

ศึกษาค่าไฟฟ้าระหว่างต้นทุนคงที่กับต้นทุนเปลี่ยนแปลงตามเวลา
เพื่อกำหนดอัตราค่าบริการไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

STUDY ENERGY COST BETWEEN STATIC AND DYNAMIC COST FOR DETERMINING
CHARGING SERVICE RATE OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ENERGY COST BETWEEN STATIC AND DYNAMIC COST FOR DETERMINING
CHARGING SERVICE RATE OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS

CHAYANUT SOTTIYAPHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE MASTER OF ENGINEERING PROGRAM
IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2025
KMITL-2025-EN-M- 027-014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2025

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาค่าไฟฟ้าระหว่างต้นทุนคงที่กับต้นทุนเปลี่ยนแปลงตามเวลา เพื่อกำหนดอัตราค่าบริการไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้า
นักศึกษา	นายชยณัฐ โสทธิยาภักย์
รหัสประจำตัว	65016023
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
พ.ศ.	2568
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล

บทคัดย่อ

แม้ว่าความต้องการของยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ความแตกต่างของรูปแบบสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและความหลากหลายของต้นทุนพลังงานยังไม่ได้รับการศึกษารอบคอบเพียงพอ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยศึกษาผลกระทบของรูปแบบการดำเนินงาน จำนวนเครื่องอัดประจุ และความผันผวนของต้นทุนพลังงาน งานวิจัยนี้ประเมินความสามารถในการทำกำไร ระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนจากการลงทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ โดยผสานเครื่องมือวิเคราะห์ทางการเงินเข้ากับข้อมูลต้นทุนพลังงานย้อนหลัง

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสถานีอัดประจุขนาดเล็กที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 – 3 เครื่อง มีความเป็นไปได้ทางการเงินสูงกว่า โดยสามารถสร้างอัตราผลตอบแทนภายใน ได้ในช่วง 24.18% – 39.86% และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 – 4 ปี ขึ้นอยู่กับรูปแบบอัตราค่าบริการ ในทางกลับกันสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามากกว่า 3 เครื่อง มีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานขึ้น และบางรูปแบบอาจไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาของโครงการ อันเนื่องมาจากต้นทุนของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสถานีที่ตั้งในทำเลที่มีความต้องการใช้งานอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพของสถานี

นอกจากนี้งานวิจัยยังเน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของ การกำหนดราคาพลังงานแบบไดนามิกในการสร้างแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยต้นทุนไฟฟ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสถานีแบบทั่วไปและสถานีที่มีลำดับความสำคัญต่ำ โดยต้นทุนพลังงานของสถานีทั่วไปอาจสูงกว่าสถานีลำดับความสำคัญต่ำถึง 23% ความแตกต่างนี้สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบของมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานและเพิ่มความน่าสนใจในการลงทุน เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคที่มีต้นทุนพลังงานสูงกว่าและมีมาตรการจูงใจทางการเงินน้อยกว่า ความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยแสดงให้เห็นถึงข้อได้เปรียบทางการแข่งขันในแง่ของความน่าสนใจในการลงทุนและผลตอบแทนจากเงินทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	STUDY ENERGY COST BETWEEN STATIC AND DYNAMIC COST FOR DETERMINING CHARGING SERVICE RATE OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS
Student	Mr. Chayanut Sottiyaphai
Student ID.	65016023
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical and Computer Engineering
Year	2025
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Atthapol Ngaopitakkul

ABSTRACT

Despite the increasing demand for electric vehicles and the associated charging stations, the variances in EV charging station models and diversity of energy costs have not been effectively studied to date. Therefore, this study examines the financial viability of EV charging stations in Thailand by analysing the effects of operational models, charger counts, and fluctuating energy costs. It evaluates the profitability, payback periods, and investment returns of various types of EV charging stations by combining financial analysis tools and historical energy cost data. The results indicate that small-scale charging stations with 1–3 chargers demonstrate superior financial viability, achieving internal rates of return of 24.18% – 39.86% and payback periods ranging from 3 – 4 years, depending on the tariff model. In contrast, stations with more than three chargers experience extended payback periods, with some configurations failing to recover investment within the project duration due to increased capital expenditures and operational costs, particularly in locations where demand does not fully utilize available capacity. This study also emphasises the critical role of dynamic energy pricing in the financial modelling of charging stations. The cost of electricity varies significantly between conventional and low-priority stations, with energy costs for conventional stations being up to 23% higher. This disparity highlights the impact of government incentives which help reduce operational costs and improve investment attractiveness. Compared to regions with higher energy costs and fewer financial incentives, the financial feasibility of EV charging stations in Thailand presents competitive advantages in terms of investment attractiveness and return on capital.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ ดร.สันฐิติ อยู่มาก นายปณพงค์ ส่งสุขสวัสดิ์ นายสันติพนธ์ อนันต์วัฒนาพร และนายณัฐนนท์ พันธุ์นิล รวมไปถึงสมาชิกของห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ชยณัฐ โสทธิยาภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย	5
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 เครื่องอัดประจุไฟฟ้า	7
2.2 อัตราค่าไฟฟ้า	9
2.3 การวิเคราะห์และประเมินโครงการ	12
บทที่ 3 การคาดการณ์ทางการเงินของโครงการ	15
บทที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อโครงการ	21
4.1 จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	21
4.2 อัตราค่าบริการขั้นต่ำ	31
4.3 ต้นทุนพลังงาน	35
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	41
เอกสารอ้างอิง	43
ประวัติผู้เขียน	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1	7
ตารางที่ 2.2	8
ตารางที่ 2.3	10
ตารางที่ 2.4	10
ตารางที่ 3.1	19
ตารางที่ 4.1	25
ตารางที่ 4.2	26
ตารางที่ 4.3	26
ตารางที่ 4.4	27
ตารางที่ 4.5	27
ตารางที่ 4.6	28
ตารางที่ 4.7	28
ตารางที่ 4.8	29
ตารางที่ 4.9	29
ตารางที่ 4.10	30
ตารางที่ 4.11	30
ตารางที่ 4.12	38
ตารางที่ 4.13	38
ตารางที่ 4.14	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1	แนวโน้มอัตราค่าไฟฟ้าในประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี 11
รูปที่ 3.1	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันเฉลี่ยของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 16
รูปที่ 3.2	ปริมาณการใช้พลังงานรวมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า..... 18
รูปที่ 3.3	โครงสร้างแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้า..... 20
รูปที่ 4.1	กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป..... 21
รูปที่ 4.2	กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ..... 23
รูปที่ 4.3	ระยะเวลาคืนทุนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์..... 31
รูปที่ 4.4	อัตราผลตอบแทนภายในของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์ 32
รูปที่ 4.5	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์..... 33
รูปที่ 4.6	ราคาค่าบริการต่อหน่วยที่เหมาะสมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า 34
รูปที่ 4.7	กระแสเงินสดสุทธิจากสำหรับโครงการที่มีต้นทุนพลังงานคงที่และเปลี่ยนแปลงตามเวลา 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ภัยคุกคามจากภาวะโลกร้อนที่ทวีความรุนแรงขึ้นได้กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับโลกไปสู่การแก้ปัญหาการขนส่งที่ยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการทดแทนยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปแบบดั้งเดิม อุตสาหกรรมการขนส่งเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก จึงกลายเป็นเป้าหมายสำคัญในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [1] ด้วยเหตุนี้ ความจำเป็นในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงส่งผลให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขยายตัวอย่างรวดเร็วทั่วโลก โดยได้รับแรงขับเคลื่อนจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มาตรการสนับสนุนจากรัฐ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภค [2]

การเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ หนึ่งในปัจจัยสำคัญคือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ และมีราคาที่สามารถเข้าถึงได้มากขึ้น [3] โดยเฉพาะนวัตกรรมด้านแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนและแบตเตอรี่แบบโซลิดสเตต ซึ่งช่วยเพิ่มระยะทางการขับขี่และสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญ สามารถตอบโจทย์ข้อกังวลหลักของผู้บริโภคเกี่ยวกับระยะทางการใช้งานของยานยนต์ไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า “Range Anxiety” [4]

นอกจากเทคโนโลยีที่กล่าวมาแล้ว มาตรการสนับสนุนจากรัฐยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญในการผลักดันการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า [5] ซึ่งหลายประเทศได้ออกมาตรการกระตุ้น เช่น เงินอุดหนุน การลดหย่อนภาษี และสิทธิประโยชน์ทางการเงินอื่น ๆ เพื่อลดต้นทุนเริ่มต้นของยานยนต์ไฟฟ้าทำให้สามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้กว้างขึ้น นอกจากนี้ กฎระเบียบด้านมลพิษที่เข้มงวดขึ้นและเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ข้อตกลงระหว่างประเทศ เช่น ข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) ยังเป็นแรงกดดันให้ผู้ผลิตรถยนต์เร่งพัฒนาและเปลี่ยนผ่านไปสู่เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น [6]

อย่างไรก็ตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าก่อให้เกิดความท้าทายใหม่ ๆ โดยเฉพาะการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า งานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าต้องเผชิญกับอุปสรรคหลายประการ เช่น ต้นทุนการติดตั้งที่สูง ความไม่แน่นอนของความต้องการในอนาคต ขีดจำกัดความสามารถของโครงข่ายไฟฟ้า ตลอดจนปัญหาด้านคุณภาพและเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า การแก้ไขปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยกลยุทธ์การเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานรวมถึงการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม การบูรณาการกับระบบโครงข่ายพลังงาน และการกำหนดอัตราค่าบริการแบบไดนามิก [7]

ในประเทศไทยแนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ากำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว รัฐบาลไทยได้ออกมาตรการหลายประการเพื่อส่งเสริมการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสนับสนุนการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืน [8] มาตรการเหล่านี้รวมถึงการลดภาษีให้กับผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า การอุดหนุนสำหรับผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า และการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า [9] รัฐบาลไทยยังได้ตั้งเป้าหมายเชิงรุกสำหรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยตั้งเป้าว่าจะมียานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 1.2 ล้านคัน บนท้องถนนภายในปี พ.ศ. 2579 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนยุทธศาสตร์ที่มุ่งลดก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยฉบับนี้จึงได้ศึกษาและนำเสนอโครงสร้างต้นทุนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อกำหนดอัตราค่าบริการอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยจัดเรียงในรูปแบบดังต่อไปนี้ หัวข้อที่ 2 จะนำเสนอแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และต้นทุนการดำเนินงาน หัวข้อที่ 3 นำเสนอการคาดการณ์ทางการเงินของโครงการรวมถึงการวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash Flow Analysis) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) หัวข้อที่ 4 ศึกษาผลกระทบของจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่มีต่อผลประกอบการทางการเงินของสถานีวิเคราะห์ผลต่อความสามารถในการทำกำไรและการบริหารต้นทุน และกำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่จำเป็นเพื่อให้มั่นใจว่าสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืนตลอดอายุโครงการ และสรุปผลการศึกษาในหัวข้อที่ 5 โดยสรุปประเด็นสำคัญและแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการ นักลงทุน และผู้กำหนดนโยบาย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เน้นย้ำถึงความสำคัญของการพิจารณาทำเลที่ตั้งและจำนวนสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างรอบคอบ เพื่อให้สามารถคาดการณ์ต้นทุนการดำเนินงานได้อย่างแม่นยำ โดยงานวิจัยนี้มุ่งแก้ไขข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานไฟฟ้า รวมถึงข้อกำหนดด้านการใช้พลังงานที่กำหนดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
2. นำเสนอแนวทางที่เป็นระบบสำหรับการกำหนดต้นทุนการก่อสร้างและต้นทุนการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีการแจกแจงรายละเอียดของค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ต้นทุนอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษาอย่างครบถ้วน ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางพื้นฐานในการประเมินผลกระทบด้านต้นทุนของโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
3. เสนอแนวทางในการกำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าตลอดอายุการใช้งาน โดยกรอบแนวคิดนี้คำนึงถึงข้อจำกัดของโครงสร้างพื้นฐานของสถานี และใช้ดัชนีชี้วัดทางการเงิน เช่น ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการลงทุน
4. วิเคราะห์ความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับความผันผวนของต้นทุนพลังงาน โดยเน้นย้ำถึงความสำคัญของการทำความเข้าใจและบริหารจัดการต้นทุนพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบขนส่งที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผ่านการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นการประเมิน ความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยตั้งสมมุติฐานว่าต้นทุนพลังงานและจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำกำไรและระยะเวลาคืนทุนของสถานีอัดประจุไฟฟ้า จากนั้นจึงพัฒนาแบบจำลองทางการเงินเพื่อตรวจสอบผลกระทบของต้นทุนพลังงานในสองรูปแบบ ได้แก่ สถานีที่มีต้นทุนพลังงานคงที่และสถานีที่มีต้นทุนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

กรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย การวิเคราะห์ต้นทุนการดำเนินงาน รายได้จากการให้บริการ และตัวแปรทางการเงิน เช่น อัตราผลตอบแทนภายใน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และระยะเวลาคืนทุน เพื่อนำไปสู่เอกสารที่เป็นเอกสารทงสวนวิชาหกรังงานพอกการศึกษาเทานัน เมอนุญาตเทนาเปเซประโยชนดานการศึ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่เหมาะสม โดยใช้แนวทางการคาดการณ์ต้นทุนพลังงานจากข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี งานวิจัยนี้ยังคำนึงถึงผลกระทบของนโยบายภาครัฐและมาตรการสนับสนุนด้านพลังงาน ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานและส่งเสริมการลงทุนจากภาคเอกชน

ดังนั้น ผลการศึกษานี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์ด้านราคา การลงทุน และการบริหารจัดการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยให้เติบโตอย่างยั่งยืน

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรองรับการใช้งานที่เพิ่มขึ้นและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบขนส่งที่ใช้พลังงานสะอาด [11] สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยมอบการแก้ปัญหาการอัดประจุไฟฟ้าที่สะดวกและเข้าถึงได้ง่าย [12], [13] เทคโนโลยีของเครื่องอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยมีนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มความเร็ว ประสิทธิภาพ และความสามารถในการเชื่อมต่อ ส่งผลให้ประสบการณ์การอัดประจุสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น [14] ปัจจุบันตัวเลือกในการอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีความหลากหลาย ตั้งแต่เครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบช้า สำหรับที่พักอาศัย ไปจนถึงเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็ว ซึ่งตอบโจทย์ความต้องการที่แตกต่างกันของผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

โดยทั่วไปสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ เครื่องอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 1 เครื่องอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 2 และเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็ว [15] สำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 1 เป็นเครื่องอัดประจุพื้นฐานที่มักใช้ในที่พักอาศัย โดยสามารถเสียบเข้ากับเต้ารับไฟฟ้าภายในบ้านได้โดยตรง ให้กำลังไฟต่ำและใช้เวลานานในการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเหมาะสำหรับการอัดประจุแบบข้ามคืน ส่วนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 2 มีความเร็วในการอัดประจุที่สูงกว่า ซึ่งต้องใช้เต้ารับไฟฟ้าแรงดัน 240 โวลต์ และสามารถอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าได้เต็มภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง มักพบได้ทั้งในที่พักอาศัยและพื้นที่สาธารณะ และสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็ว เป็นเครื่องอัดประจุที่เร็วที่สุด สามารถอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าได้ถึง 80% ภายใน 20 – 30 นาที เหมาะสำหรับการเดินทางระยะไกล จึงนิยมติดตั้งบริเวณทางหลวงและศูนย์กลางเมือง [16] อย่างไรก็ตามงานวิจัยหลายชิ้นคาดการณ์ว่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 2 จะมีอัตราการเติบโตที่เร็วกว่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็ว เนื่องจากมีต้นทุนการติดตั้งที่ต่ำกว่า และสามารถเข้าถึงได้ง่ายกว่าในพื้นที่สาธารณะ [17] แม้ว่าการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดความท้าทายต่อโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานไฟฟ้า [18] การเพิ่มขึ้นของภาระโหลดไฟฟ้าส่งผลให้โครงข่ายไฟฟ้าจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและขยายตัว เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานที่เพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพ [19] ในเขตเมืองและพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น ผลกระทบต่อโครงข่ายพลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มรุนแรงยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนกลยุทธ์และการลงทุนในการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าให้ทันสมัย [20]

นอกจากนี้ประเด็นเรื่อง ความเท่าเทียมในการกระจายสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง งานวิจัยในเขต คิงเคาน์ตี รัฐวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ระบุว่า การเข้าถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะมีแนวโน้มสูงขึ้นในพื้นที่พาณิชย์และตามแนวถนนสายหลัก แต่ยังคงมีความเหลื่อมล้ำในพื้นที่ที่มีบ้านเดี่ยวจำนวนมาก [21], [22] การลดความเหลื่อมล้ำเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ทุกกลุ่มประชากรสามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเท่าเทียม ซึ่งเป็นปัจจัยสนับสนุนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญต่อเป้าหมายการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนและการปรับปรุงระบบขนส่งให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แม้ว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง แต่ความท้าทายที่สำคัญยังคงอยู่ โดยเฉพาะด้านความสามารถในการขยายตัว ต้นทุนที่เอื้อไม่ถึง และความยั่งยืนทางการเงินของโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว งานวิจัยก่อนหน้านี้ระบุว่า ต้นทุนการติดตั้งเริ่มต้นที่สูงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการลงทุนของทั้งภาคเอกชนและหน่วยงานภาครัฐ [23] นอกจากนี้ ความผันผวนของต้นทุนพลังงานยังเพิ่มความไม่แน่นอนให้กับความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องมีแนวทางการบริหารความเสี่ยงที่เหมาะสม [24], [25] หนึ่งในแนวทางที่ได้รับการเสนอแนะเพื่อลดความเสี่ยงด้านต้นทุนพลังงาน คือ การใช้โมเดลการกำหนดราคาแบบไดนามิกและโครงการตอบสนองต่อความต้องการไฟฟ้า แนวทางเหล่านี้ได้รับการประเมินโดยใช้ “Real Option Valuation Methods” ซึ่งช่วยให้สามารถปรับราคาค่าไฟฟ้าตามความต้องการในช่วงเวลาจริง ส่งผลให้ผู้ประกอบการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสามารถลดความเสี่ยงทางเศรษฐกิจ และสร้างความยั่งยืนทางการเงินได้ดียิ่งขึ้น [26], [27]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาปัจจัยสำคัญ เช่น จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า อัตราค่าบริการไฟฟ้า และต้นทุนการดำเนินงาน เพื่อสร้างแบบจำลองทางการเงินที่สะท้อนถึงสถานการณ์จริงของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
2. พัฒนาและจำลองแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ใน 2 กรณี ได้แก่ สถานีที่มีต้นทุนพลังงานที่เป็นค่าคงที่และสถานีที่มีต้นทุนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยใช้ข้อมูลต้นทุนพลังงานย้อนหลัง 10 ปี เพื่อคาดการณ์แนวโน้มของค่าใช้จ่ายในอนาคต
3. วิเคราะห์ตัวแปรทางการเงิน เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทนภายใน, และระยะเวลาคืนทุน เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ
4. กำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่เหมาะสม สำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แต่ละประเภท โดยคำนึงถึงต้นทุนการดำเนินงาน ผลกระทบของนโยบายภาครัฐ และความสามารถในการทำกำไรของโครงการ
5. ศึกษาผลกระทบของความผันผวนของต้นทุนพลังงานต่อการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และนำเสนอแนวทางการบริหารความเสี่ยงและกลยุทธ์ด้านราคา เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของตลาดพลังงานในอนาคต
6. นำเสนอแนวทางสำหรับนักลงทุนและผู้กำหนดนโยบาย โดยสรุปข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงโครงสร้างต้นทุนพลังงาน อัตราค่าบริการไฟฟ้า และนโยบายภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบการวิเคราะห์ทางการเงิน
2. รวบรวมข้อมูลต้นทุนการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาจากจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายทางธุรการ เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการสร้างแบบจำลองทางการเงิน
3. วิเคราะห์แนวโน้มต้นทุนพลังงานในอนาคต โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 10 ปีของค่าไฟฟ้า และอัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (ft) เพื่อพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ต้นทุนพลังงาน
4. พัฒนาและจำลองแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้ 2 กรณี ได้แก่ ต้นทุนพลังงานที่เป็นค่าคงที่และต้นทุนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของต้นทุนพลังงานที่แตกต่างกันต่อผลตอบแทนการลงทุน
5. คำนวณตัวชี้วัดทางการเงินที่สำคัญ เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาคืนทุน เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
6. กำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่เหมาะสม สำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงต้นทุนการดำเนินงาน ผลตอบแทนจากการลงทุน และความสามารถในการแข่งขันของตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำเสนอแนวทางบริหารความเสี่ยงและกลยุทธ์ทางการเงิน สำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้ตลาดพลังงานที่เปลี่ยนแปลง เพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุน
8. สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงานวิจัย เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับ นักลงทุน ผู้ประกอบการ และผู้กำหนดนโยบาย ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างยั่งยืน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาประเภทของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละภูมิภาคและโครงสร้างพื้นฐานที่ส่งผลต่อค่าดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญ ประเด็นสำคัญของการศึกษาอยู่ที่การออกแบบ แบบจำลองทางการเงินที่เหมาะสมกับประเภทและโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในบริบทเฉพาะของประเทศไทย

โครงสร้างต้นทุนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้พิจารณาจากต้นแบบสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าประเภทเดียว ซึ่งถูกวางตำแหน่งเชิงกลยุทธ์ในพื้นที่ที่เอื้อต่อการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้า เช่น สถานีบริการน้ำมันหรือสถานที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานรองรับ แบบจำลองทางการเงินตั้งอยู่บนพื้นฐานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทเดียว โดยใช้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่สอดคล้องกับรูปแบบธุรกิจที่มีอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ งานวิจัยยังอ้างอิงกรอบแนวคิดทางการเงินที่ใช้โดยการไฟฟ้านครหลวง (MEA) ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่รับผิดชอบระบบจำหน่ายไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและพื้นที่โดยรอบ อัตราค่าไฟฟ้าถูกกำหนดตามลักษณะของธุรกิจ โดยมีการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการผ่านการวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อศึกษาศักยภาพด้านความสามารถในการทำกำไรของการดำเนินงานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม การพิจารณาการลงทุนเป็นกระบวนการที่ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของนักลงทุนแต่ละราย และเกณฑ์การประเมินอาจแตกต่างกันไปตามปัจจัยเฉพาะ ดังนั้น การเลือกใช้ตัวชี้วัดทางการเงินที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ไม่เพียงแต่ต้องใช้ในการประเมินโครงการในปัจจุบันเท่านั้น แต่ยังสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์สำหรับการขยายตัวและการพัฒนาในอนาคตของอุตสาหกรรมสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย

ตารางที่ 2.1 คำจำกัดความของตัวชี้วัดทางการเงินและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

