สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

จ้างที่ปรึกษาโครงการศึกษาการเตรียมความพร้อม รองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคต สำหรับประเทศไทย

รายงานฉบับสมบูรณ์ (ฉบับปรับปรุง)
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

จัดทำโดย
ENSOL
ENERGY & ENVIRONMENT SOLUTIONS

กันยายน 2558

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร
รายงานฉบับสมบูรณ์ (ฉบับปรับปรุง)

1. บทนำ

ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573) ประเทศไทยมีเป้าหมายที่จะอนุรักษ์การใช้พลังงานทั้งหมดในภาพรวมของประเทศ โดยเฉพาะภาคขนส่งซึ่งได้ถูกวางเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานให้ได้ 15,100 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) และลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ 53 ล้านตันต่อปี ภายในปี พ.ศ.2573 ทั้งนี้ ทางภาครัฐได้มีการบรรจุการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นมาตรการหนึ่งในแผนฯ ไว้จนถึงปี 2568

ปัจจุบันเทคโนโลยีการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicle) ในภาคการขนส่งเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นในระดับที่มีนัยสำคัญจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวอาศัยพลังงานไฟฟ้าซึ่งเก็บสะสมอยู่ในแบตเตอรี่มาเป็นแหล่งพลังงานหลักในการขับเคลื่อนยานพาหนะดังกล่าว โดยเมื่อเปรียบเทียบกับยานพาหนะในปัจจุบันที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) ซึ่งใช้น้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักแล้ว จะพบว่า ยานพาหนะไฟฟ้าจะไม่ปลดปล่อยมลพิษในรูปของไอเสียสู่สภาพแวดล้อมเลย นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานตั้งต้นหรือพลังงานปฐมภูมิ (Primary Energy) แล้ว การใช้เชื้อเพลิงความร้อนมาผลิตไฟฟ้าเพื่อนำมาจ่ายให้กับยานพาหนะไฟฟ้าก็ยังมีความคุ้มค่าหรือมีประสิทธิภาพของการใช้พลังงานสูงกว่าการนำเชื้อเพลิงความร้อนมาใช้ในยานพาหนะที่เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในโดยตรงมาก

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การใช้ยานพาหนะไฟฟ้ายังไม่สามารถถูกนำมาแทนที่ยานพาหนะในปัจจุบันที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ในทันทีแม้ว่ารถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดปัจจุบันมีสมรรถนะเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันแทนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันในปัจจุบันได้แล้ว คือ ราคาที่ยังคงสูง และสถานีบริการประจุไฟฟ้าที่มีไม่แพร่หลายนัก แต่อย่างไรก็ตามราคาของรถยนต์ไฟฟ้าในภาพรวมของโลกมีแนวโน้มที่จะลดลงในอนาคตหากมีการใช้งานแพร่หลายมากขึ้น

เพื่อให้ประเทศไทยมีความพร้อมที่จะสามารถรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตหากมีการส่งเสริม สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) จึงได้มีการศึกษาการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคตสำหรับประเทศไทย โดยครอบคลุมถึงการศึกษาและพัฒนาระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานสำหรับสถานีอัดประจุให้กับยานพาหนะไฟฟ้า (Charging station) การพิจารณาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าของประเทศ ข้อจำกัดทางข้อกฎหมายต่างๆ หากเกิดธุรกิจการให้บริการด้านสถานีอัดประจุหรือบริการเสริมอื่นๆ และการพิจารณานโยบายส่งเสริมเร่งด่วนที่เป็นไปได้

ดังนั้น การศึกษาผลกระทบของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าทั้งในระบบผลิต ระบบสายส่ง และระบบจำหน่ายอย่างรอบคอบจะทำให้สามารถวางแผนจัดหาพลังงานไฟฟ้า, แผนจัดสรรกำลังการผลิต, แผนงานปรับปรุงระบบสายส่ง ระบบจำหน่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ดี สนพ. ซึ่งเป็นผู้ศึกษาและนำเสนอแผนงานทางด้านพลังงานของประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาผลกระทบต่างๆ ข้างต้น รวมไปถึงเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงระบบไฟฟ้าต่างๆ เพื่อรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยรายละเอียดต่างๆ สรุปได้จะกล่าวต่อไป

2. การศึกษาและรวบรวมข้อมูลใช้ยานพาหนะไฟฟ้า

ยานพาหนะไฟฟ้าเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนแทนการใช้พลังงานจากฟอสซิล ซึ่งในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานพาหนะไฟฟ้าในปัจจุบันค่อนข้างหลากหลาย เช่น รถยนต์ไฟฟ้า จักรยานยนต์ไฟฟ้า และรถโดยสารไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งยานพาหนะแต่ละประเภทจะมีข้อจำกัดการใช้งานที่แตกต่างกัน

2.1 เทคโนโลยีการพัฒนายานพาหนะไฟฟ้า

<u>รถยนต์ไฟฟ้า</u>

เทคโนโลยีของรถยนต์ไฟฟ้ามีมาตั้งแต่ราวปี ค.ศ. 1900 และเริ่มมีผู้ให้ความสนใจมากขึ้นเมื่อเกิดวิกฤตการณ์น้ำมันแพงในราวปี ค.ศ. 1990 และเริ่มมีบริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตเพื่อจำหน่าย ซึ่งรถยนต์ไฟฟ้าอาจหมายถึงยานยนต์ไฟฟ้าในหลากหลายรูปแบบ อาจหมายถึงยานยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบไฟ (Plug-in Electric Vehicle หรือ PEV) ซึ่งแบ่งประเภทย่อยได้อีกตามแหล่งพลังงานที่ใช้ แบบที่ใช้พลังงานการขับเคลื่อนจากพลังงานไฟฟ้าที่ประจุในแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว เรียกว่า รถไฟฟ้าทั้งคัน (All-Electric Vehicle) หรือเรียกว่า รถไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle หรือ BEV) ตัวอย่างรถยนต์ที่มีจำหน่ายในตลาด เช่น Nissan LEAFT , Mitsubishi i-MiEV หรือ Tesla Model S เป็นต้น อีกแบบหนึ่งคือ แบบที่ใช้พลังงานจากหลายแหล่งผสมกัน เช่น รถยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบไฟแบบผสม (Plug-in Hybrid Electric Vehicle หรือ PHEV) ตัวอย่างรถยนต์ที่มีจำหน่ายในตลาด เช่น Chevrolet Volt หรือ Toyota Prius Plug-in เป็นต้น

<u>จักรยานยนต์ไฟฟ้า</u>

รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนโดยได้รับไฟฟ้าที่จ่ายมาจากแบตเตอรี่ โดยหลักๆ ส่วนประกอบของรถมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ 1. มอเตอร์ไฟฟ้า 2. แบตเตอรี่ 3. หน่วยวงจรควบคุม ECU (Electronic Control Unit) โดยการพัฒนาของแบตเตอรี่จะเป็นหัวใจสำคัญที่สุดในการผลักดันการพัฒนารถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

การพัฒนาของแบตเตอรี่เริ่มจากแบตเตอรี่แบบ Rechargeable valve-regulated lead-acid (VRLA) battery หรือ sealed battery และมีการพัฒนาเรื่อยมาจนถึงแบบลิเธียมไอออน (Lithium-ion) ซึ่งปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยพลังงานจำเพาะ (Specific energy) 106 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม และมีราคาประมาณ 590 เหรียญดอลลาร์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่ง Weinert et al. (2007) ได้ทำการศึกษาแบตเตอรี่ทั้งสองแบบเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติและราคา จึงพบว่าแบตเตอรี่แบบ VRLA ที่ผลิตในประเทศจีน มีราคาโดยประมาณ 88 เหรียญดอลลาร์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และมีค่าเฉลี่ยพลังงานจำเพาะ 34 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีราคาสูงกว่าแบตเตอรี่แบบ VRLA มาก จึงทำให้ยังไม่มีการใช้แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนในรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบันแม้ว่าจะมีสมรรถนะที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ทั้งสองชนิดยังคงมีการพัฒนาปรับปรุงทางด้านสมรรถนะและราคาอย่างต่อเนื่อง

<u>รถโดยสารไฟฟ้า</u>

รถโดยสารไฟฟ้าสามารถแบ่งตามลักษณะจุดกำเนิดของแหล่งพลังงานเป็น 2 ประเภท ได้แก่ รถโดยสารไฟฟ้าที่ใช้แหล่งพลังงานจากภายนอก และรถโดยสารไฟฟ้าที่มีแหล่งพลังงานของตัวเอง

1) รถโดยสารไฟฟ้าใช้แหล่งพลังงานจากภายนอก

มีลักษณะเป็นรถโดยสารที่ต้องมีแหล่งพลังงานจ่ายให้แก่รถโดยสารไฟฟ้าเพื่อใช้ในการขับเคลื่อน ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ Trolleybus เป็นรถโดยสารไฟฟ้าที่ใช้แหล่งพลังงานจากสายส่งไฟฟ้าที่พาดผ่านเส้นทางการเดินทาง ซึ่งจะไปขับเคลื่อนรถโดยสารไฟฟ้า และ Gapbus เป็นรถโดยสารที่ไม่มีรางหรือการสัมผัสกับสายส่งไฟฟ้า เป็นลักษณะการจ่ายไฟฟ้าเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า induction

2) รถโดยสารไฟฟ้าที่มีแหล่งพลังงานของตัวเอง

รถโดยสารไฟฟ้าประเภทนี้สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง แต่มีข้อจำกัดคือสามารถเดินทางได้เป็นระยะทางตามพิกัดของแหล่งพลังงานบนรถ ซึ่งมีลักษณะหลายประเภทดังนี้คือ *รถโดยสารไฟฟ้าแบตเตอรี่* ซึ่งใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งกักเก็บไฟฟ้าเพื่อจ่ายขับเคลื่อนต้นกำลัง ปัจจุบันมีหลายขนาดและมีการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างรถโดยสารประจำทางไฟฟ้าและรถโดยสารชนิดเครื่องยนต์ พบว่าเรื่องสมรรถนะด้านกำลังในระดับความเร็วใช้งานในเมืองที่ความเร็วไม่เกิน 60 ก.ม./ชม. และด้านความสะดวกสบาย ไม่มีความแตกต่างกัน ด้านสิ่งแวดล้อมดีกว่ารถโดยสารชนิดเครื่องยนต์เนื่องจากไม่มีเสียงดังและไม่มีไอเสีย

Capabus เป็นชนิดของรถโดยสารไฟฟ้าที่ใช้ ตัวเก็บประจุชนิดพิเศษในการกักเก็บพลังงานในการขับเคลื่อน (Ultracapacitors) ในปี ค.ศ.2010 ความสามารถในการกักเก็บพลังงานนั้น คิดเป็นร้อยละ 5 ของแบตเตอรี่ชนิด ลิเทียมไอออน ซึ่งทำให้ระยะทางในการขับเคลื่อนน้อย อาจจะเหมาะสำหรับรถโดยสารที่ต้องจอดบ่อยครั้ง เนื่องจากความสามารถที่ประจุไฟฟ้าได้เร็วและปล่อยประจุไฟฟ้าได้เร็ว

Hybrid electric bus ซึ่งจะมีแนวความคิดคล้ายกับรถยนต์ไฟฟ้าคือ เป็นการผสมผสานระหว่างเครื่องสันดาปภายในกับระบบไฟฟ้าเข้าด้วยกัน ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ดีเซล ซึ่งมีการนำมาใช้งานในส่วนของรถโดยสารประจำทางสาธารณะในหลายเมืองในโลก เช่น ชิคาโก มิวนิค สิงคโปร์ เป็นต้น

2.2 เทคโนโลยีการพัฒนาเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

สถานีอัดประจุสามารถจัดประเภทได้ตามความแตกต่างของพื้นฐานเวลาในการอัดประจุและระบบการเชื่อมต่อโดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1) การอัดประจุด้วยระบบไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการอัดประจุด้วยไฟฟ้ากระแสสลับนั้นสถานีอัดประจุจะปล่อยไฟฟ้ากระแสสลับและจะถูกปรับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยอุปกรณ์อัดประจุที่ติดมากับรถยนต์ไฟฟ้านั้นๆ

2) การอัดประจุด้วยระบบไฟฟ้ากระแสตรง โดยส่วนมากจะใช้กับการอัดประจุแบบระบบ quick charge หรือ fast charging ซึ่งสถานีอัดประจุจะปล่อยกระแสไฟฟ้าตรงเพื่อการอัดประจุโดยตรง โดยระยะเวลาในการอัดประจุไฟจะเริ่มตั้งแต่ประมาณ 30 นาทีถึงประมาณ 20 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับประเภทและรายละเอียดของอุปกรณ์การอัดประจุรวมไปถึงประเภทของแบตเตอรี่และขนาดความจุพลังงานที่แบตเตอรี่สามารถบรรจุได้ซึ่งโดยส่วนมากแล้วรถยนต์ไฟฟ้าจะมีขนาดความจุของแบตเตอรี่มากกว่ารถยนต์ไฮบริด เพราะฉะนั้นรถยนต์ไฟฟ้าจะใช้เวลาในการอัดประจุแบตเตอรี่ให้เต็มมากกว่ารถยนต์ไฮบริด

เทคนิคและรูปลักษณ์ของเครื่องจำหน่ายพลังงานแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบตั้งพื้น แบบแขวนผนัง และแบบไร้สาย สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ไฮบริดในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มีสายอัดประจุมาตรฐานที่ใช้โดยทั่วไปคือ sae J1772 ที่ถูกพัฒนาภายใต้มาตรฐานของ SAE international โดยรถที่ใช้สายอัดประจุตามมาตรฐานนี้จะสามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้ในสถานีอัดประจุทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นสถานีแบบ level 1 และ level 2 หรือแบบ DC FAST CHARGE ซึ่งในปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้าส่วนมากจะผลิตออกมาโดยรองรับมาตรฐานนี้ซึ่งจะช่วยลดความกังวลของผู้ใช้รถไฟฟ้าเกี่ยวกับปัญหาการอัดประจุไฟเกี่ยวกับระบบการเติมพลังงาน

2.3 การศึกษาด้านนโยบาย กฎหมาย มาตรฐาน และข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

ด้านนโยบายและมาตรการส่งเสริม

กลุ่มประเทศใน EVI (The Electrical Vehicle Initiative) ซึ่งเป็นกลุ่มความร่วมมือในด้านนโยบายของระดับรัฐบาลในหลายๆ ประเทศ โดยมีสมาชิกทั้งหมด 15 ประเทศ ทุกทวีปทั่วโลก ซึ่งได้รับความร่วมมือจาก International Energy Agency (IEA) ได้สรุปสถานการณ์ด้านนโยบายในแต่ละประเทศดังนี้

