

การวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์เพื่อการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งของประเทศไทยสู่ความยั่งยืน

STRATEGIC ANALYSIS FOR CARBON FOOTPRINT MANAGEMENT IN THAILAND'S TRANSPORTATION INDUSTRY TOWARD SUSTAINABILITY

กวินเวทย์ พิพิธนาชนยธร^{1*} ศักดิ์ กองสุวรรณ² ชลิดา โปะมา³ ณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล⁴

Kawinwet Pipitthanathunyathorn¹ Sak Kongsuwan² Chalida Pohma³ Narongrid

Yimcharoenpornsakul⁴

Received: April 9, 2025

Revise: June 23, 2025

Accepted: June 25, 2025

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะโลจิสติกส์และเทคโนโลยีการบิน มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์ Bangkok

¹Master of Science Program, Faculty of Logistics and Aviation Technology, Southeast Bangkok University

²หลักสูตรเทคโนโลยีมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

²Master of Technology Program, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

³หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

³Bachelor of Engineering Program, Faculty of Engineering and Technology, Siam Technology College

⁴หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

⁴Bachelor of Business Administration Program, Faculty of Business Administration, Bangkok Thonburi University

*Corresponding author, E-mail: prachak@sbu.southeast.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้วัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์แนวโน้มการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งของประเทศไทย และเสนอแนวทางการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์เชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และกรอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (ESG) โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีนโยบายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในปี 2022 ภาคการขนส่งของประเทศไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สูงถึง 79.6 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 32 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ทำให้ภาคขนส่งกลายเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุด และหากไม่มีการดำเนินมาตรการควบคุมอย่างเร่งด่วนคาดว่าจะปริมาณการปล่อย CO₂ เพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนแตะ 200 ล้านตันในปี 2593 ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างรุนแรง ทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คุณภาพอากาศที่แย่ลง ปัญหาสุขภาพ และการทำลายระบบนิเวศ เพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว จำเป็นต้องมีกลยุทธ์แบบบูรณาการ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม เช่น การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ระบบขนส่งอัจฉริยะ และพลังงานสะอาด (2) ด้านนโยบาย เช่น การจัดเก็บภาษีคาร์บอน การกำหนดมาตรฐานปล่อยมลพิษ และการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (3) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนไฟฟ้า ระบบขนส่งหลายรูปแบบ และโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว และ (4) ด้านความร่วมมือ เช่น การสร้างความร่วมมือภาครัฐ-เอกชน การส่งเสริม ESG และการมีส่วนร่วมของสังคม ซึ่งทั้งหมดนี้จะส่งผลให้ประเทศไทยได้รับประโยชน์ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และการบริหารจัดการ เช่น ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปรับปรุงคุณภาพชีวิต และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยควรสนับสนุนผ่านข้อเสนอเชิงนโยบาย เช่น การจัดทำโรดแมปลดคาร์บอน การสนับสนุนทางการเงิน การพัฒนาบุคลากร และการตั้งกองทุนวิจัยและพัฒนา ซึ่งจะช่วยผลักดันการดำเนินกลยุทธ์เหล่านี้ให้เกิดขึ้นจริงอย่างยั่งยืนในระยะยาว ช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การ

พัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืนและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของประชาชน

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ การขนส่ง ความยั่งยืน

ABSTRACT

This academic article aims to analyze the current situation and trends of carbon footprint emissions in Thailand's transportation industry and propose strategic carbon footprint management approaches aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) and the Environmental, Social, and Governance (ESG) framework. In 2022, Thailand's transportation sector emitted approximately 79.6 million tons of carbon dioxide (CO₂), accounting for 32% of the country's total greenhouse gas emissions, making it one of the most significant contributors. Without urgent mitigation efforts, CO₂ emissions are projected to continue rising, potentially reaching 200 million tons by 2050. Such an increase would pose severe threats to the environment and public health, including intensified climate change, deteriorating air quality, increased incidence of respiratory and cardiovascular diseases, and ecosystem degradation. To effectively address these challenges, an integrated strategy comprising four key dimensions is essential: (1) technology and innovation, such as promoting electric vehicles, smart transportation systems, and clean energy solutions; (2) policy, including carbon taxation, emission standards, and strategic planning; (3) infrastructure, such as the development of electric mass transit, multimodal transport systems, and green infrastructure; and (4) collaboration, involving public-private partnerships, ESG promotion, and community engagement. These approaches are expected to yield significant benefits across environmental, economic, social, and governance dimensions. Policy recommendations include the formulation of a national carbon reduction roadmap, establishment of financial support mechanisms, human resource development, and investment in research and innovation. The successful implementation of these strategies will enable Thailand to effectively reduce greenhouse gas emissions from the transportation sector, leading to a sustainable and competitive transport system that contributes to environmental protection, economic resilience, and improved quality of life.

Keywords: Carbon Footprint, Transportation, Sustainability

1. บทนำ

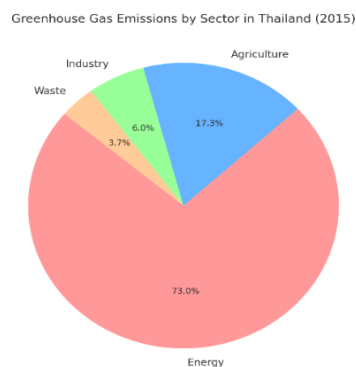
ขณะที่โลกกำลังเผชิญกับปัญหาเร่งด่วนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การทำความเข้าใจและการลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนเป็นการวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมและรูปแบบการบริโภคของแต่ละบุคคล คร่าวเรือน หรือองค์กร ซึ่งโลกกำลังเผชิญกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกและมหาสมุทรเพิ่มขึ้นจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งวิกฤตนี้เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขนส่ง และการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ปริมาณและความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้น ส่งผลกระทบท่อสมดุลภูมิอากาศโลก ขณะที่ผลกระทบในปี 2023 จากฐานข้อมูลเหตุการณ์ฉุกเฉิน (EM-DAT) บันทึกภัยพิบัติทั้งหมด 399 ครั้งที่เกี่ยวข้องกับภัยธรรมชาติ ความรุนแรงของเหตุการณ์นี้ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 86,473 ราย และส่งผลกระทบต่อประชาชน 93.1 ล้านคน มูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจอยู่ที่ 202.7 พันล้านเหรียญสหรัฐ แผ่นดินไหวในปี 2023 ที่ตุรกีและสาธารณรัฐอาหรับซีเรีย เป็นเหตุการณ์ที่เลวร้ายที่สุดในด้านการเสียชีวิตและความเสียหายทางเศรษฐกิจ โดยผู้เสียชีวิต 56,683 ราย และความเสียหาย 42.9 พันล้านเหรียญสหรัฐ

ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชาชนประมาณ 18 ล้านคน ส่งผลกระทบมากที่สุดเป็นอันดับสองในแง่จำนวนผู้ได้รับผลกระทบ รองจากภัยแล้งอินโดนีเซียในปี 2023 ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชาชน 18.8 ล้านคน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกันยายน 2023 [1]



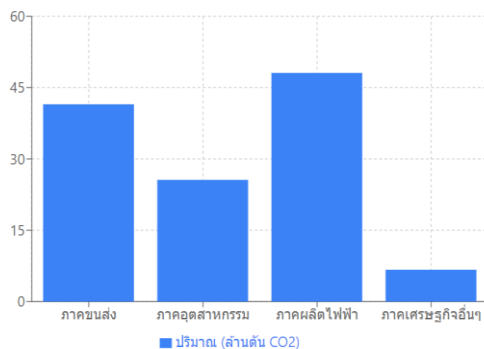
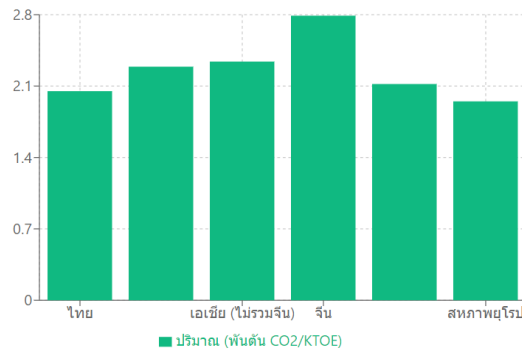
รูปที่ 1 ผลกระทบจากภัยพิบัติปี 2023 [1]

