

การศึกษาสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า A Study of the Electric Charging Stations to Support Electric Vehicles

ณัฐภาส จรัสรุ่งชวลิต ปนัดดา กสิกิจวิวัฒน์*

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

นครปฐม 73140

Nattapas Jarasrunchawalit Panatda Kasikitwiwat*

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering at KamphaengSaen, Kasetsart University,

KamphaengSaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*Corresponding author Email: nattapas.jar@ku.th

(Received: January 22, 2023; Revised: July 16, 2023 ; Accepted: October 1, 2023)

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรองรับรถยนต์ไฟฟ้าโดยการจำลองสถานการณ์ มีจุดประสงค์วิเคราะห์และประเมินระดับการให้บริการโดยใช้ทฤษฎีแถวคอย เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินรูปแบบกิจการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการใช้รถยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้คือ รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด และรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ มีการใช้โปรแกรมอารินาในการศึกษาแบบจำลอง โดยใช้ค่า จำนวนแถวคอย ระยะเวลาในการรอคอย เป็นตัวชี้วัดลักษณะของแบบจำลองเพื่อให้ได้รูปแบบทรัพยากรที่เหมาะสมต่ออัตราการเข้าใช้บริการ และนำมาวิเคราะห์วิเคราะห์ผลตอบแทนในการลงทุนกิจการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่า มียานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสตรง 50 kW และกระแสสลับ 7.4 kW ได้ ในขณะที่รถยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสสลับ 7.4 kW เพียงอย่างเดียว ซึ่งค่าเฉลี่ยสำหรับระยะเวลาการชาร์จแบบกระแสตรง 50 kW คือ 35.5 นาที ซึ่งเป็นการชาร์จจากแบตเตอรี่ 20% เพิ่มขึ้นเป็น 100% ในขณะที่ระยะเวลาการชาร์จแบบกระแสสลับ 7.4 kW คือ 28.9 นาที ซึ่งเป็นการชาร์จจากแบตเตอรี่ 20% เพิ่มขึ้นเป็น 25.7% เพื่อให้ผู้ขับสามารถขับกลับที่พักอาศัยและไปชาร์จ ณ ที่ที่พักอาศัยต่อไป เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้จากการพยากรณ์รูปแบบ และปริมาณความต้องการ การใช้งานในอนาคต ผู้วิจัยได้จำลองรูปแบบการจัดการการให้บริการของสถานี 6 แบบจำลอง และพบว่า แบบจำลองที่ 3 ที่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง 50 kW 2 เครื่อง และแบบกระแสสลับ 7.4 kW 4 เครื่อง มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจาก ให้ผลด้านระยะเวลารอคอย และจำนวนแถวคอย ที่น้อยกว่าแบบอื่นรูปแบบอื่น สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการชาร์จกระแสตรง 50 kW ได้ 63 คัน/วัน และสำหรับการชาร์จกระแสสลับได้ 98 คัน/วัน โดยปริมาณการเข้าใช้บริการนี้จะทำให้กิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีอัตราผลตอบแทนภายใน 14.23% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 6.1 ปี หากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 20.90% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 5.0 ปี และถ้าอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 7.08% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 7.6 ปี ซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดนี้และการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนจะเป็นประโยชน์และแนวทางสำหรับทำกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กในอนาคต

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์ สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ยานยนต์ไฟฟ้า

ABSTRACT

The study of electric vehicle charging stations by simulation aims to analyze and assess the service level by using the queuing theory. To be a guideline for implementing the business model of electric charging stations to increase the incentives for using more electric cars. The sample group in this research is plug-in hybrid electric vehicle and battery electric vehicles. The Arena program was used to study the simulation by using the number of queuing, waiting time. It is a measure of the characteristics of the model in order to optimize the resource model for service traffic. And analyzed to analyze the return on investment in the electric charging service station business. After analyzing, it was found that There are electric vehicles, battery electric vehicles. 50 kW direct current and 7.4 kW alternating current chargers can be used, while plug-in hybrid electric vehicles can be used. A single 7.4 kW AC type charger can be used. The average charging time for 50 kW DC is 35.5 minutes, charging from 20% battery to 100%, while charging time for 7.4 kW AC is 28.9 minutes, charging from 20% battery to 25.7. % so that the driver can drive back to the residence and continue charging at the residence. To account for the future demand for stations with the small size, the researcher simulated the service management model of 6- charger station and found that the 3rd model with 2 fast chargers and 4 slow chargers is the most suitable because the results of waiting time and the number of queues are significantly less than other types. It can accommodate 63 cars per day for fast chargers and 98 cars per day for slow chargers. The internal rate of return is 14.23% and the payback period is 6.1 years. If the utilization rate increases by 20 percent, there will be an internal rate of return of 20.90% with the payback period of 5.0 years. If the use of service has decreased by 20%, yielding an internal rate of return of 7.08% with the payback period of 7.6 years.

Keywords: Simulation, electric charging station, electric vehicles.