คำศัพท์	ความหมาย
IRR	อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการทำกำไรของการลงทุน
NPV	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คำนวณจากส่วนต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดขาเข้าและขาออกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
EVs	ยานยนต์ไฟฟ้า หมายถึง ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์จัดเก็บพลังงานอื่น ๆ
Ft	ค่าไฟฟ้าผันแปร เป็นองค์ประกอบของค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนตามต้นทุนเชื้อเพลิง
MEA	การไฟฟ้านครหลวง เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลของประเทศไทย
TOU	อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลา หมายถึง โครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวันและรูปแบบการใช้พลังงาน

2.1 เครื่องอัดประจุไฟฟ้า

สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักตามลักษณะของการติดตั้ง เครื่องอัดประจุไฟฟ้าและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ได้แก่ เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับการใช้งานส่วนบุคคล และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับการใช้งานสาธารณะ ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานสาธารณะ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบด้านต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับกับผู้ให้บริการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์

ในการศึกษานี้อ้างอิงราคามาตรฐานที่ประกาศสำหรับการจัดซื้อสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งอยู่ที่ 998,310 บาทต่อเครื่อง ราคาดังกล่าวครอบคลุมถึงต้นทุนการติดตั้งพื้นฐานและอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ เช่น สายเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ไฟฟ้า

โดยคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่ใช้ในการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

- กำลังไฟฟ้าพิกัด : 50 กิโลวัตต์
- เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว ที่มีกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ขั้นต่ำ: 500 โวลต์
- ข้อกำหนดด้านกำลังไฟฟ้าขาเข้า
 - 1) แรงดันไฟฟ้า: 380 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ต
 - 2) ระบบไฟฟ้า: 3 เฟส 4 สาย
 - 3) ค่าตัวประกอบกำลัง: ไม่น้อยกว่า 0.9
 - 4) การปิดเบรกของมอเตอร์กระแสไฟฟ้า: ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61000-3-12
 - 5) ประสิทธิภาพของระบบ: ไม่น้อยกว่า 90%
- ข้อกำหนดด้านกำลังไฟฟ้าขาออก
 - 1) แรงดันขาออกพิกัด : 50-500 โวลต์
 - 2) ความสามารถในการจ่ายกระแสสูงสุด: ไม่น้อยกว่า 125 แอมแปร์
- มีระบบป้องกันกระแสเกิน และระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
- มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าต่ำ-สูง และระบบป้องกันความร้อนสูง
- เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-1:2010

งานวิจัยนี้ยังทำการศึกษารวมประกอบของการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยแบ่งหมวดหมู่เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนได้ง่ายขึ้นในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละรูปแบบ หมวดหมู่นำมาพิจารณาประกอบด้วยต้นทุนของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และต้นทุนดำเนินงานต่าง ๆ ซึ่งถูกประมาณการโดยใช้แบบจำลองสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำลอง ในการศึกษาต้นทุนดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามุ่งเน้นเฉพาะค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติม โดยไม่นับรวมต้นทุนของโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ภายในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การศึกษานี้ตั้งสมมติฐานว่าระยะทางระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ในพื้นที่กับจุดติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าอยู่ที่ 20 เมตร การประเมินต้นทุนครอบคลุมค่าแรง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และต้นทุนของท่อร้อยสายไฟ ซึ่งมีการปรับขนาดให้สอดคล้องกับขนาดของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.2 ต้นทุนสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	ต้นทุนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (บาท)	ต้นทุนอุปกรณ์ติดตั้ง (บาท)	ค่าแรง (บาท)	ต้นทุนการติดตั้ง (บาท)	รวมทั้งหมด (บาท)
1	998,310	8,500	10,930	60,530	1,078,270
2	1,996,620	58,500	40,080	271,115	2,366,315
3	2,994,930	78,660	54,350	323,145	3,451,085
4	3,993,240	112,360	75,840	587,940	4,769,380
5	4,991,550	144,980	99,250	494,370	5,730,150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อัตราค่าไฟฟ้า

ในประเทศไทยความต้องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจในการดำเนินธุรกิจสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย โดยมีทั้งผู้ให้บริการจำหน่ายไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม และผู้ประกอบการรายใหม่ที่ต้องการเข้ามาแข่งขันในตลาดที่กำลังเติบโต ความหลากหลายของผู้ให้บริการนี้ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าเฉพาะสำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดและรูปแบบของธุรกิจ โดยอัตราค่าไฟฟ้างกล่าวพิจารณาจากปัจจัยหลัก ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทของอุปกรณ์วัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า โดยอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้กับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ อัตราปกติใช้กับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนเป็นธุรกิจตามรูปแบบการจัดตั้งสถานี และอัตราส่วนลดใช้กับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีลำดับความสำคัญต่ำ ซึ่งต้นทุนค่าไฟฟ้าระหว่างสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้อัตราค่าไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองทางการเงินที่เหมาะสมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า และอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อโครงสร้างธุรกิจของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า คือ ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า ตามข้อกำหนดในปัจจุบัน สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ที่มีกำลังไฟฟ้าวรวมต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์แอมแปร์ จะถูกจัดประเภทเป็นกิจการพลังงาน และได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านการขออนุญาตสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่รูปแบบธุรกิจของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 30 – 999 กิโลวัตต์แอมแปร์ เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์ของธุรกิจขนาดกลาง ซึ่งช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

ในประเทศไทยอัตราค่าไฟฟ้าถูกกำหนดเป็น 8 ประเภท ตามลักษณะของสถานประกอบการภายใต้ข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง การดำเนินธุรกิจสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องพิจารณาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้สามารถเลือกโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ โดยขอบเขตของการศึกษานี้ครอบคลุมสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าตั้งแต่ 1 – 5 เครื่อง และมีกำลังไฟฟ้าวรวมตั้งแต่ 50 – 250 กิโลวัตต์ ตามเกณฑ์การจัดประเภทของการไฟฟ้านครหลวง สถานีอัดประจุไฟฟ้ากลุ่มนี้อยู่ภายใต้ “ธุรกิจประเภทที่ 3” ซึ่งถูกจัดให้เป็นธุรกิจขนาดกลาง

สำหรับตารางที่ 2.3 ได้นำเสนออัตราค่าบริการไฟฟ้า สำหรับธุรกิจขนาดกลางภายใต้เขตพื้นที่รับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง โดยกำหนดเงื่อนไขการใช้ไฟฟ้าให้มีความต้องการพลังงานสูงสุดเฉลี่ย 15 นาที ตั้งแต่ 30 – 999 กิโลวัตต์ และเชื่อมต่อผ่านมิเตอร์ไฟฟ้าเพียงจุดเดียว ซึ่งลักษณะเฉพาะของโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับธุรกิจขนาดกลาง คือ การคิดค่าบริการเพิ่มเติมตามค่าความต้องการพลังงานสูงสุดในหน่วยกิโลวัตต์ที่เฉลี่ยจากช่วงเวลา 15 นาทีที่มีการใช้พลังงานสูงสุด แตกต่างจากโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของธุรกิจขนาดเล็กที่คิดค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในอัตราที่สูงกว่าแต่ไม่มีการคิดค่าบริการตามค่าความต้องการพลังงานสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าบริการไฟฟ้าสำหรับธุรกิจขนาดกลางในพื้นที่การไฟฟ้านครหลวง

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการรายเดือน (บาท/เดือน)
≥69 กิโลโวลต์	175.70	3.1097	312.24
12-24 กิโลโวลต์	196.26	3.1471	312.24
<12 กิโลโวลต์	221.50	3.1751	312.24

อีกแนวทางหนึ่งในการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า คือ การพิจารณาสถานีที่ถูกจัดประเภทเป็น “สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ” โดยสถานีประเภทนี้สามารถควบคุม ลด หรือระงับการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดได้เมื่อได้รับการแจ้งเตือนจากการไฟฟ้านครหลวง การควบคุมดังกล่าวเป็นไปได้ผ่านระบบตรวจสอบมิเตอร์ไฟฟ้าของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งช่วยให้มั่นใจว่าในส่วนของผู้ประกอบการเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าเท่านั้นที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบไฟฟ้า ทั้งนี้แนวทางดังกล่าวช่วยลดผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยอื่น และรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าโดยรวม ตามมติของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้มีการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าแบบคงที่ตลอดทั้งวันสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ โดยอัตราค่าไฟฟ้างดกล่าวใช้โครงสร้างเดียวกับอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจขนาดเล็ก (ธุรกิจประเภทที่ 2) ในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (Off-Peak Periods) ซึ่งแนวทางนี้จะสอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าและสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานในระยะยาวอีกด้วย

อัตราค่าบริการไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

- ค่าพลังงานไฟฟ้า
- ค่าบริการรายเดือน
- ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)

โดยค่าไฟฟ้าผันแปรได้รับการปรับตามอัตราที่ได้รับอนุมัติจาก คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานซึ่งมีการทบทวนทุก 4 เดือน และอัตราค่าบริการไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่างกัน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4

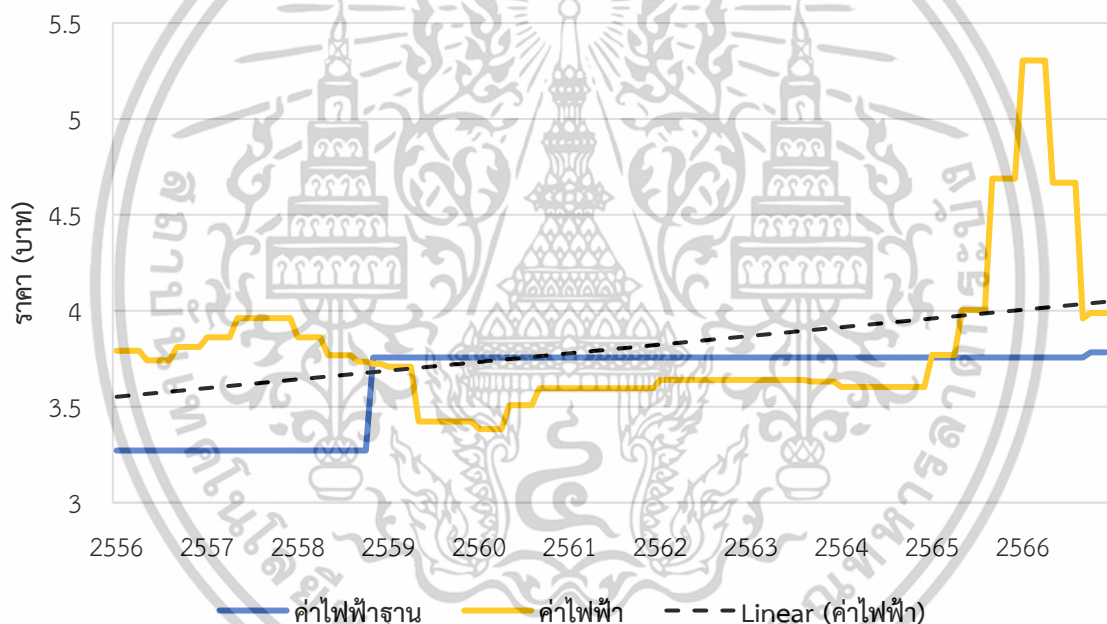
ตารางที่ 2.4 อัตราค่าบริการไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ

แรงดันไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการรายเดือน (บาท/เดือน)
	On Peak	Off peak	
≥69 กิโลโวลต์	2.6369		312.24
12-24 กิโลโวลต์			312.24
<12 กิโลโวลต์			312.24

การเลือกแบบจำลองอัตราค่าไฟฟ้าที่เหมาะสม เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายรวมของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากอัตราค่าไฟฟ้ามีผลโดยตรงต่อต้นทุนพลังงานที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องจ่ายเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าซึ่งต่างจากต้นทุนประเภทอื่น ๆ เช่น ค่าก่อสร้างหรือต้นทุนอุปกรณ์ จะขึ้นอยู่กับขนาดและการออกแบบของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า อัตราค่าไฟฟ้ามีผลกระทบต่อโครงสร้างต้นทุนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเชิงปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ การทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้าใจประเภทของอัตราค่าไฟฟ้าและอัตราค่าบริการที่เกี่ยวข้อง เป็นปัจจัยสำคัญในการวางแผนทางการเงินและการบริหารจัดการต้นทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การวิเคราะห์ต้นทุนภายในโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแต่ละประเภท ช่วยให้ผู้ใช้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถคาดการณ์ค่าใช้จ่ายได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น และสามารถพัฒนากลยุทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและควบคุมต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแล้ว การไฟฟ้านครหลวงยังเป็นผู้กำหนดค่าไฟฟ้าผันแปรซึ่งเป็นกลไกที่ใช้ปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าผันแปรสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อไฟฟ้าจากภาคเอกชนหรือประเทศเพื่อนบ้านในแต่ละช่วงเวลา จากรูปที่ 2.1 แสดงแนวโน้มอัตราค่าไฟฟ้าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาในประเทศไทย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าค่าไฟฟ้าฐานมีแนวโน้มคงที่ในระยะยาวและไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง โดยปกติจะได้รับการพิจารณาทบทวนเพียงปีละสองครั้ง ในทางกลับกันค่าไฟฟ้าผันแปรมีความผันผวนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงและปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ดังนั้น ค่าไฟฟ้าผันแปรจึงเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อความผันผวนของค่าไฟฟ้าโดยรวมซึ่งมีผลกระทบต่อต้นทุนพลังงานของผู้บริโภค รวมถึงสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.1 แนวโน้มอัตราค่าไฟฟ้าในประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี

หากพิจารณาต้นทุนพลังงานเป็นค่าคงที่ตามอัตราค่าไฟฟ้าในปัจจุบันอาจไม่สอดคล้องกับสถานการณ์จริง เนื่องจากต้นทุนพลังงานมีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มขึ้นในระยะยาว จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าในแต่ละปีด้วย จากข้อมูลค่าไฟฟ้าประวัติย้อนหลัง 10 ปี พบว่าอัตราการเติบโตของต้นทุนพลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1.13% ต่อปี ดังนั้น ในการวางแผนต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องพิจารณาการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าในแต่ละปี เพื่อให้สามารถคำนวณต้นทุนการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ความไม่แน่นอนของราคาพลังงานที่เกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น ความผันผวนของเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมัน และเหตุการณ์ทางภูมิรัฐศาสตร์ อาจทำให้ค่าไฟฟ้ามีความแปรปรวนสูง โดยเฉพาะค่าไฟฟ้าผันแปรซึ่งสามารถปรับตัวขึ้นหรือลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้อย่างฉับพลัน ส่งผลให้อัตราค่าไฟฟ้ารวมเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ผู้ประกอบการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องมีมาตรการบริหารความเสี่ยงด้านต้นทุนพลังงาน เช่น

- การติดตามแนวโน้มค่าไฟฟ้าและปรับโครงสร้างอัตราค่าบริการให้เหมาะสมกับต้นทุนที่เปลี่ยนแปลง
- การใช้แบบจำลองการกำหนดราคาพลังงานแบบไดนามิก เพื่อให้สามารถปรับอัตราค่าบริการตามต้นทุนพลังงานที่แท้จริง
- การบูรณาการพลังงานหมุนเวียน เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าและลดผลกระทบจากต้นทุนพลังงานที่ผันผวน

ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคตจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าและการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนอาจส่งผลกระทบต่ออัตราค่าไฟฟ้า เมื่อมีผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้ไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าจะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจนำไปสู่การใช้พลังงานรวมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าไฟฟ้าผันแปรมีแนวโน้มสูงขึ้นและความต้องการลงทุนในการพัฒนาโครงข่ายไฟฟ้าเพิ่มเติม เช่น การอัปเกรดสถานีไฟฟ้าย่อยและขยายกำลังการผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ดังนั้น ผู้ประกอบการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาแบบจำลองทางการเงินที่สามารถรองรับความผันผวนของต้นทุนพลังงานในระยะยาวด้วย

อัตราค่าไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าผันแปรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งค่าไฟฟ้าผันแปรมีความผันผวนสูงและเปลี่ยนแปลงเป็นระยะ ตามต้นทุนเชื้อเพลิงและปัจจัยภายนอก การพิจารณาต้นทุนพลังงานเป็นค่าคงที่อาจไม่สะท้อนสถานการณ์จริง จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้าในแต่ละปี โดยปัจจัยภายนอก เช่น สภาพเศรษฐกิจ ราคาน้ำมัน และเหตุการณ์ทางภูมิรัฐศาสตร์ สามารถส่งผลต่อค่าไฟฟ้าผันแปรและโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าได้

ดังนั้น ผู้ประกอบการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าควรมีแนวทางบริหารความเสี่ยงด้านต้นทุนพลังงาน เช่น การติดตามแนวโน้มค่าไฟฟ้า การใช้โมเดลการกำหนดราคาพลังงานแบบไดนามิก และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานพลังงานหมุนเวียน นอกจากนี้การวางแผนต้นทุนด้านพลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าควรคำนึงถึงความไม่แน่นอนของค่าไฟฟ้า และนำปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองทางการเงิน เพื่อให้มั่นใจว่าสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืนในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนพลังงาน

2.3 การวิเคราะห์และประเมินโครงการ

การประเมินความเหมาะสมของการลงทุนในโครงการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง โดยขึ้นอยู่กับรูปแบบการลงทุนและการประเมินความเสี่ยงของนักลงทุน นอกเหนือจากการพิจารณาการใช้พลังงานและต้นทุนการดำเนินงานแล้ว โครงการประเภทนี้ยังต้องใช้เงินลงทุนเริ่มต้นสูงและมีระยะเวลาดำเนินการที่ยาวนาน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องประเมินความเหมาะสมของการลงทุน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักลงทุนที่มีศักยภาพ

ตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ของโครงการลงทุน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน อัตราผลตอบแทนภายใน และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ตัวชี้วัดเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เนื่องจากสามารถใช้เป็นกรอบการวิเคราะห์ทางการเงินที่เป็นระบบ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ ศักยภาพในการลงทุน และความน่าสนใจของโครงการสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การนำตัวชี้วัดทางการเงินเหล่านี้มาใช้ช่วยให้สามารถวัดความสามารถในการทำกำไร ระดับความเสี่ยง และมูลค่าของโครงการได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังช่วยให้สามารถเปรียบเทียบ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการภายใต้รูปแบบการดำเนินงานและเงื่อนไขทางการตลาดที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นการใช้ตัวชี้วัดเหล่านี้ยังช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงนักลงทุนและผู้กำหนดนโยบายสามารถตัดสินใจอย่างรอบคอบและจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

2.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความสามารถในการทำกำไรและขาดทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาถึงมูลค่าของเงินตามกาลเวลา

$$NPV = -I_0 + \frac{A_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{A_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

โดยที่:

- I_0 แทน เงินลงทุนเริ่มต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานีและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- A_n แทน กระแสเงินสดสุทธิในปีที่ n ซึ่งสะท้อนรายรับและรายจ่ายของโครงการ
- n แทน ระยะเวลาของโครงการลงทุน มีหน่วยเป็น ปี
- i แทน อัตราคิดลด ซึ่งเป็นอัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ที่ใช้เป็นต้นทุนทางการเงิน และสะท้อนถึงมูลค่าของเงินตามกาลเวลา

จากสมการที่ (1) สามารถเขียนใหม่ในรูปของอนุกรมเรขาคณิต ได้เป็น

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=0}^N \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ สามารถแสดงในรูปของอนุกรมเรขาคณิตได้ดังนี้

$$NPV = -I_0 + \left[\frac{1 - \left(\frac{1}{1+i}\right)^{n+1}}{1 - \frac{1}{1+i}} \right] \quad (3)$$

2.3.2. อัตราผลตอบแทนภายใน

อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้ในการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุน โดยเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่นักลงทุนต้องการ อัตราผลตอบแทนภายในช่วยระบุอัตราผลตอบแทนของโครงการ ซึ่งแสดงถึงอัตราดอกเบี้ยต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์

อัตราผลตอบแทนภายในเป็นตัวชี้วัดที่ใช้ร้อยละ ซึ่งช่วยให้สามารถเปรียบเทียบผลตอบแทนของโครงการต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นเครื่องมือสำคัญในการตัดสินใจลงทุน หากอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการสูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่นักลงทุนกำหนด โครงการนั้นจะถือว่าเป็นการลงทุนที่น่าสนใจ แต่หากอัตราผลตอบแทนภายในต่ำกว่าค่าอ้างอิงอาจต้องพิจารณาความเสี่ยงและผลตอบแทนเพิ่มเติมก่อนตัดสินใจลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_0 = \sum_{n=0}^N P_n(1+i)^n = 0 \quad (4)$$

หรือ

$$V_0 = (P_1(1+i)^{-1} + P_2(1+i)^{-2} + \dots + P_n(1+i)^{-n} = 0. \quad (5)$$

โดยที่ V_0 คือ การลงทุนปัจจุบันในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์อัตราคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันเท่ากับมูลค่าในอนาคต และ P_n คือ ผลตอบแทนที่ได้รับในปีที่ n

2.3.3 ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน เป็นตัวชี้วัดทางการเงินที่ใช้ประเมินระยะเวลาที่กระแสเงินสดของโครงการสามารถคืนทุนเริ่มต้นที่ใช้ไปได้ กล่าวคือ เป็นช่วงเวลาที่ต้องใช้เงินกว่าผลรวมของกระแสเงินสดสุทธิจะเท่ากับเงินลงทุนเริ่มต้น เพื่อให้โครงการได้รับการพิจารณาว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน ระยะเวลาคืนทุนควรสั้นกว่าระยะเวลารวมของการลงทุน ทั้งนี้การลงทุนมักใช้เกณฑ์นี้เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงของโครงการ โดยโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่ามักถูกมองว่ามีความเสี่ยงต่ำกว่า เนื่องจากสามารถคืนทุนได้เร็วขึ้นและลดความไม่แน่นอนจากปัจจัยทางเศรษฐกิจในอนาคต

$$\sum_{n=0}^N \frac{A}{(1+i)^{DPP}} = I_0. \quad (6)$$

ระยะเวลาโครงการที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้จาก

$$DPP = \frac{-\ln(1 - \frac{I_0 \times i}{A})}{\ln(1+i)} \quad (7)$$

โดยที่ A หมายถึง ผลตอบแทนรายปีที่ได้รับการอัดประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แบบจำลองทางการเงินและการคาดการณ์ผลตอบแทนของโครงการ

การประเมินต้นทุนทางการเงินของการดำเนินงานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดำเนินการโดยอ้างอิงจากสภาพการดำเนินงานจริงของสถานี โดยต้นทุนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ระยะเวลาดำเนินโครงการ มูลค่าการลงทุน รายได้จากค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร และค่าบำรุงรักษาสถานี

