สวทช
NSTDA

เอกสารประกอบเรื่องเพื่อ ทราบ
เรื่องที่ ๖

แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

มีนาคม ๒๕๕๙

แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนา
เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

จัดทำโดย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม ๒๕๕๙

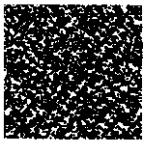
แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

พิมพ์ครั้งที่ ๑
จำนวนพิมพ์ ๓๐๐ เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๕๙ ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗
โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย/ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ -- ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ๒๕๕๙
๘๐ หน้า: ภาพประกอบ



1.แนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลก 2. สถานภาพการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย 3. แผนวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย I. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ II. ชื่อเรื่อง

จัดพิมพ์โดย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๑๑ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๕๖๔ ๗๐๐๐ โทรสาร ๐ ๒๕๖๔ ๗๐๖๐ http://www.nstda.or.th

สารจากผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสมัยที่ ๒๑ (COP-21) ณ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส เมื่อปี ๒๕๕๘ ประเทศไทยได้แถลงจุดยืนในการประกาศลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ ๒๐ ถึงร้อยละ ๒๕ ภายในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ โดยอาศัยหลักเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางการดำเนินงาน มุ่งลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล เปลี่ยนเป็นใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมผลักดันใช้พลังงานทดแทนโดยบรรจุไว้ในแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๔-๒๕๗๓ (EEP 2015)

อุตสาหกรรรมยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการใช้พลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อชั้นบรรยากาศค่อนข้างมาก ตั้งแต่การผลิต การใช้งาน จนถึงการทำลายเมื่อหมดอายุ ทุกขั้นตอนของวงจรชีวิตต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ประกอบกับความไม่มั่นคงของพลังงานและความผันผวนของราคาน้ำมัน ทำให้ผู้ผลิตยานยนต์และผู้บริโภคเริ่มสนใจยานยนต์ประหยัดพลังงานเพื่อลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ประกอบกับการที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตและส่งออกยานยนต์ที่สำคัญประเทศหนึ่ง โดยสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มคิดเป็น ร้อยละ ๑๒.๘ ของ GDP ดังนั้น ผู้ผลิตและผู้บริโภคจึงเริ่มสนใจการใช้ “ยานยนต์ไฟฟ้า” ซึ่งเป็นยานพาหนะประเภทพลังงานสะอาดที่อาศัยพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนผ่านการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นยานยนต์ที่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยและไม่ปล่อยไอเสีย ในด้านของเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพของเครื่องยนต์และชิ้นส่วนที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การคิดค้นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาเพื่อลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้ล้วนแต่มีมูลค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่ายานยนต์ไฟฟ้าทั้งคัน ซึ่งประเทศไทยยังไม่สามารถพัฒนา ผลิต หรือประกอบชิ้นส่วนดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าได้

ด้วยความตระหนักในความสำคัญของปัญหาดังกล่าว รัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กระทรวง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ดำเนินการวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และสร้างขีดความสามารถของภาคอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนให้มีความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้น อันเป็นการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในภูมิภาค นอกจากนี้ รัฐบาลได้มีความพยายามอย่างจริงจังในการผลักดันการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ส่งเสริมการลงทุน และกระตุ้นให้ภาคเอกชนลงทุนวิจัยและพัฒนามากขึ้น ได้แก่ การกำหนดให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหนึ่งใน ๑๐ อุตสาหกรรมเป้าหมายของรัฐบาล (New Engine of Growth) การพัฒนาโครงการนำร่องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยและพัฒนาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งผลักดันให้มีการจัดทำแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย เพื่อเป็นส่วนหนึ่งให้การผลักดันให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ ของ GDP ในปี ๒๕๕๙ ตามที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๑ โดยมีสัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนต่อภาครัฐเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ ๗๐ และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ ๒ ในปี ๒๕๖๔

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในฐานะหน่วยงานที่มีพันธกิจหลักในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี จึงได้จัดทำ *"แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย"* ซึ่งได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในหลายหลากช่องทางในด้านการให้ข้อมูลและข้อคิดเห็น ทั้งการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้แทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน รวมทั้งจากรายงานการศึกษาต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ ในการนี้ สวทช. ขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำข้อมูลไปใช้ในการกำหนดทิศทางการวิจัย พัฒนาแบบมุ่งเป้าเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย รวมทั้งกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้มีการลงทุนวิจัยและพัฒนาเพิ่มมากขึ้น อันเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้ประเทศมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีนานาชาติได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ทวีศักดิ์ กออนันตกูล
ผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

คำนำ

เอกสารเผยแพร่ฉบับนี้ นำเสนอแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการศึกษาและระดมสมองผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภาครัฐ สถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน เพื่อให้ได้มาซึ่งภาพรวมของแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยเน้นให้เห็นความสำคัญและความจำเป็นที่ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อลดภาระการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ พัฒนาและสร้างอุตสาหกรรมการผลิตและประกอบชิ้นส่วนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ อย่างไรก็ดี แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาฯ นี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของศักยภาพและความสามารถของนักวิจัยและผู้ประกอบการที่รวบรวมขึ้นจากการสำรวจและสัมภาษณ์เชิงลึก ตลอดจนการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งแนวโน้มการใช้ชิ้นส่วนสำหรับการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

ทั้งนี้ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยฉบับนี้ จะนำไปสู่การกำหนดนโยบายและผลักดันให้เกิดแนวทางปฏิบัติด้านการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์และกระตุ้นให้เกิดการสร้างอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเพื่อสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นในประเทศ อันเป็นการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
มีนาคม ๒๕๕๙

สารบัญ

สารจากผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ๒
คำนำ ๔
สารบัญ ๕
สารบัญตาราง ๗
สารบัญแผนภาพ ๘
บทที่ ๑ บทนำ ๑๐

๑.๑ หลักการและเหตุผล ๑๐
๑.๒ วัตถุประสงค์ ๑๐
๑.๓ วิธีการดำเนินการจัดทำแผน ๑๑

บทที่ ๒ แนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๑๕

๒.๑ แนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๑๖
๒.๒ การลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๒๐
๒.๓ การพัฒนาแบตเตอรียานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๒๑
๒.๔ การประจุไฟในยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๓๑
๒.๕ การพัฒนามอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๓๕
๒.๖ การพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบาของยานยนต์ไฟฟ้าของโลก (light weight structure) ๓๙

บทที่ ๓ นโยบายของภาครัฐในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา ด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ๔๓

๓.๑ นโยบายของภาครัฐในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้า ๔๓
๓.๒ แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๔๕

บทที่ ๔ สถานภาพการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ ด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ๕๐

๔.๑ ด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๕๐
๔.๒ ด้านมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๕๒
๔.๓ ด้านการพัฒนาโครงสร้างน้ำหนักเบาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๕๓
๔.๔ ตัวอย่างความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ๕๕

บทที่ ๕ แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนา เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ๕๘

๕.๑ เป้าหมายของแผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า ๖๑
๕.๒ วัตถุประสงค์ของแผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า ๖๑
๕.๓ แผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า ๖๑

สารบัญ

บรรณานุกรม	๖๔
ภาคผนวก	๖๗
รายชื่อคณะผู้จัดทำ	๘๐

สารบัญตาราง

ตารางที่ ๒-๑ คุณสมบัติของแบตเตอรีที่ถูกนำมาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า ๒๓
ตารางที่ ๒-๒ ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรีลิเทียมไอออนและแบตเตอรีโซเดียมไอออน ๒๕
ตารางที่ ๒-๓ เปรียบเทียบคุณสมบัติแบตเตอรีสังกะสี-อากาศและแบตเตอรีลิเทียม-อากาศ ๒๖
ตารางที่ ๒-๔ คุณสมบัติของตัวเก็บประจุยิ่งยวดเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของแบตเตอรีลิเทียมไอออน ๒๖
ตารางที่ ๒-๕ สัดส่วนของมวลวัสดุที่ลดลงจำแนกตามประเภทวัสดุ ๔๑
ตารางที่ ๕-๑ การสนับสนุนทุนวิจัย พัฒนา และการทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐในประเทศต่างๆ ๕๙

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ ๒-๑ ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า ๑๖

แผนภาพที่ ๒-๒ ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ๑๗

แผนภาพที่ ๒-๓ สัดส่วนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกปี ค.ศ. ๒๐๑๔ ๑๙

แผนภาพที่ ๒-๔ แนวโน้มการใช้งานยานยนต์ของโลกในปี ค.ศ. ๒๐๕๐ ๒๐

แผนภาพที่ ๒-๕ มูลค่าการลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าของโลกในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๐๘-๒๐๑๔ ๒๑

แผนภาพที่ ๒-๖ พลังงานจำเพาะของแบตเตอรีชนิดต่างๆ ๒๔

แผนภาพที่ ๒-๗ ผู้ผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ๑๐ อันดับแรก ในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ ๒๗

แผนภาพที่ ๒-๘ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบริษัทผู้ผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของโลก ๒๘

แผนภาพที่ ๒-๙ ประมาณการต้นทุนแบตเตอรีในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๒๐ และปี ค.ศ. ๒๐๓๐ ๒๙

แผนภาพที่ ๒-๑๐ ประมาณการต้นทุนแบตเตอรีที่สามารถขายเชิงพาณิชย์ได้ในช่วงปัจจุบัน ถึงปี ค.ศ. ๒๐๓๐ ๓๐

แผนภาพที่ ๒-๑๑ เปรียบเทียบการประจุไฟจำแนกตามประเภทยานยนต์ไฟฟ้าและประเภทเทคโนโลยี ๓๒

แผนภาพที่ ๒-๑๒ การเปรียบเทียบการประจุไฟในยานยนต์ไฟฟ้า โดย นักวิจัยจาก ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EFPL) แห่ง SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY IN LAUSANNE ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ๓๓

แผนภาพที่ ๒-๑๓ ภาพรวมสถานีประจุไฟฟ้าของโลกในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๔-๒๐๒๐ ๓๔

แผนภาพที่ ๒-๑๔ ภาพรวมการใช้มาตรฐานปลั๊กประจุไฟเทียบกับยอดขายของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๑๔ ๓๕

แผนภาพที่ ๒-๑๕ ตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าของโลก ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๓-๒๐๒๐ ๓๗

แผนภาพที่ ๒-๑๖ ตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าของโลกจำแนกตามประเภทการใช้งานและเทคโนโลยี ในปี ค.ศ. ๒๐๑๓ ๓๘

แผนภาพที่ ๒-๑๗ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าสูงสุด ๓๙

แผนภาพที่ ๒-๑๘ คาดการณ์การใช้วัสดุน้ำหนักเบา ๔๒

แผนภาพที่ ๓-๑ อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (NEW ENGINE OF GROWTH) ๔๔

แผนภาพที่ ๓-๒ แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยที่ได้รับความเห็นชอบจาก คณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) ๔๙

แผนภาพที่ ๔-๑ ห่วงโซ่มูลค่าของแบตเตอรีที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า ๕๑

แผนภาพที่ ๔-๒ งานวิจัยและพัฒนาด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานยานยนต์ไฟฟ้า ในประเทศไทย ๕๒

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

แผนภาพที่ ๔-๓ งานวิจัยและพัฒนาด้านมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๕๓

แผนภาพที่ ๔-๔ งานวิจัยและพัฒนาด้านโครงสร้างน้ำหนักเบาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ๕๔

แผนภาพที่ ๔-๕ ตัวอย่างการพัฒนาต้นแบบรถโดยสารไฟฟ้าของประเทศไทย ๕๕

แผนภาพที่ ๔-๖ ตัวอย่างการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงของประเทศไทย ๕๖

แผนภาพที่ ๕-๑ แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ๖๓

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มต่อเศรษฐกิจไทยสูงถึง ๓๐๐,๐๐๐ ล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๑๒.๘ ของ GDP โดยในปี ๒๕๕๗ มีการผลิตรถยนต์ราว ๒ ล้านคัน นอกจากนี้ อุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยสามารถเป็นอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศมากกว่าการบริโภคภายในประเทศ โดยมีมูลค่าการส่งออกยานยนต์และชิ้นส่วนทั้งสิ้น ๗๘๑,๐๘๘ ล้านบาท ก่อให้เกิดการจ้างงานกว่า ๗๐๐,๐๐๐ คน รัฐบาลได้เล็งเห็นโอกาสในการรักษาฐานการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนของประเทศ รวมทั้งดำเนินการตามพันธกรณีของประชาคมโลกที่ต้องการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีนโยบายในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าชิ้นส่วนสำคัญจากต่างประเทศ อาทิ แบตเตอรีที่มีน้ำหนักเบา มอเตอร์ และวัสดุน้ำหนักเบาจากต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตชิ้นส่วนสำคัญที่มีเทคโนโลยีและประสิทธิภาพสูงสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไม่มากนัก จึงได้มอบหมายให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการจัดทำแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในฐานะหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการวิจัยและพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ จึงได้ดำเนินการจัดทำแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย เพื่อเปนกรอบแนวทางใหหนวยงานต่างๆ ไดดำเนินงานจัดทำโครงการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งถายทอดเทคโนโลยีไปสูการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน โดยการจัดทำแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าวนี้ เป็นการระดมความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งผู้กำหนดนโยบาย ผู้ประกอบการภาคเอกชน นักวิจัยจากสถาบันวิจัยของรัฐ และสถาบันการศึกษาทั่วประเทศ เพื่อสรางความรวมมือในลักษณะจตุภาคี

๑.๒ วัตถุประสงค์

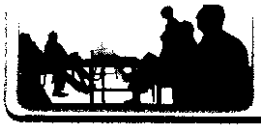
แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มีวัตถุประสงคดังต่อไปนี้

- เพื่อเป็นกรอบและทิศทางในการดำเนินโครงการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ในการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับใช้ในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย
- เพื่อให้ประเทศไทยสามารถผลิตชิ้นส่วน อุปกรณ์สำคัญสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นเองภายในประเทศ และลดการนำเขาชิ้นส่วนจากตางประเทศ

- เพื่อส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในภูมิภาค

๑.๓ วิธีการดำเนินการจัดทำแผน

กรอบแนวคิดในการจัดทำแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้


การจัดประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การจัดทำแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

การจัดสรรทุนวิจัยด้านยานยนต์ไฟฟ้า

การมอบหมายหน่วยงานหลักดำเนินการวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้า

การแสดงศักยภาพการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ทั้งนี้ ได้มีความก้าวหน้าในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามาอย่างต่อเนื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>การจัดประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย</u>

- **๒๓ เมษายน ๒๕๕๘** - กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการประชุมร่วมกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน และสถาบันการศึกษาที่มีการวิจัยและพัฒนาผลงานวิจัยด้านยานยนต์ไฟฟ้า ที่ประชุมเห็นชอบให้มีการจัดตั้งคณะทำงานส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เพื่อจัดทำข้อเสนอกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) และแผนที่นำทาง (Roadmap) โดยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย

- **๒๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘** - รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการประชุมคณะทำงานส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ร่วมกับผู้ประกอบการภาคเอกชนที่มีผลงานเกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า พบว่า หน่วยงานวิจัยของประเทศไทย เช่น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และมหาวิทยาลัยของไทย มีการวิจัยและพัฒนารถโดยสารไฟฟ้า และมีบุคลากรที่มีความสามารถในการพัฒนาต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้า มอเตอร์ แบตเตอรี และสถานีประจุไฟฟ้า อีกทั้งมีผู้ประกอบการไทยที่มีความสามารถในการพัฒนารถโดยสารไฟฟ้าร่วมกับนักวิจัยของไทยมากกว่าหนึ่งราย ดังนั้น การส่งเสริมให้มีการ

ใช้และการผลิตจึงต้องสนับสนุนควบคู่ไปกับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีรถโดยสารไฟฟ้าภายในประเทศ เพื่อให้ผู้ประกอบการของไทยมีโอกาสผลิตรถโดยสารไฟฟ้าขึ้นในประเทศ

- **๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๘** – สภาปฏิรูปแห่งชาติ (สปช.) โดยคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน ได้มีการจัดสัมมนา เรื่อง อนาคตประเทศไทยกับการเป็นศูนย์กลางโซลาร์รูฟและยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน รวมทั้งจัดนิทรรศการแสดงนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภท ทั้งที่ทำในประเทศ และต่างประเทศ โดยมีผู้เข้าร่วมจากหน่วยงานต่างๆไม่น้อยกว่า ๓๐๐ คน

- **๒๑ สิงหาคม ๒๕๕๘** – สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้มีการจัดประชุมระดมสมอง เรื่อง วิจัยรถเมล์ไฟฟ้า โดยมีผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า ๑๐๐ คน จากหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา และผู้ประกอบการเอกชน เพื่อรับฟังข้อคิดเห็น มุมมองต่อนโยบายและแผนในการจัดทำแผนการวิจัยและพัฒนารถโดยสารไฟฟ้า เพื่อยกระดับความรู้ความสามารถด้านการวิจัยในการใช้พลังงานในภาคขนส่งและเป็นทางเลือกใหม่ของรถโดยสารไทย

- **๑๕ กันยายน ๒๕๕๘** – สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้มีการประชุมหารือการวิจัยและพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ และนักวิจัยจากสถาบันการศึกษา เพื่อหาแนวทางการจัดทำแผนการวิจัยและพัฒนาระบบเก็บสะสมพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

<u>การจัดทำแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และจัดทำโครงการนำร่อง</u>

- **๓ มีนาคม ๒๕๕๘** - สภาปฏิรูปแห่งชาติ ได้มีมติเห็นชอบต่อรายงานของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เพื่อผลักดันให้ส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยเสนอให้ภาครัฐกำหนดนโยบายที่ชัดเจนในการสนับสนุนให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ให้แพร่หลายในอนาคต เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ เพิ่มทางเลือกการใช้พลังงานให้ประชาชน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- **๑ พฤษภาคม ๒๕๕๘** - รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงการคลัง เลขาธิการคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ได้เข้าปรึกษารองนายกรัฐมนตรี (มรว.ปรีดิยาธร เทวกุล) เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ที่ประชุมเห็นชอบให้แยกการส่งเสริมออกเป็น ๒ แนวทาง คือ ๑) มาตรการพิเศษสนับสนุนสำหรับส่วนที่ดำเนินการได้โดยคนไทยทั้งหมด ซึ่งควรเป็นยานยนต์ประเภทรถโดยสารไฟฟ้า หรือยานยนต์ส่วนบุคคลในพื้นที่จำกัด และ ๒) มาตรการสนับสนุนสำหรับส่วนที่เป็นการเร่งรัดโดยผู้ลงทุนต่างชาติ คือ รถยนต์นั่ง ที่ประเทศไทยมีกำลังการผลิตในลำดับต้นๆ ของโลก เพื่อเปลี่ยนให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle: HEV) หรือการวิ่งด้วยแบตเตอรี่ล้วน (Battery Electric Vehicle: BEV) จากนั้น จึงเป็นการขับเคลื่อนทั้งวงการแบบค่อยเป็นค่อยไป

- **๕ มิถุนายน ๒๕๕๘** - ฝ่ายเลขานุการคณะทำงานส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ได้เข้าพบรองนายกรัฐมนตรี (มรว.ปรีดิยาธร เทวกุล) โดยรายงานเบื้องต้นเกี่ยวกับราคาที่จะใช้ในการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้าที่นำเข้าเฉพาะแบตเตอรี่ พร้อมทั้งผลการศึกษาข้อเสนอแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมรถโดยสารไฟฟ้า

ในประเทศไทย สรุปได้ว่า รถโดยสารไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้งาน คือ รถโดยสารไฟฟ้าขนาด ๑๒ เมตร ซึ่งรถโดยสารไฟฟ้าสามารถแข่งขันทางด้านราคากับรถโดยสารที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้ ต้องประจุไฟฟ้าในช่วง Off-peak อย่างไรก็ตาม คณะทำงานฯ เสนอให้ภาครัฐควรยกเว้นอัตราศุลกากรขาเข้าและสรรพสามิตสำหรับชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องในช่วงแรก

- **๓ กรกฎาคม ๒๕๕๘** - กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ ได้เข้าพบรักษาการผู้อำนวยการองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) เพื่อหารือแนวทางการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า ซึ่ง ขสมก. เห็นด้วยต่อการใช้รถโดยสารไฟฟ้าทดแทน NGV แต่เนื่องจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ ๙ เมษายน ๒๕๕๖ ได้มีมติเห็นชอบให้ ขสมก. ดำเนินโครงการจัดซื้อรถโดยสารใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (NGV) จำนวน ๓,๑๘๓ คัน เพื่อนำมาให้บริการทดแทนรถโดยสารเดิมที่ใช้น้ำมันดีเซลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้น หากมีการปรับเปลี่ยน กระทรวงคมนาคม ต้องนำเสนอขอแก้ไขมติคณะรัฐมนตรีก่อน จึงจะสามารถดำเนินการ

- **๗ สิงหาคม ๒๕๕๘** – คณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) ได้เห็นชอบต่อแผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ปี ๒๕๕๘-๒๕๖๒ เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคการศึกษา และภาคประชาชน ได้เห็นความชัดเจนของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน โดยเสนอให้มีแผนที่นำทางเพื่อส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ๔ ด้าน ได้แก่ ๑) รถโดยสารไฟฟ้า ๒) ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ๓) รถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และ ๔) เทคโนโลยีชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวจ่ายไฟฟ้า สถานีประจุไฟฟ้า แบตเตอรี และมอเตอร์ ทั้งนี้ รถทุกชนิดก็ต้องมีแบตเตอรีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และความจุสูง ในการเก็บพลังงานเพื่อการขับเคลื่อนผ่านมอเตอร์ และต้องมีโครงสร้างพื้นฐานในการประจุแบตเตอรีด้วยสถานีประจุที่มีจำนวนเพียงพอ

- **๑๑ สิงหาคม ๒๕๕๘** – ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) ได้เข้าหารือกับรองนายกรัฐมนตรี (นายยงยุทธ ยุทธวงศ์) รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม (พลอากาศเอก ประจิน จั่นตอง) และรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (นายพิเชฐ ดุรงคเวโรจน์) เกี่ยวกับแนวทางการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้าของ ขสมก. ซึ่งที่ประชุมเห็นชอบให้มีการทบทวนแก้ไขมติคณะรัฐมนตรีเดิม โดยขอให้มีการศึกษาสถานภาพ ความพร้อม แนวทางการซ่อมบำรุงรักษา ความคุ้มค่าในการลงทุน ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ และรายละเอียดอื่นๆ เพื่อเป็นเอกสารประกอบการนำเสนอคณะรัฐมนตรีด้วย

- **๑๐ กันยายน ๒๕๕๘** - ฝ่ายเลขานุการ คพน. ได้เข้าหารือรองปลัดกระทรวงคมนาคม (นายพงษ์ไชย เกษมทวีศักดิ์) ขสมก. และกรมการขนส่งทางบก เกี่ยวกับผลการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ในด้านต้นทุนความคุ้มค่าของการใช้รถโดยสารไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับรถโดยสารชนิดอื่น ซึ่งพบว่า ผลการศึกษาของกระทรวงคมนาคม และผลการศึกษาของ สวทช. มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมค่าซ่อมบำรุงรักษาแล้ว การใช้รถโดยสารไฟฟ้ามีความคุ้มค่ามากกว่ารถโดยสารประเภทอื่น และมอบหมายให้ ขสมก. จัดทำรายละเอียดเพื่อทบทวนมติคณะรัฐมนตรีเดิม โดยให้เป็นการจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้าจำนวน ๕๐๐ คัน ทั้งนี้ ให้พิจารณารายละเอียดต่างๆ และหารือร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย อาทิ สถานีประจุไฟฟ้า ควรหารือการไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น

- **๑๕ กันยายน ๒๕๕๘** – ฝ่ายเลขานุการ คพน. ได้เข้าพบรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม (นายอาคม เติมพิทยาไพสิฐ) และรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (นายพิเชฐ ดุรงคเวโรจน์) เพื่อรายงานความก้าวหน้าตามมติ คพน. ความว่า ขสมก. อยู่ระหว่างกำหนดรายละเอียดการว่าจ้างที่ปรึกษา เพื่อจัดทำรายละเอียดเชิงเทคนิคประกอบการนำเสนอคณะรัฐมนตรี

- **๓๐ กันยายน ๒๕๕๘** – ฝ่ายเลขานุการ คพน. ได้รับเชิญจาก ขสมก. ให้เข้าหารือร่วมกับการไฟฟ้านครหลวง เกี่ยวกับรายละเอียดเชิงเทคนิคที่ควรพิจารณาและกำหนดในเอกสารประกอบการนำเสนอคณะรัฐมนตรี อาทิ สถานีประจุไฟฟ้า กำลังไฟ การพิจารณาเส้นทางเดินรถ เป็นต้น

- **๑๕ มกราคม ๒๕๕๙** – สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้เข้าพบรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กรมการท่องเที่ยว และการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เพื่อหารือแนวทางการนำร่องในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบคาร์บอนต่ำ

<u>การจัดสรรทุนวิจัยด้านยานยนต์ไฟฟ้า</u>

- **๑๙ สิงหาคม ๒๕๕๘** - เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (คอบช.) เห็นชอบให้มีการนำแผนที่นำทางฯ สำหรับใช้ในการจัดสรรทุนสนับสนุนการวิจัย เรื่อง ยานยนต์ไฟฟ้า ไว้ภายใต้ทุนวิจัยตามระเบียบวาระแห่งชาติและนโยบายของรัฐบาล โดยเริ่มจัดสรรทุนวิจัยในปีงบประมาณ ๒๕๕๙

<u>การมอบหมายหน่วยงานหลักในการดำเนินการวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้า</u>

- **๙ ตุลาคม ๒๕๕๘** – สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้รับมอบหมายจาก คพน. ให้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

- **๒๑ มกราคม ๒๕๕๙** - สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้เข้าพบรองปลัดกระทรวงกลาโหม เพื่อหารือแนวทางการพัฒนาต้นแบบแบตเตอรีร่วมกับโรงงานแบตเตอรีทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์อุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม ซึ่งที่ประชุมเห็นชอบให้ สวทช. ดำเนินการพัฒนาแบตเตอรีต้นแบบและส่งมอบกระทรวงกลาโหม เพื่อพิจารณานำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

<u>การแสดงศักยภาพการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าของไทย</u>

- **๘ มกราคม ๒๕๕๙** – กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย สวทช. ได้จัดงานนิทรรศการแสดง “นวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศไทย” ณ ลานหน้าตึกไทยคู่ฟ้า ทำเนียบรัฐบาล โดยมุ่งเน้นยานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะที่ผลิตในประเทศไทย รวม ๓ ประเภท คือ ๑) รถโดยสารไฟฟ้าขนาดใหญ่ (๑๒ เมตร) จำนวน ๒ คัน ขนาดกลาง (๖-๘ เมตร) จำนวน ๒ คัน ๒) ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า จำนวน ๒ คัน และ ๓) จักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน ๓ คัน รวมทั้งสิ้น ๙ คัน มีผู้เข้าชมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ คน

บทที่ ๒
แนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

ปัจจุบันทุกประเทศกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบจากสภาวะโลกร้อน ที่สร้างแรงกดดันให้ต้องมีกำหนดมาตรการลดการใช้พลังงานฟอสซิล และการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานด้วย การใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกเพื่อลดมลพิษ หนึ่งในทางเลือกของการใช้ยานพาหนะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และลดมลพิษ รวมทั้งมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง คือ ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) โดยจากเอกสาร Global EV Outlook: Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020 เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๓ ขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency, IEA) ได้กำหนดนิยามของยานยนต์ไฟฟ้าไว้ว่า เป็นยานพาหนะที่ใช้พลังงานในการขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งนี้ เมื่อแบ่งตามลักษณะการใช้พลังงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท[1] (แผนภาพที่ ๒-๑) ได้แก่

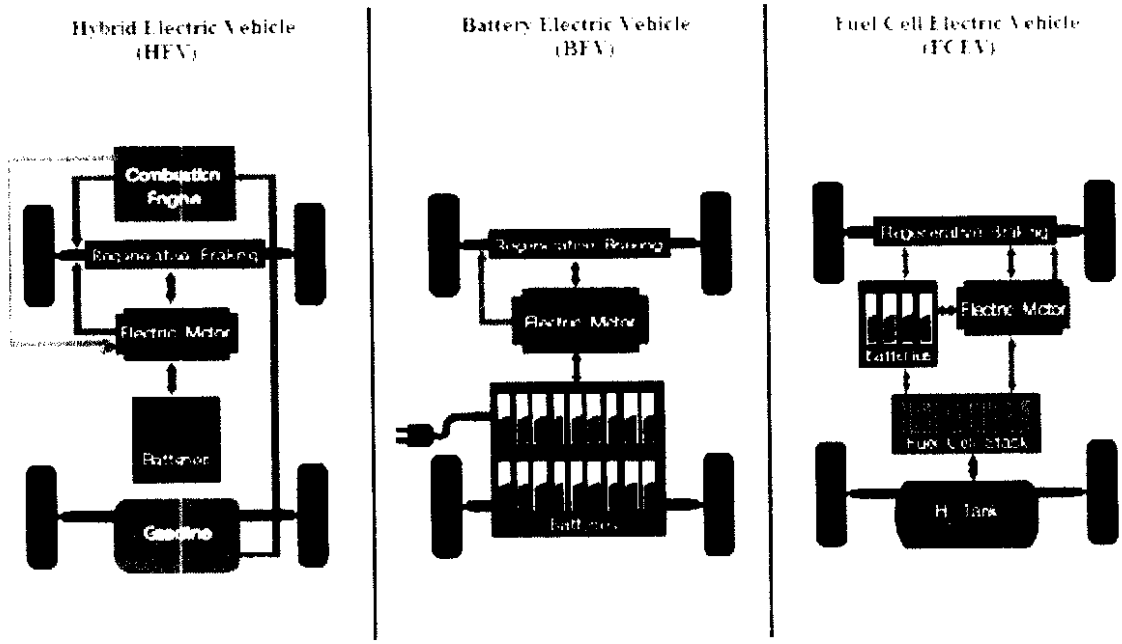
๑) **ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด** (Hybrid Electric Vehicle : HEV) เป็นยานพาหนะที่ใช้ระบบขับเคลื่อนแบบเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal combustion engine: ICE) ควบคู่กับระบบขับเคลื่อนแบบไฟฟ้า ตัวอย่างรถประเภทนี้ เช่น Toyota Prius, Toyota Yaris Hybrid, Ford Escape Hybrid, Ford Fusion Hybrid, Ford C-Max Hybrid, Audi Q5 Hybrid, BMW 5 Series Active Hybrid, BMW 3 series Hybrid เป็นต้น และในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) มาใช้ในการประจุพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรีเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ตัวอย่างรถประเภทนี้ เช่น Toyota Prius Plug-in Hybrid, BMW eDrive เป็นต้น

๒) **ยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี** (Battery Electric Vehicle: BEV) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจากพลังงานที่เก็บอยู่ในแบตเตอรี ตัวอย่างรถประเภทนี้ เช่น Tesla Model S, Nissan Leaf เป็นต้น

๓) **ยานยนต์ไฟฟ้าแบบเซลล์เชื้อเพลิง** (Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV) เป็นยานพาหนะที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) เช่น ไฮโดรเจน ในการทำปฏิกริยาทางเคมีและและผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาขับเคลื่อน ตัวอย่างรถประเภทนี้ ได้แก่ Toyota Mirai, Honda FCX Clarity, Hyundai Tucson Fuel Cell เป็นต้น

[1] ปรับปรุงนิยามยานยนต์ไฟฟ้าจากเอกสาร Global EV Outlook: Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020 เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๓ ขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency, IEA) โดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ๒๕๕๙.