สำหรับประเทศไทยจากรายงานในปี 2558 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 305.52 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) [2] รายละเอียดตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี 2558 [2]

จากรูปที่ 2 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยประจำปี 2558 สามารถจำแนกตามภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ด้านพลังงาน (Energy) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 73 ด้านเกษตรกรรม (Agriculture) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 17.32 ด้านอุตสาหกรรม (Industry) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 6.00 และด้านของเสีย (Waste) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 3.70 ฉะนั้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นความจำเป็นเร่งด่วนในทุกภาคส่วนของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อฟื้นฟูสมดุลภูมิอากาศระดับโลก นอกจากนี้สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) [3] เปิดเผยถึงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงาน 6 เดือนแรกของปี 2567 (มกราคม-มิถุนายน 2567) พบว่า ภาคการขนส่ง มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ อยู่ที่ 41.5 ล้านตัน CO₂ ลดลงร้อยละ 1.2 ภาคอุตสาหกรรม มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ อยู่ที่ 25.6 ล้านตัน CO₂ ลดลงร้อยละ 16.8 ภาคการผลิตไฟฟ้ามีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ อยู่ที่ 48.1 ล้านตัน CO₂ เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.8 และภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ ได้แก่ ภาคครัวเรือน เกษตรกรรม พาณิชยกรรม และกิจกรรมอื่น ๆ มาจากการใช้น้ำมันสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 6.7 ล้านตัน CO₂ ลดลงร้อยละ 1.5 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนตามรูปที่ 2ก. และเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศในปี 2565 ประเทศไทยมีอัตราการปล่อย CO₂ ต่อการใช้พลังงานอยู่ที่ 2.05 พันตันต่อ KTOE ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลก (2.29) เอเชียไม่รวมจีน (2.34) จีน (2.79) และสหรัฐอเมริกา (2.12) แต่ยังสูงกว่าสหภาพยุโรป (1.95) ทั้งนี้เป็นผลมาจากนโยบายด้านพลังงานของไทยที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในอนาคต

การปล่อย CO₂ แยกตามภาคส่วน (ล้านตัน)รูปที่ 3ก. การปล่อย CO₂ แยกตามภาคส่วน [3]เปรียบเทียบการปล่อย CO₂ ระหว่างประเทศ (พันตัน/KTOE)

รูปที่ 3ข. การเปรียบเทียบระหว่างประเทศ [3]

จากรูปที่ 3ก. การปล่อย CO₂ แยกตามภาคส่วนต่างๆ ในหน่วยล้านตัน จะเห็นได้ว่าภาคการผลิตไฟฟ้ามีส่วนการปล่อยมากที่สุด ตามด้วยภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรมและรูปที่ 3ข. การเปรียบเทียบอัตราการปล่อย CO₂ ต่อหน่วยการใช้พลังงาน (KTOE) ระหว่างประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าไทยมีอัตราการปล่อยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลกและหลายประเทศแต่ยังสูงกว่าสหภาพยุโรป ขณะที่ภาคการขนส่งไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กว่าร้อยละ 30 ของการปล่อยก๊าซในภาพรวม โดยการขนส่งทางถนนปล่อย CO₂ สูงที่สุด เฉลี่ยถึงร้อยละ 87 ซึ่งสัดส่วนการปล่อยของรถที่ใช้ขนส่งคนและขนส่งสินค้าคิดเป็นร้อยละ 47.43 รองลงมาคือ การขนส่งทางอากาศทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศประมาณร้อยละ 12 จึงทำให้เป้าหมายแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี 2021-2030 กำหนดความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องลดการปล่อย CO₂ อย่างน้อยร้อยละ 40 หรือประมาณ 48 MtCO₂e ในปี 2030 ตามรูปที่ 3 โดยมุ่งไปสู่การลดปริมาณการปล่อย CO₂ สำหรับการขนส่งทางถนนเป็นหลัก [4]

ขณะที่เป้าหมายที่มุ่งไปสู่ Net Zero ในปี 2065 ภาครัฐยังไม่มีแผนที่เป็นระบบอย่างชัดเจน ซึ่งหากภาครัฐไม่ได้มีการดำเนินการอย่างชัดเจน ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2030 จะอยู่ที่ 110 MtCO₂e และอาจเพิ่มขึ้นไปถึง 202 MtCO₂e ในปี 2050 หรือคิดเป็น 1.5 เท่าจากปริมาณการปล่อยในปัจจุบัน ทั้งนี้ความสำคัญการลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งที่ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งในแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก ซึ่งส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์จึงมีความสำคัญในการบรรลุเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนผลกระทบของอุตสาหกรรมขนส่งต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในยานพาหนะทำให้เกิดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ CO₂ และมลพิษอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ขณะที่ผลกระทบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อร่างกายมนุษย์กรณีในระดับปกติ CO₂ จะไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และมีบทบาทสำคัญในการควบคุมค่า pH ของเลือด ความดันโลหิต และการหายใจ อย่างไรก็ตาม หากได้รับ CO₂ ในระดับสูงกว่าปกติอาจทำให้เกิดผลเสีย เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ตะคริว ปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและหลอดเลือดหัวใจ หอบหืด และในกรณีร้ายแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิตจากภาวะขาดอากาศหายใจได้ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้เกิดจากการขาดออกซิเจนในเลือดอันเนื่องมาจากคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องรักษาสมดุลความเข้มข้นของ CO₂ ในบรรยากาศ ขณะเดียวกันจำเป็นต้องรักษาสภาพแวดล้อมที่มีคาร์บอนในปริมาณสูง เช่น คาร์บอนแข็ง คาร์บอนร้อน คาร์บอนบริสุทธิ์ และคาร์บอนอัด เพื่อให้ร่างกายทำงานได้อย่างเหมาะสม [5]

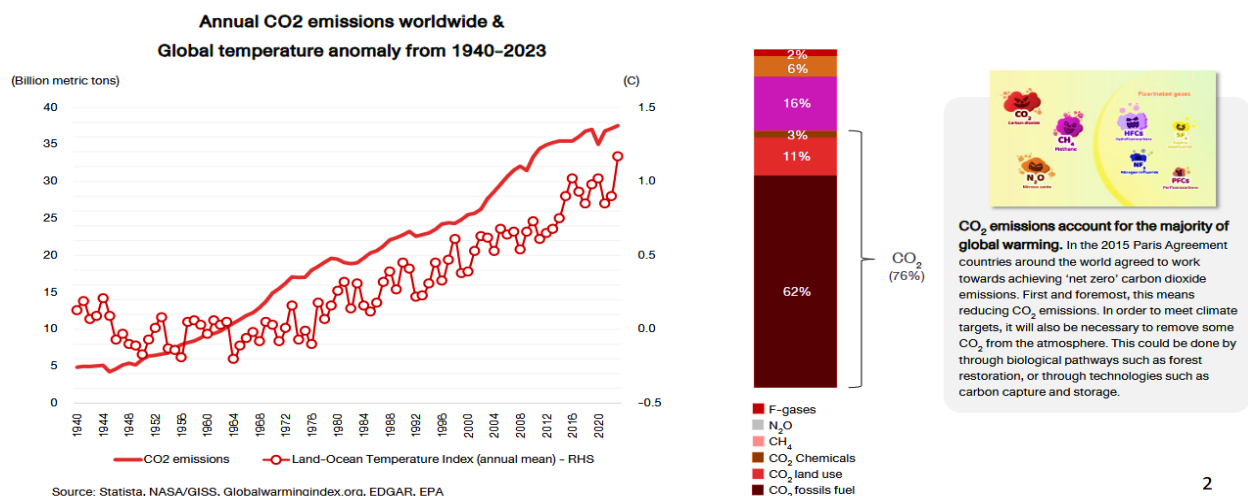
ขณะที่อุตสาหกรรมการขนส่ง เป็นหนึ่งในภาคส่วนหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเคลื่อนย้ายสินค้าและผู้คนเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจและความเป็นเมือง การลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในภาคการขนส่งจึงเป็นความท้าทายสำคัญที่ต้องอาศัยแนวทางการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) โดยเฉพาะการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (SDG 13), เมื่อ

