ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

น.ส.พิชามญช์ เขียวทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา) สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยี
และการจัดการนวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS INNOVATION MODEL OF OPTIMAL CHARGING STATION LOCATION ANALYSIS FOR ELECTRIC TAXI IN BANGKOK AREA

Miss Pichamon Keawthong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy in Technopreneurship and Innovation Management

Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management

GRADUATE SCHOOL

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
โดย	น.ส.พิชามญช์ เขียวทอง
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ชูพรรณ โกวานิชย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ฉัพพรรณรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ดร.ชูพรรณ โกวานิชย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน อัศวานันท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ โหรานนท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิชามญช์ เขียวทอง : ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. (PROCESS INNOVATION MODEL OF OPTIMAL CHARGING STATION LOCATION ANALYSIS FOR ELECTRIC TAXI IN BANGKOK AREA) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วีระ เหมืองสิน, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร.ชูพรรณ โกวานิชย์

การตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงทำให้ภาคขนส่งและอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับสูงเปลี่ยนไปใช้ยานยนต์พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น การเปลี่ยนจากรถแท็กซี่เครื่องยนต์สันดาปภายในมาเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า เป็นหนึ่งในวิธีที่ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการปล่อยมลพิษทางอากาศในเมืองใหญ่ๆอย่างกรุงเทพมหานครได้ เพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนจากการใช้พลังงานฟอสซิลไปสู่พลังงานสะอาดนี้ จำเป็นต้องมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เพียงพอเพื่อรองรับความต้องการในการอัดประจุไฟฟ้าของแท็กซี่ในแต่ละพื้นที่ งานวิจัยนี้นำเสนอนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า ตามรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ที่มีลักษณะเฉพาะ กระบวนการในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมดังกล่าวจะใช้ข้อมูล GPS การเดินทางของแท็กซี่วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลตำแหน่งของสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีศักยภาพที่จะเปลี่ยนเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยจะพิจารณาจากระยะเวลาในการเดินทางไปถึงสถานีและความต้องการในการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี ซึ่งการใช้ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางจาก Google Maps Distance Matrix API นั้นมีการคำนึงถึงสภาพการจราจรในปัจจุบัน จึงสามารถลดเวลาการเดินทางโดยรวมไปยังสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดีกว่าการใช้ข้อมูลระยะทาง งานวิจัยนี้ใช้โมเดลการจัดคิวเพื่อจำลองกิจกรรมการอัดประจุไฟฟ้าและคำนวณหาจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมในแต่ละสถานี ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมถูกตรวจสอบความแม่นยำโดยใช้ข้อมูลจริงจากการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านวัตกรรมกระบวนการที่นำเสนอสามารถแนะนำตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดีกว่าแนวทางปฏิบัติที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถเป็นต้นแบบที่นำไปใช้กับการวิเคราะห์ทำเลอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมและการบริหารจัดการเพื่อนำต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้การเลือกทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขั้นตอนที่ชัดเจน เหมาะสม มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5887848420 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: PROCESS INNOVATION, ELECTRIC TAXIS, BEV TAXIS, CHARGING STATION, LOCATION SELECTION, BANGKOK

Climate change and global warming have led countries around the world to reduce their use of fossil fuels. As a result, high-carbon-emitting industries such as transportation and automotive are increasingly shifting to electric vehicles. The transition from ICE to BEV taxis is one of the most important methods for reducing fossil fuel consumption and air pollution in cities such as Bangkok. To support this transition, an adequate number of charging stations to cover each area of charging demand must be established. This paper presents a data-driven process for determining suitable charging locations for BEV taxis based on their characteristic driving patterns. The location selection process employs GPS trajectory data collected from taxis and the locations of candidate sites. Suitable locations are determined based on estimated travel times and charging demands. A queueing model is used to simulate charging activities and identify an appropriate number of chargers at each station. The location selection results are validated using data from existing charging services. The validation results show that the proposed process can recommend better locations for charging stations than current practices. By using the traveling time data that take the current traffic condition into account, via Google Maps Distance Matrix API, we can minimize the overall travel time to charging stations of the taxi fleet better than using the distance data. This process can also be applied to other cities. Furthermore, the researcher studied innovation and management acceptances in order to use the process innovation prototype in the analysis of optimal locations for installing electric charging stations and pushed it into commercialization to select an optimal location to install an electric charging station with clear, appropriate, efficient, and cost-effective investment processes.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการจบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสำเร็จลุล่วงโดยได้รับความกรุณาจากคณาจารย์ที่ปรึกษา คณะกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ เหมืองสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ให้คำปรึกษาทั้งในการคิดหัวข้อวิจัย ชี้แนะแนวทางวิจัย อุทิศเวลาแก่ศิษย์ในการให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงงานวิจัยอันเป็นประโยชน์สูงสุดต่อดุษฎีนิพนธ์ รวมทั้งให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ชูพรรณ โกวานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ในการชี้แนะแนวทางการนำงานวิจัยไปสู่เชิงพาณิชย์ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจลูกศิษย์เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์, รองศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กวิน อัศวานันท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ โหรานนท์ ที่ให้ความกรุณาเสียสละเวลามาเป็นประธานกรรมการ, กรรมการ และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ อีกทั้งยังให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการนำงานวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคตเป็นอย่างมาก คณะกรรมการทุกท่านล้วนมีส่วนผลักดันและส่งเสริมแรงกายและใจให้ลูกศิษย์มีความพากเพียรพยายามจนมีวันที่สำเร็จในวันนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณทศพงศ์ จารุทวี ด้วยความรู้สึกขอบคุณจากหัวใจที่มอบโอกาสในการศึกษาปริญญาเอกแก่ข้าพเจ้า ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ฤกษ์เกษมสันต์ ที่มีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยให้สำเร็จ ขอบพระคุณบริษัทต่าง ๆ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ดุษฎีนิพนธ์นี้คงไม่สามารถสำเร็จได้ หากมิได้รับความรัก กำลังใจ และความช่วยเหลือจากบุคคลในครอบครัว ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการศึกษาปริญญาเอกของข้าพเจ้า

ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาอย่างเต็มความสามารถให้แก่นิสิต ทำให้ศิษย์มีความรู้และความภูมิใจที่ได้เป็นบัณฑิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หวังว่างานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริม Ecosystem การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ให้บรรลุเป้าหมายในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตัวข้าพเจ้าจะนำความรู้ที่ได้รับการสั่งสมมาใช้ประโยชน์ต่อองค์กรและประเทศชาติต่อไป

พิชามญช์ เขียวทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.6 นิยามศัพท์ 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) 7
2.1.1 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าโลก 9
2.1.2 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 10
2.1.3 แท็กซี่ไฟฟ้า (EV Taxi) 16
2.1.4 สถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) 31
2.2 แนวคิด ทฤษฎี ในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ..47
2.2.1 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต (Demand Forecast) ...47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 แนวคิด ทฤษฎี พฤติกรรมการเลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....50
2.2.3 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....51
2.2.3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทำเลสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....52
2.2.3.2 แบบจำลองการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....52
2.2.3.3 การวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า.56
2.2.4 เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) 62
2.3 นวัตกรรม (Innovation) 71
2.3.1 นวัตกรรมในองค์กร 71
2.3.2 การยอมรับนวัตกรรม 72
2.4 Research Gap.....73
2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย.....74
2.6 บริบทของ Technology, Innovation, Management.....74
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....76
3.1 ศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร 76
3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย 76
3.2 การวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 76
3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....76
3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 78
3.2.3 สมมติฐานในการวิจัย 78
3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis).....78
3.2.5 การทำ Validation 79
3.2.6 แบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การสร้างต้นแบบนวัตกรรมกระบวนของการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า....79
3.4 ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า....79
3.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย....80
3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (Instrument)....80
3.4.3 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)....80
3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Statics Analysis)....80
3.5 ศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ (Business Model) และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์....80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....83
4.1 ผลการศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร....83
4.2 ผลการสัมภาษณ์กระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร....85
4.3 ผลการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ ในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร....98
บทที่ 5 การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์....125
5.1 การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์....125
5.1.1 การป้อนข้อมูล....125
5.1.2 การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า....126
5.1.3 การประมวลผล....127
5.1.4 การแสดงผล....130
5.2 การยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า....132

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 132
5.2.2 การยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า 133
5.2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 137
บทที่ 6 การผลักดันงานวิจัยไปสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์ 139
6.1 การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงธุรกิจ 139
6.2 ภาพรวมทางการตลาด (Market Overview) 140
6.3 การวิเคราะห์ปัจจัยกดดันทั้ง 5 ด้าน (Five Forces Model) 146
6.4 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis) 147
6.5 การวิเคราะห์ธุรกิจด้วย SWOT 151
6.6 กลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing Strategy) 153
6.7 กลยุทธ์ด้านการบริหารจัดการ 158
6.8 กลยุทธ์ด้านค่าใช้จ่าย (Operation Strategy) 159
6.9 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน 161
6.9.1 ข้อสมมติฐานด้านการลงทุน 161
6.9.2 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ปกติ (Base Case) 162
6.9.3 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) 171
6.9.4 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 179
6.9.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน 185
6.9.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า 187
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อแสนอแนะ 202
7.1 สรุปผลการวิจัย 202
7.1.1 การขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร 202

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.2 กระบวนการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 203

7.1.3 ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าและการยอมรับนวัตกรรม 204

7.1.4 โมเดลทางธุรกิจและการบริหารจัดการเพื่อนำกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ 204

7.2 ข้อแสนอแนะ 205

7.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 205

7.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำนวัตกรรมธุรกิจบริการความรู้ไปใช้ในธุรกิจ 205

7.3 ประโยชน์ที่ได้รับเชิงวิชาการ (Academic Contribution) 206

7.4 ประโยชน์ที่ได้รับเชิงปฏิบัติ (Practical Contribution) 206

7.5 ข้อจำกัดของงานวิจัยในครั้งนี้และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 207

บรรณานุกรม 208

ประวัติผู้เขียน 217

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แผนสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ 17

ตารางที่ 2 คุณสมบัติและมาตรฐานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า.....45

ตารางที่ 3 แสดงการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560-2579.....49

ตารางที่ 4 สรุปงานวิจัยและแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....65

ตารางที่ 5 วันที่และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล 77

ตารางที่ 6 สรุปหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....91

ตารางที่ 7 สรุปกระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 94

ตารางที่ 8 รายละเอียดข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะไทย 99

ตารางที่ 9 วันที่และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล 100

ตารางที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน 2562 ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.....101

ตารางที่ 11 พิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร 105

ตารางที่ 12 เกณฑ์ในการประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....106

ตารางที่ 13 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางจากจุดพิกัดของแท็กซี่แต่ละคัน ไปยังสถานีบริการที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี.....111

ตารางที่ 14 ข้อมูลพิกัดสถานีบริการที่เป็น Hotspot ซ้ำกันในวันที่ 21, 24, 26, 28 พฤศจิกายน 2561 122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 15 ปริมาณการใช้งานจริงของสถานีอัดประจุไฟฟ้าเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ 124
ตารางที่ 16 ผลการตอบแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรม (n=31) 133
ตารางที่ 17 จำนวนผู้ประกอบการและรายได้ของธุรกิจให้คำปรึกษาจำแนกตามสาขา 145
ตารางที่ 18 เงินลงทุน 162
ตารางที่ 19 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ปกติ 164
ตารางที่ 20 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ปกติ 166
ตารางที่ 21 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ 168
ตารางที่ 22 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ปกติ 169
ตารางที่ 23 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ปกติ 171
ตารางที่ 24 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) 172
ตารางที่ 25 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) 173
ตารางที่ 26 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ 175
ตารางที่ 27 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) 176
ตารางที่ 28 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) 179
ตารางที่ 29 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 180
ตารางที่ 30 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 181
ตารางที่ 31 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 182
ตารางที่ 32 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 183
ตารางที่ 33 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) 185
ตารางที่ 34 ผลตอบแทนการลงทุน 186
ตารางที่ 35 รายละเอียดการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าและประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุน 188

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 การใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้า 190
ตารางที่ 37 การคิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use : TOU).....191
ตารางที่ 38 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....193
ตารางที่ 39 ประมาณการการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....194
ตารางที่ 40 ประมาณการรายได้จากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า 194
ตารางที่ 41 ประมาณการค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ TOU 195
ตารางที่ 42 ประมาณการค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Low Priority.....195
ตารางที่ 43 ประมาณงบกำไรขาดทุน กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU.....196
ตารางที่ 44 ประมาณงบกำไรขาดทุน กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low Priority 197
ตารางที่ 45 ประมาณงานงบกระแสเงินสด กรณีใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) 198
ตารางที่ 46 ประมาณงานงบกระแสเงินสด กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low Priority.....198

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ 8
รูปที่ 2 ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ปี 2021 9
รูปที่ 3 ยอดขายและการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าใน ปี 2016-2021 10
รูปที่ 4 สถิติจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทในประเทศไทย 11
รูปที่ 5 สถิติจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศไทย 11
รูปที่ 6 สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 12
รูปที่ 7 การขยายตัวของเทคโนโลยีอย่างค่อยเป็นค่อยไป (S-curve of market penetration) 12
รูปที่ 8 แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 15
รูปที่ 9 ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนมาใช้รถแท็กซี่ไฟฟ้า 19
รูปที่ 10 LEAF Taxi 21
รูปที่ 11 BYD e6 Taxi 22
รูปที่ 12 Renault–Samsung SM3 ZE Taxi 22
รูปที่ 13 MG EP หรือ MG 5 EV 23
รูปที่ 14 EV Taxi VIP 24
รูปที่ 15 CABB TAXI VIP 26
รูปที่ 16 โครงการรถแท็กซี่ไฟฟ้าสีขาว 27
รูปที่ 17 Beta EV Lady Taxi 28
รูปที่ 18 Taxi EV MINE 29
รูปที่ 19 ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า “MuvMi” 31
รูปที่ 20 ประเภทของหัวจ่ายประจุไฟฟ้า 34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 21 การขยายตัวของสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วโลก....34

รูปที่ 22 จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทย....36

รูปที่ 23 จำนวนสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร....38

รูปที่ 24 ลำดับขั้นในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง....55

รูปที่ 25 The lower-level....57

รูปที่ 26 The upper-level....58

รูปที่ 27 กรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาทำเลของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า....59

รูปที่ 28 The workflow of the spatial–temporal demand coverage approach.....60

รูปที่ 29 เกณฑ์ในการประเมินทำเลสถานีอัดประจุไฟฟ้า....63

รูปที่ 30 หลักการคัดเลือกสถานที่ ที่จะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต....64

รูปที่ 31 กรอบแนวคิดกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า....74

รูปที่ 32 Flow of the proposed model.....79

รูปที่ 33 แผนการขยายจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า....83

รูปที่ 34 คาดการณ์ปริมาณการขยายจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า กรณีที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ....85

รูปที่ 35 ตัวอย่างรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.....102

รูปที่ 36 ตัวอย่างพิกัดของแท็กซี่ที่มีสถานะการให้บริการของแท็กซี่ (For_hire_light) เป็น 1 (ไม่มีผู้โดยสาร)....102

รูปที่ 37 พิกัดทั้งหมดของแท็กซี่ที่ต้องการเติมพลังงานก่อนการเปลี่ยนกะ ณ ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น. 103

รูปที่ 38 Heat Map แสดงความหนาแน่นของแท็กซี่ที่ต้องการเติมพลังงานก่อนการเปลี่ยนกะ ณ ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น. 104

รูปที่ 39 พิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร....106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 40 พิกัดสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง 107

รูปที่ 41 พิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้พิกัดของแท็กซี่ไฟฟ้า.....107

รูปที่ 42 แบบจำลองตำแหน่งแท็กซี่ไฟฟ้าและสถานีประจุอัดไฟฟ้า 108

รูปที่ 43 ตัวอย่างการการป้อนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาระยะเวลาในการเดินทางจริงระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี ด้วยซอฟแวร์ของ Google Map....109

รูปที่ 44 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยซอฟแวร์ของ Google Map.....109

รูปที่ 45 แผนผังกระบวนการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี 113

รูปที่ 46 ตัวอย่างการจัดลำดับการเข้ารับบริการประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานีโดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เร็วที่สุด 114

รูปที่ 47 ตัวอย่างผลการนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ารับบริการในแต่ละสถานีประจุไฟฟ้า.....115

รูปที่ 48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานีที่เพิ่มขึ้น กับ ระยะเวลารวมที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าของทั้งระบบ 116

รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ณ วันพุธ ที่ 21 พฤศจิกายน 2561, วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561, วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561 และ วันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561.....117

รูปที่ 50 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในวันที่ 21, 24, 26, 28 พฤศจิกายน 2561 122

รูปที่ 51 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง.....123

รูปที่ 52 การป้อนข้อมูล 126

รูปที่ 53 การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมของสถานที่ 127

รูปที่ 54 การคำนวณระยะขจัดระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าคันที่ i กับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j.....127

รูปที่ 55 ผลการคำนวณหาพิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้พิกัดของยานยนต์ไฟฟ้า 128

รูปที่ 56 การคำนวณ Matrix Routing API ด้วยซอฟแวร์ของ Google Map.....129

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 57 การคำนวณการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี 129
รูปที่ 58 การคำนวณจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานี 130
รูปที่ 59 การแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....131
รูปที่ 60 กระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....132
รูปที่ 61 การจ้างงานผู้เชี่ยวชาญของแต่ละสาขาของสหราชอาณาจักร ปี 2557.....141
รูปที่ 62 ขนาดของอุตสาหกรรมบริการให้คำปรึกษา ปี 2563.....143
รูปที่ 63 ตลาดบริการให้คำปรึกษาในเอเชียแปซิฟิค ปี 2563 144
รูปที่ 64 การวิเคราะห์นวัตกรรมต้นแบบสู่การพาณิชย์ด้วย Business Model Canvas.....153
รูปที่ 65 โครงสร้างองค์กร 159
รูปที่ 66 แนวทางอัตราค่าจ้างที่ปรึกษารวมทั้งโครงการ.....163

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล (Fossil) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและหันมาใช้พลังงานสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ภาคขนส่งและอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระดับสูงเปลี่ยนไปใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) เป็นทางเลือกหนึ่งในการทดแทนการใช้รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จากรายงาน Global EV Outlook 2022 ของ International Energy Agency (IEA) ระบุว่าทั่วโลกมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากกว่า 16.5 ล้านคันในปี 2021 โดยมีการขยายตัวเกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับปี 2020 ยอดการจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกในปี 2021 สูงถึง 6.6 ล้านคัน สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ IEA คาดการณ์ว่าทั่วโลกจะมียานยนต์ไฟฟ้ากว่า 200 ล้านคันภายในปี 2030 (International Energy Agency, 2022)

สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในภาพรวมมีทิศทางเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกระแสของโลก IEA รายงานปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ ปี 2005-2022 และยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับสถิติข้อมูลจำนวนรถจดทะเบียนสะสมของกรมการขนส่งทางบก ที่แสดงให้เห็นว่ามีการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยในพฤษภาคม 2022 มีปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทจดทะเบียนสะสมถึง 276,397 คัน โดยเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ (BEV) 17,026 คันและเป็นยานยนต์ประเภทไฮบริด (HEV/PHEV) 259,371 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2022) รัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรมและร่วมกับกระทรวงพลังงานเร่งผลักดันนโยบายพลังงาน 4.0 โดยตั้งเป้าไว้ว่าในปี 2036 ประเทศไทยจะต้องมียานยนต์ไฟฟ้าให้ได้มากถึง 1.2 ล้านคัน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2018) ทั้งนี้ ที่ประชุมคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) เห็นชอบในหลักการ “แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ให้ได้ภายในปี 2019 โดยกำหนดเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ได้แก่ แบตเตอรี่ มอเตอร์และระบบขับเคลื่อน หัวจ่ายไฟฟ้า และสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging station) (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รถแท็กซี่ถือเป็นยานยนต์ที่มีการขับขี่ภายในเมืองเป็นจำนวนมากและมีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ แท็กซี่ส่วนใหญ่จะถูกใช้งาน 24 ชั่วโมง คนขับแท็กซี่ส่วนใหญ่จะมีระยะทางการขับขี่เฉลี่ย 294 กิโลเมตรต่อกะต่อคน (Thailand Development Research Institute, 2018) คิดเป็นระยะทางของการขับขี่แท็กซี่ทั้งวันเกือบ 600 กิโลเมตรต่อคัน ส่งผลให้เกิด Carbon footprint ในปริมาณมหาศาล ในขณะที่กรุงเทพมหานครประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศที่มี PM 2.5 สูง กรมการขนส่งทางบกรายงานจำนวนรถประเภทรถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (Urban taxi) ที่จดทะเบียนสะสมในกรุงเทพมหานคร ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2565 สูงถึง 83,464 คัน (Department of Land Transport, 2022) ทั้งนี้ กระทรวงคมนาคมมีแนวทางในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล กรมการขนส่งทางบกจึงได้ร่วมกับภาคธุรกิจในการให้บริการแท็กซี่ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% “EV Taxi VIP” โดยใช้ยานยนต์ไฟฟ้า BYD e6 ซึ่งเป็นรถยนต์อเนกประสงค์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่แบบ Iron-phosphate หรือ Fe battery ที่สามารถเก็บไฟได้ 80kWh สามารถวิ่งได้ครอบคลุมระยะทางกว่า 400 กิโลเมตรต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง ใช้เวลาอัดประจุไฟฟ้าจาก 0-100% ประมาณ 1.5 ชั่วโมง โดยได้ให้บริการเต็มรูปแบบแล้วเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2018 (The Department of Land Transport, 2018) ความท้าทายของการเปลี่ยนจากแท็กซี่ที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในมาเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า คือ การวางแผนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้ตอบสนองความต้องการและรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต รวมทั้งการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าด้วย

ในอนาคตอันใกล้นี้สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีแนวโน้มที่จะจำหน่ายน้ำมันต่อสถานีได้ลดลงเมื่อมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ในขณะที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ข้อมูลจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในไตรมาส 2 ปี 2022 มีจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วประเทศสูงถึง 28,904 แห่ง แบ่งเป็นสถานีบริการภายใต้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมัน เป็นสถานีบริการที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 11 และมาตรา 10 ดำเนินการค้าที่ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 และสถานีบริการที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 ดำเนินการเอง จำนวน 8,494 สถานี และสถานีบริการอิสระ คือ สถานีบริการที่ไม่ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 จำนวน 20,410 สถานี โดยในกรุงเทพมหานครนั้นมีสถานีบริการเชื้อเพลิงประมาณ 955 สถานี (กรมธุรกิจพลังงาน, 2022) อย่างไรก็ตาม การลงทุนติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้านั้นมีต้นทุนที่สูง การวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมและมีศักยภาพในการทำสถานีอัดประจุไฟฟ้าจึงมีความจำเป็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนทั้งของภาครัฐและเอกชน

การพิจารณาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า งานวิจัยในต่างประเทศจำนวนมากได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าซึ่งพัฒนามาจากแบบจำลองในการกำหนดตำแหน่งสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยปรับให้สอดคล้องกับบริบทของยานยนต์ไฟฟ้าและพฤติกรรมของผู้ขับขี่ การวิจัยเพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในตัวเมือง (Intra city) มีแนวทางที่นิยมคือ การกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าไว้ใกล้กับศูนย์กลางของเมือง, บ้าน, ศูนย์การค้า และที่ทำงานเพื่อลดต้นทุนการเข้าถึงของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า การกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าคำนวณด้วยวิธี p-center, p-median location model และการทำ Optimization ภายใต้วัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่แตกต่างกัน(Sun, Gao, Li, & Wang, 2018; Wu & Sioshansi, 2017; W. Yang, 2018; Zhu, Gao, Zheng, & Du, 2016) อีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมคือการใช้ข้อมูลการขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าและกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Andrenacci, Ragona, & Valenti, 2016) ส่วนการวิจัยเพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง (Inter city) นั้นคำนึงถึงข้อจำกัดที่สำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า คือ สามารถวิ่งได้ในระยะทางที่จำกัด และต้องหยุดหลายครั้งเพื่อเติมประจุไฟฟ้าก่อนที่จะสามารถเดินทางถึงปลายทางได้ งานวิจัยส่วนใหญ่ได้เสนอแบบจำลองในการขยายเครือข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการเดินทางระหว่างเมืองที่กำลังเติบโต ด้วยวิธี Optimization (Ghamami, Zockaie, & Nie, 2016; Li, Huang, & Mason, 2016; Xi, Sioshansi, & Marano, 2013) และการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) (Erbaş, Kabak, Özceylan, & Çetinkaya, 2018) เพื่อจัดทำยุทธศาสตร์การจัดสรรโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เหมาะสม จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการวิเคราะห์ทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในงานวิจัยที่ผ่านมาจะเป็นการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยระยะทาง ในขณะที่กรุงเทพมหานครมีปัญหาการจราจรติดขัด ดังนั้นการพิจารณาระยะเวลาในการเดินทางจะช่วยให้สามารถกำหนดทำเลที่เหมาะสมมากขึ้น

การวิจัยเพื่อวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายนัก การเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนยังไม่มีกระบวนการในการวิเคราะห์ที่ชัดเจนและยังไม่สอดคล้องกับรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร หากแท็กซี่เหล่านี้เปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต ยิ่งจำเป็นต้องมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้บริการอย่างเพียงพอ, อยู่ในทำเลที่เหมาะสม และสอดคล้องกับรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ด้วย ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จะเป็นการวิเคราะห์ตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยคำนึงถึงรูปแบบการเดินทางจริงของแท็กซี่, สถาพการจราจรในกรุงเทพมหานคร และความพอเพียง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการรองรับแท็กซี่ไฟฟ้า เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีขั้นตอนที่ชัดเจนในการเลือกทำเลสำหรับติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สามารถคำนวณหาจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมในหนึ่งสถานี และเพื่อเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้กับการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่อื่นๆได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมและการบริหารจัดการเพื่อนำต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อสร้างกระบวนการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
3. เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า
4. เพื่อศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า
5. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ (Business Model) และการบริหารจัดการเพื่อนำกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา : งานวิจัยฉบับนี้มีขอบเขตในการสร้างกระบวนการเพื่อวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าใน 5 ปีข้างหน้า
2. ขอบเขตด้านพื้นที่ : กรุงเทพมหานคร
3. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

   กรณีแท็กซี่ : ประชากร ได้แก่ แท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 83,464 คัน (Department of Land Transport, 2022) กลุ่มตัวอย่าง สำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ แท็กซี่ในกรุงเทพมหานครที่ติด GPS จำนวน 3,900 คัน

   กรณีสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง : ประชากร ได้แก่ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานครจำนวน 955 สถานี กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ สถานีบริการน้ำมัน จำนวน 765 สถานี

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา : ข้อมูล Cross Section รูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร ปี 2561 และ ข้อมูลสถานีบริการน้ำมันในกรุงเทพมหานครปี 2561

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูล GPS การเดินทางของยานพหนะส่วนบุคคล ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ที่ติด GPS โดยงานวิจัยฉบับนี้จะใช้ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะ จำนวน 3,900 คัน เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลของสถานีบริการน้ำมัน งานวิจัยฉบับนี้จะใช้ข้อมูลของสถานีบริการในกรุงเทพมหานคร จำนวน 765 สถานี เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการศึกษาครั้งนี้คาดหวังให้เกิดประโยชน์ต่อตัวผู้วิจัยและผู้อ่านดังนี้

1. ประโยชน์เชิงวิชาการ : งานวิจัยนี้จะสร้างองค์ความรู้ใหม่ เกี่ยวกับกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้การเลือกทำเลสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขั้นตอนที่ชัดเจน เหมาะสม และเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้กับการวิเคราะห์ในพื้นที่อื่น ๆ ได้
2. ประโยชน์เชิงพาณิชย์ : ผู้วิจัยคาดหวังว่างานวิจัยนี้จะสามารถใช้ในเชิงพาณิชย์สำหรับภาครัฐและเอกชน บริษัทน้ำมัน ผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าเอกชน หรือบุคคลทั่วไปที่ต้องการติดตั้งและให้บริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้อยู่ในทำเลที่เหมาะสม และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน
3. ประโยชน์ต่อสังคม : งานวิจัยชิ้นนี้จะช่วยส่งเสริม Ecosystem ในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สอดคล้องกับเป้าหมายในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 นิยามศัพท์

ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle, EV) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ หมายความถึง พาหนะเคลื่อนที่ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV), ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV), ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) และ ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)

แท็กซี่ไฟฟ้า (Electric taxi) หมายความถึง รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (Urban taxi) ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% (BEV)

สถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging station) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ หมายความถึง สถานีที่ให้บริการเติมประจุ (Charge) แบตเตอรี่ไฟฟ้าแก่ยานยนต์ไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีกรอบการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle)

2.1.1 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าโลก

2.1.2 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

2.1.3 แท็กซี่ไฟฟ้า

2.1.4 สถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.2 แนวคิด ทฤษฎี ในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.2.1 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต (Demand forecast)

2.2.2 แนวคิด ทฤษฎี พฤติกรรมการเลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.2.3 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Optimal charging station location model)

2.2.4 เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

2.3 นวัตกรรม (Innovation)

2.3.1 นวัตกรรมกระบวนการ (Process innovation)

2.3.2 การยอมรับนวัตกรรม Technology Acceptance Model (TAM)

2.1 ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle)

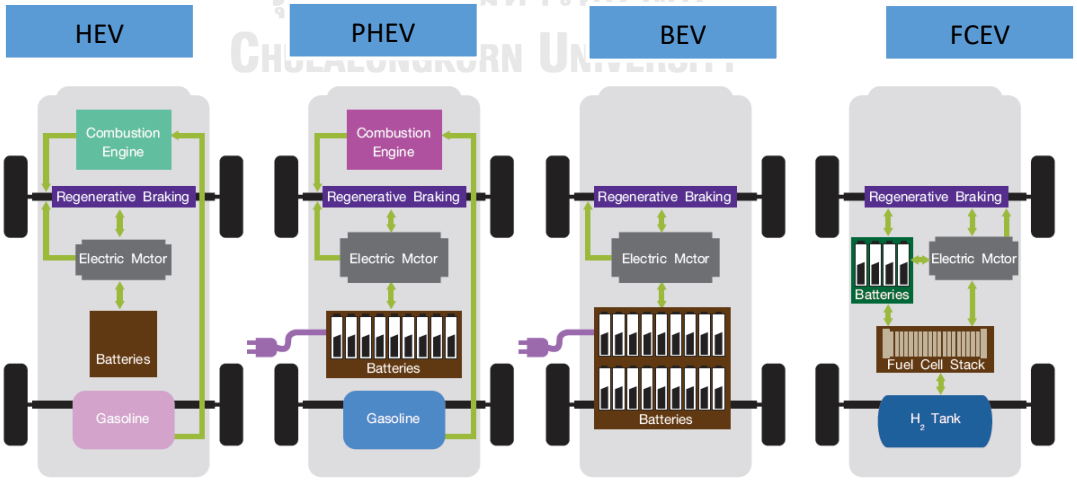
ยานยนต์ไฟฟ้า หมายถึง ยานพาหนะเคลื่อนที่ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว หรืออาศัยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในมาใช้ร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งในส่วนของการขับเคลื่อนและการผลิตพลังงานไฟฟ้าเก็บสะสมในแบตเตอรี่ หรือเทคโนโลยีการใช้ก๊าซไฮโดรเจนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิง มาเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน (มจธ. และ MTEC, 2015; สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย, 2017) แนวคิด

พื้นฐานของการใช้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าคือ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดมาขับเคลื่อนยานยนต์ซึ่งพลังงานสะอาดที่กล่าวถึงได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานนิวเคลียร์ ทำให้มีการปลดปล่อยสารมลพิษใกล้เคียงศูนย์ (ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ, 2015)

ยานยนต์ไฟฟ้าแบ่งเป็น 4 ประเภท (ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ, 2015) (มูลนิธิสถาบันพลังงานทางเลือกแห่งประเทศไทย, 2016) ได้แก่

1. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEV) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนหลัก ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุในยานยนต์ และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกำลังของยานยนต์ให้เคลื่อนที่
2. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาต่อมาจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งภายนอก (Plug-in) ทำให้ยานยนต์สามารถใช้พลังงานพร้อมกันจาก 2 แหล่ง
3. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์
4. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

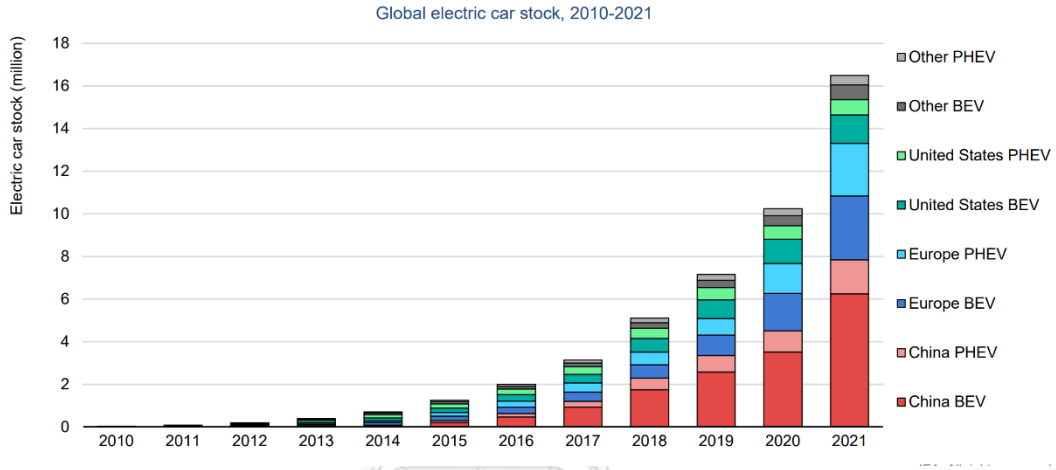


รูปที่ 1 ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ

ที่มา: ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ, 2015

2.1.1 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าโลก

จากรายงาน Global EV Outlook 2020 ของ International Energy Agency (IEA) ระบุว่า ทั่วโลกมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากกว่า 16.5 ล้านคันในปี 2021 โดยมีการขยายตัวเกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับปี 2020 ยอดการจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกในปี 2021 สูงถึง 6.6 ล้านคัน สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ IEA คาดการณ์ว่าทั่วโลกจะมียานยนต์ไฟฟ้ากว่า 200 ล้านคันภายในปี 2030 (International Energy Agency, 2022)



รูปที่ 2 ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ปี 2021

ที่มา: International Energy Agency, 2022

ตลาด EV กำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าคิดเป็น 9% ของตลาดรถยนต์ทั่วโลกในปี 2021 เพิ่มขึ้นสี่เท่าของส่วนแบ่งการตลาดในปี 2020 การเติบโตสุทธิของยอดขายรถยนต์ทั่วโลกในปี 2021 มาจากรถยนต์ไฟฟ้า โดยยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าสูงสุดในสาธารณรัฐประชาชนจีน เพิ่มขึ้นสามเท่าเมื่อเทียบกับปี 2020 เป็น 3.3 ล้านคัน ยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าอันดับสองได้แก่ ยุโรป ซึ่งมียอดขายเพิ่มขึ้นสองในสามเมื่อเทียบกับปี 2020 เป็น 2.3 ล้านคัน เมื่อรวมกันแล้วจีนและยุโรปมีสัดส่วนมากกว่า 85% ของยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก (International Energy Agency, 2022)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

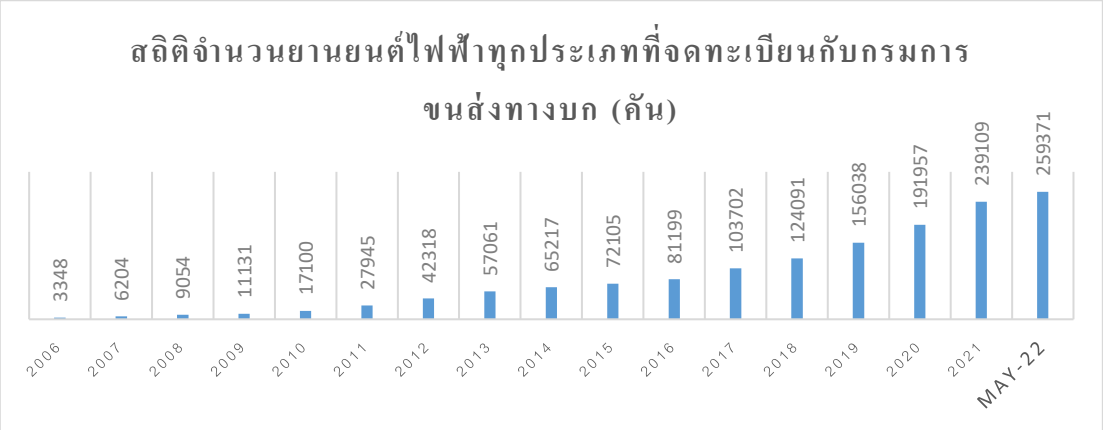
รูปที่ 3 ยอดขายและการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าใน ปี 2016-2021

ที่มา: International Energy Agency, 2022

IEA คาดการณ์ว่าทั่วโลกจะมียานยนต์ไฟฟ้ากว่า 200 ล้านคันภายในปี 2030 (International Energy Agency, 2022) การคาดการณ์การเติบโตของยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าสะท้อนถึงนโยบายสนับสนุนจากภาครัฐ รวมทั้งปัจจัยผลักดันที่ทำให้เกิดการประหยัดต่อขนาด (Economies of scale) และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยลดต้นทุนของแบตเตอรี่ในอนาคต

2.1.2 สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

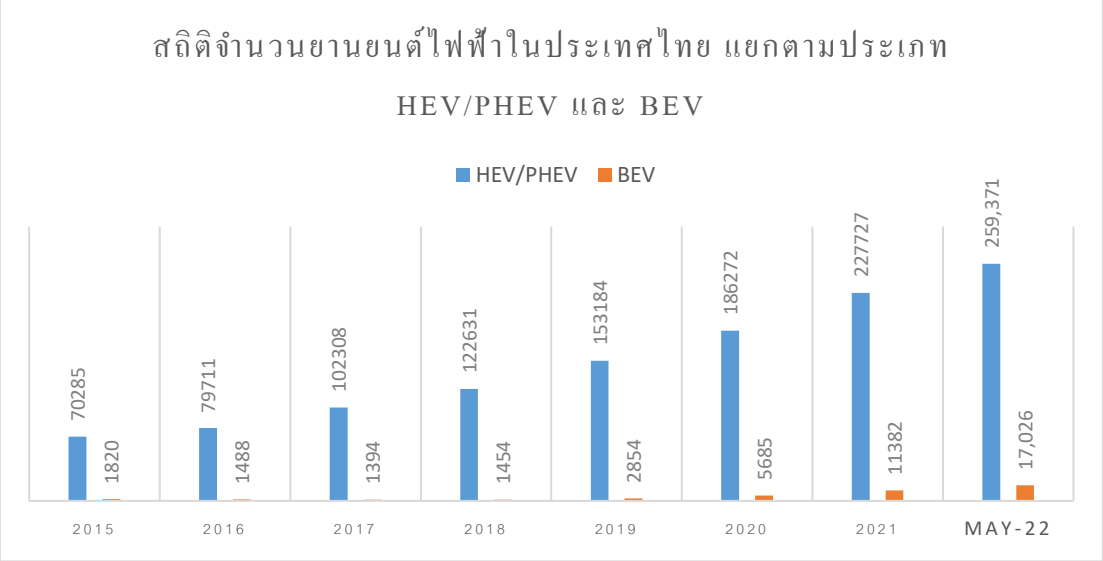
สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในภาพรวมมีทิศทางเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกระแสของโลก สถิติข้อมูลจำนวนรถจดทะเบียน (สะสม) ของกรมขนส่งทางบก ที่แสดงให้เห็นว่ามีการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยในพฤษภาคม 2022 มีปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทจดทะเบียนสะสมถึง 276,397 คัน โดยเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ (BEV) 17,026 คัน และเป็นยานยนต์ประเภทไฮบริด (HEV/PHEV) 259,371 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2022)



รูปที่ 4 สถิติจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทในประเทศไทย

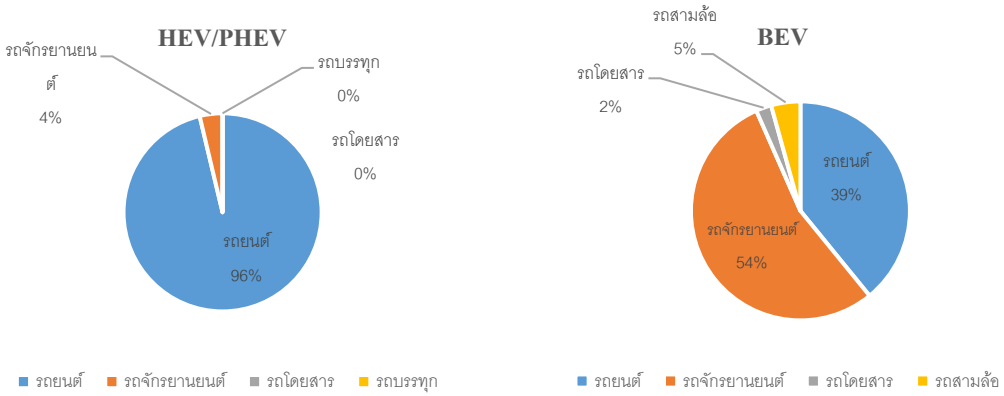
ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2022

ทั้งนี้ สถิติข้อมูลจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลที่จดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก โดยแยกเป็นประเภท HEV/PHEV และ BEV แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะเห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ยังมีสัดส่วนที่น้อยมากเพื่อเทียบกับยานยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริด



รูปที่ 5 สถิติจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศไทย

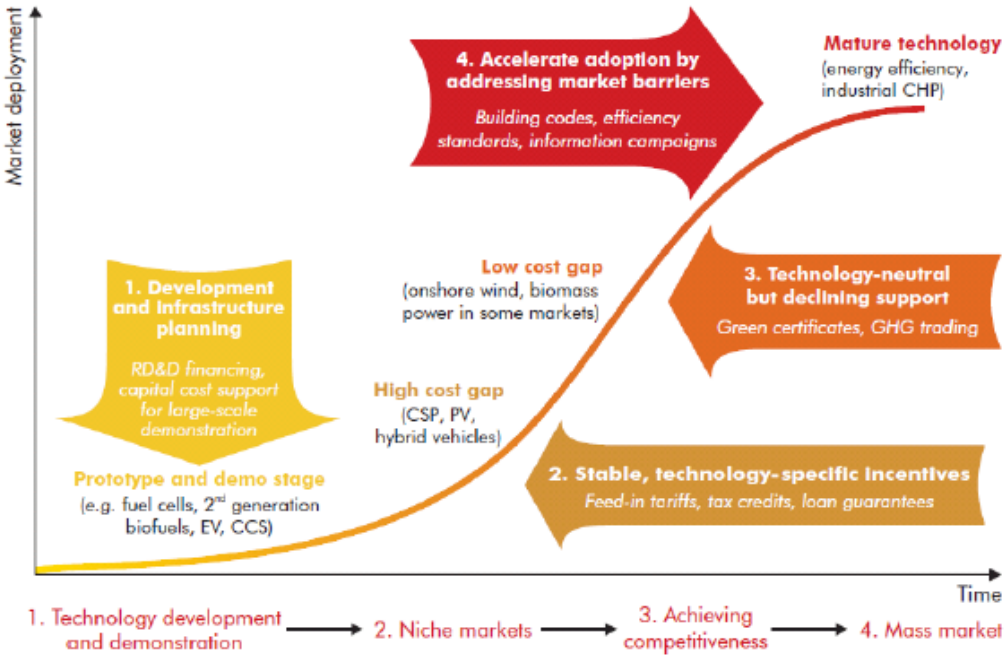
ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2022



รูปที่ 6 สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก, 2022

ยานยนต์ไฟฟ้า มีรูปแบบการขยายตัวของเทคโนโลยีที่มีลักษณะ S-curve ประกอบด้วยช่วงของการนำเสนอและการทดสอบตลาด (Technology development and demonstration) ช่วงเวลาที่เทคโนโลยีเป็นที่รู้จักและได้รับการยอมรับ จนเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว (Niche markets and achieving competitiveness) และช่วงที่เทคโนโลยีเข้าสู่ระดับอิ่มตัว (มจธ. และ MTEC, 2015) ดังแสดงในรูป 7



รูปที่ 7 การขยายตัวของเทคโนโลยีอย่างค่อยเป็นค่อยไป (S-curve of market penetration)

ที่มา: มจธ. และ MTEC, 2015

การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังเป็นการขยายตัวเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งยังอยู่ในช่วงแรกของ S-curve และมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่ช่วงที่ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับการยอมรับและขยายตัวอย่างรวดเร็วในอนาคตอันใกล้ เนื่องจากการพัฒนาของเทคโนโลยีที่รวดเร็ว และมาตรการส่งเสริมจากภาครัฐ

อย่างไรก็ตาม รัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรมตั้งแต่ปี 2015 โดยเริ่มต้นจากมติของสภาปฏิรูปแห่งชาติ เมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2015 ซึ่งเห็นชอบรายงานข้อเสนอโครงการปฏิรูปของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน เรื่อง “การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” โดยเสนอให้ภาครัฐกำหนดนโยบายที่ชัดเจนในการสนับสนุนให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ให้แพร่หลายในอนาคต สรุปได้ดังนี้ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2016)

1. ส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน (ASEAN BEV HUB)
2. ส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการใช้งานบนถนนทั่วไปและบนถนนในท้องถิ่น
3. ส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งประเภทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดย่อม โดยเน้นผู้ประกอบการไทย สำหรับการใช้งานบนถนนทั่วไปและบนถนนในท้องถิ่น
4. ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมทั้งโปรแกรมควบคุมระบบ และอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดการใช้และผลิตจริงในประเทศไทย
5. สนับสนุนด้านการเงินและการลงทุนจากภาครัฐและเอกชน

กระทรวงพลังงานได้ดำเนินการจัดทำแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 : เตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า มุ่งเน้นการนำร่องการใช้งานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า รวมถึงการเตรียมความพร้อมด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ด้านสาธารณูปโภค การสนับสนุนด้านภาษี และการปรับปรุงกฎหมายหรือกฎระเบียบต่างๆ รวมถึงอัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ระยะที่ 2 : ขยายผลในกลุ่มรถโดยสารสาธารณะ และเตรียมความพร้อมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับ การกำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า การกำหนดมาตรการจูงใจให้ภาคเอกชนลงทุน การทบทวนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าและค่าบริการสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ระยะที่ 3 : ขยายผลไปสู่การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้า พัฒนาระบบบริหารจัดการการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (EV smart charging) และพัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศร่วมกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (Vehicle to Grid: V2G)

นอกจากนี้ ยังได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ โดยมีนายกรัฐมนตรีหรือรองนายกรัฐมนตรีที่มอบหมายเป็นประธาน และมีคณะรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม, รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม, รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน ร่วมเป็นกรรมการ มีหน้าที่กำหนดทิศทาง เป้าหมายการขับเคลื่อนการพัฒนาสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้า

แนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประเทศไทยตามนโยบาย 30@30

ประเทศไทยกำลังก้าวสู่การเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญของโลก โดยคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ได้ออกแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ตามนโยบาย 30@30 คือ การตั้งเป้าผลิตรถ ZEV (Zero Emission Vehicle) หรือยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 ถือเป็นอีกหนึ่งกลไกที่จะนำพาประเทศไทยเข้าสู่การเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Society) ในอนาคต จากการประชุมคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2564 ในวันที่ 12 พฤษภาคม 2564 ได้กำหนดเป้าหมายการผลิตและการใช้ ZEV ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการร่วมมือกันระหว่างทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า ประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 725,000 คัน รถจักรยานยนต์ 675,000 คัน รถบัสและรถบรรทุก 34,000 คัน นอกจากนั้น ยังมีการส่งเสริมการผลิตรถสามล้อ เรือโดยสาร และรถไฟระบบรางอีกด้วย

เป้าหมายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 440,000 คัน รถจักรยานยนต์ 650,000 คัน รถบัสและรถบรรทุก 33,000 คัน รวมถึงการกำหนดเป้าหมายการส่งเสริมสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะแบบ Fast charge จำนวน 12,000 หัวจ่าย และสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับรถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้าจำนวน 1,450 สถานี และมีมาตรการส่งเสริม ZEV ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

การส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน เพื่อให้ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน โดยได้มีการกำหนดมาตรฐานให้ครอบคลุมยานยนต์และชิ้นส่วนสำคัญ

แผนส่งเสริมผู้ประกอบการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า และแผนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากรและกำลังคน

การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งมาตรการทางภาษีและที่ไม่ใช่ภาษี โดยมีมาตรการ Quick win เป็นการส่งเสริมการใช้รถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้าของธุรกิจขนส่งเชิงพาณิชย์ และหน่วยงานรัฐ

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งการส่งเสริมสถานีอัดประจุไฟฟ้า การพัฒนากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการอัดประจุ และการส่งเสริมเทคโนโลยีสมาร์ทกริด รวมถึงการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าและการใช้แบตเตอรี่ที่ผลิตในประเทศ การจัดการแบตเตอรี่ใช้แล้วและการพัฒนากำลังคน

รูปที่ 8 แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2564

ทั้งนี้ รัฐบาลไทยและกระทรวงพลังงานได้เร่งผลักดันนโยบายพลังงาน 4.0 โดยตั้งเป้าไว้ว่าในปี 2036 ประเทศไทยจะต้องมียานยนต์ไฟฟ้าให้ได้มากถึง 1.2 ล้านคัน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2018) โดยคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เห็นชอบแนวทางกำหนดค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า อัตราคงที่ 2.63 บาทต่อหน่วย ตามเงื่อนไข Low priority เป็นระยะเวลา 2 ปี หรือจนกว่าจะมีประกาศโครงสร้างราคาใหม่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.1.3 แท็กซี่ไฟฟ้า (EV Taxi)

รถแท็กซี่ถือเป็นยานยนต์ที่มีการขับขี่ภายในเมืองเป็นจำนวนมากและมีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศมากกว่า 60% ของมลพิษในเมือง โดยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปลดปล่อยมลพิษของรถแท็กซี่ 1 คัน เทียบท่ากับรถยนต์ส่วนตัวจำนวน 10 คัน (Deyang & Minmin, 2016) ดังนั้น รถแท็กซี่จึงเหมาะที่จะนำมาเป็นโมเดลที่จะเปลี่ยนจากเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในและใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล มาเป็นรถแท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV

แท็กซี่ไฟฟ้า (EV Taxi) หมายถึง รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (Urban taxi) (กรมการขนส่งทางบก, 2018) ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% (BEV)

งานวิจัยที่ศึกษาผลกระทบของการใช้รถแท็กซี่ไฟฟ้าในเรื่องของการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะก๊าซเรือนกระจก ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Kong Deyong และคณะ ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุ (Lifecycle cost) ระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้า (E-taxi) กับแท็กซี่แบบดั้งเดิม (Santana taxi) และเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Well to wheel emission) ของ e-taxi ในเซี่ยงไฮ้ จากการวิจัย พบว่า e-taxi สามารถสร้างผลกำไรได้น้อยกว่า Santana taxi ซึ่งอาจจะเกิดจากการขาดโครงสร้างพื้นฐานระบบไฟฟ้า หรือราคาที่ยังสูง นอกจากนี้ e-taxi ยังลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 40% เมื่อเทียบกับ Santana taxi (Deyang et al., 2016) ในขณะที่งานวิจัยของ W.H. Yang และคณะพบว่าแท็กซี่ในฮ่องกงมีอายุการใช้งานมากและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกซ์ในประมาณที่สูง ทั้งนี้ยังมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภท LPG อยู่ที่ 0.111 ลิตรต่อกิโลเมตร โดยทุกๆ 10% ของการเปลี่ยนไปใช้แท็กซี่ไฟฟ้า จะช่วยประหยัดก๊าซ LPG ได้ 26.6 ล้านลิตร ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางสังคม 6 ล้านเหรียญฮ่องกง ในขณะที่การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแท็กซี่ในเมืองแมนฮัตตันทั้งหมดเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า จะช่วยลดภาวะก๊าซเรือนกระจก 73% และลดการใช้เชื้อเพลิงได้ 58% (W. H. Yang, Wong, & Szeto, 2018)

ส่วนงานวิจัยของ Yanni Liang และคณะ (2018) ได้พัฒนาแบบจำลองการกำหนดราคาการเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศจีนแบบ Real-time ซึ่งการกำหนดราคาการเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่ขึ้นกับอัตราการใช้ไฟฟ้าและวิธีการอัดประจุไฟฟ้า การศึกษาพบว่า การกำหนดราคาการเปลี่ยนแบตเตอรี่มีผลต่อการใช้พลังงานและระบบเศรษฐกิจมากที่สุด ทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 45,371.15 กิโลกรัม และช่วยเพิ่มผลประโยชน์ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ทั้งหมด เป็นจำนวนเงิน 48,220.86 หยวน

งานวิจัยในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้ขับรถแท็กซี่มีความสนใจในแท็กซี่ไฟฟ้า BEV เนื่องจากช่วยลดต้นทุนเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับรถแท็กซี่ที่ใช้น้ำมันและก๊าซ อีกทั้งยังช่วยลดมลพิษทางอากาศ ลดผลกระทบจากภาวะก๊าซเรือนกระจก และถือเป็นการสนับสนุนให้ประชาชนสนใจและยอมรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น (Hu, Dong, Lin, & Yang, 2018) หลายเมืองทั่วโลกกำลังดำเนินการเพื่อที่จะเปลี่ยนการใช้แท็กซี่เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในและใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลมาเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น อังกฤษ, สหรัฐอเมริกา, เยอรมนี, ญี่ปุ่น, เนเธอร์แลนด์, เกาหลีใต้ และจีน เป็นต้น (Deyang & Minmin, 2016; Hu et al., 2018; Tu et al., 2016; J. Yang, Dong, & Hu, 2018) สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	แผนสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้า	อ้างอิง
อังกฤษ	- มีแผนที่จะเปลี่ยนแท็กซี่ในเมืองทั้งหมดเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า 100% ภายในปี 2020 เพื่อเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	(Tu et al., 2016)
สหรัฐอเมริกา	- สนับสนุนให้มีการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าในเมืองจำนวน 1 ใน 3 ของแท็กซี่ทั้งหมด ในปี 2020	(Tu et al., 2016)
ญี่ปุ่น	- สนับสนุนรูปแบบของการทำ Swap Battery สำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า เพื่อช่วยลดเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า	(Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015)
เนเธอร์แลนด์	- สนับสนุนการใช้รถแท็กซี่ไฟฟ้าโดยบริษัทรถแท็กซี่ สามารถรับเงินสนับสนุนในการซื้อรถแท็กซี่ไฟฟ้าจากรัฐบาล 10,000 ยูโร	(J. Yang et al., 2018) (Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 แผนสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

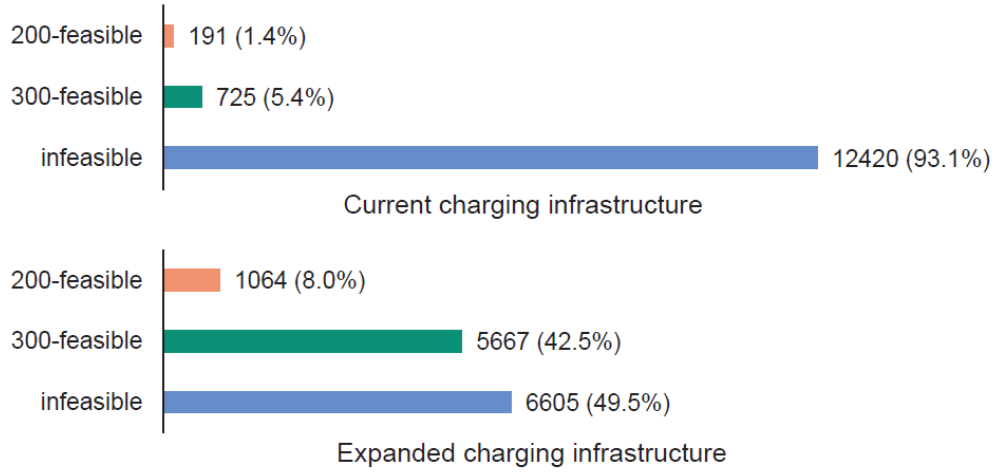
ประเทศ	แผนสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้า	อ้างอิง
เกาหลีใต้	- รัฐบาลเกาหลีจ่ายเงินอุดหนุนราคาแท็กซี่ไฟฟ้า ประมาณ 20,000 เหรียญสหรัฐฯ(เป็นการสนับสนุนจากกระทรวงสิ่งแวดล้อม 15,000 เหรียญสหรัฐและรัฐบาลท้องถิ่น 5,000 เหรียญเมื่อซื้อ EV) ดังนั้นราคาแท็กซี่ไฟฟ้าสูงกว่ารถแท็กซี่ LPG ประมาณ 2,000 เหรียญสหรัฐ - มีแผนจะติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าในทะเลและมีนโยบายให้เกาะเชจู ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า 100% ภายในปี 2030	(J. Yang et al., 2018) (Han, Ahn, Park, & Yeo, 2016) (Lim, 2017)
จีน	- มีเงินอุดหนุนการจากรัฐบาลและได้รับการสนับสนุนจากผู้ผลิต BEV - มีแผนจะนำรถแท็กซี่ไฟฟ้ามาใช้ 100% ภายในปี 2017-2018 -ได้รับการสนับสนุนเงินอุดหนุนจากรัฐบาลในส่วนของการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน	(W. H. Yang et al., 2018) (Tu et al., 2016) (Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015) (Zou et al., 2016)
นอร์เวย์	- มีแผนจะนำแท็กซี่ไฟฟ้ามาใช้ 100% ภายในปี 2023	(Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015)
ฝรั่งเศส	- มีแผนจะเพิ่มรถแท็กซี่ไฟฟ้า 2,000 คันภายในปี 2017-2018	(Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015)
สวิสเซอร์แลนด์	- เริ่มนำรถแท็กซี่ไฟฟ้ามาใช้ประมาณ 15% ของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด ในปี 2015	(Merkisz-Guranowska & Maciejewski, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยของ Jie Yang และคณะ ศึกษาแรงจูงใจที่มีผลต่อการยอมรับการใช้รถแท็กซี่ BEV โดยคำนึงถึงนโยบายของรัฐบาลและการตัดสินใจเลือกใช้รถของผู้ขับแต่ละคน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การอัดประจุไฟฟ้าเป็นประเด็นที่สำคัญสำหรับการเปลี่ยนมาใช้แท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV คนขับรถแท็กซี่แต่ละคนอาจจะมีความชอบ BEV ที่แตกต่างกัน ดังนั้น ควรมีการสนับสนุนให้ใช้รถแท็กซี่ BEV หลากหลายรูปแบบ แทนการใช้แค่รถแท็กซี่เพียงรูปแบบเดียว ทั้งนี้ หากรัฐบาลต้องการที่จะบรรลุเป้าหมายเรื่องการใช้พลังงาน รัฐบาลจำเป็นต้องมีการอุดหนุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (J. Yang et al., 2018) ส่วนงานวิจัยของ W.H. Yang และคณะ ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสนับสนุนระหว่างรถแท็กซี่ธรรมดากับรถแท็กซี่ไฟฟ้า โดยปัจจัยด้านราคาแท็กซี่ไฟฟ้า, รายได้จากการให้เช่า และระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ มีผลต่อเจ้าของศูนย์รถแท็กซี่ ในขณะที่รายได้จากค่าโดยสาร, ค่าเช่ารถ, ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า และระยะทางที่สามารถวิ่งได้ต่อการอัด

ประจุแต่ละครั้ง จะมีผลต่อการตัดสินใจของคนขับรถแท็กซี่ในการใช้แท็กซี่ไฟฟ้า นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้นำเสนอโมเดลในการให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้าแบบพรีเมี่ยมเพื่อสามารถสร้างรายได้ชดเชยกับค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น (W. H. Yang et al., 2018)

Liang Hu และคณะ ศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนรถแท็กซี่ CGV ในนครนิวยอร์กเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV ด้วยระยะทางในการขับขี่ของแท็กซี่ไฟฟ้าที่ 200 ไมล์และ 300 ไมล์ การวิเคราะห์โดยพิจารณาจากจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ ความเป็นไปได้กรณีที่ใช้แท็กซี่ไฟฟ้าที่มีระยะทางในการขับขี่ 200 ไมล์, ความเป็นไปได้กรณีที่ใช้แท็กซี่ไฟฟ้าที่มีระยะทางในการขับขี่ 300 ไมล์ และกรณีที่ไม่สามารถเป็นไปได้ (Hu et al., 2018)



รูปที่ 9 ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนมาใช้รถแท็กซี่ไฟฟ้า
ที่มา: Hu et al., 2018

จากผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนรถแท็กซี่ในนครนิวยอร์กเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV ของ Liang Hu และคณะ พบว่า สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสามารถสนับสนุนให้การเปลี่ยนมาใช้แท็กซี่ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้ ด้วยความก้าวหน้าในเทคโนโลยีแบตเตอรี่ที่ประจุไฟฟ้าได้มากขึ้น ขับขี่ได้ยาวนานขึ้น และการอัดประจุไฟที่รวดเร็วขึ้น ช่วยลดความวิตกกังวลของระยะทางในการขับขี่และลดความไม่สะดวกในการอัดประจุไฟฟ้า และส่งเสริมการใช้แท็กซี่ประเภท BEV มากขึ้น (Hu et al., 2018)

งานวิจัยของ Carlton Reininger และ John Salmon ที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าภายใต้สิ่งแวดล้อมในเมืองนิวยอร์คซิตี้ โดยพบว่า ค่าพลังงานในการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าถูกกว่าแท็กซี่แบบเดิม แต่ในทางกลับกันต้นทุนในการซื้อรถไฟฟ้าสูงกว่ารถน้ำมันทั่วไปมาก อีกปัจจัยคือต้นทุนสำหรับติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าและค่าที่ดิน อย่างไรก็ตามในภาพรวมการเปลี่ยนมาใช้แท็กซี่ไฟฟ้ามีความเป็นไปได้สูง แต่การเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของผู้ขับขี่ก็ส่งผลต่อความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นจริง รถแท็กซี่ทั่วไปในนิวยอร์กต้องการความสามารถที่จะขับได้มากกว่า 90 ไมล์ ดังนั้น สถานที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง Carlton Reininger และ John Salmon สรุปว่า ความเป็นไปได้ของการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าในใจกลางเมืองขึ้นอยู่กับระยะทางที่รถขับได้, สถานที่อัดประจุไฟฟ้า และเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า เมื่อเทคโนโลยีพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ให้ดีขึ้นและสาธารณูปโภคที่สำคัญขยายออกไป เป็นไปได้ที่ผู้ขับขี่จะหันมาสนใจแท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น (Reininger & Salmon, 2015)

สำหรับแท็กซี่ในประเทศไทยนั้น กรมการขนส่งทางบกรายงานจำนวนรถประเภทรถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (Urban taxi) ที่จดทะเบียนสะสมในกรุงเทพมหานคร ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2565 สูงถึง 83,464 คัน (Department of Land Transport, 2022) ซึ่งแท็กซี่เหล่านี้ให้บริการผู้โดยสารตลอดทั้งวัน จึงมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับสูง ข้อมูลจากสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) รายงานผลการศึกษา โครงสร้างตลาด รูปแบบการประกอบการ และการใช้บริการรถแท็กซี่ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ขับแท็กซี่จำนวน 2,355 ราย พบว่ามีแท็กซี่สหกรณ์ร้อยละ 58 และแท็กซี่ส่วนบุคคลร้อยละ 39 โดยแท็กซี่ร้อยละ 77 ใช้เชื้อเพลิง CNG ซึ่งต้องเติมแก๊สอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ระยะทางเฉลี่ยต่อวัน 294 กม. (Thailand Development Research Institute, 2018) สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ผู้ขับรถแท็กซี่จำนวน 10 คน ณ สถานีบริการเชื้อเพลิง NGV ซึ่งให้สัมภาษณ์ สรุปได้ว่า ระยะทางในการขับแท็กซี่ ประมาณ 250-300 กม. ต่อวัน ต่อ 1 กะ สำหรับการเช่ารถแท็กซี่ 1 กะ เป็นเวลา 12 ชม. แท็กซี่จะเติมก๊าซครั้งละประมาณ 300 บาท สามารถขับได้ระยะทาง 150-200 กม. เนื่องจากปริมาณสถานีบริการก๊าซที่มีน้อย ทำให้แท็กซี่เติมก๊าซทุกสถานีที่อยู่ใกล้หรือขับผ่าน โดยเฉพาะเมื่อเห็นว่าไม่มีคิว โดยไม่จำเป็นต้องรอเติมก๊าซที่สถานีบริการเชื้อเพลิง NGV ที่อยู่ใกล้สหกรณ์แท็กซี่เท่านั้น ทั้งนี้ การที่แท็กซี่ต้องเติมก๊าซ ณ สถานีบริการเชื้อเพลิง NGV ที่ใกล้สหกรณ์เฉพาะช่วงเวลาที่ใกล้จะส่งกะเท่านั้น เพื่อไม่เป็นการเอาเปรียบผู้ขับแท็กซี่กะถัดไป ทำให้ถานีบริการเชื้อเพลิง NGV ที่อยู่ใกล้สหกรณ์แท็กซี่มีคิวยาว และแท็กซี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต้องหยุดรับผู้โดยสาร หรือปฏิเสธผู้โดยสาร เพื่อไปรอคิวเติมก๊าซเป็นเวลานาน จนทำให้เกิดการร้องเรียนเรื่องการปฏิเสธผู้โดยสาร และทำให้แท็กซี่สูญเสียรายได้อีกด้วย

