

# สมุดปกขาว

## การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่

จัดทำโดย

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา  
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.)  
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.)

กันยายน 2563



<https://www.nxpo.or.th/th/report/>





**Towards  
Zero Emissions &  
Future Mobility:**



**Autonomous,  
Connected, Electric  
and Shared  
Vehicles (ACES)**

**AUTOMOTIVE  
TRANSITION**

**GOALS 2035**

PROVIDE A DIRECTION  
TO A SUSTAINABLE  
AUTOMOTIVE INNOVATIONS

ENSURE A  
SMOOTH  
TRANSITION

TO A SUSTAINABLE  
NEXT - GENERATION  
AUTOMOTIVE INDUSTRY

**แนวทางการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่  
Next - Generation Automotive : Promotion & Development**







### สารรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการเกิดฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดเล็ก PM 2.5 จากการคมนาคม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตของประชาชน นับว่าเป็นปัญหาในระดับชาติที่ต้องการการแก้ไขในหลายมิติ แนวทางการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ส่วนหนึ่งสามารถบรรลุได้ด้วยการส่งเสริมการพัฒนาและใช้งานยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นกระแสที่ทำให้ประเทศที่เป็นผู้นำของภาคอุตสาหกรรมหลายประเทศออกมากำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีให้มีความชัดเจน ผลักดันให้ภาคอุตสาหกรรมเดิมแข่งขันด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างเข้มข้นและก้าวไปสู่นวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปรับตัวของภาคอุตสาหกรรมในประเทศ หากภาครัฐไม่มีการกำหนดเป้าหมายและยุทธศาสตร์ที่มีความชัดเจนและมีการวางแผนการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและเป็นรูปธรรม

ผมเชื่อมั่นว่าสมุดปกขาวฉบับนี้ได้กำหนดนโยบายที่มีความชัดเจนในการพัฒนาภาคการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศให้มีความเข้มแข็งสามารถปรับตัวรับกับกระแสการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยี สร้างและยกระดับบุคลากรให้มีความรู้แบบสหวิทยาการ การพัฒนาชิ้นส่วนสำคัญและรถยนต์แบบ การสร้างกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยีระดับสูงจากต่างประเทศ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นรองรับให้มีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการในอนาคต โดยมีหน่วยงานจากกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมให้การส่งเสริมและสนับสนุน รวมทั้งบูรณาการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อขับเคลื่อนการดำเนินงานให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะส่งผลดีต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศโดยภาพรวมและเกิดความยั่งยืนในระยะยาว

ศ.ดร.เอนก เหล่าธรรมทัศน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา  
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม



## สารผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

วันนี้วงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อววน.) ต้องสร้างความหวังให้กับคนรุ่นใหม่และบุคลากรที่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม ให้เกิดความมั่นใจในการขับเคลื่อนประเทศไทยให้ก้าวทันและรับมือกับการพลิกโฉมของเทคโนโลยีและความปกติใหม่ของโลก เพื่อพัฒนาไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้วและมีรายได้สูงต่อไป ในหลายประเทศมีการประกาศเป้าหมายยกเลิกใช้น้ำมันดีเซลในปี 2030 เพื่อมีส่วนช่วยในการลดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของโลกจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส ป้องกันผลกระทบต่อเนื่องจากภัยธรรมชาติที่จะเพิ่มจำนวนและทวีความรุนแรง และเพื่อผลักดันภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ดีเซลให้ก้าวเข้าสู่ยุคใหม่ของยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์และเทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ การเชื่อมต่อและการแบ่งปัน

รัฐบาลได้ให้ความสำคัญอย่างมากต่อการกำหนดเป้าหมายเพื่อความชัดเจนในด้านต่างๆ เช่น การกำหนดยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน การใช้ตลาดภาครัฐกระตุ้นและสนับสนุนผู้ประกอบการไทย การกำหนดบทบาทของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการบูรณาการขับเคลื่อนด้านการส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยี การสนับสนุนการถ่ายทอดองค์ความรู้ระหว่างภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และสถาบันวิจัยจากทั้งในและต่างประเทศ การจัดทำระบบสนับสนุน โครงสร้างพื้นฐานที่เพียงพอ และสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างนวัตกรรมและต่อยอดไปสู่เชิงพาณิชย์ เป็นต้น เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมในประเทศทันสมัยและสามารถแข่งขันได้ต่อไปในระยะยาว สร้างให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียนและมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่การผลิตของโลก

ดร.กิติยพงศ์ พร้อมวงศ์

ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา  
วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ



คำนำ





# คำนำ

สมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” (Next-Generation Automotive : Promotion and Development) ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์อย่างบูรณาการเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนามาตรการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) จากการคมนาคม และการเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนในประเทศไทย ในอีก 15 ปี ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) และยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV) และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องด้านยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ การเชื่อมต่อ การปรับเปลี่ยนเป็นระบบไฟฟ้า และการแบ่งปันกันใช้งาน (Autonomous, Connected, Electric, and Shared Vehicles : ACES)

รายงานฉบับนี้ได้รวบรวมข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการศึกษาข้อมูลในประเทศไทยและกรณีศึกษาจากต่างประเทศ การประชุมหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักที่เกี่ยวข้องถึงประเด็นปัญหาอุปสรรค ความท้าทาย และข้อจำกัด ทิศทางการพัฒนาและการกำหนดแผนยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ พร้อมกันนี้ได้เสนอแนะการกำหนดเป้าหมายที่มีความชัดเจน การวางยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ และมาตรการสำคัญเพื่อผลักดันให้เกิดการปฏิบัติและบรรลุวัตถุประสงค์อย่างเป็นรูปธรรม

สอวช. ขอขอบคุณหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้แทนจากสถาบันการศึกษาจากทั้งในและต่างประเทศ ทุกท่านสำหรับข้อมูลและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำสมุดปกขาวฉบับนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานในระบบการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อววน.) หน่วยงานด้านนโยบายและการขับเคลื่อนด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และผู้ที่สนใจใช้ประกอบการปรับปรุงและจัดทำนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนการดำเนินงาน และการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและจริงจัง เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) จากการคมนาคม การเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนในประเทศไทย และการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ให้สามารถรับมือกับความท้าทาย และใช้ประโยชน์จากการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption)

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

กันยายน 2563



# บทสรุปผู้บริหาร

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) และสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) ได้เห็นความจำเป็นในการกำหนด มาตรการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub>, PM 2.5) จากการคมนาคม และการเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนในประเทศไทย ในอีก 15 ปี ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) และยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV) และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องด้ว้ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ การเชื่อมต่อ การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า และการแบ่งปันกันใช้งาน (Autonomous, Connected, Electric, and Shared Vehicles : ACES) จึงได้จัดทำ สมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” (Next-Generation Automotive : Promotion and Development) โดยการศึกษาข้อมูลในประเทศไทยและกรณีศึกษาจากต่างประเทศ และประชุมหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักที่เกี่ยวข้อง ถึงประเด็นปัญหาอุปสรรค ความท้าทายและข้อจำกัด ทิศทางการพัฒนาและการกำหนดแผนยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ จัดสัมมนาเพื่อนำเสนอและวิพากษ์ (ร่าง) สมุดปกขาว และต่อมามาคณะอนุกรรมการยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร มีมติเห็นชอบในหลักการของสมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” และให้นำข้อมูลผนวกเป็นเนื้อหาสำคัญในรายงานผลการศึกษานโยบายยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย ในเดือนกันยายน 2563

การพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิมก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสะสมในชั้นบรรยากาศโลก รวมถึงปัญหาอนุภาคขนาดเล็ก PM 2.5 ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดย การคมนาคมในเมืองมีส่วนปล่อย PM 2.5 ถึง 70% และการเกิดอุบัติเหตุเสียชีวิตจากขับขี่บนท้องถนน โดยประเทศไทยมีสถิติเสียชีวิตไม่ต่ำกว่า 20,000 คนต่อปี เป็นอันดับหนึ่งของโลก ทำให้รัฐบาลสูญเสียงบประมาณกว่า 500,000 ล้านบาทต่อปี ผนวกกับสถานการณ์การแข่งขันของอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันด้านการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (Zero Emissions Vehicles : ZEV) และการแข่งขันในการพัฒนาระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติที่มีความรวดเร็วไปมาก จากแนวโน้มเดิมหลายสำนักมีการคาดการณ์ว่าจะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวอีกหลายปี และด้วยสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ได้กลายเป็นตัวเร่งปฏิริยาทำให้พฤติกรรมของผู้บริโภคทั่วโลกหลายพันล้านคนได้เปลี่ยนแปลงไปด้วยข้อจำกัดด้านการเดินทาง และส่วนหนึ่งจะกลายเป็นวิถีใหม่ (New Normal) ทำให้เกิดความต้องการการบริการขนส่งสินค้าในรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิม การขนส่งแบบไร้คนขับจึงถูกพัฒนาและใช้งานจริง ก่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและโมเดลทางธุรกิจเร็วกว่าที่การคาดการณ์ไว้หลายเท่าตัว

ประเทศชั้นนำต่างๆ ทั่วโลกกำลังแข่งขันเพื่อแย่งชิงหน้าต่างแห่งโอกาส (Window of Opportunity) ในการก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำและยึดครองตำแหน่งสำคัญในอุตสาหกรรมใหม่ของโลก รัฐบาลและผู้กำหนดนโยบาย (Government and Policy Maker) จึงควรร่วมกันกำหนดตำแหน่งที่ประเทศไทยต้องการจะเป็น (Value Proposition) ในระยะยาว เช่น กำหนดวิสัยทัศน์ระบบคมนาคมแห่งอนาคตของประเทศไทย ในอีก 15 ปี ข้างหน้า (Thailand's Vision on Future Mobility 2035) การกำหนดเป้าหมายระยะสั้น (5 ปี) ระยะกลาง (10 ปี) และระยะยาว (15 ปี) เพื่อกำหนดรายละเอียดว่าประเทศไทยจะเป็นแชมป์เปี้ยน (Champion) ในด้านอะไรภายในปีใด การวางแผนยุทธศาสตร์และแนวทางไปสู่เป้าหมายดังกล่าว จะทำให้การบริหารทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเป็นไปอย่างมีกลยุทธ์และมีประสิทธิผลสูงสุด

สรุปภาพรวมได้วิเคราะห์แนวโน้มโลกและช่องว่างการพัฒนาของไทย (Gap Analysis) อันนำไปสู่การจัดทำมาตรการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Policy Measure & Recommendation) ที่ไม่สามารถทำแยกส่วนกันได้ เพื่อให้ภาพรวมประสบความสำเร็จ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) จำเป็นต้องสร้างและพัฒนาองค์ประกอบสำคัญต่างๆ ให้เกิดขึ้นในระยะต่างๆ แล้วบูรณาการส่วนสำคัญหลักเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ จากข้อริเริ่มโครงการของผู้กำหนดนโยบาย (Project Initiation by Policy Maker) และการดำเนินงานและทดลองการใช้งานจริง (Operation and Demonstration) ของหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษาวิจัย และภาคเอกชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม ของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ (Industry/Local Capability Building) ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้าน ZEV and ACES ที่ไม่เพียงแต่ทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) เท่านั้น แต่รวมไปถึงการพัฒนาโมเดลธุรกิจนวัตกรรม (Innovative Business Model) ที่แก้ปัญหา (Pain-point) และตอบสนองความต้องการของตลาด (Market) ได้ นอกจากนี้ยังต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรด้าน ZEV and ACES การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัย เช่น ห้องปฏิบัติการทดลอง การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า ตลอดจนการสนับสนุน และการสร้างแรงจูงใจ (Incentives) ทางภาษีและไม่ใช้ภาษี และการประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ (Awareness)

ดังนั้น เพื่อสร้างผลกระทบเชิงบวกขนาดใหญ่ ให้กับประเทศไทยในหลายๆ มิติไปพร้อมๆ กัน ทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม รัฐบาลจึงจำเป็นต้องกำหนดนโยบาย มาตรการด้านการสนับสนุนการพัฒนาความสามารถทางการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม ที่ผนวกการสร้างซัพพลายเชน (Supply Chain) คลัสเตอร์อุตสาหกรรม (Industrial Cluster) และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุตสาหกรรมสื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์ ICT สภาพแวดล้อมด้านนวัตกรรม (Innovation Eco-system) การสะสมองค์ความรู้และเทคโนโลยี (Collective System) การกระตุ้นตลาดเพื่อสนับสนุนให้ผู้ประกอบการไทยที่มีศักยภาพก้าวขึ้นมาเป็นแชมป์เปี้ยน (Champion) ที่มีความเข้มแข็งและสามารถเติบโตขึ้นเป็นผู้ผลิต Tier 1 ได้ และการขยายผลความสำเร็จ (Scale Up) ในระยะถัดไปเพื่อการก้าวขึ้นเป็นบริษัทระดับโลก และเร่งสร้าง Tier 2 และ Tier 3 ขึ้นจากจังหวะของกระแสคลื่นแห่งการพลิกโฉมของอุตสาหกรรมยานยนต์โลกที่สำคัญครั้งนี้

## สรุปมาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ 2035

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
1.	การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี
	<p>รัฐบาลประกาศนโยบายระดับประเทศ</p> <p>รัฐบาลประกาศ นโยบาย และเป้าหมาย ของการส่งเสริมการใช้งานและพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์สมัยใหม่ (ZEV, ACES) และสถานีพลังงาน (Energy Station) ที่เกี่ยวข้อง โดยประเทศควรตั้งเป้าหมาย เพิ่มสัดส่วนการจำหน่ายยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษน้อย (Low Emission Vehicle : LEV) และมุ่งไปสู่ ยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV)</p>
1.1	เป้าหมายของตำแหน่งคุณค่า (Value Proposition)
	<p>ประเทศไทยเป็นผู้นำของ ASEAN ด้านการวิจัยพัฒนาและการใช้งาน ZEV และ ACES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development</li> <li>● Mobility as a Service (MaaS) and Mobility on Demand (MoD) Demonstration Hub.</li> <li>● ASEAN Leader on Business Model of Innovation</li> </ul>
1.2	เป้าหมายการส่งเสริมการใช้งาน xEV ในรูปแบบต่างๆ (Product & Technology Applications)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PHEV as the Long Range application.</li> <li>● ZEV as the Short/ Long Range application.</li> <li>● Hi-Power 2 wheelers electric E-scooter for metro people movers.</li> <li>● 3 wheelers low speed E-TukTuk for the tourism carriers.</li> <li>● 4 wheelers 2.5 tons E-Van or E-Pickup for logistic services.</li> </ul>
1.3	เป้าหมายยานยนต์สมัยใหม่ (Targets of ZEV and ACES)
	ปี 2025 ยานยนต์ใหม่สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้างและให้บริการสาธารณะ
	ปี 2025 ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 15% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 15%
	ปี 2030 ยานยนต์สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้างและให้บริการสาธารณะ
	ปี 2030 ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 30% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 60%
	ปี 2035 ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 4 คิดเป็นสัดส่วน 80%

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
1.4	การจัดตั้งแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศ และการมอบหมายผู้ดำเนินการ ในด้านการพัฒนา R&D การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต และการสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม
1.4.1	<b>การพัฒนา R&amp;D</b> ทั้งการทำ Technology Platform เพื่อเป็น Shared Platform สนับสนุนให้ผู้ประกอบการ SMEs นำเอาเทคโนโลยีที่เป็นส่วนกลางเอาไปต่อยอดต่อได้ (ช่วยลด คชจ. ของ SMEs และสร้างความร่วมมือ Research Collaboration) และการทำ R&D เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม
1.4.2	<b>การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต</b> เป็นพื้นที่เพื่อคาดการณ์และกำหนดนโยบายที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา
1.4.3	<b>การสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม</b> การพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการ และการดูแลเรื่อง End-of-Life Battery
1.5	การสนับสนุนการสร้าง <b>เครือข่ายความร่วมมือ</b> การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ในประเทศและต่างประเทศ)
1.5.1	ส่งเสริมการสร้าง ZEV and ACES Consortium ในการพัฒนา RDI Platform เน้นด้าน (1) ZEV Technology Platform Consortium (2) Battery Technology Consortium (3) Connected and Autonomous Vehicles Consortium
2.	การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ (Industry/ Local Capability Building)
	(1) การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีหลักจากโอกาสการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Core technological capabilities building with leveraging infrastructure development) (2) การพัฒนาด้านการออกแบบและการสร้างความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Design and production capacity development (vehicle production)) (3) การพัฒนาระบบการให้บริการทางการตลาดและสภาพแวดล้อมด้านนวัตกรรม (Service market system with ecosystem innovation) (4) การสร้างความสามารถของภาคอุตสาหกรรมระยะกลางและยาวแบบไดนามิกส์ (Mid and long term industrial dynamic capability) (5) การยกระดับซัพพลายเชนที่มีความชัดเจนในทิศทางการสะสมและสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม (Supply chain upgrade with clarified and collective innovation direction)
2.1	การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ZEV and ACES Technology and Innovation Development)
2.1.1	การสนับสนุนส่งเสริม การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรม (RDI), Deep Technology, Technology Transfer, และ Technology Localization ด้าน ZEV และ ACES ร่วมกันภายในรัฐบาล (across Government) ภาคเอกชน และภาคการวิจัย เน้นด้านการพัฒนาชิ้นส่วนที่มีมูลค่าสูง อย่าง เช่น Battery (สนับสนุนทั้งการพัฒนา Battery Cell, และการทำ Battery Packing ให้มีราคาที่แข่งขันได้ไปพร้อมๆ กัน), Motor, Drive Train, Controller, ECU, EEU, โครงสร้างน้ำหนักเบา, Sensor, Autonomous System เป็นต้น
2.1.2	สนับสนุนภาคเอกชนพัฒนา ยานพาหนะต้นแบบ EV Conversion เพื่อการใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยอาจจะเป็นรถที่มีขนาดใหญ่ เช่น E-Truck, E-Bus, E-Van, E-Pickup, E-Boat ที่ไม่มีข้อจำกัดด้านการวาง Battery จำนวนมาก

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
2.1.3	สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) (EV Conversion) เพื่อเพิ่มปริมาณรถ ZEV ช่วยในการลดการเกิดมลพิษทางอากาศ และเป็นการสร้างและสะสมองค์ความรู้ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อรองรับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี
2.1.4	การสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้ประกอบการ ภาคประชาชน และหน่วยงานภาครัฐ ทั้งในส่วนของฝ่ายผลิต และฝ่ายการซ่อมบำรุง ด้วยการทำ EV Conversion ทำให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์จริง (Hands On) เตรียมตัวเพื่อรับมือกับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption) เป็นบันไดไปสู่การพัฒนา รถต้นแบบ BEV ต่อไป
2.1.5	พัฒนาผู้ประกอบการไทยด้าน System Integration (SI) ที่มีศักยภาพด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ทดลอง ทดสอบผลิตภัณฑ์และบริการที่ได้รับมาตรฐาน
2.1.6	การสนับสนุนงบประมาณและโครงการเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของ ผู้ประกอบการในส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption)
2.2	การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากร (ZEV and ACES)
2.2.1	ส่งเสริมให้มีการนำ EV Open Platform เช่น ระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ความเร็วต่ำ Low-Speed EV (LSEV) Skateboard, Open Software Design มาพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ในกลุ่มนักเรียนและนักศึกษา โดยเฉพาะ กลุ่มอาชีวศึกษา
2.2.2	การพัฒนากำลังคน จัดให้มีการฝึกอบรม รวมทั้งการปรับหลักสูตร เพื่อพัฒนาทักษะ (Re-skill, Up-skill, และ New-skill) เน้น Interdisciplinary ด้าน Industrial Design, Advanced Materials, Nanotechnology, Mechanics, Mechatronics, IT, Electricity, Software Engineering, System Integration, Big Data, Data Analytics, Artificial Intelligence (AI) เพื่อสร้างบุคลากรรองรับการพัฒนา ZEV และ Autonomous, Connected, Electric and Shared Vehicles (ACES) ร่วมกับ ภาคเอกชน และสถาบันวิจัยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ
2.2.3	การส่งเสริม Soft Skills กำลังคนรุ่นใหม่ให้มี ความฝัน (Dreams), ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity), นวัตกรรมทางความคิด (Innovative thinking), การมีภาวะผู้นำ (Leaderships) และความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurships) มากกว่าการพัฒนาคนในด้านการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือ Computer ช่วย Leverage การทำงานแทนได้
2.2.4	การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อสร้าง “ผู้เชี่ยวชาญด้านยานยนต์ไฟฟ้า” ซึ่งเป็นหลักสูตรศึกษาที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาด้านยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญเข้าด้วยกันเพื่อทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความสามารถในด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น electrical, automotive and mechanical engineering, and information and communication technologies
2.2.5	การพัฒนาการศึกษาสายอาชีพหรืออาชีวศึกษา / การฝึกงานที่หน้างาน (Vocational Education / Training on the Job) เพื่อสร้างความสามารถของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำงานด้านยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ก่อนแล้ว โดยออกแบบโปรแกรมการจัดการฝึกอบรมและคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมให้มีความเหมาะสมและตรงกับเป้าหมายของการนำไปใช้
2.2.6	การพัฒนาการศึกษาและการฝึกอบรมร่วมกับสถาบันวิจัยชั้นนำจากต่างประเทศ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่สั่งสมมาอย่างยาวนานและได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติด้านการสนับสนุนการฝึกอบรมที่ผ่านการรับรอง
2.3	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการวิจัยและพัฒนา

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
2.3.1	การจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development) การสร้างคลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster) และการยกระดับขีดความสามารถสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษา
2.3.2	การสนับสนุนการตั้ง ศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Center) ของภาคเอกชน ร่วมกับผู้ประกอบการจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ (การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน PPP) โดยมีข้อกำหนดด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้สำคัญ
2.3.3	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น ห้องทดลอง ห้องทดสอบ สนามทดสอบเพื่อการทำ R&D การพัฒนาระบบความปลอดภัย (Safety) และการทดสอบคุณภาพมาตรฐาน ให้มีจำนวนที่มากเพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยี (ZEV and ACES)
2.3.4	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ด้วยความเร็วอย่างน้อย 5G เพื่อรองรับการใช้งาน AV
2.3.5	การพัฒนา Eco-System, Startup และ Value Chain ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง
2.4	การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย (Standard, Law & Regulation)
2.4.1	การปรับปรุง แก้ไข ข้อกำหนด เกณฑ์ กฎระเบียบข้อบังคับ และ กฎหมาย ให้เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงาน เช่น การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ การส่งเสริมด้านการทดลอง ทดสอบการใช้งานเทคโนโลยี รถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets
2.4.2	การเพิ่มระเบียบเพื่อรองรับ ยานยนต์สมัยใหม่ประเภทใหม่ๆ (New Category) และการอำนวยความสะดวกใน การจดทะเบียนยานยนต์สมัยใหม่ ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนในไทยให้มี ความรวดเร็ว
2.4.3	การสนับสนุนการใช้งานรถสองล้อแบบ ZEV ที่มีความเร็วต่ำ และรถประเภทอื่นที่มีความเร็วต่ำ (Low Speed-EV: LSEV) เพื่อช่วยในการลดความเร็วและลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเมือง
2.4.4	การสนับสนุนและเปิดให้มีการจดทะเบียนรถสามล้อที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และการนำมาใช้งานแบบอเนกประสงค์ ได้อย่างเสรี
2.4.5	การจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) ไปสู่นยานยนต์ไฟฟ้า (EV Conversion) โดยนำมาตรฐานต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้และพัฒนาให้เหมาะสม
2.4.6	การจัดทำมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัย (Safety) เพื่อรองรับ ZEV and ACES
2.4.7	มีหน่วยงานที่ได้รับการ Certified จากภาครัฐให้คำแนะนำด้าน การรับรองมาตรฐาน คุณภาพและความปลอดภัย
3.	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า
3.1	เป้าหมายสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Targets of Energy Station)
3.1.1	สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ (Public Charging Stations)
	ปี 2025 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 10,000 แห่ง ทั่วประเทศ



มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
	ปี 2030 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 40,000 แห่ง ทั่วประเทศ
	ปี 2035 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 80,000 แห่ง ทั่วประเทศ
3.1.2	สถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ (Private Charging Stations)
	ปี 2030 สนับสนุนให้มีสถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ เป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับ จำนวนผู้เป็นเจ้าของของยานยนต์สมัยใหม่หรือจำนวนของอาคารที่จอดรถ เช่น Condominium ที่พักอาศัย มีผู้พักอาศัย 6 คน ที่ใช้รถไฟฟ้าแบบ BEV ควรมีห้วจ่ายอย่างน้อย 1 ห้วจ่าย (1:6) หากมีการใช้รถทุกวันสามารถเสนอให้เจ้าของ Condominium เพิ่มห้วจ่ายไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก, และบ้าน 1 หลัง มีรถไฟฟ้าแบบ BEV 3 คัน (สลับใช้งาน) ควรมีห้วจ่ายไฟฟ้าอย่างน้อย 1 ห้วจ่าย
3.1.3	ระบบสลับแบตเตอรี่ (Battery Swapping System)
	ปี 2030 สนับสนุนให้มี ระบบสลับแบตเตอรี่ที่เป็นมาตรฐานกลางของประเทศที่เข้าถึงได้ (Interoperability and Scalability) มีจำนวนคิดเป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับจำนวนจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียน อย่างน้อย 1:1,000 และเพิ่มจำนวนให้มีปริมาณเป็นสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น เช่น E-Scooter ที่มีระยะทางการวิ่งต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง 50-80 km จะทำให้รถ E-Scooter สามารถวิ่งได้ทั้งวัน หรือ สามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานระบบสลับแบตเตอรี่ ร่วมกับยานยนต์สมัยใหม่ประเภทอื่นๆ เช่น E-TukTuk, Low-Speed EV (LSEV), MicroEV เป็นต้น ที่ได้ออกแบบมาให้ใช้งานแบตเตอรี่ที่มี Spec. และ Size เดียวกัน
3.2	ภาครัฐสนับสนุนโดยการ คิดค่าไฟราคาถูกลง ในช่วง 3 ปีแรกของการติดตั้ง Charging Stations เพื่อเป็นแรงจูงใจ และ จะกำหนดเป็นราคาไฟฟ้าปกติภายหลังจากนั้น
3.3	ภาครัฐให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งห้วจ่ายไฟฟ้า ที่บ้านและที่ทำงาน (ที่ไม่ใช่ Public Chargers) โดยสนับสนุนอย่างน้อยที่ละ 1 แห่ง โดยสามารถนำค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งห้วจ่ายไฟฟ้า ไปหักภาษีบุคคลธรรมดา หรือ ภาษีนิติบุคคล และจะต้องมีการติดตั้งโดยเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญที่มีใบอนุญาต ด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ภาครัฐกำหนด และมีการวางสายไฟและหม้อแปลงที่สามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยและได้รับมาตรฐาน
3.4	ภาครัฐกำหนดราคาไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันในช่วงวัน เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ ZEV ไปอัดประจุไฟฟ้าราคาถูกในช่วงเวลา Off Peak (สามารถตั้งเวลาที่เครื่องอัดประจุได้) และช่วยให้หลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในเวลา Peak Time ได้
3.5	ภาครัฐอนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายอื่นๆ ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ไบโอมแอส ไบโอฟูเอล) สามารถขายไฟฟ้า ให้กับรถไฟฟ้าได้
4.	การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ (Incentives) ทางภาษีและไม่ใช่อำนาจ
4.1	ข้อกำหนดและแรงจูงใจ (Incentives)
4.1.1	สนับสนุนการใช้งานรถขนส่ง คนและสิ่งของ (Fleet Promotion) เช่น รัฐบาลสนับสนุนการดัดแปลง (รถเก่า) เป็นรถไฟฟ้า EV Conversion Fleets ในส่วนของรถเจ้าหน้าที่ของรัฐ รถโดยสารประจำทาง และรัฐบาลสนับสนุนธุรกิจ Car Sharing Pilot Program

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
4.2	ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางการเงิน (Financial)
4.2.1	การสนับสนุน Matching Grant และการสนับสนุนให้สถาบันการเงินเอกชน หรือกองทุนด้านการพัฒนาเทคโนโลยีปล่อย เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำและมีวงเงินสูง ให้กับผู้ประกอบการสามารถขยายธุรกิจและพัฒนาเทคโนโลยี
4.2.2	สนับสนุนการลงทุนในรูปแบบการ Joint-Venture ระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES และการทำโครงการวิจัยร่วมกัน
4.3	ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางภาษี (Tax Incentives)
4.3.1	ยกเว้น ภาษีจดทะเบียนรถ (No Registration Tax) : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.3.2	ยกเว้น ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) ในการซื้อรถ : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.3.3	ยกเว้น ภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ภาษีเงินได้นิติบุคคล (Income Tax, Corporate Income Tax : CIT) : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.3.4	ยกเว้น ค่าต่อทะเบียน จ่ายภาษีรถรายปี : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.4	การช่วยเหลือสนับสนุนเงิน (Aids/Subsidies)
4.4.1	การใช้ ทางด่วน ฟรี (No Road Toll) : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.4.2	จอดรถฟรี ในที่สาธารณะ (Free Parking Places) เช่น จรแล้วจร ที่จอดรถในห้าง : ZEV ได้รับการยกเว้น
4.4.3	การอัดประจุไฟฟ้าในสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะฟรี (Free Charging in Public Parking) : PHEV, ZEV
4.4.4	การสนับสนุนการลงทุนในรูปแบบการ Joint-Venture ระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES
4.5	ข้อกำหนดและแรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-Financial)
4.5.1	ZEV ได้สิทธิในการ ใช้ช่องทางการจราจรวิ่งเดียวกับรถโดยสาร หรือมีสิทธิในการเข้าพื้นที่จำกัดได้ หรือสามารถวิ่งในช่วงเวลาที่ให้วิ่งเพิ่มเติมเป็นพิเศษได้
4.5.2	กำหนดให้มีสัดส่วนของ พื้นที่จอดรถ สำหรับผู้ใช้ ZEV ตามที่จอดรถต่างๆ
4.6	การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ
4.6.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ระยะสั้น - สนับสนุนการดัดแปลง EV Conversion รถยนต์สาธารณะเดิมให้เป็น ZEV</li> <li>ระยะกลางและระยะยาว - กำหนดให้มีการจัดซื้อจัดจ้างรถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets และใช้รถแบบ ZEV ขนส่งคนและสิ่งของทั่วประเทศ และสนับสนุนการ Joint-Venture ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติ เพื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีโดยภาครัฐให้การสนับสนุนภาคเอกชน (ทั้งไทยและต่างประเทศ) ที่ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบการให้บริการ ZEV-Public Fleets, Car Sharing, และระบบ Logistics ให้เชื่อมโยงกันและครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ทั้ง E-Truck, E-Bus, E-TukTuk, E-Car, Low-Speed EV (LSEV), E-Scooter และ E-Boat</li> </ul>
4.6.2	ภาครัฐสนับสนุนให้เกิดการซื้อและใช้งานรถ ZEV เพื่อลดการเกิดมลพิษทางอากาศ

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่
4.6.3	ภาครัฐสนับสนุนให้ซื้อและใช้งานรถ ZEV และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่พัฒนาขึ้นหรือผลิตขึ้นในประเทศไทย
5.	การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ (Awareness)
5.1	กำหนดพื้นที่นำร่อง (ทั่วประเทศ) ที่ภาครัฐสนับสนุน โครงการที่มีการพัฒนาและนำ Fleets, Car Sharing, First Mile และ Last Mile แบบ ZEV และ ACES มาใช้งานภายในและระหว่างพื้นที่ (ภายใน 1-3 ปี)
5.2	จัดตั้งพื้นที่/เมืองต้นแบบ เป็นพื้นที่ของเมืองอากาศสะอาดใช้รถแบบ ZEV โดยรัฐร่วมลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า ให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อม การสร้างความตระหนัก และการสาธิต (Demonstration) เช่น กำหนดให้ EEC, EECi เป็นพื้นที่ต้นแบบ
5.3	การให้พื้นที่ในการทดลอง (ลองผิดลองถูก) (Technology Sandbox, Regulatory Sandbox) ในการสร้าง พัฒนา และต่อยอดเทคโนโลยี ACES และระบบที่เกี่ยวข้อง การทดสอบประสิทธิภาพ มาตรฐานความปลอดภัย โดยผ่อนปรนระเบียบกฎหมาย ให้สามารถทดลองการพัฒนา การใช้งานเทคโนโลยี และทดสอบโมเดลธุรกิจใหม่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ได้ในพื้นที่ทดลอง
5.4	ตั้งข้อกำหนดส่งเสริมพื้นที่อากาศสะอาด (Clean Zone Promotion) โซนที่มีการปล่อยก๊าซ CO <sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศปริมาณต่ำ (Low Emissions Zone) รถปล่อยก๊าซ CO <sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศเกินเกณฑ์จ่ายเงินตามปริมาณก๊าซที่ปล่อย เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบขนส่งที่เป็นไฟฟ้า (ZEV Fleets) และทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเติบโต (EV Industry Growth)

สารบัญ



# สารบัญ

1. วิสัยทัศน์ของประเทศไทย.....	2
2. การวิเคราะห์แนวโน้มโลกและช่องว่างการพัฒนาของไทย.....	10
1. รถสองล้อเครื่อง .....	17
2. รถสามล้อเครื่อง และรถความเร็วต่ำ .....	20
3. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถปิคอัพ และรถอเนกประสงค์ .....	24
4. รถโดยสาร รถบรรทุก และรถหัวลาก .....	30
5. ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ การเชื่อมต่อ การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า และการแบ่งปันการใช้งาน (ACES) .....	33
3. มาตรการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย .....	40
มาตรการที่ 1. การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี.....	42
มาตรการที่ 2. การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ.....	46
มาตรการที่ 2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้าน ZEV and ACES .....	58
มาตรการที่ 2.2 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรด้าน ZEV and ACES.....	60
มาตรการที่ 2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยและพัฒนา.....	62
มาตรการที่ 2.4 การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย.....	65
มาตรการที่ 3. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า.....	66
มาตรการที่ 4. การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ ทางภาษีและไม่ใช้ภาษี.....	69
มาตรการที่ 5. การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ.....	71
4. สรุป.....	74

ภาคผนวก

# สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 :	Timeline ของประเทศและเมืองต่างๆ ที่ได้ประกาศหยุดการผลิตรถ ICE ลง ภายในปี 2021-2040	3
รูปที่ 2 :	การสร้างพื้นฐานการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในประเทศ จากการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมแบบก้าวหน้า	8
รูปที่ 3 :	สถานการณ์ภาพรวมอุตสาหกรรมยานยนต์ “Automotive Hub of Southeast Asia”	10
รูปที่ 4 :	รายชื่อบริษัทรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจากประเทศจีน มีบริษัทที่เข้มแข็งกว่า 80 บริษัท	14
รูปที่ 5 :	คาร์บอนไดออกไซด์กรัมต่อจำนวนผู้โดยสารต่อระยะทาง 1 กม. (grams of CO <sub>2</sub> per passenger kilometre)	18
รูปที่ 6 :	Battery แนวโน้มราคาลดลง โดยในปี 2025 ราคา US\$94/kWh และในปี 2030 ราคา US\$62/kWh	25
รูปที่ 7 :	Battery มีแนวโน้มราคาลดลง ทำให้ราคาของรถยนต์ BEV จะมีราคาที่ถูกลงกว่ารถ ICE ในปี 2025 ข้อมูลเปรียบเทียบตลาด US.	26
รูปที่ 8 :	บริษัทผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ทั้งที่ก่อตั้งมานานและบริษัทหน้าใหม่ ได้ประกาศเป้าหมายการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า	27
รูปที่ 9 :	การพัฒนาเทคโนโลยีด้านระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติของบริษัทต่างๆ ทั่วโลก	34
รูปที่ 10 :	สนามทดสอบระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ K-City	35
รูปที่ 11 :	การตั้งเป้าหมาย SCENARIOS : การผลิต/จดทะเบียน ZEV และ AV - ประเทศไทย ปี 2035	41
รูปที่ 12 :	กลไกการดำเนินงานและขับเคลื่อนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรม ZEV และ ACES กำกับดูแลการดำเนินการความร่วมมือระหว่างกระทรวง และตรวจสอบ ประเมินผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด	44
รูปที่ 13 :	ทิศทางการลงทุน (ในตลาดประเทศไทย)และการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์	47
รูปที่ 14 :	กระบวนการพัฒนารัฐกิจนวัตกรรมด้านระบบคมนาคมแห่งอนาคต (Future Mobility)	49
รูปที่ 15 :	ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการไทย	51
รูปที่ 16 :	ลำดับการพัฒนานวัตกรรมเพื่อยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ	54
รูปที่ 17 :	การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศภายใต้ระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัว โดยเริ่มจากการให้บริการแก้ไขปัญหาของการจราจรในประเทศ	58
รูปที่ 18 :	แนวทางการสนับสนุนการพัฒนาโดยการต่อยอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Technology Localization)	60
รูปที่ 19 :	การจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (Thai-International EV Center of Excellence) และการสร้าง คลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster).	63
รูปที่ 20 :	การกำหนดโซนสะอาด (Clean Zone Promotion Plot)	72

# ภาคผนวก

ภาคผนวก ก :	ตารางสรุปมาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ 2035 และหน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง	78
ภาคผนวก ข :	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ร่วมให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะ	94

# ที่มา

รัฐบาลประกาศนโยบายให้ “ประเทศไทยเป็น ‘ฮับ’ หรือ ศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน” ในปี 2558

การดำเนินการของหน่วยงาน สอวช. และที่มาของข้อมูล ที่มีทิศทางสอดคล้องกับนโยบาย (เลือกมาบางส่วน)

ปี 2558	สวทช. จัดทำ แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ (คพน.)
ปี 2560	ความร่วมมือ ระหว่าง สอวช. (สวทช. เดิม), สถาบันวิจัย Fraunhofer Institutes-Germany และ STIPI, มจร. (ผู้เชี่ยวชาญจาก STEPI-Korea) จัดเวทีเสวนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ในหัวข้อ “ยุทธศาสตร์นวัตกรรมของยานยนต์แห่งอนาคต” และจัดทำข้อเสนอการพัฒนา อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ สร้างการรวมกลุ่มผู้ประกอบการที่สนใจพัฒนาเทคโนโลยี <a href="http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=1&amp;news_id=177&amp;">http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=1&amp;news_id=177&amp;</a>
ปี 2561-2562	ความร่วมมือศึกษาดูงานและฝึกอบรมผู้ประกอบการ และสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการ พัฒนาเทคโนโลยีระหว่าง สอวช., ITRI-Taiwan, EVAT, BOI-Seoul และสถาบันวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีชั้นนำในประเทศและต่างประเทศ และมหาวิทยาลัยชั้นนำ เช่น National Teipei Technology University, Ulsan University และภาคเอกชน -ได้หวัน, เกาหลีใต้ <a href="http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=401&amp;">http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=401&amp;</a> <a href="http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=461&amp;">http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=461&amp;</a> <a href="http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=462">http://www.sti.or.th/sti/news-detail.php?news_type=2&amp;news_id=462</a>
ปี 2561-2562	ความร่วมมือ ระหว่าง สถาบันยานยนต์, ศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค (APEC CTF), สอวช., สวทช., และ ม.จุฬา ในการจัดทำ ภาพอนาคตอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย ในปี 2573 (Thai Automotive Industry Scenario in 2030) <a href="http://www.thaiauto.or.th/2012/th/news/news-detail.asp?news_id=4358">http://www.thaiauto.or.th/2012/th/news/news-detail.asp?news_id=4358</a>
ปี 2562	สอวช. สวทช. วศ. มว. และ depa ร่วมจัดทำ (ร่าง) สมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่”
ปี 2562	สอวช. สวทช. วศ. มว. และ depa ร่วมจัดสัมมนาเพื่อรับฟังการนำเสนอและร่วมวิพากษ์ (ร่าง) สมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” <a href="https://www.nxpo.or.th/th/2374/">https://www.nxpo.or.th/th/2374/</a>
ปี 2563	สอวช. นำเสนอสมุดปกขาว “การส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่” ต่อคณะอนุกรรมการการ ยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร ที่ประชุมมีมติเห็นชอบใน หลักการ และให้นำข้อมูลผนวกเป็นเนื้อหาสำคัญใน รายงานผลการศึกษานโยบายยานยนต์ไฟฟ้า ของประเทศไทย





วิสัยทัศน์ของประเทศไทย



# 1. วิสัยทัศน์ของประเทศไทย

## (Thailand's Vision on Future Mobility 2035)

การพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิมก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gases : GHG โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ก๊าซ CO<sub>2</sub>) ได้ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก ทำให้การส่องผ่านและเกิดสะท้อนของแสงอาทิตย์และความร้อนกลับลงมาสะสมบนพื้นโลก หรือทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ทำให้สภาพภูมิอากาศโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง (Global Climate Change) เมื่ออุณหภูมิและความชื้นในอากาศเปลี่ยนแปลงไปมากจนเกินไปจะสามารถทำให้ภูเขาน้ำแข็งขั้วโลกเกิดการละลายตัวแตกออก เกิดน้ำท่วมสูงสร้างความเสียหายต่อหัวเมืองที่ตั้งอยู่ติดชายฝั่งทะเลอย่างรุนแรง เกิดพายุฝนขนาดใหญ่ขึ้นทั่วโลก เกิดพายุหมุนและลมพายุที่มีความเร็วจัดและความสามารถในการทำลายล้างสูง เกิดคลื่นความร้อน เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน และเกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรง ความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นเหล่านี้ จะส่งผลให้ผลิตผลทางการเกษตรมีความผันผวนและทำให้ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมตกอยู่ในความเสี่ยงสูงมาก รวมถึงปัญหาหมอกควันและมลพิษทางอากาศจากการคมนาคม ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ โดยกรมควบคุมมลพิษได้เปิดเผยข้อมูลว่า ยานพาหนะมีส่วนถึง 70% ในการก่อให้เกิดอนุภาคขนาดจิ๋ว PM 2.5 นอกจากนี้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุและการเสียชีวิตจากการคมนาคมโดย ประเทศไทยมีสถิติการเสียชีวิตจากการขับซึ่งเป็นอันดับหนึ่งของโลก เสียชีวิตไม่ต่ำกว่า 20,000 คนต่อปี ทำให้รัฐบาลสูญเสียงบประมาณกว่า 500,000 ล้านบาทต่อปี ผนวกกับสถานการณ์การแข่งขันของอุตสาหกรรมโลกด้านการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ ประสิทธิภาพสูงที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (Zero Emissions) ได้ทวีความรุนแรง ส่งผลให้ประเทศไทยต้องเร่งปรับตัว

ในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลายประเทศทั่วโลกได้ให้สัตยาบันที่ประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ครั้งที่ 21 (COP 21) ได้บรรลุความตกลงที่สำคัญที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส (12 ธันวาคม 2558) โดยความตกลงดังกล่าวได้กำหนดแนวปฏิบัติพื้นฐานใหม่สำหรับการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และยุติความแตกต่างระหว่างประเทศ พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาให้ทุกประเทศเพิ่มความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างสุดความสามารถและให้ทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอและให้ประเทศอื่นๆ ดำเนินการตรวจสอบการปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เพื่อช่วยลดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้สูงขึ้นมากเกินกว่า 2 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีการคาดการณ์ว่าหากอุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นเกินกว่า 2 องศาเซลเซียสไปแล้วจะไม่สามารถย้อนกลับได้ จะเกิดผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรงและจะก่อให้เกิดหายนะต่อมวลมนุษยชาติ ในต่างประเทศจึงได้ประกาศนโยบายลดการปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> จากการคมนาคมโดยการกำหนดปีที่จะมีการหยุดการผลิต หรือการจำหน่ายรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine : ICE) (รูปที่ 1) เช่น ประเทศ Costa Rica ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2021; Norway ประกาศการหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2024; Denmark, Island, India, Ireland, Israel, the Netherlands, และ Sweden ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2030; France, United Kingdom, Sri Lanka ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE

ภายในปี 2040 และมีอีกหลายเมืองหลวงและเมืองที่มีขนาดใหญ่ของโลกที่ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในอนาคตอันใกล้ เช่น เมือง Oxford-United Kingdom (daytime on 6 streets) ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2020; Rome-Italy ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2024; British Columbia-Canada, Paris-France, Athens-Greece, Mexico City-Mexico, Madrid-Spain, และ Balearic Islands-Spain ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ที่เป็น ICE ภายในปี 2025; Brussel-Belgium, Vancouver-Canada, Hainan, China, Copenhagen-Denmark, Quito-Ecuador, Heidelberg-Germany, Milan-Italy, Amsterdam-Netherlands, Auckland-New Zealand, Cape Town-South Africa, Barcelona-Spain, London-United Kingdom, Los Angeles-United States และ Seattle-United States ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2030; Oxford-United Kingdom, และ Balearic Islands-Spain ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ภายในปี 2035 เป็นต้น นอกจากนี้เมืองส่วนใหญ่ข้างต้นได้ประกาศบังคับใช้รถโดยสารไฟฟ้า ภายในปี 2025-2030

Country	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Scope	Selectivity	
China																									gasoline or diesel	New vehicle sales	
Costa Rica																										gasoline or diesel	All vehicles
Denmark																										gasoline or diesel	New vehicle sales
France																										gasoline or diesel	New vehicle sales
Iceland																										gasoline or diesel	New vehicle sales, followed by incremental phase-out of existing ICE vehicle registration.
India																										gasoline or diesel	New vehicle sales
Ireland																										gasoline or diesel	New vehicle sales
Israel																										gasoline or diesel	Imported vehicles
Netherlands																										gasoline or diesel	New vehicle sales
Norway																										gasoline or diesel	New vehicle sales
United Kingdom																										gasoline or diesel	New vehicle sales
Sri Lanka																										gasoline or diesel	All vehicles
Sweden																										gasoline or diesel	New vehicle sales

Population (Legal Population)	Capital City	City or Territory	Country	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Scope	Selectivity
1.20 million (2018)		Brussels	Belgium																										Diesel	All vehicles
4.84 million (2017)		British Columbia	Canada																										Gasoline or Diesel	All vehicles by 2040, 10% ZEVs by 2025
2.26 million (2016)		Vancouver	Canada																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
9.26 million		Hainan	China																										Gasoline or Diesel	All vehicles
777,218 (2019)		Copenhagen	Denmark																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
2.65 million (2015)		Quito	Ecuador																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
2.23 million (2013)		Paris	France																										Diesel	All vehicles
160,601 (2017)		Heidelberg	Germany																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
664,046 (2012)		Athens	Greece																										Diesel	All vehicles
2.87 million (2018)		Rome	Italy																										Diesel	All vehicles
1.40 million (2018)		Milan	Italy																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
8.92 million (2016)		Mexico City	Mexico																										Diesel	All vehicles
866,737 (2018)		Amsterdam	Netherlands																										Gasoline or Diesel	All vehicles
1.70 million (2018)		Auckland	New Zealand																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
3.74 million (2011)		Cape Town	South Africa																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
3.22 million (2018)		Madrid	Spain																										Diesel	All vehicles
1.13 million (2018)		Balearic Islands	Spain																										Gasoline or Diesel	All vehicles
1.62 million (2018)		Barcelona	Spain																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
469,017 (2001)		Oxford	United Kingdom																										Gasoline or Diesel	All vehicles (initially during daytime hours on six streets)
8.83 million (2018)		London	United Kingdom																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
4.03 million (2016)		Los Angeles	United States																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025
730,400 (2018)		Seattle	United States																										Gasoline or Diesel	All vehicles, electric buses by 2025.

