

COMPARISON OF CARBON DIOXIDE EMISSION BETWEEN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND BATTERY ELECTRIC VEHICLES IN THAILAND USING INPUT-OUTPUT ANALYSIS

Chanapat SAWANGSRI¹ and Pongsun BUNDITSAKULCHAI^{2*}

1 Graduate School Chulalongkorn University, Thailand

2 Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Thailand; pongsun.b@chula.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 19 April 2024

Revised: 3 May 2024

Published: 17 May 2024

ABSTRACT

This article studies about comparison of CO₂ emission between internal combustion engine vehicles and battery electric vehicles in Thailand using input-output analysis. Because it is seen that measures to promote electric vehicles to reduce CO₂ emissions in the transport sector can only lead to a shift of CO₂ emissions from the transport sector to the energy sector. This is because the fuel for electric vehicles comes from electric charging and Thailand's power generation structures are still heavily reliant on fossil fuels. According to the study, the production of internal combustion engine vehicles will cause CO₂ emissions of 12.45 kt-CO₂ and 14.85 kt-CO₂ for battery electric vehicles, which is 19.25% more than the CO₂ emissions of internal combustion engine vehicles. In terms of vehicle use, it was found that refueling internal combustion engine vehicles causes CO₂ emissions of 1.89 kt-CO₂ and charging battery electric vehicles causes CO₂ emissions of 7.08 kt-CO₂, which is 3.74 time more than the CO₂ emissions of gasoline. Overall, the switch from internal combustion engine vehicles to battery electric vehicles is associated with 52.85% higher CO₂ emissions than before. And it was found that the electricity sector is an important factor in reducing CO₂ emissions, as electricity is a basic energy supply for another sector. Therefore, the share of clean energy in electricity generation structures is crucial for reducing the country's overall CO₂ emissions.

Keywords: CO₂ emission, Battery Electric Vehicle, Input-Output Analysis

CITATION INFORMATION: Sawangsri, C., & Bunditsakulchai, P. (2024). Comparison of Carbon Dioxide Emission between Internal Combustion Engine and Battery Electric Vehicles in Thailand using Input-Output Analysis. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(5), 4

การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง ยานยนต์สันดาปกับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ในประเทศไทย โดยการ วิเคราะห์ผ่านตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

ชณภัทร์ สว่างศรี¹ และ พงษ์พันธ์ บัณฑิตสกุลชัย^{2*}

1 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; pongsun.b@chula.ac.th (ผู้ประพันธ์บทความ)

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เปรียบเทียบระหว่างยานยนต์สันดาปกับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในประเทศไทย โดยวิเคราะห์ผ่านตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต เนื่องจากเห็นว่ามาตรการการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคขนส่ง อาจเป็นเพียงการย้ายการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคขนส่งสู่ภาคพลังงานเท่านั้น เพราะเชื้อเพลิงของยานยนต์ไฟฟ้ามาจากการอัดประจุไฟฟ้าและโครงสร้างการผลิตไฟฟ้าของไทยยังคงพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก จากการศึกษาพบว่าการผลิตยานยนต์สันดาปมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 12.45 kt-CO₂ ขณะที่การผลิตยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 14.85 kt-CO₂ ซึ่งมากกว่ายานยนต์สันดาปร้อยละ 19.25 สำหรับการใช้งานยานยนต์พบว่า น้ำมันเชื้อเพลิงของยานยนต์สันดาปมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.89 kt-CO₂ และการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 7.08 kt-CO₂ ซึ่งมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง 3.74 เท่า โดยภาพรวมการเปลี่ยนจากยานยนต์สันดาปมาใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าเดิมร้อยละ 52.85 และยังพบว่า สาขาการผลิตไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากเป็นพลังงานพื้นฐานให้กับสาขาการผลิตอื่น ดังนั้นสัดส่วนพลังงานสะอาดในโครงสร้างการผลิตไฟฟ้าจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่, ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

ข้อมูลอ้างอิง: ชณภัทร์ สว่างศรี และ พงษ์พันธ์ บัณฑิตสกุลชัย. (2567). การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างยานยนต์สันดาปกับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ผ่านตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(5), 4

