การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ

โดย

พรทิพย์ ไวภารา

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมทางธุรกิจ
โครงการหลักสูตรปริญญาโทออนไลน์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2565

Ref. code: 25656533145089JMH

FORECASTING THE DEMAND FOR ELECTRIC VEHICLE (EV) PURCHASES IN THAILAND BY VARIOUS FORECASTING METHODS

BY

PORNTIP WAIPARA

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION PROGRAM IN BUSINESS INNOVATION

TUXSA ONLINE MASTER'S DEGREE PROGRAM
THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2022

Ref. code: 25656533145089JMH

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
โครงการหลักสูตรปริญญาโทออนไลน์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

พรทิพย์ ไวภารา

เรื่อง

การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย
ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมทางธุรกิจ

เมื่อ วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2566

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุธาทิพย์ สวนมะลิ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธันวดี จินดา)

ประธานคณะกรรมการบริหารการศึกษาแบบออนไลน์ _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิภพ อุดร)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทยด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ
ชื่อผู้เขียน	พรทิพย์ ไวภารา
ชื่อปริญญา	บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (นวัตกรรมทางธุรกิจ)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	โครงการหลักสูตรปริญญาโทออนไลน์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รองศาสตราจารย์ ดร. ธันวดี จินดา
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

จากปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้น ซึ่งหนึ่งในสาเหตุหลักก็คือพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ มลพิษจากการคมนาคม รวมถึงยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน โดยเฉพาะในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพฯ ที่ประสบกับปัญหาปริมาณฝุ่น PM 2.5 พุ่งสูงเกินค่ามาตรฐาน อันเนื่องมาจากควันพิษของยานพาหนะและการจราจรที่หนาแน่นบนท้องถนน และราคาน้ำมันในท้องตลาดที่เพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่อง จนเกือบแตะ 45 บาทต่อลิตร ทำให้รัฐบาลให้การสนับสนุนการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้าดีต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษอากาศน้อยกว่ารถยนต์เบนซินหรือดีเซล ซึ่งรถ EV มีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพอากาศ เนื่องจากไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขณะขับขี่ และทำให้ลดมลพิษอากาศได้อย่างมาก ในปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้าจึงได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทยและมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวโน้มความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Methods) 2 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) ซึ่งวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะมีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) และการวัดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลประเภทรายปี ตั้งแต่ พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 จำนวน 3 ปี เป็นข้อมูลทุติยภูมิของ กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (หน่วยงานรัฐ) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับยอดรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามเชื้อเพลิง

Ref. code: 256565331450 89JMH

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) พบว่า ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมหรือไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊กหรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี และผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในทางบวก มี 3 ปัจจัย เรียงลำดับความสัมพันธ์จากมากไปน้อย ได้ดังนี้ ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ (สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า), ปัจจัยด้านส่วนบุคคล (รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ, รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง) กล่าวคือ ถ้าทั้ง 3 ปัจจัยมีปริมาณเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ความต้องการมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในทางลบ มี 1 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านการตลาด (ราคารถยนต์ไฟฟ้า) กล่าวคือ ถ้าราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV) เพิ่มขึ้น จะทำให้ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามีปริมาณลดลง

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้า, ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่, ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมปลั๊กอินไฮบริด, ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานไฮบริด

Ref. code: 25656533145089JMH

Independent Study Title	FORECASTING THE DEMAND FOR ELECTRIC VEHICLE (EV) PURCHASES IN THAILAND BY VARIOUS FORECASTING METHODS
Author	Porntip Waipara
Degree	Master of Business Administration (Business Innovation)
Major Field/Faculty/University	TUXSA Online Master's Degree Program Thammasat University
INDEPENDENT STUDY Advisor	Associate Professor Thanwadee Chinda, Ph.D.
Academic Year	2022

ABSTRACT

From the problem of air pollution that occurs, one of the main causes is human lifestyle behavior. Pollution from transportation, including vehicles powered by diesel and gasoline engines, especially in major cities like Bangkok, faces the issue of excessive PM 2.5 dust levels exceeding the standard. This is due to the toxic emissions from vehicles and heavy traffic congestion on the roads, as well as the continuously increasing fuel prices in the market, almost reaching 45 baht per liter. As a result, the government supports the use of electric vehicles because they are environmentally friendly, emitting lower rates of greenhouse gases and air pollutants compared to gasoline or diesel vehicles. Electric vehicles contribute to improving air quality as they do not emit carbon dioxide while driving and significantly reduce air pollution. Currently, electric vehicles are gaining popularity in Thailand, and their numbers increase every year.

Therefore, the objective of this research is to study the trend of electric vehicle (EV) purchasing demand in Thailand, using quantitative data forecasting techniques with time series methods. The two methods employed are trend projection and causal analysis. The causal analysis method includes simple correlation analysis and measuring the standard error of estimate to compare the relationships of factors

Ref. code: 25656533145089JMH

influencing the intention to purchase electric vehicles (EVs) in Thailand. The data used for analysis consists of annual data from the year 2020 to 2022, obtained from the Statistical Transportation Group, Planning Division, Department of Land Transport (a government agency). The data includes information on the number of newly registered vehicles categorized by fuel type.

The results of the trend projection method indicate that all three types of electric vehicles (EVs), namely Hybrid Electric Vehicles (HEV), Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV), and Battery Electric Vehicles (BEV), are expected to experience an increasing demand each year. Additionally, the results of the causal analysis method reveal three positively correlated factors that influence the intention to purchase EVs, listed in descending order of correlation strength: government policy factors (electric vehicle charging stations), personal factors (per capita income of the country, per capita income in Bangkok), and environmental factors (CO_2 emissions in transportation). This means that an increase in the quantity of these three factors will result in an increase in the demand for Evs and the factor that negatively influences the demand for electric vehicles (EVs) is the market factor (electric vehicle prices). In other words, if the prices of electric vehicles increase, it will result in a decrease in the quantity of electric vehicles demanded.

Keywords: Electric Vehicle, Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrid Electric Vehicles, Hybrid Electric Vehicles

Ref. code: 25656533145089JMH

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ไปมิได้ หากขาดการสนับสนุนจากบุคคลที่มีอุปการะคุณดังต่อไปนี้ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ธันวดี จินดา อาจารย์ที่ปรึกษาและรองศาสตราจารย์ ดร. สุธาทิพย์ สวนมะลิ ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ที่กรุณาให้คำแนะนำ สนับสนุน ชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัย เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง อีกทั้งขอขอบคุณแหล่งที่มาของข้อมูล กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (หน่วยงานรัฐ) รวมถึงหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และขอขอบคุณความช่วยเหลือจากรุ่นพี่ เพื่อน เจ้าหน้าที่ประสานงานของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ช่วยให้คำแนะนำในการค้นคว้าอิสระมาโดยตลอดจนการศึกษาครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุน ให้กำลังใจตลอดการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้อ่าน เจ้าของกิจการผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า หรือธุรกิจใกล้เคียงกัน ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจในเรื่องนี้ ซึ่งหากงานวิจัยมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยไว้ ณ ที่นี้

พรทิพย์ ไวภารา

Ref. code: 25656533145089JMH

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	7
1.3 ขอบเขตการศึกษา	7
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	7
1.5 นิยามศัพท์	8
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ทฤษฎีการพยากรณ์ความต้องการ (Forecast of Demand)	9
2.1.1 ช่วงของการพยากรณ์	9
2.1.1.1 การพยากรณ์ระยะสั้น	9
2.1.1.2 การพยากรณ์ระยะกลาง	9
2.1.1.3 การพยากรณ์ระยะยาว	9
2.1.2 วิธีการพยากรณ์	10
2.1.2.1 วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Methods)	10
2.1.2.2 วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods)	10

Ref. code: 25656533145089JMH

2.1.3 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 10
2.1.3.1 อนุกรมเวลา (Time Series) 10
2.1.3.2 ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series data) 10
2.1.3.3 องค์ประกอบของอนุกรมเวลา 10
2.1.3.4 รูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Models) 12
2.1.4 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Methods) 14
2.1.4.1 การวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) 15
2.1.4.2 การวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression Analysis) 15
2.1.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) 16
2.1.6 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) 16
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV) 17
2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 18
2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพยากรณ์ 18
2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกับความต้องการรถยนต์ไฟฟ้า 22
2.4 ระเบียบวิธีวิจัย 26

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 27

3.1 ขอบเขตของการวิจัย 27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27
3.2.1 สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Modes) 28
3.2.2 การวัดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) 29
3.2.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) 29

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 31

4.1 ผลการวิเคราะห์วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม 31
4.1.1 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์ประเภท BEV 31

Ref. code: 25656533145089JMH

4.1.2 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์ประเภท PHEV 33
4.1.3 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์ประเภท HEV 35
4.2 ผลการวิเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 38
4.2.1 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ ปริมาณการปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง) 38
4.2.2 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า) 40
4.2.3 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ ราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV)) 41
4.2.4 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ รายได้ต่อหัว GDP) 42
4.3 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) 44
4.4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) 45

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 47

5.1 สรุปผลการวิจัย 47
5.1.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) 47
5.1.2 สรุปผลวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) 48
5.1.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า 48
5.2 ข้อเสนอแนะ 50

รายการอ้างอิง 52

ภาคผนวก 59

Ref. code: 25656533145089JMH

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV)	22
3.1	จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ทั่วประเทศ ปี พ.ศ 2563-2565	28
4.1	คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง BEV	31
4.2	ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง BEV	32
4.3	คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV	33
4.4	ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV	34
4.5	คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง HEV	35
4.6	ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง HEV	36
4.7	ปริมาณการปล่อย CO2 ของภาคการขนส่งและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่	39
4.8	จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่	40
4.9	ราคารถยนต์ไฟฟ้าและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่	41
4.10	รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ (GDP) และยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่	42
4.11	รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่	43
4.12	ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์	44
4.13	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปร	45

Ref. code: 256565331450 89JMH

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ปัจจัยหลักที่ทำให้คนไทยสนใจรถยนต์ไฟฟ้า, สืบค้นจาก Google/Kantar Group	3
1.2	สรุปสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2560-พ.ศ.2565	4
1.3	ประมาณการยอดการใช้ยานยนต์ xEV สะสมของไทย	6
2.1	รูปแบบองค์ประกอบของการแปรผันของอนุกรมเวลาทั้ง 4 ส่วน	11
2.2	ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า	18
4.1	แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง BEV ในอนาคต	33
4.2	แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV ในอนาคต	35
4.3	แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง HEV ในอนาคต	37
5.1	แนวโน้มของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในอนาคต	48

Ref. code: 25656533145089JMH

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมา กล่าวกันว่าเป็นช่วงเวลาที่โลกของเทคโนโลยีรถยนต์กำลังก้าวกระโดดไปสู่ยุคของรถยนต์พลังงานไฟฟ้า ล่าสุดกรมการขนส่งทางบกในประเทศไทยเปิดเผยข้อมูลสถิติสำคัญเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า ประเทศไทยมีรถยนต์ไฟฟ้ารูปแบบต่างๆ ดังนี้ 1.รถยนต์พลังงานไฮบริด ที่จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนเป็นหลัก ร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่ แต่จะไม่มีช่องเสียบปลั๊ก เช่น Toyota Corolla Cross 1.8 HEV, Honda City e:HEV 2.รถยนต์พลังงานไฟฟ้าลูกผสม ที่พัฒนามาจากแบบไฮบริดแต่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอก เช่น MG HS PHEV 2022, BMW 330e Plug-in Hybrid และ 3.รถยนต์พลังงานไฟฟ้า 100% เช่น ORA Good Cat, NEW MG ZS EV ในปี พ.ศ.2565 มียอดจดทะเบียนรวมกัน 96,182 คัน ซึ่งเป็นยอดของรถยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนใหม่ โดยเป็นรถที่ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ โดยรถยนต์เกือบทั้งหมดใช้วิธีการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีแบรนด์ของประเทศจีน ยุโรป สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นอยู่ในลำดับต้นๆ และมีสถานีชาร์จที่พร้อมสำหรับรองรับรถยนต์ไฟฟ้า 1,239 แห่ง ทั่วประเทศ (กรมการขนส่งทางบก, กองแผนงาน, กลุ่มสถิติการขนส่ง, 2565)

ส่วนหนึ่งที่ทำให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกเติบโตเกิดจากกระแสที่ผู้คนทั่วโลกใส่ใจปัญหา ‘ภาวะโลกร้อน (Climate Change)’ และเริ่มมองหาทางเลือกที่ส่งเสริม ‘ความยั่งยืน (Sustainability)’ กันมากขึ้น แต่สำหรับประเทศไทย การเติบโตของตลาดรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีสาเหตุหลักมาจากราคาน้ำมันในท้องตลาดที่เพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่อง จนเกือบแตะ 45 บาทต่อลิตร เป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้คนหันมาลงทุนในรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น เพราะเมื่อคำนวณค่าน้ำมันที่ต้องจ่ายทั้งหมดในอนาคต อาจมากกว่าการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าที่ราคาอาจสูงกว่ารถยนต์ทั่วไปหน่อย แต่สามารถประหยัดเงินในระยะยาวได้ หลายคนจึงมองว่ารถยนต์ไฟฟ้านั้นคุ้มค่าแก่การลงทุน โดยศูนย์วิจัยกสิกรไทยคาดการณ์ว่า ส่วนแบ่งของตลาดตามสัญชาติของรถยนต์ BEV ในปี ค.ศ.2022 ได้แก่ ประเทศจีน 80 เปอร์เซ็นต์ ประเทศฝั่งตะวันตก 14 เปอร์เซ็นต์ ประเทศญี่ปุ่น 5 เปอร์เซ็นต์ และจากประเทศอื่นๆ อีก 1 เปอร์เซ็นต์ (มณิสร วรรณศิริกุล, 2565)

Ref. code: 25656533145089JMH

ในปัจจุบัน พ.ศ.2565 ความนิยมใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้จากปรากฏการณ์ ที่คนไทยต่อคิวซื้อรถยนต์ไฟฟ้ากันยาวเหยียด หลากหลายรุ่นก็มียอดจองถล่มทลาย จนเรียกได้ว่ามีเท่าไหร่ก็ไม่พอขาย ดังเช่นที่ปรากฏให้เห็นตามสื่อต่างๆ จึงอาจกล่าวได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) หรือเรียกสั้นๆ ว่ารถ EV นั้นไม่ใช่แค่เทรนด์แต่จะเป็นคำตอบของอนาคต เป็นทางเลือกใหม่เพื่ออนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพฯ ที่ประสบกับปัญหาปริมาณฝุ่น PM 2.5 พุ่งสูงเกินค่ามาตรฐาน อันเนื่องมาจากควันพิษของยานพาหนะและการจราจรที่หนาแน่นบนท้องถนน มลพิษอากาศหรือภาวะที่อากาศมีสารเจือปน ไม่ว่าจะเป็นฝุ่นละอองหรือวัตถุอันตรายต่างๆ ในปริมาณสูงกว่าปกติ ในระยะเวลายาวนานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ โดยมลพิษทางอากาศนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งหนึ่งในสาเหตุหลัก ก็คือ พฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ มลพิษจากการคมนาคม รวมถึงยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน โดยเฉพาะในเขตชุมชนขนาดใหญ่อย่างกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีสภาพการจราจรหนาแน่น ส่งผลให้เกิดการสะสมของควันเสียจากยานพาหนะ การเผาไหม้ในรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลที่ก่อให้เกิดก๊าซพิษ และยังเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของฝุ่น PM 2.5 คิดเป็นสัดส่วนมากถึง 57% จากผลวิจัยพบว่า รถยนต์ไฟฟ้าดีต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษอากาศน้อยกว่ารถยนต์เบนซินหรือดีเซล ซึ่งรถ EV มีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพอากาศ เนื่องจากไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขณะขับขี่ และทำให้ลดมลพิษอากาศได้อย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่า รถ EV เพียงหนึ่งคันสามารถลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 1.5 ตัน/ปี อีกทั้งช่วยลดมลภาวะทางเสียง เนื่องจากมีเสียงเงียบกว่ารถยนต์ทั่วไป โดยเมื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมของรถ EV กับรถเครื่องยนต์สันดาปหรือรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน พบว่า แม้การผลิตรถ EV จะใช้พลังงานมาก โดยเฉพาะการผลิตแบตเตอรี่ แต่ก็ยังคงเป็นตัวเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการปล่อยมลพิษที่ลดลงตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2565)