(Color Code : สีเหลือง-ปีประกาศ สีแดง-ปีมีการบังคับใช้ประกาศ สีฟ้า-ปีบังคับใช้รถโดยสารไฟฟ้า สีเขียว-เมืองหลวง)

รูปที่ 1 : Timeline ของประเทศและเมืองต่างๆ ที่ได้ประกาศหยุดจำหน่ายรถใหม่ ICE ลง ภายในปี 2021-2040.

ทั่วโลกได้มีนโยบายและแผนในการพัฒนาอุตสาหกรรมระยะยาวซึ่งได้ออกแบบให้เหมาะสมกับเป้าหมายของนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศ ในปี 2558 ประเทศไทยได้ประกาศเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และได้ให้สัตยาบันในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20-25 ภายในปี 2573 (2030) ทั้งนี้ การลดการปล่อย CO<sub>2</sub> ในภาคอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของสภาพแวดล้อมของตลาด รายได้ต่อหัวประชากร กำลังซื้อ ความต้องการและเป้าหมายยุทธศาสตร์ของประเทศนั้นๆ อย่างไรก็ตามเพื่อสามารถบรรลุเป้าหมายได้จริง รัฐบาลจำเป็นต้องมีการสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีควบคู่ไปด้วยกัน โดยการพัฒนาองค์ความรู้ สำหรับระบบนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถสร้างรายได้และกำไรสุทธิ ซึ่งสามารถวัดได้จากโครงการด้านการวิจัยและพัฒนา สิทธิบัตร เช่น ประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งเป็นประเทศขนาดเล็กที่มีประชากรไม่มาก ไม่สามารถใช้ตลาดในประเทศพัฒนาให้เกิดการผลิตเชิงปริมาณที่ทำให้ราคาต่อหน่วยลดลงได้ (Economy of Scale) แต่สามารถทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศได้รับการสนับสนุนผ่านนโยบายรัฐบาล เช่น การให้ตลาดภาครัฐ (Government Procurement) เพื่อให้อุตสาหกรรมเริ่มต้นได้ก่อน และการสร้างค่านิยมให้ประชาชนเลือกใช้ของที่ผลิตโดยบริษัทของประเทศเกาหลีใต้ก่อนแม้ว่าคุณภาพยังไม่ได้ดีนักในช่วงแรกเริ่ม ควบคู่ไปกับการลงทุนเพื่อยกระดับขีดความสามารถด้านนวัตกรรมของอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการพัฒนางค์ความรู้อย่างเข้มข้นด้านยานยนต์ไฟฟ้าผ่านการดำเนินโครงการต่างๆ ของรัฐบาลในการพัฒนารถยนต์ ยานพาหนะและอุปกรณ์ประเภทอื่นๆ เช่น รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ แบตเตอรี่ ระบบการจัดการแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์ โครงสร้างพื้นฐาน ระบบการอัดประจุไฟฟ้า โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เป็นต้น

การเกิดวิกฤต การป้องกันแก้ไขและการใช้ประโยชน์จากวิกฤต เช่น ในช่วงต้นปี 2563 (2020) ได้มีการแพร่ระบาดของ Covid-19 ที่กระจายไปทั่วโลก ประเทศจีนได้ประกาศ ล็อกดาวน์เมืองที่มีการติดเชื้อไวรัสเป็นเวลาหลายเดือน และได้ริเริ่มให้มีการนำรถยนต์ไร้คนขับมาใช้ ณ เมืองอู่ฮั่น ในการส่งอาหาร เวชภัณฑ์และสินค้าอุปโภคบริโภค เพื่อป้องกันการสัมผัสระหว่างมนุษย์รวมถึงยังถูกดัดแปลงเป็นรถพ่นยาฆ่าเชื้อตามถนน อาคาร และบ้านเรือน จะเห็นได้ว่ารถยนต์ไร้คนขับกำลังจะกลายเป็นเทคโนโลยีที่พบเห็นได้ทั่วไปในประเทศจีน อุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนารถยนต์ไร้คนขับกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว และรัฐบาลจีนได้ออกแผนพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ไร้คนขับภายในประเทศ โดยตามแผนพัฒนาฉบับนี้ ให้ความสำคัญกับ **“การผลิตรถยนต์ไร้คนขับเทคโนโลยีขั้นสูงในเชิงพาณิชย์ภายในปี 2025”** ในเดือนมีนาคม 2563 กระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศของจีนได้ออกมาตรฐานการจำแนกประเภทการขับขี่แบบไร้คนขับภายในประเทศจีน ซึ่งถือเป็นอีกก้าวสำคัญในการผลักดันอุตสาหกรรมรถยนต์ไร้คนขับของจีนให้เข้าใกล้การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในชีวิตจริง และเร่งให้เกิดได้เร็วขึ้น

บริษัท Tesla, USA เป็นตัวเร่งความเร็วในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ ก่อให้เกิดการ Break Through ด้านเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเร็วขึ้น มีการผลิตแบบ Mass ทำให้อัตราการผลิตไฟฟ้าสมรรถนะสูง ราคาถูกลงจับต้องได้ และมีการลงทุนพัฒนาระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติที่ก้าวหน้า ทำให้เมื่อมีการเปิดตัวรถยนต์ไฟฟารุ่นต่างๆ มักจะได้รับความนิยมสูงจำนวนมากขนาดที่ทำให้ไม่สามารถผลิตส่งมอบทัน สร้างผลกระทบให้บริษัทอื่นๆ ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกต้องปรับแผน เร่งลงทุนวิจัยและพัฒนาเปิดตัวรถยนต์ไฟฟ้าของตัวเองออกมา เกิดการแข่งขันด้านเทคโนโลยีและราคาอย่างรุนแรง ทำให้รถไฟฟ้ารุ่นใหม่ๆ มีประสิทธิภาพดีขึ้นและเป็นที่ต้องการมากขึ้น

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ในระบบขนส่งของประเทศ รวมทั้ง "นวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า" หรือ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) ซึ่งนับเป็น 1 ใน 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายที่รัฐบาลส่งเสริม โดยยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV) จะเป็นคลื่นลูกแรกในการปฏิวัติอุตสาหกรรมยานยนต์ และยานยนต์ไร้คนขับที่มีการเชื่อมต่อ (Autonomous, and Connected Vehicles) จะเป็นคลื่นลูกที่สองที่จะเป็นเทคโนโลยีที่จะมาพลิกโฉมอุตสาหกรรม และภาคอุตสาหกรรมของไทยควรมีการเตรียมตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนผ่านเหล่านี้ ตัวอย่าง นโยบายเพื่อช่วยบรรเทาปัญหา PM 2.5 ที่จะมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นในช่วงปลายฤดูฝน ต้นฤดูหนาว นั้น กทม. ได้หารือร่วมกับ กองบังคับการตำรวจจราจร กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ชสมก. กรมธุรกิจพลังงาน สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดปริมณฑล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรวม 23 หน่วยงาน ที่ประชุมมีมติเห็นชอบแผนป้องกันฝุ่น PM 2.5 โดยเบื้องต้นได้ออกคำสั่งห้ามรถ 6 ล้อขึ้นไป เข้าพื้นที่ กทม. ในช่วงเวลา 06.00-21.00 น. ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2563-28 กุมภาพันธ์ 2564 เป็นต้น

รัฐบาลไทยมีแนวทางในการสนับสนุน ทั้งบริษัทต่างชาติที่ได้เข้ามาลงทุนตั้งฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยและบริษัทของคนไทยที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน โดยออกมาตรการกระตุ้นให้เกิดการลงทุนด้านการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าหลายมาตรการ เช่น การงดเว้นภาษีสรรพสามิต ภาษีนิติบุคคล ภาษีศุลกากร (นำเข้า) และการนำเข้าเพื่อทดสอบตลาด และได้รับสิทธิประโยชน์อื่นตามขนาดความเข้มข้นและผลกระทบในเชิงบวกของการพัฒนาเทคโนโลยี ก่อให้เกิดการวางแผนการลงทุนของบริษัทขนาดใหญ่เพื่อขอรับการสนับสนุนจาก คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) (จากข้อมูลในเดือน กันยายน 2563) มีผู้ยื่นขอรับการส่งเสริมการลงทุน Battery Electric Vehicle (BEV) ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไฟฟ้า จำนวน 13 โครงการ วงเงินลงทุนรวม 15,625 ล้านบาท กำลังการผลิตรวม 125,140 คันต่อปี ได้แก่บริษัท FOMM, Mercedes-Benz, Skywell, Honda, MG, SMM, Toyota, Nissan, Takano, Mine, Audi, และ Mitsubishi และได้มีการออกบัตรส่งเสริม 4 ราย ได้แก่ FOMM, Mercedes-Benz, Mine, และ Takano มีการทดลองผลิต 1 ราย คือ Takano และมีการผลิตในเชิงพาณิชย์ 1 ราย คือ FOMM และมีบริษัทขอรับการส่งเสริมการลงทุน BEV ประเภทรถโดยสารไฟฟ้า จำนวน 2 โครงการ วงเงินลงทุนรวม 665 ล้านบาท กำลังการผลิตรวม 1,600 คันต่อปี ได้แก่ Scan Inter, และ Sakun C มีผู้ขอรับการสนับสนุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 2 โครงการ วงเงินลงทุนรวม 1,155 ล้านบาท จำนวนรวม 4,496 หัวจ่าย ได้แก่ EA Anywhere นอกจากนี้มีผู้ขอรับการส่งเสริมที่ได้รับการอนุมัติด้าน Battery จำนวน 10 โครงการ มูลค่า 6,780 ล้านบาท ได้แก่ Draxlmaier, Beta Energy Solution, Toyota, TESM, Nissan, Amita, GPSC, Honda, MG, และ Mitsubishi มีผู้ขอรับการส่งเสริมที่ได้รับการอนุมัติด้านชิ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้าจำนวนรวม 14 โครงการ คิดเป็นมูลค่าการลงทุนรวม 10,834 ล้านบาท ประกอบด้วย Traction Motor จำนวน 2 โครงการ มูลค่า 2,000 ล้านบาท ได้แก่ Jatco, และ Delta ด้านระบบปรับอากาศ จำนวน 2 โครงการ มูลค่า 707 ล้านบาท ได้แก่ MCCT (2 โครงการ) ด้าน Inverter, Onboard Charge, AC/DC Converter, BMS, DCU จำนวน 1 โครงการ มูลค่า 1,347 ล้านบาท ได้แก่ Delta ซึ่งส่วนเมื่อพิจารณาโครงการทั้งหมดพบว่าส่วนใหญ่นั้นเป็นกลุ่มผู้ประกอบการจากต่างประเทศที่ได้รับการส่งเสริม ทั้งนี้ เพื่อให้บริษัทของคนไทยแข่งขันได้ ประเทศไทยจึงควรเร่งกำหนดมาตรการสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและการกระตุ้นตลาดให้กับผู้ประกอบการไทยเพิ่มเติม (ส่วนใหญ่เป็นบริษัทขนาดกลางและเล็ก ที่มีงบประมาณ องค์กรความรู้ และกำลังคนที่จำกัด) เพื่อยกระดับความสามารถของบริษัทเหล่านี้ให้มีความเข้มแข็งและสามารถเติบโตขึ้นเป็นผู้ผลิตรถยนต์ Tier 1 และเร่งสร้าง

ผู้ผลิตใน Tier 2 และ Tier 3 ขึ้นจากจังหวะของกระแสคลื่นแห่งการพลิกโฉมเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมยานยนต์โลกที่สำคัญครั้งนี้ มิฉะนั้น มีโอกาสสูงมากที่เราจะเสียอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยไป

ที่ผ่านมา ในปี 2558 รัฐบาลไทยได้มีการริเริ่มนโยบายการสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการไทย โดยมุ่งพัฒนาระบบขนส่ง (Fleets) ให้เป็นไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น มีการเสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการพัฒนาระบบนวัตกรรมของประเทศ ให้กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกันพิจารณาดำเนินการผลิตผลงานวิจัยรถยนต์ไฟฟ้า และกระทรวงวิทยาศาสตร์ ได้เสนอให้มีการแข่งขันเพื่อพัฒนารถโดยสารไฟฟ้าจำนวน 500 คัน และกำหนดงบประมาณที่จำเป็น 5,000 ล้านบาท โดยหน่วยงานที่จะเป็นผู้ใช้งานคือ องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) โดยได้มีการทดลองนำรถโดยสารไฟฟ้า 1 คัน มาวิ่งทดสอบ 6 เส้นทางในกรุงเทพฯ เพื่อศึกษาข้อมูลอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งนับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของภาครัฐ ต่อมาในเดือนกรกฎาคม 2563 ขสมก. มีแนวโน้มที่ต้องการจะเช่ารถโดยสารพลังงานไฟฟ้า (BEV) จำนวน 2,511 คัน ซึ่งคาดว่าจะเปิด TOR สัมปทานเช่า ที่จะกำหนดให้เป็นรถขนต่ำ (Low Floor Bus) เพื่อให้ผู้พิการสามารถขึ้นลงรถได้สะดวก, ติดตั้งระบบ GPS บนรถทุกคันเพื่อให้ติดตามการใช้ความเร็วของคนขับเพื่อดูแลความปลอดภัย, การติดตั้งป้ายดิจิทัล บอกเส้นทางและป้ายรถโดยสารต่อไป หน้ารถ และภายในตัวรถ, บริการ WiFi บนรถ รวมถึงระบบกรองอากาศภายในรถ เพื่อดูแลสุขภาพผู้โดยสาร ซึ่งทั้งหมดนี้คาดว่าจะถูกกำหนดเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่ ขสมก. จะดำเนินการจัดเช่าตามระยะทางกิโลเมตร ที่จะนำเสนอเข้า ครม. พิจารณาในขั้นตอนต่อไป เพื่อการแก้ไขปัญหาทางการเงินและจัดองค์กรให้มีความพร้อมตามแผนฟื้นฟูใหม่ ซึ่งนับว่าเป็นโครงการจัดซื้อจัดจ้างขนาดใหญ่และมีความสำคัญมากต่อการสร้างให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตรถโดยสารไฟฟ้าขึ้นในประเทศไทยได้ หากมีการกำหนดให้ต้องใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศในสัดส่วนที่สูงกว่า 40% และควรให้มีการแบ่งสัมปทานให้กับผู้ประกอบการจำนวนหลายราย ก็จะสามารถกระจายการยกระดับขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีของผู้ประกอบการไทยและเกิดผลกระทบกับผู้ประกอบการที่อยู่ในห่วงโซ่มูลค่าต่ออีกในวงกว้าง เช่นเดียวกับในต่างประเทศที่ใช้การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐในการสร้างความต้องการและสร้างความเข้มแข็งให้กับผู้ประกอบการขึ้นในประเทศ (Demand) แล้วจึงค่อยปล่อยให้ธุรกิจเติบโตเป็นไปตามกลไกของตลาด

ในส่วนของภาคการศึกษาและภาคเอกชนในประเทศไทยได้มีการทดลองใช้รถโดยสารไฟฟ้าแบตเตอรี่รับส่งนักศึกษาและพนักงานบริษัท เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และมีโครงการพัฒนาต้นแบบรถไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) ดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มีหน่วยงานที่พัฒนารถไฟฟ้าและเรือไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า 100% ในประเทศไทยจำนวนหลายหน่วยงาน โดยได้เปิดตัวยานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบและมีการเปิดให้จอง ซึ่งมีการทดลองผลิต และได้มีการส่งมอบรถไฟฟ้า และเรือไฟฟ้าจริงแล้วบางส่วน เช่น บริษัท FOMM, Takano, MINE Mobility, และ Banpu NEXT เป็นต้น ประเทศไทยยังต้องการภาคเอกชนที่ออกมาพัฒนาเทคโนโลยี ชิ้นส่วนอุปกรณ์ และยานยนต์สมัยใหม่อีกเป็นจำนวนมาก การกำหนดนโยบายที่มีความชัดเจนในด้านต่างๆ และการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างกระตือรือร้นอย่างต่อเนื่องและเป็นรูปธรรมนั้นยังคงเป็นปัจจัยหลักที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ (Key Success Factor)

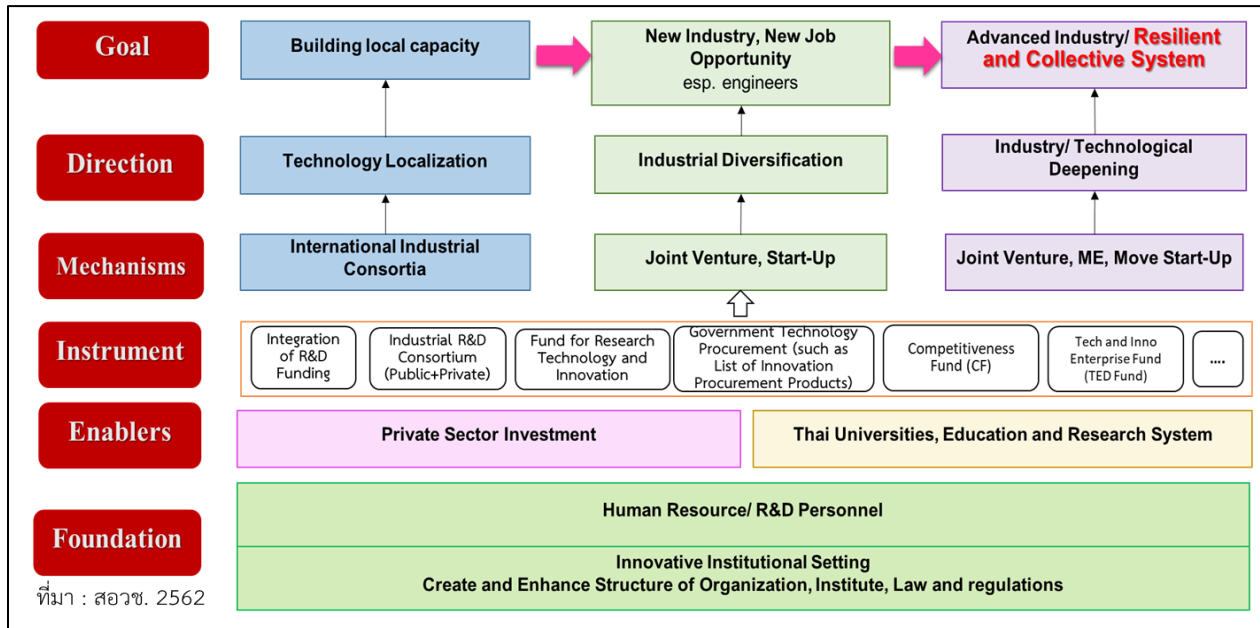
## ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) เสนอให้รัฐบาลกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ของประเทศไทย โดย รัฐบาลประกาศนโยบายให้ประเทศไทยเป็น ‘ฮับ’ หรือศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน และมาตรการผลักดัน “ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle : EV)” ถือเป็นหนึ่งใน “วาระแห่งชาติ” ที่จะปฏิวัติวงการยานยนต์ไทย ทั้งนี้ ประเทศควรตั้งเป้าหมายที่มีความท้าทาย โดยการเพิ่มสัดส่วนการจำหน่ายยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษน้อย (Low Emission Vehicle : LEV) และมุ่งไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV) ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle : BEV) และยานยนต์ไฟฟ้าพลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel Cell Vehicle : FCEV)
- 2) มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีด้าน Autonomous, Connected, Electric, and Shared Vehicles (ACES) เพื่อช่วยในการลดอุบัติเหตุและการเสียชีวิตจากการคมนาคม
- 3) ตั้งเป้าหมายไปสู่การเป็นผู้ผลิต Tier 1 เป็นผู้นำด้านการออกแบบ การผลิตและการส่งออก ZEV and ACES โดยมุ่งพัฒนาในช่วงระยะเวลาแห่งการเปลี่ยนแปลง (Revolution & Transformation) เพื่อให้ไปถึงเป้าหมายดังกล่าว ภาคอุตสาหกรรมของไทยต้องมีการไล่ตามเทคโนโลยีให้ทัน (Technology Catching Up) โดยปัจจัยแห่งความสำเร็จไม่ได้อยู่ที่การเตรียมความพร้อมด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่การที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างยั่งยืนนั้นจำเป็นต้องมีการร่วมมือ การกำหนดตำแหน่งที่จะเป็น (Value Proposition) เป้าหมาย การวางแผนการสนับสนุน การดำเนินงานของภาครัฐและเอกชนที่มีรายละเอียดที่ชัดเจน (National Policy Initiative) มีกลไกขับเคลื่อนการทำงาน การถ่ายทอดองค์ความรู้ภายในหน่วยงานและระหว่างหน่วยงานของพันธมิตรยุทธศาสตร์ (Strategic Partners) จากทั้งในและต่างประเทศ การลงมือปฏิบัติงานอย่างบูรณาการให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม และการเผยแพร่ผลการดำเนินงานและมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่องจริงจัง โดยมีการกำหนดเป้าหมายที่จะไปถึง (Milestones) ดังต่อไปนี้