บทนำ

จากการส่งเสริมและสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าแทนการใช้ยานยนต์สันดาปแบบเดิม เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ อย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในภาคขนส่งตามแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ส่งผลให้ยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า ยอดจดทะเบียนใหม่เพิ่มสูงขึ้น และยังมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี (กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก, 2567) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ภาพรวมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคขนส่งดูเหมือนลดลง แต่จากรายงานสถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้าของไทย ปี 2565 พบว่า การเติบโตของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคการขนส่งทางบกเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2566) สำหรับการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่า ยังคงพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก โดยเฉพาะ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ลิกไนต์ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 70 ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าเป็นภาคส่วนที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นลำดับต้นๆ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2566) ถึงแม้ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยจะมีการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และพลังงานทดแทน แล้วก็ตาม แต่พบว่า ในปี พ.ศ.2580 สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของภาคอุตสาหกรรม และถ่านหิน ลิกไนต์ยังคงมีสูงถึงร้อยละ 64.8

เมื่อเป็นเช่นนี้การเปลี่ยนจากยานยนต์สันดาปที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงสู่นานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคขนส่ง จะเป็นการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมได้จริงหรือเป็นเพียงการย้ายการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคขนส่งสู่ภาคพลังงานเท่านั้น และการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงจริงหรือ เพราะทั้งน้ำมันสำหรับยานยนต์สันดาป และกระแสไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ต่างเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเช่นเดียวกัน เพื่อหาคำตอบของคำถามดังกล่าว ในการศึกษานี้จึงเลือกศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปรียบเทียบระหว่างยานยนต์สันดาป กับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในประเทศไทย โดยพิจารณาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจาก 2 ส่วนคือ 1) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตยานยนต์ และ 2) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้งานยานยนต์เป็นระยะเวลา 5 ปี วิเคราะห์ผ่านตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย

การทบทวนวรรณกรรม

จากศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขณะขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้หลายประเทศทั่วโลกสนับสนุนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าทดแทนยานยนต์สันดาปแบบเดิม รวมถึงประเทศไทยที่กำหนดให้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในหัวข้อของแผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน (คณะกรรมการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน, 2561) แม้การศึกษาส่วนใหญ่จะพบว่ากระบวนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่ายานยนต์สันดาป จากการผลิตแบตเตอรี่ (Guo, Li, Shi, & Zhang, 2022; Hirz & Nguyen, 2022) แต่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังกล่าวสามารถชดเชยได้จากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขณะใช้งาน ทั้งนี้มีเงื่อนไขทางด้านพลังงานที่สำคัญคือ โครงสร้างการผลิตไฟฟ้า (Solaymani, 2019; Rahman et al, 2021; Xue, Lin, & Tsunemi, 2021)

ด้วยเหตุผลนี้เองทำให้การเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์สันดาปเดิมสู่นานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ไม่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในประเทศที่ยังคงมีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลสูง ในขณะที่ยานยนต์ไฮบริดสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมได้มากกว่ายานยนต์สันดาปทั่วไป (Rahman et al., 2021; Thomas, 2012) ถือเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์สันดาปภายในสู่นานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ จากข้อจำกัดของโครงสร้างการผลิตไฟฟ้า สำหรับประเทศไทยที่ยังมีโครงสร้างการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลักแล้ว การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่อาจส่งผลให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมเพิ่มสูงขึ้นก็เป็นได้

สมมติฐานการวิจัย

- 1) การเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์สันดาปภายในที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันในการขับเคลื่อนสู่ยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงกระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อน เป็นแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมได้จริง
- 2) การใช้เชื้อเพลิงน้ำมันมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงจากกระแสไฟฟ้า หากพิจารณาเฉพาะการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อให้ได้มาซึ่งเชื้อเพลิง รวมกับการใช้เชื้อเพลิงโดยรวมทั้งหมดในระยะเวลา 5 ปี

