

รถยนต์ไฟฟ้า : ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 และโอกาสในประเทศไทย

ธงชัย ลิ้มปิติกรานนท์¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรถยนต์ไฟฟ้า : ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 และโอกาสในประเทศไทย และเป็นแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 รวมถึงการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สามารถลดลงได้จากการใช้รถยนต์ไฟฟ้า รวมถึงโอกาสและอุปสรรคในการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้าจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ต้องอาศัยปัจจัยจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะการสนับสนุนจากภาครัฐ ในการส่งเสริมด้านต่าง ๆ เช่น ราคารถยนต์ไฟฟ้าที่ถูกลง, มาตรการภาครัฐที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเป็นฐานผลิต EV ในไทย, จุดชาร์จไฟฟ้าที่ยังไม่ครอบคลุม, คนไทยหันไปใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแทน หากปัจจัยข้างต้นได้รับการแก้ไขจะทำให้ภาคประชาชนมีความสนใจในการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น และจะสามารถลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 รถยนต์ไฟฟ้า แนวทางการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้า

¹ อาจารย์พิเศษ สาขาวิชาการตลาด คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
e-mail: thongchai.l@dru.ac.th

Electric Cars: Environmental Challenges and Potentiality of Growth in Thailand

Thongchai Limpitikranon¹

Abstract

This research aims to investigate the relationship between the environmental issues of fine particles (PM 2.5) and the potential for market growth of electric vehicles (EV) in Thailand. In this thesis, a notion regarding the possibility of electric vehicles in lowering environmental impacts will be addressed along with the inclusion of opportunities and obstacles to the growth of electric vehicles in Thailand. Whether a successful implementation scheme for electric vehicles will be accomplished or not, it is undeniable that the following key variables are indispensable: an active role of government supporting protocols in promoting and reducing barriers to greater acceptance; for example, an allocation of electric vehicle subsidies; unfavorable government policy in advocating electric vehicle manufactures in Thailand; an insufficiency of electric vehicle charging infrastructure development; and public transportation preference. Once the aforementioned conditions are comprehensively orchestrated, it will result in an increasing public interest in purchasing alternative choices of electric vehicles, which will lead to fewer negative impacts on the environment in the future.

Keywords: Environmental Issues of Fine Particulate Matter (PM2.5), Electric Vehicles (EV), Potential Growth of Electric Vehicles (EV)

¹ Special Lecturer, Faculty of Management Sciences, Dhonburi Rajachabhat University
e-mail: thongchai.l@dru.ac.th

บทนำ

จากสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อม PM 2.5 ในปัจจุบัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพ โดยในปี 2564 พบว่าปัญหาค่า PM 2.5 ของประเทศไทย มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน (องค์การอนามัยโลกแนะนำอยู่ที่ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ถึงสองเท่า โดยมีค่าเฉลี่ยในปี 2564 เท่ากับ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้รถยนต์ทำให้เกิดฝุ่นละอองปกคลุมทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้ประชาชนหันมาให้ความสนใจกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 หนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษเกิดจากการจราจรที่หนาแน่น ซึ่งเกิดจากปริมาณไอเสียของรถยนต์ จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษที่อ้างอิง ในงานวิจัยปี 2560 ไอเสียของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลคิดเป็นปริมาณ 20 –30% ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งแม้จะไม่ใช่ว่าปัญหาทั้งหมดของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 แต่หากสามารถลดปริมาณไอเสียซึ่งเกิดจากรถยนต์บนท้องถนนก็จะมีส่วนช่วยลดปัญหา ฝุ่นละอองและก๊าซพิษต่างๆได้มาก ด้วยปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการใช้รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (กรมควบคุมโรค, 2565)

จากผลการวิจัยเชิงเศรษฐศาสตร์ จากคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ของ ภูริ สิริสุนทร (2562) ได้อธิบายถึงยานยนต์ไฟฟ้า มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ประหยัดพลังงาน และมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการซ่อมบำรุง และค่าเชื้อเพลิง ฯลฯ แม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องการชาร์จพลังงานไฟฟ้า (1 ครั้งใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง วิ่งได้ 400 กิโลเมตร) ซึ่งอาจยังไม่เหมาะสมกับการเดินทางไกล แต่เมื่อนับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็ถือว่าคุ้มค่า เพราะหลายประเทศได้เปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า พบว่าทำให้ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมลดลง เช่น นอร์เวย์ เยอรมัน อเมริกา ญี่ปุ่นและจีน ดังนั้นหนึ่งในทางออก ที่จะช่วยลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมคือการนำรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้แทนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นทางออกหนึ่ง ในการแก้ปัญหา PM 2.5 ในปัจจุบันนอกจากประสบปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแล้ว อีกหนึ่งปัญหาซึ่งทำให้ประชาชนให้ความสนใจในการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามาแทนรถยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือปัญหาราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบราคาน้ำมันดีเซล, E85, E20, แก๊สโซฮอล์91, แก๊สโซฮอล์ 95

วันที่	ดีเซล	E85	E20	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ 95
1-04-64	23.49	21.09	25.14	26.38	26.65
1-07-64	25.99	22.59	27.54	28.78	29.05
1-10-64	28.29	23.44	29.64	30.88	31.15
1-01-65	29.04	24.14	30.24	31.48	31.75
1-04-65	29.94	31.64	38.34	39.18	39.45
เพิ่มขึ้น (%)	27.45 %	50.02%	52.51%	48.52%	48.03%

ที่มา: ปตท.น้ำมันและการค้าปลีก, 2565

ราคาขายปลีกกม. และปริมณฑล ประจำปีพ.ศ. 2564 และ 2565 (หน่วยแสดงเป็นบาท/ลิตร)