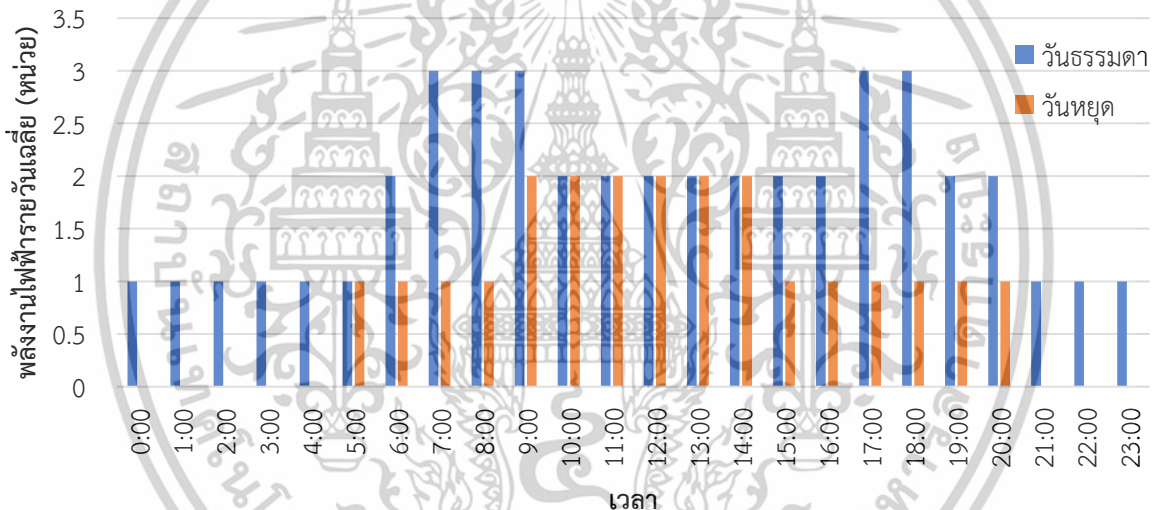
แม้ว่าการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะมีความสำคัญต่อการประเมินผลกระทบจากความผันผวนของต้นทุน การติดตั้งและความต้องการของผู้บริโภค แต่ในการศึกษานี้ได้ใช้สมมติฐานต้นทุนคงที่เพื่อให้การวิเคราะห์มีความกระชับและสามารถประเมินตัวแปรสำคัญได้อย่างชัดเจน การใช้กรอบวิเคราะห์แบบต้นทุนคงที่ช่วยให้สามารถศึกษาประเด็นสำคัญ เช่น จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมและอัตราค่าบริการขั้นต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจประสิทธิภาพด้านต้นทุนของโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน องค์ประกอบเหล่านี้ล้วนเป็นต้นทุนการดำเนินงานหลักของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและมีบทบาทสำคัญในการกำหนดอัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า สำหรับการศึกษานี้จำนวนเครื่องอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์อยู่ระหว่าง 1 – 5 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นช่วงกำลังไฟที่สอดคล้องกับรูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ระยะเวลาดำเนินโครงการสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าถูกกำหนดโดยอายุการใช้งานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยทั่วไปเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว มีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 10 ปี และได้รับการออกแบบให้สามารถจ่ายพลังงานสูงสุดได้อย่างต่อเนื่องตลอดอายุการใช้งาน อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าก็ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมออีกด้วย นอกจากนี้ระยะเวลาของโครงการยังส่งผลกระทบต่อปัจจัยอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาของเงินกู้ และค่าเสื่อมราคาของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญในการกำหนดกลยุทธ์การบริหารต้นทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ต้นทุนการลงทุนเป็นองค์ประกอบหลักของต้นทุนรวมของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยกระบวนการกำหนดมูลค่าการลงทุนจะพิจารณาจากองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ค่าก่อสร้างสถานีและค่าเบี้ยประกันโครงการคิดเป็น 1% ของมูลค่าการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายด้านการพัฒนาโครงการคิดเป็น 10% ของมูลค่าการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายด้านการตลาดคิดเป็น 1% ของมูลค่าการก่อสร้าง ค่าบริหารโครงการคิดเป็น 3% ของมูลค่าการก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ คิดเป็น 3% ของมูลค่าการก่อสร้าง ต้นทุนทั้งหมดนี้มีผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และต้องได้รับการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่ อัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า อัตราค่าไฟฟ้าที่สถานีต้องจ่าย และกำลังไฟฟ้าสูงสุดของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ในการศึกษานี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์ HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) เพื่อจำลองรูปแบบการใช้พลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งซอฟต์แวร์ HOMER เป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการจำลองและเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน โดยสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับต้นทุนการดำเนินงานและรูปแบบความต้องการพลังงาน อย่างไรก็ตาม HOMER อาศัยข้อมูลจำลองแทนข้อมูลการใช้งานจริงของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้ HOMER เพื่อเป็นตัวแทนของแนวโน้มการใช้งานทั่วไป ซึ่งมีความสำคัญในการประเมินต้นทุนทางการเงินเบื้องต้นและการวางแผนเชิงสถานการณ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจำลองรูปแบบการใช้งาน พบว่าแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า มีความผันผวนตามพฤติกรรมของผู้ใช้งาน และเพื่อรองรับความผันผวนนี้ ในการศึกษาจึงได้กำหนดพารามิเตอร์ความผันแปร ได้แก่ ความผันแปรของระยะเวลาการอัดประจุ $\pm 20\%$ ความผันแปรของความต้องการใช้พลังงานในแต่ละวัน $\pm 20\%$ และความผันแปรของความต้องการใช้พลังงานในแต่ละช่วงเวลา $\pm 10\%$ พารามิเตอร์เหล่านี้ช่วยให้แบบจำลองสามารถสะท้อนรูปแบบการใช้งานที่หลากหลายของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดระยะเวลาการอัดประจุเฉลี่ยที่ 60 นาทีต่อครั้ง และจำนวนการอัดประจุเฉลี่ย 20 ครั้งต่อวัน เพื่อสร้างกรอบอ้างอิงที่แม่นยำสำหรับการคาดการณ์ความต้องการพลังงาน และเพื่อให้สามารถจำลองรูปแบบความต้องการพลังงานที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงได้ ในการศึกษาได้กำหนดข้อมูลความต้องการพลังงานออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ ความต้องการพลังงานในวันธรรมดา และความต้องการพลังงานในวันหยุดสุดสัปดาห์ โดยในวันธรรมดาพบว่าช่วงเวลา 07:00 – 21:00 น. เป็นช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานสูงสุด และลดลงอย่างมีนัยสำคัญนอกเหนือจากช่วงเวลาดังกล่าว ในขณะที่ในวันหยุดสุดสัปดาห์พบว่ามีความต้องการใช้พลังงานต่ำกว่าวันธรรมดา โดยมีจุดสูงสุดของการใช้งานระหว่างเวลา 09:00 – 15:00 น. และลดลงอย่างชัดเจนในช่วงเวลา 22:00 – 04:00 น. ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันเฉลี่ยของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการพลังงานเหล่านี้มีความสำคัญต่อการคำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้ในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและจำลองรูปแบบการใช้งานที่สอดคล้องกับสภาวะจริง ข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดกลยุทธ์ด้านการบริหารต้นทุนพลังงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาวได้

ผลการจำลองการใช้งานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทำให้สามารถสรุปปริมาณการใช้พลังงานรวมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายใต้รูปแบบการดำเนินงานที่แตกต่างกันได้อย่างครอบคลุมตามที่แสดงในรูปที่ 3.2(ก) สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพียงเครื่องเดียว และมีกำลังไฟสูงสุด 50 กิโลวัตต์ จะทำงานที่กำลังการผลิตสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วน (07:00 – 21:00 น.) ซึ่งอุปสงค์พลังงานที่สูงในช่วงเวลาดังกล่าวส่งผลให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้กำลังการผลิตเต็มศักยภาพตลอดช่วงเวลาเร่งด่วน ดังนั้น ปริมาณการใช้พลังงานรวมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้อยู่ที่ประมาณ 262,274 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

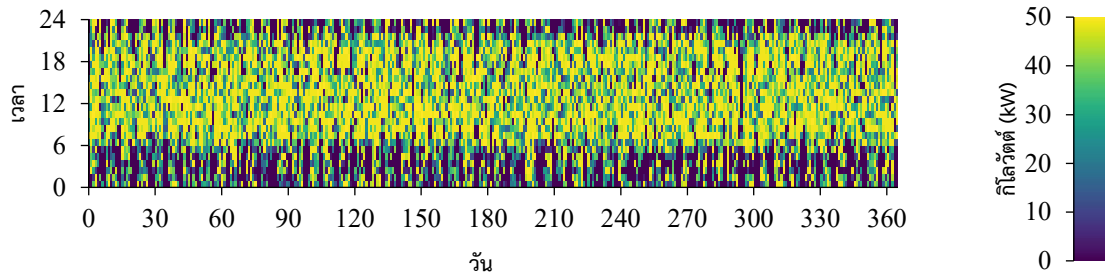
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

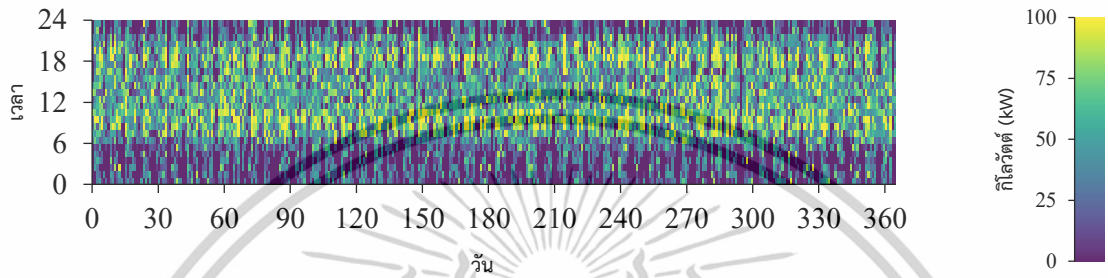
ในทางกลับกัน สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่อง และมีกำลังไฟสูงสุด 100 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 3.2(ข) แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการใช้พลังงานที่คล้ายคลึงกัน โดยมีการใช้พลังงานสูงในช่วงเวลาเร่งด่วน (07:00 – 21:00 น.) ซึ่งแตกต่างจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าเครื่องเดียวที่สถานีประเภทนี้ไม่ได้ใช้กำลังการผลิตสูงสุดอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลาเร่งด่วน โดยสถานีอัดประจุไฟฟ้านี้จะทำงานเต็มกำลังเฉพาะช่วง 07:00–10:00 น. และ 17:00 – 19:00 น. เนื่องจากความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น แต่จะมีความสามารถให้บริการสำรองระหว่างเวลา 10:00 – 17:00 น. ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อปีอยู่ที่ 349,291 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งไม่ได้เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนโดยตรงกับจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 3 เครื่อง และมีกำลังไฟสูงสุด 150 กิโลวัตต์ ตามที่แสดงในรูปที่ 3.2(ค) พบว่าช่วงเวลาการใช้กำลังการผลิตเต็มศักยภาพถูกจำกัดอยู่ในบางช่วงเวลาเท่านั้น โดยรวมแล้วสถานีไม่ได้ใช้กำลังการผลิตสูงสุดตลอดเวลา ส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานรวมอยู่ที่ 358,345 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ที่น่าสังเกตคือ ปริมาณการใช้พลังงานไม่ได้เพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี 2 เครื่อง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอุปสงค์ที่คงที่และไม่เพียงพอให้สถานีทำงานได้เต็มศักยภาพ ในทำนองเดียวกันสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 4 และ 5 เครื่อง และมีกำลังไฟสูงสุด 200 – 250 กิโลวัตต์ ตามที่แสดงในรูปที่ 3.2(ง) และรูปที่ 3.2(จ) มีรูปแบบการใช้พลังงานที่ไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี 3 เครื่อง แม้ว่าจำนวนเครื่องอัดประจุจะเพิ่มขึ้น แต่ความต้องการใช้งานยังคงอยู่ในระดับใกล้เคียงกับรูปแบบสถานีอื่น ๆ ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อปีอยู่ที่ 358,622 กิโลวัตต์-ชั่วโมง สำหรับทั้งสองประเภทสถานี

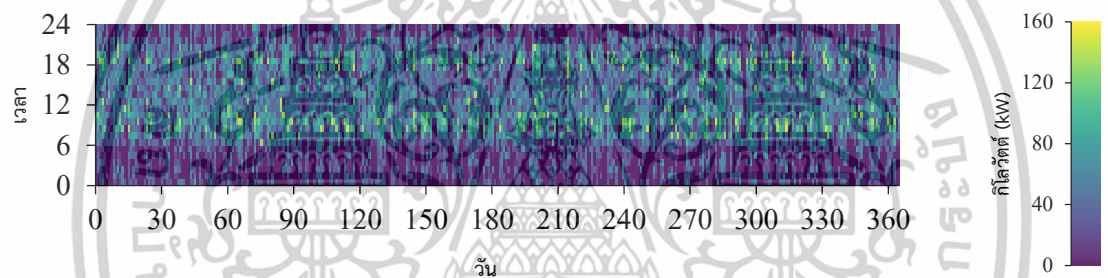
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



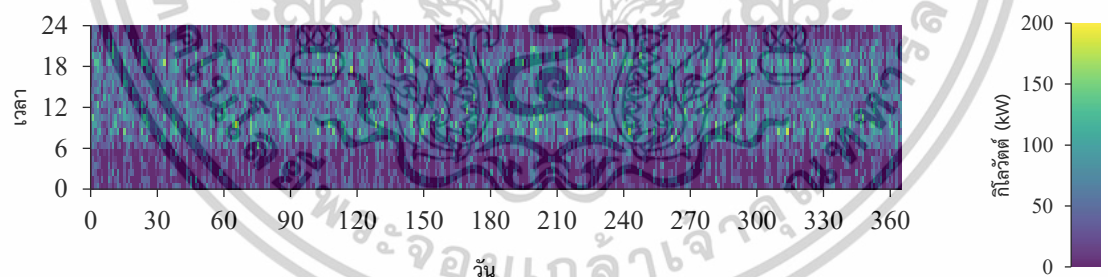
(ก) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง



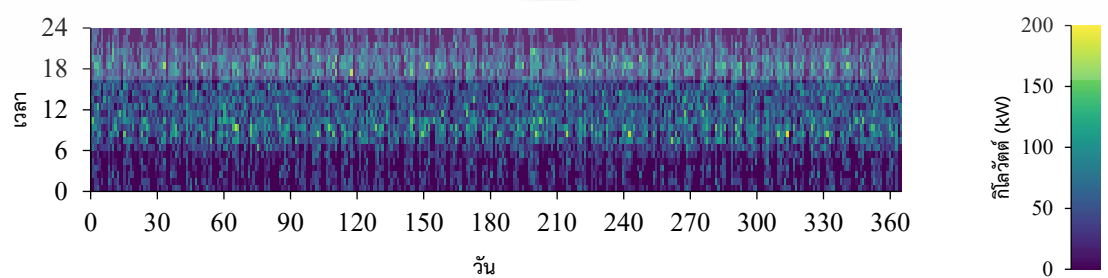
(ข) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง



(ค) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 3 เครื่อง



(ง) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 4 เครื่อง



(จ) เครื่องอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 5 เครื่อง

รูปที่ 3.2 ปริมาณการใช้พลังงานรวมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และตารางที่ 3.1 ได้นำเสนอข้อมูลต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EVs) ซึ่งได้จากผลการจำลองโดยใช้ซอฟต์แวร์ HOMER เพื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานที่เฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละรูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้า อัตราค่าพลังงานที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องจ่ายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างแบบจำลองทางการเงินของสถานี เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ พบว่า สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปมีต้นทุนพลังงานสูงกว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้า ลำดับความสำคัญต่ำถึง 23% ปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของต้นทุนนี้ ได้แก่ ช่วงเวลาการใช้งาน และนโยบายด้านพลังงานที่มีผลบังคับใช้ในแต่ละช่วงเวลา แม้ว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำจะมีข้อได้เปรียบด้านต้นทุนพลังงาน แต่ก็ต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เช่น มาตรการควบคุมการใช้ไฟฟ้า การลดกำลังการจ่ายไฟ หรือการระงับการใช้ไฟฟ้าโดยสมบูรณ์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการดำเนินงานของสถานี

ตารางที่ 3.1 ต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	ปริมาณพลังงานทั้งหมด (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	ค่าไฟฟ้ารวมต่อปี (บาท/ปี)	
		สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป	สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ
1	262,274.00	835,215.51	691,902.31
2	349,291.00	1,118,879.71	921,357.44
3	358,345.00	1,156,990.29	945,231.93
4	358,622.00	1,164,338.62	945,962.35
5	358,622.00	1,165,908.70	945,962.35

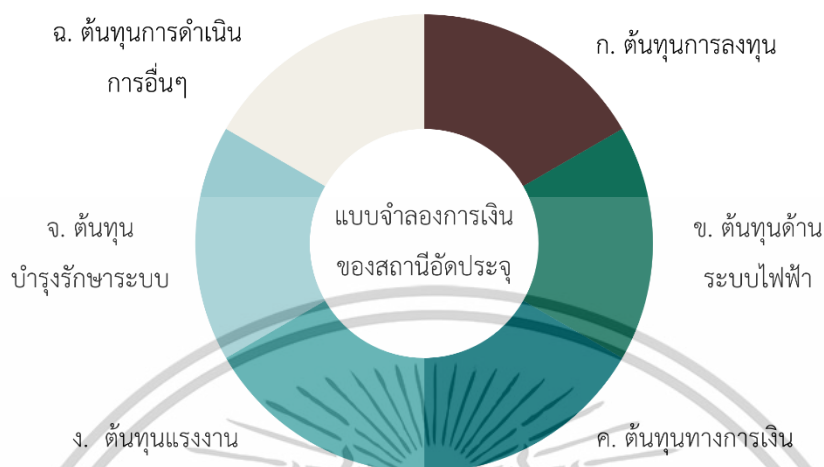
นอกเหนือจากต้นทุนด้านระบบไฟฟ้าแล้ว แบบจำลองทางการเงินยังพิจารณาปัจจัยทางการเงินอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการลงทุนสูงของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยโครงสร้างต้นทุนประกอบด้วย

- ต้นทุนทางการเงินจากเงินกู้ ซึ่งกำหนดให้สัดส่วนเงินลงทุนของเจ้าของอยู่ที่ 10% และสัดส่วนเงินกู้ อยู่ที่ 90% อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ถูกกำหนดไว้ที่ 8% ต่อปี และถูกรวมเข้าในการวิเคราะห์กระแสเงินสดของโครงการ
- ต้นทุนแรงงาน เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณา โดยทั่วไปสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละแห่งมีพนักงานดูแลระบบ 1 คน และหัวหน้าผู้ควบคุมสถานี 1 คน กำหนดเงินเดือนของพนักงานดูแลระบบไว้ที่ 20,000 บาทต่อเดือน และเงินเดือนของหัวหน้าผู้ควบคุมอยู่ที่ 30,000 บาทต่อเดือน พร้อมทั้งการปรับขึ้นเงินเดือนปีละ 5%
- ต้นทุนบำรุงรักษาระบบ ถูกกำหนดในอัตราเริ่มต้นที่ 10% ของมูลค่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และจะมีการเพิ่มขึ้นปีละ 2% เพื่อรองรับค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบหลักในอนาคต
- อัตราคิดลด ถูกนำมาใช้เพื่อสะท้อนมูลค่าของเงินตามกาลเวลา ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวิเคราะห์โครงการลงทุน ในการศึกษาที่กำหนดอัตราคิดลดไว้ที่ 5% ภายใต้หลักการที่ว่ากระแสเงินสดในอนาคตมีมูลค่าน้อยกว่ารายรับที่ได้รับในปัจจุบัน ซึ่งอัตราคิดลดนี้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนค่าเสียโอกาสของการลงทุนและช่วยให้สามารถเปรียบเทียบผลตอบแทนที่คาดการณ์ไว้ของโครงการกับโอกาสการลงทุนอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ตัวชี้วัดทางการเงิน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน อัตราผลตอบแทนภายใน และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ควบคู่ไปกับอัตราคิดลด 5% ช่วยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถดำเนินการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการได้อย่างรอบด้านและแม่นยำ



รูปที่ 3.3 โครงสร้างแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การวิเคราะห์ปัจจัยทางการเงินและการกำหนดรูปแบบสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นองค์ประกอบสำคัญในการให้ข้อมูลเชิงลึกแก่ผู้ลงทุน โครงสร้างแบบจำลองเป็นไปตามรูปที่ 3.3 การศึกษานี้เน้นไปที่ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถประเมินผลกระทบทางการเงินของแต่ละสถานีได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ความถูกต้องของพารามิเตอร์ทางการเงินเหล่านี้จึงมีบทบาทสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ในขณะเดียวกันยังช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากความผันผวนของต้นทุนการดำเนินงานและความไม่แน่นอนทางการตลาด อย่างไรก็ตามต้องยอมรับว่ามีค่าใช้จ่ายที่อาจคาดการณ์ไม่ได้ เช่น ค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาฉุกเฉิน หรือการเปลี่ยนแปลงนโยบายด้านพลังงาน ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ถึงแม้จะมีปัจจัยที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้เหล่านี้ ต้นทุนที่พิจารณาในการศึกษานี้ เช่น ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง อัตราค่าไฟฟ้า และความผันผวนของความต้องการใช้งาน ยังคงเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญสูงสุดในการประเมินทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

นอกจากนี้จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในแต่ละสถานียังมีผลโดยตรงต่อผลลัพธ์ทางการเงินของโครงการ ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการก่อสร้างและต้นทุนบำรุงรักษา การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกันมีผลกระทบต่อผลประกอบการทางการเงินโดยรวมอย่างไร เนื่องมาจากวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ การสะท้อนความเหมาะสมทางการเงินของรูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลจำลองความต้องการใช้งาน เพื่อสร้างกรอบแนวทางที่ชัดเจนสำหรับการปรับใช้รูปแบบสถานีให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความยั่งยืนทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

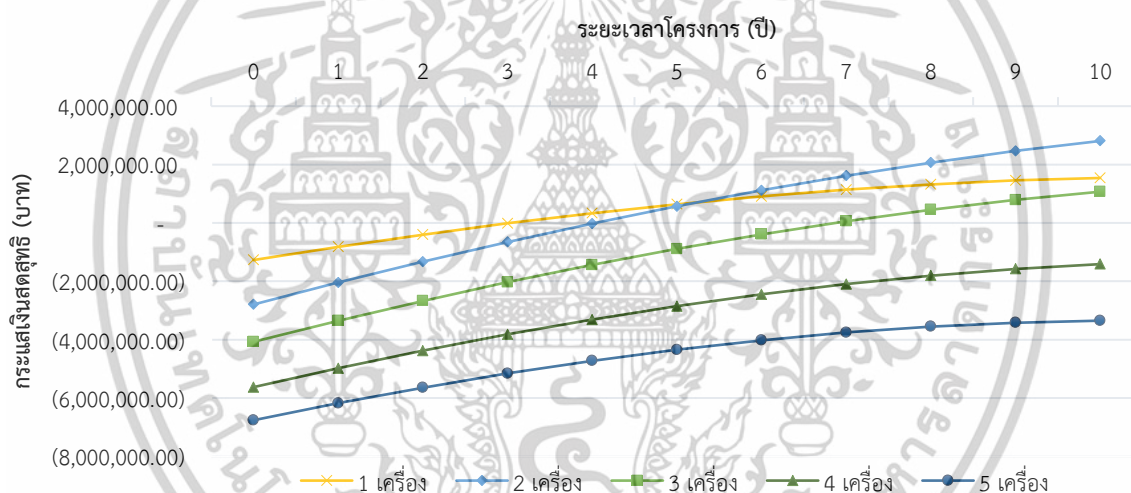
ปัจจัยเชิงกลยุทธ์ที่มีผลกระทบต่อโครงการ

4.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนตามจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