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานศึกษานี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างยานยนต์สันดาป กับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในประเทศไทย วิเคราะห์ผ่านการจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ปี พ.ศ.2562 โดยใช้ข้อมูลหัตถุภูมิจากงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาเรื่องผลกระทบของการจัดตั้งสาขาการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยของ Techa-erawan, Bunditsakulchai & Ratisukpimo (2023) และงานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทยของ สิริวัฒน์ วงศ์ประเสริฐผล (2564) เพื่อประกอบการจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตขนาด 37 สาขาการผลิต โดยจำแนกรายละเอียดของสาขาการผลิตยานยนต์เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ยานยนต์สันดาป (ICE) และ 2) ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) และวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 2 ส่วน คือ 1) ขั้นตอนการผลิตเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Production: Cradle-to-Gate) และ 2) ส่วนของการใช้งาน (Use Phase: Well-to-Wheel) เป็นเวลา 5 ปี เท่านั้น ไม่รวมปริมาณการปล่อยที่เกิดจากการบำรุงรักษา การซ่อมแซม และการกำจัดซาก และสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ อ้างอิงราคาเฉลี่ยของยานยนต์ในระบบ ร่วมกับค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้งานยานยนต์ (การเติมเชื้อเพลิง) เป็นระยะเวลา 5 ปี โดยความต้องการยานยนต์ และการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าวจะส่งผลให้สาขาการผลิตแต่ละสาขาเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้น มูลค่ารวมของสาขาการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป สามารถนำมาวิเคราะห์หาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิต

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์คือ ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต โดยตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตถูกคิดค้นขึ้นเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของกิจกรรมทางเศรษฐกิจในรูปของเมตริก และใช้เทคนิคของเมตริกวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของสาขาการผลิตภายในระบบเศรษฐกิจนั้น โดยการวิเคราะห์ใช้งานตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตเป็นตัวแทนของระบบเศรษฐกิจหนึ่ง ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง กล่าวคือระบบเศรษฐกิจอยู่ในภาวะสมดุล ดังนั้นความต้องการสินค้าและบริการที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ จะมีค่าเท่ากับมูลค่ารวมของสาขาการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป โดยที่เทคโนโลยีการผลิตยังคงเดิม และไม่มีการทดแทนกันของปัจจัยการผลิต เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงราคา สามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\Delta x = Lf^1 - Lf^0$$

โดยที่ Δx คือ มูลค่ารวมของสาขาการผลิตที่เปลี่ยนแปลงจากการผลิตสินค้าและบริการ (บาท)

L คือ Leontief's Inverse Matrix

f คือ อุปสงค์ขั้นสุดท้าย (บาท)

จากการเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมของสาขาการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าและบริการที่เกิดขึ้น สามารถนำมาวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากการคูณค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิต หรือเขียนในรูปของสมการได้คือ

$$\Delta E = \varepsilon * \Delta x$$

โดยที่ ΔE คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงมูลค่ารวมของสาขาการผลิต (kt-CO₂)

ε คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยมูลค่าผลผลิต (kt-CO₂/บาท)

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากงานวิจัย 2 แหล่ง ในการสร้างตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศไทย ขนาด 37 สาขาการผลิต และได้รับการปรับแก้ปีฐานเป็นปี พ.ศ.2562 หรือ ค.ศ.2019 เรียบร้อยแล้ว โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิต อ้างอิงฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ GTAP ในปีเดียวกัน แต่เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของ GTAP เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิต ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิตนี้ จึงเป็นค่าสัมประสิทธิ์ฯ ในส่วนของการผลิต แต่ในการศึกษานี้พิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบริโภค จึงต้องมีการปรับค่าดังกล่าวให้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ฯ ในส่วนของการบริโภคก่อนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากความต้องการอุปโภคบริโภคต่อไป

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้พิจารณาจากราคาเฉลี่ยของยานยนต์ อ้างอิงจากข้อมูลสถิติจำนวนรถใหม่จดทะเบียนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ปี พ.ศ.2562 สำหรับยานยนต์สันดาป และ ปี พ.ศ.2566 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ของกรมการขนส่งทางบก เนื่องจากจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในปี พ.ศ.2562 มีจำนวนน้อย อีกทั้งราคายานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ส่วนใหญ่มีราคาสูงจากเทคโนโลยีการผลิต และการนำเข้าในช่วงแรก จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลปีเดียวกันกับยานยนต์สันดาปได้ และสำหรับค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิงของยานยนต์สันดาป และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่พิจารณาจากการใช้งานยานยนต์เป็นระยะเวลา 5 ปี หรือ ระยะทาง 100,000 กิโลเมตร เท่านั้น ซึ่งไม่รวมค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การซ่อมแซม และการกำจัดซาก ข้อมูลในการวิเคราะห์หาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์สันดาปและเชื้อเพลิง แสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลราคายานยนต์ และค่าใช้จ่ายในการเติมเชื้อเพลิง ของยานยนต์สันดาปและยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่