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกเกิดสภาวะโลกร้อนซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยหนึ่งในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นคือการขับเคลื่อนพาหนะที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นเราจึงควรใช้รถยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น ซึ่งจะสามารถช่วยลดการเกิดมลพิษแต่ด้วยเทคโนโลยีที่ใหม่ ยังมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น ระยะทางที่สามารถวิ่งได้ยังน้อยซึ่งเป็นผลมาจากขนาดของแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็กทำให้รถยนต์ไฟฟ้าจำเป็นจะต้องได้รับการชาร์จไฟฟ้าก่อนข้างถ้าการยนต์สันดาปทั่วไป ประกอบกับความครอบคลุมของจุดชาร์จไฟฟ้าที่ยังมีจำนวนน้อย และระยะเวลาในการชาร์จไฟฟ้าก่อนข้าง

นาน ทำให้ผู้คนยังไม่กล้าที่จะใช้รถยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงควรเพิ่มสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการใช้รถยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น โดยอาจศึกษาเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า/จุดให้บริการอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กที่เหมาะสมแต่ลงทุนไม่มาก

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [สนข.] และ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ [สวทช.] พัฒนาศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ [สวทช.] คาดการณ์ว่า ในปี 2579 การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าสามารถลดความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลลงได้ 2.19–5.54 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (25.75–53.23 พันล้านหน่วย, thousand GW-hr) คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ

5.45–11.26 ของความต้องการพลังงานในภาคการขนส่งทางถนน ขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียง 0.21–2.41 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (2.41–7.78 พันล้านหน่วย, thousand GW-hr) และสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรพลังงาน 6.9–13.5 ล้านตันเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4.74–9.31 ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการขนส่งทางถนนหรือคิดเป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประชุม COP21 ที่ต้องการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทุกภาคส่วนลงร้อยละ 25 ในปี 2573 (ประมาณ 111 ล้านตันเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ทั้งนี้ ความแตกต่างของผลกระทบดังกล่าวขึ้นอยู่กับระดับการขยายตัวของจำนวนรถยนต์ไฟฟ้า [1]

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ได้ระบุถึงข้อดี-ข้อเสียของรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งข้อดีของรถยนต์ไฟฟ้าคือรถยนต์ไฟฟ้านั้นสามารถทำงานด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ทำให้ไม่มีการปล่อยไอเสียหรือก๊าซเรือนกระจกออกมาและไม่สร้างมลพิษซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยลดมลพิษทางเสียงเนื่องจากกลไกในการขับเคลื่อนไม่ต้องใช้การจุดระเบิดเพื่อเผาไหม้ จึงทำให้ไม่มีเสียงเวลาขับ และการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้านั้น มีเสียงที่เงียบกว่าเครื่องยนต์มาก รถยนต์ไฟฟ้าใช้มอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งมีแรงบิดมากกว่าโดยเริ่มตั้งแต่เปิดตัว ทำให้อัตราเร่งดีกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมัน เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้านั้นไม่มีเครื่องยนต์ จึงไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ อีกทั้งพลังงานไฟฟ้ายังมีราคาถูกกว่า และผันผวนน้อยกว่าราคาน้ำมันส่วนในเรื่องของการบำรุงรักษานั้น ในรถยนต์ไฟฟ้ามีเพียงมอเตอร์ไฟฟ้าเท่านั้นที่เป็นส่วนกำลังทำให้รถเคลื่อนที่ไปได้ ไม่มีของเหลวหรือกรองของเหลวที่ต้องบำรุงรักษาตามวาระ สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้จากที่บ้านซึ่งสามารถชาร์จได้ระหว่างที่นอนหลับ เมื่อถึงยามเข้ารถยนต์ไฟฟ้าก็จะอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน จึงทำให้ไม่ต้องกังวลในเรื่องการเสียเวลาที่สถานีบริการน้ำมันอีกต่อไป แต่รถยนต์ไฟฟ้าก็มีข้อเสียคือ ปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้ายังมีราคาที่ยังแพง เนื่องจากกระบวนการผลิตจนถึงการ

วางจำหน่ายจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่มีราคาสูง ทำให้ตัวรถมีราคาสูงตามไปด้วย เนื่องจากระยะทางในการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่ ซึ่งอาจจะต้องมีการวางแผนการชาร์จระหว่างทาง สำหรับการขับขี่ในระยะไกล หากมีการเดินทางระยะยาวหรือข้ามจังหวัดนั้นควรจะต้องมีการวางแผนหาตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอัดประจุ เนื่องจากปัจจุบันสถานีอัดประจุในประเทศยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่มาก อาจจะต้องใช้เวลาเพื่อให้บุคลากรทางสายยานยนต์เรียนรู้เรื่องการบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ เนื่องจากแบตเตอรี่ที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์ไฟฟ้าปัจจุบันมีอายุการใช้งานที่จำกัด การเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่เป็นสิ่งที่ทำได้ง่าย แต่การกำจัดแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพไปแล้วนั้น ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรการที่ชัดเจนในการกำจัดแบตเตอรี่ที่เป็นขยะเหล่านี้ [2]

รถยนต์ไฟฟ้าเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในประเทศไทย โดยเริ่มจากรถยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle; HEV) ที่สามารถใช้พลังงานได้จากทั้งน้ำมันและไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ จากนั้นเริ่มมีการพัฒนาขึ้นเป็นรถยนต์ไฟฟ้าประเภทปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle; PHEV) ที่สามารถใช้พลังงานได้จากทั้งน้ำมันและไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ซึ่งสามารถชาร์จไฟฟ้าเพิ่มได้จากหัวชาร์จ และรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle; BEV) [3] โดยรถยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV สามารถชาร์จได้เฉพาะหัวชาร์จแบบกระแสสลับ (Alternating current electricity; AC) 7.4 kW ส่วนรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV สามารถชาร์จได้ทั้งหัวชาร์จแบบกระแสสลับ (AC) 7.4 kW และกระแสตรง (Direct Current ; DC) 50 kW โดยหัวชาร์จแบบกระแสตรงจะให้กำลังไฟฟ้าที่มากกว่าทำให้ใช้เวลาชาร์จสั้นกว่าหัวชาร์จแบบกระแสสลับ ในปัจจุบันประเทศไทยมีรถยนต์สันดาปภายใน 98% รถยนต์ไฟฟ้าประเภท HEV 1.66% รถยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV 0.275% และรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV 0.035% จากสัดส่วนระหว่างรถยนต์ประเภทสันดาปทั่วไปกับรถยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยยังมีการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอยู่เป็นจำนวนน้อย