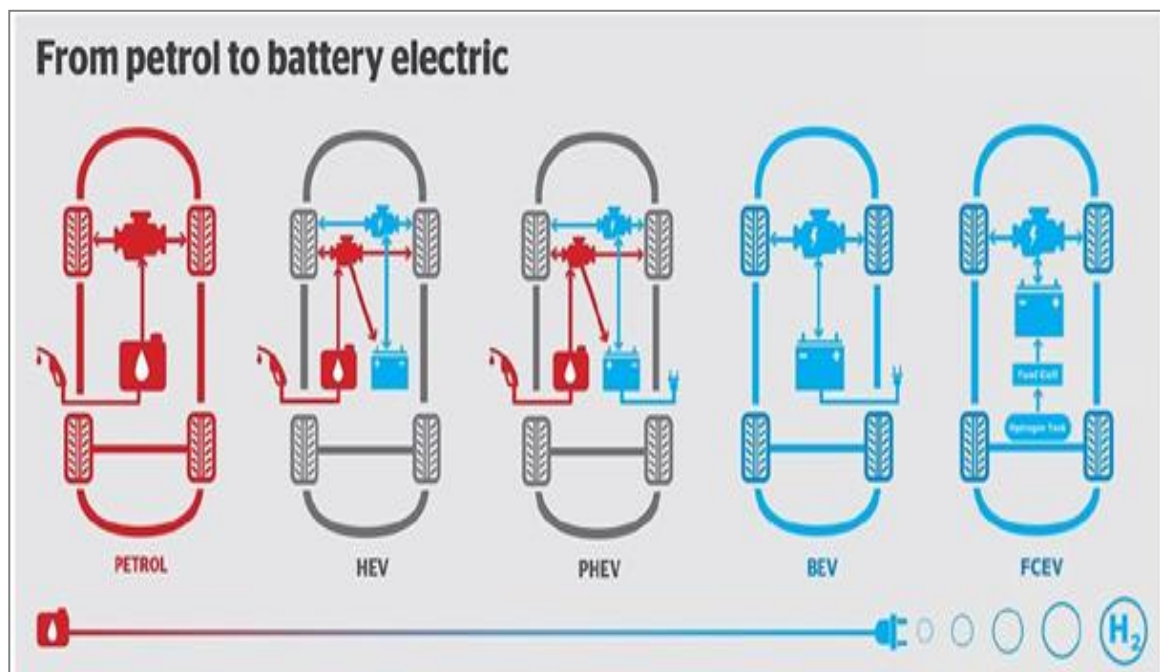
* ราคาข้างต้นยังไม่รวมภาษีบำรุงท้องที่ ซึ่งอาจมีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่

สถานการณ์ในปัจจุบันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้รถยนต์จากเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine : ICE) ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง

กับอากาศที่เกิดขึ้นภายในเครื่องยนต์ แล้วเกิดการออกซิไดซ์ (Oxidizing) กระทั่งมีการขยายตัว จนแตกตัวภายในห้องเผาไหม้ ทำให้แรงระเบิดจากการเผาไหม้ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานขับเคลื่อนรถยนต์ มาเป็นรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle : EV) ซึ่งเป็นรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 100%. ในการขับเคลื่อนโดยมีองค์ประกอบหลักสำคัญในการขับเคลื่อน คือ แบตเตอรี่ อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า และมอเตอร์ไฟฟ้า จากปัจจัยต่างๆทั้งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ผู้ซื้อรถยนต์มีแนวโน้มที่จะหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในอนาคต (วนิดา บุญภิรักษ์, 2564)

แนวโน้มการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

คำว่ารถยนต์ไฟฟ้า หรือ EV (Electric Vehicle) คือยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว หรือมีการทำงานร่วมกับเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้เป็น 4 ประเภท (วนิดา บุญภิรักษ์, 2564) ดังนี้



ภาพที่ 1 ประเภทของรถยนต์ไฟฟ้า

ที่มา: สถาบันยานยนต์, (2021)

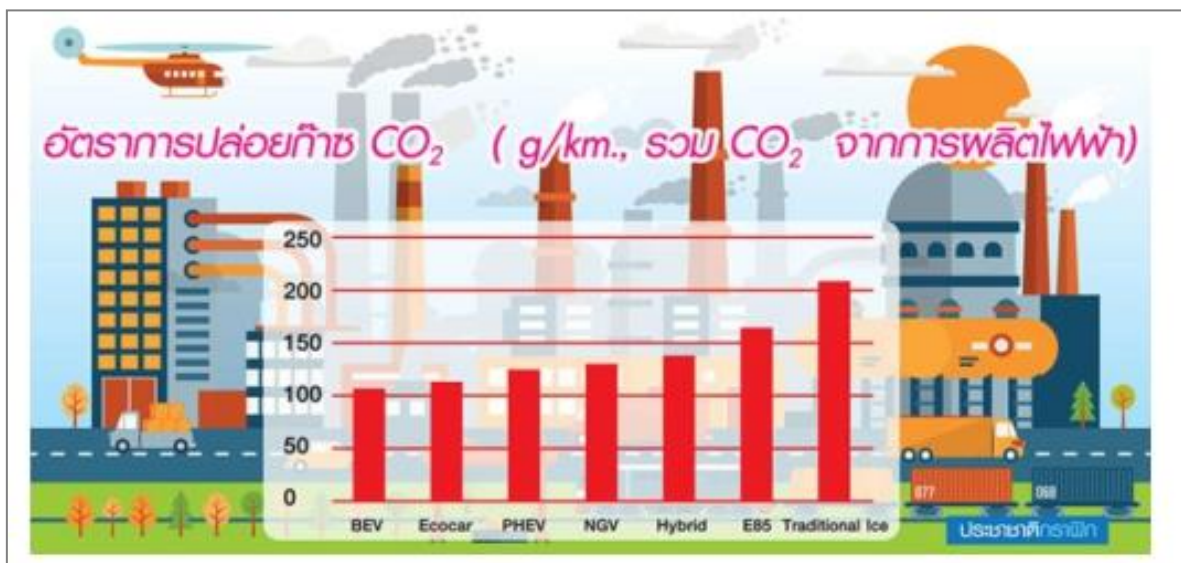
1. รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสม หรือไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV) เป็นยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อน แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ Micro Hybrid (Start & Stop) Mild Hybrid (MHEV) และ Full Hybrid (FHEV) โดยรถยนต์ประเภทนี้มีการเบรก มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็น Generator และเปลี่ยนพลังงานจลน์กลับคืนเป็นพลังงานไฟฟ้าเข้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ได้อีกด้วย เราเรียกกระบวนการนี้ว่า Regenerative braking จากกระบวนการออกแบบและการทำงานของรถยนต์ Hybrid ทำให้รถประเภทนี้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้ใช้น้ำมันเพียงอย่างเดียวค่อนข้างมาก ตัวอย่างรุ่นรถยนต์ที่จำหน่าย เช่น Toyota Camry Hybrid, Toyota C-HR Hybrid, Toyota Alphard Hybrid, Toyota CHR Hybrid, Toyota Prius, Toyota Altis Hybrid, Honda Accord Hybrid, Nissan X-Trail Hybrid

2. รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊ก หรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) ลักษณะการทำงานและชิ้นส่วนคล้ายไฮบริด แต่จะแตกต่างตรงที่รถยนต์ประเภทนี้สามารถชาร์จประจุไฟฟ้าจากภายนอก ซึ่งก็อาจจะใช้เป็น EV Charger หรือสายชาร์จที่แถมมากับตัวรถ จึงทำให้รถยนต์ประเภทนี้สามารถที่จะขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพื่อให้การขับขี่ได้ระยะทางที่ไกลกว่า แต่มีราคาสูงเนื่องจากใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่ ตัวอย่างรุ่นรถยนต์ที่จำหน่าย เช่น Mercedes Plug-in Hybrid, BMW Plug-in Hybrid, Audi Plug-in Hybrid

3. รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว โดยผู้ผลิตรถยนต์บางรายติดตั้งเครื่องยนต์เพื่อทำหน้าที่ปั่นไฟเพื่อเพิ่มระยะทางในการใช้งานเรียกว่า Range Extender Battery Electric Vehicle (REEV) ตัวอย่างรุ่นรถยนต์ที่จำหน่าย เช่น Tesla, Nissan Leaf, MG ZS EV, Hyundai IONIQ EV, BMW i3, Kia Soul EV

4. รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) ใช้มอเตอร์เป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อน แต่แหล่งที่มาของพลังงานเป็นก๊าซไฮโดรเจน โดยก๊าซไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่ทำให้เซลล์เชื้อเพลิงทำให้เกิดพลังงานส่งกำลังให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าใช้ในการขับเคลื่อนซึ่งทำให้สามารถเก็บพลังงานได้มากกว่ารถ BEV โดยรถยนต์ประเภทนี้จะต้องมีการเติมพลังงานไฮโดรเจนที่สถานีให้บริการ ตัวอย่างรถยนต์ที่จำหน่าย เช่น Toyota Mirai, Hyundai Nexo, Honda Clarity

ดังนั้นหนึ่งในทางออกที่ได้รับการกล่าวถึงคือการลดปริมาณไอเสียจากรถยนต์ คือการนำรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้แทนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2 อัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ จากประเภทรถยนต์ต่างๆ

ที่มา : พชรพจน์ นันทรามาศ, (2562)

จากอัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ ในภาพที่ 2 หากเราลดปริมาณไอเสียจากรถยนต์บนท้องถนนจะทำให้เกิดการลดฝุ่นและก๊าซพิษต่างๆ ได้มาก

อย่างที่เรารู้กันดีว่า รถยนต์ไฟฟ้ามีหลายประเภท มีตั้งแต่รถ BEV (battery electric vehicles) ที่ไม่มีการปล่อยไอเสียเลยเนื่องจากการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และใช้พลังงานแบตเตอรี่ซึ่งมาจากการเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าอย่างเดียว ส่วนรถ PHEV (plug-in hybrid electric vehicles) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ 2 ระบบ คือ ทั้งเครื่องยนต์สันดาปภายใน (internal combustion engine : ICE) และมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนร่วมกัน สามารถเสียบปลั๊กชาร์จไฟฟ้าได้เหมือนรถ BEV และอีกประเภทคือรถ HEV (hybrid electric vehicles) เป็นรถยนต์ใช้เครื่องยนต์สลับกับมอเตอร์ไฟฟ้าเช่นกัน แต่ไม่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้า ซึ่งรถยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภทนี้มีการปล่อยมลพิษน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เพียงอย่างเดียว

หากเราใช้อัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ ซึ่งสามารถดูได้จาก eco-sticker โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมของรถยนต์แต่ละคัน เป็นตัววัดการปล่อยมลพิษจากไอเสีย (eco-sticker ไม่ได้ระบุอัตราการเกิดฝุ่น) จะพบว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เพียงอย่างเดียวจะมีอัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ ที่ราว 100 กรัม ต่อ กิโลเมตร (g/km) สำหรับรถขนาดเล็ก (eco-car) และสูงได้ถึงราว 200 g/km สำหรับรถกระบะที่ใช้ น้ำมันดีเซล ซึ่งขึ้นอยู่กับมาตรฐานของเครื่องยนต์และน้ำมันที่ใช้เติม ในขณะที่รถ BEV จะมีอัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ เป็นศูนย์ ส่วนรถ PHEV จะอยู่ที่ราว 50-60 g/km และรถ HEV จะอยู่ที่ราว 90-100 g/km อย่างไรก็ดี ตัวเลขการปล่อยก๊าซ CO₂ จากท่อไอเสียยังไม่ใช่ผลพิษทั้งหมดของรถยนต์เหล่านี้ โดยเฉพาะรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งต้องรวมมลพิษทางอากาศจากการผลิตไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของ “ต้นทุน” ด้านมลพิษของการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาของคณะนักวิจัยจาก TDRi ในปี 2559 พบว่าอัตราการปล่อยก๊าซ CO₂ เมื่อรวมการผลิตไฟฟ้าในการใช้รถ BEV จะอยู่ที่ประมาณ 100 g/km ใกล้เคียงกับรถขนาดเล็ก eco-car แต่ก็ยังต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ICE) ทั่วไปอยู่มาก แหล่งที่มาของไฟฟ้าจึงเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่การลดมลพิษโดยการหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้ากันมากขึ้น

จากแผนการพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยปี 2561-2580 (Power Development Plan : PDP 2018) ที่เพิ่งผ่านการเห็นชอบในการประชุมคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 24 มกราคม 2562 การผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วง 20 ปีข้างหน้าจะลดการใช้ปริมาณถ่านหินลงจาก 21% ในปัจจุบันเหลือประมาณ 12% แต่ก็ยังพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงอาทิ ก๊าซธรรมชาติ / LNG และชีวมวลในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง (สำนักงานนโยบายและพลังงาน, 2562)

ดังนั้น ด้วยแผนพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในระยะ 20 ปีข้างหน้า แนวทางการลดมลพิษทางอากาศในเมืองโดยการหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าให้ได้ประโยชน์สูงสุด จำเป็นต้องเกิดขึ้นควบคู่ไปกับการเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าของไทย ให้ได้ปริมาณไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปริมาณเชื้อเพลิงเท่าเดิม และปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้มีการปล่อยมลพิษจากเชื้อเพลิงเดิมให้น้อยลงกว่าในปัจจุบัน