	ราคายานยนต์เฉลี่ย (บาท)	ค่าใช้จ่ายจากการเติมเชื้อเพลิง (บาท)
ยานยนต์สันดาป	781,915.48	197,581.72
ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่	1,197,721.94	84,183.66

ที่มา: ผู้วิจัย

ผลการวิจัย

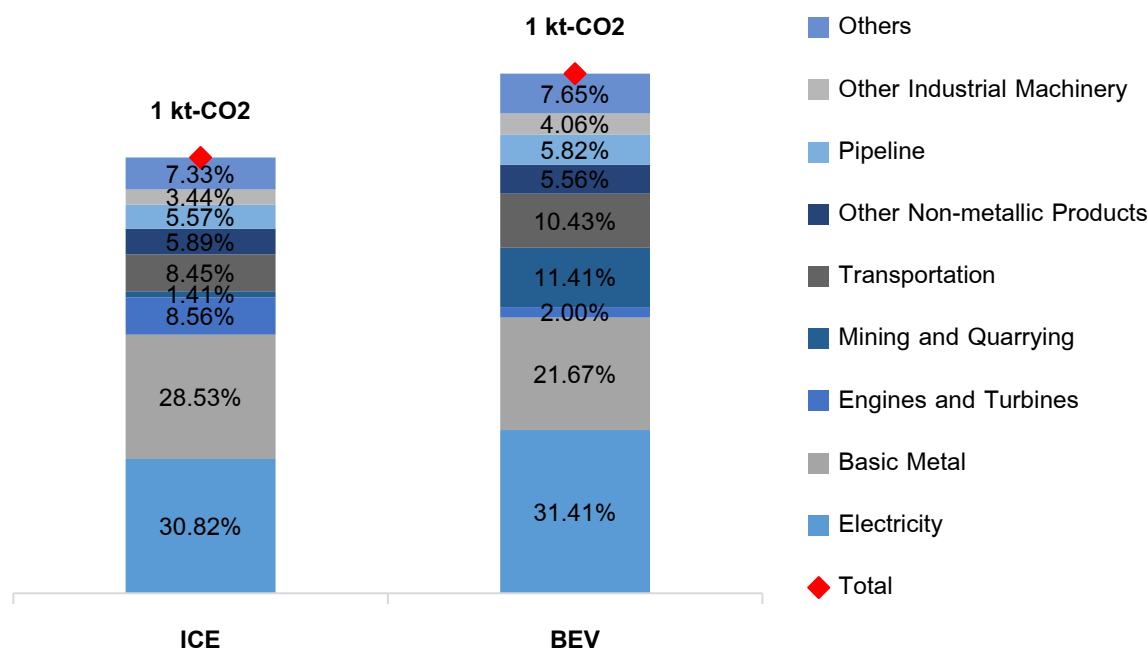
ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิตจากการบริโภค พบว่าสาขาการผลิตที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ สูงส่วนมาก จะมีการใช้พลังงานในสาขาการผลิตสูง เช่น สาขาการผลิตไฟฟ้า สาขาการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ ซึ่งรวมสาขาการผลิตซีเมนต์ การผลิตแก้ว และอื่นๆ สาขาเหล่านี้มีการใช้พลังงานสูงทั้งพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน นอกจากนี้ยังมีสาขาขนส่ง สาขาการผลิตก๊าซธรรมชาติ (การแยกก๊าซธรรมชาติ) และสาขาการผลิตโลหะขั้นพื้นฐาน จะเห็นได้ว่าเดิมทีสาขาเหล่านี้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่สูงอยู่ก่อนแล้ว ส่งผลให้มูลค่าเงินที่เพิ่มขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมในสาขาการผลิตเหล่านี้ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงตามไปด้วย สำหรับสาขาการผลิตที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ สูงที่สุด ได้แก่ สาขาการผลิตไฟฟ้า รองลงมา ได้แก่ สาขาการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ สาขาขนส่ง สาขาการแยกก๊าซธรรมชาติ และสาขาการก่อสร้าง ตามลำดับ รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิตจากการบริโภค 5 ลำดับแรก