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 1.1

ปัจจัยหลักที่ทำให้คนไทยสนใจรถยนต์ไฟฟ้า

หมายเหตุ. ปัจจัยหลักที่ทำให้คนไทยสนใจรถยนต์ไฟฟ้า. จาก Google / Kantar Group, 2565, (https://www.thinkwithgoogle.com/intl/th-th/consumer-insights/consumer-trends/electric-vehicle-trends-2022-th/)

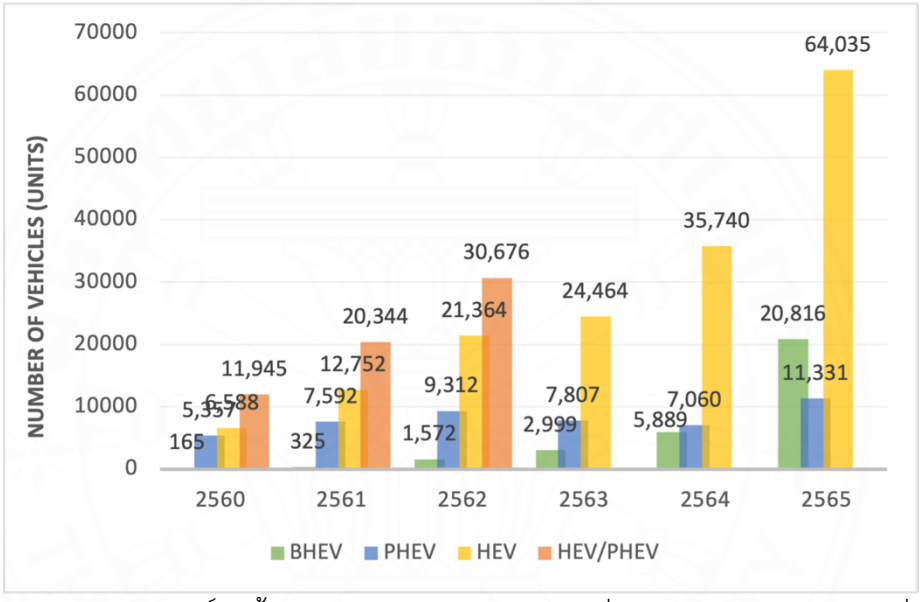
นอกจากนี้ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ที่จะมีความก้าวหน้ามากขึ้นในอนาคต ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น สามารถใช้แบตเตอรี่ซ้ำหรือรีไซเคิลได้ ซึ่งจะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลงไปได้มากขึ้น แม้ว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับรถ EV จะมีการปล่อยคาร์บอนออกมา แต่ก็ยังคงมีปริมาณต่ำกว่าคาร์บอนที่ปล่อยออกมาจากรถยนต์สันดาป ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่า รถ EV มีบทบาทสำคัญในการลดการปล่อยมลพิษ โดยเฉพาะฝุ่น PM 2.5 จากการจราจรขนส่ง อีกทั้งเป็นปัจจัยสำคัญในการลดพิษในอากาศช่วยให้เรามีอากาศบริสุทธิ์สำหรับหายใจมากยิ่งขึ้น จากนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าฉบับล่าสุดที่ภาครัฐได้มีมาตรการส่งเสริมการลงทุนเพิ่ม มาตรการช่วยเงินอุดหนุนรถยนต์ไฟฟ้า ตลอดจนการเข้ามาของผู้ผลิตรถยนต์รายใหม่ในตลาดที่ช่วยเพิ่มทางเลือกมากขึ้นให้แก่ผู้บริโภคสิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งให้เกิด Market adoption ในการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น แม้ว่าเมื่อต้นปี พ.ศ.2565 เราจะเห็นแนวโน้มที่ดีขึ้นของตลาดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) แต่ยังคงมีอีกหลากหลายวิธีการที่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมยานยนต์สามารถทำได้ โดยประเทศไทยมีการมุ่งเน้นไปที่ 2 ประเด็นด้วยกัน นั่นคือ การผลิตและการจำหน่ายรถยนต์ภายในประเทศ โดยภาครัฐตั้งเป้าไปที่การบรรลุเป้าหมายด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ หรือ Zero-Emission จากการใช้รถยนต์ในประเทศให้ได้ 100% ตลอดจนการลด Zero-Emission จากการผลิตรถยนต์ลงให้ถึง 50% ภายในปี พ.ศ.2578 และภายในปี พ.ศ.2573 รัฐบาลได้

Ref. code: 25656533145089JMH

มีเป้าหมายการลด Zero-Emission จากการผลิตรถยนต์ลง 30% ซึ่งเรียกกันว่า “EV2030” ประกอบไปด้วยประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 725,000 คัน และประเภทรถจักรยานยนต์ 675,000 คัน (Marketeeronline, 2565)

ภาพที่ 1.2

สรุปสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565



หมายเหตุ: สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย EVAT. *จาก* กรมการขนส่งทางบก, กองแผนงาน, กลุ่มสถิติการขนส่ง, 2565, (http://www.evat.or.th)

ยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: xEV) ของไทยปี พ.ศ.2565 แตะ 96,182 คัน โดยเป็นรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ถึง 2 หมื่นคัน เมื่อเทียบกับปี 2564 ซึ่งสูงสุดเป็นประวัติการณ์ จากอานิสงส์มาตรการส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ตามกระแสความนิยมยานยนต์ไฟฟ้าที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคทั่วโลกในด้านราคาและเทคโนโลยีแบตเตอรี่ รวมถึงราคาน้ำมันดิบที่อยู่ระดับสูงต่อเนื่อง เช่นเดียวกับยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด (Hybrid) และไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก (PHEV) ที่สูงถึง 7.5 หมื่นคัน สวนทางกับกระแสรถยนต์นั่งเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Internal Combustion Engine: ICE) หดตัวจากปี พ.ศ.2564 ถึง 8.8% ท่ามกลางแผนการยกเลิกการใช้ยานยนต์ที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในหลายประเทศ และการตื่นตัวต่อภาวะโลกร้อนที่กลายเป็นจุดเปลี่ยนให้รถยนต์ไฟฟ้าเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ขณะที่ทิศทางเศรษฐกิจโลกที่ทยอยฟื้นตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไปและที่สำคัญด้วยการปรับปรุงพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่ทำให้ความจุ

Ref. code: 256565331450893JMH

ของแบตเตอรี่ (Battery Capacity) ดีขึ้นกว่าเดิมถึง 3 เท่าภายในระยะเวลาเพียง 5 ปี และส่งผลให้ต้นทุนราคาแบตเตอรี่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความกังวลในการขับขี่ (Range Anxiety) จากข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานอย่าง สถานีชาร์จไฟฟ้าที่ไม่เพียงพอและกระจุกในพื้นที่เขตเมืองเป็นหลักแล้ว ยังทำให้ราคารถยนต์ไฟฟ้าจับต้องได้มากขึ้น และกลายเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าเติบโตอย่างก้าวกระโดดในช่วงที่ผ่านมา นอกจากนี้ผลกระทบจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ซื้อรถใหม่จะพิจารณามากขึ้นในปีนี้ โดยที่ผ่านมารถไฟฟ้าจะมีตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) ซึ่งผู้ซื้อรถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีกำลังซื้อสูงและได้รับผลกระทบจากภาวะเศรษฐกิจค่อนข้างน้อย ไปจนถึงผู้ที่อาศัยในเขตเมือง แต่ปัจจุบันผู้ซื้อรถใหม่เริ่มหันมาให้ความสนใจในการเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ล่าสุดภาครัฐได้ออกมาตรการสนับสนุนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ที่เพิ่งมีผลบังคับใช้เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ.2565 ที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นการให้เงินอุดหนุนเพิ่มเติม การลดภาษีสรรพสามิตและภาษีอากรขาเข้าสำหรับรถยนต์ BEV รวมถึงมาตรการกระตุ้นยอดขายจากฝั่งผู้ผลิตในช่วงที่เศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัว ส่งผลให้ราคาขายปลีกรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศจับต้องได้มากขึ้น ทำให้แนวโน้มความต้องการรถยนต์ไฟฟ้าขยายวงกว้างมากขึ้น โดยเฉพาะผู้ใช้รถยนต์ที่เป็นกลุ่ม Eco Car ซึ่งมียอดขายรถใหม่เฉลี่ยอยู่ประมาณ 2-3 แสนคันต่อปี และอาจเป็นตลาดที่มีศักยภาพเติบโตสูงในระยะต่อไป (Marketeeronline, 2565)

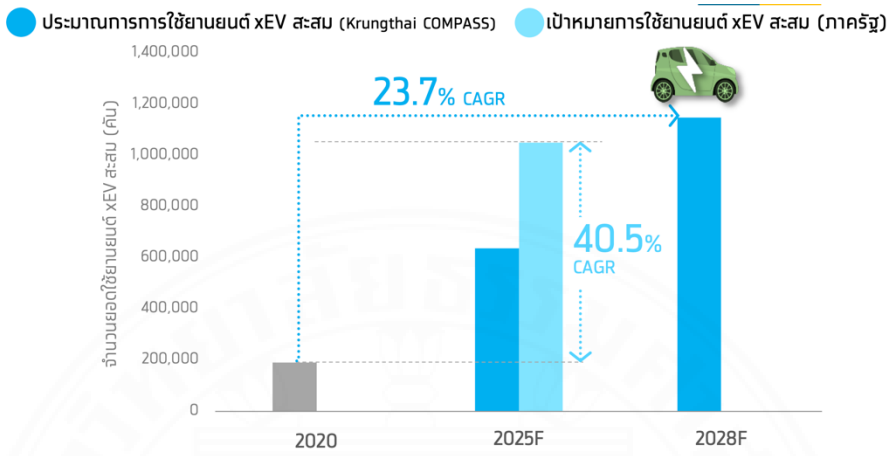
จากการคาดการณ์ของสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) ยอดจดทะเบียนใหม่ของรถยนต์ไฟฟ้าประเภทแบตเตอรี่ หรือ BEV ในปี พ.ศ.2566 จะอยู่ที่ระหว่าง 25,000-35,000 คัน ซึ่งเป็นการเติบโตกว่า 2 เท่าจากปี พ.ศ. 2565 ที่ผ่านมา เดือนมกราคมที่ผ่านมา มียอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่ รวม 3,017 คัน หรือ คิดเป็นร้อยละ 3.7 ของยอดจดทะเบียนรถใหม่ รวม 81,994 คัน KKP Research โดยกลุ่มธุรกิจการเงินเกียรตินาคินภัทร วิเคราะห์ว่าในช่วงปีที่ผ่านมา (2565) เป็นปีทองของรถยนต์ไฟฟ้าไทย ไม่ว่าจะเป็นการเข้ามาตั้งโรงงานของค่ายรถไฟฟ้าจีนตามมาตรการสนับสนุนของรัฐหรือเทสลาตัดสินใจเปิดตลาดในไทย การเข้ามาของค่ายรถยนต์ EV ใหม่ๆ ทั้ง เทสลาและค่ายรถยนต์จากจีนยังสามารถช่วยเพิ่มการแข่งขันในตลาดรถยนต์ไฟฟ้าไทยและเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคได้ ส่งผลให้ยอดขายรถยนต์ EV ในไทยมีแนวโน้มขยายตัวได้ต่อเนื่อง (สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2565)

สำหรับประเทศไทยแล้ว Krungthai COMPASS ประเมินว่ายอดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสะสม จะแตะที่ 1.2 ล้านคัน ได้ในปี ค.ศ.2028 หรืออัตราการเติบโตเฉลี่ยปีละ 23.7% จากแรงผลักดันของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดเป็นสำคัญ และทางภาครัฐได้ตั้งเป้าหมายการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสะสมใน ปี ค.ศ.2025 สูงถึง 1 ล้านคัน ซึ่งคิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ย 40.5% (CAGR ย่อมาจาก Compound Annual Growth Rate หรือ อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีแบบทบต้น) (Krungthai COMPASS, 2564)

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 1.3

ประมาณการยอดการใช้ยานยนต์ xEV สะสมของไทย



หมายเหตุ: ประมาณการยอดการใช้ยานยนต์ xEV สะสมของไทย. จาก Krungthai COMPASS, 2564, (https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_459EV_31_05_64.pdf)

ดังนั้น ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาแนวโน้มความต้องการของตลาดรถยนต์ยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์พลังงานไฮบริด รถยนต์พลังงานไฟฟ้าลูกผสม และรถยนต์พลังงานไฟฟ้า 100% เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท กำลังเป็นที่สนใจและสวนทางกับกระแสรถยนต์นั่งเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงของตลาดรถยนต์ในประเทศไทย ซึ่งมียอดรถจดทะเบียนใหม่เพิ่มขึ้นมากกว่าปีที่ผ่านๆ มา 1 เท่าตัวหรืออาจจะมากกว่า 1 เท่าตัว ซึ่งเป็นการเติบโตแบบก้าวกระโดด โดยเฉพาะรถยนต์ไฟฟ้าประเภท รถยนต์พลังงานไฟฟ้า 100% การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาแนวโน้มความต้องการของตลาดรถยนต์ยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท เพื่อดูว่าในระยะยาวตลาดของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยจะไปในทิศทางไหน โดยมีขอบเขตของการพยากรณ์แนวโน้มความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย เก็บข้อมูลรถจดทะเบียนใหม่จำแนกตามเชื้อเพลิงรายเดือนตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2563 - ธันวาคม พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพยากรณ์ความต้องการในอนาคต เพื่อช่วยผู้บริหาร ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมยานยนต์วางแผนและกำหนดเป้าหมายในการผลิตและนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้า (EV) ได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคและเพื่อเป็นการได้เปรียบทางการแข่งขัน

Ref. code: 256565331450 89JMH

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อใช้ข้อมูลในอดีตพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในอนาคตของประเทศไทย

2. เพื่อใช้ข้อมูลในอดีตศึกษาแนวโน้มและทิศทางของตลาดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย

3. เพื่อเสนอการพยากรณ์ตลาดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในอนาคตที่ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตงานวิจัยเรื่อง “การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ” เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative data) มุ่งเน้นศึกษาถึงการใช้เทคนิคในการพยากรณ์จากการนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ความต้องการในอนาคต ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลยอดรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามเชื้อเพลิง รายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 ของกรมการขนส่งทางบก ข้อมูลจำแนกตามเชื้อเพลิง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบไฮบริด (HEV) แบบปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) และแบบที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (BEV) โดยใช้เทคนิคอนุกรมเวลามาเป็นตัวแปรในการศึกษา เนื่องจากเป็นการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลในอดีต ซึ่งรูปแบบการพยากรณ์ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 2 วิธี คือ วิธีพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection), วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผู้บริหาร ผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ในการวางแผนการสั่งซื้อและนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้า (EV) ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคและมีความได้เปรียบทางการแข่งขัน

2. ทำให้ได้ Model การพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและสามารถนำ Model ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมที่มีความใกล้เคียงกันได้

Ref. code: 25656533145089JMH

1.5 นิยามศัพท์

ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) คือ ยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว หรือทำงานร่วมกับเครื่องยนต์

ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมหรือไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV) ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อน แบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้ Micro Hybrid (Start & Stop) Mild Hybrid (MHEV) และ Full Hybrid (FHEV)

ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊ก หรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) ลักษณะการทำงานและชิ้นส่วนคล้ายไฮบริด แต่มีระบบประจุไฟฟ้าจากภายนอก เพื่อให้สามารถขับขี่ได้ระยะทางไกลกว่า แต่มีราคาสูงเนื่องจากใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่

ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว โดยผู้ผลิตรถยนต์บางรายติดตั้งเครื่องยนต์เพื่อทำหน้าที่ปั่นไฟเพื่อเพิ่มระยะทางในการใช้งาน เรียกว่า Range Extender Battery Electric Vehicle (REEV)