ประเทศสมาชิก EVI	ด้านการเงิน	ด้านโครงสร้างพื้นฐาน	ด้านงานวิจัยและพัฒนา
จีน	อุดหนุนด้านการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า สูงสุด 60,000 หยวน (ประมาณ 312,600 บาท)	-	โครงการตัวอย่างในมูลค่า 6.96 พันล้านหยวน(ประมาณ 36,260 ล้านบาท)
เดนมาร์ก	งดเว้นภาษีจดทะเบียนและภาษีถนน	พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับประจุไฟฟ้า มูลค่า 70 ล้านโคนเดนมาร์ก(ประมาณ 413 ล้านบาท)	มุ่งเน้นด้านการนำเอายานยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ
ฟินแลนด์	งบประมาณ 5 ล้านยูโร(220 ล้านบาท) สำหรับยานยนต์ที่เข้าร่วมโครงการการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า(สิ้นสุด ปี ค.ศ.2013)	งบประมาณ 5 ล้านยูโร(220 ล้านบาท) สำหรับโครงสร้างพื้นฐานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งโครงการการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า(สิ้นสุด ปี ค.ศ.2013)	-
ฝรั่งเศส	เงินคืนสำหรับผู้บริโภคที่ซื้อรถที่มีประสิทธิภาพ (90%งบประมาณ) และสำหรับการช่วยเหลือทางตรง (10%งบประมาณ) งบประมาณรวม 450 ล้านยูโร(ประมาณ 19,913 ล้านบาท)	50%ของมูลค่าอุปกรณ์ประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้งค่าอุปกรณ์และค่าติดตั้ง ด้วยมูลค่ารวม 50 ล้านยูโร(ประมาณ 2,200 ล้านบาท)	งบประมาณ 140 ล้านยูโร (ประมาณ 6,164 ล้านบาท) เพื่อวิจัยในส่วนของยานยนต์
เยอรมัน	ยกเว้นภาษีถนน	4 ภูมิภาคตัวอย่างสำหรับ ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่(BEVs) และยานยนต์ปลั๊กอินไฮบริด(PHEV)	ช่วยเหลือทางด้านการเงินแก่การวิจัย วิจัยด้านการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า,วิจัยการสร้างและปรับปรุงในห่วงโซ่อุปทาน,วิจัยด้านสารสนเทศ, วิจัยด้านแบตเตอรี่
อินเดีย	10,000 รูปี หรือ 20%ของมูลค่ายานยนต์, ลดการเรียกเก็บภาษี	เป้าหมายระดับชาติสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เตรียมโครงสร้าง	อาคารวิจัยด้วยความร่วมมือระหว่างรัฐบาล อุตสาหกรรม

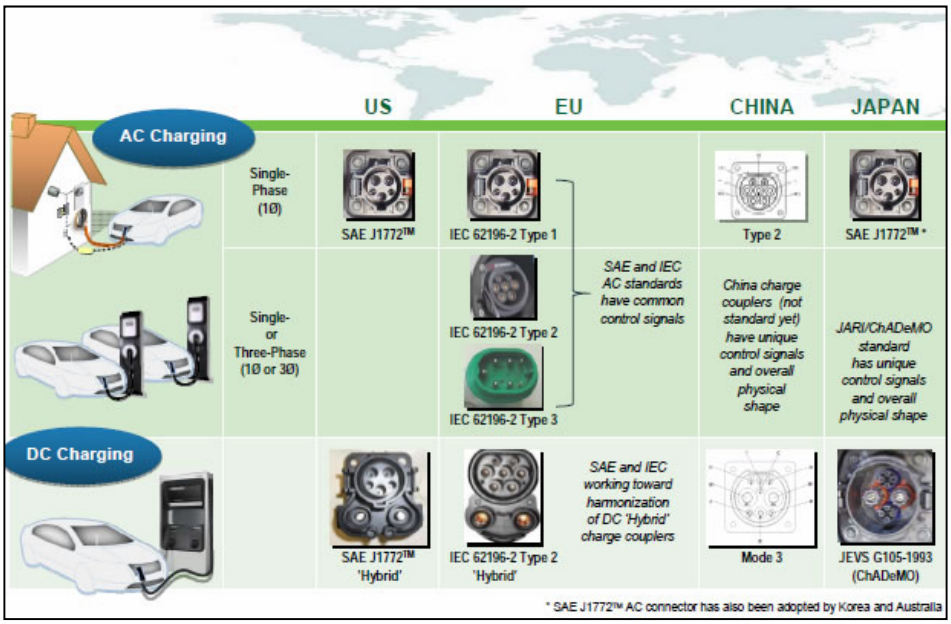
ประเทศสมาชิก EVI	ด้านการเงิน	ด้านโครงสร้างพื้นฐาน	ด้านงานวิจัยและพัฒนา
	กับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ และยายนต์ปลั๊กอินไฮบริด	พื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	และ มหาวิทยาลัย และวิจัยมุ่งเน้นส่วนของเซลล์แบตเตอรี่ และ ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า
อิตาลี	มูลค่า 1.5 ล้านยูโร(ประมาณ 66 ล้านบาท) สำหรับเงินอุดหนุนผู้บริโภค (สิ้นสุด ปี ค.ศ.2014)	-	-
ญี่ปุ่น	เงินช่วยเหลือ 50% ของราคาต่างระหว่างยานยนต์ไฟฟ้า และยานยนต์ปกติ หรือสูงสุดถึง 1 ล้านเยนต่อคัน(ประมาณ 320,000 บาท)	เงินช่วยเหลือ 50% ของราคาอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า(สูงสุด 1.5 ล้านเยน หรือประมาณ 480,000 บาท)	งานวิจัยส่วนใหญ่ มุ่งเน้นที่ วิจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน
ฮอลแลนด์	ลดภาษีในมูลค่ายานยนต์ไฟฟ้าถึง 10-20% ของการลงทุน	อุดหนุนจุดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 400 ชุด	งานวิจัยด้านแบตเตอรี่ (30% ของงบประมาณในปี ค.ศ. 2012)
สเปน	สร้างกระตุ้นถึง 25%ของการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ก่อนคิดมูลค่าภาษี(ถึง 6,000 ยูโรหรือ 264,000 บาท) รวมทั้งเพิ่มการอุดหนุนสูงสุดถึง 2,000 ยูโร หรือประมาณ 88,000 บาทต่อ EV/PHEV	อุดหนุนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะสำหรับโครงการตัวอย่าง ; อุดหนุนสำหรับโครงสร้างพื้นฐานสำหรับสถานีประจุไฟฟ้าในความร่วมมือระหว่างรัฐบาลกลาง และรัฐบาลท้องถิ่น	5 โปรแกรมงานวิจัยหลัก ในการพัฒนาโครงการการกระตุ้น
สวีเดน	เงินอุดหนุน 4,500 ยูโร สำหรับยานยนต์ที่มีมลพิษน้อยกว่า 50 กรัมต่อ คาร์บอนไดออกไซด์ กิโลเมตร และ งบประมาณเงินคืนในช่วงปี ค.ศ.2012-2014 super car rebate	ไม่มีการช่วยเหลือชัดเจนสำหรับสถานีประจุไฟฟ้า นอกจากกองทุนการวิจัย (1ล้านยูโร ปี ค.ศ.2012)	2.5 ล้านยูโร(ประมาณ 110 ล้านบาท) เพื่องานวิจัยและพัฒนาด้านแบตเตอรี่
อังกฤษ	-	มูลค่า 37 ล้านปอนด์(ประมาณ 1,819 ล้านบาท) เพื่อติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าทั้ง สำหรับที่อยู่อาศัย ถนน รางรถไฟ และจุดสาธารณะ เพื่อความพร้อมในปี ค.ศ. 2015	คณะกรรมการด้านยุทธศาสตร์เทคโนโลยีประเทศอังกฤษ สนับสนุน 60 โครงการด้านการวิจัยร่วมเพื่อยานยนต์มลพิษต่ำ

ประเทศสมาชิก EVI	ด้านการเงิน	ด้านโครงสร้างพื้นฐาน	ด้านงานวิจัยและพัฒนา
สหรัฐอเมริกา	สามารถหักภาษีถึง 7,500 ดอลลาร์ (ประมาณ 243,00 บาท) สำหรับยานยนต์ ขึ้นอยู่กับขนาดแบตเตอรี่ และยกเลิกเมื่อมีจำนวนยานยนต์ถึง 200,000 คัน	สามารถหักภาษีถึง 30%ของมูลค่าแต่ไม่เกิน 30,000 ดอลลาร์(ประมาณ 973,500 บาท) สำหรับสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับเชิงพาณิชย์ ; สามารถหักภาษีถึง 1,000 ดอลลาร์ (ประมาณ 32,450 บาท) สำหรับสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย ; งบประมาณ 360 ล้านดอลลาร์(ประมาณ 11,682 ล้านบาท) สำหรับการโครงการตัวอย่างด้านโครงสร้างพื้นฐาน	งบประมาณ ปี ค.ศ.2012 มูลค่า 268 ล้านดอลลาร์(ประมาณ 8,686 ล้านบาท) สำหรับงานวิจัยทางด้าน แบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิง ระบบยานยนต์ และโครงสร้างพื้นฐาน

<u>ด้านกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง</u>

ปัจจุบันนี้ในหลายประเทศที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าได้กำหนดมาตรฐานการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าที่มีลักษณะแตกต่าง เนื่องจากระดับแรงดันของผู้ให้บริการไฟฟ้าในแต่ละประเทศมีระดับที่แตกต่างกัน อีกทั้งลักษณะของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าถูกควบคุมด้วยมาตรฐานที่แตกต่างกัน ปัญหาที่ตามมาจากการใช้มาตรฐานที่แตกต่างกันนี้มีส่วนสำคัญในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์รถยนต์ไฟฟ้าในหลายประเทศ ผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าจะต้องพิจารณาถึงมาตรฐานการชาร์จของรถยนต์ไฟฟ้าในแต่ละประเทศ หรือระดับแรงดันใช้งานของระบบไฟฟ้า เพื่อกำหนดรูปแบบการอัดประจุให้กับรถยนต์ไฟฟ้าก่อนที่จะผลิตออกขายในประเทศนั้นๆ

เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและวางแผนรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคตสำหรับประเทศไทย ที่ปรึกษาได้สรุปการใช้งานของหัวปลั๊กที่ระดับการอัดประจุแต่ละระดับในประเทศต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาหรือปรับใช้งานกับลักษณะของระบบไฟฟ้าในประเทศไทย ดังนี้



รูปที่ 1 ตารางสรุปการใช้งานของหัวปลั๊กที่ระดับการอัดประจุแต่ละระดับในประเทศต่างๆ

จากรูปสามารถจะเห็นได้ว่าประเทศสหรัฐอเมริกาใช้มาตรฐาน SAE J1772 ประเทศจีนใช้รูปแบบหัวปลั๊ก IEC 62196-2 Type 2 มาใช้งานในการอัดประจุด้วยไฟฟ้ากระแสสลับใน Level 1 และมีรูปแบบของหัวปลั๊กสำหรับการอัดประจุแบบ Fast Charging แยกต่างหาก เช่นเดียวกันกับประเทศญี่ปุ่นซึ่งพัฒนาหัวปลั๊กสำหรับการอัดประจุแบบ Fast Charging ด้วยไฟฟ้ากระแสตรง หรือหัวปลั๊กแบบ CHAdeMO และใช้หัวปลั๊กแบบ SAE J1772 ตามแบบประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับการอัดประจุ Level 1 ด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 120 V

จากรูปแบบการใช้งานแบบแยกหัวปลั๊กสำหรับ Fast Charging ของประเทศจีน และญี่ปุ่นทำให้รถยนต์ไฟฟ้าจะมีเต้ารับของปลั๊กทั้งสองชนิด เพื่อแยกประเภทการอัดประจุว่าเป็นแบบ Fast Charging หรือ Normal Charging ในขณะนี้รถยนต์จากค่ายยุโรป เช่น BMW i3 มีหัวปลั๊กแบบ Combo จึงทำให้การอัดประจุแบบ Fast Charging และ Normal Charging ใช้หัวปลั๊กร่วมกันได้

2.5 สถานการณ์การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในต่างประเทศ

- **การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกา**

ในทวีปอเมริกาเหนือตลาดยานพาหนะไฟฟ้าทั้ง BEV และ PHEV มีสัดส่วนจำนวนยานพาหนะไฟฟ้าถึงร้อยละ 50 และมีแนวโน้มเติบโตสูงขึ้น โดยยอดขายยานพาหนะไฟฟ้าสูงสุดในกลุ่ม BEVs คือ Nissan Leaf ที่มียอดขายมากกว่า 5,000 คัน รองลงลงมาเป็น Tesla Model S ที่มียอดขายประมาณ 4,000 คัน นอกจากราคาต้นทุนที่ลดลงแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น คือ

นโยบายสนับสนุนการใช้งานจากภาครัฐ เช่น แผนการลงทุน California Energy Commission Publishes 2014-2015 และ แผนยุทธศาสตร์ 5 ปี ของ DOE (Department of Energy)

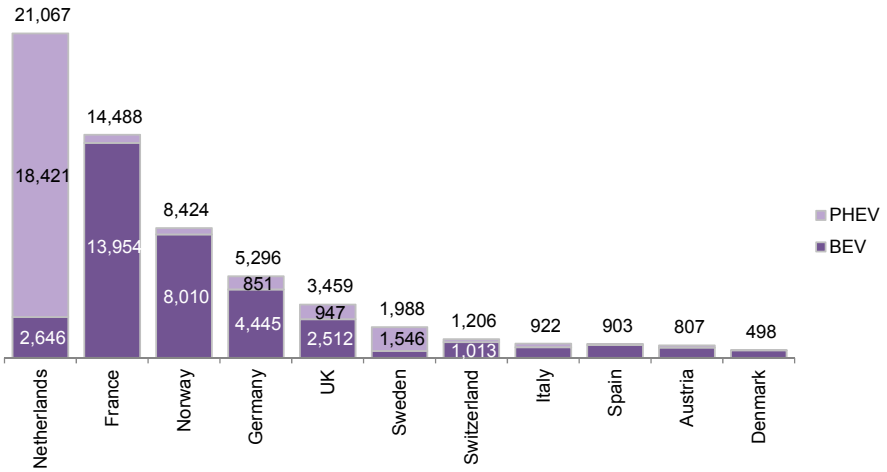
- **การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในญี่ปุ่น**

ในปี 2030 รัฐบาลญี่ปุ่นมีเป้าหมายที่จะให้ยานพาหนะไฟฟ้าเข้ามามีส่วนแบ่งทางการตลาดถึงร้อยละ 50-70 ทั้ง HEVs, BEVs, PHEVs และยานพาหนะไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิง (FCEVs) โดยในปี 2013 มีสัดส่วนยานพาหนะไฟฟ้าประเภท HEVs อยู่ร้อยละ 17.6 ทางรัฐบาลได้จัดสรรเงินทุนในการพัฒนาและวิจัยยานพาหนะไฟฟ้าในรุ่นใหม่ รวมทั้งการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อลดต้นทุนการของยานพาหนะไฟฟ้า

นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงหลักการคิดเงินอุดหนุนในการซื้อยานพาหนะไฟฟ้าในปี 2013 เพื่อสนับสนุนให้โรงงานผู้ผลิตในราคาต้นทุนที่ลดลงได้

- **การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในยุโรป**

ในไตรมาสที่ 1 ปี 2014 ยุโรปมีจำนวนยานพาหนะไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 18,000 คัน โดยประเทศที่มีจำนวนยานพาหนะไฟฟ้าสะสมมากที่สุดคือ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งในแต่ละประเทศจะมีสัดส่วนของยานพาหนะไฟฟ้าแต่ละประเภทแตกต่างกันไป



รูปที่ 2 จำนวนยานพาหนะไฟฟ้าสะสมของยุโรป โดยแยกในแต่ละประเทศ ในปี 2013 (คัน)

โดยรถยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมในยุโรปจะเป็นรถยนต์ที่ผลิตได้ภายในกลุ่มประเทศของยุโรปเอง และมีการใช้งานรถยนต์ของผู้ผลิตจากประเทศญี่ปุ่นอยู่บ้าง ได้แก่ Nissan Leaf และ Mitsubishi Outlander

- **การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในจีน**

ในปี 2013 รัฐบาลจีนได้มีปรับปรุงโครงสร้างแผนสำหรับการนำยานพาหนะไฟฟ้ามาใช้ ทั้งแบบ Plug-in และ Fuel Cell เนื่องมาจากการกดดันรัฐบาลในการลดมลพิษทางอากาศทางรัฐบาลจึงได้มีการประกาศที่จะลดมลพิษทางอากาศให้ลดลงร้อยละ 5

มีการสนับสนุนเงินอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า โดยได้แบ่งตามประเภทต่างๆ ซึ่งเป้าหมายของประเทศในปี 2013-2015 เมืองสาธิตต้นแบบจะต้องมีจำนวนยานพาหานะที่ใช้พลังงานรูปแบบใหม่ (EVs และ FCVs) อย่างน้อย 100,000 คัน ส่วนในเมืองเล็กและพื้นที่อื่นอย่างน้อย 50,000 คัน และจำนวนสัดส่วนยานพาหนะที่ซื้อใหม่ต้องเป็นยานพาหนะไฟฟ้าหรือการใช้พลังงานรูปแบบใหม่อย่างน้อยร้อยละ 30 อีกทั้งยานพาหนะที่หน่วยงานของรัฐหรือรถสาธารณะก็ต้องมีสัดส่วนของยานพาหนะไฟฟ้าหรือพลังงานรูปแบบใหม่อย่างน้อยร้อยละ 30 เช่นกัน

นอกจาก 4 พื้นที่ที่กล่าวมาข้างต้นยังมีอีกหลายประเทศที่มีการสนับสนุนการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าอย่างจริงจัง เช่น ประเทศเกาหลีใต้ที่มีแผนการสนับสนุนการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้ามากขึ้น โดยรัฐบาลได้ประกาศนโยบายที่มีเป้าหมายการพัฒนาให้มียานพาหนะไฟฟ้า 50,000 คัน ในปี 2020 โดยมีบริษัทผู้ผลิตรถยนต์เข้าร่วม เช่น Hyundai, Kia, Renault Samsung, GM เกาหลี, BMW เกาหลี และ Nissan เกาหลี โดยยานพาหนะไฟฟ้าดังกล่าวมีทั้งรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารสาธารณะ และรถรับจ้าง นอกจากนี้รัฐบาลยังได้สนับสนุนให้มีการเปิดสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า แบบเป็นธุรกิจส่วนตัว เพื่อให้บริการแก่สาธารณะ เช่น ในกรุงโซลมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว 38 จุด และมีโครงการที่จะสร้างเพิ่มเติม 8 จุด ในปี 2014

2.4 สถานการณ์การใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในประเทศไทย

ประเทศไทยเองได้เริ่มมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าบ้างแล้ว แต่ยังจำกัดเฉพาะในระดับองค์กร หรือเป็นเพียงการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า และทดสอบการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในการขับขี่บนท้องถนนจริง ซึ่งการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในส่วนของผู้บริโภคหรือประชาชนนั้นยังไม่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าอาจเห็นข้อจำกัดในหลายด้านในการนำรถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาทำตลาดในประเทศไทย เช่น ภาษีนำเข้ารถยนต์, โครงสร้างพื้นฐานของระบบอัดประจุ หรือแม้กระทั่งความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเอง

ที่ปรึกษาได้สรุปสถานการณ์การใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้าจากหน่วยงาน เช่น การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.), การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ซึ่งลักษณะและรูปแบบในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปแบบของการวิจัยและพัฒนาโดยสามารถสรุปได้ดังนี้

- **การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)**

กฟน. ได้ริเริ่มโครงการก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า (EV Charging Station) ขึ้นภายในการไฟฟ้านครหลวงสำนักงานใหญ่ที่ชิดลม ซึ่งเป็นแบบ Quick Charge สามารถอัดประจุได้เต็มภายในเวลา 20-30 นาที และติดตั้งเพิ่มอีก 9 สถานี แล้วเสร็จในปี 2556 ที่ผ่านมา โดยในปัจจุบันทาง กฟน. จัดซื้อรถยนต์ไฟฟ้า Mitsubishi i-MIEV จำนวนทั้งสิ้น 30 คัน ซึ่งได้ร่วมมือกับทาง บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด และถูกใช้งานในกิจการภายในของ กฟน. เอง

จากการทดสอบ พบว่า การใช้พลังงานแล้วมีอัตราสิ้นเปลือง 69 สตางค์ต่อกิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับราคาน้ำมันที่ในปัจจุบันอยู่ที่กิโลเมตรละ 3 บาท ถือว่าคุ้มค่าในด้านการประหยัดราคาเชื้อเพลิง แต่เนื่องจากราคารถยนต์ไฟฟ้ายังสูงอยู่มาก แต่สิ่งที่จะได้กลับมาก็คือการลดการปล่อยคาร์บอน 60 ตันต่อปี

ในอนาคต กฟน. มีโครงการที่จะซื้อรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อมาใช้ในงานของ กฟน.เพิ่มอีก 20 คัน พร้อมติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า อีก 11 แห่งทั่ว กทม. เพื่อเป็นโครงการศึกษาวิจัยทดสอบรถยนต์ไฟฟ้า และนำร่องให้เกิดโครงข่ายรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เป็นทางเลือกสำหรับการจราจรในชุมชนเมือง ในส่วนของงานวิจัยต่อไปก็คือ โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ที่เหมาะสมกับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในเขตพื้นที่ของ กฟน. โครงการเกี่ยวกับการออกแบบระบบจำหน่ายเพื่อรองรับปริมาณการใช้รถยนต์, โครงการวิจัยเพื่อเตรียมความพร้อมของระบบไฟฟ้าจำหน่าย, การกำหนดมาตรฐานจุดอัดประจุต่างๆ และการออกแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต

รูปที่ 3 สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick Charge ที่ติดตั้งในสำนักงานใหญ่ กฟน. ชิดลม

- **การวิจัย และพัฒนาสถานีบริการของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.)**

สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. ได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ไฟฟ้าในรถยนต์ เพื่อศึกษาวิจัยเตรียมความพร้อมรองรับเทคโนโลยีการใช้ไฟฟ้าของรถยนต์ โดยการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าต้นแบบ ณ สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. และสถานีตามเส้นทางที่ทำการวิ่งทดสอบ รวมทั้ง สร้างโครงข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้า รองรับการอัดประจุไฟฟ้าให้กับรถยนต์ที่ใช้ในโครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ไฟฟ้าในรถยนต์ และได้รับการสนับสนุนรถยนต์ไฟฟ้าจากบริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด นำรถยนต์ไฟฟ้ารุ่น Mitsubishi i-MiEV มาใช้ประเมินผลเบื้องต้นของโครงการดังกล่าวในช่วงปี 2554-2555

สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้นแบบ (PTT Pilot EV Charging Station) ของ ปตท. แห่งแรกนี้ รองรับการประจุไฟฟ้ารถยนต์ไฟฟ้าได้พร้อมกันจำนวน 3 คัน ประกอบด้วยตู้ประจุไฟฟ้า (Charger) จำนวน 3 ตู้ ได้แก่ ตู้ประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเติมเร็ว (DC Quick charger, Mode 4) 1 ตู้ ใช้เวลาเติมประมาณ 30 นาที ตู้ประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบเติมเร็วปานกลาง (AC Normal Charger, Mode 3) ใช้เวลาเติมประมาณ 3 ชม. และ 3 ตู้ประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบเติมช้า (Normal Charger, Mode 1) ใช้เวลาเติมประมาณ 8 ชม.

นอกจากนี้ ปตท. มีแผนขยายเครือข่ายสถานีประจุไฟฟ้าเพิ่มเติมอีกจำนวน 5 สถานี ในเขตกรุงเทพฯ ซึ่งสถานีบริการอัดประจุที่ทาง ปตท. ได้ดำเนินการแล้วเสร็จก็คือ สถานีอัดประจุไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมันครบวงจร PTT Greenergy Station ซึ่งตั้งอยู่ในโครงการ Community Mall, The Crystal PTT ถนนชัยพฤกษ์

รูปที่ 4 สถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการน้ำมันครบวงจร PTT Greenergy Station ถนนชัยพฤกษ์

- **งานวิจัยและพัฒนาโครงสร้างการอัดประจุไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)**

กฟภ. ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โดยศึกษาการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการจัดการระบบประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (Development of an EV Charging Infrastructure) เพื่อเตรียมตัวในการรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในระบบจำหน่ายในอนาคต ทั้งนี้ทาง กฟภ. ได้ร่วมมือกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยสนับสนุนทุนวิจัยในการพัฒนาระบบอัดประจุแบบ Quick Charge ของรถยนต์ไฟฟ้า โดยที่

สำนักงานใหญ่ของ กฟภ. ได้ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบ Quick Charge ซึ่งสามารถอัดประจุให้กับรถยนต์ไฟฟ้าจนเต็มได้ภายในเวลา 30 นาที

นอกจากนี้ กฟภ. ยังผสมผสานเอางานวิจัยพลังงานหมุนเวียน อาทิเช่น พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานลม และพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสถานีอัดประจุนี้ด้วย

รูปที่ 5 สถานีอัดประจุแบบ Quick Charge ที่ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ของ กฟภ.

2.6 ปัญหาและอุปสรรคด้านเทคนิคในการพัฒนายานพาหนะไฟฟ้า

หากมีการส่งเสริมสนับสนุนในการใช้ยานพาหนะไฟฟ้ามากขึ้น การเพิ่มปริมาณของยานยนต์ไฟฟ้าอาจส่งผลต่อปริมาณความต้องการไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการอัดประจุของรถยนต์ทั้งในพื้นที่บ้านพักอาศัยและตามสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าต่างๆ (Charging Station)

ประเทศที่มีการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้ามาระยะหนึ่ง อาจเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าได้ ซึ่งได้มีงานวิจัยนำเสนอปัญหาต่างๆ พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการลดผลกระทบและแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อที่จะเตรียมความพร้อมและวางแผนด้านการปรับปรุงระบบไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าอย่างรอบด้าน ทางคณะที่ปรึกษาได้รวมรวมงานศึกษาวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อระบบไฟฟ้า โดยแยกออกเป็นระบบไฟฟ้าทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ระบบผลิต, ระบบสายส่ง และระบบจำหน่าย สรุปได้ดังนี้

- **ปัญหา และแนวทางการแก้ไขในการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับระบบผลิตไฟฟ้า**
  - ผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าที่เป็นประเด็นหลักก็คือ การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะไปเพิ่ม Peak Demand ของระบบและ

ส่งผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าสำรองของระบบ ซึ่งในระยะยาวการเพิ่มขึ้นของปริมาณของรถยนต์ไฟฟ้าอาจทำให้กระทบกับแผน PDP ของประเทศ

- แนวทางแก้ปัญหาสามารถเริ่มขึ้นจากการควบคุมการอัดประจุอย่างง่าย เช่น การควบคุมการอัดประจุให้หน่วงเวลาออกไปในช่วงหลังหัวค่ำ หรืออีกทางเลือกหนึ่งก็คือการกำหนดราคารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ TOU Rate (Time of Use) ให้กับผู้ที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า

- **ปัญหา และแนวทางการแก้ไขในการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับระบบสายส่งไฟฟ้า**

  - การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าเป็นการไปเพิ่มความต้องการไฟฟ้าในระบบ ซึ่งหากปริมาณความต้องการไฟฟ้าส่วนเพิ่มดังกล่าวไปเพิ่มในช่วงที่ระบบไฟฟ้ามีปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงอยู่แล้ว ก็จะมีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดปัญหาความขับคั่ง และเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า
  - ซึ่งปัญหาทั้ง 2 ประเด็นข้างต้นในระบบสายส่งนั้นสามารถแก้ไขปัญหาด้านเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าได้ด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในระบบอยู่แล้ว ในระบบสายส่งจะมีหม้อแปลงซึ่งสามารถปรับระดับแรงดันไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ ทำให้ระดับแรงดันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และอุปกรณ์ไฟฟ้ายังทำงานอยู่ในสภาวะปกติ
  - สำหรับในปัญหาความขับคั่งในระบบสายส่งนั้น เนื่องจากระบบสายส่งไฟฟ้าจะใช้เงินลงทุนสูงมากในการก่อสร้าง ดังนั้นในระบบสายส่งโดยส่วนใหญ่จะก่อสร้างโดยเผื่อปริมาณการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าไว้ในปริมาณมาก เพื่อรองรับการขยายตัวของระบบไฟฟ้าในอนาคต ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาความขับคั่งในระบบสายส่งไฟฟ้ามากนัก

- **ปัญหา และแนวทางการแก้ไขในการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้า**

  - การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในบ้านพักอาศัย ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านพักอาศัยจะเชื่อมต่ออยู่กับระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่าย และสายป้อน (Feeder) ซึ่งเมื่อมีปริมาณความต้องการไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นจนเกินสายป้อนดังกล่าวรับภาระโหลดเกินแล้วระบบป้องกันจะทำงานปลดวงจรดังกล่าวออก เพื่อลดผลกระทบดังกล่าวที่จะไปก่อให้เกิดผลกระทบในสายป้อนอื่น

- แนวทางการลดผลกระทบในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ได้แก่ การติดตั้งระบบ Smart Charging ซึ่งเป็นระบบควบคุมการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าผ่านระบบไฟฟ้าแบบ Smart Grid ซึ่งจะทำให้รถยนต์ไฟฟ้าถูกควบคุมการอัดประจุโดยผู้ให้บริการไฟฟ้าในระบบจำหน่าย เป็นต้น

3. การศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของยานพาหนะไฟฟ้าต่อระบบสาธารณูปโภค และโครงสร้างพื้นฐาน

3.1 การสร้างแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบ

โดยปกติแล้วความต้องการไฟฟ้าในระบบจากการใช้งานปกติของผู้ใช้ไฟฟ้าจะมีอยู่ในปริมาณหนึ่ง ซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาของวัน และตามฤดูกาล แต่เมื่อมีการอัดประจุในรถยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าก็จะมีความต้องการส่วนเพิ่มอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งรูปแบบการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าในกรณีการอัดประจุแบบ Fast Charging จะมีค่ากำลังไฟฟ้าในการอัดประจุ (Charging Power) สูงกว่าในกรณีที่มีการอัดประจุแบบ Normal Charging หากในระบบไฟฟ้ามีการอัดประจุในระบบไฟฟ้าแบบ Fast Charging ในปริมาณมาก ระบบสายส่ง หรือสายป้อนไฟฟ้าอาจทำงานเกินค่าพิกัด หรือหากในอนาคตมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในปริมาณมาก แม้จะเป็นการอัดประจุแบบ Normal Charging ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาการใช้งานสายส่ง หรือสายป้อนเกินได้เช่นกัน

การสร้างแบบจำลองของโหลดอันเนื่องมาจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า จะต้องใช้สมมติฐานเพื่อกำหนดรูปแบบการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแบบ Normal และ Fast Charging ในการจัดทำแบบจำลองโหลดของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า สมมติฐานที่ควรพิจารณาคือ

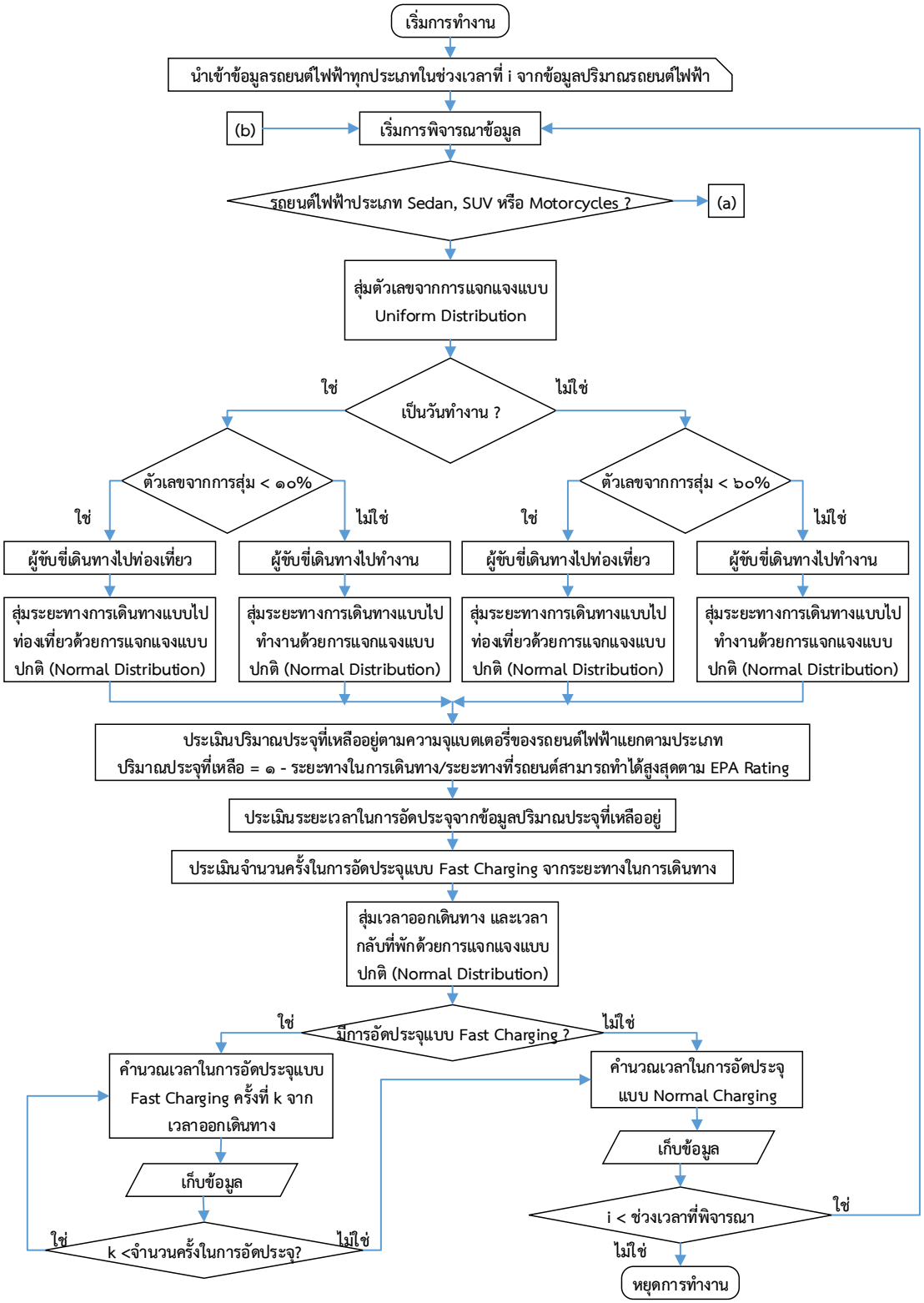
- ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า
- ระยะทางการใช้งานของรถยนต์ โดยจะขึ้นอยู่กับ
  - ประเภทของรถยนต์ไฟฟ้า
  - กำหนดให้ปริมาณประจุที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ (Stage of Charge, SOC) ของรถยนต์ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับระยะทางเฉลี่ยของรถยนต์
  - กำหนดให้สัดส่วนของประเภทรถยนต์ไฟฟ้ามีปริมาณร้อยละเหมือนกับรถยนต์ระบบเชื้อเพลิง
  - กำหนดให้ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละในแต่ละปีจากปีเริ่มต้นที่มีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

สำหรับข้อมูลจำเพาะของรถยนต์ไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับยี่ห้อ และรุ่นของรถยนต์ไฟฟ้าแต่ละคัน โดยที่ปรึกษาจะใช้ข้อมูลตามผู้ผลิตรถยนต์ และจะระบุให้รถยนต์แต่ละยี่ห้อเป็นตัวแทนของรถยนต์ไฟฟ้าในประเภทต่างๆ มาเป็นข้อมูลจำเพาะของรถยนต์ไฟฟ้าในการจัดทำความต้องการไฟฟ้า

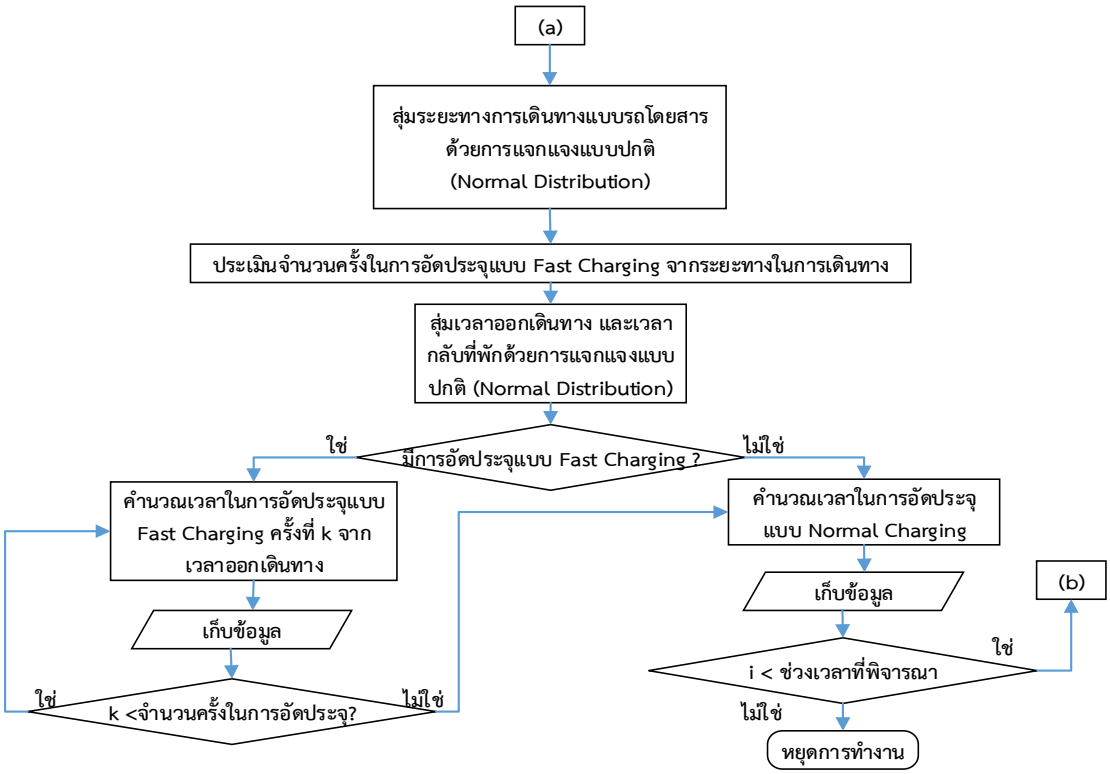
ปริมาณประจุที่เหลืออยู่ของรถยนต์ไฟฟ้า จะใช้การประเมินจากระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางของรถยนต์ไฟฟ้า โดยที่ปรึกษาได้กำหนดสมมติฐานว่า ระยะทางการเดินทางของรถยนต์ไฟฟ้ามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) มีค่าเฉลี่ยตามระยะทางเฉลี่ยของกรมการขนส่งทางบก และเพื่อให้ข้อมูลสะท้อนกับพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า ที่ปรึกษาได้กำหนดให้โอกาสที่ผู้ขับขี่จะเดินทางไปทำงาน หรือไปท่องเที่ยวในวันปกติ และวันหยุดด้วยความน่าจะเป็นที่แตกต่างกันตามการแจกแจงแบบ Uniform Distribution และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบกับระยะทางสูงสุดของรถยนต์ไฟฟ้าตามที่ระบุใน EPA Rating ก็จะสามารถประเมินปริมาณประจุที่เหลืออยู่ในรถยนต์ไฟฟ้าได้จากการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณประจุที่เหลือในแบตเตอรี่} = 1 - \frac{\text{ระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางของรถยนต์ไฟฟ้า}}{\text{ระยะทางสูงสุดตามที่ระบุใน EPA Rating}}$$

เมื่อทราบค่าประจุที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ก็จะสามารถประเมินระยะเวลาในการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าได้ จากนั้นเพื่อจำลองการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งมีการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าที่เวลาแตกต่างกันในระหว่างวัน การสุ่มช่วงเวลาในการอัดประจุที่ปรึกษาได้กำหนดให้เวลาในการออกจากบ้านและเวลาการกลับถึงที่พักของรถยนต์ไฟฟ้ามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ส่วนรูปแบบของการอัดประจุว่าเป็นแบบ Normal หรือ Fast Charging จะถูกประเมินจากการสุ่มระยะทางในการเดินทางของรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองความต้องการไฟฟ้าที่เกิดจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าดัง**รูปที่ 6** และ**รูปที่ 7**



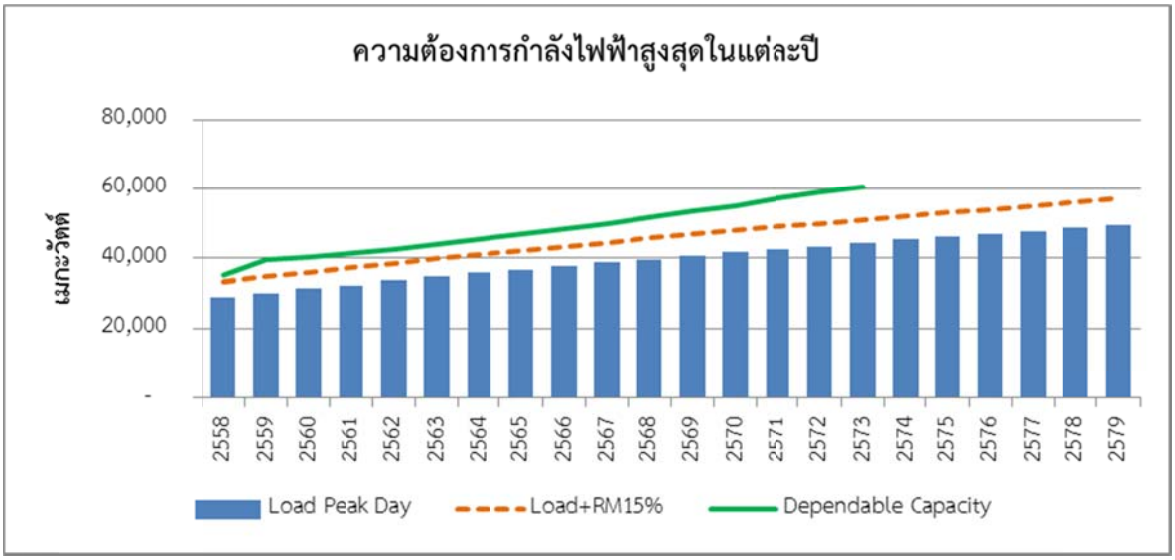
รูปที่ 6 ขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในส่วนที่ 1



รูปที่ 7 ขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในส่วนที่ 2

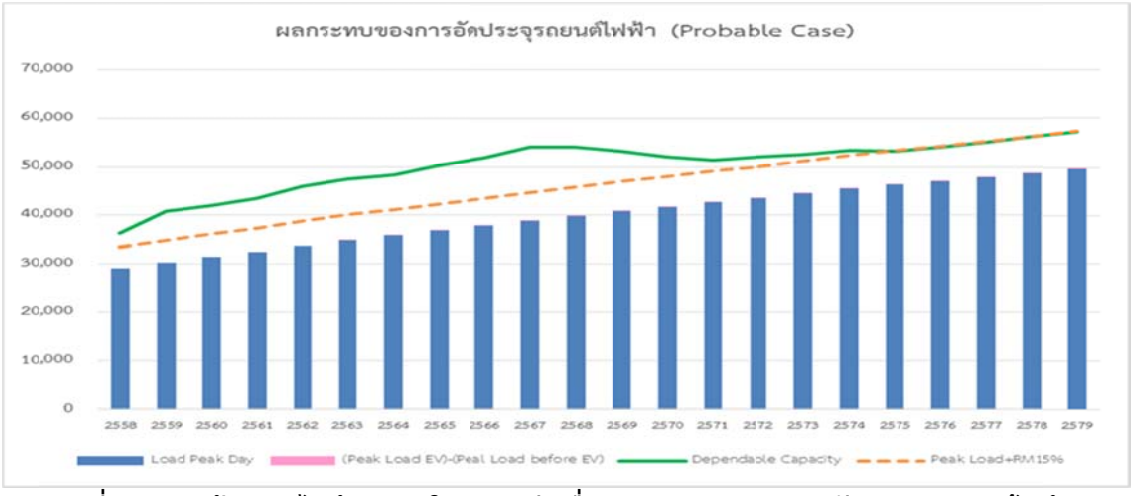
3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้า