รถยนต์ไฟฟ้าที่นิยมใช้เป็นรถแท็กซี่ไฟฟ้า ได้แก่

Nissan Leaf

Nissan Leaf เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ติดตั้งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) ที่สามารถเก็บไฟฟ้าได้ 40 kWh และสามารถวิ่งได้ระยะทาง 287 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุหนึ่งครั้ง ในการอัดประจุจาก 0-100% ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง หากใช้เครื่องอัดประจุประเภท DC ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง (Stabile et al., 2020) Nissan Leaf ถูกใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าใน 26 ประเทศ 113 เมืองทั่วโลก อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน สเปน เนธอแลนด์ ฮังการี อังกฤษ จอร์แดน แม็กซิโก โปแลนด์ เป็นต้น (Lambert., 2017)

รูปที่ 10 LEAF Taxi

ที่มา: Autospinn, 2556

BYD e6

BYD e6 เป็นรถยนต์ไฟฟ้าเอนกประสงค์ที่ติดตั้งแบตเตอรี่ Iron-phosphate หรือ Fe ที่สามารถเก็บไฟฟ้าได้ 80 kWh และสามารถวิ่งได้ 400 กิโลเมตรต่อการอัดประจุหนึ่งครั้ง ในการอัดประจุจาก 0-100% ใช้เวลาประมาณ 1.5 ชั่วโมง และใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมงในการอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุประเภท DC BYD e6 ถูกใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในหลายประเทศ อาทิเช่น ญี่ปุ่น ไทย สิงคโปร์ จีน เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น

รูปที่ 11 BYD e6 Taxi

ที่มา: Salin, 2022

Renault–Samsung SM3 ZE

Renault–Samsung SM3 ZE เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ติดตั้งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 24 kWh สามารถวิ่งได้ระยะทางสูงสุด 184 กิโลเมตรต่อการอัดประจุหนึ่งครั้ง (Jung, Chow, Jayakrishnan, & Park, 2014) ใช้เวลา 1 ชั่วโมงในการอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุประเภท DC ถึงจาก 0-80% และใช้เวลา 7 ชั่วโมงสำหรับการอัดประจุจาก 0-100% Renault–Samsung SM3 ZE ถูกใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศ จีน เกาหลี เป็นต้น

รูปที่ 12 Renault–Samsung SM3 ZE Taxi

ที่มา: Kane, 2014

MG EP

MG EP หรือ MG 5 EV เป็นรถยนต์พลังงานไฟฟ้า 100% ติดตั้งแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) แบบโมดูล สามารถแยกซ่อมแต่ละโมดูลได้อิสระ แบตเตอรี่ความจุ 50.3 kWh โดยการอัดประจุนั้นจะมี 2 รูปแบบ คือ Quick charge ใช้เวลาประมาณ 40 นาที (ชาร์จพลังงาน 0% - 80%) และ Normal charge ใช้เวลาประมาณ 7 ชั่วโมง 15 นาที (ผ่าน MG home charge 0% - 100%) วิ่งได้ระยะทางสูงสุด 380 กม. ต่อการอัดประจุหนึ่งครั้ง (หนังสือพิมพ์สยามธุรกิจ, 2565) MG EP ถูกใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ เป็นต้น

รูปที่ 13 MG EP หรือ MG 5 EV
ที่มา: หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ, 2564

แท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศไทย มีดังนี้

EV Taxi VIP

กระทรวงคมนาคมมีแนวทางในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล กรมการขนส่งทางบกจึงได้ร่วมกับภาคธุรกิจในการให้บริการแท็กซี่หรูขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% “EV Taxi VIP” ดำเนินการโดยบริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด โดยใช้ยานยนต์ไฟฟ้า BYD e6 ซึ่งเป็นรถยนต์อเนกประสงค์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่แบบ Iron-phosphate หรือ Fe battery ที่

สามารถเก็บไฟได้ 80kWh สามารถวิ่งได้ครอบคลุมระยะทางกว่า 400 กิโลเมตรต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง ใช้เวลาอัดประจุไฟฟ้าจาก 0-100% ประมาณ 1.5 ชั่วโมง โดยได้ให้บริการเต็มรูปแบบแล้วเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2018 และมีสถานีอัดประจุไฟ ให้บริการทั้งหมด 30 แห่งทั่วกรุงเทพมหานคร สำหรับค่าโดยสารจะเริ่มต้น 2 กิโลเมตรแรก 150 บาท กิโลเมตรถัดไปกิโลเมตรละ 16 บาท มีการติดตั้ง GPS tracking พร้อมอุปกรณ์แสดงตัวผู้ขับรถ, มาตรค่าโดยสาร, ปุ่มฉุกเฉินสำหรับผู้โดยสารอย่างน้อย 1 จุด ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้และใช้งานสะดวก, กล้องบันทึกภาพภายในรถแบบ Snap shot ทำงานร่วมกันได้แบบ Real-time ส่งข้อมูลไปยังศูนย์บริการของผู้ประกอบการ และศูนย์บริหารจัดการรถแท็กซี่ของกรมการขนส่งทางบก (DLT taxi center) ซึ่งผู้โดยสารสามารถใช้บริการได้ 3 ช่องทาง ได้แก่ บริเวณเคาน์เตอร์ ณ ศูนย์บริการบริเวณชั้น 1 สนามบินสุวรรณภูมิ เรียกใช้บริการผ่านแอพพลิเคชั่น Taxi OK ของกรมการขนส่งทางบก และคอลเซ็นเตอร์ 0-2039-8888 (The Department of Land Transport, 2018)

รูปที่ 14 EV Taxi VIP

ที่มา: The Department of Land Transport, 2018

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้บริการ EV Taxi VIP ณ สนามบินสุวรรณภูมิ สรุปได้ว่า ปัจจุบันมีแท็กซี่ไฟฟ้าให้บริการจำนวน 50 คัน เนื่องจากอยู่ระหว่างทยอยจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบก โดยประจำอยู่ที่สุวรรณภูมิเป็นหลักเพื่อรอให้บริการผู้โดยสารขาเข้าที่ลงจากเครื่องบิน และยังมีจุดจอดรถในเมืองสำหรับให้บริการโดยแอพพลิเคชั่น Grab ทั้งนี้ มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าของ BYD ที่จุดจอดรถสุวรรณภูมิ จำนวน 6 เครื่อง ซึ่งไม่เพียงพอต่อการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าที่มีถึง 50 คัน เกิดปัญหาการรอคิว ณ บริเวณที่ติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า แท็กซี่จะมี

การเติมประจุไฟฟ้าเมื่อแบตเตอรี่เหลือต่ำกว่า 40% เพื่อป้องกันแบตเตอรี่หมดระหว่างให้บริการลูกค้า และผู้ขับแท็กซี่ทุกคนมีแอพพลิเคชั่นของ EA Anywhere เพื่อหาจุดให้บริการอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ

ลูกค้าที่ใช้บริการ EV Taxi VIP ส่วนใหญ่เป็นต่างชาติ ให้บริการส่งผู้โดยสารในตัวเมือง โดยเฉลี่ยประมาณ 4 รอบต่อวัน และกลับมาเติมประจุไฟฟ้าที่สุวรรณภูมิ ใช้แบตเตอรี่ในการเดินทางไปกลับสุวรรณภูมิ – สุขุมวิท ประมาณ 20-25% ให้บริการส่งผู้โดยสารไปยังจุดท่องเที่ยวสำคัญ เช่น พัทยา, บ้านเพ ระยอง เป็นต้น โดยจะคำนวณความพอเพียงของแบตเตอรี่ในการเดินทางไปกลับ และต้องใช้แบตเตอรี่เต็ม 100% เพื่อให้เดินทางไปกลับได้โดยไม่ต้องหยุดเติมประจุไฟฟ้าระหว่างทาง กรณีที่ส่งผู้โดยสารระยะทางไกล เช่น หัวหิน ซึ่งมีระยะทางไปกลับเกินกว่าระยะทางของแบตเตอรี่ จึงต้องมีการใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะของ EA Anywhere

อย่างไรก็ตาม EV Taxi VIP มีแผนธุรกิจที่จะเพิ่มจำนวนแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งจะทำให้แท็กซี่ไฟฟ้าประสบปัญหาเรื่องการอัดประจุไฟฟ้า และต้องพึ่งพิงสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะจำนวนมาก โดยปกติรถแท็กซี่ให้บริการลูกค้ามากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวัน หากเป็นแท็กซี่ของนิติบุคคล จะให้บริการ 2 กะ ทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งจะแตกต่างจากการเติมประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลที่มักจะอัดประจุไฟฟ้าวันละ 1 ครั้งในเวลากลางคืน นอกจากนี้ การเติมประจุไฟฟ้าของแท็กซี่ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีผู้โดยสาร เนื่องจากการเติมประจุไฟฟ้าใช้เวลานาน ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่และระยะทางในการขับขี่ภายใต้สภาพการจราจรจึงเป็นตัวกำหนดทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Han et al., 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

CABB TAXI VIP

บริษัท เอเชีย แค็บ จำกัด เปิดตัว CABB EV รถแท็กซี่ไฟฟ้าต้นแบบสัญชาติไทยคันแรก สามารถวิ่งได้ 300 กิโลเมตรต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง โชว์ในงาน EV 100 Roadshow และการประชุมเชิงปฏิบัติการ UK-Thailand smart city จัดขึ้นเพื่อผลักดันแคมเปญยานยนต์ไฟฟ้าคาร์บอนต่ำร่วมกับการสร้างเมืองอัจฉริยะ ตัวรถ CABB EV ใช้ต้นแบบจากกลอนดอนแท็กซี่ที่มีรูปทรงคลาสสิก เป็นเอกลักษณ์ สำหรับ CABB นับเป็นรถแท็กซี่ที่มีคุณลักษณะโดดเด่นหนึ่งเดียวในไทย ห้องโดยสารกว้างขวางรองรับได้ 5 ที่นั่ง พร้อมเข็มขัดนิรภัยทุกที่นั่ง มีการแยกส่วนระหว่างห้องคนขับและห้องโดยสารด้วยแผงกั้นใส (Partition screen) พร้อมระบบแอร์แยกส่วน เพิ่มความเป็นส่วนตัวให้กับผู้โดยสาร มีระบบอินเตอร์คอมใช้สื่อสารกับคนขับ อีกหนึ่งคุณสมบัติที่โดดเด่นคือ มีทางลาดให้เข็นวีลแชร์ขึ้นรถได้ เหมาะกับผู้ที่มีข้อจำกัดทางการเคลื่อนไหว พร้อมราวจับในห้อง

โดยสาร 7 จุด และกล้องบันทึกภาพพร้อมปุ่ม SOS ในกรณีฉุกเฉิน ที่ชาร์จ USB และ Free WiFi ระบบชำระค่าโดยสารแบบ Cashless payment ผ่านบัตรเดบิต บัตรเครดิต หรือโมบายแบงก์กิ้ง ลดการสัมผัสระหว่างบุคคล ผู้สนใจสามารถเรียกใช้บริการผ่าน 3 ช่องทางคือ 1) CABB Application 2) CABB call centre 02-0268888 3) CABB Stand หรือจุดให้บริการตามห้างสรรพสินค้าชั้นนำทั่วกรุงเทพฯ ขณะนี้อยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนาทั้งเรื่องน้ำหนักรถ แบตเตอรี่ เพื่อให้ไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานจริง โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาให้ CABB EV เสร็จสมบูรณ์และนำออกมาให้บริการในปี 2565 เริ่มให้บริการในกรุงเทพและปริมณฑลก่อน โดยวางแผนผลิต 1,200 คันต่อปี และในอนาคตมีแผนที่จะส่งออกไปยังต่างประเทศด้วย (Wongsupat, 2021)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 15 CABB TAXI VIP

ที่มา: Wongsupat, 2021

โครงการรถแท็กซี่ไฟฟ้าสีขาว

โครงการรถแท็กซี่ไฟฟ้าสีขาว ดำเนินการโดยบริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด ผู้ริเริ่มผลักดันให้มีแท็กซี่ไฟฟ้าส่วนบุคคลเจ้าแรกในไทย เพื่อลดปัญหามลพิษในเมืองและลดปัญหาความไม่แน่นอนของราคาพลังงาน บริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด เป็นผู้จัดหารถยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้า โดยได้ลือกใช้รถไฟฟ้า ยี่ห้อ MG รุ่น EP เพื่อไปดำเนินการขอยื่นจดทะเบียนกับทางกรมการขนส่งทางบกให้เป็นรถรับจ้างบรรทุกโดยสาร (แท็กซี่) พลังงานไฟฟ้า 100% ซึ่งได้รับอนุมัติเป็นที่เรียบร้อย และถือเป็นเจ้าแรกในไทยที่นำร่องให้มีแท็กซี่ไฟฟ้า (สีขาว) ส่วนบุคคลใน

ไทย ในวันที่ 31 ม.ค. 2565 โดยมีอัตราค่าบริการตามที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด (เท่ากับรถแท็กซี่ในปัจจุบัน) อย่างไรก็ดี แท็กซี่ไฟฟ้านี้ จะใช้ตัวถังรถเป็นสีขาว ส่วนสีของข้อความและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้ตัดกับสีของตัวถังรถและมองเห็นได้อย่างชัดเจน เพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนการใช้รถ EV ในประเทศไทย ภายในปี 2565 ทางบริษัทฯ ได้เตรียมแผนจัดซื้อรถแท็กซี่ EV MG EP จำนวน 500 คัน ในวงเงินกว่า 500 ล้านบาท และในอนาคตจะเพิ่มขึ้น 10,000 คัน สำหรับการดำเนินธุรกิจแท็กซี่ไฟฟ้าครั้งนี้ ทางบริษัทฯ มีทางเลือก 2 แบบ คือ 1.จัดจำหน่ายในราคาที่สมเหตุสมผล 2.ให้เช่าขับ ซึ่งรายได้จะเป็นการ Sharing ระหว่างผู้ประกอบการ และคนขับแท็กซี่ ซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำกว่ารถแท็กซี่ในปัจจุบัน แท็กซี่ไฟฟ้า MG รุ่น EP มีสมรรถนะดี ประหยัดคุ้มค่า รูปทรงทันสมัย พื้นที่ด้านหลังสามารถจุสัมภาระได้ทุกขนาดได้ถึง 1,456 ลิตร ต้นทุนการบำรุงรักษาต่ำ และต้นทุนการเป็นเจ้าของที่คุ้มค่า (หนังสือพิมพ์สยามธุรกิจ, 2565)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 16 โครงการรถแท็กซี่ไฟฟ้าสีขาว

ที่มา: หนังสือพิมพ์สยามธุรกิจ, 2565

โครงการแท็กซี่ไฟฟ้า Beta EV Lady Taxi

กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ (พม.) จับมือสตาร์ทอัพ Betta EV เปิดตัวโครงการแท็กซี่ไฟฟ้า Beta EV Lady Taxi เพื่อสร้างอาชีพใหม่ให้กับผู้ว่างงานที่ได้รับผลกระทบไวรัสโควิด-19 ด้วยบริการรถยนต์สาธารณะพลังงานไฟฟ้า 100% สำหรับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เด็ก สตรี ผู้สูงอายุ และคนพิการ รวมทั้งประชาชนทั่วไป โดยเป็นความร่วมมือระหว่างกระทรวง พม. สตาร์ทอัพ Betta EV และผู้ผลิตรถยนต์พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ บริษัท เอ็มจี เซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด และเกรท วอลล์ มอเตอร์ส (Great Wall Motors) รวมถึงแท็กซี่จิตอาสาที่ขับ

รถไฟฟ้าบริการฟรี โครงการแท็กซี่ไฟฟ้า Betta EV Lady Taxi มีการเปิดรับสมัครผู้ที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ จากนั้น จะมีการพิจารณาคัดเลือกและฝึกอบรม โดยคาดว่า Betta EV จำนวน 100 คัน จะพร้อมให้บริการในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในวันที่ 1 ธันวาคม 2563 เป็นต้นไป และระหว่างนี้ จะมีรถไฟฟ้าทดลองให้บริการนั่งฟรีส่งถึงบ้าน โดยอาสาสมัครจากหลากหลายอาชีพ

รูปที่ 17 Beta EV Lady Taxi
ที่มา: หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ, 2563

Taxi EV MINE

รถยนต์ไฟฟ้าอเนกประสงค์ MINE รุ่น SPA 1 จะเป็นรถครอบครัวขนาด 5 ที่นั่ง ผลิตด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เสริมความแข็งแรงด้วยอะลูมิเนียมแพลตฟอร์ม ใช้แบตเตอรี่ที่มีคุณภาพและความปลอดภัยสูงด้วยเทคโนโลยี STOBA ที่ช่วยป้องกันการลัดวงจรจากภายในเซลล์แบตเตอรี่ ที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดไฟไหม้ ใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 30 กิโลวัตต์ชั่วโมง สามารถขับเคลื่อนได้ระยะทางกว่า 200 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุ 1 ครั้ง โดยใช้เวลาอัดประจุเพียงแค่ 15 นาที ด้วยระบบ Quick charge ของ EA Anywhere จึงส่งผลดีอีกทางหนึ่ง คือ เพิ่มพื้นที่ในห้องโดยสารและเก็บสัมภาระได้มากขึ้น อีกทั้งมีต้นทุนพลังงานที่ลดลงกว่าเดิมและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาถูกลง เพราะไม่มีเครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงน้ำมัน ที่สำคัญไม่มีควันจากท่อไอเสีย ซึ่งจะสามารถช่วยลดมลพิษทางอากาศได้เป็นอย่างดี ราคาขายประมาณ 1.2 ล้านบาท ในปี 2562 มีการลงนามบันทึกความเข้าใจกับสหกรณ์เครดิตยูเนี่ยนสุวรรณภูมิพัฒนา จำกัด กลุ่มผู้ให้บริการรถยนต์รับจ้าง (รถแท็กซี่) เพื่อจองสิทธิซื้อรถยนต์ไฟฟ้า MINE รุ่น SPA 1 และอะไหล่จำนวน 3,500 คัน จาก MINE Mobility ซึ่งเป็นบริษัทย่อยของ EA โดยจะนำไปจดทะเบียนเป็น

รถยนต์รับจ้างเพื่อจำหน่ายให้กับสมาชิกของสหกรณ์ อีกทั้งยังตกลงใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าจากสถานีชาร์จ EA Anywhere ที่ได้ลงทุนเตรียมไว้อำนวยความสะดวกและเปิดให้บริการกระจายอยู่ทั่วกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และจังหวัดต่าง ๆ แล้ว สำหรับสถานอัดประจุไฟฟ้า EA Anywhere ร่วมมือกับยักษ์ใหญ่ 4 บริษัท ได้แก่ บริษัท เชฟรอน (ไทย)จำกัด, บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) หรือ CPALL, บริษัท บริดจสโตนเอ.ซี.ที (ประเทศไทย), และ บริษัท โรบินสัน จำกัด (มหาชน) หรือ ROBINS ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่การให้บริการและการดำเนินธุรกิจของพันธมิตรทั่วประเทศเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (BEV) จึงเชื่อมั่นว่าเป้าหมายการเปิดให้บริการทั้งสิ้น 1,000 สถานี (PinkPanter, 2019)

รูปที่ 18 Taxi EV MINE

ที่มา: PinkPanter, 2019

สหกรณ์แท็กซี่

บริษัท ฟินิกซ์ อีวี จำกัด พร้อมด้วยกลุ่มพันธมิตร ได้แก่ บริษัท ไมด้า ลิสซิ่ง จำกัด (มหาชน), บริษัท ทรีเจเอ็น เพาเวอร์ จำกัด , บริษัท สไมล์แอฟพลิเคชั่น จำกัด และสหกรณ์แท็กซี่ 13 แห่ง ได้แก่ 1. สหกรณ์ พรพัฒนา แท็กซี่ จำกัด 2. สหกรณ์แท็กซี่อาสาสมัคร จำกัด 3.สหกรณ์เจริญเมืองแท็กซี่ จำกัด 4.สหกรณ์แท็กซี่ ทองมณฑล จำกัด 5.สหกรณ์แท็กซี่กรุงเทพ จำกัด 6. สหกรณ์เครดิตยูเนียนสุวรรณภูมิพัฒนา จำกัด 7. สหกรณ์แท็กซี่รวมมิตร จำกัด 8. สหกรณ์บริการปทุมธานีแท็กซี่ จำกัด 9.สหกรณ์พรมงคล แท็กซี่ จำกัด 10. สหกรณ์ภูมิพลังแท็กซี่ จำกัด 11. สหกรณ์แท็กซี่ทองคำ สุวรรณภูมิ จำกัด 12. สหกรณ์แท็กซี่แอร์พอร์ต จำกัด 13. สหกรณ์ไทยแลนด์แท็กซี่ จำกัด ได้ร่วมมือกันในการตั้งเป้าหมาย นำรถยนต์พลังงานไฟฟ้า มาให้บริการแก่ประชาชนรูปแบบรถสาธารณะ หรือเรียกว่า รถแท็กซี่ไฟฟ้า โดยมีบริษัทฟินิกซ์ อีวี จำกัด พร้อมด้วยกลุ่มพันธมิตร ได้เซ็นสัญญาซื้อ-ขาย แท็กซี่ไฟฟ้ากับสหกรณ์แท็กซี่ทั้งหมด 13 สหกรณ์, จำนวน 120,000 คัน ภายใน 5 ปี โดยจะเริ่มต้นทดสอบระบบ ภายในไตรมาส 2 ของปี 2565 และจะนำรถแท็กซี่ไฟฟ้าล๊อตแรก ออกให้บริการได้ภายในไตรมาส 4 ของปี 2565 กลุ่มบริษัทฟินิกซ์ได้มีการศึกษารูปแบบทางธุรกิจแบบครบวงจรของยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบรถ การทดสอบความปลอดภัย โรงงานผลิตและการประกอบรถ รวมถึงระบบบริการหลังการขาย โดยข้อมูลและคุณสมบัติของตัวรถจะสอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการรถแท็กซี่ รถยนต์ไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ผลิตแท็กซี่ไฟฟ้าจะเป็นประเภทรถอเนกประสงค์ หรือ แบบ SUV โดยมีระยะทางในการวิ่ง 350-400 กิโลเมตรต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ซึ่งมีความเหมาะสมกับสภาพการคมนาคมในปัจจุบัน (มติชนออนไลน์, 2564)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า

นอกเหนือจากแท็กซี่ไฟฟ้า กรุงเทพมหานครยังมีตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า “MuvMi” ซึ่งถูกดำเนินการภายใต้โครงการ Chula Smart City เพื่อให้บุคคลทั่วไปโดยสารเดินทางภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบริเวณโดยรอบได้อย่างสะดวก ประหยัดและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

MuvMi เกิดจากการมองเห็นปัญหาช่องว่างของการเชื่อมต่อระหว่างขนส่งมวลชนขนาดใหญ่อย่าง BTS และ MRT ที่ไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ในตรอกซอกซอย หรือสถานที่ที่ไม่ได้อยู่บนถนนเส้นหลักได้ บริการนี้จึงเป็นการผสมผสานระหว่างการใช้แอปพลิเคชันเรียกรถแบบ “On-Demand” คือ เรียกเมื่อไหร่ก็ได้ตามความต้องการ ไม่ต้องรอรอบเวลา ไม่ได้วิ่งตามเส้นทางประจำแบบที่เคยมีอยู่ และรูปแบบ “Sharing” ที่นำระบบเทคโนโลยีทันสมัยมาบริหารจัดการให้ผู้ที่จะเรียก

รถไปในเส้นทางเดียวกันหรือบริเวณใกล้เคียงกันสามารถขึ้นรถคันเดียวกันได้จึงทำให้มีราคาที่ไม่แพง เหมาะสมกับค่าครองชีพยุคปัจจุบัน นักเรียนนักศึกษาและคนทำงานสามารถเข้าถึงได้

นอกจากแอปพลิเคชันแล้ว จุดเด่นอีกด้านของ MuvMi คือ การใช้รถระบบไฟฟ้า 100% ในการให้บริการ รับ-ส่งผู้โดยสาร โดยรถไฟฟ้านี้ได้ผ่านการวิเคราะห์การชนร่วมกับสถาบันศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) จึงทำให้มั่นใจได้ว่าปลอดภัยต่อผู้ใช้บริการรวมถึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

รูปที่ 19 ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า “MuvMi”

ที่มา: MuvMi, 2022

2.1.4 สถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station)

สถานีอัดประจุไฟฟ้า (EV charging station) หมายความถึง สถานีที่ให้บริการอัดประจุหรือเติมประจุ (Charge) แบตเตอรี่ไฟฟ้าแก่ยานยนต์ไฟฟ้า

ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้นมีรูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า 2 ประเภทได้แก่

1. การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (Conductive charging) ได้แก่ การอัดไฟฟ้าแบบปกติ (Normal charge) และ การอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick charge)
2. การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive charging) หรือการอัดประจุแบบไร้สาย (Wireless charging) เป็นการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปแบบการเชื่อมต่อการอัดประจุไฟฟ้าตามมาตราฐาน IEC 62196

1. Mode 1: การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าใด ๆ และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A
2. Mode 2: การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเต้ารับมาตรฐาน โดยมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสาย (In cable control and protection device: IC CPD) และมีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 32 A
3. Mode 3: การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสสลับที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ
4. Mode 4: การเชื่อมต่อไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ

หัวจ่ายประจุไฟฟ้า มี 3 รูปแบบใหญ่ๆ ได้แก่

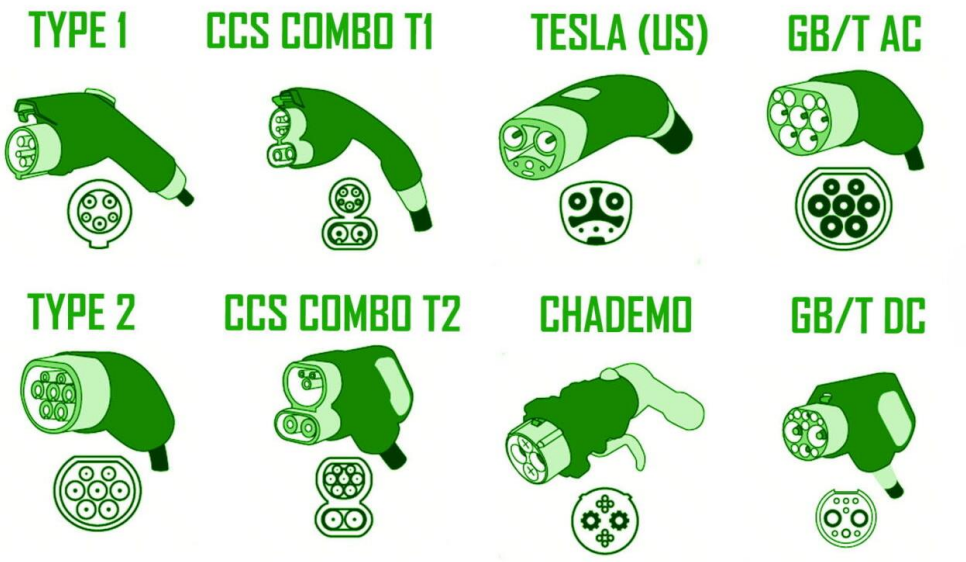
1. หัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current – AC) แยกได้เป็น
   1.1 SAE J1772 Type 1 หรือเรียกอีกอย่างว่า “ปลั๊ก J” เป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส หัวจ่ายประจุไฟฟ้านี้มีใช้ทั่วไปในโซนอเมริกาเหนือ สามารถอัดประจุไฟฟ้าด้วยกำลัง 7.4 กิโลวัตต์ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอัดประจุไฟฟ้าของกริดและความสามารถในการรับไฟของยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนั้นมันยังสามารถใช้ได้กับไฟทั้ง 120 และ 240 โวลต์
   1.2 IEC 62196 Type 2 หรือ “Mennekes” เป็นหัวปลั๊กมาตรฐานในยุโรป ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับไฟ 230 โวลต์ เป็นระบบไฟฟ้า 3 เฟส จึงสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้เร็วขึ้น หากเป็นการอัดประจุไฟฟ้าที่บ้าน สามารถอัดประจุไฟฟ้าด้วยกำลังสูงสุด 22 กิโลวัตต์ ส่วนสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ถึง 43 กิโลวัตต์ อย่างไรก็ตามเช่นเดียวกับ J1772 กำลังในการอัดประจุไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการในการอัดประจุไฟฟ้าของกริดและความสามารถในการรับไฟของยานยนต์ไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าจากการต่อจากเต้ารับภายในบ้านโดยตรง มิเตอร์ไฟของบ้านต้องสามารถรองรับกระแสไฟฟ้าขั้นต่ำ 15(45)A และเต้ารับไฟในบ้านต้องได้รับการติดตั้งใหม่ เป็นเต้ารับเฉพาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าไม่สามารถใช้เต้ารับแบบธรรมดาได้ ทั้งนี้การติดตั้งต้องได้รับมาตรฐานจากผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานในระยะยาว การอัดประจุไฟฟ้าในลักษณะนี้เป็นการอัดประจุไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้า แบบไฟฟ้ากระแสสลับ จึงใช้ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าประมาณ 12-15 ชั่วโมง ขณะที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบติดผนัง ติดตั้งที่บ้านหรือตามห้างสรรพสินค้า ระยะเวลาการอัดประจุไฟฟ้า อยู่ที่ประมาณ 4-7 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับกำลังไฟของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า Wall box, ขนาดของแบตเตอรี่ และสเปคของยานยนต์ไฟฟ้า

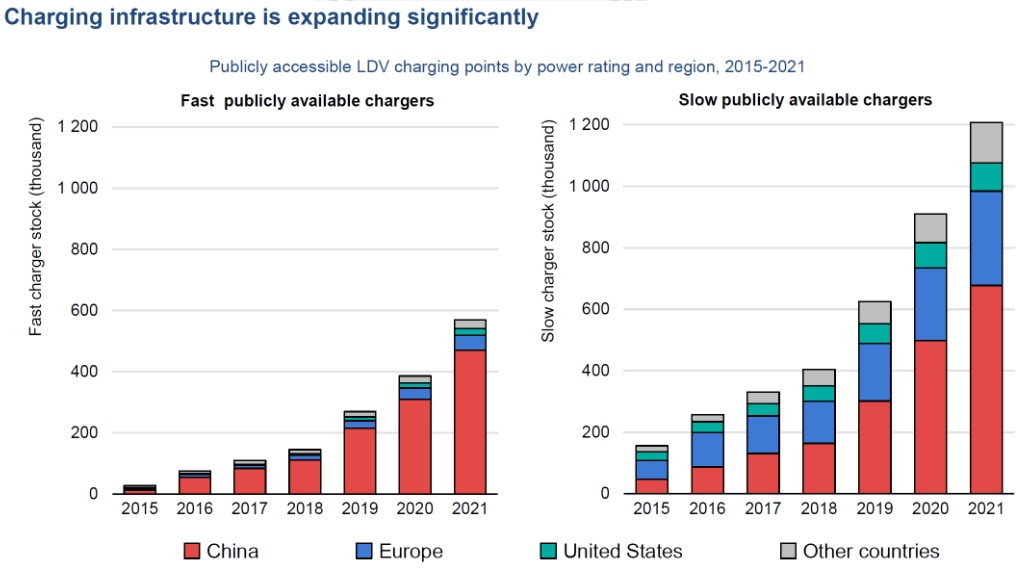
2. หัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current – DC) หรือหัวจ่ายประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick charger) สามารถอัดประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า จาก 0%– 80% ได้ในเวลาประมาณ 40-60 นาที (ขึ้นอยู่กับความจุพลังงานแบตเตอรี่ กิโลวัตต์-ชั่วโมง) หัวจ่ายประจุไฟฟ้าของ Quick charger ได้แก่ CHAdeMo, GB/T และ CCS
    2.1 CHAdeMO เป็นหัวจ่ายประจุไฟฟ้าระบบอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วซึ่งถูกพัฒนาในญี่ปุ่น มีความสามารถในการอัดประจุไฟฟ้าในระดับสูงและยังสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ 2 ทิศทาง ค่ายผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าจากเอเชียนั้นเป็นผู้นำในการนำเสนอยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถเข้ากันได้กับหัวปลั๊กแบบ CHAdeMO โดยสามารถอัดประจุไฟฟ้าที่กำลังสูงสุด 100 กิโลวัตต์
    2.2 CCS เป็นหัวจ่ายประจุไฟฟ้าที่ดัดแปลงมาจาก Type 1 และ Type 2 โดยหากดัดแปลงมาจาก Type 1 จะถูกเรียกว่า CCS1 เป็นหัวจ่ายประจุไฟฟ้าที่ใช้กับรถยนต์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของหัวจ่ายประจุไฟฟ้ามีขนาดเล็กกว่า CCS Type 2 และรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 200 V – 500 V ส่วน Type 2 เรียกว่า CCS2 เป็นหัวจ่ายประจุไฟฟ้าที่นิยมใช้ในแถบทวีปยุโรป หัวจ่ายประจุไฟฟ้าประเภทนี้จะมีขนาดใหญ่กว่า และมีกำลังไฟมากกว่าหัวชาร์จ CCS Type 1 โดยหัวจ่ายประจุไฟฟ้าประเภทนี้จะมีพินเพิ่มขึ้นมาอีก 2 พิน เพื่อจุดประสงค์ในการเพิ่มความเร็วในการอัดประจุไฟฟ้า มีความสามารถในการอัดประจุไฟฟ้าสูงถึง 350 กิโลวัตต์
3. หัวจ่ายประจุไฟฟ้าพิเศษที่ใช้ได้กับทั้ง AC และ DC ได้แก่ หัวจ่ายประจุไฟฟ้าของ Tesla ซึ่งใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้าทุกโวลต์ และหัวจ่ายประจุไฟฟ้า GB/T จากจีน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 20 ประเภทของหัวจ่ายประจุไฟฟ้า

การเติบโตของตลาดยานยนต์ไฟฟ้า นำไปสู่การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยเริ่มต้นจากการติดตั้งในสถานที่ส่วนบุคคล ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน และขยายไปสู่การติดตั้งในที่สาธารณะ เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตอนเริ่มแรกจะเป็นการติดตั้งในเมือง แล้วขยายไปเรื่อย ๆ จนถึงเส้นทางหลักของเครือข่ายระหว่างเมืองและทางหลวง รูป 21 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก



รูปที่ 21 การขยายตัวของสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วโลก

ที่มา: International Energy Agency, 2022

เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธรณะทั่วโลกมีมากกว่า 1.8 ล้านจุดในปี 2564 โดยหนึ่งในสามเป็นเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเกือบ 500,000 เครื่องในปี 2564 ซึ่งมากกว่าจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะทั้งหมดที่มีในปี 2560 จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 37% ในปี 2564 โดยจีนเป็นผู้นำระดับโลกในด้านจำนวนเครื่องเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ คิดเป็นประมาณ 85% ของเครื่องเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วของโลก สะท้อนให้เห็นถึงความเป็นผู้นำของจีนในภาคยานยนต์ไฟฟ้า (International Energy Agency, 2022)

ในปี 2564 เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้าที่ติดตั้งในจีนเพิ่มขึ้น 35% เป็นประมาณ 680,000 เครื่องที่สาธารณชนเข้าถึงได้ ซึ่งมากกว่าจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้าที่มีในปี 2561 ถึง 4 เท่า ส่วนยุโรปอยู่ในอันดับที่สองด้วยเครื่องเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้ากว่า 300,000 เครื่องในปี 2564 เพิ่มขึ้น 30% เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า เนเธอร์แลนด์เป็นผู้นำในยุโรปด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้ามากกว่า 80,000 เครื่อง ตามด้วยฝรั่งเศส 50,000 เครื่อง เยอรมนี 40,000 เครื่อง สหราชอาณาจักร 30,000 เครื่อง อิตาลี 20,000 เครื่อง และ 12,000 เครื่อง ในนอร์เวย์และสวีเดน จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้าในสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้น 12% เป็น 92,000 ในปี 2564 ส่วนในเกาหลีเพิ่มขึ้นเกือบ 70% เป็นมากกว่า 90,000 เครื่อง (International Energy Agency, 2022)

สำหรับประเทศไทย สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย (EVAT) รายงานว่า ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้ารวมจำนวน 855 สถานี โดยมีเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารวม 2,459 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสสลับ (AC-Normal charge) จำนวน 1,343 เครื่อง และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภทกระแสตรง (DC-Fast charge) จำนวน 1,116 เครื่อง จากผู้ให้บริการจำนวน 11 ราย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 22 จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทย

ที่มา: สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย, 2565

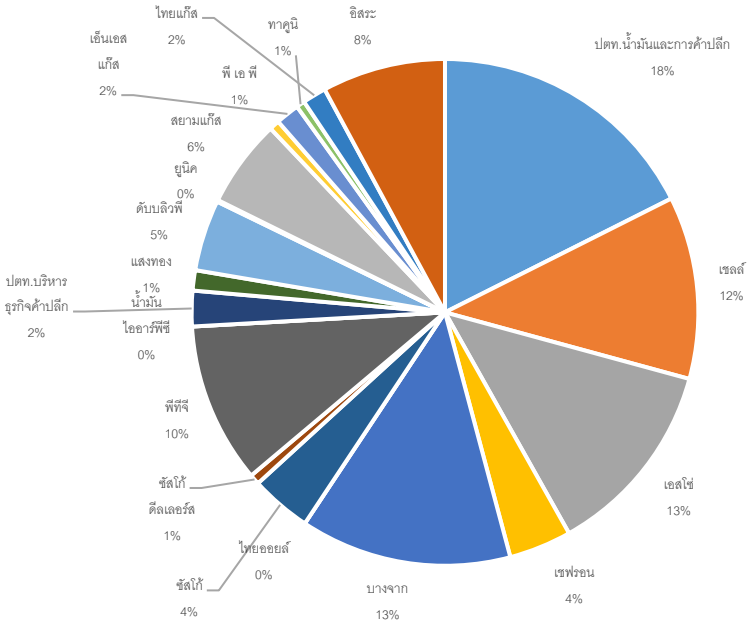
ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่สามารถถูกนำมาแทนที่ยานพาหนะที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) แม้ว่ารถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดปัจจุบันมีสมรรถนะเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริงใน

ชีวิตประจำวันแทนรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน เนื่องจากราคายานยนต์ไฟฟ้าที่ยังคงสูง และสถานีบริการประจุไฟฟ้าที่มีไม่แพร่หลายนัก (Energy Policy and Planning Office, 2015) ซึ่งกล่าวได้ว่าความพร้อมด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (She et al., 2017)

ในการสร้างระบบนิเวศทางธุรกิจ (Ecosystem) เพื่อกระตุ้นให้มีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายในประเทศไทยนั้น โครงสร้างพื้นฐานในการอัดประจุไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะทำให้ผู้ใช้รถเกิดความมั่นใจตลอดเส้นทาง จากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้อาจไม่เพียงพอที่จะไปถึงจุดหมายปลายทางและความไม่สะดวกในการหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างทาง (Guo et al., 2018) ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเส้นทางที่ผู้ใช้รถหยุดพักระหว่างการเดินทางระยะไกล (Hardman et al., 2018) ในขณะที่ผู้ใช้รถคุ้นเคยกับเครือข่ายสถานีบริการน้ำมันที่ครอบคลุมทุกเส้นทางมากกว่า โดยเฉพาะการเดินทางไปต่างจังหวัด สถานีบริการน้ำมันและสถานีบริการบนมอเตอร์เวย์ซึ่งมีเครือข่าย (Network) ที่ครอบคลุมถนนสายหลักและสายรองทั่วประเทศ จึงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (Philipsen et al., 2015)

ในอนาคตอันใกล้นี้สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีแนวโน้มที่จะจำหน่ายน้ำมันต่อสถานีได้ลดลง เมื่อมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ในขณะที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน รายงานข้อมูลจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในไตรมาส 2 ปี 2022 มีจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วประเทศสูงถึง 28,904 แห่ง แบ่งเป็นสถานีบริการภายใต้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมัน เป็นสถานีบริการที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 11 และมาตรา 10 ดำเนินการค้าที่ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 และสถานีบริการที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 ดำเนินการเอง จำนวน 8,494 สถานี และสถานีบริการอิสระ คือ สถานีบริการที่ไม่ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 จำนวน 20,410 สถานี โดยในกรุงเทพมหานครนั้นมีสถานีบริการเชื้อเพลิงประมาณ 955 สถานี (กรมธุรกิจพลังงาน, 2022)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 23 จำนวนสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร

ที่มา: กรมธุรกิจพลังงาน, 2022

ปัจจุบัน สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้เริ่มมีการปรับตัวเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อสร้างเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่ในการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า ส่งเสริมธุรกิจเดิมที่อยู่ในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทย

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ในการประชุมครั้งที่ 57/2559 (ครั้งที่ 437) เมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2559 มีมติให้สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) จัดทำระเบียบการขออนุญาตการประกอบกิจการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นการเฉพาะ ทั้งนี้ ในระหว่างที่ระเบียบดังกล่าวยังไม่มีผลบังคับใช้ให้พิจารณาอนุญาต ตาม พรบ. การประกอบกิจการพลังงานฯ ไปก่อน โดยมีรายละเอียดการออกใบอนุญาตที่เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2018) ดังนี้

รายละเอียดการขออนุญาตติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย

(ก) การออกใบอนุญาตตามมาตรา 47 พ.ร.บ. การประกอบกิจการพลังงานฯ

กรณีที่ 1 : สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid – connected inverter) (แล้วแต่กรณี) ที่มีขนาดรวมตั้งแต่ 1,000 kVA (กิโลโวลต์แอมแปร์) ขึ้นไป จะถือว่ากิจการดังกล่าวเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานตามมาตรา 47 พ.ร.บ. การประกอบกิจการพลังงานฯ โดยผู้ประกอบการต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า และยื่นเอกสารประกอบการขอรับใบอนุญาตตามระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการขอรับใบอนุญาตและการอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551

กรณีที่ 2 : สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid – connected inverter) (แล้วแต่กรณี) ที่มีขนาดรวมต่ำกว่า 1,000 kVA จะถือว่ากิจการดังกล่าวเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 (พ.ร.ฎ. แจ้งยกเว้นฯ) อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการต้องแจ้งการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่ได้รับยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตแก่สำนักงาน กกพ. พร้อมทั้งยื่นเอกสารประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า ที่ได้รับยกเว้นไม่ต้องรับใบอนุญาต ตามประกาศ กกพ. เรื่อง การกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตเป็นกิจการที่ต้องแจ้ง พ.ศ. 2551

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ เพื่อให้มีการกำกับมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยในการประกอบกิจการพลังงาน ขอให้ผู้ประกอบกิจการยื่นเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติมประกอบการขออนุญาตในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 ดังนี้

1) ต้นทุนการดำเนินการ

2) เอกสารหลักฐานแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า

3) มาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย

4) หนังสือยินยอมให้เชื่อมต่อระบบโครงข่ายพลังงานกับผู้รับใบอนุญาตรายอื่น

(ข) การออกใบอนุญาตตามมาตรา 48 พ.ร.บ. การประกอบกิจการพลังงานฯ

กฎหมายว่าด้วยโรงงาน: การจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไม่มีลักษณะเป็นโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานจึงไม่เข้าข่ายต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (ร.ง. 4)

กฎหมายว่าด้วยการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน: การจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าไม่มีลักษณะการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเป็นการรับไฟฟ้ามาแปลงกระแส เพื่อจำหน่ายให้กับยานยนต์ไฟฟ้า จึงไม่เข้าข่ายต้องขอรับใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม (พค.8) ทั้งนี้ หากมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าเพิ่มเติมจะเข้าข่ายต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการพัฒนาและส่งเสริมพลังงานต่อไป

กฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร: กรณีการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีการปลูกสร้างสิ่งก่อสร้าง อาคาร เข้าข่ายต้องขอรับใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร โดยผู้ขอรับใบอนุญาตจะต้องยื่นขอรับใบอนุญาตกับสำนักงาน กกพ. ทั้งนี้ กรณีที่มีการต่อเติมหรือดัดแปลงสถานีบริการน้ำมันหรือก๊าซ เพื่อติดตั้งแท่นอัดประจุไฟฟ้า ผู้ขอรับใบอนุญาตจะต้องยื่นขอรับใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารกับหน่วยงานท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดใน MOU ระหว่าง กกพ. กับกระทรวงมหาดไทย หรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เริ่มจากการพิจารณาระยะเตรียมการ ระยะการก่อสร้าง โดยการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเตรียมการ

ก่อนดำเนินการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้ประกอบการควรพิจารณาคุณสมบัติ มาตรฐานและระเบียบ ข้อกำหนด หรือข้อกฎหมายสำหรับการเลือกพื้นที่เพื่อติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในพื้นที่ทั่วไปและสถานีบริการเชื้อเพลิง รายละเอียดดังนี้

(ก) ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าบริเวณในพื้นที่ทั่วไป

กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ชัดเจนและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รวมทั้งอุปกรณ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ติดตั้งระบบความปลอดภัยตามมาตรฐานของสภาวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

ทำเลพื้นที่สำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

1) ทำเลพื้นที่ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้สอดคล้องตามที่กฎหมายกำหนด โดยมีความเหมาะสมและสะดวกในการเข้าใช้บริการ

2) พื้นที่สำหรับติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องมีป้ายสัญลักษณ์แสดงสถานีอัดประจุไฟฟ้า การจำหน่ายเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รวมทั้งป้ายแสดงรายละเอียดประเภทหัวจ่ายประจุไฟฟ้า เช่น Normal charge หรือ Quick charge สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าให้ชัดเจน

3) พื้นที่รองรับการจอดรถสำหรับการประจุไฟฟ้า ต้องมีขนาดพื้นที่กว้างและเพียงพอต่อปริมาณหัวจ่ายประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในสถานี ซึ่งให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและมีการบังคับใช้

4) พื้นที่ของช่องจอดรถ โดยการตีเส้นการจราจรชัดเจนและใช้สีที่ถูกต้องตามกฎหมายกำหนด

5) พื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องอยู่ในพื้นที่ร่ม หรือในอาคาร แต่หากมีการติดตั้งภายนอกอาคารควรมีหลังคาป้องกันฝนหรือความร้อนจากแสงแดดที่หัวจ่ายประจุไฟฟ้า หรือเป็นไปตามกฎหมายที่ใช้บังคับใช้ในพื้นที่นั้น ๆ

6) เตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า (Main Distribution Board, MDB) หัวจ่ายประจุไฟฟ้า โดยให้เป็นพื้นที่สะดวกต่อการเข้าซ่อมบำรุงและตรวจสอบตามข้อแนะนำของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

7) การวางผังแบบแปลนที่ออกแบบและวางผังตำแหน่งการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เรียบร้อย

8) เตรียมอุปกรณ์ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามมาตรฐาน สมอ.หรือกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง

9) เตรียมระบบไฟฟ้ารองรับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า

10) เตรียมเอกสารสำหรับการยื่นขอประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

(ข) ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสถานีบริการเชื้อเพลิง

ควรปฏิบัติตามระเบียบ/ประกาศ/ข้อกำหนดของกรมธุรกิจพลังงาน ดังนี้

- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดประเภทของบริเวณอันตรายและระยะห่างของบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซแต่ละประเภทที่จะต้องใช้ระบบไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้มาตรฐานขั้นต่ำ
- ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรฐานความปลอดภัยของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ที่กรมธุรกิจพลังงานมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2546
- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตรายและมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าภายในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

เว้นแต่ การจัดตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าอยู่นอกเขตพื้นที่การขออนุญาตการให้บริการในความรับผิดชอบของกรมธุรกิจพลังงาน สำนักงาน กกพ. จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานความปลอดภัย ไว้ดังนี้

- ระยะห่างระหว่างหัวจ่ายไฟฟ้าและหัวจ่ายน้ำมัน ต้องไม่น้อยกว่า 5 เมตร (อุปกรณ์ไฟฟ้าบริเวณนี้ต้องเป็นแบบ Explosion proof)
- ระยะห่างระหว่างหัวจ่ายไฟฟ้าและหัวจ่ายน้ำมัน ต้องไม่น้อยกว่า 12 เมตร เว้นแต่จะมีมาตรการป้องกันการเกิดประกายไฟจากหัวจ่ายไฟฟ้า

การก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำและถูกต้องตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ประกอบการต้องดำเนินการก่อนการก่อสร้างดังนี้

1) ผู้ประกอบการยื่นขอรับใบอนุญาตติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือการขอจดแจ้งยกเว้นการขออนุญาต ตามประเภทขนาดของการติดตั้งจำหน่ายไฟฟ้า ตามระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการขอรับใบอนุญาต หรือการจดแจ้งยกเว้นไม่ต้องรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551

2) สกพ. ตรวจสอบเอกสารการขออนุญาต

3) สกพ./ สข. ลงตรวจพื้นที่การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

4) กกพ. ให้อนุญาตการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

5) ผู้ประกอบการได้รับใบอนุญาต

6) ผู้ประกอบการดำเนินการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์และการติดตั้งดำเนินการตามมาตรฐานของ สมอ. หรือ วสท. หรือ มาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

7) ผู้ประกอบการทดสอบระบบเครื่องสถานีอัดประจุไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8) ผู้ประกอบการแจ้งการจำหน่ายไฟฟ้ากับสำนักงาน กกพ.

ในขั้นตอนการก่อสร้างและติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

ก. ความต้องการทั่วไปของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

- บริเวณที่จะทำเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า ต้องมีพื้นที่ให้จำนวนรถจอดไม่ต่ำกว่าจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในสถานี
- พื้นที่ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า เครื่องอัดประจุไฟฟ้า และพื้นที่ที่สะดวกต่อการเข้าซ่อมบำรุงและตรวจสอบซึ่งเป็นไปตามข้อแนะนำของผลิตภัณฑ์นั้น
- สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องติดกับถนนที่สามารถเข้าออกและจอดรถได้สะดวก
- สถานีอัดประจุไฟฟ้าควรสร้างในพื้นที่ร่มหรือภายในอาคาร แต่หากมีการติดตั้งภายนอกตัวอาคารควรมีหลังคาเพื่อป้องกันฝนและความร้อนจากแสงแดดไปที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าอย่างเหมาะสม ทั้งนี้การติดตั้งหลังคาขึ้นอยู่กับการพิจารณาของหน่วยงานนั้น
- พื้นที่ของ 1 ช่องจอดรถต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.4 เมตร x 5.0 เมตร หรือเป็นไปตามกฎหมายหรือข้อกำหนดที่มีการบังคับใช้
- พื้นที่แต่ละช่องจอดรถต้องมีการตีเส้นจราจรให้ชัดเจนโดยใช้สีที่ถูกต้องตามกฎหมายพร้อมสัญลักษณ์ที่พื้นช่องจอดรถเพื่อแสดงช่องจอดรถยนต์ไฟฟ้า
- จัดทำสัญลักษณ์สถานีอัดประจุไฟฟ้า และสัญลักษณ์บริเวณติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าทุกเครื่อง
- สัญลักษณ์แสดงช่องจอดรถยนต์ไฟฟ้าและมีป้ายสัญลักษณ์แสดงสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะต้องสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืน
- เตรียมระบบไฟฟ้า ขนาดแรงดันไฟฟ้า 380-416 โวลต์ 3 เฟส เพื่อรองรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยมีเงื่อนไข ดังนี้

  1) เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา Normal charge ต้องมีระบบไฟฟ้ารองรับได้ไม่ต่ำกว่า 45 kVA ต่อ 1 หัวจ่ายอัดประจุไฟฟ้า

  2) เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว Quick charge ต้องมีระบบไฟฟ้ารองรับไม่ต่ำกว่า 100 kVA 1 หัวจ่ายเพื่ออัดประจุไฟฟ้า

ข. การติดตั้งระบบส่งจ่ายไฟฟ้า (Main Distribution Board)

- การติดตั้งสายไฟฟ้าและช่องทางเดินสายไฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
2) เลือกสายไฟฟ้าชนิดทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1,000 โวลต์ (CV type)
3) ขนาดของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
4) สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าประเภทท่อหรือรางที่มีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

- การติดตั้งตู้ MDB รับไฟฟ้าจากระบบ
  1) ต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Mold Case Circuit Breaker, MCCB) ซึ่งมีค่าทนการลัดวงจรเป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบ
  2) ต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการลัดวงจร (Residual Circuit Device, RCD) ของวงจรย่อยชนิด 4 ขั้ว พร้อมวงจรป้องกันกระแสรั่วไหลที่จ่ายไปยังเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
  3) ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพื่อแสดงกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมายังตู้ MDB ชนิดหลอดไฟฟ้าหรือมิเตอร์แสดงแรงดันไฟฟ้าเข้า (Phase indicator device)
  4) ต้องติดตั้งวงจรป้องกันระบบแรงดันตก ขาด และ เกิน (Phase protection device) เพื่อป้องกันเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเสียหาย
  5) ต้องติดตั้งอุปกรณ์กับดักฟ้าผ่า (Surge protection device) ในตู้ MDB ยกเว้นในกรณีมีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวอยู่แล้วในเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

ค. คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

- ต้องมี Emergency stop อย่างน้อย 1 จุดในบริเวณที่สังเกตได้ง่าย
- ต้องมีมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งความผิดพลาดไม่เกิน 1% และสามารถส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCCP (Open Charge Point Protocol)
- รูปแบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต้องสอดรับกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากคุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีรายละเอียดขัดแย้ง ให้ยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นหลัก
- ข้อเสนอแนะของคุณสมบัติ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC charger และ DC charger แสดงดังตารางที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 คุณสมบัติและมาตรฐานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า EV Charger	**ตามมาตรฐานแบบ AC Charger**	**ตามมาตรฐานแบบ DC Charger**
1) การเชื่อมโยงสายไฟ	แรงดันไฟฟ้า 380-416 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิรตซ์, 3 เฟส รวมสาย Neutral และ สายดิน	แรงดันไฟฟ้า 380-416 โวลต์, ความถี่ 50 เฮิรตซ์, 3 เฟส รวมสาย Neutral และ สายดิน
2) การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน	Mode 2 และ 3, IEC 61851-1, และ IEC 61851-22	Mode 4, IEC 61851-1, และ IEC 61851-23, IEC 61851-24
3) Plug และ Socket	มาตรฐาน IEC 62196-1, IEC 62196-2	มาตรฐาน IEC 62196-1, IEC 62196-3
4) กำลังไฟฟ้าด้านออกสูงสุด	ตามข้อกำหนดของ กฟผ. กฟน. และ กฟภ.	ตามข้อกำหนดของ กฟผ. กฟน. และ กฟภ.
5) แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	380-416 โวลต์ (V_{ac})	ตามข้อกำหนดของ กฟผ. กฟน. และ กฟภ.
6) กระแสไฟฟ้าสูงสุด	ไม่เกิน 32 แอมแปร์	ตามข้อกำหนดของ กฟผ. กฟน. และ กฟภ.
7) ประสิทธิภาพ	-	ไม่น้อยกว่า 92%
8) ระดับความดังของเสียงขณะทำงาน	-	ไม่เกิน 65 เดซิเบล ที่ระยะ 4.8 เมตร
9) การสูญเสียจากการไม่มีโหลด	-	ไม่เกิน 250 วัตต์
10) Index protection	ไม่น้อยกว่า IP54 (IEC 60529)	ไม่น้อยกว่า IP54 (IEC 60529)
11) User dialoque	-	Backlit LCD graphic screen หรือ Touch screen
12) Mechanical impact	IK08 (IEC 62262)	IK08 (IEC 62262)
13) อุณหภูมิ ณ เวลาทำงาน	0°C ถึง 50°C	0°C ถึง 50°C
14) การเชื่อมโยงสื่อสาร	สามารถส่งข้อมูลการอัดประจุผ่านระบบ OCPP	สามารถส่งข้อมูลการอัดประจุผ่านระบบ OCPP
15) การเชื่อมโยงเครือข่าย	TCP/IP	TCP/IP
16) Gateway	Modem หรือ Wifi หรือ LAN หรือ Mobile network	Modem หรือ Wifi หรือ LAN หรือ Mobile network

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ง. ข้อกำหนดการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

- ในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง ประกอบด้วย กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ ให้ผู้ประกอบการดำเนินการตามคำแนะนำการติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง
- ในพื้นที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่ไม่รวม กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ ให้ผู้ประกอบการดำเนินการตามคำแนะนำการติดตั้งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มาตรฐานความปลอดภัยในการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การติดตั้งสถานีอัดประจุในเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถทำได้โดยมีระยะความปลอดภัยและข้อกำหนดต่างๆ ตามพระราชบัญญัติควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง และอนุบัญญัติต่าง ๆ ดังนี้

1) กฎกระทรวง สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2552
2) กฎกระทรวง ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าของสถานที่ประกอบกิจการน้ำมัน พ.ศ. 2556
3) กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2529) ออกตามความในประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 28 ลงวันที่ 29 ธันวาคม 2514
4) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซ
5) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดประเภทของบริเวณอันตรายและระยะห่างของบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซแต่ละประเภทที่จะต้องใช้ระบบไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้มาตรฐานขั้นต่ำ
6) ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรฐานความปลอดภัยของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ที่กรมธุรกิจพลังงานมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2546
7) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตรายและมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าภายในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ
8) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง คุณสมบัติและคุณวุฒิของวิศวกรทดสอบและตรวจสอบถังเก็บขยะจ่ายก๊าซ ถังขนส่งก๊าซ ระบบท่อก๊าซและอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ยังมีประเด็นในเรื่องความปลอดภัยที่อาจจะเกิดขึ้นจากการระเบิดหรือการเกิดประกายไฟจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีกฎกระทรวงว่าด้วย เรื่อง ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า พ.ศ. 2556 ซึ่งได้กำหนดบริเวณอันตรายของสถานที่ประกอบกิจการน้ำมันไว้เป็น 2 แบบ ได้แก่

1. บริเวณอันตรายแบบที่ 1 หมายถึง บริเวณที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
   - บริเวณที่ในภาวะการทำงานปกติมีก๊าซหรือไอ ที่มีการความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้
   - บริเวณที่อาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้อยู่บ่อย ๆ เนื่องจากการซ่อมแซมบำรุงรักษาหรือรั่ว
   - บริเวณที่เมื่อบริภัณฑ์เกิดความเสียหายหรือทำงานผิดพลาด อาจทำให้เกิดก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้ และอาจทำให้บริภัณฑ์ขัดข้องและกลายเป็นแหล่งกำเนิดประกายไฟได้
2. บริเวณอันตรายแบบที่ 2 หมายถึง บริเวณที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
   - บริเวณที่ใช้เก็บของเหลวติดไฟซึ่งระเหยง่ายหรือก๊าซที่ติดไฟได้ ซึ่งโดยปกติของเหลว ไอ หรือก๊าซจะถูกเก็บไว้ในภาชนะหรือระบบที่ปิด และอาจรั่วออกมาได้เฉพาะในกรณีที่บริภัณฑ์ทำงานผิดปกติ
   - บริเวณที่มีการป้องกันการติดไฟเนื่องจากก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นเพียงพอ โดยใช้ระบบระบายอากาศซึ่งทำงานโดยเครื่องจักรกลและอาจเกิดอันตรายได้หากระบบระบายอากาศขัดข้องหรือทำงานผิดปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณอันตรายแบบ 1 และอาจได้รับการถ่ายเทก๊าซหรือ ไอ ที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้ในบางครั้ง ถ้าไม่มีการป้องกันโดยการทำให้ความดันภายในห้องสูงกว่าความดันบรรยากาศ โดยการดูดอากาศสะอาดเข้ามาภายในห้อง และมีระบบตรวจสอบด้านความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ หากระบบการอัดและระบายอากาศขัดข้องหรือทำงานผิดปกติ

2.2 แนวคิด ทฤษฎี ในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.2.1 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต (Demand Forecast)

งานวิจัยของ Qian ในปี 2005 ได้นำเสนอแบบจำลองในการคาดการณ์ปริมาณยานยนต์ในอนาคต ที่มีลักษณะเส้นโค้งรูปตัว S (S-Curve) คือ มีการเพิ่มขึ้นช้า ๆ ในช่วงเริ่มต้น และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงกลาง และอัตราการเพิ่มขึ้นจะค่อย ๆ ช้าลงจนถึงจุดอิ่มตัวที่ค่า ๆ หนึ่ง ด้วยการ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นเจ้าของรถกับการเติบโตทางเศรษฐกิจ แบบจำลองที่มีลักษณะเส้นโค้งรูปตัว S ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ Gompertz Model และ GDP elastic coefficient method แต่แบบจำลองทั้ง 2 นี้ขึ้นอยู่กับการคำนวณ GDP ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการคาดการณ์ GDP ได้ (Ma et al., 2012)

นอกจากนี้แบบจำลองที่มีลักษณะเส้นโค้งรูปตัว S (S-Curve) ที่ได้รับความนิยมในการคาดการณ์ปริมาณยานยนต์ในอนาคต ได้แก่ Sales with survival rate method ซึ่งเป็นการคาดการณ์ปริมาณยานยนต์โดยใช้ยอดขายยานยนต์ใหม่และอัตราการอยู่รอดของยานยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากนโยบายการสนับสนุนจากรัฐบาล แนวโน้มการเติบโตของเศรษฐกิจ ในขณะที่แบบจำลอง The income structure method ให้ความสำคัญของโครงสร้างรายได้ของประชาชนมีอิทธิพลต่อความเป็นเจ้าของยานยนต์ ปริมาณยานยนต์จะขึ้นอยู่กับระดับรายได้และการเติบโตทางเศรษฐกิจ (Ma et al., 2012)

งานวิจัยของ Linwei Ma และคณะ ได้พัฒนา Hybrid model ประกอบด้วย 1) Vehicle population module 2)The passenger traffic module และ 3)The freight traffic module เพื่อพยากรณ์สถานการณ์ความต้องการทางด้านการคมนาคมของประเทศจีนในอนาคต สำหรับการพยากรณ์ปริมาณยานพาหนะทั้งหมดด้วยวิธี Vehicle population นั้น จะใช้วิธี GDP elastic coefficient method ร่วมกับวิธี Average vehicle mileage travelled method เพื่อให้ได้ปริมาณการจราจรบนถนนทั้งหมด (Ma et al., 2012)

สำหรับในประเทศไทย ได้มีการคาดการณ์ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคตเพื่อจัดเตรียมความพร้อมและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าให้สามารถรองรับความต้องการไฟฟ้าในอนาคต โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2016) ซึ่งได้อ้างอิงสมการเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร (Vehicle ownership) กับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว (GDP per capita) จากงานวิจัยของ Kenneth Button และคณะ (Button et al., 2016) ดังสมการ (1) เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของจำนวนยานยนต์ที่สะสมอยู่ในระบบในแต่ละปี (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2016)

$$VO = \frac{S}{1+ e^{-a} GDP_{cap}^{-b}} \qquad (1)$$

เมื่อ VO (Vehicle Ownership) คือ จำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร

S (Saturated Vehicle Ownership) คือ ค่าอิ่มตัวของจำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร

GDP_{cap} (GDP per Capita) คือ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว

แบบจำลองดังกล่าวมีลักษณะเส้นโค้งรูปตัว S (S-curve) เช่นกัน ซึ่งจะมีความใกล้เคียงกับลักษณะการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานยนต์ที่จะมีค่าอิ่มตัวของจำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร จากแบบจำลองดังกล่าวสามารถพยากรณ์จำนวนยานยนต์ที่สะสมในระบบในอนาคตได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560-2579

ปี	จำนวนยานยนต์สะสม (คัน)	จำนวนยานยนต์ใหม่ (คัน)	ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า (%)	สัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ (%)	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ (คัน)	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม (คัน)
2558	6,957,743	458,175				
2559	7,679,150	721,407		0.14	1,000	1,000
2560	8,499,504	820,355	0.50	0.64	5,239	6,239
2561	9,316,721	817,217	0.50	1.14	9,305	15,544
2562	10,144,362	827,641	0.50	1.64	13,562	29,106
2563	11,039,147	894,785	0.50	2.14	19,136	48,242
2564	11,965,750	926,603	0.50	2.64	24,450	72,692
2565	12,898,875	933,125	1.00	3.64	33,953	106,645
2566	13,852,371	953,495	1.00	4.64	44,229	150,874
2567	14,844,668	992,297	1.00	5.64	55,952	206,826
2568	15,846,167	1,001,498	2.00	7.64	76,501	283,327
2569	16,846,721	1,000,554	2.50	10.14	101,442	384,769
2570	17,844,496	997,775	2.50	12.64	126,105	510,874
2571	18,815,150	970,655	2.50	15.14	146,944	657,818
2572	19,760,232	945,082	2.50	17.64	166,699	824,517
2573	20,673,002	912,770	2.50	20.14	183,819	1,008,336
2574	21,573,839	900,838	2.50	22.64	203,937	1,212,273
2575	22,431,972	858,132	2.50	25.14	215,723	1,427,996
2576	23,242,528	810,556	1.50	26.64	215,921	1,643,917
2577	24,006,741	764,213	1.50	28.14	215,039	1,858,956
2578	24,720,614	713,873	1.50	29.64	211,582	2,070,538
2579	25,379,641	659,027	1.50	31.14	205,212	2,275,750

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยสรุป ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณการสถานการณ์การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคตนั้นมีความซับซ้อน และประกอบด้วยหลายปัจจัย อาทิเช่น โครงสร้างพื้นฐานด้านระบบไฟฟ้า พฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า (เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีรูปแบบและวิธีการอัดประจุไฟฟ้า ขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าแตกต่างกัน) ราคายานยนต์ไฟฟ้า ราคาเชื้อเพลิง ความจุของแบตเตอรี่ไฟฟ้าและระยะที่รถสามารถเดินทางได้ ความพร้อมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า รายได้ส่วนบุคคล การเติบโตของ GDP รวมถึงมาตการในการสนับสนุนของรัฐบาล (Arias & Bae, 2017; Energy Policy and Planning Office, 2015; Ma et al., 2012; Moon H. Bin., Park, Jeong, & Lee, 2018; She, Sun., Ma, & Xie, 2017)

2.2.2 แนวคิด ทฤษฎี พฤติกรรมการเลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การสำรวจและการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ก่อนที่จะมีการก่อสร้างสถานีบริการประจุไฟฟ้ามีความสำคัญมาก Ralf Philipsen และคณะ นำเสนอหลักเกณฑ์การเลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในมุมมองของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Philipsen et al., 2015) ได้แก่