ลำดับที่	ชื่อสาขาการผลิต	ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย CO ₂ ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิต (kt-CO ₂)
1	Electricity	0.068737
2	Other Non-metallic Products	0.058171
3	Transportation	0.036720
4	Pipeline	0.026708
5	Basic Metal	0.013045

ที่มา: ผู้วิจัย

จากความต้องการยานยนต์ที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ ทำให้สาขาการผลิตที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องผลิตสินค้าและบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการนี้ ซึ่งส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการดำเนินกิจกรรมที่เกิดขึ้น จากการศึกษาพบว่าเพื่อตอบสนองความต้องการยานยนต์สันดาปแล้ว การดำเนินกิจกรรมในระบบเพื่อผลิตยานยนต์สันดาปจะก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นปริมาณ 12.45 kt-CO₂ ในขณะที่ความต้องการยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ การดำเนินกิจกรรมในระบบเพื่อผลิตยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นปริมาณ 14.85 kt-CO₂ หรือมากกว่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์สันดาปคิดเป็นร้อยละ 19.25 แสดงตามภาพที่ 1

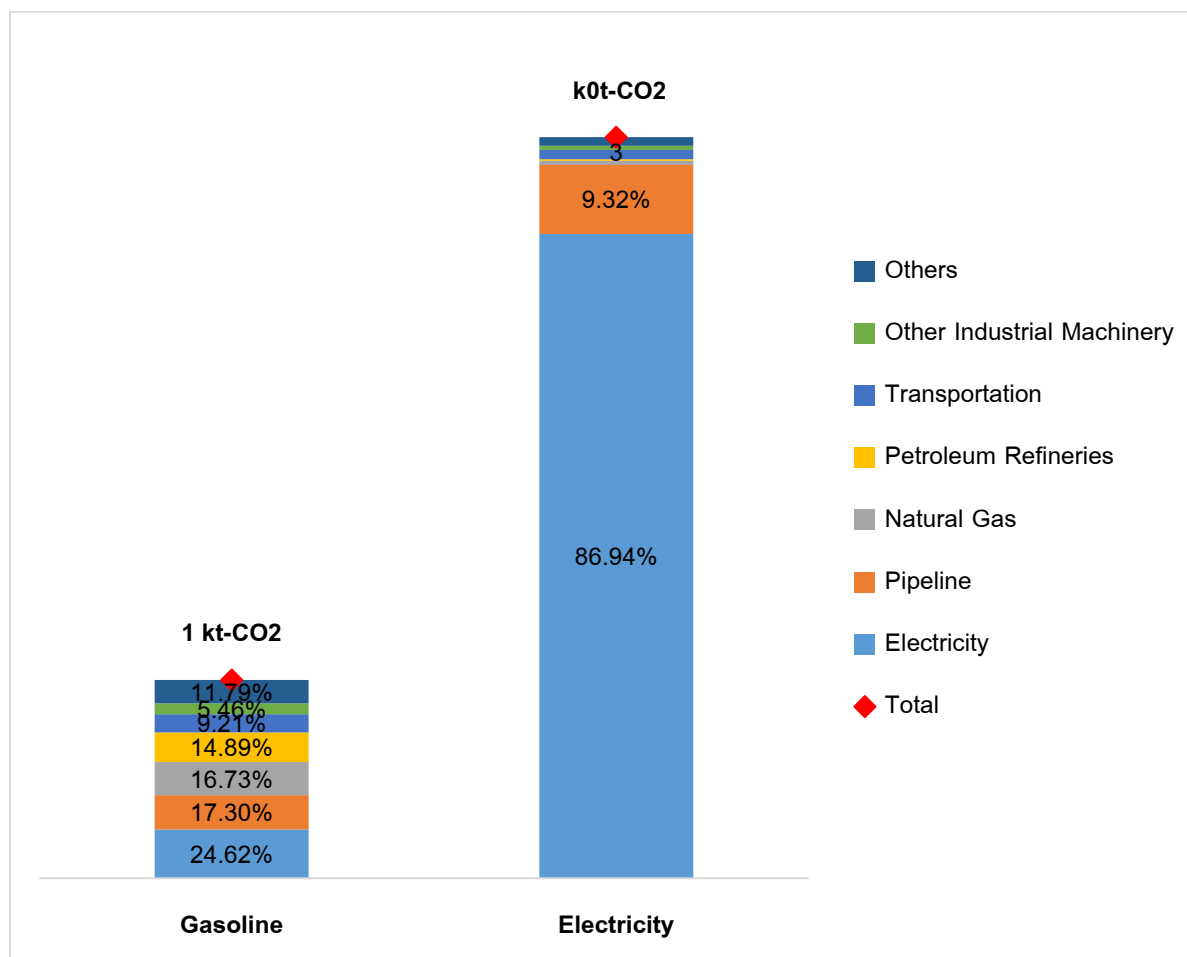


ภาพที่ 1 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์จากการศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย

สำหรับเชื้อเพลิงพบว่า ค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันของยานยนต์สันดาปมีราคาสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ภายในที่อยู่อาศัย แต่ถึงแม้ค่าใช้จ่ายของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะน้อยกว่ามาก แต่จากการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการอัดประจุไฟฟ้าในระยะเวลา 5 ปี คิดเป็นปริมาณ 7.08 kt-CO₂

และมากกว่าร้อยละ 86.94 ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดมาจากสาขาการผลิตไฟฟ้าเอง ในขณะที่การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็น 1.89 kt-CO₂ ซึ่งการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนใหญ่มาจากสาขาการผลิตไฟฟ้าเช่นกัน แต่มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 24.62 รายละเอียดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเชื้อเพลิงยานยนต์จากการศึกษา
ที่มา: ผู้วิจัย

ภาพรวมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปรียบเทียบระหว่างยานยนต์สันดาปและยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ของประเทศไทย พบว่า ยานยนต์สันดาปมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าทั้งจากการผลิตยานยนต์ และการใช้เชื้อเพลิงเป็นระยะเวลา 5 ปี โดยด้านการผลิตยานยนต์ถึงแม้ราคายานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะมีราคาสูงกว่ายานยนต์สันดาปมาก แต่พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตยานยนต์แตกต่างกันไม่มากนัก โดยยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าร้อยละ 19.25 เมื่อเทียบกับยานยนต์สันดาป และด้านการใช้งาน พบว่ายานยนต์สันดาปมีค่าใช้จ่ายจากการเติมเชื้อเพลิงค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับราคาเชื้อเพลิงในการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงถึง 3.74 เท่า และจากการศึกษายังพบว่า สาขาการผลิตไฟฟ้า เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสาขาการผลิตอื่น เนื่องจากเป็นพลังงานขั้นพื้นฐานในกระบวนการผลิตของทุกอุตสาหกรรม

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์สันดาปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคขนส่งได้จริง แต่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคพลังงานให้เพิ่มสูงขึ้น ผ่านความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุยานยนต์ทั้งภายในบ้านอยู่อาศัยและสถานีอัดประจุ เนื่องจากการศึกษานี้พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตไฟฟ้าเกือบเท่าตัว ทำให้การเปลี่ยนผ่านดังกล่าวจะส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมเพิ่มสูงขึ้น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกสาขาการผลิต คือ สาขาการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเป็นสาขาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิตสูงเป็นลำดับต้นๆ และกระแสไฟฟ้ายังเป็นพลังงานขั้นพื้นฐานในกับสาขาการผลิตอื่น หากสามารถทำให้สาขาการผลิตไฟฟ้ามีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยของมูลค่าผลผลิตลดลงได้ จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งทางตรงจากสาขาการผลิตไฟฟ้าเอง และทางอ้อมให้กับสาขาการผลิตอื่นที่ใช้กระแสไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ดังนั้นนอกจากการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่งแล้ว ภาคพลังงานควรเร่งดำเนินการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดให้สูงมากขึ้น หรือพิจารณาตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศ เพราะในอนาคตเชื่อว่านอกจากภาคขนส่งแล้ว ภาคอุตสาหกรรม และภาคส่วนอื่น มีแนวโน้มเปลี่ยนผ่านการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลสู่พลังงานไฟฟ้าเช่นกัน