การวิเคราะห์ผลกระทบการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้า จำเป็นต้องใช้ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยที่ปรึกษาได้พิจารณาข้อมูลจากแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (PDP) ซึ่งเป็นการประเมินในปี 2558 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 และใช้ข้อมูลการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2563-2579 อย่างไรก็ตามเนื่องจากตามแผน PDP ฉบับนี้จะมีข้อมูลของโรงไฟฟ้าบางส่วนในระบบกำลังจะถูกปลดระวางไป และยังไม่มีขนาดของโรงไฟฟ้าที่จะถูกดำเนินการก่อสร้างใหม่ในอนาคต ดังนั้นการประเมินกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าที่ปรึกษาจะใช้ข้อมูลกำลังการผลิตไฟฟ้าตามแผน PDP ในปี 2553 ซึ่งจะมีข้อมูลของโรงไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2558-2573 และในช่วงปี 2574-2579 นั้นจะมีโรงไฟฟ้าที่จะถูกก่อสร้างขึ้นมาใหม่อยู่แล้ว ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวกำลังการผลิตไฟฟ้าในระบบจะมีปริมาณมากกว่าความต้องการไฟฟ้าในระบบ ดังนั้นที่ปรึกษาจะใช้ค่าการพยากรณ์ปริมาณความต้องการไฟฟ้าดังกล่าวเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าโดยผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 8

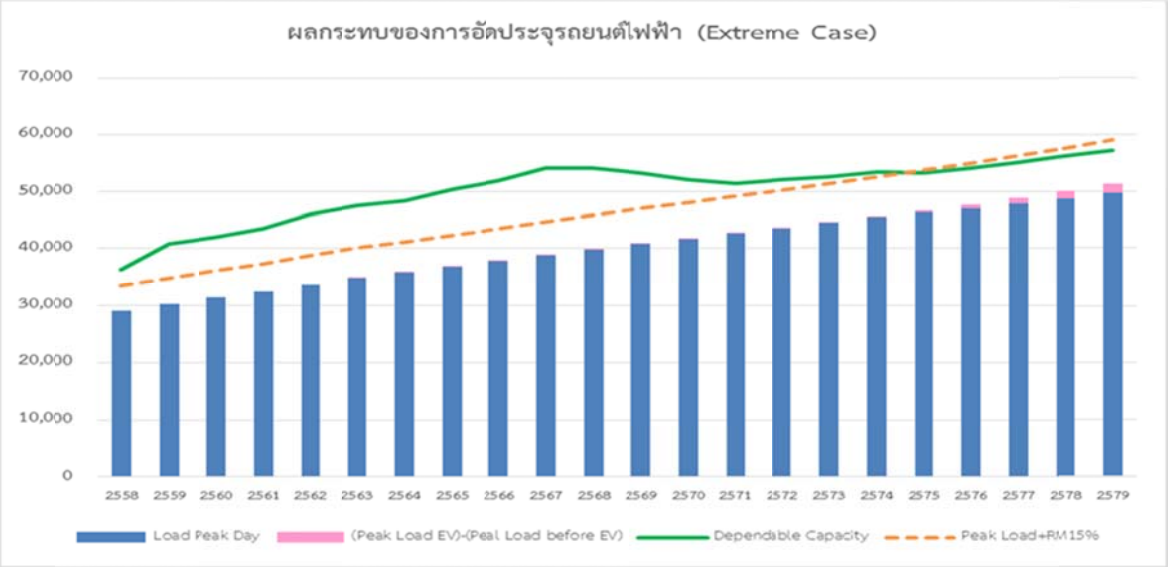


รูปที่ 8 ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละปีเมื่อพิจารณาผลจากยานพาหนะไฟฟ้า

ความต้องการใช้ไฟฟ้าจากรถยนต์ไฟฟ้า สามารถหาได้จากแบบจำลองความต้องการใช้ไฟฟ้าจากรถยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ ที่มีรูปแบบ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการอัดประจุที่แตกต่างกัน โดยผลการพิจารณาผลกระทบจะเริ่มตั้งแต่ปี 2563 ถึง ปี 2579 ซึ่งเป็นปีที่คาดว่าจะเริ่มมีการจำหน่าย และใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำข้อมูลปริมาณความต้องการไฟฟ้าของทั้งประเทศที่พิจารณาถึงการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้ามาพิจารณาเป็นรายชั่วโมง จะสามารถหาปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ในแต่ละปีได้ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดมาแสดงผลจะได้ผลการวิเคราะห์ออกมาดังแสดงใน**รูปที่ 9** และ**รูปที่ 10** โดยปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่พิจารณาการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าทั้ง 2 กรณี คือในกรณีที่เป็นไปได้ (Probable Case) และกรณีที่เกินความคาดหมาย (Extreme Case) โดยพิจารณาจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าจากส่วนแบ่งการตลาดจากยอดจำหน่ายรถยนต์ใหม่

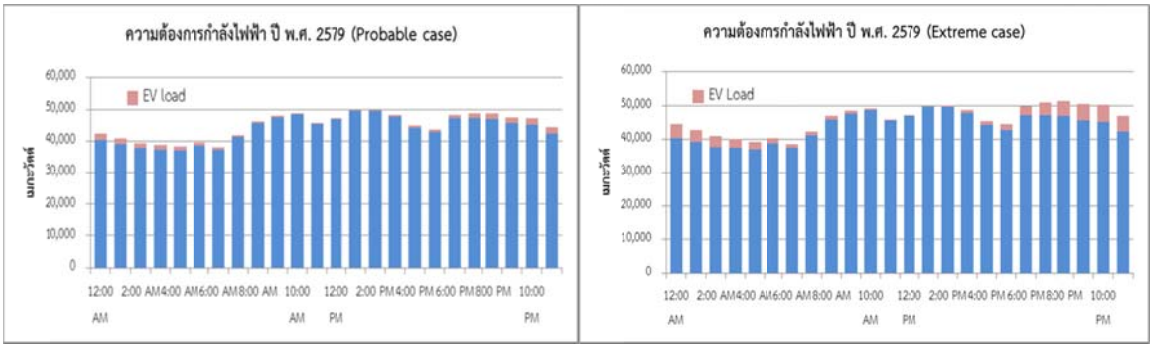


รูปที่ 9 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละปี เมื่อพิจารณาผลจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในกรณีที่เป็นไปได้ (Probable Case)



รูปที่ 10 ความต้องการฟ้าสูงสุดในแต่ละปี เมื่อพิจารณาผลจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในกรณีเกินความคาดหมาย (Extreme Case)

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า หากมีการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย จะไม่ส่งผลต่อระบบผลิตไฟฟ้า เนื่องจากเมื่อพิจารณาในช่วงที่มีปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load) ในแต่ละปี โดยเผื่อปริมาณกำลังการผลิตสำรองอีก 15% ปริมาณความต้องการไฟฟ้าดังกล่าวยังมีค่าน้อยกว่ากำลังการผลิตสำรองที่พึ่งได้ (Dependable Capacity) และหากพิจารณาปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละปี โดยพิจารณารายละเอียดของปริมาณความต้องการไฟฟ้าเป็นระดับรายชั่วโมง โดยในวันที่ระบบไฟฟ้าเกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Day) ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ผลกระทบในปี 2579 แสดงใน**รูปที่ 11**



รูปที่ 11 ความต้องการกำลังไฟฟ้าในวันที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละปีของประเทศ ในปี 2579

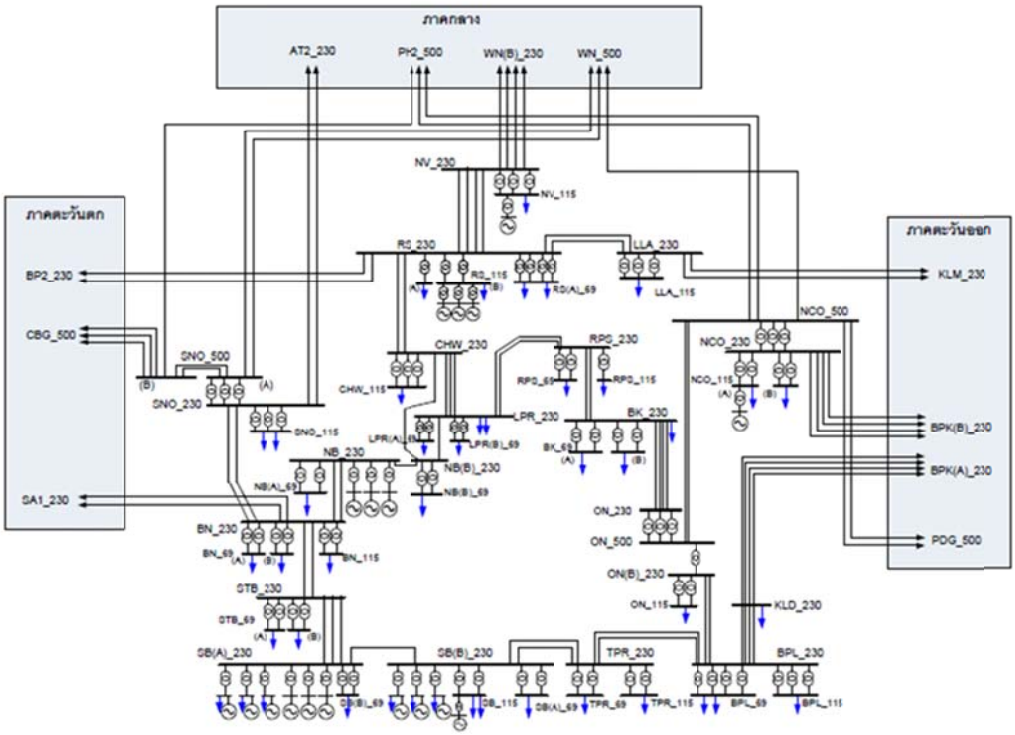
จาก**รูปที่ 11** ในช่วงท้ายของการพิจารณาผลกระทบในปี 2579 นั้น ผลกระทบจากรถยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งในช่วงปีหลังนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าจะมีผลต่อระบบผลิตไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ โดยสำหรับกรณี Probable Case นั้นยังคงมีปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 14.00 น. แต่สำหรับกรณี Extreme Case นั้น ปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวันเมื่อพิจารณาการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าแล้วจะเปลี่ยนเป็นช่วงเวลา 20.00 น. ซึ่งเป็นการเปลี่ยนช่วงเวลา Peak Load จากเดิมในช่วงบ่ายของวัน ไปเป็นช่วงค่ำของวัน และในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น พฤติกรรมการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะเป็นการอัดประจุแบบ Normal Charging ถึงแม้ว่าจะใช้กำลังในการอัดประจุน้อยกว่าการอัดประจุแบบ Fast Charging แต่การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าของผู้ขับขี่เมื่อกลับถึงบ้านพักของตนอาจมีปริมาณการอัดประจุจำนวนมาก เนื่องจากในช่วงปีดังกล่าวรถยนต์ไฟฟ้าจะมีปริมาณสูง และอาจกระทบต่อกำลังไฟฟ้าสำรองในช่วงเวลาหัวค่ำของวันได้

จากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้น ภาครัฐควรจะมีการพิจารณาจัดสรรโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมเพื่อคงค่าการสำรองไฟฟ้ารองรับช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุด อย่างไรก็ตามการจัดสรรโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมเพื่อรองรับรถยนต์ไฟฟ้ามีมูลค่าการลงทุนที่ค่อนข้างอาจจะไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากนัก เนื่องจากเป็นเพียงการรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่สูงขึ้นมาเล็กน้อย ที่ปรึกษาจึงมีความเห็นว่าควรลดผลกระทบในเชิงนโยบาย โดยการเลื่อนเวลาการอัดประจุไฟฟ้าของรถยนต์ไฟฟ้าออกไปจากเดิมสำหรับบ้านอยู่อาศัยจากสมมติฐานแบบจำลองที่ใช้ช่วงเวลาอัดประจุไฟฟ้าเป็นเวลาที่ผู้ใช้ยานพาหนะไฟฟ้ากลับถึงบ้าน ซึ่งมีระยะเวลาใกล้เคียงกันในช่วงหัวค่ำ เป็นเริ่มการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาก่อนเข้านอน หรือเลื่อนออกไปประมาณ 4-5 ชั่วโมง ส่งผลให้ไม่เกิดความต้องการไฟฟ้าในปริมาณสูงสำหรับช่วงหัวค่ำของวัน

3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้า

การประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้าจะใช้วิธีการวิเคราะห์กำลังการไหล (Power Flow Analysis) โดยพิจารณาปัจจัยทั้ง 3 ส่วน คือ พิกัดกำลังหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้า ขีดจำกัดของสายส่งไฟฟ้า และขนาดของแรงดันไฟฟ้าในระบบ หากปัจจัยข้างต้นมีการละเมิดแล้วก็จะถือว่าระบบสายส่งไฟฟ้าไม่สามารถทำหน้าที่ในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าได้ ระบบสายส่งไฟฟ้าที่ใช้ในการนำเสนอผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า คือ ระบบสายส่งไฟฟ้าของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล แผนผังของระบบสายส่งไฟฟ้าแสดงดัง**รูปที่ 12**

การประเมินผลกระทบของระบบสายส่งไฟฟ้าดังกล่าวเป็นการประเมินเพียงเฉพาะพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลเท่านั้น เนื่องจากการประเมินผลกระทบต่อระบบสายส่งของทั้งประเทศต้องใช้ข้อมูลสายส่งไฟฟ้าทั้งประเทศซึ่งมีปริมาณข้อมูลมาก และมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงข้อมูล อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติแล้ว แนวโน้มการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในเมืองใหญ่ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าพื้นที่ทั่วไป



รูปที่ 12 แผนภาพ Single Line Diagram ของระบบสายส่งพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

การวางแผนปรับปรุงระบบสายส่งจะอาศัยวิธีการวิเคราะห์ Power Flow โดยจะวิเคราะห์ในช่วงที่ระบบสายส่งไฟฟ้ารองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าในช่วงที่มีปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) เพื่อต้องการพิจารณาว่าระบบสายส่งไฟฟ้าเมื่อรองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าในกรณีนี้จะส่งผลอย่างไรต่อระบบสายส่งหรือไม่ หากไม่เกิดปัญหาใดก็จะถือว่าระบบสายส่งไฟฟ้าดังกล่าวสามารถรองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าในช่วงที่เกิดปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด และสามารถรองรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าทุกช่วงโหลดได้อย่างปลอดภัย แต่หากเกิดผลกระทบอื่นๆ เช่น อาจเกิดแรงดันไฟฟ้าตกเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือเกิดสายส่งบางเส้นรับการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าเกินพิกัด เป็นต้น แสดงว่าการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีผลกระทบต่อระบบสายส่งไฟฟ้า ควรจะมีพิจารณาปรับปรุงระบบสายส่งในส่วนที่เกิดปัญหานั้นๆ หรือหาแนวทางลดผลกระทบที่เกิดขึ้น ผลการประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อระบบสายส่งไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าต่อระบบสายส่งไฟฟ้า