แผนภาพที่ ๒-๑ ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า

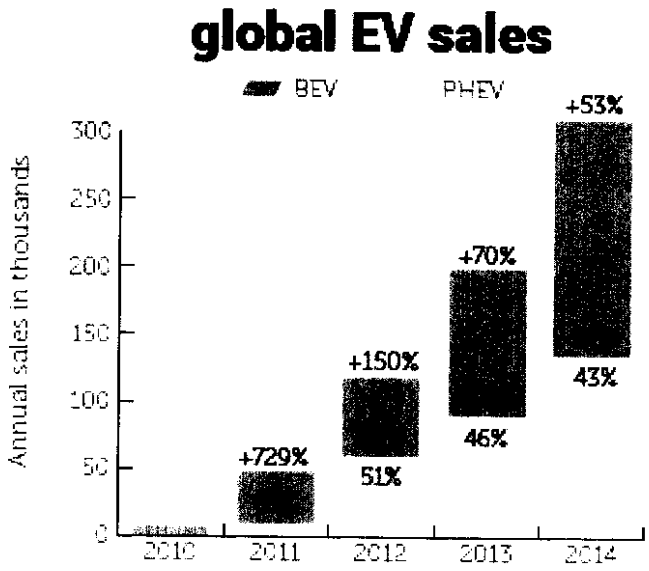


ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย. ๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๘.

๒.๑ แนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

จากรายงาน Global EV Outlook 2015 ของ International Energy Agency (IEA) ที่ระบุว่า ทั่วโลกมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าราวร้อยละ ๐.๑ ของจำนวนยานยนต์ทั้งโลก โดยคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ ๑ ของมูลค่าตลาดทั้งหมด และคาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ ทั่วโลกจะมียานยนต์ไฟฟ้าราว ๒๐ ล้านคัน โดยจีน สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น จะเป็นประเทศที่มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสูงที่สุดในโลก และเมื่อพิจารณายอดขายของยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง ๔ ประเภททั่วโลกพบว่า ในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ ยานยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ ๕๓ จากปี ค.ศ. ๒๐๑๓ ในจำนวนนี้ เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (Battery electric vehicle : BEV) ร้อยละ ๕๗ และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle : PHEV) ร้อยละ ๔๓ (แผนภาพที่ ๒-๒) ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า สัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรีเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความต้องการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น

แผนภาพที่ ๒-๒ ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก



ที่มา : International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2015.

ในภาพรวมแล้ว นอร์เวย์เป็นประเทศที่มีสัดส่วนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดในโลก โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ ๑๒.๕ ของมูลค่ายอดขายทั่วโลก รองลงมา คือ เนเธอร์แลนด์ (ร้อยละ ๓.๙) สหรัฐอเมริกา (ร้อยละ ๑.๕) และสวีเดน (ร้อยละ ๑.๔) ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่พัฒนาแล้วดังกล่าวมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ

นอร์เวย์ เน้นยานยนต์ไฟฟ้าแบบขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (BEV) โดยในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ Nissan Leaf มีส่วนแบ่งทางการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนในนอร์เวย์มากที่สุด (ร้อยละ ๔๑) รองลงมา คือ Tesla Model S (ร้อยละ ๑๕) สาเหตุของความนิยมใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในนอร์เวย์มาจากการที่รัฐบาลได้กำหนดเป้าหมาย Zero emission vehicle จำนวน ๕๐,๐๐๐ คัน ภายในปี ค.ศ. ๒๐๑๘[2] และกำหนดมาตรการสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรีและเซลล์เชื้อเพลิงเป็นกรณีพิเศษ โดยยกเว้นภาษีประจำปีในการใช้ถนน ยกเว้นค่าธรรมเนียมการจอดรถยนต์ในที่สาธารณะ ค่าใช้ถนนหลวง (รวมการนำยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นเรือข้ามฝากในประเทศ) และสามารถใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในช่องทางรถโดยสารได้[3] ส่วนยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดจะไม่ได้รับมาตรการสนับสนุนเหมือน BEV แต่ได้รับเพียงการลดภาษีการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดคันใหม่เหลือร้อยละ ๑๐ ส่วนยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริดเสียภาษีการซื้อคันใหม่ร้อยละ ๑๕ ขณะที่ยานยนต์ทั่วไปที่ใช้น้ำมันจะคิดภาษีในการซื้อคันใหม่อยู่ที่ร้อยละ ๒๕

---

[2] Lars Ole Valøen. "Electric Vehicle Policies in Norway" (PDF). Retrieved 2012-10-24.

[3] European Association for Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicles (AVERE) (2012-09-03). "Norwegian Parliament extends electric car iniatives [sic] until 2018". AVERE. Retrieved 2013-04-10.

ขณะที่***เนเธอร์แลนด์*** มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในสัดส่วนลดลงจากปีก่อน และส่วนใหญ่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle : PHEV) ที่มีการใช้ที่มากกว่า โดยในปี ค.ศ. ๒๐๐๙-๒๐๑๔ Mitsubishi Outlander P-HEV มีส่วนแบ่งทางการตลาดสูงสุดเมื่อพิจารณาจากยอดขาย โดยคิดเป็นร้อยละ ๓๕.๒ รองลงมา คือ Volvo V60 Plug-in Hybrid (ร้อยละ ๒๒.๑)[4] ทั้งนี้ เมื่อพิจารณานโยบายรัฐบาลพบว่า รัฐบาลเนเธอแลนด์ได้ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการซื้อรถแท็กซี่ไฟฟ้าที่ใช้ในเมือง Amsterdam, Rotterdam, Hague, Utrecht, Arnhem-Nijmegen หรือรถบรรทุกที่ใช้เพื่อการขนส่งคันละ ๓,๐๐๐ ยูโร (ประมาณ ๑๒๐,๐๐๐ บาท) และเพิ่มเป็นคันละ ๕,๐๐๐ ยูโร (ประมาณ ๒๐๐,๐๐๐ บาท) นอกจากนี้ รัฐบาลท้องถิ่นได้ให้การสนับสนุนในการซื้อรถแท็กซี่ไฟฟ้าและรถบรรทุกไฟฟ้าเพิ่มอีกคันละ ๕,๐๐๐ ยูโร (ประมาณ ๒๐๐,๐๐๐ บาท) สำหรับใช้ในเมือง Amsterdam และเพิ่มอีก ๓,๐๐๐ ยูโร (ประมาณ ๑๒๐,๐๐๐ บาท) สำหรับใช้ในเมือง Limburg และ Tilburg[5][6] ส่วนเมือง Rotterdam รัฐบาลท้องถิ่นจะให้สนับสนุนให้นำรถเก่ามาแลกรถใหม่ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า โดยสนับสนุนมาตรการให้คันละ ๒๕๐๐ ยูโร (ประมาณ ๑๐๐,๐๐๐ บาท) สำหรับ ๕,๐๐๐ คันแรกในปี ค.ศ. ๒๐๑๓ นอกจากนี้ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายยกเว้นค่าธรรมเนียมการจดทะเบียนและค่าภาษีการใช้ถนนให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นระยะเวลา ๔ ปี (ปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๑๓) โดยผู้ที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในเมือง Amsterdam จะมีที่จอดรถสำรองสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และสามารถประจุไฟฟ้าในที่จอดรถได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และตั้งแต่ปี ค.ศ. ๒๐๑๔ เป็นต้นมา ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรีจะเสียค่าธรรมเนียมการจดทะเบียนอยู่ที่ร้อยละ ๔ ส่วนยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดจะเสียค่าธรรมเนียมการจดทะเบียนอยู่ที่ร้อยละ ๗[7] ซึ่งใกล้เคียงกับภาษียานยนต์ทั่วไป แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับราคายานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) และแบบที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (BEV) แล้วพบว่า ราคายานยนต์ไฟฟ้าแบบขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรีสูงกว่ายานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริดค่อนข้างมาก ผู้บริโภคจึงนิยมใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั้นอินไฮบริดมากกว่า (แผนภาพที่ ๒-๓)

---

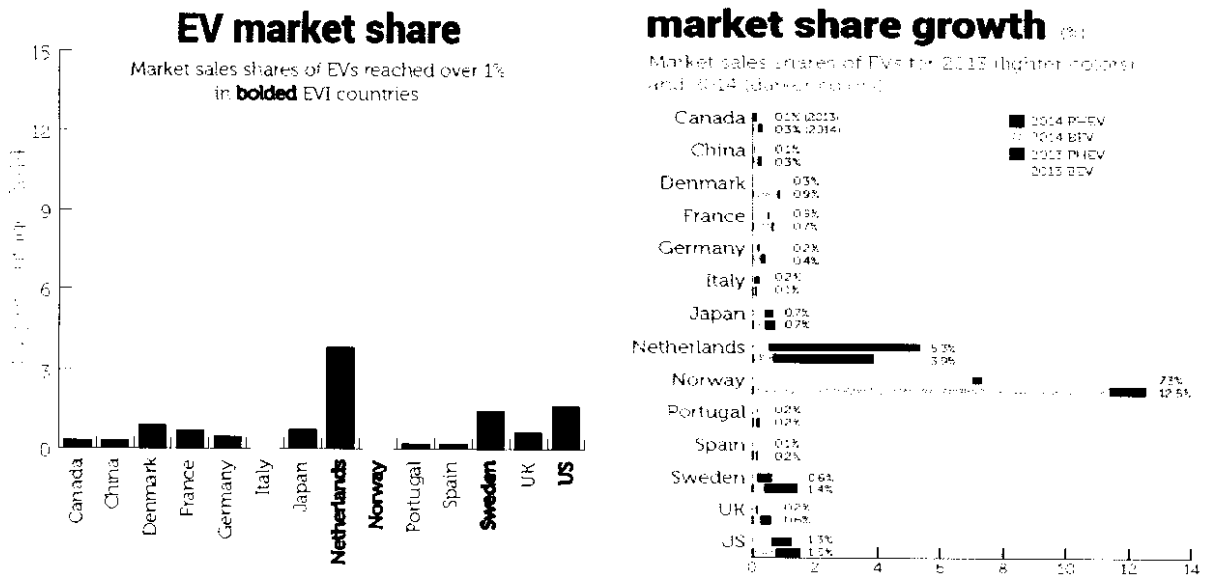
[4] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Number of registered electric vehicles in Netherlands, Top 5 registered plug-in electric hybrid vehicle models and Top 5 registered all-electric vehicle models. July 2014.

[5] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) . Electromobility in the Netherlands - Highlights 2013. March 2014.

[6] Automotive World. Rotterdam introduces world's best EV incentives to improve air quality. September 2014.

[7] Nederlandse Omroep Stichting (NOS). "Forse toename elektrische auto's" [Major increase in electric car sales]. December 2013.

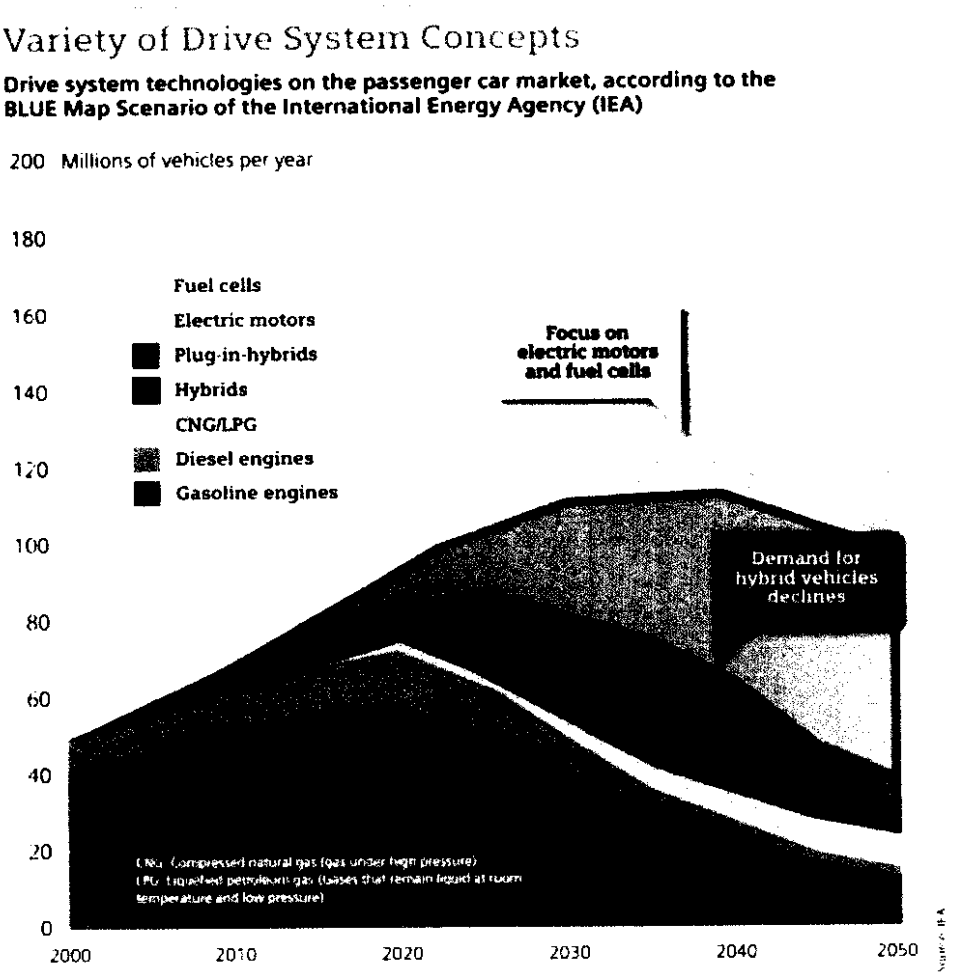
แผนภาพที่ ๒-๓ สัดส่วนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกปี ค.ศ. ๒๐๑๔



ที่มา : International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2015.

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของโลกแล้ว International Energy Agency (IEA) ได้จัดทำ BLUE Map Scenario โดยคาดการณ์ไว้ว่า ในปี ค.ศ. ๒๐๕๐ จะมีการใช้ยานยนต์ที่ใช้เบนซิน ดีเซล CNG/LPG ลดลง โดยร้อยละ ๘๐ จะเป็นการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด ยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี และยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแนวโน้มการใช้ลดลง ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด และปลั๊กอินไฮบริด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า แนวโน้มของเทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า ระบบกักเก็บพลังงาน และโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนต่างๆ กำลังมีความต้องการในการดำเนินการวิจัย ปรับปรุง และการสร้างเครือข่ายเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งนับเป็นประเด็นท้าทายในการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต (แผนภาพที่ ๒-๔)

แผนภาพที่ ๒-๔ แนวโน้มการใช้งานยานยนต์ของโลกในปี ค.ศ. ๒๐๕๐



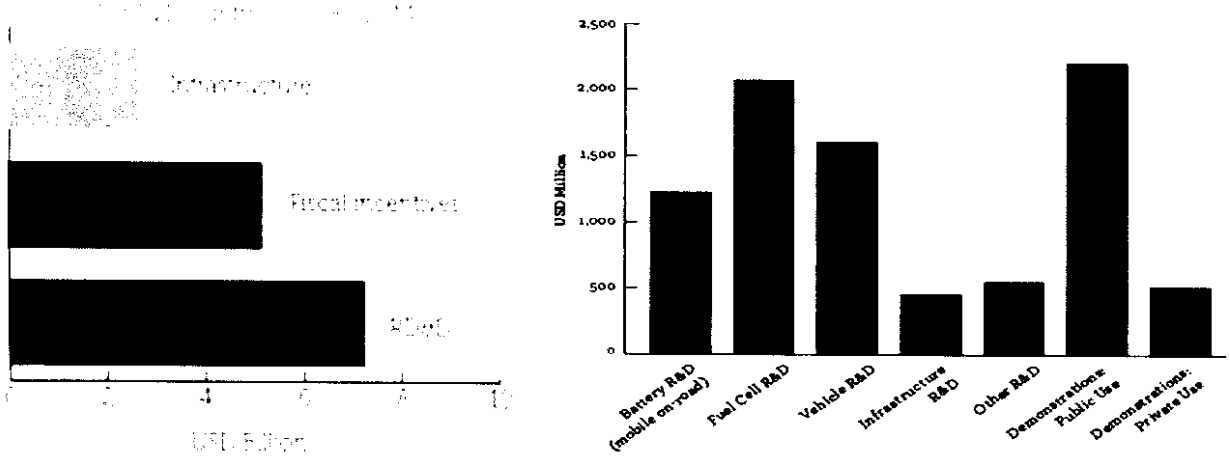
ที่มา : International Energy Agency (IEA). The Number of Electric Vehicles Is Growing on Land, in the Water, and in the Air.

๒.๒ การลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

เมื่อพิจารณามูลค่าการลงทุนยานยนต์ไฟฟ้าพบว่า ทั่วโลกมีการลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าแบ่งเป็น ๓ ด้าน คือ ๑) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ๒) การสร้างแรงจูงใจผ่านมาตรการภาษี และ ๓) การวิจัยและพัฒนา โดยการวิจัยและพัฒนา ได้รับความสนใจในการลงทุนมากที่สุด ราว ๗,๐๐๐ ล้านเหรียญสหรัฐ ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๐๘-๒๐๑๔ โดยประเภทของการวิจัยและพัฒนาที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ การทดลองใช้ในยานยนต์สาธารณะ และการวิจัยและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิง การวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า และแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (แผนภาพที่ ๒-๕) เป็นที่น่าสังเกตว่า ประเทศต่างๆ ได้ให้ความสนใจในการลงทุนวิจัยและพัฒนามากกว่าการใช้นโยบายสนับสนุนส่งเสริมด้านภาษี และการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น โครงการนำร่องของสหราชอาณาจักรที่รัฐบาลสนับสนุนงบประมาณราว ๓๑ ล้านปอนด์ (ประมาณ ๑,๕๙๕ ล้านบาท) ในการพัฒนายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจน เพื่อเป็นทางเลือกแก่ผู้ใช้ยานยนต์ในยุโรปและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้ประกอบการยานยนต์รายใหญ่ ๕ ราย ได้เข้าร่วมโครงการ โดยมีเป้าหมายในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนที่ใช้งานในพื้นที่ยุโรป (๖ เมืองใหญ่ คือ Bolzano, Copenhagen,

Innsbruck, London, Munich, Stuttgart) รวม ๑๑๐ คัน และพัฒนาคลัสเตอร์สถานีเติมไฮโดรเจนควบคู่ไปด้วย และคาดว่าจะสามารถสำเร็จภายในปี ค.ศ. ๒๐๑๕[8]

แผนภาพที่ ๒-๕ มูลค่าการลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าของโลกในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๐๘-๒๐๑๔



ที่มา : International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2013 & Global EV Outlook 2015.

๒.๓ การพัฒนาแบตเตอรียานยนต์ไฟฟ้าของโลก

แบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ถือเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานประเภทหนึ่งที่อาศัยหลักการของการเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนแหล่งพลังงานเคมีเป็นพลังงาน ทั้งนี้ Massachusetts Institute of Technology (MIT) ได้กำหนดคุณสมบัติทางเทคนิคของแบตเตอรี ใน A Guide to Understanding Battery Specifications[9] เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๐๘ โดยประกอบด้วยคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

๑) ***ค่าพลังงานจำเพาะ*** (Specific energy) หรือค่าความจุพลังงาน เป็นค่าที่แสดงความหนาแน่นของพลังงาน (energy density) ต่อความจุแบตเตอรี มีหน่วยเป็นวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (Wh/kg) หรือวัตต์-ชั่วโมงต่อลูกบาศก์เมตร (Wh/L)

๒) ***ค่ากำลังจำเพาะ*** (Specific power) หรือค่าความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้า (Power density) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อความจุของแบตเตอรี มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อกิโลกรัม (W/kg) หรือวัตต์ต่อลูกบาศก์เมตร (W/L)

๓) ***รอบของการใช้งาน*** (Cycle life) เป็นค่าที่แสดงรอบของการคายหรืออัดประจุของแบตเตอรี (DOD) ซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้น โดยทั่วไปแบตเตอรีที่ใช้งานได้นาน จะสามารถอัดหรือคายประจุได้ทั้งที่อุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิสูง

---

[8] Electric Cars Report. EU Launches Hydrogen Fuel Cell Vehicle And Infrastructure Project. April 2014. http://electriccarsreport.com/2014/04/eu-launches-hydrogen-fuel-cell-vehicle-infrastructure-project/

[9] MIT Electric Vehicle Team. A Guide to Understanding Battery Specifications. December 2008.

๔) ***ความลึกของการคายประจุ*** (Depth of Discharge: DOD) เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการคายประจุของแบตเตอรี มีหน่วยเป็นร้อยละ (percentage) หรือ Ah ทั้งนี้ หากแบตเตอรีสามารถคายประจุต่ำกว่าร้อยละ ๘๐ จะเป็นแบตเตอรีรอบลึก (deep discharge)

เมื่อพิจารณาประเภทของแบตเตอรีที่เหมาะสมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จากรายงานของ Batteries in a Portable World โดย Isidor Buchmann พบว่า ปัจจุบันแบตเตอรีที่เหมาะสมและได้รับความสนใจในการนำมาใช้งานกับยานยนต์ไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท ได้แก่

๑) แบตเตอรีตะกั่วกรด (Lead Acid Battery)

เป็นแบตเตอรีที่อาศัยการสร้างพลังงานจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า โดยใช้ตะกั่วเป็นขั้วอิเล็กโทรด และมีกรดซัลฟูริกเป็นอิเล็กโตรไลท์ แบตเตอรีตะกั่วกรด แบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ ๑) แบตเตอรีสตาร์ทรถยนต์ (Starter battery) ซึ่งให้กำลังจำเพาะสูงแต่ให้พลังงานจำเพาะต่ำ ส่วนใหญ่นำมาใช้งานในยานยนต์ทั่วไปเพื่อสตาร์ทรถยนต์ และ ๒) แบตเตอรีรอบลึก (Deep cycle battery) ซึ่งให้พลังงานจำเพาะสูงแต่ให้กำลังจำเพาะต่ำ นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า กักเก็บพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต และสำรองจ่ายกระแสไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนต่างๆ

๒) แบตเตอรีนิกเกิลเมทัลไฮดราย (Nickel Metal Hydride Battery)

เป็นแบตเตอรีชนิดนิเกิลโลหะชนิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาด้วยเทคโนโลยีแบตเตอรีที่มีคุณสมบัติสูงกว่าแบตเตอรีตะกั่วกรด มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำกว่าแบตเตอรีลิเทียม ตัวอย่างการใช้แบตเตอรีในยานยนต์ไฟฟ้า เช่น Toyota Prius เป็นต้น

๓) แบตเตอรีลิเทียม (Lithium Battery)

แบตเตอรีลิเทียมมีหลายประเภทโดยจำแนกตามชนิดของขั้วอิเล็กโทรด อาทิเช่น แบตเตอรีลิเทียมโคบอลออกไซด์ (Lithium Cobalt Oxide) ลิเทียมแมงกานีสออกไซด์ (Lithium Manganese Oxide) ลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลออกไซด์ (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide, NMC) ลิเทียมเฟอร์โรฟอสเฟต (Lithium Ferro Phosphate) ลิเทียมนิกเกิลโคบอลอลูมิเนียมออกไซด์ (Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide, NCA) และ ลิเทียมไททาเนต (Lithium Titanate) ซึ่งแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ปัจจุบัน แบตเตอรีลิเทียมไอออน ได้รับความสนใจและนิยมเป็นอย่างมากในการนำมาใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ รวมถึงยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากแบตเตอรีลิเทียมไอออน มีพลังงานและกำลังจำเพาะสูงและมีอายุการใช้งานนานกว่าแบตเตอรีชนิดตะกั่วกรด และแบตเตอรีนิเกิลเมทัลไฮดราย อย่างไรก็ตาม ต้นทุนของแบตเตอรีชนิดนี้ยังมีต้นทุนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรีตะกั่วกรด และนิเกิลเมทัลไฮดราย ผู้ผลิตหลายแห่งได้ลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีของแบตเตอรี ตัวอย่างการใช้แบตเตอรีในยานยนต์ไฟฟ้า เช่น Tesla และ Nissan เป็นต้น

แบตเตอรีแต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปตามประเภทของแบตเตอรีต่างๆ สรุปได้ดังตารางที่ ๒-๑

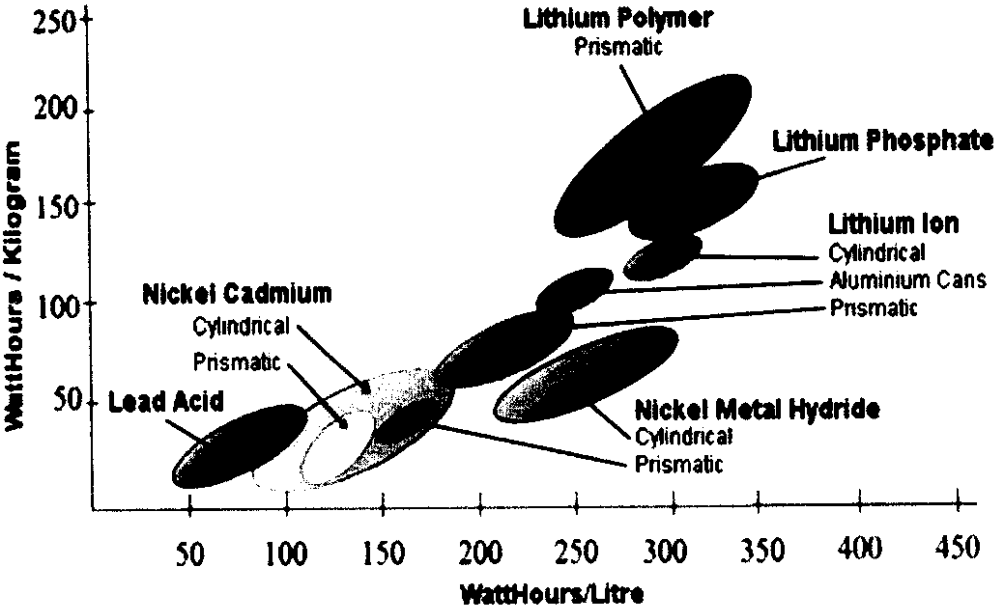
ตารางที่ ๒-๑ คุณสมบัติของแบตเตอรีที่ถูกนำมาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า

คุณสมบัติ	ประเภทแบตเตอรี่		
	ตะกั่วกรด	นิเกิลเมทัลไฮดราย	ลิเทียมไอออน
เวลาในการประจุไฟ (ชั่วโมง)	๔-๖	๖-๑๐	๔-๖ (ประจุไฟปกติ) ๒๕ นาที (ประจุไฟเร็ว)
อายุการใช้งาน (รอบ)	๒๐๐-๓๐๐	๓๐๐-๕๐๐	๕๐๐-๒,๐๐๐
พลังงานจำเพาะ (วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม)	๓๐-๕๐	๖๐-๑๒๐	๘๐-๒๕๐
กำลังจำเพาะ (วัตต์/กิโลกรัม)	๓๐-๑๐๐	๘๐-๓๐๐	๒๐๐-๔๐๐
ต้นทุน (เหรียญ สรอ./กิโลกรัม)	๐.๓๔	๐.๗๔	๐.๙๖

ที่มา : Batteries in a Portable World

ปัจจุบันการพัฒนาแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามุ่งเน้นไปที่แบตเตอรีลิเทียมไอออน ซึ่งมีค่าพลังงานจำเพาะสูงกว่า ๒๐๐ วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ขณะที่แบตเตอรีตะกั่วกรด (Lead acid) มีค่าพลังงานจำเพาะต่ำประมาณ ๕๐ วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม เท่านั้น (แผนภาพที่ ๒-๖) ดังนั้น การพัฒนาแบตเตอรีลิเทียมจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในเรื่องของต้นทุนและความปลอดภัยในการใช้งาน

แผนภาพที่ ๒-๖ พลังงานจำเพาะของแบตเตอรีชนิดต่างๆ



ที่มา : UK Energy Storage Startups Take Aim At EV Battery Market, July 29th, 2015 by Tina Casey

นอกจาก แบตเตอรีทั้ง ๓ ประเภทที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว Isidor Buchmann ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ใน Battery in a Portable world เพิ่มเติมว่ายังมีเทคโนโลยีแบตเตอรีที่กำลังได้รับความสนใจในการวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต อาทิเช่น แบตเตอรีโซเดียมไอออน และแบตเตอรีโลหะ-อากาศ เป็นต้น ดังนี้

๑) แบตเตอรีโซเดียมไอออน (Sodium ion Battery)

เป็นแบตเตอรีที่อาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าเช่นเดียวกับลิเทียม ธาตุโซเดียมมีคุณสมบัติในการให้และรับอิเล็กตรอนแบบเดียวกับลิเทียม มีค่าการนำไฟฟ้าที่คงที่ และมีปริมาณของสสารบนโลกมากที่สุดในธาตุหมู่เดียวกัน โดยมีอัตราส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับลิเทียม Li:Na = ๑:๑๐๐๐ แบตเตอรีชนิดนี้เหมาะสมกับการใช้งานเป็นสถานีกักเก็บพลังงานมากกว่าจะนำมาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากมีค่าพลังงานจำเพาะ และกำลังจำเพาะที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรีลิเทียมไอออน แบตเตอรีชนิดนี้ มีต้นทุนวัสดุตั้งต้นในการผลิตถูกกว่าแบตเตอรีลิเทียมไอออน เมื่อเปรียบเทียบแบตเตอรีโซเดียมไอออนกับแบตเตอรีลิเทียมไอออนจะเห็นได้ว่าคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของโซเดียมและลิเทียมมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่โซเดียมมีปริมาณของสสาร น้ำหนักอะตอมสูงกว่าลิเทียมมาก ส่งผลให้โซเดียมมีค่าพลังงานจำเพาะที่ต่ำกว่าลิเทียม และมีต้นทุนของวัตถุดิบตั้งต้นที่ต่ำกว่าลิเทียมมาก ดังแสดงในตารางที่ ๒-๒ ปัจจุบันแบตเตอรีโซเดียมไอออนส่วนใหญ่ถูกพัฒนาเพื่อใช้งานในระบบกักเก็บพลังงานขนาดใหญ่

ตารางที่ ๒-๒ ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรีลิเทียมไอออนและแบตเตอรีโซเดียมไอออน

คุณสมบัติ	ลิเทียมไอออน	โซเดียมไอออน
ปริมาณสำรอง	๑	๑,๐๐๐
ต้นทุน (ในรูปคาร์บอเนต) (เหรียญ สรอ./ตัน)	๕,๐๐๐	๑๕๐
น้ำหนักอะตอม (กรัม/โมล)	๖.๙	๒๓
พลังงานจำเพาะในทางทฤษฎี (มิลลิแอมป์-ชั่วโมง/กรัม)	๓,๘๒๙	๑,๑๖๕
แหล่งที่มาของวัสดุต้นน้ำ	ร้อยละ ๗๐ ในประเทศแถบอเมริกาใต้	มีอยู่ทุกแห่งทั่วโลก

ที่มา : K. Vignarooban. Current trends and future challenges of electrolytes for sodium-ion batteries. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 41, Issue 4. 2016.