ปี 2025	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์ใหม่สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้าง และให้บริการสาธารณะ</li> <li>2) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 15% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 30%</li> <li>3) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 10,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>
ปี 2030	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้างและให้บริการสาธารณะ</li> <li>2) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 30% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 60%</li> <li>3) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 40,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>
ปี 2035	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 4 คิดเป็นสัดส่วน 80%</li> <li>2) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 80,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>



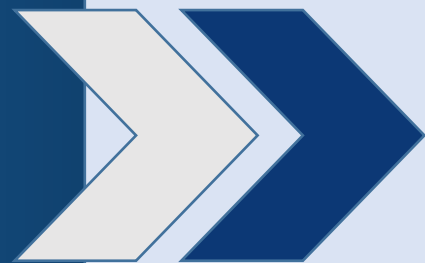
การที่ประเทศจะก้าวขึ้นเป็น “ฮับ” หรือศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียนอย่างยั่งยืนได้ จะต้องมีการสร้างและสะสมองค์ความรู้ และจำเป็นต้องมีการสร้างพื้นฐานด้านการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในประเทศ



รูปที่ 2 : การสร้างพื้นฐานการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในประเทศ จากการต่อยอดเทคโนโลยีไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมแบบก้าวหน้า

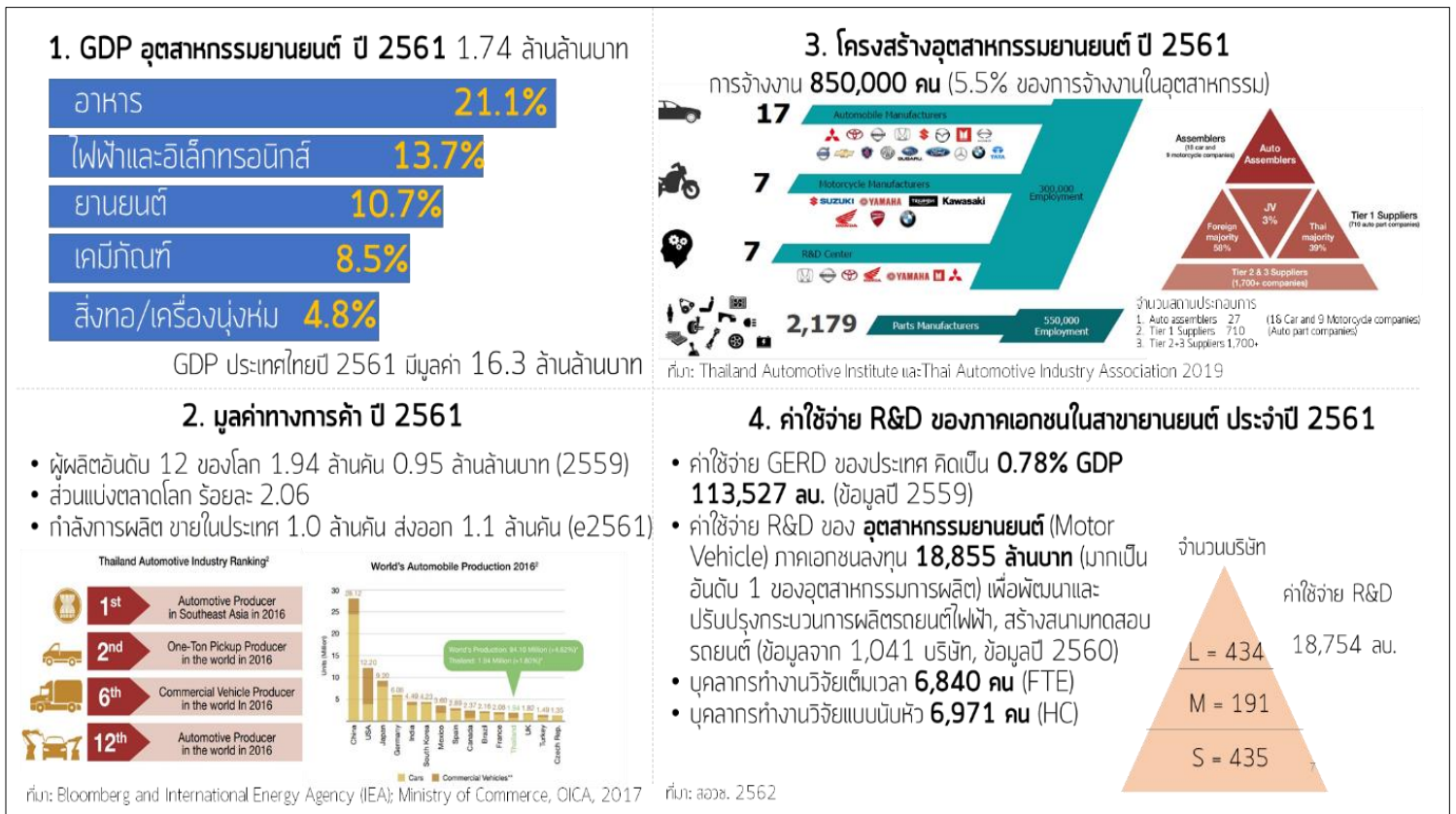
ภาคอุตสาหกรรมต้องการที่จะพัฒนาระดับของอุตสาหกรรมด้วยการสร้างขีดความสามารถในประเทศ (Building local capacity) ที่จะนำไปสู่การสร้างอุตสาหกรรมใหม่และสร้างโอกาสตำแหน่งงานใหม่ โดยเฉพาะด้านวิศวกรรม (New Industry, New Job Opportunity) และพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมก้าวหน้า/มีภูมิคุ้มกันและเป็นระบบที่สะสมความรู้ (Advanced Industry/Resilient and Collective System) โดยจะมีทิศทางการพัฒนาจากการต่อยอดเทคโนโลยี (Technology Localization) การกระจายอุตสาหกรรม (Industrial Diversification) และพัฒนาไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเชิงลึก (Industry/Technological Deepening) โดยอาศัยกลไก คอนโซเดียมของภาคอุตสาหกรรมนานาชาติ (International Industrial Consortia) ไปสู่การร่วมทุนและสตาร์ทอัพ (Joint Venture, Start-up) ที่จะมีการเติบโตที่มากขึ้น การที่จะทำให้กลไกต่างๆ ทำงานได้จำเป็นต้องมีเครื่องมือสนับสนุน เช่น การให้ทุนวิจัยและพัฒนาแบบบูรณาการ, บัญชีนวัตกรรม, กองทุนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เป็นต้น (Integration of R&D Funding, Industrial R&D Consortium (Public+Private), Fund for Research Technology and Innovation, Government Technology Procurement (such as List of Innovation Procurement Products), Competitiveness Fund (CF), and Technology and Innovation-Based Enterprise Development Fund (TED Fund) และมีปัจจัยเอื้อด้านการลงทุนจากภาคเอกชน (Private Sector Investment) ระบบนวัตกรรมของภาคการศึกษาและมหาวิทยาลัยไทย (Thai Universities, Education and Research System) ทั้งนี้ต้องมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านบุคลากร/บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา (Human Resource/ R&D Personnel) และการกำหนดหน้าที่ของสถาบันด้านนวัตกรรม (Innovative Institutional Setting) ที่จะสร้างและยกระดับโครงสร้างองค์กร สถาบัน ระเบียบและกฎหมาย (Create and Enhance Structure of Organization, Institute, Law and Regulations) (รูปที่ 2)

การวิเคราะห์แนวโน้มโลกและ  
ช่องว่างการพัฒนาของไทย



## 2. การวิเคราะห์แนวโน้มโลกและช่องว่างการ พัฒนาของไทย (Gap Analysis)

ภาคการผลิตของอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยติดอันดับโลกมาอย่างยาวนาน ประเทศไทยมีการเติบโตทางเศรษฐกิจมีมูลค่าผลผลิตที่เกิดขึ้นในประเทศจากการผลิตสินค้าและบริการ (GDP) คิดเป็นมูลค่า 16.3 ล้านล้านบาท (ปี 2561) โดยขนาด GDP ของอุตสาหกรรมยานยนต์ มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของอุตสาหกรรมการผลิตหรือคิดเป็น 10.7% ของ GDP ประเทศไทย (ปี 2561) หรือคิดเป็นจำนวนเงิน 1.74 ล้านล้านบาท รองจากอุตสาหกรรมอาหาร 21.1% และอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 13.7% (ปี 2561) ประเทศไทยถูกจัดอันดับเป็นผู้ผลิต (Cars + Commercial Vehicles) อันดับ 12 ของโลก มีมูลค่าการส่งออก 950,000 ลบ. เป็นผู้ผลิตยานยนต์เพื่อการพาณิชย์ (Commercial Vehicle) อันดับ 6 ของโลก เป็นผู้ผลิตรถปิกอัพขนาด 1 ตัน (One-Ton Pickup) อันดับ 2 ของโลก เป็นผู้ผลิตอันดับ 1 ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปี 2559) ประเทศไทยมีกำลังการผลิตยานยนต์ 1.94 ล้านคันต่อปี (ทั่วโลกผลิตได้ 94.10 ล้านคัน) หรือคิดเป็นร้อยละ 2.06 ของตลาดโลก (ปี 2560) มียอดการผลิตในประเทศ 1.0 ล้านคัน ส่งออกต่างประเทศ 1.1 ล้านคัน (ปี 2561e)



รูปที่ 3 : สถานการณ์ภาพรวมอุตสาหกรรมยานยนต์ “Automotive Hub of Southeast Asia”

ผู้ประกอบการของอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยมีลักษณะเป็นบริษัทขนาดใหญ่เป็นผู้นำการผลิต การวิจัยและพัฒนา (R&D) มีการสร้างศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Centers) การจ้างงาน การพัฒนากระบวนการผลิต และการนำตลาด และบริษัทไทยมีการลงทุนด้าน R&D จำนวนน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตตามความต้องการของบริษัทต่างชาติ ประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา (GERD) คิดเป็น 0.78% ของ GDP หรือมีมูลค่า 113,527 ลบ. (ข้อมูลปี 2559) โดยค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D) ของอุตสาหกรรมยานยนต์ ภาคเอกชน ลงทุน 18,855 ล้านบาท (ข้อมูลปี 2560) (มากเป็นอันดับ 1 ของอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทย) เพื่อพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า สร้างสนามทดสอบรถยนต์ (ข้อมูลปี 2560 จาก 1,041 บริษัท) มีบุคลากรทำงานวิจัยเต็มเวลาจำนวน 6,840 คน (FTE) และแบบนับหัวจำนวน 6,971 คน (HC) เมื่อพิจารณาเงิน การลงทุน R&D และการจ้างงานบุคลากรในประเทศ พบว่ามาจากบริษัทขนาดใหญ่จากต่างประเทศ (รูปที่ 3)

อุตสาหกรรมยานยนต์โลกกำลังเดินทางไปสู่การเปลี่ยนผ่านครั้งใหญ่ (Revolution & Transformation) ความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อมและความมั่นคงทางพลังงาน และการเข้ามาของโรคอุบัติใหม่ กระตุ้นให้เกิด การพัฒนาเทคโนโลยี การพัฒนาระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และการปฏิวัติระบบด้วยดิจิทัล การปฏิวัติของ เทคโนโลยีแห่งอนาคตและนวัตกรรมและโมเดลธุรกิจใหม่ (New Business Models) รวมไปถึงความคาดหวังของ ผู้บริโภค โดยหนึ่งในกุญแจสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ได้เนื่องจากการพัฒนาในด้านระบบขนส่งที่ทำให้ เป็นไฟฟ้าที่จะก่อให้เกิดการพลิกโฉมอุตสาหกรรมอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ด้วยความทะเยอทะยานของ บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ชั้นนำในโลกจำนวนหลายบริษัทที่ประกาศการลงทุนด้านยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง และจะมีการเปิดตัวรถยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ และขายสู่ท้องตลาดมากขึ้นเรื่อยๆ อุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนานวัตกรรมและเกาะคลื่นแห่งการพลิกโฉมครั้งนี้ ซึ่งนับว่าเป็นโอกาสและจังหวะ สำคัญต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไทยที่จะเข้าสู่โลกระบบคมนาคมแห่งอนาคต (Future Mobility)

บริษัท Tesla ได้ประกาศในงาน Battery Day เมื่อวันที่ 23 กันยายน 2563 ว่าในอนาคตจะมีรถยนต์ ไฟฟ้าที่ราคาต่ำกว่า 25,000 เหรียญสหรัฐ (ประมาณ 800,000 บาท) ออกมาขายซึ่งจะเป็นการพลิกโฉมตลาดได้ อย่างแท้จริง หัวใจหลักคือการทำให้แบตเตอรี่มีต้นทุนถูกลง โดยการเริ่มต้นจากการออกแบบและผลิตแบตเตอรี่ เองและขยายโรงงานผลิตแบตเตอรี่ให้มีความสามารถผลิตมากขึ้น โดยพัฒนาเซลล์แบตเตอรี่ขนาด 4680 ทำให้มี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 5x Energy, 6x Power, 16% Driving Range และจะมีสายการผลิตแบตเตอรี่ที่มีความเร็ว สูงขึ้นทำให้โรงงานมีขนาดเล็กลง หรือโรงงานขนาดเท่าเดิมแต่ผลิตได้จำนวนมากขึ้นและใช้เวลาน้อยลง มีแผนที่จะ ผลิตแบตเตอรี่ให้มีปริมาณ 100 GWh ในปี 2022 และ 3 TWh ในปี 2030 นอกจากนี้ในอีก 3 ปีจากนี้ (2023) จะ สร้างรถยนต์ไฟฟ้าที่มีราคาดีดุดและติดตั้งเทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ ซึ่งจะเข้ามาตอบ โจทย์ความต้องการในการใช้งานในอนาคต และจะทำให้รถยนต์สันดาปภายในทยอยหายไปจากตลาด โดย กลุ่มที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดน่าจะเป็นแบรนด์รถยนต์ดั้งเดิมที่พยายามทำตลาดรถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากแบ รนด์ Tesla ได้ติดตลาดรถยนต์ไฟฟ้า หากมีราคาถูกก็จะยิ่งจูงใจ

General Motor (GM) ได้ปิดปรับปรุงโรงงานหลักของบริษัทในเมือง Detroit, USA เปลี่ยนสายการผลิต จากรถน้ำมันเป็นไฟฟ้าทั้งหมด โดยลงทุน 2,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อรองรับการผลิตรถปิคอัพไฟฟ้า Hummer BEV ของ GM (ซึ่งรถไฟฟ้าใช้เวลาในการออกแบบใหม่ทั้งหมดเพียง 2 ปี เมื่อเทียบกับการออกแบบ ICE ซึ่งจะใช้

เวลา 5 ปี) เพื่อจะแข่งกับรถปิคอัพไฟฟ้า Cybertruck ของ Tesla จะเห็นว่า GM ซึ่งเป็นยักษ์ใหญ่ได้เปลี่ยนทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีและจะมีการลงทุนอีกเป็นจำนวนมากในอนาคตที่จะมุ่งไปสู่การผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

Honda มีแผนที่จะเปลี่ยนสายการผลิตและจำหน่ายรถยนต์ในยุโรปทุกรุ่นให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้าโดยทำการเลื่อนกำหนดการจากปี 2025 เป็นปี 2022 และบริษัทได้ถอดรถยนต์รุ่น HRV เครื่องยนต์ดีเซลและรถยนต์น้ำมันดีเซลทุกรุ่นของบริษัทออกจากตลาดในประเทศอังกฤษแล้ว ปัจจุบันบริษัทมุ่งหน้าพัฒนารถยนต์ที่มีระบบขับเคลื่อนเป็นไฟฟ้าหรือ Hybrid เท่านั้น ส่วนรถยนต์น้ำมันทุกรุ่นของ Honda จะถูกระงับการขายภายในปี 2022 ในยุโรป

จากการเคลื่อนไหวของบริษัทยักษ์ใหญ่และมีชื่อเสียงต่างๆ ทำให้มีการคาดการณ์ว่าในช่วง 2-3 ปีจากนี้จะเป็นช่วงพลิกโฉมจากยุครถน้ำมันเป็นรถไฟฟ้าในทวีปยุโรปและอเมริกา การปิด (โรงงานรถน้ำมัน) และเปิด (โรงงานยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่) จะเป็นเรื่องปกติ การปลดคนงานและการจ้างคนงานใหม่จะเป็นข่าวดังต่อเนื่องหลังจากนั้น จะเกิดขึ้นตามมาในเอเชีย ในช่วงประมาณปี 2025 ยกเว้นจีนที่ขยับตัวล่วงหน้าไปแล้ว

กระแสหลักของนโยบายได้มุ่งสู่การพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมยานยนต์ให้เป็นไฟฟ้าซึ่งจะเป็นการเติมเต็มช่องว่าง (Gap) ระหว่างเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายใน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการอัดประจุ การสร้างความตระหนักและการยอมรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า และการสนับสนุนเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและความสำคัญของการลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จีน สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) และเกาหลีใต้ มียุทธศาสตร์การสนับสนุนการพัฒนาและใช้ยานยนต์ไฟฟ้าด้วยนโยบายทางการเงินและไม่ใช้การเงิน การสร้างพลวัตความต้องการอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการอัดประจุไฟฟ้า กำลังคนและระบบนิเวศที่เอื้ออำนวย ประเทศเหล่านี้มีความพร้อมด้านการพัฒนาเทคโนโลยีหลัก (Core Tech) และการปรับปรุงกฎหมายให้ทันสมัย

ข้อมูลจากสมาคมยานยนต์ไฟฟ้า 30 มิถุนายน 2563 ประเทศไทยมีการจดทะเบียนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (BEV) ใหม่ (ระหว่างวันที่ 1 ม.ค.-30 มิ.ย. 2563) ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PVs) จำนวน 2,402 คัน จักรยานยนต์ (2-Wheelers) 658 คัน รถโดยสาร 2 คัน และรถสามล้อ 14 คัน และมียอดสะสมของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่จดทะเบียนจำนวน 4,301 คัน จักรยานยนต์ 2,301 คัน รถโดยสาร 120 คัน และรถสามล้อ 149 คัน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ ICE ที่ขายในประเทศ และจำนวนรถที่จดทะเบียนสะสม พบว่าจำนวนยอดขายของ BEV นั้นมีสัดส่วนที่ยังน้อยมาก เนื่องมาจากหลายสาเหตุ รวมถึงช่องว่างในการครอบครอง การยอมรับของผู้บริโภค 1. ขาดอุปสงค์ (Lack of demand) มีผลิตภัณฑ์ที่ขายในตลาดในประเทศให้เปรียบเทียบน้อย ผู้ผลิตมีกำลังการผลิตต่ำ 2. ขาดอุปทาน (Lack of supply) จำนวนของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ให้บริการยังมีจำนวนน้อย ดังนั้นหากมีการออกนโยบายร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนและการใช้เวลาในการปรับตัวที่มากเพียงพอ จะทำให้นโยบายสามารถสร้างให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการได้

บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสำคัญสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ที่มีการเติบโตอย่างโดดเด่นในปี 2563 เช่น บริษัท Delta มีการลงทุนด้าน R&D 6.8% ของยอดขายคิดเป็นมูลค่า 112 ล้านบาทหรือร้อยละ 11.2 ของยอดขาย และมีจำนวนบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนา R&D รวม 1,075 คน แบ่งเป็นประจำการอยู่ในประเทศไทย 535 คน ยุโรป 295 คน และอินเดีย 245 คน (ข้อมูล ปี 2561) โดยบริษัทตั้งอยู่ในประเทศไทยและใช้ไทยเป็นศูนย์วิจัยและพัฒนาที่สำคัญ

1 ใน 3 แห่งของโลก บริษัทมีผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ระบบเครือข่าย ศูนย์ข้อมูล และระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม และมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ออกมาอยู่ตลอดเวลา เช่น เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบไร้สายเพื่อการใช้งานเชิงอุตสาหกรรม และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบรวมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เป็นต้น ปัจจุบันบริษัทมีการเติบโตอย่างมาก เนื่องจากตลาดด้านยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแนวโน้มขยายตัว ความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนศักยภาพด้านการวิจัยและพัฒนาของศูนย์วิจัยและพัฒนาของเตลต้าในเอเชียและยุโรปที่ทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด รวมถึงมหาวิทยาลัยทั่วโลกที่เป็นเครือข่ายวิจัยและพัฒนา ปัจจัยเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้บริษัทมียอดขายเติบโตขึ้น (โตสวนกระแสที่เกิดจากผลกระทบของ Covid-19) เพื่อรับการพลิกโฉมเทคโนโลยีไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้า ประเทศไทยควรส่งเสริมให้มีบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนสำคัญประเภทอื่นๆ ด้านยานยนต์ไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นในประเทศ และส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้ประกอบการไทยพัฒนาตัวเองขึ้นมาให้มีความเข้มแข็งในลักษณะที่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่มูลค่าโลก (Global Value Chain)