และชุมชนที่ยั่งยืน (SDG 11), และอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (SDG 9) รวมถึงกรอบแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (Environment, Social, Governance : ESG) ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ของภาครัฐและเอกชนในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม การศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในภาคการขนส่งของประเทศไทยยังมีช่องว่างขององค์ความรู้ (Knowledge Gap) ที่สำคัญ โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยี เช่น การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพเชื้อเพลิง แต่ยังขาดการบูรณาการระหว่างนโยบาย เทคโนโลยี และโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับบริบทเฉพาะของประเทศไทย เช่น ความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำกัดและพฤติกรรม การใช้พลังงานของผู้บริโภคในท้องถิ่น ช่องว่างนี้ทำให้ขาดแนวทางที่ชัดเจนและครอบคลุมสำหรับการลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์อย่างยั่งยืนในระยะยาว บทความนี้จึงมุ่งตอบคำถาม กลยุทธ์ใดบ้างที่เหมาะสมในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของภาคการขนส่งในประเทศไทยภายใต้กรอบความยั่งยืนและหลัก ESG โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์แนวโน้มการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งของประเทศไทย และเสนอแนวทางการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์เชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และกรอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (ESG) ซึ่งบทความนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) บริบทและสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่งของประเทศไทย (2) แนวคิดและเครื่องมือในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (3) แนวทางการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในระดับองค์กรและนโยบาย และ (4) ข้อเสนอเชิงกลยุทธ์สำหรับประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่ความยั่งยืน

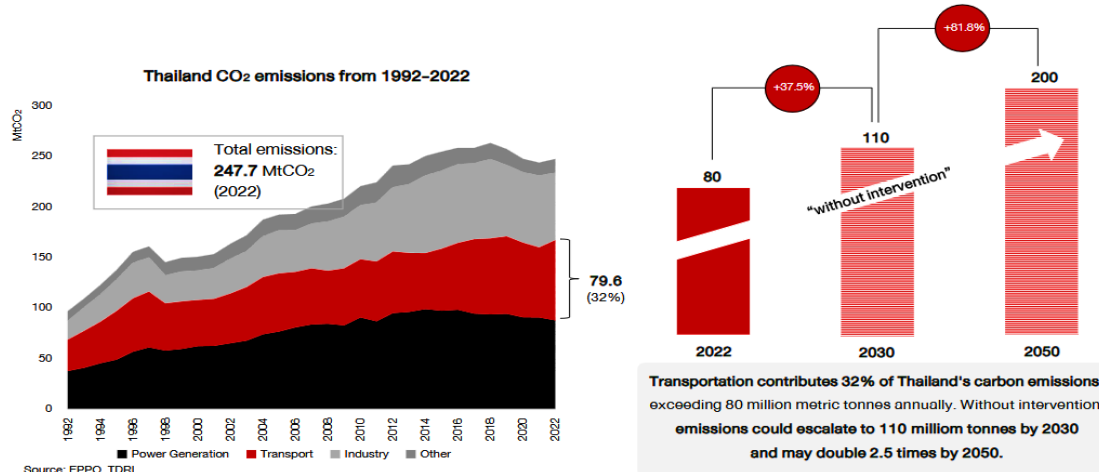
2. บริบทและสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่งของประเทศไทย

แหล่งกำเนิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่ง ภาคการขนส่ง ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ล้วนมีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมันดีเซลและเบนซิน ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการปล่อย CO₂ โดยการขนส่งทางรถบรรทุกปล่อย CO₂ ต่อหน่วยระยะทางสูงกว่าทางรถไฟหรือทางน้ำ ข้อมูลปี 2022 ชี้ว่าการปล่อย CO₂ ทั่วโลกอยู่ที่ประมาณ 37,150 ล้านตัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 1940-2023 สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก โดย CO₂ คิดเป็นร้อยละ 76 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลร้อยละ 62 นอกจากนี้ยังมีมีเทน (CH₄) ร้อยละ 16 ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ร้อยละ 6 และก๊าซเรือนกระจกกลุ่มฟลูออรีน (F-gases) ร้อยละ 2 เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ภายใต้ความตกลงปารีสปี 2015 ประเทศต่างๆ ได้ตั้งเป้าหมายสู่ "Net Zero" ด้วยการลดการปล่อย CO₂ และพัฒนาเทคโนโลยีดักจับคาร์บอนเพื่อบรรเทาผลกระทบจากภาวะโลกร้อน [10] โดยมีรายละเอียดตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก Greenhouse Gas 1940 – 2023 [10]

ขณะนี้ปี 2022 ประเทศไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) รวม 247.7 ล้านตัน โดยภาคขนส่งมีส่วนสูงถึงร้อยละ 32 หรือ 79.6 ล้านตัน ซึ่งถือเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยหลัก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากไม่มีมาตรการแทรกแซง การปล่อย CO₂ จากภาคขนส่งอาจพุ่งถึง 110 ล้านตันในปี 2030 และแตะ 200 ล้านตันในปี 2050 หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 2.5 เท่าจากปัจจุบัน ส่งผลให้ภาคขนส่งกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านมาตรการต่าง ๆ เช่น การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ระบบขนส่งสาธารณะ และการใช้พลังงานสะอาด เพื่อควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว รายละเอียดตามรูปที่ 5 [10,11]



รูปที่ 5 รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย Greenhouse Gas 1992 – 2022 [10]

จากแนวโน้มและผลกระทบของอุตสาหกรรมขนส่งในประเทศไทยโดยอุตสาหกรรมขนส่งเป็นหนึ่งในเสาหลักของระบบเศรษฐกิจไทย ที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ การค้าภายในและระหว่างประเทศ รวมถึงการสนับสนุนการเดินทางของประชาชนและการกระจายสินค้า อย่างไรก็ตาม การเติบโตของภาคการขนส่งในประเทศไทยได้ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกหลักในสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา อุตสาหกรรมขนส่งถูกระบุว่าเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ ซึ่งหากขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ อาจส่งผลกระทบรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมและขัดขวางเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย รวมถึงความมุ่งมั่นในการบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี พ.ศ. 2593 ตามที่รัฐบาลได้ให้คำมั่นไว้ในเวทีระหว่างประเทศ ทั้งนี้สาเหตุหลักการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอุตสาหกรรมขนส่งของประเทศไทยมีสาเหตุหลักจากปัจจัย ดังนี้