ปี	กำลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	กำลังไฟฟ้าจาก EV (MW)	กำลังไฟฟ้าสูงสุดรวม (MW)	ผลการประเมิน	หมายเหตุ
2563	10,110.51	0.78	10,111.29	ผ่าน	
2564	10,331.75	1.60	10,333.35	ผ่าน	ปรับปรุงระบบครั้งที่ 1
2565	10,557.05	2.49	10,559.54	ผ่าน	
2566	10,785.16	3.44	10,788.60	ผ่าน	
2567	11,023.55	4.46	11,028.01	ผ่าน	
2568	11,264.55	5.59	11,270.14	ผ่าน	
2569	11,505.86	6.78	11,512.64	ผ่าน	ปรับปรุงระบบครั้งที่ 2
2570	11,737.09	8.07	11,745.16	ผ่าน	
2571	11,951.64	9.44	11,961.08	ผ่าน	
2572	12,158.72	10.93	12,169.65	ผ่าน	
2573	12,336.55	12.52	12,349.07	ผ่าน	
2574	10,016.40	2,036.12	12,052.52	ผ่าน	ปรับปรุงระบบครั้งที่ 3
2575	10,146.96	2,311.35	12,458.31	ผ่าน	
2576	10,278.42	2,611.97	12,890.39	ผ่าน	
2577	10,410.46	2,941.10	13,351.56	ผ่าน	
2578	10,546.26	3,302.29	13,848.55	ผ่าน	
2579	10,689.70	3,699.52	14,389.22	ผ่าน	ปรับปรุงระบบครั้งที่ 4

จากผลการประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในระบบผลิตไฟฟ้าที่กล่าวไปแล้ว ในช่วงปีท้ายของการพิจารณาตั้งแต่ปี พ.ศ.2573-2579 จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มมากขึ้น และพฤติกรรมการอัดประจุของผู้ขับขี่จะมีปริมาณมากในช่วงหัวค่ำ 19.00 น. ซึ่งหากใช้สมมติฐานการพิจารณาผลกระทบในระบบสายส่งไฟฟ้าแล้ว ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑลจะมีปริมาณเป็น 80% ของจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศ ดังนั้นหากเกิดการอัดประจุในพื้นที่ภาคกลางในช่วงเวลา 19.00 น. เป็นจำนวนมาก และเนื่องจากโรงไฟฟ้าในภาคกลางนั้นมีจำนวนน้อย โดยปกติแล้วภาคกลางจะได้รับการส่งผ่านไฟฟ้าจากระบบสายส่ง Tie-line ที่เชื่อมโยงระบบสายส่งภาคกลาง, ภาคตะวันตก, ภาคตะวันออก รวมไปถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือเข้าด้วยกัน ในกรณีนี้นอกจากโรงไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งต้องผลิตไฟฟ้ารองรับกับปริมาณความต้องการไฟฟ้าในพื้นที่ของตนเองแล้ว ยังต้องส่งไฟฟ้าผ่านระบบสายส่ง Tie-line นี้ เพื่อช่วยจ่ายไฟฟ้าให้กับภาคกลาง เมื่อระบบสายส่ง Tie-line ต้องรับภาระงานในช่วงหัวค่ำนี้ หากเกิดเหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว ย่อมส่งผล

กระทบต่อการดำเนินการแก้ไขปัญหาของระบบไฟฟ้าในช่วงที่เกิดเหตุขัดข้อง เนื่องจากกำลังการผลิตสำรองของโรงไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับผลกระทบจากการที่ต้องจ่ายไฟฟ้าไปช่วยระบบไฟฟ้าในภาคกลาง

จากปัญหาที่อาจเกิดขึ้นหากมีปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ที่ปรึกษาได้ศึกษาจะจัดทำแนวทางการปรับปรุงระบบสายส่ง หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อเกิดปัญหาในระบบสายส่งดังต่อไปนี้

1. **ปัญหาหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าทำงานเกินค่าพิกัดกำลัง** ทำการปรับปรุงระบบโดยการขยายขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าจึงเป็นการปรับปรุงระบบสายส่งที่สามารถครอบคลุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์
2. **ปัญหาสายส่งไฟฟ้ารับกำลังไฟฟ้าเกินค่าพิกัดกำลัง** สามารถแก้ไขได้ด้วยการก่อสร้างระบบสายส่งไฟฟ้าเพื่อรองรับกับความต้องการในระบบไฟฟ้าตามแผนการพัฒนาสายส่งไฟฟ้าของ กฟผ.
3. **ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกในสถานีไฟฟ้า** สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณีดังคือ

3.1 หากในระบบไฟฟ้าเกิดแรงดันตกในสภาวะเพียงชั่วครู่ ระดับแรงดันไฟฟ้ามีระดับขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา ในกรณีนี้อุปกรณ์ที่สามารถยกระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบ และเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบอยู่ในระดับที่ปกติแล้ว อุปกรณ์ดังกล่าวก็สามารถหยุดการทำงานได้ก็คือหม้อแปลงไฟฟ้าที่ปรับแท็ปได้ (Tap Change Transformer) ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดดังกล่าวจึงช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงไปมาอย่างรวดเร็วได้

3.2 หากในระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าตกเป็นเวลานาน และไม่ได้มีพฤติกรรมของระดับแรงดันเปลี่ยนแปลงไปมาเหมือนกับกรณีแรก การติดตั้งตัวเก็บประจุ หรือ Capacitor Bank ที่สถานีไฟฟ้าจะช่วยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าได้ Capacitor Bank จะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงที่ช่วยจ่าย Reactive Power ซึ่งมีผลต่อระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบ ในช่วงที่ระบบไฟฟ้ามีระดับแรงดันต่ำกว่าที่ค่าที่ควบคุม Capacitor Bank จะถูกเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า และจ่าย Reactive Power เพื่อยกระดับแรงดันในระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น แต่การติดตั้ง Capacitor Bank ในสถานีไฟฟ้านั้น นอกจากจะต้องศึกษาระดับแรงดันไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการศึกษาเรื่องปัญหา Harmonics อีกด้วย เพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้งานอุปกรณ์อีกด้วย

3.4 การวิเคราะห์ผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าในระบบสายจำหน่ายไฟฟ้า

สำหรับการนำเสนอผลกระทบในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ปรึกษาจะกำหนดค่าสัดส่วนการใช้งานของหม้อแปลงขึ้นมาค่าหนึ่ง และประเมินผลกระทบโดยการเพิ่มปริมาณการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าขึ้นเรื่อยๆ โดยประเมินผลกระทบ 2 ปัญหา คือ พิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า และปัญหาแรงดันตกในสายป้อน โดยหากปัญหาใดใน 2 ปัญหานี้ถูกละเมิดก่อนก็จะถือว่าระบบสายป้อนดังกล่าวสามารถรองรับปริมาณการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าได้เท่ากับปริมาณรถยนต์ไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าตามรูปแบบมาตรฐานของสายป้อน โดยประเมินที่ค่า Utilization Factor 0.6

รูปแบบของสายป้อน	การประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า		
	โหลดหนาแน่นต้นสาย	โหลดสม่ำเสมอ	โหลดหนาแน่นปลายสาย
หม้อแปลง 50 kVA, 2 สายป้อน	2*	2*	2*
หม้อแปลง 100 kVA, 2 สายป้อน	5*	5*	4**
หม้อแปลง 160 kVA, 2 สายป้อน	8*	8*	6**
หม้อแปลง 160 kVA, 3 สายป้อน	8*	8*	6**
หม้อแปลง 250 kVA, 2 สายป้อน	13*	13*	12**
หม้อแปลง 250 kVA, 3 สายป้อน	13*	13*	12**
หม้อแปลง 250 kVA, 4 สายป้อน	13*	13*	12**

*หมายเหตุ *ละเมิดเงื่อนไขด้านพิกัดกำลังหม้อแปลงไฟฟ้า, **ละเมิดเงื่อนไขปัญหาแรงดันตกในสายป้อน*

จากผลการประเมินใน**ตารางที่ 2** จะเห็นได้ว่าในกรณีที่โหลดในสายป้อนมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นต้นสาย และกระจายตัวสม่ำเสมอนั้น การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในสายป้อนจะส่งผลกระทบต่อพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า ในทางตรงกันข้ามสำหรับกรณีที่โหลดในสายป้อนมีการกระจายตัวหนาแน่นปลายสายการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดปัญหาแรงดันตกในสายป้อนก่อน เนื่องมาจากในกรณีที่โหลดหนาแน่นปลายสายนั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกในกรณีปกติอยู่แล้ว การเพิ่มปริมาณโหลดจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะทำให้ผลของปัญหาแรงดันตกเด่นชัดขึ้น และเกิดปัญหาแรงดันตกในสายป้อนก่อนที่จะก่อให้เกิดปัญหาพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ในกรณีของสายป้อนมาตรฐาน 2 สายป้อนหม้อแปลงไฟฟ้า 50 kVA นั้นเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่แล้ว ไม่ว่าการกระจายตัวของโหลดในสายป้อนจะเป็นอย่างไร การอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดผลกระทบต่อพิกัดกำลังของหม้อแปลงไฟฟ้าก่อนปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกในสายป้อน

จากการประเมินผลกระทบของการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าตามรูปแบบการติดตั้งของสายป้อนมาตรฐานของ กฟน. พบว่า ในสายป้อนที่ค่า Utilization factor ไม่มากนัก (ประมาณ 0.4-0.6) นั้น

สามารถรองรับการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าได้โดยประมาณไม่เกิน 15 คัน แต่หม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายขนาด 250 kVA จะจ่ายโหลดที่เป็นบ้านพักอาศัยประมาณไม่เกิน 20 บ้าน ซึ่งเมื่อคิดเป็นอัตราส่วนรถยนต์ไฟฟ้าต่อบ้านพักอาศัยของประชาชนต่อหนึ่งสายป้อนแล้วเท่ากับ 75% และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการพยากรณ์จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าสะสมเปรียบเทียบกับปริมาณรถยนต์ในระบบเชื้อเพลิงของปี 2573 ซึ่งสัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าต่อรถยนต์ในระบบเชื้อเพลิงเป็น 12.5% (ในปี 2573 การพยากรณ์คาดการณ์รถยนต์ในระบบเชื้อเพลิงมีปริมาณเป็น 37,569,903 คัน และรถยนต์ไฟฟ้ามีปริมาณเป็น 4,701,804 คัน) จะเห็นได้ว่าสายป้อนดังกล่าวยังคงรองรับกับปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าที่เข้ามาอัดประจุในสายป้อนได้ แต่ในอนาคตหากมีการขยายตัวของชุมชนเมืองมากขึ้น มีการใช้พลังงานมากขึ้น ความต้องการไฟฟ้าในสายป้อนย่อมมีปริมาณมากขึ้น จึงอาจทำให้สัดส่วนการใช้งานหม้อแปลง หรือ ค่า Utilization Factor ของหม้อแปลงมีค่าสูงมากขึ้น สายป้อนดังกล่าวอาจไม่สามารถรองรับกับปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าที่เข้ามาทำการอัดประจุไฟฟ้าในอนาคตก็เป็นได้ เช่นเดียวกันกับในกรณีที่หม้อแปลงไฟฟ้าดังกล่าวมีค่า Utilization Factor สูงอยู่แล้ว ก็ไม่สามารถรองรับปริมาณการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าได้มากนัก ประกอบกับการขยายตัวของโหลดเพิ่มมากขึ้นในอนาคต การอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้าอาจกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าก็เป็นได้

อย่างไรก็ตาม สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น 50-100 kVA อาจรองรับปริมาณการอัดประจุไฟฟ้าได้น้อย และอาจส่งผลต่อปัญหาอุปกรณ์ไฟฟ้าเสื่อมสภาพได้ เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดดังกล่าวจะรับโหลดในปริมาณสูงตลอดทั้งวัน วิธีการแก้ไขปัญหาผลกระทบดังกล่าวที่ดีที่สุดก็คือการใช้การบริหารจัดการปริมาณความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าผ่านระบบไฟฟ้าแบบ Smart Grid ซึ่งเมื่อรถยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่อเพื่อขออัดประจุ ผู้ให้การบริการไฟฟ้าสามารถทราบข้อมูลการใช้งานของสายป้อนที่รถยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่ออยู่ และเลือกที่จะอนุญาตให้อัดประจุ หรือให้รถยนต์ไฟฟ้ารอการอัดประจุก่อน เนื่องจากสายป้อนดังกล่าวถูกใช้งานเกินค่าพิกัดแล้ว ซึ่งการลงทุนบริการจัดการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแบบ Smart Grid นี้ใช้เงินลงทุนที่ค่อนข้างสูง และอาจยังไม่เหมาะสมในการลงทุนระบบดังกล่าวสำหรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในระยะเริ่มแรก ทั้งนี้การลดผลกระทบในระบบจำหน่ายไฟฟ้าในช่วงแรกของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจัดทำนโยบายการพิจารณาค่าไฟฟ้าตามเวลา TOU สำหรับผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า
2. การหน่วงเวลาการอัดประจุด้วยฟังก์ชั่นการใช้งานของเครื่องอัดประจุในบ้านพักอาศัย

4. การสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า

เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาธารณูปโภคพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ การจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้กับยานพาหนะไฟฟ้าโดยเฉพาะพื้นที่ในกรุงเทพมหานครเป็นการเฉพาะ เพื่อเตรียมความพร้อมในอนาคต

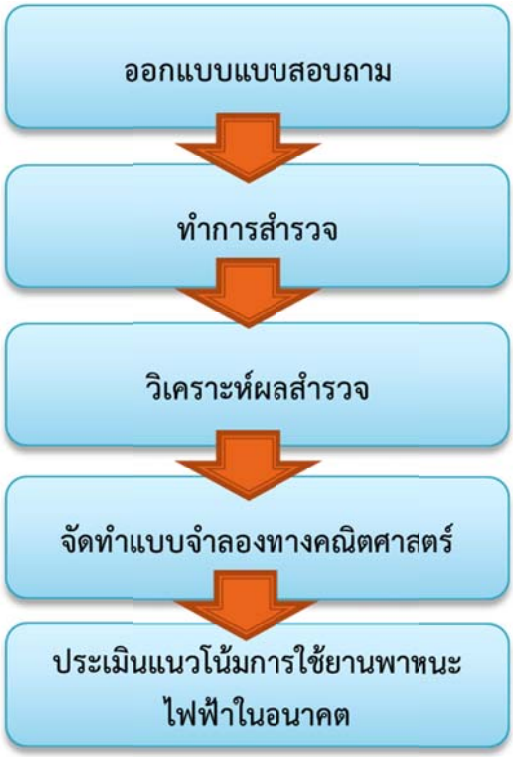
4.1 การศึกษาระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็น