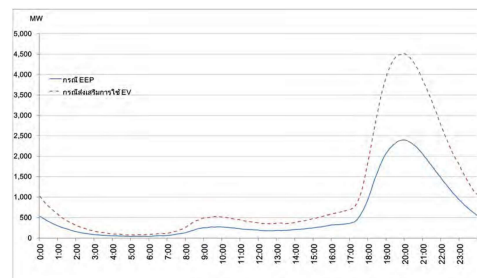
อย่างมีนัยสำคัญ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการกระตุ้นให้เกิดการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น [4]

การที่จะทำให้ผู้บริโภคหันมาใช้รถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น จำเป็นที่จะต้องมีการกระตุ้นจากภาครัฐซึ่งอาจจะเป็นนโยบายต่างๆ และการพัฒนาด้านการบริการการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งนโยบายของภาครัฐได้แก่ การลดภาษีจดทะเบียน การลดภาษีนำเข้า การทำที่จอดรถพิเศษหรือทางพิเศษสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า การให้ส่วนลดสำหรับการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า การให้หน่วยงานภาครัฐมีการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น และการให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าให้กับประชาชน ในส่วนของการพัฒนาด้านการบริการการอัดประจุไฟฟ้า ได้แก่ การเพิ่มสถานี/แท่นอัดประจุไฟฟ้าให้กระจายและครอบคลุมมากที่สุด โดยเฉพาะการเดินทางที่มีระยะทางไกลซึ่งจำเป็นต้องได้รับการอัดประจุไฟฟ้าจำนวนมากขึ้น การสร้างระบบนิเวศรอบสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้ลูกค้าสามารถใช้ระหว่างการรอกระบวนการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า อีกทั้งการพัฒนาสิ่งต่างๆ ดังกล่าว จะทำให้ผู้บริโภคไม่ต้องเปลี่ยนพฤติกรรมหรือเปลี่ยนพฤติกรรมให้น้อยที่สุดในด้านการเติมเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 1 รายงานแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ของการไฟฟ้าทั้ง 3 ส่วน ได้ทำให้เราทราบว่าช่วงเวลาที่มีการอัดประจุไฟฟ้ามากที่สุดคือช่วงเวลาค่ำ และน้อยที่สุดคือช่วงเช้ามืด เนื่องจากพฤติกรรมของคนไทยช่วงที่มีเวลาอิสระมากที่สุดคือช่วงค่ำหลังเลิกงาน จุดที่ให้บริการไม่ได้อยู่ใกล้สถานที่ที่ทำงานหรือที่ทำงานในชีวิตประจำวัน ทำให้การเข้ามาใช้บริการในช่วงกลางวันมีน้อยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับคนที่ไม่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัย ก็จะใช้ช่วงเวลานี้ในการอัดประจุไฟฟ้าเช่นกันอย่างมีนัยสำคัญ [5]

จากรายงานแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ของการไฟฟ้าทั้ง 3 ส่วน พบว่าผู้ใช้งานประมาณ 84-87% ส่วนใหญ่อัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่บ้าน ในลักษณะการอัด

ประจุไฟฟ้าข้ามคืน ในขณะที่ผู้ใช้งานประมาณ 13-16% อัดประจุไฟฟ้านอกบ้าน ดังแสดงในตารางที่ 1 [5]



รูปที่ 1 ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2579

ตารางที่ 1 สมมติฐานสัดส่วนของการอัดประจุไฟฟ้า

สถานที่	ประเภทการชาร์จ	ร้อยละ
บ้าน	AC	85
อาคารสำนักงาน	AC	5
ศูนย์การค้า	AC/DC	5
สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า	DC	5

จากข้อมูลข้างต้นทั้งหมดทำให้เกิดประเด็นที่ต้องพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับกระบวนการอัดประจุไฟฟ้าของรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคตที่จะต้องมีการพัฒนาเพื่อรองรับปริมาณความต้องการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่มากขึ้น การรองรับปริมาณการเดินทางไม่ว่าจะเป็นการเดินทางภายในเมืองหรือการเดินทางระยะไกลที่ต้องผ่านหลายๆเมืองและใช้ระยะเวลานาน เพื่อให้การใช้รถยนต์ไฟฟ้าเกิดความสะดวกสบายมากที่สุดเหมือนกับการใช้รถยนต์สันดาปภายในในปัจจุบัน โดยศึกษารูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้า/จุดให้บริการขนาดเล็กที่เหมาะสมและลงทุนไม่มากเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการได้กระจายทั่วทุกพื้นที่ โดยใช้โปรแกรม Arena ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมจากคู่มือ [6] และศึกษาวิจัยการดำเนินงาน [7]

มีการศึกษาการแก้ไขปัญหาระบบแถวคอยจาก สายสุรางค์ โชติพานิช (2547) ซึ่งได้ศึกษาระบบแถวคอยของการเข้ารับบริการเจาะเลือดโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชมี

การสร้างแบบจำลองในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบและหารูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด [8] และรัตนากูตา (2549) ได้ศึกษาปัญหาระบบแถวคอยของผู้ใช้บริการธนาคารไทยพาณิชย์ สาขามหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด โดยใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างรูปแบบการจำลอง [9]

2. ระเบียบและวิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาความสามารถของยานยนต์ไฟฟ้าที่เข้ามาบริการ