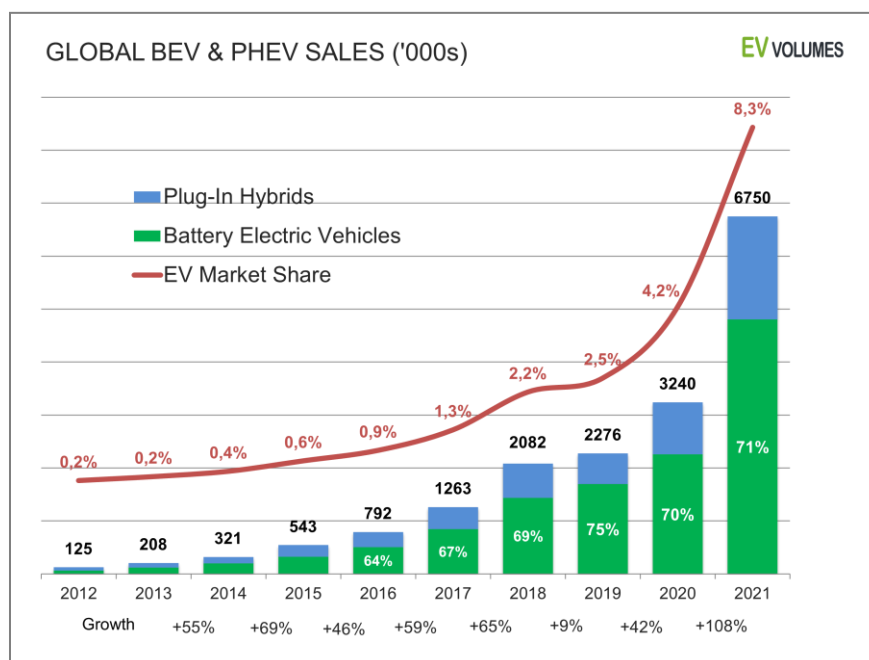
นอกจากนี้ อีกปัจจัยที่ควรต้องนำมาพิจารณา คือ มลพิษที่เกิดจากการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเอง ซึ่งแม้ไม่ใช่ประเด็นที่ต้องกังวลในขณะนี้รถยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ยังมาจากการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก แต่หลายค่ายรถยนต์ก็มีแผนที่จะผลิตแบตเตอรี่ในประเทศในอนาคตตามแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคตของรัฐบาล

ข้อมูลจากต่างประเทศชี้ว่าการผลิต BEV มีการปล่อยมลพิษสูงกว่าการผลิต ICE โดยส่วนใหญ่เกิดจากวัสดุและการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน จากบทวิเคราะห์ในหนังสือพิมพ์ Financial Times พบว่ารถ BEV ขนาดใหญ่ เช่น Tesla Model S มีมลพิษซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (production emission) เมื่อแปลงเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ สูงกว่ารถยนต์ขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์อย่าง BMW 7 Series อยู่ถึง 49% เป็นต้น อ้างอิงการศึกษาโดยคณะผู้วิจัย MIT Trancik Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา

คณะผู้วิจัย MIT Trancik Lab ยังแนะนำให้พิจารณาผลกระทบตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์ หรือที่เรียกว่า life-cycle emission โดยคำนึงถึงมลพิษที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการผลิต การใช้งานด้วยเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ที่มาของเชื้อเพลิง ตลอดจนการทำลายซากซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะในระยะยาวเราจะต้องคำนึงถึงการกำจัดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนของรถยนต์ไฟฟ้าหลังหมดอายุการใช้งาน ซึ่งเป็นภาคอุตสาหกรรมอันตรายที่ต้องกำกับดูแลอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยก็ยังชี้ว่า รถยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการปล่อยมลพิษตลอดอายุการใช้งานต่ำกว่ารถยนต์ขนาดเดียวกันที่ใช้เครื่องยนต์อยู่มาก

แนวทางการเติบโตรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย

ประเทศไทยมีความพร้อมแค่ไหน สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ที่ถูกผลักดันให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน และการเติบโตของอุตสาหกรรม EV ทั่วโลก หากเราย้อนกลับมาดูยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกรวบรวมโดย EV volumes.com ตั้งแต่ปี 2012 – 2021 เราจะพบว่าในปี 2021 ที่ผ่านมามีการจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกถึง 6.75 ล้านคัน คิดเป็น 10.11 % ของการจำหน่ายรถยนต์ทั่วโลก (ยอดจำหน่ายรถยนต์ 66.7 ล้านคัน) ซึ่งเติบโตเพิ่มขึ้น 108 % จากยอดจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้า ในปี 2020 ที่สามารถจำหน่ายทั่วโลกได้ 3.24 ล้านคัน โดยในปี 2021 ประเทศไทยมียอดจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ 1,935 คัน คิดเป็น 0.25% ของการจำหน่ายรถยนต์ในประเทศไทย (ยอดจำหน่ายรถยนต์ 759,119 คัน) ซึ่งลดลง 6.92 % จากยอดจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าในปี 2020 ที่จำหน่ายได้ 2,079 คัน (Roland Irle, 2022)



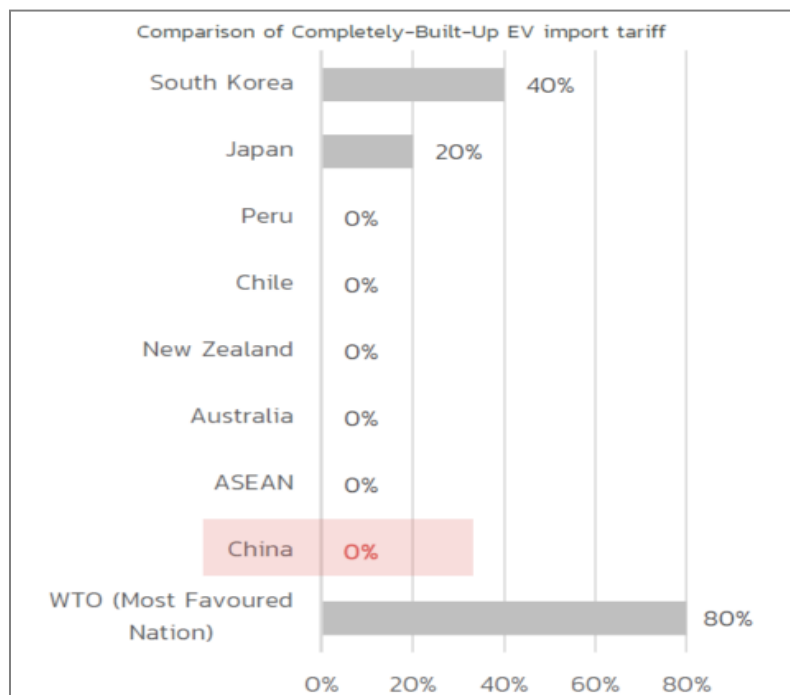
ภาพที่ 3 ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกปี 2012 – 2021
ที่มา: Roland Irle, (2022)

เมื่อเปรียบเทียบกับภาระการจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกจะเห็นว่าในประเทศไทยมีอัตราการจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าที่ต่ำมาก ซึ่งอุปสรรคสำคัญที่ทำให้คนไทยไม่ตัดสินใจในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าคือ โครงสร้างพื้นฐาน โดย 72% ชี้ว่าจุดชาร์จไฟฟ้าสาธารณะยังมีน้อยเกินไป และ 67% กังวลว่าพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่จะหมดลงก่อนที่จะถึงจุดหมายปลายทาง ถึงแม้จะมีความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าอย่างมากก็ตาม