1. การที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิล พบว่ายานพาหนะประเทศไทยส่วนใหญ่ โดยเฉพาะรถบรรทุก รถโดยสาร และรถยนต์ส่วนบุคคล ยังคงใช้เครื่องยนต์ที่พึ่งพาน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซินเป็นหลัก การเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้ก่อให้เกิดการปล่อย CO₂ และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในปริมาณมาก นอกจากนี้ การใช้น้ำมันที่มีอายุการใช้งานนานและขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสมยังเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ต่ำลง ส่งผลให้มีการปล่อยมลพิษมากยิ่งขึ้น
2. ความหนาแน่นของจราจรและการขยายตัวของเมือง เช่น กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ และเมืองศูนย์กลางเศรษฐกิจอื่น ๆ ได้นำไปสู่ความต้องการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของการจราจรในเขตเมืองทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจากการจราจรติดขัด เพิ่มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่จำเป็น การขยายตัวของเมืองยังส่งผลให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เน้นการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากกว่าระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ
3. การเติบโตของธุรกิจอีคอมเมิร์ซ ที่ขยายตัวอย่างรวดเร็วของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) โดยเฉพาะช่วงหลังการระบาดของโควิด-19 ได้เพิ่มความต้องการด้านการขนส่งสินค้าแบบถึงบ้าน (Last-mile Delivery) ส่งผลให้ยานพาหนะที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าเพิ่มจำนวนอย่างมาก โดยเฉพาะในเขตเมืองส่วนใหญ่เป็นยานพาหนะขนาดเล็ก

ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล นอกจากนี้ การแข่งขันในด้านความเร็วของการจัดส่งยังนำไปสู่การเดินทางที่ไม่ได้รับการแก้ไข เช่น การขนส่งสินค้าจำนวนน้อยในแต่ละรอบ ทำให้เกิดการปล่อย CO₂ ที่สูงเกินความจำเป็น

จากแนวโน้มและผลกระทบที่กล่าวมา การจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งจึงเป็นความท้าทายที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน การพัฒนาแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่ผสมผสานนวัตกรรมเทคโนโลยี การปรับปรุงนโยบายสาธารณะ และการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน จะเป็นกุญแจสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมทั้งสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรมขนส่งที่ยั่งยืน สามารถตอบสนองความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยได้อย่างสมดุล

3. แนวคิดและเครื่องมือในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์

การจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint Management) เป็นกระบวนการที่มุ่งลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHG) จากกิจกรรมต่างๆ ของบุคคล องค์กร หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อบรรเทาผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสนับสนุนความยั่งยืน แนวคิดและเครื่องมือในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนหลักๆ [7] ดังนี้

1. แนวคิดการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ เป็นแนวคิดหลักในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ มุ่งเน้นที่การวัด วิเคราะห์ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยอิงตามกรอบการทำงานที่เป็นสากล เช่น เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และกรอบ ESG (Environmental, Social, Governance) [19] ดังนี้

1.1 การประเมินวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) เป็นการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นต์ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์หรือบริการ ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งาน ไปจนถึงการจัดการของเสีย เพื่อระบุจุดที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดและหาแนวทางลดการปล่อย แบ่งขอบเขตการปล่อยก๊าซ (Scope 1, 2, 3)

Scope 1 เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กร เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงในยานพาหนะหรือเครื่องจักร

Scope 2 เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมโดยเฉพาะการใช้พลังงาน เช่น การใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

Scope 3 เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การขนส่งสินค้าวัตถุดิบ การเดินทางของพนักงาน หรือการจัดการของเสีย

1.2 ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และ Net Zero เป็นกิจกรรมลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ และชดเชยการปล่อยที่เหลือผ่านการลงทุนในโครงการลดก๊าซเรือนกระจก เช่น การปลูกป่า หรือการใช้พลังงานหมุนเวียน

1.3 การชดเชยคาร์บอน (Carbon Offset) เป็นการลงทุนในโครงการที่ช่วยลดหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจก เช่น โครงการพลังงานทดแทนหรือการฟื้นฟูป่า เพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมขององค์กรหรือผลิตภัณฑ์

1.4 เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เป็นการออกแบบกระบวนการผลิตและการบริโภคที่ลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย เช่น การรีไซเคิล การใช้ซ้ำ หรือออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุใช้งานยาวนานขึ้น

1.5 การใช้ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint Label) การติดฉลากบนผลิตภัณฑ์เพื่อแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวงจรชีวิต ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และกระตุ้นให้ผู้ผลิตปรับปรุงกระบวนการผลิต

2. เครื่องมือในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ช่วยในการวัด วิเคราะห์ และติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงสนับสนุนการกำหนดกลยุทธ์การลดการปล่อย ประกอบด้วย

2.1 มาตรฐานสากลสำหรับการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ได้แก่ (1) ISO 14064 - 1 เป็นมาตรฐานสำหรับการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นต์ขององค์กร ช่วยให้สามารถวัดและทวนสอบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่าง

โปร่งใส (2) ISO 14067 เป็นมาตรฐานสำหรับการวัดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์ โดยเน้นการคำนวณตลอดวงจรชีวิต และแนวทางการลดการปล่อย (3) PAS 2080 เป็นมาตรฐานที่มุ่งจัดการคาร์บอนในโครงสร้างพื้นฐาน เช่น โครงการก่อสร้าง หรือระบบขนส่ง โดยพิจารณาวงจรชีวิตทั้งหมด ทั้งนี้สูตรสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นต์ [19] คือ

$$\text{สูตรการคำนวณพื้นฐาน GHG Emissions} = \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor}$$

โดย Activity Data คือ ข้อมูลปริมาณกิจกรรม (เช่น การใช้เชื้อเพลิง) และ Emission Factor คือ ตัวคูณที่แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยกิจกรรม

3. แอปพลิเคชันและซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นต์ เช่น Carbon Footprint Calculator หรือแพลตฟอร์มขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO) ที่ช่วยคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นต์สำหรับบุคคล องค์กร หรือผลิตภัณฑ์

4. ระบบการรายงานและทวนสอบ [17] เป็นการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก (GHG Inventory) เพื่อบันทึกปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบ โดยการทวนสอบจากหน่วยงานภายนอก (Verification Process) เช่น การใช้บริการจากสถาบันที่ได้รับการรับรองตาม ISO 14064 เพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูล

5. คาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) เป็นการซื้อคาร์บอนเครดิตจากโครงการที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก เช่น โครงการพลังงานทดแทน เพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซขององค์กรหรือผลิตภัณฑ์

6. เครื่องมือสนับสนุนนโยบาย [18] ใช้ข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นต์เพื่อปฏิบัติตามนโยบายของภาครัฐ เช่น การรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามข้อกำหนดขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO) รวมถึงการเตรียมความพร้อมสำหรับภาษีคาร์บอนหรือกลไกการปรับคาร์บอนที่ขอบเขต (Carbon Border Adjustment Mechanism: CBAM) ซึ่งเริ่มใช้ในหลายประเภท

4. แนวทางการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (Carbon Footprint of Organization: CFO)

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำลังเร่งตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์ โดยในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาสูงกว่าระดับก่อนยุคอุตสาหกรรมถึง 1.58°C และกำลังเข้าใกล้เป้าหมายระยะยาวที่ 1.5°C ตามข้อตกลงปารีสของสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามรายงานการประเมินความเสี่ยงด้านสภาพภูมิอากาศของยุโรป พบว่ายุโรปเป็นทวีปที่มีอัตราการร้อนขึ้นเร็วที่สุดในโลก โดยมีอัตราการร้อนขึ้นเร็วเป็นสองเท่าของค่าเฉลี่ยทั่วโลก ความเสี่ยงด้านสภาพภูมิอากาศคุกคามความมั่นคงด้านพลังงานและอาหาร ระบบนิเวศ โครงสร้างพื้นฐาน แหล่งน้ำ ความมั่นคงทางการเงิน และสุขภาพของประชาชน หลายความเสี่ยงเหล่านี้ได้มาถึงระดับวิกฤติ และอาจทวีความรุนแรงจนกลายเป็นหายนะ หากไม่มีการดำเนินการที่เร่งด่วนและเด็ดขาด [6] จากภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นภัยคุกคามระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตประชาชน โดยสาเหตุจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการบริโภคของมนุษย์ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ไขปัญหานี้ ประชาคมโลกได้ร่วมลงนามในกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) โดยตั้งเป้าหมายควบคุมอุณหภูมิโลกไม่ให้สูงเกิน 2 องศาเซลเซียส หรือรักษาความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศไม่เกิน 450 ส่วนในล้านส่วน เทียบกับระดับก่อนยุคอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18 ในปี ค.ศ. 2021 ได้มีการริเริ่มมาตรการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกระดับ โดยเฉพาะในระดับองค์กร หรือที่เรียกว่า "คาร์บอนฟุตพริ้นท์" ซึ่งส่งเสริมให้องค์กรต่าง ๆ มีส่วนร่วมในการวัดผลรายงาน และกำหนดแนวทางลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization: CFO) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร ในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถประเมินและจัดการการใช้พลังงาน รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งที่มีนัยสำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ CFO ยังช่วยเสริมศักยภาพให้ธุรกิจไทย