ในบทต่อไปนี้จะอธิบายถึงช่องว่าง (Gap) สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับ ยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงมุมมองและสิ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการพิจารณาซื้อยานยนต์ไฟฟ้า และทราบถึงปัจจัยที่ทำให้การเติบโตของตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยมีความล่าช้า

ปัจจัยสำคัญ ข้อแรกคือเรื่องราคาที่ทำให้การเข้ามาใช้งานของรถไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ Battery Electric Vehicle (BEV) ไม่สามารถแพร่หลายได้มาก ความที่มีราคาสูงกว่ารถยนต์สันดาปภายใน ราคาเครื่องยนต์ไฟฟ้าแบบที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ 100% ที่ผลิตและนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ยุโรป หรือสหรัฐอเมริกาที่จำหน่ายในประเทศไทยมีราคาเริ่มต้น อยู่ในระดับที่ 1,000,000 บาท ขึ้นไปแทบทั้งสิ้น ซึ่งสาเหตุหลักมาจากต้นทุนราคาของแบตเตอรี่ ลิเทียม-ไอออน ที่ใช้ในรถยนต์ประเภทนี้มีราคาสูงมาก เพราะว่ายานยนต์แต่ละคันจะต้องใช้พลังงานจำนวนมากจากแบตเตอรี่ ซึ่งในรถบางรุ่น ราคาแบตเตอรี่ทั้งระบบมีราคาถึง 500,000-600,000 บาท นอกจากนี้ แม้รัฐบาลจะมีนโยบายลดอัตราภาษีนำเข้า แต่ก็ยังคงมีภาษีสรรพสามิต และภาษีมูลค่าเพิ่มที่ยังสูงอยู่ จึงยังเป็นสาเหตุที่ทำให้รถไฟฟ้ามีราคาแพงกว่ารถยนต์แบบเครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่มาก รถยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยในช่วงเริ่มต้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา นั้น จะมีบริษัทใหม่ที่เปิดตัวรถยนต์ไฟฟ้าที่ออกแบบขึ้นเองจำนวนเพียง 2 บริษัท ซึ่งมีราคาแบบทั้งรถเล็กและรถเนกประสงค์ โดยราคารถเล็กอยู่ที่ 600,000 บาท และรถยนต์เนกประสงค์ อยู่ที่ 1,200,000 บาท ได้เปิดตัวไปและทำยอดขายซื้อได้ในหลักพันคันในช่วงปีที่เปิดตัวแรกๆ แต่ก็ยังต้องใช้เวลาพิสูจน์ว่าจะสามารถผลิตและสามารถส่งมอบให้ผู้ซื้อได้ในจำนวนและระยะเวลาที่กำหนดได้หรือไม่ ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่ทำทายมากของบริษัทที่เข้าสู่ตลาดใหม่นี้

ประเทศไทยควรให้ความสำคัญในการปกป้องอุตสาหกรรมในประเทศและการเร่งสร้างขีดความสามารถทางการแข่งขันให้อุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศ ซึ่งสามารถกำหนดแนวทางได้หลายลักษณะ ตัวอย่าง นโยบายการส่งเสริมการลงทุนของบริษัทข้ามชาติในประเทศจีน รัฐบาลจีนกำหนดให้บริษัทต่างชาติที่จะมาลงทุนในประเทศจีนต้อง Joint-Venture ร่วมกับบริษัทของประเทศจีน ทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศจีนมีความเข้มแข็งเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากเกิดการเรียนรู้และได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทต่างชาติ (รูปที่ 4 ก่อ่งขวา)

## Chinese EV Brands (2019)

1. Aiways	26. Geely, including London Taxi	41. Karma	67. Suda (Henan Suda)
2. Alibaba (Roewe)	27. Great Wall Motors (GWM) and WEY	42. Kawei	68. Techrules
3. Aoxin	28. GreenWheel EV (Shenzhen)	43. Leopaard	69. Thunder Power
4. BAIC	29. Guangzhou Toyota (GAC)	44. Lifan Group	70. Traum
5. Baidu Apollo	30. Gyon	45. Lucid Motors	71. Dongfeng Venucia
6. Baojun	31. Haima	46. Luxgen	72. Weichai Enranger
7. BMW Brilliance, including Zinoro	32. Han Teng Automobile Co., Ltd.	47. Lynk & Co	73. WM Motors (Weltmeister)
8. Bordrin	33. Hawtai	48. SAIC Maxus	74. WindBooster
9. Borgward	34. Hongqi	49. Min'an Electric Automobile Co (Minan Auto EV)	75. Xiaopeng Automobiles, Internet car company.
10. BYD	35. Horki (Dongfeng-Yueda-Kia joint venture).	50. MG Motor	76. Yema Auto, Sichuan Mustang Automobile Co (a Fulin Group company).
11. Byton Auto	36. Hozon Auto (Zhejiang Hezhong New Energy Vehicles)/ NETA	51. NEVS (SAAB)	77. Yudo Auto
12. Chang'an Automobile Group	37. Human Horizons	52. NIO	78. Yu Lu (Dongfeng Luxgen JV)
13. ChangJiang	38. JAC Motors	53. ORA (GWM ORA)	79. Youxia (Kitt)
14. Chery	39. Jiangling Motors (JMC)	54. Polestar	80. Zotye Auto (Zotye International Automobile Trading Co., Ltd)
15. Cowin	40. Kandi Technologies	55. Qiantu	
16. Denza		56. Qingyuan Auto	
17. DEARCC		57. Qoros	
18. Detroit Electric		58. Noble	
19. Dial EV		59. Roewe	
20. Enovate		60. RAYTLE	
21. Everus		61. SF Motors	
22. Faraday Future		62. Singulato Auto (Zhiche Youxing Technology Co., Ltd.)	
23. FAW		63. Sinogold	
24. Changan Ford		64. SiTech	
25. Guangzhou Automobile Group Co, Ltd. (GAC / GAC Motor) - Karma Automotive		65. Sokon Industry Group.	
		66. Soueast	

## Joint ventures

A foreign car manufacturer is allowed at most 2 joint ventures in China.

Foreign Auto Manufacturer	Joint Ventures (with)
• <b>BMW</b>	• Brilliance Auto (BMW-Brilliance)
• <b>Fiat</b>	• GAC
• <b>Ford</b>	• Changan
• <b>General Motors (GM)</b>	• SAIC, FAW
• <b>Honda</b>	• GAC (Guangqi Honda), Dongfeng Motor Group (Dongfeng Honda)
• <b>Hyundai</b>	• BAIC
• <b>Jaguar Land Rover</b>	• Chery (Chery Jaguar Land Rover)
• <b>Kia</b>	• Dongfeng Motor Corporation (Dongfeng Yueda Kia)
• <b>Luxgen</b>	• Dongfeng Motor
• <b>Mazda</b>	• FAW, Changan
• <b>Mercedes-Benz</b>	• BAIC (Beijing-Benz), BYD (Denza)
• <b>Mitsubishi</b>	• Soueast
• <b>Nissan</b>	• Dongfeng Motor Group (Dongfeng Motor Co., Ltd.)
• <b>Peugeot</b>	• Dongfeng Motor Group
• <b>Renault</b>	• Dongfeng Motor Group
• <b>Suzuki</b>	• Changan
• <b>Toyota</b>	• GAC (GAC-Toyota), FAW
• <b>Volkswagen</b>	• SAIC, FAW

รูปที่ 4 : รายชื่อบริษัทรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจากประเทศจีน มีบริษัทที่เข้มแข็งกว่า 80 บริษัท

ตัวอย่าง การยกเว้นภาษีกรณีเขตการค้าเสรี (Free Trade Agreement : FTA) ระหว่างประเทศไทยกับประเทศคู่ค้า เช่น การนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีน เสียภาษีนำเข้า 0% ทำให้บริษัทในประเทศจีนที่ต้องการขายรถยนต์ไฟฟ้า (ZEV และ ACES) มายังประเทศไทย หรือบริษัทไทยที่ต้องการนำเข้ารถไฟฟ้าจากจีนเข้ามาขายในประเทศไทย เกิดความร่วมมือกัน เช่น บริษัท MG (Thailand), และ Skywell (Thailand) เป็นต้น มีการเปิดโชว์รูมศูนย์บริการหลังการขาย และได้มีการนำเข้ารถ BEV ทั้งรถขนาดเล็ก รถขนาดกลาง และรถขนาดใหญ่ เช่น รถเอสยูวีไฟฟ้า รถตู้ไฟฟ้า รถโดยสารไฟฟ้าขนาดความยาวต่างๆ เข้ามาทำตลาดในประเทศไทยและได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี อนึ่ง รถไฟฟ้าที่นำเข้าจากประเทศอื่น (เช่น ประเทศญี่ปุ่น กลุ่มทวีปยุโรป เกาหลีใต้ เป็นต้น) ต้องเสียภาษีหลายประเภททำให้ราคาขายสูงกว่ารถของจีน ทำให้รถของจีนมีราคาถูกลงกว่าเมื่อเทียบกับรถขนาดเดียวกันที่มีขายในตลาดไทย จึงคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตจะมีผู้นำเข้ารถไฟฟ้าจากบริษัทของจีนที่มีความเข้มแข็ง (รูปที่ 4 กล่องซ้าย) และยังมีประเภท รุ่น และขนาดต่างๆ เข้ามาขายในประเทศไทยในปริมาณที่มากขึ้นกว่านี้อีกหลายเท่าตัว และทำให้ไทยเป็นศูนย์กลางในการจัดจำหน่ายไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งในประเด็นนี้มีผลกระทบต่อในเชิงบวก ผลกระทบในเชิงลบ และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ดังต่อไปนี้

### ผลกระทบในเชิงบวก

- ยกระดับคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม (Health and Environment)** - เมื่อมีการใช้งานรถไฟฟ้าในประเทศมากขึ้นจะช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ลดการปลดปล่อย CO<sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศ PM 2.5 และเพิ่มความปลอดภัยจากการขับขี่บนท้องถนน

- b. **กระตุ้นอุปสงค์ (Demand)** - ทำให้ผู้บริโภคในประเทศไทยได้มีโอกาสใช้รถไฟฟ้าแบบต่างๆ เพื่อเป็นการทดลองตลาด ซึ่งหากมีการใช้รถไฟฟ้ามากขึ้นก็จะกระตุ้นตลาด ทำให้ความต้องการของผู้บริโภคในประเทศไทยมีความต้องการรถยนต์ที่มีการปล่อยมลพิษเป็นศูนย์มากขึ้นอย่างรวดเร็ว และผู้บริโภคในประเทศได้รับประโยชน์จากการแข่งขันการพัฒนาเทคโนโลยี ของภาคเอกชนทั้งที่มาจากประเทศจีนและผู้ผลิตภายในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น
- c. **กระตุ้นอุปทาน (Supply)** - ภาคอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศไทยให้เร่งผลิตรถไฟฟ้าออกมาจำหน่ายแข่งขันกันในประเทศ กระตุ้นการรวมกลุ่มกันของผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศเพื่อความอยู่รอดและการรักษาตลาดในประเทศ ระบบนิเวศ (Eco-System) การพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) หรือกลุ่มผู้ที่ต้องการพัฒนา Core Technology เช่น การร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตแบตเตอรี่ในประเทศโดยมีภาครัฐให้การสนับสนุน คล้ายกับการรวมกลุ่มกันของผู้ผลิตแบตเตอรี่ในประเทศญี่ปุ่น และในกลุ่มทวีปยุโรปเพื่อร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญภายในประเทศ เพื่อการแลกเปลี่ยนความรู้ ลดระยะเวลาในการวิจัยและพัฒนา และลดค่าใช้จ่ายจากการร่วมมือกัน

### ผลกระทบในเชิงลบ

- a. **ผู้ประกอบการในประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันต่ำกว่า (Entrepreneurs in Thailand have Lower Competitiveness)** – ผู้ผลิตในประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันต่ำกว่าและมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าจีน เนื่องจากสินค้าจากจีนมีการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการในประเทศจีนซึ่งมีจำนวนมาก และเกิดความคุ้มค่าจากปริมาณ (Mass Production & Economy of Scale) ซึ่งในปัจจุบัน จีนมีการทำวิจัยและพัฒนา (R&D) อย่างเข้มข้นต่อเนื่อง มีซัพพลายเชนที่มีขีดความสามารถในการแข่งขันสูง มีบริษัทและ Startups ที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีหลักที่สำคัญในหลายด้าน ทำให้ประเทศไทยเสียเปรียบในการแข่งขัน เนื่องจากในปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนสำคัญของรถไฟฟ้าได้ มีกำลังการผลิตไม่มาก มีขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนาที่ต่ำกว่า มีความจำเป็นที่จะต้องนำเข้าชิ้นส่วนสำคัญและต้องเสียภาษีนำเข้า ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศไทยมีต้นทุนที่แพงกว่าชิ้นส่วนหรือรถไฟฟ้าที่นำเข้าจากจีนทั้งคัน
- b. **ผู้ประกอบการในประเทศไทยมีความเสี่ยงสูงมาก (Entrepreneurs in Thailand are at High Risks)** - ผู้ประกอบการในประเทศยังขาดความรู้และความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตัวเอง ทำให้หากมีการไหลเข้ามาของรถยนต์ไฟฟ้าราคาถูกประเภทต่างๆ จากประเทศจีนเข้ามา ภายในระยะเวลาเพียง 5-10 ปี ข้างหน้าจะสร้างผลกระทบในวงกว้างต่ออุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ภายในประเทศที่มีการดำเนินการมานานหลายทศวรรษซึ่งมีทิศทาง เป้าหมายและความเร็วในการปรับตัวที่ช้ากว่า ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยอาจต้องหยุดตัวลงไม่ว่าจะเป็น Tier 1, Tier 2, หรือ Tier 3 เกิดการย้ายฐานการผลิต ทำให้รายได้ของรัฐบาลจากอุตสาหกรรมยานยนต์ที่เคยได้รับหายไป เศรษฐกิจจะงังงัน บริษัทมีการประกาศปิดตัวลงและยกเลิกการจ้างงานบุคลากรไหลออกจากภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ไปสู่อุตสาหกรรมอื่น ก่อให้เกิดผลกระทบในเชิงมหภาคและจุลภาค



### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) สนับสนุนผู้ผลิต ZEV และ ACES ในประเทศในช่วงแรกเริ่ม โดยการที่ภาครัฐสนับสนุนการซื้อสินค้าที่ผลิตในประเทศไทย
- 2) สนับสนุนผู้บริโภคเมื่อมีการซื้อ ZEV และ ACES ที่ผลิตภายในประเทศ โดยการลดภาษีบุคคลธรรมดาและนิติบุคคล
- 3) กำหนดให้บริษัทผู้ผลิตจากต่างประเทศที่ต้องการลงทุนการผลิตรถไฟฟ้าในประเทศไทยหรือต้องการนำรถไฟฟ้ามาขายในประเทศไทย มีการจับคู่กับบริษัทไทย (Joint-Ventures) เพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการในประเทศไทย

ประเทศไทยถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 83 ของโลกเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์มวลประชาชาติต่อหัว GDP per capita (6,590 US\$) หรือมองว่าผู้คนส่วนใหญ่ต้องการรถยนต์ในราคาที่ไม่แพง ดังนั้นผู้ผลิตควรผลิตรถขนาดไฟฟ้าขนาดกลาง (Medium Range) ที่จะทำให้ราคาของรถไฟฟ้าสามารถหาซื้อได้ในราคาไม่แพง (Affordable) สำหรับคนจำนวนมาก หากจะให้การสนับสนุนในส่วนนี้ จะต้องมีจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบขนส่ง Fleets ที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ที่มีระยะทางในการวิ่ง 200-250 กิโลเมตรต่อวัน จึงมีความจำเป็นต้องทำสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีความสามารถในการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่จะลดเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าลง สำหรับผู้ใช้งานรถยนต์ส่วนบุคคลทั่วไปที่มีการวิ่งในระยะทางไม่เกิน 50 กิโลเมตรต่อวัน การอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาที่บ้านและที่ทำงานก็มีความเพียงพอ

นอกจากเรื่องการแข่งขันทางด้านราคาแล้ว การจะเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้รถที่ใช้รถเติมน้ำมันมาหลายทศวรรษปี ไม่ใช่เรื่องที่สามารถทำได้โดยง่าย จำนวนสถานีให้บริการอัดประจุไฟฟ้าก็มีความสำคัญ เพื่อรองรับปริมาณรถไฟฟ้าที่จะเพิ่มมากขึ้น เพราะรถไฟฟ้าที่ผลิตมาในช่วงแรกเริ่มที่มีราคาไม่แพงมากจนเกินไป จะวิ่งได้เต็มที่ได้อีกไม่เกิน 500 กิโลเมตร ดังนั้นนอกจากสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ที่บ้านแล้ว ควรมีการส่งเสริมให้มีการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้าที่เข้าถึงได้ ในสถานที่ต่างๆ ให้เพิ่มมากขึ้นด้วย เช่น สถานีทำงาน ห้างสรรพสินค้า และสถานีเติมน้ำมัน เป็นต้น เนื่องจากการใช้งานหากเป็นภาคขนส่งที่มีการใช้งานรถไฟฟ้าตลอดทั้งวัน ขนาดของแบตเตอรี่ที่ติดมากับรถจะไม่เพียงพอต่อการอัดประจุไฟฟ้ามาจากบ้าน จึงมีความต้องการที่จะอัดประจุไฟฟ้าระหว่างวัน เมื่อมีการขับไปต่างจังหวัดที่อยู่ไกล การบรรทุกของหนักมาก การที่รถติดนานหลายชั่วโมงในเมืองใหญ่ หรือการใช้ระบบอัจฉริยะประมวลผลและมีสื่อสารต่างๆ เช่น ระบบ Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), Autonomous, and Connected ก็จะทำให้ไฟฟ้าในแบตเตอรี่ถูกใช้ให้หมดเร็วขึ้น ทำให้จะเกิดความต้องการอัดประจุไฟฟ้าระหว่างวันทั้งแบบ การอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) ผ่านสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ (Public Charging Station) โดยรถไฟฟ้าบางรุ่นสามารถอัดประจุไฟฟ้าจาก 0-80% ในเวลา 30 นาที และการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge) ใช้เวลาอัดประจุไฟฟ้าจาก 0-100% ในเวลา 5 ชั่วโมง เป็นต้น แม้ว่ารถไฟฟ้าสามารถอัดประจุไฟฟ้าที่บ้านได้ แต่การใช้งานที่ต้องใช้งานมากเป็นพิเศษ ก็ยังเป็นข้อกังวลใจของผู้ซื้ออยู่ค่อนข้างมาก ปัจจุบันประเทศไทยมีสัดส่วนจำนวนสถานี Quick Charge และ Normal Charge จำนวนไม่มากนัก

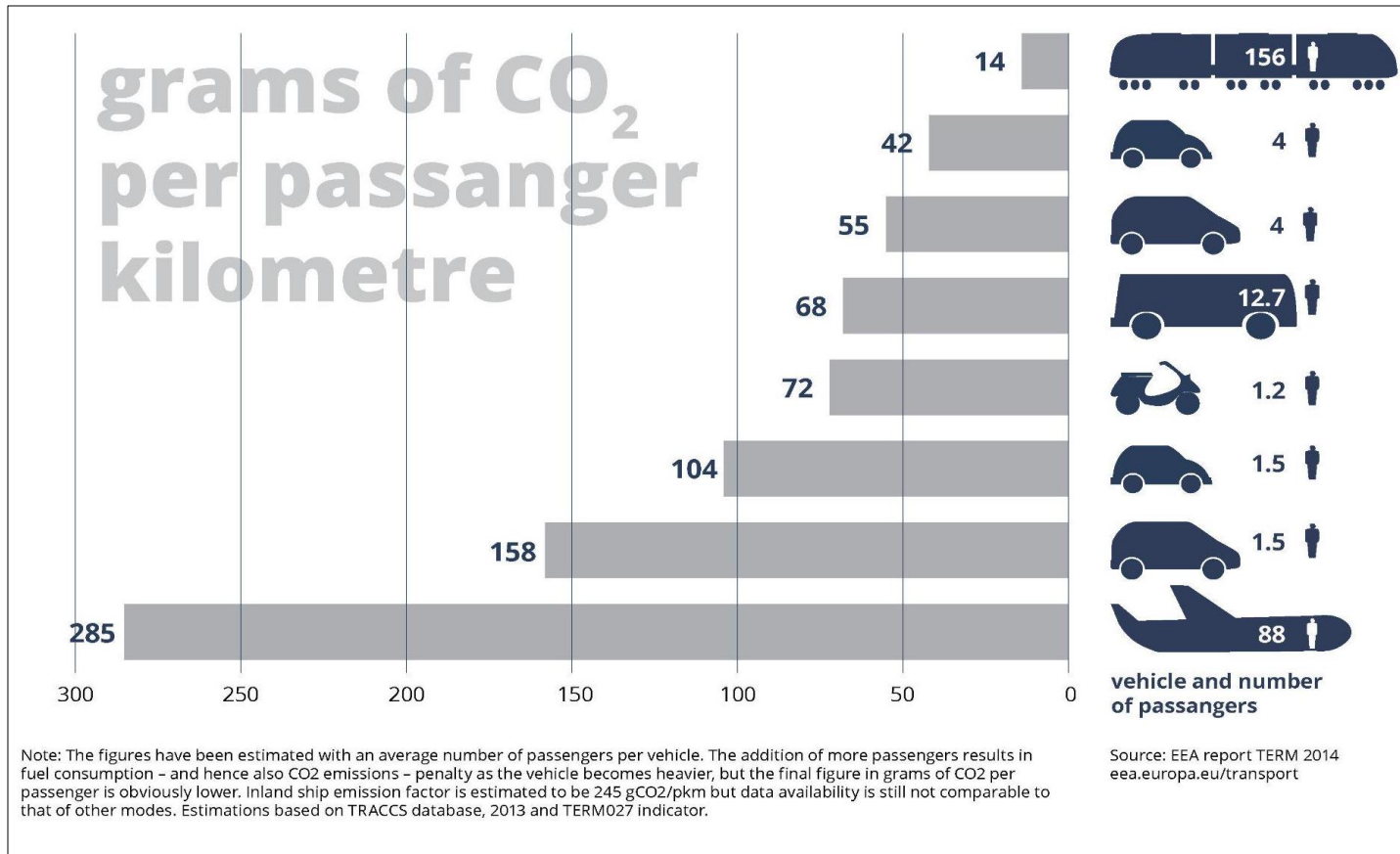
การวิเคราะห์เรื่องราวที่มีความซับซ้อน (Complex Scenario) มีองค์ประกอบหลากหลาย (Multiple Factors) เพื่อหาช่องว่าง (Gap Analysis) และโอกาสในแต่ละเซกเมนต์ (Segments) จากข้อมูลในปัจจุบันสามารถสรุปได้ดังบทวิเคราะห์ ต่อไปนี้