การพยากรณ์ (Forecasting) คือ กระบวนการในการคาดเดาหรือคาดการเหตุการณ์ในอนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น

การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting) คือ การเก็บข้อมูลความต้องการ สินค้า หรือยอดขายระยะเวลาหนึ่งสม่ำเสมอโดยมีช่วงห่างใน การเก็บข้อมูลที่เท่าๆ กัน โดยทั่วไป ความต้องการสินค้าจะมากหรือน้อยนั้นเกิดจากอิทธิพล 4 ประการ ได้แก่ แนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) วัฏจักร (Cycle) และความผิดปกติหรือความไม่แน่นอน (Irregular or Random) โดยการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา มี 4 วิธี การพยากรณ์สำหรับค่าเฉลี่ย การพยากรณ์สำหรับแนวโน้ม การพยากรณ์สำหรับฤดูกาล และการพยากรณ์สำหรับวัฏจักร

วิธีพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) คือ การพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตจำนวนหนึ่งมาทำการปรับเรียบด้วยเทคนิคทางสถิติแบบสหสัมพันธ์ถดถอย (Regression Analysis) ข้อมูลที่ไม่เป็นเส้นตรงจะถูกปรับให้เป็นเส้นตรงด้วยสมการ

วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) คือ วิธีการพยากรณ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ เพื่อกำหนดค่าสถิติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วนำค่าความสัมพันธ์นั้นมากำหนดค่าพยากรณ์

Ref. code: 256565331450 89JMH

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ทฤษฎีการพยากรณ์ความต้องการ (Forecast of Demand)

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์โดยศึกษาจากข้อมูลเก่าและรูปแบบต่างๆ ในอดีต หลายธุรกิจใช้เครื่องมือและระบบซอฟต์แวร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่เก็บรวบรวมมาเป็นระยะเวลานาน จากนั้นซอฟต์แวร์จะคาดการณ์ความต้องการและแนวโน้มในอนาคต เพื่อช่วยให้บริษัทต่างๆ ตัดสินใจด้านการเงิน การตลาด และการดำเนินงานได้แม่นยำยิ่งขึ้น

การพยากรณ์ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการวางแผนเพื่อช่วยองค์กรเตรียมความพร้อมในการรับมือกับความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งช่วยให้ผู้จัดการสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมั่นใจ ควบคุมการดำเนินงานทางธุรกิจ และตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ที่ขับเคลื่อนการเติบโตในอนาคตได้ (Amazon Web Services, 2560)

2.1.1 ช่วงของการพยากรณ์

ช่วงของการพยากรณ์จะแบ่งเป็นการพยากรณ์ระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่จะพยากรณ์เป็นสำคัญ

2.1.1.1 การพยากรณ์ระยะสั้น เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่ไม่เกิน 1 ปี เช่น การพยากรณ์วางแผนการจัดซื้อ การจัดตารางการทำงาน การมอบหมายงาน การพยากรณ์ยอดขาย และการพยากรณ์ระดับการผลิต

2.1.1.2 การพยากรณ์ระยะกลาง เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่อยู่ในช่วง 1 ปี ถึง 3 ปี จะใช้มากในการพยากรณ์วางแผนการขาย การวางแผนการผลิต การวางแผนด้านงบประมาณเงินสดและการวิเคราะห์การวางแผนการดำเนินงานต่างๆ

2.1.1.3 การพยากรณ์ระยะยาว เป็นการพยากรณ์เหตุการณ์ที่มากกว่า 3 ปีขึ้นไป มักจะใช้สำหรับการวางแผนออกผลิตภัณฑ์ใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน การขยายทำเลที่ตั้ง และการวิจัย (วัชรชัย อินธิปีก, 2561)

Ref. code: 25656533145089JMH

2.1.2 วิธีการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) และวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods)

2.1.2.1 วิธีการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เป็นวิธีการหาค่าพยากรณ์ โดยอาศัยความคิดและการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ ในการคาดการณ์ค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นมีความน่าเชื่อถือสำหรับการคาดการณ์ในช่วงเวลายาว

2.1.2.2 วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เป็นการใช้หลักทางสถิติและคณิตศาสตร์คำนวณค่าพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลในอดีตมาเป็นหลักในการพิจารณาถึงสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series) จะเป็นการพยากรณ์โดยถือว่าขึ้นลงแปรผันกับเวลาอย่างเดียว แล้วใช้วิธีคำนวณหาค่าพยากรณ์ที่จะเกิดขึ้นในช่วงรอบเวลาข้างหน้า

2) วิธีความสัมพันธ์ของข้อมูล (Casual Methods) ข้อมูลขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย นอกจากปัจจัยเวลาซึ่งเป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อค่าพยากรณ์แล้วสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าพยากรณ์และตัวแปรอิสระ ซึ่งตัวอย่างของวิธีการนี้ก็คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Amazon Web Services, 2560)

2.1.3 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

2.1.3.1 อนุกรมเวลา (Time Series) คือ เซตของข้อมูลเชิงปริมาณที่จัดเก็บในช่วงเวลาหนึ่ง

2.1.3.2 ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series data) คือ ชุดของข้อมูลที่เก็บรวบรวมตามระยะเวลาเป็นช่วงๆ อย่างต่อเนื่องกัน เช่น ข้อมูลยอดขายสินค้าที่เก็บรวบรวมต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลาหลายๆ เดือน ข้อมูลรายได้ประชาชาติปีต่างๆ ที่เก็บรวบรวมต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลาหลายๆ ปี เป็นต้น ข้อมูลอนุกรมเวลาอาจอยู่ในลักษณะที่เป็นข้อมูลรายปี รายไตรมาส หรือรายเดือนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์

2.1.3.3 องค์ประกอบของอนุกรมเวลา คือ ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ผู้วิเคราะห์จะแยกองค์ประกอบต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นอนุกรมเวลา โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการผลิต เทคโนโลยี สภาวะอากาศ เป็นต้น และองค์ประกอบของการแปรผันของอนุกรมเวลามี 4 ส่วน ดังนี้

Ref. code: 25656533145089JMH

1) ค่าแนวโน้ม (Long Term Trend: T) ค่าแนวโน้มเป็นการแสดงถึงการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระยะยาว เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบ เป็นต้น

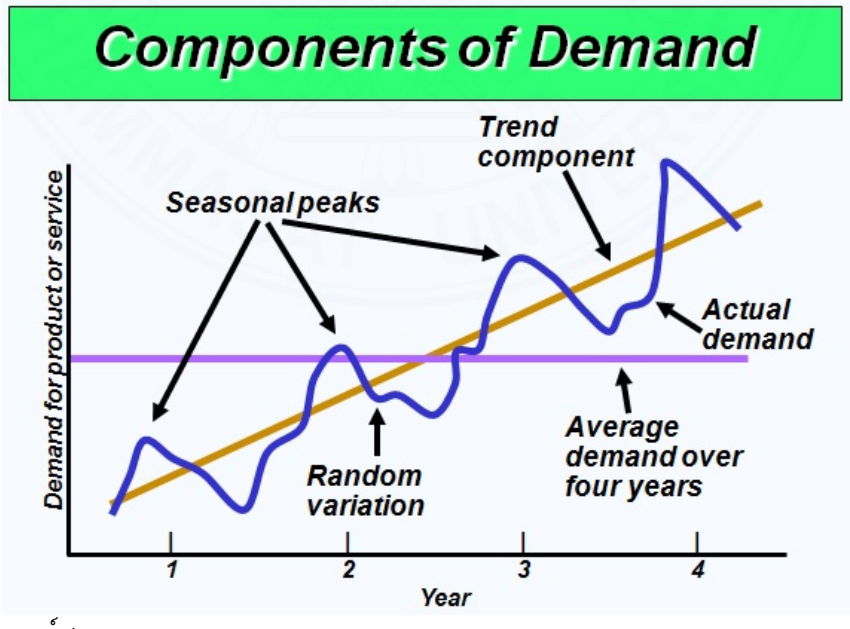
2) ค่าการผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation: S) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยเกิดขึ้นซ้ำๆ กันในรอบ 1 ปี จนกลายเป็นแบบแผนเดียวกัน เช่น ผลผลิตข้าวจะสูงในช่วงไตรมาสแรกของปี ยอดขายของห้างสรรพสินค้าจะสูงในช่วงปลายปี เป็นต้น ในการวิเคราะห์การผันแปรตามฤดูกาลนี้จะวัดออกมาในรูปของดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index)

3) ค่าการผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical Variation: C) หมายถึง การเคลื่อนไหวที่เป็นไปตามวัฏจักร (เช่น วัฏจักรธุรกิจ) ซึ่งการเคลื่อนไหวตามวัฏจักรนี้จะมีลักษณะคล้ายกับการผันแปรตามฤดูกาล แต่จะมีระยะเวลาที่ยาวนานกว่า

4) การผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ไม่ปกติ (Irregular Variation: I) การผันแปรชนิดนี้ไม่แน่นอน ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยธรรมชาติ สงคราม การนัดหยุดงาน เป็นต้น (อภิชัย พรมอ่อน, 2561)

ภาพที่ 2.1

รูปแบบองค์ประกอบของการแปรผันของอนุกรมเวลาทั้ง 4 ส่วน



หมายเหตุ: องค์ประกอบของอนุกรมเวลา. จาก Prentice Hall, Inc. 2563, (https://elfit.ssru.ac.th/sawai_si/pluginfile.php/55/block_html/content/IMM2206%20การพยากรณ์การผลิต-2-65.pdf)

Ref. code: 25656533145089JMH

2.1.3.4 รูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Models) เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อมาพยากรณ์อนาคต โดยตั้งอยู่บนสมติฐานที่ว่าข้อมูลในอดีตจะสามารถใช้พยากรณ์อนาคตได้โดยวิธีการวิเคราะห์แบบเทคนิคอนุกรมเวลา (อังคณา สุขเหล็ก, 2563) เทคนิคที่นิยมใช้มีดังนี้

1) การพยากรณ์อย่างง่าย (Naive Forecast) เป็นการพยากรณ์ว่ายอดขายในอนาคตจะเท่ากับยอดขายปัจจุบัน เช่น เดือนมกราคมขายได้ 35 กล่อง เดือนกุมภาพันธ์ควรจะขายได้ 35 กล่อง เช่นกัน ถ้าเดือนกุมภาพันธ์ขายได้จริง 42 กล่อง ก็จะพยากรณ์ว่าเดือนมีนาคมว่าขายได้ 42 กล่องเช่นกัน

$$F_{t+1} = A_t \tag{2.1}$$

โดยที่

A_t = ข้อมูลจริง ณ เวลา t

F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+1

การพยากรณ์วิธีนี้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ประหยัดต้นทุนและรวดเร็ว สามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพยากรณ์แล้วค่อยเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับรูปแบบอื่นต่อไป

2) วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ใช้หาค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยนำชุดข้อมูลล่าสุดแทนที่ชุดข้อมูลเก่าที่สุดแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยใหม่ในแต่ละช่วง เช่น 3 เดือน 5 เดือน เทคนิคนี้จะบ่งชี้แนวโน้มโดยเฉลี่ยภายในช่วงระยะเวลาที่เลือกไว้ การปรับค่าให้เรียบและกรองสัญญาณผิดปกติต่างๆ วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) เป็นการหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลในอดีต ตามจำนวนคาบเวลาที่ผู้พยากรณ์ต้องการ แล้วหารด้วยจำนวนคาบเวลา จากนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้จะเป็นค่าพยากรณ์สำหรับในช่วงเวลาถัดไป

$$F_t = \frac{A_{t-1}+A_{t-2}+\cdots+A_{t-n}}{n} \tag{2.2}$$

โดยที่

F_t = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t

A_{t-n} = ค่าจริงในช่วงเวลา t-n

n = จำนวนชุดข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

Ref. code: 25656533145089JMH

3) วิธีค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted moving average) มีลักษณะคล้ายกับวิธี Simple Moving Average แต่แตกต่างกันโดยจะมีการให้ค่าน้ำหนักกับชุดข้อมูล ค่าน้ำหนักจะถูกกำหนดให้กับชุดข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากกว่าในอนุกรมเวลาชุดนั้น เช่น กำหนดค่าน้ำหนักค่าปัจจุบันมากสุดและลดหลั่นลงไป 0.40 0.30 0.20 และ 0.10 ตามลำดับ (ผลรวมของค่าน้ำหนักจะต้องเท่ากับ 1 เสมอ)

$$F_t = \frac{(W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + \cdots + W_n A_{t-n})}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad (2.3)$$

โดยที่

F_t = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลา t

A_{t-n} = ค่าจริงในช่วงเวลา t-n

W_n = ค่าน้ำหนักในช่วงเวลา n

n = จำนวนชุดข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

4) วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การปรับเรียบ (α) ที่ให้ความสำคัญของข้อมูลเวลาล่าสุดมากที่สุดและข้อมูลเวลาห่างออกไป ลดหลั่นลงไปตั้งแต่ค่าที่ 1 จนถึงค่าล่าสุดในลักษณะแบบเอกซ์โพเนนเชียล เป็นวิธีเหมาะกับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส แต่จะไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับการพยากรณ์ลักษณะของข้อมูลที่มีองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.4)$$

โดยที่

F_t = ค่าพยากรณ์

F_{t-1} = ค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่ t-1

A_{t-1} = ค่าจริงสำหรับช่วงเวลา t-1

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ $(0 \leq \alpha \leq 1)$

Ref. code: 25656533145089JMH

5) วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อพยากรณ์แนวโน้มในอนาคตโดยอาศัยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมาช่วย โดยมีเงื่อนไขว่า ค่าของข้อมูลต่างๆเมื่อนำมาเขียนในเส้นกราฟจะต้องมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง และมีค่าเบี่ยงเบนของข้อมูลห่างจากเส้นพยากรณ์ไม่มาก เส้นกำลังสองน้อยที่สุดจะทำให้เกิดจุดตัดที่แกน y และค่าความชันที่เกิดขึ้นกำสัญลักษณ์เป็นค่า a และ b ตามลำดับ

$$\hat{y} = a + bx \tag{2.5}$$

โดยที่

$\hat{y}$ = ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม

a = ค่าคงที่ที่ตัดแกน y

b = ค่าความชันของเส้นตรง

X = ค่าตัวแปรอิสระ

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \tag{2.6}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} \tag{2.7}$$

โดยที่

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม

n = จำนวนของข้อมูล

2.1.4 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Methods)

วิธีการพยากรณ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (Dependent Variable = y) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable = x) เพื่อกำหนดค่าสถิติความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมากำหนดค่าพยากรณ์ ตัวแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในการพยากรณ์วิธีนี้คือ การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งแยกออกเป็น 2 วิธี ดังนี้ (กรกฎ มงคลโสภณรัตน์, 2562)

Ref. code: 25656533145089JMH

2.1.4.1 การวิเคราะห์ถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) เป็นวิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นเชิงเส้นตรง และมีตัวแปรประมาณการ (X) หนึ่งตัวและตัวแปรตอบสนอง (Y) หนึ่งตัว ซึ่งความสัมพันธ์แทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$$\hat{y} = a + bX$$

โดยที่

y = ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม

a = ค่าคงที่ที่ตัดแกน y

b = ค่าความชันของเส้นตรง

x = ค่าตัวแปรอิสระ

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

โดยที่

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม

n = จำนวนของข้อมูล

2.1.4.2 การวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) และตัวแปรตาม (Y) ที่มีลักษณะเหมือนกันกับวิธี Simple Linear Regression คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามเป็นแบบเชิงเส้นตรง แต่ที่แตกต่าง คือ Multiple Linear Regression Analysis จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรต้น (X) มากกว่า 1 ตัว โดยความสัมพันธ์แทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$$Y = \beta_o + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k \qquad (2.8)$$

โดยที่

Y = ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้

β_0 = ค่าคงที่ของสมการถดถอย ซึ่งเป็นค่าจุดตัดแกน y

Ref. code: 25656533145089JMH

$\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของ $x_1, x_2, \ldots, x_k$