๒) แบตเตอรีโลหะ-อากาศ (Metal-air Battery)

แบตเตอรีโลหะ-อากาศเป็นแบตเตอรีที่อาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าระหว่างสังกะสี และอากาศ หลักการทำงานคือ การปล่อยให้อากาศไหลผ่านเซลล์แบตเตอรี และทำปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้ากับสังกะสี ทำให้เกิดการไหลผ่านของอิเล็กตรอนผ่านสารละลายอิเล็กโตรไลท์ และนำอิเล็กตรอนที่ไหลผ่านไปใช้งานในรูปของกระแสไฟฟ้า แต่ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าระหว่างสังกะสีกับอากาศ ยังมีปฏิกิริยาแข่งขันเกิดขึ้นมาด้วย และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาแข่งขันนั้น คือ ไฮโดรเจน ซึ่งมีคุณสมบัติติดไฟได้ง่าย แบตเตอรีลิเทียม-อากาศเป็นแบตเตอรีโลหะ-อากาศเช่นเดียวกัน มีหลักการทำงานเหมือนกับแบตเตอรีชนิดสังกะสี-อากาศ ในทางทฤษฎี แบตเตอรีลิเทียม-อากาศ สามารถให้พลังงานจำเพาะที่สูงกว่า แบตเตอรีสังกะสี-อากาศ ถึง ๓ เท่า แต่เทคโนโลยีปัจจุบัน แบตเตอรีลิเทียม-อากาศ สามารถให้พลังงานจำเพาะได้เพียง ประมาณร้อยละ ๒ ของพลังงานจำเพาะในทางทฤษฎีทั้งหมด และยังมีราคาสูงกว่าแบตเตอรีสังกะสี-อากาศ ทำให้แบตเตอรีทั้ง ๒ ประเภทนี้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ดังนั้น เทคโนโลยีนี้จึงจำเป็นและมีความน่าสนใจที่จะต้องวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติการให้พลังงานของแบตเตอรีสังกะสี-อากาศ และลิเทียม-อากาศ ได้แสดงดังตารางที่ ๒-๓

ตารางที่ ๒-๓ เปรียบเทียบคุณสมบัติแบตเตอรีสังกะสี-อากาศและแบตเตอรีลิเทียม-อากาศ

ชนิดของแบตเตอรี	สังกะสี-อากาศ	ลิเทียม-อากาศ
พลังงานจำเพาะในทางทฤษฎี (วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม)	๑,๐๘๖	๓,๔๕๘
พลังงานจำเพาะที่สามารถให้ได้จริง (วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม)	๓๕๐-๕๐๐	๔๕-๘๐
ต้นทุนของวัสดุ (เหรียญ สรอ./กิโลกรัม)	๑.๘๕	๖๘

ที่มา : Panuthai, N. Characterization of copper-zinc nanoparticles synthesized via submerged arc discharge with successive reduction process. Japanese Journal of Applied Physics, 53, 5, 05HA11. 2014.

อุปกรณ์ให้พลังงานหลักแก่ยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากจะมีแบตเตอรีที่ปัจจุบันได้รับความสนใจนำมาใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว ยังมีตัวเก็บประจุยิ่งยวด (Electric, Electrochemical double-layer capacitors หรือในชื่อที่นิยมใช้อย่าง Supercapacitor หรือ Ultracapacitor) ที่เป็นเทคโนโลยีกักเก็บพลังงานที่ให้กำลังจำเพาะสูงกว่า ๑๐,๐๐๐ วัตต์/กิโลกรัม ทำให้สามารถอัดและคายประจุในปริมาณที่มากในช่วงเวลาสั้นๆ ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรีลิเทียมไอออนที่ให้กำลังจำเพาะราว ๑,๐๐๐-๓๐๐๐ วัตต์/กิโลกรัม มีอายุการใช้งานราว ๑ ล้านรอบมากกว่าแบตเตอรีลิเทียมไอออน (ราว ๕๐๐ รอบ) แต่ให้พลังงานจำเพาะต่ำเพียงประมาณ ๕ วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม (ขณะที่แบตเตอรีลิเทียมไอออนให้พลังงานจำเพาะราว ๑๐๐-๒๐๐ วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม) (ตารางที่ ๒-๔) ปัจจุบันตัวเก็บประจุยิ่งยวดได้รับความนิยมนำมาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าควบคู่กับแบตเตอรี เพื่อให้การทำงานของแบตเตอรีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงยังสามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรีได้อีกด้วย คุณสมบัติของตัวเก็บประจุยิ่งยวด ดังจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวเก็บประจุยิ่งยวดกับค่าเฉลี่ยของแบตเตอรีลิเทียมไอออน และเนื่องจากวัสดุที่นำมาผลิตขั้วของตัวเก็บประจุยิ่งยวดเป็นวัสดุที่ไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติทางเคมีเช่นเดียวกับวัสดุในขั้วแบตเตอรี ทำให้วัสดุที่จะนำมาผลิตขั้วตัวเก็บประจุยิ่งยวดนั้นมีความหลากหลายมากกว่า ทำให้การวิจัยและพัฒนาด้านตัวเก็บประจุยิ่งยวดนี้ยังคงมีความน่าสนใจ ทั้งในเรื่องของการหาวัสดุทดแทนวัสดุเดิมที่มีอยู่ การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมไปถึงการลดต้นทุนในการผลิต

ตารางที่ ๒-๔ คุณสมบัติของตัวเก็บประจุยิ่งยวดเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของแบตเตอรีลิเทียมไอออน

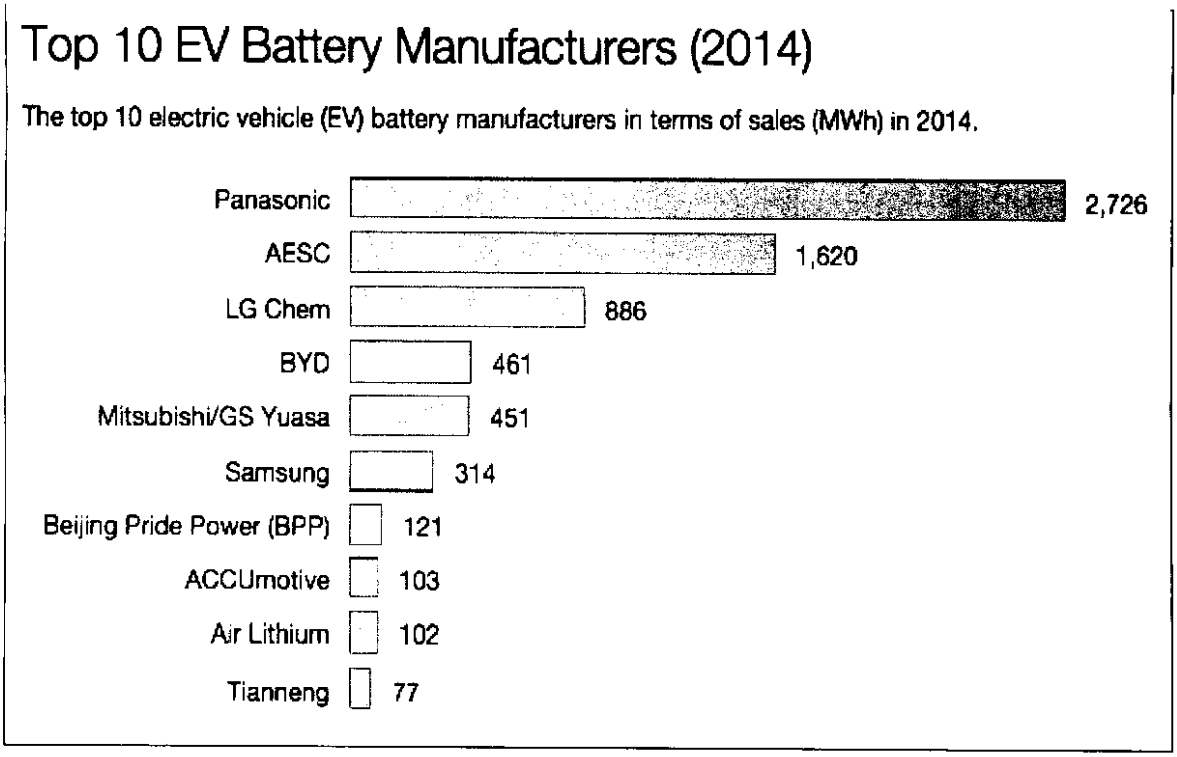
คุณสมบัติ	ตัวเก็บประจุยิ่งยวด	แบตเตอรีลิเทียมไอออน
เวลาในการประจุไฟ	๑-๑๐ วินาที	๑๐-๖๐ นาที
อายุการใช้งาน	๑ ล้านรอบ หรือ ๓๐,๐๐๐ ชั่วโมง	๕๐๐ รอบ
พลังงานจำเพาะ (วัตต์-ชั่วโมง/กิโลกรัม)	๕	๑๐๐-๒๐๐

คุณสมบัติ	ตะกั่วกรดประจุซ้ำได้	แบตเตอรีลิเทียมไอออน
กำลังจำเพาะ (วัตต์/กิโลกรัม)	สูงกว่า ๑๐,๐๐๐	๑,๐๐๐-๓,๐๐๐
ต้นทุน (เหรียญ สรอ./วัตต์-ชั่วโมง)	๒๐	๐.๕

ที่มา : Batteries in a Portable World

จากการสำรวจสัดส่วนการตลาดของแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ พบว่า แบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการเติบโตเพิ่มสูงขึ้นจากปีก่อนราวร้อยละ ๕๔ โดยผู้นำในการผลิต แบตเตอรียานยนต์ไฟฟ้าที่มีสัดส่วนการตลาดมากที่สุด คือ พานาโซนิค โดยมีสัดส่วนการตลาดราวร้อยละ ๓๘ (ราว ๒,๗๒๖ เมกะวัตต์-ชั่วโมง (MWh)) รองลงมา คือ AESC (เป็นบริษัทร่วมทุนระหว่าง NEC และ Nissan) โดยมีสัดส่วนการตลาดราวร้อยละ ๒๓ (หรือ ๑,๖๒๐ เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ส่วนอันดับสาม คือ LG Chem โดยมีสัดส่วนการตลาดราวร้อยละ ๑๒ (หรือ ๘๘๖ เมกะวัตต์-ชั่วโมง) และ BYD โดยมีสัดส่วนการตลาดราวร้อยละ ๖ (หรือ ๔๖๑ เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ตามลำดับ (แผนภาพที่ ๒-๗)

แผนภาพที่ ๒-๗ ผู้ผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ๑๐ อันดับแรก ในปี ค.ศ. ๒๐๑๔

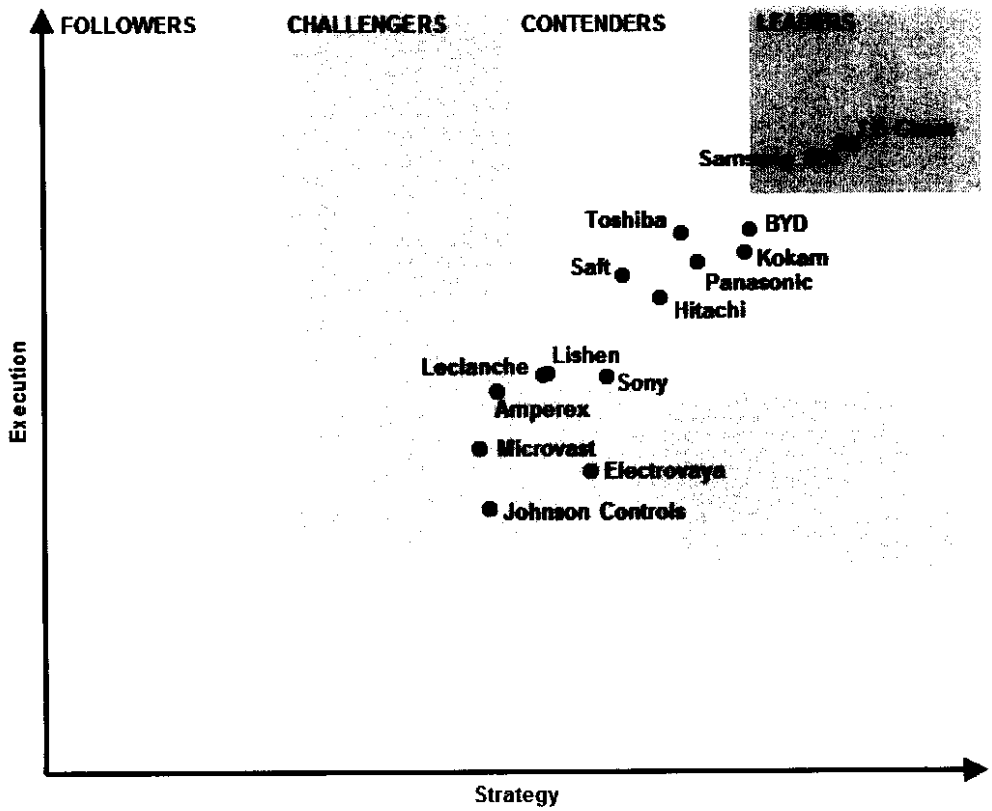


ที่มา: EV Obsession, LG Chem Trying To Steal Tesla's Home Battery Storage Thunder?, April 25th, 2015 by Zachary Shahan.

อย่างไรก็ตาม แม้ว่า Panasonic จะเป็นบริษัทที่มียอดขายในการผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุดของโลก แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่แสดงถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการผลิตแบตเตอรี

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าจากรายงาน Navigant Research Leaderboard Report: Li-Ion Grid Storage เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๕ ที่ได้ดำเนินการสำรวจจุดแข็งจุดอ่อนของบริษัทผู้ผลิตแบตเตอรีลิเทียมไอออน ๑๕ บริษัทชั้นนำของโลก โดยวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ยอดขาย การตลาด วิสัยทัศน์ กลยุทธ์การออกสู่ตลาด ความร่วมมือกับบริษัทอื่น กลยุทธ์การผลิต เทคโนโลยี เครือข่าย ประสิทธิภาพของสินค้า คุณภาพและความน่าเชื่อถือของสินค้า ราคา พบว่า เทคโนโลยีแบตเตอรีลิเทียมไอออนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านราคา ประสิทธิภาพ พลังงานจำเพาะ ซึ่งมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยบริษัท LG Chem และ Samsung SDI เป็น ๒ บริษัทที่มีฐานการผลิตในเกาหลีใต้ และกลายเป็นบริษัทผู้นำในการผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของโลก เพราะสามารถผลิตเซลล์ลิเทียมไอออนที่มีคุณภาพ และราคาต่ำ รวมทั้งมีปริมาณการผลิตสูง ทำให้เกิดการประหยัดขนาด (economies of scale) ในการผลิต (แผนภาพที่ ๒-๘)

แผนภาพที่ ๒-๘ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบริษัทผู้ผลิตแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

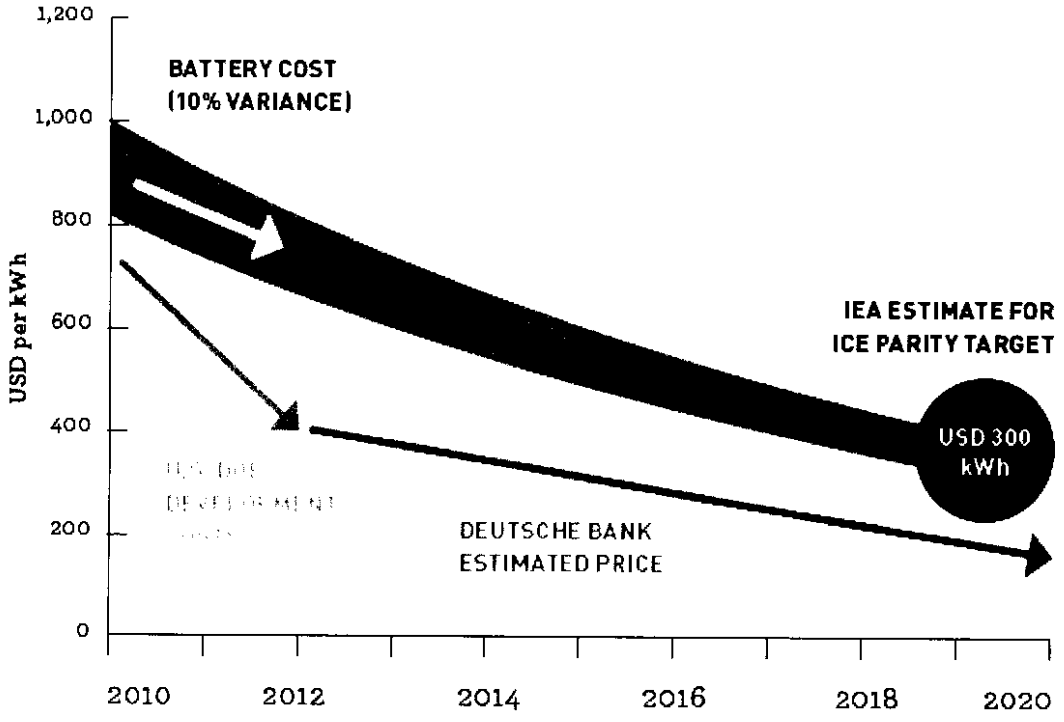


ที่มา : CleanTechnica. Samsung SDI + LG Chem Top Recent Business Assessment Of Lithium-Ion Battery Manufacturers. อ้างจาก Navigant Research Leaderboard Report: Li-Ion Grid Storage. July 12th, 2015. http://cleantechnica.com/2015/07/12/samsung-sdi-lg-chem-top-recent-business-assessment-lithium-ion-battery-manufacturers/

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีของยานยนต์ไฟฟ้าก้าวสู่ยุคของยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (Battery electric vehicle : BEV) ที่จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบตเตอรีให้ดีขึ้นกว่าเดิม ทั้งในด้านความสามารถในการประจุไฟฟ้า น้ำหนัก ความเสถียรและ

ความปลอดภัย เป็นต้น หลายประเทศได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรีแบบลิเทียม (Lithium Battery) ที่ปัจจุบันมีราคาที่สูงมากราว ๑,๐๐๐ ดอลลาร์ สรอ. ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่ายานยนต์ไฟฟ้าทั้งคัน ทั้งนี้ จากการประเมินไว้ในรายงาน Global EV Outlook ของ International Energy Agency (IEA) เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๓ คาดการณ์ไว้ว่า ตลาดแบตเตอรีลิเทียมของโลกจะมีการเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยคาดว่า จะมีมูลค่ามากกว่า ๙,๐๐๐ ล้านเหรียญ สรอ. ในปี ค.ศ. ๒๐๑๕ หรือมากกว่า ๔ ล้านคัน[10] ส่วนใหญ่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด และปลั๊กอินไฮบริด ทั้งนี้ เมื่อเกิดกระแสการใช้ในวงกว้างจะทำให้ราคา แบตเตอรีลิเทียมจะลดลงไปอยู่ที่ประมาณ ๓๐๐ ดอลลาร์ สรอ. ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ (แผนภาพที่ ๒-๙)

แผนภาพที่ ๒-๙ ประมาณการต้นทุนแบตเตอรีในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๒๐ และปี ค.ศ. ๒๐๓๐

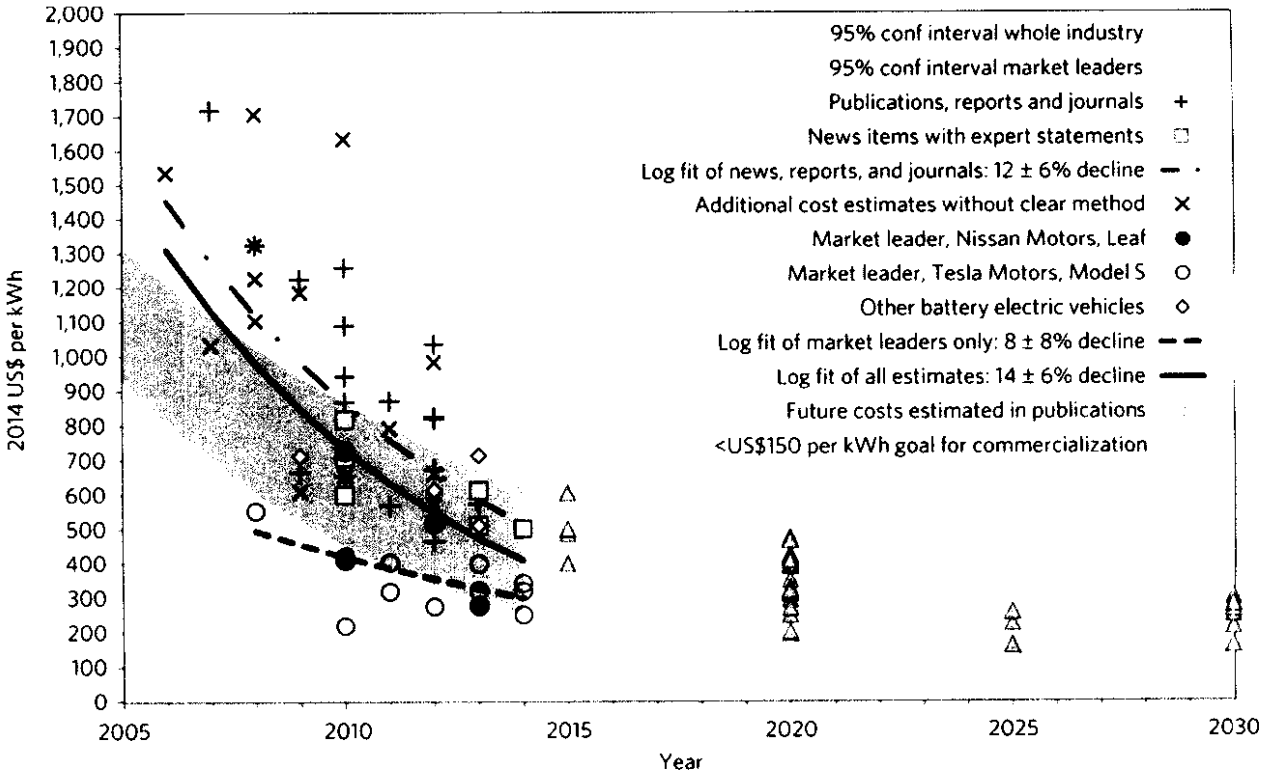


ที่มา : Global EV Outlook 2013, IEA.

[10] บริษัท Siemans. Pictures of the Future: The Magazine for Research and Innovation. The Number of Electric Vehicles Is Growing on Land, in the Water, and in the Air. 20 August 2014. http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures of the future/mobility and motors/facts and figures electric mobility.html

จากการประเมินของ Björn Nykvist and Måns Nilsson นักวิจัยจาก Stockholm Environment Institute ในบทความตีพิมพ์ที่เผยแพร่ในวารสาร Nature Climate Change เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๕ คาดการณ์ไว้ว่า ในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ คาดว่าจะสามารถพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรีแบบลิเทียมโดยมีราคาอยู่ที่ประมาณ ๑๕๐ ดอลลาร์ สรอ. ต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ซึ่งเป็นระดับราคาที่เหมาะสมต่อการขายในเชิงพาณิชย์ อันส่งผลกระทบต่อราคายานยนต์ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่จะมีแนวโน้มลดลงในอนาคตอีกด้วย (แผนภาพที่ ๒-๑๐)

แผนภาพที่ ๒-๑๐ ประมาณการต้นทุนแบตเตอรีที่สามารถขายเชิงพาณิชย์ได้ในช่วงปัจจุบัน ถึงปี ค.ศ. ๒๐๓๐



ที่มา : Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles," Nature Climate Change, Vol. 5 (April, 2015): 329–332.