(1) การใช้งานได้ 2 วัตถุประสงค์ (Dual use) ซึ่งผู้ใช้รถสามารถอัดประจุไฟฟ้า ในขณะที่สามารถทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้

(2) เส้นทางเดียวกัน (Habit compatibility) ผู้ใช้รถส่วนใหญ่ไม่เต็มใจที่จะเปลี่ยนเส้นทางขับรถที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น สถานีอัดประจุไฟฟ้า ต้องอยู่ในเส้นทางเดียวกับเส้นทางที่ใช้อยู่ประจำ

(3) การเข้าถึง (Accessibility) การที่ผู้ใช้รถสามารถเข้าถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้า และความหนาแน่นของการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องไม่มากจะเกินไปจนทำให้ผู้ใช้รถเสียเวลา ซึ่งอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของวัน ปริมาณการจราจร และรูปแบบเส้นทางของแต่ละบุคคล

(4) การมองเห็น (Visibility) เมื่อผู้ใช้รถมีทางเลือกเนื่องจากมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวนมาก การมองเห็นเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จำเป็นสำหรับที่ตั้งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

(5) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ผู้ใช้รถมีความคาดหวังว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะเปิดให้บริการแน่นอน สามารถให้บริการได้เมื่อผู้ใช้รถมีความจำเป็นต้องอัดประจุให้กับรถ มีที่จอดรถเพียงพอเพื่อหลีกเลี่ยงการรอคอยนาน นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบให้แน่ใจด้วยว่าตำแหน่งที่รถจอด ไม่ได้จอดเกินความจำเป็นสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า และต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานีอัดประจุไฟฟ้าเช่นเดียวกับสถานีบริการน้ำมัน

(6) ความปลอดภัย (Safety) ซึ่งประกอบไปด้วยความปลอดภัยสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และความปลอดภัยสำหรับคนขับและผู้โดยสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(7) การเชื่อมต่อเครือข่ายระบบขนส่งสาธารณะ (Connection to the public transportation network) สำหรับกรณีที่ผู้ใช้รถเดินทางโดยรถยนต์ไฟฟ้าในตอนเช้าและจากนั้นจึงขึ้นรถสาธารณะไปทำงาน สถานีจะต้องมีที่สำหรับให้บริการอัดประจุไฟฟ้าเพียงพอสำหรับการจอดเป็นเวลานาน นอกจากนี้ ผู้ใช้รถยังต้องการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาสั้นๆ สำหรับการทำกิจกรรม 1-2 ชั่วโมงเพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรติดขัด

(8) ความจำเป็น (Necessity) ความจำเป็นที่ต้องได้รับการอัดประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็วเพื่อให้สามารถขับขี่บนเส้นทางที่มีระยะทางเกินกว่าระยะทางปกติของแบตเตอรี่ เช่น การเดินทางบนมอเตอร์เวย์และถนนสายหลักที่ใช้เวลายาวนาน

ปัจจัยด้านการกำหนดราคาในการอัดประจุไฟฟ้ามีผลต่อผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในการเลือกสถานีอัดประจุไฟฟ้า หากกำหนดราคาคงที่ ผู้ใช้ EV จะเลือกสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด โดยจะคำนวณเวลาในการเดินทางและเวลาในการเข้าคิวเพื่อรอเติมประจุไฟฟ้า นอกจากนี้การเลือกสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าและค่าเดินทางไปยังสถานี ซึ่งผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะตัดสินใจโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าโดยเปรียบเทียบ (Lokesh & Hui Min, 2017)

แบบจำลองในการทำนายการตัดสินใจเลือกใช้สถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นภายใต้สมมติฐานที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (User behavior) Fang Guo และคณะได้พัฒนาโมเดลในการทำนายตำแหน่งสถานีชาร์จแบตเตอรี่ (EV-BCSLP) ที่ผู้ใช้ EV จะเลือกใช้โดยคำนึงถึงความวิตกกังวลเกี่ยวกับระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้และความอดทน (Tolerance) ที่ผู้ใช้สามารถยอมรับได้ในการหาสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า (Guo et al., 2018) ในขณะที่ Woosuk Yang สร้างแบบจำลองการตัดสินใจเลือกใช้เครือข่ายบริการอัดประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็ว (Fast charging stations) ภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ และสามารถตอบสนองความต้องการสูงสุด การวิเคราะห์ทางเลือกเพื่อให้ได้อรรถประโยชน์สูงสุดนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการเลือกของผู้ใช้รถ (The user-choice behavior) โดยพิจารณาจากระยะทางที่ออกนอกเส้นทาง ความสามารถในการอัดประจุไฟฟ้าหรือจำนวนที่อัดประจุไฟฟ้า และสถานที่จุดหมายปลายทาง เป็นต้น (W. Yang, 2018b)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.3 แนวคิด ทฤษฎี การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ทฤษฎีแหล่งที่ตั้ง (Location theory) โดย Alfred Weber นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมัน ผู้ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาของทฤษฎีแหล่งที่ตั้งทางธุรกิจ Weber ได้พัฒนาทฤษฎีนี้จากแนวความคิดของ Johann Henrich Von Thunen และ Wilhelm Launhardt โดยได้นำปัจจัยที่

เกี่ยวข้องกับแหล่งที่ตั้งมาวิเคราะห์ภายใต้สมมติฐานที่กำหนด แบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีบริการน้ำมัน ถูกพัฒนามาจาก Location model อาทิเช่น Flow-interception location model (FILM), Flow capturing location model (FCLM), Flow-refueling location problem (FRLP), Stochastic flow capturing location model (SFCLM), Flow refilling location model (FRLM), Multipath Refueling Location Model (MPRLM), A multi-period multipath refueling location model (M^2PRLM)

2.2.3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อทำเลสถานีอัดประจุไฟฟ้า

งานวิจัยของ Jin-peng Liu และคณะ ได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการกระจายตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าออกเป็น 4 ด้าน (Liu et al., 2018) ได้แก่

(1) ปัจจัยด้านพลังงาน (Energy subsystem) ประกอบด้วย การจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงสูงสุดและต่ำสุด, โครงสร้างพื้นฐานในการจ่ายไฟฟ้า, การกระจายตัวของการใช้ไฟฟ้า

(2) ปัจจัยด้านผู้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (User subsystem) ประกอบด้วย พฤติกรรมการเติมประจุไฟฟ้า, การกระจายตัวของประชากร, ระดับรายได้ของประชากร

(3) ปัจจัยด้านตารางกิจกรรม (Scheduling subsystem) ประกอบด้วย การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า, ความต้องการในการเติมประจุไฟฟ้า, ช่วงเวลาของการจ่ายไฟ

(4) ปัจจัยด้านสังคม (Society subsystem) ประกอบด้วย ระบบการขนส่ง, การอุดหนุนจากรัฐบาล, การใช้ที่ดิน, กลยุทธ์ในการดำเนินการ

นอกจากนี้ Shengyin Li และคณะ ยังพบว่า การกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของเมือง, ระยะทางที่สามารถวิ่งได้ (Range) ของรถยนต์ไฟฟ้า, ประเภทของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Li et al., 2016) ก็ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในกลยุทธ์การกำหนดตำแหน่งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.3.2 แบบจำลองการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

นักวิจัยได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ถูกพัฒนามาจากแบบจำลองในการกำหนดตำแหน่งสถานีบริการน้ำมัน โดยปรับให้สอดคล้องกับบริบทของยานยนต์ไฟฟ้าและพฤติกรรมของผู้ใช้

จากการทบทวนงานวิจัยแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (Lee & Han, 2017)คือ

1. Node-based approach , Spatial approach แบบจำลองที่นิยมใช้คือ p-center , p-median ซึ่งมีแนวคิดในการให้บริการครอบคลุมในพื้นที่นั้นให้ได้มากที่สุด ด้วยจำนวนสถานีที่

น้อยที่สุด ณ จุดศูนย์กลาง วิธีนี้นิยมใช้กับการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเมือง (Intra city)

2. Flow-based approach เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กับการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง (Inter city) โดยวิเคราะห์จุดเริ่มต้นและปลายทางของการเดินทาง (Origin-Destination) ยานยนต์ไฟฟ้ามีข้อจำกัดในเรื่องระยะทาง และต้องมีการเติมประจุไฟฟ้าระหว่างทาง แนวคิดหลักคือการแบ่งเส้นทางที่ยาวออกเป็นหลายกลุ่ม และติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มหรือที่จุดเชื่อมต่อระหว่างสองกลุ่มที่อยู่ติดกัน

การวิจัยเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในตัวเมือง (Intra city) และระหว่างเมือง (Inter city) นั้นมีแนวทางที่แตกต่างกัน ดังนี้

การวิจัยเพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในตัวเมือง (Intra city) แนวทางที่นิยมคือกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้านี้ไว้ใกล้กับศูนย์กลางของเมือง, บ้าน, ศูนย์การค้า และที่ทำงาน เพื่อลดต้นทุนการเข้าถึงของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า การออกแบบตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้ามักถูกกำหนดด้วยวิธี p-center , p-median location model และการทำ Optimization (W. Yang, 2018a) ตัวอย่างงานวิจัยของ Zhi-Hong Zhu และคณะ ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานี ให้มีต้นทุนต่ำสุด ทั้งต้นทุนการก่อสร้างของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและความสะดวกในการเติมประจุไฟฟ้าของนักท่องเที่ยว โดยประยุกต์ใช้รูปแบบการเดินทางในสภาพแวดล้อมในเมือง (Zhu et al., 2016) งานวิจัยของ Zhuo Sun และคณะ ได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อกำหนดตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามลักษณะพฤติกรรมการเดินทาง และเครือข่ายการจราจรในเขตเมือง (Sun et al., 2018) อีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมคือการใช้ข้อมูลการขับขี่ในโลกแห่งความเป็นจริงและกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เช่น งานวิจัยของ Ip และคณะ ได้เสนอวิธีการจัดกลุ่มแบบลำดับขั้น (Hierarchical clustering method) เพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็ว (Fast-charging station) โดยการแปลงข้อมูลถนนให้เป็นกลุ่ม และกำหนดให้มีสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็ว 1 สถานีในแต่ละกลุ่มโดยไม่ได้ระบุตำแหน่งที่ชัดเจน งานวิจัยของ Natascia Andrenacci และคณะ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจริงเกี่ยวกับการใช้ยานพาหนะที่ใช้น้ำมันในเขตเมืองของกรุงโรม เพื่อจัดทำยุทธศาสตร์การจัดสรรโครงสร้างพื้นฐานของสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เหมาะสม ด้วยวิธี Fuzzy clustering (Andrenacci et al., 2016) Mortimer และคณะ เสนอรูปแบบการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนภาคเอกชน โดยการวิเคราะห์สถานที่ที่สนใจร่วมกัน

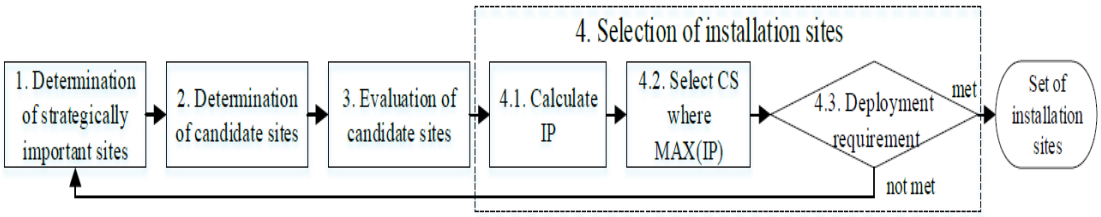
(Common interest) เช่น ร้านอาหาร ร้านค้า บาร์ และสปอร์ตคลับ ด้วยแบบจำลองการถดถอย เพื่อแนะนำตำแหน่งที่ควรติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะในเยอรมนี (Mortimer et al., 2022) Shabbar และคณะ ศึกษาความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าและจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานี ด้วยแบบจำลอง Markov Chain Network พวกเขานำเสนออัลกอริธึม Grey Wolf Optimization (GWO) ในการวิเคราะห์ตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ดีที่สุดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำไรสุทธิสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณและเส้นทาง (Shabbar et al., 2021) He และคณะ เสนอรูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในเมืองที่มีความหนาแน่นสูงโดยพิจารณาทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์ สำหรับการวิเคราะห์ด้านอุปทาน ใช้การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ ในขณะที่ด้านอุปสงค์ถูกประมาณโดยแบบจำลอง Probit ผลการศึกษาแนะนำให้มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติมที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมประหยัดกว่าการสร้างสถานีใหม่ (S. Y. He et al., 2022)

การวิจัยเพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง (Inter city) ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก Flow-based approach ที่นำเสนอโดย Hodgson ในปี 1990 (Csonka & Csiszár, 2017)โดยคำนึงถึงข้อจำกัดที่สำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า คือ สามารถวิ่งได้ในระยะทางที่จำกัด และต้องหยุดหลายครั้งเพื่อเติมประจุไฟฟ้าก่อนที่จะสามารถเดินทางถึงปลายทางได้งานวิจัยของ Kuby และ Lim นำเสนอ Flow refueling location model (FRLM) ซึ่งเป็นแบบจำลองรูปแบบการเติมเชื้อเพลิง โดยการแบ่งเส้นทางที่กำหนดออกเป็นหลายส่วน ซึ่งระยะทางของแต่ละกลุ่มมีระยะทางสั้นกว่าหรือเท่ากับช่วงการเดินทางของยานยนต์ไฟฟ้า และใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อเลือกการตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ครอบคลุมปริมาณการเดินทางด้วยยานยนต์ไฟฟ้า ด้วยจำนวนสถานีที่น้อยที่สุด (Kuby & Lim, 2005) งานวิจัยของ Fei Wu และ Ramteen Sioshansi ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อเพิ่มตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบรวดเร็ว ซึ่งมีปริมาณความต้องการเติมประจุไฟฟ้าไม่แน่นอน ด้วยการใช้ Stochastic flow capturing location model (SFCLM) โดยใช้กรณีศึกษาในเขตโอไฮโอตอนกลาง (Wu & Sioshansi, 2017) งานวิจัยของ Huang และคณะ ได้นำเสนอแบบจำลอง Multipath refueling location model (MPRLM) ซึ่งพิจารณากรณีที่นักเดินทางต้องหยุดเพื่อเติมเชื้อเพลิงในระหว่างเส้นทาง งานวิจัยของ Shengyin Li และคณะ ได้เสนอแบบจำลอง A multi-period multipath refueling location model (พัฒนามาจากแบบจำลอง MPRLM) ซึ่งเป็นแบบจำลองในการขยายเครือข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการเดินทางระหว่างเมืองที่กำลังเติบโต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนรวมของการติดตั้งสถานีใหม่และการเปลี่ยนทำเลของสถานีที่มีอยู่เดิม และได้มีการจำลองการใช้งานแบบจำลองดังกล่าวในรัฐเซาท์แคโรไลนา (Li et al., 2016) ส่วนงานวิจัยของ Xi และคณะ ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (A

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

simulation–optimization charging infrastructure location model) เพื่อกำหนดตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้รองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และจำลองการใช้งานแบบจำลองดังกล่าวในภูมิภาคโอไฮโอ (Xi et al., 2013) งานวิจัยของ Mehrnaz Ghamami และคณะ เสนอแนวทางในการกำหนดโครงสร้างพื้นฐานสำหรับอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการเดินทางระหว่างเมืองระยะไกลด้วยแบบจำลองเส้นทาง (A general corridor model) โดยมีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนโดยรวมของระบบ ซึ่งรวมถึงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน, ค่าใช้จ่ายของแบตเตอรี่ และค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า แบบจำลองนี้เหมาะกับการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามแนวทางหลวง (Ghamami et al., 2016)

งานวิจัยของ Bálint Csonka และ Csaba Csiszár นำเสนอวิธี Multicriteria ในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง (Inter city) (Csonka & Csiszár, 2017) ดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 24 ลำดับขั้นในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง

ที่มา: Csonka & Csiszár, 2017

ขั้นตอนในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าระหว่างเมือง (Inter city) ประกอบด้วย

1. กำหนดบริเวณที่มีความสำคัญทางด้านยุทธศาสตร์
2. กำหนดสถานที่ที่เป็นตัวเลือก
3. กำหนดเกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสมของสถานที่ที่เป็นตัวเลือก เพื่อคัดเลือกสถานที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า
4. เลือกสถานที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ด้วยวิธีการคำนวณแบบต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้วิธี Optimization ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันเพื่อวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยแบ่งเทคนิคเป็นกลุ่ม ได้แก่

Genetic Algorithm (GA)

1. Particle Swarm Optimization (PSO), Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) (Chen et al., 2018)
2. Integer programming

งานวิจัยของ Fang He และคณะ ซึ่งได้ศึกษาวิธีการกำหนดตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เหมาะสม ด้วยโปรแกรมทางคณิตศาสตร์สองระดับ (Bi-level mathematical program) และแก้ปัญหาด้วย Genetic algorithm โดยพิจารณาพฤติกรรมการเติมประจุไฟฟ้าของผู้ขับขี่ ด้วยข้อจำกัดในเรื่องระยะทางและความจุของแบตเตอรี่ ผลการวิจัยแสดงถึงสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ประเภทของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้ง รวมทั้งคาดการณ์การใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ (F. He et al., 2015) งานวิจัยของ Jia He และคณะ ได้นำเสนอการคำนวณหาทำเลที่สมเหตุสมผลด้วยแบบจำลองโปรแกรมสองระดับ (Bi-level programming model) โดยคำนึงถึงระยะทางในการขับขี่ของยานยนต์ไฟฟ้า (Range) เพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (J. He et al., 2018)

2.2.3.3 การวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

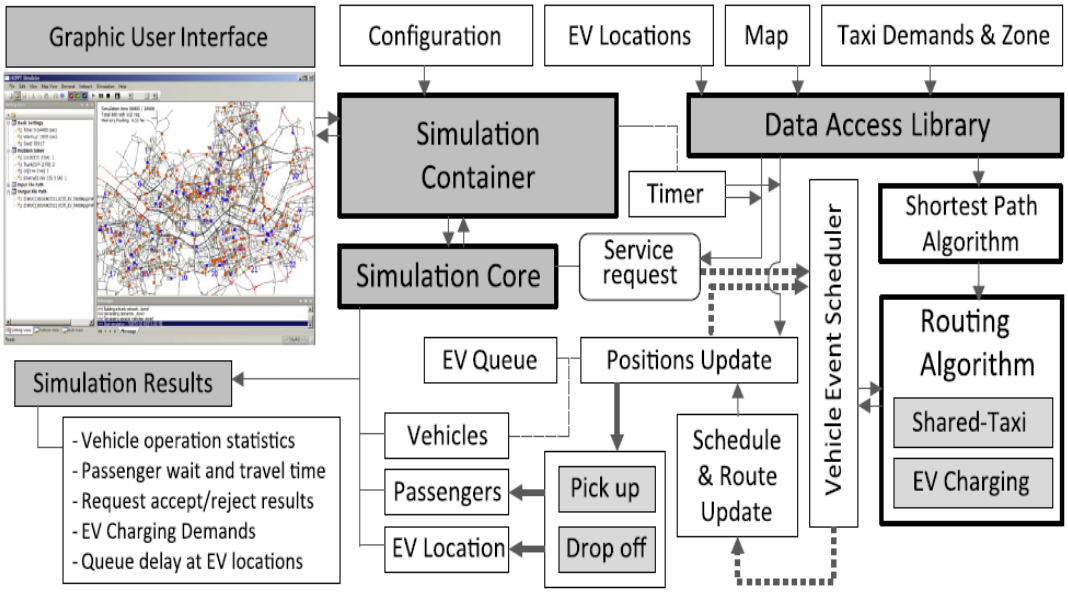
อย่างไรก็ตาม แบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้าข้างต้นไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าได้ เนื่องจากรถแท็กซี่มีความแตกต่างจากยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลในแง่ของข้อมูลการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทาง (Origin-Destination, OD) เพื่อวิเคราะห์หาสถานที่อัดประจุไฟฟ้าที่ดีที่สุด โดยทั่วไป รถแท็กซี่ให้บริการลูกค้ามากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวันที่ รถแท็กซี่ไฟฟ้ามักจะเติมประจุไฟฟ้าหลังจากที่ส่งลูกค้าถึงที่หมายแล้ว เนื่องจากการอัดประจุไฟใช้เวลานาน ดังนั้นการอัดประจุไฟฟ้าของแท็กซี่ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีผู้โดยสาร แบบจำลองที่มีอยู่บนพื้นฐานของ OD ไม่ได้พิจารณาสถานะของผู้โดยสาร จึงไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า นอกจากนี้รถแท็กซี่ไฟฟ้าแตกต่างจากยานยนต์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่สามารถเติมประจุไฟฟ้าที่บ้านได้ในช่วงกลางคืนวันละครั้งก็เพียงพอสำหรับการใช้งาน เพราะแท็กซี่ไฟฟ้าใช้งานทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนรวมเป็นระยะทางประมาณ 400-600 กิโลเมตรต่อวัน

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่จึงนับเป็นตัวกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่แท้จริง (Han et al., 2016)

จากการทบทวนงานวิจัยก่อนหน้าซึ่งเป็นศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งสถานีประจุอัดไฟฟ้าเพื่อรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยใช้รถแท็กซี่เป็นรูปแบบในการศึกษา ดังนี้

งานวิจัยของ Jaeyoung Jung และคณะ เสนอแบบจำลอง Stochastic dynamic itinerary-interception refueling location problem with queue delay (SDIRQ) ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของแท็กซี่ที่มีลักษณะพลวัตร (Dynamic) บนเครือข่ายถนนในกรุงโซล ประเทศเกาหลี บนพื้นที่ 603 ตร.กม. ร่วมกับการคำนวณระยะเวลาในการรอคิว ภายใต้สถานีอัดประจุไฟฟ้า 100 สถานี และสถานีบริการเชื้อเพลิงอีก 22 สถานี รองรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าจำนวน 600 คัน แบบจำลองดังกล่าวมีการคำนวณ Optimization 2 ระดับ (Bi-level optimization model) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน (Jung et al., 2014) คือ

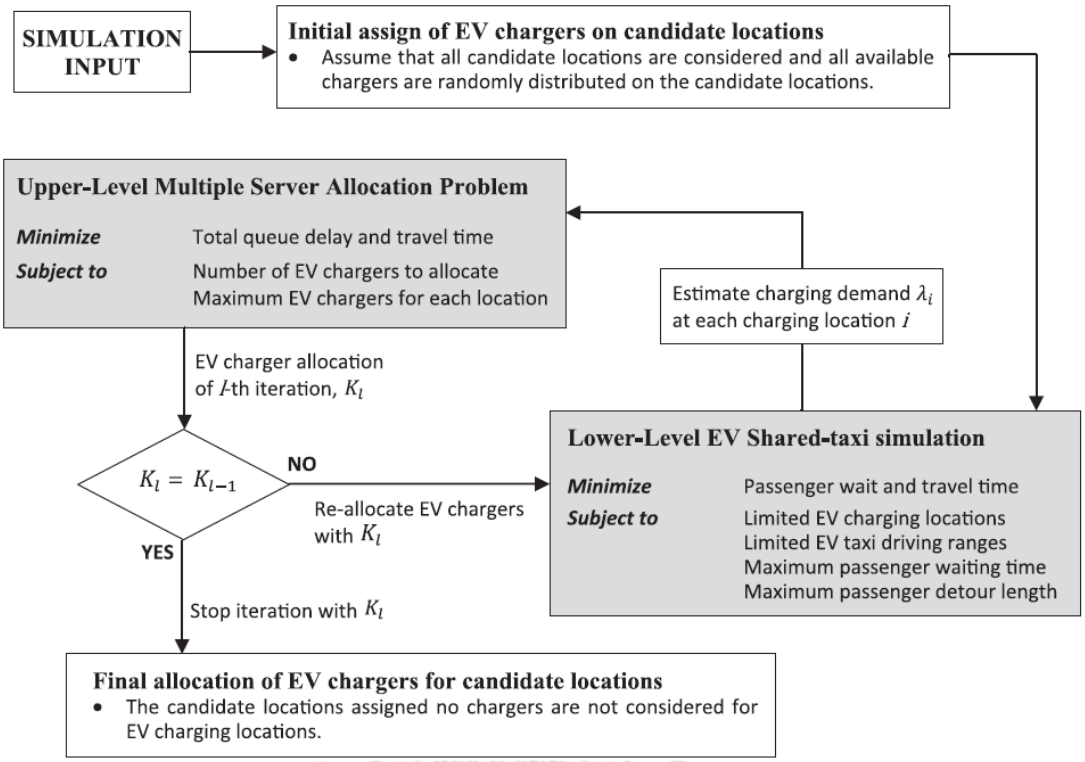
1. The lower-level เป็นการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าร่วมกันเพื่อลดการเรียกแท็กซี่และลดเวลาเดินทางของผู้โดยสาร ดังแสดงในรูปที่ 25 ผลลัพธ์ที่ได้กจะถูกนำไปวิเคราะห์ใน The upper-level



รูปที่ 25 The lower-level

ที่มา: Jung et al., 2014

2. The upper-level เป็นการวิเคราะห์เพื่อเสนอทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 26



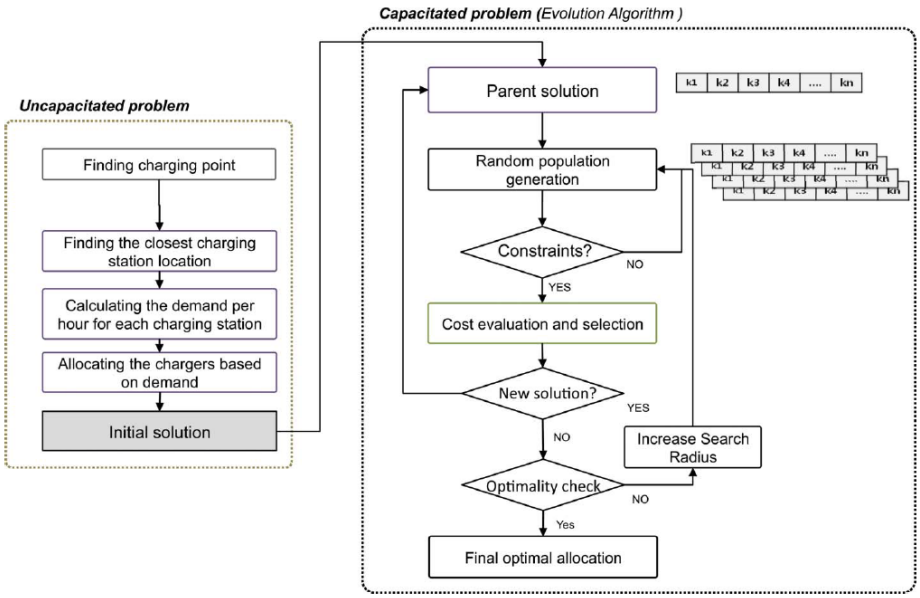
รูปที่ 26 The upper-level

ที่มา: Jung et al., 2014

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยของ Daehee Han และคณะ ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อกำหนดที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมการเดินทางของแท็กซี่ไฟฟ้า โดยใช้เส้นทางการเดินทางจริงของแท็กซี่ (Trajectory-interception method) ในเขตปกครองเมือง Daejeon ประเทศเกาหลีใต้ จากข้อมูล GPS ที่ติดบนแท็กซี่ 1,000 คัน และข้อมูลประสิทธิภาพแบตเตอรี่ของรถแท็กซี่ไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนที่ 1 จะเป็นการคำนวณหาจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้เพียงพอสำหรับความต้องการโดยไม่จำกัดจำนวนเครื่องต่อสถานี โดยการสกัดข้อมูลจากการเดินทางจริงของแท็กซี่ LPG และข้อมูลประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ในแท็กซี่ไฟฟ้า จากนั้นจะนำทำเลที่มีความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลามา Map เพื่อหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด ทำให้ได้ข้อมูลจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งในแต่ละสถานี และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสู่ขั้นตอนที่ 2 คือการคำนวณ

Optimization เพื่อหาตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ดีที่สุดและจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแต่ละสถานี ภายใต้ข้อจำกัด จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสูงสุดสำหรับแต่ละสถานีตามขนาดพื้นที่ของสถานี Daehee Han และคณะ เพิ่มประสิทธิภาพการคำนวณ Optimization ด้วยองค์ประกอบของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าที่ดีที่สุดภายใต้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด และแก้ปัญหาด้วย Evolution algorithm (EA) (Han et al., 2016) ดังแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27 กรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาทำเลของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

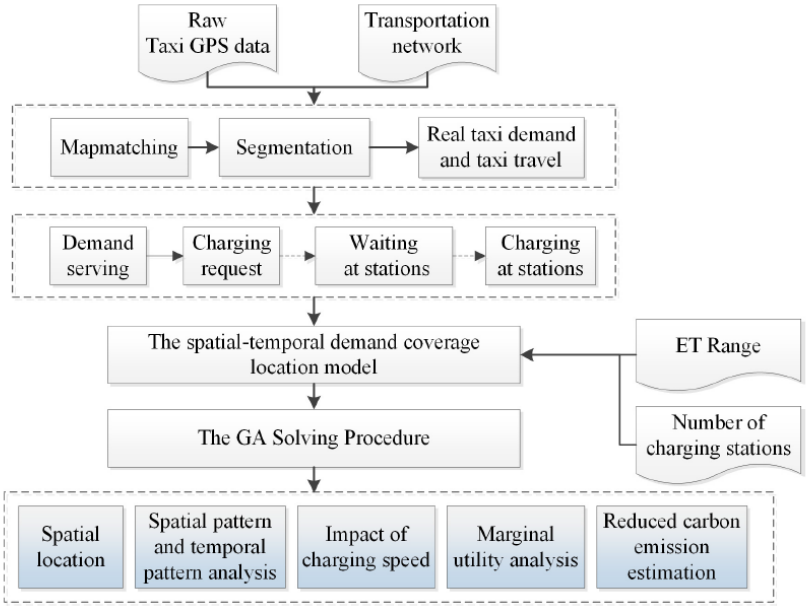
ที่มา: Han et al., 2016

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิจัยนี้อนุมานว่าแท็กซี่ไฟฟ้าเริ่มดำเนินการโดยแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้า 100% จากนั้นเมื่อแบตเตอรี่ลดลงเหลือ 15% แท็กซี่ไฟฟ้าจะต้องการเติมประจุไฟฟ้า และในขณะนั้นไม่มีผู้โดยสาร รถแท็กซี่จะเคลื่อนที่ไปสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด หากในขณะนั้นมีผู้โดยสารอยู่ รถแท็กซี่จะให้บริการแก่ผู้โดยสารก่อน จากนั้นจะเคลื่อนที่ไปสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด การวิจัยนี้พิจารณาเฉพาะที่จอดรถของบริษัทแท็กซี่เป็นที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และตั้งสมมติฐานว่า บริษัทรถแท็กซี่จะแบ่งปันสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้แท็กซี่ของบริษัทอื่นมาใช้บริการได้เพื่อช่วยประหยัดต้นทุนค่าเช่า Daehee Han และคณะ พบว่า จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและทำเลของสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะมีผลต่อการลดต้นทุนทั้งหมด

งานวิจัยของ Wei Tu และคณะ ได้ศึกษาการเดินทางของแท็กซี่จากข้อมูล GPS ของแท็กซี่ในเมืองเซินเจิ้น ประเทศจีน เพื่อกำหนดที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้แบบจำลองที่ครอบคลุม

ความต้องการเชิงพื้นที่และเวลา (Spatial-temporal demand coverage location approach) แท็กซี่ในเซินเจิ้นมีจำนวนประมาณ 15,000 คัน สถิติการรับส่งผู้โดยสารประมาณ 420,000 ถึง 460,000 เที่ยวต่อวัน รถแท็กซี่แต่ละคันได้รับการติดตั้ง GPS เชื่อมต่อกับสถานี ซึ่งจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับบัตรประจำตัวผู้ขับขี่ เวลา ตำแหน่ง ความเร็ว และสถานะการทำงาน โดยมีช่วงสุ่มตัวอย่างระหว่าง 40 ถึง 80 วินาที การระบุสถานการณ์ทำงานเป็นตัวแปรไบนารีโดยเมื่อแท็กซี่ให้บริการลูกค้าอยู่สถานะจะถูกบันทึกเป็น 1 หากรถแท็กซี่ว่างอยู่จะถูกระบุเป็น 0 ดังนั้นจึงสามารถระบุข้อมูลเวลาและสถานที่ที่รับส่งผู้โดยสารได้จากข้อมูล GPS ของแท็กซี่ โดยมีกระบวนการในการวิเคราะห์ที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนี้



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 28 The workflow of the spatial–temporal demand coverage approach.

ที่มา: Tu et al., 2016

ข้อมูลความต้องการรถแท็กซี่และการเดินทางของรถแท็กซี่จะถูกดึงจากฐานข้อมูล GPS โดยใช้อัลกอริทึมการจับคู่แผนที่ (Map matching) ข้อมูลการรับส่งผู้โดยสารจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของรถแท็กซี่ ถ้าสถานะการทำงานเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 แสดงว่ามีผู้โดยสารใช้บริการแท็กซี่ และเมื่อแท็กซี่ได้มาส่งผู้โดยสารถึงที่หมาย สถานะจะเปลี่ยนไปที่ 0 ทำให้ทราบเส้นทางการรับส่งผู้โดยสารของแท็กซี่และสภาพการจราจร หลังจากประมวลผลข้อมูลจาก GPS แล้ว ข้อมูลการเดินทางและข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลสำหรับการหาทำเลที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าต่อไป

ปริมาณแท็กซี่ที่ใช้เชื้อเพลิงถูกแทนที่ด้วยแท็กซี่ไฟฟ้า Wei Tu และคณะ กำหนดแบบจำลอง The spatial–temporal demand coverage location model (STDCLM) โดยมีเป้าหมายเพื่อให้บริการอัดประจุไฟฟ้าแก่แท็กซี่ไฟฟ้าได้มากที่สุด (ET service level) และระดับการบริการสูงสุด (Charging service level) (ระยะเวลารอคอยที่ลดลง จะทำให้ระดับการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าดีขึ้น) และใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรม (Genetic algorithms) เพื่อแก้ปัญหา STDCLM ทั้งนี้ กำหนดให้แท็กซี่ไฟฟ้า BYD E6 มีระยะทางเดินทางสูงสุด 250 กม. ความเร็วในการอัดประจุไฟฟ้าอยู่ที่ 120 นาที ผลการศึกษาแนะนำตำแหน่งที่ควรติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 12 สถานีเพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าจำนวน 2,000 คัน จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า แท็กซี่ไฟฟ้าช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทุกวันประมาณ 211,118.1 ถึง 339,891.4 กิโลกรัมขึ้นอยู่กับจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ (Tu et al., 2016)

Liang Hu และคณะ ศึกษาความเป็นไปได้ในเปลี่ยนจาก Yellow taxi เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV และทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการอัดประจุไฟฟ้าเมื่อ Yellow taxi ถูกเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปแบบการเดินทางของ Yellow taxi ที่ถูกบันทึกโดย GPS ในการวิเคราะห์เริ่มจากการคำนวณหาระยะทางที่แท็กซี่วิ่งโดยมีผู้โดยสาร (Occupied trip) และไม่มีผู้โดยสาร (Unoccupied trip), ระยะทางที่แท็กซี่ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้ (Electric range), อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน, เวลาที่ใช้ในการเติมประจุไฟฟ้า ทั้งนี้ การตัดสินใจเติมประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับปริมาณไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ และระยะห่างจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด ในการวิเคราะห์พิจารณาถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถรองรับแท็กซี่ที่อยู่ในรัศมี 0.5 ไมล์ได้ ดังนั้น หากแท็กซี่ไม่สามารถเข้าถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันในรัศมี 0.5 ไมล์ได้ จึงต้องติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติมในพื้นที่ว่างที่พิจารณาแล้วว่ามีศักยภาพ จากการศึกษาพบว่า เครือข่ายของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในนิวยอร์กซิตี้ไม่เพียงพอต่อความต้องการไฟฟ้าของกลุ่มแท็กซี่ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ผลการวิเคราะห์แนะนำให้ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติม 372 สถานี ในพื้นที่ที่แท็กซี่มักเดินทางผ่าน และผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนรถแท็กซี่ในนครนิวยอร์กเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า BEVs พบว่า หากมีเครือข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 280 สถานี เป็น 652 สถานีตามทำเลที่งานวิจัยแนะนำแล้ว ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าที่มีระยะในการขับขี่ 300 ไมล์ ก็จะเพิ่มขึ้นเป็น 42.5% ของแท็กซี่ในศูนย์ (Hu et al., 2018)

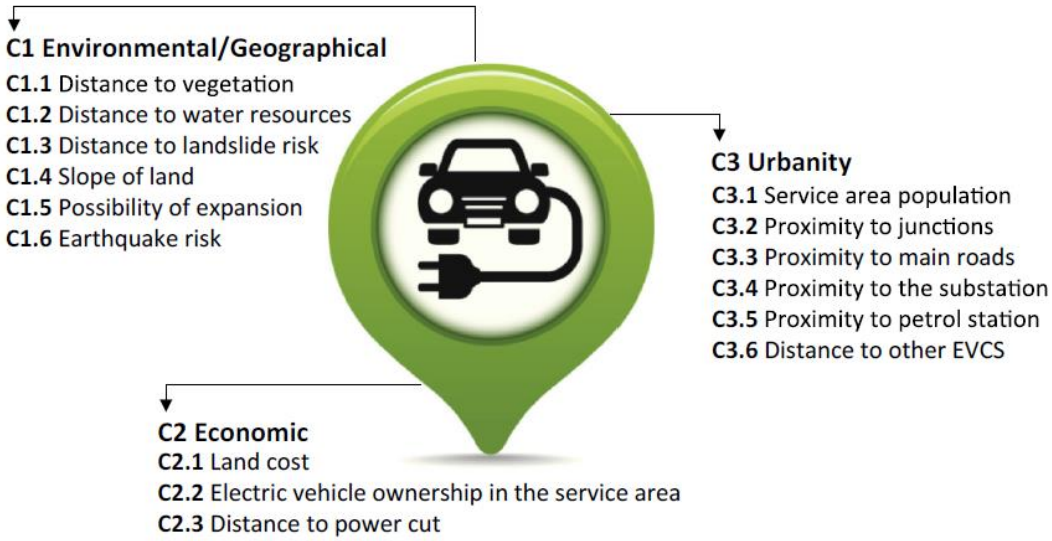
Wang และคณะ เสนอวิธีการวางแผนติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับแท็กซี่ในสิงคโปร์โดยการวิเคราะห์ 3 โมดูล การวิเคราะห์ในโมดูล 1 คือการคัดเลือกสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีศักยภาพด้วยวิธีการ Clustering การวิเคราะห์ในโมดูล 2 เป็นการประมาณความต้องการอัดประจุไฟฟ้า การจัดสรรความต้องการอัดประจุไฟฟ้าไปยังสถานีอัดประจุประไฟฟ้าแต่ละแห่งด้วยแบบจำลอง Optimization โมดูล 3 เป็นการตรวจสอบตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (H. Wang et al., 2021) Cilio และ Babacan เสนอกรอบการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลใหม่ สำหรับการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในเขตเมืองขนาดใหญ่ โดยเป็นการศึกษาจากข้อมูลตำแหน่งการเดินทางจริงแบบเรียลไทม์ของรถแท็กซี่เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ให้บริการในเมืองอิสตันบูล ประเทศตุรกี ผลการวิจัยพบว่า ควรมีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าประมาณ 1,363-1,834 แห่ง เพื่อให้บริการสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าจำนวน 17,395 คัน (Cilio & Babacan, 2021)

Natascia Andrenacci และคณะ ศึกษาข้อมูลจริงเกี่ยวกับการเดินทางของยานพาหนะแบบดั้งเดิมในเขตเมืองของกรุงโรม ประเทศอิตาลี เพื่อจัดทำยุทธศาสตร์ในการจัดสรรโครงสร้างพื้นฐานของการอัดประจุไฟฟ้าในเขตเมืองที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ (Subareas) และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการเดินทางที่แท้จริงของการใช้ยานพาหนะส่วนตัวจาก GPS ภายใต้สมมติฐานว่ามีการเปลี่ยนจากการใช้ยานพาหนะแบบดั้งเดิมเป็นยานยนต์ไฟฟ้าอย่างสมบูรณ์ การวิเคราะห์คลัสเตอร์ (Cluster analysis) จากพิกัดปลายทางของการเดินทางทั้งหมดที่ได้จาก GPS จะแบ่งเขตเมืองของกรุงโรมให้เป็นเขตย่อย ซึ่งเป็นการแบ่งเขตจากมุมมองของความต้องการของผู้บริโภค และกำหนดให้เขตย่อยแต่ละเขตมีโครงสร้างพื้นฐานของการอัดประจุไฟฟ้า เชื่อมโยงกับจุดเฉลี่ยของคลัสเตอร์ (Centroids) ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Fuzzy K-means ทำให้ได้ 100 คลัสเตอร์ จากนั้นใช้วิธี Centroids เพื่อกำหนดทำเลโครงสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Andrenacci et al., 2017) อย่างไรก็ตามการกำหนดทำเลของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยวิธี Centroids นี้ อาจได้ทำเลซึ่งไม่เหมาะสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.4 เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

การวิจัยเพื่อกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) Mehmet Erbas และคณะ ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้ในการเลือกทำเลสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้กรณีศึกษาเมืองอังการ่า ประเทศตุรกี ด้วยการกำหนดเกณฑ์ในการเลือกจากมุมมองต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 29 (Erbaş et al., 2018)



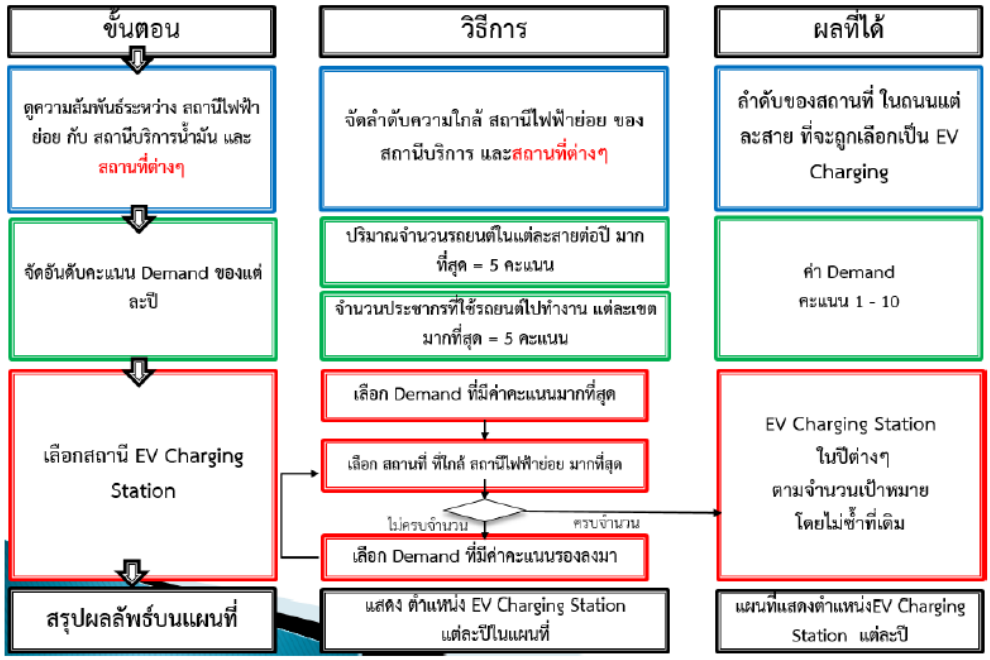
รูปที่ 29 เกณฑ์ในการประเมินทำเลสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ที่มา: ErbaŞ et al., 2018

ข้อมูล GIS ที่ได้จากแหล่งต่างๆ จะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้น (Spatial analysis) เพื่อประเมินคะแนนตามเกณฑ์ที่วางไว้ และคำนวณค่าน้ำหนักโดยการประยุกต์ใช้วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) จากนั้นจึงจัดเรียงลำดับตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามคะแนนที่ได้รับด้วยวิธี TOPSIS (ErbaŞ et al., 2018) Kaya และคณะ นำเสนอ A four-step solution approach ในการเลือกสถานที่สำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า (ETCS) (Kaya et al., 2020) ในแนวทางเดียวกับการศึกษาของ Erbas และคณะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการทบทวนงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า พบว่า สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานได้ศึกษาและจัดทำแผนที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีศักยภาพ บนถนนสายสำคัญในเขตกรุงเทพฯ นนทบุรี และสมุทรปราการ ทั้งหมด 152 สาย ทำการจัดสร้างข้อมูล GIS โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายในปี พ.ศ. 2557 และใช้ฐานข้อมูลการจดทะเบียนพาณิชย์ปี พ.ศ. 2557 – 2558 เพื่อระบุที่ตั้งสถานีบริการน้ำมันในเขตพื้นที่ศึกษาจำนวน 522 แห่ง และสถานที่สำคัญจากฐานข้อมูล FGDS (Fundamental Geographic Data Set) พ.ศ.2557 – 2558 จำนวน 722 แห่ง รวมทั้งสถานีไฟฟ้าย่อยในพื้นที่จำนวน 147 สถานี เพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งสถานีประจุไฟฟ้าที่มีศักยภาพ (Energy Policy and Planning Office, 2015) โดยมีขั้นตอนในการคัดเลือกดังแสดงในรูปที่ 30



รูปที่ 30 หลักการคัดเลือกสถานที่ ที่จะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2015

งานวิจัยของ Surat Saelee และ Teerayut Horanont ได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการเลือกสถานีอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้พฤติกรรมจริงจากผู้ที่พกพาโทรศัพท์มือถือ เพื่อกำหนดช่วงการขับขี่จากบ้านไปที่ทำงาน และประเมินตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่สุดรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดภูเก็ตในปี 2020 โดยใช้แผนที่ GIS ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือเพื่อจำลองการเคลื่อนไหวที่แท้จริงของประชากรที่อาศัยอยู่ในภูเก็ต, จำลองรูปแบบการเดินทางในชีวิตประจำวันจากบ้านไปที่ทำงาน, จำลองจุดที่แบตเตอรี่ไฟฟ้าหมด และกำหนดจุดที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยอัลกอริทึม K-mean (Saelee & Horanont, 2016)

จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สรุปได้ดังแสดงในตาราง 4

ตารางที่ 4 สรุปงานวิจัยและแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล											Objective Function	Validation
			Optimization	Clustering	Centroid	AHP	Linear	Hexagon	Energy	User	Schedule	Station	Time	Economic	Distance	Range	Traffic	Environment	Urban		
Xiaomin Xi และคณะ	2013	Simulation-optimization model for location of a public electric vehicle charging infrastructure	X						x			x		x						- To maximize fleet-wide EV charging - To maximize EV	No Validation
Ying-Wei Wang, Chuah-Chih Lin	2013	Locationg multiple types of recharging stations for battery-powered electric vehicle transport	X										x			x				- To maximize the coverage of EV flows on paths by the siting of multiple types of stations - To minimize the total cost of locating multiple recharging stations	Apply data from previous work on new model
Jaeyoung Jung และคณะ	2014	Stochastic dynamic itinerary interception refueling location problem with queue delay for electric taxi charging stations	x										x							The SDIRQ model simultaneously seeks a set of locations and number of co-located servers at each of those locations to minimize the average delay-defined as the sum of travel to a facility, wait time at the facility to be served and service time for a set of random demand itineraries.	Compare the performance of bi-level algorithm against single-level GA approach
Fang He และคณะ	2015	Deploying public charging stations for electric vehicles on urban road networks	x										x			x	x			-To minimize tour time	No validation

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล											Objective Function	Validation
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	2015	โครงการศึกษาการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคตสำหรับประเทศไทย				x			x											-	No validation
Natascia Andrenacci และคณะ	2016	A demand-side approach to the optimal deployment of electric vehicle charging stations in metropolitan areas		x	x										x					-	No Validation
Mehrnaz Ghamami และคณะ	2016	A general corridor model for designing plug-in electric vehiclecharging infrastructure to support intercity travel	x												x					-The objective function consists of 1 To minimize The infrastructure investment on the charging facilities, 2 To minimize The monetary value of total time spent on charging the battery and waiting in the queue at the charging stations and 3 To minimize The total battery cost of PEV fleet	Compare with Knitro's work which solve problems via branch-and-bound techniques.
Shengyin Li และคณะ	2016	A multi-period optimization model for the deployment of public electric vehicle charging stations on network	x											x	x	x				To minimize total cost of new charging stations and relocation for finite planning horizon	Compare with myopic solutions
Zhi-Hong Zhu และคณะ	2016	Charging station location problem of plug-in electric vehicles	x							x				x	x					- Optimize the location of charging station - Optimize number of charger in each station to minimize the total cost	Comparison of KL method and our proposed method

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล											Objective Function	Validation
Wei Tu และคณะ	2016	Optimizing the locations of electric taxi charging stations: A spatial–temporal demand coverage approach	x								x	x	x							-To Maximize both the ET service level and the charging service level	No Validation
Daehee Han และคณะ	2016	Trajectory-interception based method for electric vehicle taxi charging station problem with real taxi data	x								x	x		x						- To minimize cost	No Validation
Fei Wu และ Ramteen Sioshansi	2017	A stochastic flow-capturing model to optimize the location of fast-charging stations with uncertain electric vehicle flows	x									x						x		-To Maximize the expected volume of EVs that can be captured by the charging station network - To Maximize the volume of EVs that can be the captured by charging station network under a scenario of EVs flows	Comparison of stochastic and deterministic flow-capturing location model
Cuiyu Kong และคณะ	2017	A Hierarchical Optimization Model for a Network of Electric Vehicle Charging Stations	x								x			x	x			x		- To maximize the number of captured EV. - To Minimize the weighted customer blocking probability in the system . - To maximize the total profit in the system.	The model is evaluated on the Arizona state highway system and North Dakota state network with a gravity data model, and on the City of Raleigh, North Carolina, using real traffic data.
Chungmok Lee และ Jinil Han	2017	Benders-and-Price approach for electric vehicle charging station location problem under probabilistic travel range	x											x	x					-To Maximize number of EV for demand with consideration of installation cost for charging station	Compare with banch-and-price approach

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล											Objective Function	Validation
Bin Chen และคณะ	2017	Collaborative Planning Model for Charging Station and Distribution Network Considering User Benefits	x										x	x	x					- To Minimize infrastructure cost and network loss.	Verified on a modified 54-bus distribution and 19-node road system, which show the proposed model can balance the benefits of distribution system and EV user.
Bálint Csonka และ Csaba Csiszár	2017	Determination of charging infrastructure location for electric vehicles				x		x				x			x		x			-	No Validation
Bheema Thiagarajan Lokesh และ June Tay Hui Min	2017	A Framework for Electric Vehicle (EV) Charging in Singapore					x						x	x	x	x	x			-	No validation
Abhishek Awasthi และคณะ	2017	Optimal Planning of electric vehicle charging station at the distribution system using hybrid optimization algorithm	x						x					x						-To minimize setup cost and sustenance of grid power quality parameters such as voltage profile and power losses is incorporated	Compare performance of proposed algorithm with conventional optimization algorithm
Jin-peng Liu และคณะ	2018	Allocation Optimization of Electric Vehicle Charging Station (EVCS) Considering with Charging Satisfaction and Distributed Renewables Integration	x	x					x											-To Minimize voltage fluctuation, load fluctuation and capacity of energy storage system to improve power quality	compare GA-PSO with GA, PSO and FNN
Kai Huang และคณะ	2018	The design of electric vehicle charging network	x											x	x	x				- To Minimize the total installation cost while maintaining given percentage of coverage	Compare the result of SC-CP and SC-GS

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล										Objective Function	Validation
Jia He และคณะ	2018	An optimal charging station location model with the consideration of electric vehicle's driving range	x										x		x	x	x			Maximize the path flow that use the charging station	Demonstrated with numerical examples on two test network.
Zhuo Sun และคณะ	2018	Locating charging stations for electric vehicles	x							x	x		x	x		x	x			-To Maximize coverage of EV flow	No Validation
Yi-Wen Chen และคณะ	2018	Location optimization for multiple types of charging stations for electric scooters	x							x				x						- To Maximize the coverage of EV flow on path by the siting of multiple type of stations - To Minimize the total cost of locating multiple recharging stations	Run new model with previous work's data and compare the result
Fang Guo และคณะ	2018	The battery charging station location problem: Impact of users' range anxiety and distance convenience	x							x					x	x				- To Minimize total construction cost and the EV path deviation cost	Compare the performance of CPLEX and KSIGALNS on an equivalance model
Mehmet Erbas และคณะ	2018	Optimal siting of electric vehicle charging stations: A GIS-based fuzzy Multi-Criteria Decision Analysis				x								x				x	x	-	No validation
Byung Do Chung และคณะ	2018	Equitable distribution of recharging stations for electric vehicles	x							x					x		x			- To maximize the sum of refueled traffic volume	Solve a AC-PC FRLM problem constrained by both demand equity constraint and flow equity constraint

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อผู้วิจัย	ปี	ชื่องานวิจัย	วิธีการ						ปัจจัยหรือข้อจำกัดที่ใช้ในการกำหนดทำเล										Objective Function	Validation
Jie Yang และคณะ	2018	Design government incentive schemes for promoting electric taxis in China	x							x		x		x	x				Stage 1: government decision-making process - To minimize total subsidy provided for each BEV taxi Stage 2: the individual taxi driver's decision-making process - To maximize gross profit	No validation
Ye Tao และคณะ	2018	Data-driven optimized layout of battery electric vehicle charging infrastructure	x									x				x			- To minimize the time of over discharge	Compare with current charging point

หมายเหตุ

Energy หมายถึง ปัจจัยทางด้านพลังงานไฟฟ้า เช่น การจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงสูงสุดและต่ำสุด, โครงสร้างพื้นฐานในการจ่ายไฟฟ้า, การกระจายตัวของการใช้ไฟฟ้า

User หมายถึง ปัจจัยทางด้านผู้บริโภค เช่น พฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า, พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า, การกระจายตัวของประชากร, ระดับรายได้ของประชากร, ความกังวล

Scheduling เช่น การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า, ความต้องการในการอัดประจุไฟฟ้า, ช่วงเวลาของการจ่ายไฟ

Range หมายถึง ระยะทางในการขับขี่, ความจุของแบตเตอรี่ที่ส่งผลต่อระยะทางในการขับขี่

Station หมายถึง จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า, จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานี, Capacity ที่อยู่ในสถานี, ขนาดพื้นที่ของสถานี

Time หมายถึง เวลา เช่น ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า, ระยะเวลาที่ต้องรอคอยที่สถานีอัดประจุไฟฟ้า

Economic หมายถึง ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น ต้นทุนในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า, ต้นทุนที่ดิน, ราคาในการอัดประจุไฟฟ้า

Distance หมายถึง ระยะห่างระหว่างยานยนต์ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้า, ระยะทางในการเดินทางท่องเที่ยว

Traffic หมายถึง ความหนาแน่นของปริมาณยานยนต์ไฟฟ้า

Environment หมายถึง ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม, ระยะทางจากแหล่งน้ำ, ความลาดชันของที่ดิน, ความเป็นไปได้ของการขยายตัว, ความเสี่ยงจากแผ่นดินไหว

Urban หมายถึง ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ให้บริการ, ความเป็นเมือง เช่น ระยะห่างจากถนนใหญ่, ระยะห่างจากทางแยก

2.3 นวัตกรรม (Innovation)

2.3.1 นวัตกรรมในองค์กร

นิยามของนวัตกรรมนั้นถูกกำหนดจากหลายมุมมอง Jaseph Schumpeter ให้นิยามของนวัตกรรม (Tohidi & Jabbari, 2012) ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ หรือปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์หรือบริการเดิมที่มีอยู่แล้ว
2. กระบวนการผลิตใหม่ หรือการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจที่มีอยู่เดิม
3. การเปิดตลาดใหม่
4. การใช้วัตถุดิบ, วัสดุ อุปกรณ์หรือปัจจัยการผลิตใหม่
5. การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างพื้นฐานในอุตสาหกรรมหรือในองค์กร

นักวิชาการส่วนใหญ่ให้ความเห็นเกี่ยวกับนิยามความเป็นนวัตกรรมกรรม สอดคล้องตามแนวคิดของ Schumpeter นอกจากนี้งานวิจัยจำนวนมากให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมในระดับองค์กร โดยนวัตกรรมเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างความเจริญเติบโตและการอยู่รอดในอนาคตขององค์กร นวัตกรรมช่วยให้องค์กรสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตลาดและความต้องการของลูกค้าได้ องค์กรต้องมีการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ เพื่อสร้างความได้เปรียบด้านการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ กระบวนการ การบริการ การตลาด หรือการจัดการโครงสร้างขององค์กร ซึ่งเป็นสิ่งใหม่สำหรับองค์กร นวัตกรรมในองค์กรมักจะเกิดจากการมีเทคโนโลยีใหม่ๆ เครื่องมือ ระบบ โปรแกรม หรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ในการทำงาน ซึ่งองค์กรอาจสร้างขึ้นเอง หรือการเป็นการซื้อเทคโนโลยีจากภายนอกก็ได้ ทั้งนี้ วัฒนธรรมองค์กรและการยอมรับระบบสารสนเทศขององค์กร มีผลต่อการสร้างนวัตกรรมในองค์กรนั้นๆ (Tohidi & Jabbari, 2012)

นวัตกรรมกระบวนการ (Process innovation) เป็นการออกแบบกระบวนการทำงานใหม่โดยไม่ยึดติดกับกระบวนเดิม หรือการปรับปรุงกระบวนการที่มีอยู่เดิม เพื่อตอบโจทย์ทางธุรกิจที่มีอยู่ให้เร็วกว่า ดีกว่า และมีประสิทธิภาพมากกว่า ช่วยลดต้นทุนและเวลาในการผลิตสินค้าและบริการ การเพิ่มคุณภาพของสินค้าและบริการ เป็นต้น นอกจากนี้ นวัตกรรมกระบวนการยังรวมไปถึงการวางวิสัยทัศน์ กลยุทธ์การทำงานใหม่ด้วย เพื่อที่จะทำให้องค์กรสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ นวัตกรรมกระบวนการ ไม่จำเป็นต้องเป็นการค้นพบทฤษฎีใหม่ แต่อาจเป็นการประยุกต์ใช้จากอุตสาหกรรมสาขาหนึ่งมาใช้กับอีกสาขาหนึ่ง (Tohidi & Jabbari, 2012)

หลายองค์กรที่ให้บริการด้านการอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้วิธีการเลือกสถานที่ที่สะดวกสำหรับองค์กร หรือร่วมมือกับพันธมิตรทางการค้าเพื่อติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่ให้มากที่สุด ซึ่งทำให้มีการลงทุนจำนวนมาก และเกิดความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์น้อย องค์กรเหล่านี้จึงต้องการเครื่องมือที่สามารถพัฒนา ปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้ดีขึ้น ด้วยการหากระบวนการใหม่ๆ ที่จะช่วยในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการอัดประจุไฟฟ้าให้มีความถูกต้องแม่นยำ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะส่งผลให้องค์กรเกิดความคุ้มค่าในการลงทุนได้มากขึ้น

การจะทำนวัตกรรมกระบวนการให้สำเร็จ จำเป็นจะต้องคำนึงถึงเสียงสะท้อนจากลูกค้า (Voice Of Customer, VOC) เป็นหลักเสมอ การจะออกแบบกระบวนการที่ดี จะต้องเข้าใจลูกค้าอย่างถ่องแท้ และคำนึงถึงลูกค้าในทุกๆ ขั้นตอนของการทำนวัตกรรมกระบวนการ ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรมจากรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร และการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมขององค์กร จะทำให้นวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.3.2 การยอมรับนวัตกรรม

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis และคณะได้รับความนิยมในการอธิบายและคาดการณ์เรื่องการยอมรับนวัตกรรม ซึ่งปัจจัยในการยอมรับนวัตกรรมมีพื้นฐานมาจากการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีใหม่ ว่าเทคโนโลยีใหม่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และการรับรู้ว่าเทคโนโลยีใช้งานง่าย แบบจำลองการยอมรับนวัตกรรมก็ได้รับการพัฒนาต่อไปเป็นแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 2 (TAM2) โดยแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้ประโยชน์ และปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งาน จากนั้นก็ได้มีการพัฒนาแบบจำลองเพิ่มเติมจนกลายเป็นทฤษฎีหลักของการยอมรับเทคโนโลยี Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) ซึ่งขยายขอบเขตของปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการใช้งาน ได้แก่ ความคาดหวังต่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น (Performance expectancy), ความคาดหวังต่อผลงาน (Effort expectancy), อิทธิพลของสังคม (Social influence) และปัจจัยแวดล้อมเกื้อหนุน (Facilitating conditions) ทั้งนี้ จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวกับ TAM ตั้งแต่ปี 1999-2010 ของ Avci Yucel และ Gulbahar นั้น พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรม ประกอบด้วย 13 ปัจจัย ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived usefulness), การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived ease of use), ความตั้งใจที่จะใช้งาน (Intention), การตรวจสอบระบบและเครื่องมือ (Examination of system and tools), สมรรถนะของเทคโนโลยี (Technological competency), ทัศนคติ (Attitude),

บรรทัดฐาน (Subjective norm), การใช้ระบบและเครื่องมือ (Usage of system and tools), ลักษณะทางประชากรศาสตร์(Demographic characteristic), การรับรู้ถึงความสนุก (Perceived enjoyment), ความพึงพอใจ (Satisfaction), ผลประโยชน์ขององค์กร(Organizational effects) และ ความวิตกกังวล (Anxiety) โดยปัจจัยที่มีประสิทธิภาพในการส่งผลต่อการยอมรับนวัตกรรม ได้แก่ Perceived usefulness, Perceived ease of use, Intention, Investigation of system and tools และ Technological competency ตามลำดับ (Avci Yucel & Gulbahar, 2013)

การลงทุนในนวัตกรรมเป็นรายจ่ายสำหรับองค์กร ผู้บริหารคาดว่านวัตกรรมจะถูกใช้โดยพนักงานภายในองค์กรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น มีการตัดสินใจที่ดีขึ้น ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น หรือผลประโยชน์อื่นๆ การนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในองค์กรได้สำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของบุคคลภายในองค์กรและเทคโนโลยี ปัจจัยที่มีผลการยอมรับนวัตกรรมขององค์กรได้แก่ สิ่งแวดล้อม องค์กร และผู้บริหารระดับสูง แต่อย่างไรก็ตาม แม้องค์กรจะมีการตัดสินใจที่จะใช้นวัตกรรม แต่การใช้งานจริงก็ขึ้นอยู่กับว่าพนักงาน ดังนั้นสิ่งสำคัญคือการตรวจสอบการยอมรับนวัตกรรมของพนักงานภายในองค์กร หากพนักงานไม่ยอมรับ องค์กรอาจจะต้องยกเลิกการใช้นวัตกรรมนั้นในที่สุด

2.4 Research Gap

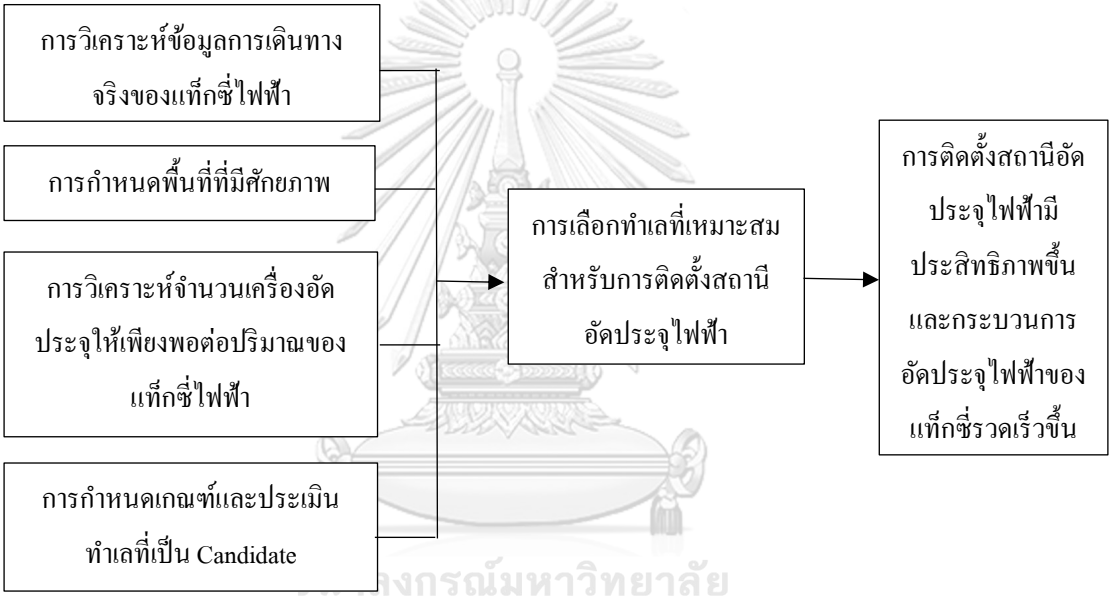
จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่เพื่อกำหนดทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้า ได้แก่ สถานะการรับส่งผู้โดยสาร, ระยะทางที่ห่างจากสถานีอัดประจุไฟฟ้า, ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า และจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าให้ได้มากที่สุดและต้นทุนต่ำสุด ในขณะที่ประเทศไทยมีแท็กซี่จำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต ข้อมูล GPS การเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลที่น่าสนใจและยังไม่เคยมีการนำมาวิเคราะห์มาก่อน งานวิจัยนี้จึงจะนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็น Input ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

นอกจากนี้งานวิจัยส่วนใหญ่จะพิจารณาระยะทางระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้าไปถึง Candidate site เป็นตัวกำหนดทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า แต่เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีสภาพการจราจรที่ติดขัดที่เป็นลักษณะเฉพาะ ในบางพื้นที่ แม้ว่าระยะทางจะสั้นกว่า แต่อาจใช้เวลาในการเดินทางมากกว่า งานวิจัยนี้จึงเสนอให้พิจารณาระยะเวลาในการเดินทางของแท็กซี่ไปถึง Candidate

site เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ตอบสนองการเดินทางของแท็กซี่ไฟฟ้าและตอบสนองต่อสภาพการจราจร เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดระยะเวลาในการเดินทางไปถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าและลดระยะเวลาในการรออัดประจุไฟฟ้าลง

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนงานวิจัย ผู้วิจัยได้วางกรอบแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนที่ควรดำเนินการในกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้การเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีประสิทธิภาพขึ้น ดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 31 กรอบแนวคิดกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

2.6 บริบทของ Technology, Innovation, Management

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม งานวิจัยฉบับนี้มีองค์ประกอบของ Technology, Innovation, Management ดังนี้

Technology: การวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางจริงจาก GPS ของแท็กซี่ ได้แก่ สถานะการให้บริการ พิกัดการเดินทางในช่วงเวลาต่างๆ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางจาก

Google map และข้อมูลพิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิง เพื่อสร้างเป็นกระบวนการต้นแบบในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

Innovation: นวัตกรรมกระบวนการ (Process innovation) ในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูล GPS ในการเดินทางจริงของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานครร่วมกับข้อมูลจากเดินทางจาก Google map ซึ่งยังไม่เคยมีการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยกระบวนการนี้ในประเทศไทยมาก่อน โดยกระบวนการใหม่นี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสม ลดระยะเวลาในการเดินทางไปถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าและลดระยะเวลาในการรออัดประจุไฟฟ้าลง และเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนให้กับภาครัฐและเอกชนได้

Management: การบริหารจัดการเพื่อให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า และนำไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์สำหรับภาครัฐและเอกชน บริษัทน้ำมัน ผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าเอกชน บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ สหกรณ์แท็กซี่ หรือบุคคลทั่วไปที่ต้องการติดตั้งและให้บริการอัดประจุไฟฟ้า รวมไปถึงการนำต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method research) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative approach) และวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative approach) ร่วมกัน โดยในบทนี้ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

การวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ดังนี้

3.1.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากการสัมภาษณ์เชิงลึก บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศไทย

3.1.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากฐานข้อมูลกรมการขนส่งทางบก ซึ่งเป็นข้อมูลแท็กซี่ที่จดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกทั่วประเทศ แยกเป็นรายจังหวัดตั้งแต่ปี 2006 – 2022

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 การวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ดังนี้

3.2.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากองค์กรที่มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า จาก 5 องค์กร ดังนี้

(1) ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) (OR)

(2) ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า บริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด

(3) ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

(4) ผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทพลังงาน มหานคร จำกัด

(5) ผู้เชี่ยวชาญจากสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย

3.2.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะ (iTIC) ซึ่งเป็นข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ใช้ข้อมูลรถแท็กซี่สำหรับการเดินทางระหว่างเวลา 15.00 น. ถึง 16.00 น. ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2018 โดยเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของการจราจรที่ผิดปกติ เช่น การจราจรหนาแน่นในวันจันทร์และวันศุกร์ และการจราจรน้อยลงในช่วงสุดสัปดาห์หรือวันหยุด ทั้งนี้ ข้อมูลจากปี 2561 แสดงถึงปริมาณการใช้ข้อมูลจริงในกรุงเทพฯ ในปีก่อนเกิดการระบาดของ COVID-19 แม้การระบาดของ COVID-19 จะสิ้นสุดลง แต่การจราจรในกรุงเทพมหานคร ก็ยังไม่กลับสู่ภาวะปกติ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะค่อนข้างล้าสมัย แต่ก็เพียงพอแล้วสำหรับกรณีศึกษาที่จะเสนอกระบวนการวิเคราะห์ สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลการเดินทางของรถแท็กซี่ในวันที่ 24, 26 และ 28 พฤศจิกายน 2018 ปริมาณรถแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 -16.00 น. ในวันดังกล่าวแสดงดังตาราง

ตารางที่ 5 วันที่และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

วัน เดือน ปี	**ปริมาณรถแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 -16.00 น.**
วันพุธ ที่ 21พฤศจิกายน 2561	3,913 คัน
วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561	3,885 คัน
วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561	3.876 คัน
วันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561	3,910 คัน

3.2.1.3 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) พิกัดสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร จำนวน 765 สถานี จากจำนวนประชากรสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร จำนวน 955 สถานี

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2.2.1 ผู้วิจัยใช้การเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากกรอบแนวคิดการวิจัยที่สร้างขึ้น

3.2.2.2 ผู้วิจัยใช้การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะ (iTIC) ซึ่งเปิดสาธารณะให้นำข้อมูลไปใช้เพื่อการศึกษาได้

3.2.2.2 ผู้วิจัยใช้การเก็บข้อมูลพิกัดสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร จาก Applications ของบริษัทผู้ให้บริการสถานีบริการน้ำมัน ร่วมกับการเก็บข้อมูลจาก Google map

3.2.3 สมมติฐานในการวิจัย

เนื่องจากพฤติกรรมการเดินทางและการเติมประจุไฟฟ้าของแท็กซี่แตกต่างจากการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรองรับแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร ดังนี้

1. กำหนดให้รูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในปัจจุบัน เป็นตัวแทนของแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต

2. กำหนดให้แท็กซี่เปลี่ยนกะในเวลา 16.00 น. จึงต้องมีการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาก่อนเปลี่ยนกะคือ 15.00-16.00 น.