## 1. รถสองล้อเครื่อง (Two-Wheelers)

ปัจจุบันรถสองล้อเครื่อง (2-wheelers) เช่น รถสกูตเตอร์ (Scooter) และรถจักรยานยนต์ (Motorcycle) ที่จำหน่ายในประเทศไทย มียอดจำหน่ายในประเทศปีละประมาณ 2,000,000 คัน และมีจำนวนรถที่ได้จดทะเบียนในประเทศไทยรวม 21,000,000 คัน ในขณะที่เดียวกันการขับขี่รถสองล้อเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุและมีการเสียชีวิตจากสูงเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย เนื่องจากรถสองล้อเครื่องเป็นหนึ่งในตัวเลือกซึ่งมีความเหมาะสมกับสภาพการจราจรทั้งในเมืองใหญ่และในต่างจังหวัด จากสถิติการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย พบว่ามียอดการจดทะเบียนจำนวนไม่มากนักเนื่องจากสินค้ายังไม่ตอบสนองความต้องการของตลาด ในด้านราคาและคุณภาพ ความน่าเชื่อถือและจำนวนของศูนย์ซ่อมบำรุง โดยรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 100% (2-wheelers – BEV) มียอดการจดทะเบียนจำนวน 658 คัน ในเดือน มิ.ย. ปี 2563 และมียอดการจดทะเบียนจำนวน 734 คัน ในเดือน พ.ย. ปี 2562 ซึ่งเป็นการเติบโตถึง 560% เมื่อเทียบกับยอดจดทะเบียนในปี 2561 จำนวน 131 คัน ในระยะเวลาเดียวกัน โดยส่วนใหญ่เป็นรถที่นำขึ้นส่วนสำคัญจากต่างประเทศเข้ามาประกอบในประเทศไทย ในส่วนสถิติของรถจักรยานยนต์แบบไฮบริด (2-wheelers – HEV&PHEV) มียอดการจดทะเบียน 3,924 คัน ในเดือน พ.ย. ปี 2562 ซึ่งเป็นการเติบโตถึง 3,773% เมื่อเทียบกับยอดจดทะเบียนในปี 2561 จำนวน 106 คัน ในระยะเวลาเดียวกัน จะเห็นว่าทั้ง 2-wheelers แบบ BEV และ HEV&PHEV มียอดการเติบโตอย่างก้าวกระโดดเมื่อเทียบปริมาณปีต่อปี อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนในประเทศไทยในภาพรวมยังคงมีสัดส่วนที่น้อยอยู่มากเมื่อเทียบกับรถจักรยานยนต์แบบเครื่องยนต์สันดาปภายใน

ปัจจุบัน มีบริษัทเข้ามาทำตลาดจักรยานยนต์ไฟฟ้าทั้งแบบนำเข้ามายังทั้งคัน และการมาตั้งโรงงานผลิตในประเทศไทย เช่น NIU (จีน), SWAG, EV speed, Deco Green Energy (ไต้หวัน), Tatung (ไต้หวัน), FSMART, AU เป็นต้น และมีการเปิดตัวในรูปแบบการใช้งานรถขนส่งและการพัฒนาแพลตฟอร์ม เช่น บริษัท DHL มีการเปิดตัวการใช้งานรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการขนส่งพัสดุ, ไปรษณีย์ไทย ร่วมกับ Banpu NEXT นำรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้งานจำนวน 100 คัน, Grab เปิดตัวโครงการ Grab Green Wheels, บางจาก ทดลองให้เช่าจักรยานยนต์ไฟฟ้าวันละ 150 บาทเพื่อให้บริการ จำนวนเริ่มต้น 10 คัน, DTAC พัฒนาตัวเองไปเป็นผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม, Bosch มีการนำเข้ามาจากเยอรมนีเข้ามาทดลองทำตลาด, FOMM AWD Scooter มีการเปิดตัวรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ที่ขับเคลื่อนทั้ง 2 ล้อผ่านมอเตอร์ 2 ตัวที่ให้กำลังสูงสุดรวม 7.5 กิโลวัตต์ (10 แรงม้า) แรงบิด 420 นิวตันเมตร ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี่ขนาด 2.96 กิโลวัตต์ชั่วโมง 2 ลูก บรรทุกได้ 2 คน ยังไม่มีวางจำหน่าย, HONDA PCX EV มีการทดลองระบบการแบ่งปันกันใช้งานและระบบสลับแบตเตอรี่ ยังไม่มีวางจำหน่าย และมีสถาบันการเงินที่ปล่อยสินเชื่อเช่าตลาดรถยนต์ไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ธนาคารกรุงศรี, เกียรตินาคิน และซีไอเอ็มบี ซึ่งแนวโน้มการใช้งานรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจะมีผู้เล่น และได้รับความนิยมมากขึ้น

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในพบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 1.5 คน) มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 104 กรัม รถจักรยานยนต์ (จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ย 1.2 คน) มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 72 กรัม หรือรถจักรยานยนต์มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> คิดเป็น 70% ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ทั้งที่มีขนาดเครื่องยนต์และขนาดตัวรถที่เล็กกว่ามาก (รูปที่ 5) แต่การแก้ปัญหา CO<sub>2</sub> ในประเทศไทยยังไม่มีการพูดถึงการแก้ปัญหาจากรถจักรยานยนต์น้ำมันมากนัก



รูปที่ 5 : คาร์บอนไดออกไซด์กรัมต่อจำนวนผู้โดยสารต่อระยะทาง 1 กม. (grams of CO<sub>2</sub> per passenger kilometre)

ในประเทศจีน รัฐบาลกำหนดให้รถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) เปลี่ยนมาเป็นรถจักรยานยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า (BEV) เพื่อแก้ไขปัญหาในระยะยาวเรื่องมลพิษทางอากาศ PM 2.5 จากคมนาคมขนส่ง ซึ่งหลังจากได้มีการบังคับใช้กฎหมายการห้ามจำหน่ายจักรยานยนต์น้ำมันไปได้อีกปี ได้ทำให้เมืองขนาดใหญ่มีคุณภาพอากาศดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ปัจจุบันมีรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน 200,000,000 คัน เป็นการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ปลดปล่อยมลพิษ และเป็นธุรกิจขนาดใหญ่มีการจำหน่ายจักรยานยนต์ไฟฟ้าปีละกว่า 35,000,000 คัน มีบริษัทผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 700 ราย สร้างให้เกิดห่วงโซ่อุตสาหกรรม (industry chain) มีมูลค่า US\$30 billion ภายในประเทศจีนอย่างเดียว รถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีหลายขนาดทั้งแบบที่เป็นรถราคาถูก และรถที่มีราคาสูง และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขับขี่ สามารถอัดประจุไฟฟ้าจากที่บ้านหรือที่ทำงานได้โดยปลั๊กไฟฟ้าแบบธรรมดาที่มีตัว adaptor สำหรับแปลงความดันไฟและใช้สายไฟฟ้าแบบปกติ ทำให้มีความสะดวกและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอย่างรวดเร็ว ทำให้คุณภาพอากาศในเมืองใหญ่ดีขึ้น และช่วยลดอุบัติเหตุทางการจราจรจากรถจักรยานยนต์ในประเทศจีนเนื่องจากผู้ขับขี่มีตัวเลือกที่จะนำรถจักรยานยนต์ที่มีความเร็วต่ำมาใช้ได้

ไต้หวัน ได้กำหนด EV milestones ให้ ปี 2035 รถ Scooter ที่ซื้อใหม่ ต้องเป็นรถ Scooter ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และให้การสนับสนุนโดยการให้แรงจูงใจ incentives เป็นเงิน (Subsidy) ในการซื้อรถ E-Scooter ใหม่จำนวน US\$230-330 แบตเตอรี่ที่ผลิตในประเทศ US\$70 และการให้เงินสนับสนุนในการลงทุน

โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ที่จำเป็น เช่น สถานีสลับแบตเตอรี่ (Battery Swapping Stations), สถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Stations) โดยให้การสนับสนุน 49% ของมูลค่าหรือไม่เกิน US\$10,000/case ในเดือน ก.พ. ปี 2019 ได้หวั่นมียอดจำหน่ายจักรยานยนต์ไฟฟ้าสะสมจำนวน 210,000 คัน และมีจำนวน energy stations รวม 2,547 แห่ง แบ่งเป็น มีจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำนวน 1,343 charging stations, มีสถานีสลับแบตเตอรี่จำนวน 1,231 swapping stations โดย 45% อยู่ในเมืองที่มีประชากรหนาแน่น และมีจำนวนรถจักรยานยนต์แบบ ICE สะสมจำนวน 13,800,000 คัน ในปี 2018 ทำให้ปัจจุบันสภาพคุณภาพอากาศในได้หวั่นมีความสะอาดมากกว่าเดิมมาก และอุตสาหกรรม E-Scooter มีความเข้มแข็งด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและเติบโต และได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งผลิตขายในตลาดในประเทศและสามารถส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและบริษัทจักรยานยนต์ทั้งของไทยและต่างประเทศที่ตั้งโรงงานการผลิตอยู่ในไทย ได้มีหารือกันเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2563 เรื่องการตั้งคณะทำงานเพื่อศึกษาหาแนวทางในการใช้เทคโนโลยีแบตเตอรี่แบบถอดเปลี่ยนได้ (Battery Swapping Technology) ความร่วมมือกันเกี่ยวกับ การกำหนดระบบสลับแบตเตอรี่กลาง โดยรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจากค่ายไหนก็สามารถมาใช้งานสลับแบตเตอรี่ได้ ซึ่งจะทำให้ราคาของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าถูกลงได้มาก นอกจากนี้ค่ายญี่ปุ่นอย่าง บริษัท Honda, Yamaha, Kawasaki, และ Suzuki ได้เริ่มมีการทำโครงการ EV ร่วมกัน โดยการนำรถให้บุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยโอซากาได้ทดลองใช้ และมีสถานี (ร้านค้า) รับสลับแบตเตอรี่ลูกใหม่ในเวลาไม่กี่วินาที เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาและคาดหวังในการใช้งานในเชิงพาณิชย์ แทนการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้เวลาในการอัดประจุไฟฟ้านาน

ในประเทศไทย รัฐบาลจึงควรกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ และโครงสร้างพื้นฐานรองรับ เพื่อให้เกิดการใช้งานในตลาดมากขึ้นเช่นกัน โดยกำหนดรูปแบบการใช้งาน แผน milestones กำหนดเป้าหมายที่ท้าทายว่าจะไปถึงในปี พ.ศ. ไต และการริเริ่มเป็นผู้นำการใช้งานจากหน่วยงานภาครัฐ การสนับสนุนให้มีการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าความเร็วต่ำในประเทศไทย และการกำหนดให้การซื้อรถคันใหม่ให้เป็นรถ ZEV จะช่วยแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ PM 2.5 และการลดอุบัติเหตุสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ ได้อีกเป็นจำนวนมาก

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) เสนอให้รัฐบาลการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub>, PM 2.5) และการลดอุบัติเหตุและยอดผู้เสียชีวิต โดยกำหนดให้ผู้ที่ต้องการซื้อรถจักรยานยนต์ใหม่ให้ซื้อเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และกำหนดให้ปี 2035 เป็นปีที่รถจักรยานยนต์ใหม่ทั้งหมดต้องเป็นรถที่ปล่อยมลพิษทางอากาศเป็นศูนย์
- 2) กำหนดเกณฑ์และมาตรฐานบังคับด้าน performance และ safety สำหรับชิ้นส่วนสำคัญของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และโครงสร้างพื้นฐานด้านการอัดประจุไฟฟ้า Quick Charge และสถานีสลับแบตเตอรี่ Battery Swapping Stations ที่จะได้รับการส่งเสริม Incentives จากภาครัฐ
- 3) สนับสนุนการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว Quick Charge และสถานีสลับแบตเตอรี่
- 4) การกำหนดและประกาศ Clean Air Zone ในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง (CO<sub>2</sub>, PM 2.5) เพื่อลดมลพิษทางอากาศและสร้างความตระหนัก โดยร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำ Clean Air Action Plan/ Act

## 2. รถสามล้อเครื่อง และรถความเร็วต่ำ (Three-Wheelers, and Low-Speed EV : LSEVs)

กฎหมายที่ใช้บังคับเกี่ยวกับการจดทะเบียนของรถสามล้อเครื่องของประเทศไทย ยังต้องมีการปรับปรุงให้ทันสมัย (ปัจจุบัน ยังคงมีกฎกระทรวงคมนาคมประกาศรับจดทะเบียนรถประเภทสามล้อ เพื่อใช้งานเพิ่มเติมในด้านต่างๆ ที่มีความหลากหลาย)

ปัจจุบัน การพัฒนาเทคโนโลยีและโอกาสในการใช้งานของรถสามล้อเครื่องได้เปลี่ยนแปลงไปมาก การกำหนดให้การจดทะเบียนรถสามล้อเครื่อง หรือรถตุ๊กตุ๊ก ได้เพียง 2 ประเภท คือ รถยนต์ประเภท 4 (รย.4) สำหรับรถสามล้อส่วนบุคคล และ รถยนต์ประเภท 8 (รย.8) สำหรับรถสามล้อรับจ้าง นั้นจึงควรมีการพิจารณาเพื่อปรับปรุงระเบียบให้เหมาะสมให้เป็นปัจจุบัน จากข้อมูลสถิติ (มีนาคม 2560) มีรถสามล้อจดทะเบียน ส่วนบุคคล (รย.4) จำนวน 1,636 คัน และสามล้อรับจ้าง (รย.8) จำนวน 20,389 คัน รวมทั้งสิ้น 22,025 คัน เป็นรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำนวน 10,201 คัน และเป็นรถสามล้อรับจ้างประมาณ 9,000 คัน รถตุ๊กตุ๊ก เป็นรถรับจ้าง จะใช้วิ่งภายในเมืองมีจำนวนที่นั่ง 3-4 ที่นั่ง และชื่อเสียงของรถตุ๊กตุ๊กเป็นรถที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากสามารถใช้งานได้หลายรูปแบบทั้งการขนส่งผู้โดยสาร ขนส่งสินค้า รวมถึงเป็นรถที่มีความโดดเด่น มีสีสัน รูปลักษณ์ปรับเปลี่ยนไปตามพื้นที่ และมีเสียงเครื่องยนต์ที่เป็นเอกลักษณ์ จึงทำให้ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยรถตุ๊กตุ๊กยังไม่สามารถจดทะเบียนในประเทศไทยได้ในทุกพื้นที่ เนื่องจากติดปัญหาข้อกำหนดเรื่องจำนวนไคว์ด้าการจดทะเบียน และส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตจากต่างประเทศเข้ามาตั้งโรงงานการผลิตรถตุ๊กตุ๊กในประเทศไทยและส่งออกมาตลาดในต่างประเทศ เช่น ในกลุ่มยุโรป

ปัจจุบัน รถสามล้อเครื่องไฟฟ้า ที่จดทะเบียนสะสมในประเทศไทยมีจำนวนประมาณ 149 คัน (ข้อมูล 30 มิ.ย. 63) โดยมีบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายรถสามล้อเครื่องไฟฟ้า เช่น บริษัท สตาร์ 8 (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท เอส บี เอ็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, บริษัท เออร์เบิน โมบิลิตี้ เทค จำกัด, บริษัท ลีบอน พลังงานใหม่ จำกัด, บริษัท ไทย คิงมอเตอร์ อินโนเวชั่น จำกัด, บริษัท ลีอกซ์เลย์ จำกัด (มหาชน), บริษัท ไทย ตุ๊ก ตุ๊ก มอเตอร์ จำกัด, บริษัท อาร์เอ็มเอ กรุ๊ป จำกัด, บริษัท คลินฟูเอล เอ็นเนอร์ยี เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด, บริษัท มนตรีมอเตอร์ จำกัด, บริษัท พิค เพาเวอร์ มอเตอร์ จำกัด, ห้างหุ้นส่วนจำกัด ดีทีมอเตอร์กรุ๊ป, บริษัท เอทีอี พลัส (ประเทศไทย) จำกัด, และบริษัทโตโยตรอน มอเตอร์ จำกัด เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะจำหน่ายรถที่มีคุณสมบัติที่สามารถจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้แล้ว ยังมีการจำหน่ายรถที่วิ่งในพื้นที่เฉพาะ (ที่ไม่จำเป็นต้องจดทะเบียน) ให้กับธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ โรงแรม และคอนโดมิเนียม เพื่อนำไปใช้รับส่งผู้เดินทางภายในโครงการ ได้อีกด้วย จะขอยกตัวอย่าง รถสามล้อเครื่องไฟฟ้าที่มีการพัฒนาและใช้งานในลักษณะต่างๆ กัน เช่น กทม. บน Platform MuvMi, เชียงใหม่ จาก PEA Encom และบน Platform Grab, และการทดสอบการใช้งาน BKK-Paris เป็นต้น ดังนี้

รถสามล้อเครื่องไฟฟ้าที่วิ่งให้บริการในพื้นที่จังหวัด กทม. เช่น บริษัท เออร์เบิน โมบิลิตี้ เทค จำกัด เป็นบริษัท Startup ที่พัฒนารถสามล้อเครื่องไฟฟ้าแบรนด์มูฟ Muv และพัฒนา Application มูฟมี (MuvMi) ที่ใช้เรียกรถสามล้อไฟฟ้าตามความต้องการ (On-demand) โดยให้บริการในรูปแบบแชร์ริ่ง (Sharing) เส้นทางเดียวกันไปด้วยกัน จึงทำให้ราคาค่าบริการถูกลงทุกครั้งที่มีจำนวนผู้โดยสารขึ้นรถเพิ่มขึ้น โดยเน้นบริการไปที่การเชื่อมต่อกับขนส่งมวลชน (First mile/last mile) และการเดินทางในพื้นที่ชุมชนโดยรอบ นอกจากนี้จะเป็นธุรกิจที่ตอบรับกับเศรษฐกิจสีเขียวแล้ว ยังช่วยให้การเดินทางคล่องตัวขึ้น และเสริมภาพลักษณ์รถตุ๊กตุ๊กไทยให้ดูทันสมัย Muv

ได้รับการส่งเสริมด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ NIA ซึ่งได้สนับสนุนเงินทุน องค์ความรู้ และผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนารถต้นแบบ รวมถึงศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และเครือข่ายมหาวิทยาลัย ที่ช่วยออกแบบและผลิตรถให้มีคุณภาพมาตรฐาน โดยตัวรถมีคุณสมบัติเด่นคือ โครงสร้างเป็น space frame และมีระบบควบคุมแบบ feedback control เพื่อควบคุมความเร็วและความสมดุลของรถ และได้รับการตอบรับที่ดีจากกลุ่มผู้ใช้งานตามแนวจุดรับส่งกว่า 140 จุด เช่นบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บริเวณรถไฟฟ้า BTS สถานีอารีย์, MRT สถานีกำแพงเพชร, และ MRT สถานีพหลโยธิน เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้เปิดโอกาสให้กลุ่มลูกค้าบุคคลทั่วไปรวมทั้งองค์กรต่างๆ สามารถใช้บริการ โดยเฉพาะการนำเที่ยวรอบเมืองและสถานที่ท่องเที่ยวยอดนิยม เช่น บริเวณเกาะรัตนโกสินทร์, เขาวราช, พาหุรัด, และถนนข้าวสาร เป็นต้น โดยปกติค่าบริการต่อเที่ยวเริ่มต้นที่ 15 บาท สูงสุด 75 บาท ใช้บริการได้สูงสุดได้ 6 ที่นั่งต่อรถ 1 คัน ซึ่งตอบรับกับแนวคิดการเป็น Smart City ได้เป็นอย่างดี แต่ด้วยราคาต้นทุนแบตเตอรี่ที่สูงตกประมาณ 200,000 บาท ใกล้เคียงกับราคาตัวรถประมาณ 250,000 บาท ทำให้จำนวนการผลิตรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าระยะแรกมีจำนวน 20 คัน ส่วนที่เหลือ 15 คันที่ยังเป็นรถสามล้อเครื่องแบบระบบแก๊ส และบริษัทมีแผนผลิตรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าเพิ่มอีกจำนวน 100 คัน เพื่อรองรับกระแสความต้องการของ Mobility on Demand (MoD), และ Mobility as a Service (MaaS) ที่มากขึ้น และส่วนหนึ่งเกิดจากปัญหาฝุ่น PM 2.5 ทำให้คนหันมาสนใจบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หากมีการผลิตจำนวนมากจะเกิด Economy of scale ทำให้ราคาผลิตต่อหน่วยถูกลง ปัจจุบัน Muv ได้รับความสนใจจากบริษัท Banpu NEXT เข้าถือหุ้นในสัดส่วน 23% อย่างไรก็ดี หากมีการส่งเสริมให้เปิดให้มีการจดทะเบียนรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าใหม่ที่มีมาตรฐานในกรุงเทพฯ ให้มีจำนวนมากขึ้น จะมีส่วนในการช่วยแก้ปัญหาฝุ่น PM 2.5 ได้มากขึ้น

