รายงานแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้า เพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

จัดทำโดย

คณะทำงานร่วม

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- การไฟฟ้านครหลวง
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

พฤศจิกายน 2559

บทสรุปผู้บริหาร

มาตรการผลักดัน "ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) " ของรัฐบาล พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา ถือเป็นหนึ่งใน"วาระแห่งชาติ" ที่จะปฏิวัติวงการยานยนต์ไทย นายกรัฐมนตรีได้กล่าวบนเวทีประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ว่าประเทศไทยจะลดก๊าซเรือนกระจกลง 20-25% ภายในปี พ.ศ.2573 โดยจะหันมาส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แทนน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบขนส่งของประเทศ รวมทั้ง "นวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า" หรืออุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-generation Automotive) เป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลให้การส่งเสริมอย่างจริงจัง ยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นคลื่นลูกแรกในการปฏิวัติอุตสาหกรรมรถยนต์ คลื่นลูกที่สองคือ ยานยนต์ไร้คนขับที่ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

รัฐบาลวางแผนระยะยาว 20 ปี แบ่งเป็น 4 ระยะ

ระยะที่ 1 ปี 2559-2560 เตรียมความพร้อมด้านกฎหมายการขออนุญาตและการสนับสนุนการวิจัย เรื่อง แบตเตอรี่ นำร่องกลุ่มรถโดยสารไฟฟ้าสาธารณะขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ที่นำเข้ามาประกอบในประเทศจำนวน 20 คัน ให้บริการประชาชนภายในเดือนพฤศจิกายนนี้ ดำเนินการควบคู่กับการจัดหารถโดยสารไฟฟ้า 200 คันให้ได้ภายในปี 2560 ขณะเดียวกันให้นำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าได้รับการยกเว้นภาษีอากรนำเข้าจำนวน 5,000 คัน เพื่อทดลองตลาด ภายในปี 2560 รวมถึงเตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยกรมการขนส่งทางบก ดำเนินการเสนอร่างประกาศ เรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนตามกฎหมายว่าด้วยยานยนต์ และแนวทางการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กอย่างปลอดภัย

ระยะที่ 2 ปี 2561-2563 เข้าสู่ระยะที่ 2 วิจัยอย่างเข้มข้นต่อเนื่อง ทั้งเรื่องสมรรถนะแบตเตอรี่มอเตอร์ รวมทั้งเพิ่มจำนวนรถ รูปแบบค่าบริการ/มาตรฐานจุดบริการสถานีอัดประจุให้เพียงพอ และมาตรการจูงใจให้ภาคเอกชนลงทุน

ระยะที่ 3 ปี 2564-2578 ขยายผลการศึกษาส่งเสริมไปยังยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และพัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศ

ระยะที่ 4 ปี 2579 เป็นต้นไป คาดหวังว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามาแทนที่รถน้ำมันได้อย่างเต็มรูปแบบตามแผนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าให้ถึง 1.2 ล้านคัน

การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าตามแผนให้ถึง 1.2 ล้านคนในปี 2579 ของรัฐบาลนั้น คาดการได้ว่าจะส่งผลให้ประเทศไทยต้องมีปริมาณกำลังผลิตไฟฟ้าตามแผนประมาณ 70,000 เมกะวัตต์ บวกกับกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองที่ 15-20% ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มองการเชื่อมโยงโครงข่ายระบบไฟฟ้า (สมาร์ทกริด) จะช่วยลดการลงทุนโรงไฟฟ้าใหม่ที่ขณะนี้ล่าช้ากว่ากำหนด ทำให้จะมีไฟฟ้าใช้เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้ง กฟผ. พร้อมรองรับแนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยมุ่งวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อให้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าสามารถจับต้องได้มากขึ้น

การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) แสดงความพร้อมดำเนินโครงการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 4 สถานีเพื่อรองรับโครงการนำร่องการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าของ ขสมก. จำนวน 200 คัน ใช้เวลาอัดประจุประมาณ 30 นาที รถสามารถวิ่งได้ประมาณ 90-100 กิโลเมตร ตั้งเป้าหมายติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 10 แห่ง ภายใน 1 ปี ซึ่งเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) ด้านการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) มีแผนดำเนินโครงการนำร่องรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าและจัดตั้งสถานีอัดประจุ 4 สถานี เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวเส้นทางสนามบินสุวรรณภูมิ-พัทยา คาดจะเปิดให้ใช้บริการได้ภายในปี 2560 ขณะเดียวกัน บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ลงนามบันทึกความร่วมมือการให้บริการสถานีบริการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า (PTT EV Station) กับบริษัทผู้ผลิตยานยนต์ชั้นนำหลายราย เพื่อพัฒนาและทดลองระบบการใช้งานสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า พร้อมศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาธุรกิจเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า โดย ปตท. นำร่องสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสถานีบริการน้ำมัน เพื่อให้บริการต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงทดลอง โดยก่อนหน้านั้น ปตท. ได้ปรับเปลี่ยนรถรับส่งพนักงานเป็นรถบัสไฟฟ้าแล้ว (ปตท.สำนักงานใหญ่ –BTS หมอชิต) นอกจากนี้หน่วยงานรัฐ และเอกชน ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ได้เริ่มดำเนินการตอบสนองนโยบายภาครัฐในเรื่องยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งมีโครงการภายในหน่วยงานเอง และงานวิจัยและพัฒนา (R&D) ต่อยอดต่อไป ด้วยความร่วมมือในการผลักดันของทุกภาคส่วนจะช่วยให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของไทยให้มีความเป็นไปได้ในอนาคต

การกำหนดมาตรฐานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงานอาทิ เช่น สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานที่ต้องมีบทบาทในการเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องรวมทั้งสร้างมาตรการเพื่อส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่จะเป็นผู้กำหนดนโยบายเกี่ยวกับมาตรฐานการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้า และการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานที่จะต้องกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและกำหนดกฎระเบียบเกี่ยวกับการอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นต้น นอกจากยังมีหน่วยงานอื่นๆที่มีบทบาทสำคัญสู่ความสำเร็จคือ กรมธุรกิจพลังงาน กรมการขนส่งทางบก กฟผ.กฟน. กฟภ. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย อีกด้วย

สำหรับภาพในมุมกว้างของโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย

(1) การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทคือแบบการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (แบบ กระแสตรงหรือกระแสสลับผ่านสายเคเบิ้ล) การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (อัดประจุแบบไร้สาย) และ การสับเปลี่ยนแบตเตอรี่

(2) มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าในเรื่องของ เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า ระบบอัดประจุไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า ความปลอดภัย และสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้า

(3) พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั้งนี้สำหรับรูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่พิจารณาคือรูปแบบบ้านอยู่อาศัย และสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่จอดรถ

สาธารณะ ในส่วนของพื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในส่วนภูมิภาคจะมีการคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าซึ่งในเบื้องต้นจะแบ่งแนวทางการพิจารณาเป็น 3 กรณีคือพื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลเมือง พื้นที่ท่องเที่ยว และจังหวัดที่เป็นจุดแวะพักเพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เดินทางระหว่างเมือง

การเพิ่มขึ้นของปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทำให้ต้องมีการพิจารณาผลกระทบกับระบบไฟฟ้า เพื่อพิจารณาแนวทางในการรองรับที่เหมาะสม โดยการพิจารณาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้านั้น จะเริ่มพิจารณาตั้งแต่ความต้องการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในเทคโนโลยีต่าง ๆ ไปจนถึงพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลและจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ ในการพิจารณา Load Pattern เมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้า เมื่อได้ Load Pattern แล้วจะทำให้สามารถประมาณการถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในด้านความมั่นคง คุณภาพไฟฟ้า การวางแผนระบบไฟฟ้า รวมถึงการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การประมาณรูปแบบของ Load Pattern ให้มีความแม่นยำนั้น เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย พฤติกรรมการใช้งานตลอดจนการอัดประจุไฟฟ้าจึงยังไม่มีการบันทึกไว้เป็นข้อมูลทางสถิติ เพื่อประโยชน์ในการนำมาใช้งานต่อไป

สำหรับประเทศไทยซึ่งยังอยู่ในระยะเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบกับข้อมูลทางสถิติของการใช้งานยานยนต์โดยทั่วไปยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นข้อมูลทางสถิติการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่จะนำมาศึกษาในรายงานฉบับนี้จะพิจารณาจากกรณีศึกษาของต่างประเทศ โดยพบว่าผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่นิยมอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัยซึ่งเป็นเครื่องอัดประจุแบบช้า และเป็นที่คาดการณ์กันว่าผู้ใช้ไฟฟ้าจะเริ่มอัดประจุไฟฟ้าทันทีที่เดินทางกลับถึงบ้านซึ่งมักจะเป็นช่วงค่ำของวัน ดังนั้นหากไม่มีมาตรการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นมากกกว่าปกติในช่วงเวลาค่ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการและควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งในด้านความมั่นคงของการส่งจ่ายไฟฟ้าและต้นทุนการผลิตไฟฟ้า กรณีการอัดประจุไฟฟ้าที่อาคารสำนักงานและศูนย์การค้านั้น พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้ามักจะมีลักษณะที่คล้ายกัน โดยเวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้าขึ้นกับเวลาเดินทางมาถึงสำนักงานหรือศูนย์การค้า เวลาสิ้นสุดการอัดประจุมักจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเดินทางออกจากสำนักงานหรือศูนย์การค้า สำหรับกรณีการอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีบริการ เวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้าอาจเกิดขึ้นได้ตลอดวันขึ้นกับข้อมูลสถิติของการเข้ามาใช้บริการ โดยมีเวลาสิ้นสุดการอัดประจุไฟฟ้าขึ้นกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ ส่วนปริมาณความต้องการไฟฟ้าในช่วงอัดประจุนั้นมีค่าเท่ากับขนาดพิกัดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าซึ่งกรณีนี้มีค่า 50 kW ซึ่งสูงกว่าการอัดประจุในสถานที่อื่นๆ เนื่องจากเป็นการอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

นอกจากความต้องการไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นจากอัดประจุไฟฟ้าแล้ว การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคต ยังส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในด้านความมั่นคงและคุณภาพไฟฟ้า รวมทั้ง การวางแผนระบบไฟฟ้า และด้านการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าอีกด้วย ทั้งนี้การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าปริมาณมากโดยที่ไม่มีการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้ ผลกระทบหลักที่ผู้ดูแลระบบหรือการไฟฟ้าต้องประสบ ได้แก่ Overload, Power loss, Voltage drop, Unbalance load และ Harmonics โดยความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้านี้ไม่เพียงแต่ขึ้นกับตัวแปรด้านยานยนต์ไฟฟ้า แต่ยังขึ้นกับตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการลดผลกระทบ

ดังกล่าว จึงต้องมีมาตรการหรือข้อกำหนดมาควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ให้อยู่ในขอบเขตที่ไม่เกินพิกัดของระบบไฟฟ้า รวมถึงต้องพยายามไม่ทำให้เกิดความยุ่งยากในการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย

สำหรับในด้านการวางแผนระบบไฟฟ้าซึ่งเป็นการพิจารณาหาแนวทางที่เหมาะสมในการลงทุนขยายระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคต กระบวนการวางแผนระบบไฟฟ้าเริ่มต้นจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าตลอดช่วงการวางแผน จากนั้นจึงทำการจำลองระบบไฟฟ้าในอนาคตโดยใช้ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าดังกล่าวเพื่อทำการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า โดยการประเมินระดับความเชื่อถือได้และคุณภาพไฟฟ้า หากไม่เป็นไปตามมาตรฐานการวางแผน (Planning Criteria) ผู้วางแผนจะต้องหาแนวทางการลงทุนขยายระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแก้ปัญหานั้น การวางระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งตามโครงสร้างของระบบไฟฟ้าได้เป็น 3 ประเภท คือ การวางแผนระบบผลิตไฟฟ้า การวางแผนระบบส่งไฟฟ้า และการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า ทั้งนี้ยานยนต์ไฟฟ้าจัดเป็นโหลดทางไฟฟ้าประเภทหนึ่ง ซึ่งนับว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการวางแผนระบบไฟฟ้า การพิจารณาผลกระทบของโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าจึงต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าไปจนถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นโหลดที่มีความไม่แน่นอน (Uncertainty) ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าขึ้นอยู่กับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้งานในอนาคตซึ่งมีปัจจัยของการเพิ่มขึ้นต่างไปจากการใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น นอกจากนี้ ปริมาณการใช้ไฟฟ้ายังขึ้นอยู่กับมาตรการที่ใช้ในการบริหารการอัดประจุไฟฟ้าอีกด้วย การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าจึงอาจจะต้องพิจารณาด้วยวิธีการพิเศษแยกออกจากโหลดประเภทอื่น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าและการสร้างแบบจำลองโหลด ซึ่งในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแบบพลวัต (Dynamic Analysis) แบบจำลองของโหลดนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากปริมาณกำลังไฟฟ้าของโหลดจะตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของระบบ ซึ่งการตอบสนองดังกล่าวนี้ มีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของโหลด อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าปัจจุบัน ผู้วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าได้ทำการศึกษาและเข้าใจในคุณลักษณะของโหลดที่อยู่ในระบบไฟฟ้าปัจจุบันได้เป็นอย่างดีแล้ว โดยเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โหลดใหม่ที่เข้ามาก็มักจะคุณลักษณะทางพลวัตที่คล้ายกับโหลดปัจจุบันที่มีอยู่เดิม แบบจำลองของโหลดจึงไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าทำโดยผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics) ที่มีคุณสมบัติทางพลวัตต่างจากโหลดทั่วไปที่ใช้อยู่ในระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังนั้น หากไม่ได้ใช้แบบจำลองของโหลดที่เหมาะสม อาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าได้หากในอนาคตมียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งานในระบบจำนวนมาก นอกจากนั้นเนื่องด้วยพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีลักษณะแตกต่างจากการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่น รวมทั้งเป็นที่คาดการณ์กันว่า การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอนาคต ดังนั้น สัดส่วนของโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าต่อโหลดประเภทอื่นจะเพิ่มสูงขึ้น ทำให้โครงสร้างของโหลดในระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม วิธีการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน

สำหรับผลกระทบในด้านการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า หากพิจารณาจากข้อมูล Load Profile ของประเทศ ซึ่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา โดยค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางวันระหว่าง 13.00-15.00 น. และค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืนระหว่าง 19.00-21.00 น. ทำให้ต้องมีการบริหารจัดการเพื่อให้สามารถจัดหาพลังงานได้อย่างเพียงพอ การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้านั้น จากการพยากรณ์พบว่ามีการเพิ่มขึ้นตรงกับช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืน ซึ่งจะส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลกระทบต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศ และ ในอีกประการหนึ่ง การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าเป็นปริมาณมากในช่วงเวลาสั้น ๆ นั้นจะส่งผลกระทบกับด้านความถี่และแรงดันของระบบไฟฟ้าในภาพรวมของทั้งประเทศ ซึ่งอาจจะนำไปสู่ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่ลดลง รวมถึงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายอาจจะไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้งในด้านความถี่และและด้านแรงดันไฟฟ้า

สำหรับด้านความถี่ การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลกระทบให้ความถี่ในระบบไฟฟ้าต่ำลงจนอาจสามารถเบี่ยงเบนจากค่ามาตรฐานได้ ซึ่งปรกติแนวทางการบริหารจัดการการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบนั้น โดยปรกติจะใช้ Spinning Reserve เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง โดยกำลังผลิตสำรองโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 800-1,500 เมกะวัตต์ ซึ่งหากพิจารณาจากปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้จำเป็นต้องเพิ่มกำลังผลิตสำรองในระบบในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบกับค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบ

ในส่วนของผลกระทบด้านแรงดันไฟฟ้า การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลทำให้เกิดสภาวะแรงดันต่ำในระบบไฟฟ้า จนถึงขั้น Voltage Collapse ซึ่งนำไปสู่ความเสียหายของอุปกรณ์ผู้ใช้ไฟฟ้า หรือการปลดโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนเพื่อรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าได้ โดยการรักษาระดับแรงดันจะสัมพันธ์กับการรักษากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ โดยปรกติจะมีการบริหารจัดการโดยที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบ เช่น คาปาซิเตอร์ หรือ SVC รวมทั้งการควบคุมการรักษาระบบกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟจากโรงไฟฟ้า ซึ่งหากต้องการรักษาระดับแรงดันที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง อาจจะต้องมีการลงทุนในด้านอุปกรณ์ชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบ เพื่อรักษาระดับแรงดันให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อีกประเด็นหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือผลกระทบด้านการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นจากยานยนต์ไฟฟ้านั้น อาจจะส่งผลกระทบในการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า โดยทั่วไปการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ต้องการให้โรงไฟฟ้าเดินให้อยู่ในค่าที่กำหนด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ในกรณีที่ความต้องการใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ความต้องการไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้า จะส่งผลกระทบทำให้ต้องมีการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมหรือลดการเดินเครื่องอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะของเครื่องที่สามารถเพิ่มหรือลดความสามารถการจ่ายไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วเช่นโรงไฟฟ้าพลังน้ำเป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการประกอบการเดินเครื่อง เช่น การพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า การบริหารด้วยอัตราค่าไฟฟ้า รวมถึงการจัดแผนการเดินเครื่องโดยมีเครื่องที่สามารถปรับเพิ่มลดความต้องการได้อย่างรวดเร็วให้สำรองอยู่ในระบบให้มีความมั่นคงเพียงพอ อย่างไรก็ตาม รายงานนี้ยังจะได้กล่าวถึง มาตรการลดผลกระทบจากการอัดประจุไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยี่

สมาร์ทกริด การเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้า รวมถึงเสนอแนะ มาตรการทางด้านราคา ที่ใช้แพร่หลายในต่างประเทศด้วยเช่นกัน

ขณะที่สภาพแวดล้อมทางธุรกิจในไทยยังไม่เอื้อต่อการจำหน่ายและผลิตรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งนอกจากจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าในกรุงเทพฯ มียังไม่เกิน 20 แห่ง โดยภาครัฐกำลังให้นโยบายผลักดันเป็นลำดับขั้นดังได้กล่าวแล้วนั้น ยังมีประเด็นสำคัญทางด้านกฎหมาย ที่สำคัญคือ มาตรการด้านภาษี หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมสรรพสามิตมีการจัดเก็บภาษีจากยานยนต์ไฟฟ้า 10% ถือว่าต่ำกว่าภาษียานยนต์ประเภทอื่นๆ อยู่แล้วที่เก็บอยู่ในระดับ 14-35% ซึ่งพร้อมลดภาษีลงอีก แต่จากการพูดคุยกับผู้ประกอบการเห็นว่าสิ่งที่ต้องการมากกว่า คือลดภาษีศุลกากรนำเข้าชิ้นส่วน ขณะที่ กรมศุลกากร ให้รายละเอียดว่า ต้องหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงกระทรวงอุตสาหกรรมก่อน อย่างไรก็ตาม พร้อมจะพิจารณาเรื่องภาษีให้เพราะขณะนี้แนวโน้มยานยนต์ไฟฟ้ากำลังมา ซึ่งกรมศุลกากรกำลังเสนอพิจารณายกเว้นภาษีให้กับยานยนต์ที่นำเข้ามาเพื่อทดสอบต่อไป ด้านกรมขนส่งทางบก กำลังอยู่ระหว่างการปรับแก้ไขกฎหมายและรอออกประกาศบังคับใช้ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเล็กที่ติดขัดในเรื่องของใบอนุญาต เป็นต้น สำหรับประกอบการเอง ต้องเตรียมความพร้อมโดยเฉพาะในด้านบุคลากร เพราะการพัฒนาเทคโนโลยีของยานยนต์ไฟฟ้านั้นไม่เพียงแต่จะเข้ามาแทนที่ชิ้นส่วนสำคัญของยานยนต์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้แบตเตอรี่แทนน้ำมันเชื้อเพลิงหรือการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนแทนเครื่องยนต์เท่านั้น แต่จะมีผลต่อการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือชิ้นส่วนยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในรถยนต์ทั่วไปมากขึ้นด้วย อีกทั้ง ผู้ผลิตชิ้นยานยนต์รายใหญ่ของโลกอย่าง Denso Delphi และ Robert Bosch ได้พัฒนาเซ็นเซอร์และระบบต่างๆ ซึ่งอาจจะกระทบต่อผู้ผลิตชิ้นส่วนไทยซึ่งอยู่ในลำดับที่ต่ำลงมาด้วย ดังนั้น เพื่อรองรับเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากขึ้น จึงจำเป็นที่ต้องเร่งพัฒนาบุคลากรให้มีทักษะเพียงพอ และพร้อมต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทแม่ หรือพันธมิตรทางธุรกิจจากต่างประเทศในอนาคต

รายชื่อคณะผู้จัดทำรายงาน

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

1. นายวราวุธ ศิริผล
2. นายจรรยง วงศ์จันทร์พงษ์
3. นางวีนัส หลงสมบุญ
4. นางอังคณา สุขวิบูลย์
5. นางสมฤดี ทิพย์มาบุตร
6. นายวิชญ พิมพ์ใจพงศ์
7. น.ส.ฐิติพร สังข์เพชร
8. นายสมภพ อัษฎมงคล
9. นายสันติ พันธุ์เจริญ
10. นายวันทวัฒน์ วงศ์มาโนชญ์
11. น.ส.ชัชญาภา สงสวาสดิ์

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

1. นายพงศกร ยุทธโกวิท
2. นายปานทอง ถินสถิตย์
3. นางรัตติยา หรรษาภิพัฒน์
4. น.ส.สุทธิดา รวยอริยทรัพย์
5. นายพงศธร ทองสอดแสง
6. นายภาคภูมิ สุดแสง
7. นายปรัชญา เล่าชู

การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

1. นายจุมภฏ หิมะเจริญ
2. นางศิริวรรณ วรเดช
3. นายสมชาย เลิศไตรภพ
4. นางศศิอนงค์ พลอยเกษมสุข
5. นายภานุพันธ์ วงศ์จินดา

สารบัญ

หน้า

บทสรุปผู้บริหาร
รายชื่อคณะผู้จัดทำรายงาน
สารบัญ
สารบัญตาราง
สารบัญรูปภาพ

บทที่ 1	**บทนำ**	**1-1**
	1.1 วัตถุประสงค์	1-3
	1.2 ขอบเขตการดำเนินงาน	1-4
	1.3 แนวทางการดำเนินงาน	1-4
	1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1-6
บทที่ 2	**การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย**	**2-1**
	2.1 สถานการณ์ของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย	2-1
	2.2 นโยบายส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า	2-4
	2.3 การดำเนินงานของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง	2-11
บทที่ 3	**ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย**	**3-1**
	3.1 แนวทางประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย	3-1
	3.2 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณี EEP	3-3
	3.3 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า	3-4
	3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ยานยนต์ไฟฟ้า	3-10
บทที่ 4	**การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า**	**4-1**
	4.1 บทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน	4-1
	4.2 การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	4-3
	4.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า	4-11
	4.4 พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า	4-23

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	**ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้า**	**5-1**
	5.1 ความต้องการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า	5-1
	5.2 ช่วงเวลาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า	5-9
	5.3 รูปแบบของ Load Pattern เมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้า	5-14
	5.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าในด้านความมั่นคงและคุณภาพไฟฟ้า	5-20
	5.5 ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้า	5-27
	5.6 ผลกระทบต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า	5-31
บทที่ 6	**มาตรการลดผลกระทบจากการการอัดประจุไฟฟ้า**	**6-1**
	6.1 มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา	6-2
	6.2 มาตรการลดผลกระทบโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด	6-6
	6.3 การเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้า	6-16
บทที่ 7	**กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า**	**7-1**
	7.1 กฎหมายเกี่ยวกับอัตราภาษีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า	7-1
	7.2 กฎหมายการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า	7-6
	7.3 กฎหมายประกันภัยที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า	7-11
	7.4 กฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานของอุปกรณ์และการติดตั้ง	7-12
	7.5 กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า	7-13
	7.6 กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม	7-17
	7.7 กฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า	7-19

ภาคผนวก

การกำหนดมาตรฐานรถยนต์ไฟฟ้า

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสม พ.ศ. 2558 - 2559	2-2
ตารางที่ 2-2	ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนใหม่ พ.ศ. 2558 - 2559	2-2
ตารางที่ 2-3	การดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ	2-10
ตารางที่ 2-4	เปรียบเทียบคุณสมบัติยานยนต์ไฟฟ้าที่ กฟน. นำมาใช้งาน	2-18
ตารางที่ 2-5	คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาของ กฟน.	2-22
ตารางที่ 2-6	ผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา	2-23
ตารางที่ 2-7	ผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว	2-23
ตารางที่ 2-8	รายละเอียดอุปกรณ์ของรถโดยสารไฟฟ้าที่จัดซื้อ	2-24
ตารางที่ 2-9	อู่รถโดยสารไฟฟ้าของ ขสมก.	2-25
ตารางที่ 2-10	โครงการของ กฟภ. ที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และที่คาดว่าจะแล้วเสร็จภายในปี 2559	2-26
ตารางที่ 2-11	โครงการของ กฟภ. ที่อยู่ระหว่างขออนุมัติและคาดว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จภายในปี 2560	2-27
ตารางที่ 3-1	สมมติฐานสัดส่วน PHEV และ BEV ในแต่ละปี	3-2
ตารางที่ 3-2	ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560 - 2579 กรณี EEP	3-4
ตารางที่ 3-3	ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560 - 2579 กรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า	3-8
ตารางที่ 3-4	ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแยกประเภท PHEV และ BEV	3-9
ตารางที่ 4-1	บทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า	4-2
ตารางที่ 4-2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ	4-6
ตารางที่ 4-3	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง	4-8
ตารางที่ 4-4	อนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า	4-12
ตารางที่ 4-5	เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ Type 1 และ Type 2	4-13
ตารางที่ 4-6	เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรง และแบบรวมกระแสสลับ/กระแสตรง	4-13
ตารางที่ 4-7	มาตรฐาน มอก. 2749 เต้าเสียบและเต้ารับยานยนต์ไฟฟ้า	4-15
ตารางที่ 4-8	อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 ระบบอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	4-16
ตารางที่ 4-9	การจัดอันดับจังหวัดแยกตามปัจจัยด้านต่างๆ	4-26

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4-10	แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ชุมชนเขตเทศบาลนคร	4-31
ตารางที่ 4-11	แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ท่องเที่ยว	4-32
ตารางที่ 4-12	แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ท่องเที่ยว	4-32
ตารางที่ 5-1	ระดับการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า	5-4
ตารางที่ 5-2	สมมุติฐานสัดส่วนของการอัดประจุไฟฟ้า	5-15
ตารางที่ 5-3	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณี EEP	5-18
ตารางที่ 5-4	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณีส่งเสริม EV	5-19
ตารางที่ 5-5	ระดับวางแผนของแรงดันฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้า 230/400 V	5-25
ตารางที่ 5-6	ระดับวางแผนของแรงดันฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้า 12 kV, 22 kV, 24 kV และ 33 kV	5-26
ตารางที่ 5-7	มาตรฐานการควบคุมแรงดันของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า	5-30
ตารางที่ 5-8	มาตรฐานการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของพิกัดอุปกรณ์ของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า	5-31
ตารางที่ 6-1	อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 (กิจการขนาดกลาง)	6-2
ตารางที่ 6-2	การใช้อัตราค่าไฟฟ้า TOU กับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกา	6-4
ตารางที่ 6-3	ตัวอย่างอัตราค่าไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา	6-5
ตารางที่ 7-1	โครงสร้างภาษีสรรพสามิตใหม่สำหรับรถยนต์	7-5
ตารางที่ 7-2	รายการตรวจสภาพรถตามกฎหมาย	7-9

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2-1	แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย	2-5
รูปที่ 2-2	แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย	2-6
รูปที่ 2-3	พิธีส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงต้นแบบรุ่น Honda Jazz	2-12
รูปที่ 2-4	พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด	2-16
รูปที่ 2-5	สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จัดทำในโครงการ ณ การไฟฟ้านครหลวง เพลินจิต	2-16
รูปที่ 2-6	พิธีเปิดสถานีอัดประจุไฟฟ้า วันที่ 1 สิงหาคม 2555	2-17
รูปที่ 2-7	ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วของ กฟน.	2-18
รูปที่ 2-8	คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่ กฟน. นำมาใช้งาน	2-19
รูปที่ 2-9	พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	2-19
รูปที่ 2-10	ระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟน.	2-20
รูปที่ 2-11	พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด	2-21
รูปที่ 2-12	เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาของ กฟน.	2-22
รูปที่ 2-13	ต้นแบบรถยนต์โดยสารไร้มลพิษของ กฟภ.	2-28
รูปที่ 2-14	ต้นแบบของจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดสวิตซ์รีลัคแตนซ์มอเตอร์	2-29
รูปที่ 2-15	สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้นแบบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ณ สำนักงานใหญ่ กฟภ.	2-29
รูปที่ 2-16	แผนยุทธศาสตร์การจัดการสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับยานพาหนะไฟฟ้า	2-30
รูปที่ 2-17	ตัวอย่างรถโดยสารไฟฟ้าที่ใช้สำหรับวิ่งทดสอบ	2-31
รูปที่ 2-18	เส้นทางนำร่องสำหรับติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าและระบบโครงข่ายฯ	2-32
รูปที่ 3-1	เป้าหมายมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579	3-3
รูปที่ 3-2	การคาดการณ์จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ในอนาคต	3-7
รูปที่ 3-3	การประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ากรณี EEP และกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า	3-10
รูปที่ 4-1	การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ	4-4
รูปที่ 4-2	ส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่อพ่วงของการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ	4-4

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-3	การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ	4-9
รูปที่ 4-4	ตัวส่งบนพื้นดินของการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ	4-9
รูปที่ 4-5	สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	4-11
รูปที่ 4-6	สายเคเบิลแปลงระหว่าง Type 1 และ Type 2	4-14
รูปที่ 4-7	สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่รองรับทั้ง CHAdeMO และ Combo	4-15
รูปที่ 4-8	การอัดประจุไฟฟ้า Mode 1	4-17
รูปที่ 4-9	การอัดประจุไฟฟ้า Mode 2	4-18
รูปที่ 4-10	การอัดประจุไฟฟ้า Mode 3	4-18
รูปที่ 4-11	การอัดประจุไฟฟ้า Mode 4	4-19
รูปที่ 4-12	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case A	4-20
รูปที่ 4-13	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case B	4-20
รูปที่ 4-14	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case C	4-21
รูปที่ 4-15	แสดงพื้นที่ที่ครอบคลุมโดยวงกลมที่มีรัศมี 100 กิโลเมตร	4-28
รูปที่ 4-16	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 1 ถ.พหลโยธิน	4-28
รูปที่ 4-17	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 2 ถ.มิตรภาพ	4-29
รูปที่ 4-18	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 3 ถ.สุขุมวิท	4-29
รูปที่ 4-19	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 4 ถ.เพชรเกษม	4-30
รูปที่ 4-20	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 7 ถ.กรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่	4-30
รูปที่ 4-21	ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 35 สายธนบุรี –ปากท่อ	4-31
รูปที่ 5-1	ตัวอย่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา	5-3
รูปที่ 5-2	ตัวอย่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว	5-3
รูปที่ 5-3	ตัวอย่างลักษณะการจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์อัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า แบบธรรมดา	5-5
รูปที่ 5-4	ตัวอย่างลักษณะการจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว	5-5
รูปที่ 5-5	การแยกอัตราส่วนของหัวอัดประจุแต่ละประเทศ	5-6
รูปที่ 5-6	Load Profile การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา	5-7
รูปที่ 5-7	กราฟแสดงแรงดันและกระแสขณะยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว	5-8
รูปที่ 5-8	กราฟแสดงกำลังและพลังงานไฟฟ้าขณะที่อัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว	5-9

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 5-9	ผลการสำรวจตัวอย่างพฤติกรรมกลุ่มผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในการเลือกสถานที่การอัดประจุไฟฟ้า	5-10
รูปที่ 5-10	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า เปรียบเทียบกรณีมีการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU และไม่มีอัตรา TOU ระหว่างวันธรรมดา	5-11
รูปที่ 5-11	ลักษณะการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากับระยะทางการใช้งาน	5-11
รูปที่ 5-12	จำนวนการอัดประจุต่อการขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าภายใน 1 วัน	5-12
รูปที่ 5-13	รูปลักษณะพฤติกรรมในการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจากการสำรวจของสหรัฐอเมริกา	5-12
รูปที่ 5-14	ค่าร้อยละของการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 1 วัน	5-13
รูปที่ 5-15	ความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าแยกสถานที่ (Aggregate Electricity Demand)	5-14
รูปที่ 5-16	ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2564	5-16
รูปที่ 5-17	ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2569	5-17
รูปที่ 5-18	ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2579	5-17
รูปที่ 5-19	ความต้องการไฟฟ้าที่รวมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของปี 2579	5-18
รูปที่ 5-20	การควบคุมความถี่ของประเทศที่ต้องอยู่ในมาตรฐาน $\pm$ 5%	5-32
รูปที่ 6-1	อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off Peak	6-3
รูปที่ 6-2	ค่าร้อยละของยานยนต์ไฟฟ้าที่ระบบสามารถรองรับได้	6-7
รูปที่ 6-3	การเชื่อมโยงขององค์ประกอบพื้นฐานในระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า	6-11
รูปที่ 6-4	โครงสร้างการควบคุมการอัดประจุแบบลำดับชั้น	6-12
รูปที่ 6-5	การเริ่มใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า	6-14
รูปที่ 6-6	การรวบรวม Load Profile โดย Aggregation Unit	6-14
รูปที่ 6-7	การลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ระบบมีข้อจำกัด	6-15
รูปที่ 6-8	สัญญาณ Pulse Width Modulation	6-17
รูปที่ 6-9	ขาตัวนำและสัญญาณของหัวจ่าย	6-17
รูปที่ 6-10	วงจรไฟฟ้าของการส่งสัญญาณ Control Pilot ตาม IEC 61851-1	6-17

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6-11 ขอบเขตของ OCPP 6-18
รูปที่ 6-12 โครงสร้างการทำงานของ OSCP 6-19
รูปที่ 6-13 ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้า 6-20
รูปที่ 6-14 การปรับเปลี่ยนตารางการอัดประจุไฟฟ้าด้วย OSCP 6-20
รูปที่ 7-1 ตัวอย่างอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าที่มีมาตรฐานรองรับ 7-16

บทที่ 1
บทนำ

ประเทศไทยเริ่มมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรมในปี 2558 โดยเริ่มต้นจากมติของสภาปฏิรูปแห่งชาติ เมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2558 ซึ่งเห็นชอบรายงานข้อเสนอโครงการปฏิรูปของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน เรื่อง “การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” โดยเสนอให้ภาครัฐกำหนดนโยบายที่ชัดเจนในการสนับสนุนให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ให้แพร่หลายในอนาคต เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงานให้ประชาชน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของสภาปฏิรูปแห่งชาติ[1] สรุปได้ดังนี้

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

จากนั้น เมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2558 คณะรัฐมนตรีได้มีมติรับทราบตามที่สภาปฏิรูปแห่งชาติเสนอและมอบหมายให้กระทรวงพลังงาน เป็นหน่วยงานหลักให้รับรายงานของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงานเรื่องการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย พร้อมทั้งสรุปความเห็นและข้อเสนอแนะของสภาปฏิรูปแห่งชาติไปพิจารณาร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กำหนดวิธีการและแนวทางการในการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย เพื่อเป็นการปฏิรูปการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความมั่นคงด้านพลังงาน เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงาน และลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

ต่อมา เมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2558 กระทรวงพลังงานได้จัดประชุมหารือร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยกระทรวงการคลัง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงคมนาคม กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน และการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง โดยที่ประชุมได้มีความเห็นร่วมกันว่าควรให้มุ่งเน้นการส่งเสริม

ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถโดยสารสาธารณะก่อน แล้วจึงขยายผลไปสู่การส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลต่อไป และกระทรวงพลังงานจึงได้นำเสนอความเห็นดังกล่าวต่อคณะรัฐมนตรี

เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2558 คณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) ได้เห็นชอบต่อแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย[2] เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคการศึกษา และภาคประชาชน เห็นความชัดเจนของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน โดยแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) รถโดยสารไฟฟ้า 2) ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง 3) รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และ 4) เทคโนโลยีชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวจ่ายไฟฟ้า สถานีอัดประจุไฟฟ้า แบตเตอรี่ และมอเตอร์

นอกจากนี้ ในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (Energy Efficiency Plan: EEP 2015)[3] โดยกระทรวงพลังงาน ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2558 ได้บรรจุมาตรการการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในมาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง โดยมีการตั้งเป้าหมายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานจากการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในปี 2579 รวมทั้งสิ้น 1.2 ล้านคัน

กระทรวงพลังงานยังได้ดำเนินการจัดทำแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย[4] เพื่อรองรับการพัฒนาและเตรียมความพร้อมในการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย ให้สอดคล้องกับแนวทางที่ได้เสนอต่อคณะรัฐมนตรี และให้เกิดการบูรณาการและต่อยอดจากการเตรียมการเกี่ยวกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการมาแล้ว โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. **ระยะที่ 1** : เตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า มุ่งเน้นการนำร่องการใช้งานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า รวมถึงการเตรียมความพร้อมด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ด้านสาธารณูปโภค การสนับสนุนด้านภาษี และการปรับปรุงกฎหมายหรือกฎระเบียบต่างๆ รวมถึงอัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
2. **ระยะที่ 2** : ขยายผลในกลุ่มรถโดยสารสาธารณะ และเตรียมความพร้อมสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับ การกำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า การกำหนดมาตรการจูงใจให้ภาคเอกชนลงทุน การทบทวนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าและค่าบริการสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
3. **ระยะที่ 3** : ขยายผลไปสู่การส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล โดยสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้า พัฒนาระบบบริหารจัดการการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (EV Smart Charging) และพัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศร่วมกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (Vehicle to Grid: V2G)

การเตรียมการเพื่อรองรับการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ในระยะที่ 1 ประกอบด้วย

- จัดทำโครงการนำร่องการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะ และการเตรียมความพร้อมด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง
- จัดทำกรอบแนวทางอัตราค่าบริการชั่วคราวสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรกโดยกำหนดให้มีต้นทุนการสิ้นเปลืองพลังงานต่อกิโลเมตรต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง NGV
- ดำเนินการจัดทำมาตรการและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- ศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2559 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้มีมติเห็นชอบให้ดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ในระยะที่ 1 และเห็นชอบกรอบแนวทางการกำหนดอัตราค่าบริการชั่วคราวสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรก โดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปดำเนินการต่อไป

ในการนี้ กระทรวงพลังงานได้เตรียมความพร้อมร่วมกับการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อดำเนิน *“โครงการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย”* โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการดำเนินงานของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าและพัฒนามาตรฐานการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าและการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) การกำหนดราคาและรูปแบบการให้บริการ การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม รวมถึงกฎระเบียบอื่น ๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของการไฟฟ้า เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์

โครงการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยพิจารณาจากปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี รูปแบบความต้องการใช้ไฟฟ้า และพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า
2. เพื่อเสนอแนะแนวทางหรือมาตรการรองรับที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางด้านพลังงานเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าต่อไป

3. เพื่อศึกษากฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าตามนโยบายของรัฐบาล

1.2 ขอบเขตการดำเนินงาน

โครงการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มีขอบเขตการดำเนินงาน ดังนี้

1. ประมาณการ จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2560 - 2579
2. ศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และภูมิภาค โดยเฉพาะจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว
3. ศึกษาเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าและพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลต่อรูปแบบการใช้ไฟฟ้า (Load Pattern) และส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าทั้งในด้านการวางแผนระบบไฟฟ้าและการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า
4. ศึกษาแนวทางและมาตรการเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงศึกษาวิธีการเชื่อมโยงระบบสารสนเทศข้อมูลที่จำเป็นในการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างสามการไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า
5. ศึกษากฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

1.3 แนวทางการดำเนินงาน

การศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย นับเป็นการเตรียมความพร้อมในขั้นต้นของกระทรวงพลังงาน เพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของประเทศไทย ด้วยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณการเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวต่อไปในอนาคต รายงานฉบับนี้จึงได้กำหนดแนวทางการศึกษาไว้ดังนี้

1. **วิเคราะห์สถานการณ์การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า**

ตัวแปรที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการกำหนดสถานการณ์การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคตคือ ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งเป็นที่คาดการณ์กันว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานมากที่สุด การประมาณจำนวนยานยนต์ในอนาคตจะทำโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อพยากรณ์จำนวนยานยนต์ที่เพิ่มขึ้นตามความจำเป็นในการใช้งานของประชาชนร่วมกับสมมติฐานการเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากนโยบายการส่งเสริมของภาครัฐ

2. **วิเคราะห์ผลกระทบ**

จากสถานการณ์การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต ประกอบกับสมมติฐานพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ของผู้ใช้งาน จะสามารถนำมาสร้างพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าได้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจากพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าจะทำให้สามารถคำนวณความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าได้ ซึ่งจะนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าตั้งแต่ระบบผลิตจนถึงระบบจำหน่ายต่อไป

3. **เสนอมาตรการเพื่อตอบสนองนโยบายการส่งเสริมของรัฐบาล**

เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อนโยบายการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของรัฐบาล รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอมาตรการเพื่อสนับสนุนให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 2 แนวทาง ดังนี้

- <u>มาตรการทางเทคนิค</u> โครงสร้างขั้นพื้นฐานทางด้านพลังงานเป็นปัจจัยหลักที่กระทรวงพลังงานควรให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการใช้ไฟฟ้า ดังนั้น จึงควรศึกษามาตรการรองรับเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งในต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป ได้เริ่มนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้ในระยะหนึ่งแล้ว ตลอดจนมีงานวิจัยจากประเทศดังกล่าวในหลายฉบับที่ได้นำเสนอมาตรการที่สามารถช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษาถึงแนวคิดหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากประเทศเหล่านั้น จึงนับว่าเป็นกรณีศึกษาที่ดีและสามารถนำมาใช้ในการกำหนดมาตรการลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยต่อไปในอนาคตได้
- <u>มาตรการทางกฎหมาย</u> หากพิจารณาการใช้งานยานยนต์ทั่วไปประเภทเครื่องยนต์สันดาปภายในจะพบว่า มีกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องอยู่เป็นจำนวนมากนับตั้งแต่การจัดซื้อตลอดไปจนถึงการใช้งานบนท้องถนน สำหรับยานยนต์ไฟฟ้านั้นก็เช่นเดียวกัน การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยนับเป็นเรื่องใหม่ ดังนั้น การพิจารณาปรับปรุงกฎหมายและระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการควบคู่ไปกับการใช้มาตรการทางเทคนิค นอกจากนี้ การใช้กฎหมายเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นในระยะแรกนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ซึ่งรายงานฉบับนี้จะทำการศึกษากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และจะชี้ให้เห็นถึงประเด็นต่างๆ ที่ควรปรับปรุงหรือเพิ่มเติม เพื่อให้การส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยบรรลุเป้าหมายตามนโยบายของรัฐบาล

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

โครงการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษานโยบายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย รวมทั้งการดำเนินงานที่ผ่านมาของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า
2. ประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2579
3. ศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และภูมิภาค โดยเฉพาะจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว
4. ศึกษาพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและนำมาคำนวณค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในรอบวันอันเนื่องมาจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า
5. ประเมินผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า
6. เสนอแนะมาตรการเพื่อลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้แนวทางหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม
7. ศึกษากฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเสนอแนะแนวทางด้านกฎหมายที่สามารถตอบสนองต่อนโยบายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของรัฐบาลได้

รายการอ้างอิง

[1] คณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน สภาปฏิรูปแห่งชาติ. “ข้อเสนอโครงการปฏิรูป เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย.”

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. “แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย.” แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย, 46-47. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559.

[3] กระทรวงพลังงาน. “ร่างแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558–2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015).”

[4] “มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ครั้งที่ 1/2559 (ครั้งที่ 6).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.eppo.go.th/nepc/kpc/kpc-N6.html. สืบค้น 25 มิถุนายน 2559.

บทที่ 2

การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ตามที่รัฐบาลเริ่มมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนาและการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในปี 2558 ส่งผลให้ความสนใจในเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบัน การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังถือว่ามีสัดส่วนที่น้อยมาก จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องกำหนดนโยบายและมาตรการส่งเสริมที่เหมาะสม เพื่อให้ภาคประชาชนมีความมั่นใจที่จะเลือกใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน

ในบทที่ 2 จะเป็นการสรุปภาพรวมของสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยจะกล่าวถึงการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน พร้อมทั้งวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังมีสัดส่วนที่น้อยมาก รวมไปถึงการสรุปนโยบายและแผนส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐ และการดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสรุปการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง

2.1 สถานการณ์ของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในการคมนาคมขนส่ง และสามารถจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้ สามารถแบ่งลักษณะการใช้งานกว้าง ๆ ได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. เพื่อใช้งานส่วนบุคคล กรณีนี้ส่วนใหญ่จะเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายและมีราคาไม่สูง เนื่องจากมีการผลิตและประกอบภายในประเทศ ส่วนกรณีรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลพบว่ามีผู้สนใจซื้อมาใช้งานจำนวนหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าชนิด Plug-in Hybrid (PHEV) เนื่องจากมีบริษัทผู้ผลิตเริ่มทำตลาด PHEV โดยการผลิตและประกอบในประเทศไทย ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าชนิดแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) ยังไม่มีการผลิตและประกอบในประเทศ ทำให้การซื้อ BEV ต้องเป็นการนำเข้าทั้งคันจากต่างประเทศ ซึ่งต้องเสียภาษีในอัตราที่สูงมาก นอกจากนี้ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบอัดประจุไฟฟ้าในประเทศไทยยังไม่พร้อม จึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ผู้ใช้งานสนใจ PHEV มากกว่า BEV เนื่องจากมีความสะดวกและยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า
2. เพื่อการศึกษาและวิจัยพัฒนา ซึ่งส่วนใหญ่ดำเนินการโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงกับสถานการณ์ด้านยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และบริษัท ปตท.

จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้จัดหายานยนต์ไฟฟ้า และ/หรือสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน เพื่อศึกษาศักยภาพและเตรียมความพร้อมรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต ในกรณีนี้ส่วนใหญ่จะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าชนิด BEV

3. เพื่อใช้ในการขนส่งสาธารณะ โดยเฉพาะภายในพื้นที่จำกัด เช่น มหาวิทยาลัย โดยในปัจจุบันมหาวิทยาลัยหลายแห่งได้นำรถโดยสารไฟฟ้ามาใช้สำหรับการขนส่งบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเพื่อลดการใช้พลังงานและลดมลภาวะ ซึ่งรถโดยสารไฟฟ้าที่นำมาใช้ ส่วนใหญ่จะผลิตและประกอบในประเทศไทยจึงมีราคาไม่สูงนัก นอกจากนี้ ในปัจจุบัน องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ยังอยู่ระหว่างจัดทำโครงการนำร่องเพื่อทดสอบการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าจำนวน 200 คัน ซึ่งคาดว่าจะเริ่มต้นใช้งานรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าในปี 2560

จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน สามารถพิจารณาได้จากข้อมูลการจดทะเบียนของกรมการขนส่งทางบก ดังตารางที่ 2-1 และ 2-2 ซึ่งแสดงข้อมูลยอดการจดทะเบียนยานยนต์ตามประเภทเชื้อเพลิงที่เป็นไฟฟ้าและไฮบริด เปรียบเทียบกับยอดการจดทะเบียนยานยนต์ทั้งหมด โดยในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะประเภทยานยนต์ที่มีศักยภาพสูงในการส่งเสริมให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รถจักรยานยนต์ และรถโดยสาร ซึ่งจะเห็นได้ว่ายอดจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้ายังมีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนยานยนต์ทั้งหมด แม้ว่าทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจะมีการศึกษา วิจัย และทดลองใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ามาเป็นระยะเวลาหลายปีแล้วก็ตาม

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสม พ.ศ. 2558 - 2559

ประเภท	ปี 2558			ปี 2559 (ณ วันที่ 31 ต.ค.)		
	ไฟฟ้า	ไฮบริด	ทั้งหมด	ไฟฟ้า	ไฮบริด	ทั้งหมด
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง	50	69,816	7,742,434	52	77,923	8,146,250
รถจักรยานยนต์	1,720	61	20,497,563	1,338	55	20,483,359
รถโดยสาร	34	-	152,857	61	-	156,089

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก[1]

ตารางที่ 2-2 ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนใหม่ พ.ศ. 2558 - 2559

ประเภท	ปี 2558			ปี 2559 (ณ วันที่ 31 ต.ค.)		
	ไฟฟ้า	ไฮบริด	ทั้งหมด	ไฟฟ้า	ไฮบริด	ทั้งหมด
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง	14	7,256	526,764	1	8,245	490,124
รถจักรยานยนต์	55	-	1,819,956	48	-	1,624,773
รถโดยสาร	7	-	15,966	27	-	9,554

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก[2]

ทั้งนี้ ในการจดทะเบียนของกรมการขนส่งทางบก ยานยนต์ไฟฟ้าชนิด PHEV จะถูกจดทะเบียนประเภทเชื้อเพลิงเป็นไฮบริด ทำให้ยอดจดทะเบียนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประเภทเชื้อเพลิงไฮบริด จะเป็นยอดรวมของ ยานยนต์ไฟฟ้าชนิด PHEV และยานยนต์ไฮบริดทั่วไป (HEV) ซึ่งขอบเขตการศึกษาในรายงานฉบับนี้ จะพิจารณาเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าชนิด BEV และ PHEV เท่านั้น เนื่องจากเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถอัดประจุไฟฟ้าจากโครงข่ายไฟฟ้าได้ ดังนั้น ข้อมูลจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าชนิด PHEV จึงไม่สามารถอ้างอิงจากข้อมูลการจดทะเบียนของกรมการขนส่งทางบกได้ อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามยอดจำหน่าย PHEV ของบริษัทผู้ผลิตที่เริ่มทำตลาด PHEV ในประเทศไทย จึงพอประมาณการจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลชนิด PHEV ในปัจจุบัน ณ ปี 2559 ได้ โดยน่าจะมีจำนวนอยู่ที่ช่วงระหว่างหลายร้อยคัน ไปจนถึงกว่าหนึ่งพันคัน

สาเหตุหลักที่ประเทศไทยมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในสัดส่วนที่น้อยมากในช่วงที่ผ่านมา สรุปได้ดังนี้

1. ยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลและรถโดยสารไฟฟ้ายังมีราคาสูง เนื่องจากยังไม่มีการผลิตและประกอบในประเทศอย่างจริงจัง ซึ่งการนำเข้าทั้งคันจากต่างประเทศจะต้องเสียภาษีในอัตราที่สูงมาก แม้ในปัจจุบันจะเริ่มมีบริษัทผู้ผลิตทำตลาดรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลชนิด PHEV โดยการผลิตและประกอบในประเทศไทย เช่น Mercedes-Benz BMW และ Porsche แต่ก็ยังเป็นตลาดสำหรับผู้มีรายได้สูงเป็นหลัก ทำให้ปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลในประเทศไทยจึงยังมีจำนวนน้อยอยู่ สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้านั้น แม้ว่าจะมีราคาใกล้เคียงกับราคารถจักรยานยนต์ทั่วไป เนื่องจากมีการผลิตและประกอบในประเทศ แต่บริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่เป็นเพียงผู้ผลิตรายเล็ก จึงยังไม่สามารถทำตลาดขนาดใหญ่ได้ อีกทั้งสมรรถนะการใช้งานของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในปัจจุบันยังไม่ดีนัก เช่น ทำความเร็วได้ต่ำ ไม่สามารถขึ้นเนินลาดชันได้ ปัญหาการเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่ และยังขาดช่างผู้เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษา ทำให้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มการใช้งานลดลงในทุกปี
2. ประเทศไทยยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ โดยเฉพาะระบบอัดประจุไฟฟ้า ทำให้ผู้ใช้งานลังเลในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้ ซึ่งจะเห็นว่าการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ส่วนใหญ่จะเป็น PHEV เนื่องจากมีความสะดวกและยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า
3. ภาครัฐยังไม่มีนโยบายหรือมาตรการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นรูปธรรม ทำให้ทั้งประชาชนและผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมไม่มีความมั่นใจในการลงทุนซื้อและผลิต ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม ในปี 2558 รัฐบาลเริ่มให้ความสำคัญในการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยมียุทธศาสตร์หลักคือ “การส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน” ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ เริ่มมีนโยบายที่จะส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อที่ 2.2

2.2 นโยบายส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

ตามที่คณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2558 รับทราบตามข้อเสนอการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของสภาปฏิรูปแห่งชาติ และมอบหมายให้กระทรวงพลังงานเป็นหน่วยงานหลักให้รับรายงานของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงานเรื่อง “การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” พร้อมทั้งสรุปความเห็นและข้อเสนอแนะของสภาปฏิรูปแห่งชาติไปพิจารณาร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนกำหนดวิธีการและแนวทางการในการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย เพื่อเป็นการปฏิรูปการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความมั่นคงด้านพลังงาน เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงาน และลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงที่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

กระทรวงพลังงานจึงได้จัดประชุมหารือเมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2558 ร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย กระทรวงการคลัง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงคมนาคม กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) และการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง โดยที่ประชุมได้มีความเห็นร่วมกันว่าควรให้มุ่งเน้นการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถโดยสารสาธารณะก่อน แล้วจึงขยายผลไปสู่การส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลต่อไป กระทรวงพลังงานจึงได้นำเสนอความเห็นดังกล่าวต่อคณะรัฐมนตรี

ภายหลังจากการประชุมหารือครั้งนี้ แต่ละหน่วยงานได้มีการดำเนินงานและกำหนดแผนงานหรือนโยบายส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สรุปการดำเนินงานที่สำคัญได้ดังนี้

2.2.1 แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้จัดทำแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย[3] (รูปที่ 2-1) เพื่อสนับสนุนยุทธศาสตร์หลักที่จะส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน (ASEAN BEV HUB) ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2558 แผนที่นำทางดังกล่าวเสนอแผนการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. รถโดยสารไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตเชิงพาณิชย์ 1,000 คันต่อปี
2. ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง โดยจะส่งเสริมการวิจัยพัฒนาต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและเผยแพร่ต้นแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดผู้ประกอบการดัดแปลงยานยนต์

3. รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ซึ่งในช่วงแรกยังจำเป็นต้องกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมการนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลจากต่างประเทศ เพื่อเร่งให้เกิดปริมาณการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย จากนั้น อุตสาหกรรมยานยนต์จะเริ่มปรับตัวตามสภาวะตลาด ร่วมกับการส่งเสริมจากภาครัฐเพื่อให้เกิดการลงทุนผลิตในประเทศไทย
4. สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวจ่ายไฟฟ้า สถานีอัดประจุไฟฟ้า แบตเตอรี่ และมอเตอร์ ซึ่งต้องเริ่มต้นจากการกำหนดมาตรฐานสำหรับประเทศไทย เพื่อนักวิจัยจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาต่อไป

รูปที่ 2-1 แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

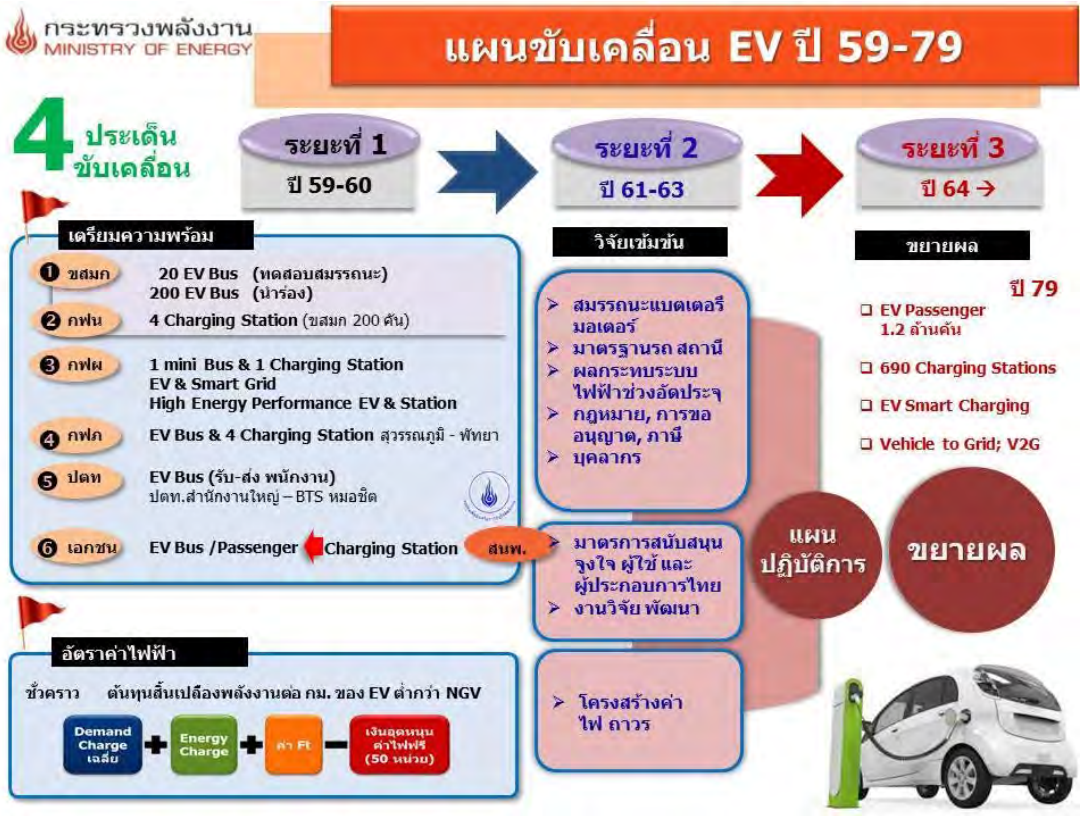
ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวทช.)

2.2.2 แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579

ตามมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2558 ได้เห็นชอบแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (Energy Efficiency Plan: EEP 2015)[4] ตามข้อเสนอของกระทรวงพลังงาน โดยมีเป้าหมายที่จะอนุรักษ์การใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศให้ได้ 51,700 ktoe โดยเฉพาะในภาคขนส่งซึ่งได้ถูกวางเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานให้ได้ 30,213 ktoe ซึ่งมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าได้ถูกบรรจุเป็นมาตรการหนึ่งของการอนุรักษ์พลังงานในภาคขนส่ง โดยตั้งเป้าหมายการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในปี 2579 รวมทั้งสิ้น 1.2 ล้านคัน

2.2.3 แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

กระทรวงพลังงานได้จัดทำแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (รูปที่ 2-2) เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางที่เสนอกับคณะรัฐมนตรีไว้ ให้เกิดการบูรณาการและต่อยอดจากการเตรียมการเกี่ยวกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการมาแล้ว



รูปที่ 2-2 แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)

แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย[5] แบ่งออกเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 : การเตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (พ.ศ. 2559 - 2560)

มุ่งเน้นการนำร่องการใช้งานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า เนื่องจากจะเกิดประโยชน์กับประชาชนในวงกว้างและสามารถพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการใช้งานได้ง่าย รวมถึงดำเนินการเตรียมความพร้อมด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อรองรับการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยจะมีการดำเนินการ 4 ส่วน ดังนี้

1. การจัดทำโครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะ เพื่อให้การส่งเสริมเกิดประโยชน์กับสาธารณชนในวงกว้าง และสามารถจำกัดงบประมาณในการส่งเสริมได้
2. การศึกษาการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้งาน เช่น ศึกษาสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าเมื่อมีการนำมาใช้งานจริง ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมาก เป็นต้น
3. การเตรียมความพร้อมด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น เตรียมความพร้อมระบบไฟฟ้า เตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น
4. การเตรียมความพร้อมรองรับด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการให้การสนับสนุนด้านภาษี เตรียมความพร้อมในการปรับปรุงกฎหมายหรือกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงอัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เตรียมความพร้อมด้านบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และการสนับสนุนงานวิจัยพัฒนาด้านการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

ระยะที่ 2 : การขยายผลการดำเนินงานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะและเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล (พ.ศ. 2561 - 2563)

1. สนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานตามจำนวนรถโดยสารสาธารณะที่จะเพิ่มในช่วงเวลา พ.ศ. 2561 - 2563
2. กำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้าและการขออนุญาตในการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า
3. ศึกษาและกำหนดมาตรการเพื่อจูงใจให้เอกชนลงทุนพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้า
4. ศึกษาและทบทวนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และอัตราค่าบริการสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ระยะที่ 3 : การขยายผลไปสู่การส่งเสริมรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล (พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป)

1. สนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลที่จะเพิ่มขึ้น
2. พัฒนาระบบบริหารจัดการการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (EV Smart Charging) เข้ามาช่วยลดการลงทุนในการปรับปรุงระบบไฟฟ้า
3. พัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศร่วมกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (Vehicle to Grid: V2G)

กระทรวงพลังงานยังได้จัดทำโครงการย่อยรองรับการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในระยะที่ 1 เพื่อเตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นการนำร่องการใช้งานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า เพื่อให้เกิดการพัฒนาการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรม ดังนี้

1. **โครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะและการเตรียมความพร้อมด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง**

   - องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.)
     - โครงการจัดหารถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า จำนวน 200 คัน
   - การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
     - โครงการนำร่องสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ารถยนต์มินิบัสไฟฟ้า และสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรับส่งผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ กฟผ. (สำนักงานกลาง)
     - โครงการนำร่องการใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Smart Grid for EV Demand Management)
     - โครงการศึกษาพัฒนามาตรฐานและเกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นสูงรองรับการติดฉลากเบอร์ 5 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า
   - การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)
     - โครงการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 4 สถานี เพื่อรองรับโครงการนำร่องรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าของ ขสมก.
   - การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)
     - โครงการนำร่องรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าและจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า 4 สถานี เพื่อรองรับนักท่องเที่ยว เส้นทางสนามบินสุวรรณภูมิ - พัทยา
   - บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
     - โครงการนำร่องรถโดยสารไฟฟ้า รับส่งพนักงานจาก ปตท. สำนักงานใหญ่ - รถไฟฟ้า BTS สถานีหมอชิต
   - สำนักงานนโยบายแผนพลังงาน (สนพ.) และกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
     - โครงการสนับสนุนการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้งบประมาณจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อสนับสนุนให้เกิดการสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 100 แห่ง ภายใน 3 ปี โดยมอบหมายให้สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทยเป็นผู้ดำเนินการ

2. **การจัดเตรียมค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรก**

การส่งเสริมการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า จำเป็นต้องมีการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้งานมีการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เหมาะสม และไม่กระทบระบบไฟฟ้าโดยรวมของประเทศมากจนเกินไป ทั้งนี้ กระทรวงพลังงานร่วมกับการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง และสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) พิจารณาแล้วเห็นควรกำหนดกรอบแนวทางการจัดทำอัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรกเป็นอัตราชั่วคราว เพื่อรองรับการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าสำหรับโครงการนำร่องของหน่วยงานต่าง ๆ ในช่วงปี 2559 - 2560 ก่อนที่จะพิจารณากำหนดโครงสร้างค่าไฟฟ้าถาวรสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าต่อไปตามแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ระยะที่ 2

3. **การเตรียมความพร้อมรองรับด้านมาตรฐานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง**

ดำเนินการจัดทำมาตรฐานและกฎระเบียบเพื่อสนับสนุนการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้า ได้แก่

- การขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- การขออนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า ร่วมกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
- มาตรฐานความปลอดภัยในการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดำเนินการโดย สำนักงาน กกพ. หรือกรมธุรกิจพลังงาน

4. **การเตรียมความพร้อมในส่วนของกระทรวงพลังงานร่วมกับการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง**

กระทรวงพลังงานได้เตรียมความพร้อมร่วมกับการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง โดยจะมีการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งได้กำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการดำเนินงานของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง โดยจะทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าและพัฒนามาตรฐานการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าและการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) การกำหนดราคาและรูปแบบการให้บริการ การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม รวมถึงกฎระเบียบอื่น ๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของการไฟฟ้า

ทั้งนี้ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2559 ได้มีมติเห็นชอบให้ดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในระยะที่ 1 และเห็นชอบกรอบแนวทางการกำหนดอัตราค่าบริการชั่วคราวสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรก โดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปดำเนินการต่อไป

2.2.4 สรุปการดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ

จากนโยบายของประเทศไทยที่มุ่งเน้นการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง ทำให้หลายหน่วยงานเริ่มการดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายของประเทศ สรุปข้อมูลการดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ

หน่วยงาน	การดำเนินงาน
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	1. จัดทำแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เพื่อให้การดำเนินงานด้านการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าสอดคล้องกับแนวทางที่เสนอกับคณะรัฐมนตรีไว้ และเกิดการบูรณาการและต่อยอดจากการเตรียมการเกี่ยวกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่างๆ ที่ได้ดำเนินการมาแล้ว 2. จัดตั้งคณะทำงานศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต ทั้งด้านการพัฒนาระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้า ข้อจำกัดทางกฎหมายต่าง ๆ และการพิจารณานโยบายส่งเสริมเร่งด่วนที่เป็นไปได้ 3. ส่งเสริมโครงการสนับสนุนการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) ซึ่งดำเนินการโดยสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย เพื่อสนับสนุนให้เกิดการสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 100 แห่ง ภายใน 3 ปี โดยใช้งบประมาณจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.)	1. ศึกษาและกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 2. ศึกษาด้านกฎระเบียบเกี่ยวกับใบอนุญาตการจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
การไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง	1. จัดทำโครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะและการเตรียมความด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง 2. ศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)	จัดทำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	จัดทำแผนงานการสนับสนุนเทคโนโลยีระบบเก็บสะสมพลังงานและการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหน่วยกักเก็บพลังงานในประเทศไทยด้านระบบวิเคราะห์การจัดการพลังงาน และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้งบประมาณจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
กรมศุลกากร และ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการ	พิจารณามาตรการส่งเสริมด้านภาษี เช่น การลดหย่อนภาษีศุลกากร โดยกำหนดเป้าหมายปริมาณการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งพิจารณามาตรการเพื่อส่งเสริมให้เกิด

ตารางที่ 2-3 การดำเนินงานเพื่อรองรับนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานต่าง ๆ

หน่วยงาน	การดำเนินงาน
ลงทุน (BOI)	การลงทุนฐานการผลิตในประเทศ
กรมสรรพสามิต	พิจารณาอัตราภาษีสรรพสามิตสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และนโยบายการส่งเสริมยานยนต์ประหยัดพลังงาน
องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.)	จัดทำโครงการจัดหารถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า จำนวน 200 คัน
สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.)	หารือผู้ประกอบการเพื่อกำหนดกรอบและแนวทางในการส่งเสริมการลงทุนผลิต ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
กรมการขนส่งทางบก	1. อยู่ระหว่างปรับปรุงประกาศกรมการขนส่งทางบก เพื่อใช้ในการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า 2. จัดทำโครงการศึกษาการจัดทำร่างข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของยานยนต์ไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานสากล และเสนอแนวทางกฎระเบียบและหลักเกณฑ์ วิธีการในการตรวจสภาพ และเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการตรวจสภาพรถยนต์ไฟฟ้า และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับประเทศไทย
สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย	สร้าง platform ให้มีการหารือเรื่องยานยนต์ไฟฟ้าระหว่างมหาวิทยาลัย หน่วยงานวิจัย และภาคเอกชน ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

2.3 การดำเนินงานของการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง

2.3.1 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

<u>การดำเนินงานที่ผ่านมา</u>

1. **โครงการวิจัยและพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงจากรถยนต์ใช้แล้ว**

เมื่อปี 2553 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้มีแนวคิดริเริ่มการพัฒนารถยนต์นั่งส่วนบุคคลให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ทุกคนสามารถปรับเปลี่ยนรถยนต์เก่าของตนเองให้รองรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เนื่องจากในขณะนั้นเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ายังไม่เป็นที่นิยม โดยทาง กฟผ. ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่จะมีบทบาทสำคัญต่ออนาคตของประเทศ จึงได้ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) พัฒนาต้นแบบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลจากการดัดแปลงรถยนต์ใช้แล้ว ภายใต้ “โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาอุปกรณ์หลัก สำหรับติดตั้งทดแทนในรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงให้สามารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าได้ เพื่อการนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยขยายผลให้เกิดการพัฒนาชุดดัดแปลงเชิงพาณิชย์ผลิตขึ้นภายในประเทศ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้รถยนต์น้ำมันที่ต้องการปรับเปลี่ยนเป็นรถยนต์ไฟฟ้า โดยในโครงการนี้ได้ดำเนินการดัดแปลงรถยนต์ 2 รุ่น คือ Honda Jazz และ Toyota Vios

สวทช. ได้ส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงต้นแบบรุ่น Honda Jazz ให้กับ กฟผ. เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2559 ส่วนรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงต้นแบบรุ่น Toyota Vios มีกำหนดส่งมอบให้ กฟผ. ภายในปี 2559 ซึ่ง กฟผ. จะนำไปดำเนินการทดสอบและเก็บข้อมูลการใช้งานจริงในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาต่อยอดในการพัฒนาและขยายผลต่อไป

รูปที่ 2-3 พิธีส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงต้นแบบรุ่น Honda Jazz

2. **การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย**

โครงการนี้จัดทำโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สนับสนุนโดย “โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.” ดำเนินการในช่วงปี 2555 - 2556 โดยเป็นงานวิจัยเชิงนโยบายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบจากการขยายตัวของเทคโนโลยีดังกล่าวในภาคขนส่งของประเทศไทย โดยเน้นไปภาคส่วนของรถจักรยานยนต์ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ที่จะเกิดขึ้นกับประเทศไทยในปี 2573 แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนแรก - ประเมินภาพรวมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด ตลอดจนนำเสนอแนวทางและทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ ระบบการอัดประจุไฟฟ้า ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ ซึ่งโดยสรุปพบว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถเติบโตได้ในอนาคต จะต้องมีระยะทางวิ่งต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ใกล้เคียงกับระยะทางของการเติมเชื้อเพลิงในยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังนั้น เทคโนโลยีแบตเตอรี่จะเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบัน ราคา ขนาด น้ำหนัก และอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยังเป็นข้อจำกัด นอกจากนี้ โครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเกิดการความมั่นใจในการอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะ

ส่วนที่สอง - สำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวโน้มของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในระดับโลก ภูมิภาคอาเซียน และประเทศไทย ซึ่งทั้งภาครัฐและเอกชนเห็นตรงกันในเรื่องของการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้ช้า เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยี นอกจากนี้ ผู้ประกอบการผลิตรถจักรยานยนต์เชื่อว่าการขยายตัวของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ายังต้องใช้ระยะเวลา เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ายังตามหลังรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลค่อนข้างมาก สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไทย ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่มองเห็นตรงกันว่าผลกระทบต่อผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยจะไม่มากนักในช่วงประมาณ 20 ปีต่อจากนี้ เนื่องจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นจากรถเฉพาะกลุ่มเท่านั้น คือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเป็นหลัก

ส่วนที่สาม - ประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและระบบการผลิตไฟฟ้า โดยสามารถสรุปโดยสังเขปได้ว่า ในกรณีที่มีการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุด (Extreme case) พบว่า ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในปี 2573 จะเพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 2.3 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และภาระทางไฟฟ้าสูงสุดที่เพิ่มขึ้นในปี 2573 คิดเป็นร้อยละ 17.2 เมื่อเทียบกับศักยภาพการผลิตไฟฟ้า ดังนั้น การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะไม่มีผลกระทบต่อแผนการจัดหาไฟฟ้าของประเทศ

3. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมการผลิตและใช้จักรยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กในประเทศไทย**

โครงการนี้เป็นความร่วมมือของ 4 หน่วยงาน ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สนับสนุนโดย “โครงการร่วมสนับสนุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.” ดำเนินการในช่วงปี 2557 - 2559 มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ศึกษาพฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเทคโนโลยีของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยหวังว่า จะมีส่วนสำคัญที่จะร่วมผลักดันให้มีมาตรการในการสนับสนุนเพื่อให้มีการผลิตและใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย รวมทั้งโอกาสและความเป็นไปได้ของยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กในอนาคต

ในการศึกษาพฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ได้มีการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าใน 3 พื้นที่ คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (กรุงเทพมหานคร) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (จ.ปทุมธานี) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น (จ.ขอนแก่น) โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดสอบประกอบด้วยกลุ่มบุคคลทั่วไป ได้แก่ นักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย และกลุ่มจักรยานยนต์รับจ้าง โดยศึกษาพฤติกรรมการใช้รถของผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ รวมทั้งเน้นการทดสอบการใช้งานจริงของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และเก็บข้อมูลจากการทำแบบสอบถาม สัมภาษณ์ และการหารือกลุ่มย่อย โดยคัดเลือกรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 500 W ซึ่งจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้ จากผลการศึกษาพบว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน มีสมรรถนะไม่สูงเท่ากับที่ผู้ผลิตระบุไว้ ทั้งจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการและบนถนนจริง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

<u>โครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะและการเตรียมความด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง</u>

1. **โครงการนำร่องสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ารถยนต์มินิบัสไฟฟ้า และสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรับส่งผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ กฟผ. (สำนักงานกลาง)**

เนื่องจากนโยบายภาครัฐ สนับสนุนให้เกิดการส่งเสริมและสาธิตการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อสร้างองค์ความรู้ ด้านเทคโนโลยีและการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า กฟผ. จึงมีแผนจัดทำโครงการนำร่องสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยการจัดหายานยนต์ไฟฟ้าชนิดรถยนต์มินิบัสไฟฟ้าจำนวน 1 คัน พร้อมสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1 สถานี สำหรับใช้งานนำร่องสาธิตในศูนย์นวัตกรรมและการเรียนรู้ กฟผ. (สำนักงานกลาง) เพื่อศึกษาผลกระทบด้านการใช้พลังงานและสมรรถนะการใช้งาน และศึกษาแนวทางพัฒนาระบบ Smart Charging

2. **โครงการนำร่องการใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Smart Grid for EV Demand Management)**

การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมากพร้อมกันในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง จะทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นมาก และทำให้การไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องลงทุนเพื่อเสริมระบบไฟฟ้าและสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มเติม เพื่อรองรับปริมาณโหลดจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นภาระต่อผู้ใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ดังนั้น การประยุกต์ใช้ความสามารถของเทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ให้หลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง จะช่วยให้ภาครัฐลดการลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าและสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมได้ โครงการนำร่องการใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของ กฟผ. จะเป็นการพัฒนาระบบสื่อสารเพื่อรับ-ส่งข้อมูลและสัญญาณควบคุมที่จำเป็นในการบริหารจัดการระบบอัดประจุไฟฟ้า ระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด (Smart Grid for EV Demand Management) โดยจะประสานงานกับ กฟน. และ กฟภ. เพื่อติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) เพื่อเตรียมความพร้อมด้านระบบบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้ารองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมากในอนาคต โดยที่มีการลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าน้อยที่สุด

3. **โครงการศึกษาพัฒนามาตรฐานและเกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นสูงรองรับการติดฉลากเบอร์ 5 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า**

ถึงแม้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ดีกว่ายานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน แต่ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าก็ยังสามารถพัฒนาประสิทธิภาพให้สูงขึ้นได้อีก กฟผ. จึงต้องการผลักดันให้มีการพัฒนาประสิทธิภาพของยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นสูงรองรับการติดฉลากเบอร์ 5 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีมาตรฐานและคุณภาพ ตลอดจนป้องกันไม่ให้มียาน

ยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีคุณภาพต่ำเข้ามาจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งในการดำเนินงานโครงการนี้ กฟผ. จะหารือรายละเอียดการดำเนินงานร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งมีหน้าที่ในการศึกษากำหนดค่ามาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน (MEPS และ HEPS) เพื่อวางกรอบแนวทางร่วมกันต่อไป

2.3.2 การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

<u>การดำเนินงานที่ผ่านมา</u>

การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ได้เตรียมความพร้อมในการรองรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สรุปโครงการด้านยานยนต์ไฟฟ้าของ กฟน. ซึ่งเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2553 จนถึงปัจจุบัน ดังนี้

1. **โครงการวิจัยและศึกษาแนวโน้มการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต**

เริ่มดำเนินการในปี 2553 เพื่อศึกษาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แบตเตอรี่ สถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานที่จะต้องจัดเตรียมในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การอัดประจุไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัยหรือตามที่สาธารณะ นโยบายเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ และผลกระทบของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อ กฟน. ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับภาระทางไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของระบบไฟฟ้าของ กฟน. รวมทั้งการเตรียมการในด้านมาตรการรองรับและแผนการดำเนินการในอนาคต

2. **โครงการศึกษาและทดสอบรถยนต์ไฟฟ้าในการใช้งานในเขต กทม.**

เริ่มดำเนินการในปี 2554 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการทำบันทึกข้อตกลงร่วมวิจัย (MOU) ระหว่าง กฟน. และ บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อร่วมกันศึกษาและทดลองใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร โดยบริษัทฯ ส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Mitsubishi i-MiEV จำนวน 1 คัน ให้ กฟน. เป็นระยะเวลา 9 เดือน เพื่อดำเนินการศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น สมรรถนะ อัตราการใช้พลังงาน ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าของ กฟน. จากการอัดประจุไฟฟ้า และความพึงพอใจของผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

รูปที่ 2-4 พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด

3. **โครงการสาธิตเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าและสถานีชาร์จไฟฟ้า**

เริ่มดำเนินการในปี 2554 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการว่าจ้างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศทั้งในเอเชีย ยุโรป และอเมริกา มาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์การอัดประจุไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าของ กฟน. ซึ่งในโครงการเป็นการจัดซื้อรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล 1 คัน เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว 1 เครื่อง และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา 1 เครื่อง พร้อมก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธิต เพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลรูปแบบการใช้งานจริงของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ศึกษาและออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบธรรมดาและแบบเร็วให้มีความปลอดภัยและเป็นไปตามมาตรฐานสากล ศึกษาและให้คำแนะนำในการกำหนดมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์การอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย รวมทั้งจัดทำแผนที่นำทางสำหรับ กฟน. ในการเตรียมการรองรับการเกิดขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

รูปที่ 2-5 สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จัดทำในโครงการ ณ การไฟฟ้านครหลวง เพลินจิต

รูปที่ 2-6 พิธีเปิดสถานีอัดประจุไฟฟ้า วันที่ 1 สิงหาคม 2555

4. **โครงการจัดหารถยนต์ไฟฟ้ามาใช้ในกิจการไฟฟ้าและติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า**

เริ่มดำเนินการในปี 2555 โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นต้นแบบสังคมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV Community) ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ข้อมูลและผลการศึกษาจากโครงการนี้จะมีประโยชน์อย่างมากเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในสภาพจริงเพื่อใช้ในการดำเนินการโครงการวิจัยที่เกี่ยวเนื่อง เป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาดูงานทั้งจากภาครัฐและเอกชน รวมทั้งเป็นข้อมูลในการตัดสินใจการลงทุนและสนับสนุนให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วในอนาคต โครงการมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

แผนการดำเนินงาน	**ปี 2555 - 2557**
- จัดหายานยนต์ไฟฟ้า	- Mitsubishi i-MiEV จำนวน 7 คัน - Nissan Leaf จำนวน 5 คัน - BYD e6 จำนวน 2 คัน
- ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า	10 แห่ง

รูปที่ 2-7 ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วของ กฟน.

ตารางที่ 2-4 เปรียบเทียบคุณสมบัติยานยนต์ไฟฟ้าที่ กฟน. นำมาใช้งาน

รายละเอียด	Mitsubishi i-MiEV	NISSAN LEAF	BYD e6
1. ระยะทางที่ขับได้ตามจริง (กิโลเมตร)	110	150	250
2. ค่าไฟฟ้าสูงสุด (บาท)	72	108	270
3. ระยะเวลาการชาร์จไฟ	6-8 ชม. (แบบธรรมดา) 20-30 นาที (แบบเร็ว)	6-8 ชม. (แบบธรรมดา) 30-40 นาที (แบบเร็ว)	1-2 ชั่วโมง
4. ค่าไฟฟ้า/ระยะทาง (บาท/กิโลเมตร)	0.6-0.7	0.9-1.0	1.3-1.5
5. ระยะทาง/หน่วยไฟฟ้า (กิโลเมตร/kwh)	6.04	5.37	2.89

Item	Description
Power Input	
Voltage	380 VAC, 3ϕ
Maximum Current	95 A
Power Factor	> 0.95
THD	< 5%
Efficiency	> 94%
Power Output	
Voltage Range	50-500 VDC
Maximum Current	125 A
Maximum Power	50 kW

รูปที่ 2-8 คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่ กฟน. นำมาใช้งาน

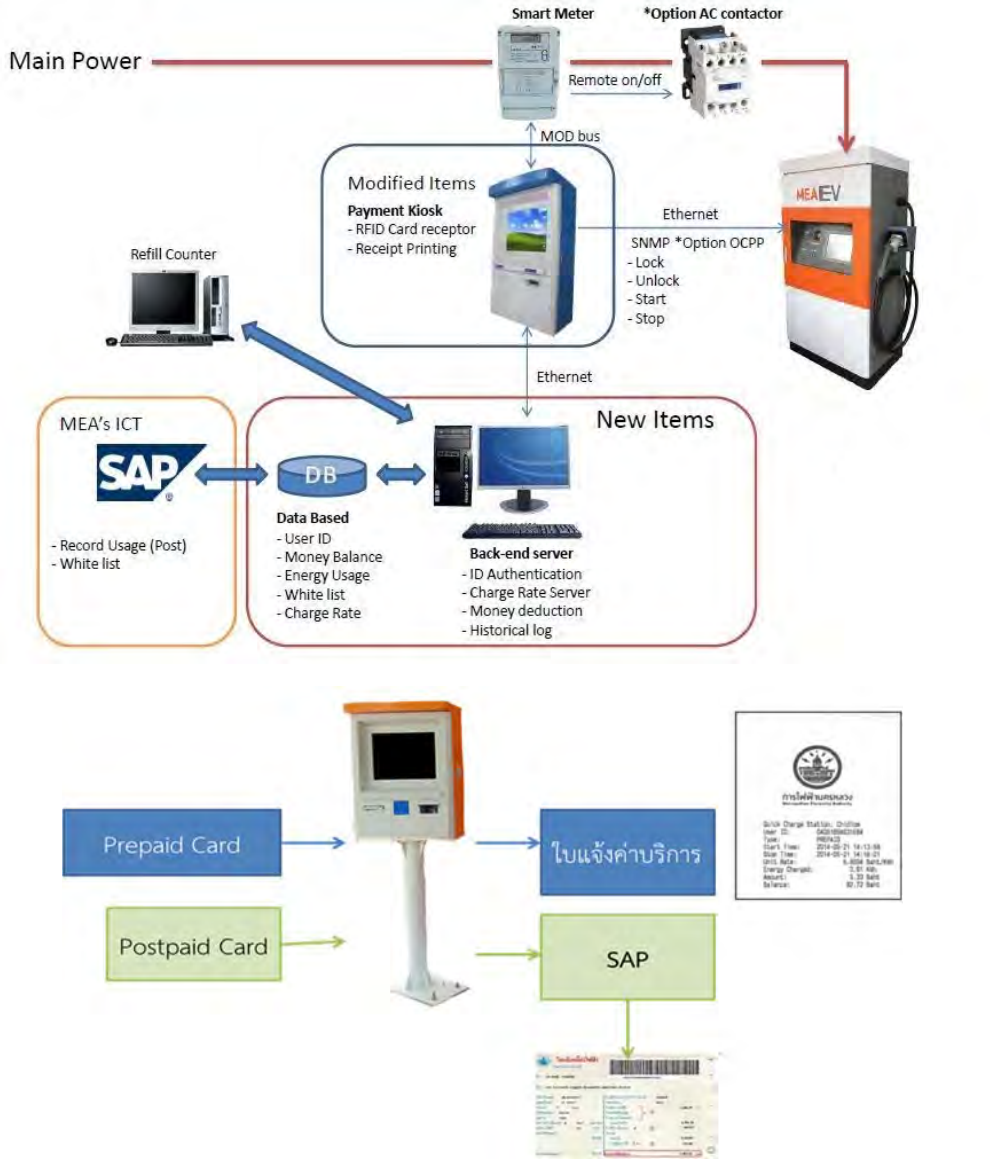
5. **โครงการร่วมมือในการทดลองใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้า**

เริ่มดำเนินการในปี 2556 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการทำบันทึกข้อตกลงร่วมวิจัย โดยเป็นการทำข้อตกลง (MOU) ระหว่าง กฟน. และบริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อร่วมกันศึกษาและทดลองใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร โดยบริษัทฯ ส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Nissan Leaf จำนวน 1 คันให้ กฟน. เป็นระยะเวลา 8 เดือน เพื่อดำเนินการศึกษาในด้านอัตราการใช้พลังงาน และการอัดประจุไฟฟ้ากับผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าของ กฟน.

รูปที่ 2-9 พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

6. โครงการวิจัยจัดทำระบบเก็บเงินสำหรับสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

เริ่มดำเนินการในปี 2556 โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบเก็บเงินทั้งแบบ Postpaid และ Prepaid สำหรับการใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว โดยมีการยืนยันตัวตน (Authenticate) ด้วย RFID card กรณีระบบเก็บเงินแบบ Prepaid เมื่ออัดประจุไฟฟ้าเสร็จสิ้น หรือระบบหยุดการอัดประจุไฟฟ้ากะทันหันไม่ว่าด้วยกรณีใด ๆ ระบบจะหักค่าบริการออกจากวงเงินคงเหลือ โดยที่ผู้ใช้บริการต้องมีเงินคงเหลือมากกว่าเงินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ก่อนการขออัดประจุไฟฟ้า กรณีระบบเก็บเงินแบบ Postpaid ในแต่ละครั้งที่มีการอัดประจุไฟฟ้า ระบบจะเก็บข้อมูลค่าบริการไว้ในฐานข้อมูลแยกตามหมายเลขผู้ใช้บริการ เมื่อครบรอบเดือน ระบบจะส่งค่าบริการการอัดประจุไฟฟ้าไปให้ระบบ SAP เพื่อพิมพ์ค่าบริการไว้ในใบแจ้งค่าไฟฟ้าต่อไป



รูปที่ 2-10 ระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟน.

7. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า**

เริ่มดำเนินการในปี 2557 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการทำบันทึกข้อตกลงร่วมวิจัย โดยเป็นการทำข้อตกลง (MOU) ระหว่าง กฟน. และบริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อร่วมกันศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยบริษัทฯ ส่งมอบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว รุ่น Terra 51 จำนวน 1 เครื่อง ให้ กฟน. เพื่อศึกษาการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว

รูปที่ 2-11 พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงระหว่าง กฟน. และ บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด

8. **โครงการวิจัยเพื่อจัดสร้างต้นแบบเครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบธรรมดาสำหรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า**

เริ่มดำเนินการในปี 2557 โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างต้นแบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาสำหรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เครื่องควบคุมการอัดประจุไฟฟ้า การเชื่อมต่อกับระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว รวมถึงระบบอัดประจุไฟฟ้าที่สามารถตอบสนองต่อระบบไฟฟ้า และจัดทำรายงานผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบไฟฟ้าให้เป็นระบบสมาร์ทกริดที่สอดรับกับธุรกิจและการบริการ การสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรและธุรกิจใหม่ต่อไป

สถานะ : กำลังดำเนินโครงการ กำหนดแล้วเสร็จ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2560

รูปที่ 2-12 เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาของ กฟน.

ตารางที่ 2-5 คุณสมบัติของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาของ กฟน.

รายละเอียด	คุณสมบัติ
1. แรงดัน	230 V 1 เฟส
2. กระแส	6-32 A (ขึ้นกับ capacity ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า)
3. ระยะเวลาการอัดประจุไฟฟ้า	2-8 ชั่วโมง (ขึ้นกับกระแสไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้า)
4. connector type	1. IEC 62196 type 1 (Nissan Leaf, Mitsubishi i-MiEV) 2. IEC 62196 type 2 (Benz, BMW (รุ่นที่ผลิตที่ยุโรป)) เต้ารับไฟฟ้า (สำหรับจักรยานยนต์ไฟฟ้า)
5. RFID card	รองรับ (เพื่อ Authenticate ผู้ใช้งาน)
6. Functionality	สามารถสื่อสารกับ TLM (Transformer Load Monitoring) ได้ เพื่อตรวจสอบความพอเพียงของหม้อแปลง

9. **โครงการจัดเก็บฐานข้อมูลรถยนต์ไฟฟ้าและประเมินผลกระทบด้านคุณภาพไฟฟ้าของเครื่องชาร์จไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าของ กฟน.**

เริ่มดำเนินการในปี 2558 โครงการนี้มีจุดประสงค์ของการศึกษาหลักคือ เก็บข้อมูลการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและการอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบเร็วและแบบธรรมดา รวมถึงการตรวจวัดเชิงคุณภาพไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบเร็วและแบบธรรมดา พร้อมวิเคราะห์ผลกระทบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ตารางที่ 2-6 ผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา

การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา	
1. รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Mitsubishi i-MiEV	
■ กระแสไฟฟ้า	12 A
■ Harmonic Current ตาม IEC 61000-3-2 (2005)	ผ่านมาตรฐาน
■ Voltage Flicker ตาม IEC 61000-3-3 (2005)	ผ่านมาตรฐาน
2. รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Nissan Leaf	
■ กระแสไฟฟ้า	16.4-16.8 A
■ Harmonic Current ตาม IEC 61000-3-12 (2004)	ผ่านมาตรฐาน
■ Voltage Flicker ตาม IEC 61000-3-11 (2000)	ผ่านมาตรฐาน

ตารางที่ 2-7 ผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว

การอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว	
เครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบเร็ว ยี่ห้อ DELTA/ABB/TAKAOKA	
■ กระแสไฟฟ้า (ขนาดของกระแสไฟฟ้าสูงสุดขึ้นอยู่กับระดับแบตเตอรี่ที่คงเหลือ)	54-75 A
■ แรงดันไฟฟ้า	373-407 V
■ Harmonic Current ตาม IEC 61000-3-12 (2005)	ผ่านมาตรฐาน
■ แรงดันไม่ได้ดุล ตาม IEC 61000-2-2 (2002) (<2.0%)	ผ่านมาตรฐาน

10. **โครงการจัดหารถโดยสารไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในกิจการของ กฟน.**

เริ่มดำเนินการในปี 2559 จากนโยบายของรัฐบาลด้านยานยนต์ไฟฟ้า กฟน. ในฐานะของผู้รับผิดชอบในการจำหน่ายไฟฟ้าในเขต กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี ให้เพียงพอและมีความเชื่อถือได้สูง ควรมีการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับนโยบายของรัฐบาลในอีก 2-3 ปีข้างหน้า กฟน. จึงมีโครงการจัดหารถโดยสารไฟฟ้าเพื่อเพื่อส่งเสริมให้มีการนำรถโดยสารไฟฟ้ามาใช้งาน และเผยแพร่ให้องค์กรต่าง ๆ และภาคประชาชน ให้มีความรู้ ความเข้าใจและได้ทดลองสัมผัสในเทคโนโลยีรถโดยสารไฟฟ้า รวมถึงการศึกษาทดลองสภาพการใช้งานจริง ประสิทธิภาพ และผลกระทบต่อระบบจำหน่าย และเพื่อเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ของ กฟน.

ตารางที่ 2-8 รายละเอียดอุปกรณ์ของรถโดยสารไฟฟ้าที่จัดซื้อ

รายละเอียด	รถโดยสารไฟฟ้า (แบบรถ Coach)
1. มอเตอร์ไฟฟ้า	150 kW
2. แรงบิดสูงสุดไม่น้อยกว่า	2,000 Nm
3. แบตเตอรี่	200 kWh
4. ระยะทาง	> 200 km
5. จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	3 เครื่อง (บางพูด, ส/ย. สะพานดำ, ศูนย์ฝึกฯ บางพลี)
6. งบประมาณ	20 ล้านบาท

11. **โครงการวิจัยเพื่อจัดสร้างระบบบริหารจัดการเครื่องชาร์จไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกันเป็นโครงข่าย**

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างต้นแบบระบบบริหารจัดการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกันเป็นโครงข่าย เชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับศูนย์กลาง เพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วแต่ละตัว การเชื่อมต่อกับระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และจัดทำรายงานผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบไฟฟ้าให้เป็นระบบสมาร์ทกริดที่สอดรับกับธุรกิจและการบริการ การสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรและธุรกิจใหม่ต่อไป

สถานะ : กำลังดำเนินโครงการ กำหนดแล้วเสร็จปี 2560

12. **โครงการศึกษาผลกระทบของการชาร์จไฟรถยนต์ไฟฟ้าในปริมาณมากต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า**

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟน. ทั้งด้านคุณภาพไฟฟ้า เช่น Harmonic, Voltage Flicker, Voltage Unbalance และความพอเพียงของแหล่งจำหน่าย พร้อมศึกษาหาแนวทางเตรียมความพร้อมของระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟน. เพื่อรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้น

สถานะ : กำลังดำเนินโครงการ กำหนดแล้วเสร็จปี 2560

<u>โครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะและการเตรียมความด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง</u>

1. **โครงการเตรียมความพร้อมรองรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับรถโดยสารไฟฟ้า ขสมก.**

ด้วยรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้และผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ โดยมอบหมายให้องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) จัดหารถโดยสารไฟฟ้า จำนวน 200 คัน แทนการจัดหารถโดยสาร NGV กฟน. จึงต้องเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่รถโดยสารไฟฟ้าทั้ง 200 คัน ทั้งในด้านระบบจำหน่ายไฟฟ้า สถานีอัดประจุไฟฟ้า การลดผลกระทบจากอัดประจุไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเงินลงทุน การคิดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าบริการ เป็นต้น

ตารางที่ 2-9 อู่รถโดยสารไฟฟ้าของ ขสมก.

อู่	ชื่ออู่	เส้นทางเดินรถ	จำนวนเครื่องอัดประจุไฟฟ้า	สายป้อนรองรับ
1	พระราม 9	(วงกลม) รามคำแหง - ถนนรัชดาภิเษก	50	HK-422
2	คลองเตย	อู่คลองเตย – เดอะมอลล์ท่าพระ	50	LB-423
		ท่าเรือคลองเตย – ท่าน้ำภาษีเจริญ		
3	บรมราชนนี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตศาลายา – อนุสาวรีย์ชัยฯ	25	PI-436
4	กำแพงเพชร 2	หมอชิต 2 – สุรวงศ์	50	KMS-422
		หมอชิต 2 – หัวลำโพง		

2.3.3 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

<u>การดำเนินงานที่ผ่านมา</u>

ตามแผนยุทธศาสตร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (พ.ศ. 2555 - 2563) ได้มีการกำหนดกลยุทธ์ในด้านการให้ความสำคัญการบริหารจัดการทรัพยากรขององค์กรให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้อย่างเหมาะสม รวมถึงกลยุทธ์ในด้านการมีบทบาทเชิงรุกในการพัฒนาพลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียน และการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคคมนาคมขนส่งเพื่อลดการใช้พลังงานน้ำมัน

กฟภ. จึงให้ความสำคัญในการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมไปถึงการบริหารจัดการระบบอัดประจุไฟฟ้าแบบโครงข่าย โดยโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าโครงการแรกเกิดขึ้นในปี 2554 และได้ดำเนินการเรื่อยมาจนปัจจุบัน มีโครงการที่เกี่ยวข้องกับทั้งหมด 6 โครงการ เป็นโครงการวิจัย 5 โครงการ และงานจ้างที่ปรึกษาฯ 1 โครงการ ซึ่งจากผลการดำเนินการดังกล่าวทำให้ กฟภ. ทราบว่าการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสามารถทำได้โดยใช้ฐานการผลิตยานยนต์ที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เพียงแต่ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ การอำนวยความสะดวกในการเติมพลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงนโยบายภาครัฐที่จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 25 ของค่าพลังงานในยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปกติ และระบบการบริหารจัดการสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบโครงข่ายเป็นสิ่งที่จำเป็นในการให้บริการอัดประจุไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมีการใช้งานเพิ่มขึ้นในอนาคต โครงการที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 6 โครงการของ กฟภ. สามารถสรุปขอบเขตและสถานการณ์ดำเนินงานได้ดังนี้

ตารางที่ 2-10 โครงการของ กฟภ. ที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และที่คาดว่าจะแล้วเสร็จภายในปี 2559

โครงการวิจัย	หน่วยงานวิจัย	ขอบเขตงานวิจัย	สถานะ
1) การศึกษาวิจัยโครงการสาธิตรถยนต์โดยสารไร้มลพิษสำหรับ กฟภ.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) โดยมีความร่วมมือกับ บริษัท อู่เชิดชัย อุตสาหกรรม จำกัด	ดำเนินการจัดทำรถโดยสารไฟฟ้าแบบ Low Floor ขนาด 43 ที่นั่ง พร้อมทดสอบใช้งานและประเมินผล	แก้ไขข้อขัดข้องแล้วเสร็จ รอการจัดทำทะเบียน (มิ.ย. 2559)
2) การวิจัยและพัฒนามอเตอร์และระบบขับเคลื่อนประสิทธิภาพสูงชนิดไม่ใช้แม่เหล็กถาวรสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า	หน่วยวิจัยระบบอัตโนมัติและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	พัฒนามอเตอร์ชนิดไม่ใช้แม่เหล็กถาวรให้ติดตั้งใช้งานกับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 60 คัน	ทดลองใช้งานในหน่วยแก้ไขเคลื่อนที่เร็ว (ส.ค. 2559)

ตารางที่ 2-10 โครงการของ กฟภ. ที่ดำเนินการแล้วเสร็จ และที่คาดว่าจะแล้วเสร็จภายในปี 2559

โครงการวิจัย	หน่วยงานวิจัย	ขอบเขตงานวิจัย	สถานะ
3) โครงการวิจัยสถานีบริการอัดประจุแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน CHAdeMO	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	พัฒนา จัดทำ จัดสร้างสถานีบริการอัดประจุแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน CHAdeMO พร้อมระบบการจัดการพลังงานภายในสถานี	ดำเนินการแล้วเสร็จ อยู่ระหว่างการเบิกจ่ายเงินงวดสุดท้าย
4) การศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินธุรกิจด้านสถานีบริการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า (Battery Charging Station) (จ้างที่ปรึกษา)	สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	จัดทำแผน ระยะสั้นระยะกลาง และระยะ ยาว เพื่อรองรับการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ	ดำเนินการเสร็จแล้ว

ตารางที่ 2-11 โครงการของ กฟภ. ที่อยู่ระหว่างขออนุมัติและคาดว่าจะดำเนินการแล้วเสร็จภายในปี 2560

โครงการวิจัย	หน่วยงานวิจัย	ขอบเขตงานวิจัย	สถานะ
1) โครงการศึกษาเปรียบเทียบและแนวทางการส่งเสริมรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อสังคมคาร์บอนต่ำของประเทศไทย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	กำหนดเทคโนโลยีและจัดหารถโดยสารไฟฟ้าที่เหมาะสมพร้อมทดสอบการเดินรถ	อยู่ระหว่างกระบวนการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า (มี.ค. 2560)
2) โครงการวิจัยระบบโครงข่ายเครื่องอัดประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็วสำหรับโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของ กฟภ.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	จัดสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าและระบบโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้า และยานยนต์ไฟฟ้าประเภทอื่นๆ จำนวน 1 เส้นทาง	อยู่ระหว่างขออนุมัติ ผวก.

โดยรายละเอียดของแต่ละโครงการเป็นดังนี้

1. **การศึกษาวิจัยโครงการสาธิตรถยนต์โดยสารไร้มลพิษสำหรับ กฟภ.**

เป็นโครงการวิจัยเพื่อนำเสนอเทคโนโลยีและส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถโดยสารขนส่งมวลชน ที่สามารถวิ่งให้บริการรับส่งประชาชนในเมืองและเส้นทางระหว่างเมืองในสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล และสามารถจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เพื่อประเมินศักยภาพของผู้ผลิตไทยเปรียบเทียบกับผู้ผลิตในต่างประเทศ ในด้านราคาต้นทุน

ติดตั้ง รวมถึงการประเมินค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษา และต้นทุนรวมทั้งโครงการเพื่อเปรียบเทียบกับรถโดยสารที่ใช้น้ำมัน

รูปที่ 2-13 ต้นแบบรถยนต์โดยสารไร้มลพิษของ กฟภ.

2. **การวิจัยและพัฒนามอเตอร์และระบบขับเคลื่อนประสิทธิภาพสูงชนิดไม่ใช้แม่เหล็กถาวรสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า**

โครงการนี้เป็นงานวิจัยและพัฒนาต้นแบบที่คาดว่าสามารถขยายผลเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตและจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคต โดยจะคำนึงถึงความแข็งแรงทนทาน ความน่าเชื่อถือของต้นแบบเป็นหลัก รวมทั้งการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีของบุคลากรภายในประเทศทั้งในภาครัฐและเอกชนที่มีความสนใจให้มีความยั่งยืนอย่างต่อเนื่อง โดยขอบเขตของงานวิจัยประกอบด้วยการพัฒนามอเตอร์ไฟฟ้าชนิดสวิตซ์รีลัคแตนซ์มอเตอร์ (Switched Reluctance Motor หรือ SR Motor หรือ SRM) ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของจักรยานยนต์ไฟฟ้า และนำต้นแบบมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมาขยายผลใช้งานโดยการผลิตรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 60 คัน ซึ่งประกอบด้วยรถที่ใช้แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (Lead Acid) และแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต ($LiFePO_4$) อย่างละ 30 คัน โดย กฟภ. จะนำรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าวไปทดลองใช้งานจริงในภารกิจของ กฟภ.

รูปที่ 2-14 ต้นแบบของจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดสวิตซ์รีลัคแตนซ์มอเตอร์

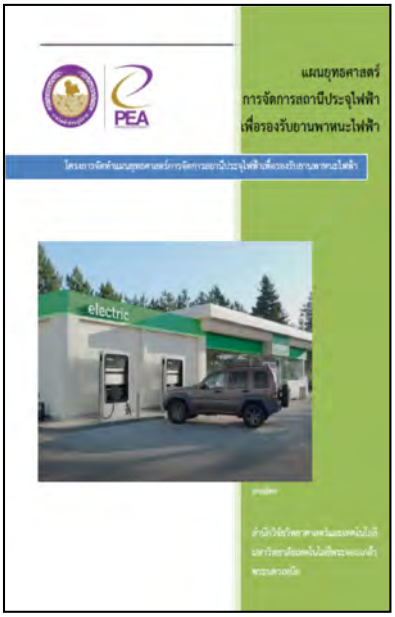
3. **โครงการวิจัยสถานีบริการอัดประจุแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับรถยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน CHAdeMO**

โครงการวิจัยพัฒนาและจัดสร้างสถานีบริการอัดประจุแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาไปสู่ยานพาหนะอื่น ๆ ในภาคคมนาคมขนส่ง โดยพัฒนาเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบพัลส์ความถี่ต้นแบบรองรับมาตรฐาน CHAdeMO ใช้เวลาในการอัดประจุอย่างรวดเร็วภายในช่วงเวลา 15 นาที (Q15) ภายในสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าต้นแบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน ประกอบด้วยระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ขนาด 10 kW ร่วมกับระบบเก็บสะสมพลังงานเป็นแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ขนาด 20 kWh และมีการบริหารจัดการพลังงานอย่างเหมาะสมเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าให้น้อยที่สุด รวมถึงการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ากลับเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าหลักในบางช่วงเวลา พร้อมทั้งระบบวิเคราะห์ข้อมูลด้านพลังงานแบบ Real Time

รูปที่ 2-15 สถานีอัดประจุไฟฟ้าต้นแบบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ณ สำนักงานใหญ่ กฟภ.

4. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินธุรกิจด้านสถานีบริการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า (Battery Charging Station)**

เป็นการศึกษา วิเคราะห์ และจัดทำแผนระยะสั้นและระยะยาว เพื่อกำหนดบทบาทของ กฟภ. ในการให้บริการการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ประชาชนผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการที่จะเพิ่มขึ้นจากการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต



รูปที่ 2-16 แผนยุทธศาสตร์การจัดการสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับยานพาหนะไฟฟ้า

<u>โครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะและการเตรียมความด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง</u>

1. **โครงการศึกษาเปรียบเทียบและแนวทางการส่งเสริมรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเพื่อสังคมคาร์บอนต่ำของประเทศไทย**

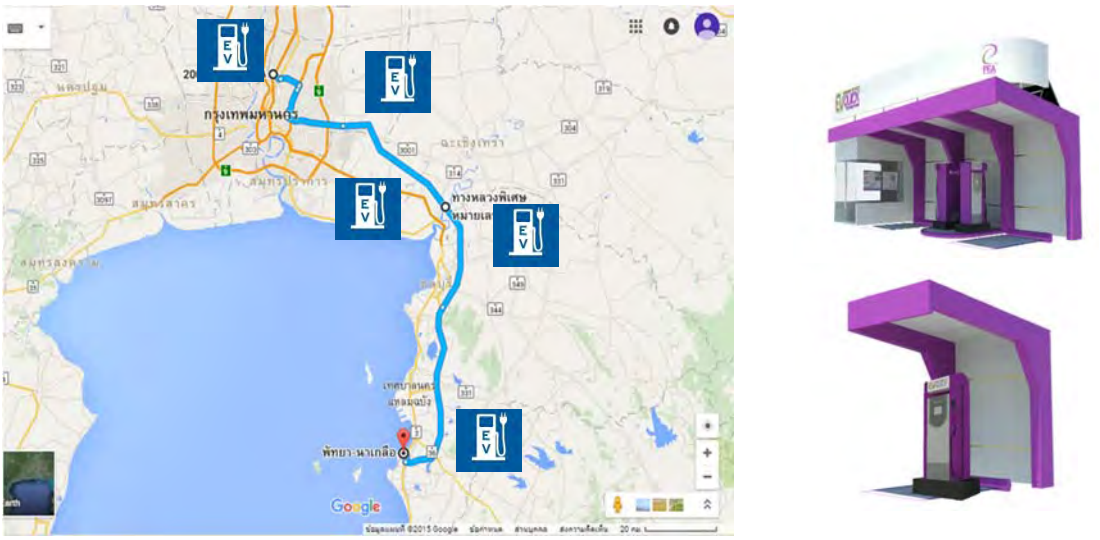
โครงการวิจัยนี้จะดำเนินการจัดซื้อรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำมาศึกษาและเปรียบเทียบเทคโนโลยีของรถโดยสารไฟฟ้า ในด้านประสิทธิภาพและสมรรถนะการใช้งาน ระบบการขับเคลื่อน การอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงการศึกษาและเปรียบเทียบกฎหมาย ระเบียบ และมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ ที่มีการส่งเสริมสนับสนุนการใช้งาน พร้อมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมให้มีการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้าในประเทศไทยโดยเร็ว และหากในอนาคตอัน

ใกล้มีแนวโน้มการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะเป็นผู้นำด้านรถโดยสารไฟฟ้า นอกจากนี้ โครงการวิจัยนี้ยังได้มีการเสนอแนวทางในการนำรถโดยสารไฟฟ้าไปใช้สำหรับวิ่งประจำทางหรือวิ่งระหว่างเมือง โดยโครงงานวิจัยนี้จะเป็นโครงงานวิจัยนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนารถโดยสารไฟฟ้าต่อในอนาคต

รูปที่ 2-17 ตัวอย่างรถโดยสารไฟฟ้าที่ใช้สำหรับวิ่งทดสอบ

2. **โครงการวิจัยระบบโครงข่ายเครื่องอัดประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็วสำหรับโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะของ กฟภ.**

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและจัดสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 4 สถานี จากการปรับปรุงประสิทธิภาพของสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็วตามมาตรฐาน CHAdeMO รวมถึงระบบบริหารจัดการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ โดยการใช้เทคโนโลยีของระบบ Cloud เป็นโครงสร้างพื้นฐานพร้อมปรับปรุงระบบบริหารจัดการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า และวางระบบการสื่อสารสำหรับสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ณ ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ กฟภ. เชื่อมต่อกับระบบศูนย์กลางบริหารจัดการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างอัตโนมัติ โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบออนไลน์ระหว่างสถานีศูนย์กลางหลักและสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า ทำให้ผู้ใช้งานสามารถรับข้อมูลที่รวดเร็ว แม่นยำ และมีการระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล อีกทั้งยังมีความสามารถในการขยายตัว (Scalability) เพื่อรองรับจำนวนสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า รถโดยสารไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือยานพาหนะไฟฟ้าอื่น ๆ ในรูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge) แบบเร็ว (Quick Charge) หรือกระทั่งการอัดประจุไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ



รูปที่ 2-18 เส้นทางนำร่องสำหรับติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าและระบบโครงข่ายฯ

รายการอ้างอิง

[1] กรมการขนส่งทางบก. “จำนวนรถจดทะเบียน (สะสม).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/vehicle.html. สืบค้น 21 พฤศจิกายน 2559.

[2] กรมการขนส่งทางบก. “สถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/newcar.html. สืบค้น 21 พฤศจิกายน 2559.

[3] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. “แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย.” แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย, 46-47. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559.

[4] กระทรวงพลังงาน. “ร่างแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558–2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015)”

[5] “มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ครั้งที่ 1/2559 (ครั้งที่ 6).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.eppo.go.th/nepc/kpc/kpc-N6.html. สืบค้น 25 มิถุนายน 2559.

บทที่ 3

ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 สถานการณ์ของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมา ถือว่ายังมีสัดส่วนการใช้งานที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนยานยนต์ทั้งหมด แม้ว่าจะมีการศึกษาวิจัย และทดลองใช้ยานยนต์ไฟฟ้าโดยหน่วยงานภาครัฐและเอกชนมาระยะหนึ่งแล้ว แต่ก็ยังไม่สามารถขยายผลให้มีการใช้งานจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากภาครัฐยังไม่มีนโยบายและมาตรการสนับสนุนที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปี 2558 ภาครัฐเริ่มมีนโยบายสนับสนุนให้เกิดการใช้งานและการลงทุนผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศอย่างจริงจัง เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงานให้ประชาชน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นที่คาดการณ์ว่าปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต ดังนั้น เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมรองรับการเติบโตของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องมีการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เพื่อนำไปประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการที่มียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบจำนวนมาก และกำหนดแนวทางหรือมาตรการเพื่อลดผลกระทบได้อย่างเหมาะสมต่อไป

3.1 แนวทางประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

แนวทางการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในรายงานฉบับนี้ จะเป็นการประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงปี 2560 - 2579 โดยจะศึกษาเฉพาะกลุ่มรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (ประเภท รย.1 ตามประเภทรถยนต์ของกรมการขนส่งทางบก) เนื่องจากเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในภาคประชาชน และมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้ามากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับให้เหมาะสม โดยจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณีได้แก่

1. **กรณี EEP** เป็นกรณีฐานของการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยเป็นสถานการณ์ที่การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เป็นไปตามเป้าหมายการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าตามแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 (EEP 2015) ซึ่งนโยบายหรือมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ตลอดจนแผนพัฒนาพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า จะยึดถือจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าจากการประมาณการในกรณีนี้เป็นเป้าหมายหลัก
2. **กรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า** เป็นสถานการณ์ที่การส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชนได้รับผลตอบรับที่ดี จนทำให้การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยเทียบเท่ากับนานาชาติ ซึ่งหากเกิดกรณีดังกล่าว แผนงานรองรับต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ อาจไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องวางแผนรับมือกรณีที่การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าสูงเกินกว่าเป้าหมายที่คาดการณ์เอาไว้ ซึ่งการประมาณการในกรณีนี้ จะใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อที่ 3.3

นอกจากนี้ ในการประเมินผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า และการจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องมีการแบ่งสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าระหว่าง PHEV และ BEV เนื่องจากรูปแบบและพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า ไปจนถึงขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้ามีความแตกต่างกัน ซึ่งแนวทางการแบ่งสัดส่วนระหว่าง PHEV และ BEV จะอ้างอิงข้อมูลประมาณการสัดส่วน BEV:PHEV จาก Bloomberg New Energy Finance[1] โดยปรับให้เหมาะสมกับสัดส่วน PHEV และ BEV ในช่วงแรกของการเริ่มต้นใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งในปี 2559 ประเมินว่าประเทศไทยจะมี PHEV 95 % และ BEV 5 % จากสมมติฐานว่าในปี 2559 จำนวน PHEV ในประเทศไทยน่าจะอยู่ในช่วงหลายร้อยคันไปจนถึงกว่าหนึ่งพันคัน (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการที่เริ่มทำตลาด PHEV ในประเทศไทย) และจำนวน BEV ในประเทศไทยมีอยู่ 52 คัน (ข้อมูลยอดจดทะเบียน ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2559 ของกรมการขนส่งทางบก)

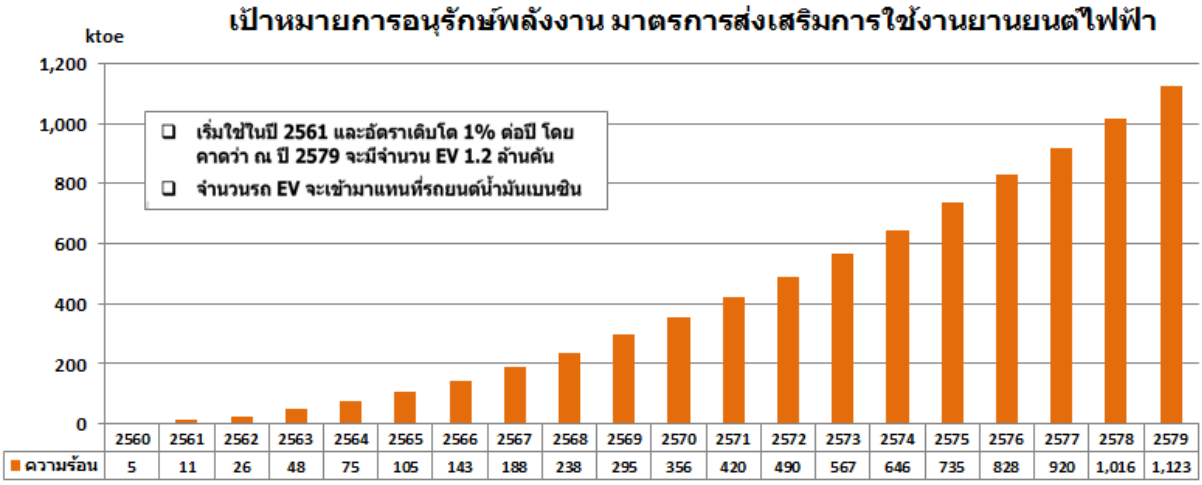
แนวทางการแบ่งสัดส่วนระหว่าง PHEV และ BEV ข้างต้น จะนำไปใช้ในการแบ่งสัดส่วน PHEV และ BEV สำหรับการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยทั้งกรณี EEP และกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า สรุปสัดส่วนระหว่าง PHEV และ BEV ตั้งแต่ปี 2559 ถึงปี 2579 ได้ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สมมติฐานสัดส่วน PHEV และ BEV ในแต่ละปี

ปี	สัดส่วน PHEV (%)	สัดส่วน BEV (%)	ปี	สัดส่วน PHEV (%)	สัดส่วน BEV (%)
2559	95	5	**2570**	45	55
2560	92	8	**2571**	40	60
2561	90	10	**2572**	39	61
2562	85	15	**2573**	37	63
2563	80	20	**2574**	33	67
2564	75	25	**2575**	31	69
2565	70	30	**2576**	29	71
2566	65	35	**2577**	25	75
2567	60	40	**2578**	21	79
2568	55	45	**2579**	20	80
2569	50	50			

3.2 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณี EEP

การประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยกรณี EEP จะอ้างอิงจากแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 (EEP 2015)[2] ซึ่งมีเป้าหมายที่จะอนุรักษ์การใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศให้ได้ 51,700 ktoe โดยเฉพาะในภาคขนส่งซึ่งได้ถูกวางเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานให้ได้ 30,213 ktoe ซึ่งมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าได้ถูกบรรจุเป็นมาตรการหนึ่งของการอนุรักษ์พลังงานในภาคขนส่ง โดยตั้งเป้าหมายการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในปี 2579 รวมทั้งสิ้น 1.2 ล้านคัน มีเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน 1,123 ktoe ดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 เป้าหมายมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579

ทั้งนี้ ในแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยของกระทรวงพลังงาน[3] ซึ่งเป็นแผนขับเคลื่อนหลักของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ก็ได้อ้างอิงเป้าหมายจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าตามแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 ด้วยเช่นกัน จึงกล่าวได้ว่านโยบายหรือมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐ จะยึดถือเป้าหมายจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าตามแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 เป็นหลัก ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายหลักของประเทศ การศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย จะอ้างอิงการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในปี 2560 - 2579 จากแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 - 2579 เป็นกรณีฐาน

สรุปประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560 - 2579 ในกรณี EEP ได้ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560 - 2579 กรณี EEP

ปี	จำนวน PHEV	จำนวน BEV	รวมทั้งหมด
2560	4,182	331	4,513
2561	8,245	782	9,027
2562	19,814	2,823	22,637
2563	35,111	6,647	41,758
2564	53,571	12,800	66,371
2565	73,109	21,173	94,282
2566	95,783	33,382	129,165
2567	121,925	50,810	172,735
2568	148,772	72,775	221,547
2569	177,009	101,012	278,021
2570	204,719	134,880	339,599
2571	231,415	174,923	406,338
2572	260,144	219,859	480,003
2573	290,716	271,915	562,631
2574	319,236	329,820	649,056
2575	349,905	398,084	747,989
2576	380,375	472,682	853,057
2577	407,256	553,326	960,582
2578	431,221	643,478	1,074,699
2579	456,838	745,944	1,202,782

3.3 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

จากสถานการณ์ในปัจจุบันที่ทั่วโลกเริ่มหันมาสนใจเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล รวมทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ก็ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงมีความเป็นไปได้ว่าการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยจะสูงเทียบเท่ากับนานาชาติ ซึ่งอาจทำให้แผนงานต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ ไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในรายงานฉบับนี้ จะเพิ่มการศึกษาในกรณีที่การขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าสูงกว่าปกติ เพื่อใช้สำหรับวางแผนรับมือกรณีที่การเติบโตยานยนต์ไฟฟ้าสูงเกินกว่าเป้าหมายที่คาดการณ์เอาไว้ ซึ่งจะเรียกกรณีนี้ว่ากรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

การประมาณการยานยนต์ไฟฟ้ากรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า จะใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) ตั้งแต่ปี 2560 - 2579 โดยแบบจำลองดังกล่าวจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การพยากรณ์จำนวนยานยนต์ใหม่ทั้งหมดตั้งแต่ปี 2560 - 2579 และการพยากรณ์สัดส่วนยานยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

3.3.1 การพยากรณ์จำนวนยานยนต์ใหม่ทั้งหมด

การพยากรณ์ขยายตัวของจำนวนยานยนต์ใหม่ทั้งหมดในอนาคต จะเริ่มต้นจากการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของจำนวนยานยนต์ที่สะสมในระบบในแต่ละปี ตั้งแต่ปี 2532 - 2558 จากกรมการขนส่งทางบก โดยมีสมมติฐานว่า จำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร (Vehicle Ownership) ในปีใด ๆ ขึ้นอยู่กับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว (GDP per Capita) ของปีนั้น จากนั้น จึงสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vehicle Ownership ของจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) กับค่า GDP per Capita โดยอ้างอิงจากสมการที่มีการศึกษามาแล้วจากบทความทางวิชาการเรื่อง “Modelling vehicle ownership and use in low income countries”[4] ซึ่งถูกอ้างอิงจากโดยงานวิจัยทางด้านยานยนต์มาแล้วกว่า 170 เรื่อง ดังสมการ (1)

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

เมื่อ

VO (Vehicle Ownership) คือ จำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร

S (Saturated Vehicle Ownership) คือ ค่าอิ่มตัวของจำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร หมายความว่า เมื่อ GDP per Capita สูงขึ้นจนถึงค่า ๆ หนึ่ง Vehicle Ownership ก็จะไม่สูงขึ้นไปกว่าค่า S อีกแล้ว

GDP_{Cap} (GDP per Capita) คือ ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว

รูปแบบของสมการ (1) เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่ใช้จำลองปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเพิ่มขึ้นช้า ๆ ในช่วงแรก จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงกลาง และอัตราการเติบโตจะค่อย ๆ ช้าลง จนในที่สุดจะอิ่มตัวที่ค่า ๆ หนึ่ง ซึ่งใกล้เคียงกับลักษณะการเติบโตของจำนวนยานยนต์ที่จะมีค่าอิ่มตัวของจำนวนยานยนต์ต่อจำนวนประชากร ไม่ว่าเศรษฐกิจจะเติบโตขึ้นเพียงใดก็ตาม

สมการ (1) ยังสามารถจัดรูปแบบในรูป logarithm ดังนี้

$$VO + VOe^{-a}GDP_{cap}^{-b} = S$$

$$\frac{VO}{S - VO} = e^{a}GDP_{cap}^{b}$$

$$\ln\left(\frac{VO}{S - VO}\right) = a + b\ln\left(GDP_{cap}\right) \quad (2)$$

จากสมการ (2) เมื่อใส่ข้อมูลทางสถิติตั้งแต่ปี 2532 – 2558 ประกอบด้วย ยอดจดทะเบียนสะสมของรถยนต์ประเภท รย.1 ค่า GDP และจำนวนประชากร ก็จะสามารถหาค่าคงที่ในสมการ (1) ด้วยการทำ Regression Analysis

แบบจำลองการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต จะได้ค่า R^2 (Coefficient of Determination) เท่ากับ 0.94 ซึ่งค่า R^2 เป็นค่าที่แสดงความแม่นยำของแบบจำลองเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลทางสถิติ โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งหากค่า R^2 ยิ่งมีค่าใกล้ 1 ยิ่งแสดงว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความแม่นยำสูง

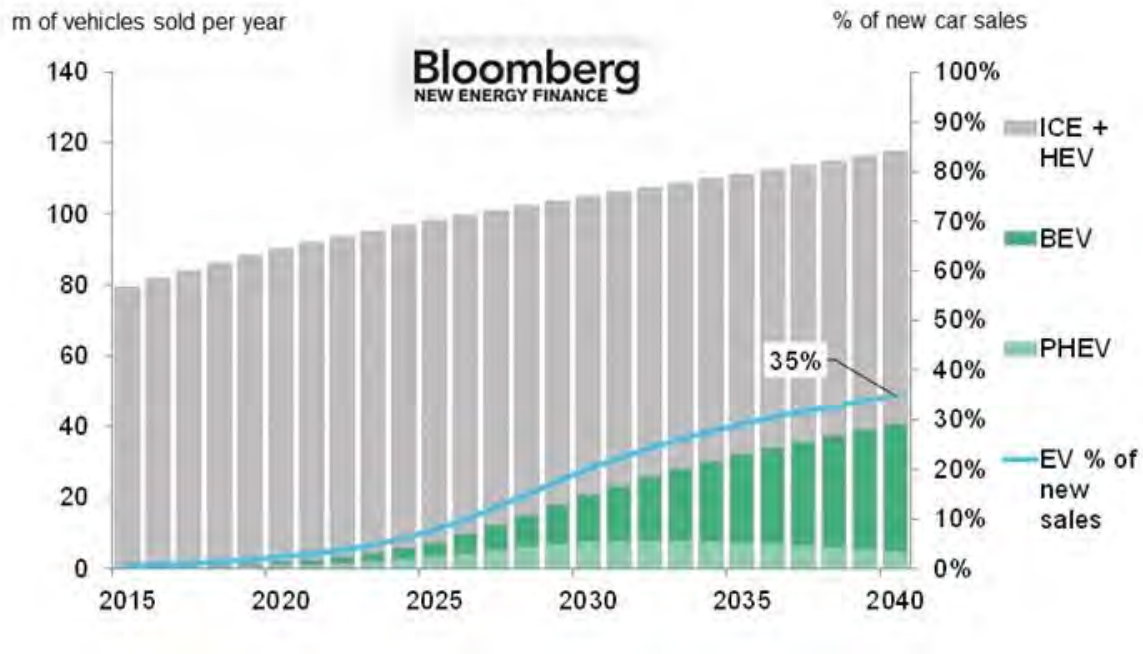
จากแบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปพยากรณ์จำนวนยานยนต์ที่สะสมในระบบในอนาคตได้ ซึ่งเมื่อทราบจำนวนยานยนต์ที่สะสมในระบบ ก็จะสามารถคำนวณหาจำนวนยานยนต์ใหม่ในแต่ละปีได้ จากผลต่างระหว่างจำนวนยานยนต์ที่สะสมในระบบระหว่างปีที่ต้องการ

3.3.2 การพยากรณ์สัดส่วนยานยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

จากแบบจำลองในหัวข้อที่ 3.3.1 เมื่อได้ข้อมูลพยากรณ์จำนวนยานยนต์ใหม่ทั้งหมดในแต่ละปีแล้ว จากนั้นจะเป็นการพยากรณ์สัดส่วนยานยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ตามสมมติฐานดังนี้

1. จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในปี 2559 (ประเภท รย.1) มีทั้งหมด 1,000 คัน ประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ และยอดจดทะเบียนจากกรมการขนส่งทางบก โดยจะถือว่ายานยนต์ไฟฟ้าในปี 2559 เป็นยานยนต์ใหม่ทั้งหมด เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ซึ่งเป็น PHEV เพิ่งเริ่มมีการทำตลาดอย่างจริงจังในปี 2559 และถึงแม้ว่าจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ในปี 2559 จะมากหรือน้อยกว่านี้เล็กน้อย ก็ส่งผลกระทบน้อยมากต่อการประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต ดังนั้น สัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ (EV Penetration) ซึ่งเป็นค่าร้อยละของจำนวนยานยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าเปรียบเทียบกับจำนวนยานยนต์ใหม่ทั้งหมดในปี 2559 จะเท่ากับ 0.14%

2. ให้ปี 2560 เป็นปีแรกของการพยากรณ์สัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ (EV Penetration) และด้วยสมมติฐานที่ว่าแนวโน้มการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ EV Penetration จะต้องมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละปี ดังนั้น จะต้องกำหนดพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่ง คือ ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นของสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ในแต่ละปี โดยการกำหนดค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า จะประมาณการโดยอ้างอิงจากการคาดการณ์จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ในอนาคตของ Bloomberg New Energy Finance[1] ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 การคาดการณ์จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ในอนาคต

เมื่อได้จำนวนยานยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละปีตามสมมติฐานข้างต้น จะสามารถนำมาคำนวณหาจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในแต่ละปีได้

3.3.3 สรุปจำนวนประมาณการยานยนต์ไฟฟ้ากรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

จากแบบจำลองและสมมติฐานการประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าดังที่อธิบายไปแล้วข้างต้น สามารถสรุปจำนวนประมาณการยานยนต์ไฟฟ้ากรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ดังตารางที่ 3-3 และ 3-4

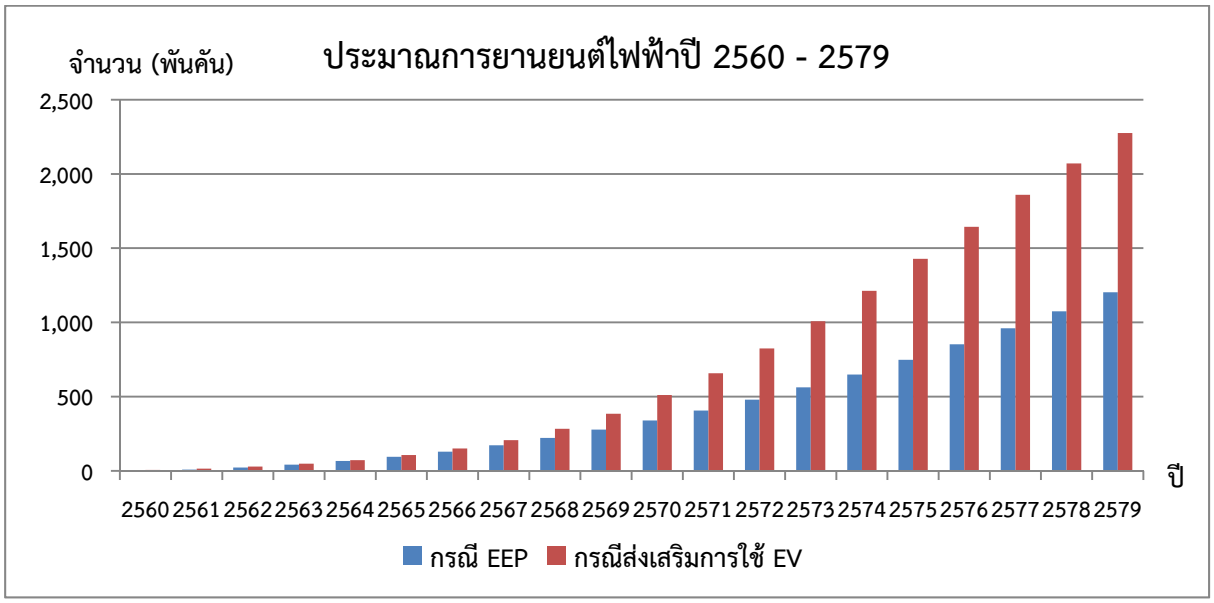
ตารางที่ 3-3 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี 2560 - 2579 กรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

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

ตารางที่ 3-4 ประมาณการยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า แยกประเภท PHEV และ BEV

ปี	จำนวน PHEV	จำนวน BEV	รวมทั้งหมด
2560	5,770	469	6,239
2561	14,145	1,399	15,544
2562	25,673	3,433	29,106
2563	40,982	7,260	48,242
2564	59,320	13,372	72,692
2565	83,087	23,558	106,645
2566	111,836	39,038	150,874
2567	145,407	61,419	206,826
2568	187,483	95,844	283,327
2569	238,204	146,565	384,769
2570	294,951	215,923	510,874
2571	353,729	304,089	657,818
2572	418,742	405,775	824,517
2573	486,755	521,581	1,008,336
2574	554,054	658,219	1,212,273
2575	620,928	807,068	1,427,996
2576	683,545	960,372	1,643,917
2577	737,305	1,121,651	1,858,956
2578	781,737	1,288,801	2,070,538
2579	822,779	1,452,971	2,275,750

รูปที่ 3-3 แสดงการเปรียบเทียบการประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าระหว่างกรณี EEP กับกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นว่าจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าปี 2579 ในกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะมีประมาณ 2.3 ล้านคัน ซึ่งสูงกว่าเป้าหมาย 1.2 ล้านคัน ในกรณี EEP เกือบเท่าตัว ซึ่งภาครัฐและการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง จะต้องติดตามการขยายตัวของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างใกล้ชิด เพื่อประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้า และกำหนดแนวทางหรือมาตรการเพื่อลดผลกระทบได้อย่างเหมาะสมต่อไป



รูปที่ 3-3 การประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ากรณี EEP และกรณีส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ประโยชน์ของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า คือ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานยานยนต์ทั่วไปอยู่แล้ว เห็นได้จากพฤติกรรมการเลือกซื้อยานยนต์ในปัจจุบัน ที่ผู้ใช้งานหันมาสนใจอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของยานยนต์มากขึ้น ตลอดจนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการขับขี่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันให้คุ้มค่ามากขึ้น รวมไปถึงการเลือกใช้น้ำมันประเภทที่เป็นพลังงานทางเลือกมากขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง นอกจากนี้ ยานยนต์ไฮบริด (HEV) ก็เริ่มไปที่นิยมมากขึ้นในระยะหลัง แสดงให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญของผู้ใช้งานในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์มาใช้

ด้วยสาเหตุดังกล่าว ผู้ใช้งานส่วนใหญ่จึงมีทัศนคติที่ดีต่อยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในแง่ของการประหยัดพลังงานและการมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังมีสัดส่วนที่น้อยมากในช่วงที่ผ่านมา โดยมีสาเหตุหลักคือ ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูงมาก เนื่องจากยังไม่มีการผลิตและประกอบในประเทศอย่างจริงจัง จึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เสียภาษีศุลกากรในอัตราที่สูง นอกจากนี้ ยานยนต์ไฟฟ้ายังมีข้อจำกัดด้านระยะทางขับขี่ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 150 กิโลเมตร อีกทั้งประเทศไทยยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับการอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะ จึงทำให้ผู้ใช้งานยังเกิดความลังเลในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นว่าการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่เป็น PHEV เนื่องจากมีความสะดวกและยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า

กล่าวโดยสรุป ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ใช้งานยานยนต์สนใจเลือกใช้ยานยนต์ไฟฟ้า คือ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และลดการปล่อยมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความต้องการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ แต่ก็ยังมีอุปสรรคอีกหลายประการที่ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมา สรุปปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญได้ดังนี้

1) ราคายานยนต์ไฟฟ้ายังสูงอยู่มาก เนื่องจากยังไม่มีการผลิตและประกอบในประเทศ จึงจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้เสียภาษีศุลกากรในอัตราที่สูง
2) ยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะรองรับ จึงทำให้ผู้ใช้งานไม่มั่นใจในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากเกรงว่าแบตเตอรี่จะหมดระหว่างทาง
3) ผู้ใช้งานไม่มีที่จอดรถเพื่ออัดประจุไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัย โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครซึ่งประชาชนจำนวนมากพักอาศัยตามหอพัก หรือคอนโดมิเนียม
4) ยานยนต์ไฟฟ้ามีระยะขับขี่ค่อนข้างสั้น จึงไม่สะดวกต่อการเดินทางระยะไกล ถึงแม้จะมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะก็ตาม เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุยังค่อนข้างนาน และผู้ใช้งานอาจไม่สะดวกกับการที่ต้องจอดอัดประจุไฟฟ้าในทุก ๆ 100 กิโลเมตร

ปัจจุบัน ภาครัฐมีนโยบายชัดเจนในการส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ รวมทั้งการยกเว้นภาษีศุลกากรในระยะแรกสำหรับบริษัทที่มีแผนการลงทุนผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ ซึ่งจะช่วยให้ราคายานยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างมากในอนาคต นอกจากนี้ ภาครัฐยังมีแผนส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะ ซึ่งน่าจะเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดด้านสมรรถนะของแบตเตอรี่ในปัจจุบัน จึงเป็นที่คาดการณ์ว่าการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรกจะเป็น PHEV เป็นหลัก จนกว่าแบตเตอรี่จะได้รับการพัฒนาจนทำให้ BEV สามารถทำระยะทางขับขี่ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง จนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

รายการอ้างอิง

[1] Bloomberg New Energy Finance. “Electric vehicles to be 35% of global new car sales by 2040.” [Online]. Available: https://about.bnef.com/press-releases/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040. Retrieved August 15, 2016.

[2] กระทรวงพลังงาน. “ร่างแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558–2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015).”

[3] “มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ครั้งที่ 1/2559 (ครั้งที่ 6).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.eppo.go.th/nepc/kpc/kpc-N6.html. สืบค้น 25 มิถุนายน 2559.

[4] Button, Kenneth. Ngoe, Ndoh. Hine, John. “Modelling vehicle ownership and use in low income countries.” Journal of Transport Economics and Policy 27, 1(1993): 51-67.

บทที่ 4
การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า

การส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ภาครัฐจำเป็นต้องมีนโยบายและมาตรการส่งเสริมในหลายด้าน ซึ่งนอกจากการส่งเสริมให้เกิดการลงทุนผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศแล้ว อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญ คือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ประชาชนมั่นใจในการเลือกใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะข้อกังวลเรื่องแบตเตอรี่หมดระหว่างการเดินทาง อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าต้องใช้เงินลงทุนที่สูง จึงอาจจำเป็นต้องเริ่มต้นพัฒนาจากพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงก่อนในช่วงแรก จากนั้นจึงขยายไปสู่พื้นที่อื่น ๆ ต่อไป นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องพิจารณาในด้านมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อกำหนดให้เกิดเป็นมาตรฐานของประเทศ

ในบทที่ 4 จะเป็นการเสนอภาพรวมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การสรุปบทบาทของหน่วยงานผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานซึ่งจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน การนำเสนอข้อมูลทั่วไปของระบบการอัดประจุไฟฟ้า เช่น การอัดประจุไฟฟ้าแบ่งออกเป็นกี่ประเภท และรูปแบบการอัดประจุไฟฟ้ามีอย่างไรบ้าง ตลอดจนสรุปข้อมูลมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในระหว่างการพิจารณาโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และในหัวข้อสุดท้ายจะเป็นการเสนอแนวทางการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งในระยะแรกควรเริ่มต้นจากพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการส่งเสริมให้เกิดปริมาณการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

4.1 บทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

ตามที่รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงานให้ประชาชน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในหลายด้าน โดยเฉพาะการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทั้งด้านไฟฟ้าและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำให้ประชาชนเกิดความมั่นใจในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้มากขึ้น นอกจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานแล้ว ยังมีอีกประเด็นอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณา เช่น การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ รูปแบบการจัดจำหน่ายหรือการให้บริการไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า มาตรการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานและการผลิตภายในประเทศ การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม (ฉลากมาตรฐานประสิทธิภาพสูง) และพิจารณาข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน สรุปบทบาทของหน่วยงานผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 บทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วยงาน	บทบาท
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	เตรียมความพร้อมด้านนโยบาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง และมาตรการเพื่อส่งเสริมการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ตลอดจนติดตามการดำเนินงานตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	กำหนดนโยบายเกี่ยวกับมาตรฐานการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้า และการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง
สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน	กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และกำหนดกฎระเบียบเกี่ยวกับการอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
กรมธุรกิจพลังงาน	กำกับดูแลด้านความปลอดภัยของการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมัน
กรมการขนส่งทางบก	ปรับปรุงกฎระเบียบหรือประกาศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องต่อการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	วางแผนและเตรียมความพร้อมในการพัฒนาระบบผลิตและระบบส่งไฟฟ้าให้สามารถรองรับปริมาณไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า
การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	วางแผนและเตรียมความพร้อมในการพัฒนาระบบจำหน่ายไฟฟ้า ให้สามารถรองรับปริมาณไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ตลอดจนสนับสนุนการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่บริการ
บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	พัฒนาธุรกิจเกี่ยวกับการให้บริการอัดประจุไฟฟ้า โดยเฉพาะการก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการน้ำมันของ ปตท.
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า สถานีอัดประจุไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	ดำเนินการวิจัย พัฒนา สร้างองค์ความรู้ และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย
สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม	กำหนดกรอบและแนวทางในการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า และการส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กรมศุลกากร และกรมสรรพสามิต เป็นต้น
สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง	กำหนดแนวทางในการยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า และส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย รองรับนโยบายส่งเสริมการลงทุนที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4-1 บทบาทของผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วยงาน	บทบาท
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)	กำหนดนโยบายส่งเสริมการลงทุนที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมให้เกิดการลงทุนฐานการผลิตในประเทศไทย
สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย	สนับสนุนและให้คำแนะนำด้านองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า

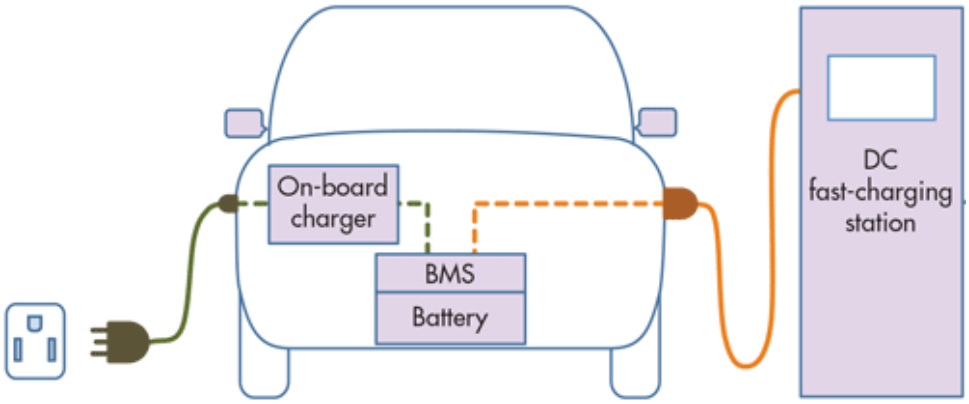
4.2 การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่ออัดประจุพลังงานให้กับแบตเตอรี่ เปรียบเทียบได้กับการเติมน้ำมันของยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะทำให้พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่ลดลงไปตามการใช้งาน และหากพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่หมดลง ยานยนต์ไฟฟ้าก็จะไม่สามารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าได้อีก ซึ่งในกรณียานยนต์ไฟฟ้าชนิดแบตเตอรี่ (BEV) จะไม่สามารถขับเคลื่อนต่อไปได้อีก แต่ในกรณียานยนต์ไฟฟ้าชนิด PHEV จะยังสามารถใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อขับเคลื่อนยานยนต์ต่อไปได้ แต่ก็จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงมากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องทำการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เป็นระยะเพื่อเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ให้เพียงพอต่อการใช้งาน

เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (Conductive Charging) และการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Charging) นอกจากการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว ยังมีแนวคิดเรื่องการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery Swapping) ซึ่งเป็นอีกรูปแบบการให้บริการที่สามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าได้

4.2.1 การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (Conductive Charging)

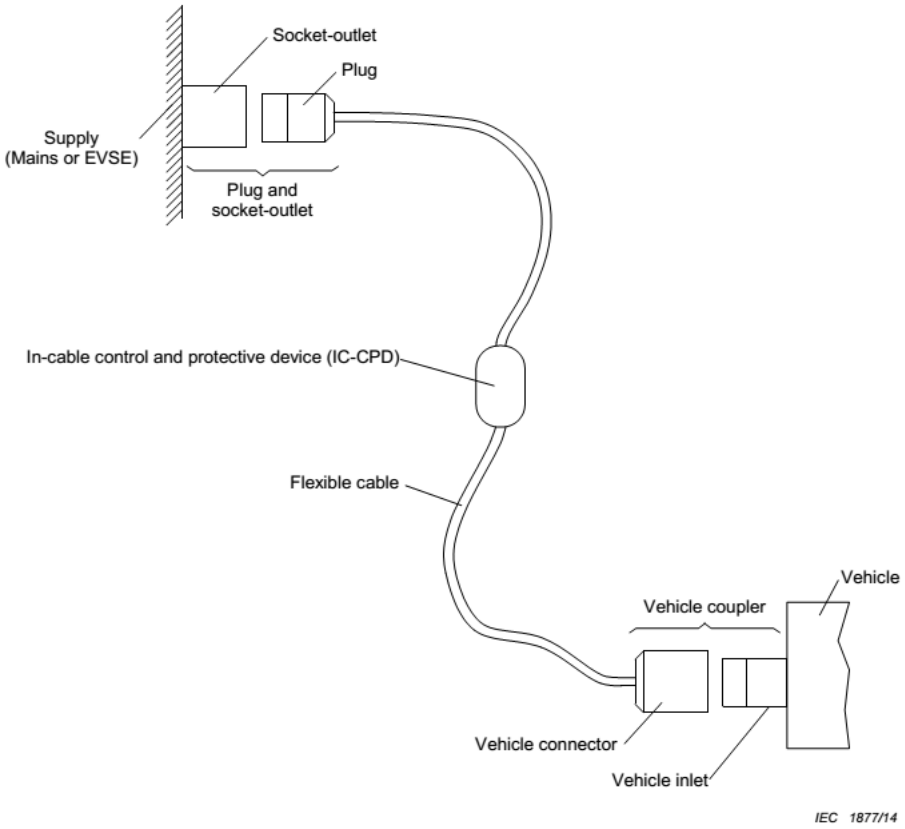
การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ เป็นการอัดประจุแบตเตอรี่โดยเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรงผ่านสายเคเบิล (หรือสายชาร์จ) ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า การอัดประจุไฟฟ้าวิธีนี้จะอาศัยหลักการนำไฟฟ้าผ่านตัวนำไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านสายเคเบิลเข้าสู่แบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นรูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าที่มีการใช้งานแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถติดตั้งได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูง และสามารถใช้ได้ทั้งการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง



รูปที่ 4-1 การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ

ที่มา: http://electronicdesign.com/power/optocouplers-help-promote-safe-efficient-ev-charging-stations

ในการศึกษาและจัดทำแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในรายงานฉบับนี้ จะพิจารณาเฉพาะการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำเป็นหลัก เนื่องจากเป็นวิธีการอัดประจุไฟฟ้าซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลก การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่อพ่วงดังแสดงในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 ส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่อพ่วงของการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ

ที่มา: มาตรฐาน IEC 62196-1:2014 Ed 3.0

จากรูปที่ 4-2 อธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบได้ดังนี้

- **Supply** คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟฟ้าในที่นี้อาจจะเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยตรงจากระบบไฟฟ้า (Main) เช่น เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปตามบ้านหรืออาคาร หรือเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Supply Equipment: EVSE) เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า
- **Plug** คือ เต้าเสียบซึ่งอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของสายเคเบิล ใช้สำหรับเสียบเข้ากับ Socket-Outlet ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- **Socket-Outlet** คือ เต้ารับของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เช่น เต้ารับซึ่งติดตั้งอยู่ที่สถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือเต้ารับไฟฟ้าทั่วไปตามบ้านหรืออาคาร
- **Flexible Cable** คือ สายเคเบิลที่ใช้ในการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากับยานยนต์ไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้า รวมทั้งรับ-ส่งข้อมูลสื่อสารที่จำเป็นสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า
- **In-Cable Control and Protective Device** เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในสายเคเบิล ทำหน้าที่ช่วยควบคุมขั้นตอนการทำงานและความปลอดภัยในการอัดประจุไฟฟ้า ในกรณีการอัดประจุไฟฟ้าผ่าน EVSE อาจไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์นี้ เนื่องจากฟังก์ชันของอุปกรณ์นี้จะมีอยู่ใน EVSE แล้ว
- **Vehicle Connector** คือ เต้าเสียบซึ่งอยู่ที่ปลายอีกข้างหนึ่งของสายเคเบิล ใช้สำหรับเสียบเข้ากับเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเชื่อมต่อกับยานยนต์ไฟฟ้า
- **Vehicle Inlet** คือ เต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับและการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

1. การอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ

เป็นการอัดประจุไฟฟ้าโดยการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า จากนั้น On-board Charger ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในยานยนต์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนจ่ายเข้าสู่แบตเตอรี่ต่อไป (รูปที่ 4-1) การอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับโดยทั่วไปจะเป็นการอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (Normal Charge) เนื่องจากใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างต่ำด้วยข้อจำกัดของ On-board Charger ในยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปจะรองรับกระแสไฟฟ้าได้เพียง 16-32 A ดังนั้น การอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับจึงเหมาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน และห้างสรรพสินค้า ซึ่งสามารถจอดรถได้เป็นระยะเวลานาน โดยทั่วไป On-board Charger จะมีขนาด 3.3 kW และ 6.6 kW สำหรับระบบการอัดประจุ

ไฟฟ้าแบบ 1 เฟส ไปจนถึง 11 kW และ 22 kW สำหรับระบบการอัดประจุไฟฟ้าแบบ 3 เฟส ซึ่งการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับที่ 22 kW จะเรียกว่าการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบกึ่งเร็ว (AC Semi-Quick Charge) นอกจากนี้ รถยนต์ไฟฟ้า Renault Zoe สามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบเร็ว (AC Quick Charge) ได้ที่ 43 kW โดยเป็นระบบการอัดประจุไฟฟ้า 3 เฟส และกระแสไฟฟ้าพิกัด 63 A ต่อเฟส

ผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับในปัจจุบัน มีค่อนข้างหลากหลายทั้งด้านขนาดกำลังไฟฟ้าและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับมีสถานการณ์ใช้งานที่หลากหลาย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ

บริษัทผู้ผลิต	ชื่อรุ่น	รูปภาพ	กระแสไฟฟ้าพิกัด
Bosch	Power Max 16A		16 A
EATON	EVSE L2 16 CLAW		16 A
Schneider	EVlink		32 A
GE	Wattstation		32 A

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ

บริษัทผู้ผลิต	ชื่อรุ่น	รูปภาพ	กระแสไฟฟ้าพิกัด
SIEMENS	VersiCharge Commercial		32 A
GE	WattStation		32 A

2. การอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

เป็นการอัดประจุไฟฟ้าโดยการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า โดยในกรณีนี้ สถานีอัดประจุไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนที่จะจ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้าจะจ่ายเข้าสู่แบตเตอรี่โดยตรง โดยมีระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS) ทำหน้าที่ควบคุมการอัดประจุ (รูปที่ 4-1) การอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงถือเป็นการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) โดยสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้าได้สูง เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเรื่อง On-board Charger โดยทั่วไปสามารถอัดประจุไฟฟ้าครึ่งหนึ่งของความจุแบตเตอรี่ได้ภายในระยะเวลาเพียง 10-15 นาที และเนื่องจากเป็นการอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูง (ปัจจุบัน อยู่ที่ประมาณ 50 kW) จึงต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีพิกัดกระแสสูง การอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงมักเป็นการใช้งานในแหล่งสาธารณะซึ่งต้องการความรวดเร็วในการอัดประจุ ในลักษณะคล้ายกับสถานีบริการน้ำมัน และเหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้าที่ต้องการอัดประจุไฟฟ้าหลายครั้งระหว่างวัน หรือสำหรับการเดินทางระยะทางไกล เช่น การเดินทางระหว่างจังหวัด เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงมักมีลักษณะเป็นตู้ขนาดใหญ่ เนื่องจากรองรับกำลังไฟฟ้าสูง และเหมาะสำหรับการบริการอัดประจุไฟฟ้าในแหล่งสาธารณะเป็นหลัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

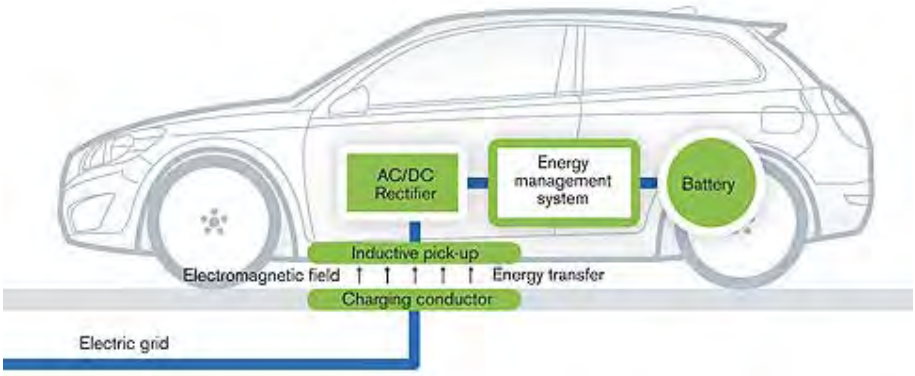
บริษัทผู้ผลิต	ชื่อรุ่น	รูปภาพ	พิกัดกำลังไฟฟ้า
Schneider	EVlink Fast Charge		50 kW
ABB	Terra 53 CJG		50 kW
Delta	EV Quick Charger		50 kW
Blink	DC Fast Charger		50 kW

4.2.2 การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Charging)

การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ หรือการอัดประจุไฟฟ้าแบบไร้สาย (Wireless Charging หรือ Wireless Power Transfer) เป็นเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าที่อาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า โดยเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านตัวส่งซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นดิน ขดลวดเหนี่ยวนำ (Induction Coil) ในตัวส่งจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ขดลวดเหนี่ยวนำของตัวรับซึ่งติดตั้งอยู่ในยานยนต์ไฟฟ้า จากนั้นยานยนต์ไฟฟ้าจะนำไฟฟ้ากระแสสลับที่เกิดขึ้นไปอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ต่อไป การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำมีข้อดีในเรื่องความสะดวกและปลอดภัยเนื่องจากไม่จำเป็นต้องเสียบปลั๊ก และสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากการอัดประจุไฟฟ้า เช่น การลัดวงจร แต่ก็มีข้อด้อยที่สำคัญ คือ มีประสิทธิภาพต่ำ และทำให้เกิดความร้อน จึงไม่สามารถ

รองรับการอัดประจุไฟฟ้าด้วยกำลังไฟฟ้าสูงได้ นอกจากนี้ การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำจะเป็นการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น จึงจำเป็นต้องใช้ On-board Charger ในยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนจ่ายเข้าสู่แบตเตอรี่

การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ เริ่มมีการนำมาใช้งานบ้างแล้วในบางประเทศ โดยเป็นลักษณะติดตั้งอยู่บนพื้นถนน โดยสามารถอัดประจุไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าในขณะขับขี่ได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากมีต้นทุนสูงและติดตั้งได้ยาก ต่างจากการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำที่มีต้นทุนต่ำและสามารถติดตั้งได้ง่ายกว่ามาก



รูปที่ 4-3 การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

ที่มา: http://www.goauto.com.au/mellor/mellor.nsf/story2/009B17277D30D740CA25789B001093FA

รูปที่ 4-4 ตัวส่งบนพื้นดินของการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

ที่มา: http://www.thedetroitbureau.com/2010/03/wirelessly-charged-electric-vehicle-runs-in-seoul

4.2.3 สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

เพื่อรองรับการเกิดขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากการสร้างและขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งในบ้านอยู่อาศัยและที่สาธารณะ ยังมีอีกแนวคิดหนึ่ง คือ การพัฒนาสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยในกรณีที่พลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าใกล้หมด ก็สามารถใช้บริการสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ เพื่อสับเปลี่ยนแบตเตอรี่กับแบตเตอรี่ที่ได้รับการอัดประจุไฟฟ้าจนเต็มแล้ว แนวคิดนี้จะช่วยให้ข้อด้อยเรื่องระยะทางขับขี่ของยานยนต์ไฟฟ้า และความไม่สะดวกของการอัดประจุไฟฟ้าหมดไป เนื่องจากการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สามารถทำได้รวดเร็ว (เช่น ไม่เกิน 5 นาที) จึงเหมาะสำหรับสภาวะเร่งรีบ เนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) ก็ยังใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาที ซึ่งถือว่าช้าเมื่อเปรียบเทียบกับการเติมน้ำมันของยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน รูปแบบการให้บริการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่จะเป็นลักษณะการทำสัญญากับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแบบจ่ายเงินตามระยะทาง โดยผู้ให้บริการจะเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่ายทั้งค่าแบตเตอรี่ โครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ รวมทั้งค่าไฟฟ้า แนวคิดนี้ยังมีข้อดี คือ เจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าไม่มีภาระค่าใช้จ่ายในด้านแบตเตอรี่ ทำให้การซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาถูกลง และลดความเสี่ยงในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้งาน เนื่องจากโดยทั่วไปอายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะต่ำกว่าอายุการใช้งานของยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดที่ว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะต้องออกแบบให้สามารถถอดสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ จึงจะใช้บริการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ อีกทั้งยังมีปัญหาสำคัญด้านมาตรฐานและคุณภาพของแบตเตอรี่ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น บริการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่จำเป็นต้องมีระบบควบคุมและดูแลอย่างใกล้ชิด

แม้แนวคิดเรื่องสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นแนวคิดที่ดี แต่การนำมาใช้งานจริงในปัจจุบันยังมีน้อยมาก เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วไป และการใช้งานจริงยังไม่สามารถสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้รวดเร็วตามที่ต้องการ เทคโนโลยีการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจึงยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นด้วยระบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ การติดตั้งแบตเตอรี่และระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละรุ่นมีความหลากหลาย จึงเป็นเรื่องยากที่สถานีบริการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่จะรองรับได้ครบทุกรุ่น

รูปที่ 4-5 สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ที่มา: http://www.greencarreports.com/news/1090933_standardized-electric-car-battery-swapping-wont-happen-heres-why

4.3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

ปัจจุบัน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) อยู่ระหว่างการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

4.3.1 เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า

อนุกรมมาตรฐาน IEC 62196: Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles ระบุข้อกำหนดและขนาดเชิงมิติสำหรับเต้าเสียบและเต้ารับที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า คือ Plug, Socket-outlet, Vehicle Connector และ Vehicle Inlet (ดังรูปที่ 4-2) ครอบคลุมทั้งกรณีการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง ปัจจุบันอนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 มีทั้งหมด 4 Part โดยเผยแพร่แล้ว 3 Part และอยู่ระหว่างจัดทำ 1 Part

ตารางที่ 4-4 อนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า

มาตรฐาน	ขอบข่าย
IEC 62196-1:2014 Ed 3.0 Part 1: General requirements	ข้อกำหนดทั่วไป
IEC 62196-2:2016 Ed 2.0 Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories	ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดเชิงมิติ และรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ
IEC 62196-3:2014 Ed 1.0 Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for dedicated d.c. and combined a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers	ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดเชิงมิติและรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรง และแบบรวมกระแสสลับ/กระแสตรง
IEC/TS 62196-4 Ed 1.0 (อยู่ระหว่างจัดทำ) Part 4: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c., d.c. and a.c. /d.c. vehicle couplers for Class II or Class III light electric vehicles (LEV)	ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดเชิงมิติและรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ แบบกระแสตรง และแบบกระแสสลับ/กระแสตรง สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก

ประเด็นสำคัญของมาตรฐานเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า คือ รูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับซึ่งกำหนดอยู่ในอนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 มีอยู่หลายรูปแบบ โดยหากยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับที่แตกต่างกัน ก็จะไม่สามารถอัดประจุไฟฟ้าจากสถานีนั้น ๆ ได้ ดังนั้น แต่ละประเทศมักมีแนวทางส่งเสริมรูปแบบเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้าให้มีรูปแบบเดียวหรือมีรูปแบบให้น้อยที่สุด

เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้าที่กำหนดอยู่ในอนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 แบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. **เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ** มาตรฐาน IEC 62196-2[1] กำหนดรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับสำหรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับทั้งหมด 3 Type ซึ่ง Type ที่นิยมใช้กันทั่วโลก คือ Type 1 และ Type 2 ส่วน Type 3 มีการใช้งานน้อยมาก ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะ Type 1 และ Type 2 ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ Type 1 และ Type 2

Type	ขนาดพิกัด	ภาพตัวอย่าง	ประเทศที่ใช้งาน
Type 1	**1 เฟส**: 250 VAC, 32 A		สหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น
Type 2	**1 เฟส**: 250 VAC, 70 A **3 เฟส**: 480 VAC, 63 A		ยุโรป

2. **เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรง และรวมกระแสสลับ/กระแสตรง** มาตรฐาน IEC 62196-3[2] กำหนดรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับสำหรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงทั้งหมด 4 Configuration ดังแสดงในตารางที่ 4-6 โดย Configuration AA และ BB จะเป็นเต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรงเท่านั้น ส่วน Configuration EE และ FF จะเป็นเต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ/กระแสตรง หรือที่เรียกกันว่า Combo

ตารางที่ 4-6 เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรง และแบบรวมกระแสสลับ/กระแสตรง

Configuration	ขนาดพิกัด	ภาพตัวอย่าง	ประเทศที่ใช้งาน
Configuration AA (CHAdeMO)	600 VDC, 200 A		ญี่ปุ่น
Configuration BB	750 VDC, 250 A		จีน
Configuration EE (Combo Type 1)	กระแสตรง: 600 VDC, 200 A กระแสสลับ: Type 1		สหรัฐอเมริกา
Configuration FF (Combo Type 2)	กระแสตรง: 1000 VDC, 200 A กระแสสลับ: Type 2		ยุโรป

ทั้งนี้ หากยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีรูปแบบเต้าเสียบและเต้ารับที่แตกต่างกันจะไม่สามารถทำการอัดประจุไฟฟ้าได้ ดังนั้น หากสามารถกำหนดมาตรฐานเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยให้มีเพียงรูปแบบเดียว ก็จะเป็นแนวทางที่ชัดเจนให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดทิศทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าไปในแนวทางเดียวกัน และลดความสับสนเกี่ยวกับรูปแบบเต้าเสียบและเต้ารับให้กับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ในกรณีการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับปัจจุบันจะมีสายเคเบิลสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าที่มี Vehicle Connector เป็น Type 1 และมี Plug เป็น Type 2 (รูปที่ 4-6) ซึ่งจะช่วยให้ยานยนต์ไฟฟ้าที่มี Vehicle Inlet เป็น Type 1 เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าญี่ปุ่นสามารถใช้งานสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี Socket-outlet เป็น Type 2 ได้ ดังนั้นสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี Socket-outlet เป็น Type 2 สามารถรองรับการใช้งานได้ทั้งยานยนต์ไฟฟ้าที่มี Vehicle Inlet เป็น Type 1 และ Type 2 แต่ในกรณีการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง การแปลงระหว่างเต้าเสียบและเต้ารับต่าง Configuration ค่อนข้างทำได้ยาก เนื่องจากระบบสื่อสารและขั้นตอนการทำงานในการอัดประจุไฟฟ้ามีความแตกต่างกันมาก ดังนั้น ทางเลือกที่หลายประเทศเลือกใช้คือการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มี Socket-outlet ทั้งแบบ CHAdeMO และ Combo ในเครื่องเดียว

รูปที่ 4-6 สายเคเบิลแปลงระหว่าง Type 1 และ Type 2

ที่มา: http://www.4ev.co.uk/5-metre-16-amp-type-1-to-type-2-charging-cable-straight

รูปที่ 4-7 สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่รองรับทั้ง CHAdeMO และ Combo

ที่มา: http://bmwi3.blogspot.com/2015/02/did-dc-quick-charging-standards-war.html

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้มีความพยายามที่จะกำหนดมาตรฐานเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยให้มีเพียงรูปแบบเดียวหรือมีรูปแบบให้น้อยที่สุด โดยมีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าเสียบและเต้ารับยานยนต์ไฟฟ้าเสร็จสิ้นแล้วจำนวน 3 เล่ม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-7 ทั้งนี้ ณ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2559 มาตรฐาน มอก. 2749 เล่ม 1-2559 และ มอก. 2749 เล่ม 2-2559 ประกาศใช้ราชกิจจานุเบกษาแล้ว ส่วน มอก. 2749 เล่ม 3-2559 อยู่ระหว่างการประกาศใช้ในราชกิจจานุเบกษา

ตารางที่ 4-7 มาตรฐาน มอก. 2749 เต้าเสียบและเต้ารับยานยนต์ไฟฟ้า

มาตรฐาน	รายละเอียด
มอก. 2749 เต้าเสียบ เต้ารับ-จ่าย ตัวต่อยานยนต์ และเต้ารับยานยนต์ – การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า	
มอก. 2749 เล่ม 1-2559 เล่ม 1: ข้อกำหนดทั่วไป	รับมาตรฐาน IEC 62196-1:2014 Ed 3.0 มาใช้โดยวิธีพิมพ์ซ้ำ (reprint) ในระดับดัดแปร (modify)
มอก. 2749 เล่ม 2-2559 เล่ม 2: ข้อกำหนด ความเข้ากันได้เชิงมิติ และการสับเปลี่ยนได้ สำหรับขาเสียบ และท่อหน้าสัมผัสของเต้าไฟฟ้ากระแสสลับ	รับมาตรฐาน IEC 62196-2:2016 Ed 2.0 มาใช้โดยวิธีพิมพ์ซ้ำ (reprint) ในระดับดัดแปร (modify)
มอก. 2749 เล่ม 3-2559 เล่ม 3: ข้อกำหนด ความเข้ากันได้เชิงมิติ และการสับเปลี่ยนได้ สำหรับขาเสียบ และท่อหน้าสัมผัสของเต้าไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ/กระแสตรง	รับมาตรฐาน IEC 62196-3:2014 Ed 1.0 มาใช้โดยวิธีพิมพ์ซ้ำ (reprint) ในระดับดัดแปร (modify)

มาตรฐาน มอก. 2749 เล่ม 2-2559 กำหนดรูปแบบเต้าเสียบและเต้ารับกระแสสลับเป็นแบบ Type 2 โดยยินยอมให้ยานยนต์ไฟฟ้าที่มี Vehicle Inlet เป็นแบบอื่น ๆ สามารถใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อปรับมาใช้กับ Type 2 ได้ หากผู้ทำยานยนต์หรือผู้ทำสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นผู้จัดเตรียมและรับรองอุปกรณ์เสริมนั้น ส่วนมาตรฐาน มอก. 2749 เล่ม 3-2559 จะยังไม่กำหนดรูปแบบเต้าเสียบและเต้ารับกระแสตรง และกระแสสลับ/กระแสตรง สำหรับประเทศไทย โดยให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62196-3:2014 Ed 1.0

4.3.2 ระบบอัดประจุไฟฟ้า

อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851: Electric vehicle conductive charging system เป็นมาตรฐานด้านระบบอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ครอบคลุมทั้งระบบอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง ปัจจุบัน อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 มีทั้งหมด 5 part ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 ระบบอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

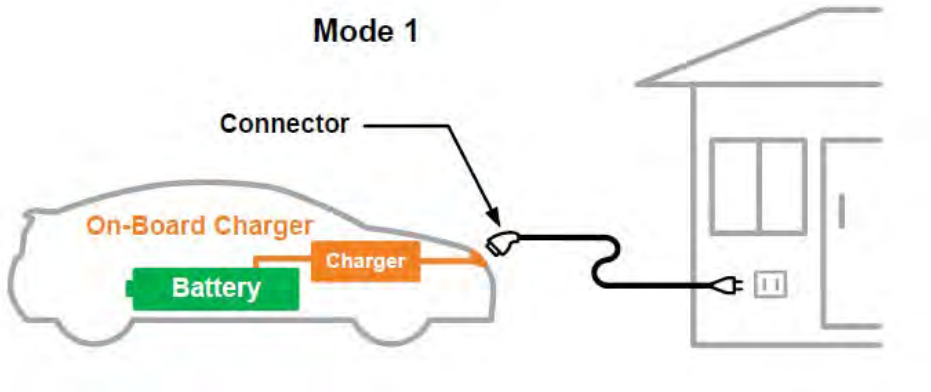
มาตรฐาน	ขอบข่าย
IEC 61851-1:2010 Ed 2.0 Part 1: General Requirements	ข้อกำหนดทั่วไป
IEC 61851-21:2001 Ed 1.0 Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an a.c./d.c. supply	ข้อกำหนดของยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับการเชื่อมต่อผ่านตัวนำไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรง
IEC 61851-22:2001 Ed 1.0 Part 22: AC electric vehicle charging station	ข้อกำหนดสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ
IEC 61851-23:2014 Ed 1.0 Part 23: D.C electric vehicle charging station	ข้อกำหนดสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง และข้อกำหนดทั่วไปสำหรับ Control Communication ระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงกับยานยนต์ไฟฟ้า
IEC 61851-24:2014 Ed 1.0 Part 24: Digital communication between a d.c. EV charging station and an electric vehicle for control of d.c. charging	(ใช้ร่วมกับ IEC 61851-23) เป็นมาตรฐาน Digital Communication ระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 แบ่งรูปแบบของการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 Mode ซึ่งกำหนดอยู่ในมาตรฐาน IEC 61851-1[3] โดย Mode 1 ถึง 3 จะเป็นการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ ในขณะที่ Mode 4 เป็นการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง

สรุปรายละเอียดรูปแบบของการอัดประจุไฟฟ้าทั้ง 4 Mode ได้ดังนี้

Mode 1: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ผ่านเต้ารับไฟฟ้ามาตรฐานตามบ้านหรืออาคารโดยตรง กำหนดขนาดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A และขนาดแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 Vac (สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส) และไม่เกิน 480 Vac (สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส) โดยแหล่งจ่ายไฟฟ้าต้องมีระบบสายดินและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน (Circuit Breaker) และสายเคเบิลที่ใช้ต้องมีสายดินด้วยเช่นกัน

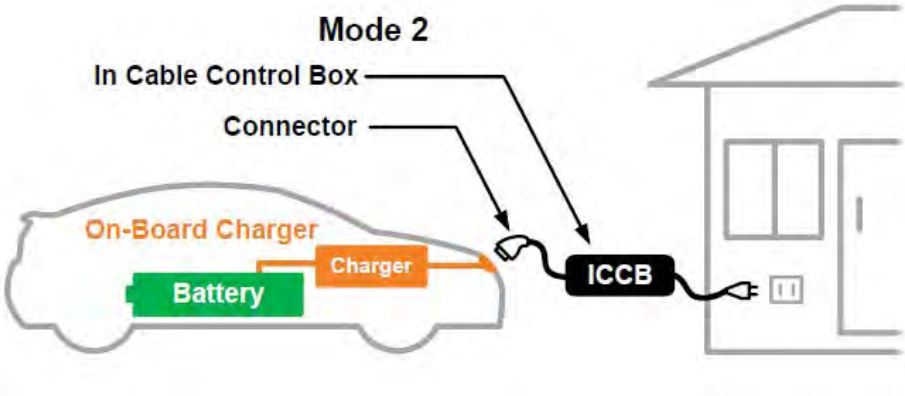
เนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้า Mode 1 เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับเต้ารับไฟฟ้าตามบ้านหรืออาคารโดยตรง โดยไม่มีอุปกรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม ดังนั้น จึงไม่มีฟังก์ชันควบคุมการอัดประจุ (Control Pilot Function) อีกทั้งเต้ารับตามบ้านหรืออาคารหลายแห่งไม่มีระบบสายดิน จึงอาจเกิดอันตรายได้ต่อผู้ใช้งานได้หากเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วหรือลัดวงจร บางประเทศจึงห้ามใช้การอัดประจุไฟฟ้า Mode 1 เช่น สหรัฐอเมริกา



รูปที่ 4-8 การอัดประจุไฟฟ้า Mode 1

Mode 2: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านเต้ารับไฟฟ้ามาตรฐานตามบ้านหรืออาคารโดยตรง กำหนดขนาดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 32 A และขนาดแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 Vac (สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส) และไม่เกิน 480 Vac (สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส) โดยแหล่งจ่ายไฟฟ้าต้องมีระบบสายดินและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน (Circuit Breaker) และสายเคเบิลที่ใช้ต้องมีสายดินด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ ใน Mode 2 สายเคเบิลจะต้องมีฟังก์ชันควบคุมการอัดประจุ (Control Pilot Function) และระบบป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว (Residual Current Device: RCD) ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ภายในกล่องควบคุมในสายเคเบิล (In-cable Control Box: ICCB) โดย ICCB จะต้องมีระยะห่างจาก Plug ไม่เกิน 0.3 เมตร หรือติดตั้งอยู่ภายใน Plug

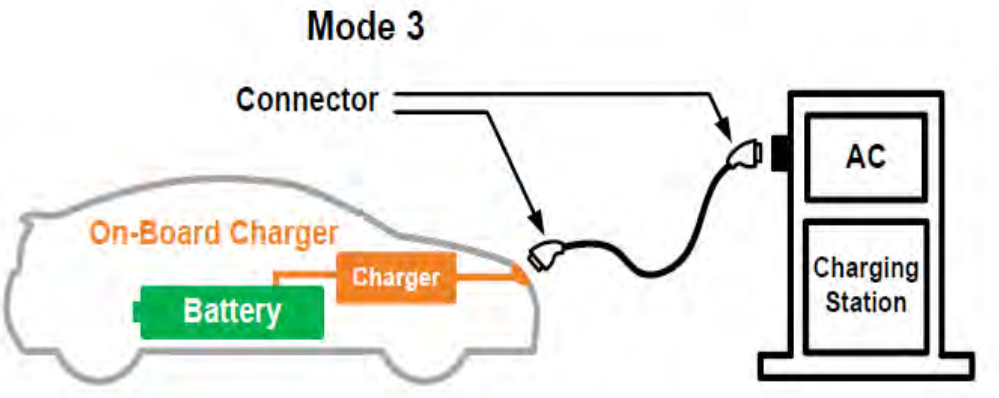
Control Pilot Function มีหน้าที่ในการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าและตรวจสอบระบบป้องกันในระหว่างการอัดประจุไฟฟ้า เช่น ตรวจสอบว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีการต่อสายดินอยู่หรือไม่ หรือสั่งให้ลดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุเมื่อแบตเตอรี่เกิดความร้อนสูง เป็นต้น โดย Control Pilot Function จะสื่อสารกับยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation: PWM)



รูปที่ 4-9 การอัดประจุไฟฟ้า Mode 2

Mode 3: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยที่ EVSE จะเชื่อมต่ออย่างถาวรกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดในการอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับ และมาตรฐานของการอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ การอัดประจุไฟฟ้า Mode 3 เป็นรูปแบบที่เห็นทั่วไปในสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่สามารถจอดรถเป็นระยะเวลานานได้ เช่น ที่ทำงาน ห้างสรรพสินค้า รวมถึงเครื่องอัดประจุไฟฟ้ารูปแบบ Wall Charge ในบ้านอยู่อาศัย

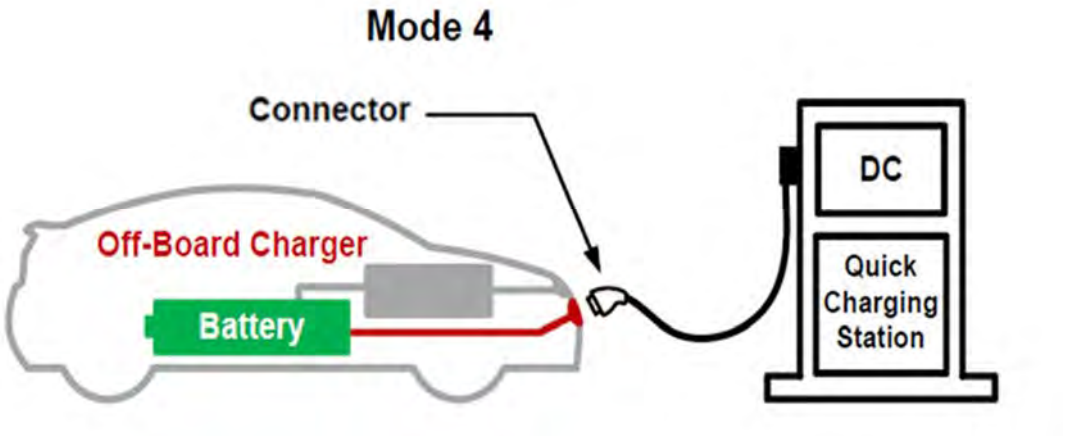
EVSE ของการอัดประจุไฟฟ้า Mode 3 จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน เช่น อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Circuit Breaker) อุปกรณ์ป้องกันกระแสรั่ว (Earth Leakage Circuit Breaker) และอุปกรณ์สำหรับตัดต่อการจ่ายไฟฟ้า (Contactor) และต้องมีฟังก์ชันควบคุมการอัดประจุ (Control Pilot Function) เพื่อควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าและตรวจสอบระบบป้องกันในระหว่างการอัดประจุไฟฟ้า เช่น ตรวจสอบว่าขณะนี้ยานยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่อกับ EVSE อยู่หรือไม่ ตรวจสอบว่ามีการเชื่อมต่อระบบป้องกันอยู่หรือไม่ รวมทั้งการสื่อสารเพื่อควบคุมระดับกระแสไฟฟ้าในการอัดประจุ โดย Control Pilot Function จะสื่อสารกับยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation: PWM) เช่นเดียวกับ Mode 2



รูปที่ 4-10 การอัดประจุไฟฟ้า Mode 3

Mode 4: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยที่ EVSE จะเชื่อมต่ออย่างถาวรกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ และมี Off-board Charger เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนจ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า ขนาดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดในการอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับ และมาตรฐานของการอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ การใช้งานการอัดประจุไฟฟ้า Mode 4 ส่วนใหญ่จะอยู่ในสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะเท่านั้น

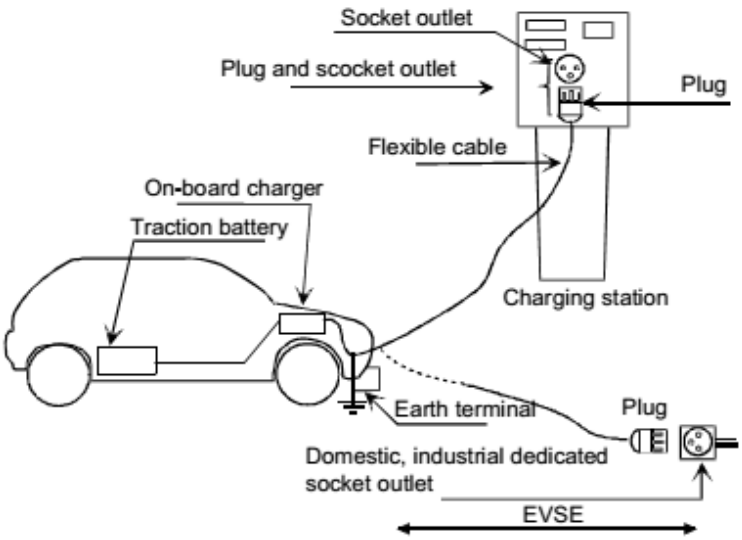
EVSE ของการอัดประจุไฟฟ้า Mode 4 จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเช่นเดียวกับ Mode 3 แต่การควบคุมการอัดประจุ และการสื่อสารกับยานยนต์ไฟฟ้าใน Mode 4 จะซับซ้อนกว่า Mode 3 มาก และมีรูปแบบของการควบคุมและการสื่อสารที่แตกต่างกันไปตามรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับ และมาตรฐานของการอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้ ข้อกำหนดเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงกับยานยนต์ไฟฟ้าจะถูกกำหนดอยู่ในมาตรฐาน IEC 61851-23 และ IEC 61851-24



รูปที่ 4-11 การอัดประจุไฟฟ้า Mode 4

มาตรฐาน IEC 61851-1 ยังได้กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยใช้สายเคเบิล โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

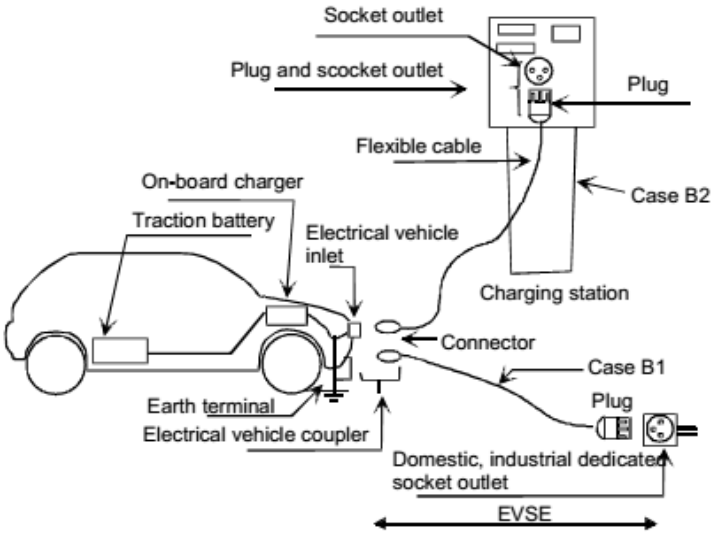
Case A: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้สายเคเบิลที่ปลายข้างหนึ่งติดตั้งถาวรกับยานยนต์ไฟฟ้า โดยที่ปลายอีกข้างหนึ่งของสายเคเบิลจะเป็น Plug ที่ใช้เชื่อมต่อกับเต้ารับไฟฟ้าทั่วไปตามบ้าน หรือ Socket-outlet ของ EVSE ดังแสดงในรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-12 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case A

ที่มา: มาตรฐาน IEC 61851-1:2010 Ed 2.0

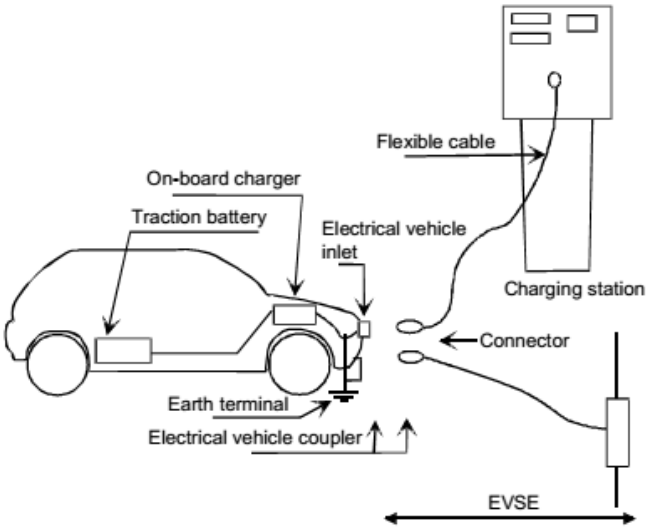
Case B: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้สายเคเบิลซึ่งปลายทั้งสองข้างสามารถเสียบเข้าและถอดออกจากยานยนต์ไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับได้ ทั้งนี้ Case B ยังแบ่งย่อยได้เป็น Case B1 คือกรณีที่เชื่อมต่อกับเต้ารับไฟฟ้าทั่วไปตามบ้าน และ Case B2 คือกรณีเชื่อมต่อกับ Socket-outlet ของ EVSE ดังแสดงในรูปที่ 4-13



รูปที่ 4-13 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case B

ที่มา: มาตรฐาน IEC 61851-1:2010 Ed 2.0

Case C: เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้สายเคเบิลซึ่งปลายข้างหนึ่งติดตั้งถาวรกับ EVSE โดยที่ปลายอีกข้างหนึ่งของสายเคเบิลจะเป็น Vehicle Connector ซึ่งสามารถเสียบเข้าและถอดออกจากยานยนต์ไฟฟ้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-14 ทั้งนี้ การอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง (Mode 4) จะต้องใช้รูปแบบการเชื่อมต่อใน Case C เท่านั้น



รูปที่ 4-14 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า Case C

ที่มา: มาตรฐาน IEC 61851-1:2010 Ed 2.0

สำหรับมาตรฐานของระบบอัดประจุไฟฟ้า นอกจากอนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำแล้ว ยังมีอนุกรมมาตรฐาน IEC 61980 ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (หรือระบบอัดประจุไฟฟ้าแบบไร้สาย) อย่างไรก็ตาม อนุกรมมาตรฐาน IEC 61980 ส่วนใหญ่ยังอยู่ระหว่างการจัดทำ และระบบอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำยังมีการใช้งานน้อยมากในต่างประเทศ เนื่องจากมีต้นทุนสูง ติดตั้งได้ยาก และรองรับกำลังไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้าได้ต่ำ ดังนั้น การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในระยะนี้ จึงควรพิจารณาเฉพาะระบบอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำเป็นหลัก

4.3.3 ระบบสื่อสาร

ในการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องมีการสื่อสารระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานและตรวจสอบความปลอดภัยในการอัดประจุไฟฟ้า มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของ สมอ. มีดังนี้

1. ISO 15118-1:2013 Ed 1.0 Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 1: General information and use-case definition
2. ISO 15118-2:2014 Ed 1.0 Road vehicles -- Vehicle-to-Grid Communication Interface -- Part 2: Network and application protocol requirements

3. ISO 15118-3:2015 Ed 1.0 Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface -- Part 3: Physical and data link layer requirements

นอกจากนี้ อนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 ก็มีการระบุข้อกำหนดด้านการสื่อสารระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน โดยมาตรฐาน IEC 61851-1 ระบุข้อกำหนดด้านการสื่อสารสำหรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งใช้สัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation: PWM) ส่วนมาตรฐาน IEC 61851-23 และ IEC 61851-24 ระบุข้อกำหนดด้านการสื่อสารสำหรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรง โดยมาตรฐาน IEC 61851-23 เป็นข้อกำหนดทั่วไปของ Control Communication และมาตรฐาน IEC 61851-24 เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคของ Digital Communication สำหรับการอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงของเต้าเสียบและเต้ารับทั้ง 4 Configuration ตามมาตรฐาน IEC 62196-3

4.3.4 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เนื่องจากส่วนประกอบหลักของสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics) อีกทั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ายังมีระบบสื่อสารทั้งที่เป็นการสื่อสารกับยานยนต์ไฟฟ้า และการสื่อสารกับเครือข่ายสารสนเทศภายนอก ดังนั้น สถานีอัดประจุไฟฟ้าจึงอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ที่ต้องมีการทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility) เพื่อยืนยันว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะไม่ไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์ชนิดอื่น มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของ สมอ. มีดังนี้

1. CISPR 12:2007+AMD 1:2009 CSV Ed 6.1 Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers
2. CISPR 25:2008 Ed 3.0 Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers

4.3.5 ความปลอดภัย

มาตรฐานด้านความปลอดภัยในการอัดประจุไฟฟ้ามีระบุไว้แล้วบางส่วนในอนุกรมมาตรฐาน IEC 62196 เต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า และอนุกรมมาตรฐาน IEC 61851 ระบบอัดประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม มาตรฐานข้างต้นระบุข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในการอัดประจุไฟฟ้าเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานด้านความปลอดภัยด้านอื่นที่จำเป็นต้องพิจารณาเพิ่มเติมอีก มาตรฐานด้านปลอดภัยของยานยนต์ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของ สมอ. มีดังนี้

1. ISO 13063:2012 Electrically propelled mopeds and motorcycles -- Safety specifications
2. ISO 6469-1:2009 Electrically propelled road vehicles -- Safety specifications -- Part 1: On-board rechargeable energy storage system (RESS)
3. ISO 6469-2:2009 Electrically propelled road vehicles -- Safety specifications -- Part 2: Vehicle operational safety means and protection against failures
4. ISO 6469-3:2011 Electrically propelled road vehicles -- Safety specifications -- Part 3: Protection of persons against electric shock
5. ISO 6469-4:2015 Electrically propelled road vehicles -- Safety specifications -- Part 4: Post crash electrical safety

4.3.6 สมรรถนะ

มาตรฐานด้านสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการพิจารณาของ สมอ. มีดังนี้

1. ISO 13064-1:2012 Battery-electric mopeds and motorcycles -- Performance -- Part 1: Reference energy consumption and range
2. ISO 13064-2:2012 Battery-electric mopeds and motorcycles -- Performance -- Part 2: Road operating characteristics
3. ISO 8715:2001 Electric road vehicles -- Road operating characteristics

4.4 พื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า

4.4.1 พื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล สรุปได้ดังนี้

1. บ้านอยู่อาศัย

บ้านอยู่อาศัยเป็นสถานที่หลักในการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยจากรายงานของ New York State Energy Research and Development Authority[4] ระบุว่า 80-90 % ของการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นการอัดประจุไฟฟ้าภายในที่พักอาศัยส่วนบุคคล ซึ่งหมายความว่า ในแต่ละวันผู้ใช้งานจะนำยานยนต์ไฟฟ้าของตนมาอัดประจุไฟฟ้าตามที่สาธารณะนอกบ้าน เพียงแค่ 10-20% ของปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดเท่านั้น

2. สถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่จอดรถสาธารณะ

ในการที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย จะเป็นต้องมีการพัฒนาระบบอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่สาธารณะ รวมทั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในลักษณะคล้ายกับสถานีบริการน้ำมัน ทั้งนี้ความปลอดภัยถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องได้รับความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยของการอัดประจุไฟฟ้าโดยไม่คำนึงถึงสถานที่ สภาพอากาศ ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า และปัจจัยอื่น ๆ โดยสถานที่ติดตั้งจุดอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะควรเป็นจุดที่มีการจอดยานยนต์ไฟฟ้าเป็นระยะเวลาประมาณ 1-3 ชั่วโมง เช่น ร้านอาหาร โรงหนัง ห้างสรรพสินค้า หน่วยงานราชการ โรงแรม สวนสนุก สวนสาธารณะ สนามกีฬา พิพิธภัณฑ์ ท่าอากาศยาน และอื่น ๆ ทั้งนี้การเลือกรูปแบบของการอัดประจุไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงสถานที่ด้วย เนื่องจากบางสถานที่อาจใช้เวลาจอดสั้นเกินกว่าที่จะอัดประจุไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอ อีกสิ่งที่ต้องพิจารณาคือสถานที่ติดตั้งจุดอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะควรเป็นจุดที่ไม่เกิดน้ำท่วม ในส่วนของพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเป็นพื้นที่บริการของ กฟน. นั้น การพิจารณาพื้นที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ควรมีแนวทางดังนี้

- ห้างสรรพสินค้าและ Modern Trade ที่อยู่ในย่านมีกำลังซื้อสูง เช่น ปทุมวัน สีลม เพลินจิต ชิดลม สุขุมวิท ทองหล่อ เอกมัย ประดิษฐ์มนูธรรม รามอินทรา และบางใหญ่ เป็นต้น
- พื้นที่ท่องเที่ยว ที่ได้รับนโยบายสนับสนุนจาก กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา และส่วนราชการ การปกครองส่วนท้องถิ่น ให้เป็นเมืองสะอาด
- อาคารจอดรถในส่วนราชการหรือสำนักงานย่านธุรกิจ หรือสถานีของรถไฟฟ้า
- อาคารจอดรถในคอนโดมิเนียมหรือโรงแรม
- อาคารจอดรถสำหรับพื้นที่สำนักงาน
- สถานีบริการน้ำมัน

4.4.2 พื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในส่วนภูมิภาค

ในการคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยความเป็นไปได้ที่พื้นที่นั้นจะมียานยนต์ไฟฟ้ามาใช้บริการ ซึ่งอาจจะแบ่งเป็น เพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่อยู่อาศัยในพื้นที่นั้น เพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เดินทางมาจากเมืองอื่น เพื่อมาพักผ่อนหรือเดินทางต่อไปยังจุดหมายปลายทางอื่นต่อไป ตลอดจนพื้นที่ท่องเที่ยวที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาจำนวนมาก ดังนั้นการคัดเลือกพื้นที่ศักยภาพในการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเบื้องต้น จะแบ่งแนวทางการพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

1. พื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลเมือง

เพื่อติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้ารองรับการใช้งานของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่อาศัยในพื้นที่นั้น ดังนั้น การคัดเลือกพื้นที่ศักยภาพในเบื้องต้นจะประเมินจาก จำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนครและเขตปกครองพิเศษ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน และยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1)

- จำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนคร และเขตปกครองพิเศษ

  จากการจัดอันดับจำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนคร จำนวน 30 แห่ง และและเขตปกครองพิเศษ 2 แห่ง พบว่าเทศบาลนคร และเขตปกครองพิเศษ ที่มีจำนวนประชากรสูงสุด 10 อันดับแรก คือ

  1) เขตปกครองพิเศษ กรุงเทพมหานคร
  2) เทศบาลนครนนทบุรี จ.นนทบุรี
  3) เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา
  4) เทศบาลนครนครราชสีมา จ.นครราชสีมา
  5) เทศบาลนครอุดรธานี จ.อุดรธานี
  6) เทศบาลนครสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี
  7) เทศบาลนครเจ้าพระยาสุรศักดิ์ จ.ชลบุรี
  8) เทศบาลนครขอนแก่น จ.ขอนแก่น
  9) เทศบาลนครปากเกร็ด จ.นนทบุรี
  10) เทศบาลนครนครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช

- รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน

  จากการจัดอันดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน ปี 2558 พบว่าจังหวัดที่มีรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนสูงสุด 10 อันดับแรก คือ กรุงเทพมหานครมหานคร ปทุมธานี นครปฐม นนทบุรี สุราษฎร์ธานี จันทบุรี ภูเก็ต กระบี่ ระยอง และสระบุรี ตามลำดับ

- ยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1)

  จากการจัดอันดับยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ในปี 2558 พบว่า จังหวัดที่มียอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน สูงสุด 10 อันดับแรก คือ กรุงเทพมหานครมหานคร ชลบุรี เชียงใหม่ นครราชสีมา ขอนแก่น สงขลา

ระยอง ภูเก็ต เชียงราย และอุดรธานี ตามลำดับ

จากแนวทางการพิจารณาข้างต้น สามารถแสดงข้อมูลการจัดอันดับศักยภาพของแต่ละจังหวัดแยกตามปัจจัยด้านต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 การจัดอันดับจังหวัดแยกตามปัจจัยด้านต่างๆ

อันดับ	จำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนครและเขตปกครองพิเศษ	รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน	ยอดจดทะเบียนใหม่รายปี รย.1
1	กรุงเทพมหานคร	กรุงเทพมหานคร	กรุงเทพมหานคร
2	นนทบุรี	ปทุมธานี	ชลบุรี
3	สงขลา	นครปฐม	เชียงใหม่
4	นครราชสีมา	นนทบุรี	นครราชสีมา
5	อุดรธานี	สุราษฎร์ธานี	ขอนแก่น
6	สุราษฎร์ธานี	จันทบุรี	สงขลา
7	ชลบุรี	ภูเก็ต	ระยอง
8	ขอนแก่น	กระบี่	ภูเก็ต
9	นนทบุรี	ระยอง	เชียงราย
10	นครศรีธรรมราช	สระบุรี	อุดรธานี

เมื่อพิจารณาจังหวัดที่มีศักยภาพในปัจจัยต่าง ๆ มากสุด โดยตัด กรุงเทพมหานคร และ จ.นนทบุรี ซึ่งไม่ใช่พื้นที่บริการของ กฟภ. ออกไป สรุปจังหวัดที่มีศักยภาพมากสุดโดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย ได้ดังนี้

- จังหวัดที่มีศักยภาพในด้านมีจำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนคร และยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) มีจำนวน 5 จังหวัด คือ สงขลา นครราชสีมา อุดรธานี ชลบุรี และขอนแก่น
- จังหวัดที่มีศักยภาพในด้านที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน และยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) มีจำนวน 2 จังหวัด คือ ระยอง และภูเก็ต
- จังหวัดที่มีศักยภาพในด้านมีจำนวนประชากรในพื้นที่เทศบาลนคร และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือนสูงสุด มีจำนวน 1 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี

2. พื้นที่ท่องเที่ยว

ในหัวข้อนี้จะพิจารณาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าจากพื้นที่ท่องเที่ยวที่ได้รับนโยบายสนับสนุนจาก กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา และส่วนราชการ การปกครองส่วนท้องถิ่น ให้เป็นเมืองสะอาด โดยแบ่งแนวทางการพิจารณาเป็น 3 กรณี ดังนี้

- จากการจัดอันดับจังหวัดที่มีจำนวนผู้เยี่ยมเยือนของปี 2558 สูงสุด 10 อันดับแรก คือ ภูเก็ต ชลบุรี เชียงใหม่ นครราชสีมา กาญจนบุรี พระนครศรีอยุธยา ระยอง สงขลา เพชรบุรี และกระบี่ ตามลำดับ
- พื้นที่เกาะ เช่น เกาะสมุย (ซึ่งทางกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้จัดทำโครงการศึกษา Realization of APEC Low Carbon Model Town through Smart Grid Development (LCMT-SGD) for SAMUI Island) เกาะช้าง เกาะพะงัน เกาะกูด และเกาะหมาก เป็นต้น
- สถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ ได้แก่ พัทยา และพระนครศรีอยุธยา

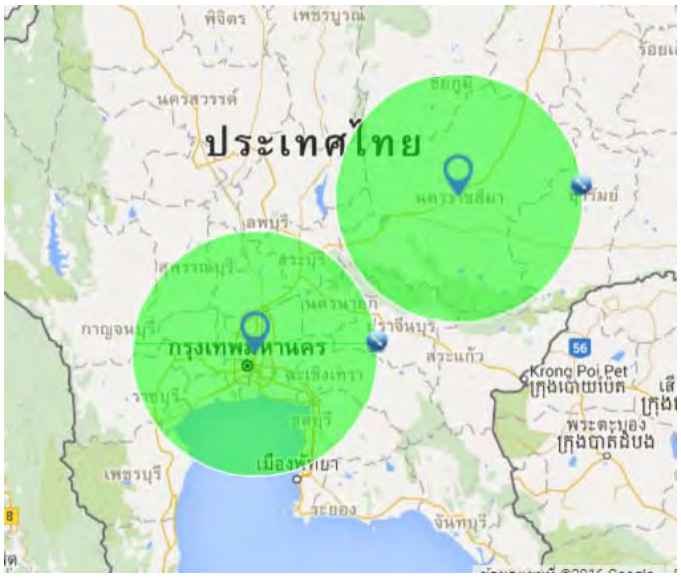
3. จังหวัดที่เป็นจุดแวะพัก เพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เดินทางระหว่างเมือง

การกำหนดจังหวัดที่จะเลือกเป็นพื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เดินทางระหว่างเมือง ควรจะเลือกถนนทางหลวงแผ่นดินสายหลักที่เป็นเส้นทางที่ผู้ใช้ยานยนต์ทั่วไปนิยมใช้เดินทาง ได้แก่

- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 1 ถ.พหลโยธิน
- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 2 ถ.มิตรภาพ
- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 3 ถ.สุขุมวิท
- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 4 ถ.เพชรเกษม
- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 7 ถ.กรุงเทพฯ-ชลบุรี สายใหม่
- ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 35 สายธนบุรี –ปากท่อ

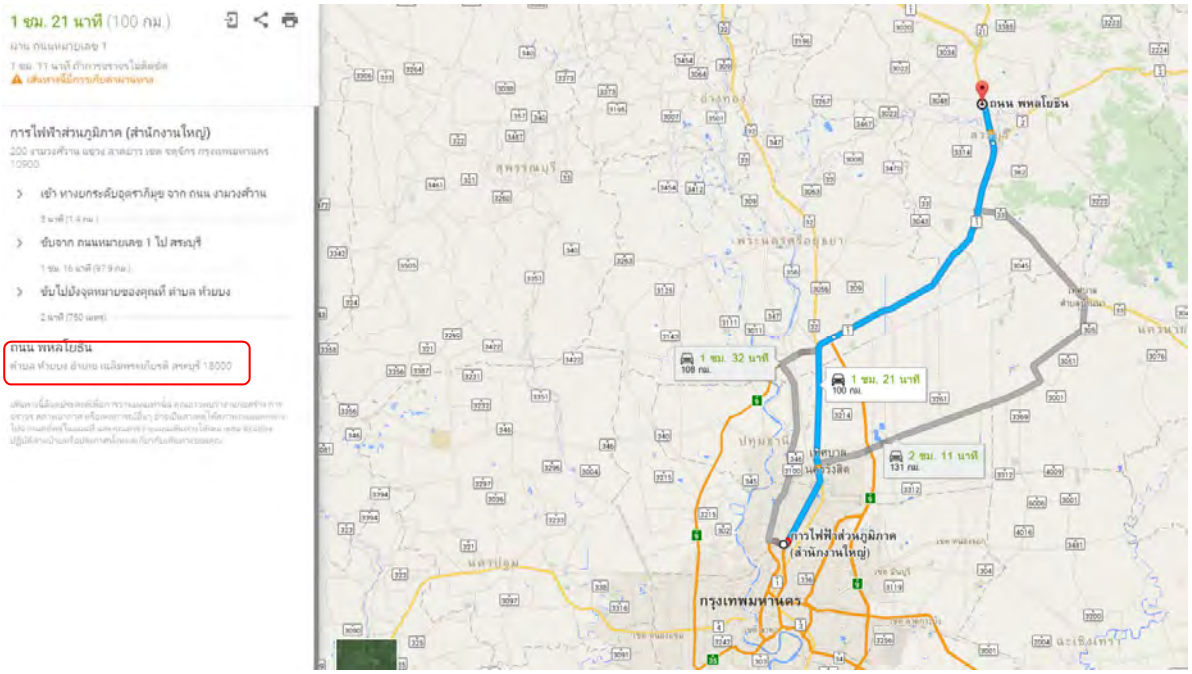
ทั้งนี้ จังหวัดที่จะถูกเลือกให้เป็นพื้นที่ในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้น จะพิจารณาจากระยะทางที่ยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งได้ เพื่อนำมากำหนดระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้าแต่ละสถานี โดยต้องพิจารณาเผื่อกรณีที่ยานยนต์ไฟฟ้าถูกใช้งานไปแล้วระยะหนึ่ง ซึ่งแบตเตอรี่อาจเสื่อมลงและไม่สามารถใช้ได้เต็มประสิทธิภาพเช่นเดิม ตัวอย่างเช่น รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล รุ่น Nissan Leaf ที่ กฟภ. จัดซื้อมาเพื่อวิจัยและทดสอบสมรรถนะ ปัจจุบันวิ่งได้ประมาณ 100 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้าเต็ม 1 ครั้ง ในสภาพการจราจร

ในกรุงเทพมหานคร จากคุณสมบัติเริ่มแรก คือ วิ่งได้ 160 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้าเต็ม 1 ครั้ง เป็นต้น

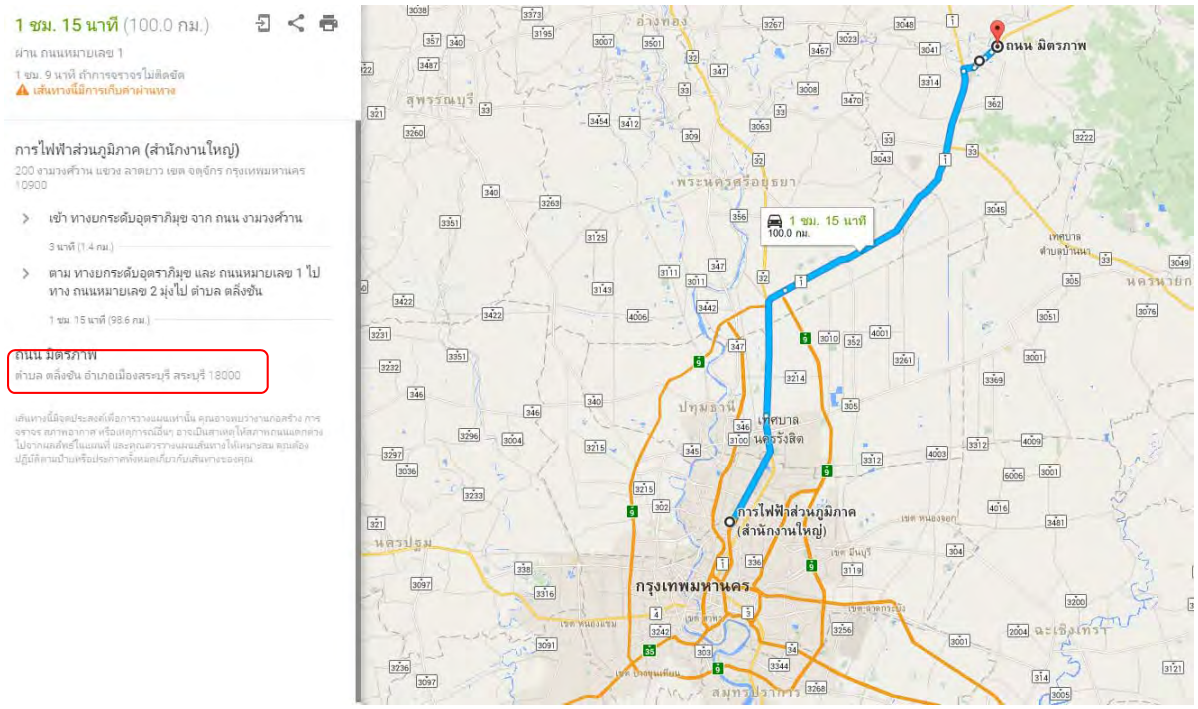


รูปที่ 4-15 แสดงพื้นที่ที่ครอบคลุมโดยวงกลมที่มีรัศมี 100 กิโลเมตร

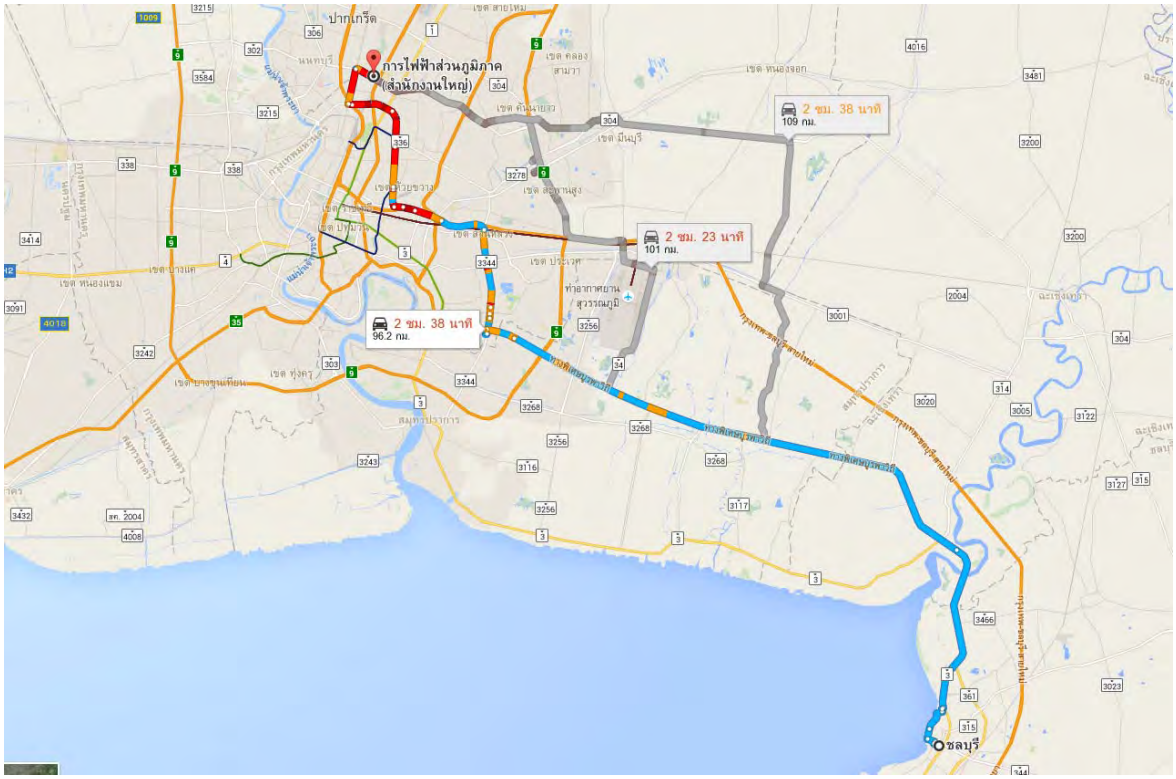
จากรูปที่ 4-15 เป็นการแสดงตัวอย่างการประเมินพื้นที่เบื้องต้นในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในรัศมี 100 กิโลเมตร จาก กฟภ. สำนักงานใหญ่ กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งอยู่ และรัศมี 100 กิโลเมตร จากตัวเมืองของ จ.นครราชสีมา ซึ่งมีสถิติมีผู้เดินทางไปเยี่ยมเยือนสูง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพถนนจริงมีความคดเคี้ยว และมีความลาดชันไม่เท่ากัน ดังนั้น แนวทางประเมินอาจใช้การประมาณการระยะทางเบื้องต้นโดยใช้ Google Maps ตามที่แสดงในรูปที่ 4-16 ถึงรูปที่ 4-21 ซึ่งแสดงระยะทางประมาณ 100 กิโลเมตร จาก กฟภ. สำนักงานใหญ่ กรุงเทพมหานคร ไปยังทางหลวงแผ่นดินเส้นต่างๆ เป็นต้น



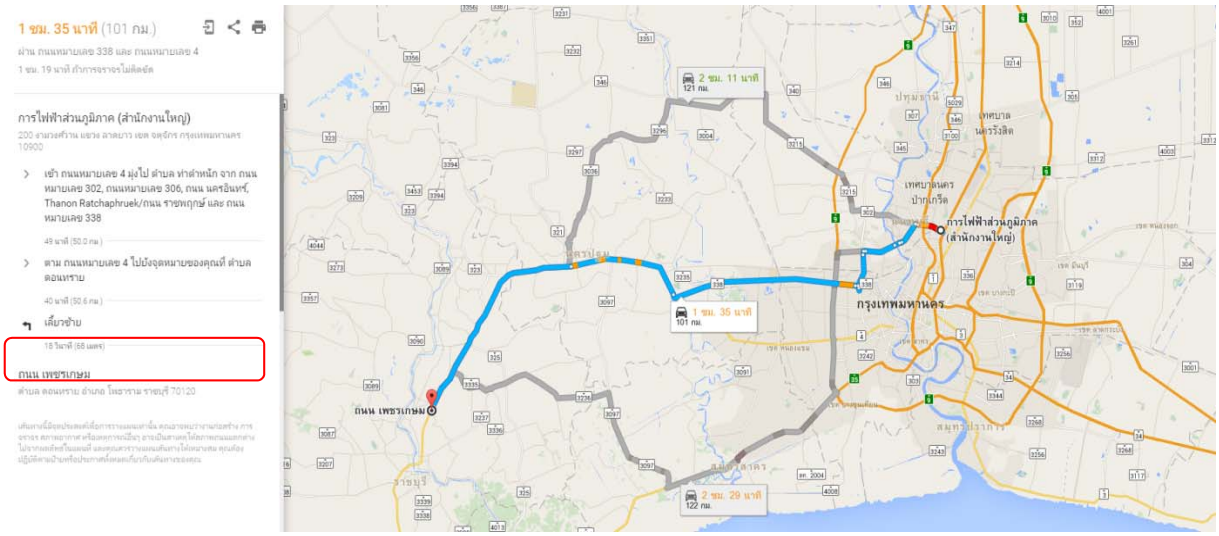
รูปที่ 4-16 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 1 ถ.พหลโยธิน



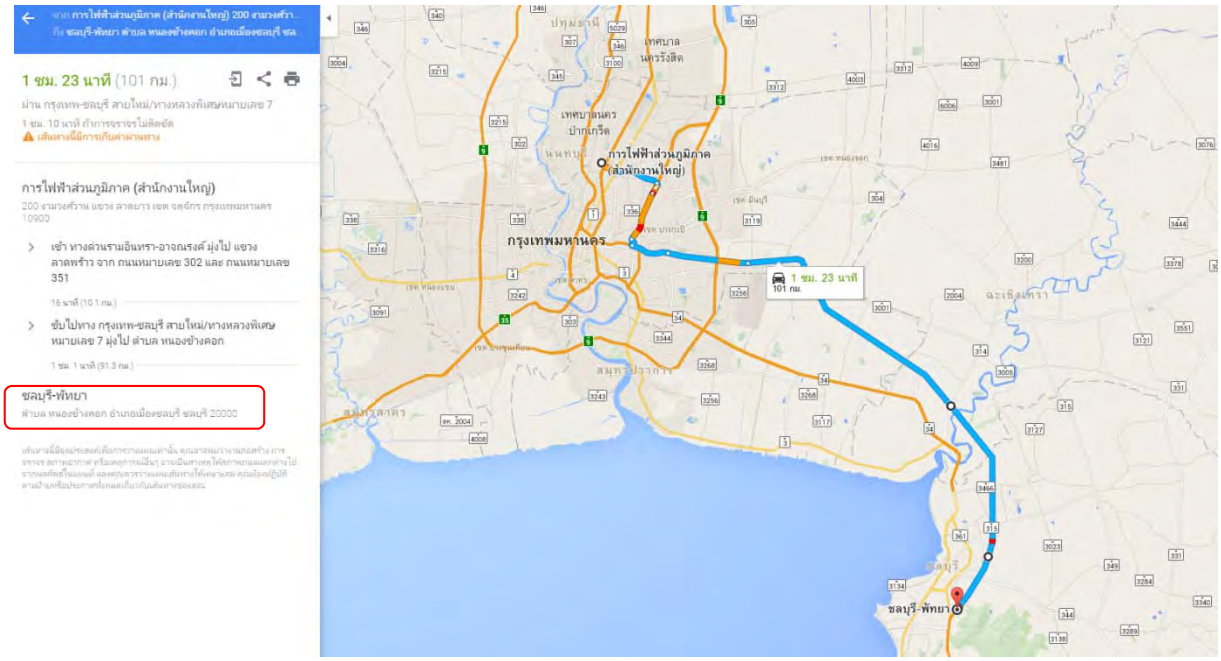
รูปที่ 4-17 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 2 ถ.มิตรภาพ



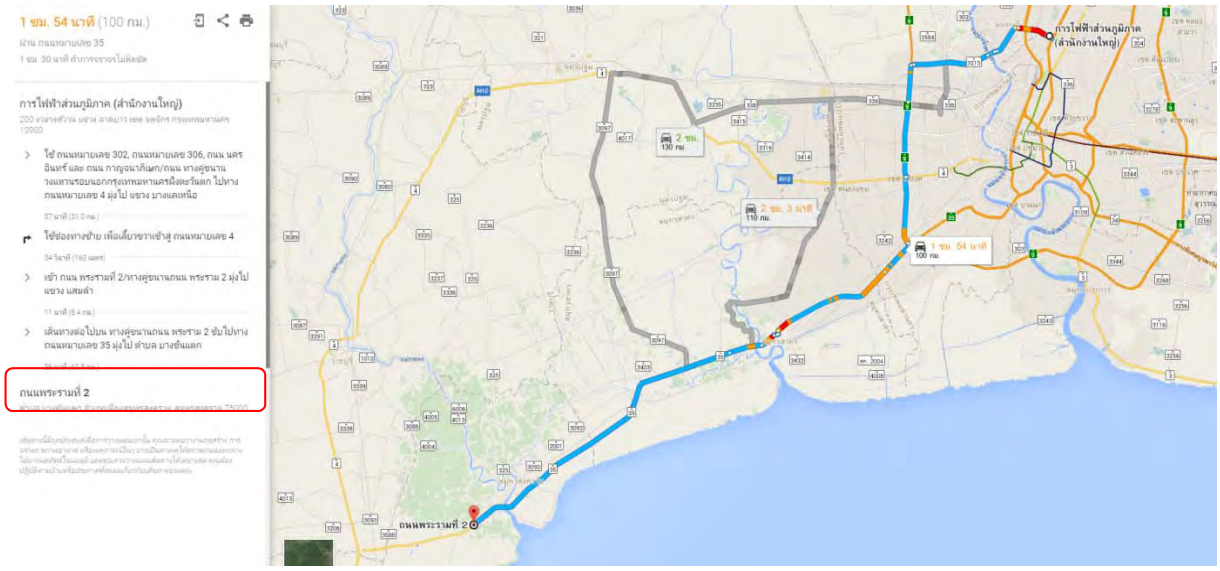
รูปที่ 4-18 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 3 ถ.สุขุมวิท



รูปที่ 4-19 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 4 ถ.เพชรเกษม



รูปที่ 4-20 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 7 ถ.กรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่



รูปที่ 4-21 ทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 35 สายธนบุรี –ปากท่อ

สรุปแผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. (ปี 2560 - 2562)

1. จากการคัดเลือกจังหวัดที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ชุมชนเขตเทศบาลนคร ด้วยการประเมินจากจำนวนประชากรในพื้นที่ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน และยอดจดทะเบียนใหม่รายปีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) พบว่าจังหวัดที่มีศักยภาพ คือ นครราชสีมา อุดรธานี ขอนแก่น ชลบุรี ระยอง ภูเก็ต สงขลา และสุราษฎร์ธานี โดย กฟภ. มีแผนจะติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในจังหวัดดังกล่าวในช่วงปี 2560 - 2562 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ชุมชนเขตเทศบาลนคร

จังหวัด	จำนวนสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า (ปี 2560 - 2562)
1. นครราชสีมา	4
2. อุดรธานี	3
3. ขอนแก่น	3
4. ชลบุรี	4
5. ระยอง	3
6. ภูเก็ต	4
7. สงขลา	4
8. สุราษฎร์ธานี	3
รวม	**28**

2. จากการคัดเลือกจังหวัดที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ท่องเที่ยว พบว่าจังหวัดที่มีศักยภาพ คือ ภูเก็ต ชลบุรี เชียงใหม่ นครราชสีมา กาญจนบุรี พระนครศรีอยุธยา ระยอง สงขลา เพชรบุรี และกระบี่ โดย กฟภ. มีแผนจะติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในจังหวัดดังกล่าวในช่วงปี 2560 - 2562 ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ท่องเที่ยว

จังหวัด	จำนวนสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า (ปี 2560 - 2562)
1. เชียงใหม่	4
2. อยุธยา	4
3. กาญจนบุรี	3
4. เพชรบุรี	3
5. กระบี่	3
รวม	**17**

ทั้งนี้ แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ชลบุรี ระยอง ภูเก็ต และสงขลา ได้สรุปปริมาณงานไว้แล้วในหัวข้อที่ 1

3. จากการคัดเลือกเส้นทางที่มีศักยภาพในการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นจุดแวะพักเพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เดินทางระหว่างเมือง กฟภ. มีแผนจะติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละเส้นทางในช่วงปี 2560 - 2562 ดังตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 แผนการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าของ กฟภ. ในพื้นที่ท่องเที่ยว

ทางหลวงแผ่นดิน	จำนวนสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า (ปี 2560 -2562)
1. หมายเลข 1 ถ.พหลโยธิน	5
2. หมายเลข 2 ถ.มิตรภาพ	5
3. หมายเลข 3 ถ.สุขุมวิท	5
4. หมายเลข 4 ถ.เพชรเกษม	5
5. หมายเลข 7 ถ.กรุงเทพฯ-ชลบุรี สายใหม่	4
6. หมายเลข 35 สายธนบุรี –ปากท่อ	5
รวม	**29**

รายการอ้างอิง

[1] International Electrotechnical Commission. IEC 62196-2:2016 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories. 2016.

[2] International Electrotechnical Commission. IEC 62196-3:2014 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for dedicated d.c. and combined a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers. 2014.

[3] International Electrotechnical Commission. IEC 61851-1:2010 Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements. 2010.

[4] New York State Energy Research and Development Authority. “2015 Annual Data Summary: New York State Electrical Vehicle (EV) Charging Station Deployment Program.” 2016.

บทที่ 5

ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้า

จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น จากที่ทำให้ต้องมีการพิจารณาผลกระทบกับระบบไฟฟ้า เพื่อพิจารณาแนวทางในการรองรับที่เหมาะสม โดยการพิจารณาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะเริ่มพิจารณาตั้งแต่ความต้องการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในเทคโนโลยีต่าง ๆ ไปจนถึงพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันใช้ข้อมูลอ้างอิงจากงานวิจัยในต่างประเทศเพื่อเทียบเคียงพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลและจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณารูปแบบของ Load Pattern เมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้า

เมื่อได้รูปแบบของ Load Pattern แล้วจะทำให้สามารถประมาณการถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในดานความมั่นคง คุณภาพไฟฟ้า การวางแผนระบบไฟฟ้า รวมถึงการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า เพื่อนำไปสู่แนวทางการหามาตรการที่เหมาะสมในการบริหารจัดการ แก้ไขปัญหาต่อไป

5.1 ความต้องการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้ากำลังมีบทบาทในสังคมปัจจุบันอันเนื่องมาจากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น และการต้องการบริหารจัดการพลังงานอย่างสมดุล รักษาสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อลดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

ยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องมีการอัดประจุไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลักซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำได้ 3 วิธีประกอบด้วย

5.1.1 การอัดประจุด้วยสถานีอัดประจุไฟฟ้า (EV Charging Station)

เทคโนโลยีของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมจะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยตรงเข้ากับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งในยานยนต์ไฟฟ้า หรือการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (Conductive Charging) มีมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ที่ได้รับการยอมรับทั้งจากผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและผู้ผลิตหัวอัดประจุไฟฟ้า ถึงแม้ว่าระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าจะนาน เช่น การอัดประจุไฟฟ้าด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาจะใช้เวลาอัดประจุ 4 – 6 ชั่วโมง ซึ่งเหมาะสมสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัย อย่างไรก็ตาม เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่ได้มีการพัฒนาจะสามารถอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้เวลา 15 – 20 นาที ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการอัดประจุไฟฟ้านอกบ้าน

5.1.2 การอัดประจุด้วยสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery Swapping)

วิธีอัดประจุไฟฟ้าด้วยสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ เป็นวิธีการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ที่ถูกถอดออกมาจากยานยนต์เพื่อการอัดประจุไฟฟ้า และเมื่อแบตเตอรี่มีพลังงานเต็มก็จะถูกติดตั้งกลับเข้าไปในยานยนต์ไฟฟ้า หรือที่เรียกว่าการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery Swapping) ซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าแบบนี้มีความสะดวกและรวดเร็วในการใช้บริการ กล่าวคือรถยนต์สามารถเข้ามาสับเปลี่ยนแบตเตอรี่และสามารถขับขี่ต่อไปได้ทันที ไม่ต้องรอการอัดประจุพลังงานไฟฟ้าและผลกระทบกับระบบไฟฟ้าจะมีน้อยเนื่องจากสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สามารถบริหารเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าได้ ทำให้ไม่เกิดปัญหาโหลดสูงสุด (Peak Load)

สำหรับในปัจจุบันนั้น การสับเปลี่ยนแบตเตอรี่นั้นยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากเหตุผลในเรื่องของความซับซ้อนของเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตและบริการ เช่นในกรณีที่ต้องใช้เครื่องจักรกลหรือหุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ อีกทั้งในเรื่องของความปลอดภัยของการติดตั้งและการให้บริการกับยานยนต์ไฟฟ้า

5.1.3 การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Charging)

วิธีอัดประจุด้วยการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่สามารถอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งในยานยนต์ไฟฟ้าโดยไม่ต้องใช้หัวจ่ายไฟฟ้า โดยจอดยานยนต์ไฟฟ้าในตำแหน่งที่มีการอัดประจุไฟฟ้า เครื่องอัดประจุไฟฟ้าก็จะใช้หลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในการส่งพลังงานไฟฟ้าเข้าไปในแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่และกำลังงานที่สามารถอัดประจุเข้าไปได้ยังมีปริมาณน้อยเนื่องจากมีการสูญเสียความร้อนในขดลวดเหนี่ยวนำ ซึ่งต้องศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำให้สามารถใช้งานได้เชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม ยังไม่ได้มีการศึกษาผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในเรื่องสัญญาณรบกวนเนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้าใช้การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กซึ่งอาจทำให้เกิดคลื่นวิทยุหรือคลื่นสัญญาณรบกวนในระบบไฟฟ้าได้

จากเทคโนโลยีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้านั้น จะเกิดปัญหาอย่างมีนัยสำคัญ หากผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาเดียวกันหรือช่วงเวลาใกล้เคียงกันเป็นปริมาณมาก จะส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศ และผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งได้ถูกออกแบบในลักษณะกลุ่มการให้บริการโดยการแบ่งทรัพยากรร่วมกัน ดังนั้นพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าที่มีลักษณะเดียวกันอาจจะส่งผลกระทบกับการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าและคุณภาพพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่ายได้ ซึ่งรายงานฉบับนี้จะพิจารณามุ่งไปยังเทคโนโลยีที่มีการใช้งานได้จริง และมีศักยภาพแนวโน้มขยายตัวในอนาคต ซึ่งคือการอัดประจุไฟฟ้าจากสถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือการอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ

เทคโนโลยีของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมจะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบใช้เครื่องอัดประจุไฟฟ้าโดยตรงเข้ากับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งในยานยนต์ไฟฟ้าและมีมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับการยอมรับทั้งจากผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและผู้ผลิตเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ถึงแม้ว่า

ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าจะนาน เช่น การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา จะใช้เวลา 4 – 6 ชั่วโมง ซึ่งเหมาะสมสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัย และการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว จะใช้วลา 15 – 20 นาที ซึ่งเหมาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้านอกบ้าน รูปที่ 5-1 แสดงตัวอย่างของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา และรูปที่ 5-2 แสดงเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่จำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าในตู้เหล็กบริเวณข้างเคียงเพื่อความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าเนื่องจากใช้พลังงานไฟฟ้าสูง

รูปที่ 5-1 ตัวอย่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา

ที่มา: Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Test Report: Schneider Electric, U.S. Department of Energy

รูปที่ 5-2 ตัวอย่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว

ที่มา: DC Fast Charger Fact Sheet: ABB Terra 53 CJ charging a 2015 Nissan Leaf, Idaho National Laboratory

ความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับระดับการอัดประจุไฟฟ้าของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้านั้น ๆ โดย IWC หรือ กรรมาธิการผู้ประกอบการยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ (The National Electric Vehicle Infrastructure Working Council) ได้กำหนดระดับการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าใน 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่ 1 (แบบช้า) – ใช้ไฟฟ้าทั่วไปในการอัดประจุด้วยระดับแรงดัน 120 V ใช้เต้ารับแบบ “Three – prong receptacle” ซึ่งพบในบ้านและที่ทำงาน เครื่องอัดประจุลักษณะนี้สามารถอัดประจุได้ทุกที่ แต่มีกระแสไฟที่จำกัดประมาณ 10 A การอัดประจุระดับ 1 จะใช้เวลา 8 – 14 ชั่วโมงหรือมากกว่า สำหรับการอัดประจุที่สมบูรณ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่
2. ระดับที่ 2 (แบบธรรมดา) – เป็นวิธีการเบื้องต้นสำหรับการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าและต้องจัดหาอุปกรณ์พิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ระดับที่ 2 ใช้เวลาในการอัดประจุ 4 – 8 ชั่วโมง ด้วยระดับแรงดัน 240 V กระแสไฟฟ้าประมาณ 30-80 A ระดับธรรมดานี้สามารถใช้กับการอัดประจุไฟฟ้าทั้งภายในบ้าน ขนส่งมวลชนและสถานีบริการสาธารณะ
3. ระดับที่ 3 (แบบเร็ว) – ระดับนี้เป็นการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้ไฟกระแสตรง แรงดันสูงประมาณ 480 V ซึ่งสามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้ภายใน 10 – 20 นาที ปัจจุบันมีรถยนต์ไฟฟ้าหลายยี่ห้อได้ใช้งานการอัดประจุไฟฟ้าระดับที่ 3 เช่น รถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Mitsubishi i-MiEV และ Nissan Leaf สำหรับรถยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อ Tesla ได้มีการพัฒนาระบบอัดประจุขึ้นมาเป็นพิเศษเรียกว่า Tesla Supercharger ซึ่งถือว่าอยู่ในกลุ่มนี้เช่นเดียวกัน

   รายละเอียดของระดับการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าระดับต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 5-1

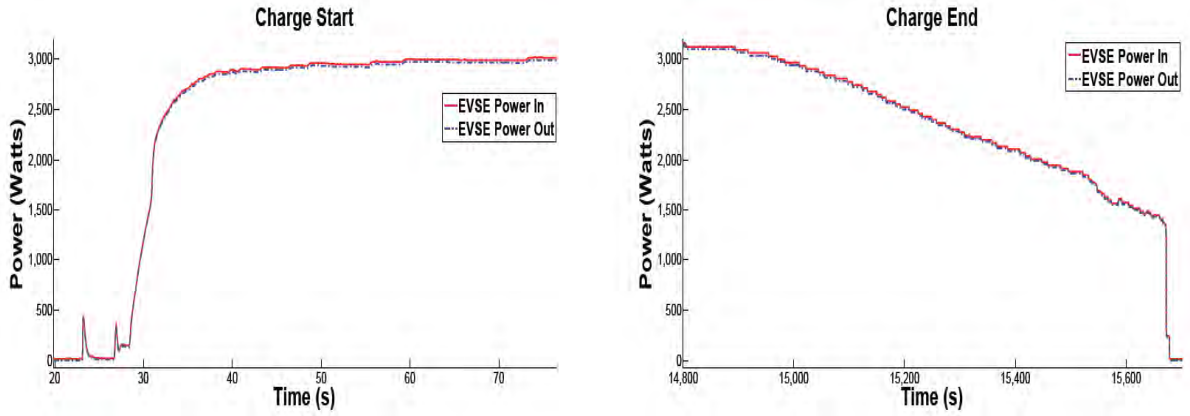
ตารางที่ 5-1 ระดับการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

Charging Option	Primary Use	แหล่งจ่ายกระแส	กระแสอัดประจุ (A)	แรงดันอัดประจุไฟฟ้า (V)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชั่วโมงในการอัดประจุไฟฟ้า
Level 1	บ้านพักอาศัย	AC	≤ 15	120	≤ 1.8	6-20
Level 2	บ้านพักอาศัย	AC	≤ 30	240	≤ 1.8	3-8
	สาธารณะ	AC	80	240	≤ 1.8	3-8
Level 3	สาธารณะ	DC	200	480	50-150	≤ 0.5

ที่มา: DOE Energy Effeciency and Renewable Energy Vehicle Technologies Program

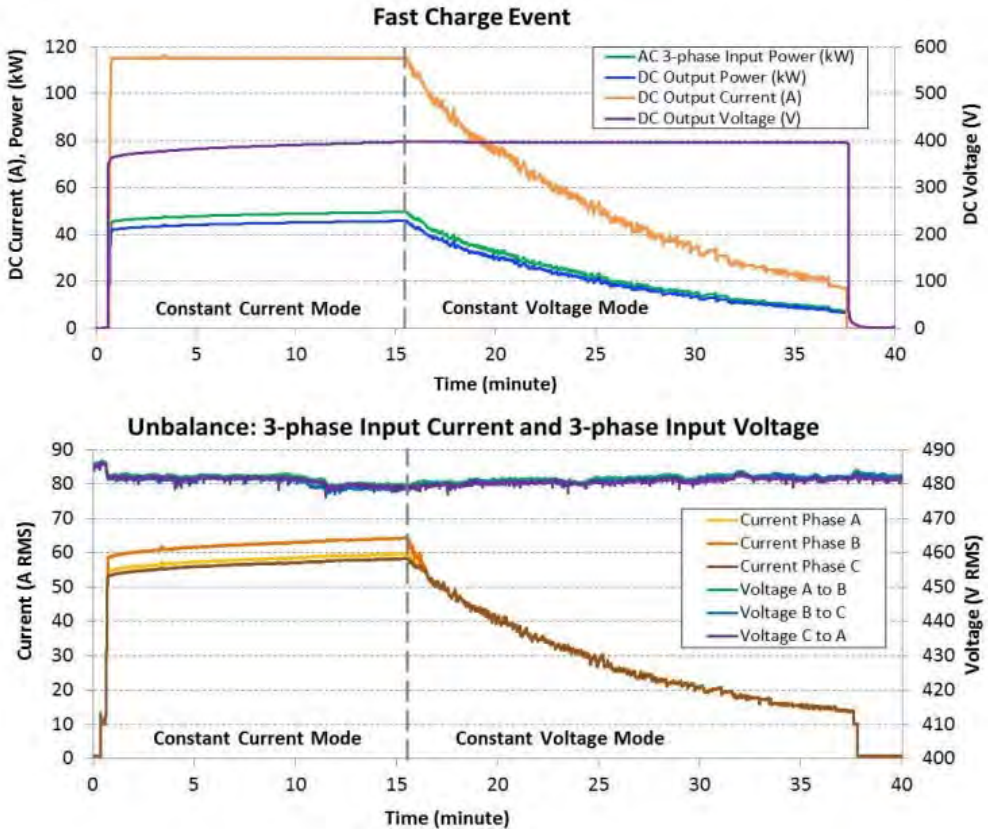
ลักษณะความต้องการของการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการจ่ายอุปกรณ์ โดยลักษณะการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาและแบบเร็วพบว่าจะมีการ

ดึงกระแสไฟฟ้าแบบทันทีทันใดขึ้นไปตามพิกัดของเครื่อง ซึ่งเครื่องอัดประจุแบบเร็วจะมีการดึงกระแสที่สูงกว่า แต่ช่วงระยะเวลาการอัดประจุของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาจะใช้เวลาน้อยกว่าตามลักษณะเครื่อง ซึ่งการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุแบบธรรมดาและแบบเร็วแสดงในรูปที่ 5-3 และ 5-4 ตามลำดับ



รูปที่ 5-3 ตัวอย่างลักษณะการจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์อัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า แบบธรรมดา

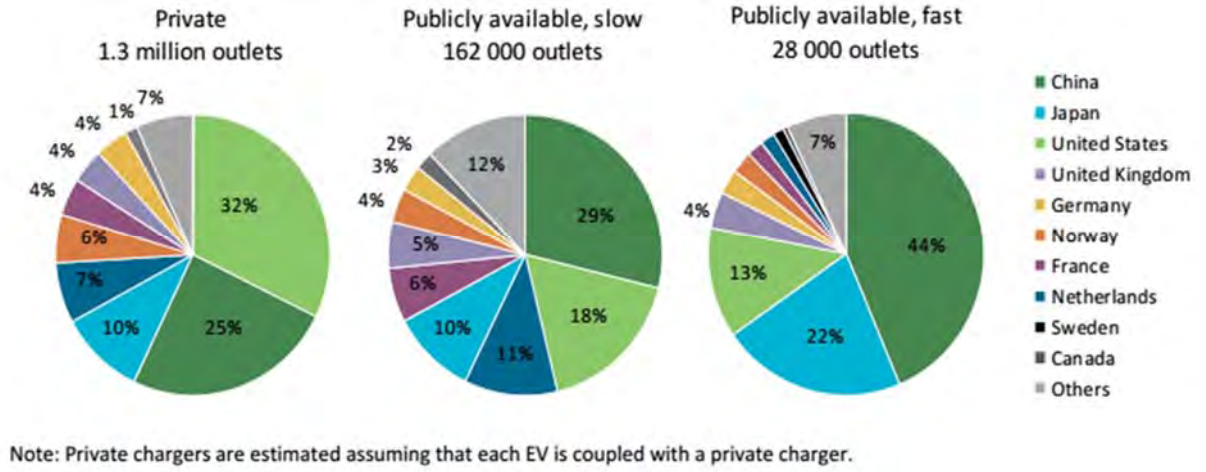
ที่มา: Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Test Report: Schneider Electric, U.S. Department of Energy



รูปที่ 5-4 ตัวอย่างลักษณะการจ่ายไฟฟ้าของอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว

ที่มา: DC Fast Charger Fact Sheet: ABB Terra 53 CJ charging a 2015 Nissan Leaf, Idaho National Laboratory

โดยปัจจุบันพบว่าสัดส่วนของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกจะมีอัตราส่วนของการอัดประจุไฟฟ้าจากบ้านพักอาศัยมากที่สุดจำนวน 1.3 ล้านเครื่อง ขณะที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบธรรมดามีจำนวนรองลงมาที่ 162,000 ล้านเครื่อง และแบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบเร็วมีจำนวนน้อยที่สุดที่ 28,000 เครื่อง รายละเอียดตามรูปที่ 5-5



Note: Private chargers are estimated assuming that each EV is coupled with a private charger.

รูปที่ 5-5 การแยกอัตราส่วนของหัวอัดประจุแต่ละประเทศ

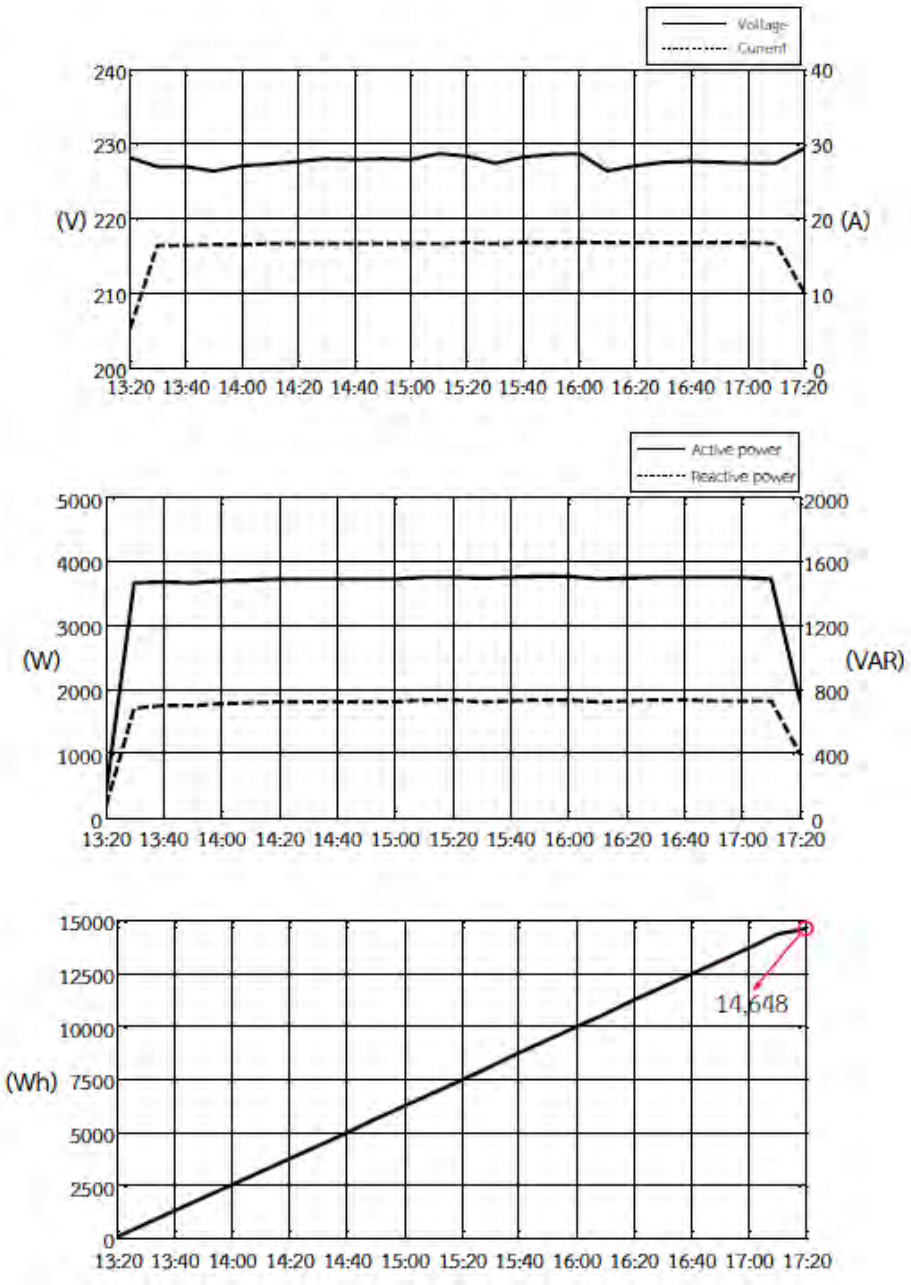
ที่มา: Global EV Outlook 2016 – Beyond one million electric cars

นอกจากข้อมูลจากรายงานการศึกษาความต้องการใช้ไฟฟ้าจากต่างประเทศแล้ว การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ได้มีการทดสอบ Load Profile ของการอัดประจุไฟฟ้าแบบต่างๆ หลายกรณีเพื่อพิจารณาความต้องการใช้ไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบต่างๆ ดังนี้

1. **กรณีอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge)** – กฟน. ได้ทำการทดสอบการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา จำนวน 2 ยี่ห้อ ได้แก่ Mitsubishi i-MiEV และ Nissan LEAF เพื่อพิจารณาลักษณะของความต้องการใช้ไฟฟ้าดังนี้

   - แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าพบว่าแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าค่อนข้างคงที่ โดยมีค่าประมาณ 226-231 V กระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลง 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเริ่มแรกและช่วงสุดท้าย โดยในช่วงเริ่มแรกกระแสไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างต่ำและหลังจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการอัดประจุซึ่งมีค่าประมาณ 12-16 A โดยในช่วงสุดท้ายเมื่อแบตเตอรี่ใกล้เต็ม ค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง
   - Load Profile การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า กรณีสถานะแบตเตอรี่ที่เหลือของยานยนต์ไฟฟ้าก่อนเริ่มอัดประจุ คือ 0 ขีด มี pattern ดังแสดงตามรูป 5-6 โดยกระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้ามีค่าเกือบจะคงที่ตลอดช่วงของการอัดประจุ โดยมีค่าประมาณ 12 A และมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อแบตเตอรี่ใกล้เต็ม

- การทดสอบพบว่ากำลังไฟฟ้าแอกทีฟและรีแอกทีฟระหว่างการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีค่าค่อนข้างคงที่แสดงดังรูปที่ 5-5 โดยใช้พลังงานประมาณ 3.59-3.762 kW และ 0.668-0.734 kVar ตามลำดับ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าใน 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเริ่มแรกและช่วงสุดท้าย ส่วนตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 0.98 leading
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 2 - 15 kWh (ขึ้นอยู่กับสถานะของแบตเตอรี่ก่อนการอัดประจุ)

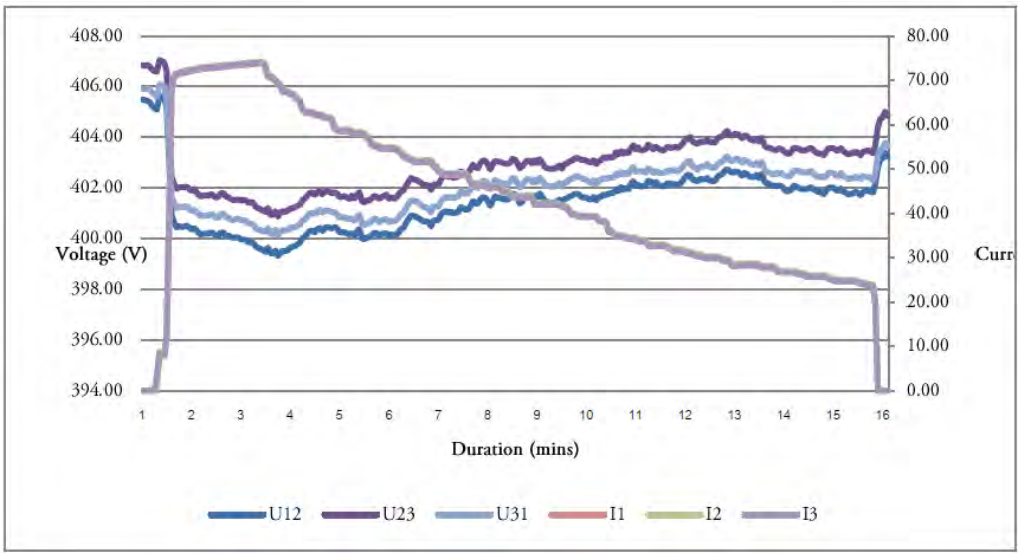


รูปที่ 5-6 Load Profile การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา

ที่มา: การศึกษาผลกระทบด้านคุณภาพไฟฟ้าของการชาร์จไฟสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า, กฟน.

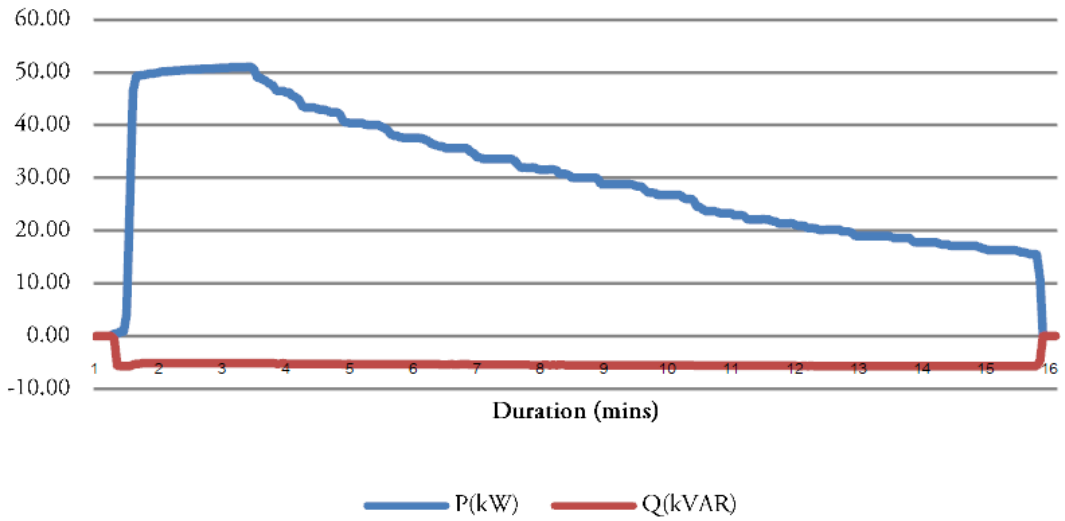
2. **กรณีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge)** – กฟน. ได้ทำการทดสอบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วจำนวน 3 ยี่ห้อ ได้แก่ DELTA, ABB และ TAKAOKA เพื่อพิจารณาลักษณะของความต้องการใช้ไฟฟ้าดังนี้

- แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว โดยรวมพบว่าแรงดันไฟฟ้าต่อเฟสจะมีค่าค่อนข้างคงที่ และแรงดันของระบบไฟฟ้า 3 เฟสอยู่ในมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้าของ กฟน. ส่วนกระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วจะมีการเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดคือประมาณ 52-75 A (ขนาดของกระแสสูงสุดขึ้นอยู่กับระดับแบตเตอรี่ที่คงเหลืออยู่) ในเวลาไม่กี่นาที จากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งแบตเตอรี่มีค่าประมาณ 80-90% ของความจุแบตเตอรี่ทั้งหมด โดยใช้เวลาการอัดประจุจนเต็มอยู่ที่ประมาณ 10-20 นาที ขึ้นอยู่กับระดับแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่
- การทดสอบทั้งหมดพบว่ากำลังไฟฟ้าแอกทีฟและรีแอกทีฟระหว่างการอัดประจุไฟฟ้ามีค่าสูงสุดอยู่ที่ 31 - 51 kW และ 3.6 – 5.7 kVar ตามลำดับ ซึ่งจะมีค่าสูงสุดภายในไม่กี่นาทีแรกของการอัดประจุ จากนั้นค่าจะค่อยๆลดลงตามลำดับจนแบตเตอรี่ใกล้เต็ม และตัวประกอบกำลังมีค่าเท่ากับ 0.99-1 (at full load) ส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และช้าลงในช่วงสุดท้ายของการอัดประจุ ทั้งนี้เนื่องจากระบบ Battery Management System (BMS) ภายในยานยนต์ไฟฟ้าพยายามที่จะทำให้แรงดันของเซลล์แบตเตอรี่แต่ละเซลล์มีค่าเท่ากันจึงมีการอัดประจุด้วยกระแสน้อยลงในช่วงสุดท้ายของการอัดประจุ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น



รูปที่ 5-7 กราฟแสดงแรงดันและกระแสขณะยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว

ที่มา: การศึกษาผลกระทบด้านคุณภาพไฟฟ้าของการชาร์จไฟสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า, กฟน.



รูปที่ 5-8 กราฟแสดงกำลังและพลังงานไฟฟ้าขณะที่อัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็ว
ที่มา: การศึกษาผลกระทบด้านคุณภาพไฟฟ้าของการชาร์จไฟสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า, กฟน.

5.2 ช่วงเวลาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

พฤติกรรมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั่วไปจะมีพฤติกรรมการใช้ที่เหมือนกับการใช้ยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง กล่าวคือผู้ใช้ยานยนต์จะขับรถออกจากบ้าน ไปทำงานหรือทำธุระ และกลับไปจอดรถที่บ้าน หากเชื้อเพลิงหมดก็จะเติมเชื้อเพลิงที่สถานีเติมน้ำมันระหว่างการเดินทาง สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน และพลังงานไฟฟ้าหาได้จากแหล่งพลังงานไฟฟ้าทั่วไป เช่นในบ้านพักอาศัยหรือเป็นการอัดประจุไฟฟ้าที่บ้าน หรือแหล่งพลังงานไฟฟ้าจากพื้นที่สาธารณะหรือการอัดประจุไฟฟ้าระหว่างการเดินทาง อย่างไรก็ตามการเติมน้ำมันแต่ละครั้งสามารถวิ่งได้ประมาณ 400 – 500 กิโลเมตรโดยเฉลี่ย แต่การอัดประจุไฟฟ้าในแต่ละครั้งวิ่งได้ประมาณ 100 – 150 กิโลเมตรโดยเฉลี่ย ทำให้การอัดประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นบ่อยกว่าการเติมเชื้อเพลิงน้ำมัน และเนื่องจากการเติมพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้ที่บ้านพักอาศัย จึงทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนมากอัดประจุไฟฟ้าที่บ้าน ซึ่งจะส่งผลให้กับระบบไฟฟ้าที่มีความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) อาจเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

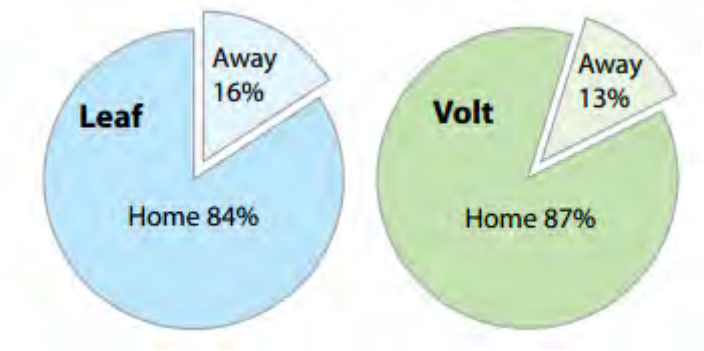
สำหรับพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจะมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของการใช้งาน ระยะทางที่ใช้ขับขี่ การคงเหลือของระดับแบตเตอรี่ (State of Charge) ตำแหน่งและความพร้อมของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทำให้พฤติกรรมของการอัดประจุไฟฟ้าของแต่ละแห่งมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน รวมถึงค่าไฟฟ้าที่อัดประจุในแต่ละช่วงเวลา

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ไม่ได้มีปริมาณยานยนต์ไฟฟ้ามากเพียงพอในการศึกษาพฤติกรรมและการใช้งานยานยนต์ในประเทศ จึงยังไม่มีข้อมูลที่แน่ชัด ดังนั้น การพิจารณาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรายงานฉบับนี้ จะใช้ข้อมูลของต่างประเทศเพื่อพิจารณาแนวโน้ม สำหรับการพิจารณาผลกระทบในเบื้องต้น

จากข้อมูลศึกษาการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า สหรัฐอเมริกา ปี 2013[1] ได้มีการติดตามผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าขนาดกลาง Nissan Leaf และ Chevrolet Volts จำนวน 8,300 คัน ใน 22 รัฐ ระยะเวลาในการศึกษาประมาณ 3 ปีพบว่า

1. ผู้ใช้งานประมาณ 84-87% ส่วนใหญ่อัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่บ้าน ในลักษณะการอัดประจุไฟฟ้าข้ามคืน ในขณะที่ผู้ใช้งานประมาณ 13-16% อัดประจุไฟฟ้านอกบ้าน
2. การอัดประจุไฟฟ้านอกบ้านจะเป็นการอัดประจุในตำแหน่งที่ซ้ำกันไม่เกิน 3 แห่งประมาณ 77-92% โดยส่วนใหญ่จะเป็นการอัดประจุไฟฟ้าในที่ทำงาน โดยสำหรับกลุ่มที่อัดประจุนอกบ้านนั้นจะมีเพียง 8% ที่ใช้การอัดประจุตามสถานีบริการสาธารณะ
3. ในช่วงวันหยุด ผู้ใช้งานประมาณ 8 -11% จะอัดประจุไฟฟ้านอกบ้าน ทำให้เห็นชัดว่าการอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะยังมีความจำเป็นในชีวิตประจำวันของผู้ใช้งาน

รายละเอียดตามรูปที่ 5-9



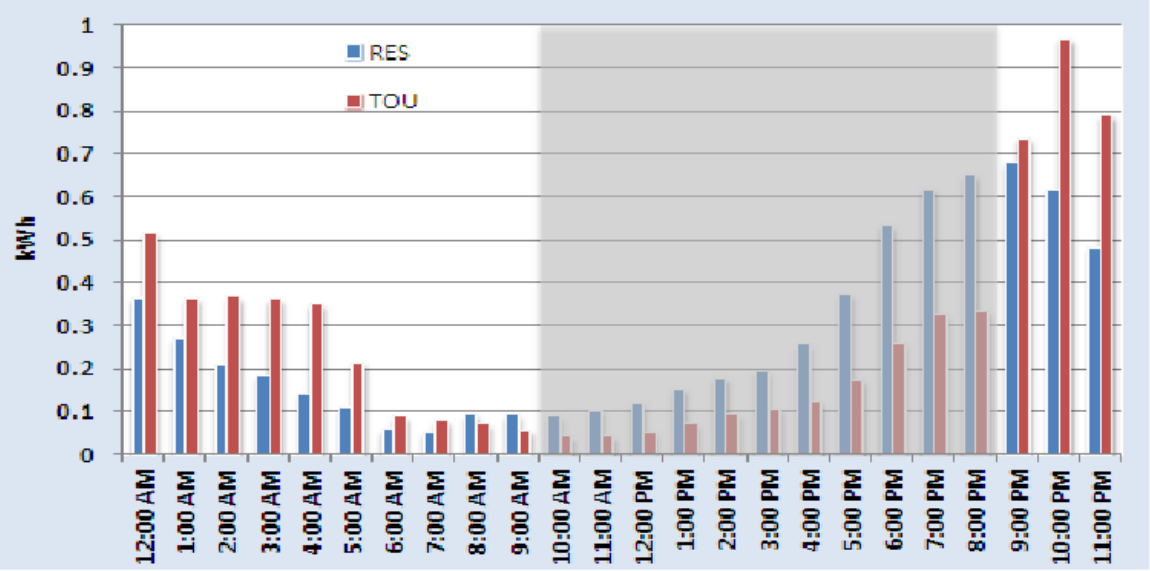
รูปที่ 5-9 ผลการสำรวจตัวอย่างพฤติกรรมกลุ่มผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในการเลือกสถานที่การอัดประจุไฟฟ้า

ที่มา: “Plugged In: How Americans Charge Their Electric Vehicles” , Idaho National Laboratory, 2013

จากข้อมูล Evaluating Electric Vehicle Charging Impact and Customer Charging Behaviors – Experience from Six Smart Grid Investment Grant Projects กระทรวงพลังงานสหรัฐอเมริกา ปี 2014[2] ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจาก 6 หน่วยงานพบว่าการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจะมีการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเย็นของทุกวันซึ่งจะตรงกับช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ ซึ่งหากมีการนำระบบอัตราค่าไฟฟ้าที่มีการกำหนดเวลามาใช้จะทำให้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงที่ค่าไฟฟ้าถูกกว่า ตามรูปที่ 5-10

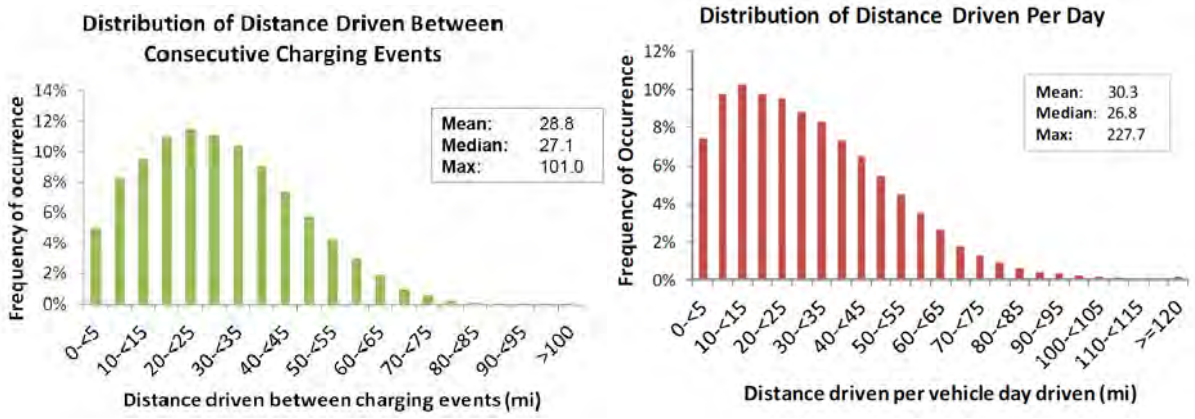
จากงานวิจัย Battery Electric Vehicle Driving and Charging Behavior Observed Early in The EV Project ของ ECOtality North America ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงปี 2011[3] โดยศึกษาใน 14 พื้นที่ของสหรัฐอเมริกา พบว่า

1. ผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอัดประจุไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 1 ครั้งต่อวัน
2. ผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า 82% จะอัดประจุไฟฟ้าที่บ้าน
3. ผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะมีการใช้งานเฉลี่ยที่ 28.8 ไมล์ ก่อนการอัดประจุไฟฟ้าครั้งต่อไป โดยมีระยะการใช้งานต่อวันเฉลี่ยที่ 30.3 ไมล์



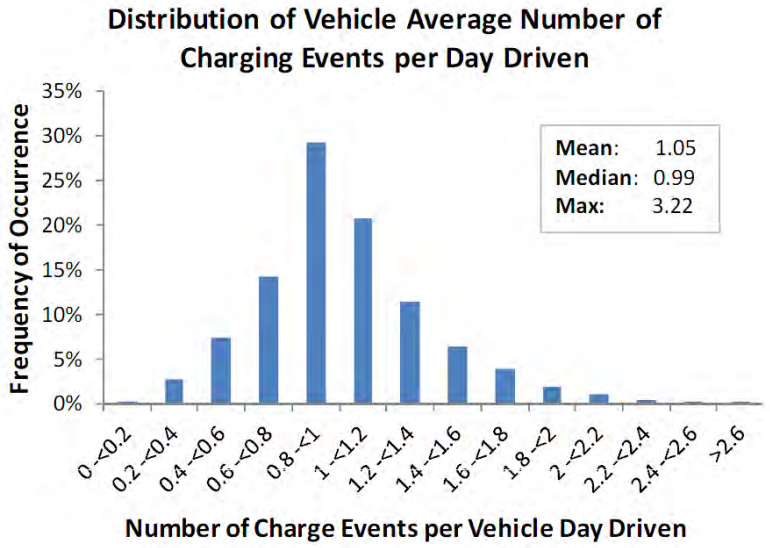
รูปที่ 5-10 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า เปรียบเทียบกรณีมีการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOU และไม่มีอัตรา TOU ระหว่างวันธรรมดา

ที่มา: Evaluating Electric Vehicle Charging Impact and Customer Charging Behaviors – Experience from Six Smart Grid Investment Grant Projects



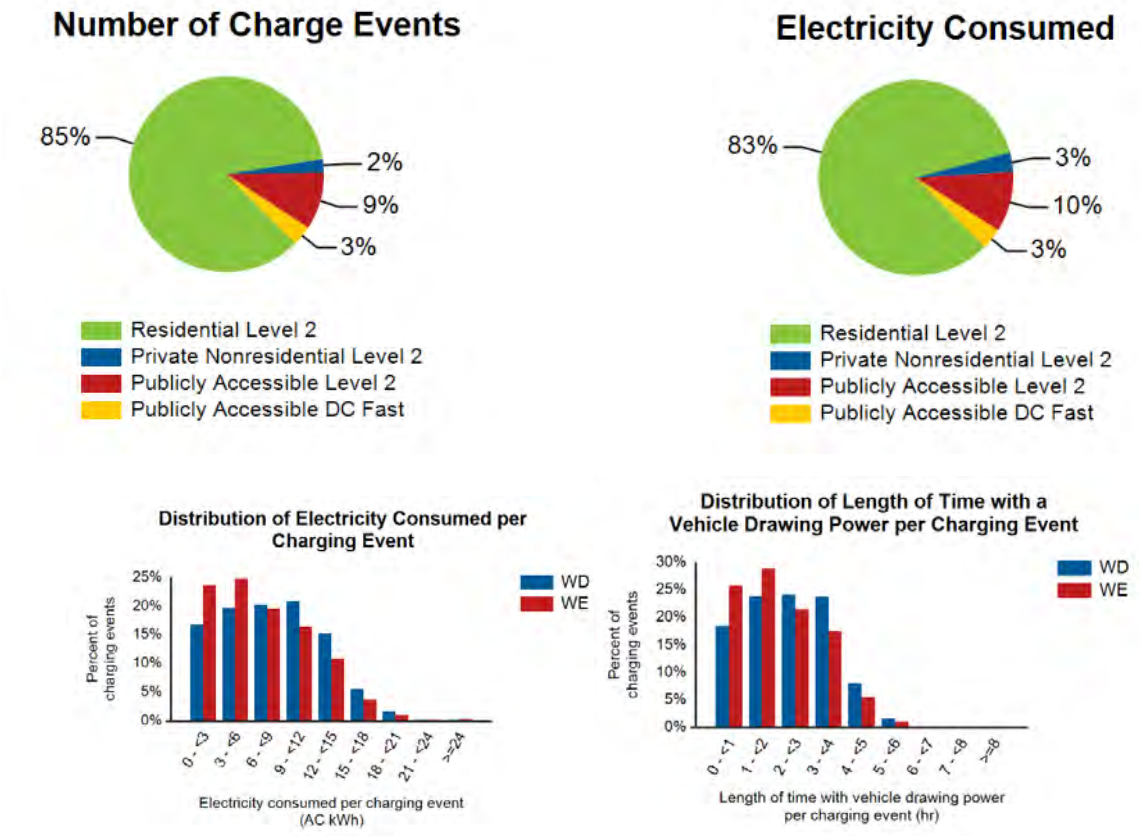
รูปที่ 5-11 ลักษณะการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากับระยะทางการใช้งาน

ที่มา: "Battery Electric Vehicle Driving and Charging Behavior Observed Early in The EV Project" , SAE International, 2012



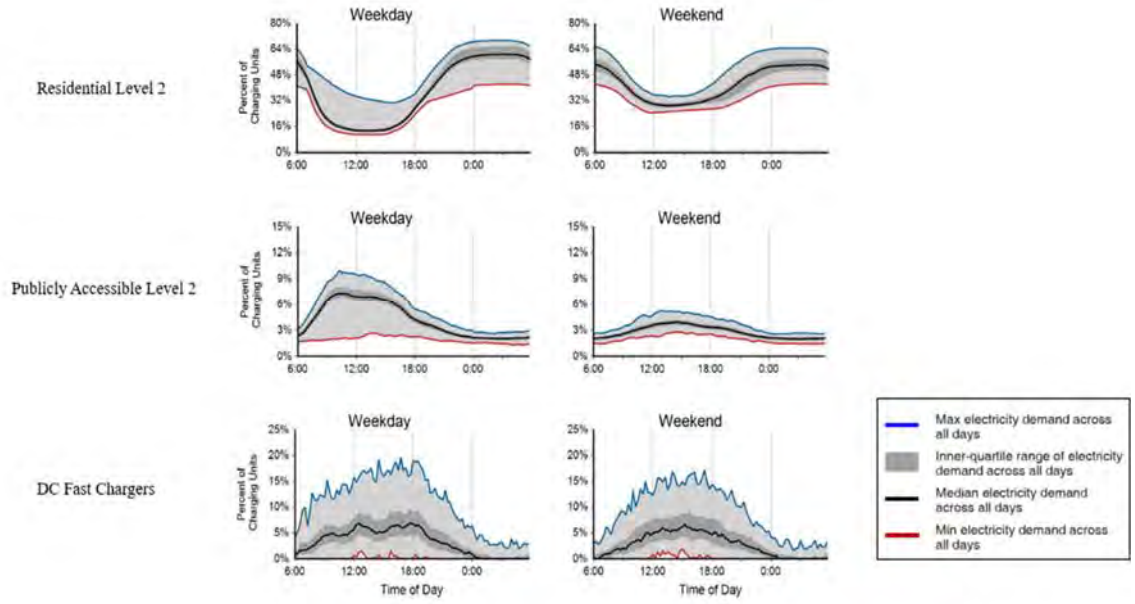
รูปที่ 5-12 จำนวนการอัดประจุต่อการขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าภายใน 1 วัน

ที่มา: “Battery Electric Vehicle Driving and Charging Behavior Observed Early in The EV Project” , SAE International, 2012



รูปที่ 5-13 รูปลักษณะพฤติกรรมในการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจากการสำรวจของสหรัฐอเมริกา

ที่มา : “EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report”, Idaho National Laboratory, 2014

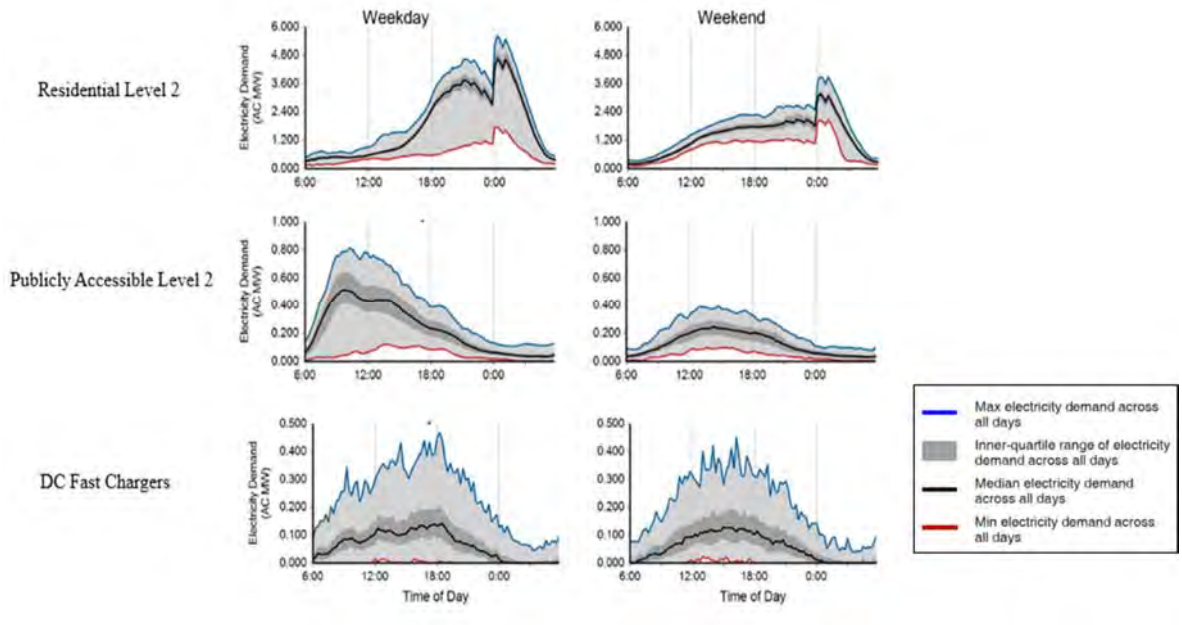


รูปที่ 5-14 ค่าร้อยละของการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 1 วัน

ที่มา : "EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report", Idaho National Laboratory, 2014

จากรายงานสรุปโครงการยานยนต์ไฟฟ้าด้านสาธารณูปโภคด้านการอัดประจุ (EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report) ปี 2013 สหรัฐอเมริกา[4] พบว่าผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะอัดประจุไฟฟ้าจากบ้านอยู่อาศัย ประมาณ 85% และมีเพียง 3% ที่เป็นการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วตามสถานีบริการสาธารณะ

จากรูป 5-14 พบว่า ค่าร้อยละของการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 1 วัน ของบ้านที่อยู่อาศัยแสดงถึงสัดส่วนการเสียบปลั๊กเพื่ออัดประจุไฟฟ้า (การเสียบปลั๊กอาจยังไม่บริโภคพลังงาน) จะค่อยๆ ลดลงตั้งแต่เวลา 6.00 น. เนื่องจากผู้ใช้เริ่มออกเดินทางไปทำงาน แต่จะมีบางส่วนประมาณร้อยละ 10 – 20 ที่ยังเสียบปลั๊กค้างไว้ และกลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้งช่วง 18.00 น. โดยเพิ่มสูงสุดที่ร้อยละ 50 โดยมีความคล้ายคลึงกันทั้งวันทำงานและวันหยุด หากเปรียบเทียบกับกราฟค่าร้อยละของการใช้งานเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 1 วันของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ จะพบว่าพฤติกรรมส่วนใหญ่จะอัดประจุในช่วงเวลา 8.00-11.00 น. เนื่องจากเข้าทำงาน และจะค่อย ๆ ลดลงในช่วงเวลาเย็น



รูปที่ 5-15 ความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าแยกสถานที่ (Aggregate Electricity Demand)

ที่มา : "EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report", Idaho National Laboratory, 2014

จากรูปความต้องการใช้ไฟฟ้าของบ้านที่อยู่อาศัยแสดงถึงสัดส่วนการเสียบปลั๊กอัดประจุแบตเตอรี่ (การเสียบปลั๊กอาจยังไม่บริโภคพลังงาน) จะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา ประมาณ 18.00 น. และจะมีการเพิ่มสูงสุดในช่วงเวลา 0.00 น. โดยกราฟพุ่งสูงขึ้นในทันที สาเหตุเนื่องจากนโยบายเรื่องของการเก็บค่าไฟฟ้าที่แบ่งตามช่วงเวลา ซึ่งในช่วงหลัง 0.00 น. (Off-Peak) ราคาถูกกว่ามาก ผู้บริโภคจึงตั้งเวลาของ EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment) ให้เริ่มต้นอัดประจุตั้งแต่ 0.00 น. ตามรูปที่ 5-15

5.3 รูปแบบของ Load Pattern เมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้า

รูปแบบของ Load Pattern เมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้านั้น เป็นข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นมากสำหรับผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนและควบคุมระบบไฟฟ้า เนื่องจากการจะหามาตรการเพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าได้นั้น จะต้องพิจารณาปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ตลอดวัน รวมทั้งยังต้องพิจารณาควบคู่ไปกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมด้วย การประมาณรูปแบบของ Load Pattern ให้มีความแม่นยำนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย พฤติกรรมการใช้งานตลอดจนการอัดประจุไฟฟ้าจึงยังไม่มีการบันทึกไว้เป็นข้อมูลทางสถิติ จากการศึกษางานวิจัยของต่างประเทศหลายฉบับพบว่า การประมาณรูปแบบของ Load Pattern ทำโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติของพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ แนวทางแรกใช้ข้อมูลทางสถิติของพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ชนิดเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งในหลายประเทศได้มีการสำรวจและจัดเก็บไว้เป็นข้อมูลทางสถิติมานานแล้ว แนวทางนี้เหมาะสำหรับการประมาณ Load Pattern เพื่อศึกษาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงระยะเตรียมความพร้อม ซึ่งยังไม่มีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในประเทศหรือมีปริมาณน้อยมาก ส่วน

แนวทางที่สองเป็นการใช้ข้อมูลที่จัดเก็บจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจริง โดยทำในลักษณะโครงการวิจัย แนวทางนี้เหมาะสำหรับการศึกษาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงที่ได้มีการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้งานแพร่หลายในระดับหนึ่งแล้ว ข้อมูลที่ได้จะมีความใกล้เคียงมากกว่าแนวทางแรก หากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกนำมาเก็บข้อมูลมีจำนวนมากพอ

สำหรับประเทศไทย เนื่องจากยังอยู่ในระยะเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบกับข้อมูลทางสถิติของการใช้งานยานยนต์โดยทั่วไปยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นข้อมูลทางสถิติการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่จะนำมาศึกษาในรายงานฉบับนี้จะพิจารณาจากกรณีศึกษาของต่างประเทศที่ได้นำเสนอไปในหัวข้อที่แล้วเป็นหลัก โดยพบว่าผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่นิยมอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัยซึ่งเป็นเครื่องอัดประจุแบบช้า และเป็นที่คาดการณ์กันว่าผู้ใช้ไฟฟ้าจะเริ่มอัดประจุไฟฟ้าทันทีที่เดินทางกลับถึงบ้านซึ่งมักจะเป็นช่วงค่ำของวัน ดังนั้นหากไม่มีมาตรการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นมากกกว่าปกติในช่วงเวลาค่ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการและควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งในด้านความมั่นคงของการส่งจ่ายไฟฟ้าและต้นทุนการผลิตไฟฟ้า

จากข้อมูลสถิติของการอัดประจุไฟฟ้าที่นำเสนอไปในหัวข้อที่แล้ว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดสมมติฐานของพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าได้เพื่อดำเนินการประมาณความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยมีการสมมติฐานของสัดส่วนการอัดประจุไฟฟ้าแบ่งตามสถานที่อัดประจุไฟฟ้า ได้ดังตารางที่ 5 – 2

ตารางที่ 5-2 สมมุติฐานสัดส่วนของการอัดประจุไฟฟ้า

สถานที่	ประเภทการอัดประจุไฟฟ้า	ร้อยละ
บ้าน	กระแสสลับแบบธรรมดา	85
อาคารสำนักงาน	กระแสสลับแบบธรรมดา	5
ศูนย์การค้า	กระแสสลับแบบธรรมดา / กระแสตรงแบบเร็ว	5
สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า	กระแสตรงแบบเร็ว	5

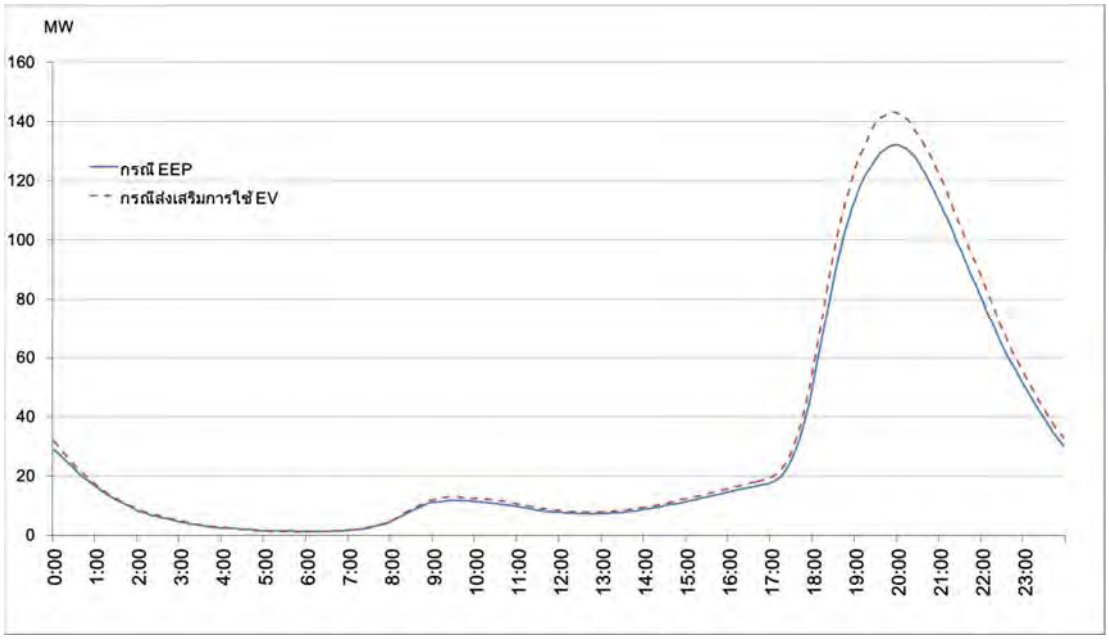
การศึกษาในรายงานฉบับนี้สมมติให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้ามีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาการอัดประจุไฟฟ้า โดยพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าในรอบวัน สามารถอธิบายด้วยตัวแปร 3 ตัวคือ เวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้า เวลาสิ้นสุดการอัดประจุไฟฟ้าและ ปริมาณความต้องการไฟฟ้าระหว่างการอัดประจุไฟฟ้า

ในกรณีการอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านพักอาศัย เวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้าเป็นไปตามข้อมูลทางสถิติของเวลาเดินทางกลับถึงบ้านของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เวลาสิ้นสุดการอัดประจุขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการอัดประจุไฟฟ้าซึ่งแปรผันกับระยะทางที่เดินทางในวันนั้น ส่วนปริมาณความต้องการไฟฟ้าในช่วงอัดประจุนั้นมีค่าเท่ากับขนาดพิกัดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งในกรณีนี้คือ 3.6 kW

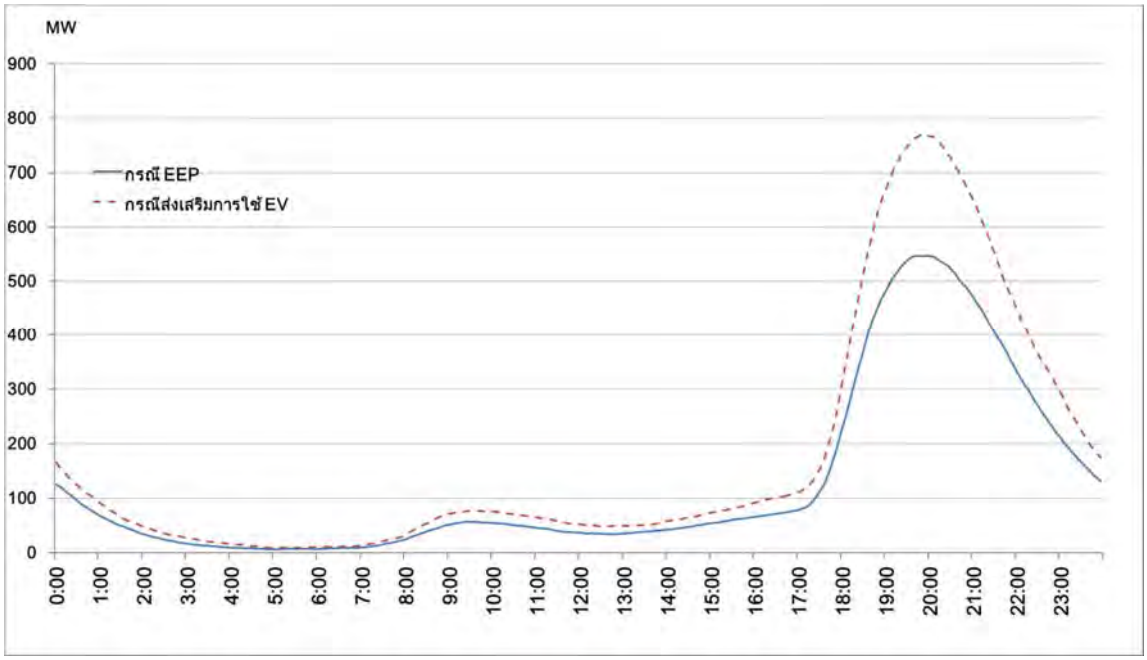
กรณีการอัดประจุไฟฟ้าที่อาคารสำนักงานและศูนย์การค้านั้น พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้ามักจะมีลักษณะที่คล้ายกัน โดยเวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้าขึ้นกับเวลาเดินทางมาถึงสำนักงานหรือศูนย์การค้า เวลาสิ้นสุดการอัดประจุมักจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเดินทางออกจากสำนักงาน โดยมีปริมาณความต้องการไฟฟ้าในช่วงอัดประจุไฟฟ้าเท่ากับขนาดพิกัดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งสามารถเป็นไปได้ 2 กรณี คือ 3.6 kW และ 7.2 kW

สำหรับกรณีการอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีบริการ เวลาเริ่มอัดประจุไฟฟ้าอาจเกิดขึ้นได้ตลอดวันขึ้นกับข้อมูลสถิติของการเข้ามาใช้บริการของสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า โดยมีเวลาสิ้นสุดการอัดประจุไฟฟ้าขึ้นกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ ส่วนปริมาณความต้องการไฟฟ้าในช่วงอัดประจุนั้นมีค่าเท่ากับขนาดพิกัดของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าซึ่งกรณีนี้มีค่า 50 kW ซึ่งสูงกว่าการอัดประจุในสถานที่อื่นๆ เนื่องจากเป็นการอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

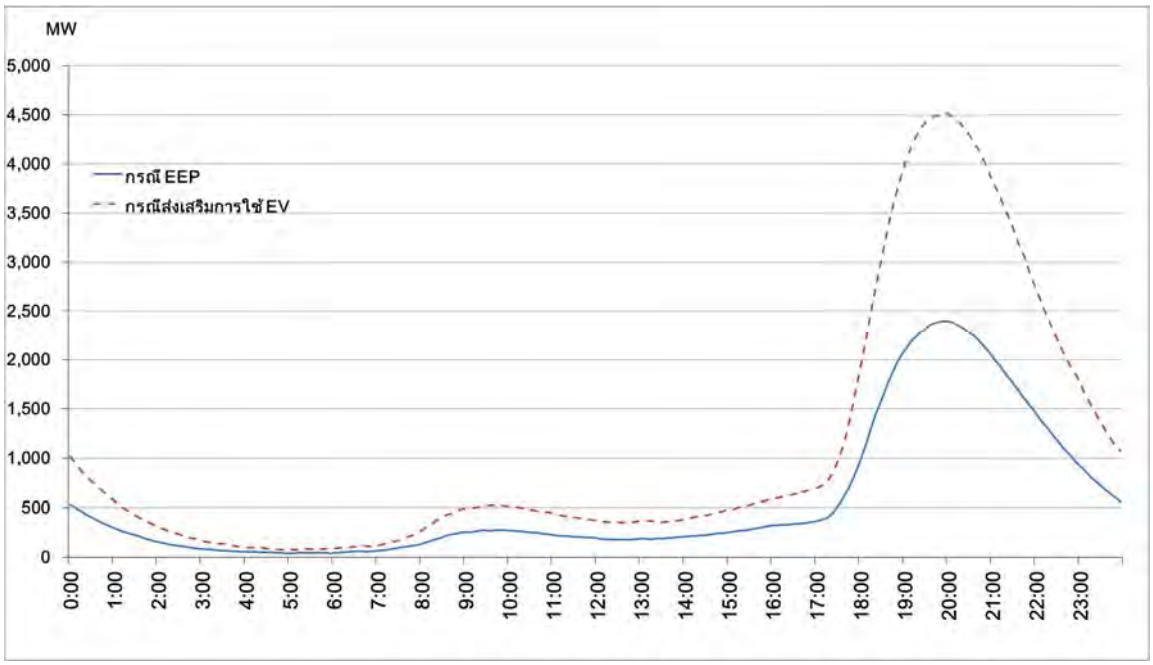
จากแนวทางดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาจำลองพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าตามลักษณะของการใช้รถในแต่ละวัน โดยจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นไปตามตัวเลขประมาณการทั้งสองกรณี คือ กรณี EEP และ กรณีส่งเสริมการใช้ EV ตามรายละเอียดที่ได้แสดงไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งการศึกษาในรายงานฉบับนี้ได้คำนวณเส้นโค้งความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมง ตั้งแต่ปี 2560 – 2579 รูปที่ 5-16 5-17 และ 5-18 แสดงความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุของทั้งสองกรณีในปี 2564 2569 และ 2579 ตามลำดับ



รูปที่ 5-16 ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2564

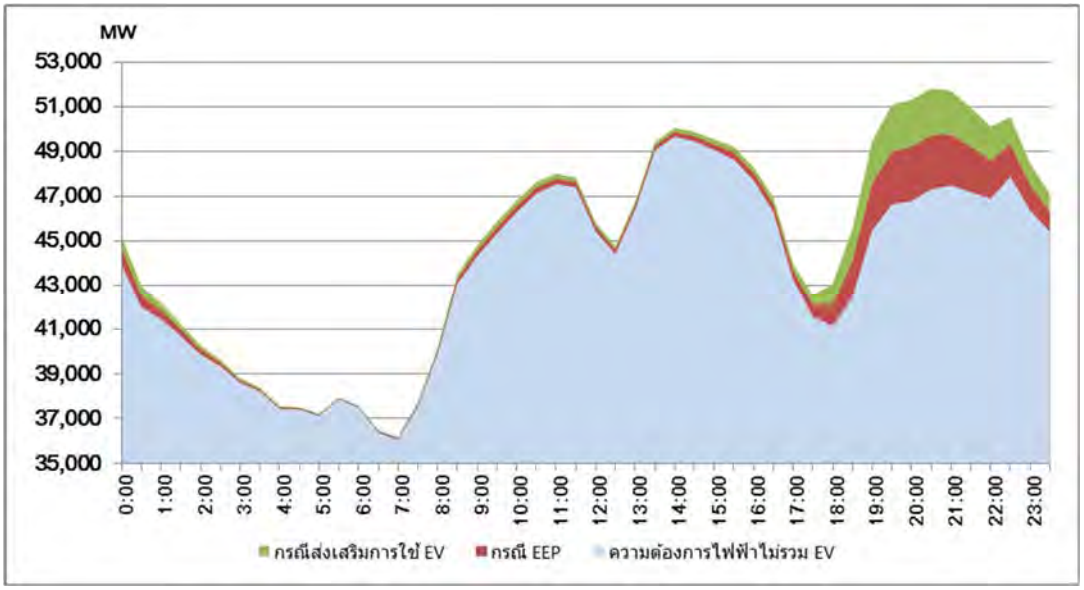


รูปที่ 5-17 ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2569



รูปที่ 5-18 ความต้องการใช้ไฟฟ้ารายชั่วโมงของการอัดประจุไฟฟ้าในปี 2579

เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าเมื่อมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จึงได้ทำการคำนวณเส้นโค้งความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของวันที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละปี โดยเปรียบเทียบให้เห็นถึงกรณีที่ไม่มีการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าและกรณีที่มีการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้า รูปที่ 5-19 แสดงความต้องการไฟฟ้ารวมของวันที่มีความต้องไฟฟ้าสูงสุดในปี 2579



รูปที่ 5-19 ความต้องการไฟฟ้าที่รวมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของปี 2579

จากรูปที่ 5-19 แสดงให้เห็นว่า การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งความต้องการไฟฟ้าในช่วงค่ำ ตารางที่ 5-3 และ 5-4 แสดงความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าและเวลาที่เกิดการใช้ไฟฟ้าสูงสุด โดยมีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปตามตัวเลขประมาณการในกรณี EEP และกรณีส่งเสริม EV ตามลำดับ

ตารางที่ 5-3 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณี EEP

ปี	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำ (MW)	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำเพิ่มขึ้นจากเดิม		เวลา
		MW	ร้อยละ	
2560	30,273	5	0.02	22:30
2561	31,284	10	0.03	22:30
2562	32,463	26	0.08	22:30
2563	33,616	47	0.14	22:30
2564	34,577	76	0.22	22:30
2565	35,574	108	0.30	22:30
2566	36,545	149	0.41	22:30
2567	37,567	197	0.53	22:30
2568	38,591	255	0.66	22:30
2569	39,659	320	0.81	22:30
2570	40,606	398	0.99	22:30
2571	41,631	470	1.14	22:30

ตารางที่ 5-3 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณี EEP

ปี	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำ (MW)	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำเพิ่มขึ้นจากเดิม		เวลา
		MW	ร้อยละ	
2572	42,497	556	1.33	22:30
2573	43,524	682	1.59	21:00
2574	44,635	815	1.86	21:00
2575	45,666	1,018	2.28	21:00
2576	46,567	1,216	2.68	21:00
2577	47,529	1,379	2.99	21:00
2578	48,569	1,591	3.39	21:00
2579	49,737	1,851	3.86	21:00

ตารางที่ 5-4 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณีส่งเสริม EV

ปี	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำ (MW)	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำเพิ่มขึ้นจากเดิม		เวลา
		MW	ร้อยละ	
2560	30,275	7	0.02	22:30
2561	31,292	18	0.06	22:30
2562	32,471	34	0.10	22:30
2563	33,625	56	0.17	22:30
2564	34,584	83	0.24	22:30
2565	35,589	122	0.34	22:30
2566	36,570	174	0.48	22:30
2567	37,609	239	0.64	22:30
2568	38,658	322	0.84	22:30
2569	39,769	431	1.09	22:30
2570	40,819	610	1.52	21:00
2571	42,041	880	2.14	21:00
2572	43,129	1,189	2.83	21:00
2573	44,358	1,516	3.54	21:00
2574	45,701	1,881	4.29	21:00
2575	46,942	2,295	5.14	20:30

ตารางที่ 5-4 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณีส่งเสริม EV

ปี	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำ (MW)	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำเพิ่มขึ้นจากเดิม		เวลา
		MW	ร้อยละ	
2576	48,031	2,681	5.91	20:30
2577	49,251	3,101	6.72	20:30
2578	50,505	3,527	7.51	20:30
2579	51,814	3,928	8.20	20:30

กล่าวโดยสรุป การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเวลาที่เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดยังมีโอกาสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วย จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความต้องการไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามักเกิดขึ้นในช่วงเวลาค่ำ ซึ่งหากต้องการรักษาระดับความมั่นคงของการส่งจ่ายไฟฟ้าให้อยู่เกณฑ์มาตรฐาน การไฟฟ้าจะต้องลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นการเสริมระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้น แนวทางการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าด้วยระบบอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Charge) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่การไฟฟ้าสามารถนำมาพิจารณาเพื่อจัดสรรเวลาการอัดประจุไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าของระบบในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งก็จะเกิดผลประโยชน์ต่อประเทศในภาพรวม เนื่องจากสามารถหลีกเลี่ยงการลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าด้วยการใช้ระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

นอกจากความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากอัดประจุไฟฟ้าแล้ว การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในอนาคต ยังส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในด้านต่างๆ อีกด้วย การศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจะทำให้ภาครัฐที่มีหน้าที่กำหนดนโยบายตลอดจนการไฟฟ้าสามารถเตรียมพร้อมเพื่อหามาตรการรองรับได้อย่างเหมาะสม โดยรายละเอียดของผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจะถูกนำเสนอในหัวข้อถัดไป

5.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าในด้านความมั่นคงและคุณภาพไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าปริมาณมากโดยที่ไม่มีการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้ ผลกระทบหลักที่ผู้ดูแลระบบหรือการไฟฟ้าต้องประสบ ได้แก่ Overload, Power loss, Voltage drop, Unbalance load และ Harmonics โดยความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้านี้ไม่เพียงแต่ขึ้นกับตัวแปรด้านยานยนต์ไฟฟ้า แต่ยังขึ้นกับตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมอีกด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการลดผลกระทบดังกล่าว จึงต้องมีมาตรการหรือข้อกำหนดมาควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ให้อยู่ในขอบเขตที่ไม่เกินพิกัดของระบบไฟฟ้า รวมถึงต้องพยายามไม่ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย

5.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผลกระทบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

ผลกระทบที่จะเกิดกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า เมื่อมีการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าปริมาณมาก ขึ้นอยู่กับตัวแปรสองด้านคือ ตัวแปรทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า และตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม

1. ตัวแปรทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้น จะขึ้นกับปริมาณการเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้า พฤติกรรมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงพฤติกรรมในการอัดประจุไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

- จำนวนยานยนต์ไฟฟ้า จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มเข้ามาและมีการอัดประจุไฟฟ้ากับระบบไฟฟ้าหนึ่ง ถือเป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลต่อการเกิดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้านั้น จากการจำลองการเกิดผลกระทบเนื่องจากการเพิ่มเข้ามาของยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ โดยการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ของปริมาณรถที่เพิ่มเข้ามา ตั้งแต่ 10% จนถึง 100% โดยที่สมมติให้ตัวแปรด้านอื่น ๆ คงที่ และกำหนดให้โหลดประเภทบ้านอยู่อาศัย 1 หลัง จะมีรถยนต์ 1 คัน จะพบว่า ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มเข้ามามากขึ้นจะยิ่งส่งผลกระทบต่อระบบมากขึ้น ในบางครั้งปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มมาเพียง 20% ก็ทำให้ระบบไฟฟ้าเกินพิกัดข้อกำหนดของระบบได้ แต่บางครั้งปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าอาจจะต้องเพิ่มถึง 70% จึงทำให้ระบบไฟฟ้าเกินพิกัดข้อกำหนดของระบบได้ จะเห็นได้ว่านอกจากตัวแปรทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว ผลกระทบยังขึ้นกับตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าเดิมอีกด้วย
- **กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า** ยานยนต์ไฟฟ้าที่อัดประจุกับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าด้วยกำลังไฟฟ้าสูง จะส่งผลกระทบต่อระบบจำหน่ายมากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าที่อัดประจุด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าได้ต่ำกว่า ทั้งนี้ ยานยนต์ไฟฟ้าที่จะอัดประจุด้วยกำลังไฟฟ้าสูงจะต้องรองรับการอัดประจุที่กำลังไฟฟ้าสูงด้วย ในปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะรองรับการอัดประจุด้วยกระแสสลับซึ่งจะมีจุดอัดประจุไฟฟ้าที่บ้าน ที่ทำงาน หรือห้างสรรพสินค้า ที่ค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 32 A สำหรับ 1 เฟส และ 63 A สำหรับ 3 เฟส แม้ว่าการอัดประจุไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงจะส่งผลดีต่อผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้ระยะเวลานานในการรออัดประจุไฟฟ้า แต่จะส่งผลเสียต่อระบบไฟฟ้า ทั้งกำลังสูญเสียและแรงดันตกที่มากขึ้น เนื่องมาจากกระแสที่ไหลมากขึ้นเพื่อรองรับกำลังไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าดังกล่าว
- **เวลาที่ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มอัดประจุ** การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จะส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของหม้อแปลงในระบบจำหน่าย เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณโหลดมากจึงเกิดความร้อนและกำลังสูญเสียสูงอยู่แล้ว หากมีโหลดจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มเข้ามาอีกจะยิ่งทำให้เกิดความร้อนและกำลังสูญเสียเพิ่มขึ้นมาอีก หลาย ๆ การศึกษาได้รวบรวมข้อมูลของเวลาที่

รถยนต์จะกลับถึงบ้านซึ่งมักจะเป็นช่วงเวลา 17.00 – 19.00 น. และใช้เวลานั้นเป็นเวลาที่ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มอัดประจุอีกครั้ง ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวจะมีการใช้พลังงานจากระบบค่อนข้างสูง หรือบางกรณีได้เปรียบเทียบผลกระทบกับการเริ่มอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาประมาณ 22.00 – 24.00 น. เนื่องจากการคิดค่าไฟแบบ TOU ทำให้ผู้ใช้งานรออัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ค่าพลังงานไฟฟ้าถูกกว่า ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ระบบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ

- **ระดับแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ของยานยนต์ไฟฟ้า** ระดับแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ของยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละวันหากมีการวิ่งใช้งานเป็นระยะทางหลายกิโลเมตร ค่า SOC (State of Charge) หรือค่าร้อยละของพลังงานที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าก็จะเหลือน้อย ทำให้ต้องใช้เวลาในการอัดประจุให้กับยานยนต์ไฟฟ้านานกว่าหรือทำให้มีการอัดประจุบ่อยกว่ารถที่เหลือ SOC มากกว่า หลาย ๆ การศึกษาได้นำข้อมูลการใช้งานยานยนต์ประเภทนั่งมาเพื่อหาระยะทางการใช้งานเฉลี่ยในต่ละวัน แล้วนำไปคำนวณหาพลังงานที่ใช้ไปของแบตเตอรี่ เพื่อจะนำค่า SOC ที่เหลืออยู่ไปจำลองการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้า

2. ตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม

นอกจากตัวแปรทางด้านยานยนต์ไฟฟ้าที่จะส่งผลต่อการเกิดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าแล้ว ตัวแปรทางด้านระบบไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมก็ถือว่ามีความสำคัญไม่แพ้กัน ทั้งรูปแบบวงจรเดิม การจัดเรียงโหลดในแต่ละเฟส และพิกัดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ ดังต่อไปนี้

- **รูปแบบวงจรเดิมของระบบไฟฟ้า** ระบบไฟฟ้าแรงต่ำของพื้นที่เมืองกับพื้นที่ชนบทจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของความหนาแน่นของผู้ใช้งาน ระบบในพื้นที่เมืองหรือตามหมู่บ้านผู้ใช้งานจะอยู่ใกล้ ๆ กัน ทำให้ความยาวสายในวงจรไม่มากนัก ต่างจากระบบในพื้นที่ชนบทที่ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละคนอยู่ห่างกัน ทำให้สายในระบบจำหน่ายมีความยาวมากกว่า ซึ่งส่งผลทำให้เกิดพลังงานสูญเสียเนื่องจากแรงดันตกในสายได้มากกว่า นอกจากนี้การจัดเรียงเฟสที่ไม่สมดุลก็จะส่งผลให้เกิดโหลดไม่สมดุล หากมีผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากรับไฟฟ้าจากเฟสเดียวกันและเมื่อมีโหลดของยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มเข้ามาอีกจะยิ่งทำให้เฟสนั้นต้องรองรับกระแสมากกว่าอีกสองเฟสที่เหลือ ทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียจะมีค่ามากกว่าปกติทั้งจากในสายของเฟสนั้นเองและจากสายนิวทรอล เนื่องจากกระแสรวมจะมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ทำให้มีกระแสไหลในสายนิวทรอล
- **ขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า และโหลดที่มีอยู่เดิม** พิกัดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า ที่ผู้ดูแลระบบไฟฟ้าได้วางแผนและออกแบบไว้ จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรองรับโหลดในอนาคต หากระบบที่เดิมมีโหลดอยู่น้อยหรือมีการเผื่อโหลดไว้มาก ก็จะสามารถรองรับโหลดเนื่องจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าได้มากกว่าระบบที่มีการเผื่อไว้น้อยหรือใช้งานโหลดใกล้จะถึงพิกัดแล้ว แต่ทั้งนี้การออกแบบที่มีการเผื่อไว้มากก็จะทำให้ผู้ดูแลระบบต้องรับภาระค่าใช้จ่ายตอนเริ่มต้นที่สูงกว่า

5.4.2 ผลกระทบด้านความมั่นคงของระบบไฟฟ้า

โดยปรกติ การบริหารจัดการระบบไฟฟ้าจะมีการพิจารณาแนวทางการรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศเพื่อให้สามารถจัดหาแหล่งพลังงานเพื่อรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม สำหรับประเทศไทยได้มีการจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2579 (PDP2015) เพื่อจัดหาพลังงานรองรับกับความต้องการใช้ไฟฟ้าอย่างเหมาะสม โดยการพิจารณาค่าพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศ ซึ่งได้มีการพิจารณาในส่วนของการขยายตัวทางเศรษฐกิจระยะยาว (GDP) อัตราการเพิ่มของประชากร และแผนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579 (EEP 2015) ได้มีการพิจารณาแนวโน้มปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในประเทศเข้ามาในแผนด้วย ทำให้จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาผลกระทบในด้านต่าง ๆ เพื่อพิจารณาให้สามารถรองรับกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคตได้ จากการพิจารณารูปแบบของ Load Pattern ของระบบไฟฟ้าและความต้องการใช้ไฟฟ้าเมื่อมีการอัดประจุไฟฟ้าตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นแต่ละปี จะเห็นได้ว่าปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นยังจะสามารถรองรับได้หากสามารถจัดหาแหล่งพลังงานเพื่อรองรับได้

อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้านั้น หากมีการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันจะทำให้รูปแบบของความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศเปลี่ยนไป (Load Profile) ซึ่งหากมีปริมาณมาก และไม่มีการบริหารจัดการที่ดีอาจจะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทำให้เกิดไฟฟ้าดับบางส่วนได้ จึงจำเป็นต้องมีมาตรการรองรับเพื่อบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อรักษาความมั่นคงของระบบไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

1. ผลกระทบด้านความเพียงพอของแหล่งผลิต

จากข้อมูลความต้องการการใช้ไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อจัดหาแหล่งพลังงาน และโรงไฟฟ้าให้เพียงพอกับกำลังไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้น จากแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาจะเห็นได้ว่าปี 2564 ความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะอยู่ที่ประมาณ 130 MW ในกรณีใช้ค่าประมาณการจากแผนอนุรักษ์พลังงาน และ 140 MW จากการประมาณของคณะทำงานฯ ซึ่งจะยังไม่มีผลกระทบกับระบบไฟฟ้าเนื่องจากปัจจุบันกำลังผลิตไฟฟ้าสำรองยังมีอยู่อย่างเพียงพอ อย่างไรก็ตามเพื่อพิจารณาผลกระทบในปี 2579 จะเห็นว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 2,500 MW ในกรณีใช้ค่าประมาณการจากแผนอนุรักษ์พลังงาน และ 4,500 MW จากการประมาณของคณะทำงานฯ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก ทำให้ต้องมีการพิจารณาปัจจัยความต้องการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการจัดหาพลังงานในอนาคตด้วย

2. ผลกระทบด้าน Overload อุปกรณ์

โดยปกติการกำหนดขนาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้าจะพิจารณาจากขนาดของโหลดที่คาดหวัง การที่มียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาอัดประจุไฟปริมาณมากจะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบเกิด Overload ขึ้นได้

เนื่องจากทนอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่ไหว จนทำให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพและเสียหายในที่สุด นี่จึงถือเป็นปัญหาหลัก หากมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเกินกว่าพิกัดที่อุปกรณ์จะทนรับไหว โดยเฉพาะหม้อแปลงและสายไฟแรงต่ำจะมีความไวต่อการเกิด Overload แม้ว่าหม้อแปลงจะสามารถทนต่อ Overload ได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ แต่อายุของหม้อแปลงจะสั้นลง ดังได้มีการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับหม้อแปลงจำหน่ายของสหรัฐอเมริกา ซึ่งส่วนใหญ่จะมีขนาด 25 kVA ผลจากการอัดประจุไฟของยานยนต์ไฟฟ้าโดยที่ไม่มีการควบคุมแสดงให้เห็นว่า อายุของหม้อแปลงจะลดลงเหลือ 6.7 ปี เมื่อเทียบกับก่อนที่มียานยนต์ไฟฟ้ามาอัดประจุที่ 20.5 ปี แต่ผลกระทบนี้จะลดลงเมื่อใช้หม้อแปลงที่มีพิกัดสูงขึ้น ดังเช่นหม้อแปลงส่วนใหญ่ในทวีปยุโรปที่มีขนาดสูงถึง 1000 kVA ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าผลกระทบขึ้นกับอัตราส่วนของโหลดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับพิกัดของขนาดหม้อแปลง เพราะเมื่อโหลดเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิในขดลวดสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่ออายุการใช้งานของหม้อแปลง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นเพิ่มเติมอีกว่านอกจากจำนวนการอัดประจุยานยนต์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว อัตราการอัดประจุไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุก็มีผลกระทบเช่นเดียวกัน คือ เครื่องอัดประจุที่มีการอัดประจุด้วยพิกัดกำลังไฟฟ้าที่สูงจะส่งผลกระทบมากกว่าเครื่องอัดประจุที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า

3. ผลกระทบด้านแรงดัน

ความต้องการกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันในระบบจำหน่าย โดยเฉพาะด้านแรงต่ำของหม้อแปลง แรงดันจะตกลงในสายตามกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อระบบมีโหลดเพิ่มขึ้นมาก ทำให้กระแสไฟฟ้าต้องไหลปริมาณมากขึ้นจึงเกิดการสูญเสียในสายมากขึ้น โดยกำลังสูญเสียนี้จะไม่เป็นเชิงเส้นแต่จะแปรผันตามกำลังสองของค่ากระแสที่เพิ่มขึ้น แรงดันจึงตกในสายมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้ไฟได้รับผลกระทบเนื่องจากแรงดันตก นอกจากนี้ความยาวของสายไฟฟ้าก็มีผลทำให้แรงดันตกเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน หลาย ๆ การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าระบบจำหน่ายในเขตชนบทซึ่งบ้านแต่ละหลังจะอยู่ห่างกันทำให้สายไฟฟ้าในระบบแรงต่ำมีความยาวมากกว่าระบบจำหน่ายในเขตเมือง ถ้าหากมียานยนต์ไฟฟ้ามาอัดประจุไฟฟ้าที่ตำแหน่งของบ้านซึ่งอยู่ไกลจากหม้อแปลงมาก แรงดันตกที่เกิดขึ้นจะมากกว่า หรือกล่าวได้ว่าระบบจะรองรับการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าได้น้อยกว่าโดยที่ไม่ทำให้เกิดแรงดันตกเกินค่าพิกัดที่การไฟฟ้าได้กำหนดไว้

ทั้งนี้ กฟภ. ได้มีการทดลองตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้าขณะอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้า Nissan Leaf แบบธรรมดา ผ่านเต้ารับ 220 V โดยติดตั้ง PQ Meter จำนวน 2 จุด คือ ที่ตำแหน่งตู้ MDB ต้นทาง และที่เต้ารับปลายทางบริเวณจุดจอดยานยนต์ไฟฟ้า เบื้องต้นสามารถสรุปผลการตรวจวัดได้ดังนี้

1. การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบธรรมดา ผ่านเต้ารับ 220 V จะใช้กระแสคงที่ประมาณ 15 - 16 A และมีค่ากำลังไฟฟ้าประมาณ 3.4 – 3.5 kW ตลอดช่วงของการอัดประจุ
2. การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบธรรมดา ทำให้แรงดันที่เต้ารับปลายทางมีค่าลดลงประมาณ 5% เมื่อเทียบกับแรงดันที่ตู้ MDB ต้นทาง
3. การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบธรรมดา ยังไม่ส่งผลกระทบต่อแรงดันของระบบไฟฟ้าที่ต้นทาง

5.4.3 ผลกระทบด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้า

1. ผลกระทบด้านฮาร์มอนิก

ในการอัดประจุไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้า จากสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เป็นกระแสตรง เพื่อให้มีการอัดประจุไฟฟ้าที่รวดเร็วนั้น จะมีการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ด้วยระบบ AC-DC Converter ซึ่งจากการทำงานด้วยอุปกรณ์ดังกล่าว จะส่งผลให้เกิดผลกระทบด้านฮาร์มอนิก (Harmonics) ซึ่งจะทำให้กระแสและแรงดันผิดเพี้ยน ในบางกรณีที่อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน อาจจะส่งผลกระทบกับผู้ใช้ไฟฟ้าในบริเวณใกล้เคียง เช่น การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ควบคุมหรือป้องกันผิดพลาด ดังนั้น การเชื่อมต่อของสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะต้องมีขอบเขตผลกระทบอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การไฟฟ้าได้กำหนดระดับของแรงดันฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการควบคุมแรงดันฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าโดยรวมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเพื่อใช้เป็นกรอบในการวางแผนเพื่อกำหนดขีดจำกัดสำหรับกระแสฮาร์มอนิกที่สร้างจากผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละราย โดยมีการกำหนดค่าความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (THD) ต้องมีค่าน้อยกว่า 5% สำหรับระบบไฟฟ้า 230/400 V และ ต้องมีค่าน้อยกว่า 4% สำหรับระบบไฟฟ้า 12 kV, 22 kV, 24 kV และ 33 kV[5]

ตารางที่ 5-5 ระดับวางแผนของแรงดันฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้า 230/400 V

ฮาร์มอนิกอันดับคี่ ที่ไม่ใช่จำนวนเท่าของ 3		ฮาร์มอนิกอันดับคี่ ที่เป็นจำนวนเท่าของ 3		ฮาร์มอนิกอันดับคู่	
อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)	อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)	อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)
5	4.0	3	4.0	2	1.6
7	4.0	9	1.2	4	1.0
11	3.0	15	0.3	6	0.5
13	2.5	21	0.2	8	0.4
17	1.6	> 21	0.2	10	0.4
19	1.2			12	0.2
23	1.2			>12	0.2
25	0.7				
> 25	0.2 + 0.5 (25 / h)				
ความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (THD v) = 5%					

ที่มา: ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรมฉบับปี 2557, 3 การไฟฟ้า

ตารางที่ 5-6 ระดับวางแผนของแรงดันฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้า 12 kV, 22 kV, 24 kV และ 33 kV

ฮาร์มอนิกอันดับคี่ ที่ไม่ใช่จำนวนเท่าของ 3		ฮาร์มอนิกอันดับคี่ ที่เป็นจำนวนเท่าของ 3		ฮาร์มอนิกอันดับคู่	
อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)	อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)	อันดับ	แรงดันฮาร์มอนิก (%)
5	3.0	3	3.0	2	1.5
7	3.0	9	1.2	4	1.0
11	2.0	15	0.3	6	0.5
13	2.0	21	0.2	8	0.4
17	1.6	> 21	0.2	10	0.4
19	1.2			12	0.2
23	1.2			> 12	0.2
25	0.7				
> 25	0.2 + 0.5 (25 / h)				
ความเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (THD v) = 4%					

ที่มา: ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรมฉบับปี 2557, 3 การไฟฟ้า

2. ผลกระทบด้านแรงดัน

ในการอัดประจุไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้า จากสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่เป็นลักษณะของกระแส DC หรือการใช้การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาตามบ้านพัก หากมีปริมาณที่มากและมีการใช้งานพร้อมกันจะทำให้มีการดึงกำลังไฟฟ้าจากระบบเป็นปริมาณมาก จะส่งผลให้เกิดสภาวะแรงดันตกในระบบไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ในบางกรณีที่มีการเตรียมระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับการอัดประจุไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก หากมีการหยุดอัดประจุพร้อมกันอันเนื่องจากการชาร์จแบตเตอรี่เต็ม จะทำให้เกิดสภาวะแรงดันสูง โดยเฉพาะสายส่งปลายทางที่มีระยะทางทางไกลอีกด้วย ซึ่งการเบี่ยงเบนของแรงดันที่ออกจากข้อกำหนดของการไฟฟ้ามากกว่า 10% นั้น จะส่งผลเสียกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบ รวมถึงอาจจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

จากผลกระทบดังกล่าวทำให้ต้องมีการพิจารณาอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) หรืออุปกรณ์กำลังไฟฟ้ารีแอคทีพ (Reactive Compensator) ต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะในระบบจำหน่ายในกรณีที่มีการใช้งานจากยานยนต์ไฟฟ้าเป็นปริมาณมากในอนาคต

3. ผลกระทบด้านความไม่สมดุลของระบบ

โหลดประเภทบ้านอยู่อาศัยทั่วไปแบบ 1 เฟส ทางการไฟฟ้าจะต้องพยายามจัดเรียงโหลดในแต่ละเฟสให้มีความสมดุลมากที่สุด หากโหลดดังกล่าวไม่สมดุลหรือการที่มียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาอัดประจุในบางเฟสมากกว่าปกติจะทำให้กำลังไฟฟ้าในเฟสนั้นสูงกว่าอีกสองเฟสที่เหลือ พลังงานสูญเสียที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากกว่ากรณีที่โหลดสมดุลทั้งสามเฟส เนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นของกำลังสูญเสียซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับค่ากระแสยกกำลังสอง ถ้ากระแสไฟฟ้าในเฟสนั้นจะไหลมากกว่ากระแสในอีกสองเฟสที่เหลือ จึงทำให้เกิดกำลังไฟฟ้า

สูญเสียมากกว่า และการที่กระแสไหลไม่สมดุลทั้งสามเฟสจะทำให้ผลรวมของกระแสไม่เป็นศูนย์ จึงมีกระแสไหลในสายนิวทรอล เป็นผลให้เกิดกำลังสูญเสียในสายนิวทรอลเพิ่มขึ้นอีก นอกจากนี้ยังส่งผลต่อแรงดันที่ปลายสายของเฟสที่รับโหลดมากกว่าจะมีระดับแรงดันที่ต่ำกว่าหรือแรงดันตกมากกว่าอีกสองเฟสที่เหลือ

4. ผลกระทบด้านความสูญเสียในระบบไฟฟ้า

ผลกระทบของกำลังสูญเสียในระบบอาจจะเกิดขึ้นจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการที่มีโหลดเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้า โดยปกติกำลังสูญเสียจะไม่เป็นเชิงเส้น แต่จะแปรผันตามกำลังสองของค่ากระแสในขณะนั้น ดังนั้นในช่วงเวลาที่มีการใช้โหลดสูง ๆ หากมีการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีก ผลกระทบเนื่องจากกำลังสูญเสียจึงมีความสำคัญมากต่อการไฟฟ้า การศึกษาหนึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานสูญเสียเนื่องจากการเข้ามาอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากกว่าเดิมถึง 140 % เมื่อมียานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มเข้ามา 50 % และอีกการศึกษาแสดงเพิ่มเติมว่าอัตราการอัดประจุไฟของเครื่องอัดประจุก็มีผลต่อกำลังสูญเสีย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าผลกระทบด้านกำลังสูญเสียยังขึ้นกับความยาวของสาย และกำลังไฟฟ้าในแต่ละเฟสอีกด้วย

5.5 ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้า

การวางแผนระบบไฟฟ้าเป็นการพิจารณาหาแนวทางที่เหมาะสมในการลงทุนขยายระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคต กระบวนการวางแผนระบบไฟฟ้าเริ่มต้นจากการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าตลอดช่วงการวางแผน จากนั้นจึงทำการจำลองระบบไฟฟ้าในอนาคตโดยใช้ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าดังกล่าวเพื่อทำการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า โดยการประเมินระดับความเชื่อถือได้และคุณภาพไฟฟ้าหากไม่เป็นไปตามมาตรฐานการวางแผน (Planning Criteria) ผู้วางแผนจะต้องหาแนวทางการลงทุนขยายระบบไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแก้ปัญหานั้น การวางระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งตามโครงสร้างของระบบไฟฟ้าได้ 3 ประเภท คือ การวางแผนระบบผลิตไฟฟ้า การวางแผนระบบส่งไฟฟ้า และการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า

5.5.1 ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้าระบบผลิตและระบบส่ง

ยานยนต์ไฟฟ้าจัดเป็นโหลดทางไฟฟ้าประเภทหนึ่ง ซึ่งนับว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการวางแผนระบบไฟฟ้า การพิจารณาผลกระทบของโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าจึงต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าไปจนถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

1. การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นโหลดที่มีความไม่แน่นอน (Uncertainty) ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าขึ้นอยู่กับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้งานในอนาคตซึ่งมีปัจจัยของการเพิ่มขึ้นต่างไปจากการใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น นอกจากนี้ ปริมาณการใช้ไฟฟ้ายังขึ้นอยู่กับมาตรการที่ใช้ในการบริหารการอัดประจุไฟฟ้าอีกด้วย การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าจึงอาจจะต้องพิจารณาด้วยวิธีการพิเศษแยกออกจากโหลดประเภทอื่น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า

นอกจากนี้ ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้ารายสถานีไฟฟ้าแรงสูง ยังต้องอาศัยข้อมูลการกระจายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าระหว่างการใช้งานด้วย เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าเป็นโหลดที่เคลื่อนที่ได้ ดังนั้น เพื่อให้การพยากรณ์มีความแม่นยำ จึงควรนำพฤติกรรมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามาร่วมพิจารณาในกระบวนการจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าด้วย

2. แบบจำลองของโหลด

ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแบบพลวัต (Dynamic Analysis) แบบจำลองของโหลดนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากปริมาณกำลังไฟฟ้าของโหลดจะตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของระบบ ซึ่งการตอบสนองดังกล่าวนี้ มีลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภทของโหลด อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าปัจจุบัน ผู้วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าได้ทำการศึกษาและเข้าใจในคุณลักษณะของโหลดที่อยู่ในระบบไฟฟ้าปัจจุบันได้เป็นอย่างดีแล้ว โดยเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โหลดใหม่ที่เข้ามาก็มักจะคุณลักษณะทางพลวัตที่คล้ายกับโหลดปัจจุบันที่มีอยู่เดิม แบบจำลองของโหลดจึงไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าทำโดยผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics) ที่มีคุณสมบัติทางพลวัตต่างจากโหลดทั่วไปที่ใช้อยู่ในระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังนั้น หากไม่ได้ใช้แบบจำลองของโหลดที่เหมาะสม อาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าได้หากในอนาคตมียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งานในระบบจำนวนมาก

3. วิธีการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

เนื่องด้วยพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีลักษณะแตกต่างจากการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่น รวมทั้งเป็นที่คาดการณ์กันว่า การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอนาคต ดังนั้น สัดส่วนของโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าต่อโหลดประเภทอื่นจะเพิ่มสูงขึ้น ทำให้โครงสร้างของโหลดในระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม วิธีการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน ซึ่งมีประเด็นต่างๆ ที่ผู้วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมโหลดยานยนต์ไฟฟ้า เช่น

- <u>การเลือก Scenario ที่จะวิเคราะห์</u> เนื่องจากสภาวะของระบบไฟฟ้านั้นเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาตลอดช่วงเวลาการวางแผน การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่ทุกๆ สภาวะจึงไม่สามารถดำเนินการได้สำหรับงานวางแผนระบบไฟฟ้าระยะยาว ดังนั้น เพื่อให้ครอบคลุมเหตุการณ์ที่สำคัญที่มีผลต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจะเลือกเฉพาะ Scenario ที่สำคัญครอบคลุมทุกสภาวะในระบบไฟฟ้าและสอดคล้องความต้องการไฟฟ้าของระบบโดยรวม เช่น Peak Load, Day Load และ Light Load โดยแต่ละ Scenario จะแตกต่างกันที่ระดับความต้องการไฟฟ้า ซึ่งเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันทุกสถานีไฟฟ้าแรงสูง กล่าวคือ ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของ Peak Load มีค่ามากกว่าปริมาณความต้องการไฟฟ้าของ Day Load และ

ปริมาณความต้องการไฟฟ้าของ Day Load มีค่ามากกว่าปริมาณความต้องการไฟฟ้าของ Light Load เมื่อมีการนำยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งาน การอัดประจุไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้ในสถานที่ต่างๆ ตามที่ยานยนต์ไฟฟ้าจอดอยู่ซึ่งไม่แน่นอน เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้านั้นเป็นโหลดที่สามารถเคลื่อนที่ได้ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Profile ของโหลดรายสถานีไฟฟ้าแรงสูงในเชิงพื้นที่ (Geographical Demand Scenario) ดังนั้น การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าในอนาคตจึงอาจต้องมีการพิจารณา Scenario ที่มี Profile ของโหลดเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ด้วย

- การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงแรก อาจกระจุกตัวเฉพาะพื้นที่ที่มีศักยภาพ เช่น แหล่งท่องเที่ยว พื้นที่สำคัญในเขตเมือง ทำให้ปริมาณความต้องการไฟฟ้าในบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นของอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกัน ซึ่งส่งผลให้ระบบไฟฟ้าในบริเวณนั้นรับภาระสูงเกินกว่าความสามารถในการจ่ายไฟฟ้า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกและขยายผลไปสู่ปัญหาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Stability) ซึ่งโดยปกติมักจะไม่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าทั่วไปเนื่องจากระบบไฟฟ้าได้รับการขยายรองรับกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ค่อยๆเพิ่มขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจึงต้องพิจารณาปัญหาเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการอัดประจุไฟฟ้าเป็นกรณีพิเศษด้วย

5.5.2 ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้าจำหน่าย

เนื่องจากความต้องการใช้ไฟฟ้าของการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า จะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญกับสภาพความต้องการใช้ไฟฟ้าระบบจำหน่าย ซึ่งจะต้องมีการประมาณการของการกระจายตัวของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้สามารถวางแผนระบบไฟฟ้าจำหน่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ ในบางกรณีที่สถาพระบบจำหน่ายเดิมมีความต้องการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสูงอยู่แล้ว อาจจะต้องมีการวางแผนงานในการเพิ่มหม้อแปลงจำหน่าย สายส่ง เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของการใช้ไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการขอใช้ไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าหรือขอไฟเพิ่มตามที่อยู่อาศัย ต้องพิจารณาว่าพื้นที่นั้นๆมีระบบไฟฟ้าที่รองรับการจ่ายไฟหรือไม่อย่างไร หากว่าไม่เพียงพออาจต้องการก่อสร้างระบบไฟฟ้าเพิ่มเติม อาทิเช่น เสาและสายไฟฟ้า หม้อแปลงจำหน่าย ซึ่งทำให้ต้องมีการขอใช้ไฟฟ้าล่วงหน้าเพื่อรองรับการจ่ายไฟฟ้าอย่างมีความมั่นคง และมีประสิทธิภาพ

ในภาพรวมสำหรับพื้นที่ กฟน. ช่วงปี 2560-2564 นั้น กฟน. อยู่ระหว่างเสนอแผนปรับปรุงและขยายระบบจำหน่ายพลังไฟฟ้า ฉบับที่ 12 ปี 2560-2564 ต่อคณะรัฐมนนตรีเพื่อให้ความเห็นชอบ ซึ่งพิจารณาแล้วสามารถรองรับความต้องการไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นได้ ส่วนในอนาคตควรมีการบรรจุความต้องการไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นไว้ในค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า เพื่อใช้ในการวางแผนระบบไฟฟ้าให้รองรับต่อไป

สำหรับ กฟภ. มีหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวางแผนระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า และความสามารถของระบบในการรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากผู้ใช้ไฟฟ้า จากการวิเคราะห์พบว่าในกรณีที่มีปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นจากกรณีอัดประจุไฟตามบ้านอยู่อาศัย หรืออัดประจุไฟจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามห้างสรรพสินค้า หรือตามจุดต่างๆ ในเส้นทางการเดินทางตามถนนหลัก ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงเพื่อรับไฟจากระบบไฟฟ้าของ กฟภ. โดยจะมีผลกระทบโดยตรงต่อการวางแผนระบบไฟฟ้าในส่วนของระบบจำหน่ายแรงสูง 22, 33 เควี และระบบจำหน่ายแรงต่ำ 380, 220 โวลต์ ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ถึงปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว เพื่อวิเคราะห์ปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้สามารถรองรับต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นได้ ตามหลักเกณฑ์การวางแผนระบบไฟฟ้า ดังนี้

1. เกณฑ์ด้านแรงดัน

ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้า ด้านเกณฑ์แรงดัน จะต้องทำการวิเคราะห์และวางแผนระบบไฟฟ้า โดยควบคุมให้มีค่าแรงดันที่จุดเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้า และในระบบไฟฟ้าเป็นตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 5-7 มาตรฐานการควบคุมแรงดันของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า

หน่วย : โวลต์

แรงดันพิกัด	กรณีจ่ายไฟปกติ		กรณีจ่ายไฟฉุกเฉิน	
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
230,000	218,500	241,500	207,000	253,000
115,000	109,200	120,700	103,500	126,500
33,000	31,300	34,700	29,700	36,300
22,000	20,900	23,100	19,800	24,200
380	342	418	342	418
220	200	240	200	240

ทั้งนี้หากทำการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของปริมาณโหลดดังกล่าวแล้ว ระบบมีค่าแรงดันเกินค่ามาตรฐานดังกล่าว ให้พิจารณาวางแผนงานปรับปรุงสายจำหน่ายให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือติดตั้งอุปกรณ์ยกระดับแรงดันในฟีดเดอร์ดังกล่าว เพื่อช่วยแก้ไขปรับปรุงให้ค่าแรงดันอยู่ในเกณฑ์การวางแผนข้างต้น

2. เกณฑ์ด้านพิกัดการรับโหลด

ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้า ด้านเกณฑ์ด้านพิกัดการรับโหลด จะต้องทำการวิเคราะห์และวางแผนระบบไฟฟ้า โดยควบคุมให้มีค่าพิกัดการรับโหลดของฟีดเดอร์ที่จ่ายไฟให้กับสถานีอัดประจุไฟฟ้า และในระบบเป็นตามตารางที่ 5-8 ดังนี้

ตารางที่ 5-8 มาตรฐานการควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของพิกัดอุปกรณ์ของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า

อุปกรณ์	กรณีจ่ายไฟปกติ	กรณีจ่ายไฟฉุกเฉิน
สายส่ง		
- เรเดียล	80% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา
- วงรอบ	50% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา
สายจำหน่ายแรงสูง		
- เรเดียล	80% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา
- วงรอบ	50% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา
สายจำหน่ายแรงต่ำ	80% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา
หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง	75% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา 112% พิกัด ภายใน 4 ชม. (ตามมาตรฐาน IEC60076-2)
หม้อแปลงจำหน่าย	90% พิกัด	100% พิกัด ไม่จำกัดเวลา

ทั้งนี้หากทำการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของปริมาณโหลดดังกล่าวแล้ว ระบบมีค่าเกินเกณฑ์การรับโหลดดังกล่าว ให้พิจารณาวางแผนงานปรับปรุงสายจำหน่ายให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือติดตั้งหม้อแปลงจำหน่ายเพิ่มเติม เพื่อช่วยแก้ไขปรับปรุงให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์การวางแผนข้างต้น

3. เกณฑ์ด้านคุณภาพในการจ่ายไฟ

ผลกระทบต่อการวางแผนระบบไฟฟ้า ด้านเกณฑ์คุณภาพในการจ่ายไฟ จะต้องทำการวิเคราะห์และวางแผนระบบไฟฟ้า โดยควบคุมให้มีค่าคุณภาพการจ่ายไฟในฟีดเดอร์ที่จ่ายไฟให้กับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสอดคล้องกับ “ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า” หัวข้อ “การควบคุมคุณภาพไฟฟ้า”

5.6 ผลกระทบต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า

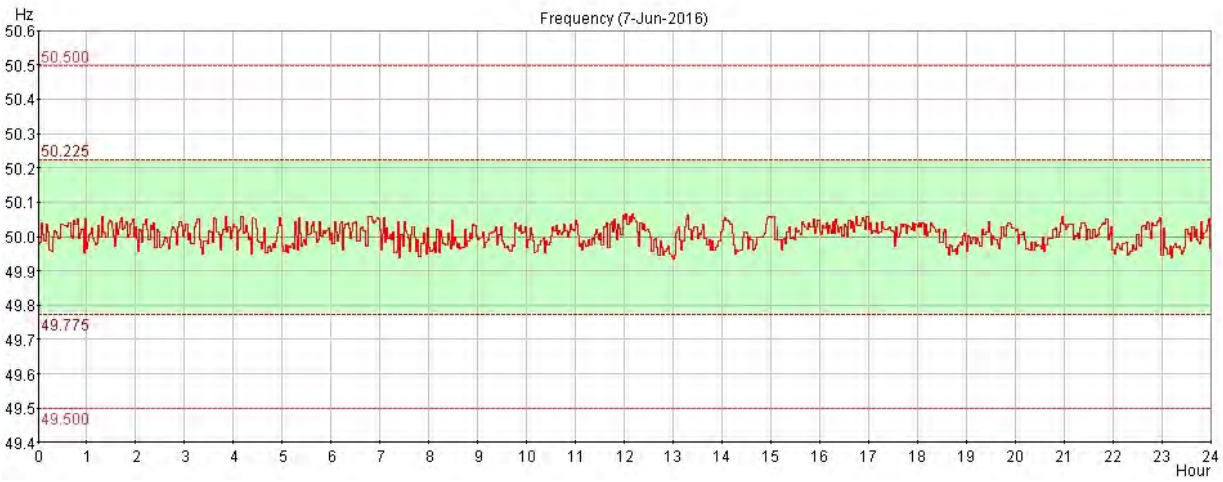
จากข้อมูลของโหลด (Load Profile) ของประเทศ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา โดยค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางวันระหว่าง 13.00-15.00 น. และค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืนระหว่าง 19.00-21.00 น. ทำให้ต้องมีการบริหารจัดการเพื่อให้สามารถจัดหาพลังงานได้อย่างเพียงพอ

การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้านั้น จากการพยากรณ์คาดว่าจะมีการเพิ่มขึ้นตรงกับช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืน (หากไม่มีการบริหารจัดการทางนโยบายและพิจารณาจากพฤติกรรมของการอัดประจุไฟฟ้าจากต่างประเทศ) ซึ่งจะส่งผลให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงกลางคืนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลกระทบต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าในภาพรวมของประเทศ

จากการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าเป็นปริมาณมากในช่วงเวลาสั้น ๆ จากยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะส่งผลกระทบกับด้านความถี่และแรงดันของระบบไฟฟ้าในภาพรวมของทั้งประเทศ ซึ่งอาจจะนำไปสู่ความมั่นคงของระบบไฟฟ้าที่ลดลง รวมถึงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายอาจจะไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

1. ผลกระทบด้านความถี่ไฟฟ้า

การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น อาจจะส่งผลกระทบให้ความถี่ในระบบไฟฟ้าต่ำลงจนอาจจะเบี่ยงเบนจากค่ามาตรฐาน ซึ่งปรกติแนวทางการบริหารจัดการการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบนั้น โดยปรกติจะใช้กำลังผลิตสำรอง (Spinning Reserve) เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง โดยกำลังผลิตสำรองโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 800-1,500 เมกะวัตต์ ซึ่งหากพิจารณาจากปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้จำเป็นต้องเพิ่มกำลังผลิตสำรองในระบบในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบกับค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการระบบ



รูปที่ 5-20 การควบคุมความถี่ของประเทศที่ต้องอยู่ในมาตรฐาน ± 5%

2. ผลกระทบด้านแรงดันไฟฟ้า

การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น อาจจะส่งผลทำให้เกิดสภาวะแรงดันต่ำในระบบไฟฟ้า จนถึงการพังทลายของแรงดัน (Voltage Collapse) ซึ่งอาจจะนำไปสู่ความเสียหายของอุปกรณ์ผู้ใช้ไฟฟ้า หรือการปลดโหลดผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนเพื่อรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าได้ โดยการรักษาระดับแรงดันจะสัมพันธ์กับการรักษากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ โดยปรกติจะมีการบริหารจัดการโดยที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบเช่น คาปาซิเตอร์ หรือ SVC (Static Vars Compensator) รวมทั้งการควบคุมการรักษาระบบกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟจากโรงไฟฟ้า ซึ่งหากต้องการรักษาระดับแรงดันที่มีการเปลี่ยนแปลงสูงอาจจะต้องมีการลงทุนในด้านอุปกรณ์ชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบ เพื่อรักษาระดับแรงดันให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

3. ผลกระทบด้านการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า

การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นจากยานยนต์ไฟฟ้านั้น อาจจะส่งผลกระทบในการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า โดยทั่วไปการบริหารจัดการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ต้องการให้โรงไฟฟ้าเดินให้อยู่ในค่าที่กำหนด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ในกรณีที่ความต้องการใช้ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่นความต้องการไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้า จะส่งผลกระทบทำให้ต้องมีการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมหรือลดการเดินเครื่องอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะของเครื่องที่สามารถเพิ่มหรือลดความสามารถการจ่ายไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วเช่นโรงไฟฟ้าพลังน้ำเป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการประกอบการเดินเครื่อง เช่นการพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า การบริหารด้วยอัตราค่าไฟฟ้า รวมถึงการจัดแผนการเดินเครื่องโดยมีเครื่องที่สามารถปรับเพิ่มลดความต้องการได้อย่างรวดเร็วให้สำรองอยู่ในระบบอย่างเพียงพอ

รายการอ้างอิง

[1] Idaho National Laboratory. “Plugged In: How Americans Charge Their Electric Vehicles”. 2013

[2] U.S.Department of Energy. “Evaluating Electric Vehicle Charging Impact and Customer Charging Behaviors –Experience from Six Smart Grid Investment Grant Projects”. Smart Grid Investment Grant Program.December 2014

[3] SAE International. “Battery Electric Vehicle Driving and Charging Behavior Observed Early in the EV Project”. 2012

[4] Idaho National Laboratory. “EV Project Electric Vehicle Charging Infrastructure Summary Report”. 2013

[5] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรมฉบับปี 2557”. 2557

บทที่ 6

มาตรการลดผลกระทบจากการการอัดประจุไฟฟ้า

จากผลการศึกษาในบทที่ 5 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าโดยรวมของประเทศจะเพิ่มสูงขึ้น และด้วยพฤติกรรมการใช้รถของคนโดยส่วนใหญ่ การอัดประจุไฟฟ้าจะเกิดขึ้นที่บ้านพักอาศัยในช่วงเวลาค่ำ ส่งผลให้ความต้องการไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติ แม้ว่าเป็นปริมาณที่ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการไฟฟ้ารวมของประเทศ แต่ก็ทำให้กำลังผลิตไฟฟ้าสำรองและพิกัดของระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าส่วนที่สำรองไว้สำหรับกรณีฉุกเฉินถูกใช้ไป ทำให้ระบบไฟฟ้าอาจมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นรวมทั้งมีระดับความเชื่อถือได้ต่ำลงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ จากการศึกษาผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าของงานวิจัยในต่างประเทศ ยังพบว่า ระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบจากกการอัดประจุไฟฟ้าเป็นอันดับแรก เนื่องจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรกอาจจะกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพเฉพาะในบางพื้นที่ ดังนั้น เพื่อรักษาระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานของการวางแผนและปฏิบัติการ การไฟฟ้าจะต้องลงทุนก่อสร้างขยายระบบไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและพิกัดของการส่งจ่ายไฟฟ้าให้สูงขึ้น ซึ่งการลงทุนดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อค่าไฟฟ้าและเป็นภาระของประชาชนในที่สุด

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า จึงเป็นแนวทางที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งหากพิจารณาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าโดยทั่วไปแล้วจะพบว่า การจอดรถเพื่ออัดประจุไฟฟ้าก่อนนำไปใช้งานในครั้งถัดไปนั้นมีระยะเวลาค่อนข้างมาก เช่น การอัดประจุภายหลังจากการเดินทางกลับมาถึงบ้าน การอัดประจุระหว่างจอดรถในอาคารสำนักงาน หรือระหว่างไปทำภารกิจอื่นๆ ในสถานที่สาธารณะ เป็นต้น เนื่องจากเป็นการอัดประจุไฟฟ้าเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ จึงสามารถดำเนินการในช่วงเวลาใดก็ได้ในขณะที่จอดอยู่ ด้วยเหตุนี้ รูปแบบการใช้ไฟฟ้าจึงมีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่น โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้ความความต้องการ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาวะของระบบไฟฟ้าและรองรับความต้องการของผู้ควบคุมระบบเพื่อลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าที่เกิดขึ้น กล่าวคือ เมื่อการไฟฟ้าต้องการให้ผู้ใช้ยานยนต์ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า ผู้ควบคุมระบบจะต้องส่งสัญญาณบางอย่างเพื่อให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ารับรู้และสมัครใจที่จะปรับเปลี่ยนเวลาการอัดประจุไฟฟ้าตามความต้องการของระบบ ซึ่งแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมดังกล่าวนี้สามารถทำได้ 2 แนวทาง โดยแนวทางแรกเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้กลไกราคา ส่วนแนวทางที่สองเป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

เนื้อหาในบทนี้ จะนำเสนอมาตรการลดผลกระทบจากการการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา และมาตรการลดผลกระทบโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า โดยหลักการที่นำเสนอโดยส่วนใหญ่ประยุกต์มาจากประสบการณ์ในการลดผลกระทบจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของต่างประเทศที่ได้เริ่มมีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายแล้ว

6.1 มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา

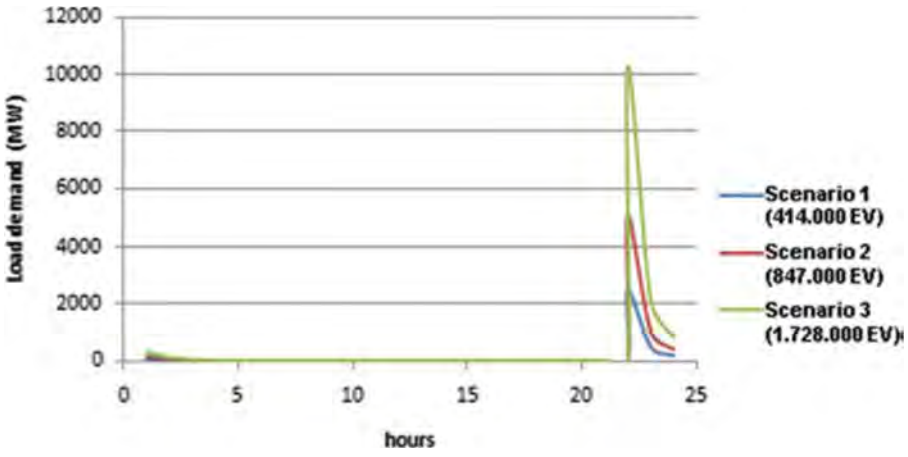
ราคาของสินค้าและบริการนับว่ามีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่ตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าและบริการในช่วงที่มีราคาต่ำ ดังนั้นการกำหนดราคาของสินค้าและบริการที่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิตที่แท้จริงตามช่วงเวลาจึงเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพในการทำให้ผู้บริโภคปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้สอยให้สอดคล้องกับสภาวะของต้นทุนการผลิตของสินค้าและบริการประเภทนั้น

การใช้โครงสร้างราคาที่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิต ได้ถูกนำมาใช้ในการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้ามาระยะหนึ่งแล้ว เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับต้นทุนการผลิตในรอบวันซึ่งมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา สำหรับประเทศไทยได้มีการใช้โครงสร้างค่าไฟฟ้าแบบ Time of Use (TOU) เป็นอัตราทางเลือกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 (บ้านอยู่อาศัย) ประเภทที่ 2 (กิจการขนาดเล็ก) ประเภทที่ 6 (ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร) และประเภทที่ 7 (สูบน้ำเพื่อการเกษตร) ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ประเภทที่ 3 (กิจการขนาดกลาง) ประเภทที่ 4 (กิจการขนาดใหญ่) และประเภทที่ 5 (กิจการเฉพาะอย่าง) จะถูกกำหนดให้ใช้อัตรา TOU เท่านั้น ตารางที่ 6-1 แสดงตัวอย่างของอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 (กิจการขนาดกลาง) [1]

ตารางที่ 6-1 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 (กิจการขนาดกลาง)

แรงดัน	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	4.1283	2.6107	312.24
แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	132.93	0	4.2097	2.6295	312.24
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	4.3555	2.6627	312.24
On Peak: เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ Off Peak: เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์ : เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)					

ในประเทศที่เริ่มใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลายแล้ว เช่น ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ได้มีมาตรการส่งเสริมให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าด้วยค่าไฟฟ้าในอัตรา TOU นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าที่เป็นผลมาจากการใช้อัตรา TOU เช่น ในการศึกษาของงานวิจัยฉบับหนึ่ง [2] ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งหมด 3 รูปแบบ ตามสมมติฐานของปริมาณจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตของประเทศเยอรมนี โดยมีอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้อัดประจุเป็นแบบ TOU มีช่วง Off Peak อยู่ในช่วงเวลา 22.00 – 6.00 น. ดังรูปที่ 6-1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มอัดประจุไฟฟ้าทันทีเมื่อเข้าสู่ช่วง Off Peak ซึ่งรูปแบบของการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ อาจส่งผลต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าได้ เนื่องจากโรงไฟฟ้าจะต้องเพิ่มกำลังการผลิตอย่างรวดเร็ว ซึ่งสำหรับระบบไฟฟ้าในปัจจุบันอาจมีข้อจำกัดดังกล่าว



รูปที่ 6-1 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off Peak

ที่มา : Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks. New York. Springer, 2013.

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการนำอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU มาใช้สำหรับการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในหลายรัฐ ซึ่งในบางรัฐก็เป็นการใช้อัตราค่าไฟฟ้าเดียวกับการใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น ในขณะที่บางรัฐก็มีการกำหนดค่าไฟฟ้าในอัตราพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งในกรณีจะต้องมีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแยกออกจากมาตรวัดสำหรับการใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ด้วย ในบางรัฐยังมีการส่งเสริมโดยการติดตั้งมาตรวัดอัจฉริยะ (Smart Meter) ให้กับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย ตาราง 6-2 แสดงตัวอย่างของการใช้อัตรค่าไฟฟ้า TOU กับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกา [3] ตาราง 6.3 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของอัตราค่าไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา [4]

ตารางที่ 6-2 การใช้อัตราค่าไฟฟ้า TOU กับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศสหรัฐอเมริกา

การไฟฟ้า	รัฐ	มีการใช้อัตรา TOU	มีอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับ EV	แยกมิเตอร์วัดไฟฟ้าสำหรับ EV	จ่ายค่า Smart Meter ให้ผู้ใช้ EV	ชั่วโมง Off Peak สำหรับฤดูหนาว	ชั่วโมง Off Peak สำหรับฤดูร้อน
ComEd	อิลลินอยส์	✓				Hourly Pricing	Hourly Pricing
ConEd	นิวยอร์ก	✓	✓	✓		12 am – 8 am	12 am – 8 am
Dominion	เวอร์จิเนีย	✓	✓	✓		11 pm –5 am และ 11 am - 5 pm	10 pm - 10 am
DTE	มิชิแกน	✓	✓	✓		7 pm - 11 am	7 pm - 11 am
Duke	นอร์ท แคโรไลนา	✓				12 pm - 7 am	7 pm - 1 pm
FP&L	ฟลอริดา	✓				10 pm - 6 am และ 10 am - 6 pm	9 pm - 12 pm
GA Power	จอร์เจีย	✓	✓			11 pm - 7 am	11 pm - 7 am
PG&E	แคลิฟอร์เนีย	✓	✓	✓	✓	8 pm - 5 pm	9 pm - 10 am
Portland GE	ออริกอน	✓				10 pm - 6 pm	10 pm – 6 am
PSE&G	นิวเจอร์ซีย์	✓				9 pm - 7 am	9 pm - 7 am
SCE	แคลิฟอร์เนีย	✓	✓	✓	✓	6 pm - 12 pm	6 pm - 12 pm
TXU	เทกซัส	✓				10 pm - 6 am	10 pm - 6 am

ตารางที่ 6-3 ตัวอย่างอัตราค่าไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา

การไฟฟ้า	ช่วงเวลา	ราคา (cents/kWh)
Consumers Energy	Peak: 2 pm – 6 pm	19
	Mid Peak: 7 am – 2 pm, 6 pm -11 pm	12
	Off Peak: 11 pm - 7 am	6
Detroit Edison	Peak: 9 am - 11 pm (Mon-Fri)	18
	Off Peak: 11 pm - 9 am (Mon-Fri),	8
	All Day (Sat, Sun)	
Hawaiian Electric	Peak: 7 am - 9 pm (Mon-Fri)	18
	Off Peak: 9 pm - 7 am (Mon-Fri),	11
	All Day (Sat, Sun)	
Pacific Gas & Electric	Peak: 2 pm - 9 pm (Mon-Fri)	28
	Mid Peak: 7 am - 2 pm, 9 pm - 12 am (Mon-Fri),	10
	5 pm - 9 pm (Sat, Sun)	6
	Off Peak: 12 am - 7 am (Mon-Fri),	
	9 pm - 5 pm (Sat, Sun)	
San Diego Gas & Electric	Peak: 12 pm - 6 pm	26
	Mid Peak: 5 am - 12 pm, 6 pm - 12 am	17
	Off Peak: 12 am - 5 am	15
Southern California Edison	Peak: 12 pm - 9 pm	33
	Off Peak: 9 pm - 12 pm	16

มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาด้วยอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU นั้น เป็นมาตรการที่สามารถนำมาใช้ได้โดยง่าย จึงเหมาะสำหรับการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงแรก อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตบางประการสำหรับมาตรการดังกล่าว ดังนี้

1. พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้ายังไม่กระจายตัวไปทั่วตลอดช่วงเวลา Off Peak เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้ามักจะตั้งเวลาการอัดประจุให้เริ่มอัดประจุที่จุดเริ่มต้นของ Off Peak ดังแสดงในรูปที่ 6-1 ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะทำให้ส่งผลกระทบต่ออัตราการเพิ่มกำลังผลิตของโรงไฟฟ้า (Ramp Rate) ซึ่งโรงไฟฟ้าอาจไม่มีสมรรถนะเพียงพอ นอกจากนี้ ในพื้นที่ที่มีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากระจุกตัวอยู่เป็นจำนวนมาก มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาอาจลดช่วยผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบจำหน่ายได้ไม่มากนัก
2. โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU ส่วนใหญ่นั้น มีพื้นฐานการคำนวณมาจากต้นทุนหน่วยสุดท้ายของภาคการผลิต ซึ่งอาจไม่สัมพันธ์กับการสภาวะการจ่ายไฟฟ้าของระบบส่งและระบบจำหน่าย

ในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุจึงมีแนวโน้มลดผลกระทบในระบบผลิตเป็นหลัก โดยอาจช่วยลดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายได้ค่อนข้างน้อย

3. การใช้กลไกราคาอาจดูเหมือนเป็นแนวทางที่ง่าย แต่การนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิผลอย่างแท้จริงได้นั้น จะต้องมีการศึกษาถึงพฤติกรรมผู้บริโภค เพื่อดูการตอบสนองของการอัดประจุไฟฟ้าที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงราคา ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อน การกำหนดอัตราค่าไฟฟ้า TOU และช่วงเวลา On Peak / Off Peak ที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงน้อยจนไม่มีนัยสำคัญต่อการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

กล่าวโดยสรุป มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาเป็นมาตรการที่ควบคุมพฤติกรรมการอัดประจุของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทางอ้อมผ่านอัตราค่าไฟฟ้า ผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นผู้ตัดสินใจปรับเปลี่ยนเวลาการอัดประจุไฟฟ้าเองภายหลังจากที่ได้รับรู้ว่าค่าไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในช่วงแรกของการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากสามารถนำมาใช้ได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม ในอนาคตหากมีการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น มาตรการนี้อาจไม่ใช่มาตรการที่สามารถลดผลกระทบได้ในระยะยาว จึงควรนำมาใช้ร่วมกับมาตรการลดผลกระทบอื่นๆ ได้ เช่น มาตรการลดผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด ซึ่งเป็นมาตรการลดผลกระทบที่ยืดหยุ่นและเหมาะสมกว่าสำหรับการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาว ซึ่งรายละเอียดของมาตรการลดผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดนั้นจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

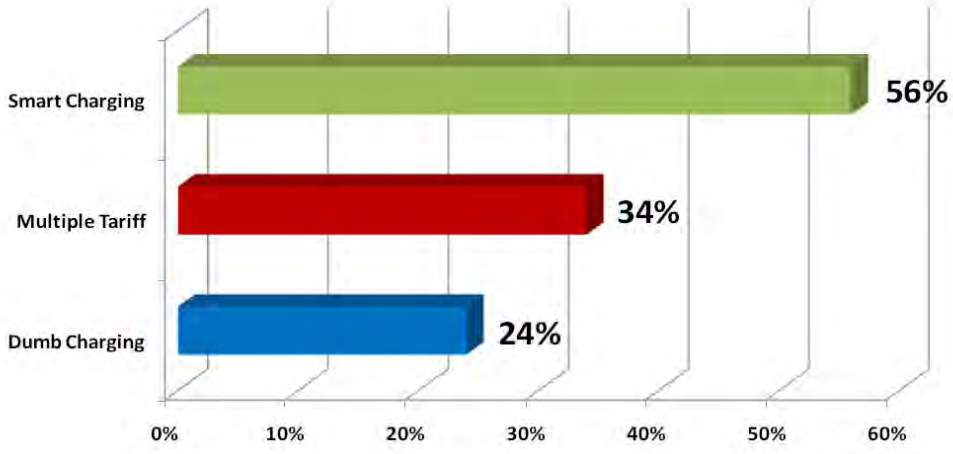
6.2 มาตรการลดผลกระทบโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด

แนวทางการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาที่ได้นำเสนอไปในหัวข้อที่แล้วเป็นควบคุมพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าโดยทางอ้อม จึงสามารถลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าได้ในเชิงภาพรวมเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดผลกระทบในระบบไฟฟ้าเฉพาะบางพื้นที่ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในพื้นที่ที่มีผู้อยู่อาศัยหนาแน่นหรือเกิดเหตุขัดข้องขึ้นในระบบไฟฟ้าจนทำให้ระบบไฟฟ้าเข้าสู่สภาวะวิกฤติและผู้ควบคุมระบบไฟฟ้าต้องการลดการใช้ไฟฟ้าอย่างทันที มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาจะไม่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ มาตรการลดผลกระทบที่เหมาะสมในกรณีนี้ ควรเป็นการควบคุมพฤติกรรมการชาร์จโดยทางตรงผ่านช่องทางการสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) ที่มีพื้นฐานการทำงานโดยอาศัยเทคโนโลยีสมาร์ทกริด หรือที่เรียกว่าระบบอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Charge)

การใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริดเพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบสมาร์ทกริดของประเทศไทยและในหลายประเทศ ระบบสมาร์ทกริดเพิ่มความสามารถของระบบไฟฟ้าในอดีตให้สามารถบริหารจัดการกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่กำลังเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินงานของอุตสาหกรรมไฟฟ้า นับตั้งแต่ภาคการผลิต ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ระบบกักเก็บพลังงาน ไปจนถึงภาคการใช้

ไฟฟ้า ได้แก่ การส่งเสริมให้ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วมในการบริหารการใช้ไฟฟ้าผ่านทางมาตรการ Demand Response รวมทั้งการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าให้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย และยังสามารถนำแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เป็นอุปกรณ์กักเก็บพลังงานสำรองที่จะถูกนำมาจ่ายไฟฟ้ากลับคืนเข้าสู่ระบบ (Vehicle to Grid: V2G) ในยามที่เกิดเหตุฉุกเฉินและขาดแคลนกำลังผลิตไฟฟ้า

มาตรการลดผลกระทบโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด สามารถตอบสนองนโยบายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้ในระยะยาว เนื่องจากเป็นวิธีการควบคุมการอัดประจุโดยทางตรง ซึ่งแตกต่างจากการใช้มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา ซึ่งเป็นควบคุมผ่านความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าไฟฟ้ากับพฤติกรรมผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า จากการศึกษาของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรปพบว่า การใช้มาตรการส่งเสริมผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าเพื่อลดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า มีผลทำให้ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับยานยนต์ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และหากใช้มาตรการลดผลกระทบโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด ระบบไฟฟ้าก็จะสามารถรองรับยานยนต์ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้มาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา [5] ดังรูปที่ 6-2 ค่าร้อยละที่แสดงในกราฟคือ ร้อยละของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับได้เทียบกับยานยนต์ทั้งหมด



รูปที่ 6-2 ค่าร้อยละของยานยนต์ไฟฟ้าที่ระบบสามารถรองรับได้

การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจัดเป็นการใช้ไฟฟ้าประเภทหนึ่ง ดังนั้น แนวคิดการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าจึงสามารถใช้หลักการเดียวกันกับแนวคิดการบริหารการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการใช้รถของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้านั้นอาจจะมีรายละเอียดที่แตกต่างออกไป ดังนั้น การควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงควรมีระบบที่ออกแบบขึ้นมาเฉพาะ ซึ่งการออกแบบระบบดังกล่าวนั้นจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงรูปแบบธุรกิจของการอัดประจุไฟฟ้าและพฤติกรรมการใช้รถของของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าอาจแบ่งออกตามรูปแบบของการให้บริการได้ 3 ประเภท คือ

1. การอัดประจุในบริเวณที่พักอาศัย

จากการศึกษาข้อมูลสถิติของการอัดประจุไฟฟ้าในต่างประเทศพบว่า การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้นที่บ้านพักอาศัยมากที่สุด โดยคิดเป็นกว่าร้อยละ 80 ของการอัดประจุไฟฟ้าทั้งหมด การอัดประจุในบริเวณที่พักอาศัยจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาหัวค่ำของแต่ละวัน หลังจากผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้เดินทางกลับถึงบ้านแล้ว โดยจะเป็นการอัดประจุแบบช้า (Slow Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ โดยมีระยะเวลาการอัดประจุค่อนข้างยืดหยุ่น เนื่องจากการใช้งานของยานยนต์ไฟฟ้าครั้งถัดไปมักจะเกิดขึ้นในเวลาเช้าของวันถัดไป นอกจากนี้ จากผลการศึกษาในบทที่ 5 ยังพบว่า การอัดประจุในช่วงค่ำในบริเวณที่พักอาศัยนั้น เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในช่วงค่ำ ดังนั้น หากสามารถควบคุมการอัดประจุในกรณีนี้ได้ จะทำให้สามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การอัดประจุในบริเวณที่จอดรถ

การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทนี้ อาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ กรณีแรกเป็นการอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนบุคคล เช่น อาคารจอดรถของสำนักงาน และกรณีที่สองเป็นการอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่สาธารณะ เช่น ลานจอดรถของศูนย์การค้า แม้ว่ารูปแบบทางธุรกิจการอัดประจุไฟฟ้าทั้งสองกรณีดังกล่าวอาจจะแตกต่างกัน แต่พฤติกรรมของการอัดประจุไฟฟ้าและช่วงเวลาที่ใช้ในการอัดประจุนั้นมีลักษณะคล้ายกัน กล่าวคือ ผู้ใช้บริการนำรถมาจอดไว้แล้วไปทำภารกิจอื่น โดยที่ไม่ได้รออยู่บริเวณที่จอดรถตลอดช่วงเวลาการอัดประจุไฟฟ้า และเมื่อทำภารกิจเสร็จแล้วจึงกลับมาที่รถเพื่อเดินทางออกไป การอัดประจุไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่จะเป็นการอัดประจุแบบช้า (Slow Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ แม้ว่าอาจจะมีการอัดประจุแบบเร็ว (Quick Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสตรงอยู่บ้างแต่ก็เป็นส่วนน้อย

3. การอัดประจุที่สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้า

รูปแบบการให้บริการของการอัดประจุไฟฟ้าประเภทนี้มีลักษณะคล้ายกับสถานีบริการน้ำมันของยานยนต์ประเภทสันดาปภายใน ซึ่งผู้ใช้บริการต้องการอัดประจุไฟฟ้าให้แล้วเสร็จอย่างรวดเร็วเพื่อเดินทางต่อ การอัดประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นการอัดประจุแบบเร็ว (Quick Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

ในสภาวะปกติ การควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าควรใช้แนวทางที่คำนึงถึงความสมัครใจของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหลัก โดยพยายามหลีกเลี่ยงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับการให้บริการ ดังนั้น การพิจารณาระยะเวลาของการเข้ามาใช้บริการของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจนำระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้ ซึ่งหากพิจารณาระยะเวลาของการนำรถเข้ามาจอดเพื่อใช้บริการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

1. ระยะเวลาจอดน้อยกว่า 30 นาที

การใช้บริการในกรณีนี้เกิดขึ้นที่สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้านำรถเข้ามาเพื่ออัดประจุประจุเพื่อจะเดินทางต่อไป การอัดประจุไฟฟ้าแบบนี้

มีความจำเป็นในกรณีของการเดินทางไกล ดังนั้น สถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าส่วนใหญ่จะตั้งอยู่บนเส้นทางหลักที่ใช้สัญจรระหว่างจังหวัด ความคาดหวังของผู้ใช้บริการในกรณีนี้คือ อัดประจุไฟฟ้าให้แล้วเสร็จโดยเร็ว พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าในรอบวันค่อนข้างกระจายตัวสอดคล้องกับช่วงเวลาการเข้ามาใช้บริการ การนำระบบบริหารการใช้ไฟฟ้ามาใช้ในกรณีนี้ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อการให้บริการและความสมัครใจของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า โดยอาจเสนอเป็นทางเลือกของการอัดประจุไฟฟ้าหรือนำมาใช้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้นในระบบไฟฟ้าเท่านั้น

2. ระยะเวลาจอดระหว่าง 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง

การใช้บริการในกรณีนี้มักจะเกิดขึ้นที่ลานจอดรถของศูนย์การค้าหรืออาคารสำนักงานที่มีผู้เข้ามาติดต่องาน ผู้ใช้บริการโดยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อไปทำภารกิจอื่น นอกเหนือจากการนำรถเข้ามาอัดประจุไฟฟ้า พฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าในรอบวันสอดคล้องกับเวลาการเดินทางเข้ามาทำภารกิจ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเวลาเช้าถึงเย็น การอัดประจุไฟฟ้าในลักษณะนี้ค่อนข้างยืดหยุ่นพอสมควร การนำระบบบริหารการใช้ไฟฟ้ามาใช้ในกรณีนี้สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้การควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าร่วมกับมาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคา

3. ระยะเวลาจอดมากกว่า 4 ชั่วโมง

การอัดประจุไฟฟ้าในกรณีนี้เกิดขึ้นบริเวณที่พักอาศัยหรืออาคารสำนักงาน การอัดประจุไฟฟ้าในลักษณะนี้ค่อนข้างยืดหยุ่นมาก การนำระบบบริหารการใช้ไฟฟ้ามาใช้ในกรณีนี้สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลดีต่อการควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า เนื่องจากสามารถช่วยลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดโดยการจัดสรรเวลาการอัดประจุไฟฟ้าให้เหมาะสม นอกจากนี้ การควบคุมการอัดประจุไฟฟ้ายังสามารถนำมาใช้งานร่วมกับมาตรการลดผลกระทบโดยใช้กลไกราคาด้วย

6.2.1 แนวคิดของการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

การศึกษาในเรื่องการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ได้ถูกนำเสนอในงานวิจัยหลายฉบับ ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คล้ายกันคือ พยายามลดกระทบต่อระบบไฟฟ้าโดยการจัดลำดับการอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อปรับเปลี่ยน Load Profile ให้สอดคล้องกับความสามารถของระบบผลิต ระบบส่งและระบบจำหน่าย ซึ่งจะทำให้การควบคุมระบบไฟฟ้ามีความมั่นคงและมีต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด การบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงในรายงานนี้ มีสมมติฐานว่าการอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละรายนั้น มีความจำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นจึงไม่ใช่เป็นประเด็นที่ให้ความสนใจในเรื่องของการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า หากแต่เป็นเรื่องของการลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดและการปรับเปลี่ยน Load Profile ให้สอดคล้องกับสมรรถนะของระบบไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ เท่านั้น

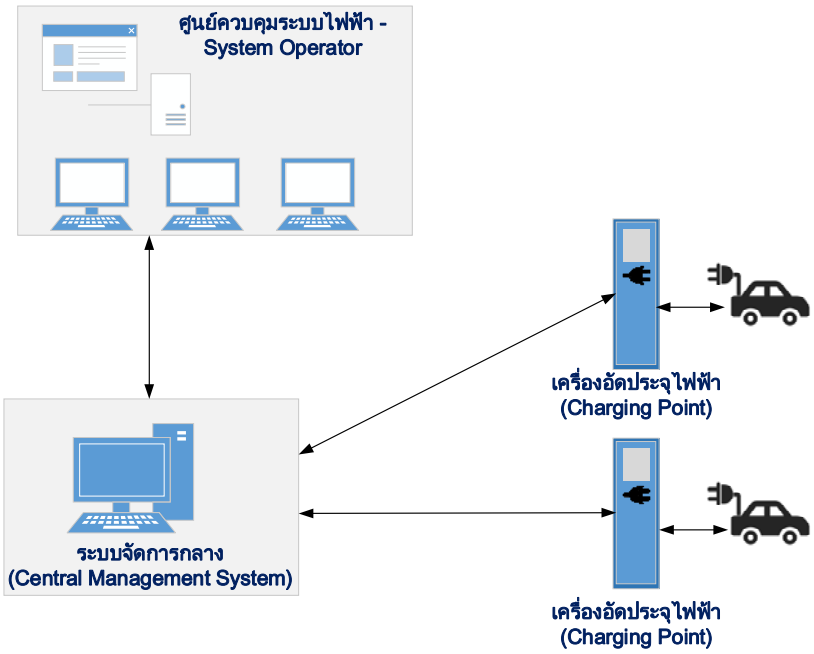
นอกจากนี้ องค์ประกอบต่างของระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ ก็เป็นเพียงการนำเสนอให้เห็นถึงฟังก์ชันการทำงานในทางเทคนิคเท่านั้น การพัฒนาระบบดังกล่าวให้

เกิดขึ้นจริงในอนาคตจำเป็นต้องมีการมอบหมายให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรับไปดำเนินการ โดยจะต้องพิจารณาว่า องค์ประกอบต่างๆ นั้นเป็นหน้าที่ของหน่วยงานใด หรืออาจมีการกำหนดหน่วยงานใหม่ขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ตามฟังก์ชันขององค์ประกอบนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบทางธุรกิจที่จะต้องศึกษากันต่อไป

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีดังนี้

1. <u>ยานยนต์ไฟฟ้า</u> ฟังก์ชันหลักของยานยนต์ไฟฟ้าในระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าคือ การรับไฟฟ้าจากเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุมภายในเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ภายในยานยนต์ไฟฟ้าจะติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุมซึ่งสื่อสารกับภายนอกได้ เช่น ตัวควบคุมการอัดประจุไฟฟ้า (EV Charge Controller) ตัววัดระดับของประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่ (EV State of Charge Indicator) มาตรวัด (EV Meter) ที่ทำหน้าที่วัดปริมาณต่างๆ ในยานยนต์ไฟฟ้า
2. <u>เครื่องอัดประจุไฟฟ้า</u> ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้าด้วยกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม เครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องสื่อสารกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าตามมาตรฐานที่มีการยอมรับ นอกจากนี้ ยังต้องรองรับระบบติดต่อกับผู้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกผู้ใช้เวลาเข้ามาใช้บริการ เครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะถูกควบคุมโดยระบบการจัดการกลางของสถานีอัดประจุไฟฟ้า c และมีการสื่อสารเพื่อจัดส่งข้อมูลการขอใช้บริการให้ระบบจัดการกลาง เช่น รหัสประจำตัวของแท่นอัดประจุ โหมดการอัดประจุ สถานะปัจจุบันของพลังงานใน ระยะเวลาที่ต้องการจอดรถเพื่ออัดประจุไฟฟ้า สถานะของพลังงานในแบตเตอรี่ภายหลังอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น
3. <u>ระบบจัดการกลางของสถานีอัดประจุไฟฟ้า</u> ทำหน้าที่บริหารการอัดประจุไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าทุกเครื่องที่รับผิดชอบอยู่ ระบบจัดการกลางอาจติดตั้งห่างออกไปจากเครื่องอัดประจุไฟฟ้าก็ได้ แต่ต้องสามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกัน การควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าจะเกิดขึ้นโดยการรับสัญญาณจากศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า จากนั้นระบบจัดการกลางจะต้องนำข้อจำกัดของระบบไฟฟ้ามาประมวลผลแล้วคำนวณตารางการอัดประจุไฟฟ้าให้เหมาะสมต่อไป
4. <u>ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า</u> ในระบบบริหารการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณทางไฟฟ้าในระบบแบบ Real-time เพื่อนำมาประเมินสมรรถนะของระบบไฟฟ้า รวมทั้งพยากรณ์สภาพระบบไฟฟ้าล่วงหน้าออกไปในอนาคตตามระยะเวลาที่กำหนด เช่น 1 วันล่วงหน้า (Day-ahead Forecast) ในการควบคุมระบบไฟฟ้าหากผู้ควบคุมระบบพิจารณาแล้วเห็นว่า การอัดประจุไฟฟ้าทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า ผู้ควบคุมระบบอาจส่งสัญญาณออกไปยังระบบจัดการกลางของสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อปรับเปลี่ยนตารางเวลาการอัดประจุไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

การเชื่อมโยงขององค์ประกอบพื้นฐานในระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า แสดงได้ดังรูปที่ 6-3



รูปที่ 6-3 การเชื่อมโยงขององค์ประกอบพื้นฐานในระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

การทำงานของระบบในรูปที่ 6-3 เริ่มต้นจากศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งเหตุการณ์ที่เป็นตัวกำหนดให้ผู้ควบคุมระบบสั่งการให้ระบบอัดประจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตารางเวลาการอัดประจุ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

1. การประเมินสภาพระบบไฟฟ้าล่วงหน้าแล้วพบว่า การอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลาที่พิจารณา (เช่น 1 วันล่วงหน้า) อาจมีโอกาสทำให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้า ในกรณีนี้ ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจะต้องมีค่าพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งอาจได้รับจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าหรือพยากรณ์ขึ้นเองจากข้อมูลทางสถิติ

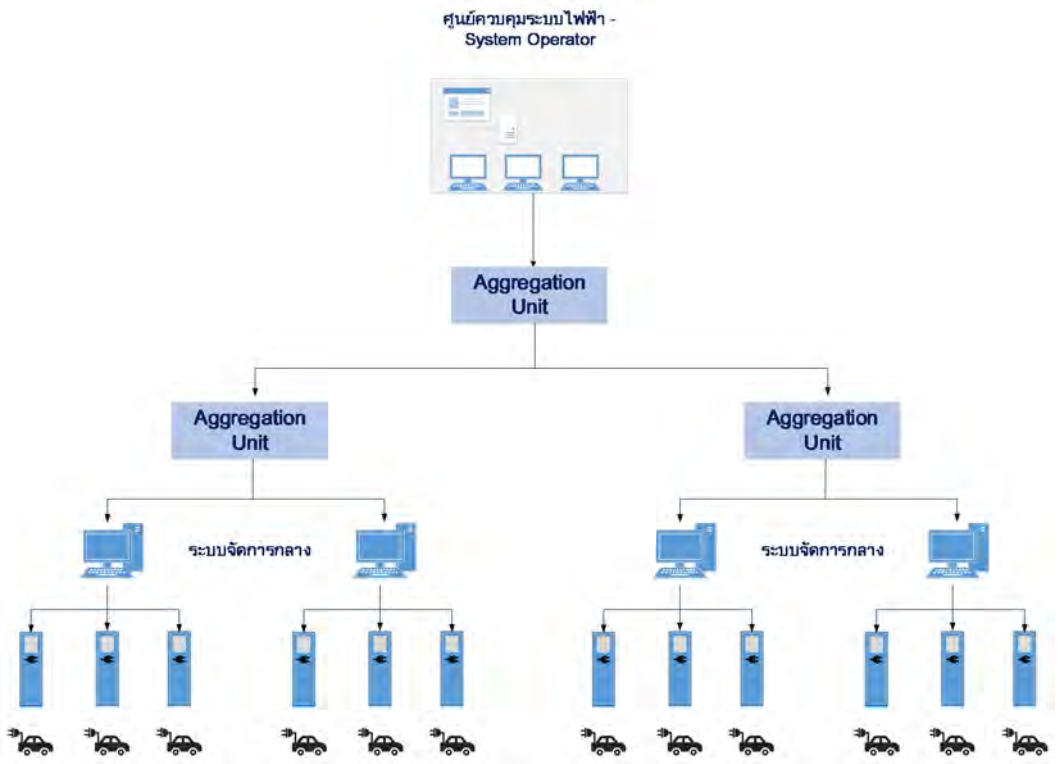
2. การเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้นในระบบไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าหรือสายส่งหลุดออกจากระบบ ทำให้ความสามารถในการผลิตและส่งจ่ายไฟฟ้าลดลง ในกรณีนี้ ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจะต้องส่งสัญญาณให้ระบบจัดการกลางของสถานีอัดประจุไฟฟ้าลดการจ่ายไฟฟ้าลงทันที

6.2.2 โครงสร้างการควบคุมแบบลำดับชั้น

ระบบไฟฟ้ากำลังจัดเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ มีพื้นที่ครอบคลุมไปทั่วประเทศ ดังนั้นตามโครงสร้างการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจึงถูกแบ่งออกตามหน้าที่ความรับผิดชอบของการไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ระบบผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่าย โดยมีศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าแห่งชาติทำหน้าที่ดูแลกำลังการผลิตในภาพรวมของประเทศ ส่วนระบบส่งและระบบจำหน่ายอยู่ภายใต้การดูแลของศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าในเขตพื้นที่ที่รับผิดชอบ แม้ว่าจะทำการแบ่งขอบเขตความผิดชอบของการควบคุมระบบไฟฟ้าออกตามพื้นที่แล้วก็ตาม แต่ผู้ใช้ไฟฟ้าก็มีจำนวนมาก จากโครงสร้างของระบบการบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้นำเสนอไปในหัวข้อ 6.2.1 นั้น หากศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าในเขตพื้นที่

จะต้องควบคุมตารางการอัดประจุไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ อาจทำให้เกิดภาระในการดำเนินงาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อหน้าที่หลักของศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้การควบคุมการอัดประจุสามารถดำเนินไปโดยไม่สร้างภาระกับศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า แนวคิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ก็คือ โครงสร้างการควบคุมแบบลำดับชั้น (Hierarchical Control Structure) ซึ่งใช้ตัวกลางทำหน้าที่ระหว่างศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุไฟฟ้า การอัดประจุไฟฟ้าจะถูกควบคุมโดยอาศัยโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นแผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) มี Aggregation Unit เป็นปม (Node) ในโครงสร้างดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 6-4 การอัดประจุของสถานีอัดประจุไฟฟ้าจะถูกควบคุมผ่านทาง Aggregation Unit ที่อยู่ใกล้ที่สุด โดย Aggregation Unit ชั้นบนจะควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าที่รวบรวมจากภายใต้ Aggregation Unit ชั้นรองลงมา การควบคุมจะถูกส่งผ่านขึ้นไปจนถึงศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าผ่านทาง Aggregation Unit ที่เชื่อมโยงอยู่ เพื่อให้พฤติกรรมการอัดประจุสอดคล้องกับสภาพของระบบไฟฟ้า



รูปที่ 6-4 โครงสร้างการควบคุมการอัดประจุแบบลำดับชั้น

ในทางปฏิบัติ Aggregation Unit อาจเป็นหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ ซึ่งทำหน้าที่ 2 ประการ คือ

1. รวบรวม Load Profile การอัดประจุไฟฟ้าจาก Aggregation Unit ในระดับล่าง โดย Aggregation Unit ในระดับล่างสุดจะรวมรวมตารางการอัดประจุไฟฟ้าจากระบบจัดการกลางของสถานีอัด

ประจุไฟฟ้าในพื้นที่แล้วสร้างเป็น Load Profile รวมของการอัดประจุไฟฟ้า จากนั้นจัดส่งให้ Aggregation Unit ในระดับถัดขึ้นไป

2. เมื่อได้รับคำร้องขอจาก Aggregation Unit ในระดับบนหรือจากศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า Aggregation Unit นั้นๆ จะต้องสั่งการให้ Aggregation Unit ในระดับล่างทำการปรับเปลี่ยน Load Profile ของการอัดประจุไฟฟ้าให้สอดคล้องกับข้อจำกัดของระบบ ซึ่งคำสั่งดังกล่าวจะถูกถ่ายทอดลงไปจนถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อทำการจัดสรรตารางเวลาการอัดประจุของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแต่ละเครื่อง ให้สอดคล้องกับข้อจำกัดดังกล่าว

ข้อดีของโครงสร้างการควบคุมแบบลำดับชั้นคือ การกระจายหน้าที่การควบคุมการอัดประจุลงไปตามลำดับชั้น ทำให้ช่วยลดความซับซ้อนของระบบควบคุมและสื่อสาร เนื่องจาก Aggregation Unit ทำหน้าที่ควบคุม Load Profile ที่ได้รับจาก Aggregation Unit ในระดับล่างเท่านั้น และ Aggregation Unit ที่ระดับสุดท้ายทำหน้าที่ควบคุมสถานีอัดประจุเฉพาะภายในพื้นที่ที่รับผิดชอบ นอกจากนี้ การพัฒนาระบบสามารถเริ่มต้นจากพื้นที่นำร่องก่อน แล้วค่อยๆ พัฒนาออกไปจนครอบคลุมทั่วทุกพื้นที่ เพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเข้ามาเพิ่มขึ้นในอนาคต

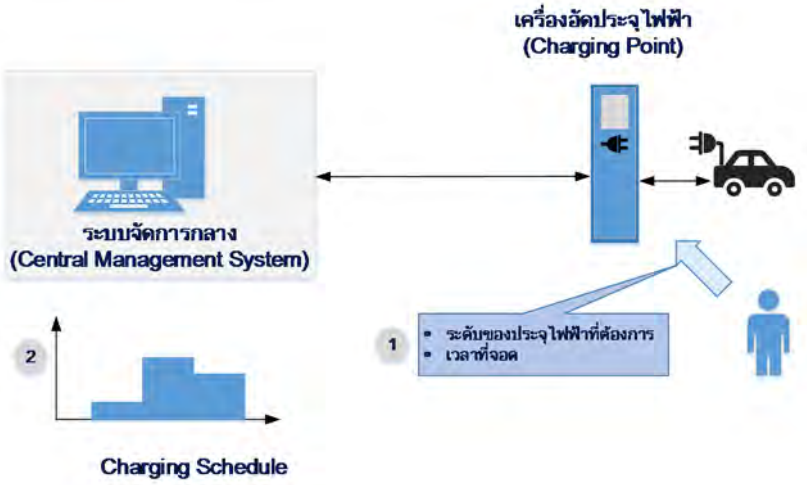
การแบ่งขอบเขตการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าของ Aggregation Unit อาจแบ่งตามพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการจ่ายไฟของระบบจำหน่ายในพื้นที่ โดย Aggregation Unit ในระดับบนสุดของประเทศจะสื่อสารกับศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ดูแลกำลังการผลิตในภาพรวมของประเทศ ส่วน Aggregation Unit ที่มีพื้นที่รับผิดชอบครอบคลุมพื้นที่การจ่ายไฟที่ดูแลโดยศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าในเขตพื้นที่ใดๆ จะต้องสามารถสื่อสารได้โดยตรงกับศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าที่ดูแลพื้นที่นั้นด้วย ทั้งนี้ ด้วยเหตุผลที่ว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินขึ้นในระบบไฟฟ้าไม่ว่าจะในระดับภาพรวมหรือเฉพาะภายในพื้นที่ก็ตาม ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจะสามารถสื่อสารไปที่ Aggregation Unit ที่ใกล้ที่สุด เพื่อให้จัดสรรเวลาการอัดประจุไฟฟ้าให้มีความสอดคล้องกับสภาพระบบ

6.2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า

ระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีการขั้นตอนการทำงานสรุปได้ดังนี้

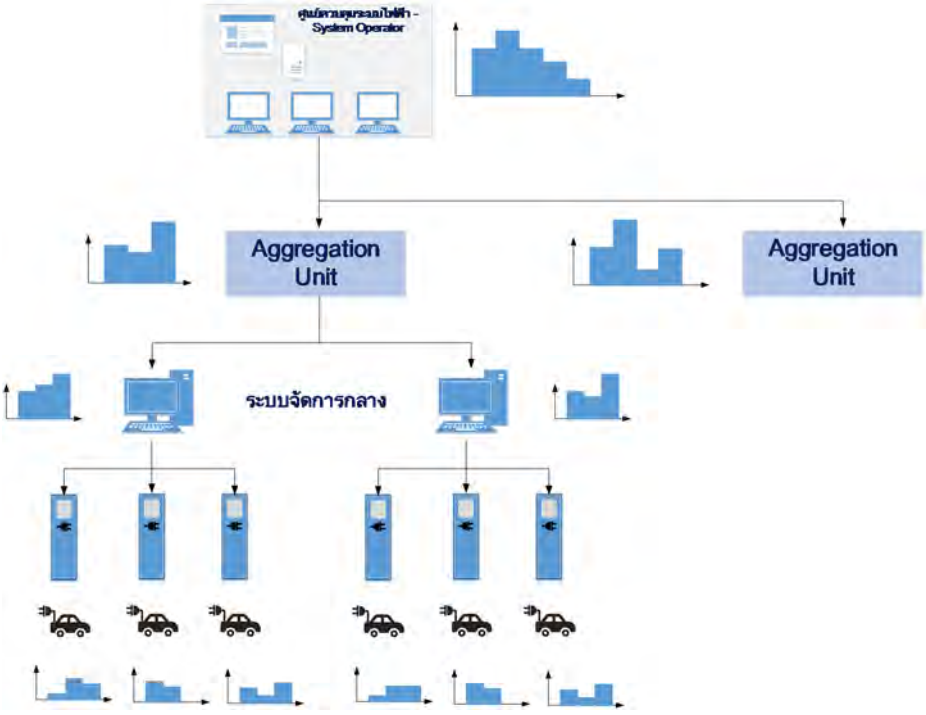
1. เมื่อผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้บริการอัดประจุไฟฟ้า ผู้ใช้จะติดต่อกับระบบการอัดประจุไฟฟ้าผ่านทางระบบติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งจะมีการระบุข้อมูลการอัดประจุไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ ระดับพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการเมื่อสิ้นสุดการอัดประจุไฟฟ้า ระยะการอัดประจุไฟฟ้าที่ต้องการ เช่น ต้องการอัดประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่มีพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ระดับ 80 % ภายในเวลา 8 ชั่วโมง
2. ระบบการจัดการกลาง จะรับข้อมูลการอัดประจุไฟฟ้าดังกล่าวมา แล้วคำนวณตารางเวลาการอัดประจุไฟฟ้า (Charging Schedule) โดยให้มีความสอดคล้องกับพิกัดของสถานีไฟฟ้าและ

ตารางเวลาการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าคันอื่นๆ ที่กำลังอัดประจุไฟฟ้าอยู่ก่อนหน้านี้ ดังแสดงในรูปที่ 6-5



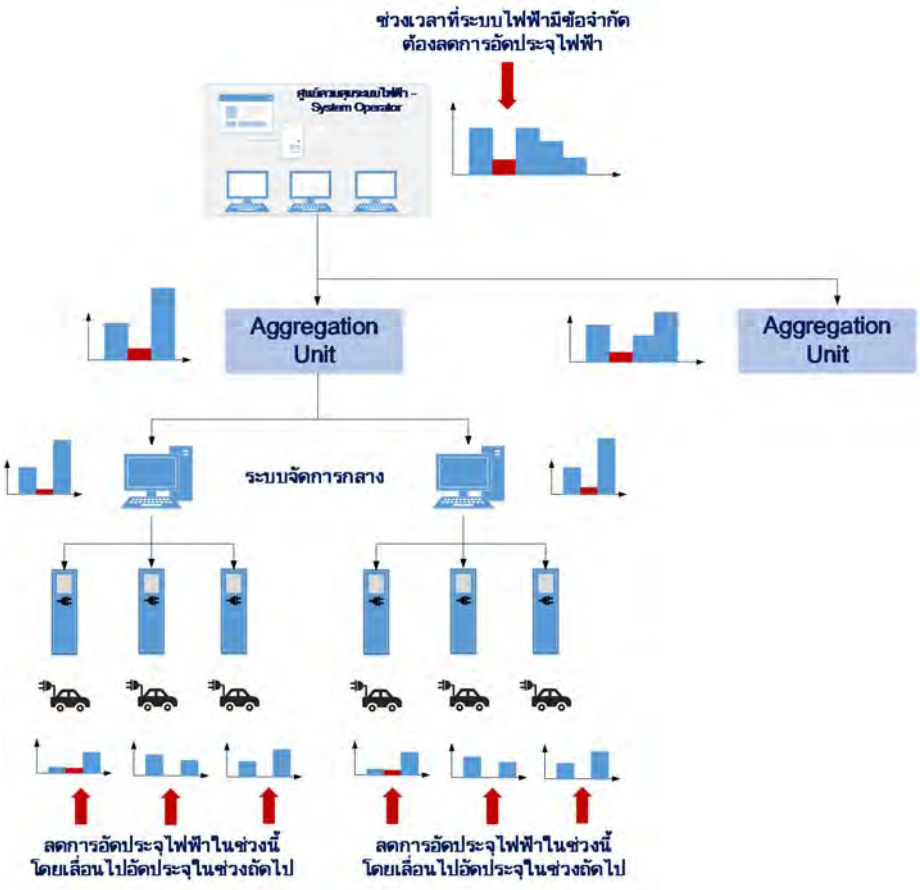
รูปที่ 6-5 การเริ่มใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

3. ระบบการจัดการกลางจะส่ง Load Profile ของตารางการอัดประจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นจากเครื่องอัดประจุไฟฟ้าทุกเครื่องที่ติดตั้งอยู่ในสถานีอัดประจุไฟฟ้าแห่งนี้ไปที่ Aggregation Unit ในทำนองเดียวกัน Aggregation Unit ก็จะรวบรวม Load Profile จากสถานีอัดประจุไฟฟ้าทุกแห่งที่อยู่ในความรับผิดชอบ แล้วส่งต่อไปให้ Aggregation Unit ที่อยู่ระดับบน กระบวนการส่ง Load Profile ดำเนินไปในลักษณะเดียวกันขึ้นไปจนถึงศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า ดังรูปที่ 6-6



รูปที่ 6-6 การรวบรวม Load Profile โดย Aggregation Unit

4. เมื่อศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้ารับข้อมูล Load Profile รวมของการอัดประจุไฟฟ้าทั้งหมดแล้วจะนำไปใช้ในกระบวนการจัดทำค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าล่วงหน้าได้ และด้วยการวิเคราะห์ไฟฟ้าของผู้ควบคุมระบบจะทำให้สามารถประเมินระดับความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าตลอดจนความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า หากประเมินแล้วเห็นว่า มีความจำเป็นต้องลดการใช้ไฟฟ้าที่มาจากการอัดประจุไฟฟ้าในบางช่วงเวลา ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจะสั่งการลงไปยัง Aggregation Unit เพื่อให้ปรับเปลี่ยน Load Profile ของการอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบ คำสั่งดังกล่าวจะถูกส่งลงไปยัง Aggregation Unit ระดับถัดลงไป จนถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าซึ่งระบบการจัดการกลางจะทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อจัดตารางการอัดประจุไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 6-7



รูปที่ 6-7 การลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ระบบมีข้อจำกัด

5. ในกรณีที่เกิดเหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้าบางพื้นที่จนส่งผลกระทบต่อการจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่ดังกล่าว ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าในเขตพื้นที่นั้นจะส่งสัญญาณให้ Aggregation Unit ที่รับผิดชอบในพื้นที่ดังกล่าวลดการอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งในกรณีนี้จะเห็นได้ว่า การปรับเปลี่ยนตารางการอัดประจุไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นจากศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าที่อยู่ในระดับบนสุด แต่สามารถเริ่มต้นที่ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าในเขตพื้นที่ใดก็ได้ที่เกิดเหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้า

6.3 การเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้า

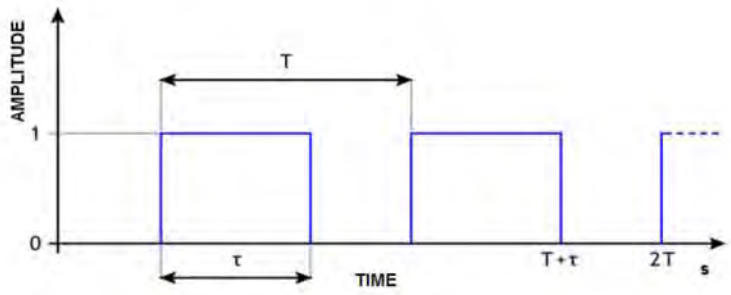
การทำงานของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้านั้นต้องมีการสื่อสารข้อมูลระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในระบบอยู่ตลอดเวลา การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยงระบบสารสนเทศและการสื่อสารจึงเป็นประเด็นที่มีสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับระบบขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมโยงอุปกรณ์หลากหลายประเภท การเลือกใช้อุปกรณ์จากผู้ผลิตเพียงรายเดียวอาจเป็นสิ่งที่ทำได้ยากทั้งในประเด็นด้านเทคนิคและการตลาด ดังนั้น การออกแบบระบบสารสนเทศจึงควรยึดถือแนวทางที่ทำให้อุปกรณ์ที่มาจากหลากหลายผู้ผลิตสามารถทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) โดยการใช้มาตรฐานแบบเปิด (Open Standard) ซึ่งหากอุปกรณ์ใดรองรับมาตรฐานดังกล่าวแล้ว การเชื่อมโยงระบบสารสนเทศระหว่างอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ในระบบก็จะทำได้โดยง่าย

มาตรฐานที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ในระบบอาจแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่กำหนดแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศ (Information Data Model) และระดับที่กำหนดโปรโตคอลที่ใช้สำหรับการสื่อสาร (Communication Protocol) Information Data Model จะอธิบายถึงประเภทและความหมายของข้อมูล ตลอดจนวิธีการใช้ข้อมูลประเภทต่างๆ ว่าควรจะใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใด ส่วน Communication Protocol นั้น จะไม่สนใจในความหมายของข้อมูล แต่จะให้ความสนใจถึงวิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ให้มีความเชื่อถือได้ โดยมาตรฐานการเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ เป็นมาตรฐานที่กำหนด Information Data Model ของข้อมูล

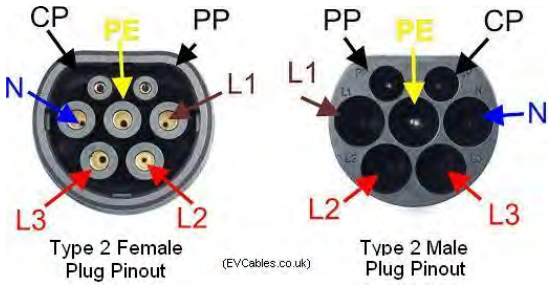
6.3.1 การเชื่อมโยงระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้า

ในระหว่างการอัดประจุไฟฟ้า ยานยนต์ไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะต้องสื่อสารกันโดยมีข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการใช้ไฟฟ้าคือ ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้า กระบวนการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าถูกควบคุมโดยระบบการจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System) ที่ติดตั้งอยู่ภายในยานยนต์ไฟฟ้า ระบบการจัดการแบตเตอรี่ควบคุมการอัดประจุด้วยกระแสที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาวะของแบตเตอรี่โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องอัดประจุไฟฟ้าเป็นหลัก

มาตรฐาน IEC 61851 Electric vehicle conductive charge system คือมาตรฐานที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน สำหรับการสื่อสารระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและเครื่องอัดประจุไฟฟ้า โดยใน IEC 61851 (Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements) ได้อธิบายการทำงานของการอัดประจุไฟฟ้าโดยใช้สัญญาณ Pulse Width Modulation (PWM) (รูปที่ 6-8) ส่งไปในขาสัญญาณ Control Pilot (CP) ที่อยู่ในหัวจ่าย ดังรูปที่ 6-9 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องอัดประจุสามารถจ่ายได้จะถูกแทนด้วย Duty Cycle ของสัญญาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ τ/T เมื่อระบบการจัดการแบตเตอรี่ภายในยานยนต์ไฟฟ้าได้รับสัญญาณดังกล่าวแล้ว ก็จะแปลความหมายแล้วนำไปกำหนดเป็นพิกัดสูงสุดของการอัดประจุไฟฟ้าต่อไป รูปที่ 6-10 แสดงวงจรไฟฟ้าของการส่งสัญญาณ Control Pilot

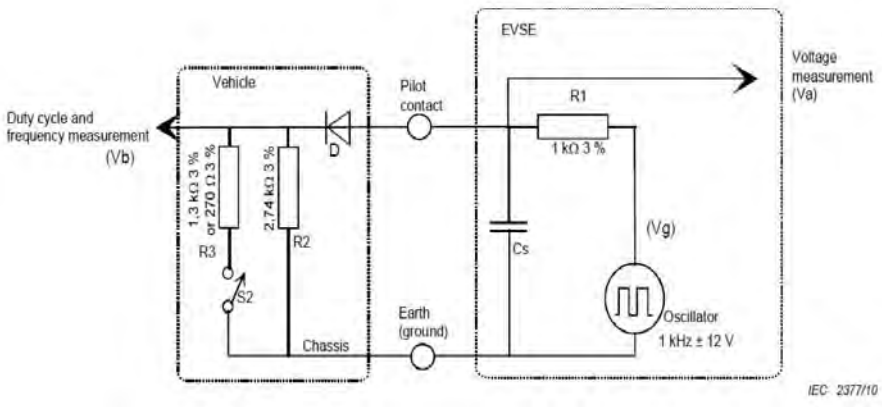


รูปที่ 6-8 สัญญาณ Pulse Width Modulation



รูปที่ 6-9 ขาตัวนำและสัญญาณของหัวจ่าย

ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196



รูปที่ 6-10 วงจรไฟฟ้าของการส่งสัญญาณ Control Pilot ตาม IEC 61851-1

ที่มา : IEC 61851-1 Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements. 2011**.**

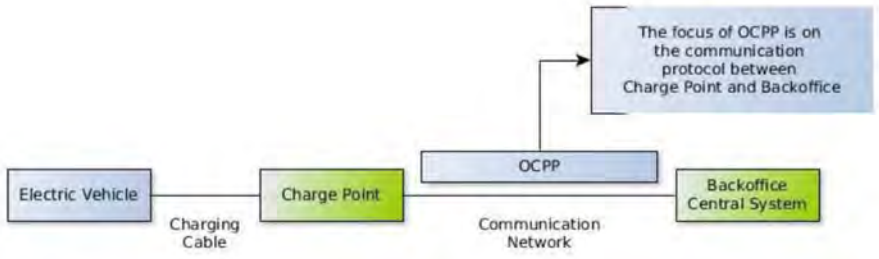
มาตรฐาน IEC 61851 นั้นให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยเป็นหลัก เพื่อรองรับการพัฒนาระบบสมาร์ทกริดในอนาคต สถานีอัดประจุไฟฟ้าอาจมีรูปแบบการให้บริการที่หลากหลาย ทำให้การสื่อสารข้อมูลระหว่างยานยนต์ไฟฟ้ากับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าต้องมีความซับซ้อนมากขึ้น โดยควรพิจารณาระบบสื่อสารแบบ

สองทาง (Two-way Communication) ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนามาตรฐานการสื่อสาร ISO/IEC 15188 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับรูปแบบการให้บริการที่หลากหลาย รองรับระบบแสดงตัวตนเพื่อเข้าใช้งาน (Authentication) รวมทั้งรองรับการพัฒนาระบบการอัดประจุอัจฉริยะ (Smart Charge) และการใช้แบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่รับบไฟฟ้าในยามฉุกเฉิร (Vehicle to Grid: V2G) ด้วย มาตรฐาน ISO/IEC 15188 นั้นมีความสามารถในการเข้ากันได้ (Compatibility) กับมาตรฐาน IEC 61851 ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพัฒนา โดยมีบางส่วนพิมพ์เผยแพร่ออกมาแล้ว ได้แก่

- ISO/IEC 15118-1:2013 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 1: General information and use-case definition
- ISO 15118-2:2014 Road vehicles - Vehicle-to-Grid Communication Interface - Part 2: Network and application protocol requirements
- ISO 15118-3:2015 Road vehicles - Vehicle to grid communication interface - Part 3: Physical and data link layer requirements

6.3.2 การเชื่อมโยงระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและระบบการจัดการกลาง

ในระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า การสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและระบบการจัดการกลางมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามตารางการอัดประจุไฟฟ้า โดยมีมาตรฐานที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ Open Charge Point Protocol (OCPP) [6] ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Open Charge Alliance มาตรฐาน OCPP มีขอบเขตค่อนข้างกว้าง ซึ่งไม่ได้เน้นหนักแต่เพียงระบบบริหารการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมการบริหารการให้บริการของสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งหมด จึงนับเป็นมาตรฐานที่สถานีอัดประจุฟ้าส่วนใหญ่รองรับ รูปที่ 6-11 แสดงขอบเขตของ OCPP



รูปที่ 6-11 ขอบเขตของ OCPP

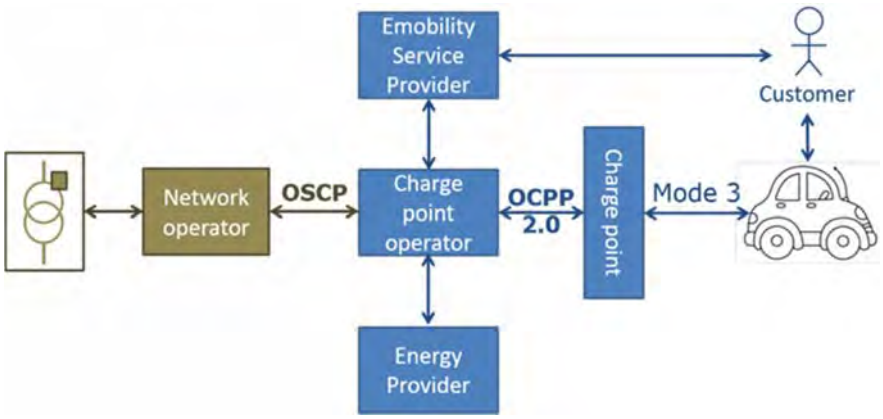
ที่มา : Open charge Point Protocol 2.0 - Interface description between Charge Point and Central System

ข้อมูลที่ติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับระบบการจัดการกลางมีหลากหลายประเภท นับตั้งแต่ตอนเริ่มเข้ามาใช้บริการซึ่งต้องมีการแสดงตัวตน (Authorize) การเริ่มต้นอัดประจุไฟฟ้า

(Transaction Started) การสิ้นสุดการอัดประจุไฟฟ้า (Transaction Stopped) การส่งข้อมูลค่าจากมาตรวัด (Meter Values) รวมทั้งการส่งสัญญาณ Heartbeat เพื่อให้ระบบจัดการกลางรับรู้ว่าเครื่องอัดประจุไฟฟ้ายังคงเชื่อมต่ออยู่ สำหรับในการอัดประจุอัจฉริยะนั้น OCPP รองรับการอัดประจุตาม Charging Schedule ซึ่งประกอบด้วยรายการของช่วงเวลาอัดประจุและกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถจ่ายได้ในแต่ละช่วง โดยอาจมีข้อมูลของค่าไฟฟ้าระหว่างการอัดประจุเป็นข้อมูลประกอบ

6.3.3 การเชื่อมโยงระหว่างระบบการจัดการกลางและศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า

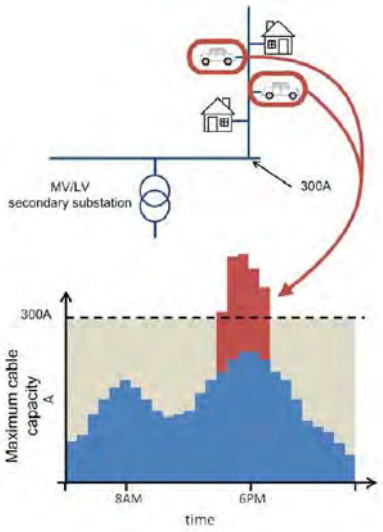
เพื่อรักษาระดับความมั่นคงของระบบไฟฟ้า ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าจะต้องควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าโดยการส่งข้อมูลความสามารถในการส่งจ่ายไฟฟ้าให้กับสถานีอัดประจุไฟฟ้า ปัจจุบัน มาตรฐานการเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าวยังอยู่ในช่วงการพัฒนา ซึ่งมีมาตรฐานที่สำคัญ ได้แก่ Open Smart Charging Protocol (OSCP) [7] ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Open Charge Alliance เช่นเดียวกับ OCPP โครงสร้างการทำงานของ OSCP แสดงได้ดังรูปที่ 6-12 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำงานของ OSCP นั้น อยู่ในระดับบนของโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้า โดยจะสื่อสารกับศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมการอัดประจุให้สอดคล้องกับสภาพของระบบ



รูปที่ 6-12 โครงสร้างการทำงานของ OSCP

ที่มา : Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 2016

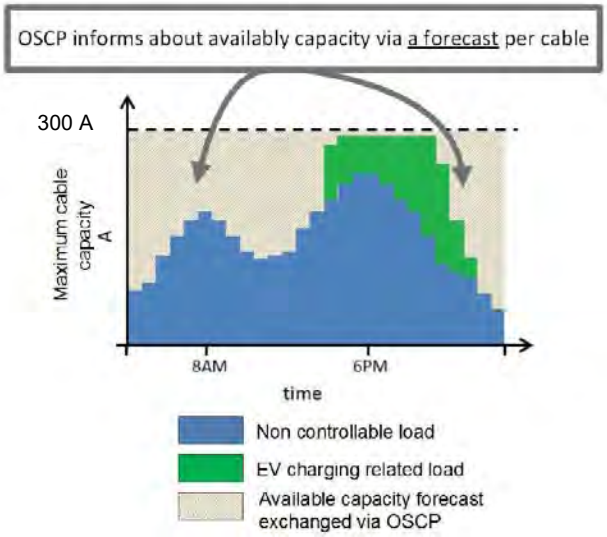
การอธิบายการทำงานของ OSCP แสดงได้ดังรูปที่ 6-13 และ 6-14 จากรูปที่ 6-13 พิกัดของระบบจำหน่ายมีค่าเท่ากับ 300 A ซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าทำให้ความต้องการไฟฟ้ามีค่าสูงเกินพิกัดของระบบจำหน่าย



รูปที่ 6-13 ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้า

ที่มา : OSCP - An open protocol for smart charging of electric vehicles. 23rd International Conference on Electricity Distribution. Lyon, 2015.

การสื่อสารระหว่างระบบการจัดการกลางของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าโดยใช้มาตรฐาน OSCP ทำให้ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้าสามารถส่งข้อมูลข้อจำกัดของระบบไปที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อปรับเปลี่ยนตารางการอัดประจุไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 6-14 ซึ่งมีความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลดลงและไม่เกินพิกัดของระบบไฟฟ้า



รูปที่ 6-14 การปรับเปลี่ยนตารางการอัดประจุไฟฟ้าด้วย OSCP

ที่มา : OSCP - An open protocol for smart charging of electric vehicles. 23rd International Conference on Electricity Distribution. Lyon, 2015.

รายการอ้างอิง

[1] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. ประกาศเรื่องโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ปี 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.erc.or.th/ERCWeb2/Upload/Document/PEAใบอัตราค่าไฟฟ้า58-60.pdf สืบค้น 1 สิงหาคม 2559

[2] J. A. Peças Lopes, F. J. Soares, P. M. Rocha Almeida, “Integration of Electric Vehicles in the Electric Power System”, Proceedings of the IEEE, Vol. 99, No. 1, January 2011.

[3] “Which Utilities Offer Time-of-Use Rates for Electric Vehicles?.” [Online]. Available: http://www.fleetcarma.com/utility-time-of-use-plug-in-vehicles/ Retrieved Aug 1, 2016.

[4] Ahmad Faruqui, Ryan Hledik, Armando Levy, and Alan Madian. “Will Smart Prices Induce Smart Charging of Electric Vehicles?.” The Brattle Group (2011).

[5] F. J. Soares, et al. "THE MERGE PROJECT: Impacts of Electric Vehicles on the Distribution System Steady-State Operation." presented at the SMARTGREENS 2012, Vila Nova de Gaia, Portugal, 2012.

[6] Open Charge Alliance. Open Charge Point Protocol 2.0 - Interface description between Charge Point and Central System. November 26, 2013.

[7] Carlos Montes Portela, et al. "OSCP - An open protocol for smart charging of electric vehicles." presented at 23rd International Conference on Electricity Distribution. Lyon, 2015.

บทที่ 7

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

ทิศทางการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าของไทยมีความชัดเจนมากขึ้น หลังที่ประชุมคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2559 เห็นชอบมาตรการสนับสนุน ให้มีการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ตามนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” องค์การและหน่วยงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน กระทรวงการคลัง และกระทรวงอุตสาหกรรม จะร่วมกันกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของปริมาณการนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปและชิ้นส่วนที่จะได้รับสิทธิลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้าให้กับบริษัทที่สนใจลงทุน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำลังพิจารณาและประกาศมาตรฐานเต้าเสียบ-เต้ารับ รวมทั้ง กรมศุลกากร กรมการขนส่งทางบก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กรมธุรกิจพลังงาน คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน และการไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง ต่างมีบทบาทกำหนด กฎ กติกาสำหรับการกำเนิดของยานยนต์ไฟฟ้า ด้วยเช่นกัน

บทที่ 7 จะได้กล่าวถึง กฎหมายที่ดำเนินการเกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า ต่อยอดจากมติคณะรัฐมนตรีที่ให้การสนับสนุนให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยพิจารณาให้เห็นข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน ข้อกฎหมายที่อยู่ระหว่างการดำเนินการปรับปรุง แก้ไข รวมทั้ง ประเด็นข้อกฎหมายที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม อันเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งแตกต่างจากยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงหรือก๊าซ กฎหมายบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข หรือเพิ่มเติม

7.1 กฎหมายเกี่ยวกับอัตราภาษีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

การซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าโดยทั่วไปนั้น จะมีภาษีที่เกี่ยวข้องหลายประเภท ประกอบด้วย ภาษีศุลกากร ภาษีสรรพสามิต ภาษีมหาดไทย และภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งสามารถแยกกฎหมายที่เกี่ยวข้องอัตราภาษีต่าง ๆ ได้ดังนี้

7.1.1 ภาษีศุลกากร

กฎหมายที่เกี่ยวกับอัตราภาษีนำเข้าของยานยนต์ไฟฟ้านั้น ปัจจุบันไม่ได้มีข้อยกเว้นพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า โดยภาษีศุลกากรที่เกี่ยวข้องในส่วนภาษีรถยนต์นำเข้า ได้แก่ ประเภทพิกัดศุลกากร 87.02 87.03 และ 87.04 ซึ่งมีกฎหมายที่กำหนดอัตราอากรของยานยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 13 ฉบับ ได้แก่

1. พระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร (ฉบับที่ 5) พ.ศ.2555 ลงวันที่ 5 มกราคม 2555
2. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การลดอัตราอากร และยกเว้นอากรศุลกากรตามมาตรา 12 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ.2530 ลงวันที่ 6 มกราคม 2555

3. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากร ลด และ เพิ่มอัตราอากรศุลกากร ตามข้อผูกพันในความตกลงมาร์ราเกซจัดตั้งองค์การค้าโลก ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
4. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากอาเซียน ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
5. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับเขตการค้าเสรีอาเซียน – จีน ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
6. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับเขตการค้าเสรีอาเซียน – ญี่ปุ่น ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
7. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับเขตการค้าเสรีอาเซียน – สาธารณรัฐเกาหลี ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
8. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับเขตการค้าเสรีอาเซียน – ออสเตรเลีย – นิวซีแลนด์ ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
9. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากญี่ปุ่น ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
10. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากออสเตรเลีย ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
11. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากนิวซีแลนด์ ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
12. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากสาธารณรัฐชิลี ลงวันที่ 6 มกราคม 2555
13. ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การยกเว้นอากรและลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับของที่มีถิ่นกำเนิดจากสาธารณรัฐเปรู ลงวันที่ 6 มกราคม 2555

โดยผู้นำของเข้าต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ เงื่อนไข ในการได้รับการยกเว้นอากร และลดอัตราอากรตามประกาศกระทรวงการคลัง ให้ถูกต้อง ครบถ้วนจึงจะมีสิทธิได้รับการยกเว้นอากรและลดอัตราอากร ดังกล่าวทั้งนี้ การกำหนดให้ยกเว้นอากรหรือลดอัตราอากรตามมาตรา 12 แห่งพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ.2530 จะเป็นไปตามนโยบายของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมศุลกากร สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เป็นต้น ร่วมกันพิจารณา และการยกเว้นอากรหรือลดอัตราอากรตามเขตการค้าเสรีต่าง ๆ จะเป็นไปตามความตกลงที่ประเทศไทยได้ทำข้อผูกพันไว้และขณะนี้หน่วยงานในสังกัดกระทรวงการคลัง ได้แก่ กรมศุลกากร สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง และกรมสรรพสามิต อยู่ระหว่างการ

ร่วมกันพิจารณามาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้ไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า ปัจจุบันอัตราภาษีอากรนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าโดยทั่วไปที่ไม่มีข้อตกลงร่วม อยู่ที่ 80% ของราคาส่งมอบ

ทั้งนี้ กระทรวงอุตสาหกรรม ร่วมกับ สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.) อยู่ระหว่างพิจารณาสิทธิประโยชน์เพิ่มเติมการนำเข้ารถยนต์ อย่างไรก็ตาม ยังมีประเด็นที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม เช่น ผลกระทบต่อผู้ประกอบการภายในประเทศ และการส่งเสริมของภาครัฐ เป็นต้น ปัจจุบันคณะรัฐมนตรีมีมติวันที่ 2 สิงหาคม 2559 ให้ใช้มาตรการส่งเสริมการลงทุนของ BOI ในภาคยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยแผนส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าใน 2 ส่วน คือ

1. แผนส่งเสริมลงทุนผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นรูปธรรม ซึ่งส่วนนี้บริษัทที่จะลงทุนจะต้องยื่นแผนการดำเนินงานในลักษณะแผนงานรวม ที่ประกอบด้วย แผนลงทุนประกอบรถยนต์ไฟฟ้าและผลิตชิ้นส่วนสำคัญของรถไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ มอเตอร์ ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้า เป็นต้น จึงจะได้รับสิทธิประโยชน์ภาษีเงินได้และสิทธิประโยชน์ด้านภาษีอื่นๆ บริษัทที่ได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนแล้ว จะสามารถนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป โดยได้รับการลดหย่อน หรือยกเว้นอากรขาเข้าในรุ่นรถยนต์ที่จะผลิตเท่านั้น เพื่อมาทดลองตลาดในปริมาณที่กำหนด รวมถึงจะได้รับสิทธิประโยชน์ในการลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้าชิ้นส่วนสำคัญซึ่งยังไม่สามารถมีการผลิตในประเทศในช่วงเริ่มต้นของการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าได้ ซึ่งหลังจากได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนแล้ว (คาดว่าจะเห็นการลงทุนผลิตจริงภายใน 2 ปี) บริษัทที่สนใจจะต้องยื่น ขอรับการส่งเสริมฯ ภายในปี 2559 เพื่อให้ได้รับสิทธิประโยชน์สูงสุด
2. แผนการส่งเสริมให้มียานยนต์ไฟฟ้ามาขับเคลื่อนบนถนนภายในเดือนพฤศจิกายน 2559 ซึ่งส่วนนี้ คณะรัฐมนตรีได้เร่งรัดให้ องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) จัดทำเงื่อนไขหลักเกณฑ์การประมูลกระบวนการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้าจำนวน 200 คันให้เสร็จโดยเร็ว ขณะที่การส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ได้เร่งรัดให้กรมการขนส่งทางบก ออกประกาศกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมาย ว่าด้วยรถยนต์ โดยกำหนดขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ จากเดิมกำหนดไม่น้อยกว่า 15 กิโลวัตต์ ให้สามารถจดทะเบียนได้

เนื่องจากข้อกฎหมายปัจจุบันยังไม่ส่งเสริมให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า BOI กระทรวงการคลัง และกระทรวงอุตสาหกรรม จึงร่วมกันกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของปริมาณการนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปและชิ้นส่วนที่จะได้รับสิทธิลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้าให้กับบริษัทที่สนใจลงทุนต่อไป ซึ่งมาตรการนี้ บริษัทที่สนใจจะต้องยื่นขอรับการส่งเสริมฯ ภายในปี 2559 เพื่อให้ได้รับสิทธิประโยชน์สูงสุด ตามที่ได้กล่าวไว้ในแผนส่วนแรกของมติคณะรัฐมนตรี ประเด็นข้อกฎหมายที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมนั้น ควรมีการกำหนดมาตรการทางภาษีที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมปริมาณยอดยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการพิจารณาการปรับลดอากรขาเข้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้งคันและชิ้นส่วนเพื่อให้ภาคธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้าเติบโตอย่างยั่งยืน

7.1.2 ภาษีสรรพสามิต

ภาษีสรรพสามิต คือ ภาษีที่เรียกเก็บจากสินค้าและบริการบางประเภท โดยสินค้าหรือบริการนั้นๆ มีลักษณะเป็นการฟุ่มเฟือย หรือสินค้าที่ได้รับผลประโยชน์เป็นพิเศษจากรัฐ ซึ่งอัตราการเรียกเก็บขึ้นอยู่กับทางหน่วยงานปกครองจะกำหนด

ปัจจุบันกฎหมายที่เกี่ยวกับอัตราภาษีสรรพสามิตของรถยนต์ จะประกอบด้วยพระราชบัญญัติภาษีสรรพสามิต พ.ศ.2527 พระราชบัญญัติพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต พ.ศ.2527 และประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง ลดอัตราและยกเว้นภาษีสรรพสามิต

สำหรับโครงสร้างภาษีรถยนต์ใหม่ได้มีการกำหนดให้จัดเก็บตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มกราคม 2559 จากที่ประชุมคณะรัฐมนตรีวันที่ 18 ธันวาคม 2555 เพื่อแก้ไขปัญหาการบิดเบือนโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์และส่งเสริมอุตสาหกรรมยานยนต์ที่รักษาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน ซึ่งจัดเก็บภาษีรถยนต์โดยอ้างอิงจากการปล่อยมลพิษ หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ทั้งนี้ การปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์ คิดตามอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเป็นการคิดภาษีจะแบ่งตามประเภทรถยนต์ 7 ประเภท ประกอบด้วย

1. รถยนต์นั่ง และรถยนต์โดยสารที่มีที่นั่งไม่เกิน 10 คน ที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,000 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 150 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 30% ปล่อย CO_2 150-200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 35% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 40%
2. รถยนต์นั่งประเภทอี 85 และรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,000 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 150 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 25% ปล่อย CO_2 150-200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 30% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 35%
3. รถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า ที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,000 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 100 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 10% กรณีปล่อย CO_2 เกิน 100-150 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 20% และปล่อย CO_2 เกิน 150-200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 25% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 30%
4. รถยนต์กระบะที่ไม่มีพื้นใส่สัมภาระด้านหลังคนขับ มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 3% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 5%

5. รถยนต์กระบะที่มีพื้นใส่สัมภาระด้านหลังคนขับ มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 5% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 7%
6. รถยนต์นั่งที่มีกระบะ (ดับเบิ้ลแคป) มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 12% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 15%
7. รถยนต์นั่งกึ่งบรรทุก มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ซีซี ปล่อย CO_2 ไม่เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 25% และปล่อย CO_2 เกิน 200 กรัมต่อกิโลเมตร จัดเก็บ 30%

ตารางที่ 7-1 โครงสร้างภาษีสรรพสามิตใหม่สำหรับรถยนต์

	เครื่องยนต์	ปริมาณการปล่อย CO_2 (กรัม/กม.)			
		ต่ำกว่า 100	ต่ำกว่า 150	150-200	สูงกว่า 200
รถยนต์นั่ง	ต่ำกว่า 3,000 CC		30%	35%	**40%**
	E85 / CNG (OEM)		25%	30%	**35%**
	สูงกว่า 3,000 CC			**50%**	
ไฮบริด	ต่ำกว่า 3,000 CC	10%	20%	25%	**30%**
	สูงกว่า 3,000 CC			**50%**	
อีโคคาร์	1,300 – 1,400 CC	14%		**17%**	
	E85	12%			
	รุ่น	**CO_2 ต่ำกว่า 200**		**CO_2 ต่ำกว่า 200**	
ปิกอัพ	ไม่มีแค็บ	3%		**5%**	
	มีแค็บ	5%		**7%**	
	กระบะ 4 ประตู	12%		**15%**	
กระบะดัดแปลง		25%		**30%**	
ปิกอัพกระบะดัดแปลง	สูงกว่า 3,250 CC			**50%**	
บังคับใช้ 1 ม.ค. 2559					

ที่มา: กระทรวงการคลัง

อย่างไรก็ตาม ที่ประชุมคณะรัฐมนตรี วันที่ 2 สิงหาคม 2559 ระบุให้มีการจัดเก็บภาษีสรรพสามิตของรถยนต์นั่งไฟฟ้า เป็นตามอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งการกำหนดนโยบายส่งเสริมการลงทุนผลิตรถยนต์ควรมีลักษณะเป็นแผนงานรวม (Package) ด้วยเหตุนี้ ยานยนต์ไฟฟ้าจะพิจารณาว่ามีการปล่อย CO_2 ต่ำกว่า 100 กรัม / กิโลเมตร ทำให้มีการเสียภาษีสรรพสามิตในอัตรา 10%

7.1.3 ภาษีมหาดไทย และภาษีมูลค่าเพิ่ม

ภาษีมหาดไทย คือ ภาษีสรรพสามิตที่จัดเก็บเพิ่มขึ้น เพื่อนำไปจัดสรรให้กับกรุงเทพมหานคร และราชการส่วนท้องถิ่น โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องคือ พระราชกฤษฎีกาเพิ่มอัตราภาษีสรรพสามิตเพื่อนำไปจัดสรรให้แก่กรุงเทพมหานครและส่วนราชการท้องถิ่น พ.ศ.2527 ซึ่งมีการจัดเก็บภาษีเป็นจำนวน 10% ของภาษีสรรพสามิต

ภาษีมูลค่าเพิ่ม คือ ภาษีที่จัดเก็บจากสัดส่วนของมูลค่าของสินค้าหรือบริการที่เพิ่มขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิตและจำหน่ายสินค้าหรือบริการชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติจัดสรรรายได้ประเภทภาษีมูลค่าเพิ่มและภาษีธุรกิจเฉพาะให้แก่ราชการส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2534 ซึ่งปัจจุบันเรียกเก็บที่ 7%

7.2 กฎหมายการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้านั้น ปัจจุบันมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกรมการขนส่งทางบก ในด้านการจดทะเบียนรถใหม่ การเสียภาษีรถยนต์ประจำปี และการตรวจสภาพรถยนต์ประจำปี

7.2.1 การจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า

การจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องทั่วไปตามข้อกำหนด กฎกระทรวง ประกาศ และระเบียบกรมการขนส่งทางบกต่าง ๆ ดังนี้

1. กฎกระทรวง กำหนดลักษณะ ขนาดหรือกำลังของเครื่องยนต์และของรถที่จะรับจดทะเบียนเป็นรถประเภทต่าง ๆ พ.ศ.2548 โดยมีสาระสำคัญในการกำหนดขนาดสัดส่วนของรถที่จะจดทะเบียนเช่น รถยนต์ส่วนบุคคล มีความกว้างไม่เกิน 2.55 เมตร ความยาวไม่เกิน 12 เมตร รถจักรยานยนต์ขนาดความกว้างไม่เกิน 1.1 เมตร ความยาวไม่เกิน 2.5 เมตร
2. กฎกระทรวง กำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถ พ.ศ.2551 กำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับรถยนต์มีจำนวน 28 รายการ เช่น ระบบห้ามล้อ อุปกรณ์ส่องสว่างและอุปกรณ์แสงสัญญาณ มาตรวัดความเร็ว เข็มขัดนิรภัย เป็นต้น และรถจักรยานยนต์ มีจำนวน 21 รายการ เช่น ระบบห้ามล้อ อุปกรณ์ส่องสว่าง และอุปกรณ์แสงสัญญาณ มาตรวัดความเร็ว ขาตั้ง ที่พักเท้า เป็นต้น
3. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ.2550 โดย
    - รถยนต์ต้องมีมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนไม่น้อยกว่า 15 กิโลวัตต์ และสามารถขับเคลื่อนรถให้มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
    - รถยนต์สามล้อต้องมีมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์และสามารถขับเคลื่อนรถให้มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- รถจักรยานยนต์ ต้องมีมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนไม่น้อยกว่า 0.5 กิโลวัตต์และสามารถขับเคลื่อนรถให้มีความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ทั้งนี้ กรมการขนส่งทางบกอยู่ระหว่างดำเนินการแก้ไขประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องข้อกำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ โดยการดำเนินการแก้ไขประกาศเพื่อเพิ่มยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่อยู่ในประเภท L6e L7e และรถไฟฟ้าสองล้อขนาดเล็กให้สามารถจดทะเบียนได้ตามข้อเสนอของอนุกรรมาธิการปฏิรูปพลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียน และอนุรักษ์พลังงาน ในคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน สภาปฏิรูปแห่งชาติ ขณะนี้อยู่ระหว่างเวียนร่างแก้ไขประกาศให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อปรับปรุงร่างประกาศให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

หลังจากภาครัฐออกนโยบายเพื่อสนับสนุนเรื่องยานยนต์ไฟฟ้า ได้มีหลายหน่วยงานทั้งรัฐและเอกชนนำรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมาดัดแปลงเป็นเครื่องรถยนต์ไฟฟ้า โดยสำหรับรถยนต์ดัดแปลงไฟฟ้านั้น สามารถดำเนินการได้ตาม พ.ร.บ.รถยนต์ พ.ศ.2522 มาตรา 12 และมาตรา 14 ดังนี้

1. มาตรา 12 รถใดที่จดทะเบียนแล้ว หากปรากฏในภายหลังว่ารถนั้นมีส่วนควบหรือเครื่องอุปกรณ์สำหรับรถไม่ครบถ้วนถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวง หรือเพิ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้าไปซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายหรือจิตใจของผู้อื่น ห้ามมิให้ผู้ใดใช้รถนั้นจนกว่าจะจัดให้มีครบถ้วนถูกต้องหรือเอาออกแล้ว ในกรณีที่นายทะเบียนเห็นว่าเจ้าของรถไม่อาจจัดให้มีครบถ้วนถูกต้องหรือเอาออกได้ ให้ นายทะเบียนสั่งเพิกถอนการจดทะเบียนรถนั้น เจ้าของรถมีสิทธิอุทธรณ์เป็นหนังสือต่ออธิบดีได้ภายในสิบห้าวันนับแต่วันทราบคำสั่งของนายทะเบียน คำวินิจฉัยของอธิบดีให้เป็นที่สุด
2. มาตรา 14 รถใดที่จดทะเบียนแล้ว ห้ามมิให้ผู้ใดเปลี่ยนแปลงตัวรถหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของรถให้ผิดไปจากรายการที่จดทะเบียนไว้และใช้รถนั้น เว้นแต่เจ้าของรถนำรถไปให้นายทะเบียนตรวจสภาพก่อน ในกรณีที่นายทะเบียนเห็นว่ารถที่เปลี่ยนแปลงตามวรรคหนึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายในเวลาใช้ ให้สั่งเจ้าของรถแก้ไขและนำรถไปให้ตรวจสภาพก่อนใช้ และให้นำมาตรา 12 วรรคสอง วรรคสาม และวรรคสี่ มาใช้บังคับโดยอนุโลม แต่ถ้านายทะเบียนเห็นว่ารถนั้นปลอดภัยในเวลาใช้ให้แก้ไข เพิ่มเติมรายการในทะเบียนและใบคู่มือจดทะเบียนรถนั้นด้วย

การตรวจสภาพรถยนต์บนเครื่องวัดความเร็ว ที่นอกเหนือจากการตรวจสภาพ ความสมบูรณ์ ทั้งระบบของรถยนต์ไฟฟ้า และระบบเบรก จากสถานประกอบการตรวจสภาพรถเอกชน (ตรอ.) เพื่อป้องกันการจราจรติดขัดและไปกีดขวางช่องการจราจรของรายอื่น ดังนั้น หากมีการดัดแปลงรถยนต์จากรายการจดทะเบียนจะต้องมีการแจ้งต่อนายทะเบียนด้วย

7.2.2 การเสียภาษียานยนต์ประจำปี

การเสียอัตราภาษีประจำปีของยานยนต์ไฟฟ้า จะกำหนดอัตราภาษีตามพระราชบัญญัติรถยนต์ (ฉบับที่ 14) พ.ศ. 2550 ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

1. รถที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้าหรือพลังงานประเภทอื่นที่มิใช่เครื่องยนต์สันดาปภายใน หรือรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานตามประเภทที่กำหนดในกฎกระทรวง ให้เก็บภาษีในอัตราน้ำหนักของรถยนต์ส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน
2. รถอื่นนอกจากรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคนให้เก็บภาษีในอัตรากึ่งหนึ่งของรถยนต์ แล้วแต่กรณีในการคำนวณน้ำหนักให้รวมน้ำหนักของรถ และอุปกรณ์ที่ติดกับตัวรถตามปกติ แต่ไม่รวมน้ำหนักน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันเครื่อง น้ำ และเครื่องมือประจำรถ ถ้ามีเศษของกิโลกรัมให้ปัดทิ้ง และอัตราภาษีตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก (ฉบับที่ 11) พ.ศ. 2550 กำหนดไว้
3. รถที่ใช้ในการขนส่งประจำทาง การขนส่งไม่ประจำทาง การขนส่งโดยสารรถขนาดเล็ก และการขนส่งส่วนบุคคลที่ใช้พลังงานไฟฟ้า หรือใช้พลังงานทดแทน พลังงานอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือพลังงานประหยัดตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ให้จัดเก็บภาษีประจำปีในอัตรากึ่งหนึ่งของอัตราตามที่กำหนดไว้

ทั้งนี้ ควรมีการพิจารณาให้มีการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าให้สะดวก หรือพิจารณาค่าธรรมเนียมจดทะเบียนที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

7.2.3 การตรวจสภาพยานยนต์ไฟฟ้าประจำปี

ปัจจุบันการตรวจสภาพยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่ได้มีการแยกประเภทที่ชัดเจน ทำให้การดำเนินการยังใช้ระเบียบข้อบังคับเหมือนรถยนต์ทั่วไป โดยมีข้อกำหนดคือ ระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการตรวจสภาพรถและเกณฑ์การวินิจฉัยผลการตรวจสภาพรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. 2555 ได้กำหนดให้รถต้องผ่านเกณฑ์วินิจฉัยการตรวจสภาพรถดังนี้

1. รถยนต์ ต้องผ่านการตรวจสภาพรถ 47 รายการ เช่นระบบห้ามล้อต้องมีแรงห้ามล้อรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักรถ โคมไฟแสงพุ่งต่ำทิศทางลำแสงของโคมไฟต้องมีมุมกดจากแนวระนาบมากกว่าร้อยละ 0.5 แต่ไม่เกินร้อยละ 4 และไม่เบี่ยงเบนไปทางด้านขวา
2. รถจักรยานยนต์ ต้องผ่านการตรวจสภาพรถ 36 รายการ เช่นระบบห้ามล้อต้องสามารถลดความเร็วหรือหยุดรถที่วิ่งอยู่ให้หยุดนิ่งได้อย่างปลอดภัย, โคมไฟแสงพุ่งต่ำทิศทางลำแสงของโคมไฟต้องมีมุมกดจากแนวระนาบมากกว่าร้อยละ 0.5 แต่ไม่เกินร้อยละ 4 และไม่เบี่ยงเบนไปทางด้านขวา

รายการตรวจท้ายระเบียบกรมการขนส่งทางบกว่าด้วยการตรวจสภาพรถและเกณฑ์การวินิจฉัยผลการตรวจสภาพรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ.2555 สำหรับรถยนต์ รถแทรกเตอร์ที่เป็นรถยนต์สำหรับลากจูง และรถพ่วง ตามตารางที่ 7-2

ตารางที่ 7-2 รายการตรวจสภาพรถตามกฎหมาย

ที่	รายการ	รถยนต์	รถยนต์ไฟฟ้า
1.	ประเภทรถ ลักษณะรถ ชนิดรถ แบบรถ รุ่นรถ	✓	✓
2.	แผ่นป้ายทะเบียนรถ	✓	✓
3.	เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า	✓	✓
4.	จำนวนสูบ ความจุกระบอกสูบ และกำลังของเครื่องยนต์หรือกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า	✓	✓
5.	ชนิดเชื้อเพลิง	✓	✓
6.	ระบบเชื้อเพลิงหรือระบบพลังงานอื่น ๆ	✓	✓
7.	แท่นเครื่องและยางแท่นเครื่อง	✓	✓
8.	ระบบสตาร์ท	✓	✓
9.	คันเร่ง	✓	✓
10.	ระบบไอเสียและเครื่องระงับเสียง	✓	✗
11.	อุปกรณ์ขจัดมลพิษ ประเภท Catalytic Converter	✓	✗
12.	ระดับเสียง	✓	✗
13.	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน	✓	✗
14.	ควันดำ	✓	✗
15.	ระบบส่งกำลัง	✓	✓
16.	ระบบรองรับน้ำหนัก	✓	✓
17.	ระบบบังคับเลี้ยวและพวงมาลัย	✓	✓
18.	ศูนย์ล้อหน้า	✓	✓
19.	เพลาล้อ กงล้อ และยาง	✓	✓
20.	ระบบห้ามล้อ	✓	✓
21.	มาตรวัดความเร็ว	✓	✓

ตารางที่ 7-2 รายการตรวจสภาพรถตามกฎหมาย

ที่	รายการ	รถยนต์	รถยนต์ไฟฟ้า
22.	โครงสร้างและตัวถัง	✓	✓
23.	เลขตัวรถ	✓	✓
24.	กระจกกันลมหน้าและส่วนประกอบของตัวถังที่เป็นกระจก	✓	✓
25.	อุปกรณ์ปัดและฉีดทำความสะอาดกระจกกันลมหน้า	✓	✓
26.	ประตูและพื้นรถ	✓	✓
27.	ระบบควบคุมการปิด – เปิดประตูรถจากศูนย์กลาง (CENTRAL LOCK)	✓	✓
28.	บังโคลน	✓	✓
29.	กันชน	✓	✓
30.	ที่นั่งผู้ขับรถ ที่นั่งคนโดยสาร และพนักพิงศีรษะ (ที่นั่งและจำนวนที่นั่ง)	✓	✓
31.	เข็มขัดนิรภัยและจุดยึดเข็มขัดนิรภัย	✓	✓
32.	ที่บังแดดสำหรับผู้ขับรถ	✓	✓
33.	อุปกรณ์มองภาพ	✓	✓
34.	สีรถ	✓	✓
35.	เครื่องหมายต่าง ๆ	✓	✓
36.	ระบบไฟฟ้า	✓	✓
37.	แตรสัญญาณ	✓	✓
38.	โคมไฟแสงพุ่งไกล และโคมไฟแสงพุ่งต่ำ	✓	✓
39.	โคมไฟเลี้ยว โคมไฟข้างรถ โคมไฟแสดงตำแหน่งด้านหน้า โคมไฟแสดงตำแหน่งด้านท้าย โคมไฟหยุด โคมไฟถอยหลัง โคมไฟส่องแผ่นป้ายทะเบียนด้านท้าย โคมไฟภายในรถ โคมไฟแสดงความกว้างและความสูงของรถ และโคมไฟอื่น ๆ	✓	✓
40.	แสงสัญญาณเตือนอันตราย	✓	✓

ตารางที่ 7-2 รายการตรวจสภาพรถตามกฎหมาย

ที่	รายการ	รถยนต์	รถยนต์ไฟฟ้า
41.	อุปกรณ์สะท้อนแสง	✓	✓
42.	อุปกรณ์การลางจูง	✓	✓
43.	อุปกรณ์ต่อพ่วง	✓	✓
44.	มาตรค่าโดยสาร	✓	✓
45.	เครื่องสื่อสาร	✓	✓
46.	ขนาดของรถ	✓	✓
47.	น้ำหนักรถ น้ำหนักบรรทุก น้ำหนักรวมสูงสุด และน้ำหนักลงเพลา	✓	✓

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก

กรมการขนส่งทางบกอยู่ระหว่างดำเนินการแก้ไขกฎหมาย ประกาศที่เกี่ยวข้อง สำหรับการตรวจสภาพยานยนต์ไฟฟ้าประจำปี ปรับปรุงมาตรฐานด้านความปลอดภัยของยานยนต์ไฟฟ้า โดยกรมการขนส่งทางบกได้อนุมัติเงินงบประมาณจากกองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน ให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อทำโครงการศึกษาการจัดทำร่างข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของยานยนต์ไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานสากล และเสนอแนวทางกฎระเบียบ และหลักเกณฑ์ วิธีการในการตรวจสภาพ และเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับการตรวจสภาพรถยนต์ไฟฟ้า และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับประเทศไทย ขณะนี้อยู่ระหว่างรอลงนามในการสัญญาโครงการ

ประเด็นที่ควรพิจารณาให้ครอบคลุมควรประกอบด้วย อายุการตรวจสอบของแบตเตอรี่และมาตรฐานการตรวจแบตเตอรี่ รายการของการตรวจสภาพยานยนต์ไฟฟ้า และระยะเวลาในการตรวจสภาพยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม

7.3 กฎหมายประกันภัยที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

กฎหมายประกันภัยที่เกี่ยวกับกับยานยนต์ไฟฟ้า มีพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายหลัก โดยพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2536 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2540 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2550 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2551 เริ่มมีผลใช้บังคับครั้งแรกเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2536 สาระสำคัญของกฎหมาย สรุปได้ดังนี้

ประเภทรถที่ต้องทำประกันภัยตาม พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 กำหนดไว้ว่ารถที่ต้องทำประกันภัยตามพระราชบัญญัติ ได้แก่ รถทุกชนิดทุกประเภทตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ กฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก กฎหมายว่าด้วยรถยนต์ทหาร เป็นรถที่เจ้าของมีไว้ใช้ ไม่ว่ารถดังกล่าวจะเดิน

ด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง รถยนต์โดยสาร รถบรรทุก หัวรถลากจูง รถพ่วง รถบดถนน รถอีแต๋น ฯลฯ ดังนั้น การที่มีรถบางประเภท กรมการขนส่งทางบกไม่รับจดทะเบียน แต่หากเข้าข่ายว่ารถนั้นเดินด้วยกำลังเครื่องยนต์ กำลังไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น แล้วก็จัดเป็นรถที่ต้องทำประกันภัยตามพระราชบัญญัติด้วย

สำหรับกฎหมาย หรือระเบียบที่ควรจะพิจารณาเพิ่มเติมคือการกำหนดค่าเบี้ยประกันสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ควรมีการควบคุมเพดานอย่างเหมาะสม เนื่องจากในช่วงแรก ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศคาดว่าจะยังไม่เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด อาจส่งผลให้อัตราค่าเบี้ยประกันภัยมีราคาแพง ดังนั้น ควรพิจารณาให้มีการจัดตั้งกองทุนประกันภัยในระยะแรก เพื่อสนับสนุนธุรกิจยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ ซึ่งหากพิจารณาตามความเหมาะสมแล้ว ยานยนต์ไฟฟ้าจะไม่มีเครื่องยนต์ จะมีแต่มอเตอร์เท่านั้น นอกจากนี้ชิ้นส่วนอะไหล่ก็จะเหลือเพียง 18 ชิ้น จากปกติ รถยนต์ใช้น้ำมันจะมีมากกว่า 2 พันชิ้น ซึ่งหมายความว่า ปัจจัยเสี่ยงของรถยนต์ไฟฟ้าจะน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมัน และมีข้อดีคือรถยนต์ไฟฟ้าไม่มีเครื่องยนต์ เวลาถูกชนจะได้รับความเสียหายน้อยกว่า บวกกับจำนวนชิ้นส่วนอะไหล่น้อยชิ้น ถ้าราคาถูกลงก็จะเป็นปัจจัยทำให้เบี้ยประกันภัย ควรลดลงตามไปด้วย

7.4 กฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานของอุปกรณ์และการติดตั้ง

เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในตลาด จึงยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจน ทำให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ต้องดำเนินการจัดทำมาตรฐานของอุปกรณ์เชื่อมต่อเต้าเสียบ-เต้ารับ และมาตรฐานยานยนต์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ

ปัจจุบัน สมอ. ได้ดำเนินการการจัดทำมาตรฐานตามพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 โดยมาตรฐานดังกล่าวเป็นของรถยนต์โดยสารไฟฟ้า และรถยนต์ไฟฟ้า โดย สมอ. แบ่งเป็น 7 ด้าน ได้แก่

1. เต้าเสียบ และเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า
2. ระบบการประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า
3. ระบบสื่อสารของยานยนต์ไฟฟ้า กับสถานีอัดประจุไฟฟ้า
4. ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้า
5. ความปลอดภัย
6. ด้านสมรรถนะ
7. ด้านมาตรวัดซื้อขายไฟฟ้าที่ประจุให้ยานยนต์เพิ่มเติมของกระแสตรง

ทั้งนี้ ประเด็นกฎหมายในเรื่องมาตรฐานปัจจุบันที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมในด้านมาตรฐานของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์นั้น ควรพิจารณาในส่วนมาตรฐานของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้การบริหารจัดการยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

7.5 กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

เมื่อยานยนต์ไฟฟ้ามีการใช้งานได้อย่างแพร่หลายและเกิดขึ้นจริง ต้องมีสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) เช่นเดียวกับสถานีบริการน้ำมันในปัจจุบัน ให้สามารถรองรับกับการใช้งานที่จะขึ้น ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทก่อนหน้า ส่วนกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้น ขอแยกเป็นหมวดหมู่ดังนี้

7.5.1 การขออนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า

สำหรับการขออนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้นจะพิจารณาในหลักการเหมือนการจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 เป็นกฎหมายหลัก โดยสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) เป็นหน่วยงานหลักในการรับผิดชอบ

1. กรณีมีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าต่ำกว่า 1,000 kVA ถือเป็นลักษณะการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาต ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องแจ้งต่อสำนักงาน กกพ. ตามประกาศ กกพ. เรื่อง การกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตเป็นกิจการที่ต้องแจ้ง พ.ศ. 2551
2. กรณีมีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้า 1,000 kVA ขึ้นไป ต้องได้รับใบอนุญาตจาก กกพ. ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 โดยถือเป็นใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าตามประกาศ กกพ. เรื่อง การกำหนดประเภทและอายุใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551
3. กรณีติดตั้งเพื่อใช้เอง ไม่ต้องขอรับใบอนุญาตจาก กกพ.

7.5.2 ความปลอดภัยสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ปัจจุบันหากมีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถทำได้โดยมีระยะความปลอดภัยและข้อกำหนดต่าง ๆ 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 การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซ
5. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดประเภทของบริเวณอันตราย และระยะห่างของบริเวณอันตรายของสถานที่บรรจุก๊าซและสถานที่เก็บก๊าซแต่ละประเภทที่จะต้องใช้ระบบไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้มาตรฐานขั้นต่ำ
6. ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรฐานความปลอดภัยของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ที่กรมธุรกิจพลังงานมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ.2546
7. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง การกำหนดบริเวณอันตรายและมาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าภายในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

อย่างไรก็ตาม กรณีที่มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟภายนอกเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จะอยู่นอกเหนืออำนาจการกำกับดูแลของกรมธุรกิจพลังงาน จึงควรมีการแก้ไขกฎหมายเพื่อให้มีหน่วยงานทำหน้าที่กำกับดูแลสถานีอัดประจุไฟภายนอกเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้มีกฎหมายเฉพาะในการออกใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั้งในและนอกเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงต่อไป

นอกจากนี้ สำหรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในเขตสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ยังมีประเด็นในเรื่องปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นจากการระเบิดหรือการเกิดประกายไฟจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีกฎกระทรวง เรื่องระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า พ.ศ. 2556 ซึ่งได้กำหนดบริเวณอันตรายของสถานที่ประกอบกิจการน้ำมันไว้เป็นสองแบบ ได้แก่

1. บริเวณอันตรายแบบที่ 1 หมายถึง บริเวณที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
    - บริเวณที่ในภาวะการทำงานปกติมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้
    - บริเวณที่อาจมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้อยู่บ่อย ๆ เนื่องจากการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือรั่ว
    - บริเวณที่เมื่อบริภัณฑ์เกิดความเสียหายหรือทำงานผิดพลาด อาจทำให้เกิดก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้ และอาจทำให้บริภัณฑ์ขัดข้องและกลายเป็นแหล่งกำเนิดประกายไฟได้

2. บริเวณอันตรายแบบที่ 2 หมายถึง บริเวณที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

   - บริเวณที่ใช้เก็บของเหลวติดไฟซึ่งระเหยง่ายหรือก๊าซที่ติดไฟได้ ซึ่งโดยปกติของเหลว ไอหรือก๊าซจะถูกเก็บไว้ในภาชนะหรือระบบที่ปิด และอาจรั่วออกมาได้เฉพาะในกรณีที่บริภัณฑ์ทำงานผิดปกติ
   - บริเวณที่มีการป้องกันการติดไฟเนื่องจากก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นเพียงพอ โดยใช้ระบบระบายอากาศซึ่งทำงานโดยเครื่องจักรกล และอาจเกิดอันตรายได้หากระบบระบายอากาศขัดข้องหรือทำงานผิดปกติ
   - บริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณอันตรายแบบที่ 1 และอาจได้รับการถ่ายเทก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะติดไฟได้ในบางครั้ง ถ้าไม่มีการป้องกันโดยการทำให้ความดันภายในห้องสูงกว่าความดันบรรยากาศ โดยการดูดอากาศสะอาดเข้ามาภายในห้อง และมีระบบตรวจสอบด้านความปลอดภัยที่มีประสิทธิผลหากระบบการอัดและระบายอากาศขัดข้องหรือทำงานผิดปกติ

ตามกฎกระทรวงข้อ 16 กำหนดว่า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และบริภัณฑ์ที่ยอมรับให้ใช้ในบริเวณอันตรายแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ต้องได้รับการรับรองจากองค์กรใดองค์กรหนึ่งดังต่อไปนี้

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2. Underwriters Laboratories , Inc. (UL)
3. Electrical Equipment Certification Services (EECS)
4. Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB)
5. Laboratoire Central des Industries Electriques (LCIE)
6. Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI)
7. Canada Standard Association (CSA)
8. Technology Institution of Industrial Safety (TIIS)
9. องค์กรอื่นที่กรมธุรกิจพลังงานเห็นชอบ

ดังนั้น การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจึงควรพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น ซึ่งหากพิจารณาจากอุปกรณ์ที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดพบว่า มีอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าบางชนิดรองรับมาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนด ดังตัวอย่างในรูปที่ 7-1

รูปที่ 7-1 ตัวอย่างอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าที่มีมาตรฐานรองรับ

ในต่างประเทศ การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าอาจไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในสถานีบริการเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาถึงรูปแบบธุรกิจการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าของบางประเทศ เช่น สวีเดน พบว่า มีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่า สถานีบริการเชื้อเพลิงนั้นได้มีการลงทุนพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ร้านสะดวกซื้อ ห้องน้ำ ฯลฯ อยู่แล้ว ดังนั้น การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าจึงเป็นการใช้ประโยชน์ทางด้านการตลาดจากสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้

กฎหมายที่เกี่ยวข้องในส่วนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มิใช่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จะอยู่ในการกำกับดูแลของ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 มาตรา 72 ด้านความปลอดภัย ซึ่งกำหนดว่า การประกอบกิจการพลังงาน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานทางวิศวกรรมและมีความปลอดภัย ตามระเบียบที่คณะกรรมการประกาศกำหนด โดยระเบียบกำหนดจะต้อง

1. ไม่สร้างภาระให้แก่ผู้รับใบอนุญาตเกินความจำเป็น
2. ไม่เข้มงวดเกินไปในลักษณะที่เป็นการจำกัดหรือกีดกันการแข่งขัน
3. ไม่เป็นการเอื้อประโยชน์ให้แก่ผู้รับใบอนุญาตรายหนึ่งรายใด
4. มีความโปร่งใส

รายละเอียดอื่นนั้น กกพ. ซึ่งอยู่ระหว่างการพิจารณาข้อกำหนดเพิ่มเติมที่เหมาะสมและอ้างอิงกับมาตรฐานอุปกรณ์ของ สมอ.

นอกจากนี้ ยังมีประเด็นที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมในการจัดเก็บข้อมูลสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อการบริหารจัดการระบบไฟฟ้า และอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีกฎหมาย หรือ

ระเบียบมารองรับที่ชัดเจนว่าหน่วยงานใดจะเป็นผู้เก็บข้อมูลดังกล่าว รวมทั้งการกำหนดมอบอำนาจเพื่อดูแลสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะหลังจากที่มีการติดตั้งไปแล้ว

7.5.3 การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้า

นอกเหนือจากการขออนุญาตการจำหน่ายไฟฟ้ากับทางสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) แล้ว การขออนุญาตดังกล่าวจะต้องผ่านข้อกำหนดต่าง ๆ ตามพระราชบัญญัติ โดยมีมาตราอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. มาตรา 47 เรื่องการกำหนดประเภทและใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551
2. มาตรา 72 ด้านความปลอดภัย
3. มาตรา 73 มาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายพลังงาน
4. มาตรา 75 มาตรฐานอ้างอิงที่สามารถใช้อ้างกับหน่วยงานอื่น ได้
5. มาตรา 81 การเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายพลังงาน

การเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายพลังงานต้องผ่านข้อกำหนดการเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายพลังงานของการไฟฟ้าที่ทำการเชื่อมต่อ ซึ่งปัจจุบัน กกพ. อยู่ระหว่างการพิจารณาออกประกาศ/ระเบียบ ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 โดยมีขอบเขตการกำกับ ดังนี้

1. หากการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าต้องได้รับใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้าจาก กกพ. จะกำกับตั้งแต่ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจนถึงเต้ารับและเต้าเสียบของเจ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั้งนี้ ให้กำกับตามมาตรฐานที่กำหนดโดย สมอ.
2. หากการประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องได้รับใบอนุญาตจำหน่ายไฟฟ้า จะกำกับถึงมิเตอร์ขายไฟฟ้าของเจ้าของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและให้นำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าของ สมอ. บรรจุลงในระเบียบของ กกพ. ว่าด้วยมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า วิธีการตรวจสอบ และการรับรองผลการตรวจสอบ อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

7.6 กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม

ยานยนต์ไฟฟ้านั้นแม้ถือว่าจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและเป็นยานพาหนะชนิดเดียวเท่านั้นที่ไม่มีไอเสีย เพราะใช้พลังงานจากไฟฟ้าและถึงแม้ว่าแหล่งกำเนิดพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจะใช้น้ำมันและปล่อยควัน แต่เมื่อเปรียบเทียบจะพบว่าน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้พลังงานจากน้ำมันมาก ทำให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังมีความกังวลเรื่องแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะต้องมีการเปลี่ยน หรือรีไซเคิลในอนาคต ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีแผนงานหรือหน่วยงานที่ชัดเจนรองรับ โดยกฎหมายหลักด้านสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในขอบเขตการดูแลปัญหาดังกล่าวประกอบด้วย

7.6.1 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายหลักในการดูแลสภาวะแวดล้อมของประเทศ โดยให้มีการควบคุมภาวะมลพิษการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งการส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนจะได้รับอนุญาตให้เปิดดำเนินการได้

พระราชบัญญัติดังกล่าว ได้กำหนดนิยามคำว่า “ของเสีย” และ “วัตถุอันตราย” ไว้ในมาตรา 4 ดังนั้น ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้จึงไม่ได้ให้นิยามของคำว่า “ของเสียอันตราย” ไว้แต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม ของเสียตามที่กำหนดไว้นี้ได้ครอบคลุมคำว่าวัตถุอันตรายไว้ด้วย ของเสียตามกฎหมายฉบับนี้จึงย่อมหมายความถึงของเสียอันตรายได้ด้วย หากวัตถุอันตรายได้ถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ แม้ว่ากฎหมายฉบับนี้จะไม่ได้ให้ความหมายของ “ของเสียอันตราย” ไว้โดยตรง แต่อาจปรับใช้จากมาตรา 4 ดังกล่าวได้

พระราชบัญญัติฉบับนี้ยังระบุว่า “ในกรณีที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้โดยเฉพาะ...” ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดหรือประเภทของของเสียอันตราย รวมถึงการควบคุม การขนส่ง การเคลื่อนย้าย การนำเข้าและส่งออกและการจัดการของเสียอันตราย ซึ่งมีลักษณะเป็นบทบัญญัติทั่วไปจึงใช้อุดช่องว่างเมื่อไม่มีกฎหมายอื่นกำหนดในเรื่องดังกล่าวไว้โดยเฉพาะ ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้เพื่อให้สอดคล้องกับพันธกรณีในการควบคุม การขนส่ง การเคลื่อนย้าย การนำเข้าและส่งออกของเสียอันตรายได้

อนึ่ง คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้มีมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 6/2536 เรื่อง ห้ามนำเข้าแบตเตอรี่ใช้แล้วหรือแผ่นธาตุที่อยู่ในแบตเตอรี่ใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตตะกั่วแท่ง

7.6.2 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายที่ตราขึ้นเพื่อควบคุมการนำเข้า ส่งออก การผลิต การจำหน่าย การครอบครอง การขนส่ง และการใช้สารอันตรายซึ่งได้มีการแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามความจำเป็นแก่การควบคุม และให้มีการตั้งศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายขึ้นในกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในกฎหมาย มิฉะนั้นจะมีความผิดและต้องรับโทษตามที่พระราชบัญญัติฉบับนี้กำหนดไว้ เช่น ห้ามมิให้ผู้ใดผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 เว้นแต่ จะได้แจ้งความประสงค์จะดำเนินการดังกล่าวให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ได้กำหนดนิยามคำว่า “วัตถุอันตราย” ไว้ในมาตรา 4 ดังนั้น ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้จึงไม่ได้ให้นิยามของ “ของเสียอันตราย” ไว้แต่อย่างใด จึงต้องตีความตามความหมายที่บุคคลทั่วไปเข้าใจได้ ว่า “ของเสียอันตราย” หมายถึง ของเสียที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้

ของเสียอันตรายจึงอาจครอบคลุมวัตถุอันตรายตามนิยามที่กำหนดไว้ในกฎหมายฉบับนี้ได้ กล่าวคือ วัตถุอันตรายที่จะเป็นของเสียอันตรายได้จึงต้องเป็นวัตถุอันตรายที่ถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น ไม่ใช่วัตถุอันตรายทุกอย่างที่เป็นของเสียอันตราย

7.6.3 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

เป็นกฎหมายที่ตราขึ้นเพื่อการควบคุมการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ได้กำหนดนิยามคำว่า “สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว” ไว้ในมาตรา 4 ดังนั้น ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้จึงไม่ได้ให้นิยามของ “ของเสียอันตราย” ไว้แต่อย่างใด ซึ่ง “สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว” ก็อาจอยู่ภายใต้คำนิยามของ “ของเสียอันตราย” หากสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว ส่งผลให้เกิดอันตรายขึ้นได้

ตามบทเฉพาะกาลของกฎหมายดังกล่าวได้นำประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 25 พ.ศ. 2531 และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2531 ซึ่งออกตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2512 มาใช้บังคับ โดยภายใต้กฎหมายดังกล่าวได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์ให้ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการเก็บรวบรวมและกำจัดสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุไม่ใช้แล้วซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารไวไฟ สารกัดกร่อน สารเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย และสารมีพิษ เช่น สารหนู แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และปรอท นอกจากนี้ยังระบุชื่อของสารตัวทำลาย และประเภทของวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ที่จะต้องมีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้ายตามวิธีที่กำหนดไว้ และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องหลักเกณฑ์ในการอนุญาตให้นำเศษตัดและของที่ใช้ไม่ได้ซึ่งเป็นพลาสติกไม่ว่าใช้แล้วหรือไม่ก็ตามเข้ามาในราชอาณาจักร และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง เงื่อนไขในการอนุญาตให้นำของเสียเคมีวัตถุ (Chemical wastes) ที่เป็นวัตถุอันตรายเข้ามาในราชอาณาจักร ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2546 (ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535) บัญชี ข. หมวดของเสียเคมีวัตถุ และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535)

ทั้งนี้ควรมีการพิจารณากฎหมาย ระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อรองรับการกำจัดซากแบตเตอรี่ และมาตรฐานการผลิตแบตเตอรี่ในประเทศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ รวมถึงการพิจารณาการจดทะเบียนแบตเตอรี่รถยนต์เพื่อเป็นวัตถุควบคุม ซึ่งกฎหมายปัจจุบันอาจจะไม่รองรับ เพื่อเตรียมการรองรับปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

7.7 กฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า

นอกจากกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าอื่น ๆ ข้างต้นที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า อยู่ระหว่างการดำเนินการ และควรพิจารณาเพิ่มเติมดังนี้

7.7.1 กฎหมายการจัดซื้อจัดจ้างของหน่วยงานราชการ

ในปัจจุบัน การจัดหารถราชการจะต้องอยู่ในระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยรถราชการ พ.ศ. 2523 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2530 (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535 (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2538 (ฉบับที่ 5) พ.ศ.2541 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2545 ซึ่งมีเนื้อหากำหนดเรื่องการจัดหารถยนต์ของหน่วยงานราขการ โดยมีการกำหนดขนาดเครื่องยนต์สูงสุดตามกระบอกสูบและยังไม่มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการเบิกค่าเชื้อเพลิง ทั้งนี้ ได้ให้อำนาจสำนักงบประมาณโดยความเห็นชอบของคณะรัฐมนตรี เป็นผู้กำหนดหลักเกณฑ์

อีกประการหนึ่ง สำนักงบประมาณอยู่ระหว่างการพิจารณาข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถจัดหายานยนต์ไฟฟ้าได้ตามระเบียบ รวมถึงการเบิกค่าเชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้อง

7.7.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าและการจัดการจราจร

พระราชบัญญัติคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก พ.ศ. 2521 ได้มีการมอบอำนาจการบริหารจัดการระบบจราจรทางบกเพื่อบริหารจัดการ งานที่เกี่ยวข้องกับระบบการจราจร รวมถึงระบบขนส่งมวลชนและรถรางไฟฟ้า ให้สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) เป็นผู้ดูแล ดังนั้น ในกรณีที่ยานยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะมีผลกระทบกับระบบการจราจรทางบก เช่น การกำหนดพื้นที่ ขอบเขตของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่อาจจะส่งผลกระทบกับการจราจร จะเป็นอำนาจของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร เป็นผู้พิจารณาความเหมาะสม

7.7.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานยังได้มีการจัดทำร่างกฎกระทรวงกำหนดรถจักรยานยนต์ประสิทธิภาพสูง และร่างกฎกระทรวงกำหนดรถยนต์ประสิทธิภาพสูง เพื่อตอบสนองแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579 เพื่อกำหนดรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานที่มีอัตราการประหยัดเชื้อเพลิง เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานและเพื่อให้ผู้บริโภคมีข้อมูลสามารถเลือกใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง อันเป็นการประหยัดพลังงานของประเทศและช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิง

7.7.4 กฎหมายเกี่ยวกับการบริหารจัดการข้อมูลของยานยนต์ไฟฟ้า

การบริหารจัดการข้อมูลยานยนต์ไฟฟ้า จำเป็นต้องเข้าถึงข้อมูลของสถานีอัดประจุไฟฟ้า รวมถึงข้อมูลบางส่วนของยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้งานสำหรับการบริหารจัดการระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ในทางกลับกัน อาจจะทำให้เกิดความกังวลด้านความปลอดภัยของข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนที่เป็นข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานงานยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ดังนั้นควรมีการออกข้อกำหนด ระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อมอบหมายอำนาจหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการข้อมูลจากยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงรักษาความลับของข้อมูลยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้ใช้งานสำหรับการบริหารจัดการเท่านั้น

ภาคผนวก

การกำหนดมาตรฐานรถยนต์ไฟฟ้า

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่พิจารณาแล้วเสร็จมีทั้งหมด 3 เรื่อง

1. IEC 62196-1:2014 Ed 3.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements
2. IEC 62196-2:2014 Ed 2.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories
3. IEC 62196-3:2014 Ed 1.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers

แผนกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 6 ด้าน

1. <u>เต้าเสียบและเต้ารับของรถไฟฟ้า 4 เรื่อง</u>

    1.1 IEC 62196-1:2014 Ed 3.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements (เสร็จแล้ว)

    1.2 IEC 62196-2:2014 Ed 2.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories (เสร็จแล้ว)

    1.3 IEC 62196-3:2014 Ed 1.0 Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for d.c. and a.c./d.c. pin and contact-tube vehicle couplers (เสร็จแล้ว)

    1.4 IEC/TS 62196-4 Ed 1.0 – Part 4: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c., d.c. and a.c./d.c. vehicle couplers for Class II or Class III light electric vehicles (LEV) (เสร็จปี 60)

2. <u>ระบบการประจุไฟฟ้าของรถไฟฟ้า (charging system) 6 เรื่อง</u>

   2.1 IEC 61851-1:2010 Ed 2.0 Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements (เสร็จปี 59)

   2.2 IEC 61851-21:2001 Ed 1.0 Electric vehicle conductive charging system – Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an a.c./d.c. supply (เสร็จปี 59)

   2.3 IEC 61851-22:2001 Ed 1.0 Electric vehicle conductive charging system – Part 22: AC electric vehicle charging station (เสร็จปี 59)

   2.4 IEC 61851-23:2014 Ed 1.0 Electric vehicle conductive charging system – Part 23: DC electric vehicle charging station (เสร็จปี 59)

   2.5 IEC 61851-24:2014 Ed 1.0 Electric vehicle conductive charging system – Part 24: Digital communication between a d.c. EV charging station and electric vehicle for control of d.c. charging (เสร็จปี 59)

   2.6 IEC 61980-1:2015 Ed 1.0 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 1: General requirements (เสร็จปี 60)

3. <u>ระบบสื่อสารของรถยนต์ไฟฟ้า 4 เรื่อง</u>

   3.1 ISO 15118-1:2013 Ed 1.0 Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 1: General information and use-case definition (เสร็จปี 60)

   3.2 ISO 15118-2:2014 Ed 1.0 Road vehicles – Vehicle-to-Grid communication interface – Part 2: Network and application protocol requirements (เสร็จปี 60)

   3.3 ISO 15118-3:2015 Ed 1.0 Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 3: Physical and data link layer requirements (เสร็จปี 60)

   3.4 ISO 17409:2015 Ed 1.0 Electrically propelled road vehicles – Connection to an external electric power supply – Safety requirements (เสร็จปี 59)

4. <u>ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) 4 เรื่อง</u>

    4.1 CISPR 12:2007+AMD1:2009 CSV Ed 6.1 Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers (เสร็จปี 60)

    4.2 CISPR 25:2008 Ed 3.0 Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers (เสร็จปี 60)

5. <u>ความปลอดภัย 5 เรื่อง</u>

    5.1 ISO 13063:2012 Electrically propelled mopeds and motorcycles – Safety specifications (เสร็จปี 59)

    5.2 ISO 6469-1:2009 Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 1: On-board rechargeable energy storage systems (เสร็จปี 60)

    5.3 ISO 6469-2:2009 Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 2: Vehicle operational safety means and protection against failures (เสร็จปี 60)

    5.4 ISO 6469-3:2011 Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock (เสร็จปี 60)

    5.5 ISO 6469-4:2015 Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 4: Post crash electrical safety (เสร็จปี 60)

6. <u>ด้านสมรรถนะ 3 เรื่อง</u>

    6.1 ISO 13064-1:2012 Battery-electric mopeds and motorcycles – Performance -- Part 1: Reference energy consumption and range (เสร็จปี 59)

    6.2 ISO 13064-2:2012 Battery-electric mopeds and motorcycles – Performance -- Part 2: Road operating characteristics (เสร็จปี 59)

    6.3 ISO 8715:2001 Electric road vehicles – Road operating characteristics (เสร็จปี 60)