3. กำหนดให้แท็กซี่ต้องการอัดประจุไฟฟ้าเมื่อรถมีสถานะว่าง หรือส่งผู้โดยสารเรียบร้อยแล้ว

4. กำหนดให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick charge ซึ่งใช้ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า 30 นาที

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

การวิจัยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.2.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological analysis) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในการวิเคราะห์ทำเลที่หมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

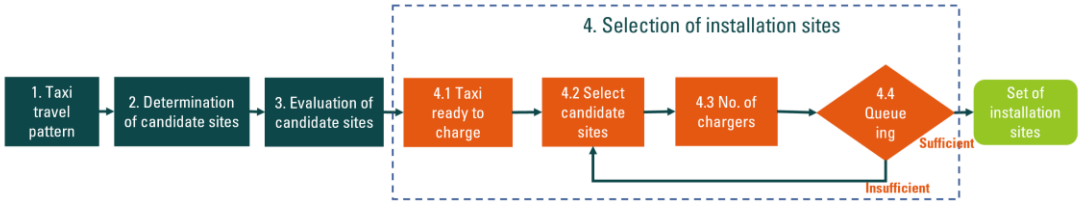
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2.4.2 การวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการนำข้อมูลการเดินทางจริงของแท็กซี่มาวิเคราะห์ตามกระบวนการที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในข้อ 3.2.4.1

3.2.5 การทำ Validation

ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลการเดินทางของรถแท็กซี่ในวันที่ 24, 26 และ 28 พฤศจิกายน 2018 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจากการเดินทางของแท็กซี่ที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบจำนวนการใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการที่นำเสนออีกด้วย

3.2.6 แบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า



รูปที่ 32 Flow of the proposed model.

3.3 การสร้างต้นแบบนวัตกรรมกระบวนของการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

การวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในลักษณะการสัมภาษณ์แบบกลุ่ม Focus group ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาโปรแกรม เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมกระบวนของการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ที่สามารถใช้งานง่าย และสามารถนำไปปรับใช้กับจังหวัดอื่นๆ

3.4 ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้วิจัยมีแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลและการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 20 ท่าน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (Instrument)

ผู้วิจัยใช้การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากกรอบแนวคิดการวิจัยที่สร้างขึ้น

3.4.3 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

(1) ประสานเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้การสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลและการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

(2) จัดเตรียมแบบสอบถาม

(3) ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

(4) ตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล

(5) นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผล

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Statics Analysis)

งานวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) และเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม เพื่อสรุปการยอมรับนวัตกรรม

3.5 ศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ (Business Model) และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ (Business Model) และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์ การวิจัยในขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ วิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1	ศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร	1.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 1.2 สัมภาษณ์บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า 1.3 คำนวณปริมาณแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากฐานข้อมูลกรมขนส่งทางบก	แนวโน้มการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร
2	วิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	2.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2.2 สร้างกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 2.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ 2.4 สัมภาษณ์องค์กรที่มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 5 องค์กร 2.5 สร้างกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 2.6 เก็บข้อมูลการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากฐานข้อมูลศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะ และข้อมูลสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จาก Applications ของแต่ละบริษัท 2.7 วิเคราะห์รูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร เพื่อหาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 2.8 วิเคราะห์จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่สามารถรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าในแต่ละสถานี 2.9 ประเมินความสามารถในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานี	- Criteria ในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า - กระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า - ผลการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร - ผลการวิเคราะห์จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	วัตถุประสงค์	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
3	สร้างนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า	3.1 ออกแบบกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า 3.2 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	นวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า
4	ศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อการประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์	4.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับนวัตกรรม 4.2 ออกแบบ แบบสอบถาม 4.3 สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง 4.4 วิเคราะห์การยอมรับนวัตกรรม ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี Technology Acceptance Model (TAM)	ผลลัพธ์และความคิดเห็นในการยอมรับนวัตกรรม
5	ศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ (Business Model) และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์	5.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ 5.2 วิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ และการบริหารจัดการเพื่อนำแบบจำลองในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์	- Business Model - Project Feasibility

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

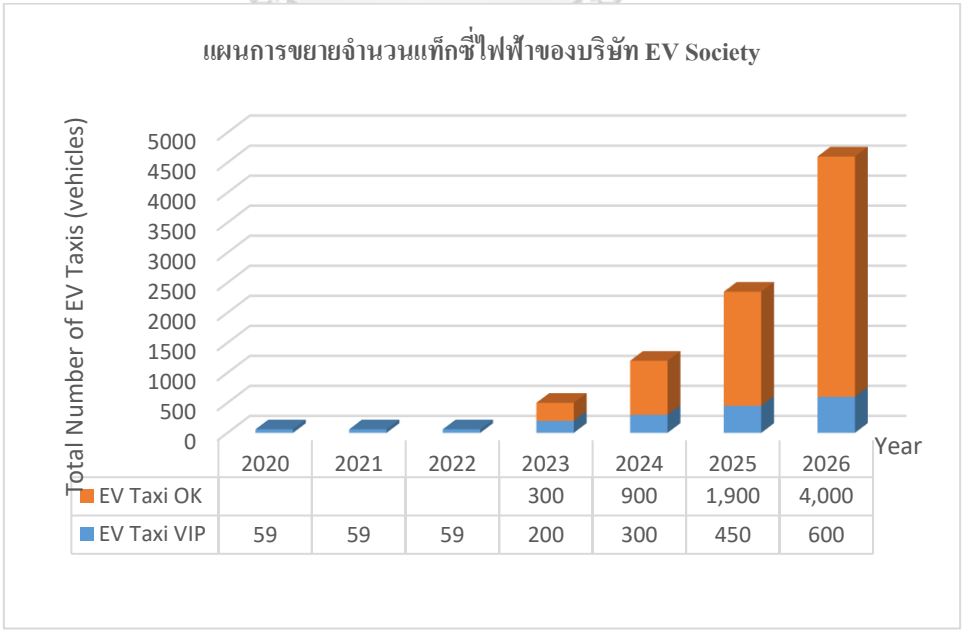
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทนี้เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร 2) สร้างกระบวนการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

จำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นตามแผนธุรกิจของบริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า ได้แก่

บริษัท EV Society มีแผนธุรกิจที่จะเพิ่มจำนวน EV Taxi VIP ที่ให้บริการที่สนามบิน จากปัจจุบันที่มีอยู่ 59 คัน เป็น 600 คันในปี 2026 ทั้งนี้ ยังมีแผนธุรกิจในการขยายแท็กซี่ไฟฟ้าเพิ่มเติมในส่วนของ Taxi OK ซึ่งเป็นแท็กซี่ที่ให้บริการทั่วไปบนท้องถนนเช่นเดียวกับแท็กซี่ทั่วไปในปัจจุบัน แต่เป็นแท็กซี่ไฟฟ้า 100% โดยมีแผนงานที่จะให้บริการ EV Taxi OK 300 คันในปี 2023 และเพิ่มจำนวนเป็น 4,000 คันในปี 2026 แสดงดังรูปที่ 33

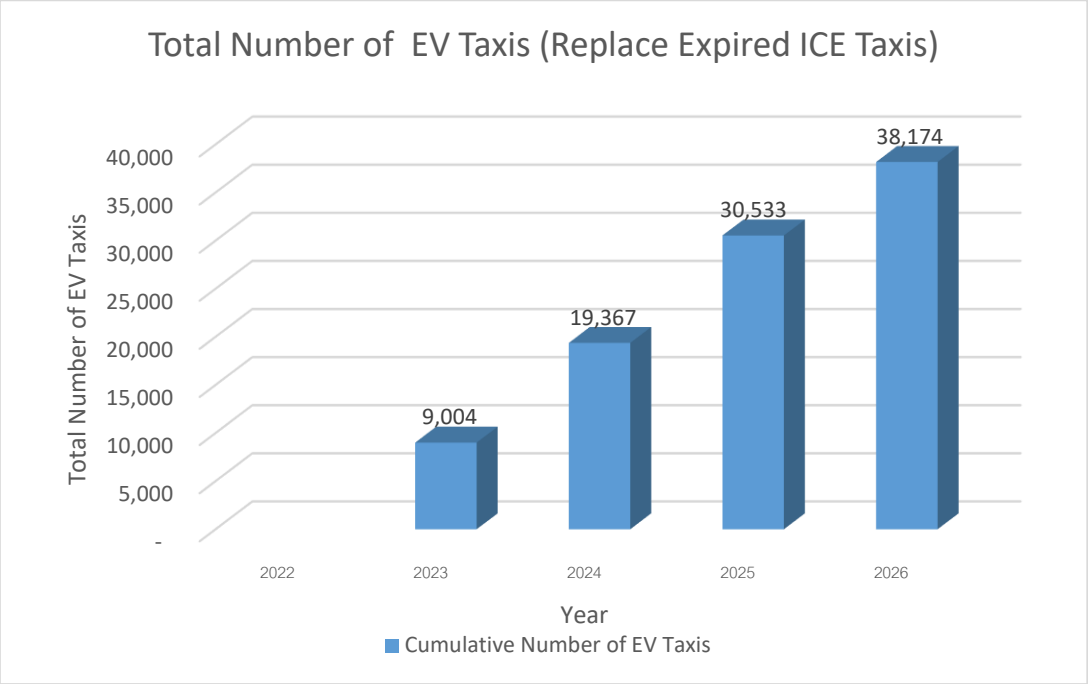


รูปที่ 33 แผนการขยายจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า

นอกจากนี้ บริษัท เอเชีย แค็บ จำกัด มีแผนที่จะขยายจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าจากที่ให้บริการอยู่ 29 คันในปี 2565 ให้มีจำนวนมากขึ้นในอนาคต บริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด มีแผนที่จะให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้าในปี 2565 จำนวน 500 คัน และจะเพิ่มจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าเป็น 10,000 คันในอนาคต ขณะที่สหกรณ์แท็กซี่ 13 แห่ง ได้ร่วมมือกับภาคเอกชนในการตั้งเป้าหมายที่จะซื้อรถแท็กซี่ไฟฟ้าจำนวน 120,000 คัน ภายใน 5 ปี ส่วนบริษัทไมน์ โมบิลิตี คอร์ปอเรชั่น ได้ยกเลิกการส่งมอบ ไมน์ สปา 1 จำนวน 3,500 คันให้แก่กลุ่มสหกรณ์เครดิตยูเนี่ยนสุวรรณภูมิแล้วเนื่องจากสถานการณ์ COVID-19 มีผลต่อธุรกิจการท่องเที่ยว และผู้ประกอบการแท็กซี่

อย่างไรก็ตาม นโยบายของภาครัฐอาจส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคตได้ อาทิเช่น กรมส่งเสริมสหกรณ์ได้จัดทำโครงการรถแท็กซี่อัจฉริยะเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน โดยเสนอขอให้สหกรณ์แท็กซี่แต่ละแห่งจองรถแท็กซี่ไฟฟ้า สหกรณ์ละ 20 คัน เป็นอย่างต่ำ โดยจะได้รับการอุดหนุนงบจากรัฐบาล 60% ต่อคัน หรือคันละไม่เกิน 600,000 บาท ของราคาเต็มของรถไฟฟ้า โดยสหกรณ์แท็กซี่ ที่มีสถานะ Active มีจำนวน 59 แห่ง นอกจากนี้ คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติหลักการขยายอายุการใช้งานของรถแท็กซี่จาก 9 ปี เป็น 12 ปี โดยแท็กซี่มีอายุในการใช้งาน 12 นับแต่วันจดทะเบียนครั้งแรก ต้องออกจากระบบ หากภาครัฐมีการสนับสนุนการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าอย่างจริงจังเช่นเดียวกับกรณีของต่างประเทศ โดยกำหนดให้แท็กซี่ที่จดทะเบียนใหม่ในระบบ ต้องเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าเท่านั้น กรณีดังกล่าวจะทำให้แท็กซี่ที่หมดอายุการใช้งาน 12 ปี ออกจากระบบ และเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าเข้ามาจดทะเบียนในระบบแทน ดังนั้น คาดการณ์ปริมาณการขยายตัวแท็กซี่ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น กว่า 57,000 คันในปี 2026

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 34 คาดการณ์ปริมาณการขยายจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า กรณีที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ ให้มีการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าแทนแท็กซี่เก่าที่หมดอายุ

โดยสรุป ในอนาคต ประเทศไทยจะมีแท็กซี่ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งจากบริษัทเอกชนรายใหม่ๆ ที่เข้ามาให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า ความร่วมมือจากสหกรณ์แท็กซี่ในการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า และนโยบายในการสนับสนุนจากภาครัฐ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการสัมภาษณ์กระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

วิสัยทัศน์และนโยบายขององค์กรเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์องค์กรที่มีบทบาทในการขับเคลื่อนให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย จำนวน 5 องค์กร สรุปได้ดังนี้

1. บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) (EA)

EA เป็นผู้นำในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครแล้ว จำนวน 300 แห่ง และในต่างจังหวัด 100 แห่ง มีทั้งประเภท AC และ DC โดยจับมือกับพันธมิตรรวมถึงบุคคลทั่วไป และมีแผนในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต ที่เป็น Waiting list อีกจำนวน 1,000 สถานี นอกจากนี้ Loxley ซึ่งให้บริการรถบัสไฟฟ้า BYD ก็

ติดต่อ EA เพื่อให้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าแก่รถบัสไฟฟ้า การลงทุนสนับสนุนการติดตั้ง DC ใช้เงินลงทุน 1.5 ล้านบาท โดย EA จ่ายให้ทั้งหมด และเน้นพื้นที่คอนโด โดยให้เจ้าของพื้นที่มีส่วนแบ่งรายได้ 20% ของ Gross profit และมีระบบ Insurance การันตีด้วยวงเงินประกัน 20 ล้านบาทต่อ 1 สถานที่ EA มีความเห็นว่า สิ่งที่จะขับเคลื่อนให้เกิดการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยได้อย่างแพร่หลาย คือ Ecosystem โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Facility ในการอัดประจุไฟฟ้า จึงมีการลงทุน 800 ล้านบาท เพื่อติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่ในกรุงเทพและปริมณฑล ทุก ๆ 5 กม.

EA ได้ตอกย้ำถึงการเป็นผู้นำทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสายโซ่อุปทาน ด้วยการ Joint Venture กับบริษัทแบตเตอรี่ “อมิตา” จากประเทศไต้หวัน และสร้างโรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่นิคมอุตสาหกรรม Biotech city อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา หนึ่งในนั้นคือการสร้าง Battery storage farm ซึ่งเป็นระบบกักเก็บพลังงานที่ผลิตจากเซลล์ตั้งต้น ทั้งนี้ EA ยังมีการผลิตเรือไฟฟ้า และให้บริการในประเทศไทยแล้วจำนวน 52 ลำ

EA ได้ Joint Venture กับบริษัท Motor ในไต้หวัน และจัดตั้งบริษัทผลิตรถยนต์ไฟฟ้า “Mine” มีการวิจัยรถยนต์ไฟฟ้า 3 กลุ่ม คือ City car, Fleet car, Sport car โดย Mine fleet car เป็นรถ MPV ที่เหมาะสำหรับใช้เป็นรถของหน่วยงาน (Corporate) และถูกออกแบบให้ได้มาตรฐานเหมาะสำหรับการเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า

EA ได้พัฒนา Application ที่ครอบคลุมทั้ง Billing app สามารถรองรับทั้งบุคคลธรรมดาและนิติบุคคล และ Operating system ส่วนที่เป็น Back end เพื่อให้เจ้าของพื้นที่สามารถเห็น Database เช่น Transaction, ต้นทุนค่าไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ EA ให้บริการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (O&M Maintenance) ในลักษณะสถานีออนไลน์เชื่อมต่อ 4G ซึ่งให้บริการโดยบริษัทในเครือของ EA เช่นกัน

2. บริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด (EV Society)

ในปัจจุบัน EV Society เป็นบริษัทแรกที่ให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้าประเภท BEV ในประเทศไทย เปิดให้บริการตั้งแต่วันที่ 9 กันยายน 2561 โดยบริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด ร่วมกับ บริษัท ไรเซน เอนเนอร์จี จำกัด ได้นำรถยนต์ไฟฟ้า BYD e6 (บีวายดี อีซิกซ์) มาให้บริการเป็น Taxi VIP รถ BYD e6 เป็นไปตามมาตรฐาน Taxi VIP ของกรมการขนส่งทางบก ซึ่งกำหนดให้ต้องมีความปลอดภัยด้วยระบบช่วยเบรกแบบ ABS และมีถุงลมนิรภัยที่นั่งตอนหน้าอย่างน้อย 1 คู่ ติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบภายในรถเหมือนกับ Taxi OK ประกอบด้วยติดตั้ง GPS tracking พร้อมอุปกรณ์

แสดงตัวผู้ขับรถ, มาตรค่าโดยสาร, ปุ่มฉุกเฉินสำหรับผู้โดยสารอย่างน้อย 1 จุด ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้และใช้งานสะดวก, กล้องบันทึกภาพภายในรถแบบ Snap shot ทำงานร่วมกันได้แบบ Real-time ส่งข้อมูลไปยังศูนย์บริการของผู้ประกอบการ และศูนย์บริหารจัดการรถแท็กซี่ของกรมการขนส่งทางบก (DLT taxi center) กล่องป้ายไฟแสดงข้อความ Taxi VIP หรือข้อความอื่นตามที่กรมการขนส่งทางบกให้ความเห็นชอบ

EV Society มีความเห็นว่าแท็กซี่ไฟฟ้า 100% จะมีส่วนสำคัญในการพัฒนาสนามบินไปสู่การเป็น Smart airport เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ ภายใต้การยกระดับมาตรฐานแท็กซี่ไทยโครงการ Taxi VIP ของกรมการขนส่งทางบก จะเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการสร้างระบบการคมนาคมขนส่งที่มีคุณภาพในทุกด้าน ทั้งการยกระดับการให้บริการระดับมืออาชีพ ยกระดับคุณภาพชีวิตของคนขับแท็กซี่ พร้อมทั้งดูแลสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน โดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากการคมนาคมขนส่งเพิ่มเติม อีกทั้งยังลดการใช้น้ำมันลง

ปัจจุบัน EV Society มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแล้ว 5 แห่ง ได้แก่ สำนักงานใหญ่, สนามบินสุวรรณภูมิ, ถ.อินทามะระ, โรงพยาบาลกรุงเทพ, นิคมลาดกระบัง (Warehouse รถยนต์ BYD) เพื่อรองรับการอัดประจุไฟฟ้าให้กับ Taxi VIP โดยเครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC จะใช้เวลาในการชาร์จ ½ ชั่วโมง ส่วนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าของ BYD ซึ่งใช้เวลาในการชาร์จ 1 ½ ชั่วโมง

นอกจากนี้ EV Society ยังมีแผนธุรกิจที่จะร่วมกับ ขสมก. เพื่อขยายธุรกิจรถบัสไฟฟ้า ที่ใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมโกลบอล วิ่งได้ระยะทาง 500 กม. ซึ่งมีการใช้ใน 40 ประเทศทั่วโลก และมีแผนธุรกิจที่จะให้เช่าแท็กซี่ไฟฟ้าแก่สหกรณ์แท็กซี่ที่มีความสนใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) (OR)

OR ในฐานะบริษัทในเครือของ ปตท. ที่เป็นผู้นำด้านสถานีบริการเชื้อเพลิงในประเทศไทย โดยมีสถานีบริการเชื้อเพลิงกว่า 1,900 สถานีทั่วประเทศ OR มีความมุ่งมั่นในการพัฒนาเทคโนโลยีและปรับเปลี่ยนรูปแบบทางธุรกิจเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เพื่อไม่ให้จุดแข็งของ Network สถานีบริการเสียไป โดยจะเน้นการให้บริการยานยนต์ไฟฟ้าในรูปแบบ Network platform ที่ประกอบด้วย Ecosystem ทั้งหมด เช่น การซ่อมบำรุง, ระบบสื่อสารและระบบการจ่ายเงิน ที่มีลักษณะเป็น Network ที่สามารถ Roaming ระหว่างกันได้ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เดินทางได้รับความสะดวกสบายที่เพิ่มขึ้น และเป็นการตอกย้ำภาพลักษณ์การเป็นผู้นำทางด้านพลังงานของ OR อีกด้วย

Network ของ OR มีความพร้อมที่จะเป็นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันมีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแล้วเสร็จจำนวน 21 สถานี มีรูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้ง AC (Normal charge) 21 เครื่อง และ DC (Quick charge) 4 เครื่อง โดยมีแผนขยายอีก 10 สถานีในปี 63

ในช่วงเริ่มต้น OR สร้าง Network ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อสร้างการรับรู้ และให้ความเชื่อมั่นกับ Dealer ว่า Network ของ PTT station มีความเหมาะสมที่จะให้บริการ ไม่ว่าจะเป็นการให้บริการเชื้อเพลิงหรือแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า นอกจากนี้ PTT station ยังสามารถให้บริการที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าได้ครบวงจรอีกด้วย การเริ่มลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีจุด Trigger point คือ ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้า เช่นเดียวกับสถานี LPG ในอดีต ซึ่งขณะนั้นมีรถยนต์ที่จดทะเบียนติดตั้ง LPG 80,000 คัน เป็น Trigger point ในการลงทุนติดตั้งสถานี LPG

ทั้งนี้ ภาครัฐควรยกเลิกแท็กซี่ NGV และเปลี่ยนมาใช้แท็กซี่ไฟฟ้าแทน ส่วนหน่วยงานรัฐและเอกชนควรมี Business model ที่ช่วยผลักดันการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เช่น Fleet taxi 2,000 คัน หรือการสนับสนุนให้พนักงานใช้ยานยนต์ไฟฟ้าโดยผ่อนซื้อกับบริษัท ในขณะที่บริษัทเตรียมที่จอดรถและเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้ เพื่อสร้างประสบการณ์ในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยมี OR ให้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า และ Ecosystem ทั้งหมด เพื่อสนับสนุนให้มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

4. บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (BCP)

BCP ซึ่งเป็นบริษัทน้ำมันอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย โดยมีสถานีบริการเชื้อเพลิงกว่า 1,100 สถานีทั่วประเทศ เตรียมพร้อมรับกับนโยบายของรัฐบาลที่สนับสนุนให้ประเทศไทยผลิตยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ร้อยละ 25 ของการผลิตยานยนต์รวม ภายในปี 2036 โดยหนึ่งในสถานที่ที่เหมาะสม มีความพร้อมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า คือสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

BCP ได้ทดลองติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่สำนักงานใหญ่และที่โรงกลั่นน้ำมันบางจาก เพื่อรองรับรถโดยสารภายในและให้บริการต่อพนักงานและผู้บริหาร และมีการติดตั้งที่สถานีบริการน้ำมันบางจากอีก 2 แห่ง เพื่อเป็นการศึกษาทดสอบการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภท

ประเภท Normal charge ที่สาขากาญจนาภิเษก เป็นระบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC) มีกำลังการจ่ายไฟฟ้าสูงสุดที่ 22 กิโลวัตต์ ระยะเวลาการอัดประจุโดยประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง และประเภท Quick charge ที่สาขาราชพฤกษ์ 2 เป็นระบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบ

กระแสตรง (DC) มีกำลังการจ่ายไฟฟ้าสูงสุดที่ 50 กิโลวัตต์ ระยะเวลาการอัดประจุโดยประมาณ 30 นาที และอยู่ระหว่างร่วมมือกับพันธมิตร ศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนารูปแบบธุรกิจสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในสถานีบริการน้ำมันบางจาก บนทำเลถนนเส้นทางหลักในการเดินทางไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ เบื้องต้นมีแผนติดตั้งใน 60 สาขา (ระยะทางห่างทุก 100 กิโลเมตร) รวมทั้งพิจารณาการใช้พลังงานทางเลือก มาใช้เป็นพลังงานในการจ่ายให้ระบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เช่น ระบบ Solar cell, ระบบ Energy storage ในช่วง Off peak

นอกจากนี้ BCP มีการลงทุนในเหมืองแร่ลิเทียมที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแบตเตอรี่ไฟฟ้า เพื่อให้สอดคล้องกับแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตอีกด้วย

5. สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย (EVAT)

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทยมีหน้าที่สนับสนุนให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นจริงในประเทศไทย เพื่อนำไปสู่การลดมลพิษทางถนนโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ และช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่งมวลชน การสนับสนุนของ EVAT นั้น รวมถึงการผลิตภาคอุตสาหกรรมและการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สิ่งเหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทยในตลาดโลก วัตถุประสงค์ของสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย

1) สนับสนุนการแลกเปลี่ยนความรู้และนวัตกรรม ความร่วมมือด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2) สนับสนุนและให้คำปรึกษาด้านกฎระเบียบมาตรฐาน และโซลูชั่นการดำเนินงานซึ่งจะนำไปสู่การผลิตและการวิจัยการพัฒนาเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

3) ส่งเสริมและโฆษณาการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อสาธารณะ

EVAT มีบทบาทในทุกส่วนที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากมีสมาชิกที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด เช่น การออกมาตรฐานของรถไฟฟ้า การกำหนดมาตรฐานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า การกำหนดมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า การกำหนดมาตรฐานในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น

EVAT ได้สนับสนุนให้มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแล้วจำนวน 80 สถานี โดยกองทุนอนุรักษ์พลังงานได้สนับสนุนเงินทุนจำนวน 100 ล้านบาท ใช้เวลา 3 ปี โดย EVAT มีส่วนในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระตุ้นให้เกิดการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า การสนับสนุนเงินทุนในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 การสนับสนุนให้แก่หน่วยงานราชการ โดย EVAT จะให้การสนับสนุน 100% รวมค่าก่อสร้าง เป็นเงิน 2,000,000 บาท โดยกำหนดเป็น AC 2 หัวจ่าย

ประเภทที่ 2 การสนับสนุนให้แก่หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ (มหาวิทยาลัย) โดย EVAT จะให้การสนับสนุน 100% โดยสามารถติดตั้งได้ทั้ง AC และ DC

ประเภทที่ 2 การสนับสนุนให้แก่หน่วยงานเอกชน แบ่งการสนับสนุนออกเป็น 3 รอบ สนับสนุนเงิน 70% , 50% และ 30% ตามลำดับ โดยสามารถติดตั้งได้ทั้ง AC และ DC

ทั้งนี้ EVAT จะมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานทั้งจากหัวจ่าย AC , DC ด้วยระบบ OCPP ที่เป็นเสมือน Operator ในการรับส่งข้อมูล และสะท้อนไปถึงผู้ผลิตไฟฟ้า

หลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ทั้ง 5 องค์กรข้างต้น พบว่าแต่ละองค์กรมีหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกัน กรณีของ EA เน้น Brand position โดยเลือกสถานที่ในการติดตั้งที่ช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ของ Brand ดังนั้น EA จึงเน้นการลงทุนเพื่อตอบโจทย์ใน Segment ที่เป็น High end ทั้งนี้การเลือกสถานีในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับพันธมิตรของบริษัทด้วย ที่สำคัญคือต้องมีช่องจอดรถอย่างน้อย 2 ช่องจอด มีกำลังไฟฟ้าเพียงพอสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า และมีควรระยะทางห่างกันทุกๆ 5 กิโลเมตร

EVAT ในฐานะที่เป็นผู้สนับสนุนให้มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า มีหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเล Location โดยต้องติดถนนใหญ่เป็นอันดับแรก ต้องมีที่จอดรถ และมี Demand ในพื้นที่นั้น เช่น มีผู้ใช้งานผ่านไปมา หรือมีแนวโน้มจะมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในหน่วยงาน เป็นต้น โดยในการพิจารณานั้น ให้น้ำหนัก 60% กับเรื่องทำเลที่ตั้ง

กรณีของ OR และ BCP จะมีหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่คล้ายคลึงกัน โดยมองว่าสถานีบริการเชื้อเพลิง มีความพร้อมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาทำเลที่เหมาะสมคือ เส้นทางที่มีแนวโน้มยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งผ่านประจำ มีทำเลติดถนน มีพื้นที่รองรับการติดตั้งสถานีและการจอดรถยนต์เพื่ออัดประจุอย่างน้อย 2 ช่องจอด มีบริการธุรกิจเสริมและสิ่งอำนวยความสะดวก มีระยะห่างของแต่ละสถานีที่รองรับระยะทางการขับขี่ได้ และที่สำคัญต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่เพียงพอ อย่างไรก็ตามการเลือกสถานีที่ติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ของ OR และ

BCP ในช่วงแรก เพื่อทดสอบเรื่องการยอมรับ โดยเน้นทำเลที่มีการสร้างการรับรู้ได้ดี โดดเด่น สะดุดตา เห็นชัดเจน และรูปแบบอลังการ เพื่อให้เกิดการยอมรับและใช้งานจริง

กรณีของ EV Society ในฐานะที่ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าเฉพาะแท็กซี่ไฟฟ้าของบริษัทเท่านั้น จึงเลือกสถานที่ในการติดตั้งที่สะดวกในการจอดรถ และเป็นฐานในการรอลูกค้า เช่น สนามบิน โดยการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มเติมในอนาคตนั้น ควรเป็น เมืองท่องเที่ยวหลัก สถานที่ท่องเที่ยวที่เป็น Landmark สถานีบริการน้ำมัน จุดจอดรถที่คนมองเห็น หรือเป็น Drop point จุดที่นักท่องเที่ยวจอด เป็นต้น

ตารางที่ 6 สรุปหลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

	Brand Position	Brand Awareness	Partner	Parking Space	Demand	Range	Other Facilities	Energy Power	Network Station
EA	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
EV society	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
OR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BCP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EVAT		✓	✓	✓	✓			✓	

Brand position และ Brand awareness: หลักเกณฑ์ในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าขององค์กรเอกชนในประเทศไทย ให้ความสำคัญในเรื่อง Brand position และ Brand awareness เป็นลำดับแรกๆ เนื่องจากยังอยู่ในช่วงของการนำเสนอและการทดสอบตลาด (Technology development and demonstration) (มจธ. และ MTEC, 2015)

Network stations and partners: การเลือกทำเลนั้นจะคำนึงถึงการ Utilize asset ที่มีอยู่เดิม เช่น สถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างครอบคลุม ร่วมกับการหาพันธมิตรที่สามารถนำเสนอทำเลที่มีศักยภาพได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Shengyin Li และคณะ ที่ใช้สถานีบริการน้ำมันเป็นทำเลในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (Li et al., 2016)

Parking space and other facilities: Parking space and other facilities ที่ให้บริการระหว่างการรออัดประจุไฟฟ้า ยังเป็นหลักเกณฑ์สำคัญในการเลือกทำเลเนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้าใช้

เวลานาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xiaomin Xi และคณะ(Xi et al., 2013) และยังสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าตามที่ Ralf Philipsen ได้ทำการศึกษา (Philipsen et al., 2015)

Demand: ความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าพิจารณาจากจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น หรือการใช้จำนวนรถยนต์ที่ผ่านไปมาในเส้นทางนั้นเป็นตัวแทนของยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต นอกจากนี้ แนวโน้มที่จะมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในหน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่นั้น ยังเป็นปัจจัยทางด้าน Demand ที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สอดคล้องกับงานวิจัยหลาย ๆ งานวิจัย (J. Yang et al., 2018), (Tu et al., 2016), (Han et al., 2016), (Jung et al., 2014), (Andrenacci et al., 2017)

Energy power: เนื่องจากสายส่งไฟฟ้ามี Capacity ที่จำกัด ทำเลที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจึงต้องอยู่ในทำเลที่สายส่งไฟฟ้ามี Capacity ที่เพียงพอ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Jin-peng Liu และคณะ (Liu et al., 2018) บางองค์กรจึงใช้กลยุทธ์ในการเป็น First mover เพื่อจับจองทำเลที่มีศักยภาพและยังมี Energy power capacity เพียงพอ ก่อนที่แบรนด์อื่นจะเข้ามา และอาจเป็นข้อจำกัดที่ทำให้แบรนด์อื่นไม่สามารถตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าบนถนนเส้นเดียวกันได้

Range: ระยะทางที่สามารถวิ่งได้ (Range) ของรถยนต์ไฟฟ้า เป็นปัจจัยสำคัญในกลยุทธ์การกำหนดตำแหน่งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า เช่นเดียวกับการศึกษาของหลาย ๆ งานวิจัย และเป็นตัวแปรสำคัญในโมเดลที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า (J. Yang et al., 2018), (Han et al., 2016), (Y. W. Wang & Lin, 2013), (F. He et al., 2015), (Li et al., 2016), (Lokesh & Hui Min, 2017) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang Guo และคณะ (Guo et al., 2018) ที่พบว่าความวิตกกังวลเกี่ยวกับระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้เป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในการเลือกใช้สถานีอัดประจุไฟฟ้า

กระบวนการในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

EA มีเจ้าหน้าที่บริหารพื้นที่ที่จะทำหน้าที่ในการปักหมุดทำเลในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รัศมี 5 กม. เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการต่อคิว และมีการจัด Zone เช่น Zone ขนส่ง เป็นต้น โดยต้องมีการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค เนื่องจากผู้ขับขี่ PHEV, BEV มีพฤติกรรมแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

กระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ EV society เป็นการเลือกทำเลที่เป็นจุดจอดรถของบริษัทเท่านั้น

ในอดีตที่เริ่มมีการให้บริการสถานี NGV นั้น PTT เป็นผู้เริ่มต้น โดยการวาง Network ตามระยะทางการขับขี่ที่ NGV สามารถขับขี่ได้ คือ 60 กม. แต่ในปัจจุบันได้พิสูจน์แล้วว่า สถานีบริการสามารถตั้งกระจัดกระจายโดยทั่วไป เพื่อแก้ปัญหาความต้องการเชื้อเพลิง NGV เช่นเดียวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ต้องมองภาพรวมทั้งประเทศ กระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ OR พิจารณาจากอุปสงค์ (Demand) คือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายในอนาคต เช่น โซนสนามบิน, เส้นทางที่เป็น Destination, เส้นทางท่องเที่ยว, โซน จ.ระยอง และพิจารณาเส้นทางที่เป็นเส้นทางประจำของรถประจำสำนักงานหรือรถส่วนกลางที่มีโอกาสเปลี่ยนเป็นรถไฟฟ้าในอนาคต และยังพิจารณาในส่วนของอุปทาน (Supply) คือ Network สถานีบริการประเภท COCO เป็นอันดับแรก และขยายไปยังสถานีบริการประเภท DODO โดยต้องไม่เป็นพื้นที่ที่ไม่ซ้ำซ้อนกับ EV charger ที่ติดตั้งไปแล้ว

BCP มีกระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนี้ คัดเลือกรายชื่อสถานีบริการที่เหมาะสม ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด, สำรวจปริมาณรถยนต์ไฟฟ้า และผู้ที่คาดว่าจะมาใช้บริการบริเวณพื้นที่นั้น ๆ, สำรวจพื้นที่จริง ว่ามีความพร้อมต่อการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือไม่ และนำเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาการลงทุน

EVAT มีกระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนี้ พิจารณาตาม GPS โดย Location ต้องติดถนนใหญ่, พิจารณาปริมาณการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น, พิจารณาที่จอดรถ, พิจารณาว่ามีผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าผ่านไปมาในพื้นที่นั้น, พิจารณาแนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยสรุป กระบวนการในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า คือ ต้องหาทำเลที่มีความต้องการการอัดประจุไฟฟ้า (Demand) ให้ได้ก่อน แล้วจึงหาสถานที่ที่มีความเหมาะสม

ตารางที่ 7 สรุปกระบวนการในการเลือกทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4
EA	จัดแบ่ง Zone	ศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้รถ	เลือกทำเลที่มี Partner และควรมีระยะห่างทุกๆ 5 กม.	
EV society	เลือกทำเลที่สะดวกในการจอดรถและเป็นฐานในการรอลูกค้า			
OR	พิจารณา Zone หรือเส้นทางที่เหมาะสม	พิจารณาด้าน Demand คือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายในอนาคต	พิจารณาด้าน Supply คือ Network สถานีบริการ	
BCP	คัดเลือกรายชื่อสถานีบริการที่เหมาะสม	สำรวจปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าและผู้ที่คาดว่าจะมาใช้บริการบริเวณพื้นที่นั้น ๆ	พิจารณาเส้นทางที่เหมาะสม	สำรวจ ความพร้อมต่อการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของพื้นที่จริง
EVAT	พิจารณา Location ด้วย GPS โดยต้องติดถนนใหญ่	พิจารณาจำนวนที่จอดรถ	พิจารณาปริมาณการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น และแนวโน้มในอนาคต	

ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า EA มีความเห็นว่า แท็กซี่ไฟฟ้าจะมีการเติมประจุไฟฟ้าให้เต็มก่อนส่งรถ จึงต้องอยู่รอบๆ อู่แท็กซี่ หรือติดที่อู่แท็กซี่เลย แต่จากการสำรวจของ EA พบว่า อู่แท็กซี่มีขนาดเล็ก และเจ้าของพื้นที่ไม่ต้องการเสียช่องจอดรถ หากรอบกะ 20 คัน ต้องมีการ Stand by ที่จอดจำนวนมาก ซึ่งไม่สามารถติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อู่แท็กซี่ได้ EA มีความเห็นว่า การติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าทุกๆ 5 กิโลเมตรในกรุงเทพมหานคร สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องการต่อคิว โดยคาดว่าการอัดประจุแล้ววิ่งกลับมาส่งรถที่อู่แท็กซี่ ภายในรัศมี 5 กม. สามารถทำได้จริง ในขณะที่แท็กซี่ส่วนบุคคลสามารถควงกะได้ การอัดประจุไฟฟ้าจึงขึ้นอยู่กับความสะดวกของเจ้าของรถแท็กซี่ ส่วน EV Society และ OR มีความเห็นว่า ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ได้แก่ สนามบินทุกแห่ง, สถานีบริการน้ำมัน, ระหว่างทางไปจังหวัดท่องเที่ยว, ใจกลางเมืองและแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัด โดย OR มีความเห็นเพิ่มเติมว่า ควรเปลี่ยนจากสถานีบริการ NGV เป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า และควรศึกษาเส้นทางที่แท็กซี่วิ่งเป็นประจำเพื่อวิเคราะห์ทำเลในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เนื่องจากพฤติกรรมของแท็กซี่ที่วิ่งตลอดเวลา เจอสถานีบริการตรงไหนก็สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ทันที ส่วนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต้องเป็น Quick charge จึงจะตอบสนองความต้องการของแท็กซี่ได้ดีขึ้น และทำให้เกิดการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าทดแทนแท็กซี่ NGV อย่างไรก็ตาม การติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick charge นั้น มีต้นทุนที่สูงมาก การระบุจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อสถานีต้องคำนวณ Optimization ของการใช้งาน ทั้งนี้ เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick charge ต้องการพลังงานที่สูงและเสถียร ในขณะที่การใช้ไฟฟ้าจากสายส่งไฟฟ้ามี Energy loss ดังนั้น การเลือกทำเลที่สามารถติดตั้ง Solar cell ได้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick charge และลด Energy loss ได้ ส่วน BCP มีความเห็นว่าทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้น ต้องตั้งอยู่บนถนนสายหลัก เข้าถึงได้โดยง่าย และควรกระจายอยู่โดยรอบของพื้นที่เมือง ต้องมีพื้นที่รองรับการจอดอัดประจุของแท็กซี่ที่เพียงพอ เนื่องจากแท็กซี่ในเขตเมืองจะมีปริมาณมาก ต้องมีร้านค้า ร้านอาหาร ร้านกาแฟ ห้องน้ำ สิ่งอำนวยความสะดวก และสถานที่พักผ่อนในบริเวณนั้นเพื่อให้คนขับรถได้ใช้ระหว่างการรอ ต้องเป็นสถานที่ที่มีไฟฟ้าเพียงพอต่อการติดตั้งเครื่องอัดประจุระบบ Quick charge ได้ เนื่องจากแท็กซี่มีปริมาณมากและต้องใช้เวลาในการอัดประจุให้น้อย เพื่อที่จะสามารถไปรับส่งผู้โดยสารต่อได้ EVAT มีความเห็นว่า การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ ควรมีการติดตั้งกระจายตัวเหมือนลักษณะของสถานีบริการน้ำมันในปัจจุบัน แต่ต้องระมัดระวังความเสี่ยงเรื่องการระเบิด และต้องปฏิบัติตามกฎในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ตัวอย่างในต่างประเทศ เช่น ในประเทศญี่ปุ่น จะมีการติดสถานีอัดประจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไฟฟ้าประเภท AC หน้าร้านค้าสะดวกซื้อ นอกจากนี้ EA มีความเห็นว่า Application จะเข้ามามีบทบาทในการบริหารจัดการ โดยให้ผู้ขับขี่เลือก Location ที่ต้องการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า เลือกเวลาที่จะเข้าใช้บริการเพื่อจองคิว และต้องมาถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายใน 30 นาที การจองคิวเพื่อใช้บริการเน้นที่ Normal charge โดยไม่ให้มีการจอง Quick charge

โดยสรุป ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ได้แก่ สนามบิน, ถนนสายหลัก, เส้นทางท่องเที่ยว, เส้นทางที่แท็กซี่วิ่งเป็นประจำ, อู่แท็กซี่หรือบริเวณใกล้อู่แท็กซี่, สถานีบริการน้ำมัน/LPG/NGV โดยจำเป็นจะต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการจอดรถเข้าถึงได้โดยง่าย และควรกระจายอยู่โดยรอบของพื้นที่เมือง

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยความสำเร็จในการเลือกทำเลที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า คือการวิเคราะห์หาทำเลที่มีแท็กซี่เดินทางจำนวนมากเพื่อระบุเส้นทางที่มีความต้องการ ร่วมกับการวิเคราะห์หาสถานที่ที่มีความพร้อมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยเฉพาะความพร้อมในการ Supply พลังงานให้เพียงพอ

การกำหนดค่าบริการในการอัดประจุไฟฟ้า

EA กำหนดค่าบริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภท AC ตามระยะเวลาในการอัดประจุ ดังนี้ 1 ชม. ราคา 50 บาท, 2 ชม. ราคา 80 บาท, 3 ชม. ราคา 110 บาท, 4 ชม. ราคา 150 บาท ส่วนประเภท DC ยังไม่เปิดให้บริการ โดยคาดว่าจะกำหนดราคา Unit ละ 9 บาท

รูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ BCP เป็น Pilot site ติดตั้ง 2 สาขา ที่สถานีบริการน้ำมันบางจาก สาขาราชพฤกษ์ 2 และกาญจนาภิเษก ซึ่งปัจจุบันไม่มีการเก็บค่าบริการในการอัดประจุไฟฟ้า เช่นเดียวกับ OR ที่ยังไม่มีการกำหนดอัตราค่าบริการ ปัจจุบันให้บริการฟรีระหว่างช่วงทดลองระบบ และจะมีการกำหนดราคาร่วมกับ Partner

การใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ทั้ง 5 องค์กรข้างต้น เกี่ยวกับอัตราการใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งไปแล้ว พบว่า สถานีอัดประจุไฟฟ้าของ BCP มีอัตราการใช้งานค่อนข้างน้อย เนื่องจากปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV ในประเทศไทยมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV กลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่จึงเป็นกลุ่มผู้มีรายได้สูง สอดคล้องกับข้อมูลการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ของ EA ที่ส่วนใหญ่ Benz 90% ที่เหลือ 10% เป็น BMW และแบรนด์อื่นๆ โดยรถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV ที่มาใช้บริการ ได้แก่ BYD, Tesla, ฮุนได ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก

ส่วนการเก็บข้อมูลจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ OR เปิดให้บริการสาธารณะ มีการใช้งาน 85 Users ลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV เช่นเดียวกัน โดยพบว่าบางทำเลเป็นทำเลที่ดีมาก แต่กลับมีการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าน้อย ส่วนสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ EV Society ไม่ได้เปิดให้บริการกับลูกค้าทั่วไป ให้บริการเฉพาะแท็กซี่ไฟฟ้าของบริษัทเท่านั้น

ลูกค้าที่มาใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ OR โดยส่วนใหญ่ใช้เวลาในการอัดประจุไฟฟ้าน้อยกว่า 30 นาทีต่อ 1 คัน ในขณะที่ EA พบว่า การนำรูปแบบการใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าของต่างประเทศมาใช้ ยังไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมของคนไทย เช่น การอัดประจุไฟฟ้ารถยนต์ประเภท PHEV โดยปกติใช้เวลา 1 ½ ชั่วโมง แต่คนไทยจอดรถเกิน 4 ชั่วโมง

ปัญหา อุปสรรคในการให้บริการและใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการให้บริการและใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าของทั้ง 5 องค์กร สรุปได้ดังนี้

1) กำลังไฟฟ้าไม่เพียงพอ ไม่สามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าได้เต็มสมรรถนะของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ทำให้ใช้เวลาในการอัดประจุนาน และไม่สามารถ Commercialize ได้ โดยเฉพาะการอัดประจุด้วยเครื่องประเภท DC (Quick charge) นั้น ต้องมีการขยายหม้อแปลงซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนานและมีต้นทุนสูง
2) เครื่องอัดประจุไฟฟ้าใช้งานยาก โดยเฉพาะคนขับรถแท็กซี่ที่มีความรู้น้อย
3) ต้องมีบัตรเครดิตสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า เป็นอุปสรรคต่อคนขับแท็กซี่
4) ช่องจอดรถไม่เพียงพอ
5) การจอดรถในช่องจอดนานเกินกว่าระยะเวลาในการอัดประจุ
6) จุดจอดรถสำหรับการอัดประจุหลบอยู่ในตัวอาคาร ทำให้ผู้บริโภคไม่เห็นว่ามีแท็กซี่ไฟฟ้าให้บริการ

จากการสัมภาษณ์องค์กรทั้ง 5 พบว่า การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ผ่านมา ใช้เงินลงทุนสูงแต่ตอบโจทย์การใช้งานน้อย เป็นการลงทุนที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากปริมาณยานยนต์ไฟฟ้า

ในประเทศไทยยังมีน้อย และองค์กรไม่มีกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนั้น กระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะช่วยให้องค์กรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลงทุนได้

4.3 ผลการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ ในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1. จากการเก็บข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) ซึ่งมีการติดตั้งระบบ GPS และส่งข้อมูลมายังมูลนิธิศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

V_ID	หมายถึง หมายเลขรหัสของแท็กซี่แต่ละคัน
Lat	หมายถึง พิกัดละติจูด กำหนดเป็นทศนิยม 5 ตำแหน่ง
Lon	หมายถึง พิกัดลองจิจูด กำหนดเป็นทศนิยม 5 ตำแหน่ง
Timestamp	หมายถึง การระบุเวลา
Speed	หมายถึง การระบุความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
Heading	หมายถึง ทิศที่แท็กซี่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยระบุเป็น 0-360 องศา โดยกำหนดให้ทิศเหนือ = 0 องศา, ทิศตะวันออก = 90 องศา, ทิศใต้ = 180 องศา, ทิศตะวันตก = 270 องศา
For_hire_light	หมายถึง สัญญาณสถานะการให้บริการของแท็กซี่ 1 = เปิดไฟสถานะ “ว่าง” = ไม่มีผู้โดยสาร 0 = ปิดไฟสถานะ “ว่าง” = มีผู้โดยสาร
Engine_acc	หมายถึง สถานะการสตาร์ทเครื่องยนต์ 1 = สตาร์ทเครื่องยนต์ (ข้อมูลจะถูกส่งทุกๆ 1 นาที) 0 = ไม่ได้สตาร์ทเครื่องยนต์ (ข้อมูลจะถูกส่งทุกๆ 3 นาที)

จากสมมติฐาน กำหนดให้ข้อมูลของแท็กซี่ดังกล่าว เป็นตัวแทนของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร โดยมีพิกัดการเดินทางของแท็กซี่แต่ละคันในแต่ละวัน แสดงรายละเอียดข้อมูลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 รายละเอียดข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะไทย

V_ID	Lat	Lon	Timestamp	Speed	Heading	For_hire_light	Engine_acc
9oDXJxuzEHcf/VkWteB0ttvd3jw	13.92988	100.72172	28/11/2018 0:00	0	1	1	0
sRdBUU6lEqZtUkq9hEwgUini+DI	13.90742	100.69213	28/11/2018 0:00	0	320	1	0
B+/OA0UL5IHr+NLRE1qIe/c9wuo	13.69318	100.60670	28/11/2018 0:00	0	315	0	0
tnwJ20HUl/FfnGJ65ZnT8/B9DVk	13.76778	100.63824	28/11/2018 0:00	0	199	1	0
5DrRbV35cf3iL9N6JStakgv2BHQ	13.80305	100.44051	28/11/2018 0:00	0	300	0	0
x1/nyx5tu7obmM+uMdrGamImeGE	13.77500	100.42675	28/11/2018 0:00	0	175	0	0
wXB1fkGJxqvRkRyOLHeVD+n8zpI	13.90632	100.5931	28/11/2018 0:00	51	25	0	1
MvMZlN4kpVZuFjeyAdrITRtaqog	13.85792	100.62713	28/11/2018 0:00	0	117	0	1
PZumq5TeQxvt8dgNuKcaxhi/Ykg	13.62126	100.50981	28/11/2018 0:00	92	265	1	1
DV6viCAMjvFwQhZxin0X9vD0kXY	13.66311	100.60664	28/11/2018 0:00	0	186	1	0
2xCCwc20NL4aXHPotUwHMGXE3MY	13.66563	100.44487	28/11/2018 0:00	74	237	0	1
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
B91PDkhhcajrbi94IkKSmEkL210	13.69577	100.38931	28/11/2018 23:59	0	193	1	0

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. จากการสัมภาษณ์คนขับแท็กซี่จำนวน 20 คน และอู่แท็กซี่จำนวน 10 แห่ง พบว่าช่วงเวลาในการเปลี่ยนกะคือ 03.00 – 06.00 น. และ 15.00 – 18.00 น. (วันละ 2 กะ กะละ 12 ชั่วโมง) ซึ่งอู่แท็กซี่โดยส่วนใหญ่กำหนดเวลาในการเปลี่ยนกะคือ 04.00 น. และ 16.00 น. ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดให้เวลาในการเปลี่ยนกะแท็กซี่เป็นเวลา 16.00 น. ซึ่งเป็นเวลากลางวันที่มีปริมาณการใช้แท็กซี่มากกว่าเวลา 04.00 น. รวมทั้งเวลา 16.00 น. มีปริมาณการจราจรหนาแน่นกว่าเวลา 04.00 น.

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเติมพลังงาน ก่อนการเปลี่ยนกะแท็กซี่ โดยกำหนดให้แท็กซี่เหล่านี้เป็นตัวแทนของแท็กซี่ไฟฟ้า ด้วยข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มเลือกวันในการเก็บข้อมูลจำนวน 4 วัน ได้แก่ วันพุธ ที่ 21พฤศจิกายน 2561, วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561, วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561 และวันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561 เพื่อเปรียบเทียบหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

ตารางที่ 9 วันที่และช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล

วัน เดือน ปี	**ปริมาณรถแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 -16.00 น.**	**จำนวนรถที่มีสถานะว่างในเวลา 15.00-16.00 น.**	**จำนวนรถที่มีสถานะว่างหลังเวลา 16.00 น.**
วันพุธ ที่ 21 พฤศจิกายน 2561	3,913 คัน	3,187 คัน	726 คัน
วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561	3,885 คัน	3,181 คัน	704 คัน
วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561	3.876 คัน	3,137 คัน	739 คัน
วันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561	3,910 คัน	3,112 คัน	789 คัน

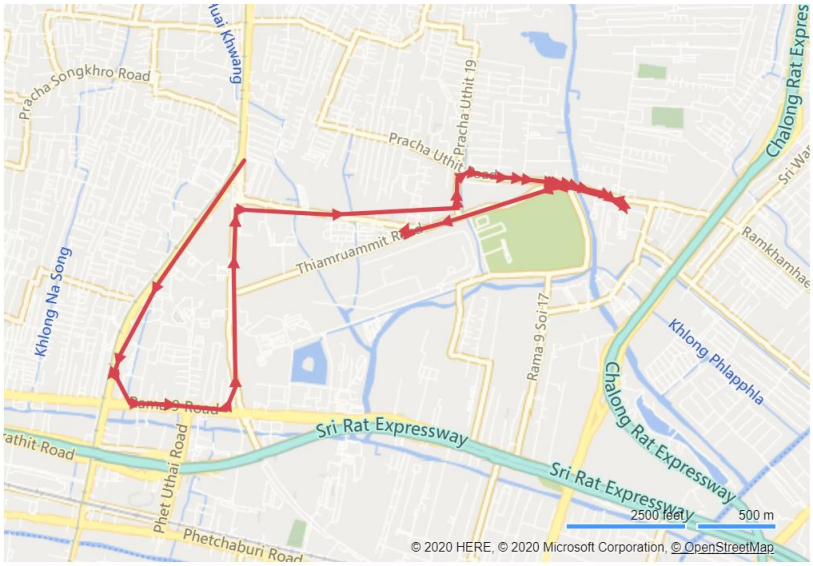
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน 2562 ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.

V_ID	Lat	Lon	Timestamp	For_hire_light	Engine_acc
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.77042	100.57340	28/11/2018 15:01	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.76314	100.56816	28/11/2018 15:03	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75897	100.56587	28/11/2018 15:04	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75807	100.56557	28/11/2018 15:06	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75793	100.56545	28/11/2018 15:07	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75608	100.56645	28/11/2018 15:09	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75601	100.56856	28/11/2018 15:11	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75601	100.56856	28/11/2018 15:12	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75568	100.57229	28/11/2018 15:13	0	1
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.75704	100.57287	28/11/2018 15:15	0	1
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.++DSqYQ5x328LHUqejEnMt1Ari0	13.76943	100.58875	28/11/2018 15:28	1	1

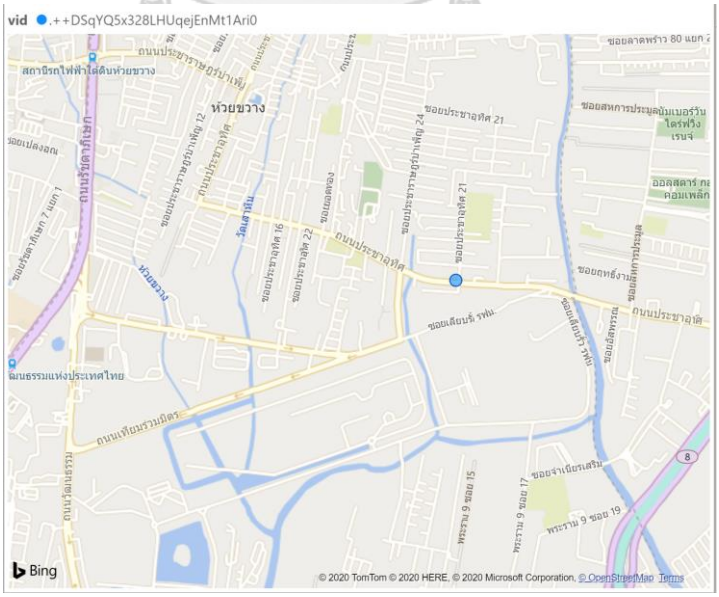
Chulalongkorn University
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลการจราจรอัจฉริยะไทย ในช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น. สามารถแสดงเส้นทางการเดินทางของแท็กซี่ได้ดังรูป

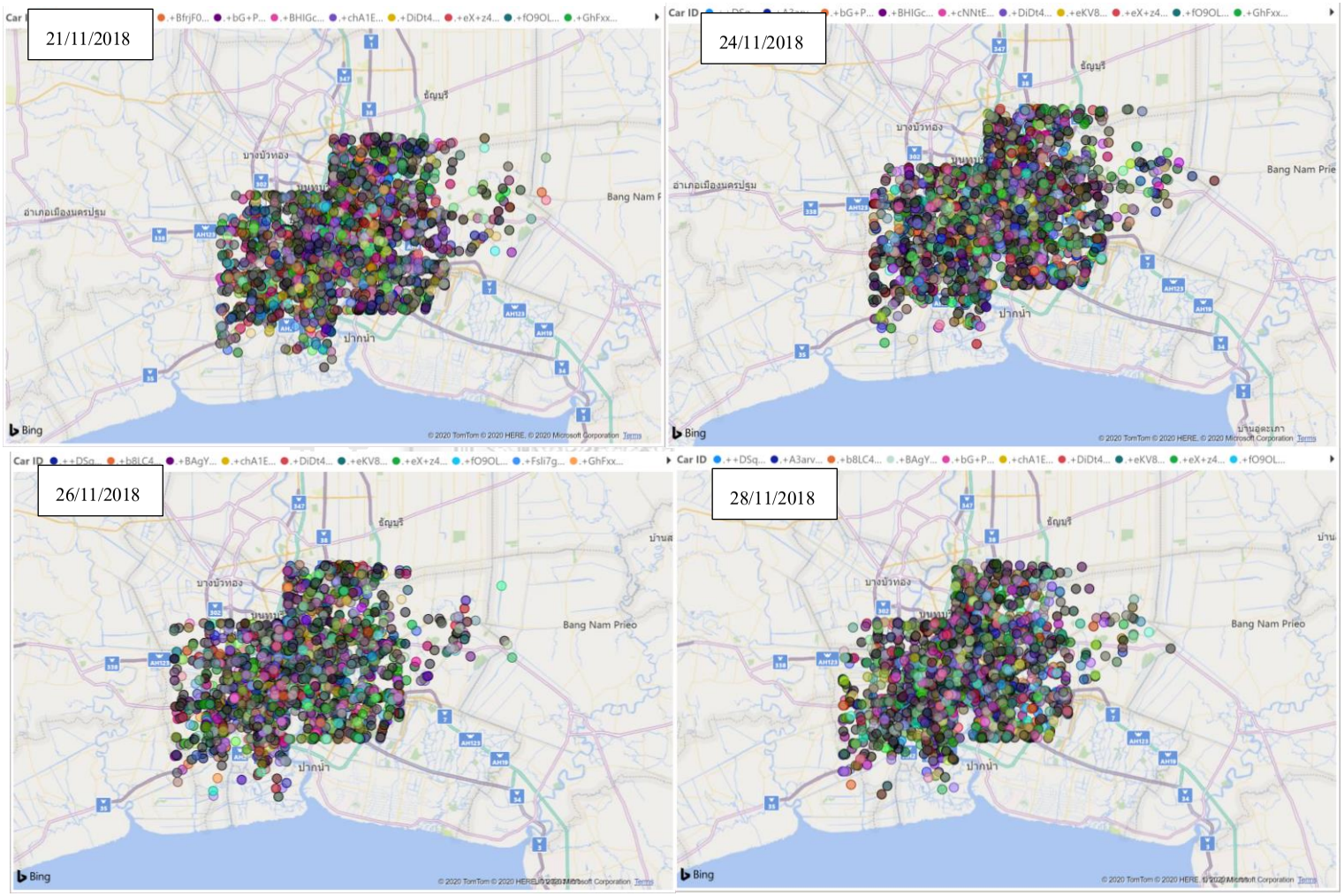


รูปที่ 35 ตัวอย่างรูปแบบการเดินทางของแท็กซี่ในช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.