จากรายงานการวิเคราะห์ตลาดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย โดยเกียรตินาคินภัทร เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2564 มีการประเมินว่าปัจจัยที่สนับสนุนให้รถยนต์ไฟฟ้า (EV) เติบโตในประเทศไทย คือ ข้อตกลงการค้าเสรีอาเซียน – จีน, ราคาแบตเตอรี่ที่ปรับลดลงอย่างต่อเนื่อง, ปัญหาสิ่งแวดล้อมและมลภาวะทางอากาศ (เกียรตินาคินภัทร, 2021)

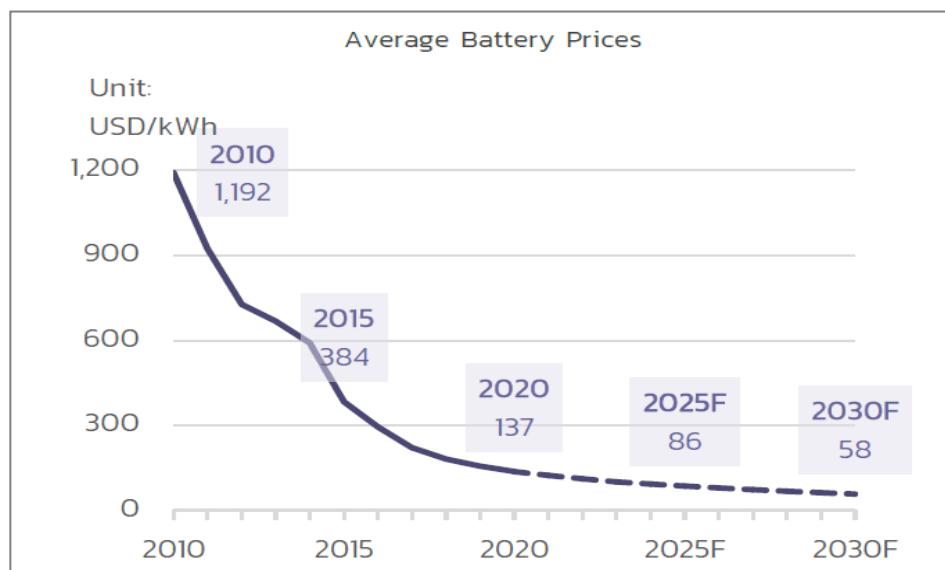
ประการแรก ข้อตกลงการค้าเสรีอาเซียน-จีนส่งผลให้ EV นำเข้าจากจีนจะไหลเข้าสู่ไทยต่อเนื่อง ข้อตกลงระหว่างอาเซียนและจีนที่ลงนามกันในปี 2005 ก่อนเทคโนโลยี EV จะเริ่มเป็นที่รู้จักระบุให้ยกเว้นภาษีสำหรับการส่งออกและนำเข้าระหว่างกันในหมวด “รถยนต์อื่น ๆ” (HS code: 870390) โดยมีผลตั้งแต่ปี 2010 เป็นต้นมา ขณะที่อัตราภาษีศุลกากรปกติอยู่ที่ 80% (ภาพที่ 4) รถ BEV นำเข้าทั้งคัน (Completely Built-Up: CBU) จากจีนจึงไม่ต้องเสียภาษีศุลกากรจากการได้รับสิทธิยกเว้นในหมวดดังกล่าว และมีเพียงภาระค่าขนส่ง ประกันภัย ภาษีสรรพสามิต ภาษีเพื่อมหาดไทย และภาษีมูลค่าเพิ่มเท่านั้น

ดังนั้น ตลาด EV ในไทยจะยังเชื่อมโยงแนบแน่นกับอุตสาหกรรม EV และส่วนประกอบของจีน ในระยะสั้นและระยะกลาง และ BEV หลายรุ่นจากจีนจะทยอยเปิดตัวในไทยเพื่อเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งรวมถึง BEV จากค่ายรถยนต์ของสหรัฐอเมริกาและยุโรปที่มาตั้งฐานการผลิตในจีนและอาจมาทำตลาดในไทยผ่านการนำเข้าจากจีนในระยะแรก

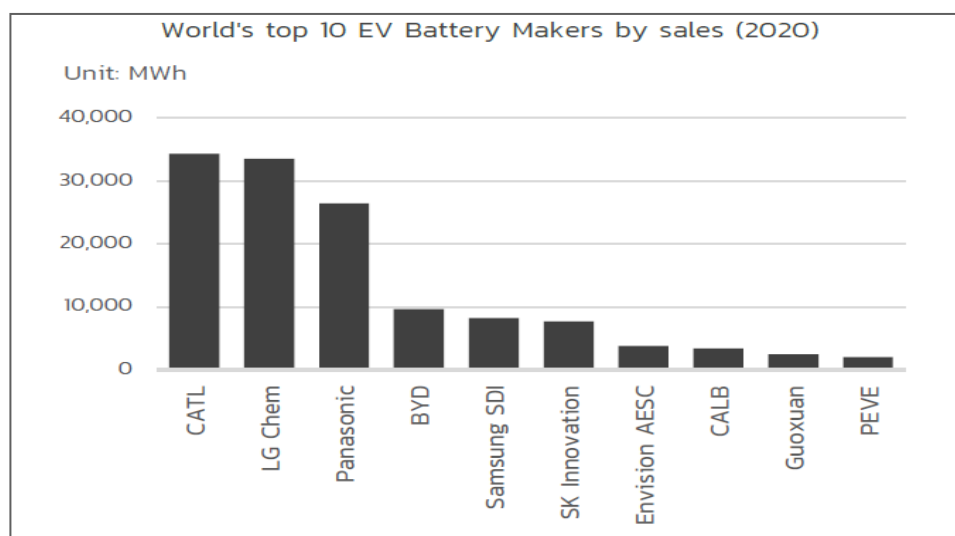


ภาพที่ 4 เปรียบเทียบภาษีนำเข้าของสินค้าหมวด “รถยนต์อื่น ๆ”
ที่มา : Marketeer, (2021)

ประการที่สอง ราคาแบตเตอรี่ที่ปรับลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นต้นทุนหลักของ EV โดยต้นทุนจากแบตเตอรี่คิดเป็นถึงประมาณ 40% ของราคารถ EV ในปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านแบตเตอรี่ที่ล้ำหน้ามากขึ้นทั้งในแง่ความหนาแน่น (density) และสมรรถนะ ประกอบกับการประหยัดทางขนาด (economies of scale) จากการผลิตปริมาณมาก ส่งผลให้ราคาแบตเตอรี่ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงในปัจจุบันถูกลงถึง 9 เท่านับจากปี 2010 ขณะที่คาดว่าราคาแบตเตอรี่จะทยอยลดลง 9% ต่อปีในระยะ 5 ปีจากนี้ (ภาพที่ 5) นอกจากนี้ ในบรรดาผู้ผลิตแบตเตอรี่สำหรับ EV 10 อันดับแรกแล้วแต่เป็นผู้ผลิตในฝั่งเอเชีย และเป็นผู้ผลิตจากจีนอยู่ถึง 4 ราย (ภาพที่ 6) การส่งผ่านจากราคาแบตเตอรี่ที่ลดลงไปสู่ผู้บริโภคในไทยผ่านการนำเข้า EV ทั้งคันจากจีนจึงมีแนวโน้มเกิดขึ้นได้เร็ว