ข้อเสนอแนะที่ได้รับการวิจัย

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าสาขาการผลิตไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างมากต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวม เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในอุตสาหกรรม และใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นนี้แล้วหากโครงสร้างการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยยังคงพึ่งพาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นส่วนใหญ่ การเปลี่ยนผ่านดังกล่าวไม่ต่างอะไรกับการย้ายการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคส่วนอื่น สู่ภาคการผลิตไฟฟ้าเท่านั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดังนี้

- 1) นอกจากการเพิ่มสัดส่วนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และพลังงานทดแทนให้สูงมากขึ้นแล้ว การใช้เทคโนโลยีสะอาดเพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบเดิมจะช่วยให้การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง ทั้งนี้ในเบื้องต้นภาครัฐอาจต้องมีการลงทุนเพื่อสนับสนุนเครื่องจักร หรือเครื่องมือบางส่วน หรือออกมาตรฐานบางประการสำหรับโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลเดิมที่มีความต้องการปรับปรุงเทคโนโลยีในการผลิตเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 2) การพิจารณาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นพลังงานทางเลือกอีกครั้ง เนื่องจากประเทศไทยเคยจัดทำแผนเตรียมความพร้อมในการศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ภายในประเทศ แต่ไม่ได้รับการยอมรับจากประชาชน ประกอบกับการขาดความรู้ความเข้าใจ ณ ขณะนั้น ทำให้แผนดังกล่าวต้องถูกยกเลิกไป แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านความปลอดภัย อีกทั้งปัจจุบันการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเป็นไปได้อย่างมากขึ้น ดังนั้นหากนำแผนดังกล่าวมาพิจารณาอีกครั้งถือเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยานยนต์ไฟฟ้าประเภทอื่นเพิ่มเติม เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด เพื่อเป็นแนวทางในการวางกรอบนโยบาย การสนับสนุนและส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก. (2567). รายงานสถิติการขนส่ง 5 ปี (ปีงบประมาณ 2562-2566). สืบค้นจาก <https://web.dlt.go.th/statistics/>.

- คณะกรรมการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน. (2561). แผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน การปฏิรูปด้านเทคโนโลยี นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน ประเด็นการปฏิรูปที่ 16 การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย. สืบค้นจาก <http://nscr.nesdc.go.th/>.
- สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้ พลังงานปี 2565. สืบค้นจาก <https://www.eppo.go.th/>.
- สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). สถานการณ์การใช้น้ำมันและไฟฟ้า ปี 2565. สืบค้นจาก <https://www.eppo.go.th/>.
- สิริวัฒน์ วงศ์ประเสริฐผล. (2564). การจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตแบบไฮบริด และศึกษาผลกระทบทาง เศรษฐกิจของอุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- Guo, Z., Li, T., Shi, B., & Zhang, H. (2022). Economic impacts and carbon emissions of electric vehicles roll-out towards 2025 goal of China: An integrated input-output and computable general equilibrium study. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 165-174.
- Hirz, M., & Nguyen, T. T. (2022). Life-Cycle CO₂-Equivalent Emissions of Cars Driven by Conventional and Electric Propulsion Systems. *World Electric Vehicle Journal*, 13(4), 61.
- Rahman, M. M., Zhou, Y., Rogers, J., Chen, V., Sattler, M., & Hyun, K. (2021). A comparative assessment of CO₂ emission between gasoline, electric, and hybrid vehicles: A Well-To-Wheel perspective using agent-based modeling. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128931.
- Solaymani, S. (2019). CO₂ emissions patterns in 7 top carbon emitter economies: The case of transport sector. *Energy*, 168, 989-1001.
- Techa-erawan, T., Bunditsakulchai, P., & Ratisukpimol, W. (2023). *Impacts of Establishing EVs Production Sector and EVs Promotion in Thailand*. SIBR (Tokyo).
- Thomas, C.E.S. (2012). US marginal electricity grid mixes and EV greenhouse gas emissions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(24), 19231-19240.
- Xue, M., Lin, B. L., & Tsunemi, K. (2021). Emission implications of electric vehicles in Japan considering energy structure transition and penetration uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 280(1), 124402.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2024 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).