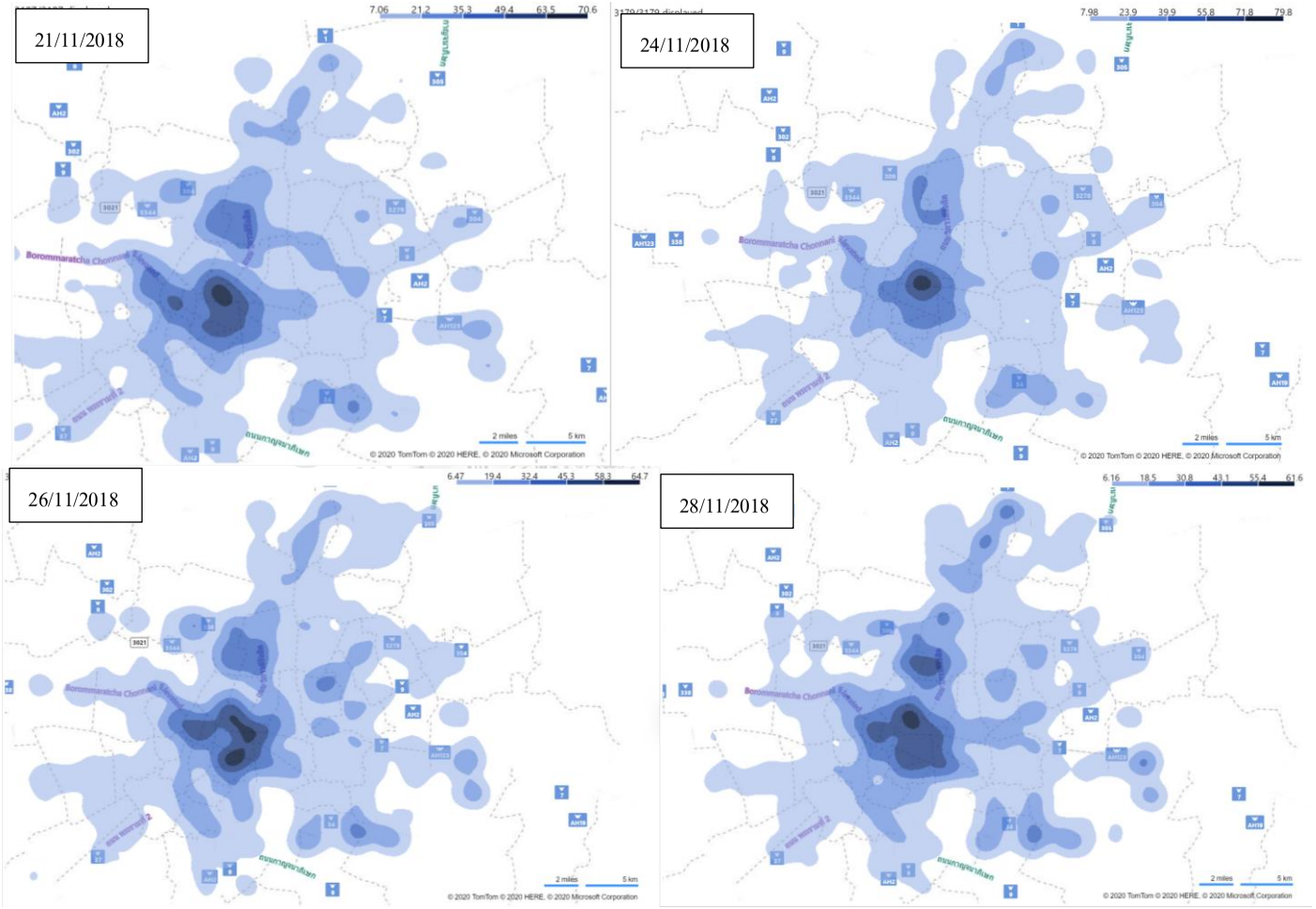
3. จากสมมติฐานที่กำหนดให้แท็กซี่ไฟฟ้าที่ต้องการอัดประจุไฟฟ้าก่อนการเปลี่ยนกะ จะมีสถานะการให้บริการของแท็กซี่ (For_hire_light) เป็น 1 (ไม่มีผู้โดยสาร) ทำให้ได้พิกัดของแท็กซี่ก่อนที่จะเดินทางไปเติมพลังงาน



รูปที่ 36 ตัวอย่างพิกัดของแท็กซี่ที่มีสถานะการให้บริการของแท็กซี่ (For_hire_light) เป็น 1 (ไม่มีผู้โดยสาร)



รูปที่ 37 พิกัดทั้งหมดของแท็กซี่ที่ต้องการเติมพลังงานก่อนการเปลี่ยนกะ ณ ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.



รูปที่ 38 Heat Map แสดงความหนาแน่นของแท็กซี่ที่ต้องการเติมพลังงานก่อนการเปลี่ยนกะ ณ ช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น.

4. จากการเก็บข้อมูลพิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร จำนวน 765 สถานี จากจำนวนทั้งหมด 955 สถานี ประกอบด้วย สถานีบริการเชื้อเพลิง ปตท., PTTRM, บางจาก, ESSO, CALTEX, ENERGY, NS GAS, ORCHIDGAS, PAP, PICNIC, PT, แสงทอง, SHELL, สยามแก๊ส, SUSCO, TAKUNI, TPIPP, UNICGAS, UNOGAS, WORLDGAS มีรายละเอียดการเก็บข้อมูล ดังนี้

S_ID หมายถึง หมายเลขรหัสของสถานีบริการ

Brand หมายถึง เครื่องหมายการค้าของสถานีบริการ

Branch หมายถึง ชื่อสาขาของสถานีบริการ

Type หมายถึง ชนิดของการจำหน่ายเชื้อเพลิง

Lat หมายถึง พิกัดละติจูด

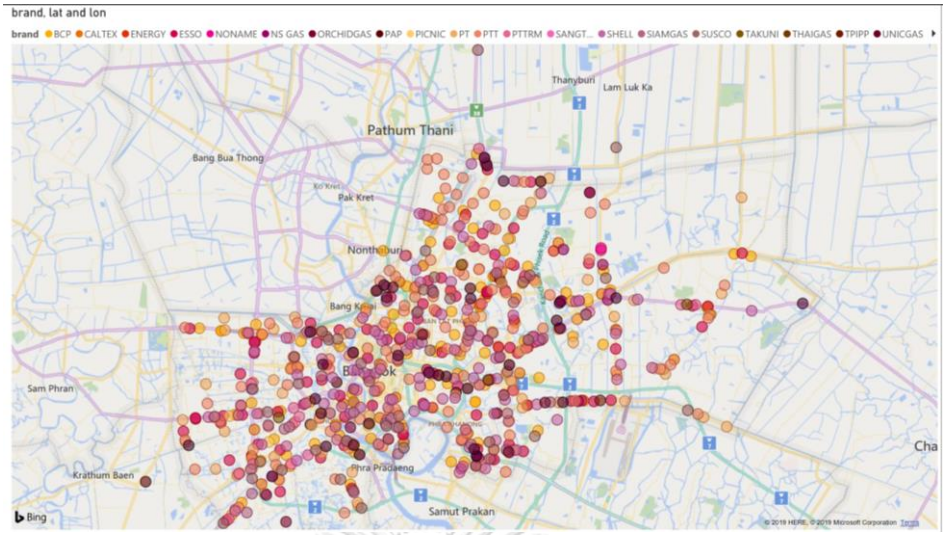
Lat หมายถึง พิกัดลองจิจูด

โดยผู้วิจัยกำหนดให้พิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงดังกล่าว เป็นตัวแทนพิกัดของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ตารางที่ 11 พิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร

S_ID	Brand	Branch	Type	Lat	Lon
1	BCP	บางจาก - สาทรตัดใหม่	Oil	13.713454	100.534099
2	BCP	บางจาก - ทุ่งมหาเมฆ	Oil	13.711012	100.541772
3	BCP	บางจาก - พระราม 3 (2)	Oil	13.700907	100.545275
4	BCP	บางจาก - เจริญกรุงตัดใหม่	Oil	13.701245	100.515656
5	BCP	บางจาก - กรุงธนบุรี 2	Oil	13.720585	100.501274
6	BCP	บางขุนเทียน ปิโตรเลียม จำกัด	Oil	13.700465	100.483848
7	BCP	บางจาก - สุขุมวิท 39	Oil	13.736507	100.572101
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
765	WORLDGAS	บจ. แก๊สยิ่งดี กาญจนา	LPG	13.680855	100.474972

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 39 พิกัดสถานีบริการเชื้อเพลิงในกรุงเทพมหานคร

5. การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมของสถานีบริการเชื้อเพลิงในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าประกอบด้วย Criteria ดังนี้

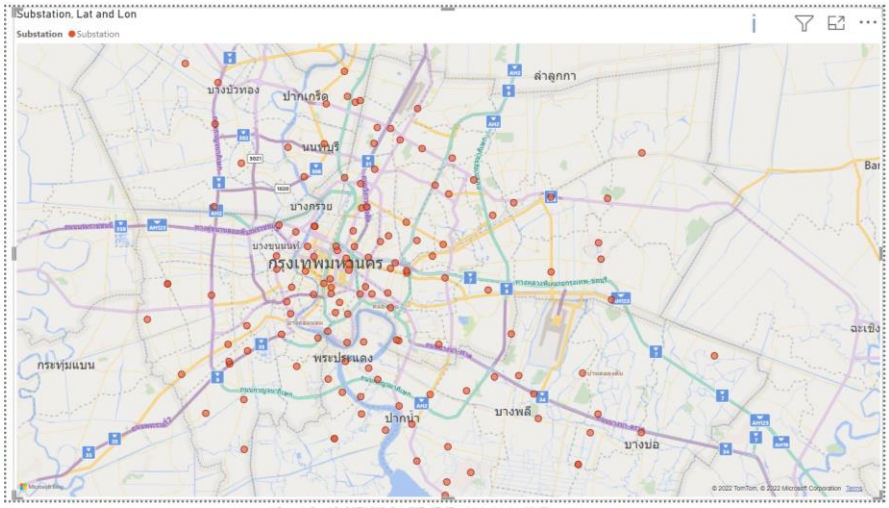
ตารางที่ 12 เกณฑ์ในการประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

Criteria	**ใช่**	**ไม่ใช่**
มี Demand	✓	
มีพลังงานไฟฟ้า Supply อย่างเพียงพอ	✓	
มีจำนวนช่องจอดรถเพียงพอ	✓	
มีสิ่งอำนวยความสะดวกระหว่างรออัดประจุไฟฟ้า	✓	
อยู่ติดถนน สามารถเข้าถึงง่าย	✓	
Brand Awareness/ Brand Position/ Partner	✓	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

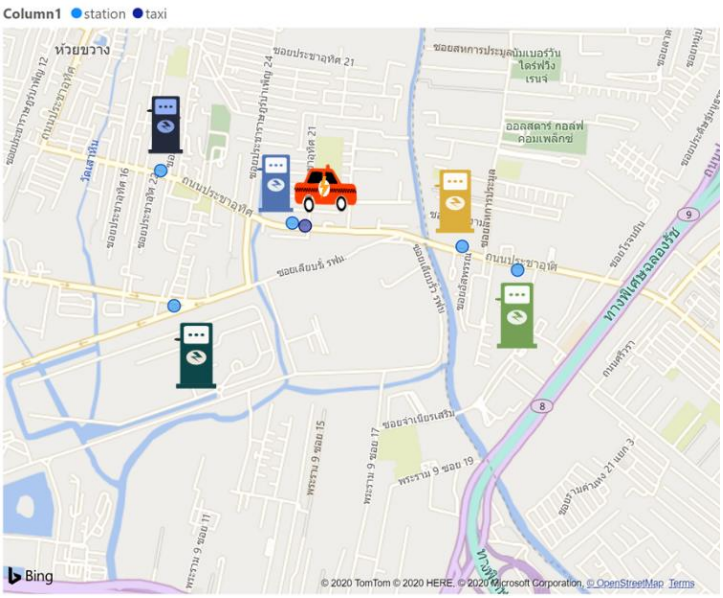
เนื่องจากทำเลที่นำมาวิเคราะห์เป็นสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีแบรนด์เป็นที่รู้จัก จึงเป็นทำเลที่มีศักยภาพ มี Demand การเดินทางของรถยนต์ มีจำนวนช่องจอดรถเพียงพอ มีสิ่งอำนวยความสะดวกครบครันระหว่างรออัดประจุไฟฟ้า และอยู่ติดถนน สามารถเข้าถึงง่าย เมื่อเปลี่ยนเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าสามารถสร้าง Brand awareness และ Brand position ได้ ทั้งนี้ การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว จำเป็นจะต้องมีการขอหม้อแปลงไฟฟ้าเพิ่ม ซึ่งสถานีบริการเชื้อเพลิงสามารถดำเนินการได้สะดวก เนื่องจากอยู่ติดถนนใหญ่และถนนสายรอง นอกจากนี้ การไฟฟ้านครหลวงได้มีการประเมินปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยมี

คณะกรรมการ Monitor สถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้า มีการปรับปรุงสายส่งไฟฟ้า เพื่อให้รองรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพียงพอต่อทุกสถานีในบริเวณนั้น และมีสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวงกระจายอยู่รอบพื้นที่กรุงเทพมหานครที่สามารถบริหารจัดการกำลังสายส่งไฟฟ้าได้ ข้อมูลพิกัดสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง แสดงดังรูปที่ 40



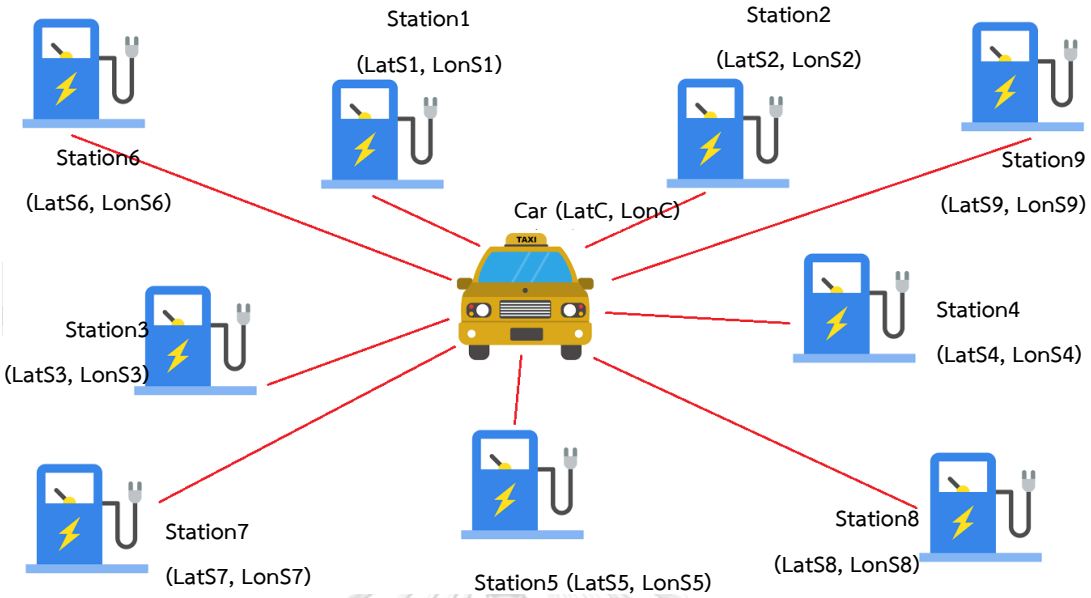
รูปที่ 40 พิกัดสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง

6. จากข้อมูลพิกัดของแท็กซี่และพิกัดของสถานีบริการ โดยกำหนดให้ข้อมูลของแท็กซี่เป็นตัวแทนของแท็กซี่ไฟฟ้า และข้อมูลของสถานีบริการเป็นตัวแทนของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณระยะห่างของแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี



รูปที่ 41 พิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้พิกัดของแท็กซี่ไฟฟ้า

6.1 การคำนวณระยะห่างของแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี



รูปที่ 42 แบบจำลองตำแหน่งแท็กซี่ไฟฟ้าและสถานีประจุอัดไฟฟ้า

6.2 การคำนวณระยะห่างของแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$D_{ij} = \sqrt{(LatCi - LatSj)^2 + (LonCi - LonSj)^2} \quad \text{..... (1)}$$

โดยที่ D_{ij} หมายถึง ระยะห่างระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i กับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j

LatCi หมายถึง ละติจูดของแท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i

LonCi หมายถึง ลองติจูดของแท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i

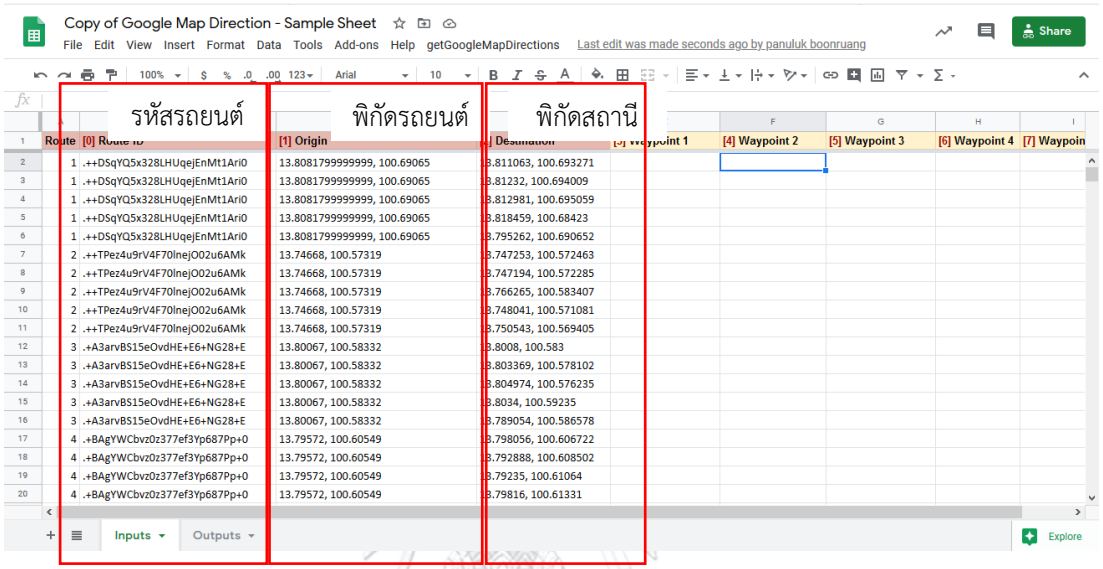
LatSj หมายถึง ละติจูดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j

LonSj หมายถึง ลองติจูดของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j

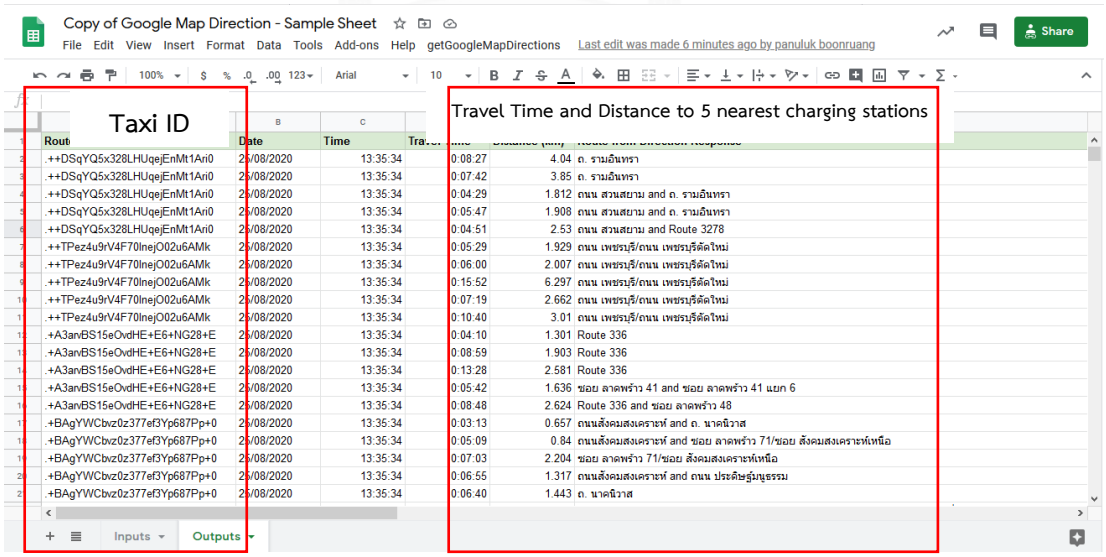
การหาระยะห่างที่ใกล้ที่สุดของแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้า 5 สถานี สามารถหาได้จากระยะห่างที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) ด้วยฟังก์ชั่น “=SMALL(array, k)” ในโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นสามารถระบุชื่อและพิกัดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยการใช้ฟังก์ชั่น “HLOOKUP(lookup_value, table_array, col_index_num, [range_lookup])” เพื่อระบุชื่อ

และพิกัดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยระยะห่างที่ใกล้ที่สุดที่หาได้จากฟังก์ชั่น “= SMALL(array, k)”

7. การคำนวณระยะทางจริงระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี สามารถคำนวณได้โดยใช้ซอฟแวร์ของ Google Map Distance Matrix API



รูปที่ 43 ตัวอย่างการการป้อนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาระยะเวลาในการเดินทางจริงระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้ากับสถานีประจุไฟฟ้าที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี ด้วยซอฟแวร์ของ Google Map



รูปที่ 44 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยซอฟแวร์ของ Google Map

สรุป ข้อมูลระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางจากจุดพิกัดของแท็กซี่แต่ละคัน ไปยังสถานีบริการที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

V_ID	หมายถึง	หมายเลขรหัสของแท็กซี่
V_Lat	หมายถึง	พิกัดละติจูดของแท็กซี่
V_Lon	หมายถึง	พิกัดลองจิจูดของแท็กซี่
S_ID	หมายถึง	หมายเลขรหัสของสถานีบริการ
S_Brand	หมายถึง	เครื่องหมายการค้าของสถานีบริการ
S_Lat	หมายถึง	พิกัดละติจูดของสถานีบริการ
S_Lon	หมายถึง	พิกัดลองจิจูดของสถานีบริการ
Dist	หมายถึง	ระยะทางระหว่างพิกัดของแท็กซี่และพิกัดของสถานีบริการ (เมตร)
Time	หมายถึง	ระยะเวลาในการเดินทางระหว่างพิกัดของแท็กซี่ไปยังพิกัดของสถานีบริการ (นาที)

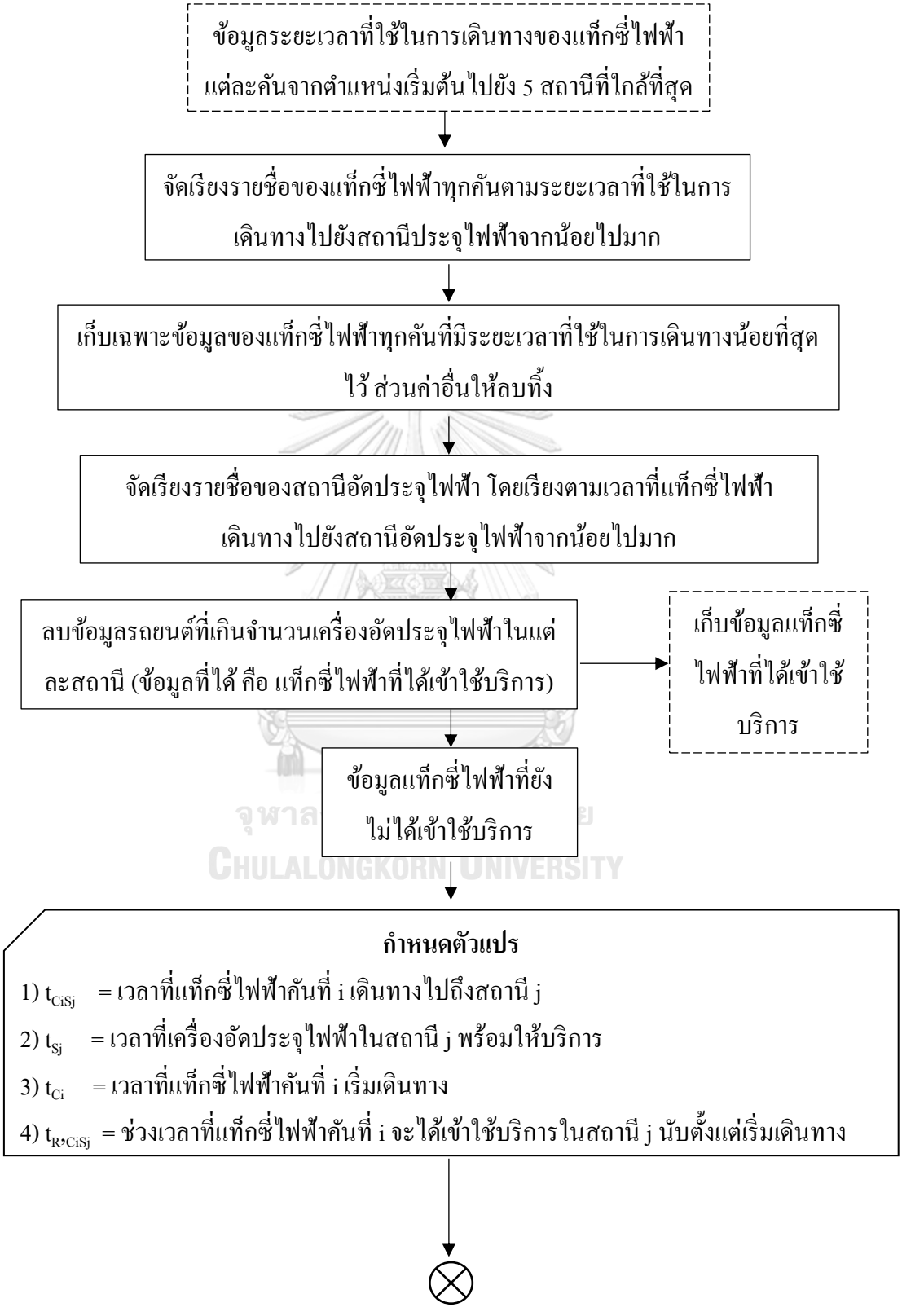
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางและระยะเวลาในการเดินทางจากจุดพิกัดของแท็กซี่แต่ละคัน ไปยังสถานีบริการที่ใกล้ที่สุด 5 สถานี

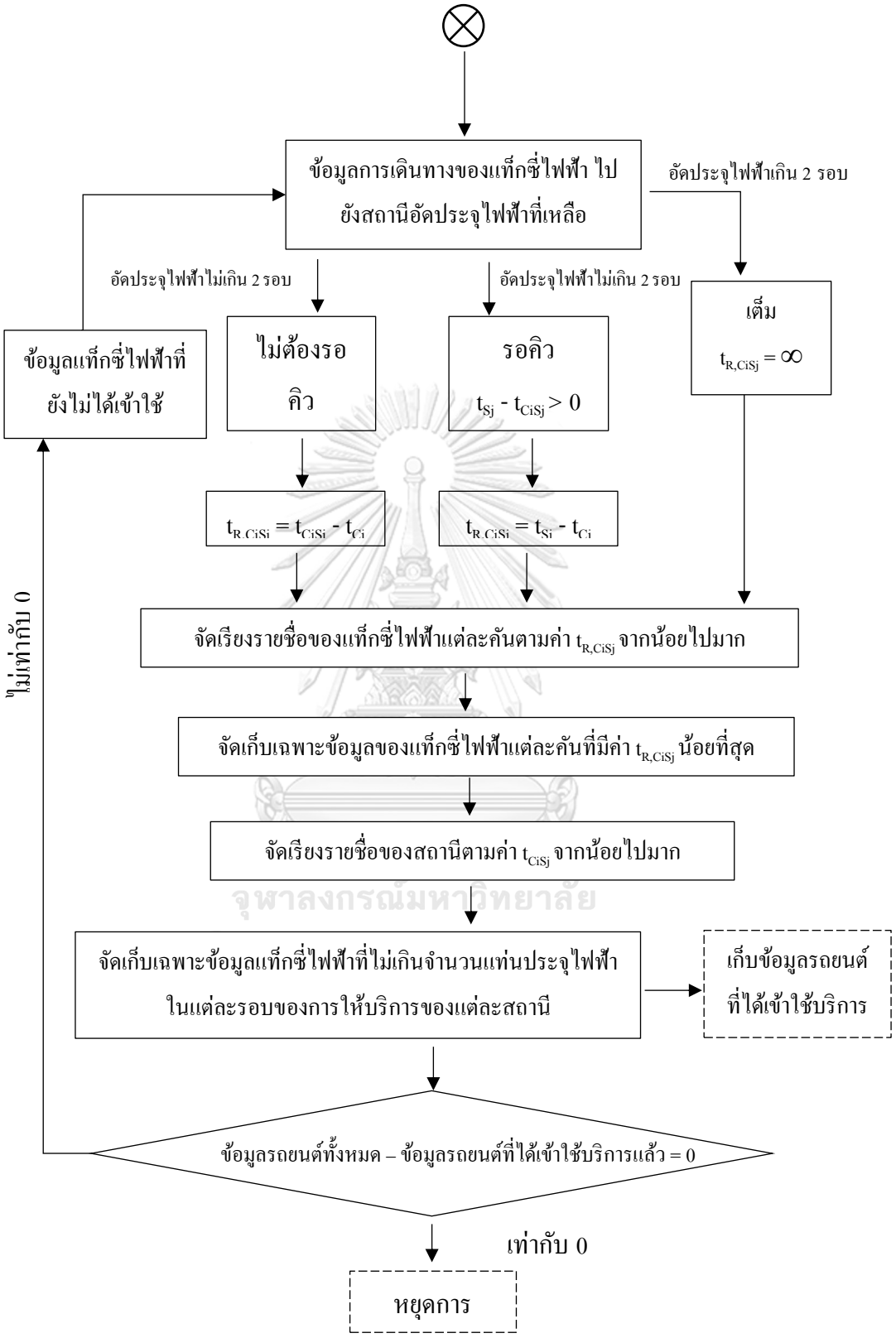
V_ID	V_Lat	V_Lon	S_ID	S_Brand	S_Lat	S_Lon	Dist (เมตร)	Time (นาที)
g1gl3NJ2vYNKoHPtCtvR5Uv9jA4	13.71933	100.48738	528	SHELL	13.716915	100.489666	2212	6.30
g1gl3NJ2vYNKoHPtCtvR5Uv9jA4	13.71933	100.48738	122	CALTEX	13.719690	100.491081	2763	5.25
g1gl3NJ2vYNKoHPtCtvR5Uv9jA4	13.71933	100.48738	252	ESSO	13.726939	100.487896	3728	9.17
g1gl3NJ2vYNKoHPtCtvR5Uv9jA4	13.71933	100.48738	527	SHELL	13.728304	100.482149	3626	6.57
g1gl3NJ2vYNKoHPtCtvR5Uv9jA4	13.71933	100.48738	322	PT	13.711036	100.478915	3466	6.15
gGoIVXp1YRGwqMRg5u859Rw4ZzE	13.77622	100.47604	713	SUSCO	13.777668	100.477467	4816	10.53
gGoIVXp1YRGwqMRg5u859Rw4ZzE	13.77622	100.47604	661	SIAMGAS	13.780525	100.475670	3213	7.37
gGoIVXp1YRGwqMRg5u859Rw4ZzE	13.77622	100.47604	29	BCP	13.781599	100.473816	858	4.17
gGoIVXp1YRGwqMRg5u859Rw4ZzE	13.77622	100.47604	151	ESSO	13.775250	100.466304	3637	9.22
gGoIVXp1YRGwqMRg5u859Rw4ZzE	13.77622	100.47604	707	SUSCO	13.778442	100.485849	4926	10.58
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
MglhcYuCwIIZvpb7hQHZlAb/Av0	13.73876	100.65393	135	CALTEX	13.747525	100.656029	7922	11.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

8. การจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแท็กซี่แต่ละคัน



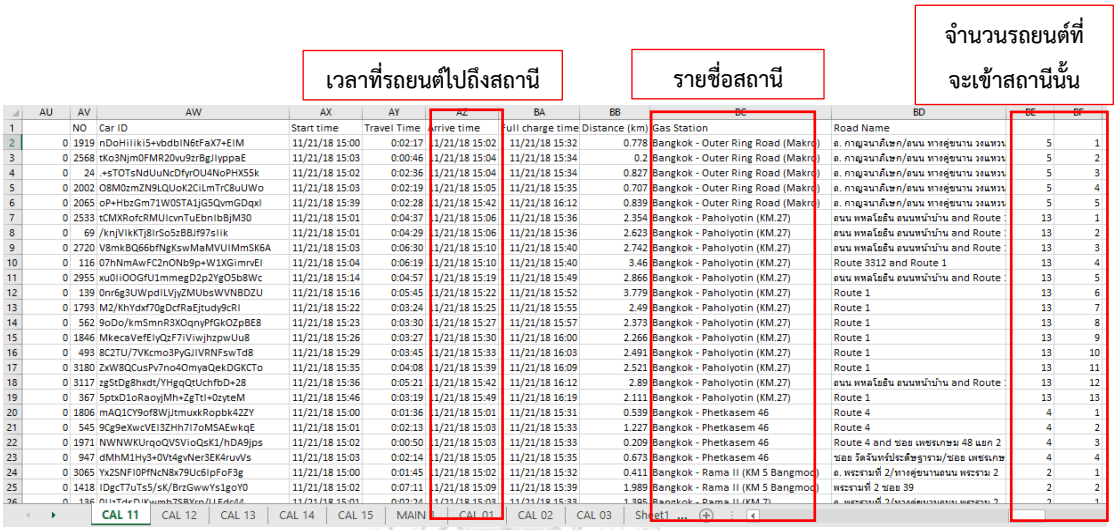
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 45 แผนผังกระบวนการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี

ในการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานีสามารถกระทำได้ตามแผนผังในรูปที่ 45 โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

ในช่วงแรกของการเริ่มใช้บริการ แต่ละสถานียังไม่มีการใช้งานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ดังนั้นลักษณะการจัดลำดับการเข้ารับบริการประจุไฟฟ้าจึงกระทำโดยการให้แท็กซี่ไฟฟ้าที่สามารถเดินทางไปยังสถานีได้เร็วที่สุดเข้ารับบริการก่อน



	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF
1		NO	Car ID	Start time	Travel Time	Arrive time	Full charge time	Distance (km)	Gas Station	Road Name		
2	0	1919	nDoHiIikiS+vbdbIN6tFaX7+EIM	11/21/18 15:00	0:02:17	11/21/18 15:02	11/21/18 15:32	0.778	Bangkok - Outer Ring Road (Makro)	อ. กาญจนาภิเษก/ถนน ทางคู่ขนาน วงแหวน	5	1
3	0	2568	tKo3Njm0FMR20vu9zrBgJIyppaE	11/21/18 15:03	0:00:46	11/21/18 15:04	11/21/18 15:34	0.2	Bangkok - Outer Ring Road (Makro)	อ. กาญจนาภิเษก/ถนน ทางคู่ขนาน วงแหวน	5	2
4	0	24	+sTOTsNdUuNcDfyrOU4NoPHX55k	11/21/18 15:02	0:02:36	11/21/18 15:04	11/21/18 15:34	0.827	Bangkok - Outer Ring Road (Makro)	อ. กาญจนาภิเษก/ถนน ทางคู่ขนาน วงแหวน	5	3
5	0	2002	O8M0zmZN9LQUoK2CiLmTrC8uUWo	11/21/18 15:03	0:02:19	11/21/18 15:05	11/21/18 15:35	0.707	Bangkok - Outer Ring Road (Makro)	อ. กาญจนาภิเษก/ถนน ทางคู่ขนาน วงแหวน	5	4
6	0	2065	oP+HbzGm71W0STA1jG5QvmGDqxI	11/21/18 15:39	0:02:28	11/21/18 15:42	11/21/18 16:12	0.839	Bangkok - Outer Ring Road (Makro)	อ. กาญจนาภิเษก/ถนน ทางคู่ขนาน วงแหวน	5	5
7	0	2533	tCMXRofcRMUIcvnTuEbnIbBjM30	11/21/18 15:01	0:04:37	11/21/18 15:06	11/21/18 15:36	2.354	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	ถนน พหลโยธิน ถนนหน้าบ้าน and Route	13	1
8	0	69	/knjVIkKTj8IrSo5zBBJf97sIik	11/21/18 15:01	0:04:29	11/21/18 15:06	11/21/18 15:36	2.623	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	ถนน พหลโยธิน ถนนหน้าบ้าน and Route	13	2
9	0	2720	V8mkBQ66bfNgKswMaMVUIMmSK6A	11/21/18 15:03	0:06:30	11/21/18 15:10	11/21/18 15:40	2.742	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	ถนน พหลโยธิน ถนนหน้าบ้าน and Route	13	3
10	0	116	07hNmAwFC2nONb9p+W1XGimrvEI	11/21/18 15:04	0:06:19	11/21/18 15:10	11/21/18 15:40	3.46	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 3312 and Route 1	13	4
11	0	2955	xu0IiOOGfU1mmegD2p2YgO5b8Wc	11/21/18 15:14	0:04:57	11/21/18 15:19	11/21/18 15:49	2.866	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	ถนน พหลโยธิน ถนนหน้าบ้าน and Route	13	5
12	0	139	0nr6g3UWpdILVjyZMUbsWVNBDZU	11/21/18 15:16	0:05:45	11/21/18 15:22	11/21/18 15:52	3.779	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	6
13	0	1793	M2/khYdxf70gDcfRaEjtudy9cRI	11/21/18 15:22	0:03:24	11/21/18 15:25	11/21/18 15:55	2.49	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	7
14	0	562	9oDo/kmSmnR3KOqnyPfGkOZpBE8	11/21/18 15:23	0:03:30	11/21/18 15:27	11/21/18 15:57	2.373	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	8
15	0	1846	MkecaVefElyQzF7iViwjhzpwUu8	11/21/18 15:26	0:03:27	11/21/18 15:30	11/21/18 16:00	2.266	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	9
16	0	493	8C2TU/7VKcmo3PyGJIVRNFswTd8	11/21/18 15:29	0:03:45	11/21/18 15:33	11/21/18 16:03	2.491	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	10
17	0	3180	ZxW8QCusPv7no4OmyaQekDGKCTo	11/21/18 15:35	0:04:08	11/21/18 15:39	11/21/18 16:09	2.521	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	11
18	0	3117	zgStDg8hxdt/YHgqQtUchfbD+28	11/21/18 15:36	0:05:21	11/21/18 15:42	11/21/18 16:12	2.89	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	ถนน พหลโยธิน ถนนหน้าบ้าน and Route	13	12
19	0	367	5ptxD1oRaovjMh+ZgTtI+0zyteM	11/21/18 15:46	0:03:19	11/21/18 15:49	11/21/18 16:19	2.111	Bangkok - Paholyotin (KM.27)	Route 1	13	13
20	0	1806	mAQ1CY9of8WjJtmuxkRopbk42ZY	11/21/18 15:00	0:01:36	11/21/18 15:01	11/21/18 15:31	0.539	Bangkok - Phetkasem 46	Route 4	4	1
21	0	545	9Cg9eXwcVEI3ZHh7I7oMSAEwkqE	11/21/18 15:01	0:02:13	11/21/18 15:03	11/21/18 15:33	1.227	Bangkok - Phetkasem 46	Route 4	4	2
22	0	1971	NWNWKUrqoQV5VioQsK1/hDA9jps	11/21/18 15:02	0:00:50	11/21/18 15:03	11/21/18 15:33	0.209	Bangkok - Phetkasem 46	Route 4 and ซอย เพชรเกษม 48 แยก 2	4	3
23	0	947	dMhM1Hy3+0Vt4gvNer3EK4ruvVs	11/21/18 15:03	0:02:14	11/21/18 15:05	11/21/18 15:35	0.673	Bangkok - Phetkasem 46	ซอย วัดจันทร์ประดิษฐาราม/ซอย เพชรเกษ	4	4
24	0	3065	Yx2SNFI0PfNcN8x79Uc6IpFoF3g	11/21/18 15:00	0:01:45	11/21/18 15:02	11/21/18 15:32	0.411	Bangkok - Rama II (KM 5 Bangmod)	อ. พระรามที่ 2/ทางคู่ขนานถนน พระราม 2	2	1
25	0	1418	IDgcT7uTs5/sK/BrzGwwYs1goY0	11/21/18 15:02	0:07:11	11/21/18 15:09	11/21/18 15:39	1.989	Bangkok - Rama II (KM 5 Bangmod)	พระรามที่ 2 ซอย 39	2	2
26	0	136	QUzTdcDiKwmh7SBXrnJLE4cd4	11/21/18 15:01	0:02:24	11/21/18 15:03	11/21/18 15:33	1.395	Bangkok - Rama II (KM 7)	อ. พระรามที่ 2/ทางคู่ขนานถนน พระราม 2	2	1

CAL 11 | CAL 12 | CAL 13 | CAL 14 | CAL 15 | MAIN | CAL 01 | CAL 02 | CAL 03 | Sheet1 ...

รูปที่ 46 ตัวอย่างการจัดลำดับการเข้ารับบริการประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานีโดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่เร็วที่สุด

แต่อย่างไรก็ตามการจัดลำดับลักษณะนี้จะก่อให้เกิดปัญหาต่อบางสถานีที่มีแท็กซี่ไฟฟ้าเข้าไปใช้บริการมากเกินไป ทำให้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงต้องเพิ่มขั้นตอนในการจัดลำดับ โดยจะมีการนำข้อมูลของรถยนต์ที่ยังไม่มีการเข้ารับบริการมาจัดลำดับและกำหนดตัวแปร ดังนี้

t_{CiSj} = เวลาที่แท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i เดินทางไปถึงสถานี j

t_{Sj} = เวลาที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานี j พร้อมให้บริการ

t_{Ci} = เวลาที่แท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i เริ่มเดินทาง

$t_{R,CiSj}$ = ช่วงเวลาที่แท็กซี่ไฟฟ้าคันที่ i จะได้เข้าใช้บริการในสถานี j นับตั้งแต่เริ่มเดินทาง

1) ต้องพิจารณาก่อนว่าสถานีที่แท็กซี่ไฟฟ้าจะเข้ารับบริการมีจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าที่เข้ารับบริการแล้วหรือกำลังรอเข้ารับบริการเกิน 2 รอบหรือ 2 เท่าของจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าหรือไม่ ถ้ามีจำนวนเกิน 2 รอบ สถานีนั้นจะไม่สามารถรองรับการบริการได้อีกต่อไป ($t_{R,CiSj} = \infty$)

2) กรณีที่สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีแท็กซี่ไฟฟ้ารอรับการอัดประจุไฟฟ้าไม่เกิน 2 รอบ แสดงว่าสถานีนั้นมีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ว่าง โดยให้แท็กซี่ไฟฟ้าที่เดินทางมาถึงสถานีเร็วที่สุดสามารถเข้ารับบริการได้เลย ($t_{R,CiSj} = t_{CiSj} - t_{Ci}$)

3) กรณีที่ไม่มีแท่นประจุไฟฟ้าว่างในขณะที่แท็กซี่ไฟฟ้าเดินทางมาถึง แต่ยังสามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้าในรอบถัดไปได้ หมายความว่าแท็กซี่ไฟฟ้าต้องรอคิว ให้พิจารณาเลือกแท็กซี่ไฟฟ้าที่เข้ามาถึงสถานีแล้วสามารถรอเข้ารับบริการได้เร็วที่สุด ($t_{R,CiSj} = t_{Sj} - t_{Ci}$)

จากนั้นจึงจัดเรียงตามค่า $t_{R,CiSj}$ จากน้อยไปมาก อย่างไรก็ตามการจัดลำดับการเข้ารับบริการเพียง 1 ถึง 2 ขั้น อาจจะทำให้มีแท็กซี่ไฟฟ้าบางคันที่ยังไม่ได้เข้ารับบริการ ดังนั้นจึงต้องนำแท็กซี่ไฟฟ้าที่ยังไม่ได้เข้ารับบริการมาพิจารณาจัดลำดับวนซ้ำดังแผนภาพที่ปรากฏในรูปที่ 45

9. การนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ารับบริการในแต่ละสถานีประจุไฟฟ้าจะถูกแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่รถยนต์เข้าใช้บริการก่อน 16:00 น. และ รถยนต์เข้าใช้บริการหลัง 16:00 น.

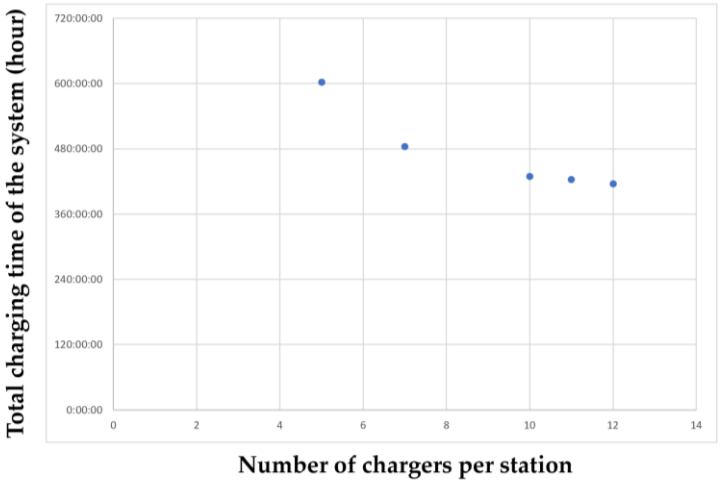
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	sid	name	pblcd	slat	slon	จำนวนรถที่เข้าใช้บริการในเวลา 15.00-16.00	จำนวนรถที่เข้าใช้บริการหลัง 16.00	Total	Station	
128	127	คาลเท็กซ์ สาขาไฮเท็กซ์ เค ยู	CALTEX	13.84499	100.565659	5	2	7	1	
129	128	คาลเท็กซ์ สาขารีเซอร์วิส จำกัด	CALTEX	13.85417	100.550102	5	5	10	1	
130	129	คาลเท็กซ์ สาขาศิริญญทอง	CALTEX	13.69615	100.40802	2	1	3	1	
131	130	คาลเท็กซ์ สาขาโกลเด้นออยล์	CALTEX	13.71756	100.395447	1	0	1	1	
132	131	คาลเท็กซ์ สาขาทิพย์อินทรา	CALTEX	13.81024	100.618881	1	0	1	1	
133	132	คาลเท็กซ์ สาขากรดีมา แอลพีจี	CALTEX	13.710951	100.63475	0	0	0	1	
134	133	คาลเท็กซ์ สาขาที่-เอ ฟาสต์	CALTEX	13.646633	100.414696	2	1	3	1	
135	134	คาลเท็กซ์ สาขาจุฑาสมิตร สาขา 2	CALTEX	13.88747	100.576469	1	0	1	1	
136	135	คาลเท็กซ์ สาขากรีฑาแก๊ส	CALTEX	13.747525	100.656029	4	0	4	1	
137	136	คาลเท็กซ์ สาขาสยามเบสท์ เซอร์วิส (สาขา 00002)	CALTEX	13.83583	100.632881	0	0	0	1	
138	137	คาลเท็กซ์ สาขาที่ 123 เจ สาขา 1	CALTEX	13.66935	100.629448	6	6	12	1	
139	138	คาลเท็กซ์ สาขาพี.เอส.เค. ปิโตรเลียม	CALTEX	13.839303	100.638618	0	0	0	1	
140	139	คาลเท็กซ์ สาขาประพนธ์อุษา	CALTEX	13.81504	100.65255	7	3	10	1	
141	140	คาลเท็กซ์ สาขาแช่มเสริม ปิโตรเลียม	CALTEX	13.8467	100.647339	3	1	4	1	
142	141	คาลเท็กซ์ สาขาดาวทองพันล้านเซอร์วิส	CALTEX	13.72247	100.715607	14	5	19	1	
143	142	คาลเท็กซ์ สาขาพรรัตนบดินทร์ การปิโตรเลียม	CALTEX	13.865684	100.692245	4	2	6	1	
144	143	คาลเท็กซ์ สาขาสตาร์ ดี.เค	CALTEX	13.81933	100.732803	4	0	4	1	
145	144	คาลเท็กซ์ สาขาอีซี่ สต๊อบ	CALTEX	13.75973	100.8004	1	0	1	1	
146	145	คาลเท็กซ์ สาขาซุปเปอร์ แจ็ค	CALTEX	13.786896	100.745964	2	0	2	1	
147	146	คาลเท็กซ์ สาขาสิปกาธร	CALTEX	13.80066	100.834534	6	0	6	1	

... | 12 Charger per 1 Gas Station | 12 Charger per 1 Gas Station ca | Ranking of 12

รูปที่ 47 ตัวอย่างผลการนับจำนวนรถยนต์ที่เข้ารับบริการในแต่ละสถานีประจุไฟฟ้า

10. การกำหนดจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม โดยกำหนดให้แต่ละสถานีมีเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 5-12 หัวจ่าย โดยพบว่า การเพิ่มจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานีทำให้จำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าที่ได้รับการอัดประจุไฟฟ้าภายในเวลา 15.00-16.00 น. เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่หากพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าของทั้งระบบ โดยคำนวณจากเวลาในการเดินทางไปยังสถานีอัดประจุไฟฟ้าและเวลาในการรออัดประจุไฟฟ้าของทั้งระบบ จะพบว่า การเพิ่มจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีผลต่อการลดเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าในระบบ โดยจากจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 5 หัวจ่าย เพิ่มเป็น 10 หัวจ่าย จะมีค่าความชันสูงกว่าเมื่อมีการเพิ่มเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเกิน 10 หัวจ่าย หรือ

กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การเพิ่มเครื่องอัดประจุที่มากกว่า 10 หัวจ่ายต่อสถานี ช่วยลดเวลาของทั้งระบบได้น้อยลงและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

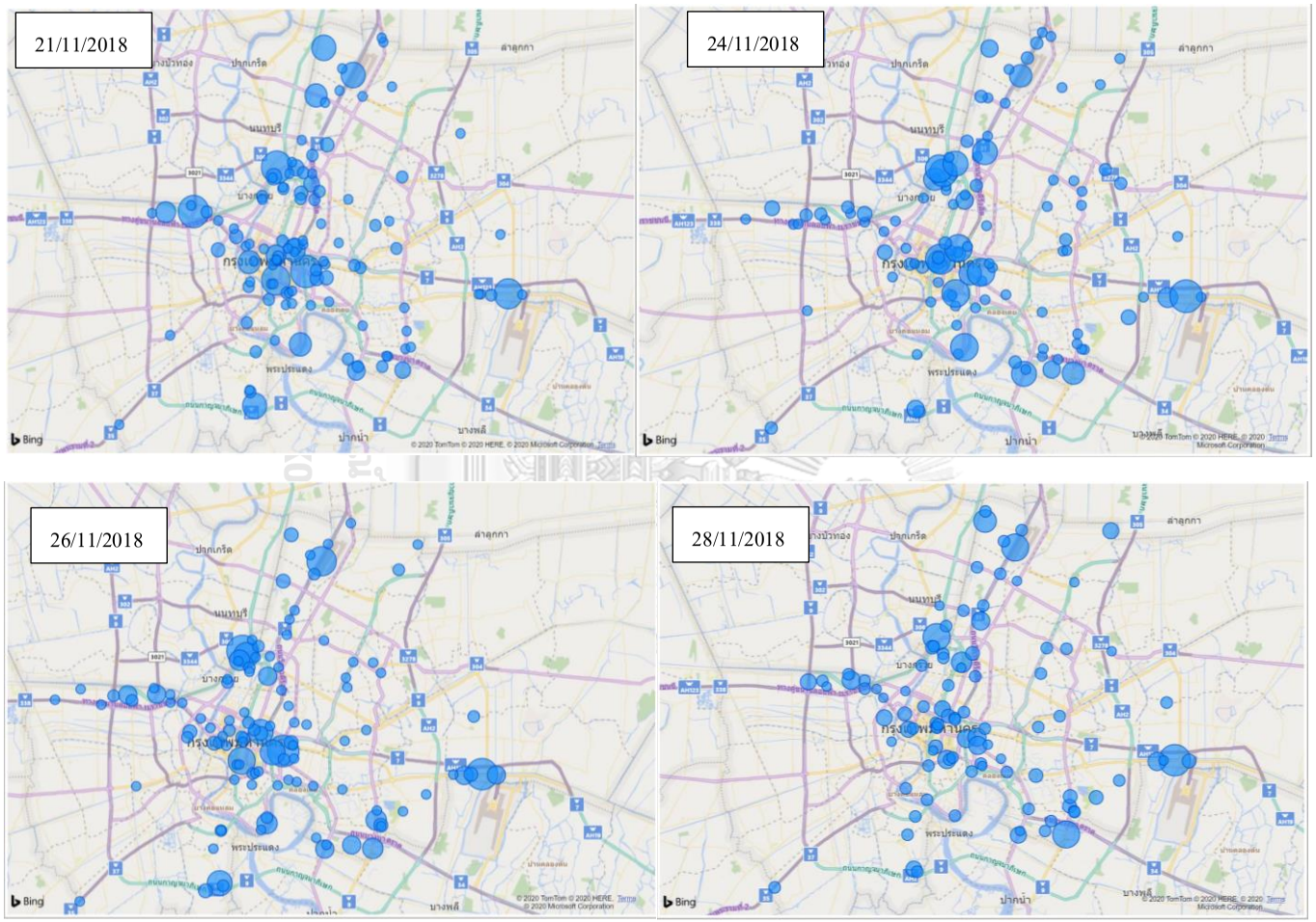


รูปที่ 48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานีที่เพิ่มขึ้น กับ ระยะเวลารวมที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าของทั้งระบบ

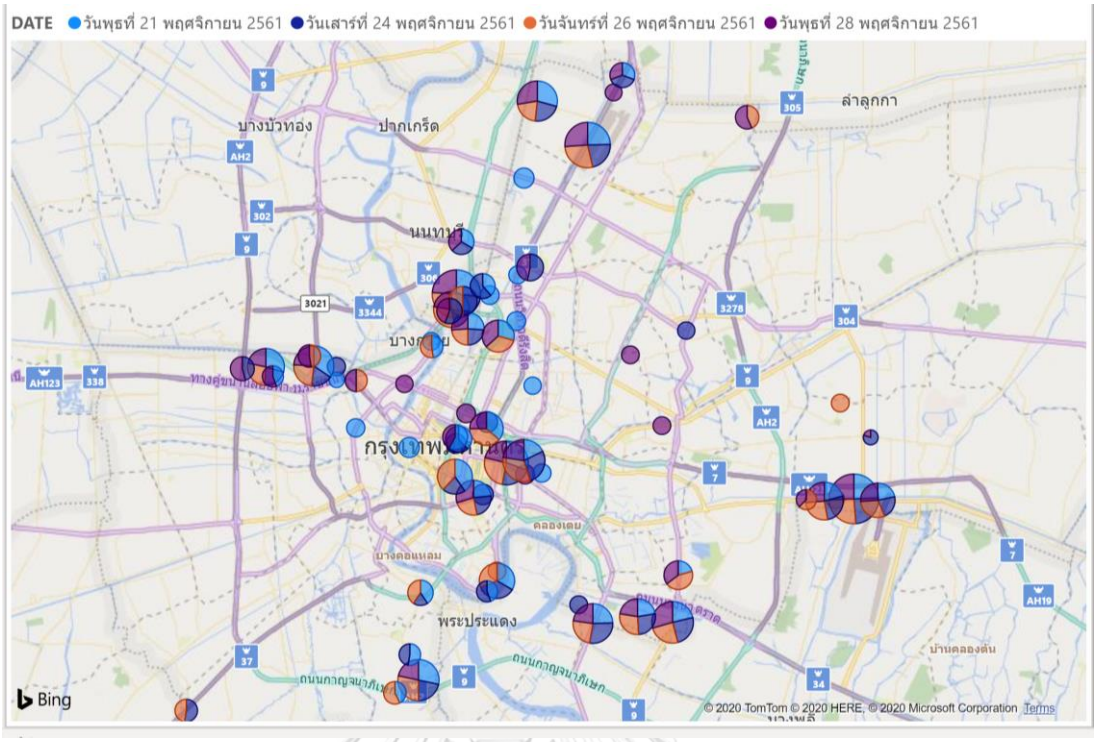
ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์และการสำรวจข้อมูลจากการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบัน พบว่า สถานีบริการสามารถติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้ไม่เกิน 10 เครื่อง เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านงบประมาณและสายส่งไฟฟ้า ทั้งนี้ การสัมภาษณ์ยังพบว่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งควรเป็นเครื่องอัดประจุไฟฟ้าประเภท DC (Quick charge) ซึ่งใช้เวลาในการอัดประจุไฟฟ้าครั้งละ 30 นาที ดังนั้น แต่ละสถานีบริการจะสามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้าของแท็กซี่ไฟฟ้า ในช่วงเวลา 15.00-16.00 น.

สถาบันวิทยบริการ
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. ผลการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า ในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากการวิเคราะห์ตามกระบวนการข้างต้น โดยใช้ข้อมูลการเดินทางจริงจาก GPS ของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร ณ วันพุธ ที่ 21พฤศจิกายน 2561, วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561, วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561 และวันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561 แสดงผลดังรูปที่ 49 โดยจะเห็นว่า ตำแหน่งมีการเข้าใช้บริการเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย โดยตำแหน่งที่มีการเข้าใช้บริการมากเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า และผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 4 วัน มีความคล้ายคลึงกันมาก ทั้งนี้ เมื่อแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 4 วันในภาพเดียวกัน จะได้ตำแหน่งที่มีการใช้บริการจำนวนมาก อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทั้ง 4 วัน (Same Hotspot) แสดงผลดังรูปที่ 50



รูปที่ 49 ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ณ วันพุธ ที่ 21พฤศจิกายน 2561, วันเสาร์ ที่ 24 พฤศจิกายน 2561, วันจันทร์ ที่ 26 พฤศจิกายน 2561 และวันพุธ ที่ 28 พฤศจิกายน 2561



รูปที่ 50 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในวันที่ 21, 24, 26, 28 พฤศจิกายน 2561

ผลการวิเคราะห์ทำให้ได้พิกัดข้อมูลสถานีบริการที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทั้ง 4 วัน ซึ่งเป็นทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร แสดงดังตารางที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

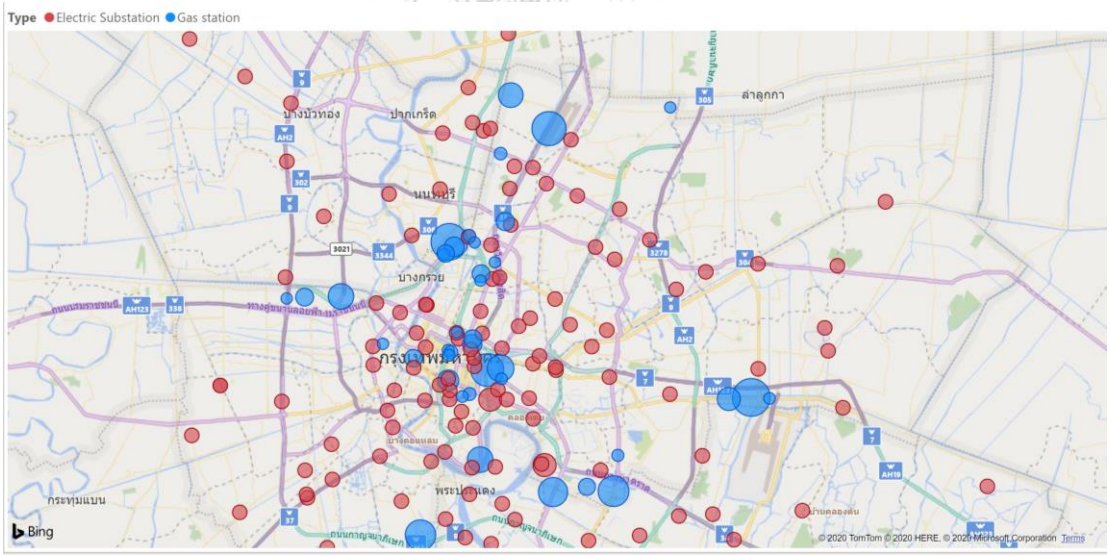
ตารางที่ 14 ข้อมูลพิกัดสถานีบริการที่เป็น Hotspot ซ้ำกันในวันที่ 21, 24, 26, 28 พฤศจิกายน 2561

S_ID	S_Brand	S_Branch	S_Lat	S_Lon	Same
184	ESSO	บจก.เหลืองทองดี	13.722847	100.741417	100%
435	PTT	สถานีบริการสาขาประชาราษฎร์	13.830949	100.525653	100%
387	PTT	สถานีบริการสาขาการท่าอากาศยาน 1	13.909576	100.596879	100%
366	PTT	สถานีบริการ สาขานานาใต้	13.741872	100.552805	100%
594	SHELL	CO RUNGGROUP B9 ASOKE BKK	13.743079	100.562262	100%
438	PTT	สถานีบริการ บจ.อุนรัตน์บริการ	13.657681	100.642994	100%
319	PT	ทุ่งครุ	13.627190	100.505069	100%
402	PTT	สถานีบริการ บจ.เหรียญทองราชพฤกษ์	13.793020	100.448259	100%
392	PTT	สถานีบริการน้ำมันสวัสดิการกรมการสื่อสารทหาร	13.932742	100.56958	100%

ตารางที่ 14 ข้อมูลพิกัดสถานีบริการที่เป็น Hotspot ซ้ำกันในวันที่ 21, 24, 26, 28 พฤศจิกายน 2561(ต่อ)

S_ID	S_Brand	S_Branch	S_Lat	S_Lon	Same
595	SHELL	CO K&TRIPLE-T B3 SAMRONG BKK	13.657064	100.599757	100%
177	ESSO	หจก.นัทพันธุ์ปรารถนา	13.721733	100.725400	100%
399	PTT	สถานีบริการ หจก.เพชรคลองบัวบริการ	13.792485	100.422257	100%
606	SHELL	CO K & TRIPLE-T LA SALLE BKK	13.660700	100.624000	100%
702	SUSCO	สถานีบริการน้ำมัน วงศ์สว่าง	13.822806	100.523005	100%
558	SHELL	CO WANNASUK B4 SATHORN BKK	13.723500	100.535000	100%
313	PT	ลาดกระบัง 5	13.722133	100.754413	100%

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความพอเพียงในการ Supply พลังงานไฟฟ้าให้แก่สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยผลการวิเคราะห์ทำให้ได้พิกัดข้อมูลสถานีบริการที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทั้ง 4 วัน ซึ่งเป็นทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครมา Plot ร่วมกับข้อมูลพิกัดสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง ดังรูปที่ 51



รูปที่ 51 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง

ผลการศึกษาพบว่า สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้านครหลวง กระจายอยู่รอบพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในขณะที่ ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีทั้งพิกัดที่กระจายรอบพื้นที่กรุงเทพมหานคร และพิกัดที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน กรณีที่พิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้า

กระจายรอบพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้น สถานีไฟฟ้าย่อยสามารถบริหารจัดการกำลังสายส่งไฟฟ้าได้ ส่วนในกรณีที่พิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้าอยู่ในบริเวณเดียวกันนั้น การไฟฟ้านครหลวงต้องบริหารจัดการด้วยการใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด เพื่อให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าเพียงพอต่อทุกสถานีในบริเวณนั้น

12. การประเมินความถูกต้องในการเลือกทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยผู้วิจัยนำข้อมูลปริมาณการใช้งานจริงของสถานีอัดประจุไฟฟ้าของบริษัท ปตท. ตั้งแต่วันเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 เปรียบเทียบกับทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยกระบวนการของงานวิจัยนี้ ผลการศึกษาพบว่า ในพิกัดที่มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ ปตท. ส่วนใหญ่มีการใช้งานน้อย สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่ทำนายว่าทำเลดังกล่าวจะมีการใช้งานน้อย และไม่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

ตารางที่ 15 ปริมาณการใช้งานจริงของสถานีอัดประจุไฟฟ้าเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์

ชื่อสถานี	จำนวน EV ที่ใช้บริการสูงสุด (คัน/เดือน)	จำนวน EV ที่ใช้บริการโดยเฉลี่ย (คัน/เดือน)	ผลการวิเคราะห์ทำเลด้วยกระบวนการของงานวิจัย
PTT Nuanchan	62	25	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Ladprao-Wang Hin	22	14	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Ekamai - Ramintra	33	9	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Mayalarp	19	8	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Prachachuen 2	32	12	มีปริมาณการใช้งานปานกลาง
PTT Rama 2 outbound	19	7	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Pracha Uthit - Ladprao	15	12	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Ratchaphruek	15	6	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Borom Rachachonani	20	6	มีปริมาณการใช้งานน้อย
PTT Ratburana outbound	12	7	มีปริมาณการใช้งานน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยสรุป วิธีการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตามกระบวนการที่นำเสนอนี้ช่วยให้บริษัทสามารถวางกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการเลือกทำเลที่จะติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการที่มีอยู่ และสอดคล้องกับปริมาณแท็กซี่ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้บริษัทสามารถลดต้นทุนในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้

บทที่ 5
การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์

ในบทนี้จะเป็นการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ที่สามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ เพื่อการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์นั้น โดยมีการออกแบบการใช้งานในรูปแบบโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่าย โดยผู้วิจัยได้นำต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าไปหารือกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินกระบวนการในการวิเคราะห์ในลักษณะการทำ Focus group และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงพัฒนาให้ ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)

5.1 การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อการนำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์

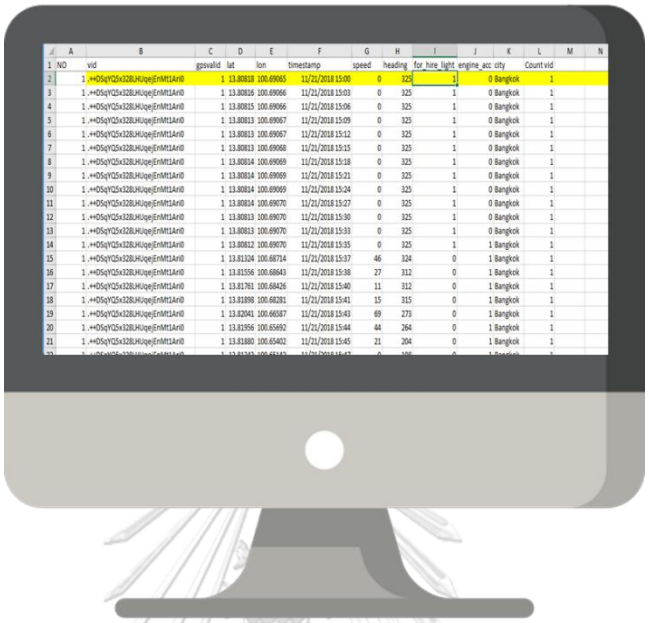
ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นในการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อนำไปปรับใช้กับข้อมูลการเดินทางของยานยนต์ประเภทอื่นๆ สถานที่อื่นๆ ที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ ในพื้นที่จังหวัดอื่นๆ โดยควรมีการจัดทำเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานที่ง่ายขึ้น โดยสามารถ Interface กับข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 การป้อนข้อมูล

การพัฒนาโปรแกรมที่สามารถ Interface กับ Data Source ได้เพื่อให้ง่ายในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์ โดยมีข้อมูลที่จะเป็นสำหรับการวิเคราะห์ดังนี้

5.1.1.1 พิกัด GPS การเดินทางของยานยนต์ทุกประเภทที่ต้องการศึกษา โดยควรป้อนข้อมูลการเดินทางทุกวัน และทุกช่วงเวลาเพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวิเคราะห์มากขึ้น

5.1.1.2 พิกัดของสถานที่ที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ รวมถึงข้อมูลจำนวนช่องจอดรถและสิ่งอำนวยความสะดวกในสถานีบริการด้วย