ปัจจุบันมียานยนต์ไฟฟ้าหลายรุ่นหลายแบรนด์ ซึ่งมีความสามารถในการขับเคลื่อนแตกต่างกัน เพื่อให้ข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองในส่วนความสามารถของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง ตั้งแต่ปี 2562-2564 ซึ่งมีค่าระยะทางโดยเฉลี่ยที่วิ่งได้ ขนาดความจุของแบตเตอรี่ อัตราความเร็วในการอัดประจุไฟฟ้า ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า

2.2 ศึกษาพฤติกรรมของลูกค้าในการเข้ามาใช้บริการ

พฤติกรรมของลูกค้าในการเข้าใช้บริการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ช่วงเวลาการเข้ามาใช้บริการซึ่งมีการแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลาในวันธรรมดาและ 2 ช่วงเวลาสำหรับวันหยุด อัตราการเข้ามาใช้บริการซึ่งมีการแจกแจงแบบปัวซอง เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองสถานการณ์ โดยศึกษาจากข้อมูลสถิติพฤติกรรมของต่างประเทศเนื่องจากในประเทศไทยยังมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนน้อย

2.3 ศึกษากระบวนการให้บริการของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและสัดส่วนประเภทแท่นชาร์จ

โดยกระบวนการให้บริการของสถานีอัดประจุไฟฟ้าคือลูกค้าสามารถเลือกเข้ามาใช้บริการแบบไม่ได้จองล่วงหน้า หรือแบบทำการจองล่วงหน้า ซึ่งการจองล่วงหน้าลูกค้าจะต้องอยู่ใกล้กับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าในระยะที่กำหนด เมื่อลูกค้าเข้ามาใช้บริการแล้วสามารถเข้า

มาใช้บริการได้ทันทีโดยไม่ต้องรอแถวคอย ส่วนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการแบบไม่ได้จองล่วงหน้า จะต้องเข้าแถวคอยเพื่อรับบริการ โดยปกติแล้วสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าจะไม่มีพนักงานเข้ามาให้บริการ โดยลูกค้าจะต้องทำการอัดประจุไฟฟ้าและชำระเงินด้วยตัวเอง ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาสัดส่วนสำหรับแท่นชาร์จแบบ AC และแบบ DC ในการรองรับปริมาณการใช้งานในอนาคต เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าประเภท (BEV) สามารถอัดประจุไฟฟ้าในแท่นชาร์จแบบกระแสสลับ (AC) และแท่นชาร์จแบบกระแสตรง (DC) เป็นการอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าประเภท (PHEV) สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้า (AC) ได้เพียงอย่างเดียว โดยมีสัดส่วนปริมาณในการเข้า-ออกใช้บริการ และระยะเวลาในการรอคอยเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพรูปแบบที่ให้บริการ

2.4 ศึกษาทางด้านการลงทุนเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

โดยเมื่อศึกษาและได้ผลลัพธ์ของสัดส่วนแท่นชาร์จระหว่าง AC และ DC แล้ว และหารูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสมได้แล้ว ผู้วิจัยจะนำแบบจำลองที่เหมาะสมนั้นมาทำการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนเพื่อหาอัตราผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาคืนทุน ซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยทราบได้ว่ารูปแบบที่ผ่านการคัดเลือกนั้น นอกจากมีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมแล้ว รูปแบบนั้นมีความเหมาะสมทางด้านการลงทุนหรือไม่

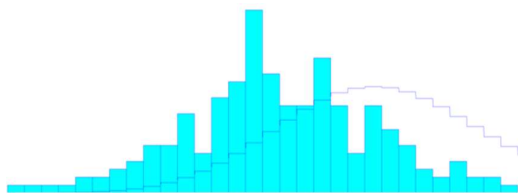
3. ผลการวิจัย

3.1 ลักษณะการให้บริการและเข้าใช้บริการ

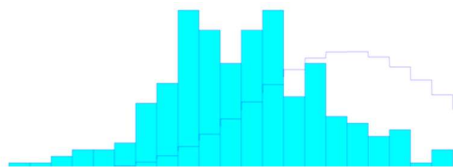
โดยการเข้าใช้บริการแบบ Walk-In หมายถึงการที่ลูกค้าสามารถเข้าไปใช้บริการได้ในทันทีเมื่อมาถึงโดยไม่ต้องทำการจองคิวล่วงหน้า และการเข้าใช้บริการแบบ Booking หมายถึงลูกค้าทำการจองคิวล่วงหน้าก่อนเข้าใช้บริการ โดยตารางที่ 2 แสดงถึงจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภทในแต่ละรูปแบบการให้บริการ ตารางที่ 3 เป็นการแสดงข้อมูลนำเข้าในส่วนของการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลาโดยแสดงตัวอย่างข้อมูลการแจกแจงจากโปรแกรม Input Analyzer ในรูปที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภทการให้บริการ

รูปแบบ	เครื่องอัดประจุไฟฟ้า แบบชาร์จเร็ว (50 kW)		เครื่องอัดประจุไฟฟ้า แบบชาร์จช้า (7.4 kW)	
	Walk-In	Booking	Walk-In	Booking
1	1	1	1	1
2	1	1	2	1
3	1	1	3	1
4	1	-	2	1
5	1	-	3	1
6	1	1	2	2



รูปที่ 2 การแจกแจงการเข้าใช้บริการของลูกค้าที่มีรถยนต์ประเภท BEV ในช่วง 8.00-17.00 น.



รูปที่ 3 การแจกแจงการเข้าใช้บริการของลูกค้าที่มีรถยนต์ประเภท PHEV ในช่วง 8.00-17.00 น.