สามารถแข่งขันในตลาดโลก และเตรียมความพร้อมกรณีที่ภาครัฐกำหนดให้มีการรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกขององค์กรต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ [7]

ทั้งนี้ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas: GHG) เป็นสารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศ ทั้งที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ และเกิดตามธรรมชาติ ซึ่งสามารถดูดซับและปล่อยรังสีอินฟราเรดที่ความยาวคลื่นเฉพาะที่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ที่ได้รับก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) เป็นต้น ทั้งนี้คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (CFO) เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยวัดในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) การคำนวณ CFO ช่วยให้องค์กรรับรู้ผลกระทบต่องานสิ่งแวดล้อมและเป็นพื้นฐานในการวางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพหลักการแสดงปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การแสดงผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization: CFO) เป็นกระบวนการที่ต้องทำอย่างเป็นระบบและโปร่งใส เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการและรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแสดงผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ขณะเดียวกันความหมายของคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในขององค์กรหรือบุคคล ซึ่งวัดเป็นต้น CO_2 เทียบเท่า การคำนวณสามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานและปัจจัยการปล่อยก๊าซ (Emission Factors) แนวทางการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) LCA เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลกระทบต่องานสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์หรือบริการตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การผลิต การใช้ จนถึงการจัดการรอบการกำจัดและลดคาร์บอนในอุตสาหกรรม เช่น ISO 14064 ซึ่งเป็นกรอบที่ใช้ในการวัด รายงาน และตรวจสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกองค์กร เพื่อให้การจัดการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหลักการแสดงผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรตามแนวทางคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ในการจัดทำและรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกต้องมีหลักการที่ช่วยให้ข้อมูลที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง และสามารถนำไปวางแผนนโยบายและตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลักการสำคัญ [6,7] ประกอบด้วย

1. ความตรงประเด็น (Relevance) การเลือกแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การสะสม และการกักเก็บคาร์บอน ตลอดจนระเบียบวิธีในการรวบรวมข้อมูล ควรเป็นไปตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งอาจเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การคัดเลือกแหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บ ควรเลือกแหล่งที่มีผลกระทบต่อภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภาคพลังงาน อุตสาหกรรม การเกษตร และการใช้ที่ดิน รวมถึงแหล่งที่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ เช่น ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ และมหาสมุทร

1.2 การเลือกวิธีการรวบรวมข้อมูลและระเบียบวิธี ซึ่งใช้แนวทางที่ได้การยอมรับระดับสากล เช่น มาตรฐานของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) หรือ Greenhouse Gas Protocol และเลือกวิธีที่สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ผู้ใช้งาน เช่น การคำนวณจากข้อมูลโดยตรง (Direct Measurement) หรือการใช้แบบจำลองทางสถิติ (Model-Based Estimation)

2. ความสมบูรณ์ (Completeness) เป็นการรวมการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ภาพรวมที่สมบูรณ์ของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

2.1 การรวมการปล่อยจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ภาคพลังงาน เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ภาคอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการผลิตซีเมนต์ เหล็ก และเคมีภัณฑ์ ภาคการเกษตรและป่าไม้ เช่น ก๊าซมีเทนจากปศุสัตว์ การตัดไม้ทำลายป่า ภาคขนส่ง เช่น เชื้อเพลิงในยานพาหนะ และภาคเสีย เช่น การปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะ

2.2 การรวมการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เช่น การดูดซับคาร์บอนของป่าไม้ การใช้เทคโนโลยี Carbon Capture and Storage (CCS)

3. ความไม่ขัดแย้งกัน (Consistency) ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่รายงานควรสามารถนำมาเปรียบเทียบในช่วงเวลาและระหว่างภาคส่วนหรือภูมิภาคต่าง ๆ ได้โดยไม่มีความขัดแย้ง ประกอบด้วย การใช้ระเบียบวิธีการคำนวณที่สม่ำเสมอในแต่ละปี เพื่อให้สามารถติดตามแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณควรมีการปรับข้อมูลย้อนหลัง (Back casting) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลเก่าได้ และควรใช้หน่วยวัดที่เป็นมาตรฐาน เช่น ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) รวมถึงการตรวจสอบและตรวจทานข้อมูลเป็นระยะ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่รายงานยังคงเป็นไปตามมาตรฐานเดิม

4. ความถูกต้อง (Accuracy) การรายงานข้อมูลควรมีความถูกต้องสูงสุดโดยลดอคติและความไม่แน่นอนให้มากที่สุด ประกอบด้วย การใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่แม่นยำ ในการตรวจวัด เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซที่มีความละเอียดสูงแบบจำลองทางสถิติที่พัฒนาจากข้อมูลจริง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (Quality Control & Quality Assurance) เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดและระบุระดับความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainty Analysis) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้

5. ความโปร่งใส (Transparency) การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกควรมีความเพียงพอและเหมาะสม เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง เช่นเปิดเผย ระเบียบวิธีที่ใช้ในการคำนวณ อย่างชัดเจน ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ แหล่งที่มาของข้อมูล และ สมมติฐานที่ใช้ การเปิดเผยข้อมูลต่อสาธารณะผ่านรายงานหรือฐานข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่าย เช่น รายงานรัฐบาล เว็บไซต์หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม ฐานข้อมูลระหว่างประเทศ เช่น Global Carbon Atlas รวมถึง การตรวจสอบอิสระ โดยบุคคลที่สาม (Third-Party Verification) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ฉะนั้น การรายงานข้อมูลก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพควรคำนึงถึง ความตรงประเด็น ความสมบูรณ์ ความไม่ขัดแย้งกัน ความถูกต้อง และความโปร่งใส เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลสามารถนำไปใช้ในการวางแผนนโยบาย ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวทางของ IPCC ให้กรอบการทำงานที่ชัดเจนสำหรับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่ถูกต้องจะช่วยให้องค์กรสามารถจัดการและลดผลกระทบของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างยั่งยืน

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization: CFO) เป็นกระบวนการวัดและประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากกิจกรรมทั้งหมดขององค์กร ภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด เช่น 1 ปี เพื่อให้ทราบว่าการดำเนินงานมีส่วนก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนมากน้อยเพียงใด ขั้นตอนคำนวณปริมาณปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร [7,8,9] ประกอบด้วย

1. การระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Identify Sources) เป็นการระบุแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ซึ่งการจัดประเภทแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งเป็น 4 หมวดหลัก ดังนี้

1.1 การเผาไหม้แบบอยู่กับที่ (Stationary combustion) เป็นเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ในอุปกรณ์คงที่ เช่น หม้อไอน้ำเตาเผา เครื่องทำความร้อน

1.2 การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ (Mobile combustion) เป็นเชื้อเพลิงที่ถูกใช้ในยานพาหนะ เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน

1.3 การปล่อยจากกระบวนการ (Process emissions) เป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีหรือกระบวนการในอุตสาหกรรม เช่น การผลิตปูนซีเมนต์หรือถลุงอะลูมิเนียม