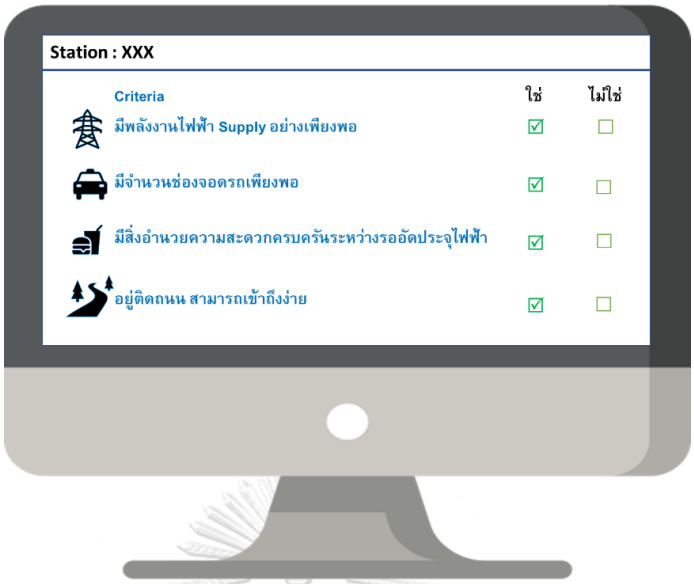


รูปที่ 52 การป้อนข้อมูล

5.1.2 การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมของสถานที่ที่ต้องการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยจัดทำ Criteria ที่ใช้ในการประเมิน ทั้งนี้ ควรมีการเขียนโปรแกรมให้สามารถประเมินสถานที่ได้อย่างอัตโนมัติ จากข้อมูลสถานที่ที่ Interface มาจาก Data source เช่น Application ของสถานีบริการแบรนด์ต่างๆ หรือการใช้ข้อมูล GIS เป็นต้น

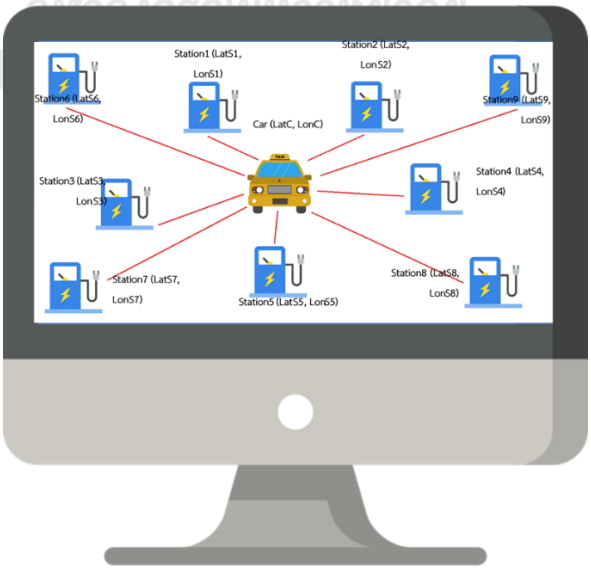
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 53 การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมของสถานที่

5.1.3 การประมวลผล

5.1.3.1 การคำนวณหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใกล้ยานยนต์ไฟฟ้า ด้วยสูตรคำนวณระยะขจัดระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าคันที่ i กับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j โดย User สามารถกำหนดจำนวนสถานีที่ใกล้ที่สุดที่จะนำมาใช้ในการคำนวณได้ และกำหนดฟังก์ชั่นเพื่อหาระยะห่างที่ใกล้ที่สุดของยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละคัน พร้อมด้วยการระบุชื่อและพิกัดตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

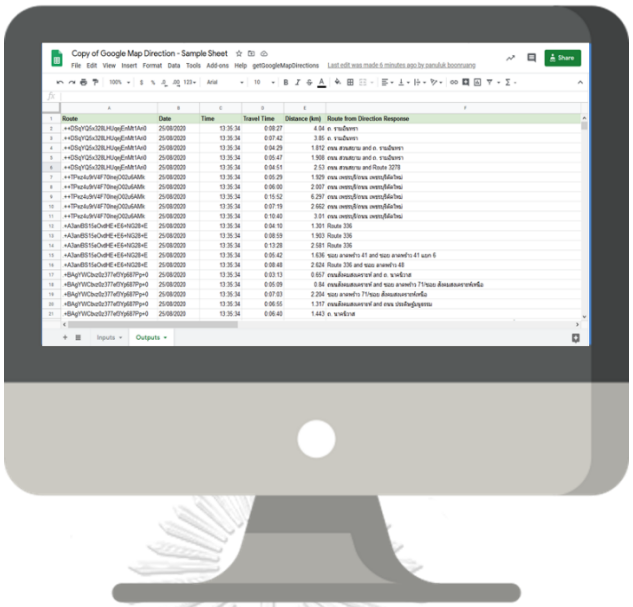


รูปที่ 54 การคำนวณระยะขจัดระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าคันที่ i กับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ j

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 55 ผลการคำนวณหาพิกัดสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ใกล้พิกัดของยานยนต์ไฟฟ้า

5.1.3.2 การคำนวณ Matrix Routing API โดยการป้อนข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 5.1.3.1 ลงในซอฟแวร์ของ Google Map เพื่อคำนวณหาระยะทางจริง และระยะเวลาในการเดินทางจริงตามสภาพการจราจร

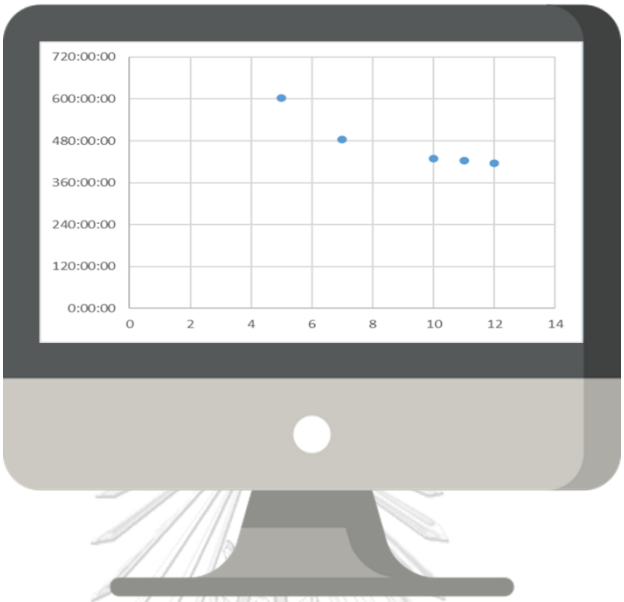


รูปที่ 56 การคำนวณ Matrix Routing API ด้วยซอฟแวร์ของ Google Map

5.1.3.3 การคำนวณการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี เพื่อหาจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเข้าใช้บริการในสถานีอัดประจุไฟฟ้าแต่ละสถานี

รูปที่ 57 การคำนวณการจัดลำดับการเข้ารับบริการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละสถานี

5.1.3.4 การคำนวณจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานี และแสดงผลในรูปแบบของการแนะนำจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อสถานี



รูปที่ 58 การคำนวณจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานี

5.1.4 การแสดงผล

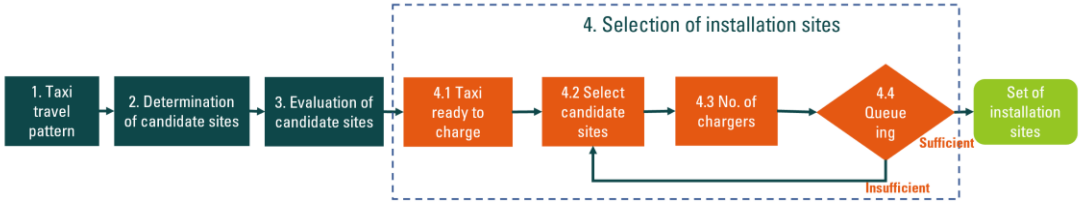
การแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในรูปแบบพิกัดบนแผนที่ และแสดงขนาดความหนาแน่นของปริมาณรถที่เข้าใช้บริการ พร้อมตารางเรียงลำดับสถานีที่เหมาะสมในการลงทุนติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจากมากไปน้อย เพื่อเป็นแนวทางให้ธุรกิจเลือกลงทุนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่ที่ตรงความต้องการของแท็กซี่ไฟฟ้า ที่จะช่วยให้การลงทุนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดต่างๆ เป็นการลงทุนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

รูปที่ 59 การแสดงผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

นวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า เป็นการปรับปรุงกระบวนการที่มีอยู่เดิม (Process innovation) เพื่อตอบโจทย์ทางธุรกิจที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากกว่า ช่วยลดต้นทุนในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สอดคล้องกับทฤษฎีนวัตกรรมกระบวนการของ Tohidi และ Jabbari (Tohidi & Jabbari, 2012)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดังนี้



รูปที่ 60 กระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

5.2 การยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

ผู้วิจัยนำแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) เพื่อศึกษาการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีใหม่ (Perceived usefulness) ว่าเทคโนโลยีใหม่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น, การรับรู้ว่าเทคโนโลยีใช้งานง่าย (Perceived ease of use) และความตั้งใจใช้ (Behavioral intention to use) (Davis, 1989)

จากการสัมภาษณ์แบบ Focus group หน่วยงานผู้ใช้งานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ได้ผลการศึกษาดังนี้

5.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ : ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 31 คน แบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 58.1 เพศหญิงร้อยละ 41.9

อายุ : ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 51.6 มีอายุในช่วง 31-40 ปี, ร้อยละ 29 มีอายุในช่วง 21-30 ปี, ร้อยละ 12.9 มีอายุในช่วง 41-50 ปี และร้อยละ 6.5 มีอายุในช่วง 51-60 ปี

การศึกษา : ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 96.8 มีการศึกษาระดับปริญญาโทเนื่องจากเป็น Qualifications ของการสมัครงานในองค์กรชั้นนำของประเทศไทย และผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้าและการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า อาทิเช่น หน่วยงาน

พัฒนาธุรกิจ, หน่วยงานธุรกิจ New S Curve, หน่วยงานกลยุทธ์, หน่วยงานพัฒนาเครือข่ายสถานีบริการ, หน่วยงานวิเคราะห์ข้อมูลและลูกค้าเชิงลึก, หน่วยงานวิศวกรรมสถานีบริการ เป็นต้น

5.2.2 การยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า และได้ทำการตอบแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพิจารณาและวิเคราะห์ การยอมรับเทคโนโลยีตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) ผลการศึกษา พบว่าการยอมรับเทคโนโลยีจากกลุ่มผู้ใช้งาน มีระดับคะแนน แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการตอบแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรม (n=31)

ข้อคำถามประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1. การรับรู้ประโยชน์ของนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Perceived Usefulness)		
1.1 กระบวนการดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า	4.53	มากที่สุด
1.2 กระบวนการดังกล่าวเข้าถึงความต้องการและตอบโจทย์พฤติกรรมของผู้ขับแท็กซี่ไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น	4.56	มากที่สุด
1.3 กระบวนการดังกล่าวช่วยให้การลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าคุ้มค่ากับการลงทุนมากขึ้น	4.60	มากที่สุด
1.4 กระบวนการดังกล่าวช่วยในการวางแผนงานการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า ภายใต้งบประมาณในแต่ละปี	4.60	มากที่สุด
1.5 กระบวนการดังกล่าวช่วยในการคำนวณจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานีที่เหมาะสม	4.50	มากที่สุด
1.6 กระบวนการดังกล่าวสร้างความโปร่งใส มีหลักเกณฑ์และกระบวนการในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสม	4.66	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.58**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 16 ผลการตอบแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรม (n=31) (ต่อ)

ข้อคำถามประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
2. การยอมรับในความสะดวกในการใช้งาน (Perceived Ease of use)		
2.1 กระบวนการวิเคราะห์ตามที่เสนอนั้นเข้าใจง่ายและใช้งานง่าย	4.20	มากที่สุด
2.2 สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้	3.96	มาก
2.3 กระบวนการวิเคราะห์ตามที่นำเสนอนั้น มีการประมวลผลรวดเร็ว	3.93	มาก
2.4 รูปแบบการแสดงผลเข้าใจง่าย	4.40	มากที่สุด
2.5 โดยภาพรวมแล้วท่านคิดว่า กระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีความสะดวกในการใช้งาน	4.30	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.16**	**มากที่สุด**
3. ทัศนคติ (Attitude)		
3.1 ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อการนวัตกรรม กระบวนการใหม่ๆ เข้ามาใช้ในองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	4.80	มากที่สุด
3.2 ท่านมีความเห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถช่วยปรับปรุงวิธีการเลือกทำเลติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ดีขึ้นกว่าวิธีการเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	4.70	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.75**	**มากที่สุด**
4. ประสิทธิภาพ		
4.1 ท่านมีความเห็นว่ากระบวนการในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่เสนอนั้น มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้จริง	4.23	มากที่สุด
4.2 ท่านมีความเห็นว่าผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	3.97	มาก
4.3 ท่านมีความเห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หาทำเลติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในจังหวัดอื่นๆ ได้	4.30	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.17**	**มากที่สุด**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 ผลการตอบแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรม (n=31) (ต่อ)

ข้อคำถามประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
5. ความตั้งใจที่จะใช้งาน (Behavioral Intention to Use)		
5.1 ท่านมีความสนใจ และอยากได้รายละเอียดเพิ่มเติมหรือทดลองใช้งาน	4.50	มากที่สุด
5.2 ท่านมีความตั้งใจที่จะนำกระบวนการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่เสนอมาใช้งานจริง	4.37	มากที่สุด
5.3 ท่านมีความตั้งใจที่จะนำกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับองค์กรของท่านในส่วนงานอื่นๆ เพิ่มเติม	4.43	มากที่สุด
5.4 หากมีการเสนอขายโปรแกรมการวิเคราะห์ทำเลที่หมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ท่านมีความสนใจที่จะซื้อใช้ในองค์กร	4.23	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.38**	**มากที่สุด**

การรับรู้ประโยชน์ของนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Perceived usefulness) ผลการตอบแบบสอบถาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 สรุปว่ากระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าขององค์กร สามารถเข้าถึงความต้องการและตอบโจทย์พฤติกรรมของผู้ขับแท็กซี่ไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้การลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าคุ้มค่ากับการลงทุนมากขึ้น และการวางแผนงานการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายใต้งบประมาณในแต่ละปี ทั้งยังสร้างความโปร่งใส มีหลักเกณฑ์และกระบวนการในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสม ในขณะที่กระบวนการดังกล่าวช่วยในการคำนวณจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้านั้นยังไม่ตอบโจทย์ขององค์กรอย่างเต็มที่ เนื่องจากการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าขององค์กร ไม่เพียงแต่เน้นให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้าเท่านั้น แต่ต้องรองรับการให้บริการยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลด้วย

การยอมรับในความสะดวกในการใช้งาน (Perceived ease of use) ผลการตอบแบบสอบถาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 สรุปว่า กระบวนการวิเคราะห์ตามที่เสนอนั้นเข้าใจง่าย รูปแบบการแสดงผลเข้าใจง่าย แต่การเข้าถึงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นค่อนข้างยาก โดยเฉพาะการ Interface กับข้อมูลที่มีอยู่กระจัดกระจาย แต่อย่างไรก็ตาม ในภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใหญ่ให้ความเห็นว่า กระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีความสะดวกในการใช้งาน

ทัศนคติ (Attitude) ผลการตอบแบบสอบถามมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 สรุปว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการนวัตกรรม กระบวนการใหม่ๆ เข้ามาใช้ในองค์กรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และมีความเห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถช่วยปรับปรุงวิธีการเลือกทำเลติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ดีขึ้นกว่าวิธีการเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ประสิทธิภาพ ผลการตอบแบบสอบถามมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.17 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นว่า กระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้จริง ถึงแม้ว่าจะยังไม่สามารถวัดความถูกต้องแม่นยำในการทำนายการใช้งานของแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคตได้ แต่ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาทำเลสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั้งนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามยังให้ความเห็นว่า จากการประเมินผลการวิเคราะห์ทำเลในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่าในบางทำเลไม่ได้เหมาะสมแค่สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าเท่านั้น แต่ยังเหมาะสมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล (Personal car) ด้วย

ความตั้งใจที่จะใช้งาน (Behavioral intention to use) ผลการตอบแบบสอบถาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.38 สรุปว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความสนใจ และอยากได้รายละเอียดเพิ่มเติมหรือทดลองใช้งาน ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 95 ต้องการที่จะนำกระบวนการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่เสนอมาใช้งานจริง และนำกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับองค์กรของท่านในส่วนงานอื่นๆ เพิ่มเติม

โดยสรุป ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น โดยหากมีการเสนอขายโปรแกรมการวิเคราะห์ทำเลที่หมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 85 มีความสนใจที่จะซื้อใช้ในองค์กร ผลการศึกษาสอดคล้องกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยีใหม่ (Perceived usefulness) ว่าเทคโนโลยีใหม่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น, การรับรู้ว่าเทคโนโลยีใช้งานง่าย (Perceived ease of use) จะนำไปสู่ทัศนคติที่ดีต่อเทคโนโลยีใหม่ และนำไปสู่ความตั้งใจใช้เทคโนโลยีใหม่ (Behavioral intention to use) ใน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่สุด สำหรับการจ้างบริการที่ปรึกษาในการให้คำแนะนำเรื่องทำเลในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นว่าควรกำหนดเป็นค่าจ้างต่อโครงการในราคาเหมาจ่ายหรือคำนวนตามมูลค่าการลงทุนของโครงการ

5.2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากผลการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

ปัจจุบัน แท็กซี่ได้รับการอุดหนุนค่าพลังงาน การเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าต้องมีค่าพลังงานที่ถูกกว่าเดิม จะสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนไปใช้แท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น และควรต้องมีการควบคุมการเกิดของแท็กซี่ไม่ให้มีจำนวนมากเกินไป

การติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้ร่วมกับ Application ในการจองเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยในอนาคต Application ของทุกแบรนด์ควร Interface กันทั้งหมด ทั้งนี้ จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละสถานีอาจจะไม่เท่ากันทุกสถานี

กฟภ. และ กฟน. ได้มีการศึกษาเรื่องสายส่งไฟฟ้า เพื่อให้รองรับกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จะมีมากขึ้นในอนาคต แต่ในกรณีที่สายส่งไฟฟ้าไม่เพียงพอ กกพ. ให้ความเห็นว่า ประชาชนมีความสำคัญอันดับแรก (First priority) ส่วนสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นลำดับรอง (Second priority) หากเกิดกรณี Peak load ที่จะทำให้ไฟฟ้าดับในบริเวณใด จะดำเนินการตัดไฟที่ EV station ก่อน เพื่อไม่ให้กระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่

ปัจจุบัน องค์กรต้องการการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่กระจายตัวมากกว่าการกระจุกตัว เช่น กรณีที่มีสถานีบริการอยู่บนถนนเส้นเดียวกันทั้ง 2 ฝั่งถนน องค์กรจะเลือกติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแค่ฝั่งเดียว แล้วในอนาคตอีก 5 ปี ค่อยมาติดตั้งเพิ่มในฝั่งตรงข้าม ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญอีกท่านให้ความเห็นว่า กรุงเทพมหานครมีปัญหาเรื่องการจราจรติดขัดไม่เหมาะสมกับการกลับรถ กรณีที่โมเดลแนะนำให้ติดทั้ง 2 ฝั่ง อาจต้องมีการพิจารณาใหม่ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้เรียนผู้เชี่ยวชาญว่าโมเดลมีการพิจารณาจากสภาพการจราจรจริง ซึ่งได้คำนวณแล้วว่ากรณีที่มีการกลับรถนั้น ทำให้แท็กซี่ไฟฟ้าได้เข้าถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าเร็วกว่าการเดินทางไปยังสถานีอัดประจุไฟฟ้าบนถนนเส้นถัดไป จึงไม่ควรมองข้ามการติดสถานีอัดประจุไฟฟ้าในฝั่งตรงข้ามของถนนเส้นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า งานวิจัยนี้เป็นพื้นฐานที่มีประโยชน์สำหรับกระบวนการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบัน PTT station

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เน้นทำเลในเมือง ทำให้มีค่าเช่าสูง ถึงแม้จะมีฟลีทแท็กซี่ไฟฟ้าจริง แต่สถานีบริการต้องการ Personal car มากกว่าฟลีทของแท็กซี่ไฟฟ้า เนื่องจากแท็กซี่ใช้จ่ายน้อย เช่นเดียวกับกรณีของสถานีบริการ NGV ที่มียอดขายของธุรกิจ Non-oil ต่ำกว่าสถานีบริการน้ำมัน กรณีที่รัฐบังคับว่าต้องเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า อาจจะเป็นพื้นที่ที่ Provide สำหรับแท็กซี่โดยเฉพาะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
การผลักดันงานวิจัยไปสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์

ในบทนี้ ผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาแผนธุรกิจและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินธุรกิจเพื่อนำงานวิจัย ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานครไปสู่การดำเนินการธุรกิจเชิงพาณิชย์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงธุรกิจ

นวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เป็นนวัตกรรมกระบวนการที่จะช่วยบริษัทน้ำมันและพลังงาน ผู้สนใจในการบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า หรือรถแท็กซี่ เพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันมาเป็นรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า โดยนวัตกรรมกระบวนการนี้จะช่วยให้บริษัทด้านพลังงานที่สนใจในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้าง และ/หรือ เพิ่มเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้า โดยผู้วิจัยจะจัดตั้งบริษัทบริการให้คำปรึกษาขึ้นมาเพื่อให้คำปรึกษา รวมถึงวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั้งในด้านความเป็นได้เชิงเทคโนโลยีและนวัตกรรม กระบวนการการติดตั้ง แผนผังการติดตั้ง การประเมินศักยภาพของพื้นที่หรือสถานีบริการเดิม และความเป็นไปได้ด้านการเงิน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนบริษัทด้านพลังงานให้สามารถตัดสินใจสร้าง หรือติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการของตนอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าในพื้นที่ ๆ มีปริมาณรถแท็กซี่ไฟฟ้าใช้บริการน้อย และจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรขององค์กรได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้แผนงานของบริษัทด้านพลังงานที่สนใจลงทุนในสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรได้เป็นอย่างดี และช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสถานีบริการแบบเดิมเป็นสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

ในการเตรียมบุคลากรขององค์กรให้มีความรู้ความสามารถในการออกแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้า และติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้านั้น บริษัทของผู้วิจัยจะได้จัดหลักสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกับการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าขึ้น เพื่อตอบสนองต่อแผนงานด้านการจัดการความรู้ของบริษัทด้านพลังงานที่สนใจลงทุนในสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้บุคลากรขององค์กรเหล่านั้นมีความรู้และความเข้าใจในเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ชนิดและขนาดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภท รวมถึงการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้

บุคลากรสามารถบริหารจัดการโครงการการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หรือการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเตรียมพร้อมบุคลากรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในการให้บริการด้านพลังงานในอนาคต

กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย บริษัทได้กำหนดลูกค้ากลุ่มเป้าหมายที่มีศักยภาพ แนวโน้ม และความสนใจในการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า และการเพิ่มเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการของตน เพื่อให้บริการแก่รถแท็กซี่ไฟฟ้า โดยสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

1. บริษัทด้านพลังงานที่มีสถานีบริการเชื้อเพลิง เช่น ปตท บางจาก เชลล์ เอสโซ่ คาลเท็กซ์ ซัสโก้ และ พีที เป็นต้น
2. บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า และรถแท็กซี่แบบดั้งเดิมที่ต้องการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น บริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด, บริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด และสหกรณ์แท็กซี่ เป็นต้น
3. บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า เช่น การไฟฟ้านครหลวง (MEA) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) และ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT)
4. บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เช่น EA Anywhere, ChargeNow, Sharge, Pumpcharge, Even, Onion หรือบริษัทรายใหม่ที่ต้องการเข้ามาในตลาดการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า

กลุ่มลูกค้าเหล่านี้สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการให้คำปรึกษาและการอบรมของบริษัทไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับองค์กร และนำไปใช้ปฏิบัติงานเพื่อบริหารจัดการโครงการที่เกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงสร้างนวัตกรรมกระบวนการให้กับองค์กรต่อไป

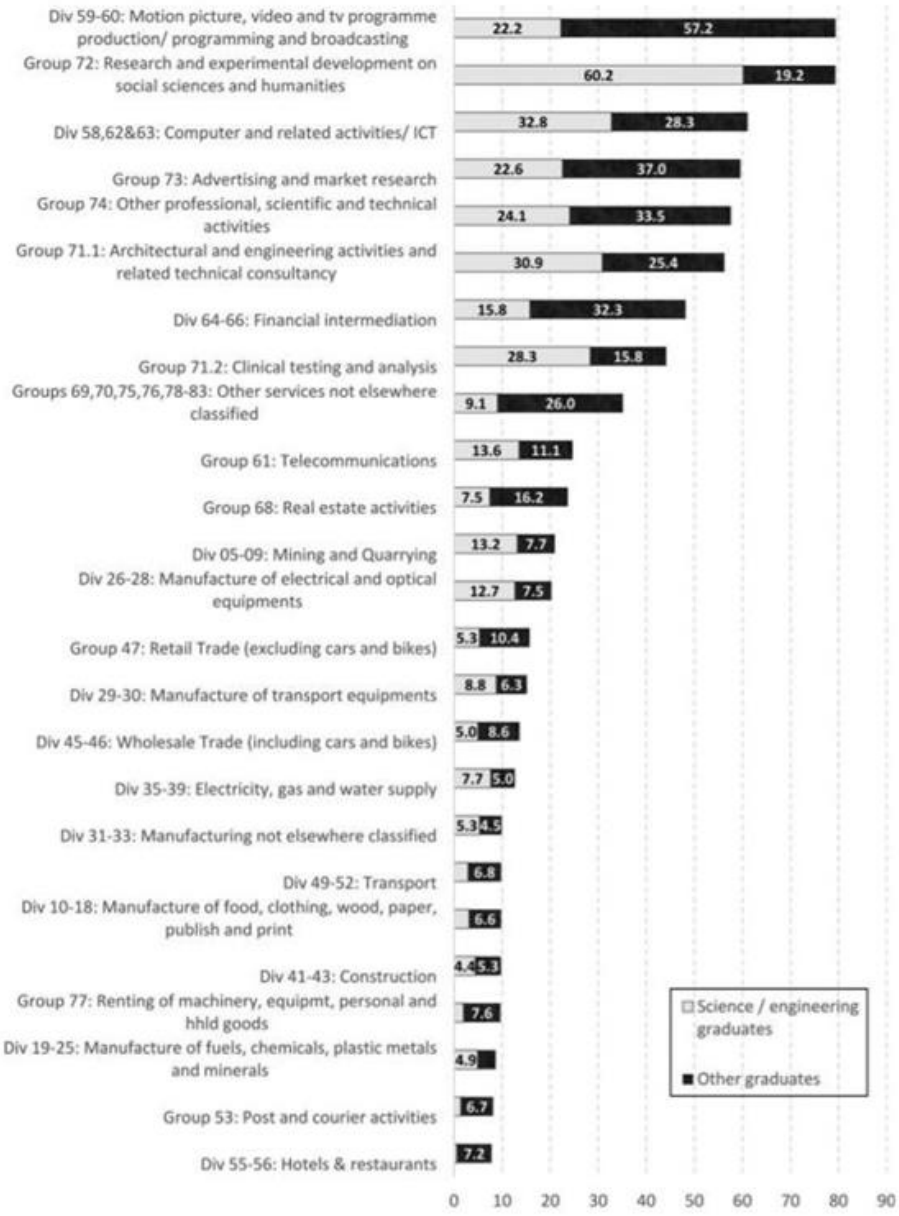
การศึกษาครอบคลุม ภาพรวมทางการตลาด (Market overview) กลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing strategy) กลยุทธ์ด้านการดำเนินการ (Operational strategy) และแผนการเงิน (Financial plan) เพื่อศึกษาความเป็นได้ในการนำงานวิจัยเข้าสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2 ภาพรวมทางการตลาด (Market Overview)

ในปัจจุบันกลุ่มธุรกิจให้คำปรึกษาในรูปแบบของ KIBS – Knowledge Intensive Business Services ในระบบการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม มีบทบาทสำคัญในการกระจายนวัตกรรมและช่วยเหลือกลุ่มลูกค้าตลาดเทคโนโลยีเป้าหมายในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเป็นอย่างมาก โดยมีความเกี่ยวข้องกับการบริการ และสนับสนุนความรู้อย่างเข้มข้นสำหรับกระบวนการทางธุรกิจในระดับองค์กร ซึ่งโครงสร้างของธุรกิจ KIBS จะประกอบด้วยสายวิชาชีพที่มาจากความหลากหลาย เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านอื่น ๆ โดย Miles และคณะ (2018) ได้ทำ

การจำแนกกลุ่มของธุรกิจเป็นสองประเภท คือ Technological; T-KIBS หรือผู้ที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูง เช่น R&D วิศวกรรมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ และ Professional; P-KIBS ซึ่งเป็นบริการแบบมืออาชีพแบบดั้งเดิม เช่น ทางด้าน กฎหมาย การบัญชี และบริการให้คำปรึกษาด้านการจัดการและการตลาด เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 61



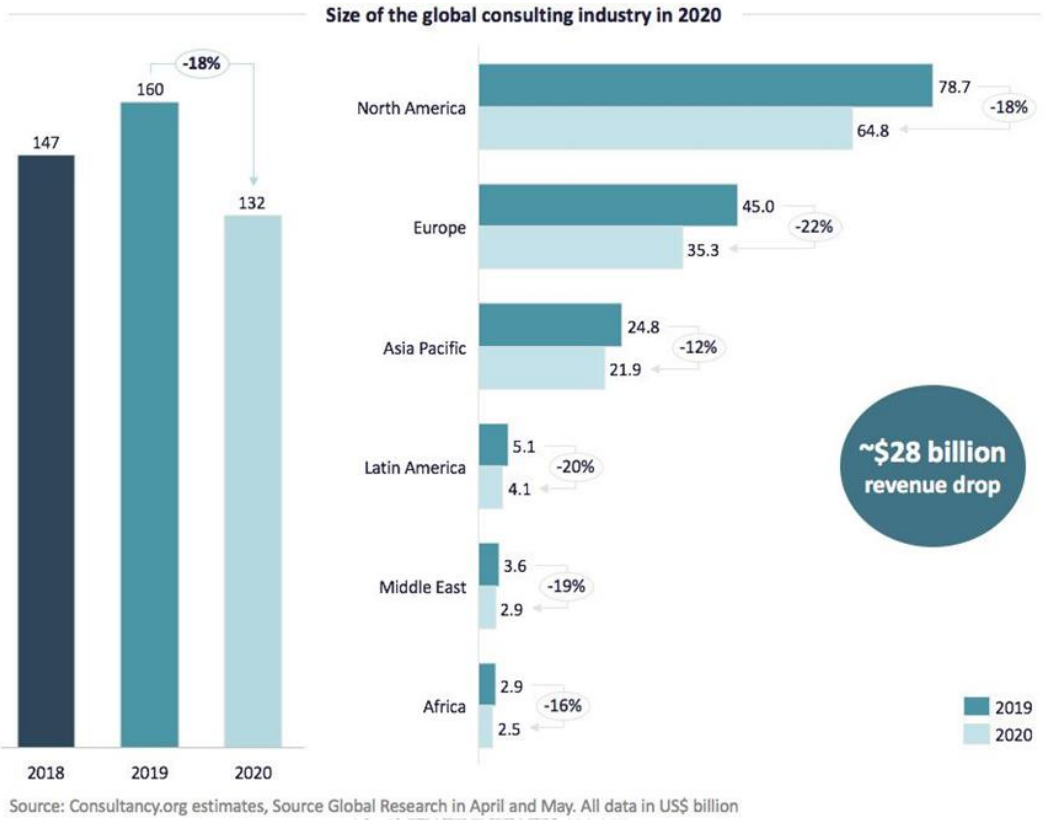
รูปที่ 61 การจ้างงานผู้เชี่ยวชาญของแต่ละสาขาของสหราชอาณาจักร ปี 2557

ซึ่งในธุรกิจบริการเหล่านี้จะรวมถึงการจัดหาผลิตภัณฑ์บางอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูลและความรู้เบื้องต้น หรือการใช้ความรู้เฉพาะทางเพื่อผลิตบริการที่อำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าใน

กิจกรรมของตนเอง ดังนั้น KIBS มักจะมีธุรกิจอื่นเป็นลูกค้าหลัก ซึ่งกลุ่มตลาดเป้าหมายอาจจะเป็นภาครัฐและองค์กรเอกชน (Nählinder, 2005)

อุตสาหกรรมการให้คำปรึกษากำลังได้รับผลกระทบจากการแพร่กระจายของไวรัส COVID-19 เป็นอย่างมาก และจากการประมาณการของบริษัท Consultancy ประเทศอังกฤษปี 2563 ระบุว่ามูลค่าของอุตสาหกรรมจะลดลงประมาณร้อยละ 18% ในสิ้นปี 2563 อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของอุตสาหกรรมนี้กำลังปรับตัวดีขึ้น เนื่องจากสถานการณ์ COVID-19 ที่ดีขึ้น การบริการให้คำปรึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาเฉพาะด้าน เช่น วิทยาศาสตร์หรือธุรกิจ ที่มีการให้คำแนะนำอย่างมืออาชีพแก่องค์กรหรือบุคคลโดยได้รับค่าตอบแทนการให้บริการเป็นค่าธรรมเนียม เนื่องจากที่ปรึกษามักจะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละด้าน จึงสามารถช่วยเหลือลูกค้าจัดการกับปัญหาเร่งด่วนที่สุดได้ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการคิดกลยุทธ์และนวัตกรรมให้แก่องค์กร จากมูลค่าของอุตสาหกรรมบริการให้คำปรึกษาในรูปที่ 62 แสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมบริการให้คำปรึกษามีมูลค่ามากที่สุดในกลุ่มประเทศอเมริการเหนือที่ 64.8 พันล้านเหรียญสหรัฐ มูลค่าของอุตสาหกรรมดังกล่าวในกลุ่มประเทศยุโรปอยู่อันดับสองที่ 35.3 พันล้านเหรียญสหรัฐ และกลุ่มประเทศเอเชียแปซิฟิคมีมูลค่าเป็นอันดับสามที่ 21.9 พันล้านเหรียญสหรัฐ ขณะที่จำนวนบริษัทที่ปรึกษามีจำนวนลดลงจาก 160 รายในปี 2562 เป็น 132 รายในปี 2563

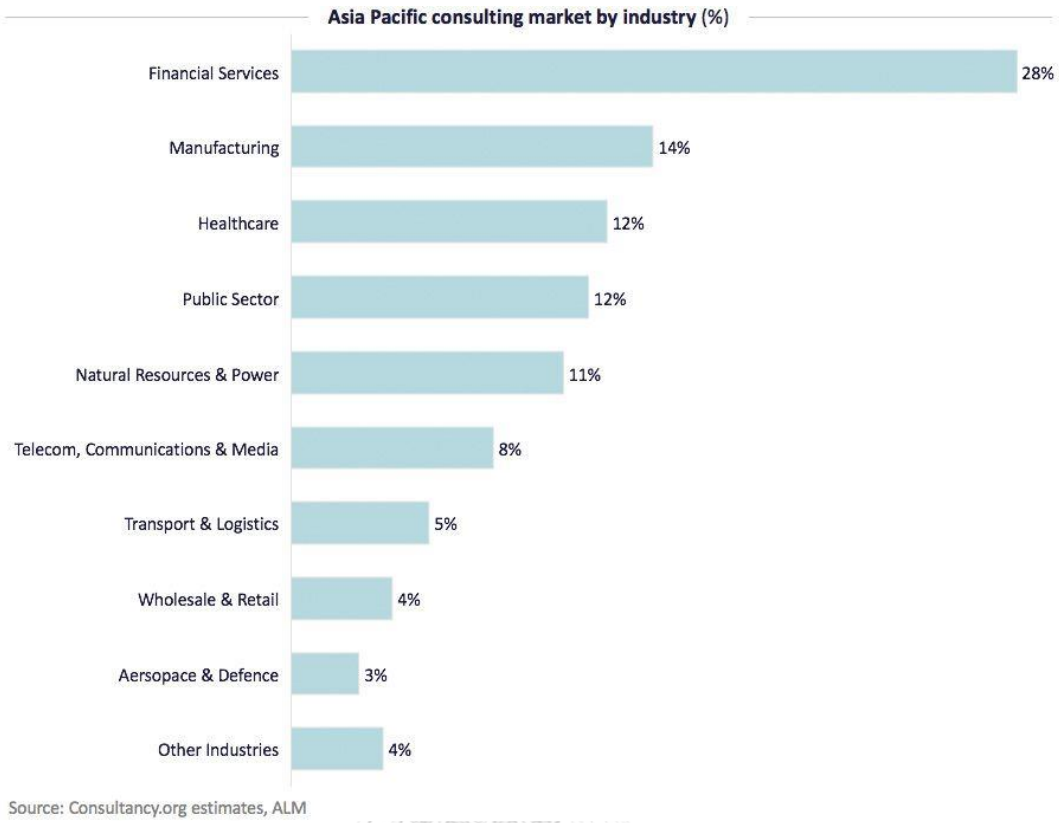
ผู้บริหารขององค์กรจะจ้างบริษัทที่ปรึกษาภายนอกเพื่อช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตั้งแต่การวางแผนองค์กรและกลยุทธ์เพื่อรองรับการควบรวมกิจการ ไปจนถึงการนำธุรกิจเข้าสู่ตลาดกลุ่มใหม่ ในขณะเดียวกัน บริษัทที่ปรึกษาจะทำงานร่วมกับทุกสาขาและทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจ จนทำให้บริษัทที่ปรึกษามีความสามารถในการปรับตัวเพื่อวิเคราะห์ให้หลาย ๆ อุตสาหกรรมได้ ความสามารถในการปรับตัวนี้เป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมบริการให้คำที่ปรึกษา เนื่องจากในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา อุตสาหกรรมบริการให้คำที่ปรึกษาได้ขยายเข้าสู่อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีมูลค่าหลายพันล้านดอลลาร์ และกลายเป็นกลุ่มธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดกลุ่มหนึ่งในบริการระดับมืออาชีพ



รูปที่ 62 ขนาดของอุตสาหกรรมบริการให้คำปรึกษา ปี 2563

ที่มา: https://www.consultancy.uk/

อุตสาหกรรมบริการให้คำปรึกษาในทวีปเอเชียแปซิกฟิคมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ประเทศจีน และอินเดียเริ่มให้ความสำคัญกับธุรกิจในกลุ่มนี้ และเริ่มขยายธุรกิจกลุ่มนี้มากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบริการด้านธุรกิจและการจัดการ โดยนำความรู้ไปใช้ในการให้คำปรึกษาและสร้างรายได้ในวงกว้างให้กับประเทศนั้น ๆ จำนวนบริษัทที่ปรึกษาเริ่มเพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่จะให้คำปรึกษาทางด้านการเงิน การผลิต สุขภาพ พลังงาน เทคโนโลยีและนวัตกรรม เป็นต้น



รูปที่ 63 ตลาดบริการให้คำปรึกษาในเอเชียแปซิฟิค ปี 2563

ที่มา: https://www.consultancy.asia/

จากรูปที่ 63 แสดงให้เห็นว่าประเทศในทวีปเอเชียมีสัดส่วนการบริการให้คำปรึกษาด้านการเงินเป็นอันดับหนึ่งที่ร้อยละ 28 ต่อมาเป็นการให้คำปรึกษาด้านการผลิตที่ร้อยละ 14 และด้านสุขภาพอยู่ที่อันดับสามร้อยละ 12 ในขณะที่บริการให้คำปรึกษาด้านโทรคมนาคม การสื่อสาร และสื่อต่าง ๆ จะอยู่ในอันดับที่ 6 หรือร้อยละ 8 ซึ่งบริการให้คำปรึกษาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มดังกล่าวด้วย สำหรับประเทศไทย บริษัท ซีเอ อินเตอร์เนชั่นแนล อินฟอร์เมชั่น จำกัดได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับธุรกิจให้คำปรึกษาในปี 2564 ระบุว่า ธุรกิจให้คำปรึกษาในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้ 7 ประเภทคือ

1) ที่ปรึกษาด้านธุรกิจและการตลาด
2) ที่ปรึกษาด้านการลงทุนและการเงิน
3) ที่ปรึกษาด้านการจัดการต่างๆ เช่น มาตรฐาน ISO หรือการพัฒนาบุคลากร เป็นต้น
4) ที่ปรึกษาด้านบัญชี กฎหมาย และภาษี
5) ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม
6) ที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ

7) ที่ปรึกษาด้านระบบควบคุมคุณภาพ เช่น ระบบ TQM

จากข้อมูลของกรมพัฒนาธุรกิจการค้าเกี่ยวกับกิจการที่จดทะเบียนการค้า และยังดำเนินกิจการอยู่ในปี 2564 พบว่ามีบริษัทบริการให้คำปรึกษาทั้งสิ้น 2,531 บริษัท โดยมีบริษัทให้คำปรึกษาด้านธุรกิจและการตลาดมากที่สุดเท่ากับ 799 ราย อันดับสองได้แก่ด้านวิศวกรรมศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 359 ราย ในส่วนรายได้ บริษัทบริการให้คำปรึกษาด้านวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อมมีรายได้มากที่สุดเท่ากับ 5,778.44 ล้านบาท อันดับสองได้แก่ด้านธุรกิจ และการตลาดเท่ากับ 4,550.66 ล้านบาท ในขณะที่รายได้รวมของกลุ่มบัญชี กฎหมาย และภาษีธุรกิจเท่ากับ 1,745.48 ล้านบาท การเงินและการลงทุนเท่ากับ 1,738.01 ล้านบาท และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเท่ากับ 1,020.17 ล้านบาท ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าตลาดที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อมเป็นตลาดที่มีศักยภาพ และจำนวนผู้เล่นในตลาดยังน้อยกว่าตลาดที่ปรึกษาด้านธุรกิจและการตลาดเกือบเท่าตัว รายได้ต่อบริษัทมีมูลค่าสูง ดังนั้นธุรกิจที่ปรึกษาด้านวิศวกรรม เทคโนโลยี และนวัตกรรมจึงน่าสนใจสำหรับบริษัทที่ปรึกษาด้านนี้ที่จัดตั้งใหม่ (สำนักส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจ, 2564)

ตารางที่ 17 จำนวนผู้ประกอบการและรายได้ของธุรกิจให้คำปรึกษาจำแนกตามสาขา

สาขาที่ให้คำปรึกษา	จำนวน (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ส่วนแบ่งตลาด (%)
วิศวกรรม และสิ่งแวดล้อม	359	5,778.44	22.35
ธุรกิจ และการตลาด	799	4,550.66	17.60
บัญชี กฎหมาย และภาษีธุรกิจ	42	1,745.48	6.75
การลงทุน /การเงิน	103	1,738.01	6.72
เทคโนโลยีสารสนเทศ	34	1,020.17	3.95
การจัดการ	163	505.35	1.95
ระบบควบคุมคุณภาพ	31	168.58	0.65
อื่น ๆ เช่น สถาปัตยกรรม การขนส่ง	1,000	10,350.96	40.03
รวม	**2,531**	**25,857.65**	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 การวิเคราะห์ปัจจัยกดดันทั้ง 5 ด้าน (Five Forces Model)

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือการวิเคราะห์ปัจจัยกดดันทั้ง 5 ด้านมาวิเคราะห์สภาพการแข่งขันของธุรกิจที่ปรึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมและรับมือกับการแข่งขันในอุตสาหกรรมหรือตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ ทั้งยังลดความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยปัจจัยทั้ง 5 ด้านที่มีผลกระทบต่อสภาวะการแข่งขันของธุรกิจมีดังต่อไปนี้

1) อำนาจการต่อรองของลูกค้า (Bargaining power of buyer) ลูกค้าของบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นองค์กรขนาดใหญ่ที่มีงบประมาณในการจัดจ้างบริษัทที่ปรึกษาเป็นประจำ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้าน การเงิน การบัญชี ทรัพยกรมนุษย์ กลยุทธ์องค์กร หรือ ด้านวิศวกรรม เป็นต้น อย่างไรก็ตามบริษัทที่ปรึกษาด้านการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ยังขลาดแคลนอยู่ ลูกค้าจึงมีตัวเลือกไม่มากนักในตลาด
2) อำนาจการต่อรองของคู่ค้า (Bargaining power of supplier) บริษัทมีความได้เปรียบที่มีผู้เชี่ยวชาญและประสบการณ์ตรง รวมถึงมีเครือข่ายผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์จากมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง ซึ่งมีความรู้และชำนาญในเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีพันธมิตรผู้จัดจำหน่ายและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งมีอัตราค่าจ้างที่ไม่สูงมากนัก
3) ภัยคุกคามจากคู่แข่งรายใหม่ (Threat of new entrants) เนื่องจากอุตสาหกรรมที่ปรึกษา เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ และประสบการณ์ตรง เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือให้กับลูกค้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการนำคำปรึกษาไปสู่การปฏิบัติจะเป็นเครื่องพิสูจน์ให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจ และทำการจัดจ้างบริษัทต่อเนื่องในอนาคต ถึงแม้จะเป็นอุตสาหกรรมที่เข้าได้ง่าย แต่บริษัทมีความแตกต่างในการให้คำปรึกษาเฉพาะด้านแบบครบวงจร รวมถึงมีการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ ตลอดจนเทคโนโลยีเฉพาะด้านอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นจุดแข็งอย่างหนึ่งซึ่งสามารถแข่งขันกับผู้เล่นรายใหม่ได้
4) ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (Threat of substitutes) เนื่องจากการให้คำปรึกษาเป็นเรื่องเฉพาะทาง และแตกต่างจากบริษัทที่ปรึกษาอื่นในตลาด อีกทั้งยังไม่มีหนังสือหรือการสอนเรื่องเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ รวมถึงการดำเนินการติดตั้ง และระบุตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า

จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์เฉพาะทาง ลูกค้าจึงไม่สามารถหาบริษัทที่ปรึกษาที่ให้บริการแบบครบวงจรในตลาดได้

5) การแข่งขันของผู้ที่อยู่ในอุตสาหกรรม (Industry rivalry) แนวโน้มการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญในระดับนานาชาติ ส่งผลให้หลาย ๆ ประเทศตระหนักและออกนโยบายเพื่อส่งเสริมกิจกรรมหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ช่วยตอบโจทย์ดังกล่าว เนื่องจากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เมื่อจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ามีการใช้งานมากขึ้น ความต้องการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าก็มีความต้องการเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นบริษัทผู้ให้บริการด้านพลังงานและผลิตไฟฟ้าเริ่มปรับตัวตามแนวโน้มดังกล่าว โดยเริ่มติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับอนาคตยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต อย่างไรก็ตาม การติดตั้งเครื่องอัดประจุและสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก (เงินลงทุนเฉลี่ยประมาณ 2 ล้านบาทต่อเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 1 จุด) บริษัทเหล่านี้จำเป็นต้องจัดจ้างบริษัทที่ปรึกษาเฉพาะทาง เพื่อให้คำปรึกษาในการสร้าง ติดตั้ง และดัดแปลงสถานีบริการของตนเพื่อให้บริการแก่ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้เงินลงทุนถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อย่างไรก็ตามผู้ให้คำปรึกษาด้านนี้จำกัดวงอยู่เพียงมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และบริษัทที่ปรึกษาบางแห่งเท่านั้น อุตสาหกรรมนี้ยังขาดแคลนบริษัทที่ปรึกษาที่สามารถให้บริการอย่างครบวงจรได้ และยังไม่มีการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่สามารถระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าโดยเฉพาะ จึงเป็นช่องทางให้ผู้วิจัยสามารถแทรกเข้าสู่อุตสาหกรรมนี้ได้

6.4 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis)

1) นโยบาย (Political)

จากนโยบายของภาครัฐมีการสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยตั้งเป้าไว้ว่าในปี 2036 ประเทศไทยจะต้องมียานยนต์ไฟฟ้าให้ได้มากถึง 1.2 ล้านคัน ในขณะเดียวกันกระทรวงคมนาคมก็มีแนวทางในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล โดยกรมการขนส่งทางบกได้ร่วมกับภาคธุรกิจในการให้บริการแท็กซี่หรูขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% ด้าน

โครงสร้างพื้นฐานภาครัฐได้กำหนดนโยบายเพื่อรองรับการส่งเสริมสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบคงที่ 2.63 บาทต่อหน่วย และส่งเสริมให้มีการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะให้ตั้งภายในรัศมี 50-70 กิโลเมตร เพื่อให้ครอบคลุมการเดินทางระยะไกล ซึ่งที่ผ่านมาภาครัฐและภาคเอกชนมีการส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงาน BOI, EVAT, PEA, MEA ที่มีการสนับสนุนการลงทุนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงการลงทุนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของรัฐวิสาหกิจและเอกชนด้วย สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยมีความพร้อมในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ในอนาคตอันใกล้ จึงมีผลกระทบเชิงบวกต่อการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็น Ecosystem ที่สำคัญของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ในทางตรงข้าม อุปสรรคสำคัญสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าคือความเพียงพอของพลังงานและสายส่งไฟฟ้า ซึ่ง กกพ. มีนโยบายว่า ประชาชนมีความสำคัญอันดับแรก (First priority) ส่วนสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นลำดับรอง (Second priority) หากเกิดกรณี Peak load ที่จะทำให้ไฟฟ้าดับในบริเวณใด จะดำเนินการตัดไฟที่ EV station ก่อน เพื่อไม่ให้กระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นผลกระทบเชิงลบต่อการขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องคำนึงถึงความเพียงพอของพลังงานและสายส่งไฟฟ้าด้วย

2) เศรษฐกิจ (Economic)

ประเทศไทยประสบกับสถานการณ์เศรษฐกิจชะลอตัวจากการแพร่ระบาดของ COVID-19 ที่ส่งผลให้กำลังซื้อของประชาชนต่ำลง ทำให้ยอดการซื้อรถยนต์ทุกประเทศลดลง ราคายานยนต์ไฟฟ้าทั้งที่ประกอบในไทยและนำเข้า (หลังเสียภาษีนำเข้า) ยังจะมีราคาสูงกว่ารถยนต์สันดาปภายในในรุ่นที่ใกล้เคียงกันอยู่มากพอสมควร และส่วนใหญ่จะมีราคาสูงกว่ากำลังซื้อของผู้ซื้อรถส่วนใหญ่ในไทย ปัจจุบันจึงมีคนอยากขับยานยนต์ไฟฟ้า แต่ยังติดปัญหาอยู่ที่ราคาของยานยนต์ไฟฟ้ายังสูงจนยากที่จะเอื้อมถึงสำหรับคนทั่วไป ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในไทยจึงยังมีแนวโน้มจำกัดอยู่เฉพาะกลุ่มผู้ที่มีกำลังซื้อสูงที่ให้ความสำคัญต่อการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยหรือการรักษาสิ่งแวดล้อม

ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้นถือว่ายังเป็นตลาดใหม่ แม้ประเทศไทยมีตลาดรถยนต์ที่เติบโตสูงมาก ๆ ก็ยังมีสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าที่น้อยมาก อย่างไรก็ตามเริ่มเห็นสัญญาณว่ามีความต้องการยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการวิจัยโดย Frost &

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sullivan โดย Nissan เมื่อปี 2018 พบว่ามีลูกค้ากว่า 37% กล่าวว่าถ้าเขาจะซื้อรถใหม่เขาจะไปดูยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแน่นอน สอดคล้องกับตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าเติบโตอย่างต่อเนื่องทุกปีจากจำนวนรถจดทะเบียนประเภทไฟฟ้าที่มีจำนวนสะสมกว่า 180,000 คัน ทั้งนี้กระทรวงอุตสาหกรรมยังได้ตั้งเป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในปี พ.ศ. 2573 ไว้ที่ 30% ของการผลิตยานยนต์ในประเทศไทย ซึ่งเป็นการกระตุ้นอุสาหกรรมการผลิตยานยนต์ในประเทศไทย ส่งเสริมการจ้างงานและสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศด้วย สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยมีความพร้อมในการเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญแห่งหนึ่งในอนาคตอันใกล้ อย่างไรก็ตาม การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้นมีการลงทุนที่สูง จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมและคุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งจะส่งผลเชิงบวกต่อกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

3) สังคม (Social)

การยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของสัมคมไทย (Social acceptance) ต้องใช้ระยะเวลา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรม หรือกิจวัตรประจำวันจากเดิมที่ทุกคนจะต้องเติมน้ำมัน มาเป็นการอัดประจุไฟฟ้าแทน แต่ปัจจุบัน กระแสการรักษาสิ่งแวดล้อมและการลดมลพิษในเมืองก็ถูกกระตุ้นขึ้นมาใน Social network อย่างต่อเนื่อง จากกรณีฝุ่นพิษ PM2.5 ทำให้สังคมไทยเริ่มตื่นตัวในด้านสิ่งแวดล้อมและช่วยกันเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ยิ่งสนับสนุนให้สังคมเปิดรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ผู้ขับขี่รถยนต์ให้ความสนใจการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงแท็กซี่ไฟฟ้า โดยผู้โดยสารส่วนหนึ่งเลือกใช้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า VIP ที่ให้บริการที่สนามบิน จึงเรียกได้ว่าสังคมไทยให้การสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า และเรียกร้องให้มีการสนับสนุนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจในการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า จึงเป็นผลเชิงบวกต่อกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ต่อเนื่องมาจากการที่สังคมไทยยอมรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น

4) เทคโนโลยี (Technology)

ปัจจัยหลักที่จะทำให้ยานยนต์ไฟฟ้า ในไทยได้รับความนิยมแพร่หลายในสัดส่วนสูงของผู้ใช้รถทั่วไป คือ 1. ราคารถต้องใกล้เคียงรถใช้เชื้อเพลิงปัจจุบัน 2. เทคโนโลยีแบตเตอรี่ และ 3. จุดอัดประจุไฟฟ้าและเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้า นักวิเคราะห์คาดว่าสัดส่วนยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าในไทยจึงน่าจะปรับตัวขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงช่วงปี 2028 – 2030 ซึ่งเป็นช่วงที่นักวิเคราะห์ส่วนใหญ่คาดว่า ราคาและประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกจะเริ่มแข่งขันได้กับรถยนต์สันดาปภายใน

โดยไม่ต้องพึ่งพามาตรการจูงใจจากภาครัฐ ซึ่งจะเป็นจุดเปลี่ยน (Turning point) ที่จะเห็นสัดส่วนยอดขายรถยนต์ไฟฟ้าเร่งตัวขึ้นมาอยู่ที่ 2-3% ในช่วงนั้น และหลังจากนั้นจะเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษถัดไปมาอยู่ที่ 15% ในปี 2040 โดยเป็นผลจากสมมติฐานแนวโน้มการพัฒนาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่และเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ในรูป Mass production ในต่างประเทศ ซึ่งจะมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเข้ามาในไทย (Technology transfer) รวมทั้งการยอมรับของผู้บริโภคที่มีมากขึ้นผ่านผลของ Network effect จากจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าและจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีมากขึ้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีแบตเตอรี่ได้รับการพัฒนาอย่างมาก เพื่อให้ยานยนต์ไฟฟ้ามีระยะทางการขับขี่มากขึ้น รวมถึงเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าที่ถูกพัฒนาให้สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้รวดเร็วขึ้นในเวลาไม่กี่นาที เพื่อให้ตอบโจทย์ผู้ขับขี่มากขึ้น ผศ.ดร.ยศพงษ์ ลออนวล อดีตนายกสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย (EVAT) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่จะไปสร้างแรงกระตุ้นผู้บริโภคคือสินค้าหรือเทคโนโลยีเหล่านั้นต้องใช้งานง่าย สะดวกสบาย เพื่อง่ายต่อการปรับเปลี่ยนไปใช้ ยกตัวอย่างเช่น การอัดประจุไฟฟ้าได้ง่ายที่บ้านเหมือนกับการชาร์จโทรศัพท์มือถือ ก็จะช่วยผลักดันให้มีการใช้งานมากขึ้น การพัฒนาของเทคโนโลยีเหล่านี้ล้วนส่งผลในเชิงบวกต่อการใช้แท็กซี่ไฟฟ้าและการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต

5) กฎหมาย (Legal)

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ได้จัดทำระเบียบการขออนุญาตการประกอบกิจการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในขณะที่คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้เห็นชอบแนวทางกำหนดค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า ด้วยอัตราคงที่ 2.63 บาทต่อหน่วย ตามเงื่อนไข Low priority เป็นระยะเวลา 2 ปี หรือจนกว่าจะมีประกาศโครงสร้างราคาใหม่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้าและเพื่อให้มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ทั้งนี้ FTA ไทย-จีน ยังเอื้อให้มีการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีน โดยไม่มีภาษีนำเข้า เป็นการส่งเสริมให้มีการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีน เพื่อใช้เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม การนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าจากประเทศอื่นที่ไม่ได้มีข้อตกลง FTA ยังคงต้องเสียภาษีนำเข้าตามกฎหมายในอัตราที่สูงส่งผลต่อราคายานยนต์ไฟฟ้า และเป็นอุปสรรคในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของประชาชนและเอกชนที่ต้องการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า ทั้งนี้ ระเบียบการขอ

อนุญาตการประกอบกิจการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีขั้นตอนและใช้เวลาดำเนินการนาน ซึ่งยังเป็นอุปสรรคต่อการขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้าอีกด้วย

6) สิ่งแวดล้อม (Environment)

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญต่อทิศทางการพัฒนาในเวทีโลก จนนำมาสู่ข้อตกลงภายใต้การประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Conference of Parties: COP-26) เพื่อจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกให้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น หลายประเทศจึงหาแนวทางการปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะภาคขนส่งที่มีสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับต้น ๆ ปัญหาโลกร้อน (Global warming) มีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้ทุกประเทศตระหนักและส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าทดแทนเครื่องยนต์สันดาป

ขณะที่ประเทศไทยเผชิญปัญหาสิ่งแวดล้อมจากฝุ่น PM2.5 ทุกปี ทำให้มีการเร่งดำเนินการผลักดันให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าตามนโยบาย Zero emission และ Sharing mobility เพื่อลดปัญหาและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลในเชิงบวกต่อการสนับสนุนให้มีการใช้แท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้นในอนาคต รวมทั้งการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วย

6.5 การวิเคราะห์ธุรกิจด้วย SWOT

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือ SWOT analysis มาใช้เพื่อวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของธุรกิจทั้งภายในและภายนอกองค์กร โดยสภาพแวดล้อมภายในคือจุดแข็ง (Strength) และจุดอ่อน (Weakness) ขององค์กร ส่วนสภาพแวดล้อมภายนอกได้แก่ โอกาส (Opportunity) และอุปสรรค (Threat) เพื่อสร้างสร้างความได้เปรียบให้กับธุรกิจ และป้องกันธุรกิจจากอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ SWOT เป็นหนึ่งเครื่องมือที่ช่วยองค์กรในการจัดลำดับความสำคัญที่ต้องดำเนินการเพื่อให้ธุรกิจเติบโต และประสบความสำเร็จได้ และยังเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาภาพรวม และมุมมองของธุรกิจ เพื่อวางกลยุทธ์ กำหนดทิศทางขององค์กรในอนาคต รวมถึงช่วยค้นหาภัยคุกคามได้อีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกองค์กรได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สภาพแวดล้อมภายในองค์กร

<u>จุดแข็งขององค์กร</u> (Strength)

- มีทีมงานที่มีความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ และประสบการณ์ตรงซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติได้
- มีการบริการที่ครบวงจร ทั้งการให้คำปรึกษา การฝึกอบรม การวิเคราะห์ความเป็นได้ของโครงการ และการออกแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- มีเครือข่ายการให้บริการที่ปรึกษาด้านนวัตกรรม และเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าตลอดจนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ครบวงจร
- อัตราค่าบริการระดับปานกลาง
- มีเทคโนโลยีช่วยในการค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า
- มีฐานข้อมูลพิกัดสถานีบริการและฐานข้อมูลการเดินทางจริงของแท็กซี่

<u>จุดอ่อนขององค์กร</u> (Weakness)

- เป็นบริษัทจัดตั้งใหม่ จึงยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก
- ชื่อเสียงของทีมงานให้คำปรึกษายังไม่เป็นที่รู้จักในวงกว้าง
- ข้อมูลการเดินทางไม่ครอบคลุมถึงยานยนต์ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ
- การ Interface ข้อมูลกับฐานข้อมูล

สภาพแวดล้อมภายนอองค์กร

<u>โอกาสของธุรกิจ</u> (Opportunity)

- Mega trend ที่ทั่วโลกส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์
- ภาครัฐและเอกชนมีการสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า สนับสนุนการผลิตรถยนต์นั่งที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย รวมทั้งลดภาษี และให้งบประมาณสนับสนุนในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งให้การสนับสนุนการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ในประเทศไทย
- บริษัทบริการให้คำปรึกษาด้านการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบครบวงจรมีจำนวนน้อย
- บริษัทบริการให้คำปรึกษารายใหญ่ หรือต่างชาติ มีอัตราค่าบริการสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

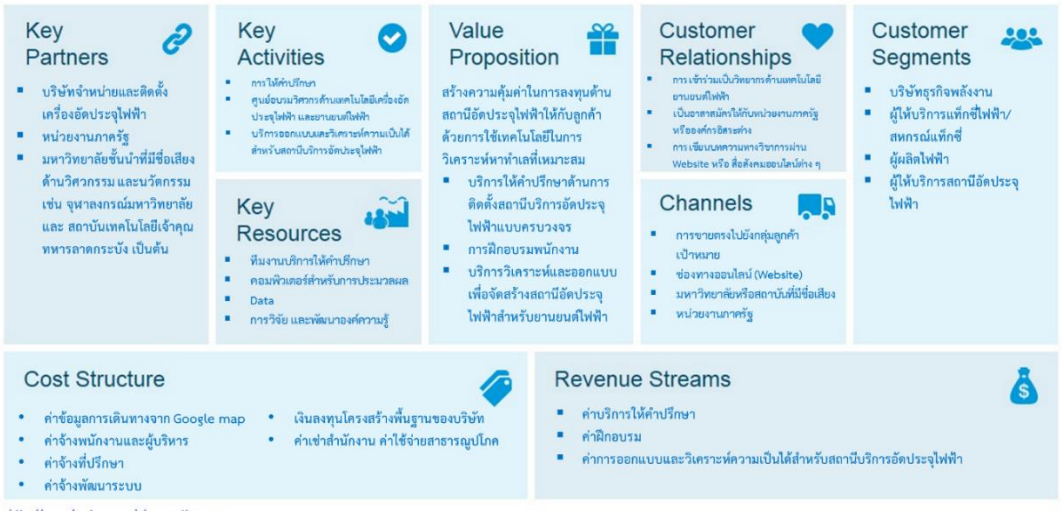
- บริษัทที่ปรึกษาต่างชาติมีอุปสรรคด้านการสื่อสาร
- บริษัทที่ปรึกษาไม่มีเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมช่วยในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า

<u>อุปสรรคของธุรกิจ</u> (Threat)

- ลูกค้าให้ความเชื่อมั่นต่อบริษัทที่ปรึกษารายใหญ่มากกว่า
- ลูกค้าเชื่อถือและนิยมใช้บริการจากกบริษัทที่คุ้นเคยมาก่อน
- ลูกค้ามีค่านิยมในการใช้บริษัทที่ปรึกษาต่างชาติมากกว่า เพราะเชื่อว่าบริษัทที่ปรึกษาต่างชาติให้คำปรึกษาที่ดีกว่าบริษัทที่ปรึกษาของไทย
- ระเบียบการขออนุญาตการประกอบกิจการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีขั้นตอนและใช้เวลาดำเนินการนาน
- ความพอเพียงของพลังงานไฟฟ้าและสายส่งไฟฟ้า

6.6 กลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing Strategy)

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือ Business Model Canvas (BMC) มาใช้เพื่อวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการนำงานวิจัยไปสู่ธุรกิจเชิงพาณิชย์ และยังนำมาใช้เพื่อวางแผน และประเมินความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่ง BMC ช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของบริษัทได้เห็นภาพรวมของธุรกิจอย่างชัดเจน ช่วยวิเคราะห์ให้เห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของธุรกิจ รวมถึงช่วยให้บริษัทสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการดำเนินธุรกิจให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้อย่างทันท่วงที โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลในแต่ละหัวข้อของ BMC ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปที่ 64 ดังนี้



รูปที่ 64 การวิเคราะห์นวัตกรรมต้นแบบสู่การพาณิชย์ด้วย Business Model Canvas

1. กลุ่มลูกค้าหมาย (Customer segment) สามารถจัดกลุ่มลูกค้าได้ดังนี้
   - กลุ่มลูกค้าบริษัทธุรกิจพลังงาน คือ บริษัทธุรกิจพลังงานซึ่งมีสถานีบริการเชื้อเพลิง รวมถึงมีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าด้วย เช่น บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด, บริษัท สยามแก๊ส แอนด์ ปิโตรเคมีคัลส์ จำกัด และ บริษัท เวิลด์แก๊ส ประเทศไทย จำกัด เป็นต้น
   - บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า คือบริษัทที่เปิดให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้า หรือกลุ่มสหกรณ์แท็กซี่ธรรมดาที่ให้ความสนใจเปลี่ยนมาใช้รถแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น บริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด, บริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด, สหกรณ์แท็กซี่, โครงการแท็กซี่สีขาว, Beta EV Lady Taxi เป็นต้น
   - กลุ่มผู้ผลิตไฟฟ้า คือหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือบริษัทเอกชนผู้ผลิตไฟฟ้าในประเทศ ซึ่งปัจจุบันมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้บริการแก่ยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การไฟฟ้านครหลวง (MEA) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) และ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT)
   - บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เช่น EA Anywhere, ChargeNow, Sharge, Pumpcharge, Even, Onion หรือบริษัทรายใหม่ที่ต้องการเข้ามาในตลาดการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า
2. การนำเสนอคุณค่า (Value preposition) นำเสนอบริการให้คำปรึกษาด้านการติดตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าแบบครบวงจร เพื่อพัฒนาธุรกิจบริการอัดประจุไฟฟ้าของกลุ่มลูกค้าด้วยทีมที่ปรึกษาที่มีความชำนาญและประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยเฉพาะ รวมถึงการฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้และความสามารถในการบริหารจัดการโครงการสร้างและขยายสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในด้านเทคนิค เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่เกี่ยวกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ตลอดจนการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม การวิเคราะห์และออกแบบเพื่อจัดสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สร้างความคุ้มค่าในการลงทุนด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้กับลูกค้า ด้วยการใช้เทคโนโลยีในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสม

3. ช่องทางการจัดจำหน่าย (Channel) คือการขายตรงไปยังกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ช่องทางออนไลน์ (Website) มหาวิทยาลัยหรือสถาบันที่จัดการสัมมนาหรือฝึกอบรมด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของกระทรวงพลังงาน
4. การสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer relationship) การเข้าร่วมเป็นวิทยากรด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เป็นอาสาสมัครให้กับหน่วยงานภาครัฐ หรือองค์กรอิสระต่าง ๆ ในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า การเขียนบทความทางวิชาการผ่าน Website หรือ สังคมออนไลน์ต่าง ๆ
5. ช่องทางรายได้ (Revenue stream) รายได้มาจากบริการให้คำปรึกษา และการฝึกอบรมพนักงานของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย การออกแบบและวิเคราะห์ความเป็นได้สำหรับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า
6. ทรัพยากรสำคัญที่ต้องการ (Key resources) ทีมงานบริการให้คำปรึกษา คอมพิวเตอร์สำหรับการประมวลผล ข้อมูลสำหรับการประมวลผล การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้
7. กิจกรรมหลัก (Key activities) การให้คำปรึกษา เป็นศูนย์อบรมวิศวกรด้านเทคโนโลยีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้า การรับออกแบบและวิเคราะห์ความเป็นได้สำหรับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า
8. พันธมิตรหลัก (Key partners) บริษัทจำหน่ายและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า หน่วยงานภาครัฐของกระทรวงที่เกี่ยวข้องและให้การสนับสนุนเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยชั้นนำที่มีชื่อเสียงด้านวิศวกรรมและนวัตกรรม เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นต้น
9. โครงสร้างการลงทุน (Cost structure) ค่าจ้างพนักงานและผู้บริหาร โครงสร้างพื้นฐานของบริษัท เช่น คอมพิวเตอร์ ระบบจัดการความรู้ และอุปกรณ์สำนักงาน ค่าจ้างที่ปรึกษา การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ การร่วมงานสัมมนาต่าง ๆ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ของ BMC ช่วยให้ผู้วิจัยได้เห็นทิศทางในการผลักดันงานวิจัยสู่ภาคพาณิชย์ และสามารถนำไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดอันเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเริ่มต้นดำเนินธุรกิจ บริษัทยังทราบที่มาของรายได้ของรายได้จากธุรกิจบริการให้คำปรึกษาว่ามาจากแหล่งใดบ้าง โดยบริษัทจะนำหลักการ Marketing mix มาใช้เพื่อการกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดดังต่อไปนี้

กลยุทธ์ทางการตลาดเป็นแบบแผนพื้นฐาน หรือแนวทางในการดำเนินธุรกิจที่ถูกกำหนดขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์หรืองานบริการขององค์กร เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าและตลาดเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิผล และช่วยให้ผู้ประกอบการจัดสรรทรัพยากรขององค์กรให้เกิด

ประโยชน์สูงสุดต่อผลผลิต รวมถึงแบ่งสัดส่วนต่าง ๆ ทางการตลาดให้เหมาะสมต่อการดำเนินธุรกิจ สำหรับบริษัทจัดตั้งใหม่ที่มีผลิตภัณฑ์หรือบริการที่หลากหลาย จำเป็นต้องกำหนดกลุ่มลูกค้าเป้าหมายให้ชัดเจนเพื่อบรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจที่ตั้งไว้ได้ ดังนั้นบริษัทจัดตั้งจึงทำการกำหนดกลยุทธ์ต่าง ๆ ดังนี้

6.6.1 กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย (Target Customers)

1) การบริการให้คำปรึกษามีกลุ่มค้าเป้าหมาย ดังนี้
   a) บริษัทในกลุ่มธุรกิจพลังงาน โดยเฉพาะบริษัทมีสถานีบริการเชื้อเพลิง ได้แก่ ปตท., บางจาก, เชลล์, เอสโซ่, คาลเท็กซ์, พีที, ซัสโก้, เวิลด์แก๊ส, สยามแก๊ส และอื่น ๆ
   b) กลุ่มผู้ผลิตไฟฟ้า คือรัฐวิสาหกิจผู้ผลิตไฟฟ้าในประเทศ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้านครหลวง และ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นต้น ส่วนบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ในประเทศ ได้แก่ บริษัท ผลิตไฟฟ้าขนอม จำกัด, บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี โฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน) หรือ บริษัท กัลฟ์เพาเวอร์เจอเนอเรชั่น จำกัด เป็นต้น ซึ่งกลุ่มผู้ผลิตไฟฟ้ามีความสนใจในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยายนยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน
   c) บริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า หรือบริษัทที่เปิดให้เช่ารถแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น บริษัท อีวี โซไซตี้ จำกัด, บริษัท ออโต้ ไดร์ฟ อีวี จำกัด, สหกรณ์แท็กซี่ที่ต้องการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า เป็นต้น
   d) บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เช่น EA Anywhere, ChargeNow, Sharge, Pumpcharge, Even, Onion หรือบริษัทรายใหม่ที่ต้องการเข้ามาในตลาดการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า
2) การอบรมความรู้ของนวัตกรรมต้นแบบ เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เครื่องอัดประจุไฟฟ้า และการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
   a) บริษัทต่าง ๆ ที่สนใจจัดจำหน่ายและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
   b) บริษัทต่าง ๆ ที่ต้องการพัฒนาพนักงานให้มีความรู้ความสามารถในการออกแบบ ติดตั้ง และประเมินโครงการสำหรับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

c) หน่วยงานภาครัฐที่ให้ความสนใจเรื่องเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

3) การศึกษาความเป็นได้และการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า คือการให้บริการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านต่าง ๆ ในการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้บริการแก่ยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งทำการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างสถานีบริการ และการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า

a) บริษัทขนาดกลาง และใหญ่ที่ให้ความสนใจในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้บริการยานยนต์ไฟฟ้า

b) กลุ่มสหกรณ์รถแท็กซี่ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันและก๊าซ ซึ่งต้องการเปลี่ยนมาเป็นรถแท็กซี่ไฟฟ้า

6.6.2 ผลิตภัณฑ์และงานบริการ (Products and Services)

1) งานบริการให้คำปรึกษา
2) การฝึกอบรมความรู้
3) การวิเคราะห์ความเป็นไปและการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า

6.6.3 กลยุทธ์ด้านสถานที่

1) การให้บริการแก่บริษัท องค์กร และหน่วยงานภาครัฐภายในประเทศ
2) การให้บริการแก่บริษัทในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
3) การให้บริการทาง Online เช่น การให้บริการผ่านระบบประชุมออนไลน์ต่าง ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.6.4 การโฆษณาและประชาสัมพันธ์ (Promotion) เพื่อสร้างชื่อเสียงให้เป็นที่รู้จัก

1) การสื่อสารผ่านสังคมออนไลน์ต่าง ๆ หรือการตลาดดิจิทัล เพื่อให้ทราบถึงวิชาที่อบรม ตารางการฝึกอบรม และข่าวสารต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
2) ร่วมมือกับพันธมิตรที่เป็นบริษัทจำหน่ายและติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในการประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทในงานอีเว้นท์ต่าง ๆ ร่วมกับบริษัทพันธมิตร
3) การร่วมบรรยายในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับองค์ความของนวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ากับบริษัท องค์กร หรือหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ

4) การบรรยายในมหาวิทยาลัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อสร้างความรู้และความตระหนักถึงความสามารถของนวัตกรรม ตลอดจนระบบนิเวศที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ในองค์กรได้
5) สร้างความร่วมมือกับบริษัทที่ปรึกษารายใหญ่ เช่น PWC, EY และอื่น ๆ เพื่อรับงานในส่วนเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านยานยนต์ไฟฟ้า สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
6) ส่งข่าวสารและข้อมูลให้แก่บริษัทในกลุ่มธุรกิจพลังงาน ผู้ผลิตไฟฟ้า และกลุ่มสหกรณ์แท็กซี่
7) สร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐที่ให้การส่งเสริมเทคโนโลยีและนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า เช่น สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ และระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก เป็นต้น

6.7 กลยุทธ์ด้านการบริหารจัดการ

ในการนำนวัตกรรมนี้ไปพัฒนาเป็นธุรกิจเชิงพาณิชย์นั้น ผู้วิจัยจึงทำการจัดตั้งบริษัทเพื่อให้บริการที่ปรึกษา ให้คำแนะนำในการเลือกทำเลและสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีอัดประจุไฟฟ้า และศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจแก่บริษัทที่ต้องการสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยตั้งชื่อบริษัทภาษาไทยและภาษาอังกฤษดังนี้

ชื่อบริษัทภาษาไทย “บริษัท ออร์ก้า เทค โซลูชั่น จำกัด”

ชื่อบริษัทภาษาอังกฤษ “ORKA Tech Solution Co., Ltd.”