รถสามล้อเครื่องไฟฟ้าที่วิ่งให้บริการในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เช่น บริษัท PEA Encom มีรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าให้บริการจำนวน 100 กว่าคัน (จากเป้าหมายกรมการขนส่งทางบกที่จะส่งเสริมให้มีรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าจดทะเบียนในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 450 คัน) นิ่งสบายขึ้น ตัวรถมีขนาดยาวกว่ารถตุ๊กตุ๊กเดิม ราคาของรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าจะมีราคาอยู่ที่คันละประมาณ 450,000-500,000 บาท แพงกว่าเครื่องยนต์เดิมเพราะว่าแบตเตอรี่ราคาสูงกว่า 100,000 บาท มีอายุการใช้งานประมาณ 6 ปี รับประกัน 3 ปี และแบตเตอรี่จะมีการพัฒนาให้ดีขึ้นในอนาคต แม้ว่าราคาแบตเตอรี่จะสูงแต่ก็ประหยัดกว่าการเติมแก๊สแบบเดิมและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากค่าแก๊สเดือนละ 3,000 เหลือเป็นการจ่ายค่าไฟราคาเดือนละ 600 บาท กลุ่มชมรมผู้ขับขี่รถยนต์สามล้อตุ๊กตุ๊กภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่ ได้มีการทดลองให้บริการในปี 2559 และมีการจดทะเบียนในปี 2560 ที่ให้บริการอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge) จำนวน 4-5 สถานี ใช้เวลาในการอัดประจุไฟฟ้า 3 ชั่วโมง วิ่งได้ 50-100 km ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง และในอนาคตต้องการพัฒนาทำให้เป็นการอัดประจุแบบเร็ว (Quick Charge) ใช้เวลาในการอัดประจุ 15 นาที วิ่งได้ 180-200 km ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง เพื่อให้สมาชิกวิ่งรอบได้มากขึ้น และ PEA มีแผนจะขยายสถานีอัดประจุไฟฟ้าเป็นจำนวน 100 สถานี ในอนาคต ในช่วงเกิดวิกฤต Covid-19 ที่คนขับยังต้องผ่อนรถอยู่ทาง PEA Encom มีการพักชำระหนี้ให้สมาชิก 6 เดือน โดยที่ไม่ต้องมีการผ่อนชำระทั้งต้นทั้งดอก และจะพิจารณาต่อในอนาคต คนที่จะเป็นเจ้าของรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าได้ ต้องเป็นคนเชียงใหม่ มีใบอนุญาตขับรถสามล้อสาธารณะเป็นสมาชิกชมรมผู้ขับขี่รถยนต์สามล้อ และ PEA Encom สนับสนุนให้คนขับสามารถซื้อเป็นเจ้าของรถตุ๊กตุ๊กได้เอง โดยที่ไม่ต้องไปเช่าของส่วนกลาง

Grab พร้อมด้วยหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ร่วมลงนามในบันทึกข้อตกลงจัดตั้งเครือข่ายระบบการคมนาคมที่ฉลาดในเมืองเชียงใหม่ (Chiang Mai Smart Mobility Alliance Network) เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2562 โดยต้องการลดปริมาณการใช้รถยนต์ส่วนตัวลงร้อยละ 35 ภายใน 5 ปี มุ่งลดมลพิษทางอากาศ และแก้ไขปัญหาการจราจรในจังหวัดเชียงใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนา GrabTukTuk (แกร็บรถสามล้อเครื่องไฟฟ้า) โดยผู้ใช้งานในจังหวัดเชียงใหม่สามารถเรียกรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Grab ได้ในปัจจุบันและถือว่าเป็นครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การดัดแปลงรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าและทดสอบการใช้งานจริง นักศึกษาชาวฝรั่งเศส 3 คน ต้องการทำให้โลกรู้ว่าพลังงานไฟฟ้าสามารถใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้ดีแม้จะเป็นรถสามล้อตุ๊กตุ๊ก จึงได้เริ่มดัดแปลงรถสามล้อเครื่องไฟฟ้าที่ประเทศไทย ให้มีความจุแบตเตอรี่ LiNiMnCo (NMC) 35 kWh วิ่งได้ระยะทาง 350 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง มีน้ำหนัก 232 กิโลกรัม ซึ่งจำเป็นต้องทำโครงสร้างขึ้นมารองรับใหม่ โดยออกแบบขยายความยาวกว่ามาตรฐานทั่วไปอีกประมาณหนึ่งฟุตเพื่อใช้เป็นที่ยางแบตเตอรี่แพคทั้งหมด งบประมาณการดัดแปลงจากระบบเครื่องยนต์มาเป็นระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ารวม 350,000 บาท มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่เกือบหมด ต้นทุนหลักคือแบตเตอรี่และชุดควบคุม 200,000 บาท ส่วนประกอบอื่นๆ และค่าแรงงานดัดแปลง 150,000 บาท มองว่าหากผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต้นทุนจะสามารถลดลงได้มากกว่านี้ โดยได้เดินทางสำเร็จตามเป้าหมายที่ยาวไกลจากกรุงเทพถึงฝรั่งเศส รวมระยะทาง 20,000 กม. ใช้เวลา 120 วัน

ปัจจุบัน เมื่อเทียบกับรถสามล้อเครื่องแบบดั้งเดิม รถสามล้อเครื่องไฟฟ้าคันใหม่ที่จดทะเบียนได้จะมีราคาประมาณ 2 เท่า (เนื่องจากจะมีค่าซื้อป้ายทะเบียนรถตุ๊กตุ๊กเก่า 1-200,000 บาท เนื่องจากปัจจุบันรถตุ๊กตุ๊กที่ได้รับการอนุญาตให้จดทะเบียนในกรุงเทพได้นั้นมีการจำกัดจำนวน จึงมีการนำทะเบียนของรถเก่ามาขายในตลาด) และรถ 3 ล้อไฟฟ้า มีระยะทางในการวิ่งที่จำกัด หากมีโครงสร้างพื้นฐานด้านการอัดประจุไฟฟ้าไม่เพียงพอ จะส่งผลถึงรายได้ของผู้ที่ทำการเดินรถลดลง สำหรับรถ 3 ล้อ ZEV ควรให้การสนับสนุนระบบแบตเตอรี่แบบสลับกันใช้ (Swapping Battery) หรือการอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) ซึ่งจะช่วยสร้างความเป็นไปได้ที่จะก้าวข้ามข้อจำกัดด้านระยะทางในการวิ่งในเมืองชั้นใน ที่มีสภาพการจราจรที่แออัดและมีปริมาณรถจำนวนมาก มีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดมาตรฐานขนาดของแบตเตอรี่แบบสลับกันใช้ หรือแบตเตอรี่สำหรับการอัดประจุแบบเร็ว โดยรถสามล้อที่จะผลิตใหม่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในอนาคตที่จะเป็นรถ ZEV 100% ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้รถขนส่งสาธารณะ (Public Fleets) เป็นรถสามล้อใหม่ ZEV ได้ตามเป้าหมาย 100% ในปี 2030

ในต่างประเทศ อาทิ ประเทศจีน ฟิลิปปินส์ อินเดีย นอกจากใช้ในการเดินทางของคนแล้วยังได้มีการใช้รถสามล้อไฟฟ้าในการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ (Public and Private Fleets) เช่น เป็นรถขนส่งสินค้าทางการเกษตรจากฟาร์มที่มีพื้นที่ที่มีถนนที่แคบเล็กและมีความลาดชัน ขนส่งไปขายในพื้นที่ที่ต้องการได้ง่ายมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความต้องการขนส่งสินค้าและวัสดุทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เป็นรถส่งไปรษณีย์จดหมายและพัสดุสำหรับหน่วยงานของรัฐบาลหรือบริษัทเอกชน เนื่องจากเป็นรถขนาดเล็ก (Compact Vehicle) และจุของได้พื้นที่มาก มีความคล่องตัวสามารถขับไปได้ในพื้นที่แคบๆ เป็นรถที่ใช้ในการขนส่งอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น เศษวัสดุก่อสร้าง ของใช้มือสองที่มีขนาดใหญ่คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะเก่า เพอร์นิเจอร์ โซฟาโต๊ะเก้าอี้เก่า ชิ้นส่วนรถยนต์อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เก่า หรือวัสดุสิ่งของที่มีน้ำหนักเบาและมีขนาดความ

ยาวมากกว่าตัวรถ นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบปรับเปลี่ยนกระบะด้านหลังให้ใช้เป็น Food Truck สำหรับร้านขายเครื่องดื่มหรืออาหารที่จอดอยู่ในพื้นที่ที่กำหนด หรือเป็นรถให้บริการต่างๆ เช่น การเข้าไปซ่อมบำรุงรถยนต์ที่เสีย เป็นต้น และยังเป็นการสร้างผู้ประกอบการให้มีความสามารถและประสบการณ์ในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ที่จะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีระดับที่สูงขึ้นได้ในอนาคต และสามารถสนับสนุนให้สินค้ามีราคาที่เป็นมิตร เมื่อมีการผลิตเป็นจำนวนมากพอจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง (Economy of Scale) เป็นสินค้าที่มีประสิทธิภาพการใช้งานและคุณภาพเป็นที่ยอมรับสามารถส่งสินค้าออกไปยังต่างประเทศได้ด้วยอีกทาง

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) ภาครัฐส่งเสริมให้เกิดการใช้งานรถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้าในประเทศให้มากขึ้น เนื่องจากเป็นรถที่เป็นสัญลักษณ์ของประเทศไทยจึงควรปรับแก้กฎระเบียบที่เป็นปัญหาข้อขัดต่างๆ เรื่องการจดทะเบียนเพื่อใช้งาน
- 2) การสนับสนุนให้บริษัทของคนไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกไปยังต่างประเทศเสนอให้มีการอนุญาตให้สามารถจดทะเบียนรถสามล้อไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น และเพิ่ม Category ของรถสามล้อเครื่องและรถความเร็วต่ำ
- 3) สนับสนุนให้มีการดัดแปลง EV Conversion และพัฒนาออกแบบรถใหม่ New EV ประเภทรถสามล้อเครื่อง (Three-Wheelers) และรถความเร็วต่ำใช้งานอเนกประสงค์ (Low-Speed EV : LSEV) ให้เป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยมีการปรับปรุงตัวถังและระบบกักเก็บพลังงานและส่งกำลังไฟฟ้าให้มีความปลอดภัยสำหรับใช้ในการเดินทางและขนส่งสินค้าและการให้บริการได้ง่ายและมีรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการดัดแปลงรถเก่า (EV Conversion) เพื่อลดต้นทุน และการพัฒนารถใหม่แบบ ZEV ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน เพิ่มความปลอดภัยเนื่องจากมีความมั่นคงแข็งแรงกว่ารถมอเตอร์ไซค์ที่มีขนาดเล็กและบรรทุกของได้น้อย อีกทั้งสามารถช่วยประหยัดค่าน้ำมันเนื่องจากใช้ไฟฟ้าที่มีราคาที่ถูกกว่า เชื่อมต่อกับระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ต่อกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ชนบทที่ห่างไกลจากสายส่งไฟฟ้า นอกจากจะกระตุ้นการเติบโตทางเศรษฐกิจฐานรากให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ห่างไกลความเจริญแล้ว ยังสามารถสร้างเสริมเศรษฐกิจหลักได้อีกด้วย



### 3. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถปิกอัพ และรถอเนกประสงค์ (Passenger Cars, Vans, Pickups & Utility Vehicles)

รถในประเทศไทยส่วนใหญ่จำนวน 97% สามารถแบ่งออกเป็นรถประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลขนาดไม่เกิน 7 คน คิดเป็นจำนวน 54% และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล Fleets คิดเป็นจำนวน 43% เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้งานระหว่างรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และรถยนต์ที่นำมาใช้ในธุรกิจภาคการขนส่ง เช่น Fleet รถแท็กซี่, Fleet รถโดยสาร, Fleet รถสามล้อ ในแต่ละวันมีระยะทางในการวิ่ง 3-5 เท่า ซึ่งมากกว่าระยะทางในการวิ่งปกติ ดังนั้นรถที่มีการวิ่งมากก็จะมีค่าใช้จ่ายด้านการใช้งาน (Operating Cost) ที่มากขึ้น ซึ่งจะไปจ่ายคืน (Pay-back) ให้กับเงินที่ได้จ่ายไปในการซื้อครั้งแรก (Capital Cost) ทำให้รถที่วิ่งน้อยมีความคุ้มค่ามากกว่า หากภาครัฐออกมาตรการทางภาษีพลังงาน (Power Tariff) ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถส่งผลกระทบต่อช่วยชดเชยเงินที่ได้จ่ายไปในการซื้อครั้งแรก (Capital Cost) ที่มีการใช้งานน้อยกว่า (Operating Cost) ให้สามารถคืนทุนได้จากการใช้งานที่น้อยกว่าได้เร็วขึ้น ผู้ซื้อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลส่วนใหญ่ จะพิจารณาปัจจัยในการซื้อที่ ราคาขายของรถ (Upfront price) ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ค่าการบำรุงรักษาและบริการ ไฟเจอร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และระยะเวลาในการรับประกัน อย่างไรก็ตาม ผู้ซื้อรถยนต์ในทางธุรกิจพิจารณา ราคา (Capital Cost) ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้งาน (Operating Cost) ราคาขายต่อรถมือสอง และการคืนทุน

ในบทต่อไปนี้จะเป็นการคำนวณให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายการลงทุนครั้งแรกและการคืนทุนจากการใช้งาน BEV ประเภทการใช้งานเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และการใช้งานเป็นรถ Fleets ขนส่งคนหรือสิ่งของ ว่าการใช้งานรถยนต์ในลักษณะใดจะสามารถประหยัดค่าน้ำมันจากการเปลี่ยนเป็นระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่ากัน และจะมีระยะเวลาในคืนทุนนานเท่าใด ตัวอย่าง ต้นทุนรถ ICE เฉลี่ยอยู่ที่คันละ 1,000,000 บาท ต้นทุนรถไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,500,000 บาท ผู้ซื้อต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจำนวน 1,500,000-1,000,000=500,000 บาท เพื่อซื้อรถไฟฟ้าซึ่งในปัจจุบันมีราคาแพงกว่ารถ ICE

- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล มีระยะทางในการวิ่งเฉลี่ยวันละ 40-50 กม.ต่อวัน หากพิจารณาระยะเวลาการใช้งาน 7 ปี จะประหยัดค่าน้ำมันจากการเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ 194,180-383,250 บาท

รถยนต์ไฟฟ้าที่มีค่าใช้จ่ายการอัดประจุไฟฟ้า 0.50-1.0 บาทต่อระยะทางวิ่ง 1 กม. วิ่งเฉลี่ยวันละ 40-50 กม. วิ่ง 7 ปี วิ่งไป 102,200-127,750 กม. จะมีค่าอัดประจุไฟฟ้า 51,100-127,750 บาท

รถยนต์น้ำมันมีค่าใช้จ่ายการเติมน้ำมัน 2.4-4.0 บาทต่อระยะทางวิ่ง 1 กม. วิ่งเฉลี่ยวันละ 40-50 กม. วิ่ง 7 ปี วิ่งไป 102,200-127,750 กม. จะมีค่าเติมน้ำมัน 245,280-511,000 บาท

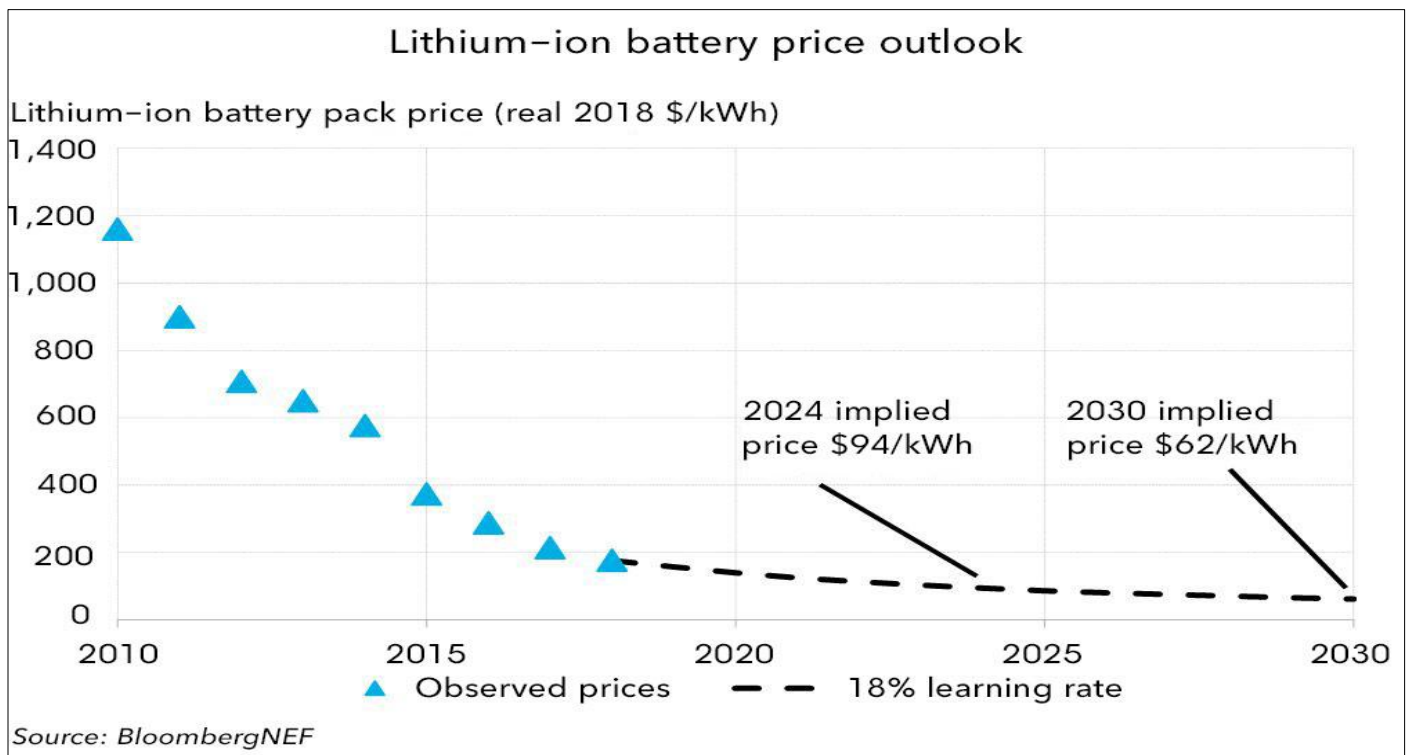
- รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล Fleets มีระยะทางในการวิ่งเฉลี่ยวันละ 200 กม.ต่อวัน หากพิจารณาระยะเวลาการใช้งาน 7 ปี จะประหยัดค่าน้ำมันจากการเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าได้ประมาณ 970,900-1,533,000 บาท

รถยนต์ไฟฟ้าที่มีค่าใช้จ่ายการอัดประจุไฟฟ้า 0.50-1.0 บาทต่อระยะทางวิ่ง 1 กม. วิ่งเฉลี่ยวันละ 200 กม. วิ่ง 7 ปี วิ่งไป 511,000 กม. จะมีค่าอัดประจุไฟฟ้า 255,500-511,000 บาท

รถยนต์น้ำมันมีค่าใช้จ่ายการเติมน้ำมัน 2.4-4.0 บาทต่อระยะทางวิ่ง 1 กม. วิ่งเฉลี่ยวันละ 200 กม. วิ่ง 7 ปี วิ่งไป 511,000 กม. จะมีค่าเติมน้ำมัน 1,226,400-2,044,000 บาท

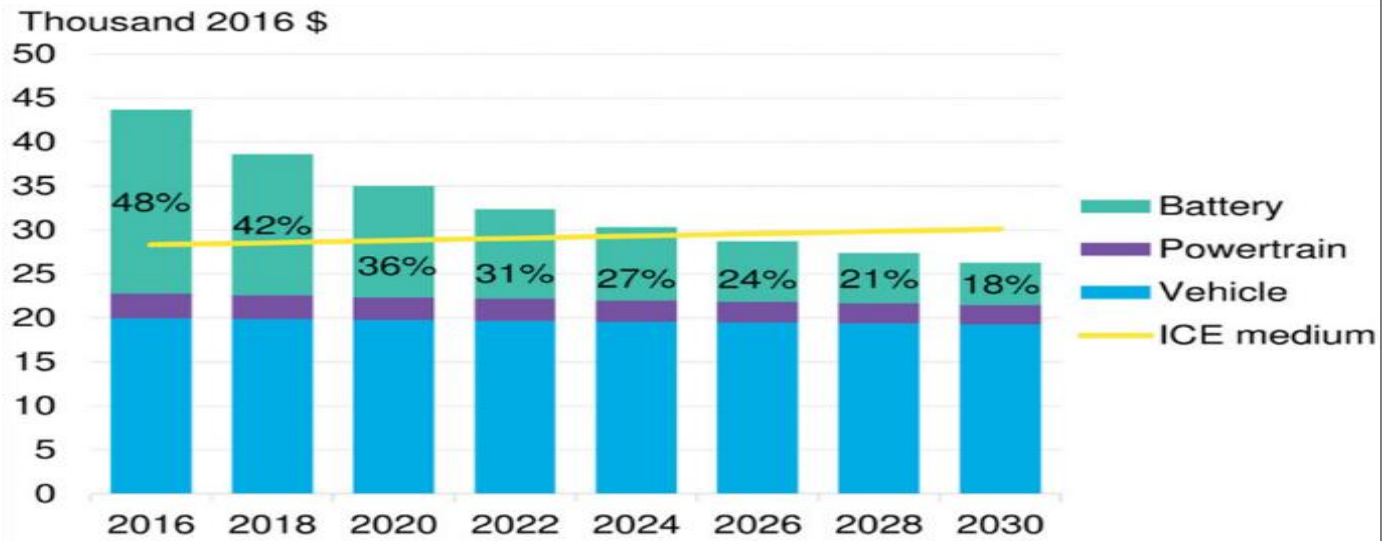
จากตัวอย่างข้างต้น พบว่าหากมีการเปลี่ยนจากรถน้ำมันมาใช้รถไฟฟ้า ถ้าวิ่งระยะทางต่อปีมากเท่าใดก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันลงได้มากเท่านั้น และรถยนต์ไฟฟ้าแบบ Fleets จะมีโอกาสในการคืนทุนได้เร็วกว่ารถยนต์ไฟฟ้าแบบใช้งานทั่วไปที่มีระยะทางในการวิ่งต่อวันวันละ 40-50 กม. ที่อาจไม่มีโอกาสในการคืนทุน ยกเว้นรถยนต์ไฟฟ้ามีราคาเฉลี่ยลงมาใกล้เคียงกับรถ ICE มากขึ้นกว่าในปัจจุบัน (กรณีรถไฟฟ้านำเข้าจากจีน)

ในอนาคต ไม่เพียงรถที่ใช้ในการขนส่งในระบบ Logistics, Fleets ที่จะมีโอกาสคืนทุนมากเท่านั้น (จากการซื้อรถไฟฟ้าที่มีราคาสูงกว่ารถเครื่องยนต์สันดาปภายในและประหยัดน้ำมันจากการวิ่งระยะทางต่อปี) ต่อไปราคาของรถใหม่ที่เป็นรถไฟฟ้าขนาดกลาง เช่น รถยนต์ไฟฟ้าประเภทนั่งส่วนบุคคล (EV Passenger Cars) ซึ่งนับว่าเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จะมีราคาถูกกว่ารถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน และเมื่อรวมค่าใช้จ่ายที่จะประหยัดได้จากการเปลี่ยนจากการใช้พลังงานไฟฟ้าแทนน้ำมันด้วยก็จะมีมูลค่าคุ้มค่าในระยะยาวได้มากขึ้นจากการคาดการณ์การพัฒนาเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดและแนวโน้มความต้องการใช้งานที่มากขึ้นของทั่วโลกจะทำให้มีการผลิตแบตเตอรี่ออกมาในปริมาณที่มากขึ้นและทำให้ราคาของแบตเตอรี่ที่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ในปี 2010 แบตเตอรี่มีราคามากกว่า 1,000 US\$/kWh ในปี 2018 ราคาของแบตเตอรี่ได้ต่ำกว่า 200 US\$/kWh และมีแนวโน้มที่จะลดลงอีกในอนาคต และมีการคาดการณ์ว่า ไม่เกินปี 2025 ราคาของแบตเตอรี่จะต่ำกว่า 94 US\$/kWh และในปี 2030 ราคาของแบตเตอรี่จะต่ำกว่า 62 US\$/kWh (รูปที่ 6) และจะทำให้ราคาของรถยนต์ไฟฟ้าขนาดกลางจะมีราคาต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (เนื่องจากราคาของแบตเตอรี่ที่มีสัดส่วน 48% ของมูลค่ารถยนต์ ในปี 2016, และคาดว่าจะลดลงเหลือประมาณ 24-27% ในปี 2025 ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ามีราคาขายรวมที่ต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน) (รูปที่ 7)



รูปที่ 6 : Battery มีแนวโน้มราคาตกลง โดยในปี 2025 ราคา US\$94/kWh และในปี 2030 ราคา US\$62/kWh

## U.S. medium segment vehicle



ที่มา : Bloomberg New Energy Finance. Note: Estimated pre-tax retail prices

รูปที่ 7 : Battery มีแนวโน้มราคาลดลง ทำให้ราคาของรถยนต์ BEV จะมีราคาที่ถูกกว่ารถ ICE ในปี 2025 ข้อมูล :

เปรียบเทียบตลาด U.S.