2.1.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate)

ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม Y ที่เกิดจากการกำหนดค่าของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น X จากสมการถดถอยที่ได้จะมีประโยชน์ต่อการพยากรณ์มากเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รวบรวมมาว่ามีการกระจายไปจากเส้นกราฟหรือสมการถดถอยมากน้อยเพียงใด ในการวัดความถูกต้องของค่าประมาณการถดถอย เราสามารถคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรตาม Y ไปยังเส้นการถดถอย ซึ่งเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานชนิดหนึ่งที่เป็นการเบี่ยงเบนของค่าพยากรณ์จากค่าที่รวบรวมมาได้ (ศุภวรรณ พุฒิวราธิคุณ, 2562)

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}} \qquad (2.9)$$

โดยที่

y = ค่าของตัวแปรต้น

x = ค่าของตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

2.1.6 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation)

บางครั้งการศึกษาจะมีความต้องการที่จะทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ว่ามีระดับมากน้อยเพียงใด วิธีการทางสถิติที่ใช้วัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ค่าที่ใช้วัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y เรียกว่า สัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (Correlation Coefficient) สัมประสิทธิ์สัมพันธ์ มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 และไม่มีหน่วย ถ้าตัวแปรตาม y ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ x เพียงตัวเดียวจะ เรียกว่า สัมประสิทธิ์สัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation Coefficient) สำหรับการวิเคราะห์ สหสัมพันธ์ไม่จำเป็นต้องระบุว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามหรือเป็นตัวแปรอิสระก็ได้ (ประจักษ์ วงษ์ศักดา, 2563)

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x^2 - n\bar{x}^2(\sum y^2 - n\bar{y}^2)}} \qquad (2.10)$$

โดยที่

y = ค่าของตัวแปรต้น

x = ค่าของตัวแปรตาม

Ref. code: 25656533145089JMH

n = จำนวนข้อมูล

สำหรับค่า r จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

r มีค่าเข้าใกล้ –1 แสดงว่าตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์ระดับสูงมากในทางตรงกันข้าม

r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์ระดับสูงมากในทางเดียวกัน

r มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์ระดับน้อยมาก

r มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า ตัวแปร x และ y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV)

รถยนต์ไฟฟ้าเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบัน ทดแทนรถยนต์ที่ขับเคลื่อนโดยใช้แหล่งพลังงานจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ ที่ส่งผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งน้ำมันดิบเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่นับวันจะหมดไปเรื่อย ๆ

รถยนต์ไฟฟ้าจะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานที่อาจเป็นแบตเตอรี่หรือแหล่งพลังงานอื่นโดยไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ไม่ปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกิดฝุ่นและเสียงรบกวน ถือว่าเป็นมิตรกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเพื่อก้าวเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ (low carbon society)

อย่างไรก็ตาม รถยนต์ไฟฟ้าปัจจุบันยังมีทั้งแบบอาศัยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในมาใช้ร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งในส่วนการขับเคลื่อนและผลิตพลังงานไฟฟ้าเก็บสะสมในแบตเตอรี่ หรือเป็นแบบที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นอย่างแก๊สไฮโดรเจนมาผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงด้วย ดังนั้น จึงแบ่งรถยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 100% จากแบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยต้องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอก และไม่มีเครื่องยนต์ที่ต้องเผาไหม้เชื้อเพลิงจึงไม่มีการปล่อยไอเสียออกมา

2) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle: HEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าแบบผสมประกอบไปด้วยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนเป็นหลัก ร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่ ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่ารถยนต์ทั่วไป ไม่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอก

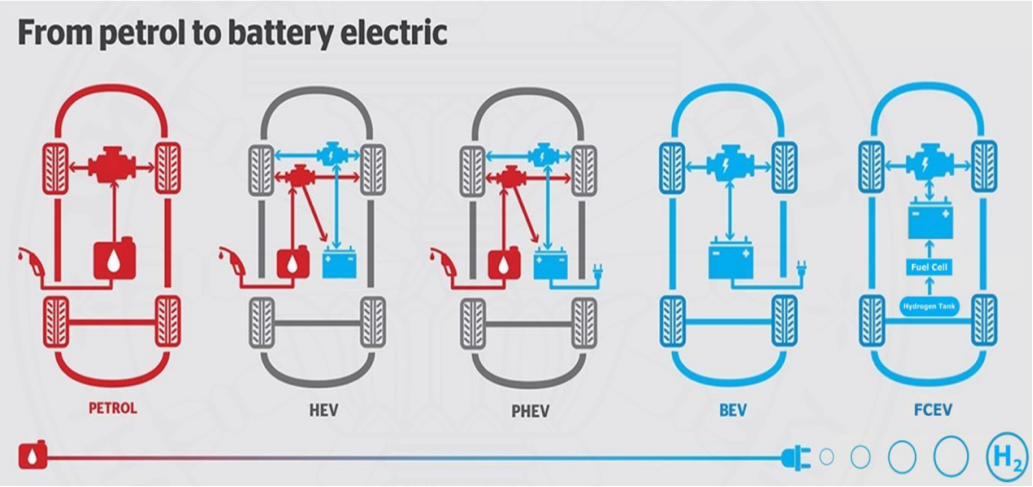
Ref. code: 256565331450 89JMH

3) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนามาจากแบบไฮบริด แต่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอกได้สามารถวิ่งได้ระยะทางที่ไกลกว่าแบบไฮบริด

4) รถยนต์ไฟฟ้าแบบเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) ที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้โดยตรงจากการใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2564)

ภาพที่ 2.2

ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า



หมายเหตุ: ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า. จาก สถาบันยานยนต์, 2555, (https://www.thaiauto.or.th/2012/th/services/ev/pdf/ev-Intro.pdf)

2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพยากรณ์

ธันย์ชนก จันทร์หอม (2564) การศึกษารูปแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting) ของวัสดุคงคลัง ประเภทวัสดุสิ้นเปลือง (Consumptions) และเสนอแนวทางการ จัดการวัสดุคงคลัง ด้วยวิธีการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (Economic Order Quantity) และสินค้าที่ ปลอดภัย (Safety Stock) ที่เหมาะสมการศึกษาเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลยอดขายสินค้า K ระหว่างปี 2017-2019 โดยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาดจำนวน 3 ท่าน ศึกษาจากเอกสารยอดขายและสังเกตรูปแบบการขายสินค้า เพื่อนำข้อมูลวัสดุที่ใช้ในการผลิตมาจำแนกตามหลัก ABC

Ref. code: 25656533145089JMH

Analysis จากผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยเลือกศึกษาวัสดุกลุ่ม A โดยสร้างรูปแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา รวมถึงศึกษาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด สุดท้ายเป็นการและศึกษาหาปริมาณวัสดุขั้นต่ำเพื่อนำผลที่ได้จากการพยากรณ์สินค้าขายมาคำนวณหาสินค้าที่ปลอดภัยและวัสดุที่ต้องใช้ในการผลิตสินค้าที่เหมาะสม จากผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาแบบการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียล ที่ α = 0.1 ได้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำและเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยค่า MAD = 55,745.43 และค่า MAPE = 17.83% และการใช้ปริมาณสินค้าที่ปลอดภัย (Safety Stock) และปริมาณ สั่งซื้อที่ ประหยัดที่สุด (Economic Order Quantity) ทำให้สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบคงคลังได้

ชมพูนุช แสวงศักดิ์ (2560) การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ยอดสั่งผลิตสินค้า กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ยอดสั่งผลิตสินค้า (Demand) ของโรงงานผลิตเครื่องสำอางกรณีศึกษา โดยศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองในการพยากรณ์ยอดสั่งผลิตโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองวิธีปรับเทียบทางสถิติ 5 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Model; MA), วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Single Exponential Smoothing), วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลกำลังสอง (Double Exponential Smoothing Model; DES), วิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น (Trend Analysis: Linear Regression Method; LR) และวิธีปรับเรียบวินเทอร์ที่มีฤดูกาลเชิงบวกและเชิงคูณ (Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing Model; Winter's method) ข้อมูลยอดสั่งสินค้ารายเดือนจำนวน 24 เดือน เก็บรวบรมตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2557 - เดือนกันยายน พ.ศ.2559 ถูกนำมาใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองทั้ง 5 แบบด้วยโปรแกรมวิเคราะห์อนุกรมเวลาเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Errors, MAPE) และวิธีค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD) ที่ต่ำที่สุด จากนั้นได้นำแบบจำลองที่คัดเลือกแล้วมาทวนสอบ โดยใช้ข้อมูลยอดสั่งผลิตสินค้ารายเดือนจำนวน 12 เดือนถัดไป ที่เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559-เดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ยอดสั่งผลิตสินค้าด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยแบบจำลองการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ให้ผลพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีค่า (MAPE, MED) ต่ำที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ (4, 3213) และผลการทวนสอบแบบจำลองการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นในการพยากรณ์ยอดผลิตเครื่องสำอางในระยะยาว 12 เดือน พบว่า มีความเหมาะสมโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด เท่ากับ 3.99% ในขณะที่แบบจำลอง DES, แบบจำลอง Winter,

Ref. code: 25656533145089JMH

แบบจำลอง SES และแบบจำลอง MA ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่า เท่ากับ 4.28%, 6.03%, 9.55% และ 10.29% ตามลำดับ

วัชรชัย อินธิปีก (2561) การศึกษาการพยากรณ์ความต้องการสินค้าและการวางแผนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปเนื้อเป็ด เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งได้แบ่งกลุ่มสินค้าออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์เป็ดทั้งตัว กลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อหน้าอก กลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อน่องสะโพก กลุ่มผลิตภัณฑ์ปีกเป็ด กลุ่มผลิตภัณฑ์ขาเป็ด สามารถสรุปผลการวิจัยด้วยการวิเคราะห์ค่า MAD เมื่อเทียบข้อมูลระหว่างความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์กับยอดขายจริงในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ.2561 เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์มีดังนี้ กลุ่มผลิตภัณฑ์เป็ดทั้งตัว เหมาะกับวิธีการพยากรณ์แบบ ARIMA ค่า MAD 99.72, กลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อหน้าอก เหมาะกับวิธีการพยากรณ์แบบ ARIMA ค่า MAD 18.46, กลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อน่องสะโพก เหมาะกับวิธีการพยากรณ์แบบ Linear Regression Method ค่า MAD 23.75, กลุ่มผลิตภัณฑ์ปีกเป็ด เหมาะกับวิธีการพยากรณ์แบบ ARIMA ค่า MAD 16.18 และกลุ่มผลิตภัณฑ์ขาเป็ด เหมาะกับวิธีการพยากรณ์แบบ Linear Regression Method ค่า MAD 15.64 จากผลการพยากรณ์ตามวิธีการที่เลือกพบว่าความต้องการในปี พ.ศ.2561 ของผลิตภัณฑ์กลุ่มสินค้าเป็ดทั้งตัวและชิ้นส่วนเป็ด เป็นวัตถุดิบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยปริมาณความต้องการไม่ต่างจากปี พ.ศ.2560 มากนัก

อภิชัย พรมอ่อน (2561) การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (TIME SERIES) เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนท่อยางรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบของบริษัทโดยทำการเก็บข้อมูลของการจัดซื้อวัตถุดิบจาก มกราคม พ.ศ.2558 - มิถุนายน พ.ศ.2561 โดยเก็บข้อมูลเป็นรายเดือน ทำให้ได้ข้อมูลทั้งหมด 42 ชุดข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีด้วยกัน 4 เทคนิค คือ 1. เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Moving Average) 2. เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลซ้ำครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing) 3. เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล ซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) 4. เทคนิคของ Winter’s และทำการหาค่าที่มีความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดของ MSE, MAD, MAPE โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab พบว่า เทคนิคการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ การพยากรณ์ด้วยวิธีการ Winter’s และเมื่อทำการในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ ผลปรากฏว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAD, MSE, MAPE) น้อยกว่าการวางแผนของพนักงานฝ่ายผลิต และยังสามารถ

Ref. code: 25656533145089JMH

ลดความแตกต่างระหว่างค่าที่เกิดจากการพยากรณ์กับปริมาณที่ทำการสั่งซื้อจริง โดยลดลงจาก 9.97% เป็น 5.35% ทำให้การสั่งซื้อวัตถุดิบล่วงหน้ามีความแม่นยำมากขึ้น

อังคณา สุขเหล็ก (2563) การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์รูปแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการหากำไรในอนาคต สำหรับบริษัทในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอาหาร 4 หมวดธุรกิจ พบว่าเทคนิคการพยากรณ์แต่ละเทคนิคมีความเหมาะสมในธุรกิจอาหารแต่ละหมวดแตกต่างกันออกไป ผู้ศึกษาจึงมุ่งเน้นศึกษาถึงการใช้เทคนิคในการพยากรณ์เชิงปริมาณ โดยใช้ข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์กำไรในอนาคต ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลกำไร(ขาดทุน)สุทธิ รายไตรมาส ตั้งแต่ปี พ.ศ.2557 - พ.ศ.2562 ของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอาหาร บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย แบ่งเป็น 4 ประเภทธุรกิจ ได้แก่ ธุรกิจผลิตและแปรรูปอาหาร ธุรกิจผลิตและแปรรูปอาหารและร้านอาหาร ธุรกิจร้านอาหาร และธุรกิจร้านอาหารและโรงแรม นำมาวิเคราะห์การพยากรณ์รูปแบบอนุกรมเวลา แบ่งออกเป็น 4 วิธี คือ วิธีการหาค่าแบบตรงตัว (Naïve Approach), วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average), วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing) และวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และพิจารณาเลือกเทคนิควิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยใช้ทฤษฎีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation, MAD), ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Errors, MSE) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Errors, MAPE) ที่น้อยที่สุด เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยจะทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยเช่นกัน

Ref. code: 25656533145089JMH

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกับความต้องการรถยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV)

ลำดับ	งานวิจัย	ผู้วิจัย	ปัจจัย					
			ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	ปัจจัยการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า	ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม	ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ	ปัจจัยส่วนบุคคล(รายได้)	ปัจจัยด้านการตลาด(ราคา)
1	Factors Influencing the Purchase Willingness towards Electric Vehicles in China	Jian Wang & Wei Zhou (2019)	x		x	x		x
2	Let's go green! Studying customer purchase intention towards green cars in Malaysia	Ang Chyh Kun, Chong Ting Ting ,Seah Yong Chooi, Soo Ying ni ,Tan Phey Yi (2017)		x	x			x
3	A STUDY OF FACTORS AFFECING THE DECISION TO PURCHASING ELECTRIC VEHICLES (EVs) OF THE CONSUMER IN BANGKOK	Nattapon Dolcharumance (2018)	x	x	X	x	x	x
4	Forecasting the Number of Electric Vehicles: A Case of Beijing	Zhihong Zhu * and Haoming Du (2018)	x			x		x
5	Determining the Factors That Influence Electric Vehicle Adoption: A Stated Preference Survey Study in Beijing, China	Ziwen Ling 1 , Christopher R. Cherry 2,* and Yi Wen 2 (2021)	x	x	x	x	x	
6	Factors affecting consumers' preferences for electric vehicle: A Korean case	Jihyeok Jung , Sangmin Yeo , Yeonjeong Lee , Saedaseul Moon , Deok-Joo Lee (2021)	x			x		x
7	A STUDY OF CONSUMERS' PERCEPTION AND KEY FACTORS IN DECISION-MAKING TOWARD ELECTRIC CARS IN BANGKOK METROPOLITAN REGION	MR. VOTSAWAT CHAICHITTI(2018)		x		x		
8	Framework to determine factors affecting the willingness to pay for electric vehicle conversion (EVC)	MR. KRITSAKON KIEWSONGSAKOOL(2019)	x				x	
9	การยอมรับเทคโนโลยีและความตั้งใจจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในประเทศไทย	วริษฐา ดินอุดม(2562)		x	x			x
10	การศึกษาปัจจัยด้านทัศนคติต่อการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มคน เจนเนอเรชั่น X และ Y ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	หนึ่งฤทัย รัตนาพร(2562)	x	x				