ที่ตั้งบริษัท หมู่บ้านเดอะคอนเนค ถนนแจ้งวัฒนะ-ปากเกร็ด 39 ตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

วิสัยทัศน์ “เป็นผู้นำในการให้คำปรึกษาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า”

พันธกิจ

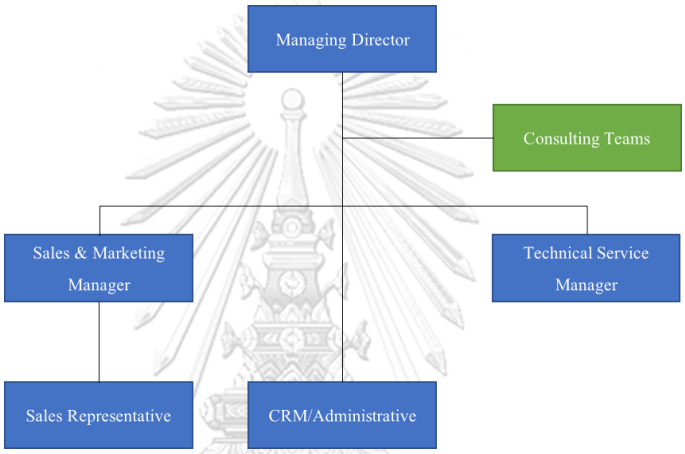
1. ช่วยลูกค้าเพื่อพัฒนาและติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม
2. พัฒนาและจัดการอบรมพนักงานในองค์กรของลูกค้าให้สามารถดำเนินการพัฒนาและติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ร่วมมือกับบริษัทคู่ค้า หน่วยงานภาครัฐ และภาคประชาชนในการพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าอย่างยั่งยืน

6.8 กลยุทธ์ด้านค่าใช้จ่าย (Operation Strategy)

บริษัทจัดตั้งใหม่จะมีต้นทุน 2 ประเภท ต้นทุนประเภทแรก คือต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าจ้างพนักงาน ผู้จัดการ ผู้บริหาร ค่าเช่าสถานที่ ค่าสาธารณูปโภคต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนต้นทุนประเภทที่ 2 คือต้นทุนแปรผัน ได้แก่ ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าส่วนแบ่งผลประโยชน์ต่าง ๆ โดยจะประกอบด้วยโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 65 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรและหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละตำแหน่งประกอบด้วย

1) กรรมการผู้จัดการ มีขอบเขตความรับผิดชอบดังนี้
   - การบริหารจัดการแผนธุรกิจ และดำเนินธุรกิจให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด
   - การบริหารจัดการ กำกับดูแลพนักงานในองค์กรให้ปฏิบัติงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย
   - การริเริ่ม สร้าง และดำเนินโครงการใหม่ ๆ เพื่อให้รายได้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด
   - นำพาบริษัทให้เป็นที่รู้จักและผู้นำด้านการบริการให้คำปรึกษาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม
2) คณะที่ปรึกษา มีขอบเขตความรับผิดชอบดังนี้
   - ให้คำปรึกษาแก่ลูกค้าเกี่ยวกับเทคโนโลยี นวัตกรรม และวิทยาการใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานของบริษัท
   - ให้คำแนะนำ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์แก่ลูกค้า และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การอบรมให้ความรู้แก่ลูกค้าที่เข้ามาอบรมให้ได้รับความรู้ใหม่ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ประโยชน์ได้
- นำเสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านที่บริษัทดำเนินการ เพื่อพัฒนาให้บริษัทมีชื่อเสียงในระดับชาติ และนานาชาติ

3) ผู้จัดการฝ่ายการบริการเทคนิค มีขอบเขตความรับผิดชอบดังนี้
   - ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในการออกแบบ และติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าแก่ลูกค้า
   - ตรวจสอบ และประเมินงานการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าของลูกค้าให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล
   - ให้การอบรมบุคคลที่เข้ารับการอบรมจากบริษัทในด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
   - จัดทำคู่มือและเอกสารที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า
   - ลงนามเพื่อรับรองการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งชาติ
4) ผู้จัดการฝ่ายขายและการตลาด
   - การหาและติดต่อลูกค้าเป้าหมายทั้งในและต่างประเทศ เพื่อนำสนอบริการของบริษัท
   - การวางแผนการจัดอบรมและบริการให้คำปรึกษา
   - การวางแผนนำบริการและผลิตภัณฑ์ของบริษัทออกสู่ตลาด
   - การวางแผนกลยุทธ์การขายและการตลาด
   - รับผิดชอบต่อยอดขายและกำไรของบริษัทให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด
   - รับผิดชอบการจัดอบรมและสัมมนา ทั้งสถานที่และอาหาร
   - การสร้างความสัมพันธ์อันดีแก่ลูกค้าของบริษัท
   - ประสานงานในการจัดเก็บเงินจากลูกค้า และจ่ายเงินที่ปรึกษา สถานที่และอาหารในการฝึกอบรม
5) พนักงานขาย มีหน้าที่ความรับผิดชอบดังนี้
   - การติดต่อและประสานงานกับลูกค้าเป้าหมาย
   - หาลูกค้าใหม่ให้สำเร็จตามแผนงานที่กำหนดไว้
   - ประสานงานการฝึกอบรมของบริษัท
   - ประสานงานกับสถานที่และอาหารในการจัดฝึกอบรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ประสานงานในการจัดเก็บเงินจากลูกค้า และจ่ายเงินที่ปรึกษา สถานที่และอาหารในการฝึกอบรม

6) พนักงานลูกค้าสัมพันธ์และธุรการ มีหน้าที่ความรับผิดชอบดังนี้

- การจัดการประสานงานกับลูกค้า
- ประสานงานกับวิทยากร คณะที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ
- ดูแลเรื่องการจัดทำเอกสารและคู่มือต่าง ๆ ของบริษัท
- รวบรวมเอกสารทางการเงินและใบเสร็จต่าง ๆ เพื่อส่งมอบให้บริษัทรับจัดทำบัญชี
- ดำเนินการจ่ายเงินและรับเงิน

โครงสร้างเงินเดือนและค่าตอบแทนของบุคลากรขององค์กรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เงินเดือนกรรมการผู้จัดการ 70,000 บาทต่อเดือน
- เงินเดือนผู้จัดการฝ่ายการขายและการตลาด 50,000 บาทต่อเดือน
- เงินเดือนผู้จัดการฝ่ายการบริการเทคนิค 50,000 บาทต่อเดือน
- เงินเดือนพนักงานขาย 25,000 บาทต่อเดือน
- เงินเดือนพนักงานลูกค้าสัมพันธ์และธุรการ 20,000 บาทต่อเดือน

รวมเงินเดือนของพนักงานทั้งสิ้น 240,000 บาทต่อเดือน หรือ 2,880,000 บาทต่อปี โดยกำหนดให้อัตราการขึ้นเงินเดือนอยู่ที่ร้อยละ 5 ต่อปี

6.9 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

6.9.1 ข้อสมมติฐานด้านการลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เงินลงทุนที่ใช้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เงินทุนส่วนแรกจะใช้เพื่อพัฒนาระบบการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้า และเงินทุนส่วนที่สองคือการลงทุนในอุปกรณ์สำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ระบบ LAN และอื่น ๆ เป็นต้น สามารถแสดงรายละเอียดของเงินลงทุนได้ดังนี้

ตารางที่ 18 เงินลงทุน

ลำดับที่	รายละเอียดเงินลงทุน	ราคา (บาทต่อหน่วย)	จำนวน	จำนวนเงิน (บาท)
1	ต้นทุนในการพัฒนาระบบ			
	1.1 ต้นทุนการพัฒนาระบบ	500,000.00	1 ชุด	500,000.00
	1.2 ค่าออกแบบ Website	100,000.00	1 ชุด	100,000.00
	รวม			600,000.00
2	อุปกรณ์สำนักงาน			
	2.1 ค่าคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล	100,000.00	2 เครื่อง	200,000.00
	2.2 ค่าคอมพิวเตอร์สำหรับออฟฟิศ	40,000.00	5 เครื่อง	200,000.00
	2.3 ค่าเครื่องพิมพ์ All in one	15,000.00	1 เครื่อง	15,000.00
	2.4 โต๊ะเก้าอี้สำนักงาน โต๊ะประชุม	20,000.00	8 ชุด	160,000.00
	2.5 เฟอร์นิเจอร์รับแขก	30,000.00	1 ชุด	30,000.00
	2.6 ระบบ LAN และโทรศัทพ์	2,500.00	8 จุด	20,000.00
	รวม			625,000.00
	เงินลงทุนรวม			1,225,000.00

6.9.2 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ปกติ (Base Case)

6.9.2.1 ประมาณการด้านรายได้ในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ

“ค่าจ้างที่ปรึกษา” หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการจ้างบุคคล คณะบุคคล นิติบุคคล ที่มีประสบการณ์ความรู้ ความชำนาญ เพื่อทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแนะนำด้านเทคนิค วิชาการ ในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ แก่หน่วยรับงบประมาณ ยกเว้นค่าจ้างออกแบบและควบคุมงานก่อสร้าง (สำนักงบประมาณ, 2564)

การคิดค่าบริการที่ปรึกษาในประเทศไทยโดยหลักมีรูปแบบเหมือนสากลทั่วไป มีการคิดอยู่ 2 วิธี คือ

(1) คิดเป็นอัตราร้อยละของมูลค่างาน เช่น ร้อยละของมูลค่างานก่อสร้างในงานอาคารทั่วไปหรือ ร้อยละของวงเงินที่ที่ปรึกษาทางการเงินจัดการให้ เป็นต้น (กระทรวงการคลัง, 2556)

แนวทางอัตราค่าจ้างที่ปรึกษารวมทั้งโครงการ

อัตราค่าจ้างที่ปรึกษารวมทั้งโครงการ						วันที่ 19 กรกฎาคม 2556
ลำดับที่	รายการ	ขั้นตอนงาน	ขนาดโครงการ (ล้านบาท)	อัตราค่าจ้างที่ปรึกษา (อัตราร้อยละ (%) ของมูลค่าก่อสร้าง)		
				ไม่ซับซ้อน	ปานกลาง	ซับซ้อน
1	งานอาคาร	งานออกแบบ	ขนาดเล็ก (< 50)	4.50	6.50	8.50
			ขนาดกลาง (50 < 250)	4.00	5.25	7.00
			ขนาดใหญ่ (250 < 750)	3.50	4.00	6.00
			ขนาดใหญ่พิเศษ (750< 2,500)	3.00	3.50	5.00
			ขนาดพิเศษ (2,500 < 5,000)	2.50	3.00	4.00
			Mega (> 5,000)	1.20	2.50	3.00
		งานควบคุมการก่อสร้าง	ขนาดเล็ก (< 50)	4.50	6.50	8.50
			ขนาดกลาง (50 < 250)	4.00	5.25	7.00
			ขนาดใหญ่ (250 < 750)	3.50	4.00	6.00
			ขนาดใหญ่พิเศษ (750< 2,500)	3.00	3.50	5.00
			ขนาดพิเศษ (2,500 < 5,000)	2.50	3.00	4.00
			Mega (> 5,000)	1.20	2.50	3.00

รูปที่ 66 แนวทางอัตราค่าจ้างที่ปรึกษารวมทั้งโครงการ

ที่มา: กระทรวงการคลัง, 2556

(2) คิดจากค่าตอบแทนบุคลากรและค่าใช้จ่ายตรง วิธีนี้เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายโดยสากล และเป็นวิธีการที่สถาบันการเงินระหว่างประเทศ เช่น ธนาคารโลก ธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) ธนาคารเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JBIC) และองค์กรระหว่างประเทศนิยมใช้ และเป็นวิธีการตามระเบียบพัสดุว่าด้วยการจ้างที่ปรึกษาของประเทศไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งแนวทางการส่งเสริมกิจการที่ปรึกษาไทยในมาตรการการเพิ่มค่าตอบแทนที่ปรึกษาตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2546 นั้น เป็นการพิจารณาตามการคิดค่าบริการแบบนี้ กล่าวคือ ค่าบริการที่ปรึกษาจะประกอบด้วยค่าตอบแทนบุคลากร (Remuneration) และค่าใช้จ่ายตรง (Direct Cost) บริษัทที่ปรึกษาจะได้รับอัตราค่าตอบแทนของที่ปรึกษาที่เสนอในแต่ละตำแหน่งตามอัตราใหม่ที่กำหนดไว้ 2.64 เท่าของอัตราเงินเดือน (กระทรวงการคลัง, 2556)

ในการคาดการณ์รายได้ของธุรกิจนั้น รายได้ของบริษัทจะมาจากลูกค้าเป้าหมาย 4 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยบริษัทด้านพลังงาน บริษัทผู้ใช้บริการเช่ารถแท็กซี่ บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า และบริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยรายได้หลักของบริษัทจะได้รับมาจากบริการให้คำปรึกษา การฝึกอบรม และการศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า บริษัทได้ทำการคาดการณ์จำนวนลูกค้า และจำลองรายได้ของธุรกิจจากผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 19 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ปกติ

ลูกค้าของธุรกิจ	จำนวนลูกค้าประมาณการ (ราย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	1	1	2	2	3
บริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่	1	1	1	2	2
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า			1	1	1
บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	1	1	1	2	2
รวม	3	3	5	7	8
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	1	1	2	2	3
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	1	1	2	2	2
รวม	2	2	4	4	5
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	1	2	3	4	5
รวม	1	2	3	4	5

ด้านบริการให้คำปรึกษา บริษัทคาดการณ์ว่าในปีที่ 1 และ 2 จะมีลูกค้าจำนวน 3 รายที่ใช้บริการให้คำปรึกษา โดยเป็นบริษัททางด้านพลังงานเช่น บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า เช่น EA Anywhere และบริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น EV Society ต่อมาเมื่อบริษัท ออร์ก้า เทค โซลูชั่น จำกัด เริ่มมีชื่อเสียง และฐานลูกค้ารายใหญ่ที่สามารถอ้างอิงได้แล้ว บริษัทคาดการณ์ว่าจะขยายฐานลูกค้าไปยังบริษัทด้านพลังงาน เช่น บริษัท บางจาก จำกัด (มหาชน) จำนวนลูกค้าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็น 5 รายในปีที่ 3 จากนั้นบริษัทจะสามารถเจาะเข้ากลุ่มบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า และสหกรณ์แท็กซี่ได้มากขึ้น จำนวนลูกค้าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็น 7 รายในปีที่ 4 ทั้งนี้ ในปีที่ 5 บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้ลูกค้าจากกลุ่มบริษัทด้านพลังงาน เช่น PT โดยจำนวนลูกค้าผู้ใช้บริการให้คำปรึกษาจะมีจำนวนเท่ากับ 8 ราย

ด้านการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่า บริษัทด้านพลังงาน บริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้า บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า นิสิต นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไป จะให้ความสนใจการอบรมเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า เครื่องอัดประจุไฟฟ้า การบำรุงรักษา โดย

ลูกค้าที่เป็นบริษัทขนาดใหญ่จะเชิญวิทยากรของบริษัทไปจัดหลักสูตรอบรมที่บริษัทของลูกค้าแบบเหมาจ่าย เพราะมีสถานที่และเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับการฝึกอบรมอยู่แล้ว ในขณะที่บริษัทขนาดเล็ก นิสิต นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไป ที่มีความสนใจการอบรม จะสมัครอบรมแบบออนไลน์กับบริษัท จึงได้แบ่งคอร์สการอบรมเป็นแบบเหมาจ่ายรายบริษัท และแบบคอร์สทั่วไปสำหรับผู้ที่สนใจ โดยคาดว่าจะสามารถขยายจำนวนบริษัทที่สนใจอบรมแบบเหมาจ่ายได้ในปีที่ 3 และปีที่ 5 และขยายหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับบุคคลทั่วไปที่สนใจเป็น 2 คอร์สต่อปี ได้ในปีที่ 3

ด้านการศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า คาดการณ์ว่าบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้ารายใหม่หรือบริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้ารายใหม่จะให้ความสนใจในการว่าจ้างบริษัทเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน Fleet ยานยนต์ไฟฟ้าและการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าก่อนการลงทุน เนื่องจากการเปลี่ยนยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง Fleet และการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก ประกอบกับบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ยังไม่มีความรู้ความชำนาญในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วย จึงจำเป็นต้องพึ่งพาบริษัทในการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงแผนผังการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วย โดยคาดการณ์ว่าจะสามารถหาลูกค้าเพิ่มได้ทุกปี ทำให้จำนวนบริษัทที่ใช้บริการเพิ่มขึ้นเป็น 1 บริษัท, 2 บริษัท, 3 บริษัท, 4 บริษัท และ 5 บริษัท ตามลำดับ

จากการคาดการณ์จำนวนลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นบริษัทจึงสามารถประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ปกติได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ปกติ

แหล่งที่มารายได้	รายได้ประมาณการ (บาท)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	3,000,000.00	3,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00	9,000,000.00
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่	45,000.00	45,000.00	45,000.00	90,000.00	90,000.00
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า	-	-	3,750,000.00	3,750,000.00	3,750,000.00
บริษัทให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	3,900,000.00	3,900,000.00	3,900,000.00	7,800,000.00	7,800,000.00
รวม	6,945,000.00	6,945,000.00	13,695,000.00	17,640,000.00	20,640,000.00
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	50,000.00	50,000.00	100,000.00	100,000.00	150,000.00
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	60,000.00	60,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00
รวม	110,000.00	110,000.00	220,000.00	220,000.00	270,000.00
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	50,000.00	100,000.00	150,000.00	200,000.00	250,000.00
รวม	50,000.00	100,000.00	150,000.00	200,000.00	250,000.00
รวมทั้งสิ้น	7,105,000.00	7,155,000.00	14,065,000.00	18,060,000.00	21,160,000.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริษัทได้ตั้งอัตราค่าบริการให้คำปรึกษาเท่ากับร้อยละ 3 ของมูลค่าโครงการ โดยประมาณการว่าบริษัทด้านพลังงานจะติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากว่า 100 สถานีต่อปี หรือมูลค่าโครงการกว่า100,000,000 บาทต่อปี (Bangkokbiznews, 2021) ในขณะที่บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีแผนขยายสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า 100 สถานีต่อปีจนถึงปี 2573 (Bangkokbiznews, 2022) และบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้ามีแผนขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้า 95 สถานีภายในปี 2565 – 2566 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2022) ส่วนบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่จะทำการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ณ จุดจอดรถแท็กซี่ของตนเท่านั้น ดังนั้นบริษัทจึงประมาณการว่าจะมีรายได้จากบริการให้คำปรึกษา 3,000,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทด้านพลังงาน รายได้ 3,900,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รายได้ 3,750,000

บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า และรายได้ 45,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าผู้ให้บริการรถแท็กซี่ ดังนั้น บริษัทจะมีรายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 6,945,000 บาทต่อปี รายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 3 เท่ากับ 13,695,000 บาท รายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 4 เท่ากับ 17,640,000 บาท และรายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 5 เท่ากับ 20,640,000 บาท

ส่วนรายได้จากการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้จากการฝึกอบรมเป็นแบบเหมาจ่าย 50,000 ต่อครั้ง ในขณะที่บริษัทจะจัดการอบรมทั่วไป โดยคิดค่าอบรม 3,000 บาทต่อคน การฝึกอบรมจะจัดขึ้น 1-2 ครั้งต่อปี คอร์สละ 20 คน ดังนั้นบริษัทจะมีรายได้จากการฝึกอบรมในปีที่ 1 และ 2 ปีละ 110,000 บาท รายได้จากการฝึกอบรมในปีที่ 3-4 เท่ากับ 220,000 บาท รายได้จากการฝึกอบรมในปีที่ 5 เท่ากับ 270,000 บาท

ในขณะที่บริษัทคิดอัตราการบริการจากการศึกษาความเป็นได้ในการจัดตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าให้กับบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ รวมถึงการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเท่ากับ 50,000 บาทต่อครั้ง โดยประมาณการว่าจะได้รับรายได้จากบริการดังกล่าวในปีที่ 1 เท่ากับ 50,000 บาท ส่วนในปีที่ 2 เท่ากับ 100,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 150,000 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 200,000 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 250,000 บาท โดยการขยายตัวของลูกค้ากลุ่มนี้จะมาจากสหกรณ์แท็กซี่ที่มีความสนใจต้องการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น และบริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้ารายใหม่ที่ต้องการเข้ามาในตลาด

ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้โดยรวมสำหรับการดำเนินธุรกิจในปีที่ 1 เท่ากับ 7,105,000 บาท ปีที่ 2 เท่ากับ 7,155,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 14,065,000 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 18,060,000 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 21,160,000 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9.2.2 ประมาณการด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ

สำหรับการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจนั้น บริษัทได้พิจารณาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในการดำเนินกิจการ และคิดอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในปีถัดไปด้วย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 21 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตราค่าใช้จ่าย	หน่วย	อัตราการเติบโต (% ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน			
	- กรรมการผู้จัดการ	70,000.00	บาทต่อเดือน	
	- ผู้จัดการ (50,000 บาท X 2 คน)	100,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน)	20,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (25,000 บาท X 1 คน)	25,000.00	บาทต่อเดือน	
	รวม	215,000.00		5%
2	เงินสมทบประกันสังคม	3,750.00	บาทต่อเดือน	-
3	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	5,000.00	บาทต่อปี	-
4	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	3%
5	ค่าเช่าสำนักงาน	30,000.00	บาทต่อเดือน	3%
6	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	10,000.00	บาทต่อเดือน	3%
7	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาทต่อปี	-
8	ค่าจ้างที่ปรึกษา	18,000.00	บาทต่อวัน	-
9	ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	5,000.00	บาทต่อวัน	-
10	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	3%	ของรายได้	-
11	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	10%	ของรายได้	-
12	ค่ารถที่ปรึกษา	20,000.00	บาทต่อเดือน	-
13	ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	2,000.00	บาทต่อเดือน	-
14	ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	10,000.00	บาทต่อเดือน	-
15	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	245,000.00	บาทต่อปี	-
16	ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูลจาก Google	10%	ของรายได้ต่อ Project	-
17	ค่ารับรอง	20,000.00	บาทต่อเดือน	-
18	ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%	ของกำไรก่อนภาษี	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9.2.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ปกติ

จากการประมาณการเงินลงทุน รายได้ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติในหัวข้อที่ผ่านมา บริษัทจึงสรุปผลการดำเนินการของบริษัทในรูปแบบงบกำไรขาดทุนได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 22 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ปกติ

หน่วย: บาท

งบกำไรขาดทุน (Base Case)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้รวม	7,105,000.00	7,155,000.00	14,065,000.00	18,060,000.00	21,160,000.00
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน					
ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล	(694,500.00)	(694,500.00)	(1,369,500.00)	(1,764,000.00)	(2,064,000.00)
เงินเดือนพนักงาน	(2,580,000.00)	(2,709,000.00)	(3,144,450.00)	(3,301,672.50)	(3,766,756.13)
เงินสมทบประกันสังคม	(45,000.00)	(45,000.00)	(54,000.00)	(54,000.00)	(63,000.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(355,250.00)	(365,907.50)	(376,884.73)	(388,191.27)	(399,837.00)
ค่าเช่าสำนักงาน	(360,000.00)	(370,800.00)	(381,924.00)	(393,381.72)	(405,183.17)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(120,000.00)	(123,600.00)	(127,308.00)	(131,127.24)	(135,061.06)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(1,872,000.00)	(1,872,000.00)	(3,744,000.00)	(4,680,000.00)	(5,616,000.00)
ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	(520,000.00)	(520,000.00)	(1,040,000.00)	(1,300,000.00)	(1,560,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	(710,500.00)	(715,500.00)	(1,406,500.00)	(1,806,000.00)	(2,116,000.00)
ค่ารถที่ปรึกษา	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(480,000.00)
ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(213,150.00)	(214,650.00)	(421,950.00)	(541,800.00)	(634,800.00)
ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)
ค่ารับรอง	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(8,374,400.00)	(8,534,957.50)	(12,970,516.73)	(15,264,172.73)	(17,904,637.36)
กำไรจากการดำเนินงาน	(1,269,400.00)	(1,379,957.50)	1,094,483.28	2,795,827.27	3,255,362.64
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)	(31,187.64)	(16,881.99)
กำไรก่อนหักภาษี	(1,313,875.96)	(1,436,928.16)	1,049,954.42	2,764,639.63	3,238,480.65
ภาษีเงินได้นิติบุคคล (20% ของกำไรก่อนหักภาษี)	-	-	340,169.94	(552,927.93)	(647,696.13)
กำไรสุทธิ	(1,313,875.96)	(1,436,928.16)	1,390,124.36	2,211,711.70	2,590,784.52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการของบริษัทจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่ารถที่ปรึกษา ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าใช้จ่ายจิปาถะ และค่าเสื่อมราคา โดยค่าเสื่อมราคามาจากต้นทุนในการพัฒนาระบบ และอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ โดยปกติจะคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงกำหนดให้ค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายอยู่ที่ร้อยละ 20 ต่อปี นอกจากนี้บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีการรับพนักงานเพิ่มในปีที่ 3 และปีที่ 5 เพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนลูกค้าที่เพิ่มขึ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการจ้างที่ปรึกษาจะประกอบด้วย ค่าจ้างที่ปรึกษาเท่ากับ 18,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน ทำให้รายจ่ายค่าที่ปรึกษาในปีที่ 1 เท่ากับ 1,872,000 บาท ส่วนค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษาเท่ากับ 5,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน หรือเท่ากับ 520,000 บาทในปีที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะคิดที่ร้อยละ 10 ของรายได้รวม ในขณะที่บริษัทกำหนดจ่ายค่ารถให้ที่ปรึกษา 20,000 บาทต่อเดือน หรือ 240,000 บาทต่อปี และค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษาเท่ากับ 2,000 บาทต่อเดือน หรือ 24,000 บาทต่อปี

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่น ๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล ซึ่งจะคิดเป็นร้อยละ 10 ของมูลค่าโครงการ เพื่อซื้อข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางจาก Google Map Distance Matrix API ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดคิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะนำไปใช้เกี่ยวกับ การโฆษณาตามช่องทางต่าง ๆ การประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ของบริษัท การเข้าร่วมกิจกรรมและสัมมนาต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการผลิตสื่อออนไลน์ เป็นต้น ส่วนการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตกรรมต้นแบบนั้น บริษัทจะต้องจ่ายค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 3 ของรายได้

ด้านกำไรจากการดำเนินกิจการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับกำไรก่อนหักภาษีในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,313,875.96 บาท -1,436,928.16 บาท 1,049,954.42 บาท 2,764,639.63 บาท และ 3,238,480.65 บาท ตามลำดับ เมื่อหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,313,875.96 บาท -1,436,928.16 บาท 1,390,124.36 บาท 2,211,711.70 บาท และ 2,590,784.52 บาท ตามลำดับ

6.9.2.4 การประมาณการกระแสเงินสดภายใต้สถานการณ์ปกติ

ในการประมาณการกระแสเงินสด บริษัทจะใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุน และข้อสมมติในการลงทุน เพื่อคำนวณกระแสเงินสดประมาณการได้ดังนี้

ตารางที่ 23 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ปกติ

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Base Case)	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
						หน่วย: บาท
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ						
- กำไรสุทธิ		(1,313,875.96)	(1,436,928.16)	1,390,124.36	2,211,711.70	2,590,784.52
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00
รวม		(1,068,875.96)	(1,191,928.16)	1,635,124.36	2,456,711.70	2,835,784.52
กระแสเงินสดจากการลงทุน						
- เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(1,225,000.00)	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(1,225,000.00)	(1,068,875.96)	(1,191,928.16)	1,635,124.36	2,456,711.70	2,835,784.52

จากกำไรสุทธิในงบกำไรขาดทุนประมาณการ เมื่อนำมารวมกับค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย 245,000 บาทต่อปี หรือ ร้อยละ 20 ของเงินลงทุน บริษัทจะมีการลงทุนในช่วงเริ่มต้นธุรกิจ 1,225,000 บาท ดังนั้นจะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,068,875.96 บาท -1,191,928.16 บาท 1,635,124.36 บาท 2,456,711.70 บาท และ 2,835,784.52 บาท ตามลำดับ

6.9.3 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

6.9.3.1 ประมาณการด้านรายได้ในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด

เพื่อการจำลองการดำเนินธุรกิจภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ บริษัทจำลองรายได้ของธุรกิจจากผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 24 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

ลูกค้าของธุรกิจ	จำนวนลูกค้าประมาณการ (ราย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	1	1	2	2	3
บริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่	1	1	1	2	2
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า			1	2	2
บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	1	1	2	2	3
รวม	3	3	6	8	10
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	1	1	2	2	3
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	1	1	2	2	2
รวม	2	2	4	4	5
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	1	2	3	4	5
รวม	1	2	3	4	5

ด้านบริการให้คำปรึกษา บริษัทคาดการณ์ว่าในปีที่ 1 และ 2 จะมีลูกค้าจำนวน 3 รายที่ใช้บริการให้คำปรึกษา โดยเป็นบริษัททางด้านพลังงานเช่น บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน), บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า เช่น EA Anywhere และบริษัทที่ให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า เช่น EV Society ต่อมาเมื่อบริษัท ออร์ก้า เทค โซลูชั่น จำกัด เริ่มมีชื่อเสียง และฐานลูกค้ารายใหญ่ที่สามารถอ้างอิงได้แล้ว บริษัทคาดการณ์ว่าจะขยายฐานลูกค้าไปยังบริษัทด้านพลังงาน เช่น บริษัท บางจาก จำกัด (มหาชน) บริษัทจะสามารถเจาะเข้ากลุ่มบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า และสหกรณ์แท็กซี่ได้มากขึ้น จำนวนลูกค้าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็น 6 และ 8 รายในปีที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ทั้งนี้ ในปีที่ 5 บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้ลูกค้าจากกลุ่มบริษัทด้านพลังงาน และผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ โดยจำนวนลูกค้าผู้ใช้บริการให้คำปรึกษาจะมีจำนวนเท่ากับ 10 ราย

ด้านการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่า บริษัทด้านพลังงาน บริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้า บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า นิสิต นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไป จะให้ความสนใจการอบรมเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า เครื่องอัดประจุไฟฟ้า การบำรุงรักษา โดยลูกค้าที่เป็นบริษัทขนาดใหญ่จะเชิญวิทยากรของบริษัทไปจัดหลักสูตรอบรมที่บริษัทของลูกค้าเพราะมีสถานที่และเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับการฝึกอบรมอยู่แล้ว ในขณะที่บริษัทขนาดเล็ก นิสิต นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไป ที่มีความสนใจการอบรม จะสมัครอบรมแบบออนไลน์กับบริษัท จึงได้แบ่งคอร์สการอบรมเป็นแบบเหมาจ่ายรายบริษัท และแบบคอร์สทั่วไปสำหรับผู้ที่สนใจ โดยจะมีจำนวนผู้ใช้บริการเท่ากับกรณีปกติ

ด้านการศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า คาดการณ์ว่าบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ไฟฟ้ารายใหม่หรือบริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้ารายใหม่จะให้ความสนใจในการว่าจ้างบริษัทเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน Fleet ยานยนต์ไฟฟ้า และการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าก่อนการลงทุน เนื่องจากการเปลี่ยนยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง Fleet และการสร้างสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก ประกอบกับบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ยังไม่มีความรู้ความชำนาญในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วย จึงจำเป็นต้องพึ่งพาบริษัทในการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงแผนผังการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วย โดยจะมีจำนวนผู้ใช้บริการเท่ากับกรณีปกติ

จากการคาดการณ์จำนวนลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นบริษัทจึงสามารถประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) ได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

แหล่งที่มารายได้	รายได้ประมาณการ (บาท)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	3,000,000.00	3,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00	9,000,000.00
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่	45,000.00	45,000.00	45,000.00	90,000.00	90,000.00
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า	-	-	3,750,000.00	7,500,000.00	7,500,000.00
บริษัทให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	3,900,000.00	3,900,000.00	7,800,000.00	7,800,000.00	11,700,000.00
รวม	6,945,000.00	6,945,000.00	17,595,000.00	21,390,000.00	28,290,000.00

ตารางที่ 25 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) (ต่อ)

แหล่งที่มารายได้	รายได้ประมาณการ (บาท)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	100,000.00	100,000.00	200,000.00	200,000.00	300,000.00
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	60,000.00	60,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00
รวม	160,000.00	160,000.00	320,000.00	320,000.00	420,000.00
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	50,000.00	100,000.00	150,000.00	200,000.00	250,000.00
รวม	50,000.00	100,000.00	150,000.00	200,000.00	250,000.00
รวมทั้งสิ้น	7,155,000.00	7,205,000.00	18,065,000.00	21,910,000.00	28,960,000.00

บริษัทได้ตั้งอัตราค่าบริการให้คำปรึกษาเท่ากับร้อยละ 3 ของมูลค่าโครงการ โดยประมาณการว่าบริษัทด้านพลังงานจะติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากว่า 100 สถานีต่อปี หรือมูลค่าโครงการกว่า100,000,000 บาทต่อปี (Bangkokbiznews, 2021) ในขณะที่บริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีแผนขยายสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า 100 สถานีต่อปีจนถึงปี 2573 (Bangkokbiznews, 2022) และบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้ามีแผนขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้า 95 สถานีภายในปี 2565 – 2566 (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2022) ส่วนบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่จะทำการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ณ จุดจอดรถแท็กซี่ของตนเท่านั้น ดังนั้นบริษัทจึงประมาณการว่าจะมีรายได้จากบริการให้คำปรึกษา 3,000,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทด้านพลังงาน รายได้ 3,900,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทผู้ให้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า รายได้ 3,750,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า และรายได้ 45,000 บาทต่อปีต่อรายสำหรับลูกค้าผู้ให้บริการรถแท็กซี่ ดังนั้นบริษัทจะมีรายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 6,945,000 บาทต่อปี รายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 3 เท่ากับ 17,595,000 บาท รายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 4 เท่ากับ 21,390,000 บาท และรายได้จากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 5 เท่ากับ 28,290,000 บาท

ส่วนรายได้จากการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้จากการฝึกอบรมเป็นแบบเหมาจ่าย 50,000 ต่อครั้ง ในขณะที่บริษัทจะจัดการอบรมทั่วไป โดยคิดค่าอบรม 3,000 บาทต่อคน การฝึกอบรมจะจัดขึ้น 1-2 ครั้งต่อปี คอร์สละ 20 คน ดังนั้นบริษัทจะมีรายได้จากการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฝึกอบรมในปีที่ 1 และ 2 ปีละ 160,000 บาท รายได้จากการฝึกอบรมในปีที่ 3-4 เท่ากับ 320,000 บาท รายได้จากการฝึกอบรมในปีที่ 5 เท่ากับ 420,000 บาท เช่นเดียวกับกรณีปกติ

ในขณะที่บริษัทคิดอัตราการบริการจากการศึกษาความเป็นได้ในการจัดตั้งสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าให้กับบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ รวมถึงการออกแบบสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเท่ากับ 50,000 บาทต่อครั้ง โดยประมาณการว่าจะได้รับรายได้จากบริการดังกล่าวในปีที่ 1 เท่ากับ 50,000 บาท ส่วนในปีที่ 2 เท่ากับ 100,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 150,000 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 200,000 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 250,000 บาท โดยการขยายตัวของลูกค้ากลุ่มนี้จะมาจากสหกรณ์แท็กซี่ที่มีความสนใจต้องการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น และบริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้ารายใหม่ที่ต้องการเข้ามาในตลาด เช่นเดียวกับกรณีปกติ

ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้โดยรวมสำหรับการดำเนินธุรกิจในปีที่ 1 เท่ากับ 7,155,000 บาท ปีที่ 2 เท่ากับ 7,205,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 18,065,000 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 21,910,000 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 28,960,000 บาท ตามลำดับ

6.9.3.2 ประมาณการด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

สำหรับการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจนั้น บริษัทได้พิจารณาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในการดำเนินกิจการ และคิดอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในปีถัดไปด้วย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 26 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตราค่าใช้จ่าย	หน่วย	อัตราการเติบโต (%ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน			
	- กรรมการผู้จัดการ	70,000.00	บาทต่อเดือน	
	- ผู้จัดการ (50,000 บาท X 2 คน)	100,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน)	20,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (25,000 บาท X 1 คน)	25,000.00	บาทต่อเดือน	
	รวม	215,000.00		5%
2	เงินสมทบประกันสังคม	3,750.00	บาทต่อเดือน	-
3	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	5,000.00	บาทต่อปี	-
4	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	3%
5	ค่าเช่าสำนักงาน	30,000.00	บาทต่อเดือน	3%

ตารางที่ 26 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติ (ต่อ)

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตราค่าใช้จ่าย	หน่วย	อัตราการเติบโต (%ต่อปี)
6	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	10,000.00	บาทต่อเดือน	3%
7	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาทต่อปี	-
8	ค่าจ้างที่ปรึกษา	18,000.00	บาทต่อวัน	-
9	ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	5,000.00	บาทต่อวัน	-
10	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	3%	ของรายได้	-
11	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	10%	ของรายได้	-
12	ค่ารถที่ปรึกษา	20,000.00	บาทต่อเดือน	-
13	ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	2,000.00	บาทต่อเดือน	-
14	ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	10,000.00	บาทต่อเดือน	-
15	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	245,000.00	บาทต่อปี	-
16	ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูลจาก Google	10%	ของรายได้ต่อ Proje	-
17	ค่ารับรอง	20,000.00	บาทต่อเดือน	-
18	ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%	ของกำไรก่อนภาษี	-

6.9.3.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

จากการประมาณการเงินลงทุน รายได้ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ปกติในหัวข้อที่ผ่านมา บริษัทจึงสรุปผลการดำเนินการของบริษัทในรูปแบบงบกำไรขาดทุนได้ดังต่อไปนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 27 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

งบกำไรขาดทุน (Base Case)					หน่วย: บาท
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้รวม	7,155,000.00	7,205,000.00	18,065,000.00	21,910,000.00	28,960,000.00
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน					
ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล	(694,500.00)	(694,500.00)	(1,759,500.00)	(2,139,000.00)	(2,829,000.00)
เงินเดือนพนักงาน	(2,580,000.00)	(2,709,000.00)	(3,144,450.00)	(3,301,672.50)	(3,766,756.13)
เงินสมทบประกันสังคม	(45,000.00)	(45,000.00)	(54,000.00)	(54,000.00)	(63,000.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)

ตารางที่ 27 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case) (ต่อ)

งบกำไรขาดทุน (Base Case)					หน่วย: บาท
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(357,750.00)	(368,482.50)	(379,536.98)	(390,923.08)	(402,650.78)
ค่าเช่าสำนักงาน	(360,000.00)	(370,800.00)	(381,924.00)	(393,381.72)	(405,183.17)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(120,000.00)	(123,600.00)	(127,308.00)	(131,127.24)	(135,061.06)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(1,872,000.00)	(1,872,000.00)	(4,680,000.00)	(5,616,000.00)	(7,488,000.00)
ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	(520,000.00)	(520,000.00)	(1,300,000.00)	(1,560,000.00)	(2,080,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	(715,500.00)	(720,500.00)	(1,806,500.00)	(2,191,000.00)	(2,896,000.00)
ค่ารถที่ปรึกษา	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(480,000.00)
ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(214,650.00)	(216,150.00)	(541,950.00)	(657,300.00)	(868,800.00)
ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)
ค่ารับรอง	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(8,383,400.00)	(8,544,032.50)	(15,079,168.98)	(17,338,404.54)	(22,078,451.13)
กำไรจากการดำเนินงาน	(1,228,400.00)	(1,339,032.50)	2,985,831.03	4,571,595.46	6,881,548.87
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)	(31,187.64)	(16,881.99)
กำไรก่อนหักภาษี	(1,272,875.96)	(1,396,003.16)	2,941,302.17	4,540,407.81	6,864,666.88
ภาษีเงินได้นิติบุคคล (20% ของกำไรก่อนหักภาษี)	-	-	(54,484.61)	(908,081.56)	(1,372,933.38)
กำไรสุทธิ	(1,272,875.96)	(1,396,003.16)	2,886,817.56	3,632,326.25	5,491,733.51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการของบริษัทจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่ารถที่ปรึกษา ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าใช้จ่ายจิปาถะ และค่าเสื่อมราคา โดยค่าเสื่อมราคามาจากต้นทุนในการพัฒนาระบบ และอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ โดยปกติจะคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงกำหนดให้ค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายอยู่ที่

ร้อยละ 20 ต่อปี โดยบริษัทมีการจ้างพนักงานเพิ่มในปีที่ 3 และปีที่ 5 เพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนลูกค้าที่เพิ่มขึ้น

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการจ้างที่ปรึกษาจะประกอบด้วย ค่าจ้างที่ปรึกษาเท่ากับ 18,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน ทำให้รายจ่ายค่าที่ปรึกษาในปีที่ 1 เท่ากับ 1,872,000 บาท ส่วนค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษาเท่ากับ 5,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน หรือเท่ากับ 520,000 บาทในปีที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะคิดที่ร้อยละ 10 ของรายได้รวม ในขณะที่บริษัทกำหนดจ่ายค่ารถให้ที่ปรึกษา 20,000 บาทต่อเดือน หรือ 240,000 บาทต่อปี และค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษาเท่ากับ 2,000 บาทต่อเดือน หรือ 24,000 บาทต่อปี

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่น ๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล ซึ่งจะคิดเป็นร้อยละ 10 ของมูลค่าโครงการ เพื่อซื้อข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางจาก Google Map Distance Matrix API ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดคิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะนำไปใช้เกี่ยวกับการโฆษณาตามช่องทางต่าง ๆ การประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ของบริษัท การเข้าร่วมกิจกรรมและสัมมนาต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการผลิตสื่อออนไลน์ เป็นต้น ส่วนการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตกรรมต้นแบบนั้น บริษัทจะต้องจ่ายค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 3 ของรายได้

ด้านกำไรจากการดำเนินกิจการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับกำไรก่อนหักภาษีในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,272,875.96 บาท -1,396,003.16 บาท 2,941,302.17 บาท 4,540,407.81 บาท และ 6,864,666.88 บาท ตามลำดับ เมื่อหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,272,875.96 บาท -1,396,003.16 บาท 2,886,817.56 บาท 3,632,326.25 บาท และ 5,491,733.51 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.9.3.4 การประมาณการกระแสเงินสดภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

ในการประมาณการกระแสเงินสด บริษัทจะใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุน และข้อสมมติในการลงทุน เพื่อคำนวณกระแสเงินสดประมาณการได้ดังนี้

ตารางที่ 28 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best Case)

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Base Case)						**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 0	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ						
- กำไรสุทธิ		(1,272,875.96)	(1,396,003.16)	2,886,817.56	3,632,326.25	5,491,733.51
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00
รวม		(1,027,875.96)	-1,151,003.16	3,131,817.56	3,877,326.25	5,736,733.51
กระแสเงินสดจากการลงทุน						
- เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(1,225,000.00)	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(1,225,000.00)	(1,027,875.96)	(1,151,003.16)	3,131,817.56	3,877,326.25	5,736,733.51

จากกำไรสุทธิในงบกำไรขาดทุนประมาณการ เมื่อนำมารวมกับค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย 245,000 บาทต่อปี หรือ ร้อยละ 20 ของเงินลงทุน บริษัทจะการลงทุนในช่วงเริ่มต้นธุรกิจ 1,225,000 บาท จะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -1,027,875.96 บาท -1,151,003.16 บาท 3,131,817.56 บาท 3,877,326.25 บาท และ 5,736,733.51 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.9.4 การประมาณการด้านการเงินภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

6.9.4.1 ประมาณการด้านรายได้ในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด

เพื่อการจำลองการดำเนินธุรกิจภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ บริษัทจึงได้จำลองรายได้ของธุรกิจจากผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุดดังนี้

ตารางที่ 29 การคาดการณ์จำนวนลูกค้าของธุรกิจภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

ลูกค้าของธุรกิจ	จำนวนลูกค้าประมาณการ (ราย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	1	1	1	2	2
บริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่					
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า			1	1	1
บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า		1	1	1	1
รวม	1	2	3	4	4
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	1	1	1	1	1
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	1	1	1	1	1
รวม	2	2	2	2	2
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	1	1	1	1	1
รวม	1	1	1	1	1

ด้านบริการให้คำปรึกษาภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด บริษัทคาดการณ์จำนวนลูกค้าที่สนใจใช้บริการให้คำปรึกษาในปีที่ 1 – 5 เท่ากับ 1 ราย 2 ราย 3 ราย 4 ราย และ 4 ราย ตามลำดับ โดยในปีแรกบริษัทจะให้บริการคำปรึกษาบริษัทด้านพลังงานเพียงบริษัทเดียวเท่านั้น แล้วในปีที่ 2 จึงหาลูกค้าใหม่ที่เป็นบริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า ในปีที่ 3 จึงหาลูกค้าใหม่ที่เป็นบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า บริษัทคาดว่าจะหาลูกค้าบริษัทด้านพลังงานเพิ่มได้ในปีที่ 4 โดยในปีที่ 5 อาจจะมีการติดตั้งสถานีอัดประจุอย่างแพร่หลายแล้ว จนไม่สามารถหาลูกค้ารายใหม่ได้ ทำได้เพียงรักษาลูกค้ารายเก่า ทั้งนี้บริษัทคาดว่าอาจจะไม่สามารถหาลูกค้าที่เป็นบริษัทผู้ให้บริการรถแท็กซี่ได้เลย ในส่วนของการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่าการฝึกอบรมจะมีจำนวนลูกค้าที่เหมาจ่ายรายบริษัทในปีที่ 1 – 5 เท่ากับ 1 ราย และมีการเปิดคอร์สอบรมให้กับบุคคลภายนอกเพียงปีละ 1 ครั้ง เท่านั้น ในส่วนของจำนวนลูกค้าที่ประสงค์จะใช้บริการศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปีที่ 1 – 5 เท่ากับ 1 ราย เท่านั้น

จากการคาดการณ์จำนวนลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นบริษัทจึงสามารถประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)ได้ดังนี้

ตารางที่ 30 การประมาณการรายได้ภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

แหล่งที่มารายได้	รายได้ประมาณการ (บาท)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
บริการให้คำปรึกษา					
บริษัทด้านพลังงาน	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่	-	-	-	-	-
บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า	-	-	3,750,000.00	3,750,000.00	3,750,000.00
บริษัทให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	-	3,900,000.00	3,900,000.00	3,900,000.00	3,900,000.00
รวม	3,000,000.00	6,900,000.00	10,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
การฝึกอบรม					
คอร์สอบรมเหมาจ่ายรายบริษัท	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
คอร์สอบรมทั่วไป (จ่ายรายคน)	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
รวม	110,000.00	110,000.00	110,000.00	110,000.00	110,000.00
การศึกษาความเป็นไปได้					
บริษัทให้บริการรถแท็กซี่/บริษัทผู้ให้บริการอัดประจุไฟฟ้า	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
รวม	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00	50,000.00
รวมทั้งสิ้น	3,160,000.00	7,060,000.00	10,810,000.00	13,810,000.00	13,810,000.00

จากการคาดการณ์จำนวนลูกค้าภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด บริษัทจึงสามารถประมาณการว่าจะมีรายได้รวมจากบริการให้คำปรึกษาในปีที่ 1 เท่ากับ 3,000,000 บาท ปีที่ 2 เท่ากับ 6,900,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 10,650,00 บาท ปีที่ 4 เท่ากับ 13,650,000 บาท และปีที่ 5 เท่ากับ 13,650,000 บาท ในส่วนรายได้จากการฝึกอบรม บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้รวมจากการฝึกอบรมในปีที่ 1-5 เท่ากับ 110,000 บาท ในขณะที่บริษัทประมาณการว่าจะได้รับรายได้รวมจากบริการการศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปีที่ 1-5 เท่ากับ 50,000 บาท

ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับรายได้โดยรวมสำหรับการดำเนินธุรกิจในปีที่ 1 เท่ากับ 3,160,000 บาท ปีที่ 2 เท่ากับ 7,060,000 บาท ปีที่ 3 เท่ากับ 10,810,000 บาท ปีที่ 4 และปีที่ 5 เท่ากับ 13,810,000 บาท ตามลำดับ

6.9.4.2 ประมาณการด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

สำหรับการประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด บริษัทได้พิจารณาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในการดำเนินกิจการ และคิดอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในปีถัดไปด้วย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 31 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตราค่าใช้จ่าย	หน่วย	อัตราการเติบโต (% ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน			
	- กรรมการผู้จัดการ	70,000.00	บาทต่อเดือน	
	- ผู้จัดการ (50,000 บาท X 2 คน)	100,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน)	20,000.00	บาทต่อเดือน	
	- เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (25,000 บาท X 1 คน)	25,000.00	บาทต่อเดือน	
	รวม	215,000.00		5%
2	เงินสมทบประกันสังคม	3,750.00	บาทต่อเดือน	-
3	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	5,000.00	บาทต่อปี	-
4	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	3%
5	ค่าเช่าสำนักงาน	30,000.00	บาทต่อเดือน	3%
6	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	7,000.00	บาทต่อเดือน	3%
7	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาทต่อปี	-
8	ค่าจ้างที่ปรึกษา	18,000.00	บาทต่อวัน	-
9	ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	5,000.00	บาทต่อวัน	-
10	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	3%	ของรายได้	-
11	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	10%	ของรายได้	-
12	ค่ารถที่ปรึกษา	20,000.00	บาทต่อเดือน	-
13	ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	2,000.00	บาทต่อเดือน	-
14	ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	7,000.00	บาทต่อเดือน	-
15	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	245,000.00	บาทต่อปี	-
16	ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูลจาก Google	10%	ของรายได้ต่อ Projec	-
17	ค่ารับรอง	10,000.00	บาทต่อเดือน	-
18	ภาษีเงินได้นิติบุคคล	20%	ของกำไรก่อนภาษี	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9.4.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

จากการประมาณการเงินลงทุน รายได้ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุดในหัวข้อที่ผ่านมา บริษัทจึงสรุปผลการดำเนินการของบริษัทในรูปแบบงบกำไรขาดทุนได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 32 งบกำไรขาดทุนภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

งบกำไรขาดทุน (Worst Case)					หน่วย: บาท
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้รวม	3,160,000.00	7,060,000.00	10,810,000.00	13,810,000.00	13,810,000.00
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน					
ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล	(300,000.00)	(690,000.00)	(1,065,000.00)	(1,365,000.00)	(1,365,000.00)
เงินเดือนพนักงาน	(2,580,000.00)	(2,709,000.00)	(2,844,450.00)	(2,986,672.50)	(3,136,006.13)
เงินสมทบประกันสังคม	(45,000.00)	(45,000.00)	(45,000.00)	(45,000.00)	(45,000.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)	(5,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(158,000.00)	(162,740.00)	(167,622.20)	(172,650.87)	(177,830.39)
ค่าเช่าสำนักงาน	(360,000.00)	(370,800.00)	(381,924.00)	(393,381.72)	(405,183.17)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(84,000.00)	(86,520.00)	(89,115.60)	(91,789.07)	(94,542.74)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(936,000.00)	(1,872,000.00)	(2,808,000.00)	(3,744,000.00)	(3,744,000.00)
ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา	(260,000.00)	(520,000.00)	(780,000.00)	(1,040,000.00)	(1,040,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	(316,000.00)	(706,000.00)	(1,081,000.00)	(1,381,000.00)	(1,381,000.00)
ค่ารถที่ปรึกษา	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(240,000.00)	(480,000.00)
ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)	(24,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(94,800.00)	(211,800.00)	(324,300.00)	(414,300.00)	(414,300.00)
ค่าใช้จ่ายจิปาถะ	(84,000.00)	(84,000.00)	(84,000.00)	(84,000.00)	(84,000.00)
ค่ารับรอง	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)	(120,000.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)	(245,000.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(5,881,800.00)	(8,121,860.00)	(10,334,411.80)	(12,381,794.15)	(12,790,862.43)
กำไรจากการดำเนินงาน	(2,721,800.00)	(1,061,860.00)	475,588.20	1,428,205.85	1,019,137.57
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)	(31,187.64)	(16,881.99)
กำไรก่อนหักภาษี	(2,766,275.96)	(1,118,830.66)	431,059.34	1,397,018.20	1,002,255.58
ภาษีเงินได้นิติบุคคล (20% ของกำไรก่อนหักภาษี)	-	-	690,809.46	(279,403.64)	(200,451.12)
กำไรสุทธิ	(2,766,275.96)	(1,118,830.66)	1,121,868.80	1,117,614.56	801,804.47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจการของบริษัทจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษา ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ค่ารถที่ปรึกษา ค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าใช้จ่ายจิปาถะ และค่าเสื่อมราคา โดยค่าเสื่อมราคามาจากต้นทุนในการพัฒนาระบบ และอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ โดยปกติจะคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงกำหนดให้ค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายอยู่ที่ร้อยละ 20 ต่อปี เนื่องจากจำนวนลูกค้าน้อย บริษัทจึงไม่มีการเพิ่มพนักงานและสามารถลดค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าใช้จ่ายจิปาถะ และค่ารับรองต่อเดือนลงได้ ในขณะที่ค่าใช้จ่ายส่วนอื่น ๆ ยังคงเดิมเหมือนในกรณีปกติ

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการจ้างที่ปรึกษาจะประกอบด้วย ค่าจ้างที่ปรึกษาเท่ากับ 18,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน ทำให้รายจ่ายค่าที่ปรึกษาในปีที่ 1 เท่ากับ 1,872,000 บาท ส่วนค่าจ้างผู้ช่วยที่ปรึกษาเท่ากับ 5,000 บาทต่อ 1 วันทำงาน หรือเท่ากับ 520,000 บาทในปีที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะคิดที่ร้อยละ 10 ของรายได้รวม ในขณะที่บริษัทกำหนดจ่ายค่ารถให้ที่ปรึกษา 20,000 บาทต่อเดือน หรือ 240,000 บาทต่อปี และค่าโทรศัพท์ที่ปรึกษาเท่ากับ 2,000 บาทต่อเดือน หรือ 24,000 บาทต่อปี เหมือนในกรณีปกติ

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่น ๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้อมูล ซึ่งจะคิดเป็นร้อยละ 10 ของมูลค่าโครงการ เพื่อซื้อข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางจาก Google Map Distance Matrix API ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดคิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะนำไปใช้เกี่ยวกับการโฆษณาตามช่องทางต่าง ๆ การประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ของบริษัท การเข้าร่วมกิจกรรมและสัมมนาต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการผลิตสื่อออนไลน์ เป็นต้น ส่วนการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตกรรมต้นแบบนั้น บริษัทจะต้องจ่ายค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 3 ของรายได้

ด้านกำไรจากการดำเนินกิจการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะได้รับกำไรก่อนหักภาษีในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -2,766,275.96 บาท -1,118,830.66 บาท 431,059.34 บาท 1,397,018.20 บาท และ 1,002,255.58 บาท ตามลำดับ เมื่อหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -2,766,275.96 บาท -1,118,830.66 บาท 1,121,868.80 บาท 1,117,614.56 บาท และ 801,804.47 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9.4.4 การประมาณการกระแสเงินสดภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

ในการประมาณการกระแสเงินสด บริษัทจะใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุน และข้อสมมติในการลงทุน เพื่อคำนวณกระแสเงินสดประมาณการได้ดังนี้

ตารางที่ 33 กระแสเงินสดประมาณการภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case)

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Worst Case)						หน่วย: บาท
	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ						
- กำไรสุทธิ		-2,766,275.96	-1,118,830.66	1,121,868.80	1,117,614.56	801,804.47
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00	245,000.00
รวม		-2,521,275.96	-873,830.66	1,366,868.80	1,362,614.56	1,046,804.47
กระแสเงินสดจากการลงทุน						
- เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(1,225,000.00)	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(1,225,000.00)	-2,521,275.96	-873,830.66	1,366,868.80	1,362,614.56	1,046,804.47

จากกำไรสุทธิในงบกำไรขาดทุนประมาณการ เมื่อนำมารวมกับค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย 245,000 บาทต่อปี หรือร้อยละ 20 ของเงินลงทุน บริษัทจะมีการลงทุนในช่วงเริ่มต้นธุรกิจ 1,225,000 บาท ดังนั้นจะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการในปีที่ 1 ถึง 5 เท่ากับ -2,521,275.96 บาท -873,830.66 บาท 1,366,868.80 บาท 1,362,614.56 บาท และ 1,046,804.47 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.9.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

จากการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนเพื่อการพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยประมาณการในระยะเวลา 5 ปี ทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการภายสถานการณ์ที่มีความอ่อนไหว (Sensibility analysis) ซึ่งมาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน สามารถแบ่งออกเป็น กรณีที่สถานการณ์ดีกว่าที่คาดการณ์ไว้ (Best case scenario) กรณีที่สถานการณ์ปกติตามที่คาดการณ์ไว้ (Base case scenario) และกรณีที่สถานการณ์แย่กว่าที่คาดการณ์ไว้ (Worst case scenario) ซึ่งการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณีจะส่งผลกระทบต่อรายได้ในแต่ละสถานการณ์ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของแต่ละสถานการณ์