๒.๔ การประจุไฟในยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

จากรายงานของ Navigant Research ได้ประมาณการตลาดอุปกรณ์รองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ตัวประจุไฟฟ้า พบว่า จะมีการเติบโตสูงขึ้นจาก ๘๑.๑ ล้านเหรียญ สรอ. ในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ เป็น ๒,๙๐๐ ล้านเหรียญ สรอ. ในปี ค.ศ. ๒๐๒๓[11] คิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสม (compound annual growth rate: CAGR) อยู่ที่ร้อยละ ๒๗.๑ ต่อปี[12] โดยได้กำหนดให้ความสำคัญต่อปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเติบโตได้แก่ เทคโนโลยี มาตรฐานอุตสาหกรรม และส่วนแบ่งทางการตลาดในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งได้แบ่งประเภทของเทคโนโลยีที่คาดว่าจะมีการพัฒนาและส่งผลต่ออัตราการเติบโตเป็น ๓ ประเภท คือ

๑) ***การประจุไฟฟ้ากระแสสลับ*** (AC charging) ใช้ได้ทั้งในที่อยู่อาศัยและเชิงพาณิชย์ โดยสามารถประจุไฟฟ้าอยู่ที่ระหว่าง ๗.๒ - ๑๙.๒ กิโลวัตต์ โดยมี ๒ ประเภทตามการจัดประเภทโดย Society of Automotive Engineers (SAE) คือ ระดับที่ ๑ (Level 1) สามารถประจุไฟฟ้าได้สูงสุดที่ ๑.๙๒ กิโลวัตต์ (ใช้แรงดันไฟฟ้า ๑๒๐ โวลท์) และระดับที่ ๒ (Level 2) ใช้แรงดันไฟฟ้า ๒๔๐ โวลท์ สามารถประจุไฟฟ้าระหว่าง ๓-๑๙.๒ กิโลวัตต์

๒) ***การประจุไฟฟ้ากระแสตรง*** (DC charging) บางครั้งเรียกว่า การประจุไฟฟ้าระดับที่ ๓ เป็นการประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (fast charging) ใช้เฉพาะในเชิงพาณิชย์เท่านั้น เพราะต้องใช้กำลังไฟสูง โดยสามารถประจุไฟฟ้าอยู่ที่ระหว่าง ๒๐ – ๑๐๐ กิโลวัตต์ และการประจุไฟฟ้ากระแสตรงจะประจุไฟได้เร็วนั้น ต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ ๒๕-๕๐ กิโลวัตต์ ซึ่งผู้ผลิตควรมีกำลังขับ (power ratings) สูงถึง ๑๐๐ กิโลวัตต์ ใช้แรงดันไฟอยู่ที่ ๒๐๐-๔๕๐ โวลท์ ทั้งนี้ การประจุไฟฟ้าชนิดนี้ จำเป็นต้องมีระบบการจัดการแบตเตอรี (battery management system: BMS) ด้วย (แผนภาพที่ ๒-๑๑)

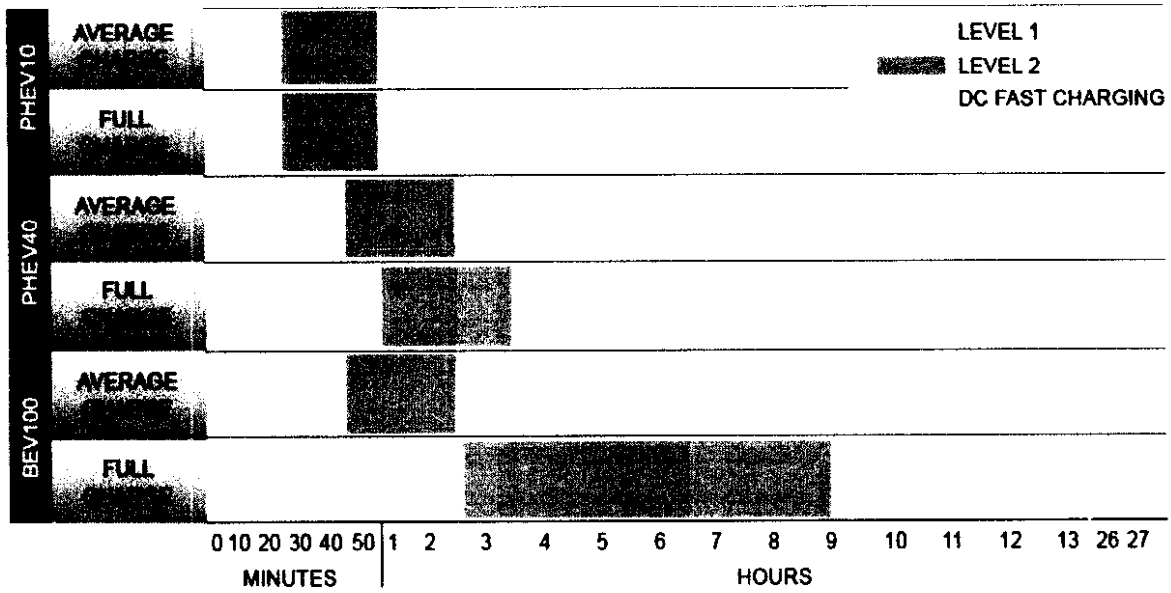
๓) ***การเปลี่ยนแบตเตอรี*** (Battery swapping) ทำได้เฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอิน โดยการเปลี่ยนแบตเตอรีสำรองที่ประจุไฟฟ้าไว้เรียบร้อยแล้วแทนที่ของเดิม และนำแบตเตอรีที่ไฟฟ้าหมดไปประจุไฟฟ้าเพื่อใช้สับเปลี่ยนต่อไป

---

[11] Navigant. Electric Vehicle Charging Services: Level 1, Level 2, DC Fast Charging, and Wireless EVSE for Residential and Commercial Car Charging and Commercial Charging Services. https://www.navigantresearch.com/research/electric-vehicle-charging-services

[12] Green Car Congress. Navigant Research forecasts EV charger global market to grow to $3.8B by 2020; 27.1% CAGR from 2013. 11 April 2013. http://www.greencarcongress.com/2013/04/nav-evse-20130411.html

แผนภาพที่ ๒-๑๑ เปรียบเทียบการประจุไฟจำแนกตามประเภทยานยนต์ไฟฟ้าและประเภทเทคโนโลยี

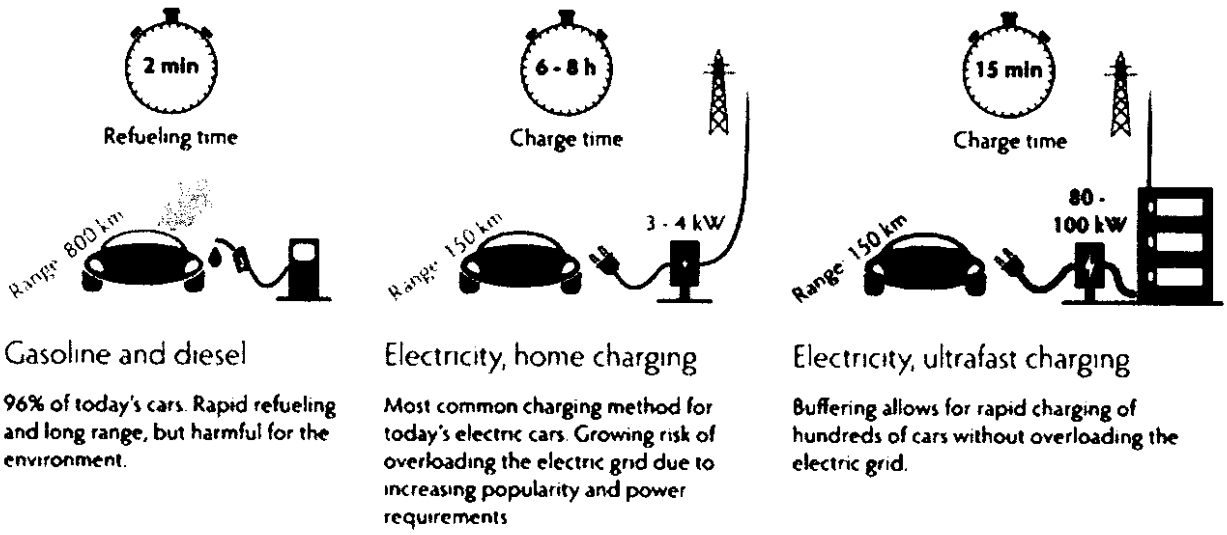


ที่มา : Peak Energy & Resources, Climate Change, and the Preservation of Knowledge. Vehicle Charging Infrastructure. Posted on April 28, 2015. http://energyskeptic.com/2015/electric-vehicle-overview/

เนื่องจากเทคโนโลยีการประจุไฟฟ้ามีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ประจุไฟได้รวดเร็วขึ้น โดยทั่วไป ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถประจุไฟฟ้าเพื่อเต็มแบตเตอรีอยู่ที่ราว ๘ ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ในปีที่ผ่านมา Tesla ได้เปิดตัวสถานีประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว (Supercharger station) ที่ใช้เทคโนโลยีการประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลา ๓๐ นาที และสามารถวิ่งได้ระยะทาง ๑๗๐ ไมล์ (ประมาณ ๒๗๓ กิโลเมตร) หากประจุไฟฟ้าเต็มแบตเตอรี จะใช้เวลา ๗๕ นาที โดยประจุไฟฟ้ากระแสตรงด้วยกำลังไฟ ๑๒๐ กิโลวัตต์ ซึ่ง Tesla model S อ้างว่าเป็นการประจุไฟฟ้าที่เร็วที่สุดในตลาด ปัจจุบัน Tesla มีสถานีประจุไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว (Supercharger station) จำนวน ๕๙๑ สถานี ในจำนวน ๓,๔๒๕ แห่งทั่วโลก และปีที่ผ่านมา ได้มีการเปิดตัวซอฟต์แวร์ที่สามารถตรวจสอบพื้นที่ของสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อให้สามารถแจ้งเตือนผู้ขับรถได้ เมื่อต้นปี ๒๕๕๙ นักวิจัยจาก Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EFPL) แห่ง Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ได้ทำการวิจัยที่สามารถทำให้ประจุไฟฟ้ารวดเร็วขึ้น โดยใช้เวลาเพียง ๑๕ นาทีเพื่อประจุแบตเตอรีให้เต็ม และสามารถวิ่งได้ระยะทาง ๑๕๐ กิโลเมตร โดยใช้สถานีประจุไฟฟ้าที่มีกำลังไฟ ๔.๕ เมกะวัตต์ (MW) และต้องสามารถจ่ายไฟในประมาณ ๒๐-๓๐ กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งงานวิจัยนี้ สามารถประจุไฟฟ้าแก่ยานยนต์ได้ราว ๒๐๐ คันต่อวัน ด้วยประสิทธิภาพการกักเก็บพลังงานที่ ๒.๒ เมกะวัตต์-ชั่วโมง[13] (แผนภาพที่ ๒-๑๒)

[13] Computerworld. A shipping container-sized battery is required for fast charging an EV. Jan 21, 2016. http://www.computerworld.com/article/3025341/car-tech/researchers-move-closer-to-charging-an-ev-as-fast-as-filling-a-tank-of-gas.html

แผนภาพที่ ๒-๑๒ การเปรียบเทียบการประจุไฟในยานยนต์ไฟฟ้า โดย นักวิจัยจาก Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EFPL) แห่ง Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne ประเทศสวิสเซอร์แลนด์



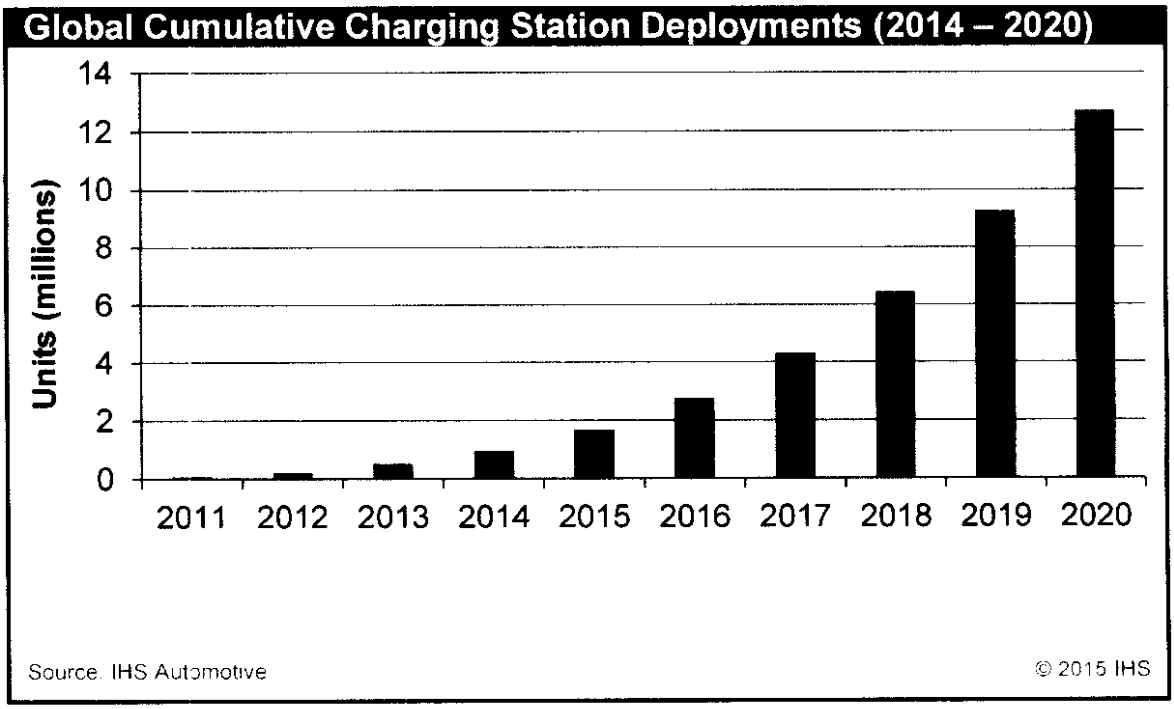
ที่มา : Computerworld. A shipping container-sized battery is required for fast charging an EV. Jan 21, 2016.

เมื่อพิจารณาสถานีประจุไฟสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของโลกจากรายงานชื่อ Global cumulative EV sales with fast charging plug standard (2010 - 2014) ของ IHS Automotive[14] พบว่า มีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นจาก ๑ ล้านสถานี ในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ เป็นมากกว่า ๑๒.๗ ล้านสถานี ในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ (แผนภาพที่ ๒-๑๓) ส่วนใหญ่เป็นสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) ทั้งนี้ จากรายงานของ Navigant Research เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๒ ได้ทำการสำรวจพบว่า สถานีประจุไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยีการประจุไฟฟ้ากระแสสลับมีส่วนแบ่งทางการตลาดอยู่ที่ร้อยละ ๙๔ ของสถานีประจุไฟฟ้าทั่วโลก ส่วนใหญ่ใช้ในอเมริกาเหนือและร้อยละ ๕ เป็นเทคโนโลยีการประจุไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในยุโรปและเอเชีย-แปซิฟิค โดยญี่ปุ่นมีการใช้สถานีแบบนี้มากที่สุด เนื่องจากมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการประจุไฟฟ้าแบบเร็วเพื่อใช้ในภาคเอกชน ส่วนสถานีประจุไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยีการเปลี่ยนแบตเตอรีอย่างรวดเร็ว (Battery swap station) มีสัดส่วนไม่ถึงร้อยละ ๑ และเมื่อพิจารณาแนวโน้มในอนาคตโดย IHS Automotive คาดว่าในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ จะ

[14] IHS Automotive. Global EV Charging Stations to Skyrocket by 2020, IHS Report Says. May 28, 2015. อ้างจาก Global cumulative EV sales with fast charging plug standard (2010 – 2014). http://press.ihs.com/press-release/automotive/global-ev-charging-stations skyrocket-2020 ihs-report says

มีสถานีประจุไฟฟ้าแบบกระแสสลับราวร้อยละ ๑๐ ของสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ญี่ปุ่นมีสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charging station) ที่เป็นแบบกระแสตรง (DC) ราว ๒,๘๐๐ สถานี

แผนภาพที่ ๒-๑๓ ภาพรวมสถานีประจุไฟฟ้าของโลกในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๔-๒๐๒๐

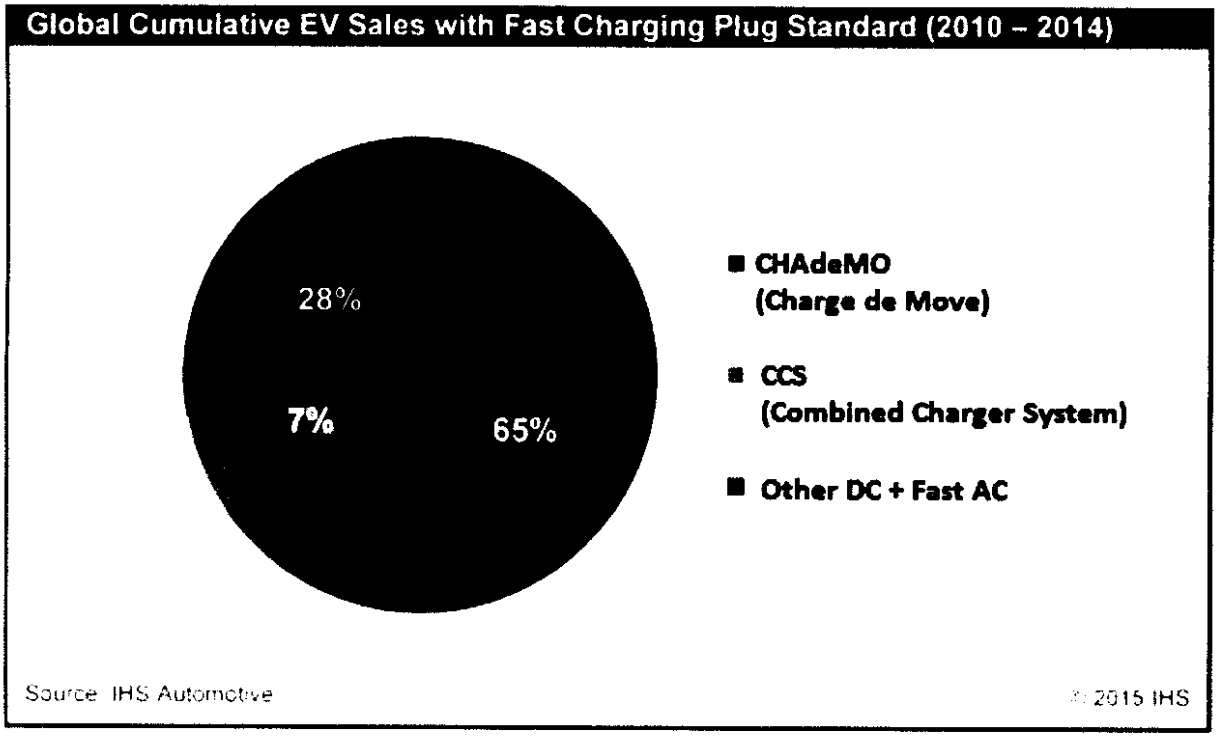


ที่มา : IHS Automotive. Global EV Charging Stations to Skyrocket by 2020, IHS Report Says. May 28, 2015. อ้างจาก Global cumulative EV sales with fast charging plug standard (2010 – 2014).

เมื่อพิจารณามาตรฐานสถานีประจุไฟฟ้าทั่วโลกพบว่า ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๑๔ มีสถานีประจุไฟฟ้าของโลกที่ใช้มาตรฐานของ Combined Charger System (CCS) ประมาณร้อยละ ๗ ของสถานีประจุไฟฟ้าของโลก ส่วนใหญ่เป็นรถราคาสูง เช่น Audi, BMW, Daimler, Chrysler, Ford, GM, Porsche, and Volkswagen ขณะที่มาตรฐาน CHAdeMO[15] มีการใช้มากที่สุดราวร้อยละ ๖๕ และอยู่ในญี่ปุ่นราว ๒,๘๐๐ สถานี (แผนภาพที่ ๒-๑๔)

[15] CHAdeMo ย่อมาจาก CHArge de Move แปลว่า การประจุไฟเพื่อการเคลื่อนที่ (Charge for moving) ตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๐ ในประเทศญี่ปุ่น

แผนภาพที่ ๒-๑๔ ภาพรวมการใช้มาตรฐานปลั๊กประจุไฟเทียบกับยอดขายของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๐-๒๐๑๔



ที่มา : IHS Automotive. Global EV Charging Stations to Skyrocket by 2020, IHS Report Says. May 28, 2015. อ้างจาก Global cumulative EV sales with fast charging plug standard (2010 – 2014).

๒.๕ การพัฒนามอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าของโลก

ในรายงานการศึกษา เรื่อง การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เมื่อปี ๒๕๕๘ ได้ระบุไว้ว่า มอเตอร์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานขับเคลื่อนทางกลโดยใช้กลไกของแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถสร้างออกมาได้หลากหลายรูปแบบตามชนิดของกระไฟฟ้าที่จ่ายและโครงสร้างการส่งกำลัง ซึ่งสามารถแบ่งมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าออกได้เป็น ๓ ประเภทหลัก คือ

๑) ***มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง*** (Direct current: DC) แบ่งเป็น ๒ แบบ คือ

๑.๑) *มอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน* (Brush DC motors) ประกอบด้วยแกนหมุน (Rotor) โดยมีขดลวดเหนี่ยวนำ (Armature) หลายชุดอยู่รอบ เพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากคอมมิวเทเตอร์ (Commutator) ในการทำให้เกิดสนามแม่เหล็กผลักหรือดูดกับแม่เหล็กถาวรบนสเตเตอร์ (Stator) ทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนขึ้น โดยคอมมิวเทเตอร์นั้นมีหน้าสัมผัสกับแปรงถ่านเพื่อรับกระแสไฟจากสายส่งไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอก

๑.๒) *มอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน* (Brushless DC motors) มอเตอร์ชนิดนี้จะวางโครงสร้างสลับกับมอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน โดยมีแกนหมุน (Rotor) เป็นแม่เหล็กถาวร แต่ขดลวดเหนี่ยวนำอยู่ที่สเตเตอร์ โดยขดลวดเหนี่ยวนำมีไม่ต่ำกว่าสามชุด มอเตอร์ชนิดนี้สามารถทำงานได้โดยการจ่ายไฟเข้าขดลวดแต่ละชุดเป็นเฟสสลับกันไปเรื่อยๆ เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กดึงและผลักแกนหมุนให้หมุนอย่างต่อเนื่อง โดยมีการตรวจจับ

ตำแหน่งเพื่อเริ่มทำงานโดยใช้ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็ก (Hall sensor) มอเตอร์ชนิดนี้สามารถปรับแรงบิดได้โดยปรับการจ่ายกระแสไฟ และปรับความเร็วรอบได้โดยการปรับความถี่ในการสลับกระแสไฟของขดลวด ซึ่งสามารถเรียกการทำงานของมอเตอร์ที่มีความเร็วในการหมุนตรงกับความเร็วของการหมุนของสนามแม่เหล็กว่าเป็นการทำงานแบบ Synchronous นั่นเอง มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อเสีย คือ ต้องการวงจรขับดันมอเตอร์ที่ซับซ้อนต่างกับมอเตอร์แบบมีแปรงถ่านที่เพียงจ่ายไฟที่สายไฟทั้งสองด้านก็ทำงานได้

๒) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current: AC) มีโครงสร้างคล้ายกับมอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน คือมีขดลวดเหนี่ยวนำอยู่บริเวณสเตเตอร์ (Stator) เพื่อรับพลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับแล้วแปลงเป็นพลังงานแม่เหล็ก สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ

๒.๑) *มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ* (Asynchronous alternating-current motors) หรือ Induction motors ส่วนใหญ่จะใช้แกนหมุน (Rotor) แบบกรงกระรอก ความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้ช้ากว่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในการควบคุม

๒.๒) *มอเตอร์แบบ Synchronous* (Synchronous alternating-current motors) ใช้แกนหมุน (Rotor) แบบขดลวดพันรอบแกนหมุน ความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะตรงกับความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับและจำนวนขดลวดที่สเตเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม

๓) มอเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบอื่น **ได้แก่**

๓.๑) *มอเตอร์แบบ Switched reluctance* (SRM) มอเตอร์แบบนี้มีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน แต่วัสดุที่ใช้ทำแกนหมุนนั้นเป็นเหล็กอ่อน โดยอาศัยหลักการของวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กที่จะเคลื่อนตัวเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่มีความต้านทานต่อสนามแม่เหล็กน้อยที่สุด ซึ่งการเคลื่อนที่ของมอเตอร์จะเกิดขึ้นได้จากการจ่ายไฟเข้าขดลวดแต่ละขดคล้ายกับมอเตอร์ไม่มีแปรงถ่าน การควบคุมมอเตอร์ชนิดนี้ ต้องการตัวตรวจจับตำแหน่งแกนหมุนเช่นกัน แต่ในปัจจุบันสามารถพัฒนาระบบให้ไม่ต้องใช้ตัวตรวจจับเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มความทนทานยิ่งขึ้น

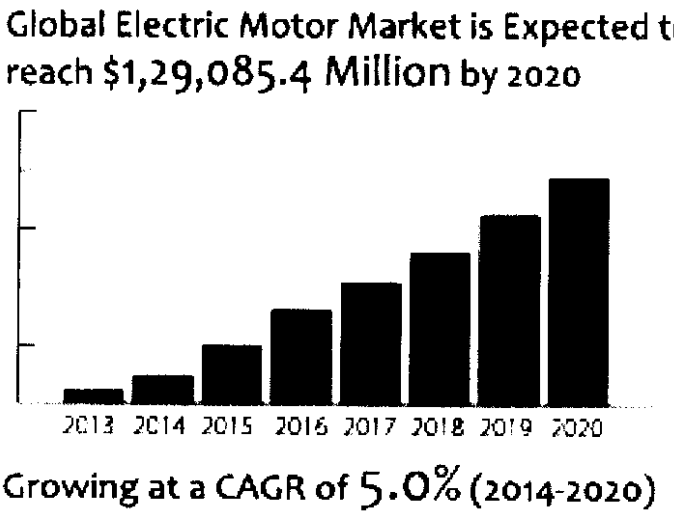
๓.๒) *มอเตอร์แบบ Axial-Flux* มอเตอร์ชนิดนี้ใช้เส้นแรงแม่เหล็กแตกต่างจากมอเตอร์แบบอื่น โดยเส้นแรงแม่เหล็กของมอเตอร์ปกติจะเคลื่อนตัวในแนวรัศมีผ่านช่องอากาศระหว่างแกนหมุน (Rotor) และสเตเตอร์ (Stator) แต่มอเตอร์แบบ Axial-flux นั้น เส้นแรงแม่เหล็กจะไหลขนานกับแกนของมอเตอร์ ทำให้สามารถออกแบบแกนหมุนได้บางและเบากว่ามอเตอร์แบบอื่น เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการเปลี่ยนอัตราเร็วอย่างรวดเร็ว (อัตราเร่งสูง)

นอกจากนี้ อาจมีการจัดประเภทของมอเตอร์ตามตำแหน่งที่ติดตั้ง เช่น มอเตอร์ดุมล้อ (In wheel motors, Wheel hub motor) เป็นมอเตอร์ที่มีโครงสร้างของมอเตอร์ที่มีการวางตัวมอเตอร์อยู่ในโครงล้อ มักจะใช้ในยานยนต์ โดยเฉพาะจักรยานไฟฟ้า โครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้ จะมีการต่อสายไฟจ่ายพลังงานผ่านทางแกนของล้อ โครงสร้างทั้งหมดของมอเตอร์จะวางตัวสลับที่กับมอเตอร์ปกติ เช่น มอเตอร์กระแสตรงมีแปรงถ่านนั้นจะมีขดลวดเหนี่ยวนำอยู่รอบนอก แต่มีแม่เหล็กถาวรอยู่ที่แกนกลาง

การประยุกต์ใช้การขับเคลื่อนมอเตอร์ไม่มีแปรงถ่านทั้งในยานยนต์ไฟฟ้าและในอุตสาหกรรมอื่นได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีเหตุผลหลัก คือ การมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ และแทบไม่ต้องการการดูแลรักษา แม้ว่าอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์แบบนี้มีราคาแพงกว่าอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ขับมอเตอร์กระแสตรงมีแปรงถ่าน แต่มีแนวโน้มที่ราคาลดลง เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์

นอกจากนี้ มอเตอร์ลากจูง (Traction motor) ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ได้ทั้งแบบมอเตอร์กระแสตรงหรือมอเตอร์กระแสสลับกำลังได้รับความนิยมสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากรายงาน World Electric Motors - Market Opportunities and Forecasts, 2014 – 2020 ของ Research and Markets ได้คาดการณ์ไว้ว่า ในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ มูลค่าตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าขอโลกจะมีมูลค่าราว ๑๒๙ พันล้านเหรียญ สรอ. ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ลากจูง (traction motor) โดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสม (CAGR) ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๔-๒๐๒๐ ราวร้อยละ ๕.๓ ต่อปี (แผนภาพที่ ๒-๑๕) โดยในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ ภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิคมียอดขายมอเตอร์ไฟฟ้าสูงสุดในโลก รองลงมาคือ ยุโรป ทั้งนี้ มอเตอร์แบบปิด (hermetic motor) มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสมสูงสุดราวร้อยละ ๗.๔ ต่อปี ส่วนใหญ่ร้อยละ ๕๐ เป็นการใช้มอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

แผนภาพที่ ๒-๑๕ ตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าของโลก ในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๑๓-๒๐๒๐

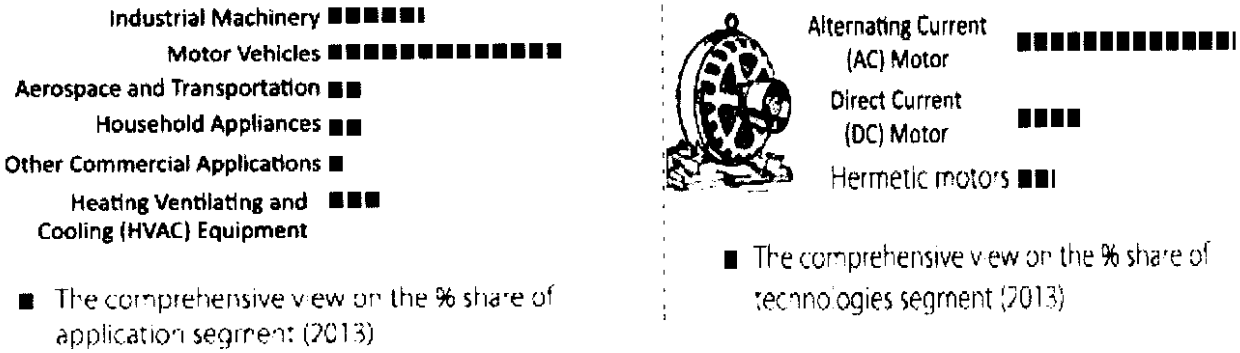


ที่มา : Allied Market Research. World Electric Motor Market - Opportunities and Forecasts, 2013–2020. Nov. 16, 2015.

