), 93-107.
- [10] สุรวุฒิ สุดหา และ ดุษฎีพร หิรัญ (2566). ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการกำหนดนโยบายระบบขนส่งสาธารณะภายในสถาบันการศึกษาและชุมชนเพื่อเข้าสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ. วารสารการบริหารการปกครองและนวัตกรรมท้องถิ่น, 7(3), 171-190