ตารางที่ 2.1

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) (ต่อ)

ลำดับ	งานวิจัย	ผู้วิจัย	ปัจจัย					
			ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	ปัจจัยการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า	ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม	ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ	ปัจจัยส่วนบุคคล(รายได้)	ปัจจัยด้านการตลาด(ราคา)
11	ความเต็มใจจ่ายสำหรับซื้อรถยนต์ไฟฟ้า กรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร	อารดา ทางตะคุ(2558)	X	X			X	
12	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร	อรรชนา รักวิโรจน์สุข (2562)		X				
13	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าประเภทแบตเตอรี่ของกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์และเจเนอเรชั่นวายในกรุงเทพฯ และปริมณฑล	วิศรุต ทั่งเพชร (2561)	X	X	X	X		
14	ปัจจัยที่ส่งผลในการตัดสินใจเลือกใช้รถ hybrid ของผู้บริโภคในเขตจังหวัดชลบุรี	วิบูลย์ จงสา(2563)	X	X				X
15	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ รถยนต์ไฟฟ้า นิสสันลิฟ ของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร	ศุภวรรณ พุฒิวราธิคุณ (2562)					X	X
16	ปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูง ใจในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของประชาชนใน จังหวัดกรุงเทพและปริมณฑล	กรกฎ มงคลโสภณรัตน์(2562)	X	X		X		
17	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้ รถยนต์ไฟฟ้าของประชาชนในจังหวัดชลบุรี	ไอลดา ธรรมสังข์(2564)		X			X	
18	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของ Generation Y	จันทนา วนั คนิตย์(2563)	X	X		X		
19	Characteristics and attitudes of actual electric vehicle adopters from different classes of cities	Wang, P., Guan, C.,Zhuge, C., Sun, M. (2022)				X		X
20	Analyzing the Factors Influencing the Electric Vehicle Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS-SAW-COPRAS-ELECTRE Framework	Diwan, S., Mehrotra, S.,Singh, S., Kumar, P. (2023)	X	X				
21	OUTLOOK OF ELECTRIC VEHICLE MARKET: PREDICTING EV PRICES USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES	Aljarash, H., Kim, S.D. (2022)		X				X
22	Analysis of Mutual Influence Relationships of Purchase Intention Factors of Electric Bicycles: Application of DEMATEL Taking into Account Information Uncertainty and Expert Confidence	Lin, C.-T., Yang, J.-J.,Chiang, W.-J., Yang,J.-J.,Yang, C.-C. (2022)				X		X

ตารางที่ 2.1

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) (ต่อ)

ลำดับ	งานวิจัย	ผู้วิจัย	ปัจจัย					
			ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	ปัจจัยการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า	ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม	ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ	ปัจจัยส่วนบุคคล(รายได้)	ปัจจัยด้านการตลาด(ราคา)
23	STIMULATING DEMAND FOR ELECTRIC VEHICLES IN THE WORLD AND RUSSIAN CONTEXT	Dezhina, I.G.,Radnabazarova, S.Z. (2022)		x		x		
24	Modeling the price of electric vehicles as an element of promotion of environmental safety and climate neutrality: Evidence from Poland	Grzelak, M., Rykała, M. (2021)						x
25	Potential factors affecting adoption of electric vehicle by indonesia market	Alamsjah, F., Siahaan, A.,Santoso, Y.A., ...Redi, A.A.N.P., Persada, S.F. (2021)						x
26	A consolidated MCDM framework for performance assessment of battery electric vehicles based on ranking strategies	Ecer, F. (2021)						x
27	Can Canadian households benefit economically from purchasing battery electric vehicles?	Abotalebi, E., Scott, D.M.,Ferguson, M.R. (2019)						x
28	Simultaneous estimation of battery electric vehicle adoption with endogenous willingness to pay	Nazari, F., Rahimi, E.,Mohammadian, A.K. (2019)		x				x
29	Social simulation of promoting electric vehicles for evaluation of policies in local city	Okushima, M. (2018)	x			x		
30	Determining relevant factors in purchasing electric vehicles for fleets	Mau, D.,Woisetschläger, D.M. (2018)						x
31	Policies for promotion of electric vehicles and factors influencing consumers' purchasing decisions of low emission vehicles	Knez, M., Obrecht, M. (2017)						x
32	Determinants of Electric Cars Purchase Intention in Poland: Personal Attitudes v. Economic Arguments	Sobiech-Grabka, K.,Stankowska, A., Jerzak, K. (2022)				x	x	
33	A Intelligent Prediction Model Using Bayesian Discrimination and Computer Simulation	Fan, Z. Xin, G., Ziyi, C.,Jing, Y. (2021)					x	

Ref. code: 25656533145089JMH

ตารางที่ 2.1

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) (ต่อ)

ลำดับ	งานวิจัย	ผู้วิจัย	ปัจจัย					
			ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม	ปัจจัยการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า	ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม	ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ	ปัจจัยส่วนบุคคล(รายได้)	ปัจจัยด้านการตลาด(ราคา)
34	What determines consumers' acceptance of electric vehicles: A survey in Shanghai, China	Zhao, X., Ma, Y., Shao, S.,Ma, T. (2022)				x	x	
35	Explaining green technology purchases by US and Canadian households: the role of pro-environmental lifestyles, values, and environmental concern	Berman Caggiano, H.,Kumar, P., Shwom, R.,Cuite, C., Axsen, J. (2021)	x		x		x	
36	Can Canadian households benefit economically from purchasing battery electric vehicles?	Abotalebi, E., Scott, D.M.,Ferguson, M.R. (2019)					x	
37	Understanding transport users' preferences for adopting electric vehicle based mobility for sustainable city: A moderated moderated-mediation model	Goel, P., Kumar, A.,Parayitam, S., Luthra, S. (2023)	x	x				
38	What influences Chinese consumers' adoption of battery electric vehicles? a preliminary study based on factor analysis	Wei, W., Cao, M., Jiang, Q.,Ou, S.-J., Zou, H. (2020)	x			x		
39	The moderating effect of psychological factors on consumer of electric and hybrid vehicles' response purchase decisions	Rahahleh, A.H.,Moflih, M.A.,Alabaddi, Z.A.,AL-Nsour, S.N. (2020)	x	x				
40	Factors affecting the purchasing decision and operation of alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany – A Delphi study	Anderhofstadt, B.,Spinler, S. (2019)	x	x		x		
41	Exploring consumer attitudes and public opinions on battery electric vehicles	Cheng, Y.-W., Chen, J.,Lin, K. (2015)	x			x	x	
42	Evaluation of electric vehicle power technologies: Integration of technological performance and market preference	Ho, J.C., Huang, Y.-H.S. (2022)	x			x	x	

2.4 ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการพยากรณ์รูปแบบอนุกรมเวลาและเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา การศึกษาในครั้งนี้ต้องการศึกษาความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลยอดรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามเชื้อเพลิง รายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 ซึ่งแบ่งประเภทรถยนต์ออกเป็น 3 ประเภท คือ ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมหรือไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊กหรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV)

สำหรับเทคนิคการพยากรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Casual Methods) ซึ่งแต่ละเทคนิคการพยากรณ์จะนำมาวิเคราะห์กับยานยนต์ทั้ง 3 ประเภท สาเหตุที่การศึกษานี้เลือกใช้วิธีการทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาข้างต้นเพราะในการศึกษาครั้งนี้ต้องการจะทราบแนวโน้มของตลาดรถยนต์ไฟฟ้าภาพรวมในระยะยาวและต้องการหาปัจจัยที่ทำให้ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูล วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาอื่นๆ จึงไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษานี้ อย่างเช่น วิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับข้อมูลในอดีตที่มีแนวโน้ม โดยจะให้ความสำคัญของข้อมูลไม่เท่ากัน ซึ่งคิดเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (α) โดยจะให้ค่าน้ำหนักมากที่สุดแก่ข้อมูลยอดขายที่ใหม่ที่สุดและลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับ วิธีเหล่านี้ต้องใช้ค่าข้อมูลจริงในอดีตและค่าพยากรณ์ในอดีตเพื่อที่จะทำการพยากรณ์ในอนาคต แต่จะสามารถทำการพยากรณ์ได้แค่ 1 ค่าพยากรณ์ เพราะว่าหลังจากที่ทำการพยากรณ์แล้วเราจะต้องมีค่าข้อมูลจริงเพื่อเปรียบเทียบกันถึงจะสามารถทำการพยากรณ์ต่อไปได้ จึงทำให้วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Casual Methods) เหมาะสมกับข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ และหลังจากที่ทำการพยากรณ์เรียบร้อยแล้ว ลำดับถัดไปจะนำค่าการพยากรณ์ที่ได้มาทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) และดูค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของตัวแปร x และ y ซึ่งคือปริมาณ EV ลำดับต่อมาจะทำการวิเคราะห์ผลที่ได้และอภิปรายผล หลังจากนั้นถึงจะทำการสรุปผลการศึกษา

Ref. code: 256565331450 89JMH

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทยด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ” เป็นการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยรูปแบบอนุกรมเวลา (Time Series Methods) 2 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) ซึ่งทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมาจะใช้สมการถดถอยเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันตรงค่าของตัวแปร x ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ โดยที่วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) ค่าตัวแปร x คือเวลา ส่วนวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) ค่าตัวแปร x คือปัจจัยอื่นๆที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในส่วนของวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เราจะนำค่าการพยากรณ์ที่ได้มาทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) และดูค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของตัวแปรอิสระ x และ y ซึ่งคือปริมาณ EV

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร ได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิของ กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (หน่วยงานรัฐ) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับยอดรถจดทะเบียนใหม่จำแนกตามเชื้อเพลิง ดังนี้ ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมหรือไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊กหรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) เป็นข้อมูลประเภทรายปี ตั้งแต่ พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 จำนวน 3 ปี ผู้วิจัยมีความสนใจในการที่จะพยากรณ์ความต้องการในอนาคตของยานยนต์ไฟฟ้า (EV) เพื่อดูแนวโน้มและความต้องการที่จะเกิดขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สร้างตารางการเก็บข้อมูลยอดรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ ยานยนต์ประเภท BEV, HEV และ PHEV เก็บข้อมูลยอดรถจดทะเบียนใหม่แต่ละชนิดเป็นรายปี จำนวน 3 ข้อมูล ตั้งแต่ พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 จึงได้ข้อมูลตามตารางต่อไปนี้

Ref. code: 25656533145089JMH

ตารางที่ 3.1

จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ทั่วประเทศ ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565

(หน่วย:คัน)

Year	BEA	PHEV	HEV	TOTAL
2563	2,999	7,807	24,464	35,270
2564	5,889	7,060	35,740	48,689
2565	20,816	11,331	64,035	96,182

หมายเหตุ. จาก *รายงานจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่*, 2565, กรมการขนส่งทางบก, กองแผนงาน, กลุ่มสถิติการขนส่ง

เมื่อได้จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ของยานยนต์ของทุกประเภทตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อมูลจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ทั่วประเทศ ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ. 2565 มาทำการวิเคราะห์การพยากรณ์ตามวิธีการวิเคราะห์การถดถอยดังต่อไปนี้

1. วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection)
2. วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Methods)

โดยที่ทั้ง 2 วิธีจะใช้สมการถดถอยในการหาค่าการพยากรณ์เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันตรงค่าของตัวแปร x ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และค่าขอข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ โดยที่วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) ค่าตัวแปร x คือเวลา วิธีนี้ผู้วิเคราะห์จะทำการพยากรณ์แนวโน้มจำแนกตามเชื้อเพลิง ส่วนวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) ค่าตัวแปร x คือปัจจัยอื่นๆที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV) วิธีนี้ผู้วิเคราะห์จะทำการพยากรณ์โดยใช้ผลรวมของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ทั้งหมดในแต่ละปี

3.2.1 สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Modes)

$$\hat{y} = a + bx$$

โดยที่ $\hat{y}$ = ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม

a = ค่าคงที่ที่ตัดแกน y

b = ค่าความชันของเส้นตรง

x = ค่าตัวแปรอิสระ

Ref. code: 25656533145089JMH

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}$$

โดยที่ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม

n = จำนวนของข้อมูล

3.2.2 การวัดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate)

ในส่วนของวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อทำการนำข้อมูลจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ปี พ.ศ 2563-2565 มาหาค่าตามสมการพยากรณ์ตามวิธีที่กล่าวไปข้างต้น และนำผลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์มาวัดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ จากการหาค่า SEE เราสามารถคำนวณความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรตาม Y ไปยังเส้นการถดถอย ซึ่งเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานชนิดหนึ่งที่เป็นการเบี่ยงเบนของค่าพยากรณ์จากค่าที่รวบรวมมาได้

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}}$$

โดยที่ y = ค่าของตัวแปรต้น

x = ค่าของตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

3.2.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation)

เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระ x ตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม y มากที่สุด จะต้องทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y โดยจะต้องนำผลการพยากรณ์ที่ได้จากสมการพยากรณ์มาการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อใช้วัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ซึ่งค่า r จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 และไม่มีหน่วย ถ้าตัวแปรตาม

Ref. code: 25656533145089JMH

y ขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ x เพียงตัวเดียวจะเรียกว่า สัมประสิทธิ์สัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation Coefficient) สำหรับการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ในการศึกษาครั้งนี้เราจะดูค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของตัวแปร x และ y ซึ่ง คือ ปริมาณ EV

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x^2 - n\bar{x}^2(\sum y^2 - n\bar{y}^2)}}$$

โดยที่ y = ค่าของตัวแปรต้น

x = ค่าของตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

Ref. code: 25656533145089JMH

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ทั่วประเทศ เป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 ซึ่งผลการศึกษา ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม

ในการศึกษาครั้งนี้ วิธีการพยากรณ์แนวโน้มจะทำการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลจำแนกตามเชื้อเพลิง ซึ่งจำทำให้ได้ผลการพยากาณ์ของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ประเภท คือ BEV, PHEV และ HEV โดยที่ตัวแปร X ที่ใช้ในวิเคราะห์คือ เวลา

4.1.1 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์ประเภท BEV

ตารางที่ 4.1

คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง BEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)	X^2	XY
2563	1	2,999	1	2,999
2564	2	5,781	4	11,562
2565	3	20,816	9	62,448
Total	6	29,596	14	77,009

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -7{,}951.67$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 8{,}908.5$$

สมการถดถอยของยานยนต์เชื้อเพลิง BEV คือ

$$\hat{y} = -7{,}951.67 + 8{,}908.5x$$

Ref. code: 25656533145089JMH

เมื่อทำการแทนค่า X ลงในสมการถดถอยแล้ว จะได้ค่าการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์เชื้อเพลิง BEV ในอนาคต ดังนี้

ตารางที่ 4.2

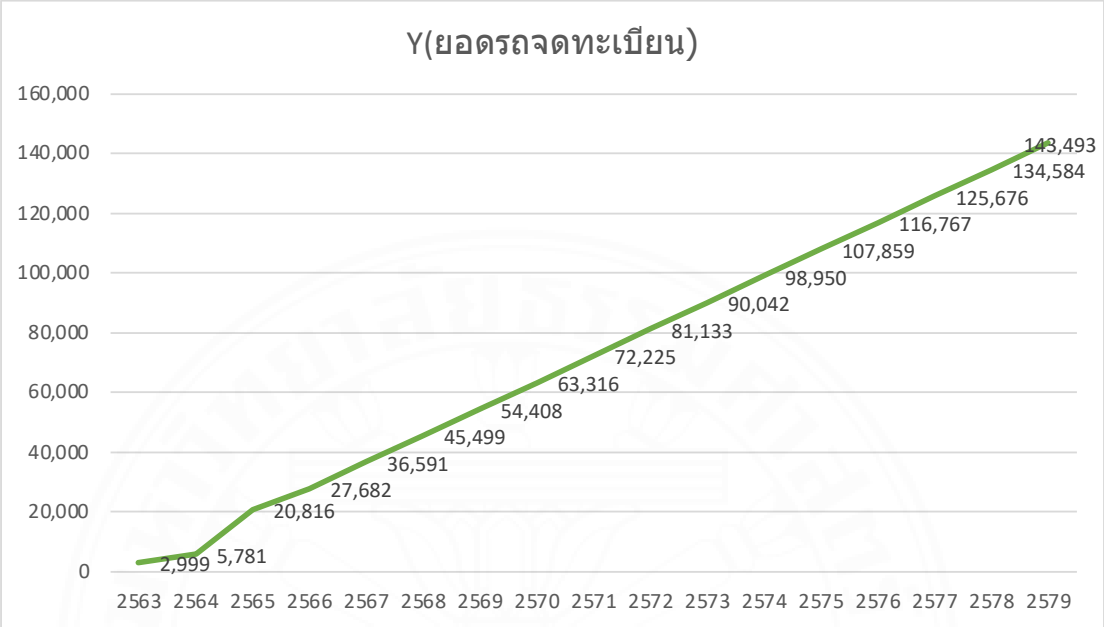
ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง BEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)
2566	4	27,682
2567	5	36,591
2568	6	45,499
2569	7	54,408
2570	8	63,316
2571	9	72,225
2572	10	81,133
2573	11	90,042
2574	12	98,950
2575	13	107,859
2576	14	116,767
2577	15	125,676
2578	16	134,584
2579	17	143,493