การศึกษาระบบสาธารณูปโภคที่จำเป็นสำหรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า ที่ปรึกษาจะอ้างอิงจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้กล่าวถึงสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งในส่วนของระบบไฟฟ้าทั้งด้านการผลิต สายส่ง และระบบจำหน่าย ได้กล่าวไปแล้ว ในหัวข้อนี้จะพิจารณาที่สถานีบริการอัดประจุ โดยลักษณะการอัดประจุไฟฟ้าจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงสถานีที่ในการอัดประจุไฟฟ้าโดยจะพิจารณาถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้านอกที่อยู่อาศัย ซึ่งโดยประเภทสถานที่จัดทำข้อมูลสำหรับวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

1) สถานีบริการน้ำมัน
2) ห้างสรรพสินค้า ซุปเปอร์มาร์เก็ต ไฮเปอร์มาเก็ต
3) สวนสาธารณะที่มีพื้นที่จอดรถ
4) อาคาร สำนักงาน อาคารจอดรถ

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า

เพื่อเป็นการสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ยานพาหนะทั่วไป รวมถึงยานพาหนะไฟฟ้าในปัจจุบัน โดยที่ปรึกษามีขั้นตอนดัง**รูปที่ 13**



รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินการสำรวจด้วยแบบสอบถาม

วิธีการสำรวจจะใช้การสัมภาษณ์ผู้ถูกสำรวจแบบ Face-to-Face โดยที่มีประเด็นคำถามดังนี้คือ

- พฤติกรรมการใช้งานสาธารณูปโภคพื้นฐานในปัจจุบัน
- ปัจจัยที่มีผลกระทบกับการเลือกเปลี่ยนการใช้ยานพาหนะ
- ความคิดเห็นถึงพฤติกรรมการใช้งานสาธารณูปโภคจากยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคต
- ข้อเสนอแนะจากผู้ถูกสำรวจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

กลุ่มตัวอย่างที่ดำเนินการสำรวจจำนวน 7,000 ชุด โดยกระจายเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 1,000 ตัวอย่าง ประกอบด้วย

(1) ในกรุงเทพฯ บริเวณใจกลางเมือง (1,000 ชุด) ทิศเหนือ (1,000 ชุด) ทิศใต้ (1,000 ชุด) ทิศตะวันออก (1,000 ชุด) และ ทิศตะวันตก (1,000 ชุด)

(2) จังหวัดสมุทรปราการ (1,000 ชุด)

(3) จังหวัดนนทบุรี (1,000 ชุด)

เพื่อการกระจายตัวของข้อมูล ซึ่งใน 1,000 ตัวอย่างนี้จะแบ่งเป็นผู้ขับขี่รถยนต์ 500 ชุด และ ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ 500 ชุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมในประเภทของยานพาหนะมากขึ้น

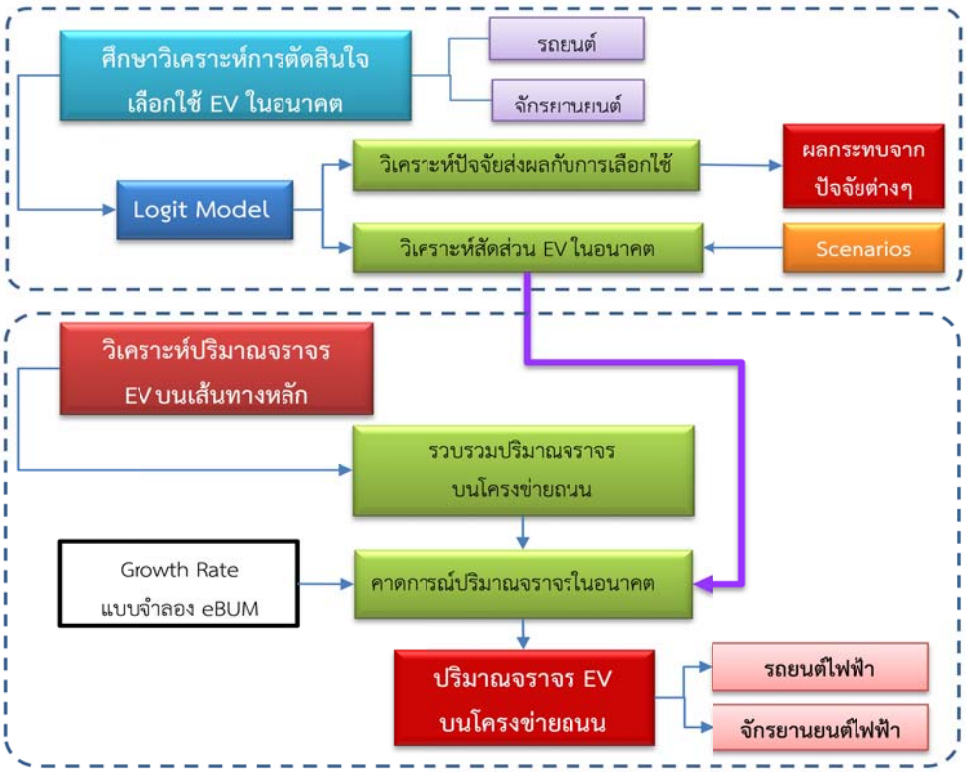
4.3 การศึกษาและคาดการณ์ปริมาณยานพาหนะไฟฟ้าบนถนนสายหลักในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ในการศึกษานี้แบ่งงานในการศึกษาเป็น 2 ส่วนหลัก ประกอบด้วย

1) ศึกษาวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคต

2) ศึกษาคาดการณ์ปริมาณจราจรยานพาหนะไฟฟ้าบนถนนสายหลัก

โดยขั้นตอนการศึกษาสรุปได้ดัง**รูปที่ 14**



รูปที่ 14 ขั้นตอนการศึกษาคาดการณ์ปริมาณจราจรยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคต

ในการศึกษาได้แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่มีความเป็นไปได้ (Probable Case) และกรณีสูงสุด (Extreme Case) โดยสรุปผลคาดการณ์ปริมาณรถยนต์และรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลคาดการณ์ปริมาณรถยนต์ในพื้นที่ศึกษา

รถยนต์	ปี พ.ศ.				
	2563	2567	2571	2575	2579
ปริมาณรถจดทะเบียนใหม่รายปี	127,395	137,357	148,097	159,677	172,163
ปริมาณรถจดทะเบียนใหม่สะสม ตั้งแต่ปี 2563	127,395	272,152	293,433	316,377	2,528,367
ปริมาณรถจดทะเบียนสะสม (หักรถ retirement ออกแล้ว)	4,347,633	4,687,590	5,054,130	5,449,330	5,875,433
Probable Case					
สัดส่วนรถ EV	1.3%	5.1%	11.8%	22.6%	43.5%
คาดการณ์ปริมาณ EV รถรายปี	1,656	7,023	17,410	36,089	74,809
คาดการณ์ปริมาณ EV รถสะสม	1,656	19,109	72,498	183,170	412,581
สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าสะสม/ รถจดทะเบียนสะสม	0.04%	0.41%	1.43%	3.36%	7.02%

รถยนต์	ปี พ.ศ.				
	2563	2567	2571	2575	2579
Extreme Case					
สัดส่วนรถ EV	7.2%	13.8%	22.3%	33.9%	51.5%
คาดการณ์ปริมาณ EV รถรายปี	9,172	19,014	33,039	54,129	88,684
คาดการณ์ปริมาณ EV รถสะสม	9,172	67,362	176,795	356,088	649,836
สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าสะสม/ รถจดทะเบียนสะสม	0.21%	1.44%	3.50%	6.53%	11.06%

ที่มา : จากการประเมินของที่ปรึกษา สัดส่วนยานพาหนะไฟฟ้าจากผลการศึกษาของสถาบันยานยนต์ (TAI)

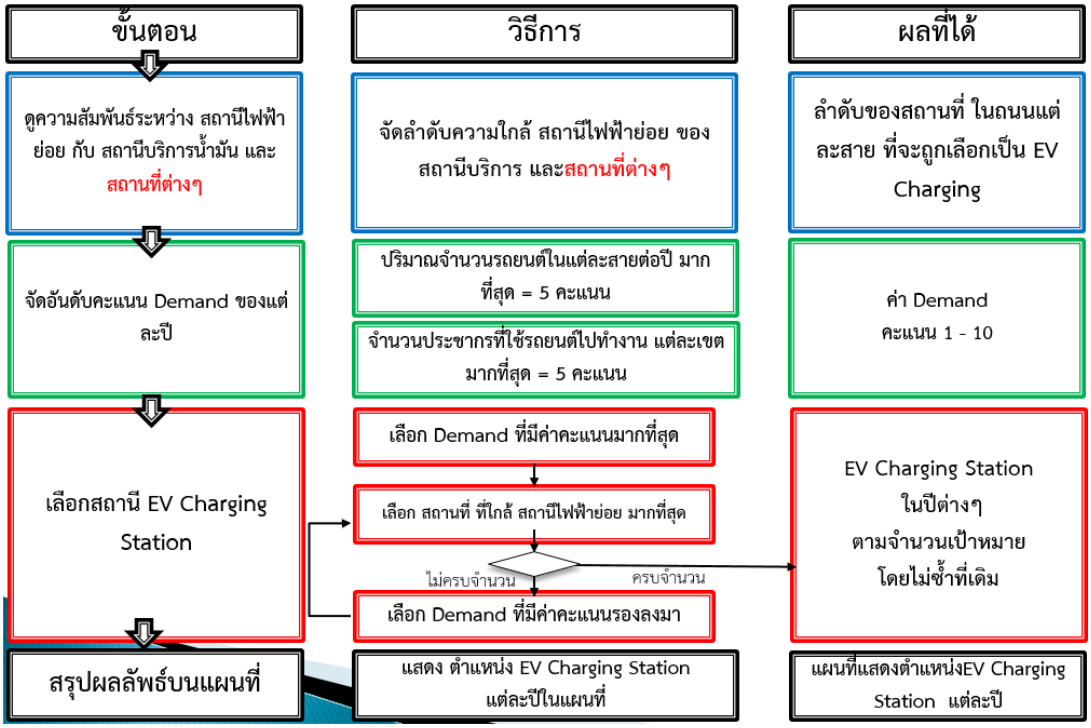
ตารางที่ 4 ผลคาดการณ์ปริมาณรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษา

รถจักรยานยนต์	ปี พ.ศ.				
	2563	2567	2571	2575	2579
ปริมาณรถจดทะเบียนใหม่รายปี	406,292	438,061	472,314	509,246	549,066
ปริมาณรถจดทะเบียนใหม่สะสม ตั้งแต่ปี 2563	406,292	867,954	935,822	1,008,998	8,063,523
ปริมาณรถจดทะเบียนสะสม (หักรถ retirement ออกแล้ว)	3,311,440	3,570,373	3,849,553	4,150,564	4,475,111
Probable Case					
สัดส่วนรถ EV	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
คาดการณ์ปริมาณ EV รถรายปี	4,063	4,381	4,723	5,092	5,491
คาดการณ์ปริมาณ EV รถสะสม	4,063	15,500	28,995	43,545	59,233
สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าสะสม / รถจดทะเบียนสะสม	0.12%	0.43%	0.75%	1.05%	1.32%
Extreme Case					
สัดส่วนรถ EV	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
คาดการณ์ปริมาณ EV รถรายปี	20,315	21,903	23,616	25,462	27,453
คาดการณ์ปริมาณ EV รถสะสม	20,315	77,502	144,976	217,725	296,163
สัดส่วนรถยนต์ไฟฟ้าสะสม/ รถจดทะเบียนสะสม	0.61%	2.17%	3.77%	5.25%	6.62%

ที่มา : จากการประเมินของที่ปรึกษา สัดส่วนยานพาหนะไฟฟ้าจากผลการศึกษาของสถาบันยานยนต์ (TAI)

4.4 การศึกษาและจัดทำแผนที่ตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีศักยภาพ

ถนนสายสำคัญในพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยถนนสายสำคัญในเขตกรุงเทพฯ นนทบุรี และสมุทรปราการ ทั้งหมด 152 สาย ทำการจัดสร้างข้อมูล GIS โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายในปี พ.ศ.2557ในการสร้างเส้น Graphic จำลองเส้นถนนสายสำคัญโดยสามารถวัดความยาว และมีมาตราส่วนที่ใกล้เคียงกับเส้นถนนจริงบนพื้นผิวโลก เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์เชิงตำแหน่ง โดยพบว่า ฐานข้อมูลการจดทะเบียนพาณิชย์ปี พ.ศ.2557 – 2558 มีสถานีบริการน้ำมันในเขตพื้นที่ศึกษาจำนวน 522 แห่ง และสถานที่สำคัญจากฐานข้อมูล FGDS (Fundamental Geographic Data Set) พ.ศ.2557 – 2558 จำนวน 722 แห่ง แล้วรวบรวมสถานีไฟฟ้าย่อยในพื้นที่จำนวน 147 สถานี จากนั้นกันขอบเขตจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2556- 2557 เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งสถานีประจุไฟฟ้าที่มีศักยภาพ



รูปที่ 15 หลักการคัดเลือกสถานที่ ที่จะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคต

จากการศึกษาสามารถสรุปผลการคัดเลือกสถานีอัดประจุในปีต่างๆ กรณี Probable Case และกรณี Extreme Case ดัง**ตารางที่ 5** และ **6** ตามลำดับ

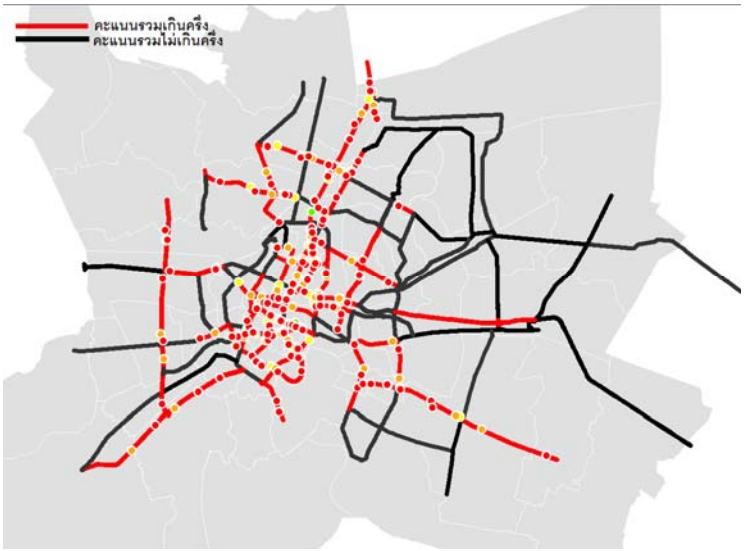
ตารางที่ 5 สรุปผลการคัดเลือกสถานีอัดประจุในปีต่างๆ กรณี Probable Case