ในแบบจำลองนี้ได้มีการคาดการณ์ต้นทุนการอัดประจุไฟฟ้าและแนวโน้มทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยกำหนดอัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าไว้ที่ 7.5 บาทต่อหน่วย ซึ่งสอดคล้องกับอัตราค่าบริการทั่วไปในปัจจุบัน อัตราดังกล่าวถูกใช้ในการจำลองแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

- 1) สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป
- 2) สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ

โดยสถานีทั้งสองประเภทใช้จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ตั้งแต่ 1 – 5 เครื่อง แม้ว่าทั้งสองระบบจะมีต้นทุนการก่อสร้างที่คล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันในแง่ของต้นทุนพลังงาน ทำให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำมีสัดส่วนรายได้ที่สูงกว่าจากค่าบริการอัดประจุไฟฟ้า



รูปที่ 4.1 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปแสดงให้เห็นว่าต้นทุนค่าไฟฟ้าคิดตามอัตราที่กำหนดโดยการไฟฟ้านครหลวง ที่ 2.6369 บาทต่อหน่วย ในขณะที่อัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าถูกกำหนดไว้ที่ 312.24 บาทต่อหน่วย ส่งผลให้สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีกำไรขั้นต้นจากการให้บริการ 4.8631 บาทต่อหน่วย สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 1 เครื่อง และมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 กิโลวัตต์ ผลการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่าสามารถสร้างรายได้ต่อปีที่ 1,123,974 บาท จากการให้บริการ 262,274 กิโลวัตต์-ชั่วโมง อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายประจำปีซึ่งรวมถึงเงินเดือนพนักงาน ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าบำรุงรักษาระบบ และค่าใช้จ่ายในการบริหาร ทำให้กระแสเงินสดสุทธิในปีแรกอยู่ที่ 452,458 บาทแม้ว่าจะมีกระแสเงินสดเป็นบวกตั้งแต่ปีแรกของการดำเนินงาน แต่โครงการยังคงมีหนี้สะสมที่ 819,870 บาทอีกทั้งโครงการยังสามารถสร้างกำไรสะสมได้ตั้งแต่วันที่ 2 ของการดำเนินงาน แม้ว่าจะมีกระแสเงินสดลดลงอันเนื่องมาจากต้นทุนการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น ภายในปีที่ 4 ของการดำเนินงานโครงการก็สามารถคืนทุนได้ และหลังจากนั้นจะเอ็กซาร์นเป็นเอ็กซาร์นที่สวนไวสำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตให้เข้าปะโยชน์ดานการคาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

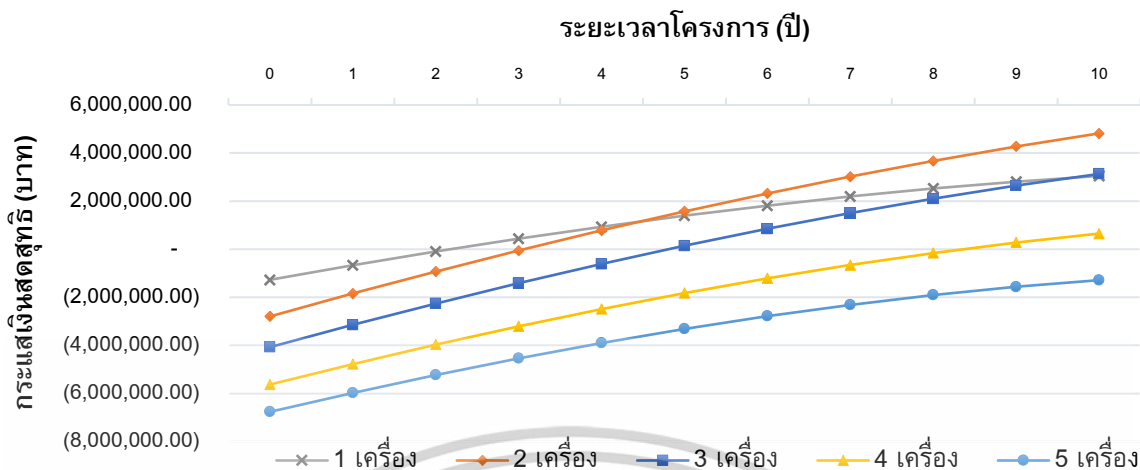
สามารถสร้างกระแสเงินสดสุทธิเชิงบวกได้อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แม้ว่ากำไรสุทธิจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากต้นทุนดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น โดยโครงการนี้ให้ผลตอบแทนทางการเงินที่มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 24.18% และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,296,491 บาท

สำหรับสถานีที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แนวโน้มกระแสเงินสดยังคงคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาคืนทุนกลับยาวนานขึ้น เนื่องจากต้นทุนการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับรายได้สุทธิต่อเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ลดลงและต้นทุนการก่อสร้างสถานีที่สูงขึ้น โดยสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่อง จากการให้บริการ 349,291 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี มีกระแสเงินสดสุทธิในปีแรกที่ 749,848 บาทแต่ต้องใช้ระยะเวลาคืนทุน 5 ปี ซึ่งยาวนานกว่าสถานีที่มีเพียงเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพียงเครื่องเดียว นอกจากนี้อัตราผลตอบแทนภายในยังลดลงมาอยู่ที่ 17.81% และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,465,354 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ในกรณีของสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 3 เครื่อง จากการให้บริการ 358,345 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี พบว่ามีกระแสเงินสดสุทธิในปีแรก 720,256 บาท และต้องใช้ระยะเวลาคืนทุน 7 ปี ซึ่งยาวนานขึ้นกว่ากรณีของสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่อง ส่งผลให้อัตราผลตอบแทนภายในลดลงเหลือ 5.29% และมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 4,120,610 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.4 สำหรับสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 4 และ 5 เครื่อง พบว่ามีกระแสเงินสดสุทธิในปีแรกอยู่ที่ 646,086 และ 581,462 บาท ตามลำดับ แม้ว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี 4 และ 5 เครื่องจะยังคงสามารถสร้างกระแสเงินสดเป็นบวกได้ตลอดช่วงการดำเนินงาน แต่ต้นทุนการก่อสร้างที่สูง รายได้ที่จำกัด และความต้องการใช้บริการที่ไม่เพียงพอ ทำให้โครงการไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาของโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6

สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีจำนวนเครื่องมากขึ้นเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ต้นทุนการลงทุนและค่าใช้จ่ายดำเนินงานที่เพิ่มสูงขึ้น ความต้องการใช้บริการไม่สูงพอที่จะรองรับจำนวนเครื่องที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ลดลง ซึ่งส่งผลให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีจำนวนเครื่องมากขึ้นไม่สามารถใช้ศักยภาพได้เต็มที่ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 1 – 3 เครื่อง มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนทางการเงินที่ดีกว่า ขณะที่สถานีที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 4 – 5 เครื่องต้องเผชิญกับต้นทุนที่สูงขึ้นและอุปสงค์ที่ไม่สามารถรองรับต้นทุนได้อย่างเต็มที่ ในภาพรวมสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุ 1 เครื่องสามารถคืนทุนได้ภายใน 4 ปี ขณะที่สถานีที่มีเครื่องอัดประจุ 2 เครื่องคืนทุนภายใน 5 ปี และสถานีที่มีเครื่องอัดประจุ 3 เครื่องคืนทุนใน 7 ปี สำหรับสถานีที่มีเครื่องอัดประจุ 4 และ 5 เครื่องโครงการไม่สามารถคืนทุนได้ภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากต้นทุนที่สูงขึ้นและอัตราการใช้บริการที่ไม่เพียงพอ

จากผลการวิเคราะห์ สถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กถึงขนาดกลางที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 1 – 3 เครื่องเป็นทางเลือกที่มีความคุ้มค่าทางการเงินมากที่สุดในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน การกำหนดอัตราค่าบริการและจำนวนเครื่องอัดประจุให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาดเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้สามารถบริหารต้นทุนและสร้างผลตอบแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.2 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ

โครงสร้างต้นทุนพลังงานมีผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะสถานีที่ได้รับการจัดประเภทเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ จากผลการวิเคราะห์พบว่า สถานีประเภทนี้สามารถสร้างผลตอบแทนที่สูงกว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป เนื่องจากมีต้นทุนพลังงานที่ต่ำกว่า โดยกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าไว้ที่ 2.6369 บาทต่อหน่วย ภายใต้โครงสร้างราคาของการไฟฟ้านครหลวงในขณะที่อัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าอยู่ที่ 312.24 บาทต่อหน่วย ส่งผลให้สถานีสามารถสร้างส่วนต่างกำไรต่อหน่วยได้สูงถึง 4.8631 บาทต่อหน่วย

ตัวอย่างเช่น สำหรับสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 เครื่อง กำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 กิโลวัตต์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงาน 262,274 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.7 สามารถสร้างรายได้รวม 1,275,465 บาทต่อปี ซึ่งสูงกว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากต้นทุนพลังงานที่ลดลงส่งผลให้กระแสเงินสดสุทธิในปีแรกอยู่ที่ 603,494 บาท และสามารถคืนทุนได้ภายใน 3 ปี พร้อมทั้งมีอัตราผลตอบแทนภายในที่ 39.86% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 3,462,754 บาท แม้ว่าผลลัพธ์ทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำและสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปจะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน แต่สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำมีอัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าเนื่องจากมีกระแสเงินสดที่เพิ่มขึ้น

สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุเพิ่มขึ้น พบว่าแนวโน้มกระแสเงินสดยังคงสอดคล้องกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปแต่สามารถคืนทุนได้เร็วกว่า เนื่องจากมีรายได้จากการดำเนินงานที่สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่อง กระแสเงินสดของสถานีแสดงในตารางที่ 4.8 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 100 กิโลวัตต์ มีระยะเวลาคืนทุน 4 ปี อัตราผลตอบแทนภายใน 27.46% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 6,017,692 บาท ในขณะที่สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 3 เครื่อง กระแสเงินสดของสถานีแสดงในตารางที่ 4.9 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 150 กิโลวัตต์ มีระยะเวลาคืนทุน 5 ปี อัตราผลตอบแทนภายในที่ 13.65% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ 5,713,305 บาท แม้ว่าสถานีที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามากขึ้นจะสามารถคืนทุนได้ภายในอายุโครงการ แต่ผลตอบแทนจากการลงทุนกลับลดลงซึ่งอาจส่งผลต่อความเหมาะสมของการลงทุน

ในทางตรงกันข้ามสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปที่มีเครื่องอัดประจุ 4 เครื่อง กระแสเงินสดของสถานีแสดงในตารางที่ 4.10 ไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งหากเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญต่ำที่มี 4 เครื่อง จะสามารถคืนทุนได้ภายใน 9 ปี โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 2.35% และ มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ 5,012,876 บาท สำหรับสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 5 เครื่อง กระแสเงินสดของสถานีแสดงในตารางที่ 4.11 ไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาโครงการ ไม่ว่าจะเปลี่ยนสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปหรือสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าต้นทุนพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นหากมีการปรับขึ้นอัตราค่าไฟฟ้าในอนาคต อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการดำเนินงานของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์แนวทางการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ พบว่าระยะเวลาคืนทุนของสถานีขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าภายในสถานี โดยพิจารณาจากอัตราค่าบริการที่คงที่ ความสัมพันธ์นี้มีสาเหตุจากต้นทุนการดำเนินงานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยสถานีขนาดเล็กที่มีต้นทุนการดำเนินงานใกล้เคียงกัน แต่มีความสามารถในการให้บริการสูงสุดที่ต่างกัน จะส่งผลต่อศักยภาพในการสร้างรายได้จากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 4 – 5 เครื่องเผชิญกับปัญหาสำคัญหลายประการ ประการแรก คือ ภายใต้สมมติฐานของแบบจำลองที่กำหนดให้ อุปสงค์การใช้บริการเป็นค่าคงที่และแน่นอน ส่งผลให้สถานีขนาดใหญ่มีปัญหาการใช้กำลังการผลิตไม่เต็มศักยภาพ ต่างจากสถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 – 3 เครื่องที่มีอุปสงค์สอดคล้องกับศักยภาพของสถานีมากกว่า และประการที่สอง ต้นทุนการบำรุงรักษาสำหรับสถานีที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามากขึ้นจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายดำเนินงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยทั้งสองนี้นำไปสู่สถานการณ์ที่รายได้จากค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าไม่สามารถชดเชยต้นทุนที่เกิดขึ้นได้

จากผลการศึกษาพบว่า สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 4 – 5 เครื่อง ไม่สามารถคืนทุนได้ภายในอายุโครงการและเผชิญกับความท้าทายด้านการดำเนินงานมากกว่าสถานีขนาดเล็ก ในขณะที่สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 – 3 เครื่อง มีความสมดุลระหว่างอุปสงค์และศักยภาพของสถานี ทำให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นกว่า ผลการวิเคราะห์นี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการกำหนดขนาดสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอุปสงค์ที่แท้จริง เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงานและสร้างความยั่งยืนทางการเงินในระยะยาว จากแบบจำลองที่นำเสนอสถานีที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 1 – 3 เครื่อง เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีอุปสงค์ที่สอดคล้องกับศักยภาพของสถานี ทำให้สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้สถานีที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมสามารถรักษากระแสเงินสดเป็นบวกได้ตลอดอายุโครงการ นอกจากนี้ผลการศึกษายังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการบริหารต้นทุนทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เนื่องจากโครงสร้างราคาค่าบริการของการอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าถูกกำหนดโดยต้นทุนการดำเนินงาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดราคาบริการในอนาคต

การวิเคราะห์และประเมินโครงการชี้ให้เห็นว่า การลงทุนในสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเครื่องอัดประจุจำนวน 1 – 3 เครื่อง เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับโครงการระยะเวลา 10 ปี ภายใต้เงื่อนไขที่อัตราค่าบริการกำหนดไว้ที่ 7.5 บาทต่อหน่วย ข้อสรุปดังกล่าวได้มาจากเงื่อนไขของกรณีศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในตารางที่ 4.1 ผลการวิจัยนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการกำหนดจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้เหมาะสมกับอุปสงค์และต้นทุนการดำเนินงาน เพื่อให้สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีความยั่งยืนทางการเงินและสามารถแข่งขันได้ในระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการจำลองสถานีอัดประจุไฟฟ้าแต่ละรูปแบบด้วยอัตราการใช้บริการคงที่

จำนวน เครื่อง	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)		อัตราผลตอบแทนภายใน (%)		มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	
	แบบทั่วไป	ลำดับ ความสำคัญต่ำ	แบบทั่วไป	ลำดับ ความสำคัญต่ำ	แบบทั่วไป	ลำดับ ความสำคัญต่ำ
1	4	3	24.18%	39.86%	2,296,491	3,462,754
2	5	4	17.81%	27.46%	4,465,354	6,017,692
3	7	5	5.29%	13.65%	4,120,610	5,713,305
4	-	9	-5.99%	2.35%	3,418,889	5,012,876
5	-	-	-13.81%	-4.29%	2,810,203	4,404,226

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า รูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไขทางการเงินและการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจง ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกระแสเงินสดของโครงการ คือ จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในสถานี เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อต้นทุนการก่อสร้างและค่าบำรุงรักษา สถานีที่มีจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามากขึ้นต้องใช้เงินลงทุนเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายดำเนินงานที่สูงขึ้น ซึ่งเน้นย้ำถึงความสำคัญของการกำหนดจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้สอดคล้องกับอุปสงค์ของผู้ใช้บริการ นอกเหนือจากจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแล้ว ปัจจัยด้านอุปสงค์ เช่น พฤติกรรมของผู้ใช้และทำเลที่ตั้งของสถานี มีบทบาทสำคัญในการกำหนดรูปแบบของสถานี การกำหนดขนาดของสถานีอัดประจุให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานในแต่ละพื้นที่ช่วยให้สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความสามารถในการดำเนินงานของสถานี นอกจากนี้ตัวแปรทางการเงิน เช่น ต้นทุนการดำเนินงานและต้นทุนพลังงาน ซึ่งมีแนวโน้มผันผวนจำเป็นต้องได้รับการบูรณาการอย่างรอบคอบเข้ากับโครงสร้างทางการเงินของโครงการเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มความยั่งยืนในระยะยาว

จากข้อค้นพบเหล่านี้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียควรให้ความสำคัญกับกลยุทธ์การวางแผนและการดำเนินงาน สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยการปรับสมดุลระหว่างขนาดของการลงทุน ความต้องการใช้บริการตามพื้นที่ และต้นทุนแปรผัน จะช่วยให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.2 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (1 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974	1,123,974
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	1,272,329									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372	3,372
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	5,966	6,085	6,207	6,331	6,458	6,587	6,719	6,853	6,990	7,130
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	29,831	31,322	32,888	34,533	36,259	38,072	39,976	41,975	44,073	46,277
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	32,347	33,965	35,663	37,446	39,318	41,284	43,349	45,516	47,792	50,181
กระแสเงินสดสุทธิ	452,458	419,230	384,344	347,717	309,263	268,889	226,501	181,998	135,273	86,217

ตารางที่ 4.3 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (2 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997	1,496,997
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	2,795,225									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491	4,491
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	11,932	12,171	12,414	12,663	12,916	13,174	13,438	13,706	13,980	14,260
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	59,661	62,644	65,776	69,065	72,518	76,144	79,951	83,949	88,146	92,554
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	71,065	74,618	78,349	82,267	86,380	90,699	95,234	99,996	104,995	110,245
กระแสเงินสดสุทธิ	749,848	713,073	674,467	633,937	591,388	546,720	499,826	450,595	398,911	344,650

ตารางที่ 4.4 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (3 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786	1,535,786
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	4,072,280									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607	4,607
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	17,898	18,256	18,621	18,994	19,374	19,761	20,156	20,560	20,971	21,390
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	89,492	93,966	98,664	103,598	108,777	114,216	119,927	125,924	132,220	138,831
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	103,533	108,709	114,145	119,852	125,844	132,137	138,744	145,681	152,965	160,613
กระแสเงินสดสุทธิ	720,256	680,247	638,248	594,160	547,879	499,295	448,294	394,754	338,550	279,548

ตารางที่ 4.5 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (4 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965	1,536,965
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	5,627,868									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	23,864	24,342	24,829	25,325	25,832	26,348	26,875	27,413	27,961	28,520
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	119,322	125,288	131,553	138,130	145,037	152,288	159,903	167,898	176,293	185,108
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	143,081	150,235	157,747	165,635	173,916	182,612	191,743	201,330	211,396	221,966
กระแสเงินสดสุทธิ	646,086	602,489	556,726	508,689	458,266	405,336	349,776	291,453	230,231	165,963

ตารางที่ 4.6 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (5 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960	1,536,960
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	6,761,577									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611	4,611
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	29,831	30,427	31,036	31,656	32,289	32,935	33,594	34,266	34,951	35,650
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	149,153	156,610	164,441	172,663	181,296	190,361	199,879	209,873	220,366	231,384
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	171,904	180,500	189,525	199,001	208,951	219,399	230,368	241,887	253,981	266,680
กระแสเงินสดสุทธิ	581,462	534,812	485,848	434,454	380,509	323,886	264,451	202,064	136,578	67,838

ตารางที่ 4.7 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบลำดับความสำคัญต่ำภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (1 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465	1,275,465
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	1,272,329									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826	3,826
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	5,966	6,085	6,207	6,331	6,458	6,587	6,719	6,853	6,990	7,130
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	29,831	31,322	32,888	34,533	36,259	38,072	39,976	41,975	44,073	46,277
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	32,347	33,965	35,663	37,446	39,318	41,284	43,349	45,516	47,792	50,181
กระแสเงินสดสุทธิ	603,494	570,266	535,380	498,753	460,299	419,926	377,538	333,034	286,310	237,253

ตารางที่ 4.8 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบลำดับความสำคัญต่ำภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (2 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637	1,698,637
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	2,795,225									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096	5,096
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	11,932	12,171	12,414	12,663	12,916	13,174	13,438	13,706	13,980	14,260
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	59,661	62,644	65,776	69,065	72,518	76,144	79,951	83,949	88,146	92,554
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	71,065	74,618	78,349	82,267	86,380	90,699	95,234	99,996	104,995	110,245
กระแสเงินสดสุทธิ	950,883	914,108	875,501	834,972	792,423	747,755	700,861	651,630	599,946	545,685

ตารางที่ 4.9 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบลำดับความสำคัญต่ำภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (3 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668	1,742,668
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	4,072,280									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228	5,228
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	17,898	18,256	18,621	18,994	19,374	19,761	20,156	20,560	20,971	21,390
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	89,492	93,966	98,664	103,598	108,777	114,216	119,927	125,924	132,220	138,831
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	103,533	108,709	114,145	119,852	125,844	132,137	138,744	145,681	152,965	160,613
กระแสเงินสดสุทธิ	926,517	886,508	844,509	800,421	754,140	705,556	654,555	601,016	544,811	485,809

ตารางที่ 4.10 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบลำดับความสำคัญต่ำภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (4 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	5,627,868									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	23,864	24,342	24,829	25,325	25,832	26,348	26,875	27,413	27,961	28,520
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	119,322	125,288	131,553	138,130	145,037	152,288	159,903	167,898	176,293	185,108
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	143,081	150,235	157,747	165,635	173,916	182,612	191,743	201,330	211,396	221,966
กระแสเงินสดสุทธิ	852,515	808,917	763,154	715,118	664,694	611,765	556,204	497,882	436,659	372,392