แต่จะไม่กระทบต่อเงินลงทุนเริ่มต้น การหามูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (Net Present Value, NPV) โดยกำหนดอัตราผลการตอบแทนที่คาดหวัง ร้อยละ 7 (r = 7%) การหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 34 ผลตอบแทนการลงทุน

สถานการณ์	NPV	IRR	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
สถานการณ์ที่ดีที่สุด (Best case)	5,994,148.49	50.5%	3.05
สถานการณ์ปกติ (Base case)	1,837,207.10	24.0%	3.50
สถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst case)	-1,348,512.97	-6.5%	4.19

จะเห็นได้ว่า จากประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนภายใต้สถานการณ์ที่ดีกว่าที่คาดการณ์ไว้ (Best case scenario) ซึ่งมีแนวโน้มว่าลูกค้าเป้าหมายจะให้การตอบรับต่อผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทอย่างดีมาก ส่งผลให้การคาดการณ์ผลตอบแทนการลงทุนเป็นที่น่าพึงพอใจเป็นอย่างมาก และได้รับผลการตอบแทนมากกว่าความเสี่ยงในการลงทุน โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ 5,994,148.49 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 50.5 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 3.05 ปี

ประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนภายใต้สถานการณ์ปกติตามที่คาดการณ์ไว้ (Base case scenario) ส่งผลให้ได้ผลการคาดการณ์ผลตอบแทนการลงทุนเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,837,207.10 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 24.0 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 3.50 ปี

ประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนภายใต้สถานการณ์ที่เลวร้ายกว่าที่คาดการณ์ไว้ (Worst case scenario) ส่งผลให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ -1,348,512.97 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ -6.5 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 4.19 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

6.9.6.1 ประมาณการด้านการลงทุน

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. ค่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยราคาของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC หรือ DC, กำลังในการจ่ายไฟฟ้า และแบรนด์ของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยเครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 1 เครื่อง ขนาด 22 กิโลวัตต์ มูลค่าประมาณ 70,000 – 200,000 บาทต่อเครื่อง ส่วนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC 1 เครื่อง ขนาด 120 กิโลวัตต์ มูลค่าประมาณ 1,200,000 – 1,500,000 บาทต่อเครื่อง

2. ค่าติดตั้งและระบบไฟฟ้าทั้งหมด ประกอบด้วย หม้อแปลงไฟฟ้า, อุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ, มิเตอร์ไฟฟ้า โดยอ้างอิงค่าธรรมเนียมของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) นอกจากนี้ สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องมีการติดตั้งตู้ Main Distribution Board (MDB), งานเดินสายไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า, การติดตั้งหลังคาเพื่อป้องกันฝนและความร้อนจากแสงแดด

3. ค่าปรับปรุงพื้นที่ การปรับพื้นที่ช่องจอดรถ โดยจะขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่จอดรถ ประกอบด้วย งานสกัดพื้นคอนกรีต, การติดตั้ง Stopper, การจัดทำสัญลักษณ์สถานีอัดประจุไฟฟ้าและสัญลักษณ์บริเวณที่ติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าทุกเครื่อง รวมถึงสัญลักษณ์แสดงช่องจอดรถยนต์ไฟฟ้าและมีป้ายสัญลักษณ์แสดงสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางวันและกลางคืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 35 รายละเอียดการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าและประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุน

รายละเอียดการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า			ค่าใช้จ่ายในการลงทุน
เครื่องอัดประจุไฟฟ้า	**การติดตั้งและระบบไฟฟ้าทั้งหมด**	**การปรับปรุงพื้นที่**	
• เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC 120 kW 3 หัวจ่ายไฟฟ้า 1 เครื่อง	• หม้อแปลงไฟฟ้า / อุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ / มิเตอร์ไฟฟ้า • งานเดินสายไฟฟ้า โดยเดินระบบไฟฟ้าแบบ Low priority • เดินสายไฟลงใต้ดิน/ เดินสายไฟแบบลอย • ตู้ MDB ขนาดประมาณ 250 A	• 3 ช่องจอด EV • ติดตั้ง Stopper • งานสกัดพื้นคอนกรีต • ป้าย สัญลักษณ์	2,000,000 - 2,600,000 บาท
• เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 22 kW 2 หัวจ่ายไฟฟ้า 1 เครื่อง • เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 7 kW 1 เครื่อง	• มิเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ • งานเดินสายไฟฟ้า โดยเดินระบบไฟฟ้าแบบ Low priority • เดินสายไฟลงใต้ดิน/ เดินสายไฟแบบลอย • ตู้ MDB ขนาดประมาณ 150A	• 3 ช่องจอด EV • ติดตั้ง Stopper • งานสกัดพื้นคอนกรีต • ป้าย สัญลักษณ์	800,000 - 900,000 บาท
• เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 22 kW 2 หัวจ่ายไฟฟ้า 1 เครื่อง	• มิเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ • งานเดินสายไฟฟ้า โดยเดินระบบไฟฟ้าแบบ Low priority • เดินสายไฟลงใต้ดิน/ เดินสายไฟแบบลอย • ตู้ MDB ขนาดประมาณ 150A	• 2 ช่องจอด EV • ติดตั้ง Stopper • งานสกัดพื้นคอนกรีต • ป้าย สัญลักษณ์	500,000 บาท
• เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 7 kW 1 เครื่อง	• มิเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ • งานเดินสายไฟฟ้า โดยเดินระบบไฟฟ้าแบบ Low priority • เดินสายไฟลงใต้ดิน / เดินสายไฟแบบลอย • ตู้ MDB ขนาดประมาณ 150 A	• 1 ช่องจอด EV • ติดตั้ง Stopper • งานสกัดพื้นคอนกรีต • ป้าย สัญลักษณ์	400,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ อายุการใช้งานของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะอยู่ที่ 5-10 ปี และอุปกรณ์ต่างๆ จะอยู่ที่ 10 ปี การลงทุน Software ตัดค่าเสื่อมราคา 5 ปี

6.9.6.2 ประมาณการด้านรายได้

รายได้จากการให้บริการของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. รายได้ทางตรงจากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า คือผลคูณของ 3 ตัวแปร ได้แก่

1.1 จำนวนการอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Peak/ Off peak โดยการอัดประจุแบบ AC ใช้เวลาประมาณ 6-10 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความจุแบตเตอรี่และอัตราการจ่ายกระแสไฟของเครื่องนั้น ๆ สามารถให้บริการได้ประมาณ 2-3 ครั้งต่อวันต่อ 1 หัวจ่ายไฟฟ้า ขณะที่การอัดประจุแบบ DC ซึ่งใช้เวลาในการอัดประจุแบตเตอรี่จาก 0-80% ในเวลาไม่เกิน 60 นาที แต่ปริมาณและเวลาอาจแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่ภายในรถ สามารถให้บริการได้ประมาณ 1-2 ครั้งต่อชั่วโมง ต่อ 1 หัวจ่ายไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงกำหนดช่วงเวลา Peak/ Off peak ดังนี้ Peak ได้แก่ ช่วงเวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ ส่วน Off peak ได้แก่ ช่วงเวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และ 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์, วันแรงงานแห่งชาติ, วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย) ข้อมูลการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ามีการอัดประจุในช่วง Peak 55% และ Off peak 45%

1.2 จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่อัดประจุต่อครั้ง โดยข้อมูลการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ามีการอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 120 kW ด้วยหัวจ่ายไฟฟ้าประเภท DC ระยะเวลาเฉลี่ย 30 นาทีต่อครั้ง ปริมาณไฟฟ้าที่อัดประจุ 30 หน่วยต่อครั้ง และมีจำนวนรถที่มาใช้บริการ 7 คันต่อวัน ขณะที่มีการใช้บริการด้วยหัวจ่ายไฟฟ้าประเภท AC ปริมาณไฟฟ้าที่อัดประจุเฉลี่ยที่ 6 หน่วยต่อครั้ง และมีจำนวนรถที่มาใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 120 kW 7 คันต่อวัน และจำนวนรถที่มาใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 22 kW / 7 kW 14 คันต่อวัน

นอกจากนี้ จากข้อมูลการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ามีแท็กซี่ไฟฟ้าใช้บริการอัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้า 120 kW ด้วยหัวจ่ายไฟฟ้าประเภท DC ระยะเวลาเฉลี่ย 30 นาทีต่อครั้ง ปริมาณไฟฟ้าที่อัดประจุ 30 หน่วยต่อครั้ง และมีจำนวนรถที่มาใช้บริการ 14 คันต่อวัน ส่วนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า EVLOMO DC 150 kW มีการให้บริการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ระยะเวลาเฉลี่ย 30 นาทีต่อครั้ง ปริมาณไฟฟ้าที่อัดประจุ 30 หน่วยต่อครั้ง และมีจำนวนรถที่มาใช้บริการ 7 คันต่อวัน ส่วนการให้บริการ BEV Fleet ปริมาณไฟฟ้าที่อัดประจุ 50 หน่วยต่อครั้ง และมีจำนวนรถที่มาใช้บริการ 5 คันต่อวัน

ตารางที่ 36 การใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ประเภทเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	การให้บริการ	ปริมาณไฟฟ้า (หน่วย/ครั้ง)	ระยะเวลา (นาที/ครั้ง)	จำนวนรถ (คัน/วัน)
เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC 120 kW	หัวจ่ายไฟฟ้า DC	30	30	7
เครื่องอัดประจุไฟฟ้า AC 22 kW / 7 kW	หัวจ่ายไฟฟ้า AC	6	30	14
เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC 120 kW	ให้บริการ BEV Taxi	30	30	14
เครื่องอัดประจุไฟฟ้า EVLOMO DC 150 kW	ให้บริการ BEV Personal car	30	30	7
	ให้บริการ BEV Fleet	50	30	5

1.3 ค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าเรียกเก็บโดยตั้งราคาค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Peak ที่ 7.5 บาท/ยูนิต และช่วง Off peak ที่ 4.5 บาท/ยูนิต

2. รายได้ทางอ้อมจากการโฆษณาและรายได้ในรูปแบบอื่นๆ เช่น รายได้จากการขายของธุรกิจค้าปลีกในพื้นที่สถานีอัดประจุไฟฟ้า

6.9.6.3 ประมาณการด้านค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมาจาก 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ค่าพลังงานไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเรียกเก็บ การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ภายใต้เงื่อนไขการบริหารจัดการแบบ Low priority หรือการใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีความสำคัญเป็นลำดับรองเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าเพื่อวัตถุประสงค์อื่น และสามารถควบคุม ปรับลด หรือตัดการใช้ไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ เมื่อมีข้อจำกัดด้านความจุไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้า เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นและรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้า โดยให้ใช้เป็นระยะเวลา 2 ปี หรือจนกว่าจะมีประกาศโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าใหม่ โดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ได้พิจารณาอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้เงื่อนไขการบริหารจัดการแบบ Low priority ซึ่งมีแรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ โดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy charge) 2.6369 (บาท/หน่วย) ทั้งช่วง Peak และ Off peak และ

ค่าบริการรายเดือนในอัตรา 312.24 (บาท/ราย/เดือน) การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบ Low priority ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าบริการรายเดือน และค่า Ft

กรณีที่ผิดเงื่อนไขการบริหารจัดการแบบ Low priority ให้คิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use, TOU)

ตารางที่ 37 การคิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use, TOU)

	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	**Off Peak**	
แรงดัน 22 - 33 กิโลโวลท์	5.1135	2.6037	312.24
แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลท์	5.7982	2.6369	46.16

โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy charge) คิดตามปริมาณการใช้ไฟฟ้า (ตามหน่วย หรือ kWh) ที่ใช้ในแต่ละเดือน ตามประเภทของอัตรา
2. ค่าไฟฟ้าที่ใชค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand charge) คิดจากความต้องการพลังไฟฟ้า (kW) เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดของช่วงเวลาในแต่ละเดือน ตามประเภทของอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF.) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า กิจการขนาดกลาง, ใหญ่ และเฉพาะอย่าง โดยผู้ใช้ไฟฟ้ามีค่า PF ล้าหลัง หากในรอบเดือนมีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอ็กทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVAR เกิน 61.97 เปอร์เซ็นต์ ของพลังไฟฟ้าแอ็กทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kW เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่า PF ในอัตรา กิโลวาร์ละ 14.02 บาท
4. ค่าบริการรายเดือน
5. ค่า Ft (Fuel adjustment charge) เป็นการปรับค่าไฟฟ้าตามราคาเชื้อเพลิง การจัดส่ง ต้นทุนการผลิต

ทั้งนี้ ค่า Demand charge จะขึ้นอยู่กับกำลังไฟสูงสุดเฉลี่ย 15 นาที ของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ค่า Demand charge จะถูกคิดจากค่าความต้องการพลังงานของสถานีนั้น ๆ โดยสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบ DC หรือ Fast charge ถูกจัดให้อยู่ในกิจการขนาดกลาง ซึ่งถูกติดตั้งระบบไฟฟ้า 3 เฟส ดังนั้นจะอยู่ในประเภทแรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัตราค่าบริการรายเดือนสูงถึง 210 บาทต่อกิโลโวลต์ กล่าวโดยสรุปคือ หากใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak จะทำให้ค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีอัตราสูงมากจากค่า Demand charge

ตัวอย่าง การคำนวณต้นทุนค่าไฟฟ้าตามอัตรา TOU ประกอบด้วย

A. ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย* 3.40 บาท/หน่วย

B. ค่า Ft 0.25 บาท/หน่วย

C. ค่าบริการ 3,747 บาท/ปี

D. Demand charge 2,520 บาท/หน่วย/ปี

*ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ช่วงเวลา Peak (4.33 บาท/หน่วย) 55% และ Off peak (2.64 บาท/หน่วย) 45%

2. ค่าระบบสื่อสารสำหรับการจองและจ่ายค่าอัดประจุไฟฟ้าผ่าน Application เช่น ค่าใช้จ่าย Allocate การใช้ Application ของ OR คิดเป็นเงิน 42,333 บาท ต่อปี ขณะที่ค่าใช้จ่าย Allocate การใช้ Application ของ BackEN ในเครือการไฟฟ้า เป็นเงิน 899 บาทต่อเดือน และมีค่าธรรมเนียมบริการ 5% ของจำนวนการอัดประจุไฟฟ้า

ตัวอย่าง การคำนวณค่าใช้จ่าย Software and Call Center ประกอบด้วย

A. ค่า Server 240 บาท/เครื่อง

B. ค่า License 5,500 บาท/เครื่อง

C. ค่าบริหาร Software และ Call center 2,395 บาท/เครื่อง

D. ค่างานระบบ IOT และ CCTV 4,168 บาท/เครื่อง

3. ค่าดำเนินงานและซ่อมบำรุง เช่น ค่าซ่อมบำรุง (MA infrastructure) 2,000 บาท/เครื่อง, ค่าประชาสัมพันธ์และ Promotion 7,429 บาท/เครื่อง, ค่าส่งเสริมการขาย 2565 13,373 บาท/เครื่อง ทั้งนี้ ในกรณีที่เป็นการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านอกสถานีบริการเชื้อเพลิง อาจจะมีค่าเช่าพื้นที่หรือมีการแบ่งสัดส่วน Sharing profit ให้ลูกค้าหรือเจ้าของพื้นที่

นอกจากนี้ ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าประกัน, ภาษีป้าย, ภาษี โดยมีค่าประกันมิเตอร์ประมาณ 22,288 บาท/เครื่อง, ค่าภาษีป้าย 2,600 บาท/เครื่อง ทั้งนี้ กรณีที่มีหัวจ่ายประจุไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 40 หัวจ่าย โดยเป็นประเภท Quick charge ไม่น้อยกว่า 25% ให้ได้รับสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 5 ปี ส่วนกรณีอื่น ๆ ได้รับสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินนิติบุคคล 3 ปี

6.9.6.4 ประมาณการผลตอบแทนการลงทุน

Feasibility Study: การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิง

สำหรับผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมันในปัจจุบันที่สนใจจะลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าบนเส้นทางที่แท็กซี่ไฟฟ้าเดินทางผ่านเป็นประจำ โดยติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบชาร์จเร็ว หรือ DC charging EVLOMO 150 kW 2 หัวจ่าย จำนวน 5 เครื่อง รวมถึงพื้นที่จอดรถ 10 ช่อง ประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมเป็นเงินลงทุน 10,000,000 บาท

ตารางที่ 38 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ลำดับที่	รายละเอียดเงินลงทุน	ราคา (บาทต่อหน่วย)	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)
1	เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC EVLOMO 150 kW 2 หัวจ่าย	1,500,000.00	5	7,500,000.00
2	การติดตั้งและระบบไฟฟ้าทั้งหมด และ การปรับปรุงพื้นที่ช่องจอดรถ 10 ช่องจอด	2,500,000.00	1	2,500,000.00
	รวม			10,000,000.00

ประมาณการการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า สมมติฐานให้แท็กซี่เปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้นใน 5 ปีข้างหน้าตามประมาณการที่นำเสนอในงานวิจัย และมีความต้องการเติมประจุไฟฟ้าก่อนการเปลี่ยนกะทั้งช่วง Peak และ Off peak ในปีที่ 1 ประมาณการว่าจะมีแท็กซี่ไฟฟ้าใช้บริการเท่ากับ 14 คัน ใน 5 ปีข้างหน้าจะมีแท็กซี่ไฟฟ้าจำนวนมากขึ้นและใช้บริการเต็มทุกหัวจ่ายในทั้ง 4 ชั่วโมงของการเปลี่ยนกะในช่วง Peak คิดเป็น 40 คัน ส่วนช่วง Off peak จะมีประมาณแท็กซี่ไฟฟ้าลดลงเหลือเพียงครึ่งเดียวของช่วง Peak คิดเป็น 20 คัน ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้น จากงานวิจัยพบว่า ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลนิยมอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านที่อยู่อาศัยร้อยละ 80 ที่สำนักงานร้อยละ 15 และสถานีอัดประจุไฟฟ้าร้อยละ 5 กำหนดให้มียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลเข้าใช้บริการในปีแรกเท่ากับ 12 คัน ส่วนในปีที่ 2 ถึง 5 มียานยนต์ไฟฟ้าเข้าใช้บริการในแต่ละปีคิดเห็นร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 4 ของจำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการ 1,500 คันต่อวันต่อสถานีบริการ คิดเป็น 15, 30, 45 และ 60 คันตามลำดับ แท็กซี่ไฟฟ้าจะสามารถอัดประจุครั้งละ 50 หน่วยต่อคัน ในเวลา 30 นาที ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลมีการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าคันละ 30 หน่วยต่อครั้ง ในเวลา 30 นาที แสดงดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ประมาณการการใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

กลุ่มลูกค้า	จำนวนการอัดประจุ (หน่วย/ครั้ง)	ประมาณการจำนวนรถ (คัน/วัน)									
		ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3		ปีที่ 4		ปีที่ 5	
		Peak	Off peak	Peak	Off peak	Peak	Off peak	Peak	Off peak	Peak	Off peak
EV Taxi	50	8	6	10	6	20	10	30	15	40	20
Personal car	30	12		15		30		45		60	

ประมาณการรายได้จากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าโดยคิดราคาค่าบริการในช่วง Peak เป็น 7.50 บาทต่อหน่วย และ Off peak เป็น 4.50 บาทต่อหน่วย แสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ประมาณการรายได้จากการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า

กลุ่มลูกค้า	จำนวนการอัดประจุ (หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/หน่วย)		ประมาณการรายได้ (บาท)				
		Peak	Off peak	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
EV Taxi	50	7.5	4.5	1,587,750.00	1,861,500.00	3,558,750.00	5,338,125.00	7,117,500.00
Personal car	30	7.5	4.5	985,500.00	1,231,875.00	2,463,750.00	3,695,625.00	4,927,500.00
รวม				2,573,250.00	3,093,375.00	6,022,500.00	9,033,750.00	12,045,000.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คาดการณ์ว่าบริษัทจะมีรายได้ในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ 2,573,250.00 บาท 3,093,375.00 บาท 6,022,500.00 บาท 9,033,750.00 บาท และ 12,045,000.00 บาท ตามลำดับ

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยมีต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร (รายเดือน) มาจาก 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) ค่าพลังงานไฟฟ้า 2) ค่าระบบสื่อสารสำหรับการจองและจ่ายค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน 42,333 บาทต่อปี และ 3) ค่าซ่อมบำรุง 2,000 บาทต่อเครื่อง รวมเป็นเงิน 10,000 บาทต่อปี ประมาณการค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) และ แบบ Low priority แสดงดังตาราง

ตารางที่ 41 ประมาณการค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ TOU

	ค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ประมาณการค่าไฟ (บาท)				
	Peak	Off peak	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
EV Taxi	4.3297	2.6369	920,876.75	1,078,910.80	2,061,574.75	3,092,362.13	4,123,149.50
Personal car	4.3297	2.6369	568,922.58	711,153.23	1,422,306.45	2,133,459.68	2,844,612.90
ค่า Demand charge	210		252,000.00	315,000.00	315,000.00	630,000.00	630,000.00
ค่า Ft	0.25		33,025.00	41,262.50	82,500.00	123,750.00	165,000.00
ค่าบริการการไฟฟ้า			3,747.00	3,747.00	3,747.00	3,747.00	3,747.00
Vat			124,499.99	150,505.15	271,958.97	418,832.32	543,655.66
รวม			1,903,071.32	2,300,578.67	4,157,087.17	6,402,151.12	8,310,165.06

ค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) ในช่วง Peak คิดเป็น 4.3297 บาทต่อหน่วย ในช่วง Off peak คิดเป็น 2.6369 บาทต่อหน่วย และมีค่า Ft 0.25 บาทต่อหน่วย การใช้อัตราค่า ไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) ค่า Demand charge เป็นจำนวนหน่วยที่มากที่สุดใน 15 นาทีของเดือน คิดในอัตราหน่วยละ 210 บาท ค่าบริการของการไฟฟ้าคิดเป็น 312.24 บาทต่อเดือน โดยการคิดค่าไฟฟ้ามีจะVat ร้อยละ 7 ประมาณการค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ 1,903,071.32 บาท 2,300,578.67 บาท 4,157,087.17 บาท 6,402,151.12 บาท และ 8,310,165.06 บาทตามลำดับ โดยจะเห็นว่าต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) จะคิดเป็นร้อยละ 70-80 ของรายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 42 ประมาณการค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Low priority

	ค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ประมาณการค่าไฟ (บาท)				
	Peak	Off peak	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
EV Taxi	2.6369	2.6369	73,727.95	769,974.80	1,443,702.75	2,165,554.13	2,887,405.50
Personal car	2.6369	2.6369	46,488.66	33,110.83	866,221.65	1,299,332.48	1,732,443.30
ค่า Demand charge			-	-	-	-	-
ค่า Ft	0.25		3,025.00	1,262.50	82,500.00	123,750.00	165,000.00
ค่าบริการการไฟฟ้า			3,747.00	3,747.00	3,747.00	3,747.00	3,747.00
Vat			73,989.20	87,366.66	167,732.00	251,466.85	335,201.71
รวม			1,130,977.81	1,335,461.78	2,563,903.40	3,843,850.45	5,123,797.51

ค่าใช้จ่ายผันแปรจากต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Low priority ในช่วง Peak และ Off peak คิดเป็น 2.6369 บาทต่อหน่วย และมีค่า Ft 0.25 บาทต่อหน่วย การใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority จะไม่มีค่า Demand charge ค่าบริการของการไฟฟ้าคิดเป็น 312.24 บาทต่อเดือน โดยการคิดค่าไฟฟ้าจะมี Vat ร้อยละ 7 ประมาณการค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ 1,130,977.81 บาท 1,335,461.78 บาท 2,563,903.40 บาท 3,843,850.45 บาท และ 5,123,797.51 บาทตามลำดับ โดยจะเห็นว่าต้นทุนค่าไฟฟ้าแบบ Low priority จะคิดเป็นร้อยละ 45-50 ของรายได้

ประมาณการงบกำไรขาดทุนจากการดำเนินกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในกรณีใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) และกรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority แสดงดังตาราง

ตารางที่ 43 ประมาณงบกำไรขาดทุน กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU)

งบกำไรขาดทุน (บาท)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้รวม	2,573,250.00	3,093,375.00	6,022,500.00	9,033,750.00	12,045,000.00
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ					
ค่าไฟฟ้า	(1,903,071.32)	(2,300,578.67)	(4,157,087.17)	(6,402,151.12)	(8,310,165.06)
ค่า Application	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)
ค่าซ่อมบำรุง	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)
ค่าเสื่อมราคา	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(3,955,404.32)	(4,352,911.67)	(6,209,420.17)	(8,454,484.12)	(10,362,498.06)
กำไรจากการดำเนินงาน	1,382,154.32)	(1,259,536.67)	(186,920.17)	579,265.88	1,682,501.94
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(644,383.75)	(517,470.11)	(381,381.87)	(261,804.31)	(78,980.73)
กำไรก่อนหักภาษี	(2,026,538.07)	(1,777,006.78)	(568,302.05)	317,461.57	1,603,521.21
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	-	-	-	(63,492.31)	(320,704.24)
กำไรสุทธิ	(2,026,538.07)	(1,777,006.78)	(568,302.05)	253,969.26	1,282,816.97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 44 ประมาณงบกำไรขาดทุน กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority

งบกำไรขาดทุน (บาท)	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
รายได้รวม	2,573,250.00	3,093,375.00	6,022,500.00	9,033,750.00	12,045,000.00
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ					
ค่าไฟฟ้า	(1,130,977.81)	(1,335,461.78)	(2,563,903.40)	(3,843,850.45)	(5,123,797.51)
ค่า Application	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)	(42,333.00)
ค่าซ่อมบำรุง	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)	(10,000.00)
ค่าเสื่อมราคา	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)	(2,000,000.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(3,183,310.81)	(3,387,794.78)	(4,616,236.40)	(5,896,183.45)	(7,176,130.51)
กำไรจากการดำเนินงาน	(610,060.81)	(294,419.78)	1,406,263.60	3,137,566.55	4,868,869.49
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(644,383.75)	(517,470.11)	(381,381.87)	(261,804.31)	(78,980.73)
กำไรก่อนหักภาษี	(1,254,444.56)	(811,889.89)	1,024,881.73	2,875,762.23	4,789,888.76
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	-	-	(204,976.35)	(575,152.45)	(957,977.75)
กำไรสุทธิ	(1,254,444.56)	(811,889.89)	819,905.38	2,300,609.79	3,831,911.01

จากการประมาณการงบกำไรขาดทุน จะเห็นว่าในกรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) จะมีผลการดำเนินงานในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ -2,026,538.07 บาท -1,777,006.78 บาท -568,302.05 บาท 253,969.26 บาท และ 1,282,816.97 บาทตามลำดับ ขณะที่กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority จะมีผลการดำเนินงานในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ -1,254,444.56 บาท -811,889.89 บาท 819,905.38 บาท 2,300,609.79 บาทและ 3,831,911.01 บาท ตามลำดับ โดยจะเห็นว่ากรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority จะให้ผลการดำเนินงานเป็นบวกในปีที่ 3 ขณะที่กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) จะให้ผลการดำเนินงานเป็นบวกในปีที่ 4

ประมาณการกระแสเงินสดจากการดำเนินกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในกรณีใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) และกรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority แสดงดังตารางที่ 45 และ ตารางที่ 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 45 ประมาณงานงบกระแสเงินสด กรณีใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU)

งบกระแสเงินสด (หน่วย: บาท)	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ						
- กำไรสุทธิ		-2,026,538.07	-1,777,006.78	- 568,302.05	253,969.26	1,282,816.97
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00
รวม		- 26,538.07	222,993.22	1,431,697.95	2,253,969.26	3,282,816.97
กระแสเงินสดจากการลงทุน						
- เงินลงทุน	-10,000,000.00	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	-10,000,000.00	-26,538.07	222,993.22	1,431,697.95	2,253,969.26	3,282,816.97
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	-10,000,000.00	-10,026,538.07	- 9,803,544.86	- 8,371,846.90	3,882,122.36	7,191,477.40

ตารางที่ 46 ประมาณงานงบกระแสเงินสด กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority

งบกระแสเงินสด (หน่วย: บาท)	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ						
- กำไรสุทธิ		-1,254,444.56	-811,889.89	819,905.38	2,300,609.79	3,831,911.01
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00	2,000,000.00
รวม		745,555.44	1,188,110.11	2,819,905.38	4,300,609.79	5,831,911.01
กระแสเงินสดจากการลงทุน						
- เงินลงทุน	-10,000,000.00	-	-	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	-10,000,000.00	745,555.44	1,188,110.11	2,819,905.38	4,300,609.79	5,831,911.01
กระแสเงินสดสุทธิสะสม	-10,000,000.00	-9,254,444.56	-8,066,334.46	-5,246,429.07	9,054,180.71	14,140,536.29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประมาณการกระแสเงินสดจากการดำเนินธุรกิจสถานีอัดประจุไฟฟ้ากรณีใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) จะมีกระแสเงินสดสุทธิในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ -26,538.07 บาท 222,993.22 บาท 1,431,697.95 บาท 2,253,969.26 บาท และ 3,282,816.97 บาทตามลำดับ ส่วนกรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority จะมีกระแสเงินสดสุทธิในปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 เท่ากับ 745,555.44 บาท 1,188,110.11 บาท 2,819,905.38 บาท 4,300,609.79 บาท และ 5,831,911.01 บาทตามลำดับ

ประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนภายใต้กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Time of use (TOU) ส่งผลให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ -4,300,180.88 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ -7.6 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 3.68 ปี

ประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนภายใต้กรณีที่ใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ Low priority ซึ่งมีต้นทุนค่าไฟที่ต่ำกว่ามาก ส่งผลให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนเป็นที่น่าพอใจ โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,378,870.57 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 11 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 3.37 ปี

Feasibility Study: การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านอกสถานีบริการเชื้อเพลิง

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย เครื่องอัดประจุไฟฟ้า DC&AC 120 kW 3 หัวจ่าย 1 เครื่อง ค่าติดตั้งและระบบไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งค่าปรับปรุงพื้นที่สำหรับ 3 ช่องจอด EV เป็นเงิน 2,600,000 บาท

คาดการณ์การให้บริการอัดประจุไฟฟ้า ปีที่ 1-3 คาดว่า จะมีการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้า 2 ชั่วโมง/วัน รายได้ ปีที่ 4-6 คาดว่า จะมีการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้า 4 ชั่วโมง/วัน ราคาค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าที่ 7.5 บาท/ยูนิต ในช่วง Peak และ 4.5 บาท/ยูนิต ในช่วง Off-Peak ประมาณการรายได้ปีที่ 1-3 คิดเป็นเงิน 293,901.76 บาท/ปี รายได้ปีที่ 4-6 คิดเป็นเงิน 556,866.50 บาท/ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้า แบบ Low priority (2.6 บาท/ยูนิต) ค่าใช้จ่าย SG&A มาจาก ค่าใช้จ่าย Allocate การใช้ Application จำนวน 42,333 บาทต่อปี ทั้งนี้ ในกรณีที่เป็นการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านอกสถานีบริการเชื้อเพลิง จำเป็นต้องมีการแบ่งสัดส่วน Sharing profit ให้ลูกค้าหรือเจ้าของพื้นที่ดังนี้ ปีที่ 1-3 แบ่งสัดส่วน Sharing profit ให้ลูกค้า 5% ของ Gross profit ปีที่ 4-6 แบ่งสัดส่วน Sharing profit ให้ลูกค้า 10% ของ Gross profit

ประมาณการผลตอบแทนการลงทุนกรณีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านอกสถานีบริการเชื้อเพลิง โดยโครงการมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) เท่ากับ -582,060.85 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ -1 และระยะเวลาในการคืนทุน (PB) อยู่ที่ประมาณ 6 ปี 2 เดือน ผลตอบแทนการลงทุนไม่เป็นที่น่าพอใจ

โดยสรุป ผลตอบแทนจากการลงทุนและระยะเวลาในการคืนทุน นอกจากจะขึ้นอยู่กับทิศทางการเติบโตของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้า BEV แล้ว ยังผันแปรตามปริมาณจราจรภายในบริเวณที่ลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงแนวโน้มของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ด้วย นอกจากนี้อัตราค่าไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญของการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า มีผลต่อผลตอบแทนการลงทุนอย่างมาก สอดคล้องกับการศึกษาของกระทรวงพลังงานและมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่มีการวิเคราะห์หาอัตราค่าบริการอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระยะการคืนทุน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สถานการณ์ (กระทรวงพลังงาน, 2022) คือ

Scenario 1 ไม่มีการสนับสนุนค่าเครื่องอัดประจุ และคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าคงที่ที่ 2.6369 บาทต่อหน่วย พบว่าจำเป็นต้องกำหนดอัตราบริการอยู่ที่ 8.97 บาท/หน่วย ถึงจะคืนทุนในระยะ 10 ปีพอดี

Scenario 2 สนับสนุนค่าเครื่องอัดประจุร้อยละ 50 และคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าคงที่ที่ 2.6369 บาท/หน่วย พบว่าจำเป็นต้องกำหนดอัตราบริการอยู่ที่ 6.76 บาทต่อหน่วย ถึงจะคืนทุนในระยะ 10 ปี จะเห็นได้ว่าต้นทุนเครื่องอัดประจุส่งผลต่อระยะเวลาคืนทุนเป็นอย่างมาก

Scenario 3 ไม่มีการสนับสนุนค่าเครื่องอัดประจุ และคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าแบบ TOU โดยในช่วง On-peak 4.3297 บาท/หน่วย และช่วง Off-peak 2.6963 บาทต่อหน่วย พบว่าจำเป็นต้องกำหนดอัตราบริการเพิ่มขึ้นจากอัตราค่าไฟฟ้า 6.33 บาทต่อหน่วย (หรือประมาณ 10.66 บาทต่อหน่วย สำหรับช่วง On-peak และ 9.03 บาทต่อหน่วย สำหรับช่วง Off-peak) ถึงจะคืนทุนในระยะ 10 ปีได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Scenario 4 สนับสนุนค่าเครื่องอัดประจุร้อยละ 50 และคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าแบบ TOU โดยในช่วง On-peak 4.3297 บาท/หน่วย และช่วง Off-peak 2.6963 บาท/หน่วย พบว่าจำเป็นต้องกำหนดอัตราบริการเพิ่มขึ้นจากอัตราค่าไฟฟ้า 4.12 บาทต่อหน่วย (หรือประมาณ 8.45 บาทต่อหน่วย สำหรับช่วง On-peak และ 6.82 บาทต่อหน่วย สำหรับช่วง Off-peak) ถึงจะคืนทุนในระยะ 10 ปี

การประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบันยังคงเผชิญความท้าทายจากปริมาณการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าที่น้อยและต้นทุนค่าไฟฟ้าที่สูง จึงทำให้ผลตอบแทนการลงทุนยังไม่คุ้มค่า จึงต้องใช้การหารายได้จากทางอื่น เช่น รายได้จากค่าโฆษณา หรือรายได้จากการขายอาหารและเครื่องดื่มในระหว่างรอการอัดประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม หลายบริษัทยังคงเดินหน้าการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้าต่อไป เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายไปสู่ยุคของพลังงานสะอาด และ

ตอบสนองต่อนโยบายของภาครัฐในการสร้าง Ecosystem ของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อไปสู่เป้าหมายในการเป็น Carbon neutrality และ Net zero emissions ของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 7
สรุปผลการวิจัยและข้อแสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

การเปลี่ยนรถแท็กซี่จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาเป็นรถแท็กซี่ไฟฟ้าจะเป็นหนึ่งในวิธีที่ช่วยลดปริมาณมลพิษทางอากาศตลอดจนฝุ่น PM 2.5 อย่างได้ผล อย่างไรก็ตาม ความท้าทายหลักในการเปลี่ยนมาเป็นรถแท็กซี่ไฟฟ้าคือ สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องครอบคลุมทุกพื้นที่ และมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการอัดประจุไฟฟ้า ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้นำเสนอกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อวางแผนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้อยู่ในทำเลที่เหมาะสมเพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต

7.1.1 การขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร

สถานการณ์ EV Taxi ในประเทศไทยปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นแท็กซี่ไฟฟ้าที่ให้บริการแบบ VIP และยังมีปริมาณแท็กซี่ไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับแท็กซี่ในระบบทั้งหมด เนื่องจากภาครัฐยังไม่กำหนด Road map ที่ชัดเจนในการเพิ่มจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้าเหมือนกรณีที่สนับสนุนรถไฟฟ้าสำหรับราชการ รถบัสสาธารณะไฟฟ้า รถจักรยานยนต์สาธารณะไฟฟ้า และยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลอื่นๆ ดังนั้น การขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าในประเทศไทยจึงขยายตัวแบบค่อยเป็นค่อยไปตามแผนธุรกิจของภาคเอกชน อย่างไรก็ตาม ในอนาคต ประเทศไทยจะมีแท็กซี่ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งจากบริษัทเอกชนรายใหม่ๆ ที่เข้ามาให้บริการแท็กซี่ไฟฟ้า ความร่วมมือจากสหกรณ์แท็กซี่ในการเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้า เนื่องจากสหกรณ์แท็กซี่หลายแห่งมีความสนใจและต้องการเปลี่ยนจากแท็กซี่ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าเพื่อประหยัดต้นทุนค่าพลังงานโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ราคาพลังงานผันผวนและปรับตัวสูงจากสถานการณ์สงครามยูเครน-รัสเซีย ทั้งนี้ในกรณีที่ภาครัฐมีมาตรการสนับสนุนแท็กซี่ไฟฟ้าอย่างจริงจัง จะทำให้การขยายตัวของแท็กซี่ไฟฟ้าเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น การประกาศให้แท็กซี่ที่จดทะเบียนใหม่ในระบบต้องเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าเท่านั้น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.2 กระบวนการวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

การพิจารณาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรองรับของแท็กซี่ไฟฟ้า ควรต้องคำนึงถึงข้อมูลการเดินทางจริงของแท็กซี่ไฟฟ้า โดยมีกระบวนการในการเลือกทำเลจากสถานที่ที่มีศักยภาพที่ใกล้กับเส้นทางการเดินทางของแท็กซี่ไฟฟ้า และมีการคำนวณโดยใช้เวลาในการเดินทางจริงเพื่อสะท้อนสถานการณ์จริงที่มีการจราจรติดขัด และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการลดเวลาในการเดินทางไปสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในการวิเคราะห์จำนวนเครื่องอัดประจุที่จะรองรับในหนึ่งสถานีนั้น มีการคำนึงถึงระยะเวลาในการเดินทางและระยะเวลาในการรอคิว เพื่อลดเวลาการรอคอยรวมทั้งระบบ ทั้งนี้ ยังพบว่าการเพิ่มจำนวนเครื่องอัดประจุ 5 หัวจ่าย เป็น 10 หัวจ่าย จะช่วยลดเวลาในการอัดประจุรถแท็กซี่ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเพิ่มจำนวนหัวจ่ายประจุไฟฟ้าเป็น 12 หัวจ่าย พบว่าเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าทั้งระบบลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ใช้เงินลงทุนที่สูงขึ้นมาก ดังนั้นจึงควรมีการนำข้อมูลการเดินทางจริงของแท็กซี่มาใช้ในการคำนวนจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต่อสถานีให้เพียงพอต่อการให้บริการเติมพลังงานไฟฟ้าให้แก่รถแท็กซี่ไฟฟ้าในช่วงเปลี่ยนกะ เพื่อให้การลงทุนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และควรนำข้อมูลการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในปัจจุบันที่มีการติดตั้งอยู่แล้วมาวิเคราะห์ร่วมด้วย นอกจากนี้ การวางแผนติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามแผนงบประมาณในแต่ละปี ควรเรียงลำดับจากความต้องการอัดประจุจากมากไปหาน้อย เพื่อให้ตอบโจทย์พฤติกรรมการเดินทางของแท็กซี่และเพื่อให้การลงทุนในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า ได้แก่ สนามบิน, ถนนสายหลัก, เส้นทางท่องเที่ยว, เส้นทางที่แท็กซี่วิ่งเป็นประจำ, อู่แท็กซี่หรือบริเวณใกล้อู่แท็กซี่, สถานีบริการน้ำมัน/LPG/NGV โดยจำเป็นจะต้องมีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าอย่างเพียงพอ มีจำนวนช่องจอดรถเพียงพอ มีสิ่งอำนวยความสะดวกระหว่างรออัดประจุไฟฟ้า อยู่ติดถนนใหญ่เพื่อให้สายส่งไฟฟ้าขนาดใหญ่เข้าถึงได้ สามารถเข้าถึงง่าย มีพื้นที่เพียงพอต่อการติดตั้งเครื่องอัดประจุที่สอดคล้องกับปริมาณแท็กซี่ในบริเวณนั้น มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น ร้านมินิมาร์ท หรือร้านกาแฟ เพื่อใช้คนขับรถแท็กซี่มีกิจกกรรมทำระหว่างรอรถอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น

การดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นำเสนอเพื่อระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วยข้อมูลการเดินทางของรถแท็กซี่ พบว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็น Hotspot คือมีแท็กซี่จำนวนมากต้องการใช้บริการในสถานีดังกล่าวตั้งอยู่ในพิกัดเดียวกันแม้จะใช้ข้อมูลการเดินรถแท็กซี่หลายวันในการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้า Hotspot ดังกล่าวเป็นจุดที่มีแท็กซี่จำนวนมากวิ่งผ่านในช่วงเปลี่ยนกะ และเป็นทำเลที่มีความเหมาะสมในการสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต

7.1.3 ต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้าและการยอมรับนวัตกรรม

การพัฒนาต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อนำไปปรับใช้กับพื้นที่จังหวัดอื่นๆ และใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ ได้ เช่น ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า รถเช่าไฟฟ้า เป็นต้น โดยควรมีการจัดทำเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานที่ง่ายขึ้น สามารถ Interface กับข้อมูลที่เป็น Big data ได้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นตัวแทนจากบริษัทที่มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีการยอมรับนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ว่ามีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้จริง ถึงแม้ว่าจะยังไม่สามารถวัดความถูกต้องแม่นยำในการทำนายการใช้งานของแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคตได้ แต่ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาทำเลสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ช่วยปรับปรุงวิธีการเลือกทำเลติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ดีขึ้นกว่าวิธีการเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้การลงทุนก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าของบริษัทมีประสิทธิภาพมากขึ้น

7.1.4 โมเดลทางธุรกิจและการบริหารจัดการเพื่อนำกระบวนการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไปสู่การใช้งานในเชิงพาณิชย์

การศึกษาแผนธุรกิจและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินธุรกิจเพื่อนำงานวิจัยต้นแบบนวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถแท็กซี่ไฟฟ้าในพื้นที่กรุงเทพมหานครไปสู่การดำเนินการธุรกิจเชิงพาณิชย์ ผู้วิจัยจึงทำการจัดตั้งบริษัท ออร์ก้า เทค โซลูชั่น จำกัด (ORKA Tech Solution Co., Ltd.) เพื่อให้บริการที่ปรึกษา ให้คำแนะนำในการเลือกทำเลและสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า จัดการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับยาน

ยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า และศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจแก่บริษัทที่ต้องการสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งธุรกิจบริการให้คำปรึกษามีแนวโน้มเติบโตตามแนวโน้มการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า จากตารางประมาณการงบทางการเงินแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ทางการเงิน มีความคุ้มค่าในการลงทุนในระยะเวลา 5 ปี ที่จะมีสภาพคล่องทางการเงินค่อนข้างดี มีค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นบวกและอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ค่อนข้างสูง หรือถ้าจะพิจารณาการคืนทุนพบว่าสามารถคืนทุนได้ภายในเวลาเพียง 3 ปีกว่าเท่านั้น

7.2 ข้อแสนอแนะ

7.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ปัจจุบันแท็กซี่ได้รับการอุดหนุนค่าพลังงาน การเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าต้องมีค่าพลังงานที่ถูกกว่าเดิมจึงจะสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนไปใช้แท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น นอกจากนี้ภาครัฐควรกำหนด Road map ที่ชัดเจนในการเพิ่มจำนวนแท็กซี่ไฟฟ้า โดยให้การสนับสนุนให้มีการเปลี่ยนไปใช้แท็กซี่ไฟฟ้าด้วยการลดภาษีรถยนต์สำหรับแท็กซี่ไฟฟ้า, การส่งเสริมให้มีการผลิตแท็กซี่ไฟฟ้าภายในประเทศ, การให้เงินอุดหนุนในการซื้อรถแท็กซี่ไฟฟ้า, การอุดหนุนราคาค่าไฟฟ้าให้แก่แท็กซี่ไฟฟ้า, การลดอัตราค่าบริการให้แก่ประชาชนเพื่อจูงใจให้มีการใช้แท็กซี่ไฟฟ้ามากขึ้น และควรกำหนดให้แท็กซี่ที่จดทะเบียนใหม่ในระบบ ต้องเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าเท่านั้น เช่นเดียวกับในต่างประเทศ

7.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำนวัตกรรมธุรกิจบริการความรู้ไปใช้ในธุรกิจ

กระบวนการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่นำเสนอสามารถเป็นต้นแบบที่จะนำไปใช้กับการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในพื้นที่อื่นๆ ที่มีแท็กซี่ให้บริการได้ เช่น เชียงใหม่, ภูเก็ต, หาดใหญ่ เป็นต้น ภาครัฐและภาคเอกชนควรมีการวิเคราะห์หาทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับ Fleet รถไฟฟ้า หรือยานยนต์ประเภทอื่นๆ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล, รถเช่า, รถบัส, ตุ๊กตุ๊ก เป็นต้น โดยวิเคราะห์จากข้อมูลการเดินทางของจริงและใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลงทุน ภาครัฐและภาคเอกชนสามารถใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวกับข้อมูลสถานที่อื่นๆ ที่นอกเหนือจากสถานีบริการเชื้อเพลิง เช่น พื้นที่ว่างในกรุงเทพมหานคร, จุดจอดรถ เป็นต้น ทั้งนี้ การติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต้องใช้ร่วมกับ Application ในการจองเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยในอนาคต Application ของทุกแบรนด์ควร Interface กันทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7.3 ประโยชน์ที่ได้รับเชิงวิชาการ (Academic Contribution)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่เพื่อกำหนดทำเลที่เหมาะสมของสถานีประจุอัดไฟฟ้า ได้แก่ สถานะการรับส่งผู้โดยสาร, ระยะทางที่ห่างจากสถานีอัดประจุไฟฟ้า, ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า และจำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อรองรับแท็กซี่ไฟฟ้าให้ได้มากที่สุดและต้นทุนต่ำสุด ในขณะที่ประเทศไทยมีแท็กซี่จำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนเป็นแท็กซี่ไฟฟ้าในอนาคต ข้อมูล GPS การเดินทางของแท็กซี่ในกรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลที่น่าสนใจและยังไม่เคยมีการนำมาวิเคราะห์มาก่อน งานวิจัยนี้จึงจะนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็น Input ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า นอกจากนี้งานวิจัยส่วนใหญ่จะพิจารณาระยะทางระหว่างแท็กซี่ไฟฟ้าไปถึง Candidate site เป็นตัวกำหนดทำเลในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า แต่เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีสภาพการจราจรที่ติดขัดที่เป็นลักษณะเฉพาะ ในบางพื้นที่ แม้ว่าระยะทางจะสั้นกว่า แต่อาจใช้เวลาในการเดินทางมากกว่า งานวิจัยนี้จึงเสนอให้พิจารณาระยะเวลาในการเดินทางของแท็กซี่ไปถึง Candidate site เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้ตอบสนองการเดินทางของแท็กซี่ไฟฟ้าและตอบสนองต่อสภาพการจราจร เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดระยะเวลาในการเดินทางไปถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าและลดระยะเวลาในการรออัดประจุไฟฟ้าลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นถึงกระบวนกระบวนการใหม่ในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีการใช้ข้อมูลรูปแบบใหม่ในการวิเคราะห์ และยังให้องค์ความรู้ในการจัดการนวัตกรรม การจัดตั้งธุรกิจที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เรื่องกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าไปสู่เชิงพาณิชย์

7.4 ประโยชน์ที่ได้รับเชิงปฏิบัติ (Practical Contribution)

นวัตกรรมกระบวนการในการวิเคราะห์ทำเลที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสม ลดระยะเวลาในการเดินทางไปถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าและลดระยะเวลาในการรออัดประจุไฟฟ้าลง และเพิ่มประสิทธิภาพการลงทุนให้กับภาครัฐและเอกชนได้

7.5 ข้อจำกัดของงานวิจัยในครั้งนี้และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

7.5.1 งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางของแท็กซี่ทุกคัน ในทุกช่วงเวลา ในทุกวันได้ เนื่องจากข้อมูลเป็น Big data มีจำนวนมหาศาล ต้องใช้ระยะเวลาในการประมวลผลที่ยาวนาน จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีค่าใช้จ่ายสูงในการซื้อข้อมูล Distance Matrix API จาก Google map ดังนั้น การวิจัยในอนาคตหรือการจัดตั้งบริษัทในการดำเนินงานจริง ควรใช้ข้อมูลการเดินทางจริงที่เป็น Big data ของแท็กซี่ทุกคัน ในทุกช่วงเวลา และทุกวัน เพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

7.5.2 งานวิจัยในอนาคต สามารถต่อยอดด้วยการใช้ข้อมูลการเดินทางจริงของยานยนต์ประเภทอื่นๆ ได้ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล, รถเช่า, รถบัส, รถตุ๊กตุ๊ก เป็นต้น หรือ ข้อมูลสถานที่อื่นๆ เช่น พื้นที่ว่างในกรุงเทพมหานคร, จุดจอดรถ เป็นต้น หรือ พื้นที่จังหวัดอื่นๆ เช่น เชียงใหม่, ภูเก็ต, หาดใหญ่ เป็นต้น หรือใช้กับข้อมูลในต่างประเทศ เช่น ลาว กัมพูชา เวียดนาม ซึ่งเริ่มมีการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ตามกระบวนการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

7.5.3 สามารถต่อยอดผลการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ได้จากงานวิจัยนี้ ไปการคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เพื่อวางแผน Infrastructure ในการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมการขนส่งทางบก. (2022). สถิติจำนวนรถ ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง.

กรมธุรกิจพลังงาน. (2022). จำนวนสถานีบริการน้ำมัน. Retrieved from https://www.doeb.go.th/2017/#/article/statistic.

กระทรวงการคลัง. (2556). หลักเกณฑ์ราคากลางการจ้างที่ปรึกษา.

กระทรวงพลังงาน. (2022). โครงการจัดทำแผนการพัฒนาสถานีประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อรองรับเป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ. Retrieved from http://www.eppo.go.th/images/energy-conservation/EV/EV_summary_manager.pdf%0A

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2022). PEA Volta charging station. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. Retrieved from https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/SNB/PlanEv 2023.jpeg.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2018). คู่มือแนะนำการขอประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า.

มจธ. และ MTEC. (2015). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย.

มติชนออนไลน์. (2564). สหกรณ์แท็กซี่ จับมือเอกชน เปลี่ยนรถเป็น EV. มติชนออนไลน์. Retrieved from https://www.matichon.co.th/publicize/news_3068231.

มูลนิธิสถาบันพลังงานทางเลือกแห่งประเทศไทย. (2016). เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้กาแห่งอนาคต บทบาทการใช้ Solar Cell กับ EV. วารสารพลังงานทางเลือก, ปีที่ *11*, ฉบับที่ 42 หน้า.

ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ. (2015). *Assessment of Electric Vehicle Technology Development and Its Implication in Thailand*. (ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, Ed.) (2nd ed.): ปทุมธานี.

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย. (2017). *EVAT Directory 2017-2018 Electric Vehicle Guidebook. (*ชนะเยี่ยงกมลสิงห์*, Ed.)*. กรุงเทพมหานคร: สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย.

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย. (2565). Number of electric charging station in Thailand. Retrieved from http://www.evat.or.th/attachments/view/?attach_id=265022.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำนักงบประมาณ. (2564). หลักเกณฑ์ อัตราค่าใช้จ่าย และแนวทางการพิจารณางบประมาณรายจ่ายประจำปี.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2018). Retrieved from http://www.eppo.go.th/index.php/th/component/k2/item/13246-news-160361 เข้าถึงวันที่ 24 ก.ย. 62

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2016). แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย. (ทวีศักดิ์ กออนันตกูล, Ed.) (1st ed.). ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2017). อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า.

สำนักส่งเสริมและพัฒนาธุรกิจ. (2564). รายงานสรุปโครงการศึกษาวิจัยการพัฒนาธุรกิจบริการสู่ตลาดโลก – ธุรกิจการให้คำปรึกษา.

หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ. (2563). โครงการแท็กซี่ไฟฟ้า Beta EV Lady Taxi. Retrieved from https://www.thansettakij.com/motor/447803

หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ. (2564, March 11). MG EP Taxi. หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ. Retrieved from https://www.thansettakij.com/motor/471562.

หนังสือพิมพ์สยามธุรกิจ. (2565, February 12). โครการแท็กซี่ไฟฟ้าสีขาว. หนังสือพิมสยามธุรกิจ. Retrieved from https://www.siamturakij.com/news/45296-มาแล้ว-แท็กซี่ไฟฟ้า-สีขาว-เจ้าแรกในไทย-ช่วยกู้วิกฤตให้คนขับมีรายได้เพิ่มขึ้น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาอังกฤษ

Andrenacci, N., Genovese, A., & Ragona, R. (2017). Determination of the level of service and customer crowding for electric charging stations through fuzzy models and simulation techniques. *Applied Energy, 208(June)*, 97–107. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.053

Andrenacci, N., Ragona, R., & Valenti, G. (2016). A demand-side approach to the optimal deployment of electric vehicle charging stations in metropolitan areas. *Applied Energy, 182*, 39–46. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.137

Arias, M. B., & Bae, S. (2017). Prediction of electric vehicle charging-power demand in realistic urban traffic networks. *Applied Energy, 195*, 738–753. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.021

Autospinn. (2556). LEAF Taxi. *Autospinn*. Retrieved from https://www.autospinn.com/2013/04/nycs-first-ever-all-electric-taxis-hit-the-streets-today.

Avci Yucel, U., & Gulbahar, Y. (2013). Technology Acceptance Model: A Review of the Prior Predictors. *Journal of Faculty of Educational Sciences Computers & Education International Journal of Information Management Journal, 46*(1), 89–109. doi:https://doi.org/10.1501/Egifak_0000001275

Bangkokbiznews. (2021). ส่องแนวรุก 3 ปั๊มชาร์จEV “OR-PT-บางจาก. Retrieved from https://www.bangkokbiznews.com/business/971528

Bangkokbiznews. (2022). EA ทุ่มกว่า 2 พันล้าน ลุยติดตั้งสถานีชาร์จอีวี. Retrieved from https://www.bangkokbiznews.com/business/996389

Button, K., Ngoe, N., Hine, J., Button, B. K., Ngoe, N., & Hine, J. (2016). Modelling Vehicle Ownership and. *Journal of Transport Economics and Policy, 27*(1), 51-67.

Chen, Y. W., Cheng, C. Y., Li, S. F., & Yu, C. H. (2018). Location optimization for multiple types of charging stations for electric scooters. *Applied Soft Computing Journal, 67*, 519–528. doi:https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.02.038

Cilio, L., & Babacan. (2021). Allocation optimisation of rapid charging stations in large urban areas to support fully electric taxi fleets. *Applied Energy, 295*.

doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117072

Csonka, B., & Csiszár, C. (2017). Determination of charging infrastructure location for electric vehicles. *Transportation Research Procedia, 27*, 768–775. doi:https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.115

Davis, F. D. (1989). IT Usefulness and Ease of Use. *MIS Quarterly, 13*(3), 319–340.

Department of Land Transport. (2022). Number of vehicle registered in Thailand 2022. Retrieved from https://web.dlt.go.th/statistics/.

Deyang, K., Dan, M., & Minmin, W. (2016). A Simulation Study of Upgrading Urban Gasoline Taxis to Electric Taxis. *Energy Procedia, 104*, 390–395. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.066

Energy Policy and Planning Office. (2015). Project to study the preparation for future use of electric vehicles in Thailand. Retrieved from http://www.eppo.go.th/index.php/th/eppo-intranet/item/7587-stu-re001.

ErbaŞ, M., Kabak, M., Özceylan, E., & Çetinkaya, C. (2018). Optimal siting of electric vehicle charging stations: A GIS-based fuzzy Multi-Criteria Decision Analysis. *Energy, 163*, 1017–1031. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.140

Ghamami, M., Zockaie, A., & Nie, Y. M. (2016). A general corridor model for designing plug-in electric vehicle charging infrastructure to support intercity travel. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 68*, 389–402. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.04.016

Guo, F., Yang, J., & Lu, J. (2018). The battery charging station location problem: Impact of users' range anxiety and distance convenience. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 114(March)*, 1–18. doi:https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.03.014

Han, D., Ahn, Y., Park, S., & Yeo, H. (2016). Trajectory-interception based method for electric vehicle taxi charging station problem with real taxi data. International *Journal of Sustainable Transportation, 10*(8), 671–682. doi:https://doi.org/10.1080/15568318.2015.1104565

Hardman, S., Jenn, A., Tal, G., Axsen, J., Beard, G., Daina, N., & Witkamp, B. (2018). A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Transportation Research Part D: Transport and Environment, 62(April), 508–523. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.04.002

He, F., Yin, Y., & Zhou, J. (2015). Deploying public charging stations for electric vehicles on urban road networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 60*, 227–240. doi: https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.08.018

He, J., Yang, H., Tang, T. Q., & Huang, H. J. (2018). An optimal charging station location model with the consideration of electric vehicle's driving range. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 86(December 2017)*, 641–654. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.11.026

He, S. Y., Kuo, Y., & Kit, K. (2022). The spatial planning of public electric vehicle charging infrastructure in a high-density city using a contextualised location-allocation model. *Transportation Research Part A, 160(April)*, 21–44. doi:https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.02.012

Hu, L., Dong, J., Lin, Z., & Yang, J. (2018). Analyzing battery electric vehicle feasibility from taxi travel patterns: The case study of New York City, USA. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 87(December 2017)*, 91–104. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.12.017

International Energy Agency. (2022). Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future. Retrieved from www.iea.org/t&c/.

Jung, J., Chow, J. Y. J., Jayakrishnan, R., & Park, J. Y. (2014). Stochastic dynamic itinerary interception refueling location problem with queue delay for electric taxi charging stations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 40*, 123–142. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2014.01.008

Kane, M. (2014). 10 Renault Samsung SM3 Z.E. EVs Hit Streets Of Seoul City as Taxis. *Insideevs*. doi:https://insideevs.com/news/323513/10-renault-samsung-sm3-ze-evs-hit-streets-of-seoul-city-as-taxis/

Kaya, Ö., Alemdar, K. D., & Çodur, M. Y. (2020). A novel two stage approach for electric taxis charging station site selection. *Sustainable Cities and Society, 62(June)*(102396). doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102396

Kuby, M., & Lim, S. (2005). The flow-refueling location problem for alternative-fuel vehicles.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Socio-Economic Planning Sciences, 39(2), 125–145. doi:https://doi.org/10.1016/j.seps.2004.03.001

Lambert., F. (2017). Nissan Leaf leads a global EV taxi revolution. *Electrek*.

Lee, C., & Han, J. (2017). Benders-and-Price approach for electric vehicle charging station location problem under probabilistic travel range. *Transportation Research Part B: Methodological, 106*, 130–152. doi:https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.10.011

Li, S., Huang, Y., & Mason, S. J. (2016). A multi-period optimization model for the deployment of public electric vehicle charging stations on network. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 65*, 128–143. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.008

Lim, O. (2017). The state of Art on the promotion, policy and technology for urban EV in Korea. *Energy Procedia, 115*, 502–514. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.046

Liu, J., Zhang, T., Zhu, J., & Ma, T. (2018). Allocation Optimization of Electric Vehicle Charging Station (EVCS) Considering with Charging Satisfaction and Distributed Renewables Integration. *Energy*. doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.09.028

Lokesh, B. T., & Hui Min, J. T. (2017). A Framework for Electric Vehicle (EV) Charging in Singapore. *Energy Procedia, 143*, 15–20. doi:https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.641

Ma, L., Liang, J., Gao, D., Sun, J., & Li, Z. (2012). The Future Demand of Transportation in China: 2030 Scenario based on a Hybrid Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 54*, 428–437. doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.761

Merkisz-Guranowska, A., & Maciejewski, M. (2015). *The implementation of the electric taxi fleet in the city of Poznan* (Vol. 146). Poland: 2015.

Moon H. Bin., Park, S. Y., Jeong, C., & Lee, J. (2018). Forecasting electricity demand of electric vehicles by analyzing consumers' charging patterns. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 62(February)*, 64–79. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.009

MuvMi. (2022). Retrieved from https://www.muvmi.co/en.

Philipsen, R., Schmidt, T., & Ziefle, M. (2015). A Charging Place to Be - Users' Evaluation Criteria for the Positioning of Fast-charging Infrastructure for Electro Mobility. *Procedia Manufacturing, 3(Ahfe)*, 2792–2799. doi: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.742

PinkPanter. (2019). Taxi ไฟฟ้ากำลังจะมา เตรียมรอใช้บริการ TAXI EV. Retrieved from

https://talk.mthai.com/technology/482949.html.

Reininger, C., & Salmon. (2015). Systems Feasibility Study for Implementing Electric Vehicles into Urban Environments. *2015 Annual IEEE Systems Conference (SysCon) Proceedings*, 734–739. doi:https://doi.org/10.1109/SYSCON.2015.7116838

Saelee, S., & Horanont, T. (2016). Optimal Placement of EV Charging Station Considering the Road Traffic Volume and EV Running Distance. *Journal of Traffic and Logistics Engineering, 4*(1), 19–23. doi:https://doi.org/10.18178/jtle.4.1.19-23

Salin. (2022). BYD e6. *Autofun*. Retrieved from https://www.autofun.co.th/news/byd-e6-will-be-japan-taxi-45308.

Shabbar, R., Kasasbeh, A., & Ahmed, M. M. (2021). Charging station allocation for electric vehicle network using stochastic modeling and grey wolf optimization. *Sustainability (Switzerland), 13*(6). doi:https://doi.org/10.3390/su13063314

She, Z. Y., Sun., Q., Ma, J. J., & Xie, B. C. (2017). What are the barriers to widespread adoption of battery electric vehicles? A survey of public perception in Tianjin, China. *Transport Policy, 56(February)*, 29–40. doi: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.001

Stabile, A., Longo, M., Yaïci, W., & Foiadelli, F. (2020). An algorithm for optimization of recharging stops: A case study of electric vehicle charging stations on Canadian's Ontario Highway 401. *Energies, 13*(8). doi:https://doi.org/10.3390/en13082055

Sun, Z., Gao, W., Li, B., & Wang, L. (2018). Locating charging stations for electric vehicles. *Transport Policy, (May)*, 1-7. doi:https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.07.009

Thailand Development Research Institute. (2018). โครงสร้างตลาดและการประกอบการรถแท็กซี่ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล. Retrieved December 10, 2018. Retrieved from https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2018/06/Taxi-ppt_all-parts_14June2018.pdf

The Department of Land Transport. (2018). งานเปิดตัว EV Taxi VIP 101 คันแรกของประเทศไทย. *The Department of Land Transport*. Retrieved from https://www.dlt.go.th/th/public-news/view.php?_did=2130.

Tohidi, H., & Jabbari, M. M. (2012). Innovation as a Success Key for Organizations. *Procedia Technology, 1*, 560–564. doi:https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.02.122

Tu, W., Li, Q., Fang, Z., Shaw., lung., S., Zhou, B., & Chang, X. (2016). Optimizing the locations of electric taxi charging stations: A spatial–temporal demand coverage approach.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 65(3688), 172–189. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.10.004

Wang, H., Zhao, D., Cai, Y., Meng, Q., & Ong, G. P. (2021). Taxi trajectory data based fast-charging facility planning for urban electric taxi systems. *Applied Energy, 286(January)*(116515). doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116515

Wang, Y. W., & Lin, C. C. (2013). Locating multiple types of recharging stations for battery-powered electric vehicle transport. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 58*, 76–87. doi:https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.07.003

Wongsupat. (2021). CABB EV รถแท็กซี่ไฟฟ้าต้นแบบสัญชาติไทยคันแรก. *Autospinn*. Retrieved from https://www.autospinn.com/2021/04/cabb-ev-taxi-ev-82479.

Wu, F., & Sioshansi, R. (2017). A stochastic flow-capturing model to optimize the location of fast-charging stations with uncertain electric vehicle flows. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 53*, 354–376. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.035

Xi, X., Sioshansi, R., & Marano, V. (2013). Simulation-optimization model for location of a public electric vehicle charging infrastructure. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 22*, 60–69. doi:https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.014

Yang, J., Dong, J., & Hu, L. (2018). Design government incentive schemes for promoting electric taxis in China. *Energy Policy, 115*(2), 1–11. doi:https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.030

Yang, W. (2018). A user-choice model for locating congested fast charging stations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 10(October 2017)*, 189–213. doi:https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.11.009

Yang, W. H., Wong, R. C. P., & Szeto, W. Y. (2018). Modeling the acceptance of taxi owners and drivers to operate premium electric taxis: Policy insights into improving taxi service quality and reducing air pollution. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 118(August)*, 581–593. doi: https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.011

Zhu, Z. H., Gao, Z. Y., Zheng, J. F., & Du, H. M. (2016). Charging station location problem of plug-in electric vehicles. *Journal of Transport Geography, 52*, 11–22. doi:https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.002

Zou, Y., Wei, S., Sun, F., Hu, X., & Shiao, Y. (2016). Large-scale deployment of electric taxis in Beijing: A real-world analysis. *Energy, 100*, 25–39.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.062

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พิชามญช์ เขียวทอง
วัน เดือน ปี เกิด	6 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	สงขลา
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	55/54 the connect 2 ถ.แจ้งวัฒนะ-ปากเกร็ด 39 หมู่ 5 ต.บ้านใหม่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
ผลงานตีพิมพ์	Keawthong, P., & Muangsin, V. (2021, March). Thailand's EV Taxi Situation and Charging Station Locations. In 2021 The 10th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications (pp. 17-22).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University