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 4.1

แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง BEV ในอนาคต



4.1.2 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์ประเภท PHEV

ตารางที่ 4.3

คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)	X^2	XY
2563	1	7,807	1	7,807
2564	2	7,060	4	14,120
2565	3	11,331	9	33,993
Total	6	26,198	14	55,920

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 5{,}208.7$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 1{,}762$$

Ref. code: 25656533145089JMH

สมการถดถอยของยานยนต์เชื้อเพลิง PHEV คือ

$$\hat{y} = 5{,}208.7 + 1{,}762x$$

เมื่อทำการแทนค่า X ลงในสมการถดถอยแล้ว จะได้ค่าการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์เชื้อเพลิง PHEV ในอนาคต ดังนี้

ตารางที่ 4.4

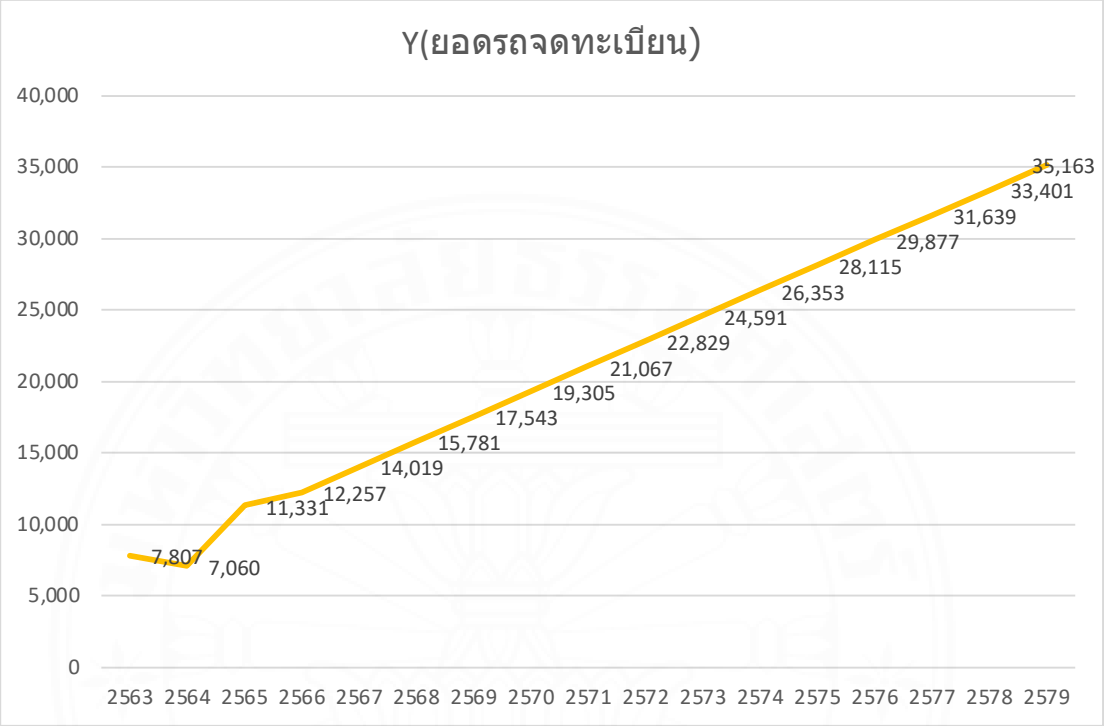
ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)
2566	4	12,257
2567	5	14,019
2568	6	15,781
2569	7	17,543
2570	8	19,305
2571	9	21,067
2572	10	22,829
2573	11	24,591
2574	12	26,353
2575	13	28,115
2576	14	29,877
2577	15	31,639
2578	16	33,401
2579	17	35,163

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 4.2

แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง PHEV ในอนาคต



4.1.3 วิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์ประเภท HEV

ตารางที่ 4.5

คำนวณสมการถดถอยของยายนต์เชื้อเพลิง HEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)	X^2	XY
2563	1	24,464	1	24,464
2564	2	35,794	4	71,588
2565	3	64,035	9	192,105
Total	6	26,198	14	288,157

Ref. code: 256565331450 89JMH

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 1{,}860$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 19{,}785.5$$

สมการถดถอยของยานยนต์เชื้อเพลิง HEV คือ

$$\hat{y} = 1{,}860 + 19{,}785.5x$$

เมื่อทำการแทนค่า X ลงในสมการถดถอยแล้ว จะได้ค่าการพยากรณ์แนวโน้มของยานยนต์เชื้อเพลิง HEV ในอนาคต ดังนี้

ตารางที่ 4.6

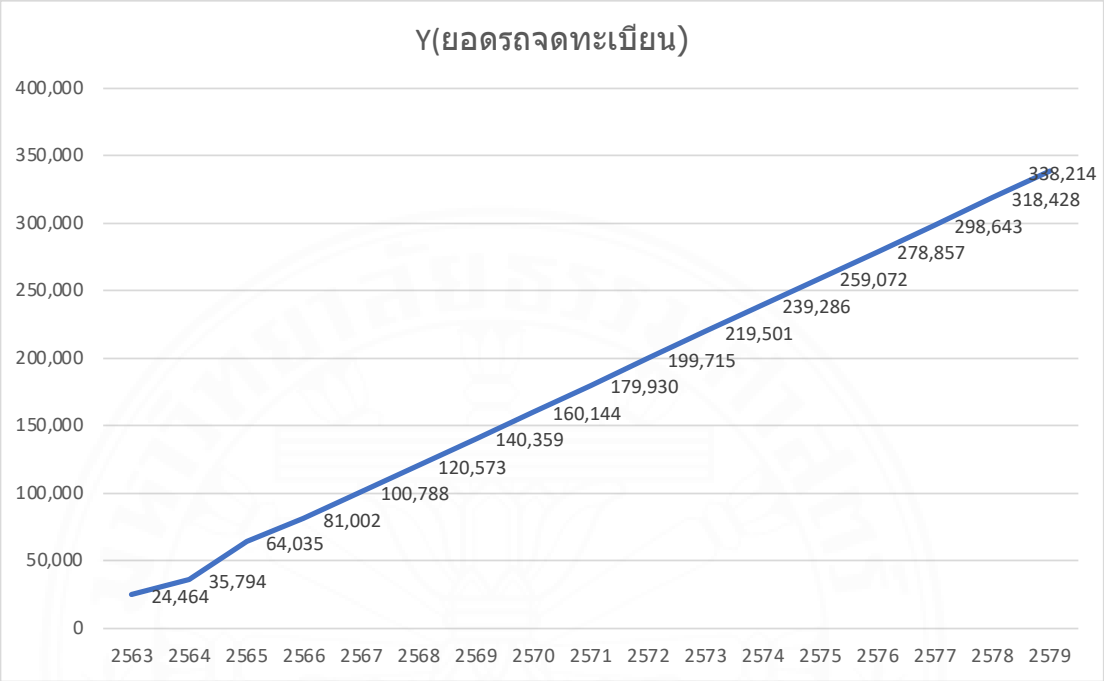
ผลการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง HEV

Year	X (เวลา)	Y (ยอดรถจดทะเบียน)
2566	4	81,002
2567	5	100,788
2568	6	120,573
2569	7	140,359
2570	8	160,144
2571	9	179,930
2572	10	199,715
2573	11	219,501
2574	12	239,286
2575	13	259,072
2576	14	278,857
2577	15	298,643
2578	16	318,428
2579	17	338,214

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 4.3

แนวโน้มของยายนต์เชื้อเพลิง HEV ในอนาคต



จากผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของการพยากรณ์รถยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีแบบไม่ก้าวกระโดด เพราะเนื่องจากไม่มีเหตุการณ์ผิดปกติเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างเช่น การที่รัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในช่วงปี พ.ศ.2565 จึงทำให้มียอดจดทะเบียนเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 1 เท่า ซึ่งมากกว่าปีที่ผ่านมา

มาตรการผลักดัน "ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) ของประเทศไทย กำหนดว่าประเทศไทยจะลดก๊าซเรือนกระจกลง 20% - 25% ภายในปี พ.ศ.2573 โดยจะหันมาส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบขนส่งของประเทศรวมทั้ง "นวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า" หรือ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-generation Automotive) เป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลให้การส่งเสริมอย่างจริงจัง ยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นคลื่นลูกแรกในการปฏิวัติอุตสาหกรรมรถยนต์คลื่นลูกที่สอง คือ ยานยนต์ไร้คนขับที่ขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยปี พ.ศ.2579 เป็นต้นไป คาดหวังว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาแทนที่รถน้ำมันได้อย่างเต็มรูปแบบตามแผนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าให้ถึง 1.2 ล้านคัน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2559)

Ref. code: 256565331450893JMH

4.2 ผลการวิเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิเคราะห์ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ทั้งหมด 42 งานวิจัย ซึ่งมีที่มาจากฐานข้อมูล Scopus และ TU Digital Collections เมื่อทำการคัดกรองปัจจัยจากงานวิจัยทั้งหมด พบว่ามี 6 ปัจจัย ที่ผู้คนให้ความสำคัญ โดยเรียงลำดับปัจจัยที่มีความสำคัญจากมากไปน้อย ดังนี้

1. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง)
2. ปัจจัยด้านการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV)
3. ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ (จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า)
4. ปัจจัยด้านการตลาด (ราคารถยนต์ไฟฟ้า)
5. ปัจจัยด้านส่วนบุคคล (รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ, รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ)
6. ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคม

วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ต้องการปัจจัยที่มีข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แล้วว่ามีทั้งหมด 4 ปัจจัย ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ ทำให้การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้มีตัวแปรต้น X ทั้งหมด 5 ตัว คือ X = ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง, X = จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า , X = ราคารถยนต์ไฟฟ้า, X = รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ (GDP) และ X = รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ

วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ที่จดทะเบียนใหม่ แบบไม่แยกประเภท ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 เพราะว่าการศึกษาครั้งนี้ต้องการดูแนวโน้มภาพรวมของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จากปัจจัยที่กล่าวไปข้างต้น และเนื่องจากปัจจัยที่ได้ทำการคัดกรอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้รถยนต์ไฟฟ้า (EV) โดยรวม ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงไม่ทำการวิเคราะห์แยกประเภทของรถยนต์ไฟฟ้า (EV)

4.2.1 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยที่ X = ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มาจากสำนักงานนโนบายและพลังงาน เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี และเป็นข้อมูลการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคการขนส่งโดยเฉพาะ ข้อมูลที่ได้รวบรวมมามีดังนี้

Ref. code: 25656533145089JMH

ตารางที่ 4.7

ปริมาณการปล่อย CO2 ของภาคการขนส่งและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่

Year	X(CO2 ภาคการขนส่ง:พันตัน)	Y(ยอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่)
2563	73,876.76	35,270
2564	69,265.33	48,581
2565	79,572.55	96,182

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -300{,}255$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 4.8528$$

สมการถดถอย คือ

$$\hat{y} = -300{,}255 + 4.8528x$$

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกล่าวว่า เป้าหมายของประเทศไทยมีความตั้งใจที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 30-40 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีปกติ ภายในปี พ.ศ.2573 (222 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยการประมาณศักยภาพรวม ณ ปี พ.ศ.2573 ของการคมนาคมขนส่ง เท่ากับ 41,000 (หน่วย:พันตัน) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566)

จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อนำค่า X เข้าไปแทนในสมการจะทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ เช่น ถ้าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก X = 41,000 (หน่วย:พันตัน) จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = -101,290 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2573 มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการขนส่งจำนวน 41,000 (หน่วย:พันตัน) จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ -101,290 คัน

และถ้าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก X = 85,000 (หน่วย:พันตัน) จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 112,233 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2566 มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการขนส่งจำนวน 85,000 (หน่วย:พันตัน) จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 112,233 คัน

Ref. code: 25656533145089JMH

4.2.2 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยที่ X = จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลจำนวนของสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้ามาจากเว็บไซต์ของ Electric Vehicle Association of Thailand (EVAT) เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี ข้อมูลที่ได้รวบรวมมามีดังนี้

ตารางที่ 4.8

จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่

Year	X(จำนวนสถานีชาร์จ)	Y(ยอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่)
2563	688	35,270
2564	827	48,581
2565	1,239	96,182

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -42{,}518$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 111.6869$$

สมการถดถอย คือ

$$\hat{y} = -42{,}518 + 111.6869x$$

เนื่องจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานได้วางเป้าหมายไว้ว่า ภายในปี 2030 จะต้องมีสถานีชาร์จสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า 1,304 แห่ง ครอบคลุมทั่วประเทศ ซึ่งจะทำให้ประชาชนหันมาใช้รถ EV มากขึ้นอย่างแน่นอน

จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อนำค่า X เข้าไปแทนในสมการจะทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ เช่น ถ้าสถานีชาร์จ X = 1,304 สถานี จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 103,121 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2566 มีจำนวนสถานีชาร์จ 1,304 สถานี จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 103,121 คัน

Ref. code: 25656533145089JMH

4.2.3 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ ราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV))

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยที่ X = ราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลมาจากกลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบาก ข้อมูลสถิติจำนวนรถใหม่ (ป้ายแดง) ที่จดทะเบียน ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ (ประเภทรถ: รย. 1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน) จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี จากข้อมูลจะทำให้ทราบถึงรุ่นรถยนต์ไฟฟ้าที่มียอดจดทะเบียนมากที่สุดของรถยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท ในปี พ.ศ.2563 รุ่นที่มียอดจดทะเบียนมากสุดของรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV คือ ZS EV (MG), PHEV คือ E350 e (Mercedes-Benz) และ HEV คือ COROLLA CROSS (Toyota) ราคารถยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 1,763,000 บาท ปี พ.ศ.2564 รุ่นที่มียอดจดทะเบียนมากสุดของรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV คือ ZS EV (MG), PHEV คือ HS PHEV (MG) และ HEV คือ COROLLA CROSS (Toyota) ราคารถยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 1,249,333 บาท ปี พ.ศ.2565 รุ่นที่มียอดจดทะเบียนมากสุดของรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV คือ GOOD CAT (GWM), PHEV คือ HS PHEV (MG) และ HEV คือ COROLLA CROSS (Toyota) ราคารถยนต์เฉลี่ยเท่ากับ 1,202,333 บาท

ตารางที่ 4.9

ราคารถยนต์ไฟฟ้าและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่

Year	X(ราคารถยนต์ไฟฟ้าเฉลี่ย)	Y(ยอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่)
2563	1,763,000	35,270
2564	1,249,333	48,581
2565	1,202,333	96,182

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 164{,}640$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = -0.0745$$

สมการถดถอย คือ

$$\hat{y} = 164{,}640 - 0.0745x$$

Ref. code: 25656533145089JMH

จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อนำค่า X เข้าไปแทนในสมการจะทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ เช่น ถ้าราคารถยนต์ไฟฟ้า X = 1,800,000 บาท จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 30,540 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2566 มีราคารถยนต์เป็น 1,800,000 บาทจะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 30,540 คัน