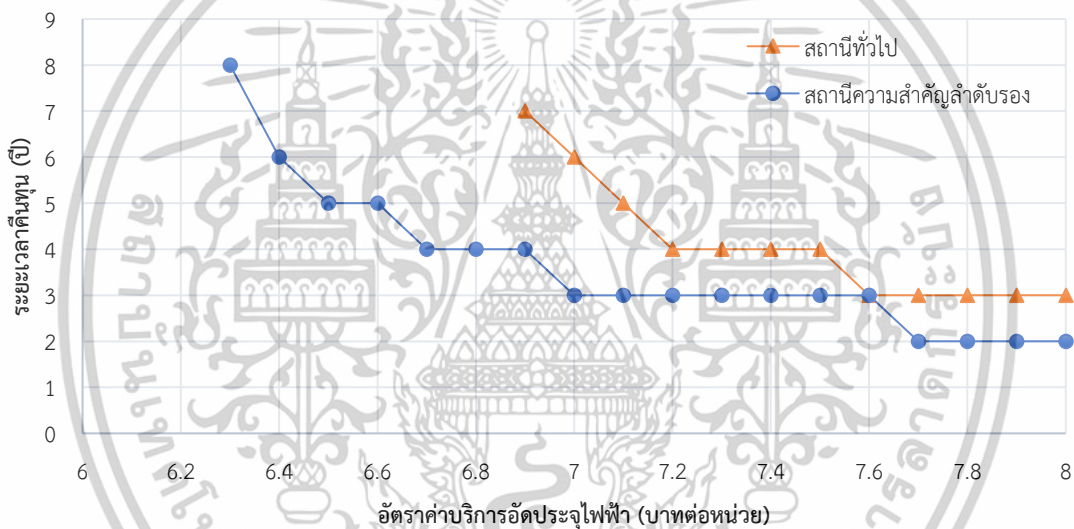
ตารางที่ 4.11 กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบลำดับความสำคัญต่ำภายใต้ต้นทุนพลังงานคงที่ 7.5 บาท (5 เครื่อง)

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015	1,744,015
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	6,761,577									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000	630,000	661,500	694,575	729,304	765,769	804,057	844,260	886,473	930,797
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232	5,232
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	29,831	30,427	31,036	31,656	32,289	32,935	33,594	34,266	34,951	35,650
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	149,153	156,610	164,441	172,663	181,296	190,361	199,879	209,873	220,366	231,384
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	171,904	180,500	189,525	199,001	208,951	219,399	230,368	241,887	253,981	266,680
กระแสเงินสดสุทธิ	787,895	741,246	692,282	640,888	586,943	530,319	470,884	408,497	343,011	274,271

4.2 อัตราค่าบริการขั้นต่ำเพื่อให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าคุ้มทุน

ต้นทุนการดำเนินงานที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้เกิดความจำเป็นในการกำหนดราคาค่าบริการมาตรฐานที่เหมาะสม การกำหนดราคานี้ต้องพิจารณาความแตกต่างของต้นทุนดังกล่าว เพื่อระบุอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถบริหารจัดการธุรกิจสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้อย่างยั่งยืนตลอดระยะเวลาโครงการ โดยทั่วไปเครื่องอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 10 ปี ดังนั้น ค่าบริการขั้นต่ำควรถูกกำหนดให้อยู่ในระดับที่สามารถรองรับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ตลอดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติม

การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การกำหนดกรอบโครงสร้างราคาค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถระบุอัตราค่าบริการขั้นต่ำต่อเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เอื้อต่อความสามารถในการดำเนินงานของสถานีตลอดระยะเวลาโครงการ ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยสร้างแนวทางที่เป็นระบบในการบริหารต้นทุนและกำหนดกลยุทธ์ด้านราคาให้เหมาะสมกับการดำเนินธุรกิจสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.3 ระยะเวลาคืนทุนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์

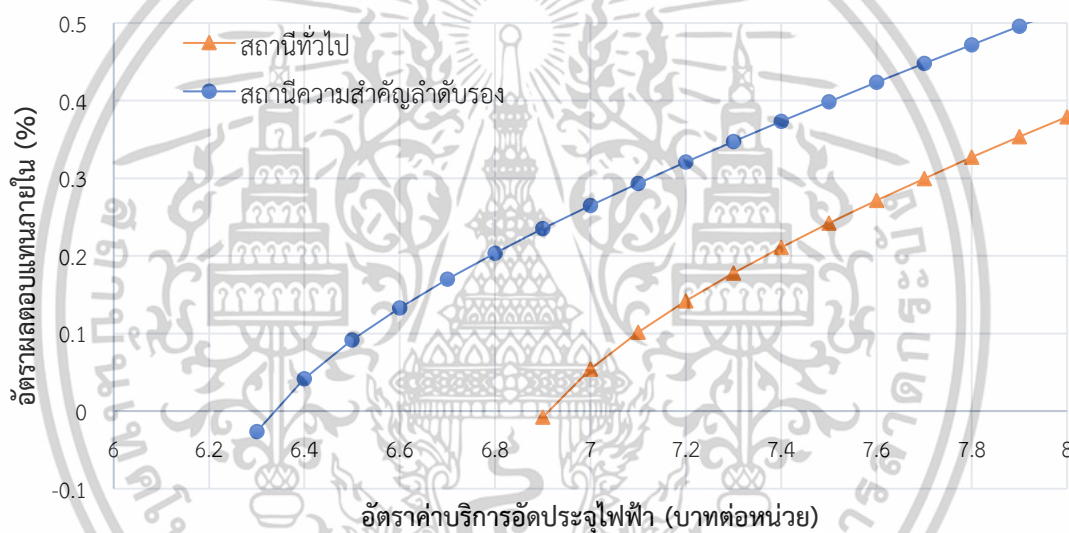
จากรูปที่ 4.3 แสดงระยะเวลาคืนทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 2 ประเภท ได้แก่ สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำและสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำ อัตราค่าบริการที่ต่ำกว่า 6.3 บาทต่อหน่วย ทำให้สถานีไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาโครงการ เนื่องจากกระแสเงินสดไม่สามารถรองรับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีได้ ดังนั้น เพื่อชดเชยต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ค่าบริการควรถูกกำหนดไว้ที่ 6.3 บาทต่อหน่วยขึ้นไป ในขณะที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปต้องกำหนดค่าบริการขั้นต่ำที่ 7 บาทต่อหน่วย เพื่อให้สามารถคืนทุนได้ภายในโครงการ ซึ่งเกิดจากต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูงกว่าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปเมื่อเทียบกับสถานีลำดับความสำคัญต่ำ ทำให้ต้องมีอัตราค่าบริการต่อหน่วยที่สูงขึ้นประมาณ 9.52% เพื่อครอบคลุมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เท่ากัน

การวิเคราะห์นี้เน้นให้เห็นถึง ความสำคัญของการกำหนดอัตราค่าบริการอย่างมีกลยุทธ์ โดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของต้นทุนการดำเนินงานและการเงินของแต่ละประเภทสถานีอัดประจุ แม้ว่า ระยะเวลาคืนทุนจะเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญ แต่เพียงปัจจัยเดียวอาจไม่เพียงพอในการประเมินศักยภาพการลงทุน ดังนั้น อัตราผลตอบแทนจากโครงการจึงเป็นตัวชี้วัดที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

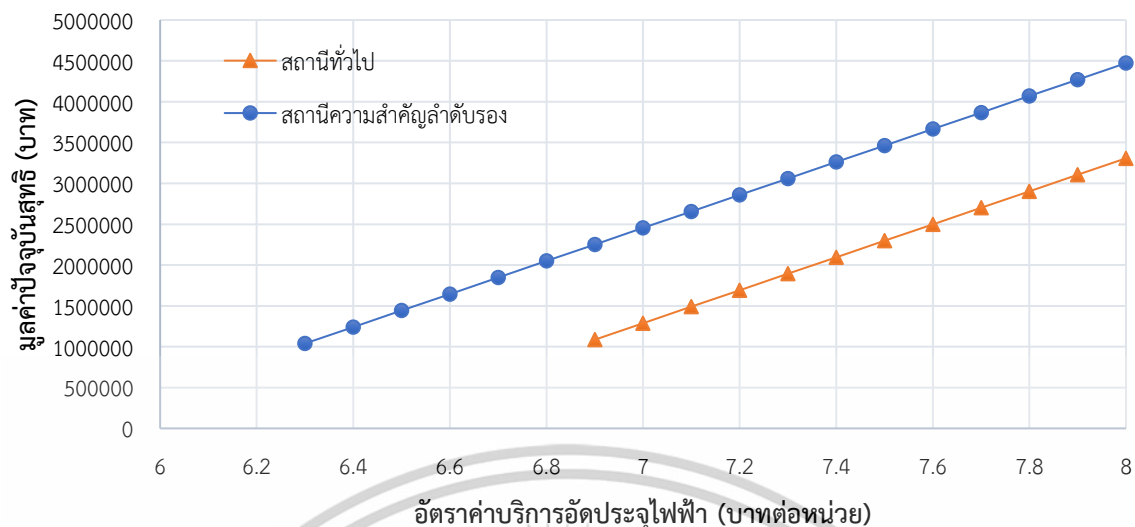
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า อัตราผลตอบแทนภายในเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความสามารถในการทำกำไรของโครงการ จากผลการวิเคราะห์พบว่า สถานีอัดประจุลำดับความสำคัญต่ำมีแนวโน้มให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น หากต้องการให้อัตราผลตอบแทนของโครงการสูงกว่า 12% สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำควรกำหนด ค่าบริการขั้นต่ำที่ 6.6 บาทต่อหน่วย ในขณะที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปต้องกำหนดค่าบริการที่ 7.1 บาทต่อหน่วย เพื่อให้ได้ อัตราผลตอบแทนภายในในระดับเดียวกัน

นอกจากนี้รูปที่ 4.5 ยังแสดงผลการวิเคราะห์โดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นเกณฑ์ในการประเมินการลงทุน หากสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำกำหนดค่าบริการที่ 6.6 บาทต่อหน่วย โครงการจะให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,645,532.64 บาท ในขณะที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปที่กำหนดค่าบริการที่ 7.1 บาทต่อหน่วย จะให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,691,660.95 บาท ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นว่าทั้งสองสถานีให้อัตราผลตอบแทนภายในและมูลค่าปัจจุบันสุทธิในระดับที่น่าพึงพอใจ แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจของการลงทุนในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้โครงสร้างค่าบริการที่เหมาะสม



รูปที่ 4.4 อัตราผลตอบแทนภายในของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์



รูปที่ 4.5 มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาด 50 กิโลวัตต์

แม้ว่าตัวชี้วัดทางการเงินและผลการวิเคราะห์การลงทุนที่นำเสนอจะให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญต่อการตัดสินใจลงทุนในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แต่ควรตระหนักว่าปัจจัยเหล่านี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและความต้องการเฉพาะของนักลงทุนแต่ละราย นักลงทุนแต่ละคนอาจมีเกณฑ์ที่แตกต่างกันในการพิจารณาว่า “อัตราผลตอบแทนที่เหมาะสม” ควรอยู่ในระดับใด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดอัตราค่าบริการของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้การศึกษาก่อนหน้านี้มักใช้สมมติฐานว่า ต้นทุนพลังงานเป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ ซึ่งในทางปฏิบัติต้นทุนพลังงานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปมีความผันผวนตามนโยบายของภาครัฐ ทำให้การพยากรณ์ต้นทุนแบบคงที่อาจไม่สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริงอย่างถูกต้องเพียงพอ

ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยได้ใช้แนวทางที่มีพลวัตมากขึ้นในการพิจารณาด้านต้นทุนพลังงาน โดยอ้างอิงจากสถิติด้านต้นทุนพลังงานของประเทศไทยย้อนหลังเป็นระยะเวลา 10 ปี การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตนี้ช่วยให้สามารถคาดการณ์แนวโน้มของต้นทุนพลังงานในอนาคต ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาประกอบในการสร้างแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

จากข้อมูลในรูปที่ 4.6 โครงสร้างต้นทุนค่าไฟฟ้าในประเทศไทยประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

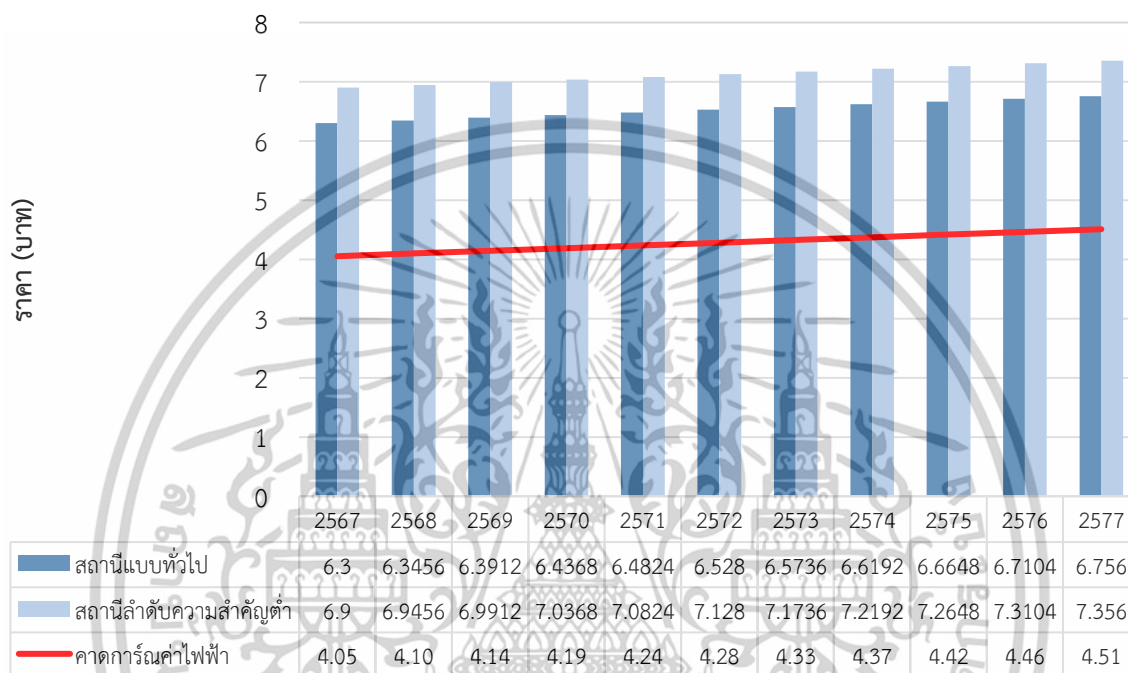
- 1) ต้นทุนค่าไฟฟ้าฐาน ซึ่งกำหนดโดยต้นทุนการผลิตไฟฟ้าและการให้บริการ โดยปกติแล้วจะได้รับการปรับปรุงใหม่ทุก 3 – 5 ปี
- 2) ค่าไฟฟ้าผันแปรซึ่งเปลี่ยนแปลงตามต้นทุนเชื้อเพลิงและต้นทุนการซื้อไฟฟ้าจากภาคเอกชนหรือประเทศเพื่อนบ้าน โดยมีการปรับค่าไฟฟ้าผันแปรทุก 4 เดือน ทำให้เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความผันผวนของค่าไฟฟ้า

ข้อมูลในอดีตชี้ให้เห็นว่าค่าไฟฟ้าผันแปรอาจมีค่าลบในบางช่วงเวลา ซึ่งหมายความว่าในบางช่วงราคาค่าไฟฟ้าอาจต่ำกว่าค่าไฟฟ้าฐาน อย่างไรก็ตามแนวโน้มโดยรวมสะท้อนให้เห็นว่าค่าไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปี อันเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอกหลายประการ

สำหรับปีพ.ศ. 2567 ได้มีการคำนวณว่าค่าไฟฟ้าขั้นต่ำที่ช่วยให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 เครื่อง สามารถดำเนินงานได้อย่างยั่งยืนตลอดระยะเวลาโครงการโดยไม่ขาดทุนต้องอยู่ที่ 6.9 บาทต่อหน่วย โดยอ้างอิงจากแนวโน้มต้นทุนค่าไฟฟ้าที่คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.13% ต่อปี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินงานได้ต่อเนื่อง ผู้ให้บริการจำเป็นต้องปรับอัตราค่าบริการขึ้นต่ำตามอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้า ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.6 โดยในปีพ.ศ. 2577 ค่าบริการขึ้นต่ำที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไปต้องกำหนดเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ 7.356 บาทต่อหน่วย

ในทำนองเดียวกัน สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำซึ่งกำหนดอัตราค่าบริการขึ้นต่ำที่ 6.3 บาทต่อหน่วยในปี พ.ศ. 2567 จะต้องปรับขึ้นเป็น 6.756 บาทต่อหน่วยภายในปีพ.ศ. 2577 เพื่อรักษาความมั่นคงทางการเงินของโครงการตลอดระยะเวลา 10 ปี



รูปที่ 4.6 ราคาค่าบริการต่อหน่วยที่เหมาะสมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

งานวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงความแม่นยำในการคาดการณ์และความแข็งแกร่งของแบบจำลองทางการเงินที่เกี่ยวข้องกับสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยประเด็นสำคัญประการหนึ่งคือการบูรณาการการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อตรวจสอบผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจาก ต้นทุนการติดตั้งที่แปรผันและราคาพลังงานที่ผันผวน การคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้นักวิจัยสามารถคาดการณ์สถานะเศรษฐกิจที่แท้จริงของโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้สภาวะตลาดที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การปรับปรุงการคาดการณ์ต้นทุนค่าไฟฟ้าควรพิจารณาข้อมูลที่มีความละเอียดสูงและมีพลวัตมากขึ้น เช่น ความผันผวนของตลาดพลังงานแบบเรียลไทม์ การบูรณาการพลังงานหมุนเวียนและการเปลี่ยนแปลงด้านนโยบายพลังงาน ปัจจัยเหล่านี้สามารถช่วยให้นักคาดการณ์ต้นทุนพลังงานมีความแม่นยำและสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างเหมาะสมกับสภาวะตลาด

ระบบการกำหนดราคาแบบไดนามิก ซึ่งปรับอัตราค่าบริการตามต้นทุนการดำเนินงานที่เปลี่ยนแปลง เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้สถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสามารถดำเนินงานได้อย่างยั่งยืน การกำหนดค่าบริการให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนพลังงานและรูปแบบอุปสงค์ จะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถรักษาความสามารถในการทำกำไร ในขณะที่ยังคงเสนออัตราค่าบริการที่แข่งขันได้ให้กับผู้บริโภค ระบบนี้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แต่ยังช่วยกระจายผลกระทบจากต้นทุนที่เพิ่มขึ้นไปยังผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างเป็นธรรม ลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ นอกจากนี้ระบบการกำหนดราคาแบบไดนามิกยังสามารถเป็นแรงจูงใจให้เกิดการใช้บริการในช่วงนอกเวลาพิก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและลดความแออัดของโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีอุปสงค์สูง วิธีนี้สามารถ เพิ่มความสามารถในการรองรับผู้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น ลดการลงทุนเพิ่มเติมในโครงสร้างพื้นฐาน และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งการปรับปรุงแนวทางดังกล่าวถือเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากต้นทุนค่าไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบหลักของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำกำไรของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหว จะช่วยให้สามารถทำความเข้าใจผลกระทบของความผันแปรของต้นทุนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และช่วยให้การวางแผนเชิงสถานการณ์ มีประสิทธิภาพมากขึ้น

นอกจากนี้งานวิจัยในอนาคตควรรวมพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการอัดประจุให้กับยานยนต์ไฟฟ้า อัตราการยอมรับของผู้บริโภค และแนวโน้มเศรษฐกิจในระดับภูมิภาค เพื่อให้ได้ภาพรวมทางการเงินที่ครอบคลุมและแม่นยำยิ่งขึ้น การปรับปรุงแบบจำลองให้ครอบคลุมปัจจัยเหล่านี้จะช่วยไม่เพียงแต่ในการพยากรณ์ต้นทุนและรายได้ให้มีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถทำความเข้าใจแนวโน้มความยั่งยืนในระยะยาวและพลวัตของตลาดสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้ดีขึ้น และเมื่อแบบจำลองเหล่านี้ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงจะช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว

4.3 ผลกระทบของต้นทุนพลังงานต่อความสามารถในการทำกำไร

จากแบบจำลองทางการเงินที่นำเสนอในส่วนก่อนหน้า ผลการจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ แบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีต้นทุนพลังงานคงที่ และแบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกันได้อย่างครอบคลุม

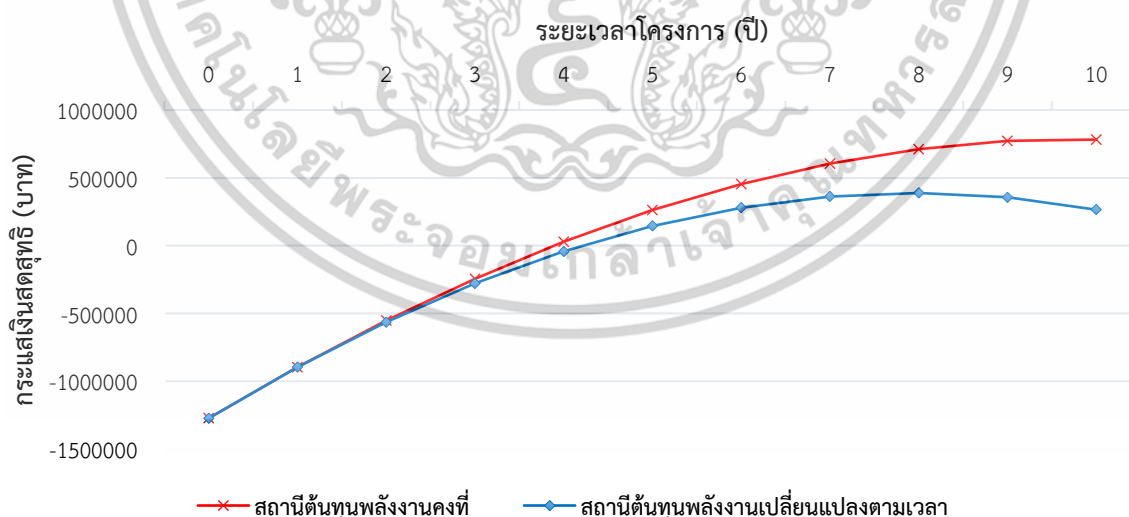
แบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีต้นทุนพลังงานคงที่ อ้างอิงจากสมมติฐานที่ว่า อัตราค่าไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาโครงการ แบบจำลองนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายใต้สมมติฐานที่ราคาพลังงานมีเสถียรภาพ ทำให้สามารถประเมินความสามารถในการทำกำไรพื้นฐานและผลตอบแทนจากการลงทุนได้อย่างแม่นยำ ในทางกลับกัน แบบจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา นำเสนอโครงสร้างต้นทุนพลังงานแบบไดนามิกที่สะท้อนถึงความผันผวนของอัตราค่าไฟฟ้าในโลกความเป็นจริง การพิจารณาผลกระทบของต้นทุนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงต่อรายได้และค่าใช้จ่ายของสถานีช่วยให้สามารถเข้าใจความยืดหยุ่นทางการเงินและความอ่อนไหวของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าต่อความผันผวนของต้นทุนพลังงานได้ดียิ่งขึ้น