1.4 การปล่อยการรั่วไหล (Fugitive emissions) เป็นการรั่วไหลที่ไม่ตั้งใจหรือการปล่อยโดยเจตนา เช่น รอยรั่วในระบบท่อหรือการบำบัดน้ำเสีย

2. การกำหนดแนวทางในการคำนวณ/ประเมิน (Select Calculation Approach) การคำนวณการปล่อย GHG

ไม่สามารถพึ่งพาการวัดความเข้มข้นเป็นหลักได้โดยตรง เนื่องจากมีความซับซ้อนและค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งองค์กรต้องคัดเลือกและใช้ระเบียบวิธีในการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดความไม่แน่นอนและมีความถูกต้องสอดคล้อง และได้ผลลัพธ์เดิมเมื่อคำนวณซ้ำ แนวทางการคำนวณ ควรพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเทคนิคและด้านค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปมี 3 แนวทางด้วยกัน ดังนี้

2.1 การคำนวณจากสมมูลมวลหรือปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเหมาะกับกระบวนการเฉพาะทางในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การผลิตสารเคมีหรือวัสดุ ที่ต้องวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณวัตถุดิบเข้า-ออกอย่างละเอียด แต่ยังมีข้อจำกัดที่ต้องการข้อมูลเชิงลึกของกระบวนการ ซึ่งทำให้ใช้ได้จำกัดในบางอุตสาหกรรม เท่านั้น

2.2 การใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factors) ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายที่สุด เนื่องจากสะดวกและประหยัด โดยคำนวณจากการเชื่อมโยงกิจกรรม (เช่น ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้) กับค่าการปล่อยที่กำหนดไว้ล่วงหน้าตามแนวทาง IPCC (1996) โดยค่าปัจจัยการปล่อยถูกจัดระดับความแม่นยำเป็นชั้น (Tier) ตั้งแต่ Tier 1 (ใช้ค่าสากล) ถึง Tier 3 (ใช้ข้อมูลเฉพาะแหล่ง)

2.3 การคำนวณจากข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง เหมาะกับผู้ใช้เชื้อเพลิงขนาดเล็กหรือสถานการณ์ที่ขาดเครื่องมือวัด โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์คาร์บอนในเชื้อเพลิงที่กำหนดไว้ หรือการสุ่มตัวอย่างเชื้อเพลิงเป็นระยะ ซึ่งให้ความแม่นยำสูง หากทราบปริมาณเชื้อเพลิงและองค์ประกอบคาร์บอนชัดเจน

3. เก็บรวบรวมข้อมูลและเลือกค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Collect Data and Choose Emission Factors) ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลา 12 เดือน สามารถเลือกช่วงเวลาตามปีปฏิทินสากล, ปีงบประมาณ และอื่น ๆ ซึ่งต้องมีการกำหนดปีฐาน ซึ่งปีฐานเป็นระยะเวลาที่ถูกกำหนดขึ้น เพื่อจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบการปล่อยและดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยอาจเป็นหนึ่งปีหรือเป็นค่าเฉลี่ยจากการเก็บข้อมูลหลายปีก็ได้ ซึ่งองค์กรต้องเลือกปีฐานที่มีข้อมูลการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สามารถทวนสอบได้ในขณะเดียวกันองค์กรอาจเปลี่ยนปีฐานได้ โดยต้องอธิบายเหตุผลในการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับปีฐาน ซึ่งการเก็บข้อมูลต้องมีการรวบรวมหลักฐานเพื่อใช้สำหรับการทวนสอบ และในการเก็บข้อมูลต้องมีการทำ Data Flow ทุกครั้ง

4. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Apply Calculation Tools) เป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องมือและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การผลิต การขนส่ง การใช้พลังงาน หรือกิจกรรมภายในองค์กร โดยทั่วไปนิยมใช้แนวทางตามมาตรฐานสากล เช่น IPCC Guidelines, GHG Protocol รวมถึงเครื่องมือเฉพาะของแต่ละประเทศ เช่น เครื่องมือของ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (มหาชน) หรือ อบก. ของประเทศไทย องค์กรจะต้องดำเนินการคำนวณการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้สอดคล้องกับวิธีการที่เลือกใช้ และจัดทำรายงานตามรอบเวลาที่กำหนด ทั้งนี้จะต้องแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดให้อยู่ในรูปของ ต้นคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ภายใต้กรอบเวลา 100 ปี ตามที่ อบก. กำหนด องค์กรต้องคำนวณและบันทึกปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกภายในขอบเขตอย่างครบถ้วนเท่าที่สามารถทำได้ หากมีแหล่งปล่อยหรือแหล่งกักเก็บใดที่ไม่มีนัยสำคัญต่อผลรวมสุทธิของการปล่อยและดูดกลับ องค์กรอาจไม่รวมไว้ใน การคำนวณได้ แต่ต้องมีคำชี้แจงเหตุผลประกอบอย่างชัดเจน

5. รวบรวมและแสดงผลในระดับองค์กร (Roll-up Data to Corporate Level) เป็นกระบวนการที่รวมข้อมูลจากหน่วยงานย่อย เช่น โรงงานหรือสาขาต่าง ๆ เพื่อจัดทำเป็นภาพรวมของทั้งองค์กร ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยระบบการจัดการข้อมูลที่เป็นระบบ และมีความสอดคล้องกันทั่วทั้งองค์กร นอกจากนี้องค์กรควรวางแผนการรวบรวมข้อมูลอย่างรอบคอบ พร้อมทั้งบูรณาการระบบรายงาน GHG เข้ากับเครื่องมือและกระบวนการภายในที่มีอยู่ เช่น ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ระบบรายงานภายใน หรือฐานข้อมูลกลาง โดยควรใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่เดิม เพื่อลดความซ้ำซ้อน เพิ่มประสิทธิภาพ และให้การรายงานสอดคล้องกับแนวทางที่องค์กรกำหนดและกำหนดการใช้รูปแบบรายงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Reporting Formats) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ ลดข้อผิดพลาดในการรวบรวมประมวลผลข้อมูล สนับสนุนให้การรายงานมีความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั่วทั้งองค์กร

จากแนวโน้มและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งจึงเป็นความท้าทายที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน การพัฒนาแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่ผสมผสานนวัตกรรมเทคโนโลยี การปรับปรุงนโยบายสาธารณะ และการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน จะเป็นกุญแจสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมทั้งสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรมขนส่งที่ยั่งยืน สามารถตอบสนองความต้องการทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยได้อย่างสมดุล ซึ่งหากดำเนินการตามกลยุทธ์นี้อย่างเป็นระบบช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างยั่งยืน และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับภูมิภาค

5. ข้อเสนอเชิงกลยุทธ์สำหรับประเทศไทยเพื่อมุ่งสู่ความยั่งยืน

สำหรับเชิงกลยุทธ์การจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ในอุตสาหกรรมขนส่งจำเป็นต้องดำเนินการหลายด้านควบคู่กัน ได้แก่ การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานสะอาดในขนส่งสินค้า และการออกมาตรการนโยบายที่สร้างแรงจูงใจ ทั้งนี้ การลดการปล่อย CO₂ ในภาคขนส่งไม่เพียงช่วยบรรเทาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังเปิดโอกาสทางเศรษฐกิจใหม่ๆ ทั้งนี้ความสำเร็จต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งรัฐ เอกชน และประชาชน เพื่อสร้างระบบขนส่งที่ยั่งยืนควบคู่ไปกับการเติบโตทางเศรษฐกิจ และยังสามารถดำเนินการตามแนวทางต่างๆ ดังนี้

1. การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประเทศตามนโยบาย 30@30 ในขณะที่ประเทศไทยกำลังก้าวสู่การเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญของโลก โดยคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ได้ออกแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ตามนโยบาย 30@30 คือ การตั้งเป้าผลิตรถ ZEV (Zero Emission Vehicle) หรือรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 ถือเป็นอีกหนึ่งกลไกที่จะนำพาประเทศไทยเข้าสู่การเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Society) [13]