ทั้งนี้ทางภาครัฐได้ออกมาตรการให้การสนับสนุนรถยนต์ไฟฟ้า (EV) โดยการอุดหนุนส่วนลดซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) 18,000-150,000 บาท/คัน และรัฐบาลปัจจุบันได้อนุมัติใช้งบกลางปี พ.ศ.2566 วงเงิน 2,900 ล้านบาท เพื่ออุดหนุนราคารถยนต์ EV ไม่เกินคันละ 150,000 บ. ซึ่งทำให้ราคาจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าถูกลง

ถ้าราคารถยนต์ไฟฟ้า X = 900,000 บาท จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 97,590 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2566 ถ้าในปี พ.ศ.2566 มีราคารถยนต์เป็น 900,000 บาท จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 97,590 คัน

4.2.4 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (X คือ รายได้ต่อหัว GDP)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยที่ X = รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ (GDP) ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลมาจากสำนักงานสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี ข้อมูลที่ได้รวบรวมมามีดังนี้

ตารางที่ 4.10

รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ (GDP) และยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่

Year	GDP(รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ)	Y(ยอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่)
2563	225,311.4	35,270
2564	231,986.1	48,581
2565	248,677.2	96,182

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -564{,}545$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 2.6540$$

สมการถดถอย คือ

$$\hat{y} = -564{,}545 + 2.6540x$$

Ref. code: 25656533145089JMH

สำหรับรายได้ต่อหัวของคนไทยในปี พ.ศ.2566 สศช. ประเมินว่า จะปรับตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากปี พ.ศ.2565 ตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่กำลังมีแนวโน้มขยายตัวได้ดีต่อเนื่องหลังจากผ่านช่วงวิกฤตมาในช่วง 2-3 ปีก่อนหน้านี้ ซึ่ง สศช. ประมาณการว่ารายได้ต่อหัวคนไทยในปี พ.ศ.2566 จะอยู่ที่ 262,633.3 บาทต่อคนต่อปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2566)

จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อนำค่า X เข้าไปแทนในสมการจะทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ เช่น ถ้าประมาณการรายได้ต่อหัวคนไทย X = 262,633.3 บาท จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 132,483 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในปี พ.ศ.2566 มีรายได้ต่อหัวเพิ่มขึ้นเป็น 262,633.3 บาท จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 132,483 คัน

และการศึกษานี้ได้ทำการมุ่งเน้นไปที่ X = รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ ด้วย เพราะพบว่าประชากรในกรุงเทพฯ ให้ความสนใจเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าและมีจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพฯ มากที่สุด เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 - พ.ศ.2565 เป็นเวลา 3 ปี ข้อมูลที่ได้รวบรวมมามีดังนี้

ตารางที่ 4.11

รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯและยอดรถยนต์ไฟฟ้า (EV) จดทะเบียนใหม่

Year	GDP(รายได้ต่อหัวกรุงเทพ)	Y(ยอดรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่)
2563	585,689	35,270
2564	593,927	48,581
2565	608,775	96,182

ค่าคงที่ a และ b สามารถหาได้ดังนี้

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -1{,}553{,}289$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} = 2.7063$$

สมการถดถอย คือ

$$\hat{y} = -1{,}553{,}289 + 2.7063x$$

Ref. code: 25656533145089JMH

จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อนำค่า X เข้าไปแทนในสมการจะทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ เช่น ถ้าประมาณการรายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ X = 650,000 บาท จะได้ค่าการพยากรณ์ ($\hat{y}$) = 205,806 คัน หรือกล่าวคือ ถ้าในอนาคตประชากรในกรุงเทพฯ มีรายได้ต่อหัวเพิ่มขึ้นเป็น 650,000 บาท ต่อคน จะทำให้มียอดรถจดทะเบียนใหม่ 205,806 คัน

4.3 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate)

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เพื่อตรวจสอบว่าค่าของข้อมูลที่รวบรวมมาว่ามีการกระจายไปสมการถดถอยมากน้อยเพียงใด และเป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรตาม Y ไปยังเส้นการถดถอย จากการวิเคราะห์ทำให้ได้ผลตามตารางข้างล่างนี้

$$S_{y,x} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n-2}}$$

ตารางที่ 4.12

ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์

X	Standard Error
ปริมาณการปล่อย CO2 ภาคการขนส่ง	28,205.0019
จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า	1,613.3413
รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย	3,241.0196
รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในกรุงเทพ ฯ	6,786.7299
ราคารถยนต์ไฟฟ้า	31,273.2827

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ ค่า X = ราคารถยนต์ไฟฟ้า และ X = ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง มีค่า Standard Error ค่อนข้างกว้าง หรือมีค่าการกระจายของข้อมูลที่มาก ซึ่งค่า Standard Error ที่กว้าง จะทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำน้อยลง เมื่อเทียบกับ X = จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า, X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย และ X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของ

Ref. code: 25656533145089JMH

ประชากรในกรุงเทพฯ ซึ่งมีค่า Standard Error แคบกว่า หรือมีค่าการกระจายของข้อมูลน้อยกว่า ทำให้ X = จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า, X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย และ X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่า

4.4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation)

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ว่ามีระดับมากน้อยเพียงใด และตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์ไปทิศทางเดียวกันหรือไม่ จากการวิเคราะห์ทำให้ได้ผลตามตารางข้างล่างนี้

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

ตารางที่ 4.13

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปร

X	Simple Correlation Coefficient (R)
ปริมาณการปล่อย CO2 ภาคการขนส่ง	0.7824
จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า	0.9994
รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย	0.9974
รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในกรุงเทพ ฯ	0.9887
ราคารถยนต์ไฟฟ้า	-0.7233

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ X และ Y ถ้าตัวแปร X = จำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า, X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย และ X = รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ มีค่า R เข้าใกล้ 1 คือ 0.9994, 0.9974 และ 0.9887 ตามลำดับ หมายความว่า มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมากและไปในทิศทางเดียวกัน หรืออธิบายได้อีกอย่าง ถ้าจำนวนสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า รายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรทั่วประเทศไทย มีจำนวนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้จำนวนความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และในทางตรงกันข้ามถ้า X = ราคารถยนต์ไฟฟ้า จะเห็นว่าค่าความสัมพันธ์ของตัวแปร X และ Y มีค่า R

Ref. code: 25656533145089JMH

เข้าใกล้ -1 คือ -0.7233 หมายความว่า มีความสัมพันธ์ในระดับสูงแต่ในทางตรงข้ามกัน สามารถอธิบายได้อีกอย่างก็คือ ถ้าราคารถยนต์สูงขึ้นจะทำให้จำนวนความต้องการซื้อรถยนต์ลดลง หรือถ้าราคารถยนต์ไฟฟ้าสูงขึ้น 1 เท่า ยอดจดทะเบียนใหม่จะลดลง 0.7233 เท่า

Ref. code: 25656533145089JMH

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบต่างๆ โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงาน กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (หน่วยงานรัฐ) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับยอดรถจดทะเบียนใหม่ จำแนกตามเชื้อเพลิง ได้แก่ BEV, PHEV และ HEV เป็นข้อมูลประเภทรายปี ตั้งแต่ พ.ศ.2563 - พ.ศ.2565 จำนวน 3 ปี และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยรูปแบบอนุกรมเวลา ซึ่งได้แสดงผลไว้ในบทที่ 4 โดยสามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยรูปแบบอนุกรมเวลาทั้งหมด 2 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection) และวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) สรุปผลการวิจัยทั้ง 2 วิธี ได้ดังนี้

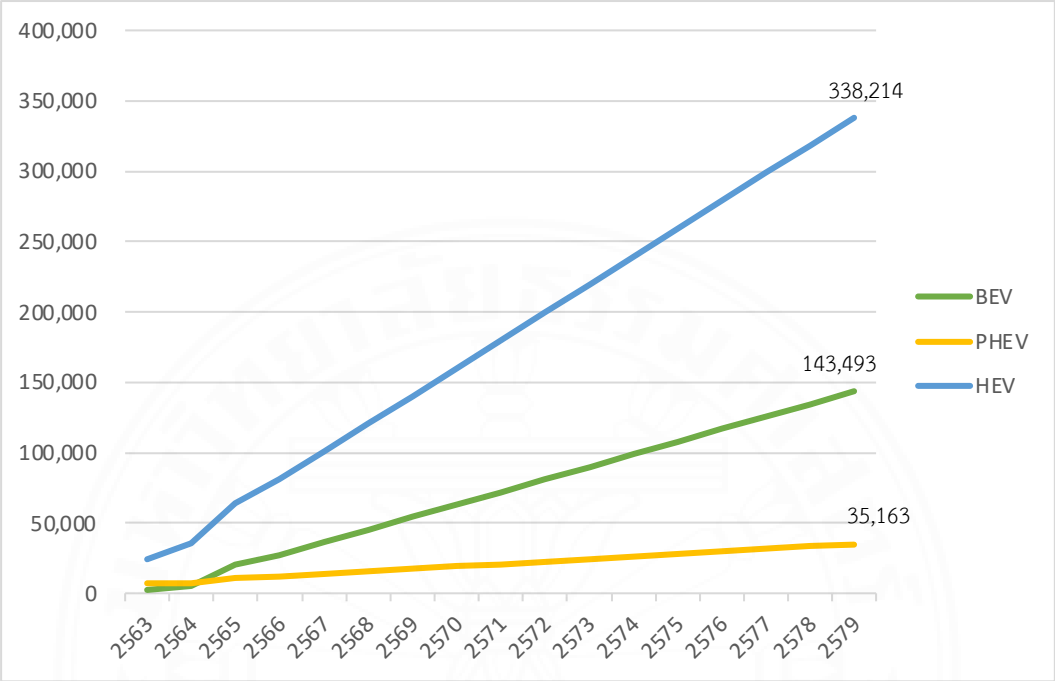
5.1.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม (Trend Projection)

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม โดยใช้สมการถดถอยที่มีตัวแปรต้น X = เวลา และไม่มีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง แนวโน้มความต้องการรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของรถยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภท คือ รถยนต์ยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (BEV), รถยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊กหรือปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) และรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมหรือไฮบริด (HEV) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่องแบบไม่ก้าวกระโดด

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาพที่ 5.1

แนวโน้มของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในอนาคต



5.1.2 สรุปผลวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method)

ผลการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Causal Method) โดยใช้สมการถดถอย ซึ่งวิธีนี้จะมีเรื่องของปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อหาว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ผู้วิจัยทำการสรุปการวิเคราะห์ของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง)
2. ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ (สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า)
3. ปัจจัยด้านการตลาด (ราคารถยนต์ไฟฟ้า)
4. ปัจจัยด้านส่วนบุคคล (รายได้ต่อหัวทั้งประเทศ รายได้ต่อหัวของประชากรในกรุงเทพฯ)

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า

1. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้านการขนส่ง) มีผลในทางบวกต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) พบว่า ถ้าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น จะทำให้มีความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย นั่นหมายความว่า ถ้าประเทศไทยมีการปล่อยมลพิษเพิ่มขึ้นจนทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จะทำให้คนหันมาสนใจรถยนต์ไฟฟ้า (EV) กันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หนึ่งฤทัย รัตนาพร (2562) เรื่อง การศึกษาปัจจัย

Ref. code: 256565331450 89JMH

ด้านทัศนคติต่อการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มคน เจนเนอเรชั่น X และ Y ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า ปัจจัยด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของคนกลุ่ม Generation X และ Y เรียงตามลำดับการให้ความสำคัญคือตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและความต้องการในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม คน Generation X และ Y มีความตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำลังเผชิญอยู่ โดยทราบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมในปัจจุบัน ส่งผลรุนแรงต่อประเทศไทย และคิดว่าแหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศเกิดมาจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งสาเหตุที่ทำให้คน Generation X และ Y ตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เนื่องจากมลภาวะทางอากาศเช่น ฝุ่นละออง ควัน หรือก๊าซมลพิษ ที่เกิดจากการใช้รถยนต์ มีผลเสียต่อสุขภาพของคนในกลุ่มนี้

2. ปัจจัยด้านนโยบายของรัฐ (สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า) มีผลในทางบวกต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) พบว่า ถ้าสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้ามีจำนวนเพิ่มขึ้น จะทำให้มีความต้องการซื้อรถยนต์เพิ่มขึ้นด้วย นั่นหมายความว่า ถ้ารัฐบาลมีแผนการสนับสนุนในการสร้างสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศได้ จะทำให้ประชาชนหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้า (EV) มากขึ้นอย่างแน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศมงคล พงศ์พันธ์ (2564) เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มเจเนอเรชั่นวายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า ปัจจัยด้านนโยบายภาครัฐและการรับรู้โครงสร้างพื้นฐาน มีอิทธิพลต่อการ ตัดสินใจเลือกซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มเจเนอเรชั่นวาย ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งสามารถตีความได้ว่า ผู้บริโภคกำลังมองถึงความชัดเจนของนโยบายภาครัฐ ในการสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรม เพราะการที่รัฐให้ความสำคัญกับยานยนต์ไฟฟ้า นั่นแสดงให้เห็นถึงทิศทางของระบบขนส่งของประเทศในอนาคตและการที่ภาครัฐมีการลงทุนในด้านโครงสร้างพื้นฐานภายในประเทศ ย่อมแสดงให้เห็นถึงความพร้อมในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เพราะเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับผู้บริโภคที่ให้ความสนใจกับยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เมื่อผู้บริโภครับรู้ถึงโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการใช้งานในชีวิตประจำวัน เช่น สถานีชาร์จไฟฟ้า เป็นต้น ก็จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นและสบายใจในการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค

3. ปัจจัยด้านส่วนบุคคล (รายได้เฉลี่ยต่อหัว) มีผลในทางบวกต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) พบว่า ถ้ารายได้ต่อหัวของคนไทยเพิ่มขึ้น จะทำให้มีความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) เพิ่มขึ้นด้วย นั่นหมายความว่า ถ้ารัฐบาลสามารถทำให้ประเทศไทยหลุดพ้นจากประเทศที่มีรายได้ปานกลางได้ สามารถปรับโครงสร้างสู่เศรษฐกิจนวัตกรรม รายได้ต่อหัวคนไทยเพิ่มขึ้น จะทำให้คนไทยมีกำลังในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารดา ทางตะคุ (2558) เรื่อง ความเต็มใจจ่ายสำหรับซื้อรถยนต์ไฟฟ้า: กรณีศึกษาในเขต

Ref. code: 25656533145089JMH

กรุงเทพมหานคร พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ปัจจัยรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือนมีผลในทางบวกต่อความเต็มใจจ่าย นั่นคือ หากพิจารณาตามทฤษฎีอุปสงค์รายได้ของผู้บริโภคกับอุปสงค์จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน สะท้อนถึงการมีงบประมาณในการซื้อสินค้าที่มากขึ้น กล่าวคือ เมื่อรายได้เพิ่มขึ้น ความต้องการซื้อสินค้าหรืออุปสงค์ก็เพิ่มตาม แสดงว่าผู้บริโภคที่มีรายได้เฉลี่ยครัวเรือนสูงกว่าจะมีค่าความเต็มใจจ่ายมากกว่า

4. ปัจจัยด้านการตลาด (ราคารถยนต์ไฟฟ้า) มีผลในทางลบต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) พบว่า ถ้ารถยนต์ไฟฟ้า (EV) มีราคาที่สูง จะทำให้ความต้องการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ลดลง นั่นหมายความว่า ถ้ารัฐบาลไม่มีมาตรการสนับสนุนให้ผู้ประกอบการรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ทั้งนำเข้าจากต่างประเทศและผลิตในประเทศ เช่น เงินอุดหนุนรถยนต์ ลดภาษีสรรพสามิตรถยนต์ และลดอากรขาเข้ารถยนต์ที่ผลิตต่างประเทศและนำเข้าทั้งคัน อาจจะทำให้มีการนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าน้อยลง ซึ่งส่งให้ราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV) แพงขึ้น จะทำให้คนไทยมีความต้องในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประจักษ์ วงษ์ศักดา (2563) เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประชากรวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร พบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านราคา มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประชากรวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านราคามีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประชากรวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร ซึ่งราคาของรถยนต์ไฟฟ้ามีให้เลือกหลากหลายราคาเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการตั้งราคารถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในการจัดจำหน่าย โดยต้องมีความเหมาะสมทั้งด้านราคาและคุณภาพมีความหลากหลายของตัวเลือกเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยพบข้อจำกัดต่างๆ ในการหาข้อมูลและการพยากรณ์ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะเป็นแนวทางในการพิจารณาในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเทคโนโลยีใหม่ มีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูล เช่น มีจำนวนข้อมูลที่น้อยเกินไป หรือในอดีต มีการเก็บข้อมูลรวมกันระหว่าง HEV และ PHEV โดยเริ่มมีการเก็บข้อมูลแบบแยกประเภทรถยนต์ไฟฟ้าที่ชัดเจนในปี พ.ศ.2563 อาจเป็นเพราะประเทศไทยได้มีการสนับสนุนเรื่องของรถยนต์ไฟฟ้า (EV) เมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่หลากหลายได้ ดังนั้นในอนาคตเมื่อมีข้อมูลมากขึ้น ก็สามารถใช้วิธีการพยากรณ์รูปแบบอื่นๆ

Ref. code: 25656533145089JMH

ที่เหมาะสมกับข้อมูลในอนาคตและอาจจะให้ความแม่นยำในการพัฒนาแม่แบบการพยากรณ์อาจมีค่าสูงขึ้นด้วย

2. ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถวิเคราะห์การพยากรณ์ที่ขึ้นกับปัจจัยด้านการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า (EV) และปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคมได้ เนื่องจากข้อมูลไม่สามารถแปลงเป็นตัวเลขหรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณได้ อาจจะต้องหาวิธีการหรือการวิเคราะห์ประเภทอื่นๆ ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้

Ref. code: 25656533145089JMH

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

ธีระพงษ์ ทับพร, ยอดนภา เกษเมือง, เอกพล ทับพร และ ภชรดิษฐ์ แปงจิตต์. (2561). การพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคางหมึกยักษ์แช่แข็ง: บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน. มหาวิทยาลัยธนบุรี, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. *วารสารวิชาการมหาลัยธนบุรี, 28*(1).