การเปรียบเทียบแบบจำลองต้นทุนพลังงานคงที่และต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ช่วยให้สามารถประเมินผลกระทบของความผันแปรของต้นทุนพลังงานต่อประสิทธิภาพทางการเงินโดยรวมและความเสี่ยงของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางการเงินที่สำคัญ เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาคืนทุน ช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุน กลยุทธ์การกำหนดราคา และการบริหารจัดการการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความยั่งยืนทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแบบจำลองทางการเงินที่ 1 กำหนดต้นทุนพลังงานเป็นค่าคงที่ เงินลงทุนเริ่มต้นมีค่าเป็นลบเนื่องจากต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสถานีอัดประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตามเมื่อสถานีเริ่มดำเนินการกระแสเงินสดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้สัดส่วนเงินลงทุนลดลง โดยในปีที่ 4 – 5 นักลงทุนสามารถคาดหวังระยะเวลาคืนทุนที่ 4 ปี หลังจากนั้นโครงการจะสร้างกำไรจากกระแสเงินสดที่ได้รับ ซึ่งจากแนวโน้มที่แสดงในรูปที่ 4.7 พบว่ากระแสเงินสดมีแนวโน้มลดลงในแต่ละปี และจากแนวโน้มดังกล่าวสามารถบ่งชี้ได้ว่า แม้ว่าสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถดำเนินงานได้ภายในระยะเวลาโครงการที่กำหนด แต่ความยั่งยืนในระยะยาวอาจมีความไม่แน่นอน หลังจากปีที่ 10 กระแสเงินสดรวมมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดภาวะขาดทุนต่อเนื่องหากโครงการขยายออกไปเกินระยะเวลาที่เหมาะสม

ในทางตรงกันข้ามแบบจำลองทางการเงินที่ 2 ซึ่งนำเสนอผลกระทบของต้นทุนพลังงานที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป แสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่แตกต่างเล็กน้อย เส้นแนวโน้มกระแสเงินสดมีความชันที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับแบบจำลองที่ 1 สะท้อนให้เห็นว่ากระแสเงินสดรายปีต่ำกว่าการใช้ต้นทุนพลังงานคงที่ อย่างไรก็ตามสถานียังคงสามารถสร้างกระแสเงินสดที่เป็นบวกได้ และกลับมามีผลตอบแทนจากเงินลงทุนในช่วงปีที่ 4 – 5 แม้ว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้แบบจำลองต้นทุนพลังงานแปรผันจะสามารถคืนทุนได้ แต่จากรูปแบบของเส้นแนวโน้ม พบว่าตั้งแต่ปีที่ 8 – 9 เป็นต้นไป กระแสเงินสดเริ่มลดลงต่ำกว่าระดับค่าใช้จ่ายส่งผลให้เกิดภาวะขาดทุนชั่วคราวก่อนสิ้นสุดระยะเวลาโครงการ แม้ว่ากระแสเงินสดรวมของโครงการจะยังคงเป็นบวก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าสามารถคืนต้นทุนการก่อสร้างได้ตลอดอายุโครงการ และจากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่า ความผันแปรของต้นทุนพลังงานในแบบจำลองที่ 2 เพิ่มความไม่แน่นอนในการดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แม้ว่าจะมีศักยภาพในการสร้างผลตอบแทนที่สูงขึ้น แต่ก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดช่วงเวลาที่กำไรลดลงหรือขาดทุนเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงข้อดีของความมั่นคงทางการเงินในแบบจำลองต้นทุนพลังงานคงที่ และโอกาสในการทำกำไรที่มากขึ้น แต่มีความเสี่ยงสูงกว่าในแบบจำลองต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา



รูปที่ 4.7 กระแสเงินสดสุทธิจากสำหรับโครงการที่มีต้นทุนพลังงานคงที่และเปลี่ยนแปลงตามเวลา

เมื่อพิจารณารายละเอียดของรายได้และค่าใช้จ่ายในแบบจำลองที่ 1 ตามที่แสดงในตารางที่ 4.2 พบว่ารายได้ของสถานีอัดประจุไฟฟ้าอยู่ที่ 1,048,023 บาทต่อปีซึ่ง เนื่องจากต้นทุนพลังงานคงที่ อย่างไรก็ตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสเงินสดรายปีมีความผันผวน โดยเริ่มต้นที่ 376,735 บาท และลดลงอย่างต่อเนื่องในปีถัด ๆ ไป ซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ส่งผลให้กำไรสุทธิของโครงการลดลงตามลำดับ แม้ว่าจะมีแนวโน้มที่กระแสเงินสดลดลง แต่โครงการยังคงสามารถรักษากระแสเงินสดเป็นบวกได้ตลอดระยะเวลา 10 ปี เนื่องจากรายได้จากการขายไฟฟ้ายังคงสามารถชดเชยค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมได้ ดังนั้น สถานีอัดประจุไฟฟ้ายังสามารถรองรับต้นทุนทางการบริหารที่เพิ่มขึ้นได้ ทำให้มั่นใจถึงความยั่งยืนทางการเงินของโครงการ

และผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่ 2 ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นแนวโน้มที่แตกต่างจากแบบจำลองที่ 1 โดยพบว่ารายได้จากการให้บริการอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า มีแนวโน้มลดลงเมื่อโครงการดำเนินไป ซึ่งสาเหตุหลักมาจากอัตราค่าบริการไฟฟ้าที่คงที่ในขณะที่ต้นทุนพลังงานเพิ่มขึ้นทุกปี ส่งผลให้รายได้สุทธิของสถานีลดลงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อถึงปีที่ 9 ของการดำเนินงาน สถานีประสบกับกระแสเงินสดติดลบ ซึ่งหมายความว่ารายได้จากการขายไฟฟ้าไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เมื่อต้นทุนพลังงานคงที่

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023	1,048,023
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	1,272,329									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000.00	630,000.00	661,500.00	694,575.00	729,303.75	765,768.94	804,057.38	844,260.25	886,473.27	930,796.93
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07	3,144.07
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	5,966.10	6,085.42	6,207.13	6,331.27	6,457.90	6,587.06	6,718.80	6,853.17	6,990.24	7,130.04
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	29,830.50	31,322.03	32,888.13	34,532.53	36,259.16	38,072.12	39,975.72	41,974.51	44,073.23	46,276.90
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	32,347.35	33,964.72	35,662.95	37,446.10	39,318.41	41,284.33	43,348.54	45,515.97	47,791.77	50,181.36
กระแสเงินสดสุทธิ	376,735.30	343,507.08	308,621.04	271,994.34	233,540.03	193,166.81	150,778.80	106,275.34	59,550.74	10,494.02

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์กระแสเงินสดของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เมื่อต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา

กระแสเงินสดขาเข้า (บาท)										
รายได้จากการขายไฟฟ้า	1,048,023.32	1,036,180.65	1,024,471.81	1,012,895.28	1,001,449.56	990,133.18	978,944.68	967,882.60	956,945.53	946,132.05
กระแสเงินสดขาออก (บาท)										
เงินลงทุนเริ่มต้น	1,272,329									
ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	600,000.00	630,000.00	661,500.00	694,575.00	729,303.75	765,768.94	804,057.38	844,260.25	886,473.27	930,796.93
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54	3,108.54
ค่าบำรุงรักษาทั่วไป	5,966.10	6,085.42	6,207.13	6,331.27	6,457.90	6,587.06	6,718.80	6,853.17	6,990.24	7,130.04
ค่าบำรุงรักษารายไตรมาส	29,830.50	31,322.03	32,888.13	34,532.53	36,259.16	38,072.12	39,975.72	41,974.51	44,073.23	46,276.90
ค่าใช้จ่ายทางธุรการ	32,347.35	33,964.72	35,662.95	37,446.10	39,318.41	41,284.33	43,348.54	45,515.97	47,791.77	50,181.36
กระแสเงินสดสุทธิ	376,770.83	331,699.95	285,105.06	236,901.83	187,001.81	135,312.20	81,735.69	26,170.16	-31,491.52	-91,361.72

ผลการจำลองทางการเงินของสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งสองประเภทนี้ เน้นให้เห็นถึงผลกระทบสำคัญของการเพิ่มขึ้นของต้นทุนพลังงานต่อผลประกอบการของสถานี แม้ว่าภาระดำเนินงานของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจะเกี่ยวข้องกับต้นทุนโดยตรงจากค่าไฟฟ้า แต่ก็ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอื่น ๆ ที่อาจเพิ่มขึ้นตามเวลา เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์หลักในการวิเคราะห์การลงทุนดังที่แสดงในตารางที่ 4.14 พบว่าถึงแม้ระยะเวลาคืนทุนของสถานีทั้งสองประเภทจะคล้ายคลึงกัน แต่ยังคงมีความแตกต่างที่สำคัญในตัวชี้วัดทางการเงินอื่น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์เปรียบเทียบนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบทางการเงินที่แตกต่างกันระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่ และสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา พบว่าแบบจำลองที่ 1 ซึ่งใช้ต้นทุนพลังงานคงที่ สามารถรักษากระแสเงินสดเป็นบวกตลอดระยะเวลาโครงการ ในขณะที่แบบจำลองที่ 2 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มรายได้ที่ลดลงและท้ายที่สุดเกิดภาวะกระแสเงินสดติดลบ โดยผลลัพธ์เหล่านี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการประเมินผลกระทบของความผันผวนของต้นทุนพลังงานต่อประสิทธิภาพทางการเงินและความมั่นคงในระยะยาวของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้เมื่อตัดสินใจเกี่ยวกับกลยุทธ์การกำหนดราคาค่าบริการและแบบจำลองทางการเงิน เพื่อให้มั่นใจว่าสถานีสามารถดำเนินงานได้อย่างยั่งยืนในตลาดพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้เงื่อนไขต้นทุนพลังงานแบบคงที่และแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลา

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	ต้นทุนพลังงานคงที่	ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	4	4
อัตราผลตอบแทนภายใน (%)	14.55	7.28
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	1,711,781	1,347,781

จากการศึกษาและวิเคราะห์ตามตัวชี้วัดทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยสามารถสรุปออกมาภายใต้ตัวชี้วัดแต่ละตัว ดังนี้ ระยะเวลาคืนทุน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดด้านระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุนจากกระแสเงินสดของสถานี แม้ว่าทั้งสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่และสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาจะมีระยะเวลาคืนทุนที่ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 4 ปี แต่ตัวชี้วัดนี้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อน ความแตกต่างของความเสี่ยงและความสามารถในการทำกำไร อันเป็นผลจากโครงสร้างต้นทุนพลังงานได้ สำหรับอัตราผลตอบแทนภายในที่เป็นตัวชี้วัดอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่คาดหวังจากการลงทุน สำหรับสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่จะมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 14.55% ซึ่งสูงกว่าสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่มีอัตราผลตอบแทนภายในเพียง 7.28% ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่าต้นทุนพลังงานคงที่ให้ผลตอบแทนจากการลงทุนที่มั่นคงและน่าสนใจสำหรับนักลงทุนที่ต้องการลดความเสี่ยง ในทางกลับกัน อัตราผลตอบแทนภายในที่ต่ำลงของสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา สะท้อนถึงความอ่อนไหวที่สูงขึ้นต่อความผันผวนของราคาพลังงาน ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการลงทุนในระยะยาว เว้นแต่จะมีกลยุทธ์การกำหนดราคาที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามต้นทุนพลังงาน และสุดท้ายคือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการทำกำไรของสถานี โดยคิดคำนวณมูลค่าของกระแสเงินสดในอนาคตภายใต้แนวคิดของมูลค่าเงินตามเวลา พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิของสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่มีมูลค่า 1,711,781 บาท ขณะที่สถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 1,347,781 บาท ความแตกต่างนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ต้นทุนพลังงานคงที่ให้ความได้เปรียบทางการเงินในระยะยาวมากกว่า เนื่องจากสามารถคาดการณ์ต้นทุนและผลกำไรได้ง่ายขึ้น ในขณะที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ต่ำกว่าสำหรับต้นทุนพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงตามเวลาบ่งชี้ว่าความผันผวนของราคาพลังงานอาจกระทบต่อความสามารถในการทำกำไรของโครงการในช่วงท้ายของอายุโครงการ

การวิเคราะห์เชิงกราฟิกของตัวชี้วัดทางการเงินเน้นให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างความมั่นคงทางการเงินและความยืดหยุ่นทางต้นทุนสถานที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่ให้ผลตอบแทนทางการเงินที่สูงกว่าและสามารถคาดการณ์ได้ง่ายกว่า ขณะที่สถานที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนที่มากขึ้น ซึ่งต้องมีการจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม

ผลการศึกษาเน้นย้ำถึงความจำเป็นที่นักลงทุนต้องประเมินพลวัตของต้นทุนพลังงานอย่างรอบคอบ และพัฒนากลยุทธ์ทางการเงินที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการดำเนินงานของสถานีและระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ผลลัพธ์จากแบบจำลองทางการเงินนี้ยังเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการพิจารณาต้นทุนพลังงานที่อาจเปลี่ยนแปลงตามเวลา แม้ว่าสถานีทั้งสองประเภทจะมีระยะเวลาคืนทุนที่ใกล้เคียงกัน นักลงทุนควรให้ความสำคัญกับผลกระทบของต้นทุนพลังงานแปรผันต่อตัวชี้วัดทางการเงิน เช่น อัตราผลตอบแทนภายในและมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ความแตกต่างที่สังเกตได้ระหว่างแบบจำลองสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งสองประเภทนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการกำหนดกลยุทธ์ทางการเงินที่ปรับให้เหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มผลตอบแทนในตลาดพลังงานที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างครอบคลุม โดยประเมินรูปแบบการดำเนินงานที่แตกต่างกันและต้นทุนพลังงานที่เกี่ยวข้อง ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยสร้างกรอบแนวคิดที่แข็งแกร่งสำหรับการกำหนดนโยบาย ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่กำลังเติบโตและความหลากหลายของประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า นโยบายที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนรูปแบบสถานีที่หลากหลายจะช่วยให้โครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญนี้สามารถพัฒนาไปในทิศทางที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ขณะเดียวกันก็ต้องรักษาราคาและการเข้าถึงที่เป็นธรรม จากผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าผลตอบแทนทางการเงินและระยะเวลาคืนทุนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีความอ่อนไหวสูงต่อจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้ง ตัวอย่างเช่น สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเครื่องเดียว มีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 24.18% สำหรับสถานีทั่วไป และ 39.86% สำหรับสถานีลำดับความสำคัญต่ำ พร้อมกับระยะเวลาคืนทุน 4 ปี และ 3 ปี ตามลำดับ ในขณะที่สถานีที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 2 เครื่องขึ้นไป พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวขึ้นและ อัตราผลตอบแทนภายในที่ลดลง ซึ่งสะท้อนถึงความเสียหายที่เกิดจากต้นทุนการลงทุนและต้นทุนดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น

สำหรับนักลงทุนข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ให้ข้อมูลที่เป็ประโยชน์ในการประเมินความเสี่ยงทางการเงินและผลตอบแทนของรูปแบบสถานีที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสถานีขนาดเล็กที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 – 3 เครื่องนั้นเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจมากกว่า นอกจากนี้การกำหนดกรอบราคาที่ชัดเจนจากการศึกษานี้สามารถช่วยเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้และเพิ่มอัตราการใช้บริการ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพทางการเงินของสถานีในระยะยาวอีกด้วย และสำหรับผู้กำหนดนโยบาย การศึกษานี้เน้นถึงความสำคัญของนโยบายที่สามารถปรับตัวได้เพื่อกระตุ้นการลงทุนจากภาคเอกชน ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน และลดอุปสรรคด้านกฎระเบียบ มาตรการจูงใจ เช่น การอุดหนุนค่าไฟฟ้าและการสนับสนุนเงินลงทุน มีบทบาทสำคัญในการลดต้นทุนการดำเนินงานและลดความเสี่ยงทางการเงิน นอกจากนี้การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนยังสามารถช่วยผลักดันนวัตกรรม ลดต้นทุน และเพิ่มการเข้าถึงบริการอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ความผันผวนของต้นทุนพลังงานโดยเฉพาะในสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบทั่วไป สะท้อนถึงความจำเป็นในการใช้แนวทางการกำหนดราคาที่มีความยืดหยุ่น การใช้แบบจำลองการคาดการณ์เชิงเส้นซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลต้นทุนพลังงานย้อนหลัง 10 ปี สามารถใช้เป็นพื้นฐานในการ คาดการณ์ราคาค่าไฟฟ้าในอนาคตและช่วยกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสม การปรับค่าบริการให้สอดคล้องกับต้นทุนพลังงานที่คาดการณ์ไว้ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาความมั่นคงทางการเงินในระยะยาว นอกจากนี้การวิเคราะห์อัตราค่าบริการขั้นต่ำยังแสดงให้เห็นว่าการกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญในการคืนทุนจากการลงทุนภายใต้เงื่อนไขการจำลองของการศึกษา สถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วไปจำเป็นต้องกำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่ประมาณ 6.9 บาทต่อหน่วย ในขณะที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าลำดับความสำคัญต่ำต้องกำหนดค่าบริการขั้นต่ำที่ประมาณ 6.3 บาทต่อหน่วย อัตราค่าบริการขั้นต่ำเหล่านี้เป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการรักษากระแสเงินสดเป็นบวกตลอดอายุการดำเนินงานของสถานี และช่วยชดเชยต้นทุนการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเน้นให้เห็นว่ากลยุทธ์การกำหนดราคาที่เหมาะสมต้องสะท้อนถึงโครงสร้างต้นทุนเฉพาะของแต่ละรูปแบบสถานี

การศึกษาผลกระทบทางการเงินของต้นทุนพลังงานต่อสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญเกี่ยวกับความซับซ้อนของการดำเนินงานในตลาดพลังงานที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาผ่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาและวิเคราะห์แบบจำลองทางการเงิน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความผันผวนของต้นทุนพลังงานส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำกำไรและความยั่งยืนของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จากการเปรียบเทียบโครงสร้างต้นทุนพลังงาน พบว่า สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่มีอัตราผลตอบแทนภายในสูงกว่า โดยอยู่ที่ 14.55% เทียบกับ 7.28% ในสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลาจะมีความอ่อนไหวต่อความผันผวนของราคาพลังงานมากกว่า แต่ก็มีโอกาสที่จะได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นหากต้นทุนพลังงานลดลง ในด้านของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ สถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงกว่า โดยอยู่ที่ 1,711,781 บาท ในขณะที่สถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,347,781 บาท ซึ่งบ่งชี้ว่าการใช้โครงสร้างต้นทุนพลังงานแบบคงที่ช่วยให้สามารถคาดการณ์ผลตอบแทนระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และแม้ว่าทั้งสองแบบจำลองจะแสดงให้เห็นระยะเวลาคืนทุนที่ใกล้เคียงกันที่ 4 ปี แต่สถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานคงที่มีความมั่นคงในการลงทุนสูงกว่า ในขณะที่สถานีที่ใช้ต้นทุนพลังงานเปลี่ยนแปลงตามเวลา มีความเสี่ยงสูงขึ้นเนื่องจากความผันผวนของราคาพลังงานอาจส่งผลกระทบต่อผลประกอบการในอนาคต

ผลการวิเคราะห์นี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการบูรณาการความผันแปรของต้นทุนพลังงานเข้ากับการวางแผนทางการเงิน เพื่อลดความเสี่ยงและรักษาความยั่งยืนของการลงทุนในสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาว นักลงทุนและผู้ดำเนินงานจำเป็นต้องพิจารณากลยุทธ์การบริหารความเสี่ยงและวางแผนด้านต้นทุนพลังงานอย่างรอบคอบ เพื่อให้มั่นใจว่าสถานีสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพท่ามกลางสภาพแวดล้อมทางพลังงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การศึกษานี้นำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบาย ผู้ประกอบการ และนักลงทุน โดยแสดงให้เห็นว่า ความสำเร็จของสถานีอัดประจุสำหรับยานยนต์ในประเทศไทยขึ้นอยู่กับ การวางแผนเชิงกลยุทธ์ การคำนึงถึงขนาดของสถานีและอุปสงค์ พร้อมทั้งกรอบนโยบายที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การบูรณาการรูปแบบการดำเนินงานที่หลากหลาย การกำหนดราคาที่ยืดหยุ่น และการกำหนดอัตราค่าบริการขั้นต่ำที่เหมาะสม จะเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความต้องการของโครงสร้างพื้นฐานของยานยนต์ไฟฟ้าที่กำลังเติบโตของประเทศไทย และมีส่วนช่วยต่อเป้าหมายที่กว้างขึ้นในการพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืนและการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] T. D. Güzel and K. Alp, "Modeling of greenhouse gas emissions from the transportation sector in Istanbul by 2050," *Atmos. Pollut. Res.*, vol. 11, no. 12, pp. 2190–2201, 2020.
- [2] A. Pamidimukkala, S. Kermanshachi, J. M. Rosenberger, and G. Hladik, "Barriers and motivators to the adoption of electric vehicles: A global review," *Green Energy and Intelligent Transportation*, vol. 3, no. 2, p. 100153, 2024.
- [3] S. Sharma, A. K. Panwar, and M. M. Tripathi, "Storage technologies for electric vehicles," *J. Traffic Transp. Eng. (Engl. Ed.)*, vol. 7, no. 3, pp. 340–361, 2020.
- [4] S. R. Salkuti, "Advanced technologies for energy storage and electric vehicles," *Energies*, vol. 16, no. 5, p. 2312, 2023.
- [5] A. Jenn, K. Springel, and A. R. Gopal, "Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States," *Energy Policy*, vol. 119, pp. 349–356, 2018.
- [6] H. Martins, C. O. Henriques, J. R. Figueira, C. S. Silva, and A. S. Costa, "Assessing policy interventions to stimulate the transition of electric vehicle technology in the European Union," *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 87, no. 101505, p. 101505, 2023.
- [7] A. K. M. Yousuf, Z. Wang, R. Paranjape, and Y. Tang, "An in-depth exploration of electric vehicle charging station infrastructure: A comprehensive review of challenges, mitigation approaches, and optimization strategies," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 51570–51589, 2024.
- [8] C. Kongklaew et al., "Barriers to electric vehicle adoption in Thailand," *Sustainability*, vol. 13, no. 22, p. 12839, 2021.
- [9] F. Einwachter and C. Sourkounis, "Assessing flexibility of electric vehicles for smart grid integration," in *2014 Ninth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*, 2014.
- [10] L. A.-W. Ellingsen, B. Singh, and A. H. Strømman, "The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles," *Environ. Res. Lett.*, vol. 11, no. 5, p. 054010, 2016.
- [11] J. Li, S. He, Q. Yang, T. Ma, and Z. Wei, "Optimal design of the EV charging station with retired battery systems against charging demand uncertainty," *IEEE Trans. Industr. Inform.*, vol. 19, no. 3, pp. 3262–3273, 2023.
- [12] S. Sachan and P. P. Singh, "Charging infrastructure planning for electric vehicle in India: Present status and future challenges," *Regional Sustainability*, vol. 3, no. 4, pp. 335–345, 2022.
- [13] S. LaMonaca and L. Ryan, "The state of play in electric vehicle charging services – A review of infrastructure provision, players, and policies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 154, no. 111733, p. 111733, 2022.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14]A. Zentani, A. Almaktoof, and M. T. Kahn, “A comprehensive review of developments in electric vehicles fast charging technology,” *Appl. Sci. (Basel)*, vol. 14, no. 11, p. 4728, 2024.
- [15]L. G. González, E. Siavichay, and J. L. Espinoza, “Impact of EV fast charging stations on the power distribution network of a Latin American intermediate city,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 107, pp. 309–318, 2019.
- [16]N. Deb, R. Singh, R. R. Brooks, and K. Bai, “A review of extremely fast charging stations for electric vehicles,” *Energies*, vol. 14, no. 22, p. 7566, 2021.
- [17]M. Pourmatin, A. Fayaz-Heidari, M. Moeini-Aghtaie, E. Hassannayebi, and M. Basirati, “Investigating the sustainable development of charging stations for plug-in electric vehicles: A system dynamics approach,” in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 400–416.
- [18]M. S. Mastoi et al., “An in-depth analysis of electric vehicle charging station infrastructure, policy implications, and future trends,” *Energy Rep.*, vol. 8, pp. 11504–11529, 2022.
- [19]N. Banol Arias, S. Hashemi, P. B. Andersen, C. Traeholt, and R. Romero, “Distribution system services provided by electric vehicles: Recent status, challenges, and future prospects,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 20, no. 12, pp. 4277–4296, 2019.
- [20]Z. Zhang, X. Chen, and Z. Tian, “A hybrid neural network framework and application to radar automatic target recognition,” in *2018 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*, 2018.
- [21]X. Ma, B. Li, Q. Kong, Y. Ouyang, and R. Lu, “On secure and efficient data sharing for smart grids: An anti-collusion scheme,” in *ICC 2021 - IEEE International Conference on Communications*, 2021.
- [22]A. Esmaili, M. M. Oshanreh, S. Naderian, D. MacKenzie, and C. Chen, “Assessing the spatial distributions of public electric vehicle charging stations with emphasis on equity considerations in King County, Washington,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 107, no. 105409, p. 105409, 2024.
- [23]B. Al-Hanahi, I. Ahmad, D. Habibi, P. Pradhan, and M. A. S. Masoum, “An optimal charging solution for commercial electric vehicles,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 46162–46175, 2022.
- [24]Z. Zhu, Z. Gao, J. Zheng, and H. Du, “Charging station planning for plug-in electric vehicles,” *J. Syst. Sci. Syst. Eng.*, vol. 27, no. 1, pp. 24–45, 2018.
- [25]M. B. R. Topper et al., “Reducing variability in the cost of energy of ocean energy arrays,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 112, pp. 263–279, 2019.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [26]A. Fayaz-Heidari, M. Fotuhi-Firuzabad, and R. Ghorani, “Economic valuation of demand response programs using real option valuation method,” in 2019 27th Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), 2019, pp. 685–691.
- [27]K. B. Khediri and L. Charfeddine, “Evolving efficiency of spot and futures energy markets: A rolling sample approach,” *J. Behav. Exp. Finance*, vol. 6, pp. 67–79, 2015.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Received 11 January 2025, accepted 10 February 2025, date of publication 20 February 2025, date of current version 26 February 2025.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2025.3544079

RESEARCH ARTICLE

Evaluating the Financial Dynamics of Electric Vehicle Charging Stations in Thailand: Implications of Energy Cost Variability

PATHOMTHAT CHIRADEJA¹, CHAYANUT SOTTIYAPHAI², SANTIPONT ANANWATTANAPORN³, AND ATTHAPOL NGAOPITAKKUL², (Member, IEEE)¹Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand²School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand³School of International and Interdisciplinary Engineering Programs, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

Corresponding author: Santipont Ananwattanaporn (santipont.an@kmitd.ac.th)

This work was supported in part by Srinakharinwirot University Research Fund Thailand.