2. การพัฒนาและดำเนินการตามนโยบาย เป็นการออกแบบและการดำเนินการตามนโยบายที่สอดคล้องกับแนวทาง “หลีกเลียง-เปลี่ยนแปลง-ปรับปรุง” ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสถาบันที่บูรณาการ การรอบการกำกับดูแลที่ได้รับการปรับปรุง การวางแผนระยะสั้นและระยะยาวโดยคำนึงถึงกรณีทางธุรกิจสำหรับการขนส่งและการพัฒนาที่ยั่งยืน การสร้างขีดความสามารถสำหรับประเทศกำลังพัฒนาและประเทศในสถานการณ์พิเศษ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การติดตามและประเมินผล [14]

3. การจัดหาเงินทุนความต้องการการลงทุนทั่วโลกสำหรับโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง ซึ่งประเมินว่าเส้นทางการปล่อยคาร์บอนต่ำสามารถบรรลุได้เมื่อพิจารณาจากกระแสเงินในปัจจุบัน หากมีการลงทุนด้านการขนส่งนี้มุ่งไปที่การขนส่งที่ยั่งยืนกำหนดนโยบาย ธนาคารเพื่อการพัฒนาพหุภาคี และสถาบันการเงินอื่นๆ อยู่ในตำแหน่งที่จะผลักดันการพัฒนาไปสู่การขนส่งที่ยั่งยืนได้ด้วยการกำหนดเกณฑ์และมาตรฐาน และสร้างสภาพแวดล้อมการลงทุนที่เอื้ออำนวยต่อการขนส่งที่ยั่งยืน [14]

4. การขับเคลื่อนนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สามารถขับเคลื่อนความก้าวหน้าในทุกมิติของการพัฒนาที่ยั่งยืนและมีบทบาทสำคัญในการผลักดันแนวทาง “หลีกเลียง-เปลี่ยนแปลง-ปรับปรุง” จากมุมมองทางสังคม เทคโนโลยีสามารถปรับปรุงความปลอดภัยและความสามารถในการขนส่ง และสามารถเพิ่มการเข้าถึงการขนส่งสำหรับผู้คนที่มีความคล่องตัวลดลงเนื่องจากความพิการ อายุ หรือปัจจัยอื่นๆ จากมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสามารถนำเสนอโอกาสใหม่และดีขึ้นสำหรับการขนส่งที่สะอาดขึ้นและเป็นมิตรต่อสภาพอากาศมากขึ้น ปล่อยมลพิษน้อยลง และปัจจัยขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจก็ชัดเจน เมื่อมีเทคโนโลยีและระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การลดของเสียและเวลารอคอยลง ศักยภาพในการเติบโตทางเศรษฐกิจก็จะสูงขึ้น [14,15]

5. การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและระบบไร้สายเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน เน้นการใช้มือถือและแอปพลิเคชันช่วยเก็บข้อมูลและตอบสนองเหตุการณ์ได้รวดเร็วโดยไม่ต้องพึ่งโครงสร้างพื้นฐานราคาแพง การเชื่อมต่อไร้สายที่เสถียรเป็นปัจจัยสำคัญในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างเต็มที่ในการสนับสนุนการแปลงระบบ

ขนส่งให้ทันสมัย และควรใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อขับเคลื่อนสู่ความยั่งยืน [14,15]

6. พึ่งพาการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างจริงจัง เนื่องจากไม่สามารถบรรลุเป้าหมายในระดับที่ต้องการได้ด้วยวิธีการแบบเดิม เทคโนโลยีใหม่ เช่น เชื้อเพลิงสะอาด เครื่องยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ยานยนต์ไร้คนขับ และระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems: ITS) กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เปลี่ยนโฉมหน้าอุตสาหกรรมขนส่ง อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างด้านนวัตกรรมระหว่างประเทศ รวมถึงความเหลื่อมล้ำระหว่างพื้นที่เมืองกับชนบท ซึ่งอาจขยายกว้างขึ้น หากไม่มีความพยายามในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ก็จะไม่สามารถนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมาใช้เพื่อสร้างระบบขนส่งที่เท่าเทียมและยั่งยืนในอนาคตได้ [15]

7. การปรับปรุงสร้างระบบขนส่งด้วยการขยายเครือข่ายรถไฟฟ้า (BTS, MRT) และขนส่งมวลชนไฟฟ้าในเมืองใหญ่ ด้วยรถโดยสารพลังงานสะอาด รวมทั้งส่งเสริมระบบขนส่งหลายรูปแบบ (Multimodal Transport) เพื่อลดการใช้รถส่วนตัวและเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางรางและทางน้ำสำหรับโลจิสติกส์ให้มากยิ่งขึ้น

8. การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการส่งเสริมระบบโลจิสติกส์อัจฉริยะ (Smart Logistics) ลดการเดินทางเปล่า (Empty Trip) ใช้ระบบการจัดการขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems) ส่งเสริมการขนส่งทางรางและทางน้ำแทนการใช้รถบรรทุก ใช้เทคโนโลยี IoT, GPS และ Telematics ในการติดตามและตรวจวัดการใช้พลังงานประยุกต์ใช้ AI และ Big Data ในการวางแผนเส้นทางขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ลดการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อย CO₂

9. การกำหนดนโยบายและมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ในการเก็บภาษีคาร์บอน (Carbon Tax) หรือกำหนดราคาคาร์บอน (Carbon Pricing) ให้เงินอุดหนุนหรือสิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับบริษัทที่ลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ กำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษ (Euro 6) ให้เข้มงวดขึ้น บังคับใช้แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก (NDC) ส่งเสริมการจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์/องค์กร (CFP/CFO) และสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการส่งเสริม PPP (Public-Private Partnership) ในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานคาร์บอนต่ำเพื่อสนับสนุนแนวปฏิบัติด้าน ESG (Environmental, Social, Governance) ในห่วงโซ่อุปทาน

10. การใช้เทคโนโลยีดักจับมลพิษ เทคโนโลยีดักจับมลพิษ เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ใช้ในการลดมลพิษทางอากาศคือ ระบบดักจับและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Capture and Storage: CCS) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก่อนที่จะถูกปล่อยออกจากท่อไอเสียของรถบรรทุก ซึ่งระบบนี้ทำงานโดยการทำให้ก๊าซจากท่อไอเสียเย็นลง จากนั้นใช้วัสดุดูดซับพิเศษเพื่อแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากก๊าซอื่น เช่น ไนโตรเจนและออกซิเจน เมื่อวัสดุดูดซับเริ่มเต็ม ระบบจะลดความดันหรือเพิ่มอุณหภูมิเพื่อแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกอีกครั้ง พลังงานความร้อนจากเครื่องยนต์จะถูกนำมาใช้ในการบีบอัดก๊าซ CO₂ ให้กลายเป็นของเหลว ซึ่งสามารถจัดเก็บไว้ในถังกักเก็บเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อ เช่น การส่งต่อไปยังสถานบริการเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงในรูปแบบต่าง ๆ [10]

11. มาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ (E-Bus & E-Truck) มาตรการนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนยุทธศาสตร์ของรัฐบาลไทยในการผลักดันการใช้พลังงานสะอาด ลดมลพิษจากภาคขนส่ง และสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นยานพาหนะประเภทเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ ได้แก่ รถโดยสารไฟฟ้า (E-Bus) และ รถบรรทุกไฟฟ้า (E-Truck) [16]

6. สรุปผล

อุตสาหกรรมขนส่งของประเทศไทย โดยเฉพาะการขนส่งทางถนน มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สูงถึงร้อยละ 32 ของการปล่อยทั้งหมดในปี พ.ศ. 2565 หรือคิดเป็นประมาณ 79.6 ล้านตัน และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 200 ล้านตันในปี พ.ศ. 2593 หากไม่มีมาตรการควบคุม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในภาคขนส่งผ่านมาตรการเชิงกลยุทธ์ที่เป็นระบบ ครอบคลุมทั้งด้านเทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน

การกำกับดูแล และความร่วมมือในทุกภาคส่วน ทั้งนี้ภาคขนส่งของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคการขนส่งทางถนน เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลสถิติจากปี พ.ศ. 2565 ที่ระบุว่ามีการปล่อย CO₂ คิดเป็นร้อยละ 32 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากไม่มีมาตรการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ 4 กลยุทธ์สำคัญ ได้แก่ (1) กลยุทธ์ด้านเทคโนโลยี เช่น การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) พลังงานสะอาด และระบบโลจิสติกส์อัจฉริยะ (2) กลยุทธ์ด้านนโยบายและการกำกับดูแล เช่น การใช้ภาษีคาร์บอน และการกำหนดมาตรฐานการปล่อยมลพิษ (3) กลยุทธ์ด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน และการออกแบบเมืองลดคาร์บอน และ (4) กลยุทธ์ด้านความร่วมมือ เช่น การสร้างความร่วมมือรัฐ-เอกชน และการส่งเสริมความรู้สาธารณะ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเชื่อมโยงกลยุทธ์กับมิติของความยั่งยืน

กลยุทธ์หลัก	สิ่งแวดล้อม (Environment)	เศรษฐกิจ (Economic)	สังคม (Social)	การบริหารจัดการ (Governance)
1. เทคโนโลยีและนวัตกรรม	ลด CO ₂ จาก EV, CCS, พลังงานสะอาด	ลดต้นทุนพลังงาน พัฒนา อุตสาหกรรมใหม่	สร้างงานใหม่ด้านเทคโนโลยีสะอาด	เสริมระบบข้อมูลและมาตรฐานเทคโนโลยี
2. นโยบายและกำกับดูแล	ควบคุมการปล่อยผ่านกฎหมายและภาษีคาร์บอน	สร้างกลไกตลาดคาร์บอน, จูงใจการลงทุน	เพิ่มความโปร่งใสและความรับผิดชอบองค์กร	วางกรอบการกำกับดูแล ESG
3. โครงสร้างพื้นฐานและขนส่ง	ออกแบบเมืองลดคาร์บอน, ขนส่งมวลชนไฟฟ้า	เพิ่มประสิทธิภาพการเดินทาง ลดการใช้พลังงาน	เพิ่มความเท่าเทียมในการเข้าถึงระบบขนส่ง	บริหารจัดการโครงการระยะยาว
4. การมีส่วนร่วมและความร่วมมือ	ขยายผลแนวทางสู่ภาคส่วนต่าง ๆ	ลดความเสี่ยงและแบ่งปันทรัพยากรระหว่างภาค	ยกระดับการรับรู้ของประชาชนและท้องถิ่น	ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย

โดยกลยุทธ์เหล่านี้สามารถตอบสนองต่อมิติของความยั่งยืนทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และการบริหารจัดการ ได้อย่างสมดุล โดยสามารถลดการปล่อย CO₂ ได้ในระยะยาว ลดต้นทุนด้านพลังงาน เพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในภาพรวม นอกจากนี้ แนวทางที่เสนอยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ ได้แก่ SDG 9, SDG 11 และ SDG 13 ตลอดจนหลักการ ESG โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental) และธรรมาภิบาล (Governance) อย่างชัดเจน หากมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ประเทศไทยจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างยั่งยืน และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับภูมิภาค พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างแท้จริงในระยะยาว

นอกจากนี้ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบายควรผลักดันนโยบายลดคาร์บอนในภาคขนส่งอย่างเป็นระบบ โดยเน้นการจัดทำโรดแมปเฉพาะด้าน สร้างแรงจูงใจทางการเงิน พัฒนากลไกตลาดคาร์บอน เสริมสร้างศักยภาพบุคลากรด้านเทคโนโลยีสะอาด และจัดตั้งกองทุนวิจัยและพัฒนาเพื่อขับเคลื่อนระบบขนส่งอย่างยั่งยืน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Centre for Research on the Epidemiology of Disaster (CRED). (2024). 2023 Disasters in Numbers. [online]. Available: https://files.emdat.be/reports/2023_EMDAT_report.pdf
- [2] ภาณุวัฒน์ ประเสริฐพงษ์. (2562). คู่มือการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโรงพยาบาล. กรุงเทพฯ : เนติกุลการพิมพ์.
- [3] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2567). สทพ. เผยภาคพลังงานการปล่อยก๊าซ CO₂ ครึ่งปี 2567 ลดลง 2.5% อยู่ที่ระดับ 121.9 ล้านตัน CO₂. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.greennetworkthailand.com/eppo-news-18092567/>
- [4] สุมเมธ อภิกิตติกุล. (2566). ชาร์จพลังประเทศไทยไปสู่เมืองน่าอยู่ ระบบขนส่งสาธารณะพร้อมการขนส่งคาร์บอนต่ำ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://tdri.or.th/2023/12/transition-transportation-lowcarbon/>
- [5] Kunak Technologies. (2024). Carbon dioxide, a vital element with significant impact. [online]. Available: <https://kunakair-com.translate.goog/carbon-dioxide/? x tr sl=en& x tr tl=th& x tr hl=th& x tr pto=wa>
- [6] European Environment Agency. (2024). Trends and projections in Europe 2024. [online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/trends-and-projections-in-europe-2024>
- [7] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2565). ข้อกำหนดในการคำนวณและรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/flipbook.php?flipbook=TVRrPQ#p=1>
- [8] Greenhouse Gas Protocol. (2014). Corporate Standard A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition. [online]. Available: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard#supporting-documents>
- [9] ณัฐณี วรยศ. (2568). เอกสารการอบรมเชิงปฏิบัติการเชิงลึกการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization: CFO). วันที่ 15 – 16 มกราคม 2568 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ (ERDI): มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [10] ธนากรออมสิน. (2024). Green Logistics ขนส่งลดคาร์บอน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.gsb.or.th/gsbresearch/wp-content/uploads/2024/07/IN_Green-Logistics_170767.pdf
- [11] สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ). (2023). เบ็ด 5 ข้อเท็จจริงพลังงานไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://tdri.or.th/2023/07/5fact-energy/>
- [12] Pohma, C., Poma, W., Songsurin, S., & Thammapradit, S. (2024). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ การใช้พลังงานในระบบขนส่งสินค้าทางบกด้วยรถบรรทุก. Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College, 11(1), 98-107.
- [13] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สทพ.). กระทรวงพลังงาน. (2021). แนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.eppo.go.th/index.php/en/component/k2/item/17415-ev-charging-221064-04>
- [14] Alix Mary Edwards. (2021). Transport for Sustainable Development. [online]. Available: https://www.trl.co.uk/uploads/trl/documents/Transport-for-Sustainable-Development-Strategy-Paper-FC_Optimized.pdf
- [15] Kathryn Platzer. (2021). Sustainable Transport, Sustainable Development. [online]. Available: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2021-10/Transportation%20Report%202021_FullReport_Digital.pdf
- [16] สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. (2024). 2 มาตรการ EV หนุนใช้รถบัสไฟฟ้า รถบรรทุกไฟฟ้า พร้อมสร้างฐานแบตเตอรี่ ดันไทยศูนย์กลางอีวี. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.boi.go.th/upload/content/2EV_Measures_1-67.pdf?utm_source=chatgpt.com

- [17] สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ. (ม.ป.ป.). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร – Carbon Footprint for Organization [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.masci.or.th/service/carbon-footprint-for-organization-cfo/>
- [18] สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2564). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://bds.sme.go.th/Service/Detail/577>
- [19] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2566). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdIpIVmpkSE5mYVhNPQ>