ปัจจุบัน ผู้ผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าหลัก ได้แก่ Teslas, Ford, Nissan และ Chevrolet ซึ่งมีการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่อย่างต่อเนื่อง แม้ว่ามอเตอร์ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าจะมีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ปกติทั่วไป แต่ยังคงมีความต้องการที่เพิ่มขึ้นราวร้อยละ ๒๐ ทั้งนี้ เนื่องจากในระยะยาวสามารถประหยัดต้นทุนในการบริโภคพลังงานดีกว่า นอกจากนี้ ด้วยความต้องการใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีปัจจัย เช่น อัตราการเติบโตของต้นทุนค่าไฟฟ้า และราคาค่าน้ำมันสำหรับยานพาหนะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. ๒๐๑๔ มอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC motor) มียอดขาย

สูงสุดเพราะมีการใช้ในหลายอุตสาหกรรม โดยเน้นในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ Synchronous และแบบเหนี่ยวนำ (induction) ขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC motor) ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์มากกว่าอุตสาหกรรมประเภทอื่น ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์แบบแปรงถ่าน (brushed) และไม่มีแปรงถ่าน (brushless) ซึ่งมีต้นทุนการบำรุงรักษาที่ต่ำกว่า โดยมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน (brushless DC motor) มักใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและใช้ได้ในหลายอุตสาหกรรมจึงมียอดขายสูงสุดกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทอื่น (แผนภาพที่ ๒-๑๖) ซึ่งมอเตอร์ที่มีแรงม้าต่ำกว่า ๑ แรงม้า (Fractional Horsepower: FHP) ได้รับความนิยมในการนำไปใช้กับอุตสาหกรรมการแพทย์ อุตสาหกรรมยานยนต์ ที่อยู่อาศัย และอุตสาหกรรมการผลิต โดยคิดเป็นร้อยละ ๘๘ ของมูลค่าตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีแรงม้าตั้งแต่ ๑.๕ แรงม้าขึ้นไป (Integral Horsepower: IHP) มีอัตราการเติบโตและความต้องการเพิ่มสูงขึ้น

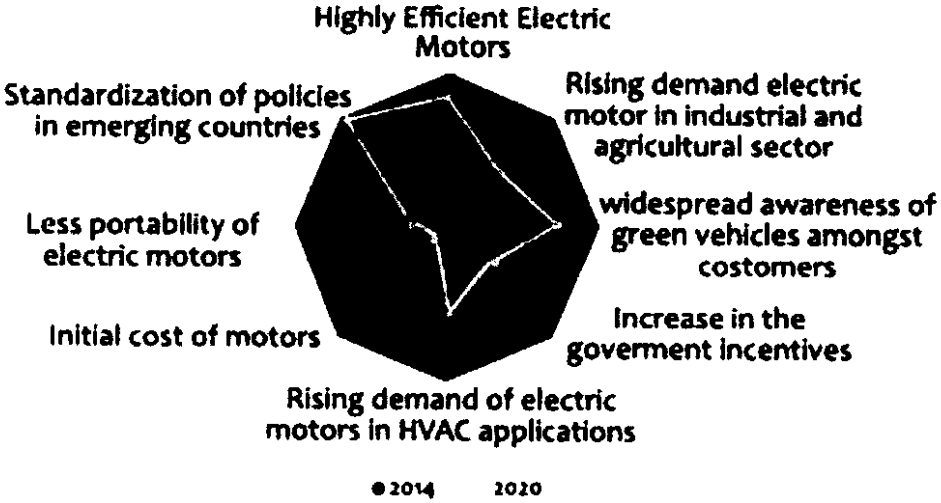
แผนภาพที่ ๒-๑๖ ตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าของโลกจำแนกตามประเภทการใช้งานและเทคโนโลยี ในปี ค.ศ. ๒๐๑๓



ที่มา : Allied Market Research. World Electric Motor Market - Opportunities and Forecasts, 2013–2020. Nov. 16, 2015.

ตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าได้มีการพัฒนานวัตกรรมอย่างรวดเร็วเพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพการใช้งานสูงขึ้น และสามารถสนองตอบต่อความต้องการต่างๆ ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย ยานยนต์ไฟฟ้า อุปกรณ์ทำความร้อนความเย็น เครื่องบิน และภาคขนส่ง ทั้งนี้ มอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าได้รับการแพร่หลายในการใช้งานสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากช่วยลดก๊าซคาร์บอนจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (ทั้งแบบมีแปรงถ่านและไม่มีแปรงถ่าน) มีการใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้าค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ผู้ผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ ABB Group, Ametek Incorporation, Allied Motion Technologies Incorporation และ Johnson Electric Holdings ทั้งนี้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าสูงสุด ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพที่สูงขึ้น นโยบายการกำหนดมาตรฐาน และการเพิ่มขึ้นของความต้องการมอเตอร์ รวมทั้งการสร้างความตระหนักต่อผู้บริโภคในการใช้ยานยนต์เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม (แผนภาพที่ ๒-๑๗)

แผนภาพที่ ๒-๑๗ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาตลาดมอเตอร์ไฟฟ้าสูงสุด



ที่มา : Allied Market Research. World Electric Motor Market - Opportunities and Forecasts, 2013–2020. Nov. 16, 2015.

๒.๖ การพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบาของยานยนต์ไฟฟ้าของโลก (light weight structure)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักยานยนต์ของรถส่วนใหญ่มาจากชิ้นส่วนโครงสร้างตัวรถ เช่น แชสซี และตัวถังช่วงล่างต่างๆ ซึ่งเป็นน้ำหนักกว่าร้อย ๕๐ ของตัวรถ และในยานยนต์ไฟฟ้าการใช้พลังงานอย่างได้ประสิทธิภาพสูงสุดเป็นสิ่งสำคัญเพราะมีผลต่อระยะทางการขับขี่และปริมาณแบตเตอรีที่ใช้ ยานยนต์ที่ลดน้ำหนักลงร้อยละ ๑๐ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงานในการขับเคลื่อนได้ร้อยละ ๕-๗ ดังนั้น ปัจจุบันผู้ผลิตยานยนต์ได้มีความพยายามอย่างมากในการลดน้ำหนักชิ้นส่วนโครงสร้างและตัวถังให้มีน้ำหนักเบาลง แต่เนื่องจากโครงสร้างและตัวถังนั้นเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้โดยสารและผู้ใช้รถใช้ถนนอื่นๆ โครงสร้างที่ลดน้ำหนักลงควรคงคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สามารถปกป้องผู้โดยสารได้ตามเงื่อนไขมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง จึงนำมาสู่การพัฒนาวัสดุทำตัวถังที่มีความแข็งแรง และน้ำหนักเบา ซึ่งปัจจุบัน ทิศทางการใช้วัสดุในการทำโครงสร้างตัวถังของยานยนต์นั้นมุ่งเน้นเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้

๑) เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงพิเศษ (Advanced High Strength Steel (AHSS)) เหล็กชนิดนี้มีแนวโน้มในการนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต เนื่องจากมีการพัฒนาคุณสมบัติให้สามารถรองรับแรงดึงและแรงกระแทกสูงสำหรับการผลิตชิ้นส่วน น้ำหนักเบาลง แต่มีความแข็งแรงเพิ่มสูงขึ้นตอบสนองด้านการประหยัดพลังงาน ลดมลภาวะ และเพิ่มความปลอดภัย เหล็กกลุ่มนี้จึงนิยามนำมาใช้โดยผู้ผลิตยานยนต์ทุกค่ายรวมถึงยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในอเมริกา ยุโรป และเอเชีย โดยเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงแบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ ๑) กลุ่มเหล็กกล้าขึ้นรูปที่อุณหภูมิห้อง (Cold forming) ซึ่งอาจทำให้แม่พิมพ์สึกหรอหรือเสียหายได้ง่าย จึงควรคำนึงถึงการดีดตัวกลับ (Spring back) ของชิ้นงานเนื่องจากความแข็งแรงของโลหะประเภทนี้ และ ๒) กลุ่มเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง ที่ต้องให้ความร้อนแก่ชิ้นงานจนมีอุณหภูมิสูงตามที่ต้องการ (Hot forming) เพื่อขึ้นรูป ซึ่งต้องควบคุมปัจจัยในการทำงานต่างๆ มากขึ้น

๒) อะลูมิเนียม (Aluminum) ปัจจุบันได้มีการนำโลหะอย่างอะลูมิเนียมมาใช้ผลิตตัวถังยานยนต์มากขึ้นในปัจจุบัน เช่น Ford F-150 หรือ Honda NSX เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กตัวถังแบบปรกติถึง ๒ เท่า ทำให้ประหยัดพลังงานดีกว่าเดิม และมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กเทียบต่อน้ำหนักที่เท่ากัน รวมทั้งมีคุณสมบัติในการดูดซับแรงที่ดีกว่า ทำให้ยานยนต์ที่ใช้อะลูมิเนียมมีความปลอดภัยเมื่อนำมาใช้เป็นโครงสร้างยานยนต์ นอกจากนั้น ยังสามารถทนสนิมได้ดีกว่าเหล็กปกติ ทำให้อะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่มีโอกาสผุกร่อนได้ยาก และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่เกือบร้อยละ ๑๐๐ อันเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การซ่อมแซมทำได้ยากกว่า ค่าซ่อมแซมสูงกว่า เก็บความร้อนไว้มากกว่า คายความร้อนช้ากว่า และราคาจำหน่ายสูงกว่าเหล็กกล้าและมีจำนวนจำกัดมากกว่า และมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อน กระบวนการดัดขึ้นรูปให้เป็นยานยนต์ทำได้ยากกว่า ทำให้ยานยนต์ที่ใช้ตัวถังอะลูมิเนียมมีราคาสูงกว่าเหล็กกล้า

๓) คอมโพสิต (Composites Material) เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยการรวมวัสดุมากกว่า ๒ ประเภทเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปคอมโพสิตมีวัสดุที่เป็นเนื้อหลัก (Matrix) และวัสดุเสริมแรง (Reinforcement materials) ที่ระจายตัวอยู่ในเนื้อหลัก วัสดุที่เป็นเนื้อหลักจะรองรับวัสดุเสริมแรงให้อยู่ในรูปร่างที่กำหนด ขณะที่วัสดุเสริมแรงจะช่วยเพิ่มหรือปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุเนื้อหลักให้สูงขึ้น ซึ่งวัสดุเสริมแรงอาจมีลักษณะเป็นเส้น ก้อน อนุภาคหรือเกล็ดแทรกอยู่ในวัสดุเนื้อหลัก (Base materials) เช่น โลหะ เซรามิกส์ หรือโพลิเมอร์ ผลของการรวมวัสดุต่างกัน ๒ ประเภทเข้าด้วยกัน ทำให้คอมโพสิตมีความแข็งแรงโดยรวมมากกว่าเมื่อเทียบกับความแข็งแรงของวัสดุแต่ละประเภท ซึ่งในยานยนต์นิยมใช้กันในชิ้นส่วน อาทิ กันชน โครงขอบประตู ฐานรองรับเครื่องยนต์ โครงรับแรงด้านหน้า โครงสร้างรับแผงหน้าปัทม์ โครงรับเบาะที่นั่ง โครงรับฝากระโปรงท้าย ชิ้นส่วนใต้ตัวถัง และชิ้นส่วนอื่นๆ การออกแบบและผลิตยานยนต์ มีความพยายามในการนำคอมโพสิตมาใช้ประโยชน์ ในการผลิตโครงสร้างและตัวถังเพราะมีความแข็งแรงเทียบเท่าโลหะ และสามารถลดน้ำหนักโดยไม่สูญเสียความแข็งแรง โดยมีการใช้วัสดุคอมโพสิตน้ำหนักเบา เช่น เทอร์โมพลาสติกคอมโพสิต ที่ใช้เสริมแรงด้วยเส้นใยทอ (Textile reinforcement) หรือวัสดุโครงสร้างเรซิ่น และวัสดุที่ใช้เสริมกำลังไฟเบอร์ใยแก้ว หรือการเติมสารเติมเต็ม (Mineral-filled grade additives) ให้กับวัสดุเสริมแรงให้รับแรงได้หลายทิศทาง เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการเลือกใช้วัสดุและระบบการทำงาน เพื่อให้มีความแข็งแรง โดยมีข้อควรระวังในเรื่องของการเลือกใช้วัสดุและระบบการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสม

๔) คาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon Fiber) มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาใช้ทำแชสซี และโครงสร้างตัวถัง ปัจจุบัน คาร์บอนไฟเบอร์หรือเส้นใยคาร์บอนเป็นวัสดุทางวิศวกรรมชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากหลายอุตสาหกรรม อาทิ การผลิตอาวุธ และเครื่องบิน รวมทั้งอุปกรณ์กีฬา เป็นต้น เนื่องจากวัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติเด่นหลายอย่าง เช่น มีความแข็งแรงสูง ต้านทานแรงดึงสูง น้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมีสูง ทนต่ออุณหภูมิสูง และอัตราการขยายตัวต่อความร้อนต่ำ แต่ที่โดดเด่นมากคือ การเป็นวัสดุน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรงสูงมาก โดยเบากว่าเหล็กกล้า ๔.๕ เท่า และมีค่าความแข็งแรงเฉพาะมากกว่าเหล็กกล้า ๑๑.๘ เท่า นอกจากนี้ คาร์บอนไฟเบอร์ยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี และมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าได้ แต่เนื่องจากเส้นใยคาร์บอนมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเส้นใยชนิดอื่น อาทิ เส้นใยแก้วหรือเส้นใยพลาสติก ซึ่งคาร์บอนไฟเบอร์มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนเหมือนกับถ่านและแกรไฟต์ โดยเนื้อของวัสดุชนิดนี้ ประกอบด้วย คาร์บอนอย่างน้อยร้อยละ ๙๐ คาร์บอนไฟเบอร์เกิดจากเส้นใยคาร์บอนขนาดเล็กจำนวนมากควั่นเป็นเส้นด้าย ในการผลิตเส้นใยคาร์บอน

คาร์บอนอะตอมจะถูกผูกมัดร่วมกันในผลึกจำนวนมากหรือน้อยตามแนวขนานกับแกนยาวของเส้นใยเป็นแนวคริสตัล โดยให้อัตราส่วนความแข็งแรงของเส้นใยต่อปริมาณสูง เส้นใยคาร์บอนหลายพันเส้นจะถูกรวมเข้าด้วยกันในรูปแบบกลุ่มเส้นใยซึ่งอาจจะนำถูกมาใช้ด้วยตัวมันเองหรือทอเป็นผ้า

การพัฒนาเทคโนโลยีโลหะและวัสดุได้มีบทบาทในการใช้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพ และสร้างความปลอดภัยอย่างมาก โดยการพัฒนาวัสดุให้มีน้ำหนักเบาสามารถประหยัดพลังงานได้ดีกว่าการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมาก วัสดุน้ำหนักเบาจึงได้ทวีบทบาทอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์เพื่อให้มีน้ำหนักยานยนต์ลดลง และช่วยประหยัดเชื้อเพลิง โดยจากการประเมินวัสดุน้ำหนักเบาที่ช่วยลดมวลของวัสดุพบว่า วัสดุที่ทำจากแมกนีเซียมผสม (Magnesium alloy) อลูมิเนียมผสม และคาร์บอนไฟเบอร์ สามารถช่วยลดน้ำหนักลงกว่าการใช้เหล็กหล่อ (Cast iron) ถึงร้อยละ ๓๐-๗๐ ซึ่งจะช่วยลดน้ำหนักรถได้ราวร้อยละ ๕๐[16] แต่อาจยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในระยะยาว ขณะที่การพัฒนาเทคโนโลยีในระยะสั้น เป็นการใช้วัสดุคอมโพสิตที่ใช้ไฟเบอร์ ไททาเนียม อลูมิเนียม (ตารางที่ ๒-๕)

ตารางที่ ๒-๕ สัดส่วนของมวลวัสดุที่ลดลงจำแนกตามประเภทวัสดุ

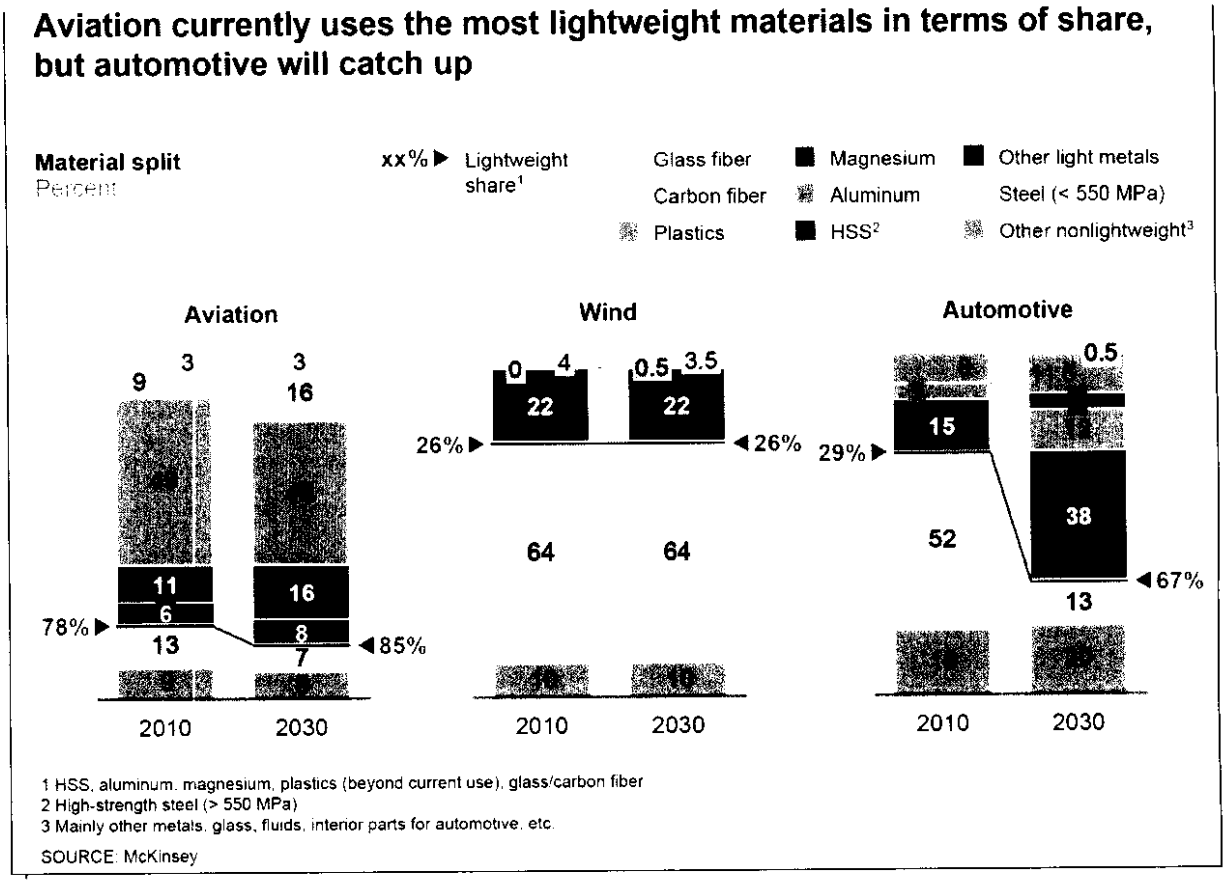
weight Material	Mass Reduction
Magnesium	30-70%
Carbon fiber composites	50-70%
Aluminum and Al matrix composites	30-60%
Titanium	40-55%
Glass fiber composites	25-35%
Advanced high strength steel	15-25%
High strength steel	10-28%

ที่มา : U.S. Department of Energy. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. VEHICLE TECHNOLOGIES OFFICE: LIGHTWEIGHT MATERIALS FOR CARS AND TRUCKS. 2014. http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-lightweight-materials-cars-and-trucks

[16] U.S. Department of Energy. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. VEHICLE TECHNOLOGIES OFFICE: LIGHTWEIGHT MATERIALS FOR CARS AND TRUCKS. 2014.

จากรายงาน Lightweight, heavy impact ของ McKinsey เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๒ พบว่า การใช้วัสดุน้ำหนักเบาในอุตสาหกรรมยานยนต์มีแนวโน้มการใช้เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าอุตสาหกรรมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งวัสดุน้ำหนักเบาที่ทำด้วยเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง อลูมิเนียม แมกนีเซียม พลาสติกคาร์บอนไฟเบอร์ใยแก้ว มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ ๒๙ ในปี ค.ศ. ๒๐๑๐ เป็นร้อยละ ๖๗ ในปี ค.ศ. ๒๐๓๐ ในจำนวนนี้ ส่วนใหญ่เป็นการเพิ่มขึ้นของวัสดุน้ำหนักเบาที่ทำด้วยเหล็กที่มีความแข็งแรงสูง (High-Strength Steel: HSS) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ ๑๕ เป็นร้อยละ ๓๘ ของสัดส่วนการใช้วัสดุน้ำหนักเบาทุกประเภท รองลงมาคือ อลูมิเนียม และพลาสติก ตามลำดับ (แผนภาพที่ ๒-๑๘)

แผนภาพที่ ๒-๑๘ คาดการณ์การใช้วัสดุน้ำหนักเบา



ที่มา : McKinsey. Lightweight, heavy impact. 2012.

โดยสรุปแล้ว ทิศทางการใช้เทคโนโลยีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของโลกมุ่งเน้นการประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรีที่สามารถประจุไฟรวดเร็วขึ้น โดยสามารถใช้วิ่งในระยะทางที่ไม่น้อยกว่าเดิม รวมทั้งการพัฒนามอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และการพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบาสำหรับใช้เป็นชิ้นส่วนและอุปกรณ์ในโครงสร้างยานยนต์ไฟฟ้า

บทที่ ๓
นโยบายของภาครัฐในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา ด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

๓.๑ นโยบายของภาครัฐในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้า

จากแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสภาวะโลกร้อนที่ทำให้ภาครัฐจำเป็นต้องตื่นตัวและให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ส่งผลต่อการกำหนดทิศทางของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยที่มุ่งสู่การใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานทดแทนมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับกระแสของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้า โดยได้มีการเน้นความสำคัญของการสนับสนุนการวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้าในการประชุมหลายครั้ง ตลอดจนข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ได้แก่

- **๒๔ มีนาคม ๒๕๕๘** - นายกรัฐมนตรีได้มีบัญชารับทราบสรุปผลการประชุมคณะกรรมาธิการวิสามัญกิจการสภาปฏิรูปแห่งชาติ ครั้งที่ ๑/๒๕๕๘ เกี่ยวกับรายงานผลการศึกษาข้อเสนอโครงการปฏิรูป เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงาน และมีดำริว่า พลังงานไฟฟ้า/พลังงานไฮโดรเจน ให้มีการวิจัยและพัฒนาเองด้วย (วท.+สวทช.) (ภาคผนวก ก-๑)

- **๑๖ เมษายน ๒๕๕๘** – การประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีด้านเศรษฐกิจ ครั้งที่ ๕/๒๕๕๘ ที่ประชุมมีมติเห็นชอบตามที่นายกรัฐมนตรีเสนอให้คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle – EV) และเห็นควรให้กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ร่วมกันพิจารณาดำเนินการผลิตผลงานวิจัยรถยนต์ไฟฟ้าให้สำเร็จภายในปีนี้ รวมถึงการพัฒนาแบตเตอรีสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า และการใช้พลังงานอื่นๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ในการขับเคลื่อนรถยนต์ดังกล่าว (ภาคผนวก ก-๒)

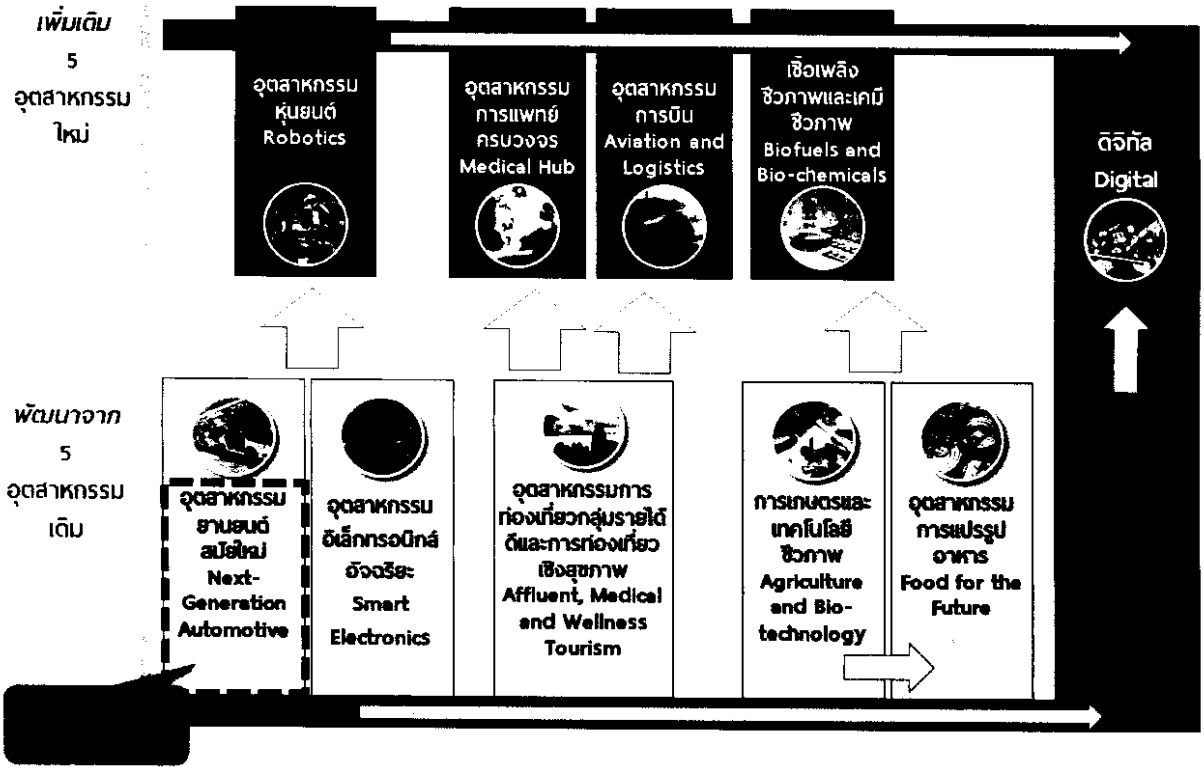
- **๑๓ ตุลาคม ๒๕๕๘** - นายกรัฐมนตรีมีข้อสั่งการในการประชุมคณะรัฐมนตรี ให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนการดำเนินการในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) เพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแบตเตอรีสำหรับใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าว ตามหนังสือด่วนที่สุดจากสำนักงานเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ที่ นร ๐๕๐๕/ว ๓๓๓ ลงวันที่ ๑๕ ตุลาคม ๒๕๕๘ เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี (ข้อ ๒) (ภาคผนวก ก-๓)

- **๒๗ ตุลาคม ๒๕๕๘** – การประชุมคณะรัฐมนตรี นายกรัฐมนตรีมีข้อสั่งการในการประชุมคณะรัฐมนตรี ให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) เป็นหน่วยงานหลักร่วมกับกระทรวงอุตสาหกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งรัดการวิจัยและพัฒนาการผลิตแบตเตอรีสำหรับใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าตามข้อสั่งการดังกล่าวให้มีความชัดเจนใน ๓ เดือน พร้อมทั้งประสานงานให้

ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องได้ทราบด้วย ตามหนังสือด่วนที่สุดจากสำนักงานเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ที่ นร ๐๕๐๕/ว ๓๕๑ ลงวันที่ ๓๐ ตุลาคม ๒๕๕๘ เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี (ข้อ ๓) (ภาคผนวก ก-๔)

- **<u>๑๗ พฤศจิกายน ๒๕๕๘</u>** - ในการประชุมคณะรัฐมนตรี ที่ประชุมมีมติเห็นชอบในหลักการต่อข้อเสนอ ๑๐ อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New Engine of Growth) โดยแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม คือ ๑) การต่อยอด ๕ อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) และ ๒) ๕ อุตสาหกรรมอนาคต (New-S-curve) ทั้งนี้ ใน ๑๐ อุตสาหกรรมเป้าหมายที่เป็นการต่อยอดจากอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) คือ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) โดยมีกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย คือ การพัฒนาเพื่อเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle: EV) โดยเริ่มจากการประกอบร่วมกับผู้ผลิต (OEM) เพื่อนำไปสู่อุตสาหกรรมแบตเตอรี และระบบขับเคลื่อนรถไฟฟ้าต่อไป (แผนภาพที่ ๓-๑)

แผนภาพที่ ๓-๑ อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New Engine of Growth)



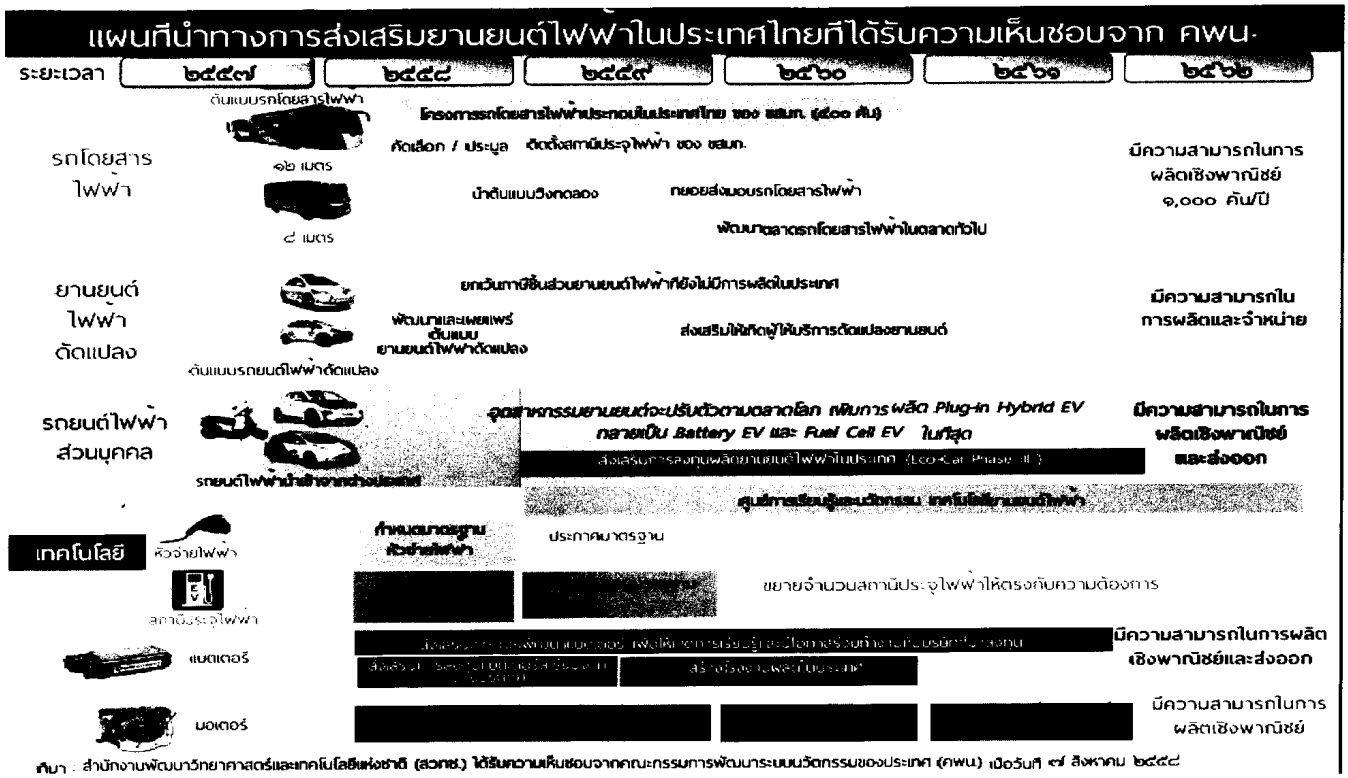
ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติปรับปรุงจากเอกสารกระทรวงอุตสาหกรรม

๓.๒ แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

คณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.) ในการประชุมครั้งที่ ๓/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๕๘ จึงได้มีมติเห็นชอบในหลักการต่อ**แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย** โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ให้ได้ภายในปี ๒๕๖๒ ซึ่งแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น ๓ กลุ่มคือ รถโดยสารไฟฟ้า ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง และรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และกำหนดเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ได้แก่ แบตเตอรี มอเตอร์และระบบขับเคลื่อน หัวจ่ายไฟฟ้า และสถานีประจุไฟฟ้า (แผนภาพที่ ๓-๒)

ด้วยเหตุนี้ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เล็งเห็นถึงนโยบายของภาครัฐที่ต้องการส่งเสริมให้ประเทศไทยมีความสามารถในการผลิตยายนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตชิ้นส่วนที่ไทยยังไม่สามารถผลิตหรือประกอบเองในประเทศ เช่น แบตเตอรี ที่มีราคาค่อนข้างสูงราวร้อยละ ๗๕ ของราคายานยนต์ทั้งคัน ในการนี้ จึงได้จัดให้มีแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย เพื่อเตรียมความพร้อมของประเทศในการเป็นศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในภูมิภาคอาเซียนต่อไป

แผนภาพที่ ๓-๒ แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.)



ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน) เมื่อวันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๕๘

บทที่ ๔
สถานภาพการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ ด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

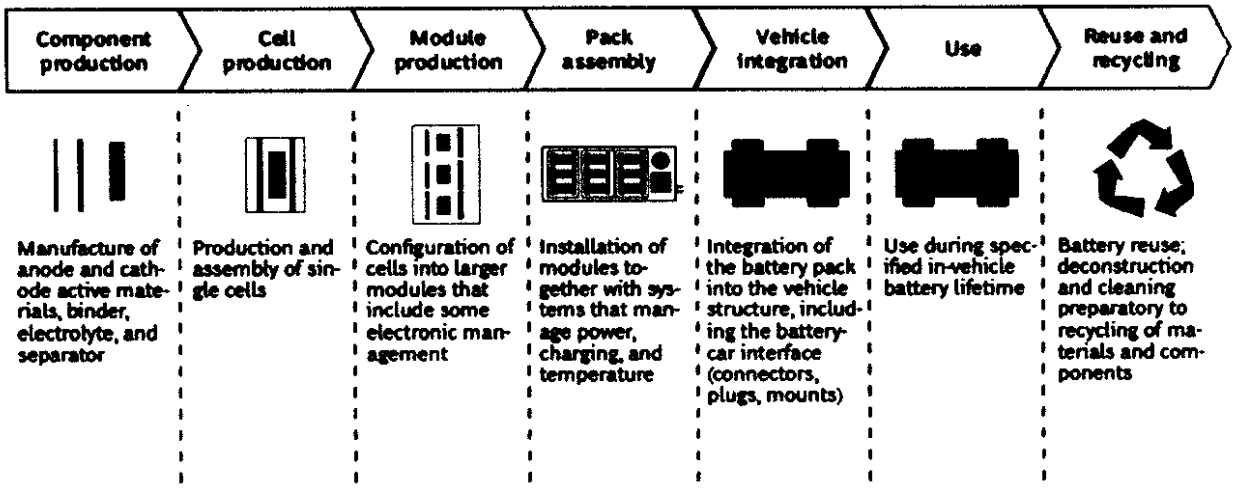
ประเทศไทยมีนักวิจัยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงาน มอเตอร์และระบบขับเคลื่อน การพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบาที่สามารถประยุกต์ใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าในสถาบันวิจัยของรัฐ และสถาบันการศึกษาทั่วประเทศพอสมควร โดยแต่ละแห่งมีนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญในการดำเนินการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยแบ่งความพร้อมด้านการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยออกเป็น

๔.๑ ด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

เมื่อพิจารณาสถานภาพการผลิตแบตเตอรีในประเทศไทย พบว่า ผู้ประกอบการผลิตแบตเตอรีส่วนใหญ่เป็นการผลิตแบตเตอรีตะกั่วกรด เพื่อใช้สำหรับสตาร์ทรถยนต์ โดยมีส่วนน้อยที่ผลิตแบตเตอรีตะกั่วกรดชนิดรอบลึก (Deep cycle battery) เพื่อใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแบตเตอรีที่เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้าควรมีข้อความจุพลังงานมาก น้ำหนักและปริมาตรน้อย ความปลอดภัยสูง รวมถึงสามารถออกแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของโลกนิยมใช้แบตเตอรีลิเทียมมากกว่าแบตเตอรีตะกั่วกรด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผู้ผลิตแบตเตอรีลิเทียมในตลาดโลกมีการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงมายาวนาน ซึ่งมีส่วนแบ่งทางการตลาดค่อนข้างสูงที่ทำให้ผู้ประกอบการไทยไม่สามารถเข้าไปแข่งขันได้

ที่ผ่านมา การดำเนินการวิจัยและพัฒนาในประเทศไทยด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์แบตเตอรี รวมทั้งการออกแบบเพื่อประกอบแบตเตอรีกับการประยุกต์ใช้งานประเภทต่างๆ ในการนี้ เมื่อพิจารณาห่วงโซ่มูลค่าของแบตเตอรีที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จากรายงานของ Boston Consulting Group ได้จำแนกขั้นตอนของการผลิตแบตเตอรีออกเป็น ๗ ขั้นตอนตามห่วงโซ่มูลค่า คือ ๑) การผลิตชิ้นส่วน (รวมวัตถุดิบ) ๒) การผลิตเซลล์ ๓) การผลิตโมดูล ๔) การประกอบโมดูลและแพ็คเป็นแบตเตอรี ๕) การแพ็คแบตเตอรีเข้ากับยานยนต์ไฟฟ้า ๖) การใช้งานแบตเตอรี ๗) การนำกลับมาใช้ใหม่ (แผนภาพที่ ๔-๑)

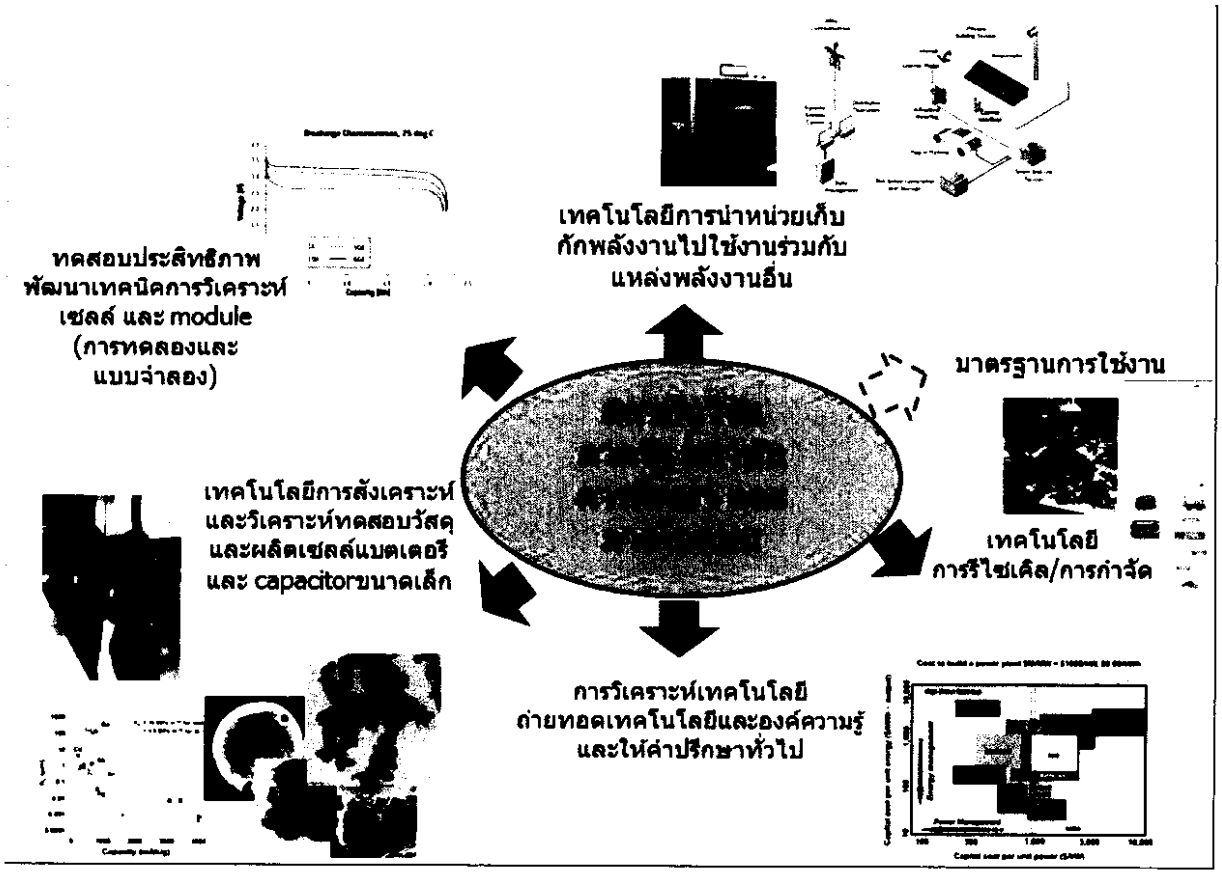
แผนภาพที่ ๔-๑ ห่วงโซ่มูลค่าของแบตเตอรีที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า



ที่มา : Boston Consulting Group. Batteries for Electric Cars: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020. 2009.

ดังนั้น ความเหมาะสมของการวิจัยและพัฒนาควรเน้นที่ระบบกักเก็บพลังงาน การทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรีทั้งแบบเซลล์และแบบแพ็ค การนำหน่วยกักเก็บพลังงานไปใช้งานร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น การผลิตและวิเคราะห์ทดสอบวัสดุแบตเตอรีและตัวเก็บประจุ การรีไซเคิลและกำจัดแบตเตอรี และการวิจัยด้านตัวเก็บประจุยิ่งยวด เพื่อสร้างองค์ความรู้ และนำไปสู่การต่อยอดแบตเตอรีรุ่นใหม่ที่ให้พลังงานหรือกำลังสูง อันเป็นการสร้างองค์ความรู้สำหรับรองรับความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคต และเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุต้นน้ำรองรับการผลิตแบตเตอรี หรือการผลิตอุปกรณ์กักเก็บพลังงานได้ภายในประเทศ ซึ่งปัจจุบัน ประเทศไทยมีการวิจัยและพัฒนาด้าน แบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยสถาบันวิจัยหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชน โดยเทคโนโลยีที่พัฒนา ได้แก่ เทคโนโลยีการนำหน่วยกักเก็บพลังงานไปใช้งานร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น มาตรฐานการใช้งาน เทคโนโลยีการกำจัดและนำกลับมาใช้ใหม่ การทดลองและพัฒนาแบบจำลอง เทคโนโลยีการสังเคราะห์และวิเคราะห์ทดสอบวัสดุและผลิตเซลล์แบตเตอรี รวมทั้งการวิเคราะห์เทคโนโลยี ถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้ รวมทั้งให้คำปรึกษาทั่วไปด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (แผนภาพที่ ๔-๒) ทั้งนี้ ในระยะสั้น อาจเริ่มต้นการวิจัยและพัฒนาในลักษณะของการประกอบเป็นแพ็คแบตเตอรี โดยการนำเข้าเซลล์แบตเตอรีจากต่างประเทศ แล้วจึงพัฒนาต่อยอดไปสู่ขั้นอื่นต่อไป

แผนภาพที่ ๔-๒ งานวิจัยและพัฒนาด้านแบตเตอรีและระบบการจัดการพลังงานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย



ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. เอกสารประกอบการประชุม เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย-ประเด็นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ๒๒ เมษายน ๒๕๕๘.

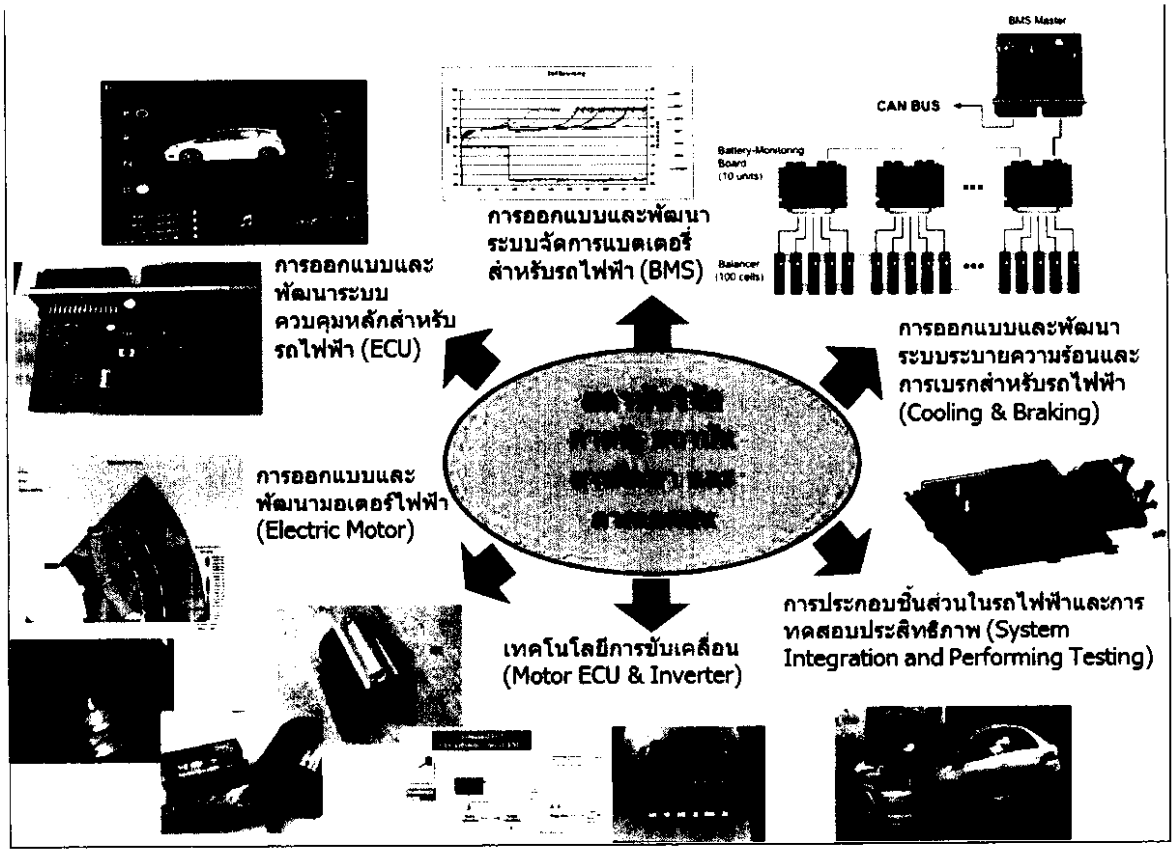
๔.๒ ด้านมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีผู้ประกอบการที่ผลิตมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ พอสมควร ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction motor) ซึ่งผู้ประกอบการเหล่านี้มีศักยภาพเพียงพอในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเดิมมาเป็นมอเตอร์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีการทำวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนพอสมควร โดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยและพัฒนาด้านการออกแบบและพัฒนามอเตอร์ไฟฟ้า การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เทคโนโลยีการขับเคลื่อน อินเวอร์เตอร์ การประกอบชิ้นส่วนในรถไฟฟ้าและการทดสอบประสิทธิภาพ การออกแบบและพัฒนาระบบระบายความร้อนและการเบรคสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และชุดควบคุมสำหรับมอเตอร์กระแสตรงไม่มีแปรงถ่าน มอเตอร์แรงต้านแม่เหล็ก (แผนภาพที่ ๔-๓) นอกจากนั้น ประเทศไทยยังมีผู้ประกอบการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีศักยภาพจะพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อทำมอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น ความเหมาะสมของการวิจัยและพัฒนาด้านมอเตอร์และระบบ

ขับเคลื่อน ควรมุ่งเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพของมอเตอร์ชนิดต่างๆ เมื่อนำมาใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า การนำมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนมาใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างเหมาะสม รวมไปถึงการพัฒนาต้นแบบมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนชนิดต่างๆ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า อาทิเช่น มอเตอร์กระแสตรงไร้แปลงถ่าน มอเตอร์แรงต้านแม่เหล็ก มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำหลายเฟส หรือมอเตอร์ในดุมล้อ เป็นต้น

แผนภาพที่ ๔-๓ งานวิจัยและพัฒนาด้านมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย



ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. เอกสารประกอบการประชุม เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย-ประเด็นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ๒๒ เมษายน ๒๕๕๘.

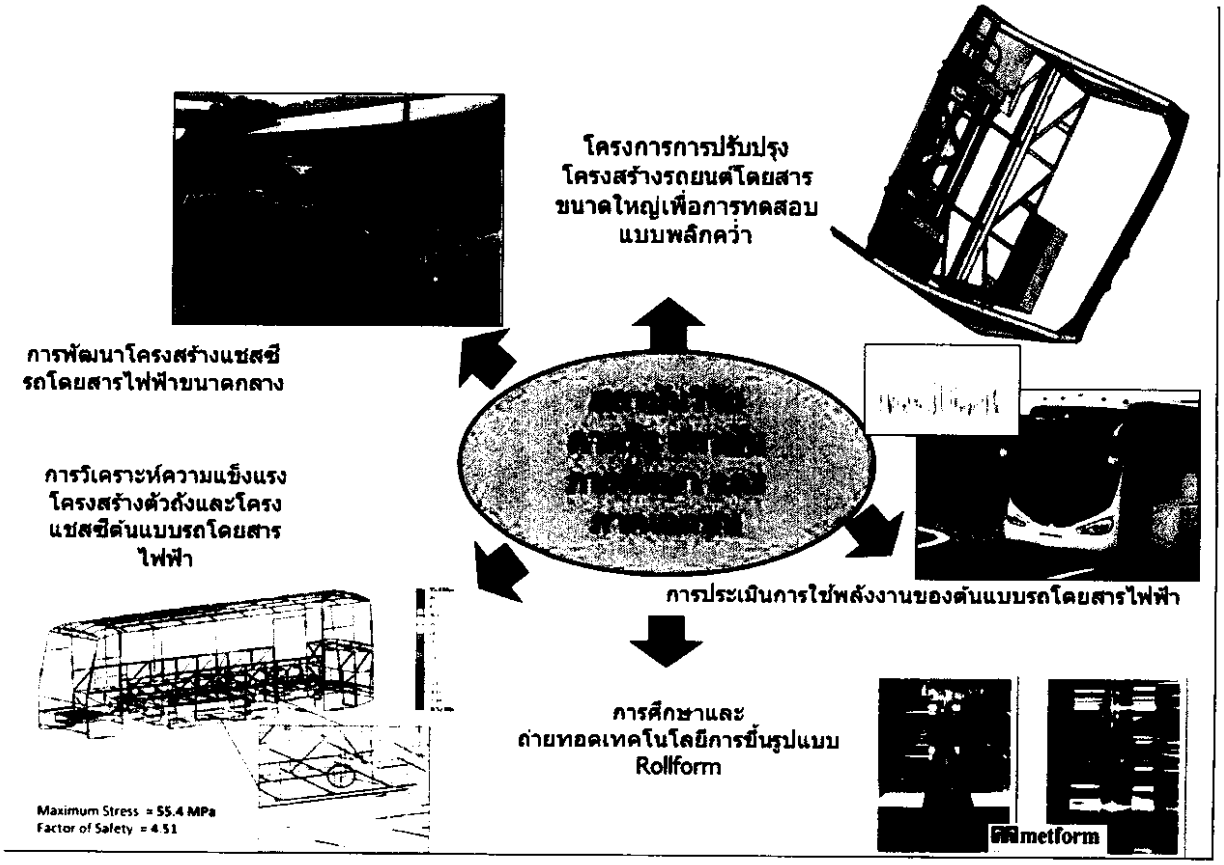
๔.๓ ด้านการพัฒนาโครงสร้างน้ำหนักเบาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์มานาน จึงมีผู้ประกอบการในการผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างในประเทศไทยจำนวนมาก แต่มีเพียงน้อยรายที่สามารถผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จากเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงและยังทำได้ในระดับ Cold Forming เท่านั้น การผลิตโครงสร้างน้ำหนักเบาในประเทศไทยในกลุ่มเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง การผลิตอลูมิเนียม คอมโพสิตและคาร์บอนไฟเบอร์มีผู้ประกอบการไทยน้อยรายที่สามารถทำการผลิตได้ ซึ่งเป็นผู้ประกอบการในกลุ่มการขึ้นรูปเหล็กด้วยกระบวนการ Cold Forming โดยยังไม่สามารถดำเนินการผลิตในระดับ Hot Forming ได้ จึงยังมีการนำเข้ามาประกอบในประเทศ สำหรับในกลุ่มอลูมิเนียมผู้ประกอบการไทยส่วนใหญ่จำนวนมากนิยามขึ้นรูปโดยการใช้กระบวนการหล่อและยังไม่นำมาใช้ในส่วนโครงสร้างรับแรง เนื่องจากราคาและเทคโนโลยีสำหรับกลุ่มคอมโพสิต และพลาสติกส่วนใหญ่จะขึ้นรูปเพื่อใช้ในชิ้นส่วนภายในรถหรือชิ้นส่วนตบแต่ง และสำหรับคาร์บอนไฟเบอร์มี

ผู้ประกอบการน้อยรายที่ดำเนินการผลิต และส่วนใหญ่ใช้ในชิ้นส่วนตบแต่ง จะเห็นได้ว่า ไทยยังขาดความพร้อมในเรื่องของอุปกรณ์ทดสอบคุณสมบัติด้านความปลอดภัยของชิ้นส่วนโครงสร้าง เช่น เครื่องมือทดสอบการชน เครื่องมือทดสอบการสั่น เป็นต้น

เมื่อพิจารณาการวิจัยและพัฒนาด้านโครงสร้างน้ำหนักเบาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของสถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษาพบว่า ความสามารถที่ทำได้ เช่น การปรับปรุงโครงสร้างรถยนต์โดยสารขนาดใหญ่เพื่อการทดสอบแบบพลิกคว่ำ การประเมินการใช้พลังงานของต้นแบบรถโดยสารไฟฟ้า การพัฒนาโครงสร้างแชสซีรถโดยสารไฟฟ้าขนาดกลาง การวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงสร้างตัวถังและโครงแชสซีต้นแบบรถโดยสารไฟฟ้า การศึกษาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการขึ้นรูปแบบ Rollform (แผนภาพที่ ๔-๔)

แผนภาพที่ ๔-๔ งานวิจัยและพัฒนาด้านโครงสร้างน้ำหนักเบาสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย



ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. เอกสารประกอบการประชุม เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย-ประเด็นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ๒๒ เมษายน ๒๕๕๘.

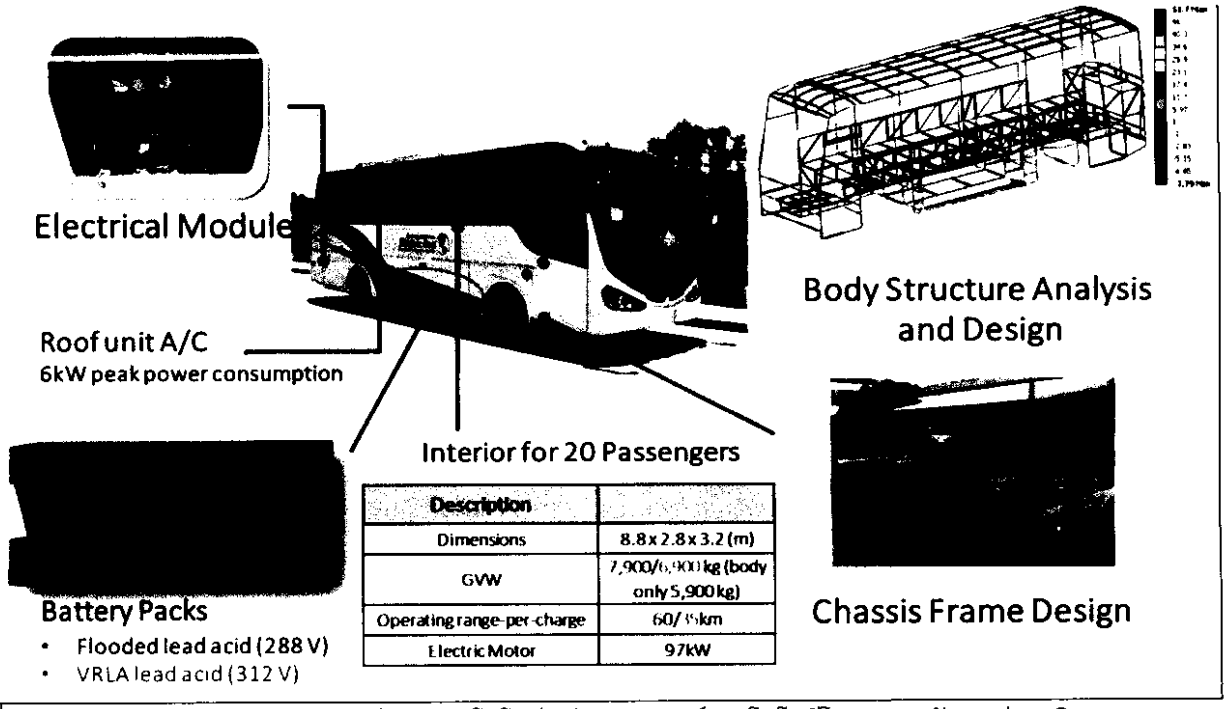
๔.๔ ตัวอย่างความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

ตัวอย่างของการออกแบบและพัฒนาชิ้นส่วน อุปกรณ์ และระบบที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เช่น โครงสร้างตัวถังรถโดยสาร แชสซีสำหรับรองรับแบตเตอรี อุปกรณ์ยึดเกียร์เข้ากับมอเตอร์ มอเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น switched reluctance motor (SRM), Brushless DC electric motor (BLDC) เป็นต้น ระบบควบคุม (Inverter) ที่ใช้สำหรับควบคุมความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และควบคุมมอเตอร์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ (Electronics Control Unit: ECU) คันเร่งไฟฟ้า (Drive by Wire) เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้ทำงานสัมพันธ์กับคันเร่ง และสามารถปรับระบบการขับขี่ได้ตามความต้องการ เช่น Eco Mode, Power Mode และ โหมดปรกติ เป็นต้น และระบบบริหารจัดการแบตเตอรี (Battery Management System: BMS) โดยมีตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่ได้ดำเนินการแล้ว อาทิเช่น

๑) การพัฒนารถโดยสารไฟฟ้าต้นแบบ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ดำเนินการพัฒนาต้นแบบรถโดยสารไฟฟ้าขนาดความยาว ๙ เมตร โดยการออกแบบโครงสร้างแชสซี เพื่อรองรับแบตเตอรีสำหรับใช้ในการขับเคลื่อนและระบบปรับอากาศที่มีความแข็งแรง ปลอดภัย รวมถึงการออกแบบระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า ออกแบบระบบการประจุไฟ ระบบควบคุมไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และการเคลื่อนย้ายแบตเตอรีเข้าออกเพื่อนำไปตรวจระดับน้ำกลั่น และติดตั้งระบบทำความเย็นของรถโดยสารไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ รถโดยสารไฟฟ้าที่ออกแบบนี้ สามารถวิ่งได้ ๓๕-๖๐ กิโลเมตรต่อการประจุไฟ ๑ ครั้ง ทั้งนี้ ในการประจุไฟหนึ่งครั้ง จะใช้เวลา ๘ ชั่วโมง (แผนภาพที่ ๔-๕)

แผนภาพที่ ๔-๕ ตัวอย่างการพัฒนาต้นแบบรถโดยสารไฟฟ้าของประเทศไทย

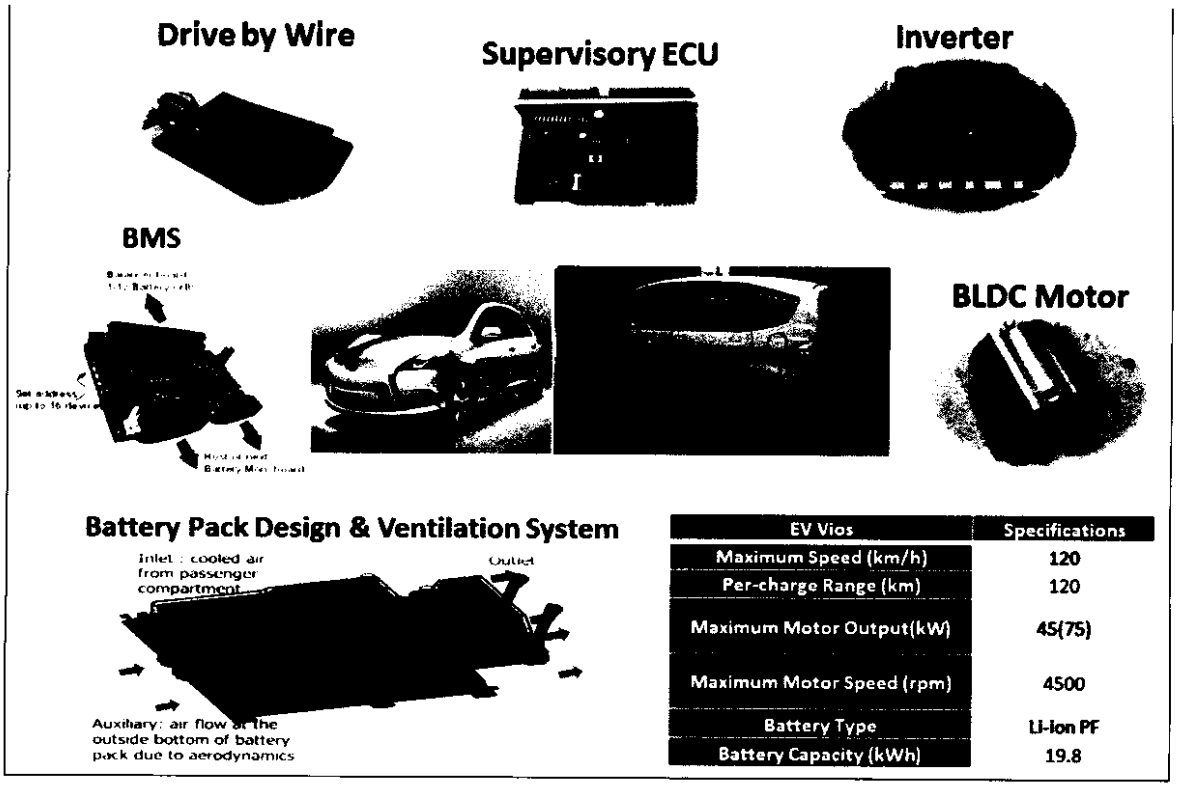


ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ๒๕๕๘.