ABSTRACT This study examines the financial impact of energy costs on electric vehicle charging stations by comparing financial models with fixed and variable energy pricing structures. Through an in-depth financial simulation, key metrics such as Internal Rate of Return, Net Present Value, and payback period were calculated to evaluate the profitability and risk associated with each model. Findings reveal that charging stations with fixed energy costs generally experience a higher Internal Rate of Return at 14.55% and a Net Present Value of \$1,711,781, with a payback period of four years. In comparison, stations with variable energy costs exhibit a lower Internal Rate of Return at 7.28% and a Net Present Value of \$1,347,781, although the payback period remains consistent at four years. These results demonstrate that fixed energy costs enhance investment predictability and profitability, while variable costs increase exposure to energy price fluctuations, which raises financial risk but may capture greater returns under favorable market conditions. The analysis highlights the critical importance of accounting for energy cost variability in financial planning to maintain sustainable, profitable operations. This research provides essential insights for investors and policymakers to optimize electric vehicle charging infrastructure investments, supporting effective and profitable operations.

INDEX TERMS Consumer preference, energy cost, EV charging, pricing.

NOMENCLATURE

IRR	Internal Rate of Return, a financial metric used to estimate the profitability of investments.	CAPEX	Capital Expenditures, funds used by an organization to acquire or upgrade physical assets such as property or equipment.
NPV	Net Present Value, the difference between the present value of cash inflows and outflows over a period of time.	F ₁	Fuel Adjustment Charge, a cost component of electricity bills that adjusts based on changes in fuel prices.
EV	Electric Vehicle, a vehicle powered by electric motors using energy stored in batteries or other storage devices.	MEA	Metropolitan Electricity Authority, the electricity provider in the Bangkok metropolitan area of Thailand.
OPEX	Operating Expenses, the ongoing costs for running a business or system.	TOU	Time-of-Use rates, electricity pricing that varies based on the time of day and usage patterns.

I. INTRODUCTION

The associate editor coordinating the review of this manuscript and approving it for publication was Youngjin Kim .

The growing concern over climate change and the urgent need to transition to sustainable energy systems have driven

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

significant changes in various sectors, particularly transportation. Electric vehicles (EVs) have emerged as a transformative solution, addressing the environmental challenges posed by traditional internal combustion engine vehicles. The shift towards EVs aligns with global efforts to reduce greenhouse gas emissions, improve energy efficiency, and promote renewable energy integration. However, the successful adoption of EVs relies heavily on the availability of efficient and accessible charging infrastructure. This paper investigates the critical challenges and opportunities associated with EV charging infrastructure, focusing on financial dynamics and energy cost variability.

A. MOTIVATION

In recent decades, the escalating threat of global warming has prompted a global shift towards sustainable transportation solutions, with EVs emerging as a promising alternative to traditional combustion engine vehicles. The transportation sector accounts for a significant portion of greenhouse gas emissions, making it a crucial focus area for mitigating climate change [1]. As the urgency to reduce carbon emissions grows, the adoption of EVs has surged worldwide, driven by advancements in technology, government incentives, and increasing environmental awareness among consumers [2].

The transition to electric vehicles is underpinned by a multitude of factors. Technological advancements have played a pivotal role, leading to the development of more efficient, reliable, and affordable EVs [3]. Innovations in battery technology, such as lithium-ion and solid-state batteries, have significantly enhanced the range and performance of EVs, addressing one of the major concerns of potential buyers: range anxiety [4]. Government policies and incentives have also been critical in accelerating EV adoption [5]. Many countries offer subsidies, tax rebates, and other financial incentives to reduce the initial cost of EVs, making them more accessible to a broader audience. Additionally, stringent emission regulations and targets set by international agreements, such as the Paris Agreement, have pressured automakers to innovate and transition towards greener technologies [6].

The growing demand for EVs has also brought forth challenges related to the development of EV charging infrastructure. Research highlights that EV charging stations face several key challenges, such as high installation costs, uncertainties in future demand, limited grid capacity, and quality and stability issues of power systems. Addressing these challenges requires optimization strategies in infrastructure planning, including location selection, network integration, and dynamic pricing mechanisms [7].

In Thailand, the transition towards electric mobility is gaining momentum. The Thai government has introduced several initiatives aimed at reducing carbon emissions and promoting sustainable transportation solutions [8]. These include tax incentives for EV buyers, subsidies for EV manufacturers, and investment in research and development for EV

technologies [9]. The government has also set ambitious targets for EV adoption, aiming to have 1.2 million EVs on the road by 2036. These measures are part of a broader strategy to reduce greenhouse gas emissions and promote sustainable development [10].

B. LITERATURE REVIEW

The proliferation of EVs brings with it the need for robust charging infrastructure to support their widespread adoption [11]. EV charging stations play a pivotal role in facilitating the transition to electric mobility by providing convenient and accessible charging solutions for EV owners [12], [13]. The technology behind EV chargers has evolved rapidly, with innovations in charging speeds, efficiency, and connectivity enabling faster and more convenient charging experiences [14]. From slow-charging residential units to rapid DC fast chargers, the range of charging options available continues to expand, catering to the diverse needs of EV users. There are primarily three types of EV charging stations: Level 1 chargers, Level 2 chargers, and DC fast chargers [15].

Level 1 chargers are the most basic, typically used in residential settings, utilizing a standard household outlet and providing a slow charge, making them suitable for overnight charging. Level 2 chargers are faster than Level 1 and are commonly found in both residential and public spaces, requiring a dedicated 240-volt outlet and fully charging an EV in a few hours. DC fast chargers are the fastest available, capable of charging an EV to 80% in 20-30 minutes. These chargers are essential for long-distance travel and are usually located along highways and in urban centers [16]. However, studies have found that Level 2 chargers are expected to experience faster growth compared to DC fast chargers, especially due to lower installation costs and greater accessibility in public areas [17].

Nonetheless, the growing demand for electricity to power EVs presents challenges for existing energy infrastructure [18]. The increased load on the electricity grid necessitates upgrades and expansions to ensure reliable and efficient supply [19]. As EV adoption continues to rise, particularly in urban centers and densely populated areas, the strain on local power networks becomes more pronounced. This underscores the importance of strategic planning and investment in grid modernization initiatives [20].

Equity considerations in charging station distribution have also emerged as a critical area of focus. Research in King County, Washington, USA, highlights that public charging station accessibility tends to be higher in commercial areas and along major roadways, but disparities remain in areas with higher shares of single-family homes [21], [22]. Addressing these spatial disparities is essential to ensure equitable access to EV infrastructure, which supports broader goals of sustainable city development and enhanced mobility.

While significant advancements in charging technology have been made, challenges remain in ensuring the

scalability, affordability, and financial sustainability of charging solutions. Previous studies highlight the impact of high initial installation costs, which act as a significant barrier for private investors and public entities alike [23]. Variability in energy costs further complicates the financial viability of charging infrastructure, necessitating strategies to mitigate these risks [24], [25]. Dynamic pricing models and demand response programs have been proposed as potential solutions to reduce operational risks and ensure sustainable profitability. These programs, evaluated using real option valuation methods, enable electricity pricing adjustments based on real-time demand, thus reducing economic risks for station operators [26], [27].

C. CONTRIBUTION

The key findings of this research highlight the importance of considering energy cost variability in the planning and operation of EV charging stations. Recommendations for stakeholders include implementing dynamic pricing models that adjust rates based on real time energy costs, investing in renewable energy sources to stabilize energy costs and reduce dependency on fluctuating grid electricity prices, developing energy storage systems to balance the load on the grid and reduce energy costs, and enhancing grid management technologies to improve the efficiency and reliability of the energy supply.

In summary, this research seeks to contribute to the advancement of sustainable transportation solutions in Thailand and beyond by:

1. Investigating the financial dynamics of EV charging stations with a particular focus on comparing the growth of energy costs and providing actionable insights for stakeholders.
2. Addressing the challenges associated with energy cost variability, highlighting the importance of understanding and managing energy costs to facilitate the transition towards a cleaner, greener future powered by electric mobility.
3. Supporting policymakers, investors, and industry leaders in making informed decisions that promote the sustainable growth of EV infrastructure by examining key factors influencing energy costs and their implications for the financial viability of EV charging stations, thereby contributing to global efforts to combat climate change through the findings and recommendations presented in this research.

D. ORGANIZATION

The remainder of this paper is organized as follows. Section II discusses the significant energy costs associated with charging stations, focusing on the types of electricity tariffs considered by the stations and the trends in energy cost growth. Section III presents the financial model developed to evaluate the profitability and sustainability of EV charging stations. This section is divided into three subsections: the structure of the financial model, which outlines its key components such as investment costs, operating expenses,

and revenue assumptions; model assumptions, which detail the parameters used in the analysis, including energy price growth and station utilization rates; and key financial metrics, which defines the metrics used to assess financial performance, including Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV), and Payback Period.

Section IV provides an in-depth description of the case study and input data used in the analysis. This section includes a detailed overview of the prototype charging station, its location, and operational characteristics, as well as a summary of the key parameters used in the financial model, such as electricity tariffs, maintenance costs, and capital structure. Section V presents the study's findings, focusing on the financial implications of energy cost variability for EV charging stations. The results are analyzed through key financial metrics, highlighting the impact of different energy pricing scenarios on station profitability and sustainability. Finally, Section VI concludes the paper by summarizing the key findings, discussing their implications for stakeholders, and providing actionable recommendations to optimize EV charging station performance in dynamic energy markets.

II. ELECTRICAL TARIFF

The cost of electrical energy is a critical factor for electric vehicle (EV) charging stations, as it directly influences the cost of providing charging services. In Thailand, the electricity tariff structure varies depending on the business model and the geographical area of service. The Metropolitan Electricity Authority (MEA) is the primary electricity provider in the Bangkok metropolitan area, and its pricing policies significantly impact local EV charging stations. Typically, there is limited choice in selecting an electricity provider, leading to a dependence on this single governmental agency for electricity supply.

The cost of electricity is subject to fluctuations based on economic conditions, natural disasters, and domestic political situations. These fluctuations directly impact the operational costs of EV charging stations, affecting their pricing strategies and profitability. For instance, an increase in electricity prices raises the cost of charging, potentially deterring users and reducing the station's competitive edge. Conversely, stable or lower electricity prices can enhance the attractiveness of EV charging services, promoting greater adoption of electric vehicles.

In this study, we consider only the normal electricity pricing, excluding Time-of-Use (TOU) rates, to provide a consistent and straightforward analysis of energy costs. Understanding these dynamics is essential for stakeholders to develop effective pricing models and mitigate risks associated with energy cost volatility. By focusing on standard pricing, we aim to present a clear picture of how baseline energy costs influence the financial sustainability of EV charging stations.

For domestic electricity rates in Thailand, there are eight types of business categories: residential homes, small businesses, medium to large businesses, specialized businesses, non-profit organizations, agricultural water pumping, and

TABLE 1. Electrical tariff rate for category-3.

Voltage	Peak load demand (\$/kW)	Electricity tariff (\$/Unit)	Service fee (\$/Month)
69 kV and above	5.02	0.09	8.92
12 - 24 kV	5.61	0.09	8.92
Below 12 kV	6.33	0.09	8.92

* 1 \$ equivalent to 35 ฿

temporary electricity users. Most EV charging stations fall under Category 3, which pertains to medium to large businesses. This category applies to businesses that require an average electrical power demand between 30 to 999 kVA over a three-month period, with an average monthly consumption not exceeding 250,000 kWh. The normal electricity tariff structure for Business Model 3 is shown in Table 1.

EV charging stations categorized under Category 3 typically experience significant energy consumption due to the high-power demands of fast-charging infrastructure. The electricity tariff for this category is designed to accommodate the needs of business operations that necessitate substantial and consistent electrical power. Given these parameters, the cost structure for electricity in this category directly influences the overall operating costs of the EV charging stations. The rate is generally determined based on a single tariff, excluding TOU rates, ensuring a straightforward pricing mechanism that reflects consistent consumption patterns.

Understanding the specific category and associated rates is crucial for the financial planning and operational management of EV charging stations. By analyzing the costs within this category, stakeholders can better predict expenses and develop strategies to optimize energy use and control costs effectively.

In addition to the electricity tariff structure, the Electricity Authority also determines the F_f (Fuel Adjustment Charge) to automatically adjust the electricity tariff. The F_f reflects changes in the cost of fuel and electricity purchased from the private sector or neighboring countries over time. Fig. 1 illustrates the history of electricity rates over the past 10 years. It shows that the base electricity rate remains stable over extended periods and does not change as frequently, typically only being reviewed semiannually. In contrast, the F_f value fluctuates regularly, reflecting ongoing changes in fuel costs and other external factors. As a result, the F_f is the primary driver behind variations in electricity rates, significantly influencing the cost of electrical energy for consumers, including EV charging stations. This volatility in the F_f necessitates careful monitoring and adjustment by stakeholders to manage energy costs effectively.

Therefore, if energy costs are considered to be constant based on current electricity costs, they may not be consistent with the actual situation. It is essential to consider the rate of increase in energy costs over time as well. Based on the 10-year historical electricity bill, the growth rate of energy costs has been approximately 1.13% per year. Therefore, it is



FIGURE 1. Recorded 10-year electrical tariff within Thailand.

necessary to estimate the station's energy costs at a rate that will increase annually to accurately determine the energy costs of electric charging stations.

Additionally, the uncertainty in pricing caused by external factors such as economic fluctuations, changes in fuel prices, and geopolitical events can lead to significant variability in electricity costs. These external factors can cause sudden spikes or drops in the F_f charge, thereby affecting the overall electricity tariff. This volatility necessitates that charging station operators incorporate risk management strategies to mitigate the impact of such uncertainties.

Moreover, the increased demand for electrical energy in the future, driven by the widespread adoption of electric vehicles and the expansion of renewable energy sources, may further influence electricity prices. As more consumers switch to electric vehicles, the demand for charging infrastructure will rise, potentially leading to higher electricity consumption and, consequently, higher energy costs. This increased demand could strain the existing electrical grid and necessitate infrastructure upgrades, further influencing the cost of electricity.

In summary, when planning for the operational costs of electric charging stations, it is crucial to account for the dynamic nature of energy prices influenced by the F_f adjustment, external economic factors, and future demand increases. By considering these variables, stakeholders can develop more accurate and sustainable financial models for EV charging stations, ensuring their long-term viability in a fluctuating energy market.

III. STATION FINANCIAL MODEL

To study the impact of increased energy rates on the cost structure of electric charging stations, it is necessary to

comprehensively determine the costs associated with operating these stations. Creating a detailed financial model is crucial for understanding how fluctuating energy costs affect the overall financial health and sustainability of electric charging station operations.

A. STRUCTURE OF THE FINANCIAL MODEL

The importance of creating a station financial structure lies in its ability to provide a realistic and holistic view of the income and expenses involved. By meticulously analyzing these financial elements, stakeholders can make informed decisions, optimize re-source allocation, and ensure the long-term viability of charging stations. The financial model will be constructed based on the station's income and various expenses, encompassing the following cost categories:

- **Investment Costs:** These are the initial expenses involved in setting up the electric charging station, including the costs of land, construction, charging equipment, and installation.
- **Electrical Energy Costs:** These are the ongoing expenses for electricity consumption, which are subject to fluctuations due to changing energy rates, such as the F_t .
- **Bank Loan Interest Costs:** If the project is financed through loans, the interest payments on these loans will be a significant expense.
- **Personnel Costs:** These include salaries, benefits, and other expenses related to the staff required to operate and manage the charging station.
- **Maintenance Costs:** Regular maintenance is necessary to ensure the reliability and safety of the charging equipment and infrastructure.
- **Other Costs:** This category includes miscellaneous expenses such as administrative costs and utilities.

B. MODEL ASSUMPTION

The model considers charging one 50 kW charger per station, reflecting the typical configuration of fast-charging infrastructure at charging stations. The choice of 50 kW chargers aligns with industry standards and the anticipated demand for fast-charging services.

The assumption of charging usage for 12 hours per day throughout the year is based on several factors:

It accounts for the varying demand for charging services throughout the day, considering peak hours of usage and potential periods of lower demand.

It reflects the average charging patterns observed in similar charging stations, considering factors such as commuter patterns, business hours, and leisure activities.

By assuming a usage rate of 12 hours per day, the model calculates the total energy sold over the course of a year to be 219,000 kWh. This calculation assumes continuous operation throughout the year with no significant interruptions in service.

C. KEY FINANCIAL METRICS

To evaluate the financial performance of electric vehicle (EV) charging stations, three key financial metrics are employed:

Payback Period, Internal Rate of Return (IRR), and Net Present Value (NPV). These metrics provide a comprehensive understanding of the profitability, risk, and sustainability of investment.

The Payback Period measures the time required to recover the initial investment through the station's cash flows. It is calculated as the ratio of the initial investment to the annual net cash flow, as shown in Equation (1). While this metric is useful for understanding investment recovery timelines, it does not account for the time value of money or profitability beyond the breakeven point:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Initial Investment}}{\text{Annual Cash Flow}} \quad (1)$$

The Internal Rate of Return (IRR) represents the discount rate at which the Net Present Value of the investment equals zero. It is used to determine the profitability of an investment relative to its cost of capital. A higher IRR indicates a more attractive investment, as demonstrated in Equation (2):

$$\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1 + \text{IRR})^t} - \text{Initial Investment} = 0 \quad (2)$$

where C_t is the cash flow at time t , and n is the project lifetime.

The Net Present Value (NPV) quantifies the present value of all cash flows over the project's lifetime, accounting for the time value of money. It is calculated using Equation (3), where r is the discount rate:

$$\text{NPV} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1 + \text{IRR})^t} \quad (3)$$

These financial metrics are essential for evaluating the economic feasibility of EV charging stations. The Payback Period provides insight into liquidity and investment recovery, while IRR and NPV assess long-term profitability and the project's ability to generate returns. By integrating these metrics, the financial model enables stakeholders to make informed decisions that balance risk and reward in dynamic energy markets.

IV. CASE STUDY AND INPUT DATA

A. DESCRIPTION OF THE CASE STUDY

The case study focuses on a prototype charging station equipped with a 50 kW fast charger, located in Bangkok, Thailand. This configuration aligns with industry standards and is supported by government policies that promote the adoption of EVs through incentives and subsidies. The 50 kW charger is widely used due to its efficiency and compatibility with existing urban infrastructure, making it suitable for densely populated areas with limited space.

The selected station is representative of typical charging stations in urban settings and aims to cater to both commuters and other users requiring fast-charging services. Given its location in the capital city, the station faces certain constraints, such as capped electricity capacity and limited

funding options, which are influenced by regulatory and incentive structures. Despite these challenges, the demand for EV charging stations in the area continues to grow, driven by increased EV adoption and supportive government policies, including tax incentives.

The analysis assumes that the charging station operates for an average of 12 hours daily, reflecting patterns observed in similar facilities. This assumption accounts for varying levels of demand, peak hours, and user behavior. However, the analysis does not consider potential seasonal variations in usage or unplanned maintenance interruptions, which may impact the station's annual performance. While this case study provides a practical framework for evaluating financial viability, it remains hypothetical and does not fully account for external factors such as technological advancements or evolving regulatory policies that could affect future operations.

B. INPUT DATA

Table 2 outlines these cost categories in detail, utilizing average prices set by government agencies for constructing charging stations in Thailand. This approach ensures that the financial model reflects typical costs and aligns with industry standards.

Forecasting these costs based on government determined average prices provides a stable and reliable foundation for the financial model. It helps in creating a standardized framework that can be widely applied, ensuring consistency and comparability across different projects.

The rationale for framing financial models without including other external factors that cannot be predicted is to maintain clarity and focus. External factors, such as sudden economic shifts, regulatory changes, or technological advancements, introduce a level of uncertainty that can complicate the analysis. By excluding these unpredictable elements, the model remains robust and manageable, offering a clear understanding of the core financial dynamics under normal operating conditions.