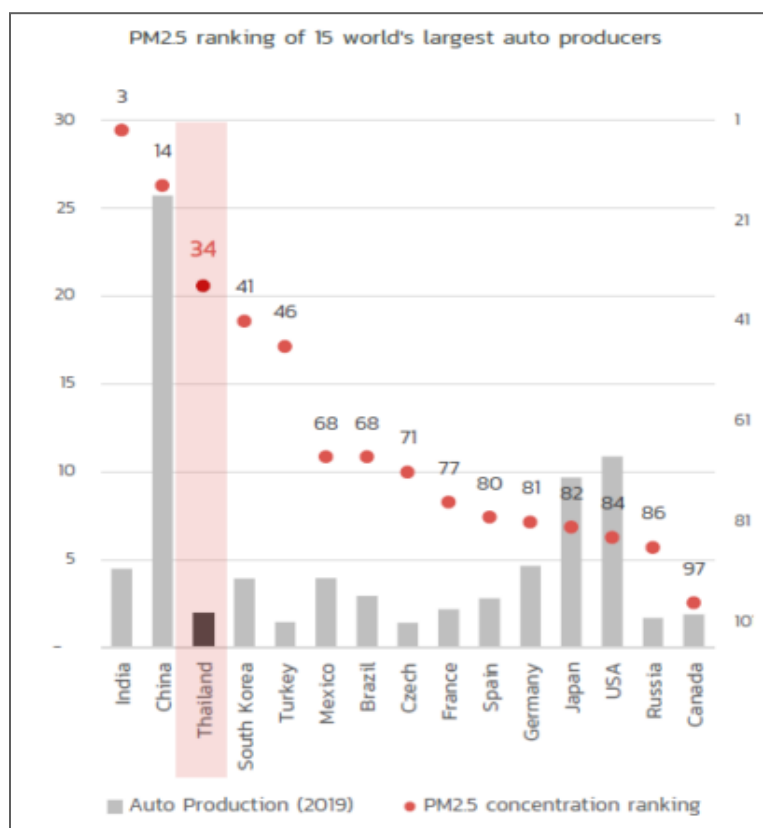


ภาพที่ 5 ราคาแบตเตอรี่ EV ลดลงกว่า 9 เท่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา
ที่มา : Bloomberg NEF, KKP Research, (2021)



ภาพที่ 6 ผู้ผลิตแบตเตอรี่ EV รายใหญ่ 10 อันดับอยู่ในทวีปเอเชีย
ที่มา : KKP Research, (2021)

ประการที่สาม ปัญหาสิ่งแวดล้อมและมลภาวะทางอากาศส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของชนชั้นกลางในเมือง ในรอบไม่กี่ปีที่ผ่านมา ความตื่นตัวต่อประเด็นทางสิ่งแวดล้อมเริ่มเพิ่มมากขึ้น รวมถึงปัญหา PM 2.5 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่เป็นแหล่งกำลังซื้อรถยนต์ที่สำคัญที่สุดของประเทศ โดยจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษกว่า 72% ของ PM 2.5 ในเขตกรุงเทพมหานครมาจากการปล่อยไอเสียของรถยนต์ ขณะที่ไทยติด อันดับ 3 ในด้านความรุนแรงของปัญหา PM 2.5 จาก 15 ประเทศผู้ผลิตรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดของโลก (ภาพที่ 7) การเรียกร้องให้มีมาตรการแก้ไขจากภาครัฐ ตลอดจนการเริ่มขยับตัวของภาคเอกชนไปสู่การสร้างองค์ประกอบที่จะประกอบขึ้นเป็นระบบนิเวศ EV (EV ecosystem) ทั้งการนำเสนอรถยนต์ EV ที่หลากหลายของค่ายรถยนต์ การสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า การปรับเปลี่ยนรูปแบบสถานีบริการ การติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าตามบ้านและสถานที่ต่าง ๆ รวมถึงการผลิตและติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน (Energy storage system) ซึ่งเป็นแรงหนุนสำคัญให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มเปลี่ยนจากการใช้รถ ICE มาเป็นรถ EV มากขึ้น



ภาพที่ 7 ประเทศไทยติดอันดับที่ 3 ในด้านความรุนแรงของปัญหา PM 2.5 จาก 15 ประเทศผู้ผลิตรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดของโลก

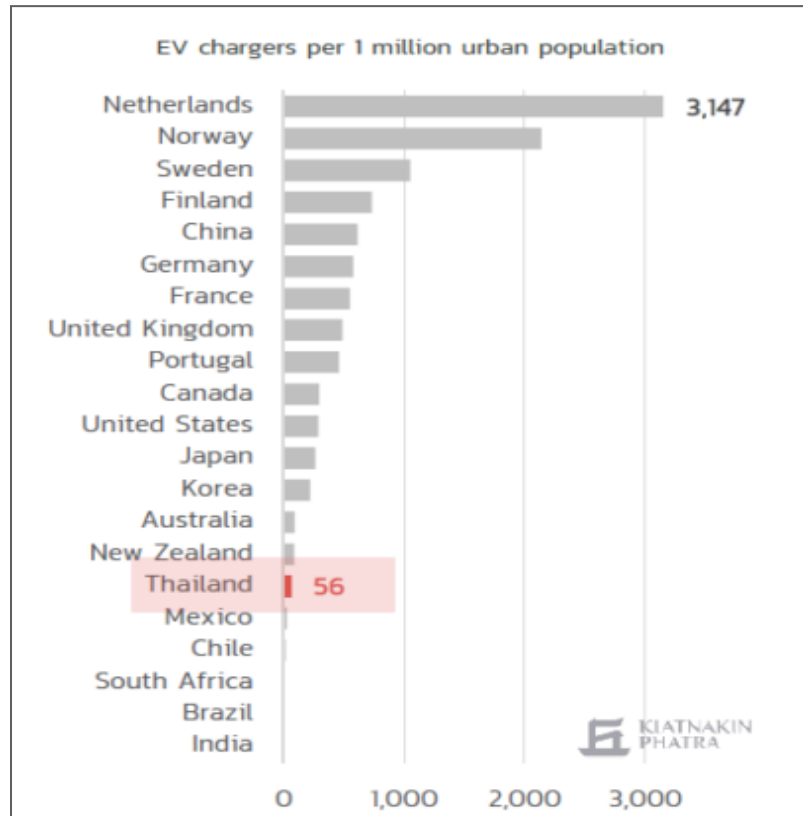
ที่มา : OICA, World Air Quality Report (2020), KKP Research (2021)

ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) คือ ราคาเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง, มาตรการรัฐยังไม่เอื้อต่อการสร้างฐานการผลิตในประเทศ, จุดชาร์จไฟฟ้าที่ยังไม่ครอบคลุม, คนไทยหันไปใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแทน (เกียรติดิณากินภัทร, 2021)

ประการแรก ราคาขายปลีกยังคงสูงและไม่คุ้มค่าสำหรับผู้บริโภคส่วนตัว EV ที่มีวางขายอยู่ในปัจจุบันในไทยล้วนมีราคาเริ่มต้นที่เกือบ 1 ล้านบาทหรือสูงกว่า แม้จะเป็นระดับราคาที่ไม่สูงไปกว่ารถ ICE ในกลุ่ม (segment) เดียวกันมากนัก แต่ก็ยังเป็นระดับราคาที่ยังไม่สามารถจูงใจให้ผู้บริโภคเปลี่ยนจากการใช้รถ ICE มาใช้ EV ได้ และแม้ EV และจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานการดูแลรักษาที่ต่ำกว่า แต่ราคาขายต่อ (resale value) ในระยะแรกยังมีแนวโน้มผันผวนได้มากกว่ารถ ICE ตามราคาแบตเตอรี่ที่ลดลงต่อเนื่องจากพัฒนาการทางเทคโนโลยี ในระยะแรก การอุดหนุนการซื้อ EV จากภาครัฐจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากและมีเหตุผลรองรับ (justification) ในด้านการชดเชยการลดมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม (Polluter Pays, Non-Polluter Compensated) เนื่องจากราคาแบตเตอรี่ไม่สามารถลดลงได้ทันที ขณะที่บริษัทผู้ผลิต EV ย่อมต้องการอัตรากำไรที่ดีเพื่อจูงใจในการผลิตหรือการทำตลาด EV ในไทย โดยการอุดหนุนการซื้อ EV จากภาครัฐอาจสามารถทำได้ทั้ง (1) การให้เงินคืน (rebate) แก่ผู้ซื้อ EV ในลักษณะเงินโอน (government transfer) หรือ (2) การหักลดหย่อนภาษีเงินได้สำหรับบุคคลธรรมดา

ประการที่สอง มาตรการรัฐยังไม่เอื้อต่อการสร้างฐานการผลิต EV ในประเทศ แม้ภาครัฐจะให้การสนับสนุนทางภาษีเพื่อส่งเสริมการลงทุนเพื่อสร้างฐานการผลิต EV ในประเทศ แต่ในปัจจุบันมาตรการที่มีอยู่ไม่อาจจูงใจให้ผู้ผลิตรถยนต์ดั้งเดิมที่เป็นรถ ICE โดยเฉพาะกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ญี่ปุ่นหันมาลงทุนสายการผลิต EV ในประเทศไทย เนื่องจากต้องลงทุนสูงและยังไม่มีตลาดในประเทศรองรับอย่างเพียงพอ อีกทั้งนโยบายยังขาดความชัดเจน เช่น การอนุญาตให้ผู้ได้รับการส่งเสริมการลงทุน BEV และ PHEV ซึ่งสร้างมลภาวะที่น้อยกว่า สามารถกลับมาใช้สิทธิประโยชน์ในการผลิตรถยนต์ไฮบริดหรือ HEV ซึ่งปล่อย CO2 สูงกว่า นอกจากการคงภาษีนำเข้าซึ่งเป็นชิ้นส่วนประกอบสำคัญ ของ EV ยังเป็นอุปสรรคต่อการเกิดอุตสาหกรรม EV ในประเทศ ขณะที่การนำเข้า BEV ทั้งคันจากจีน ผ่านข้อตกลงการค้าเสรี อาเซียน – จีน (ASEAN – China FTA) ก็ไม่ต้องเสียภาษีอากรนำเข้าแต่อย่างใด เป็นผลให้ผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศเสียเปรียบเพราะไม่สามารถสร้างหรือปรับสายการผลิต EV ให้ใหญ่มากพอที่จะทำให้เกิดความประหยัดทางขนาด (economies of scale) เพื่อแข่งขันกับผู้นำเข้า BEV ทั้งคันจากจีนได้ ขณะที่ผู้ผลิตส่วนประกอบยานยนต์ที่ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กไม่มีโอกาสในการปรับรูปแบบสินค้าของตนเองเพื่อรองรับตลาด EV

ประการที่สาม จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (charging stations) ที่ยังไม่ครอบคลุมเพียงพอในปัจจุบันไทยมีจำนวนหัวจ่ายไฟฟ้าสาธารณะทั่วประเทศรวม 1,964 หัวจ่ายหรือคิดเป็นเพียง 56 หัวจ่ายต่อประชากรในเมือง 1 ล้านคน (ภาพที่ 8) ความกังวลด้านระยะทางขับของรถ EV (range anxiety) ต่อการประจุไฟฟ้า ที่ยังไม่เทียบเท่าระยะต่อการเติมน้ำมันของรถ ICE แม้ว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับทั้งจากเทคโนโลยีการประจุไฟฟ้าและส่วนประกอบของแบตเตอรี่ นับเป็นปัจจัยลำดับต้นที่ทำให้ผู้ต้องการซื้อรถยังไม่กล้าตัดสินใจซื้อ EV เนื่องจากมองว่าไม่เหมาะต่อการเดินทางระยะทางไกลข้ามจังหวัด ในภาวะที่สถานีอัดประจุไฟฟ้ายังไม่ครอบคลุมเพียงพอทั้งในด้านจำนวนหัวจ่ายไฟฟ้าในเขตเมือง การกระจายตัวของสถานีในระดับประเทศ และการติดตั้งหัวจ่ายตามแหล่งธุรกิจเช่น ห้างสรรพสินค้า สถานที่ราชการ และแหล่งที่พักอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารชุดด้วยการใช้งาน EV ที่เข้มข้นในเขตเมือง ซึ่งมักมีประชากรอาศัยอยู่ในตึกสูงในสัดส่วนที่มาก ภาครัฐหรือองค์กรส่วนท้องถิ่นควรมีข้อกำหนดหรือส่งเสริมให้มีหัวจ่ายไฟฟ้าติดตั้งอยู่ในอาคารชุดทุกแห่ง และอาจทยอยเพิ่มจำนวนหัวจ่ายให้สอดคล้องไปกับสัดส่วน EV ที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตด้วย



ภาพที่ 8 ประเทศไทยยังมีจำนวนหัวจ่ายเป็นสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับประชากรในเมือง
ที่มา : International Energy Agency, KKP Research, (2021)