จากรูปที่ 2 เป็นการแจกแจงแบบปัวซอง ของข้อมูลอัตราการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าที่มีรถยนต์ประเภท BEV ในช่วง 8.00-17.00 น. โดยมีค่าน้อยที่สุดคือ 20 นาฬิกา/คัน ค่าเฉลี่ยคือ 35.6 นาฬิกา/คัน และค่าสูงสุดคือ 57 นาฬิกา/คัน

จากรูปที่ 3 เป็นการแจกแจงแบบปัวซอง ของข้อมูลอัตราการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าที่มีรถยนต์ประเภท PHEV ในช่วง 8.00-17.00 น. โดยมีค่าน้อยที่สุดคือ 10

นาฬิกา/คัน ค่าเฉลี่ยคือ 20.1 นาฬิกา/คัน และค่าสูงสุดคือ 33 นาฬิกา/คัน

ในส่วนของคุณข้อมูลนำเข้าของระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละประเภทเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ให้บริการ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม

ตารางที่ 3 อัตราการเข้ามาใช้บริการของลูกค้า

ช่วงเวลา	ระยะห่างของเวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้า เข้ามาใช้บริการโดยเฉลี่ย (นาฬิกา/คัน)			
	เครื่องอัดประจุไฟฟ้า แบบเร็ว (50 kW)		เครื่องอัดประจุไฟฟ้า แบบช้า (7.4 kW)	
	Walk-In	Booking	Walk-In	Booking
วันธรรมดา				
0.00-3.00 น.	35.4	-	20.3	-
3.00-8.00 น.	38.1	-	30.4	-
8.00-17.00 น.	35.6	37.5	20.1	35.0
17.00-24.00 น.	29.4	37.5	14.6	35.0
วันหยุด				
0.00-6.00 น.	35.6	-	29.4	-
6.00-24.00 น.	35.6	37.5	25.1	35.0

3.2 ผลลัพธ์ความสามารถในการให้บริการของแต่ละแบบจำลอง

ตารางที่ 5 เป็นการกำหนดค้าย่อและความหมายเพื่อใช้ในการอธิบายผลลัพธ์การวิเคราะห์ของแบบจำลองในตารางที่ 6-14 เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงระยะเวลา 0.00-3.00 น. และ 3.00-8.00 น. ในแต่ละรูปแบบมีปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบใกล้เคียงกัน ซึ่งมีผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 4 ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า

ระยะเวลาการอัดประจุไฟฟ้า	เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ DC (50 kW) (นาทีก)	เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ AC (7.4 kW) (นาทีก)
ค่าสูงสุด	40	35
ค่าต่ำสุด	24	20
ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่	35.5	28.9

ตารางที่ 5 คำอธิบายความหมายตัวชี้วัด

คำย่อ	ความหมาย
Wlkn In	จำนวนลูกค้าที่ไม่ได้จองคิวล่วงหน้าเข้าใช้บริการ
Wlkn Out	จำนวนลูกค้าที่ไม่ได้จองคิวล่วงหน้าออกจากการใช้บริการ
Bk In	จำนวนลูกค้าที่จองคิวล่วงหน้าเข้าใช้บริการ
Bk Out	จำนวนลูกค้าที่จองคิวล่วงหน้าออกจากการใช้บริการ
WT 50 kW (W)	ระยะเวลารอคอยในการเข้าใช้บริการแท่นชาร์จ 50 kW แบบไม่ได้จองคิวล่วงหน้า
WT 50 kW (B)	ระยะเวลารอคอยในการเข้าใช้บริการแท่นชาร์จ 50 kW แบบมีการจองคิวล่วงหน้า
WT 7.4 kW (W)	ระยะเวลารอคอยในการเข้าใช้บริการแท่นชาร์จ 7.4 kW แบบไม่ได้จองคิวล่วงหน้า
WT 7.4 kW (B)	ระยะเวลารอคอยในการเข้าใช้บริการแท่นชาร์จ 7.4 kW แบบมีการจองคิวล่วงหน้า

จากตารางที่ 6 แสดงปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 0.00-3.00 น. และ 3.00-8.00 น. ทุกรูปแบบมีปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้บริการใกล้เคียงกัน

เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้บริการน้อยสามารถรองรับได้ 83% ในช่วงเวลา 0.00-3.00 น. และ 90% ในช่วงเวลา 3.00 – 8.00 น.

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 0.00-3.00 น. และ 3.00-8.00 น.

ลักษณะการใช้บริการ	ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ (คัน)	
	0.00 – 3.00 น.	3.00 – 8.00 น.
Wlkn In	15.03	18.86
Wlkn Out	12.57	16.99

จากตารางที่ 7 และ 8 แสดงปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วง 8.00 – 17.00 น. พบว่า รูปแบบที่ 1 สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าได้น้อยที่สุด คือ 62 คัน คิดเป็น 83% จากจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ และรูปแบบที่ 6 สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าได้มากที่สุด คือ 80 คัน คิดเป็น 93% จากจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ ในส่วนของรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สามารถรองรับปริมาณรถยนต์ได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในส่วนของระยะเวลาในการรอคิว เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 4 และรูปแบบที่ 5 ที่สามารถรองรับปริมาณรถยนต์ได้ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 8.00-17.00 น. (รูปแบบที่ 1-3)

ลักษณะการใช้บริการ	ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ (คัน)		
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
Wlkn In	43.20	43.10	43.1
Wlkn Out	33.51	40.59	40.6
Bk In	30.96	30.95	30.95
Bk Out	29.10	29.09	29.08

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 8.00-17.00 น. (รูปแบบที่ 4-6)