It is important to note that the model does not consider the certainty of service usage and potential station maintenance closures. While these factors may impact actual charging usage and revenue generation, they are excluded from the model to maintain simplicity and focus on the core aspects of energy cost analysis.

V. RESULTS

From the Financial Model presented in the previous section, results from the financial simulation of an electric charging station will be divided into two models: Financial model of charging stations with fixed energy costs and financial model of charging stations with energy costs changing over time. These models allow for a comprehensive analysis of the financial performance of electric charging stations under different scenarios.

The Financial model of charging stations with fixed energy costs assumes a static energy tariff throughout the simulation

TABLE 2. Parameters defined in the financial model for ev charging stations.

A) Investment cost			
1	TSA & TCA cost		
	Cost of charger	28,523.14	\$
	Fitting cost	242.86	\$
	Labor costs	312.29	\$
	Installation cost	1,729.43	\$
2	Insurance (1%)	308.07	\$
3	Development (10%)	3,080.70	\$
4	CSR (1%)	308.07	\$
5	SG&A (3%)	924.21	\$
6	Others (3%)	924.21	\$
B) Revenue Assumption Cost			
7	Electrical tariff	0.09	\$/kWh
8	Price	0.23	\$/kWh
9	Avg. electrical price	0.14	\$/kWh
C) Capital Structure			
10	Equities 25%	9088.07	\$
11	Long term loan 75%	27264.20	\$
12	Interest Rate	8	%
13	Disc Rate	5	%
D) Manpower			
14	Supervisor	857.14	\$
15	Workers	571.43	\$
16	Increasing Salary/Annual	5	%
E) Maintenance Expenses			
17	General Maintenance	170.46	\$/ Year
18	Quarterly Maintenance	852.3	\$/ Year
19	Increasing rate	2	%
F) Other Operating Expenses			
20	Avg. Expenses	0.3	%
21	Admin. Expenses	924.21	\$/ Year

period. This model provides insights into the station's financial viability under stable energy pricing conditions, allowing stakeholders to understand the baseline profitability and investment returns.

On the other hand, the financial model of charging stations with energy costs changing over time incorporates dynamic energy pricing, reflecting real-world fluctuations in electricity rates. By considering the impact of varying energy costs on station revenues and expenses, this model offers a more nuanced understanding of the station's financial resilience and sensitivity to changes in energy pricing.

Comparing these two models under the same conditions enables stakeholders to assess the implications of energy cost variability on the overall financial performance and

risk exposure of electric charging stations. By analyzing key financial metrics such as NPV, IRR, and payback period, stakeholders can make informed decisions regarding investment, pricing strategies, and operational management to optimize the station's financial sustainability.

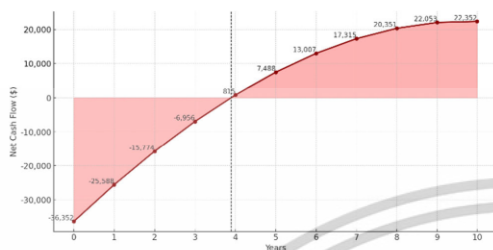


FIGURE 2. Net cash flow overtime for projects with fixed energy costs.

In Project financial Model 1, initial capital investment is negative due to the upfront costs associated with improving the charging stations. However, as the station begins operations, cash flow gradually increases, leading to a reduction in the proportion of capital investment. By years 4 to 5, investors can expect a payback period of 4 years, after which the business generates profits from the cash flow received. However, there is a trend of diminishing cash flow each year, as depicted in Fig. 2.

This trend suggests that while the charging station remains operational within the project period as specified in the previous section, its long-term sustainability may be in question. Beyond year 10, the total cash flow tends to decrease, indicating potential for continuous losses if the project is extended beyond its optimal duration.

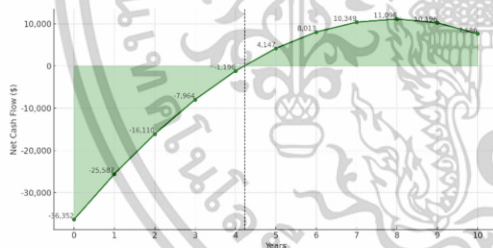


FIGURE 3. Net cash flow overtime for projects with variable energy costs.

On the other hand, Charging Station Model 2, as shown in Fig. 3, exhibits slightly different results. While the slope of the cash flow graph is less steep, indicating lower annual cash flows compared to Model 1, the station still experiences a return to positive capital investment between years 4 and 5. However, the slope of the graph decreases noticeably, suggesting a slower rate of return. By years 8 to 9, a turning point occurs, causing the station's cash flow to dip below expenses, resulting in a temporary loss situation before the

project period ends. Nevertheless, the overall total cash flow of the project remains positive, indicating that the charging station project can always recover its construction costs.

Further analysis reveals that the variability in energy costs in Model 2 introduces additional uncertainty into the financial performance of the charging station. While the potential for higher returns exists, the risk of experiencing periods of reduced profitability or losses is also heightened. Stakeholders must carefully consider the trade-offs between stability and potential for higher profits when choosing between fixed and variable energy cost models for charging stations.

Upon closer examination of the revenue and expenditure details for Project Model 1, as shown in Table 3, it becomes evident that the station's revenue remains constant at \$29,943.53/year due to the fixed energy costs. However, the yearly cash flow fluctuates, starting at \$10,763.87 and gradually decreasing over subsequent operating years. This decline is attributed to a significant increase in expenses, resulting in a gradual reduction in net cash flow. Despite this, the project maintains positive cash flow throughout the 10-year period, as electricity sales cover additional expenses. Consequently, the station can offset rising administrative costs, ensuring financial sustainability.

Conversely, the results for Model 2 stations, outlined in Table 4, reveal a different trend. Here, the revenue from electric vehicle charging shows a downward trajectory as the project progresses. This decline is attributed to the constant electricity sales price combined with the increasing energy costs each year. Consequently, the income generated diminishes in comparison to the escalating operating costs. By the 9th operating year, a negative cash flow is observed, indicating that revenue from electricity sales is insufficient to cover station operations.

The financial simulation results for both types of charging stations highlight the significant impact of small annual increases in energy costs on operational outcomes. Servicing electric charging stations entails not only direct costs but also various other operating expenses. By considering essential parameters in investment analysis, as shown in Fig. 4, it becomes apparent that while the overall payback period for both types of stations is similar, there are notable differences in other financial metrics.

This comparative analysis highlights the contrasting financial implications of fixed versus variable energy costs for charging stations. While Model 1 demonstrates consistent positive cash flow throughout the project duration, Model 2 experiences declining revenue and, eventually, a negative cash flow. The findings underscore the importance of carefully assessing the impact of energy cost variability on the financial performance and long-term viability of charging stations. Stakeholders must consider these factors when designing pricing strategies and financial models to ensure sustainable operations in a dynamic energy market.

Payback Period: The payback period signifies the time required for the investment to be recovered through the station's cash flows. Despite similarities in overall payback

TABLE 3. Station cash flow analysis with fixed energy costs.

		Cash in Flow (\$)									
Electrical Sales		29,943.52	29,943.52	29,943.50	29,943.50	29,943.50	29,943.50	29,943.50	29,943.50	29,943.50	29,943.50
		Cash out Flow (\$)									
Capital investment	36,352.26										
OPEX		17,142.86	18,000.00	18,900.00	19,845.00	20,837.20	21,879.10	22,973.00	24,121.70	25,327.80	26,594.20
Avg expenses		89.83	89.83	89.83	89.83	89.83	89.83	89.83	89.83	89.83	89.83
General Maintenance		170.46	173.87	177.35	180.89	184.51	188.2	191.97	195.8	199.72	203.72
Quarterly Maintenance		852.3	894.92	939.66	986.64	1,035.98	1,087.77	1,142.16	1,199.27	1,259.24	1,322.20
Admin. Expenses		924.21	970.42	1,018.94	1,069.89	1,123.38	1,179.55	1,238.53	1,300.46	1,365.48	1,433.75
Net Cash Flow	36,352.26	10,763.87	9,814.49	8,817.74	7,771.27	6,672.57	5,519.05	4,307.97	3,036.44	1,701.45	299.83

TABLE 4. Station cash flow analysis with growing energy costs.

		Cash in Flow (\$)									
Electrical Sales		29,943.50	29,605.10	29,270.62	28,939.87	28,612.84	28,289.52	27,969.85	27,653.79	27,341.30	27,032.34
		Cash out Flow (\$)									
Capital investment	36,352.26										
OPEX		17,142.80	18,000.00	18,900.00	19,845.00	20,837.25	21,879.11	22,973.07	24,121.72	25,327.81	26,594.20
Avg expenses		88.82	88.82	88.82	88.82	88.82	88.82	88.82	88.82	88.82	88.82
General Maintenance		170.46	173.87	177.35	180.89	184.51	188.2	191.97	195.8	199.72	203.72
Quarterly Maintenance		852.3	894.92	939.66	986.64	1,035.98	1,087.77	1,142.16	1,199.27	1,259.24	1,322.20
Admin. Expenses		924.21	970.42	1,018.94	1,069.89	1,123.38	1,179.55	1,238.53	1,300.46	1,365.48	1,433.75
Net Cash Flow	36,352.26	10,764.80	9,477.14	8,145.86	6,768.62	5,342.91	3,866.06	2,335.31	747.72	-899.76	-2,610.33

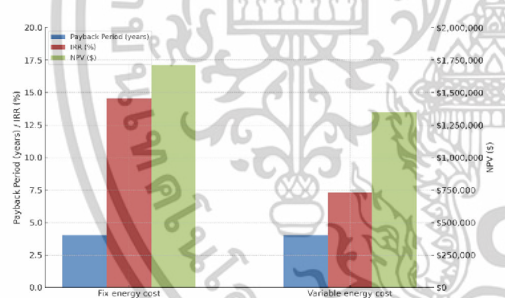


FIGURE 4. Financial analysis of EV charging stations under fixed and variable energy cost scenarios.

periods between the two station types, with both achieving payback within four years, this metric alone does not capture the variations in risk and profitability driven by energy cost structures.

Internal Rate of Return (IRR): This metric represents the minimum return rate expected from an investment. In the context of charging stations, stations with fixed energy costs exhibit an IRR of 14.55%, almost double that of 7.28% for

stations with variable energy costs. This indicates that fixed energy costs provide a more favorable return on investment, offering stability that is attractive to risk-averse investors. However, the significantly lower IRR for variable energy costs reflects the heightened sensitivity of these projects to energy price volatility, which could deter long-term investment unless mitigated by dynamic pricing strategies.

Net Present Value (NPV): NPV assesses the station's profitability by calculating the present value of its cash flows, considering the time value of money. The NPV values for the two types of stations differ significantly, with \$1,711,781 for fixed energy costs and \$1,347,781 for variable energy costs. The higher NPV for fixed costs underscores the long-term financial advantage of predictable energy pricing. However, the lower NPV for variable costs indicates potential vulnerabilities to fluctuations in energy prices, which could impact the project's viability in the later stages of its lifecycle.

The graphical analysis of financial metrics illustrates these differences visually, emphasizing the trade-offs between stability and flexibility. While fixed energy cost models provide higher and more predictable financial returns, variable cost models expose projects to greater uncertainty, which requires careful risk management. These findings highlight the critical need for investors to evaluate energy cost dynamics carefully

and develop tailored financial strategies that align with the station's operating environment and risk appetite.

The results of creating a simulation model of the station's financial structure underscore the importance of considering energy costs that may vary over time. While both types of stations demonstrate a similar payback period, investors should prioritize understanding the implications of energy cost variability on financial metrics such as IRR and NPV. The observed differences between the two charging station models highlight the need for tailored financial strategies to mitigate risks and maximize returns in a dynamic energy market.

VI. CONCLUSION

The study of the financial impact of energy costs on electric vehicle charging stations provided valuable insights into the complexities of operating in a dynamic energy market. Through the development and analysis of financial models, we uncovered the significance of energy cost variability on the profitability and sustainability of charging station operations. The key findings are summarized as follows:

- **Impact of Energy Cost Structures on Profitability:** Charging stations with fixed energy costs exhibited a higher Internal Rate of Return (IRR) of 14.55% compared to 7.28% for stations with variable energy costs. However, stations with variable costs, while more sensitive to energy price fluctuations, have the potential to capture greater returns if energy prices decrease.
- **Net Present Value (NPV) Outcomes:** Stations with fixed energy costs achieved a higher NPV of \$1,711,781, compared to \$1,347,781 for variable energy cost scenarios, indicating that fixed pricing provides more predictable and stable long-term returns.
- **Payback Periods:** Both models demonstrated similar payback periods of four years, but stations with fixed energy costs offer more investment stability, whereas variable costs present greater risk due to energy price volatility.
- **Strategic Planning and Risk Management:** The analysis highlights the necessity of incorporating energy cost variability into financial planning to mitigate risks and ensure the long-term sustainability of charging station investments.

In conclusion, this study emphasizes the importance of understanding energy pricing dynamics and adopting appropriate financial strategies. By leveraging these insights, stakeholders can optimize returns and maintain the viability of investments in electric vehicle charging infrastructure within an evolving energy landscape.

DISCUSSION

The proposed financial model for electric vehicle charging stations demonstrates several advantages. The model comprehensively accounts for a variety of costs, such as financial costs, maintenance costs, and operational expenses of the stations. This holistic approach ensures that the financial

projections of the project closely resemble real-world business operations. The model incorporates a wide range of parameters that directly and indirectly influence station performance, enhancing its practical applicability for stakeholders.

An additional advantage of this approach is its adaptability to different market conditions and scenarios. By allowing for detailed analysis of specific variables, such as energy price fluctuations, the model provides a focused insight into how these changes impact the financial viability of charging stations. This adaptability makes it a valuable tool for both investors and policymakers seeking to optimize financial strategies in a dynamic energy market.

However, due to the research's emphasis on examining the impact of energy price variability on the project's financials, certain variables are assumed to be constant, such as interest rates and construction costs. This simplification is intentional, enabling a sharper focus on energy-related factors, but it also means that other potential influences, like variations in construction costs or interest rates, are not fully explored. Expanding the model in future studies to include these dynamic elements could offer a more comprehensive understanding of the financial challenges and opportunities for EV charging stations.

REFERENCES

- [1] T. D. Güzel and K. Alp, "Modeling of greenhouse gas emissions from the transportation sector in Istanbul by 2050," *Atmos. Pollut. Res.*, vol. 11, no. 12, pp. 2190–2201, Dec. 2020.
- [2] A. Pamudinukkala, S. Kermanshachi, J. M. Rosenberger, and G. Hladik, "Barriers and motivators to the adoption of electric vehicles: A global review," *Green Energy Intell. Transp.*, vol. 3, no. 2, Apr. 2024, Art. no. 100153.
- [3] S. Sharma, A. K. Panwar, and M. M. Tripathi, "Storage technologies for electric vehicles," *J. Traffic Transp. Eng. (Engl. Ed.)*, vol. 7, no. 3, pp. 340–361, Jun. 2020.
- [4] S. R. Salkuti, "Advanced technologies for energy storage and electric vehicles," *Energies*, vol. 16, no. 5, p. 2312, Feb. 2023.
- [5] A. Jenn, K. Springel, and A. R. Gopal, "Effectiveness of electric vehicle incentives in the United States," *Energy Policy*, vol. 119, pp. 349–356, Aug. 2018.
- [6] H. Martins, C. O. Henriques, J. R. Figueira, C. S. Silva, and A. S. Costa, "Assessing policy interventions to stimulate the transition of electric vehicle technology in the European Union," *Socio-Econ. Planning Sci.*, vol. 87, Jun. 2023, Art. no. 101505.
- [7] A. K. M. Yousuf, Z. Wang, R. Paranjape, and Y. Tang, "An in-depth exploration of electric vehicle charging station infrastructure: A comprehensive review of challenges, mitigation approaches, and optimization strategies," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 51570–51589, 2024.
- [8] C. Kongklaew, K. Phoungthong, C. Prabpayak, M. S. Chowdhury, I. Khan, N. Yuangyai, C. Yuangyai, and K. Techato, "Barriers to electric vehicle adoption in Thailand," *Sustainability*, vol. 13, no. 22, p. 12839, Nov. 2021.
- [9] F. Einwächter and C. Sourkounis, "Assessing flexibility of electric vehicles for smart grid integration," in *Proc. 9th Int. Conf. Ecological Vehicles Renew. Energies (EVER)*, Mar. 2014, pp. 1–8.
- [10] L. A.-W. Ellingsen, B. Singh, and A. H. Strømman, "The size and range effect: Lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles," *Environ. Res. Lett.*, vol. 11, no. 5, May 2016, Art. no. 054010.
- [11] J. Li, S. He, Q. Yang, T. Ma, and Z. Wei, "Optimal design of the EV charging station with retired battery systems against charging demand uncertainty," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 19, no. 3, pp. 3262–3273, Mar. 2023.
- [12] S. Sachan and P. P. Singh, "Charging infrastructure planning for electric vehicle in india: Present status and future challenges," *Regional Sustainability*, vol. 3, no. 4, pp. 335–345, Dec. 2022.

- [13] S. LaMocaca and L. Ryan, "The state of play in electric vehicle charging services – a review of infrastructure provision, players, and policies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 154, Feb. 2022, Art. no. 111733.
- [14] A. Zentani, A. Almaktoof, and M. T. Kahn, "A comprehensive review of developments in electric vehicles fast charging technology," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 11, p. 4728, May 2024.
- [15] L. G. González, E. Siávichay, and J. L. Espinoza, "Impact of EV fast charging stations on the power distribution network of a Latin American intermediate city," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 107, pp. 309–318, Jun. 2019.
- [16] N. Deb, R. Singh, R. R. Brooks, and K. Bai, "A review of extremely fast charging stations for electric vehicles," *Energies*, vol. 14, no. 22, p. 7566, Nov. 2021.
- [17] M. Pourmatin, A. Fayaz-Heidari, M. M. Aghataie, E. Hassannayebi, and M. Basirati, "Investigating the sustainable development of charging stations for plug-in electric vehicles: A system dynamics approach," in *Proc. IFIP Adv. Inf. Commun. Technol.*, Cham, Switzerland, Jan. 2023, pp. 400–416.
- [18] M. S. Mastoi, S. Zhuang, H. M. Munir, M. Haris, M. Hassan, M. Usman, S. S. H. Bukhari, and J.-S. Ro, "An in-depth analysis of electric vehicle charging station infrastructure, policy implications, and future trends," *Energy Rep.*, vol. 8, pp. 11504–11529, Nov. 2022.
- [19] N. Bañol Arias, S. Hashemi, P. B. Andersen, C. Traeholt, and R. Romero, "Distribution system services provided by electric vehicles: Recent status, challenges, and future prospects," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 20, no. 12, pp. 4277–4296, Dec. 2019.
- [20] Z. Zhang, X. Chen, and Z. Tian, "A hybrid neural network framework and application to radar automatic target recognition," in *Proc. IEEE Global Conf. Signal Inf. Process. (GlobalSIP)*, Nov. 2018, pp. 246–250.
- [21] X. Ma, B. Li, Q. Kong, Y. Ouyang, and R. Lu, "On secure and efficient data sharing for smart grids: An anti-collision scheme," in *Proc. ICC-IEE Int. Conf. Commun.*, Jun. 2021, pp. 1–6.
- [22] A. Fsmaili, M. M. Oshanreh, S. Naderian, D. MacKenzie, and C. Chen, "Assessing the spatial distributions of public electric vehicle charging stations with emphasis on equity considerations in king county, Washington," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 107, Jul. 2024, Art. no. 105409.
- [23] B. Al-Hamali, I. Ahmad, D. Habibi, P. Pradhan, and M. A. S. Masoum, "An optimal charging solution for commercial electric vehicles," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 46162–46175, 2022.
- [24] Z. Zhu, Z. Gao, J. Zheng, and H. Du, "Charging station planning for plug-in electric vehicles," *J. Syst. Sci. Syst. Eng.*, vol. 27, no. 1, pp. 24–45, Feb. 2018.
- [25] M. B. R. Topper, V. Nava, A. J. Coffin, D. Bould, F. Ferri, S. S. Olson, A. R. Dallman, J. D. Roberts, P. Ruiz-Minguela, and H. F. Jeffrey, "Reducing variability in the cost of energy of ocean energy arrays," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 112, pp. 263–279, Sep. 2019.
- [26] A. Fayaz-Heidari, M. Fotuhi-Firuzabad, and R. Ghorani, "Economic valuation of demand response programs using real option valuation method," in *Proc. 27th Iranian Conf. Electr. Eng. (ICEE)*, Apr. 2019, pp. 685–691.
- [27] K. B. Khediri and L. Charfeddine, "Evolving efficiency of spot and futures energy markets: A rolling sample approach," *J. Behav. Experim. Finance*, vol. 6, pp. 67–79, Jun. 2015.



PATHOMTHAI CHIRADEJA received the B.Eng. degree in electrical engineering from Kasetsart University, Bangkok, Thailand, and the M.S. and Ph.D. degrees in electrical engineering from Oklahoma State University (OSU), Stillwater, OK, USA. Currently, he is an Assistant Professor with the Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Thailand. His research interests include power systems, renewable energy systems, power economics, and distributed generation systems.



CHAYANUT SOTTIYAPHA was born in Bangkok, Thailand. He received the bachelor's degree in electrical engineering from the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, in 2019, majoring in electrical engineering. From 2019 to 2021, he was a Design Engineer, where he was responsible for designing Data Center Solutions, including electrical systems, fire and safety solutions, security systems, network facilities, and audio and visual systems. His role also involved estimation for bidding. Since 2022, he has been an Electrical Engineer, where he designs electrical systems according to customer requirements, budgets, standards, and laws. He coordinates with architects and structural engineers to improve designs, participates in the control of work according to design and quality, and prepares drawings and 3D models for project construction. He is responsible for designing projects in data centers, industrial factories, warehouses, and office buildings. His research interests include energy, renewable energy, and electric vehicles.



SANTIPONT ANANWATTANAPORN received the B.Eng., M.Eng., and D.Eng. degrees in electrical engineering from the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, in 2014, 2018, and 2023, respectively. Currently, he is a Lecturer with the School of International and Interdisciplinary Engineering Programs, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. His research interests include power systems, renewable energy, and energy management.



ATTHAPOL NGAOPITAKKUL (Member, IEEE) received the B.Eng., M.Eng., and D.Eng. degrees in electrical engineering from the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, in 2002, 2004, and 2007 respectively. He is currently an Associate Professor with the Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. His research interests include the application of wavelet transform and AI for transmission systems and protection relay.

...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายชยณัฐ โสตติยาภัย
วัน เดือน ปีเกิด	13 มกราคม 2540 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	860/81 ถนนกรุงเทพ-นนทบุรี แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
ประวัติการศึกษา	2556 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	1. P. Chiradeja, C. Sottiyaphai, S. Ananwattanaporn, and A. Atthapol Ngaopitakkul, “Evaluating the financial dynamics of electric vehicle charging stations in Thailand: Implications of energy cost variability,” IEEE Access, vol. 13, pp. 33985–33994, 2025.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้