ประจักษ์ วงษ์ศักดา. (2563). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประชากรวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร. สาขาการเงินการธนาคาร, คณะบริหารธุรกิจ. *วารสารวิชาการมหาลัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง, 18*(1).

พลากร กลมกูล. (2560) การพยากรณ์ราคาแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทยด้วยตัวแบบอนุกรมเวลา. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 27*(4).

พิพัฒน์ สมภาร. (2561) การวัดการกระจายในงานวิจัยทางชีววิทยา: ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์การแปรผัน.มหาลัยธรรมศาสตร์ *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 26*(3).

วิทยานิพนธ์

กรกฎ มงคลโสภณรัตน์. (2562). *ปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูงใจในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของประชาชนในจังหวัดกรุงเทพและปริมณฑล.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยรามคาแหง. สาขาการจัดการ. คณะบริหารธุรกิจ บทความมหาวิทยาลัยรามคาแหง.

จันทนา วันคนิตย์. (2563). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของ Generation Y.* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยมหิดล, วิทยาลัยการจัดการ.

ทศมงคล พงศ์พันธ์. (2564). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มเจเนอเรชั่นวายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

ธนดล ชินอรุณมังกร. (2563). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระบบไฟฟ้า (EV).* [ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, คณะบริหารธุรกิจเพื่อสังคม.

Ref. code: 25656533145089JMH

ธันย์ชนก จันทร์หอม. (2564). *การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เพื่อกำหนดการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดของโรงงานผลิตยางซิลิโคนแห่งหนึ่ง.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร, สาขาวิชาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต.

พงศ์พุฒิ การะนัด. (2562). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในจังหวัดนนทบุรี.* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, สาขาวิชาการวางแผนและการจัดการเชิงกลยุทธ์สำหรับผู้ประกอบการ.

วริษฐา ดินอุดม. (2562). *การยอมรับเทคโนโลยีและความตั้งใจจะใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในประเทศไทย.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

วิบูลย์ จงสา. (2563). *ปัจจัยที่ส่งผลในการตัดสินใจเลือกใช้รถ hybrid ของผู้บริโภคในเขตจังหวัดชลบุรี.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, วิทยาลัยนวัตกรรม, สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี.

วิศรุต ทั่งเพชร. (2561). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าประเภทแบตเตอรี่ของกลุ่มเจเนอเรชั่นเอ็กซ์และเจเนอเรชั่นวายในกรุงเทพฯ และปริมณฑล.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

วัชรชัย อินธิปีก. (2561). *การพยากรณ์ความต้องการสินค้าและการวางแผนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปเนื้อเป็ด.* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์.

ศุภวรรณ พุฒิวราธิคุณ. (2562). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้านิสสัน ลีฟ ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

หนึ่งฤทัย รัตนาพร. (2562). *การศึกษาปัจจัยด้านทัศนคติต่อการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มคนเจนเนอเรชั่น X และ Y ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

อรรชนา รักวิโรจน์สุข. (2562). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร.* [การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, วิทยาลัยนวัตกรรม.

อภิชัย พรมอ่อน. (2561). *การศึกษาการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (TIME SERIES) เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนทอยางรถยนต์.* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. สถาบันเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม.

Ref. code: 25656533145089JMH

อารดา ทางตะคุ (2558). *ความเต็มใจจ่ายสำหรับซื้อรถยนต์ไฟฟ้า: กรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.* [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์.

อังคณา สุขเหล็ก. (2563). *การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์รูปแบบอนุกรมเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการหากำไรในอนาคต สำหรับบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวกับอาหาร 4 หมวดธุรกิจ.* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

Ang Chyh kun ,Chong ting ting, Seah yong chool, Soo ying ni, Tan phey yi (2017). *Let" s go green studying customer purchase intention towards green cars in Malaysia.* Bachelor of commerce accounting , University Tunku Abdul Rahman, Faculty of business and finance.

Alamsjah, F., Siahaan, A., Santoso, Y.A., ..., Redi, A.A.NP., Persada, S.F. (2021). *Potential factors affecting adoption of electric vehicle by indonesia market*. Industrial Engineering Department, BINUS-Master of Industrial Engineering, Bina Nusantara University.

Aljarash, H., Kim, S.D. (2022). *OUTLOOK OF ELECTRIC VEHICLE MARKET: PREDICTING EV PRICES USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES*. University of Tennessee, Chattanooga, United States.

Abotalebi, E., Scott, D.M., Ferguson, M.R. (2019). *Can Canadian households benefit economically from purchasing battery electric vehicles.* McMaster Institute for Transportation and Logistics, McMaster University.

Anderhofstadt, B., Spinler, S. (2019). *Factors affecting the purchasing decision and operation of alternative fuel-powered heavy-duty trucks in Germany – A Delphi study*. WHU – Otto Beisheim School of Management, Kuehne Foundation Endowed Chair in Logistics Management.

Berman Caggiano, H., Kumar, P., Shwom, R., Cuite, C., Axsen, J. (2021). *Explaining green technology purchases by US and Canadian households: the role of pro-environmental lifestyles, values, and environmental concern*. Department of Human Ecology School of Environmental and Biological Sciences, Rutgers University.

Cheng, Y.-W., Chen, J., Lin, K. (2015). *Exploring consumer attitudes and public opinions on battery electric vehicles*. General Education Center, St. John's University.

Ref. code: 25656533145089JMH

Dezhina, I.G., Radnabazarova, S.Z. (2022). *STIMULATING DEMAND FOR ELECTRIC VEHICLES IN THE WORLD AND RUSSIAN CONTEXT*. Skolkovo Institute of Science and Technology, Innovation Center Skolkovo.

Ecer, F. (2021). *A consolidated MCDM framework for performance assessment of battery electric vehicles based on ranking strategies*. Department of Business Administrative, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Afyon Kocatepe University.

Fan, Z., Xin, G., Ziyi, C., Jing, Y. (2021). *An Intelligent Prediction Model Using Bayesian Discrimination and Computer Simulation*. China Automotive Technology Esearch Center Co. Ltd., Tianjin, China.

Goel, P., Kumar, A., Parayitam, S., Luthra, S. (2023). *Understanding transport users' preferences for adopting electric vehicle-based mobility for sustainable city: A moderated moderated-mediation model*. Shaheed Bhagat Singh College, University of Delhi.

Grzelak, M., Rykała, M. (2021). *Modeling the price of electric vehicles as an element of promotion of environmental safety and climate neutrality: Evidence from Poland.* Faculty of Security, Logistics and Management, Military University of Technology.

Ho, J.C., Huang, Y.-H.S. (2022). *Evaluation of electric vehicle power technologies: Integration of technological performance and market preference*. College of Management, Yuan Ze University.

Jian Wang & Wei Zhou (2019). *Factors Influencing the purchase willingness towards electric vehicles in China*. Master's Thesis, Department of Business Studies, Uppsala University.

Jihyeok Jung, Sangmin Yeo, Yeonjeong Lee, Saedaseul Moon, Deok-Joo Lee (2021). *Factors affecting consumers' preferences for electric vehicle: A Korean case*. Department of Industrial Engineering, Seoul National University.

Lin, C.-T., Yang, J.-J., Chiang, W.-J., Yang, J.-J., Yang, C.-C. (2022). *Analysis of Mutual Influence Relationships of Purchase Intention Factors of Electric Bicycles: Application of DEMATEL Taking into Account Information Uncertainty and*

Ref. code: 25656533145089JMH

Expert Confidence. Graduate School of Technological and Vocational Education, National Yunlin University of Science and Technology.

Nattapon Dolcharumanee (2018). *A study of factors affecting the decision to purchasing electric vehicles (EVs) of the consumer in Bangkok*. The graduate school of Bangkok University .

Nazari, F., Rahimi, E., Mohammadian, A.K. (2019). *Simultaneous estimation of battery electric vehicle adoption with endogenous willingness to pay*. Department of Civil and Materials Engineering, University of Illinois at Chicago, United States.

Mau D., Woisetschläger, D.M. (2018). *Determining relevant factors in purchasing electric vehicles for fleets*. Chair of Services Management, Technische Universität Braunschweig.

Okushima, M. (2018). *Social simulation of promoting electric vehicles for evaluation of policies in local city*. Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University.

Rahahleh, A.H., Moflih, M.A., Alabaddi, Z.A., AL-Nsour, S.N. (2020). *The moderating effect of psychological factors on consumer of electric and hybrid vehicles' response purchase decisions*. World Islamic Science and Education University.

Sobiech-Grabka, K., Stankowska, A., Jerzak, K. (2022). *Determinants of Electric Cars Purchase Intention in Poland: Personal Attitudes v. Economic Arguments*. Department of Innovative City, Warsaw School of Economics.

Wang, P., Guan, C., Zhuge,, C., Sun, M. (2022). *Characteristics and attitudes of actual electric vehicle adopters from different classes of cities*. Department of Land Surveying and Geo-Informatics, The Hong Kong Polytechnic University.

Wei, W., Cao, M., Jiang, Q., Ou, S.-J., Zou, H. (2020). *What influences Chinese consumers' adoption of battery electric vehicles? a preliminary study based on factor analysis*. College of Design, Chaoyang University of Technology.

Zhao, X., Ma, Y., Shao, S., Ma, T. (2022). *What determines consumers' acceptance of electric vehicles: A survey in Shanghai*. China, School of Business, East China University of Science and Technology.

Ref. code: 25656533145089JMH

Zhihong, Zhu & Haoming, Du (2018). *Forecasting the Number of Electric Vehicles: A Case of Beijing*. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiao Tong University.

Ziwen Ling, Christopher, R Cherry, Yi Wen (2021). *Determining the factors that influence electric vehicle adoption: A stated preference survey study in Beijing, China*. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Tennessee.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมการขนส่งทางบก, กองแผนงาน, กลุ่มสถิติการขนส่ง. (2565). *จำนวนรถจดทะเบียนใหม่จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง (รายเดือน).* https://web.dlt.go.th/statistics/

ฐานเศรษฐกิจ รายได้ต่อหัวคนไทย. (2566). *เพิ่มขึ้นแค่ไหน เมื่อไหร่หลุดพ้นความยากจน.* https://www.thansettakij.com/business/economy/566911

มณิสร วรรณศิริกุล. (2565). *สำรวจยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ปี 2565.* https://urbancreature.co/electric-vehicle-car-registration/

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. (2564). รถยนต์ไฟฟ้า Electric Vehicle: EV. https://sciplanet.org/content/8804

ศูนย์สารสนเทศยานยนต์. (2565). *ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่ (ป้ายแดง) รถยนต์ขนาดเล็ก (หน่วย คัน).* https://data.thaiauto.or.th/auto/auto-stat/auto-registration/auto-register.html

สถาบันยานยนต์. (2555). ความรู้ยานยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น. https://www.thaiauto.or.th/2012/th/services/ev/pdf/ev-Intro.pdf

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2565). *รถ EV ทางเลือกแก้ฝุ่น PM2.5 เพื่อคุณภาพอากาศที่ดีกว่า.* https://resourcecenter.thaihealth.or.th/article/รถยนต์ไฟฟ้ามาแรง-เพื่อคุณภาพอากาศที่ดีกว่า

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). เป้าหมายของประเทศไทยที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก. https://www.onep.go.th/?lang=en

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2559). มาตรการผลักดัน "ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) ของประเทศไทย. https://www.eppo.go.th/index.php/th/

Ref. code: 25656533145089JMH

Amazon Web Services. (2560). การพยากรณ์คืออะไร. https://aws.amazon.com/th/what-is/forecast/

CCMC. (2566). *เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (NAMAs).* https://climate.onep.go.th/th/topic/database/nc-bur-btr/gas_targets/

gideon-one. (2564). *ส่องจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ในไทย และแนวโน้มของตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในปี 2022.* https://gideon-one.com/news/trends-of-the-electric-vehicles-evs-in-2021

Krungthai COMPASS. (2564). *จับกระแสอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยกับความท้าทายใหม่ สู่ฐานผลิต EV ของภูมิภาค.* https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_459EV_31_05_64.pdf

Marketeeronline. (2565). *แนวโน้มตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในไทยเติบโตสดใส โอกาสอยู่ตรงไหน.* https://marketeeronline.co/archives/265143

Motortrivia. (2565). *ผลวิจัยพฤติกรรมการเลือกซื้อรถไฟฟ้าปี 2022.* https://motortrivia.com/2022/12/google-purchase-journey-of-thai-new-car-buyers/

PeerPower. (2565). *5 ปัจจัยที่มีผลต่อเทรนด์รถยนต์ไฟฟ้า (รถ EV) และ 5 โอกาสในการลงทุน.* https://www.peerpower.co.th/blog/ev-and-investment

TAP THAI-ASEAN PANORAMA. (2564). *EV จีนบุกไทย.* https://www.tap-magazine.net/blog-th/cs57-1

TNN ONLINE. (2566). *ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าเมืองไทย สะเทือนตลาดรถยนต์ไทย.* https://www.tnnthailand.com/news/wealth/138347/

Ref. code: 25656533145089JMH

ภาคผนวก

Ref. code: 25656533145089JMH

ผลการพยากรณ์รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยโดยวิธีการพยากรณ์แนวโน้ม

Year	BEV	PHEV	HEV
2566	27,682	12,257	81,002
2567	36,591	14,019	100,788
2568	45,499	15,781	120,573
2569	54,408	17,543	140,359
2570	63,316	19,305	160,144
2571	72,225	21,067	179,930
2572	81,133	22,829	199,715
2573	90,042	24,591	219,501
2574	98,950	26,353	239,286
2575	107,859	28,115	259,072
2576	116,767	29,877	278,857
2577	125,676	31,639	298,643
2578	134,584	33,401	318,428
2579	143,493	35,163	338,214

Ref. code: 256565331450 89JMH