ลักษณะการใช้ บริการ	ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ (คัน)		
	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
Wlkn In	43.13	43.13	43.18
Wlkn Out	40.65	40.67	40.7
Bk In	15.95	15.93	42.48
Bk Out	15.1	15.1	40.09

จากตารางที่ 9 และ 10 แสดงปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วง 17.00 – 24.00 น. พบว่า รูปแบบที่ 1 สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าได้น้อยที่สุด คือ 49 คัน คิดเป็น 71% จากจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ และรูปแบบที่ 6 สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าได้มากที่สุด คือ 70.4 คัน คิดเป็น 91% จากจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการ ในส่วนของรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 สามารถรองรับปริมาณรถยนต์ได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันในส่วนของระยะเวลาในการรอคิว เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 4 และรูปแบบที่ 5 ที่สามารถรองรับปริมาณรถยนต์ได้ใกล้เคียงกัน

เมื่อนำระยะเวลาการรอคิวของแต่ละรูปแบบมาเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในตารางที่ 11 และ 12 พบว่า ในวันธรรมดา ช่วงเวลา 8.00-17.00 น. การรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่เป็นการ Walk-In มีแบบจำลองที่ 2,3 และ 6 ที่มีระยะเวลารอแฉกคอยน้อยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับแบบจำลองที่มีการใช้ระยะเวลารอแฉกคอยนานอย่างมีนัยสำคัญคือ แบบจำลองที่ 1 และ 4 ตามลำดับ โดยรูปแบบที่ 1 ในส่วนของการรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว มีการต่อคิวอยู่ที่ 0.13 คัน โดยจะต้องใช้ระยะเวลารอแฉกคอย 24 นาที ในขณะที่การรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบช้า มีการรอแฉกคอย 3.78 คันโดยจะต้องใช้ระยะเวลารอคิว 73 นาที สำหรับรูปแบบที่ 4 ในส่วนของการรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว มีการรอแฉกคอยเฉลี่ย 0.12 คัน

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 17.00-24.00 น. (รูปแบบที่ 1-3)

ลักษณะการใช้ บริการ	ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ (คัน)		
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
Wlkn In	44.19	44.23	44.19
Wlkn Out	26.58	39.35	40.61
Bk In	24.44	24.45	24.43
Bk Out	22.75	22.73	22.73

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ ช่วงเวลา 17.00-24.00 น. (รูปแบบที่ 4-6)

ลักษณะการใช้ บริการ	ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเข้า-ออกระบบ (คัน)		
	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
Wlkn In	44.17	44.17	44.13
Wlkn Out	39.32	39.32	39.38
Bk In	12.51	12.51	33.46
Bk Out	11.75	11.75	31.1

ตารางที่ 11 ระยะเวลาการรอคอย ช่วงเวลา 8.00-17.00 น. (วันธรรมดา รูปแบบที่ 1-3)

ลักษณะการรอคอย	ระยะเวลาการรอคอย (นาที)		
	รูปแบบ ที่ 1	รูปแบบ ที่ 2	รูปแบบ ที่ 3
WT 50 kW (W)	24.24	3.83	3.87
WT 50 kW (B)	0.17	0.17	0.17
WT 7.4 kW (W)	73.64	0.12	0
WT 7.4 kW (B)	0.06	0.05	0.05

จากตารางที่ 13 และ 14 พบว่า ในวันธรรมดา ช่วงเวลา 17.00-24.00 น. การรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสดตรง 50 kW ที่เป็นการ Walk-In มีรูปแบบที่ 3 ที่มีระยะเวลารอ

คือน้อย สำหรับแบบจำลองที่มีการใช้ระยะเวลาการรอคิวนาน อย่างมีนัยสำคัญคือ รูปแบบที่ 1 และ 4 ตามลำดับ โดยรูปแบบที่ 1 ในส่วนของการรอคิวอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง 50 kW มีการรอแถวคอยเฉลี่ย 0.89 คัน โดยจะต้องใช้ระยะเวลาการรอคิว 24 นาที ในขณะที่การรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ 7.4 kW มีการรอแถวคอยเฉลี่ย 6.9 คัน โดยจะต้องใช้ระยะเวลาการรอแถวคอย 96 นาที สำหรับรูปแบบที่ 4 ในส่วนของการรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง 50 kW มีการรอแถวคอยเฉลี่ย 0.53 คัน โดยจะต้องใช้ระยะเวลาการรอแถวคอย 16 นาที

ตารางที่ 12 ระยะเวลาการรอคอย ช่วงเวลา 8.00-17.00 น. (วันธรรมดา รูปแบบที่ 4-6)

ลักษณะการรอคอย	ระยะเวลาการรอคอย (นาที)		
	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
WT 50 kW (W)	4	4.02	3.68
WT 50 kW (B)	-	-	0.17
WT 7.4 kW (W)	0.14	0	0.13
WT 7.4 kW (B)	0.06	0.05	0.01

ตารางที่ 13 ระยะเวลาการรอคอย ช่วงเวลา 17.00-24.00 น. (วันธรรมดา รูปแบบที่ 1-3)

ลักษณะการรอคอย	ระยะเวลาการรอคอย (นาที)		
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
WT 50 kW (W)	24.66	16.30	13.33
WT 50 kW (B)	0.17	0.17	0.17
WT 7.4 kW (W)	96.88	8.21	0.19
WT 7.4 kW (B)	0.05	0.05	0.05

ในวันหยุด ช่วงเวลา 6.00-24.00 น. การรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสตรง 50 kW ที่เป็นการ Walk-In มีรูปแบบที่ 2,3 และ 6 ที่มีระยะเวลาการรอแถวคายน้อยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับแบบจำลองที่มีการใช้ระยะเวลาการรอคิวนานอย่างมี