๒) การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยนเรศวร และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ดำเนินการนำยานยนต์ส่วนบุคคลขนาดเล็กมาดัดแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบที่ปราศจากการใช้เครื่องยนต์ โดยนำเครื่องยนต์และระบบน้ำมันออก และพัฒนาชิ้นส่วนหลักสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรีลิเทียมไอออนผ่านมอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งหมดของรถทั้งคัน เช่น ระบบการขับขี่ การแสดงผล ระบบความปลอดภัย ระบบเบรค เพื่อให้ทำงานประสานกันได้ปกติ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพ ระบบบริหารจัดการแบตเตอรี เพื่อควบคุมการประจุไฟและปรับสมดุลประจุไฟของแบตเตอรีแต่ละเซลให้เท่ากัน รวมทั้งสามารถตรวจสอบสถานะของแบตเตอรีในขณะขับขี่ เพื่อให้การใช้งานแบตเตอรีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ยาวนาน และมีความปลอดภัย ระบบระบายความร้อนและการจัดวางแบตเตอรี ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงนี้ สามารถวิ่งได้ความเร็วสูงสุดมากกว่า ๑๒๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการประจุไฟ ๖ ชั่วโมง (แผนภาพที่ ๔-๖)

แผนภาพที่ ๔-๖ ตัวอย่างการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงของประเทศไทย

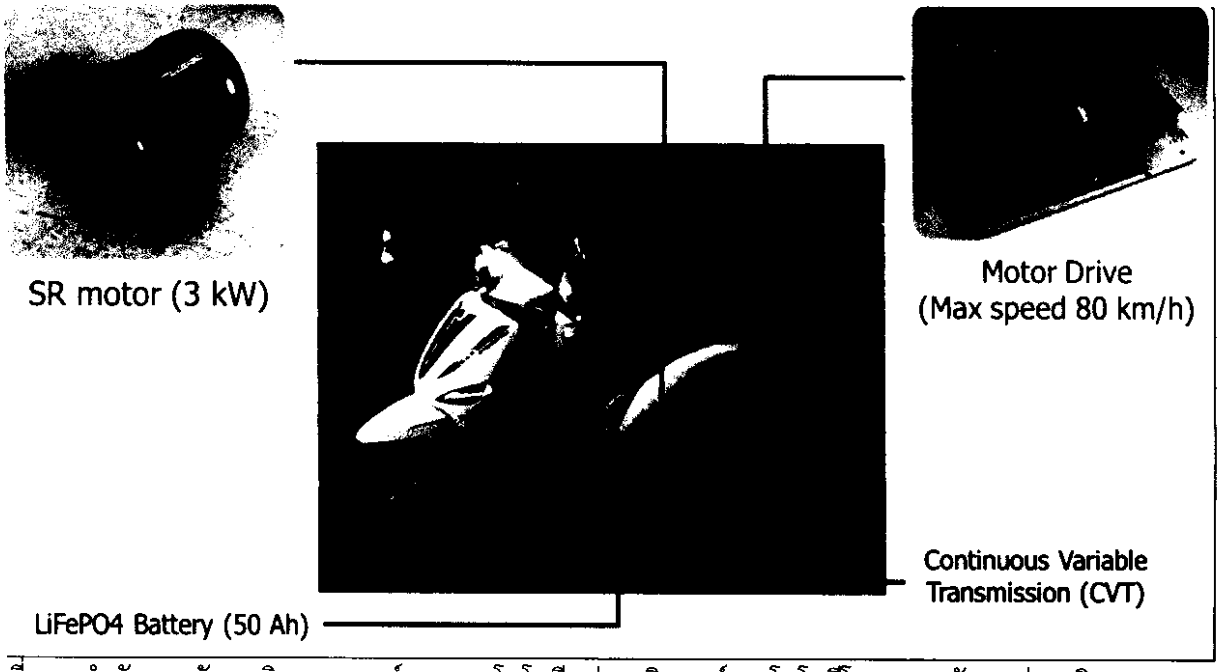


ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ๒๕๕๘.

๓) การพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้า

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมกับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้พัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยการพัฒนาระบบ Switched reluctance motor and drive system มอเตอร์ขับเคลื่อน และพัฒนาระบบบริหารจัดการแบตเตอรี (BMS) เพื่อให้สามารถประจุไฟได้เร็ว โดยพิจารณาเลือกแบตเตอรีและเกียร์ที่มีความเหมาะสม โดยตั้งเป้าหมายพัฒนาและติดตั้งในจักรยานยนต์ไฟฟ้ารวม ๖๐ คัน (แผนภาพที่ ๔-๗)

แผนภาพที่ ๔-๗ ตัวอย่างการพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย



ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ๒๕๕๘.

บทที่ ๕
แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนา
เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

ในประเทศต่างๆ รัฐบาลได้มีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศตนเอง รวมทั้งจัดสรรงบประมาณเพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง และกำหนดมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสร้างความสามารถในการพัฒนพลังงานทางเลือกของอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยจากรายงาน Joint Working Party on Trade and Environment เรื่อง Domestic Incentive Measures for Environmental Goods with Possible Trade Implications: Electric Vehicles and Batteries ของ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) เมื่อปี ค.ศ. ๒๐๑๕ ได้รวบรวมมาตรการส่งเสริมด้านยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐในประเทศต่างๆ โดยสรุปได้เป็น ๑๐ เรื่อง ดังนี้

๑) *การให้เครดิตภาษี (Tax credit) หรือหักลดหย่อนภาษี (Tax deduction)* ในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (BEV) หรือยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ ออสเตรีย เบลเยี่ยม อิสราเอล เนเธอแลนด์ (เฉพาะแท็กซี่ไฟฟ้า หรือรถบรรทุกไฟฟ้าแบบ BEV) สหรัฐอเมริกา (โคโรลาโด จอร์เจีย โอกลาโฮมา ยูทาร์)

๒) *การให้เงินอุดหนุนหรือส่วนลดในการซื้อหรือเช่า*ยานยนต์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี (BEV) หรือยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ แคนาดา จีน (จ่ายให้แก่ผู้ผลิตยานยนต์) สเปน สวีเดน สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา (แคลิฟอร์เนีย ฮาวาย อิลินอยส์ หลุยเซียน่า แมรี่แลนด์ เทนเนสซี่ เท็กซัส)

๓) *การคิดค่าธรรมเนียมในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าใหม่แบบพิเศษ (Feebate)* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ ออสเตรีย จีน เอสโทเนีย ฝรั่งเศส ไอร์แลนด์ ญี่ปุ่น ลักเซมเบิร์ก สิงคโปร์ สเปน สวีเดน

๔) *การลดหรือยกเว้นภาษีจดทะเบียนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าใหม่* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ คอสตาริก้า เดนมาร์ก ฟินแลนด์ อินเดีย ไอร์แลนด์ อิสราเอล มาเลเซีย เนเธอแลนด์ นอร์เวย์ โปรตุเกส โรมาเนีย สิงคโปร์ สวีเดน สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา (นิวเจอร์ซี่ วอชิงตัน แมรี่แลนด์)

๕) *การยกเว้นหรือลดภาษีการใช้ถนนหรือภาษีรถประจำปี* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ ออสเตรีย ออสเตรเลีย สาธารณรัฐเชค เดนมาร์ก ฟินแลนด์ เยอรัน กรีซ อินเดีย ไอร์แลนด์ อิตาลี ญี่ปุ่น เนเธอแลนด์ นิวซีแลนด์ นอร์เวย์ โปรตุเกส โรมาเนีย สวีเดน สวิสเซอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร (ลอนดอน)

๖) *ลดค่าประจุแบตเตอรีหรือให้ใช้ฟรี* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ เนเธอแลนด์ นอร์เวย์ สหรัฐอเมริกา (แคลิฟอร์เนีย)

๗) *ให้ใช้เลนรถขนส่งมวลชนได้* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ เกาหลี เนเธอแลนด์ นอร์เวย์ โปรตุเกส แคนาดา (ออนตาริโอ) สหรัฐอเมริกา (อริโซน่า แคลิฟอร์เนีย ฟอริดา นิวเจอร์ซี่)

๘) *ลดค่าธรรมเนียมหรือฟรีค่าที่จอดรถสาธารณะ* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ เดนมาร์ก ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ โปรตุเกส สหราชอาณาจักร

๙) *การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐแบบพิเศษ* ส่วนใหญ่ใช้ในการนำร่องโครงการ (kick-start) โดยอาจกำหนดประเภทรถสำหรับใช้ในกิจการของรัฐ เช่น รถประจำทาง รถเก็บขยะ รถที่ใช้ในสนามบิน ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ บัลกาเรีย เอสโทเนีย ฝรั่งเศส อิตาลี ญี่ปุ่น เกาหลี โปรตุเกส สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา

๑๐) *รัฐสร้างสถานีประจุแบตเตอรี* ประเทศที่ใช้มาตรการนี้ ได้แก่ ออสเตรีย จีน (บางเมือง) เดนมาร์ก เอสโทเนีย ฝรั่งเศส เยอรมัน อิสราเอล อิตาลี ญี่ปุ่น เกาหลี เนเธอแลนด์ นอร์เวย์ โปแลนด์ โปรตุเกส สเปน สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา

อย่างไรก็ตาม การกำหนดมาตรการดังกล่าวข้างต้น ประเด็นสำคัญที่แต่ละประเทศให้ความสำคัญอย่างมาก คือ การสนับสนุนทุนวิจัย พัฒนา และการทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ประเทศสามารถพัฒนาเทคโนโลยี ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้านยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งการวิจัย พัฒนา และทดสอบแบตเตอรี การพัฒนามอเตอร์และระบบขับเคลื่อน การพัฒนาโครงสร้างน้ำหนักเบา การจัดทำมาตรฐาน และพัฒนาบุคลากรด้านต่างๆ โดย International Energy Agency และ Electric Vehicles International ได้มีการประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัย พัฒนา และการทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐในประเทศต่างๆ ในปี ค.ศ. ๒๐๑๒ พบว่า จีนและสหรัฐอเมริกา เป็นประเทศที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมาก โดยสนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าแบบโปรแกรมมุ่งเป้าอย่างต่อเนื่อง เช่น สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. ๒๐๑๒ ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อวิจัย พัฒนา และทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน ๓๐๓ ล้านเหรียญ สรอ. (ประมาณ ๑๐,๖๓๘ ล้านบาท) ส่วนประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป จัดสรรงบประมาณในช่วงปี ค.ศ. ๒๐๐๗-๒๐๑๕ รวม ๑.๙ พันล้านเหรียญยูโร (ประมาณ ๗๔,๒๓๐ ล้านบาท) โดยร้อยละ ๖๕ ของงบประมาณดังกล่าวได้รับการจัดสรรจากภาครัฐ และอีกร้อยละ ๒๐ เป็นการจัดสรรทุนแบบความร่วมมือภาครัฐเอกชนในการทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ สหภาพยุโรปได้ให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมาก เพื่อยกระดับความสามารถของหน่วยงานวิจัยแห่งชาติให้มีความเข้มแข็งด้านการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การสนับสนุนทุนการศึกษา ทุนวิจัย การสร้างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ทดสอบ โดยสามารถสรุปงบประมาณของภาครัฐในประเทศต่างๆ ที่สนับสนุนการวิจัย พัฒนา และทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าดังปรากฏในตารางที่ ๕-๑

ตารางที่ ๕-๑ การสนับสนุนทุนวิจัย พัฒนา และการทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐในประเทศต่างๆ

ประเทศ	รายละเอียด	งบประมาณภาครัฐ	
แคนาดา	การวิจัยยานยนต์ไฟฟ้าครบวงจร	USD 22 million (2014-18)	๗๗๒ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๗-๖๑)
ฟินแลนด์	การวิจัยประยุกต์ และการสร้างความร่วมมือในการทำวิจัยระหว่างภาครัฐ และภาคเอกชน	EUR 80 million (2011-2015)	๓,๑๒๕ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๔-๕๘)

ประเทศ	รายละเอียด	งบประมาณ	
เบลเยี่ยม	การทดสอบนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อใช้งานจริง	EUR 16.25 million (2011-2015)	๖๓๕ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๔-๕๘)
เดนมาร์ก	การวิจัยเพื่อทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า และสร้างสถานีประจุไฟสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแก่ประชาชน	EUR 6.7 million (2008-2015)	๒๖๑ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๑-๕๘)
ฝรั่งเศส	การวิจัยเพื่อทดสอบการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสู่เชิงพาณิชย์ และแหล่งประจุไฟสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่เขตเมือง	EUR 100 million (ระดมทุนเพิ่มอีก 150 million) (2008-2015)	๓,๙๐๖ ล้านบาท (ระดมทุนเพิ่มอีก ๕,๘๖๐ ล้านบาท) (ปี ๒๕๕๑-๕๘)
เยอรมัน	การวิจัยแบตเตอรียานยนต์ไฟฟ้า การทดสอบยานยนต์ไฟฟ้า	EUR 500 million (2009-2011)	๑๙,๕๓๔ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๒-๕๔)
จีน	พัฒนาเทคโนโลยียานยนต์พลังงานทางเลือกและคาร์บอนต่ำ	USD 18 billion (2011-2020)	๖๓๒,๐๐๐ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๔-๖๓)
อินเดีย	แผนวิจัยไฮบริดและยานยนต์ไฟฟ้าแห่งชาติ (National Mission for Hybrid and Electric Vehicles)	USD 110 million (2012-2017)	๓,๘๖๒ ล้านบาท (ปี ๒๕๕๕-๖๐)
ญี่ปุ่น	การวิจัยด้านแบตเตอรีลิเทียมไอออน การพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบา การพัฒนามอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	USD 52 billion (2013/14)	๒,๐๓๑ พันล้านบาท (ปี ๒๕๕๖/๕๗)
เกาหลี	การวิจัย พัฒนา และทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (เน้นแบตเตอรี)	USD 270 million (แบตเตอรี) USD 680 million (ด้านอื่นๆ) (2011)	๙,๔๗๙ ล้านบาท (แบตเตอรี) ๒๓,๘๗๕ ล้านบาท (ด้านอื่นๆ) (ปี ๒๕๕๔)

ที่มา : Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Joint Working Party on Trade and Environment. Domestic Incentive Measures for Environmental Goods with Possible Trade Implications: Electric Vehicles and Batteries. January 2015.

จะเห็นได้ว่า ประเทศต่างๆ ได้ทุ่มงบประมาณในการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าค่อนข้างมาก ในการนี้ สำหรับประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เล็งเห็นความสำคัญของการวิจัยและพัฒนาเพื่อตอบสนองนโยบายรัฐบาล จึงได้ประเมินความท้าทายหลักของยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้

บริบทที่ประเทศไทยควรดำเนินการในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้า จึงจัดทำข้อเสนอแผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่งของแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.๒๕๕๘-๒๕๗๙ ของกระทรวงพลังงาน เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องและผลักดันให้เกิดการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำวิจัยในชิ้นส่วนที่ประเทศไทยยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีเป้าหมายของแผนงานวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ คือ

๕.๑ เป้าหมายของแผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า

เป้าหมายของแผนงานวิจัย :

เกิดอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบ และพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ภายในปี ๒๕๖๔

๕.๒ วัตถุประสงค์ของแผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า

- เพื่อสร้างความพร้อมด้านบุคลากรและเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ
- ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตและประกอบยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
- ลดการนำเข้าชิ้นส่วนสำคัญในการผลิตและประกอบยานยนต์ไฟฟ้า

๕.๓ แผนงานมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า

แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย มุ่งเน้นการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี และสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมใน ๔ ด้าน คือ ๑) แบตเตอรีและระบบจัดการพลังงาน ๒) มอเตอร์และระบบขับเคลื่อน ๓) โครงสร้างน้ำหนักเบาและการประกอบ และ ๔) พัฒนานโยบาย มาตรฐาน และบุคคลากร โดยมีรายละเอียดของแต่ละแผนงาน (แผนภาพที่ ๕-๑) ดังนี้

แผนงานที่ ๑ การวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านแบตเตอรีและระบบจัดการพลังงาน

เป้าประสงค์ : มีเทคโนโลยีและต้นแบบของแบตเตอรีที่มีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งองค์ความรู้ในการกำจัดและนำแบตเตอรีกลับมาใช้ใหม่ที่สามารถใช้ได้จริงในภาคอุตสาหกรรม

แผนงานย่อย

๑.๑ การศึกษาสถานภาพความพร้อมของอุตสาหกรรมแบตเตอรี อุตสาหกรรมแหล่งกักเก็บพลังงาน และระบบจัดการพลังงาน

๑.๒ การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแบตเตอรีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย

๑.๓ การออกแบบ พัฒนาเทคโนโลยี พัฒนาต้นแบบ และ/หรือกระบวนการผลิตขั้วแบตเตอรี เซลล์แบตเตอรี การประกอบแบตเตอรีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

๑.๔ การพัฒนาเทคโนโลยีการนำแหล่งกักเก็บพลังงานผสมไปใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า

๑.๕ การพัฒนาเทคโนโลยีการกำจัดแบตเตอรี และการนำแบตเตอรีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

๑.๖ การทดสอบและส่งเสริมการใช้ประโยชน์แบตเตอรีและระบบบจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ

แผนงานที่ ๒ การวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านมอเตอร์และระบบขับเคลื่อน

เป้าประสงค์ : มีเทคโนโลยีและต้นแบบมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภทที่สามารถนำไปผลิตและประกอบในภาคอุตสาหกรรมได้จริง

แผนงานย่อย

๒.๑ การออกแบบ พัฒนาเทคโนโลยี พัฒนาต้นแบบ กระบวนการผลิต และ/หรือกระบวนการประกอบมอเตอร์และระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

๒.๒ การทดสอบและส่งเสริมการใช้มอเตอร์และระบบขับเคลื่อนในภาคอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ

แผนงานที่ ๓ การวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านโครงสร้างน้ำหนักเบาและการประกอบ

เป้าประสงค์ : มีวัสดุที่เหมาะสมสำหรับทำโครงสร้างยานยนต์แบบน้ำหนักเบาและสามารถประกอบเป็นตัวรถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

แผนงานย่อย

๓.๑ การศึกษา วิจัยวัสดุที่เหมาะสมในการใช้ทำตัวถังน้ำหนักเบา

๓.๒ การออกแบบ พัฒนาเทคโนโลยี พัฒนาต้นแบบวัสดุสำหรับทำตัวถังน้ำหนักเบา

๓.๓ การพัฒนากระบวนการผลิตโครงสร้างยานยนต์ไฟฟ้าน้ำหนักเบาในขนาดต่างๆ

๓.๔ การพัฒนาเทคโนโลยีการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมการผลิตในขนาดต่างๆ

แผนงานที่ ๔ การวิจัย พัฒนา และสร้างองค์ความรู้ด้านการพัฒนานโยบาย มาตรฐาน และบุคคลากร

เป้าประสงค์ : มีนโยบาย มาตรฐาน และบุคลากรรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า

แผนงานย่อย

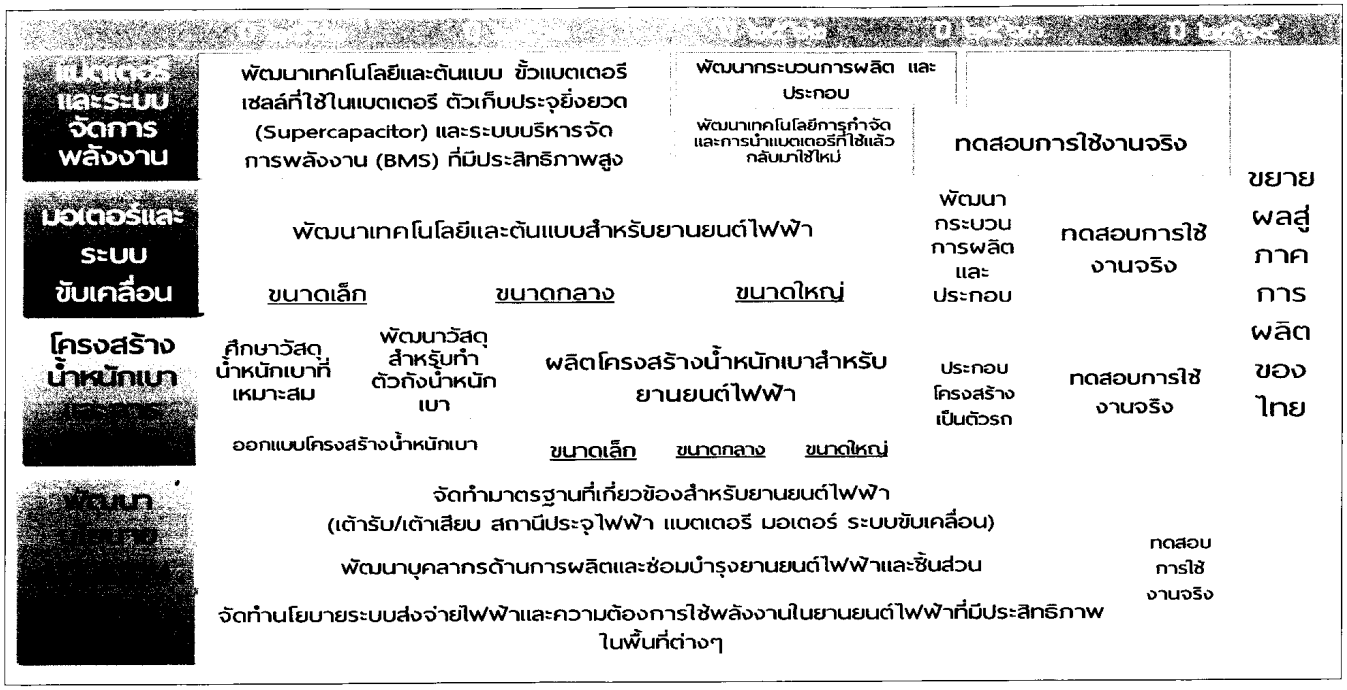
๔.๑ การจัดทำมาตรฐานเต้ารับ/เต้าเสียบ สถานีประจุไฟฟ้า แบตเตอรี มอเตอร์ ระบบขับเคลื่อน และ/หรือมาตรฐานอื่นๆที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า

๔.๒ การพัฒนาบุคลากร และสร้างองค์ความรู้ในการผลิตและการซ่อมบำรุงยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน

๔.๓ การจัดทำนโยบายระบบส่งจ่ายไฟฟ้าและความต้องการใช้พลังงานในยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ต่างๆ

๔.๔ การศึกษาวิจัยนโยบายในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ และ/หรือ การส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในภูมิภาค

แผนภาพที่ ๕-๑ แผนมุ่งเป้าด้านการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย



ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ๒๕๕๙

บรรณานุกรม

Allied Market Research. *World Electric Motor Market - Opportunities and Forecasts, 2013–2020.* Nov. 16, 2015.

Automotive World. *Rotterdam introduces world's best EV incentives to improve air quality.* September 2014.

Boston Consulting Group. *Batteries for Electric Cars: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020.* 2009.

CADEX electronic inc. *Batteries in a Portable World - A Handbook on Rechargeable Batteries for Non-Engineers.* By Isidor Buchmann, 3rd edition.

CleanTechnica. *Samsung SDI + LG Chem Top Recent Business Assessment Of Lithium-Ion Battery Manufacturers.* 2015. http://cleantechnica.com/2015/07/12/samsung-sdi-lg-chem-top-recent-business-assessment-lithium-ion-battery-manufacturers/

Computerworld. *A shipping container-sized battery is required for fast charging an EV.* Jan 21, 2016. http://www.computerworld.com/article/3025341/car-tech/researchers-move-closer-to-charging-an-ev-as-fast-as-filling-a-tank-of-gas.html

Electric Cars Report. *EU Launches Hydrogen Fuel Cell Vehicle And Infrastructure Project.* April 2014. http://electriccarsreport.com/2014/04/eu-launches-hydrogen-fuel-cell-vehicle-infrastructure-project/

European Association for Battery. Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicles (AVERE) (2012-09-03). "*Norwegian Parliament extends electric car initiatives* until 2018". AVERE. Retrieved 2013-04-10.

EV Obsession. *LG Chem Trying To Steal Tesla's Home Battery Storage Thunder?.* April 25th, 2015 by Zachary Shahan.

EV Obsession. *Top EV Battery Manufacturers — 2014 Top 10 In Sales.* February 18th, 2015 by James Ayre http://evobsession.com/top-ev-battery-manufacturers-2014-top-10-sales/

Green Car Congress. *Navigant Research forecasts EV charger global market to grow to $3.8B by 2020; 27.1% CAGR from 2013.* 11 April 2013. http://www.greencarcongress.com/2013/04/nav-evse-20130411.html

IHS Automotive. *Global EV Charging Stations to Skyrocket by 2020.* IHS Report Says. May 28, 2015. http://press.ihs.com/press-release/automotive/global-ev-charging-stations-skyrocket-2020-ihs-report-says

IHS Automotive. *Global EV Charging Stations to Skyrocket by 2020.* IHS Report Says. May 28, 2015.

International Energy Agency (IEA). *Global EV Outlook 2013.*

International Energy Agency (IEA). *Global EV Outlook 2015.*

International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook: *Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020.* 2013.

International Energy Agency (IEA). *The Number of Electric Vehicles Is Growing on Land, in the Water, and in the Air..*

K. Vignarooban., R. Kushagra., A. Elango., P. Badami., B-E. Mellander., X. Xu., T.G. Tucker., C. Nam, A.M. Kannan. *Current trends and future challenges of electrolytes for sodium-ion batteries. International Journal of Hydrogen Energy,* Volume 41, Issue 4. 2016.

Lars Ole Valøen. "*Electric Vehicle Policies in Norway*" . Retrieved 2012-10-24.

Massachusetts Institute of Technology (MIT). *A Guide to Understanding Battery Specifications.* 2008.

Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT Electric Vehicle Team. *A Guide to Understanding Battery Specifications.* December 2008.

McKinsey. *Lightweight, heavy impact.* 2012.

Nature Climate Change. *Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles.* Vol. 5 (April, 2015): 329-332. http://www.theenergycollective.com/jessejenkins/2215181/cost-batteries-electric-vehicles-falling-more-rapidly-projected

Navigant Research. *Electric Vehicle Charging Services: Level 1, Level 2, DC Fast Charging, and Wireless EVSE for Residential and Commercial Car Charging and Commercial Charging Services.* https://www.navigantresearch.com/research/electric-vehicle-charging-services

Navigant Research. *Navigant Research Leaderboard Report: Li-Ion Grid Storage.* 2015.

Nederlandse Omroep Stichting (NOS). *"Forse toename elektrische auto's"* [Major increase in electric car sales]. December 2013.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Joint Working Party on Trade and Environment. *Domestic Incentive Measures for Environmental Goods with Possible Trade Implications: Electric Vehicles and Batteries*. January 2015.

Panuthai, N., Savanglaa, R., Praserthdam, P., Kheawhom, S., Characterization of copper-zinc nanoparticles synthesized via submerged arc discharge with successive reduction process, 2014, Japanese Journal of Applied Physics, 53, 5, 05HA11

Peak Energy & Resources, Climate Change, and the Preservation of Knowledge. *Vehicle Charging Infrastructure.* Posted on April 28, 2015. http://energyskeptic.com/2015/electric-vehicle-overview/

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) . *Electromobility in the Netherlands - Highlights 2013.* March 2014.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Number of registered electric vehicles in Netherlands, *Top 5 registered plug-in electric hybrid vehicle models and Top 5 registered all-electric vehicle models.* July 2014.

Siemans. Pictures of the Future: The Magazine for Research and Innovation. *The Number of Electric Vehicles Is Growing on Land, in the Water, and in the Air.* 20 August 2014. http://www.siemens.com/innovation/en/home/picturesofthefuture/mobilityandmotors/factsandfigureselectricmobility.html

Tina Casey. *UK Energy Storage Startups Take Aim At EV Battery Market.* July 29th, 2015.

U.S. Department of Energy. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. *VEHICLE TECHNOLOGIES OFFICE: LIGHTWEIGHT MATERIALS FOR CARS AND TRUCKS.* 2014. http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-lightweight-materials-cars-and-trucks

กระทรวงอุตสาหกรรม. *๑๐ อุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต (New Engine of Growth).* ๒๕๕๘.

ศูนย์ข้อมูลและข่าวสืบสวนเพื่อสิทธิพลเมือง (TCIJ). *อนาคต'รถยนต์ไฟฟ้า'ไทยไปไม่ถึงฝัน? นโยบายไม่เอื้อ-ค่ายรถใหญ่ไม่เอาจริง.* ๑๖ สิงหาคม ๒๕๕๘.

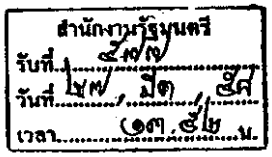
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. *รถไฮบริดและรถยนต์ไฟฟ้า (Hybrid and Electric Cars).* ประชาคมวิจัย ฉบับพิเศษที่ ๑๒. http://www.vcharkarn.com/varticle/38425

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. *แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ.* ๗ สิงหาคม ๒๕๕๘.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. *การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย.* ๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๘.

ภาคผนวก ก
คำสั่ง ข้อสั่งการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก ก-๑



ที่ นร ๐๔๐๔/ก.๑๔๗

สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี
ทำเนียบรัฐบาล กทม. ๑๐๓๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๕๘

เรื่อง คำรินายกรัฐมนตรีเกี่ยวกับรายงานการพิจารณาศึกษาข้อเสนอโครงการปฏิรูป เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

เรียน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยรัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรี (นายสุวพันธุ์ ตันยุวรรณะ) ได้กราบเรียนนายกรัฐมนตรีได้รับทราบรายงานสรุปการประชุมคณะกรรมาธิการวิสามัญกิจการสภาปฏิรูปแห่งชาติ ครั้งที่ ๑/๒๕๕๘ วันพุธที่ ๒๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๘ โดยมีวาระการประชุมเกี่ยวกับการพิจารณาระเบียบวาระการประชุมสภาปฏิรูปแห่งชาติ ซึ่งสภาปฏิรูปแห่งชาติจะนำรายงานการพิจารณาศึกษาข้อเสนอโครงการปฏิรูป เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ของคณะกรรมาธิการปฏิรูปพลังงานเสนอที่ประชุมสภาปฏิรูปแห่งชาติ ครั้งที่ ๑๓/๒๕๕๘ ในวันอังคารที่ ๓ มีนาคม ๒๕๕๘ ทั้งนี้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย จำเป็นต้องผลักดันข้อเสนอให้ภาครัฐกำหนดนโยบายที่ชัดเจนเพื่อสนับสนุนให้เกิดยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศอย่างแพร่หลายในอนาคต เพื่อเป็นการลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

นายกรัฐมนตรีได้มีบัญชารับทราบสรุปการประชุมดังกล่าว และมีดำริเกี่ยวกับรายงานการพิจารณาศึกษาฯ เรื่อง การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ว่า "พลังงานไฟฟ้า/พลังงานไฮโดรเจน ฯลฯ ให้มีการวิจัยพัฒนาเองด้วย (วท. + สวทช.) ฯลฯ"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ ทั้งนี้ สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรีได้นำดำรินายกรัฐมนตรีเรียนรองนายกรัฐมนตรี (นายยงยุทธ ยุทธวงศ์) ในฐานะกำกับการบริหารราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแทนนายกรัฐมนตรี ได้รับทราบด้วยแล้ว

ขอแสดงความนับถือ

(นางฐะปาณีย์ อาจารวงศ์)
รองเลขาธิการนายกรัฐมนตรีฝ่ายบริหาร
ปฏิบัติราชการแทน เลขาธิการนายกรัฐมนตร

(นายพิเชฐ ดุรงค์เวโรจน์)
รมว.วท.
๑ เม.ย. ๕๘

สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี
โทร. ๐ ๒๒๘๘ ๔๔๐๕
โทรสาร ๐ ๒๒๘๘ ๔๐๐๐ ต่อ ๔๙๐๐

ภาคผนวก ก-๒

สำนักงานรัฐมนตรี
รับที่ ๓๑๒
วันที่ ๒๑ เมษ ๕๘
เวลา ๑๔.๔๑ น.

ด่วนที่สุด

ที่ นร ๐๕๐๖ (รศก.)/ว(ล)๑๓๒๙๗

คณะกรรมการรัฐมนตรี
ด้านเศรษฐกิจ
สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
ทำเนียบรัฐบาล กทม. ๑๐๓๐๐

๒๑ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง การส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า

เรียน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อ้างถึง หนังสือสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ด่วนที่สุด ที่ นร ๐๕๐๖/ว ๕๖ ลงวันที่ ๖ มีนาคม ๒๕๕๘

ตามที่ได้ยืนยันมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๓ มีนาคม ๒๕๕๘ (เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรีเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจ) มาเพื่อทราบ ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

ในคราวประชุมคณะกรรมการรัฐมนตรีด้านเศรษฐกิจ ครั้งที่ ๕/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๑๖ เมษายน ๒๕๕๘ นายกรัฐมนตรีเสนอว่า ตามที่คณะรัฐมนตรีมีมติ (๓ มีนาคม ๒๕๕๘) ให้สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle-EV Car) ต่อไปด้วย นั้น เห็นควรให้กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ: สวทช.) ร่วมกันพิจารณาดำเนินการผลิตผลงานวิจัยรถยนต์ไฟฟ้าให้สำเร็จภายในปีนี้ รวมถึงการพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า และการใช้พลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ในการขับเคลื่อนรถยนต์ดังกล่าวด้วย ซึ่งคณะกรรมการรัฐมนตรีด้านเศรษฐกิจพิจารณาแล้วลงมติเห็นชอบตามที่นายกรัฐมนตรีเสนอ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายอำพน กิตติอำพน)
เลขาธิการคณะรัฐมนตรี
กรรมการและเลขานุการร่วมคณะกรรมการรัฐมนตรีด้านเศรษฐกิจ

มอบ ปกท.วท.
แจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

(นายพิเชฐ ดุรงคเวโรจน์)
รมว.วท.
22 เม.ย. 58

สำนักวิเคราะห์เรื่องเสนอคณะรัฐมนตรี
ฝ่ายเลขานุการฯ
โทร. ๐ ๒๒๘๐ ๙๐๐๐ ต่อ ๓๓๑
โทรสาร ๐ ๒๒๘๐ ๙๐๖๔
www.cabinet.thaigov.go.th
SC_58_04_13_ปริยนงคราญ

ภาคผนวก ก-๓

ด่วนที่สุด

ที่ นร ๐๕๐๕/ว ๓๓๓

สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
ทำเนียบรัฐบาล กทม. ๑๐๓๐๐

๑๕ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี

กราบเรียน/เรียน รอง-นรม., รัฐ-นร., กระทรวง, กรม, เลขา-คสช.

ด้วยในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๓ ตุลาคม ๒๕๕๘ นายกรัฐมนตรีมีข้อสั่งการ ดังนี้

ด้านเศรษฐกิจ

๑. ตามที่นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๕ กันยายน ๒๕๕๘ ว่า ให้กระทรวงพาณิชย์ร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกระทรวงมหาดไทยกำหนดมาตรการดูแลระดับราคาสินค้าผักและผลไม้ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและเตรียมการรองรับและป้องกันผลกระทบจากภัยธรรมชาติที่จะสร้างความเสียหายแก่สวนผักและสวนผลไม้ นั้น ให้หน่วยงานข้างต้นร่วมกันพิจารณากำหนดแนวทางการบริหารจัดการผลผลิตทางเกษตรและการให้ความช่วยเหลือเกษตรกรกลุ่มต่าง ๆ ที่อาจได้รับผลกระทบเพิ่มเติม เช่น ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน สับปะรด ประมง นอกจากนี้ ให้พิจารณาแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการน้ำและการเชื่อมโยงกับตลาด โดยอาจเชิญภาคเอกชน ปราชญ์ชาวบ้าน หรือเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จแล้วมาร่วมดำเนินการในการให้ความรู้แก่เกษตรกร เช่น การจูงใจเพื่อให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยเพื่อรองรับสถานการณ์ภัยแล้งในอนาคตด้วย

๒. ตามที่นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๓ มีนาคม ๒๕๕๘ ว่า ให้สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle-EV Car) นั้น ให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนการดำเนินการดังกล่าวเพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะการวิจัย พัฒนาและสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแบตเตอรี่สำหรับใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าดังกล่าว

/ด้านสังคม...

ด้านสังคม

๓. ตามที่นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๗ มีนาคม ๒๕๕๘ ว่า ให้กระทรวงศึกษาธิการศึกษาระบบการจัดการศึกษาของประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศสิงคโปร์ ประเทศฟินแลนด์ โดยให้เสนอแนวทางการจัดระบบการศึกษาของไทย โดยเฉพาะในเรื่องที่สามารถดำเนินการให้เกิดผลเป็นรูปธรรมในปี ๒๕๕๘ เพื่อเสนอนายกรัฐมนตรีโดยด่วนต่อไป นั้น ให้กระทรวงศึกษาธิการเร่งรัดการดำเนินการตามข้อสั่งการดังกล่าว โดยเฉพาะในประเด็นการเปรียบเทียบระบบการศึกษาที่มีคุณภาพของประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ประเทศสิงคโปร์ในเรื่องการจัดการศึกษาในระดับปฐมวัย ประเทศเกาหลีใต้ในเรื่องการจัดการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา และประเทศฟินแลนด์ในเรื่องการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการศึกษาของประเทศไทย ทั้งนี้ ให้นำเสนอนายกรัฐมนตรีโดยด่วนด้วย

ด้านการต่างประเทศ

๔. ให้กระทรวงพาณิชย์ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำข้อมูลเปรียบเทียบผลดีผลเสียที่ประเทศไทยจะได้รับจากการเข้าเป็นสมาชิกความตกลงหุ้นส่วนยุทธศาสตร์ทางเศรษฐกิจภาคพื้นแปซิฟิก (Trans-Pacific Strategic Economic Partnership : TPP) การป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งการใช้ประโยชน์ โดยให้นำเสนอคณะรัฐมนตรีภายในสัปดาห์หน้าเพื่อประกอบการพิจารณากำหนดท่าทีของไทยต่อไป รวมทั้งสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ประชาชนได้รับทราบด้วย

ด้านการบริหารราชการแผ่นดินและอื่น ๆ

๕. ให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาศึกษากำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์พื้นที่ก่อสร้างโครงการจัดการน้ำเสียคลองด่าน โดยอาจพิจารณาให้เอกชนเข้าร่วมลงทุนเพื่อดำเนินการ ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุดของรัฐเป็นสำคัญ

๖. ให้กระทรวงกลาโหมร่วมกับกระทรวงการต่างประเทศและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องประสานงานกับประเทศต่าง ๆ ในอาเซียนเพื่อสร้างความร่วมมือเกี่ยวกับการผลิตอุตสาหกรรมป้องกันประเทศตามศักยภาพ เช่น กระสุนปืน เพื่อไม่ให้ประเทศไทยมีการผลิตซ้ำซ้อนกับประเทศอื่นอันจะทำให้เกิดการแข่งขันด้านราคากันในอนาคต และให้กระทรวงกลาโหมร่วมกับกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์ป้องกันตนเองของเจ้าหน้าที่ เช่น เสื้อเกราะ รถเกราะ โดยอาจให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน รวมทั้งเร่งรัดกำหนดมาตรฐานสำหรับรับรองอุปกรณ์ป้องกันตนเองดังกล่าวตามมาตรฐานสากล ทั้งนี้ ให้ดำเนินการให้เกิดผลเป็นรูปธรรมภายในปี พ.ศ. ๒๕๖๐ ต่อไปด้วย

/๗. ...

๗. ให้กระทรวงมหาดไทยร่วมกับกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดชุดกู้ชีพบริเวณชายหาด โดยเป็นเจ้าหน้าที่ที่มีประสบการณ์และผ่านการอบรมด้านการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบเหตุโดยเฉพาะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่นักท่องเที่ยวและประชาชน พร้อมทั้งจัดให้มีอุปกรณ์ เครื่องมือที่เพียงพอและเหมาะสมด้วย

ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรีข้างต้นใช้เป็นแนวทางในการบริหารราชการให้เกิดประสิทธิภาพ ดังนั้น ในขั้นตอนการปฏิบัติ หน่วยงานจะต้องดำเนินการโดยยึดถือกฎหมาย ระเบียบ หรือมติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก

จึงกราบเรียนมาเพื่อโปรดทราบ/จึงเรียนยืนยันมา/จึงเรียนยืนยันมาและขอได้โปรดดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป/จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ/จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอได้โปรดดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอแสดงความนับถือ (อย่างยิ่ง)

สมชาย พฤฒิกัลป์

(นายสมชาย พฤฒิกัลป์)
รองเลขาธิการคณะรัฐมนตรี รักษาราชการแทน
เลขาธิการคณะรัฐมนตรี

สำนักพัฒนายุทธศาสตร์และติดตามนโยบายพิเศษ
โทร. ๐ ๒๒๘๐ ๙๐๐๐ ต่อ ๓๒๕ (กิ่งทอง) ๔๔๑ (เฉลิมขวัญ)
โทรสาร ๐ ๒๒๘๐ ๑๔๔๖
www.cabinet.thaigov.go.th

หมายเหตุ อัยการสูงสุด : จึงกราบเรียนมาเพื่อโปรดทราบ
รอง นรม., รัฐ-นร : จึงเรียนยืนยันมา
กระทรวง : จึงเรียนยืนยันมาและขอได้โปรดดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป
องค์กรอิสระ, คลช : จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ
กรม : จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอได้โปรดดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ภาคผนวก ก-๔

ด่วนที่สุด

ที่ นร ๐๕๐๕/ว ๓๕๑

สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
ทำเนียบรัฐบาล กทม. ๑๐๓๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี

กราบเรียน/เรียน รอง-นรม., รัฐ-นร., กระทรวง, กรม, เลขา-คสช.

ด้วยในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๕๘ นายกรัฐมนตรีมีข้อสั่งการ ดังนี้

ด้านเศรษฐกิจ

๑. มอบหมายให้รองนายกรัฐมนตรี (นายสมคิด จาตุศรีพิทักษ์) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องลงพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักลงทุนและผู้ประกอบการภาคเอกชน รวมทั้งพิจารณากำหนดแนวทางในการใช้ประโยชน์พื้นที่ว่างภายในนิคมอุตสาหกรรมบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการด้วย

๒. ให้กระทรวงอุตสาหกรรมเป็นหน่วยงานหลักร่วมกับกระทรวงพาณิชย์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนสินค้าไทยที่มีศักยภาพให้สามารถขยายตลาดไปยังตลาดต่างประเทศ โดยให้คัดเลือกประเภทของสินค้าที่จะสนับสนุนให้ชัดเจน เช่น น้ำหอม เครื่องสำอาง กระเป๋า เครื่องประดับ อัญมณี สิ่งทอ รวมทั้งส่งเสริมวัสดุที่ใช้ในการผลิต เทคโนโลยีการผลิต และเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เพื่อสนับสนุนให้สินค้าดังกล่าวสามารถยกระดับเป็นแบรนด์ระดับโลกได้

๓. ตามที่นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๓ ตุลาคม ๒๕๕๘ ให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนับสนุนส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle - EV Car) เพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะการวิจัย พัฒนา และสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแบตเตอรี่สำหรับใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าดังกล่าว นั้น ให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ) เป็นหน่วยงานหลักร่วมกับกระทรวงอุตสาหกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งรัดการวิจัยและพัฒนาการผลิตแบตเตอรี่สำหรับใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าตามข้อสั่งการดังกล่าวให้มีความชัดเจนภายใน ๓ เดือน พร้อมทั้งประสานงานให้ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องได้เตรียมความพร้อมด้วย

๔. ให้สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเป็นหน่วยงานหลักร่วมกับกระทรวงแรงงาน กระทรวงคมนาคม กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำข้อมูลความต้องการแรงงานในแต่ละสาขาวิชา โดยคำนึงถึงยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศและแนวโน้มตลาดในอนาคต เช่น วิศวกรรถไฟ วิศวกรไฟฟ้า เพื่อให้กระทรวงศึกษาธิการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตบุคลากรให้เพียงพอและตรงความต้องการของตลาดได้ โดยให้เร่งทำข้อมูลดังกล่าวให้แล้วเสร็จภายใน ๑ เดือน และส่งข้อมูลดังกล่าวให้สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรีเพื่อรายงานต่อนายกรัฐมนตรีทราบด้วย

/๕. ...

๕. ตามที่รัฐบาลมีนโยบายในการแปรรูปยางพาราให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือใช้เป็นส่วนผสมต่าง ๆ เช่น พื้นลู่วิ่ง พื้นช่องทางจักรยาน พื้นสนามฟุตซอล นั้น ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ร่วมกับกระทรวงมหาดไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงคมนาคม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งดำเนินการตามนโยบายดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำยางพาราไปใช้เป็นส่วนผสมในการทำถนน ที่นอนยางพารา หรือพื้นสนามต่าง ๆ โดยจัดทำเป็นแผนการใช้ยางพารา (ปริมาณ) งบประมาณ และแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนด้วย

๖. ตามที่นายกรัฐมนตรีได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๓ ตุลาคม ๒๕๕๘ ให้กระทรวงพาณิชย์ร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงมหาดไทยพิจารณาแนวทางการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการน้ำและการเชื่อมโยงกับตลาด นั้น ให้ส่วนราชการข้างต้นร่วมกันพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกพืชซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดหรือปลูกเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ถั่วเหลือง ผักปลอดสารพิษ ด้วย

๗. ตามที่รัฐบาลได้มีนโยบายให้หน่วยงานต่าง ๆ ให้การดูแลเกษตรกร โดยการลดต้นทุนการผลิต การสนับสนุนปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูก นั้น ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ร่วมกับกระทรวงพาณิชย์และกระทรวงมหาดไทยจัดทำข้อมูลความคืบหน้าในการดำเนินการดังกล่าว เช่น พื้นที่ที่มีการดำเนินการ พืชที่เหมาะสมในการเพาะปลูกในแต่ละพื้นที่ การสนับสนุนเมล็ดพันธุ์พืชต่าง ๆ การจัดตลาดเพื่อจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร โดยส่งข้อมูลดังกล่าวให้สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรีโดยเร็ว เพื่อรายงานต่อนายกรัฐมนตรีต่อไป

ด้านกฎหมายและกระบวนการยุติธรรม

๘. ตามที่คณะรัฐมนตรีมีมติ (๓๐ มิถุนายน ๒๕๕๘) ให้รองนายกรัฐมนตรี (นายวิษณุ เครืองาม) ประสานกับหน่วยงานด้านกระบวนการยุติธรรมเกี่ยวกับการบริหารจัดการคดีเกี่ยวกับการค้ามนุษย์ การประพฤติผิดของเจ้าหน้าที่ การหลบหนีเข้าเมือง ยาเสพติด หรือการทุจริต ให้มีการพิจารณาคดีดังกล่าวด้วยความรวดเร็วขึ้น นั้น เพื่อให้มีการติดตามความก้าวหน้าในเรื่องดังกล่าวและเพื่อให้มีการดำเนินกระบวนพิจารณาในคดีดังกล่าวเห็นผลเป็นรูปธรรมเร็วขึ้น ให้กระทรวงยุติธรรมประสานกับหน่วยงานด้านกระบวนการยุติธรรมเร่งรัดให้นำคดีดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการยุติธรรมโดยเร็วภายใน ๓ เดือน และรายงานให้นายกรัฐมนตรีทราบต่อไป

ด้านการบริหารราชการแผ่นดินและอื่น ๆ

๙. ตามที่หัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติได้มีข้อสั่งการในคราวประชุมคณะรักษาความสงบแห่งชาติเมื่อวันที่ ๒๖ สิงหาคม ๒๕๕๗ ให้กระทรวงคมนาคมเร่งรัดการกำหนดแนวทางการลดอุบัติเหตุทางถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถโดยสารสาธารณะจะต้องมีระบบ GPS เพื่อติดตามตรวจสอบตำแหน่งรถ และมีระบบติดตามมิให้ผู้ขับขี่รถโดยสารขับขี่เกินระยะเวลาที่กำหนด เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้รถโดยสารสาธารณะให้แล้วเสร็จและมีผลเป็นรูปธรรม นั้น

/๙.๑ ...

๙.๑ ให้กระทรวงคมนาคมร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งรัดการดำเนินการตามข้อสั่งการดังกล่าว รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดให้มีการติดตั้งระบบ GPS และระบบติดตามมิให้ผู้ขับขี่รถโดยสารขับขี่เกินระยะเวลาที่กำหนดในรถโดยสารสาธารณะที่จดทะเบียนใหม่ ส่วนรถโดยสารสาธารณะที่จดทะเบียนก่อนหน้าที่จะมีการบังคับใช้กฎหมายให้ทยอยติดตั้งต่อไปด้วย

๙.๒ ให้กระทรวงคมนาคมร่วมกับกระทรวงการคลังและสำนักงบประมาณพิจารณาความเป็นไปได้ในการสนับสนุนแหล่งเงินกู้ให้แก่ผู้ประกอบการสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวในรถโดยสารสาธารณะที่จดทะเบียนก่อนหน้าที่จะมีการบังคับใช้กฎหมายด้วย

๙.๓ ให้สำนักงานตำรวจแห่งชาติร่วมกับกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาและจัดหาอุปกรณ์เพื่อดูแลความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้รถใช้ถนน เช่น เครื่องตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ทางลมหายใจ (Breath Analyzer) เครื่องตรวจจับความเร็วรถยนต์ โดยให้มีเพียงพอต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่เพื่อบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด

๑๐. ให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาและกระทรวงมหาดไทย พิจารณาแนวทางการจัดระเบียบการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าที่สอดคล้องกับข้อกฎหมายและนโยบายของรัฐบาล เช่น การส่งเสริมการท่องเที่ยว การจัดที่ดินทำกินให้แก่ผู้มีรายได้น้อย พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการกำกับดูแลให้ผู้ประกอบการท่องเที่ยวดำเนินการเฉพาะในพื้นที่ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น

ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรีข้างต้นใช้เป็นแนวทางในการบริหารราชการให้เกิดประสิทธิภาพ ดังนั้น ในขั้นตอนการปฏิบัติ หน่วยงานจะต้องดำเนินการโดยยึดถือกฎหมาย ระเบียบ หรือมติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก

จึงกราบเรียนมาเพื่อโปรดทราบ/จึงเรียนยืนยันมา/จึงเรียนยืนยันมาและขอได้โปรดพิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป/จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ/จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอได้โปรดพิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอแสดงความนับถือ (อย่างยิ่ง)

(นายอำพน กิตติอำพน)
เลขาธิการคณะรัฐมนตรี

สำนักพัฒนายุทธศาสตร์และติดตามนโยบายพิเศษ
โทร. ๐ ๒๒๘๐ ๙๐๐๐ ต่อ ๓๒๕ (ภิวงทอง) ๔๔๑ (เฉลิมขวัญ)
โทรสาร ๐ ๒๒๘๐ ๑๔๔๖
www.cabinet.thaigov.go.th เฉลิมขวัญ/พิมพ์/สแกน

หมายเหตุ อัยการสูงสุด : จึงกราบเรียนมาเพื่อโปรดทราบ
รอง-นรม., รัฐ-นร : จึงเรียนยืนยันมา
กระทรวง : จึงเรียนยืนยันมาและขอได้โปรดพิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป
องค์กรอิสระ, คสช. : จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ
กรม : จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอได้โปรดพิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ภาคผนวก ข
สรุปรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการประชุมต่างๆ

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมและให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการประชุมต่างๆ

๑. นายพิเชฐ ดุรงคเวโรจน์	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒. นายวีระพงษ์ แพสุวรรณ	ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๓. นางสาวเสาวณี มุสิแดง	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๔. นายดำริ สุโขธนัง	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๕. นางสาวโสภาพรรณ สัญญาณเสนาะ	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๖. นายวรวรงค์ รักเรืองเดช	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๗. นายรุ่งโรจน์ กมลเดชเดชา	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๘. นางสาวแพรประพันธ์ นัยยุติ	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๙. นายทวีศักดิ์ กออนันตกูล	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๐. นายณรงค์ ศิริเลิศวรกุล	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๑. นายชาตรี ศรีไพพรรณ	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๒. นายเจนกฤษณ์ คณาธารณา	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๓. นางสาววลัยทิพย์ โชติวงศ์พิพัฒน์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๔. นายกนกเวทย์ ตั้งพิมลรัตน์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๕. นายสาวดารารัตน์ รัชดานุรักษ์	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๖. นายบัญชา ดอกไม้	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๗. นายณัฏฐวัชช์ รุ่งเสถียรธร	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๘. นางสาวชลิกา จันทรวัต	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๙. นางสาวชัชนันท์ แสงขรรค์ชัย	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๒๐. นายยุทธนา ตันติวิวัฒน์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
๒๑. นายแสวง เกิดประทุม	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
๒๒. นายประทีป วงศ์บัณฑิต	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
๒๓. นายสุวิทย์ อัจริยะเมต	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
๒๔. นายวีระเชษฐ์ ขันเงิน	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
๒๕. นายวรงค์ สุกโชติรัตน์	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
๒๖. นายชาญวิทย์ อุดมศักดิกุล	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
๒๗. นายรอยล จิตรดอน	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร
๒๘. นายสุรจิตร วันแพ	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
๒๙. นางสลักษณ์ พิสุทธิพัทธยา	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
๓๐. นายณัฐพล รังสิตพล	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
๓๑. นางสาวพวงพิศ วิเศษสุวรรณภูมิ	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

๓๒.นางสาววิราวัลย์ ฤทธิกาณจน์	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
๓๓.นายวิชัย จิราธิยุต	สถาบันยานยนต์
๓๔.นางสาวรัชนิดา นิติพัฒนาภิรักษ์	สถาบันยานยนต์
๓๕.นายสมบูรณ์ หอตระกูล	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
๓๖.นายนิวัฒน์ พันธุศิลปคม	สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
๓๗.นางพริ้มเพรา วงศ์สุทธิรัตน์	องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ
๓๘.นายวรชาติ ชูชม	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
๓๙.นายธีระ ประสงค์จันทร์	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
๔๐.นางสาวภาวิกา วิภิศมากุล	สภาอุตสาหกรรมกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์
๔๑.นางอัชณา ลิมป์ไพฑูรย์	สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย
๔๒.นายอานุภาพ ทัดพิทักษ์กุล	สภาอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย
๔๓.นายพงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
๔๔.นายยศพงษ์ ลออนวล	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
๔๕.นายกิตติ์ชนน เรืองจิรกิตติ์	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
๔๖.นายดนัย เผ่าหฤหรรษ์	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
๔๗.นายผดุงเดช เอื้อสุขกุล	บริษัท ช.ทวี ดอลลาเซียน จำกัด (มหาชน)
๔๘.นายนราชัย แสนใจวุฒิ	บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี อินดัสตรี จำกัด
๔๙.นายศุภัช ดอนไพรเณร	บริษัท ที เอส วีฮิเคิล จำกัด
๕๐.นางสาวภมรชล ตุลาโชติกุล	บริษัท ที เอส วีฮิเคิล จำกัด
๕๑.นายยุทธนา กัลยามงคล	บริษัท 3K Battery จำกัด
๕๒.นายธันยวัฒน์ จิตติพลังศรี	บริษัท ชัยโจเดินกิ จำกัด
๕๓.นายสมพงษ์ เผอิญโชค	บริษัท ไทยรุ่งยูเนี่ยนคาร์ จำกัด (มหาชน)
๕๔.นายวสุธา คงโต	บริษัท ไทยรุ่งยูเนี่ยนคาร์ จำกัด (มหาชน)
๕๕.นายวีระชัย เชาว์ชาญกิจ	บริษัท ธนบุรีประกอบรถยนต์ จำกัด
๕๖.นายสถาพร วงศ์เบญจรัตน์	บริษัท นครชัยแอร์ จำกัด
๕๗.นายวันชัย มีศิริ	บริษัท บางกอกไฮแล็บ จำกัด
๕๘.นางสาวนุชนารถ วสุรัตน์	บริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
๕๙.นางอัศรี โกษานันตชัย	บริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
๖๐.นายโกศล สุรโกมล	บริษัท ล็อกซ์เล่ย์ จำกัด (มหาชน)
๖๑.นายกฤษฎา กฤษดาธิการ	บริษัท ล็อกซ์เล่ย์ จำกัด (มหาชน)
๖๒.นายอุดม เปรมพูลสวัสดิ์	บริษัท วิกิจศิลป จำกัด
๖๓.นายบูรพา ธีระโรจนารัตน์	บริษัท สมบูรณ์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
๖๔.นายวรันธร รัตนสินศรีรัตน์	บริษัท สมบูรณ์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
๖๕.นายเขมทัต สุคนธสิงห์	บริษัท สิขร จำกัด
๖๖.นายพิพัฒน์ ตั้งศิริไพศาล	บริษัท สิขร จำกัด
๖๗.นายสุชาติ พันธุ์ไพศาล	บริษัท อู่เชิดชัยอุตสาหกรรม จำกัด

๖๘.Mr.Christ Fischer	บริษัท อู่เชิดชัยอุตสาหกรรม จำกัด
๖๙.นายสมบูรณ์ พิทยรังสฤษฎ์	บริษัท ไทยเซ็นทรัลเมคคานิคส์ จำกัด

รายชื่อคณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

๑. นายทวีศักดิ์ กออนันตกูล	ผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๒. นายชาตรี ศรีไพพรรณ	ประธานคลัสเตอร์อุตสาหกรรมการผลิตและบริการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๓. นายจุลเทพ ขจรไชยกุล	ผู้อำนวยการ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๔. นางสาวสุมิตรา จรสโรจน์กุล	นักวิจัยอาวุโส สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

คณะผู้จัดทำ

๑. นางสาวดารารัตน์ รัชดานุรักษ์	นักวิจัยนโยบาย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๒. นายณัฏฐวัชช์ รุ่งเสถียรธร	ผู้อำนวยการโปรแกรมอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๓. นายสรวิศ วณิชอนุกูล	นักวิเคราะห์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ติดต่อที่
ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
๑๑๑ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทรศัพท์ ๐ ๒๑๑๗ ๖๔๓๘