ประการสุดท้าย รูปแบบและข้อจำกัดในการใช้ชีวิตอาจทำให้คนเมืองหันไปใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแทนการเป็นเจ้าของรถยนต์ แม้หลายสำนักคาดการณ์ว่า EV จะเริ่มเข้ามาแทนที่รถ ICE ในทศวรรษนี้ แต่ด้วยรูปแบบการอยู่อาศัยที่เปลี่ยนแปลงไปของคนเมืองโดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร ที่นิยมอยู่อาศัยในอาคารสูงที่มักมีที่จอดรถจำกัด ประกอบกับระบบขนส่งมวลชนที่กำลังแผ่ขยายไปในเขตชานเมืองรวมเป็นระยะทางกว่า 300 กิโลเมตรใน 3 ปีข้างหน้า นอกเหนือจากการเดินทางด้วยรถสาธารณะที่หลากหลายมากขึ้นซึ่งรวมถึงการเรียกรถผ่านระบบออนไลน์ (ride-hailing services) แนวคิดเดิมที่รถยนต์เปรียบเสมือนปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตจึงมีแนวโน้มลดความสำคัญลง ส่งผลต่อทิศทางยอดขายรถโดยรวม มีการประเมินว่าการใช้รถ EV ในอนาคตมีแนวโน้มเป็นรูปแบบของเช่าใช้รายครั้ง (one-time rental) ระบบสมาชิก (subscription) หรือคาร์แชร์ริ่ง (car sharing) มากขึ้น ส่งผลให้ยอดขาย EV ในอนาคตจะมีสัดส่วนของการสั่งซื้อยกเล็ดหรือ Fleet purchase อยู่ในระดับสูง

จากผลการสำรวจความคิดเห็นของลูกค้ากรุงศรีอโต้ เกี่ยวกับความต้องการและปัจจัย ที่นำไปสู่การใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยเก็บจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 818 คน ทำการสำรวจผ่านช่องทางออนไลน์ เก็บข้อมูลในวันที่ 10 – 30 พฤศจิกายน 2564 พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 64 เป็นเพศชายและร้อยละ 66 อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัยทำงานระหว่าง 35-54 ปี โดยร้อยละ 37 อายุระหว่าง 35-44 ปี และร้อยละ 33 อายุระหว่าง 45-54 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท (ร้อยละ 42 และร้อยละ 31 ตามลำดับ) โดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 52) ข้าราชการ (ร้อยละ 20) และประกอบธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 20) ตามลำดับ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่

มีรายได้ปานกลาง โดยร้อยละ 44 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 15,000–50,000 บาท และร้อยละ 32 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 50,000–150,000 บาท สำหรับผู้ที่ตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าใช้ส่วนใหญ่ตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจาก 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำกว่า (ร้อยละ 81) ติดต่อสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 73) และชื่นชอบเทคโนโลยี (ร้อยละ 59) สรุปให้เห็นว่าการใช้รถยนต์ไฟฟ้า จะช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและมลพิษทางเสียง อีกทั้งยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ด้านพลังงานและการซ่อมบำรุงรักษา

สรุป

รถยนต์ไฟฟ้าจะมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ทั้งนี้หากจะทำให้สำเร็จได้ต้องเกิดจากความร่วมมือของทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนด้วย ดังนั้นในการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ต้องอาศัยปัจจัยในหลายส่วน เช่น มาตรการของภาครัฐ, จำนวนจุดชาร์จที่ต้องเพิ่มมากขึ้น, ราคารถยนต์ไฟฟ้าที่ต้องถูกลง หัวใจสำคัญของการเติบโตของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) คือ การทำให้ภาครัฐมีส่วนในการขับเคลื่อนกิจกรรมต่างๆ โดยอาศัยนโยบายด้านต่าง ๆ อาทิ ช่วยสนับสนุนในเรื่องของราคา หรือการมีโครงการเปลี่ยนรถยนต์เก่าที่หมดสภาพแล้วมาเป็นเครดิตในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า นโยบายด้านพลังงาน เช่น การวางโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการชาร์จไฟฟ้า เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้งานก็จะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญในการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประชาชน รวมถึงการให้รถโดยสารประจำทางที่ยังใช้น้ำมันดีเซลและเครื่องยนต์ที่เก่า หันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าแทน อีกทั้งในด้านของนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม นโยบายด้านภาษีสรรพสามิต ซึ่งจะส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า (EV) เพิ่มมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค (2565, มีนาคม 9). กรมควบคุมโรคขอเผยแพร่ “พยากรณ์โรคและภัยสุขภาพรายสัปดาห์” สืบค้นจาก <https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=23860&deptcode=brc>
- เกียรตินาคินภัทร (2021). *วิเคราะห์ EV ประเทศไทย : 3 ปัจจัยเร่ง 4 ปัจจัยท้าทายยานยนต์แห่งอนาคต* สืบค้นจาก <https://thaipublica.org/2021/03/kkp-research25/>
- ปตท.น้ำมันและการค้าปลีก. (2565). *ราคาน้ำมันขายปลีกกรุงเทพ และปริมณฑล*. สืบค้นจาก https://www.pttor.com/th/oil_price
- พรพจน์ นันทรามาศ. (2562, มีนาคม 1). *รถยนต์ไฟฟ้าทางเลือกใหม่ แก้ปัญหามลพิษได้จริงหรือ*. สืบค้นจาก <https://www.prachachat.net/columns/news-296122>
- ภูรี สิริสุนทร (2562, พฤษภาคม 8). *ยานยนต์ไฟฟ้า (EV)...ทางแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน*. สืบค้นจาก <https://www.greennetworkthailand.com/ยานยนต์ไฟฟ้า-ev/>
- วนิดา บุญภิรักษ์ (2564, ตุลาคม 7). *ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle : xEV) กับอุตสาหกรรมดิจิทัล* สืบค้นจาก <https://www.depa.or.th/th/article-view/electric-vehicle-xev-07102021>
- สถาบันยานยนต์. (2021). *ความรู้ยานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น*. สืบค้นจาก <https://www.thaiauto.or.th/2012/th/services/ev/pdf/ev-Intro.pdf>
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2562). *แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 (PDP2018) แผนแม่บทในการผลิตไฟฟ้าของประเทศ*
- Marketeer. (2021). *ส่องตลาด EV ในประเทศไทย: ไปไกลได้แค่ไหน...อะไรจุด อะไรดัน?*. สืบค้นจาก <https://marketeeronline.co/archives/213598>
- KKP Research. (2021). *ส่องตลาด EV ในประเทศไทย: 3 ปัจจัยเร่ง 4 ปัจจัยท้าทายยานยนต์แห่งอนาคต*. สืบค้นจาก <https://media.kkpf.com/document/2021/Mar/KKPRsearch>
- Roland Irle. (2022, March 9). *Global EV Sales for 2021*. Retrieved from <https://www.ev-volumes.com/>