นัยสำคัญคือ รูปแบบที่ 1 โดย ในส่วนของการรอคิวอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ 7.4 kW มีการรอแถวคอยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.3 คัน โดยจะต้องใช้ระยะเวลาการรอคิวนานถึง 55 นาที

ตารางที่ 14 ระยะเวลาการรอคอย ช่วงเวลา 17.00-24.00 น. (วันธรรมดา รูปแบบที่ 4-6)

ลักษณะการรอคอย	ระยะเวลาการรอคอย (นาที)		
	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6
WT 50 kW (W)	16.04	13.62	15.98
WT 50 kW (B)	-	-	0.17
WT 7.4 kW (W)	8.01	0.15	7.84
WT 7.4 kW (B)	0.05	0.05	0

จากการศึกษาในแต่ละแบบจำลองแต่ละช่วงเวลาและได้เปรียบเทียบผลลัพธ์แล้ว ทำให้ผู้วิจัยสามารถหาแบบจำลองในแต่ละช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดได้ดังนี้

1) วันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์) ช่วงเวลา 0.00 – 3.00 น., 3.00 – 8.00 น., 8.00 - 17.00 น. และ 17.00 - 24.00 น. เลือกใช้แบบจำลองที่ 3 ถึงแม้ว่าแบบจำลองที่ 6 สามารถรองรับปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าได้มากกว่ารูปแบบที่ 3 แต่ระยะเวลารอคิวโดยเฉลี่ยใช้เวลารอคอยนานมากกว่า โดยที่จำนวนแท่นชาร์จเท่ากัน แต่มีแท่นชาร์จที่สามารถจองได้มากกว่าทำให้ เครื่องที่ต้อง Walk-In มีจำนวนน้อยกว่ารูปแบบที่ 3 ซึ่งเป็นเหตุให้ค่าเฉลี่ยระยะเวลารอคอยโดยรวมทั้งระบบมากกว่ารูปแบบที่ 3

2) วันหยุด (เสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) ช่วงเวลา 0.00 – 6.00 น. เลือกใช้รูปแบบที่ 3 และวันหยุด (เสาร์-อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์) ช่วงเวลา 6.00 – 24.00 น. เลือกใช้รูปแบบที่ 6

เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสตรง 50 kW และกระแสสลับ 7.4 kW ได้ ในขณะที่รถยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด สามารถใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสสลับ 7.4 kW เพียง

อย่างเดียว ซึ่งค่าเฉลี่ยสำหรับระยะเวลาการชาร์จแบบ กระแสตรง 50 kW คือ 35.5 นาที่ ซึ่งเป็นการชาร์จจาก แบตเตอรี่ 20% เพิ่มขึ้นเป็น 100% ในขณะที่ระยะเวลาการ ชาร์จแบบกระแสสลับ 7.4 kW คือ 28.9 นาที่ ซึ่งเป็นการ ชาร์จจากแบตเตอรี่ 20% เพิ่มขึ้นเป็น 25.7% หรือวิ่งเป็น ระยะทาง 17 กิโลเมตร ให้ผู้ขับสามารถขับกลับที่พักอาศัย และไปชาร์จ ณ ที่พักอาศัยต่อไป

3.2 ผลลัพธ์การศึกษาทางด้านการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนในการก่อสร้างอาจมีการเปลี่ยนแปลง ตามมูลค่าวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งค่าใช้จ่ายและรายได้มี ข้อมูลดังตารางที่ 15 - 16

ตารางที่ 15 ตารางแสดงต้นทุนคงที่

รายละเอียด	หน่วย	อายุใช้งาน (ปี)	เงินลงทุน ต่อสถานี (ล้านบาท)
DC Charger	1.00	10	1.5
AC Charger	1.00	10	0.1
งานก่อสร้าง	1.00	20	0.9
ซอฟต์แวร์สำหรับ บริหารจัดการ	1.00	10	0.5

ตารางที่ 16 ตารางแสดงต้นทุนพลังงาน

	ค่าความต้องการ พลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/ เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
>69 kW	74.14	0	4.13	2.61	312.24
12-24 kW	132.93	0	4.21	2.63	312.24
<12 kW	210.00	0	4.36	2.66	312.24

จากตารางที่ 15 เป็นการแสดงต้นทุนคงที่ในการทำ กิจกรรมการให้บริการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่ง ให้บริการในสถานีบริการน้ำมัน นอกจากนี้ยังมีค่าพลังงาน

ไฟฟ้าที่ผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าจะต้องซื้อจากการไฟฟ้า โดยจะแสดงต้นทุนพลังงานในตารางที่ 16

โดยรายรับจากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า มาจากอัตราค่าบริการ ซึ่งราคาในตลาดปัจจุบัน อัตรา ค่าบริการของแต่ละผู้ให้บริการแสดงดังตารางที่ 17

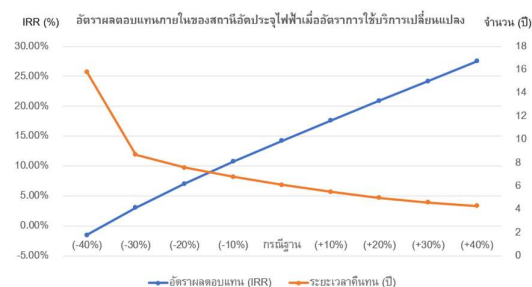
ตารางที่ 17 ตารางแสดงอัตราค่าบริการ

ผู้ให้บริการ	ประเภท หัวชาร์จ	อัตราค่าบริการ (บาท/หน่วย)	
		Peak	Off Peak
PEA	DC	7.98	4.60
	AC	7.98	4.60
PTT	DC	7.50	4.50
	AC	7.50	4.50
EA	DC	6.50	6.50
	AC	6.50	6.50
MG	DC	7.50	6.50
	AC	7.50	6.50
ELEXA	DC	7.50	7.50
	AC	7.50	7.50

ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกรณีฐาน และ กรณีที่ต้นทุนในการก่อสร้างมีการปรับเพิ่ม/ลด ร้อยละ 10, ร้อยละ 20 และร้อยละ 30 โดยอัตราค่าบริการทาง ผู้วิจัยเลือกใช้ของ PTT ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า ใน ระยะเวลา 15 ปี (2565-2579) กรณีฐาน จะได้อัตรา ผลตอบแทนภายใน 14.23% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 6.1 ปี หากราคาค่าก่อสร้างมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 30 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 10.72% โดยใช้ระยะเวลาคืน ทุน 6.9 ปี หากราคาค่าก่อสร้างมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ร้อยละ 30 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 18.94% โดยใช้ ระยะเวลาคืนทุน 5.2 ปี

หากทำการวิเคราะห์ในด้านที่อัตราการใช้บริการ อาจมีการเปลี่ยนแปลง ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบกรณีฐาน และ กรณีที่อัตราการใช้บริการ มีการปรับเพิ่ม/ลด ร้อยละ 10, ร้อยละ 20 ร้อยละ 30

และร้อยละ 40 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่า ในระยะเวลา 15 ปี (2565-2579) ซึ่งกำหนดตามการศึกษาการคาดการณ์ปริมาณความต้องการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในของ สนข. โดยกรณีฐาน จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 14.23% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 6.1 ปี หากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 20.90% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 5.0 ปี หากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 40 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 27.50% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 4.3 ปี หากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 7.08% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 7.6 ปี และหากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ร้อยละ 40 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน -1.49% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 15.8 ปี ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนผลตอบแทนภายในของสถานีอัดประจุไฟฟ้าเมื่ออัตราการเข้าใช้บริการเปลี่ยนแปลง

4. สรุป

ผลการวิจัยนี้ นำเสนอรูปแบบการให้บริการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีการลงทุนไม่มาก ซึ่งทราบว่าความต้องการใช้รถยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV มากกว่า BEV ซึ่งช่วงเวลาที่มียอดการเข้ามาใช้บริการมากที่สุดคือ ช่วง 17.00น. – 24.00น. โดยรูปแบบที่เหมาะสมวันธรรมดาสำหรับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า 1 สถานี คือรูปแบบที่ 3 ซึ่งมีแท่นอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว

(DC) 2 เครื่อง และแบบช้า (AC) 4 เครื่อง และรูปแบบที่ 6 สำหรับวันหยุด โดยค่าเฉลี่ยสำหรับระยะเวลาการชาร์จแบบกระแสตรง 50 kW คือ 35.5 นาที ซึ่งค่าเฉลี่ยสำหรับระยะเวลาการชาร์จแบบกระแสตรง 50 kW คือ 35.5 นาที ซึ่งเป็นการชาร์จจากแบตเตอรี่ 20% เพิ่มเป็น 100% ในขณะที่ระยะเวลาการชาร์จแบบกระแสสลับ 7.4 kW คือ 28.9 นาที ซึ่งเป็นการชาร์จจากแบตเตอรี่ 20% เพิ่มเป็น 25.7% โดยรูปแบบการให้บริการนี้ ให้อัตราผลตอบแทนภายใน 14.23% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 6.1 ปี หากอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 20.90% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 5.0 ปี และถ้าอัตราการเข้าใช้บริการมีการเปลี่ยนแปลงลดลง ร้อยละ 20 จะได้อัตราผลตอบแทนภายใน 7.08% โดยใช้ระยะเวลาคืนทุน 7.6 ปี ซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดนี้และการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนนี้จะเป็นประโยชน์และแนวทางสำหรับทำกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็กในอนาคต

งานวิจัยในขั้นต่อไปจะทำการวิเคราะห์การคาดการณ์ปริมาณสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าที่ควรจะมีในอนาคตเพื่อรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Planning for the development of the transport sector to be ready to support expansion of electric vehicle technology (Electric Vehicles) in the group of passenger cars. rep. Bangkok: Transport and Traffic Technology Group, Transport and Traffic System Development Division, Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2017, pp. 1–3.
- [2] Energy Policy and Planning Office (March 5, 2022), Ministry of energy Pros and cons of

- electric cars [online]. Available: <https://www.eppo.go.th/index.php/th/petroleum/price/price-lpg-internal/item/17404-ev-charging-201064>.
- [3] EV Technology (2021). Thai Electric Vehicle Association [online]. Available: <http://www.evat.or.th>
- [4] Thai Electric Vehicle Association (March 5, 2022). Summary of electric vehicle situation in Thailand January-October 2021 [online]. Available: <http://www.evat.or.th>
- [5] Electricity Generating Authority of Thailand, Metropolitan Electricity Authority and the Provincial Electricity Authority, “Report on electric infrastructure development plan to support electric vehicles in Thailand”, Nov. 2016. pp. 24–121.
- [6] R. Phisachpen, *Arena modeling manual*. Bangkok: V. Print Co., Ltd., 2008.
- [7] R. Pisachpen and Pornthipha Ongkunarak, *Operation research* Bangkok: V. Print Co., Ltd., 2013.
- [8] R. Goodtha. “The simulation of the queuing system of Siam Commercial Bank users”. Master dissertation, Khon Kaen University, 2006.
- [9] S. Chotpanich. “An Analysis of the Queuing System of Visiting Bhumibol Adulyadej Hospital for Blood Collection Services”. Master dissertation, Kasetsart University, 2004.