ปี พ.ศ.	สถานีบริการน้ำมัน	ห้างสรรพสินค้า/ไฮเปอร์มาร์เก็ต	อาคารสำนักงาน	รวม
2563	-	-	1	1
2567	4	1	5	10
2571	13	7	11	31
2575	32	11	21	64
2579	41	54	39	126

ตารางที่ 6 สรุปผลการคัดเลือกสถานีอัดประจุในปีต่างๆ กรณี Extreme Case

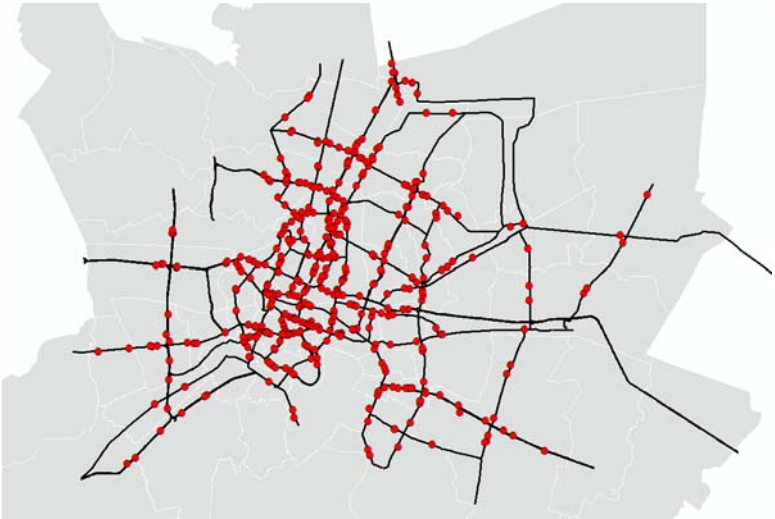
ปี พ.ศ.	สถานีบริการน้ำมัน	ห้างสรรพสินค้า ไฮเปอร์มาร์เก็ต	อาคารสำนักงาน	รวม
2563	1	1	3	5
2567	22	7	5	34
2571	25	17	22	64
2575	56	9	39	104
2579	77	42	39	158

ในกรณีของ Probable Case จะเห็นได้ว่าการกระจายตัวกันของสถานีอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละปีนั้นจะอยู่ใจกลางเมืองเนื่องจากมีปริมาณการจราจรในแต่ละปีที่มาก และเป็นเขตที่ผู้คนไปทำงานมาก ส่วนถนนที่ไม่ได้คัดเลือกสถานที่เป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้า เนื่องจากมีคะแนนรวมของข้อมูลถนนสายสำคัญในพื้นที่ศึกษา กับ คะแนนข้อมูลพื้นที่แสดงความหนาแน่นของผู้ใช้รถยนต์ไปทำงานในที่ต่างๆ ที่ไม่เกินครึ่งหนึ่งทั้ง 5 ปี โดยเทียบกับคะแนนรวมมากที่สุดในแต่ละปี



ตัวอย่าง ภาพรวมของการกระจายตัวสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปี พ.ศ.2563 – 2579 กรณี Probable Case

ส่วนกรณีของ Extreme Case นั้น การกระจายตัวของสถานีอัดประจุนับรวมทุกปี มีลักษณะครอบคลุมเกถนนเกือบทุกสาย เนื่องจากมีปริมาณจราจรในท้องถนนปีต่างๆ มากขึ้นทำให้คะแนนรวมของข้อมูลถนนสายสำคัญในพื้นที่ศึกษา กับ คะแนนข้อมูลพื้นที่แสดงความหนาแน่นของผู้ใช้รถยนต์ไปทำงานในที่ต่างๆ มีค่าเฉลี่ย เกินครึ่งของถนนที่มีคะแนนมากที่สุดในแต่ละปี



ตัวอย่าง ภาพรวมของการกระจายตัวสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปี พ.ศ.2563 – 2579 กรณี Extreme Case

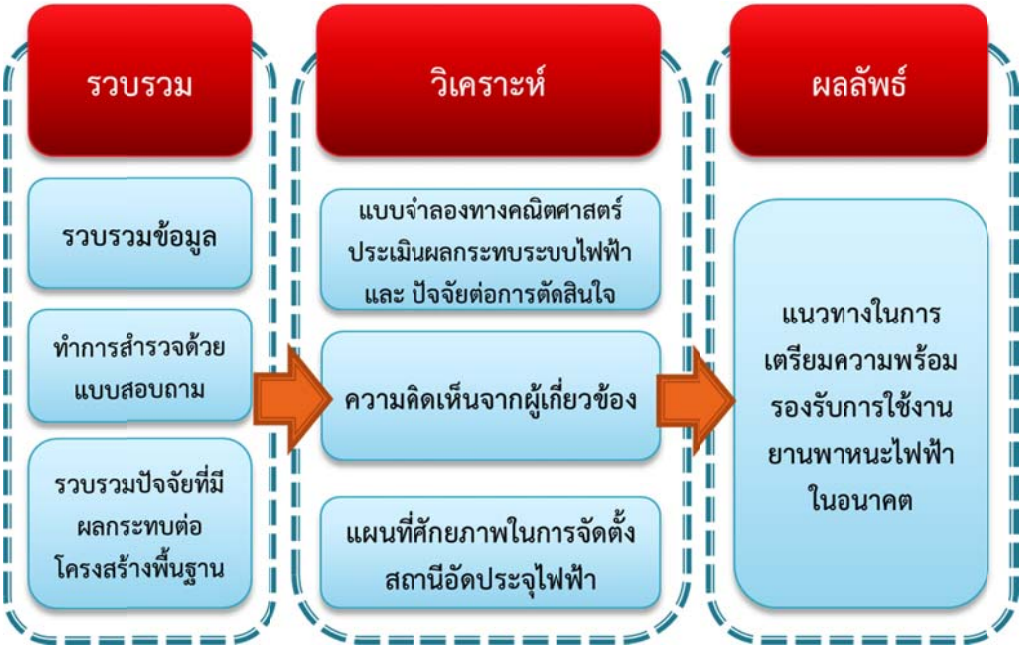
5. การสัมมนาและรับฟังความคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากการสัมมนาเพื่อรับฟังความคิดเห็นและการจัดสัมมนากลุ่มย่อย กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปข้อคิดเห็นได้ดังนี้

- การส่งเสริมหรือสนับสนุนการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าควรคำนึงถึงผลกระทบกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องกับรถยนต์
- ควรพิจารณาถึงรูปแบบการสนับสนุนที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้กระทบต่อผู้ใช้ยานพาหนะทั่วไป
- การส่งเสริมการใช้ยานพาหนะไฟฟ้า อาจส่งผลให้ประเทศเสียดุลการค้า เนื่องจากการนำเข้าอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนจากต่างประเทศ
- การส่งเสริมด้านมาตรการทางภาษีนำเข้า ควรพิจารณาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ประกอบการรถยนต์ทั่วไปด้วย
- การให้สิทธิพิเศษแก่ผู้ใช้รถไฟฟ้า ต้องคำนึงความเป็นธรรมกับผู้ใช้รถชนิดอื่น
- ควรกำหนดสัดส่วนการใช้รถไฟฟ้าในแผนส่งเสริมด้วย เพื่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า และการปลดปล่อยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์
- ควรพิจารณาการตั้งสถานีจ่ายประจุไฟฟ้าด้วย ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับ พ.ร.บ. การขายไฟฟ้า
- ส่งเสริมให้มีการศึกษาการใช้งานรถไฟฟ้ากับรถขนส่งมวลชน
- ควรมีมาตรฐาน หรือข้อกำหนดในการจดทะเบียนรถไฟฟ้าที่ชัดเจน
- ควรมีข้อกำหนด หรือมาตรฐานหัวจ่ายให้มีรูปแบบเดียวกัน

6. แนวทางการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า

จากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ตามรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้น ที่ปรึกษาได้นำข้อมูลทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านนโยบาย กฎหมายและกฎระเบียบ รวมถึงข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาประกอบ เพื่อจัดทำแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการพัฒนายานพาหนะไฟฟ้าในอนาคต โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มการนำยานพาหนะไฟฟ้ามาใช้ก่อนจังหวัดอื่นๆ วิธีการจัดทำแนวทางการเตรียมความพร้อมประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และการสรุปผลลัพธ์ จากนั้นนำข้อมูลที่วิเคราะห์มาจัดทำร่างแนวทางเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า แล้วนำร่างแนวทางฯ ดังกล่าวร่วมสัมมนาเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดขั้นตอนการจัดทำแนวทางเตรียมความพร้อมแสดงดังรูปที่ 15 และแนวทางการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคตสำหรับประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 5



รูปที่ 16 แผนภาพแสดงวิธีและกระบวนการพัฒนาแนวทางการเตรียมความพร้อม

ตารางที่ 7 สรุปแนวทางการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคตสำหรับประเทศไทย

	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง													
	พน.							คค.		อก.			วท.	กค.
	สนพ.	กกพ.	ธพ.	กฟผ.	กฟน.	กฟภ.	ปตท.	สนข.	ขบ.	สมอ.	กสอ.	สศอ.		
ระยะสั้น ปี พ.ศ. 2559-2563														
กำหนดจำนวนเป้าหมายในการส่งเสริมการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า	●							●	●					
กำหนดนโยบายส่งเสริมการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า เช่น ภาษี เงินอุดหนุนการซื้อ สิทธิพิเศษ	●										●	●		●
โครงการนำร่องการใช้งานยานพานหะไฟฟ้าเพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า	●				●	●	●	●						
กำหนดมาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้า เช่น หัวจ่าย รูปแบบสถานีอัดประจุไฟฟ้า	●		●		●	●	●			●				
กำหนดโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้า ค่าบริการ สำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภท	●	●		●	●	●								●
กำหนดรูปแบบอนุญาติการให้บริการสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า	●	●	●		●	●								
ส่งเสริมงานวิจัยพัฒนายานพาหนะไฟฟ้า	●												●	
ระยะกลาง ปี พ.ศ. 2564-2568														
ทบทวนผลกระทบการความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจากการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า	●			●	●	●								
กำหนดมาตรการให้มีการหลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	●			●	●	●								
ส่งเสริมการพัฒนาระบบควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Charging)	●			●	●	●								
ทบทวนผลกระทบต่อระบบส่งไฟฟ้าจากการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า	●			●	●	●								
ระยะยาว ปี พ.ศ. 2569-2579														
ทบทวนผลกระทบการความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจากการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้า อย่างต่อเนื่อง	●			●	●	●								
วางแผนปรับปรุงระบบสายส่งตามการเติบโตของโหลด เพื่อรองรับการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น	●			●	●	●								
ส่งเสริมการพัฒนาระบบควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Charging) อย่างต่อเนื่อง	●			●	●	●								

พน. = กระทรวงพลังงาน , สนพ. = สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, กกพ. = คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน , ธพ. = กรมธุรกิจพลังงาน, กฟผ.= การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย,
กฟภ. = การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, กฟน. = การไฟฟ้านครหลวง, อก. = กระทรวงอุตสาหกรรม , สศอ. = สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กสอ. = กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม,
สมอ.= สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, วท.= กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กค. = กระทรวงการคลัง, คค. = กระทรวงคมนาคม, สนข. = สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ขบ. = กรมการขนส่งทางบก

ข้อเสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

เนื่องจากบทบาทหน้าที่สำนักงานและแผนโนบายพลังงานมีหน้าที่ในการนำเสนอนโยบายที่จะมีผลต่อความเพียงพอด้านพลังงานสำหรับประเทศไทย เมื่อมีการนำเอายานพาหนะไฟฟ้ามาใช้ในประเทศไทยย่อมจะมีผลต่อปริมาณความเพียงพอของพลังงานที่จะเกิดขึ้น แม้ในระยะต้นของการใช้งานจะยังไม่มีผลกระทบต่อระบบมากนัก แต่การเตรียมความพร้อมทางด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องถือเป็นสิ่งที่สำคัญ

ดังนั้นแม้ว่ากิจกรรมที่ได้นำเสนอในหัวข้อ 6.3 นั้น จะทำให้ สนพ.เข้าไปเกี่ยวข้องในเกือบทุกกิจกรรมเมื่อมีการส่งเสริมการใช้ยานพานหะไฟฟ้าในอนาคต แต่บทบาทหลักที่ทางสนพ.สมควรที่จะเป็นผู้ควบคุมหรือมอบหมายให้หน่วยงานอื่นๆ ดำเนินการนั้น จะประกอบไปด้วย 2 กิจกรรมคือ

1. **การกำหนดโครงสร้างราคาให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท** คือโครงสร้างราคาสำหรับการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าให้กับ สถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งสำหรับบ้านที่อยู่อาศัย และ สำหรับที่สาธารณะ โดยบทบาท ทาง สนพ. ควรจะมอบหมายให้หน่วยงาน คณะกรรมกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) เป็นผู้จัดทำเพิ่มเติมโครงสร้างราคา เนื่องจากการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานพาหนะไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใหม่นั้น อาจจะส่งผลกระทบต่อการลงทุนการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเดิมให้กับการไฟฟ้าทั้งฝ่ายผลิตไฟฟ้า ส่งไฟฟ้า และ จำหน่ายไฟฟ้าได้ ดังนั้นการที่ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าย่อมควรที่จะมีส่วนรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นแก่การไฟฟ้าฝ่ายต่างๆ โดยควรดำเนินการก่อนปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากจะเป็นปีเริ่มต้นที่ยานพาหนะไฟฟ้าส่วนบุคคลมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย
2. **การปรับแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan : PDP)** โดยควรจะบรรจุการใช้ไฟฟ้าสำหรับยานพาหนะไฟฟ้าในอนาคตไปเป็นส่วนหนึ่งของการประมาณการการใช้ไฟฟ้าในอนาคต แม้ว่าผลการศึกษาจะพบว่าผลกระทบทางไฟฟ้าฝ่ายผลิตจากการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้านั้น จะไม่มีผลกระทบมากนัก แต่เนื่องจากรูปแบบการใช้งาน (Load Profile) นั้นมีความแตกต่างกับการใช้งานของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ คือ การใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัยจะมีการใช้งานในตอนค่ำจนถึงดึก ในกรณีที่ไม่มีการหน่วงเวลาการอัดประจุไฟฟ้า และเป็นลักษณะการใช้ไฟฟ้าต่อเนื่องในระยะเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ดังนั้นการบรรจุรูปแบบการใช้งานและปริมาณการใช้งานยานพาหนะไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาในการบรรจุในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต