EV CHARGING STATION

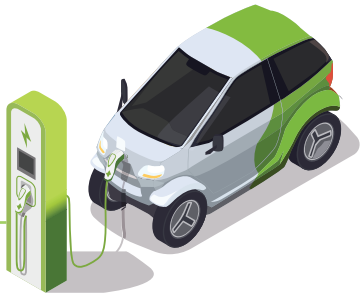
คู่มือโครงการจัดทำแผนการพัฒนา

สถานีประจุแบตเตอรี่ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

เพื่อรองรับเป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ

พิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2565

สารบัญ



- บทนำ 2
- เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 4
- รูปแบบการเชื่อมต่อในการอัดประจุ และระดับความปลอดภัย 6
- นโยบายการส่งเสริมสถานีอัดประจุ ในต่างประเทศ 8
- การส่งเสริมสถานีอัดประจุในประเทศไทย ตามแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประเทศตามนโยบาย 30@30 9
- รูปแบบเครื่องอัดประจุ และโอกาส ในการชาร์จในสถานที่ต่าง ๆ 10
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 12
- รูปแบบการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในพื้นที่ต่าง ๆ 16
- ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการอัดประจุ ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจำนวนมาก 17
- สิ่งที่ต้องรู้ก่อนติดตั้ง สถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 19
- ร่างแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ 24
- ตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนเครื่องอัดประจุที่เหมาะสม สำหรับแผนพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะ 27
- เครื่องอัดประจุสาธารณะที่มีการให้บริการ โดยบริษัทต่าง ๆ และแอปพลิเคชัน สำหรับค้นหา เครื่องอัดประจุสาธารณะ 30
- คำนิยามศัพท์ 35
- เอกสารอ้างอิง 36

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกได้ให้ความสำคัญต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประเทศต่าง ๆ จึงได้ร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหานี้ โดยที่ประชุมรัฐภาคีว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Conference of the Parties : COP) ครั้งที่ 21 (COP21) ได้รับรองข้อตกลงปารีสภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งมีเป้าหมายหลักร่วมกันที่จะรักษาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 1.5 องศาเซลเซียส เพื่อแก้วิกฤติสภาพภูมิอากาศ และในการประชุม COP26 ที่เมืองกลาสโกว์ สหราชอาณาจักรนั้น พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้ประกาศความร่วมมือกับนานาชาติ โดยย้ำว่าไทยให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูงสุด และประกาศยกระดับการดำเนินการของไทย โดยประกาศเป้าหมายที่ไทยจะบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี 2050 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Greenhouse Gas Emission) ภายในปี 2065 ด้วยการสนับสนุนทางด้านการเงินและเทคโนโลยีอย่างเต็มที่และเท่าเทียม

เพื่อให้สอดรับกับเจตจำนงของประเทศในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และสนับสนุนการขับเคลื่อนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ จึงได้เห็นชอบกรอบ “แผนพลังงานชาติ” โดยได้กำหนดแนวนโยบายภาคพลังงาน ที่จะมีผลต่อทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่

- เพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าใหม่โดยมีสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50
- ปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานภาคขนส่งเป็นพลังงานไฟฟ้าสีเขียว ผ่านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ตามนโยบาย 30@30
- ปรับเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่าร้อยละ 30
- ปรับโครงสร้างกิจการพลังงานรองรับแนวโน้มการเปลี่ยนผ่านพลังงานตามแนวทาง 4D1E

โดยนโยบายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ตามนโยบาย 30@30 เป็นนโยบายสำคัญอย่างมากในอนาคตเพื่อสนับสนุนให้ประเทศไทยสามารถบรรลุเป้าหมายการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในระยะยาว ผ่านการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่งให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นพลังงานไฟฟ้าสีเขียว และยังช่วยแก้ไขปัญหาสภาพอากาศจากภาวะฝุ่นละออง PM 2.5 ได้อีกด้วย

ซึ่งจากสถิติการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย พบว่า การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงรถโดยสารสาธารณะ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี ด้วยเหตุนี้ ทางหน่วยงานต่าง ๆ จึงได้มีการเร่งติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่สาธารณะ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

อย่างไรก็ดี จากลักษณะของการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามสถานที่สาธารณะพบว่า มีการกระจุกตัวในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จากนั้นจึงมีการกระจายออกไปตามเมืองใหญ่ที่มีกำลังซื้อ และขยายไปสู่เส้นทางหลักเพื่อรองรับการเดินทางระยะไกล แต่ก็ยังไม่เพียงพอ และเมื่อมีการติดตั้งสถานีอัดประจุเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลกระทบต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศ

กระทรวงพลังงาน โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลักในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า จึงได้นำเสนอเป้าหมายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้สามารถรองรับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่

- การส่งเสริมการพัฒนาโครงข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้าอย่างเพียงพอ โดยมีเป้าหมายการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะให้กระจายทั่วประเทศกว่า 12,000 หัวจ่าย ภายในปี ค.ศ. 2030
- การสร้างกฎระเบียบ มาตรฐานต่าง ๆ เพื่อรองรับการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- การส่งเสริมเทคโนโลยีด้านโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) เพื่อเชื่อมโยงและบริหารจัดการการอัดประจุไฟฟ้าแบบบูรณาการ

สนพ. จึงดำเนินการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวผ่าน**โครงการจัดทำแผนการพัฒนาสถานีประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อรองรับเป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน และมีความสอดคล้องกับทิศทางภาพรวมในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ เกิดการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีเพียงพอต่อความต้องการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า และไม่เกิดภาระต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในระยะยาว โดยมีหลักการและแนวคิด 3 ประการ ได้แก่

1. **ความสามารถในการเข้าถึงที่สูงสุด** *Maximize Accessibility*
2. **การใช้ประโยชน์สูงสุด** *Maximize Utilization*
3. **ต้นทุนต่ำที่สุด** *Minimize Cost*

ซึ่งการศึกษาแผนการพัฒนาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะนี้ จะคำนึงถึงความครอบคลุมและการกระจายตัวอย่างเหมาะสมในเชิงพื้นที่ มีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ และคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าสูญเสีย โดยการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อทำการวิเคราะห์ความต้องการกำลังไฟฟ้า ตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนเครื่องอัดประจุที่เหมาะสม และการกระจายตัวของเครื่องอัดประจุเพื่อให้มีความครอบคลุมและเหมาะสม

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเตรียมความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานทางไฟฟ้าเพื่อลดผลกระทบจากการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อโครงข่ายไฟฟ้า การใช้ประโยชน์จากยานยนต์ไฟฟ้าในฐานะทรัพยากรพลังงานแบบกระจายศูนย์ และการใช้งานระบบอัดประจุอัจฉริยะ หรือ Smart Charging System ร่วมกับการศึกษาข้อจำกัดของกฎระเบียบต่าง ๆ ทั้งในเรื่องของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการการอัดประจุ ระเบียบอาคาร การขออนุญาตต่าง ๆ และมาตรฐานด้านอุปกรณ์ มาตรฐานความปลอดภัยในการพัฒนาสถานีอัดประจุไฟฟ้าในอนาคตอีกด้วย

เทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ปัจจุบัน รูปแบบการใช้งานสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบใช้สาย สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ และการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบไร้สาย โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียด ดังนี้

1. การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบใช้สาย

การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบใช้สายเป็นรูปแบบการอัดประจุหลักที่ทุกประเทศทั่วโลกเลือกใช้ เนื่องด้วยมีความคุ้มค่าในการลงทุน มีประสิทธิภาพสูง และสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีการจัดการพลังงานได้ โดยสามารถจำแนกการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบใช้สายตามระดับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1.1) การอัดประจุแบบช้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Slow Charge)

เป็นการอัดประจุระดับ 1 (Level 1) ซึ่งเป็นรูปแบบการอัดประจุที่พื้นฐานที่สุด และถูกใช้มากที่สุดทั่วโลก แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานในลักษณะของสถานีบริการเฉพาะหรือสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากใช้เวลาในการอัดประจุที่นาน

3-Pin : 3 kW AC | Type 1 : 3 – 6 kW AC | Type 1 : 3 – 6 kW AC | Commando : 3 – 6 kW AC

ภาพที่ 1 หัวจ่ายที่รองรับการอัดประจุแบบช้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ

1.2) การอัดประจุแบบปกติด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Normal Charge)

เป็นการอัดประจุระดับ 2 (Level 2) สามารถอัดประจุด้วยกำลังไฟฟ้าสูงสุด 22 กิโลวัตต์ เหมาะสำหรับการอัดประจุในพื้นที่กึ่งสาธารณะที่ผู้ใช้ไม่รีบร้อนมาก หรือต้องจอดรถไว้เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น ลานจอดรถ และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้ การอัดประจุในรูปแบบนี้สามารถดำเนินการได้ที่บ้านเช่นเดียวกัน

Type 1 : 7.4 kW AC | Type 2 : 7 – 22 kW AC | Commando : 7 – 22 kW AC

ภาพที่ 2 หัวจ่ายที่รองรับการอัดประจุแบบปกติด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ

1.3) การอัดประจุแบบเร็ว (Fast Charge)

การอัดประจุแบบเร็วนั้น มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ การอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fast Charge) การอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Fast Charge) ซึ่งทั้งสองรูปแบบสามารถทำการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าจนถึงระดับ 80% ภายในระยะเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตาม เครื่องอัดประจุแบบเร็วมีความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูง อีกทั้งยังมีราคาที่แพงกว่ามากอย่างมีนัยสำคัญในด้านการติดตั้งและด้านปฏิบัติการ จึงถูกใช้ในสถานีอัดประจุที่มีผู้ใช้บริการจำนวนมากและผู้ใช้บริการเหล่านั้นต้องการความรวดเร็ว

CHAdeMO 50 kW DC | CCS : 50-350 kW DC | CCS : 50-350 kW DC

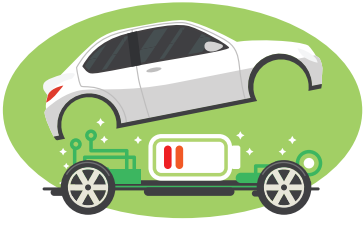
ภาพที่ 3 หัวจ่ายที่รองรับการอัดประจุแบบเร็ว

2. สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ (Battery Swapping Stations: BSS)

เป็นสถานีอัดประจุแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่ดำเนินการโดยอัดประจุแบตเตอรี่ไว้ล่วงหน้าเพื่อรอการสับเปลี่ยนกับแบตเตอรี่ที่มีค่าสถานะของประจุที่ต่ำกว่า การสับเปลี่ยนแบตเตอรี่เป็นวิธีการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าที่รวดเร็วกว่ามาก แม้เทียบกับการอัดประจุแบบเร็วก็ตาม โดยทั่วไปการเปลี่ยนแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กนั้นง่ายกว่ามากเมื่อเทียบกับยานยนต์ไฟฟ้าทั่วไป ผู้ขับขี่สามารถดำเนินการสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ด้วยตนเองได้ ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่นิยมใช้วิธีนี้คือ รถสองล้อไฟฟ้า รถสามล้อไฟฟ้า และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

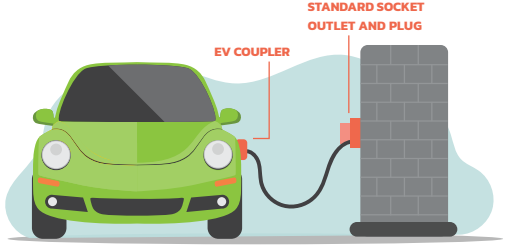
3. การอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าแบบไร้สาย

การถ่ายโอนพลังงานเข้าสู่แบตเตอรี่ในรูปแบบไร้สายจะทำให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการอัดประจุแบบไร้สายในขณะที่ยานยนต์จอดอยู่กับที่ หรือจะเป็นการอัดประจุแบบไร้สายในขณะที่ยานยนต์กำลังเคลื่อนที่อยู่ก็ตาม



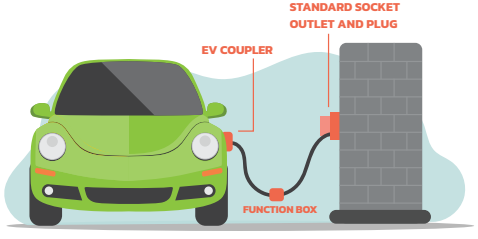
รูปแบบการเชื่อมต่อในการอัดประจุและระดับความปลอดภัย

โหมด 1 (Mode 1) ยานยนต์ไฟฟ้าจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยตรงผ่านเต้ารับมาตรฐานที่ติดตั้งทั่วไปในที่อยู่อาศัย โดยไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าใด ๆ มีพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A และเป็นการอัดประจุด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ทั้งนี้ ในการอัดประจุไฟฟ้าในโหมด 1 นั้นระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยและมีการติดตั้งสายดิน อุปกรณ์ตัดไฟฟ้า และอุปกรณ์ป้องกันกระแสรั่ว นอกจากนี้การอัดประจุไฟฟ้า ในโหมด 1 เป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดความร้อนขึ้นบริเวณเต้ารับและสายไฟฟ้า ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ และหากมีการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดของเต้ารับและสายไฟฟ้า จะทำให้เบรกเกอร์ตัดการจ่ายไฟฟ้าเนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าเกิน



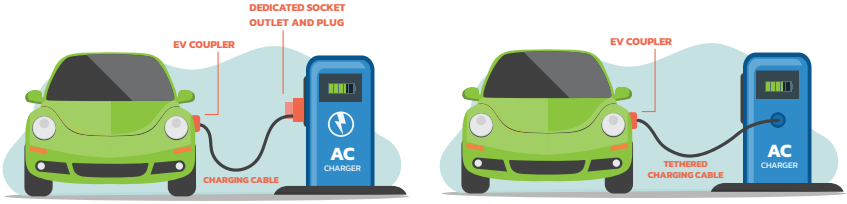
ภาพที่ 4 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 1 (Mode 1)

โหมด 2 (Mode 2) ยานยนต์ไฟฟ้าถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยตรงผ่านเต้ารับที่ติดตั้งทั่วไปในที่อยู่อาศัย และทำการอัดประจุไฟฟ้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) อย่างไรก็ตามในการอัดประจุไฟฟ้าในโหมด 2 จะมีอุปกรณ์ป้องกันเพื่อควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าติดตั้งมาพร้อมกับสายเคเบิล ซึ่งทำให้การอัดประจุไฟฟ้าในโหมด 2 มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าในโหมด 1 แต่มีความปลอดภัยมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 5 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 2 (Mode 2)

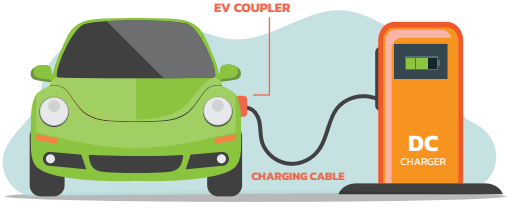
โหมด 3 (Mode 3) ยานยนต์ไฟฟ้าจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งมีแผงวงจรในการควบคุมการอัดประจุไฟฟ้าและควบคุมความปลอดภัยด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ส่งผลให้การอัดประจุไฟฟ้าในโหมดนี้มีความปลอดภัยมากกว่าการอัดประจุไฟฟ้าในโหมด 1 และโหมด 2 แต่ก็มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าด้วยเช่นเดียวกัน



(ก) เครื่องอัดประจุเป็นแบบมีเต้ารับ **(ข) กรณีเครื่องอัดประจุเป็นแบบมีสาย**

ภาพที่ 6 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 3 (Mode 3)

โหมด 4 (Mode 4) ยานยนต์ไฟฟ้าจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านเครื่องอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งจะอัดประจุไฟฟ้าด้วยกระแสตรง (DC) เข้าสู่แบตเตอรี่โดยตรง โดยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าจะมีระบบควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า ระบบควบคุมความปลอดภัย และสายเคเบิลติดตั้งมากับเครื่องอัดประจุไฟฟ้า จึงทำให้การอัดประจุไฟฟ้าในโหมด 4 มีความรวดเร็วและปลอดภัย แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสำหรับเครื่องอัดประจุไฟฟ้าและการเตรียมระบบไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูง



ภาพที่ 7 รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้าโหมด 4 (Mode 4)

นโยบายการส่งเสริมสถานีอัดประจุในต่างประเทศ

การใช้งานรถยนต์สันดาปภายในมักก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ อาทิ ฝุ่นละออง PM 2.5 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งประเทศไทยและอีกหลาย ๆ ประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ และเริ่มตระหนักถึงปัญหานี้ จึงทำให้ในหลายประเทศได้พยายามผลักดันนโยบายให้มีการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น นอกจากจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย โดยนโยบายที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุในแต่ละประเทศ มีดังนี้

1) **ประเทศสหรัฐอเมริกา** จะมุ่งเน้นไปที่การติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานให้ครอบคลุมทั้งประเทศ ผ่านการสนับสนุนด้านการเงิน มีโครงการถนนเชื้อเพลิงทางเลือกที่สนับสนุนการใช้ยานยนต์พลังงานทางเลือกในการเดินทางระยะไกล มีการสนับสนุนการติดตั้งเครื่องอัดประจุที่ติดตั้งในบ้าน สำนักงาน หรือพื้นที่เชิงพาณิชย์

2) **ประเทศจีน** รัฐบาลจีนได้ให้การสนับสนุนการติดตั้งเครื่องอัดประจุในพื้นที่ต่าง ๆ และมีการเริ่มกำหนดเป้าหมายสนับสนุนการพัฒนาสถานีอัดประจุตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 เพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า และได้มีการตั้งเป้าหมายในการขายยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ 25% ภายในปี ค.ศ. 2025

3) **ประเทศอินเดีย** มีการจัดทำข้อเสนอเพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการลงทุนในสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า ปรับปรุงมาตรฐานการอัดประจุ สนับสนุนการวิจัยและการพัฒนาอุปกรณ์อัดประจุมีการลดภาษีและอุดหนุนค่าอุปกรณ์อัดประจุ และการสร้างสถานีอัดประจุในพื้นที่ต่าง ๆ

4) **ประเทศอังกฤษ** รัฐบาลมีความพยายามผลักดันในการพัฒนาจุดอัดประจุให้เป็นเครือข่ายโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุที่ดีที่สุดในโลก มีการออกกฎระเบียบสำหรับการสร้างบ้านและอาคารใหม่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2022 จะต้องติดตั้งจุดอัดประจุ โดยรัฐบาลคาดการณ์ว่านโยบายนี้จะทำให้เกิดจุดหรือสถานีอัดประจุแห่งใหม่ประมาณ 145,000 จุดในแต่ละปี และได้มีการตั้งเป้าหมายยกเลิกการขายรถยนต์สันดาปภายใน ภายในปี ค.ศ. 2035

การส่งเสริมสถานีอัดประจุในประเทศไทยตามแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ของประเทศตามนโยบาย30@30

ประเทศไทยกำลังก้าวสู่การเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนที่สำคัญของโลก โดยคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ได้ออกแนวทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ตามนโยบาย 30@30 คือ การตั้งเป้าผลิตรถ ZEV (Zero Emission Vehicle) หรือรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ให้ได้อย่างน้อย 30% ของการผลิตยานยนต์ทั้งหมดในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 ถือเป็นอีกหนึ่งกลไกที่จะนำพาประเทศไทยเข้าสู่การเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Society) ในอนาคต

จากการประชุมคณะกรรมการนโยบายยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2564 ในวันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา ได้กำหนดเป้าหมายการผลิตและการใช้ ZEV ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการร่วมมือกันระหว่างทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **เป้าหมายการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า** ประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 725,000 คัน รถจักรยานยนต์ 675,000 คัน รถบัสและรถบรรทุก 34,000 คัน นอกจากนั้น ยังมีการส่งเสริมการผลิตรถสามล้อ เรือโดยสาร และรถไฟระบบราง อีกด้วย นอกจากนี้ ยังมีมาตรการส่งเสริม ZEV คือ
  - การส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนเพื่อให้ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน โดยได้มีการกำหนดมาตรฐานให้ครอบคลุมยานยนต์และชิ้นส่วนสำคัญ แผนส่งเสริมผู้ประกอบการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่ยานยนต์ไฟฟ้า และแผนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบุคลากรและกำลังคน
- **เป้าหมายการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า** ประเภทรถยนต์นั่งและรถกระบะ 440,000 คัน รถจักรยานยนต์ 650,000 คัน รถบัสและรถบรรทุก 33,000 คัน รวมถึงการกำหนดเป้าหมายการส่งเสริมสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะแบบ Fast charge จำนวน 12,000 หัวจ่าย และสถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 1,450 สถานี และมีมาตรการส่งเสริม ZEV ในด้านต่าง ๆ ได้แก่
  - การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งมาตรการทางภาษีและที่ไม่ใช่ภาษี โดยมีมาตรการ Quick win เป็นการส่งเสริมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของธุรกิจขนส่งเชิงพาณิชย์และหน่วยงานรัฐ
  - การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งการส่งเสริมสถานีอัดประจุไฟฟ้า การพัฒนากฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการอัดประจุ และการส่งเสริมเทคโนโลยีสมาร์ทกริด รวมถึงการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าและการใช้แบตเตอรี่ที่ผลิตในประเทศการจัดการแบตเตอรี่ใช้แล้วและการพัฒนากำลังคน

รูปแบบเครื่องอัดประจุและโอกาสในการชาร์จในสถานที่ต่าง ๆ

สำหรับการแบ่งรูปแบบของเครื่องอัดประจุ สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ เครื่องอัดประจุ แบบส่วนบุคคล (Private) และเครื่องอัดประจุแบบสาธารณะ (Public) ซึ่งแต่ละรูปแบบสามารถแบ่งตามรูปแบบการติดตั้งได้ ดังนี้

1. **เครื่องอัดประจุแบบส่วนบุคคล (Private)** สามารถแบ่งตามรูปแบบการติดตั้งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

   - **การติดตั้งเครื่องอัดประจุที่บ้าน** เป็นการใช้งานเครื่องอัดประจุในรูปแบบการเป็นเจ้าของ อาทิ
     - แบบ Single home
     - แบบ Multi-Family
     - แบบ Condominium

   การติดตั้งเครื่องอัดประจุในที่ทำงาน เป็นการใช้งานเครื่องอัดประจุในรูปแบบการใช้งานเฉพาะบุคลากร/พนักงาน อาทิ

อาคารสำนักงาน

แบบ Fleet

2. **เครื่องอัดประจุแบบสาธารณะ (Public)** สามารถแบ่งตามรูปแบบการติดตั้งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

   - **การติดตั้งเครื่องอัดประจุในพื้นที่เชิงพาณิชย์ (Commercial Area)** เป็นการใช้งานเครื่องอัดประจุในรูปแบบการให้บริการหรือใช้งานเฉพาะในพื้นที่ติดตั้ง อาทิ

ลานจอดรถ

ห้างสรรพสินค้า

สถานีอัดประจุสาธารณะ (Public Station) เป็นการใช้งานเครื่องอัดประจุในรูปแบบการให้บริการเชิงพาณิชย์แบบเต็มรูปแบบ อาทิ

Normal Charge | Fast Charge | Battery Swap

ซึ่งจากการศึกษาของ Electric Power Research Institute, 2019 พบว่า โอกาสในการชาร์จในสถานที่ต่าง ๆ คือ การชาร์จที่บ้าน 80% ซึ่งเป็นการใช้งานในรูปแบบ Slow Charge การชาร์จในที่ทำงาน 15% เป็นการใช้งานในรูปแบบ Slow Charge เช่นเดียวกัน และการชาร์จในที่สาธารณะ 5% ซึ่งเป็นการใช้งานในรูปแบบ Super Charge/ Fast Charge

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า

การจัดทำข้อกำหนด ระเบียบ และกฎหมายที่มีความเกี่ยวข้องกับมาตรฐานของอุปกรณ์และความปลอดภัยในการติดตั้งได้เริ่มดำเนินการอย่างจริงจัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 โดยมีหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.) กรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานทางวิศวกรรม ได้แก่ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) โดยการจัดทำข้อกำหนด ระเบียบ และกฎหมายต่าง ๆ มีดังนี้

1. **การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)** ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2563 กฟน. ได้ออกข้อกำหนดและมาตรฐานเกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 3 ฉบับ คือ
   - ข้อกำหนดการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า (EV)
   - ข้อกำหนดการเชื่อมต่อและติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
   - มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับวงจรจ่ายไฟฟ้าบริเวณท่าเรือโป๊ะ และบริภัณฑ์จ่ายไฟเรือไฟฟ้าเพื่อการอัดประจุไฟฟ้าหรือลักษณะที่คล้ายกัน

2. **การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)** ในช่วงปี พ.ศ. 2562 – 2563 กฟภ. ได้ออกข้อกำหนดและระเบียบที่เกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 5 ฉบับ คือ
   - ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าระบบอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า
   - ข้อกำหนดการติดตั้งทางไฟฟ้าสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานประกอบการ
   - ข้อกำหนดการติดตั้งทางไฟฟ้าการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าระบบ 1 เฟส สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทที่อยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก
   - ข้อกำหนดการติดตั้งทางไฟฟ้าการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส สำหรับผู้ใช้ไฟประเภทที่อยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก
   - ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

3. **สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สำนักงาน กกพ.)** ในปี พ.ศ. 2563 สำนักงาน กกพ. กฟน. และ กฟภ. ร่วมกันจัดทำมาตรฐานการติดตั้งเกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 ฉบับ คือ
   - มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการอัดประจุไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน และลักษณะที่คล้ายกัน
   - มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการอัดประจุไฟฟ้าประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า

4. **สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)** ในช่วงปี พ.ศ. 2559 ถึงปัจจุบัน สมอ. ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 19 ฉบับ โดยจัดทำเสร็จสิ้นและได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้ว จำนวน 18 ฉบับ และอยู่ระหว่างจัดทำ 1 ฉบับ

   มาตรฐานเต้าเสียบ และเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 3 ฉบับ ดังนี้
   - มอก. 2749 เล่ม 1-2559 เต้าเสียบ เต้ารับ-จ่าย ตัวต่อยานยนต์และเต้ารับยานยนต์-การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป (IEC 62196-1:2014)
   - มอก. 2749 เล่ม 2-2559 เต้าเสียบ เต้ารับ-จ่าย ตัวต่อยานยนต์ และเต้ารับยานยนต์-การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 2 ข้อกำหนดความเข้ากันได้เชิงมิติและการสับเปลี่ยนได้ สำหรับขาเสียบ และท่อหน้าสัมผัสของเต้าไฟฟ้ากระแสสลับ (IEC 62196-2:2016)
   - มอก. 2749 เล่ม 3-2559 เต้าเสียบ เต้ารับ-จ่ายตัวต่อยานยนต์ และเต้ารับยานยนต์-การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 3 ข้อกำหนดความเข้ากันได้เชิงมิติและการสับเปลี่ยนได้ สำหรับขาเสียบ และท่อหน้าสัมผัสคู่เต้าต่อยานยนต์ไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ/กระแสตรง (IEC 62196-3:2014)

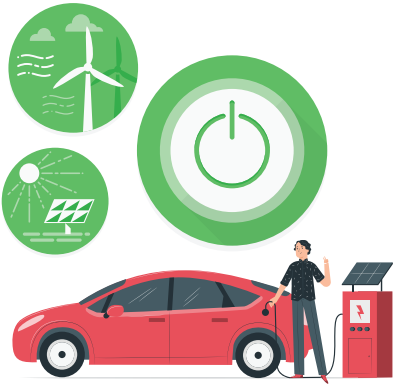
   มาตรฐานของระบบและอุปกรณ์การประจุไฟฟ้า จำนวน 13 ฉบับ ดังนี้
   - มอก. 2911-2562 อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันในสายสำหรับการชาร์จไฟยานพาหนะไฟฟ้า โหมด 2
   - มอก. 3060 เล่ม 1-2563 สายไฟฟ้าสำหรับอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 0.6/1 kV เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป
   - มอก. 3060 เล่ม 2-2563 สายไฟฟ้าสำหรับอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 0.6/1 kV เล่ม 2 วิธีทดสอบ

- มอก. 3060 เล่ม 3-2563 สายไฟฟ้าสำหรับอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 0.6/1 kV เล่ม 3 สายไฟฟ้าสำหรับอัดประจุไฟฟ้ากระแสสลับตามโหมด 1 โหมด 3 ของ IEC 61851-1 ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 450/750 V
- มอก. 3068-2563 การติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
- มอก. 61851 เล่ม 1-2560 ระบบประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป (IEC 61851-1:2010)
- มอก. 61851 เล่ม 21-2560 ระบบประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 21 ข้อกำหนดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเชื่อมต่อผ่านตัวนำไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ/กระแสตรง(IEC 61851-21:2001)
- มอก. 61851 เล่ม 22-2560 ระบบประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 22 สถานีประจุไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (IEC 61851-22:2001)
- มอก. 61851 เล่ม 23-2560 ระบบประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 23 สถานีประจุไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (IEC 61851-23:2014)
- มอก. 61851 เล่ม 24-2560 ระบบประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 24 การสื่อสารแบบดิจิทัลระหว่างสถานีประจุไฟฟ้ากระแสตรงกับยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับควบคุมการประจุแบบกระแสตรง (IEC 61851-24:2014)
- มอก. 61980 เล่ม 1-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป (IEC 61980-1:2020)
- มอก. 61980 เล่ม 2-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 2 คุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการด้านการสื่อสารระหว่างยานยนต์ไฟฟ้ากับโครงสร้างพื้นฐาน (IEC 61980-2:2019)
- มอก. 61980 เล่ม 3-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 3 คุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการด้านระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายด้วยสนามแม่เหล็ก (IEC 61980-3:2019)

- **มาตรฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยของแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า** จำนวน 2 ฉบับ ดังนี้
  - มอก. 62840 เล่ม 1-2563 ระบบสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 1 ทั่วไปและข้อแนะนำ
  - มอก. 62840 เล่ม 2-2563 ระบบสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 2 คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย
- **มาตรฐานเกี่ยวกับการส่งกำลังแบบไร้สายด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า** ซึ่งอยู่ระหว่างจัดทำ 1 ฉบับ ดังนี้
  - ยานยนต์บนถนนที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า –การส่งกำลังแบบไร้สายด้วยสนามแม่เหล็ก - ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและการทำงานร่วมกัน (ISO 19363)

นอกจากนี้ สมอ. มีแผนจะจัดทำมาตรฐานของระบบประจุไฟฟ้าแบบสลับ (Swapping) และการเชื่อมต่อระหว่างยานยนต์ไฟฟ้ากับโครงข่ายไฟฟ้า (Vehicle to Grid) เพิ่มเติมอีกด้วย

5. **กรมธุรกิจพลังงาน (ธพ.)** ได้ออกมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 1 ฉบับ คือ มจพ.701-2564 : มาตรฐานความปลอดภัยสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
6. **วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)** ในปี พ.ศ. 2562 วสท. ได้จัดทำมาตรฐานข้อกำหนดเกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ฉบับ คือ (ร่าง) มาตรฐานข้อกำหนดสำหรับการติดตั้งเฉพาะหรือสถานที่เฉพาะ – แหล่งจ่ายไฟสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า



รูปแบบการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่ต่าง ๆ

สำหรับผู้ใช้งาน/เจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าที่ไม่มีเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านหรือมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าภายในบริเวณที่พักอาศัยไม่เพียงพอต่อความต้องการนั้น ทำให้กลุ่มผู้ใช้งานเหล่านี้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้สถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งบริเวณที่มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้า มีดังนี้

1. **พื้นที่ขายปลีกต่าง ๆ** เป็นสถานที่ที่ดึงดูดให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้บริการเป็นระยะเวลานานและมีพื้นที่จอดรถให้บริการอยู่แล้ว จึงมักใช้การอัดประจุแบบช้าไปจนถึงการอัดประจุแบบปกติ

2. **สถานที่ของรัฐ** หน่วยงานของราชการ โรงเรียน มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล อาจมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อรองรับผู้ที่เข้ามาติดต่อหรือใช้บริการ การใช้งานจะมีตั้งแต่การอัดประจุแบบช้าไปจนถึงการอัดประจุแบบเร็ว ขึ้นอยู่กับนโยบายการสนับสนุนในแต่ละพื้นที่

3. **จุดจอดรถ** ที่มีการติดตั้งเครื่องอัดประจุสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบ ยกตัวอย่างเช่น จุดจอดรถสำหรับอาคารหลายผู้อยู่อาศัย เครื่องอัดประจุที่ถูกติดตั้งนี้จะถูกใช้งานในลักษณะกึ่งสาธารณะ ระดับการอัดประจุมีตั้งแต่แบบช้าไปจนถึงการอัดประจุแบบปกติ

4. **ไหล่ทาง/ริมถนน** สำหรับเขตตัวเมืองในบางประเทศที่มีการอนุญาตให้จอดรถบริเวณไหล่ทางหรือริมถนน อาจมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุขนาดกะทัดรัดหรือติดตั้งไว้กับเสาไฟ (Lamppost Electric Vehicle Charger) ดังเช่นในประเทศอังกฤษ กำลังการอัดประจุมักจะเป็นแบบช้า แต่อาศัยการติดตั้งเป็นจำนวนมากเพื่อให้สามารถรองรับยานยนต์ไฟฟ้าได้หลายคันพร้อมกัน

5. **ระเบียงถนน/ทางหลวง** เป็นเส้นทางที่มีปริมาณยานยนต์จำนวนมากเมื่อเทียบกับถนนทั่วไป จึงมักจะเป็นเครื่องอัดประจุแบบเร็ว เพื่อลดช่วงเวลาในขณะที่รอการอัดประจุให้น้อยที่สุด

6. **สถานที่ทำงาน** การติดตั้งเครื่องอัดประจุในสถานที่ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่ออำนวยความสะดวกให้พนักงานที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า แต่ยังคงต้องอาศัยการสนับสนุนจากภาครัฐในระยะแรก เนื่องจากการติดตั้งเครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายที่สูงและอาจส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าภายในอาคาร หากยังไม่มีการสนับสนุนจากทางภาครัฐก็ยากที่จะเกิดการติดตั้งอย่างแพร่หลายในระยะแรก

7. **สถานที่ให้บริการที่พัก** เป็นการติดตั้งเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้เข้าใช้บริการในที่พัก เช่น โรงแรม รีสอร์ต เป็นต้น ซึ่งมักใช้การอัดประจุแบบช้าไปจนถึงการอัดประจุแบบปกติ

ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจำนวนมาก

ในการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้านั้น ก่อให้เกิดความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อนำมาใช้สำหรับการอัดประจุแก่ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งหากมีการนำยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งานอย่างแพร่หลาย จะทำให้เกิดการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าในจำนวนมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบในเชิงลบต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าได้ ดังนี้

- **ผลกระทบต่อข้อมูลการใช้ไฟฟ้า (Impact on Load Profile)** เกิดจากการที่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ทำการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าภายในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น ในช่วงเช้าของการมาถึงที่ทำงาน ในช่วงเย็นเมื่อกลับถึงบ้าน เป็นต้น

- **ผลกระทบต่ออุปกรณ์ในระบบ (Impact on System Components)** เกิดจากการที่อุปกรณ์ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่อาจจะไม่ได้ออกแบบมาให้เพียงพอสำหรับการรองรับต่อความต้องการพลังงานจากยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มเข้ามา จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการใช้ไฟฟ้าเกินพิกัดกำลัง (Overload) ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ หรือในกรณีที่ทำการอัดประจุให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าด้วยกำลังไฟฟ้าสูง ๆ หรือที่เรียกกันว่าการอัดประจุแบบเร็วก็อาจส่งผลให้อายุการใช้งานที่เหลืออยู่ของอุปกรณ์ในระบบโครงข่ายไฟฟ้านั้นสั้นลง

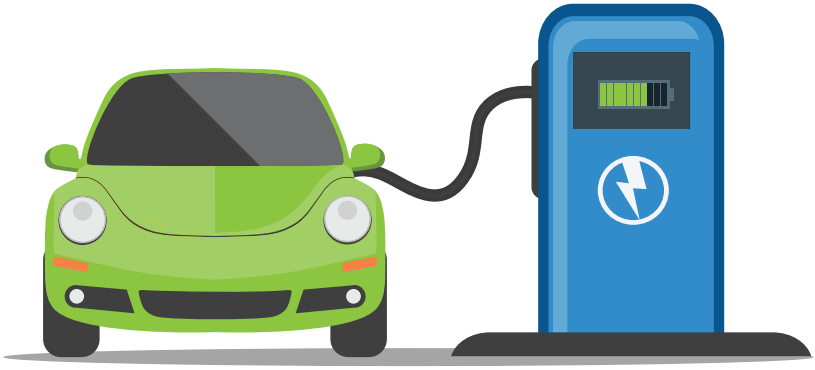
- **ผลกระทบจากการสูญเสียในระบบ (Impact on System Losses)** เกิดจากการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก จากโรงไฟฟ้ามายังสถานีอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้า จึงทำให้เกิดการสูญเสียไฟฟ้าในระบบเพิ่มขึ้น

- **ผลกระทบจากความไม่สมดุลของเฟสและแรงดัน (Phase and Voltage Unbalance)** เกิดจากการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าภายในเครือข่ายสูง หรือก่อให้เกิดความไม่สมดุลของเฟส ซึ่งมีผลมาจากการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสเดียว

- **ผลกระทบจากฮาร์มอนิก (Harmonic Impact)** เครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับใช้ในการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า การสับสวิตช์ส่วนประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้จึงอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพพลังงานของระบบโครงข่ายไฟฟ้า โดยปัญหาหลักที่เกิดขึ้นนั้นคือหากเกิดการบิดเบือนฮาร์มอนิกสูงอาจนำไปสู่ความเสียหายของอุปกรณ์ในระบบได้

- **ผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบ (Stability Impact)** การอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้านั้น จะส่งผลให้เกิดความต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งส่งผลให้ความมีเสถียรภาพของระบบโครงข่ายไฟฟ้านั้นลดต่ำลง

ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ อาทิ การควบคุมการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้า การนำระบบอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้เข้ามาใช้บริหารจัดการความต้องการพลังงานที่เกิดขึ้นให้ได้อย่างเหมาะสม การจัดหาพลังงานจากแหล่งจำหน่ายพลังงานที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่มีความต้องการพลังงานหรือสถานีอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น



สิ่งที่ต้องรู้ก่อนติดตั้งสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า

การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การติดตั้งเครื่องอัดประจุแบบส่วนบุคคล (Private) และการติดตั้งเครื่องอัดประจุแบบสาธารณะ (Public) โดยในแต่ละรูปแบบนั้น มีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

1. การติดตั้งเครื่องอัดประจุแบบส่วนบุคคล (Private)

สำหรับผู้ที่มียานยนต์ไฟฟ้าและต้องการติดตั้งเครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าภายในบ้าน ควรมีการพิจารณา/ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบไฟฟ้าภายในบ้านเกิดปัญหา โดยสิ่งที่ควรจะพิจารณา/ตรวจสอบ มีดังนี้

1) **ขนาดมิเตอร์ไฟฟ้า :** โดยปกติขนาดมิเตอร์ของบ้านพักอาศัยทั่วไปจะใช้เป็น Single-Phase 15 (45) A ซึ่งหมายถึง มิเตอร์ขนาด 15 A สามารถใช้ไฟได้มากถึง 45 A แต่สำหรับผู้ที่ต้องการติดตั้งเครื่องชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าภายในบ้านนั้น โดยทั่วไป เครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าภายในบ้านจะใช้กำลังไฟสูงถึง 32 A ซึ่งหากมีการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟหลายชนิดพร้อมกับการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าจะทำให้กำลังไฟไม่เพียงพอ และมีโอกาสที่ทำให้ไฟตกได้ ดังนั้น ทางการไฟฟ้าจึงได้มีการแนะนำให้เปลี่ยนขนาดมิเตอร์เป็น Single-Phase 30 (100) A หรือ 3-Phase 15 (45) A เพื่อให้มิเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น ป้องกันการใช้ไฟฟ้าที่มากเกินไป

2) **เปลี่ยนสายเมน และลูกเซอร์กิต (MCB) :** สำหรับสาย Main ที่ใช้ขนาด 16 ตร.มม. จะต้องปรับให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 25 ตร.มม. และเปลี่ยนลูกเซอร์กิต (MCB) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันร่วมกับตู้ MDB ที่สามารถรองรับได้สูงสุด 100 A

3) **ตู้ควบคุมไฟฟ้า (MDB) :** ตรวจสอบภายในตู้ว่ามีช่องว่างสำรองเหลือให้ติดตั้ง Circuit Breaker อย่างน้อย 1 ช่อง เนื่องจากการอัดประจุของยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะต้องมีช่องส่วนตัว แยกใช้งานกับเครื่องไฟฟ้าอื่น ๆ หรือหากภายในตู้หลักไม่มีช่องว่าง ก็สามารถเพิ่มตู้ควบคุมย่อยได้

4) **เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) :** เป็นเครื่องตัดไฟอัตโนมัติที่จะตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าออกมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร และเกิดเพลิงไหม้ในอนาคตได้ ในกรณีที่สายชาร์จไฟฟ้ามีระบบตัดไฟภายในตัวอยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องติดตั้งเพิ่ม ทั้งนี้ เครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่ดีควรมีระบบตัดไฟอย่างน้อย RCD type A โดยมีระบบตรวจจับ DC leakage protection 6 mA (การป้องกันกระแสไฟตรงรั่วไหล)

5) **เต้ารับ (EV Socket) :** สำหรับการเสียบชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นชนิด 3 รู (มีสายต่อลงดิน) และต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 16 A

6) **ระยะทางจากจุดติดตั้งเครื่องชาร์จจนถึงตัวรถ :** ไม่ควรเกิน 5 เมตร เนื่องจากสายเครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า โดยทั่วไป จะอยู่ที่ 5-7 เมตรเท่านั้น และควรเลือกจุดที่มีหลังคาเพื่อป้องกันละอองฝน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการกันน้ำของเครื่องชาร์จยานยนต์ไฟฟ้านั้น ๆ ด้วย

หากผู้ที่มียานยนต์ไฟฟ้าและต้องการติดตั้งเครื่องอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า สามารถติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมในการยื่นขอเพิ่มขนาดมิเตอร์/ติดตั้งมิเตอร์เพิ่มได้ที่ กฟน. หรือ กฟภ. ตามพื้นที่ภูมิลำเนา และติดต่อผู้ให้บริการในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่อให้รองรับระบบ Home Charger

2. การติดตั้งเครื่องอัดประจุแบบสาธารณะ (Public)

สำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการทำธุรกิจเกี่ยวกับสถานีอัดประจุไฟฟ้านั้น ผู้ประกอบการจะต้องมีการเลือกพื้นที่ในการติดตั้งก่อน โดยสามารถแบ่งพื้นที่ในการติดตั้งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ พื้นที่ในเขตสถานีบริการเชื้อเพลิง และพื้นที่นอกเขตสถานีบริการเชื้อเพลิง ซึ่งแต่ละพื้นที่นั้น มีรูปแบบการขออนุญาตที่แตกต่างกันออกไป โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) **พื้นที่ในเขตสถานีบริการเชื้อเพลิง** หากผู้ประกอบการต้องการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่ในเขตสถานีบริการเชื้อเพลิงผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด/ระเบียบ/ประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน อาทิ มาตรฐานความปลอดภัยสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น และข้อกำหนด/ระเบียบ/ประกาศของ กฟภ. กฟน. และสำนักงาน กกพ. อาทิ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในส่วนมาตรฐานเพิ่มเติมสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณสถานีบริการน้ำมันสถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) และสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ (CNG) เป็นต้น

2) **พื้นที่นอกเขตสถานีบริการเชื้อเพลิง** หากผู้ประกอบการต้องการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในพื้นที่นอกเขตสถานีบริการเชื้อเพลิง ผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด/ระเบียบ/ประกาศของสำนักงาน กกพ. อาทิ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงาน และลักษณะที่คล้ายกัน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้าประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น

ทั้งนี้ ในการเลือกพื้นที่/ทำเลที่ติดตั้ง ผู้ประกอบการควรเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านของโครงข่ายไฟฟ้า ความหนาแน่นของการจราจร และมีความสะดวกต่อการใช้บริการ ส่วนในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในสถานีอัดประจุนั้น ควรเป็นไปตามมาตรฐาน สมอ. หรือกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการดำเนินการขออนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายนั้น ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการขออนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าจากสำนักงาน กกพ. ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 โดยมีรายละเอียดการขอใบอนุญาตที่เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า ดังนี้

1. รายละเอียดการขออนุญาตติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย

การประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานที่ต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงาน กกพ. โดยแบ่งตามลักษณะและขนาดการติดตั้งตามมาตรา 47 แห่ง พ.ร.บ. การประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 ดังนี้

กรณีที่1 สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid-Connection Inverter) ที่มีขนาดรวมตั้งแต่ 1,000 กิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไป ผู้ประกอบการต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าและยื่นเอกสารประกอบการขอรับใบอนุญาตตามระเบียบคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานว่าด้วยการขอรับใบอนุญาตและการอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551 และระเบียบคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานว่าด้วยการขอรับใบอนุญาตและการอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2560

กรณีที่ 2 สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid-Connection Inverter) ที่มีขนาดรวมต่ำกว่า 1,000 กิโลโวลต์แอมแปร์ จะถือว่ากิจการดังกล่าวเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าตามพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 โดยผู้ประกอบการต้องยื่นคำขอต่อสำนักงาน กกพ. พร้อมเอกสารประกอบตามประกาศคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน เรื่อง การกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตเป็นกิจการที่ต้องแจ้ง พ.ศ. 2551

2. การเตรียมเอกสารประกอบเพื่อขอใบอนุญาตประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย

1) หนังสือรับรองที่เกี่ยวข้อง

- กรณีนิติบุคคล : สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนเป็นนิติบุคคล มีอายุหนังสือไม่เกิน 6 เดือน นับตั้งแต่วันที่ออกหนังสือถึงวันที่ยื่นแบบแจ้ง
- กรณีหน่วยงานราชการ : สำเนาหนังสือจัดตั้งหน่วยงาน
- กรณีบุคคลธรรมดา : สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนหรือ Passport (แล้วแต่กรณี)

2) หนังสือมอบอำนาจให้จัดการหรือดำเนินการแทน และสำเนาบัตรประชาชนของผู้มีอำนาจทำการแทน และของผู้รับมอบอำนาจ

3) สำเนาใบอนุญาตก่อสร้าง/ดัดแปลงอาคาร (อ.1)

นอกจากนี้ เพื่อให้มีการกำกับมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยในการประกอบกิจการพลังงาน ขอให้ผู้ประกอบกิจการยื่นเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติมประกอบการขออนุญาตในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ดังนี้

1) แผนงานเกี่ยวกับการจำหน่ายหรือการจัดให้ได้มาซึ่งไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการจำหน่ายหรือการจัดให้ได้มาซึ่งไฟฟ้า

2) จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายต้องการใช้ในแต่ละเดือน ประมาณการใช้พลังไฟฟ้าและพลังไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือน และจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่จะจำหน่าย

3) เอกสารเกี่ยวกับต้นทุนการดำเนินการ

4) เอกสารแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า

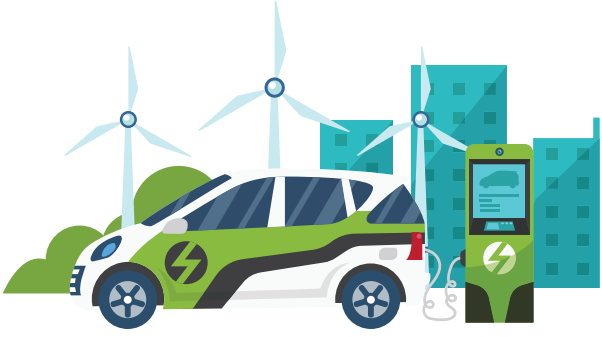
5) เอกสารแสดงมาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย

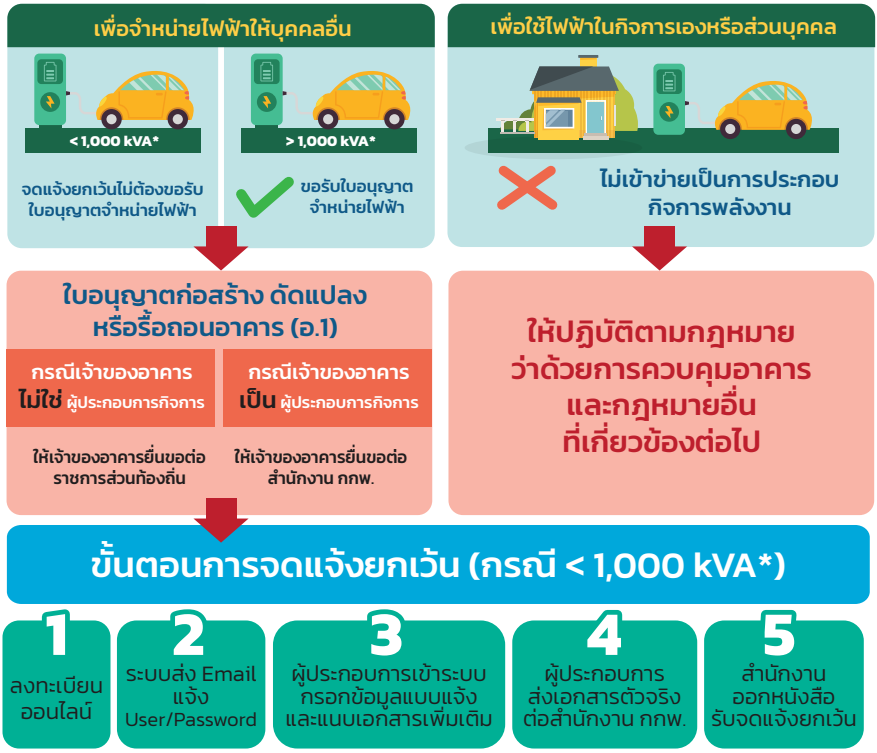
6) หนังสือยินยอมให้เชื่อมต่อระบบโครงข่ายพลังงานกับผู้รับใบอนุญาตรายอื่น

3. การปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านมาตรฐานทางวิศวกรรมและความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ผู้ประกอบการกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายจะต้องออกแบบและติดตั้งบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการอัดประจุไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานทางวิศวกรรมที่กำหนด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินและได้รับความสะดวกในการใช้งาน

ทั้งนี้ ผู้ประกอบการสามารถขอรายละเอียด/ข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่สำนักงาน กกพ. 319 อาคารจัตุรัสจามจุรี ชั้น 19 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0 2207 3599





ที่มา: สำนักงาน กกพ., 2561.

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการขอใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

ร่างแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ

จากสถิติการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย พบว่า การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงรถโดยสารสาธารณะ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี ด้วยเหตุนี้ ทางหน่วยงานต่าง ๆ จึงได้มีการเร่งติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่สาธารณะเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ดี จากลักษณะของการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามที่สาธารณะ พบว่า การติดตั้งมีการกระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จากนั้นจึงมีการกระจายออกไปตามเมืองใหญ่ที่มีกำลังซื้อ และขยายไปสู่เส้นทางสายหลักเพื่อรองรับการเดินทางระยะไกล แต่ก็ยังไม่เพียงพอ และเมื่อมีการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาในด้านอื่น ๆ อาทิ ความเพียงพอของจุดอัดประจุ ความพร้อมของโครงข่าย ข้อกำหนด กฎระเบียบ กฎหมาย ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ธุรกิจและผลตอบแทน และความรู้และความเข้าใจ ดังนั้น ทาง สนพ. จึงได้มีการจัดทำร่างแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ (ร่างแผนฯ) เพื่อรองรับเป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ โดยได้มีการแบ่งเป้าหมายการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะสั้น (ค.ศ. 2022-2025) ระยะกลาง (ค.ศ. 2026-2030) และระยะยาว (ค.ศ. 2031-2035) ซึ่งในร่างแผนฯ นั้นได้แบ่งเป้าหมายในการพัฒนาออกเป็น 6 เป้าหมาย คือ

เป้าหมายด้านที่ 1: การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุให้เพียงพอและครอบคลุม

เป้าหมายด้านที่ 2: การเตรียมความพร้อมด้านโครงข่ายไฟฟ้าและการบูรณาการร่วมกัน

เป้าหมายด้านที่ 3: การปรับปรุงกฎระเบียบและมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เป้าหมายด้านที่ 4: การยกระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุ

เป้าหมายด้านที่ 5: การทำให้สถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสามารถเติบโตได้อย่างยั่งยืน

เป้าหมายด้านที่ 6: การพัฒนาแผนการสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง

โดยในรายละเอียดของร่างแผนฯ นั้น จะแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านนโยบาย ด้านระเบียบ และด้านเทคโนโลยี และมีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะเร่งด่วน (ค.ศ. 2022-2023) ระยะสั้น (ค.ศ. 2024-2025) ระยะกลาง (ค.ศ. 2026-2030) และระยะยาว (ค.ศ. 2031-2035) ซึ่งจะมีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านนโยบาย

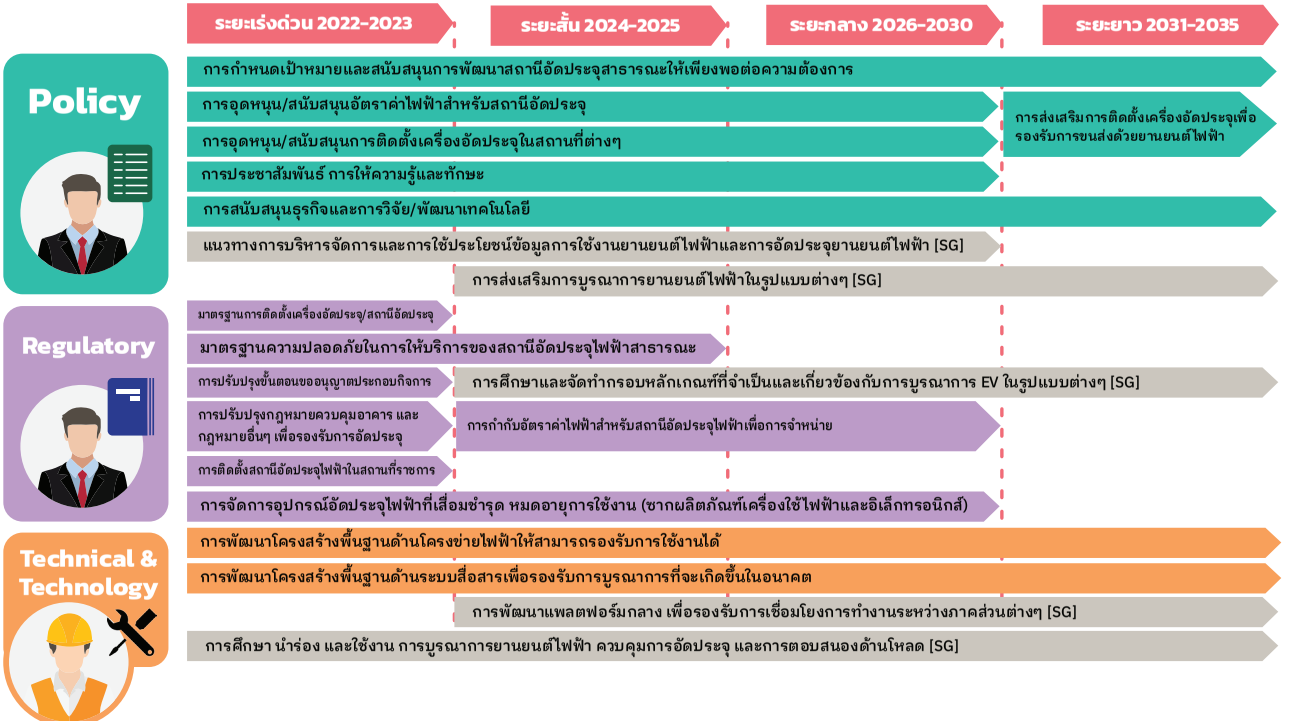
- การกำหนดเป้าหมายและสนับสนุนการพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะให้เพียงพอต่อความต้องการ
- การอุดหนุน/สนับสนุนอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุ
- การอุดหนุน/สนับสนุนการติดตั้งเครื่องอัดประจุในสถานที่ต่าง ๆ
- การประชาสัมพันธ์ การให้ความรู้และทักษะ
- การสนับสนุนธุรกิจและการวิจัย/พัฒนาเทคโนโลยี
- แนวทางการบริหารจัดการและการใช้ประโยชน์ข้อมูลการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าและการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า
- การส่งเสริมการบูรณาการยานยนต์ไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ
- การส่งเสริมการติดตั้งเครื่องอัดประจุเพื่อรองรับการขนส่งด้วยยานยนต์ไฟฟ้า

2. ด้านกฎระเบียบ

- มาตรฐานการติดตั้งเครื่องอัดประจุ/สถานีอัดประจุ
- มาตรฐานความปลอดภัยในการให้บริการของสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ
- การปรับปรุงขั้นตอนขออนุญาตประกอบกิจการ
- การศึกษาและจัดทำกรอบหลักเกณฑ์ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับการบูรณาการ EV ในรูปแบบต่าง ๆ
- การปรับปรุงกฎหมายควบคุมอาคาร และกฎหมายอื่น ๆ เพื่อรองรับการอัดประจุ
- การกำกับอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อการจำหน่าย
- การติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ราชการ
- การจัดการอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าที่เสื่อมชำรุด หมดอายุการใช้งาน (ซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

3. ด้านเทคโนโลยี

- การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านโครงข่ายไฟฟ้าให้สามารถรองรับการใช้งานได้
- การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบสื่อสารเพื่อรองรับการบูรณาการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
- การพัฒนาแพลตฟอร์มกลาง เพื่อรองรับการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ
- การศึกษา นำร่อง และใช้งาน การบูรณาการยานยนต์ไฟฟ้า ควบคุมการอัดประจุ และการตอบสนองด้านโหลด



ภาพที่ 9 ร่างแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า

ตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนเครื่องอัดประจุที่เหมาะสม สำหรับแผนพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะ

จากการศึกษาตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนเครื่องอัดประจุที่เหมาะสม สำหรับแผนพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะนั้น มีหลักการและแนวคิด 3 ประการ ได้แก่

- ความสามารถในการเข้าถึงที่สูงสุด (Maximize Accessibility) คือ สามารถเข้าถึงง่าย สะดวกในการค้นหาและไปยังสถานีอัดประจุสาธารณะจากสถานที่ใดก็ได้
- การใช้ประโยชน์สูงสุด (Maximize Utilization) โครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุสาธารณะควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความต้องการอัดประจุเพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้งานสูง
- ต้นทุนต่ำที่สุด (Minimize Cost) โดยต้นทุนของโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุสาธารณะขึ้นอยู่กับต้นทุนของสถานีอัดประจุ ที่ดิน และค่าไฟฟ้า

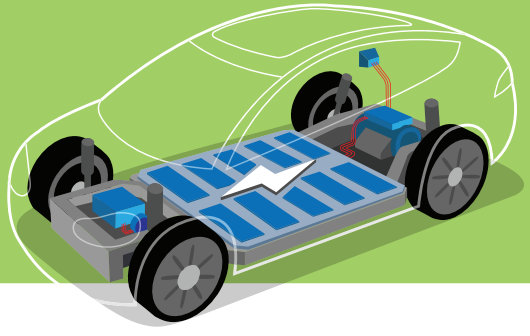
ซึ่งการพัฒนาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะนี้ จะคำนึงถึงความครอบคลุมและการกระจายตัวอย่างเหมาะสมในเชิงพื้นที่ มีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ และมีการคำนึงถึงกำลังไฟฟ้าสูญเสีย โดยในการจัดทำแผนการพัฒนาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะนั้น จะมีการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ อาทิ การวิเคราะห์ความต้องการกำลังไฟฟ้า การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนเครื่องอัดประจุที่เหมาะสม การวิเคราะห์การกระจายตัวของเครื่องอัดประจุเพื่อให้มีความครอบคลุมและเหมาะสม และการพัฒนาอัลกอริทึมในการหาตำแหน่งเหมาะสมของสถานีอัดประจุและการหาจำนวนหัวจ่ายในแต่ละสถานี ซึ่งการวิเคราะห์เหล่านี้จะใช้ข้อมูลพื้นที่ตัวเมืองและข้อมูลทางหลวงประกอบ นอกจากนี้ ยังมีการใช้ทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อช่วยวิเคราะห์ อาทิ ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ครอบคลุมมากที่สุด (Maximum Covering Location Problem) แผนภาพโวโรนอย (Voronoi Diagram) ปัญหาถุงเป้ (Knapsack Problem) และปัญหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path Problem) เป็นต้น ซึ่งการหาตำแหน่งที่ตั้งจะมีเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

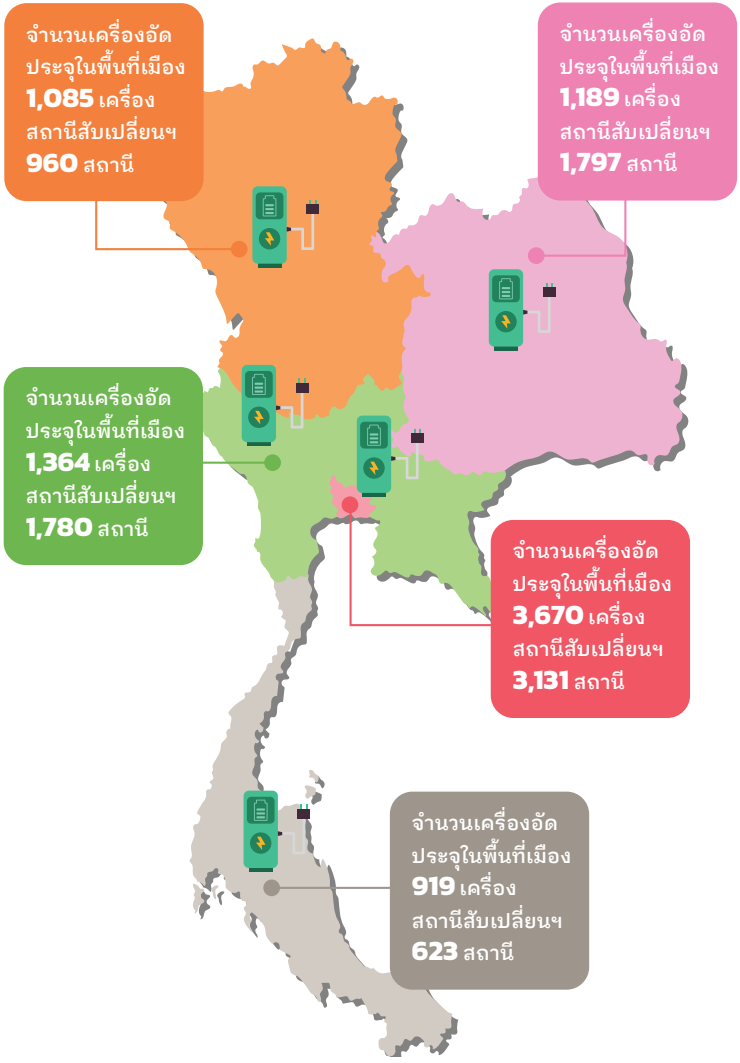
- พื้นที่ในตัวเมือง (Cities) – พื้นที่ของ กฟน.
  - รัศมีบริการของสถานีอัดประจุ เท่ากับ 10 กิโลเมตร
  - รถยนต์ไฟฟ้า จะใช้จำนวนรถยนต์ประเภท รย.1 (รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน)
  - รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จะใช้จำนวนรถยนต์ประเภท รย.17 (รถจักรยานยนต์สาธารณะ)

- พื้นที่ในตัวเมือง (Cities) – พื้นที่ของ กฟภ.
  - รัศมีบริการของสถานีอัดประจุ เท่ากับ 25 กิโลเมตร
  - รถยนต์ไฟฟ้า จะใช้จำนวนรถยนต์ประเภท รย.1 (รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 7 คน)
  - รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จะใช้จำนวนรถยนต์ประเภท รย.17 (รถจักรยานยนต์สาธารณะ)
- บนทางหลวง (Highway)
  - รัศมีบริการของสถานีอัดประจุ เท่ากับ 50 กิโลเมตร
  - รถยนต์ไฟฟ้า จะใช้จำนวนรถยนต์ประเภท รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน

ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า ในปี 2030 ควรจะมีการติดตั้งเครื่องอัดประจุในพื้นที่เมือง จำนวน 8,227 เครื่อง พื้นที่ทางหลวง จำนวน 5,204 เครื่อง และเครื่องสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ จำนวน 8,291 เครื่อง โดยจำนวนเครื่องอัดประจุและเครื่องสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับแผนพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะแยกรายภาค ในปี ค.ศ. 2030 แสดงดังภาพที่ 10

หากต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่กองนโยบายอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน โทรศัพท์ 0 2612 1555 ต่อ 353





ภาพที่ 10 จำนวนเครื่องอัดประจุและเครื่องสับเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่เหมาะสม สำหรับแผนพัฒนาสถานีอัดประจุสาธารณะ ในปี ค.ศ. 2030

เครื่องอัดประจุสาธารณะที่มีการให้บริการโดยบริษัทต่าง ๆ และแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาเครื่องอัดประจุสาธารณะ

สถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า เป็นสถานที่ที่มีความสำคัญต่อผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ในการใช้บริการอัดประจุไฟฟ้า ทั้งประเภท Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) และประเภท Battery Electric Vehicle (BEV) ซึ่งในประเทศไทยได้มีหลายหน่วยงานที่มีการติดตั้งสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าตามสถานที่ต่าง ๆ และยังได้มีการจัดทำแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาสถานีอัดประจุสาธารณะ เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาเครื่องอัดประจุสาธารณะในประเทศไทย มีดังนี้

แอปพลิเคชัน	รายละเอียด	ดาวน์โหลด
ELeXA	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานสถานีชาร์จ EleX by EGAT ตั้งแต่การค้นหาสถานีชาร์จที่สามารถค้นหาสถานีฯได้หลากหลายหน่วยงาน การจองคิวชาร์จ และการจ่ายค่าบริการ โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน EleXA ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play

แอปพลิเคชัน	รายละเอียด	ดาวน์โหลด
MEA EV	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) สำหรับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ อาทิ แสดงตำแหน่งสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าของหลายๆ หน่วยงานสามารถค้นหาและนำทางไปยังสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าบนแผนที่ จองหัวชาร์จ สั่งเริ่มและหยุดชาร์จผ่านทางแอปพลิเคชัน โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน MEA EV ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play
PEA VOLTA	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดยเปิดให้ใช้บริการ เพื่อรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับหัวจ่ายกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ อาทิ การค้นหาสถานีสำหรับชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถค้นหาสถานีฯ ภายในเครือข่ายของ กฟภ. พร้อมนำทางไปยังสถานีด้วย GPS และยังสามารถเช็กประวัติการใช้งานย้อนหลังได้ เช่น การเติมเงิน การจ่ายเงิน และการชาร์จ เป็นต้น โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน PEA VOLTA ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play

แอปพลิเคชัน	รายละเอียด	ดาวน์โหลด
EA Anywhere	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท พลังงานมหานคร จำกัด โดยสถานีบริการรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าทุกรุ่นที่ติดตั้งซ็อกเก็ตประเภท 2 (มาตรฐานไทย) สำหรับแอปพลิเคชัน EA Anywhere จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาตำแหน่งและนำทางไปยังตำแหน่งที่ชาร์จภายในเครือข่ายของ EA Anywhere นอกจากนี้ ยังสามารถจองที่ชาร์จ สั่งการให้เริ่มและหยุดการชาร์จผ่าน QR Code ได้ โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน EA Anywhere ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play
EV Station	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน) (PTTOR) ซึ่งครอบคลุมการใช้งานที่จำเป็นสำหรับผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV, BEV และรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในรูปแบบบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้ใช้ทางธุรกิจของ PTTOR สำหรับแอปพลิเคชัน EV Station นี้ จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาตำแหน่งและนำทางไปยังสถานีชาร์จภายในเครือข่ายของ PTTOR โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน EV Station ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play

แอปพลิเคชัน	รายละเอียด	ดาวน์โหลด
EVolt	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท อีโวลท์ เทคโนโลยี จำกัด โดยแอปพลิเคชันนี้สามารถค้นหาและเข้าถึงเครือข่ายสถานีชาร์จของบริษัทฯ เท่านั้น สามารถสั่งการการเริ่มและหยุดการชาร์จผ่านแอปพลิเคชันได้ นอกจากนี้ยังสามารถดูสถานะของจุดชาร์จแต่ละจุดได้ โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน EVolt ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play
Pump Charge	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท กริดวิซ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งานที่ขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าทั่วไป โดยระบบจะมีการแนะนำสถานีชาร์จที่ใกล้ที่สุดและพร้อมให้บริการจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานเป็นลำดับแรก โดยสามารถค้นหาได้เพียงสถานีชาร์จภายในเครือข่ายของบริษัทฯ เท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถปรับแต่งรูปแบบการค้นหาอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย อาทิ ชื่อพื้นที่ สถานะเครื่องชาร์จไฟฟ้า ประเภทของหัวชาร์จ และอื่น ๆ โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน PumpCharge ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	App Store Google Play

แอปพลิเคชัน	รายละเอียด	ดาวน์โหลด
B Charge	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท บี.พี.เอส.เมนเทนแนนซ์ เซอร์วิส จำกัด ซึ่งเป็นผู้ให้บริการสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEV และ BEV โดยแอปพลิเคชันนี้สามารถค้นหาสถานีชาร์จภายในเครือข่ายของบริษัทฯ มีระบบการจองเพื่อเข้าใช้บริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า บันทึกสถานีที่เข้าใช้บริการประจำ สถานะของตัวเครื่อง และประเภทของหัวชาร์จในแต่ละสถานี โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน B charge ได้ในระบบปฏิบัติการ IOS	**App Store**
EVen Charger	เป็นแอปพลิเคชันที่ได้รับการพัฒนาจากบริษัท โชเช่น เอ็นเนอร์จี้ จำกัด ซึ่งแอปพลิเคชันสามารถค้นหาสถานีชาร์จภายในเครือข่ายของบริษัทฯ เท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสถานะการชาร์จและรายการชาร์จได้ โดยสามารถดาวน์โหลดและใช้งานแอปพลิเคชัน EVen Charger ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android	**App Store** **Google Play**

คำนิยามศัพท์

4D1E	คือ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการพัฒนาพลังงานยุคใหม่ประกอบไปด้วย - Digitalization แรงขับเคลื่อนสู่การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล - Decarbonization แรงขับเคลื่อนสู่การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ - Decentralization แรงขับเคลื่อนสู่การผลิตพลังงานแบบกระจายตัว - De-Regulation แรงขับเคลื่อนสู่การผ่อนปรนกฎเกณฑ์กฎระเบียบ - Electrification แรงขับเคลื่อนสู่การใช้พลังงานไฟฟ้าสีเขียว
AC Fast Charge	การอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ
AC Normal Charge	การอัดประจุแบบปกติด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ
AC Slow Charge	การอัดประจุแบบช้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ
Battery Swapping Stations (BSS)	สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่
Carbon Neutrality	ความเป็นกลางทางคาร์บอน หมายถึงการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซเรือนกระจกสุทธิให้เป็นศูนย์
DC Fast Charge	การอัดประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง
Electric Vehicle (EV)	รถยนต์ไฟฟ้าหรือยานยนต์ไฟฟ้า หมายรวมถึงรถยนต์ไฟฟ้าพลังงานผสมแบบเสียบปลั๊กหรือปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) และ รถยนต์ไฟฟ้าแบบใช้แบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle (BEV)
Harmonic	กระแสหรือแรงดันในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sinusoidal หรือ Sine Wave) ของสัญญาณหรือปริมาณในคาบใด ๆ ที่มีความถี่เป็นจำนวนเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency)
Load Profile	ข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าเปรียบเทียบกับเวลา
Overload	การใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่เกินกว่าความสามารถอุปกรณ์จะรองรับได้
Zero Emission Vehicle (ZEV)	รถยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, คู่มือประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EV), 2561.
2. Electric Power Research Institute, Consumer Guide to Electric Vehicle Charging, October 2019.
3. การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน,มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้า สำหรับประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงานและลักษณะที่คล้ายกัน, 2563.
4. Zap-Map, EV connector types, 2020. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2564. จาก https://www.zap-map.com/charge-points/connectors-speeds/
5. การไฟฟ้านครหลวง, มาตรฐานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าสำหรับ EV, 2564. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2564. จาก https://www.mea.or.th/profile/3361/3440
6. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2564. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2564 จาก https://www.tisi.go.th/website/standardlist/list_measures

สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนพัฒนาไฟฟ้า
สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน พ.ศ. 2563

กองทุนพัฒนาไฟฟ้า
เพื่อการพัฒนาสู่สังคมที่ยั่งยืน

สำนักงานคณะกรรมการ
กำกับกิจการพลังงาน