ในปี 2025 จากการคาดการณ์ราคาของแบตเตอรี่ลดต่ำลงถึงจุดที่ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าจะมีราคาถูกกว่ารถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในหรือมีความเป็นไปได้สูงมากที่อาจจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่านั้น เนื่องจากการแข่งขันด้านการพัฒนาเทคโนโลยีมีการพัฒนาให้ถูกลงอย่างรวดเร็วในอัตราเร่ง ค่าใช้จ่ายด้านการใช้งานรถด้วยการอัดประจุไฟฟ้านั้นมีราคาถูกกว่าการเติมน้ำมัน ซึ่งได้ทำให้บริษัทรถยนต์ทั้งที่ก่อตั้งมานานและบริษัทหน้าใหม่จากทั่วโลกมีการตั้งเป้าที่จะผลิตรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดมากขึ้น และจะทำให้ผู้ซื้อจะมีตัวเลือกที่สามารถเลือกใช้รถไฟฟ้ามากขึ้น เช่น บริษัทยักษ์ใหญ่ที่เป็นผู้ผลิตรถยนต์อันดับ 1 ของโลกอย่างบริษัท Toyota ได้มีการออกมาประกาศว่าจะมีรถรุ่นใหม่ที่จะออกสู่ตลาดมากกว่า 10 รุ่นและตั้งเป้าการขายรถ BEV และ FCEV จำนวน 1 ล้านคันในปี 2030 และบริษัท Honda ได้ออกมาประกาศว่ายอดขายรถยนต์ไฟฟ้าจะมีสัดส่วน 15% ในปี 2030 และการออกมาประกาศจากบริษัทค่ายรถยุโรปซึ่งเป็นผู้คิดค้นและเป็นผู้นำด้านการพัฒนารถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน บริษัท Daimler ได้ประกาศยกเลิกการพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายในของบริษัทลงอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2562 และจะมุ่งไปพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าแทน ทำให้รถที่จะออกสู่ท้องตลาดในอนาคตของบริษัทจะเป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า บริษัท Volvo ได้ออกมาประกาศว่าในปี 2025 จำนวนรถที่มีการขายกว่า 50% จะเป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า 100% ค่ายรถกลุ่ม Volkswagen ได้ตั้งเป้าในปี 2025 ผลิตรถไฟฟ้าใหม่จำนวน 80 รุ่น มียอดขายรถไฟฟ้า 25% และมียอดขายรถไฟฟ้าสะสมจำนวน 22 ล้านคันภายในปี 2030 บริษัทจากค่ายประเทศจีนได้ออกมาคาดการณ์ยอดขายในอนาคตที่จะเป็นรถที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยบริษัท BYD ตั้งเป้าขายรถไฟฟ้า 600,000 คันในปี 2020 และบริษัท BJEV-BAIC ตั้งเป้าขาย 500,000 คันในปี 2020 และ 1,500,000 คันในปี 2025 เป็นต้น (รูปที่ 8)

#### ASIA

- **Toyota** More than 10 new models by the early 2020s and 1 million BEV and FCEV sales around 2030.
- **Honda** 15% electric vehicle sale share in 2030 (part of two-thirds of electrified vehicles by 2030, globally and by 2025 in Europe).
- **Renault-Nissan-Mitsubishi** 12 new EV models by 2022. Renault plans 20% of the group's sales in 2022 to be fully electric. Infiniti plans to have all models electric by 2021.
- **Mazda** One new EV model in 2020 and 5% of Mazda sales to be fully electric by 2030.
- **Maruti Suzuki** A new EV models in 2020, 35,000 electric car sales in 2021 up to 1.5 million in 2030.
- **Hyundai-Kia** 12 new EV models by 2020.
- **BJEV-BAIC** 0.5 million electric car sales in 2020 and 1.3 million electric car sales in 2025.
- **BYD** 0.6 million electric car sales in 2020.
- **Chonqing Changan** 21 new BEV models and 12 new PHEV models by 2025, 1.7 million sales by 2025 (100% of group's sales).
- **Dongfeng Motor CO** 6 new EV models by 2020 and 30% electric sales share in 2022.
- **Geely** 1 million sales and 90% of sales in 2020.
- **Other Chinese OEMs** 7 million sales in 2020.
- **Mahindra & Mahindra** 0.036 million electric car sales in 2020.

#### EUROPE

- **Volkswagen** 0.4 million electric car sales in 2020, up to 3 million electric car sales in 2025, 25% of the group's sales in 2025, 80 new EV models by 2025 and 22 million cumulative sales by 2030.
- **Mercedes-Benz** 0.1 million sales in 2020, 10 new EV models by 2022 and 25% of the group's sales in 2025. Daimler quitting development of ICE's (Announced on 19 Sep 2019)
- **BMW** 15-25% of the BMW Group's sales in 2025 and 25 new EV models by 2025.
- **Volvo** 50% of group's sales to be fully electric by 2025.

#### AMERICA

- **Tesla** Around 0.5 million sales in 2019 and a new EV model in 2030.
- **FCA** 28 new EV models by 2022.
- **GM** 20 new EV models by 2023.
- **Ford** 40 new EV models by 2022.
- **PSA** 0.9 million sales in 2022.

ที่มา : สอวช. 2562.

รูปที่ 8 : บริษัทผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ทั้งที่ก่อตั้งมานานและหน้าใหม่ ได้ประกาศเป้าหมายการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณายอดขายรถ BEV ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลขนาดปกติที่ขายในประเทศไทย (ทั้งปี) ม.ค.-ธ.ค. 2019 มีจำนวนรวม 1,308 คัน แบ่งเป็นแบรนด์ MG ZS EV 1,197 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 91.5%), Nissan LEAF 93 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 7.1%), Hyundai KONA Electric 10 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 0.8%), Hyundai Ioniq Electric 5 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 0.4%), KIA Soul EV 3 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 0.2%) และยอดขาย (ครึ่งปี) ม.ค.-พ.ค. 2020 MG ZS EV 185 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 93.4%), Nissan LEAF 10 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 5.1%), Hyundai KONA Electric 3 คัน (ส่วนแบ่งตลาด 1.5%) พบว่ารถที่มียอดขายเป็นอันดับ 1 คือ MG ZS EV โดยขายในราคาคันละ 1.2 ล้านบาท ซึ่งขายดีกว่าแบรนด์อื่นเนื่องจากปัจจัยด้านราคาและคุณภาพที่ตรงกับความต้องการจึงได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคที่มากกว่า (ปัจจัยด้านราคา ได้รับยกเว้นการเก็บภาษีนำเข้า 0% จาก ASEAN-China FTA ทำให้สามารถทำราคาได้ดีกว่าคู่แข่ง) และ MG มีแผนที่จะตั้งโรงงานผลิตในประเทศไทย

ในภาพรวม แม้ว่าในปี 2020 จะมียอดขายที่ลดลง เนื่องจากผลกระทบทางเศรษฐกิจจาก Covid-19 แต่ก็ยังนับว่ากระแสการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในไทย เกิดขึ้นเร็วกว่าที่หลายฝ่ายคาดการณ์เอาไว้มาก

หากพิจารณายอดขายรถ BEV ขนาดเล็กที่ขายในประเทศ พบว่ายังมีผู้ผลิตในเชิงพาณิชย์และทดลองผลิตจำนวน 2 บริษัท คือ 1) FOMM เป็นรถสัญชาติญี่ปุ่นผลิตในไทย มีการลงทุน ตั้งโรงงานผลิตในจังหวัดระยอง มูลค่า 1,000 ล้านบาท ขายคันละ 499,000-664,000 บาท แบตเตอรี่แบบ Li-ion ที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ วิ่งได้

ระยะทางสูงสุด 160 กม. ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้งใช้เวลา 6 ชม. ความเร็วสูงสุดได้ไม่เกิน 80 กม./ชม. มีอัตราสิ้นเปลือง 0.30 บาทต่อกิโลเมตร หรือ 48 บาท ต่อระยะทาง 160 กิโลเมตร เป็นหนึ่งในยานยนต์ที่ผ่านมาตรฐานรถยนต์ขนาดเล็ก L6e จากยุโรป ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกันกับที่ใช้ในหมวดรถยนต์ขนาดเล็กและรถจักรยานยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ปัจจุบัน มียอดจองกว่า 700 คัน และมีการส่งมอบแล้วบางส่วน โดยในปี 2562 ได้ส่งมอบแล้วจำนวน 200 คัน ปี 2563 มีกำหนดส่งมอบ 300 คัน และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ. หรือ PEA) สั่งจองเอาไว้ใช้ในกิจการของ กฟภ. จำนวน 209 คัน เพื่อเอาไว้ประจำการใน กฟภ. แต่ละภูมิภาค อำเภอละ 1 คัน ซึ่งเป็นไปตามนโยบายของผู้ว่าการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตามแนวคิด ที่จะทำให้ประชาชนมั่นใจว่ารถไฟฟ้าใช้งานได้จริงและมีความเหมาะสมกับการใช้งาน องค์กรเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าต้องใช้งานเองก่อน ทั้งนี้ เมื่อพิจารณายอดจอง 700 คัน เฉลี่ยเดือนละ 25 คัน ถือว่าเป็นยอดที่สูงมาก เมื่อเทียบกับการที่ FOMM มีตัวแทนจำหน่ายเพียง 2 แห่ง คือ ทองหล่อ กับ กฟภ. งามวงศ์วาน และเมื่อเปรียบเทียบกับ Economy of Scale กับค่ายรถไฟฟ้าแบรนด์อื่นที่มีโชว์รูมจำนวนมากกว่า ใช้งบประมาณด้านการตลาดมากกว่า และขายได้จำนวนมากกว่า ถือได้ว่า FOMM ONE ได้รับการตอบรับที่ดีมาก และมีการวางกลยุทธ์การตลาด โดยการแต่งตั้งให้ PEA Encom เป็นตัวแทนจำหน่าย และได้รับความสนใจจากบริษัท Banpu NEXT ลงทุน 635 ล้านบาท เข้าถือหุ้น 21.5% ในบริษัท FOMM Corporation ประเทศญี่ปุ่น เพื่อต่อยอดธุรกิจผลิตแบตเตอรี่ โดยคาดหวังว่าตลาดรถยนต์ไฟฟ้าของไทยจะมีส่วนแบ่งตลาด 25% หรือ 240,000 คัน ของยอดขายรถยนต์ทั้งประเทศ ภายใน 5 ปีข้างหน้า ตามข้อมูลของศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2) Takano รถปิกอัพไฟฟ้าขนาดเล็ก ความยาว 3.25 ม. แบตเตอรี่ขนาด 11 kWh วิ่งได้ระยะทางสูงสุด 120 km ต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง เป็นรถสัญชาติญี่ปุ่นผลิตในไทย อยู่ในกลุ่มรถแบตเตอรี่ อีวี (BEV) ขนาดเล็ก โดยมาตรฐาน สเปกต่างๆ และส่วนควบผ่านตามข้อกำหนดของหน่วยงานรัฐบาล สามารถจดทะเบียนได้ เน้นการใช้งานในโรงแรม รีสอร์ท โรงงาน มหาวิทยาลัย วิ่งในพื้นที่ของตนเอง ราคา 388,000-438,000 บาทต่อคัน มีโรงงานประกอบอยู่ในนิคมอมตะซิตี้ ชลบุรี ตั้งเป้าผลิต 700-800 คันต่อปี และวางแผนอีก 2 ปี ส่งออกไป ASEAN

อย่างไรก็ดี ในภาวะเศรษฐกิจถดถอยในภาวะ Covid-19 การทำราคาของรถที่ผลิตในประเทศไทยให้มีความน่าสนใจ ยังไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากบริษัทอย่างเช่น FOMM หรือ Takano เป็นรถที่มียอดขายที่เพิ่งเริ่มต้นและยังไม่ได้มีการผลิตจำนวนมากพอ (Mass production) ที่จะทำให้เกิดข้อได้เปรียบด้านต้นทุนต่อหน่วย (Economy of scale) ในขณะที่รถไฟฟ้านำเข้าจากจีนนั้นมีการผลิตจำนวนมากและมีต้นทุนที่ต่ำมากรวมถึงอะไหล่ที่หาได้ซื้อง่ายจัดหาได้เร็วและมีราคาต่ำกว่า จึงมีความจำเป็นที่จะสนับสนุนการสร้างตลาดในประเทศให้มีความนิยมใช้งานรถไฟฟ้ามากขึ้น และการสนับสนุนการทำรถไฟฟ้าตัดแปลง EV Conversion ที่เสียค่าใช้จ่ายในการตัดแปลงเป็นรถไฟฟ้าถูกกว่าการซื้อรถไฟฟ้าใหม่ทั้งคัน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมด้านการพัฒนาองค์ความรู้และการพัฒนากำลังคน ประชาชนเกิดการรับรู้ในวงกว้างเมื่อมีการใช้งานที่มากขึ้นและมีรถไฟฟ้าหลากหลายประเภทมากขึ้น และสนับสนุนให้ผู้ประกอบการมีขีดความสามารถด้านการวิจัยและพัฒนาและการซ่อมบำรุงระบบด้านไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การสร้างตลาดในกลุ่มประเทศ ASEAN ให้เกิดความต้องการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น หรือการสร้างแบรนด์ Made in ASEAN จึงเป็นอีกเป้าหมายที่ต้องมีการขยายไปให้ถึง

ในด้านการทดลองใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ปัจจุบันมีหน่วยงานนำร่อง โดยตำรวจหน่วยคอมมานโดของประเทศไทยเลือกใช้ระบบการเช่ารายเดือนเพื่อใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า Tesla Model 3 จำนวน 7 คัน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมัน และสามารถวิ่งได้ไกลกว่า 300 กิโลเมตรต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ซึ่งได้

นำมาทดแทนรถยนต์ Mercedes-benz S-class ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเดิม ที่ใช้ในการนำขบวน VIP แหวกของรัฐบาล และเอกอัครราชทูตถวายสาส์น เนื่องจากรถเบนซ์เอสคลาสหมดสัญญาเช่า และราคาค่าเช่า Tesla ถูกกว่ารถเบนซ์เอสคลาส (26 เมษายน 2563)

นอกจากนี้ ในต่างประเทศได้มีการนำปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligent (AI) มาช่วยในการออกแบบรถทั้งคัน ทำให้มีประสิทธิภาพทางการออกแบบ และพัฒนาระบบสายการผลิตแบบอัตโนมัติที่มีประหยัด มีประสิทธิภาพ ความรวดเร็ว และผลิตได้ตามความต้องการ (Mass Customization) เช่น บริษัท ซิงเกอร์ วีทีเคิลส์ Startup จาก USA. ได้ทำการเปิดตัวรถไฮเปอร์คาร์พลังไฮบริด Czinger 21C ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (วันที่ 11 มีนาคม 2563) มีการใช้เทคโนโลยี 3D Printing บางส่วนของแชสซีส์, ชุดระบบกันสะเทือน, ชุดท่อไอเสีย, โครงสร้างด้านหน้าของตัวรถ และแดชบอร์ด ซึ่งจะช่วยให้โครงสร้างมีน้ำหนักเบา และผลิตตามความต้องการ เฉพาะของลูกค้า (Customization) ในอนาคตอันใกล้ มีแนวโน้มสูงที่ภาคอุตสาหกรรมจะมีการออกแบบ และพัฒนากระบวนการผลิต โดยการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้เปลี่ยนระบบการแบบดั้งเดิม มากขึ้น

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) ภาครัฐส่งเสริมให้เกิดการใช้งานรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถปิคอัพและรถอเนกประสงค์ไฟฟ้าในประเทศไทยให้มากขึ้น ทั้งแบบรถไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) และรถไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ (New EV)
- 2) ให้แรงจูงใจในการดัดแปลงรถรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถปิคอัพและรถอเนกประสงค์ ที่ใช้แล้วให้เป็นรถไฟฟ้า (EV Conversion)
- 3) สนับสนุนให้เกิดการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจากต่างประเทศ เพื่อรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Technology Localization Center) ในการพัฒนาเทคโนโลยี ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของประเทศไทย
- 4) สนับสนุนให้เกิดการสร้างและพัฒนาชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ EV Conversion และการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการ Supply Chain มีความสามารถในการพัฒนาชิ้นส่วนใหม่
- 5) สนับสนุนให้เกิดการลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคนิค (Technical Support Center for SMEs), ห้องปฏิบัติการทดสอบ (Testing Lab), สนามทดสอบ (Proving Ground) ที่จะสนับสนุน SMEs ให้สามารถออกแบบชิ้นส่วนและการทดสอบเพื่อให้ได้รับมาตรฐานความปลอดภัยในระดับนานาชาติ โดยภาครัฐสนับสนุน ให้เกิด Testing Facility ที่เปิดให้ผู้ให้บริการทั่วไปสามารถเข้าถึงและใช้งานได้
- 6) สนับสนุนให้เกิดการลงทุนของภาคเอกชน ในการตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Center) เพื่อพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ออกมา
- 7) สร้างและพัฒนาผู้ประกอบการ SMEs ที่ต้องการประกอบธุรกิจดัดแปลงรถที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นรถไฟฟ้า (EV Conversion) ศูนย์บริการและอู่ซ่อมรถต่างๆ ให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีรถไฟฟ้าและการซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า

## 4. รถโดยสาร รถบรรทุก และรถหัวลาก (Buses, Trucks and Trailers)

ข้อมูลรถโดยสาร จากสถิติจำนวนรถโดยสารในประเทศไทย (รวมประเภท รถโดยสารประจำทาง รถโดยสารไม่ประจำทาง รถโดยสารส่วนบุคคล) มีจำนวนรวมสะสม 164,998 คัน ในปี 2562 เป็นของ ขสมก. สำหรับรับส่งประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัด จำนวนรวม 3,509 คัน (ข้อมูล กันยายน 2554) แบ่งเป็นรถธรรมดา 1,659 คัน รถปรับอากาศ 1,850 คัน และมีรถร่วมบริการโดยบริษัทเอกชน ทั้งรถธรรมดาและรถปรับอากาศ จำนวน 4,016 คัน รถประจำทางขนาดเล็ก (mini bus) ปัจจุบันที่ให้บริการบนถนนสายหลัก จำนวน 844 คัน และที่ให้บริการภายในซอยย่อย จำนวน 2,312 คัน และประเทศไทยมีรถโดยสารไฟฟ้าที่ได้จดทะเบียนสะสมจำนวน 120 คัน (ข้อมูลวันที่ 30 มิถุนายน 2563) และจากสถิติจำนวนรถบรรทุก (รวมประเภทไม่ประจำทางและส่วนบุคคล) มีจำนวนรวมสะสม 1,149,668 คัน ทั้งนี้ รถขนาดใหญ่เหล่านี้ส่วนมากเป็นรถที่ขับเคลื่อนโดยใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในและใช้งานมานานหลายปีจึงมีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> และ PM 2.5 ออกมาเป็นจำนวนมาก

ประเทศในทวีปยุโรป จีน ไต้หวัน เกาหลีใต้ มีนโยบายลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ (GHG, CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) ได้มีการกำหนดให้รถโดยสารมีการเปลี่ยนจากรถโดยสารที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายในมาเป็นรถโดยสารที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าและปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ และรัฐบาลได้สนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาและสนับสนุนการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้าโดยได้มีการนำแบตเตอรี่ที่มีขนาดที่ใหญ่ (ขนาดความจุแบตเตอรี่ที่เหมาะสมมีขนาดอย่างน้อย 120 kWh) เพื่อใช้ในการเดินทางภายในเมือง เนื่องจากรถโดยสารเป็นรถที่วิ่งอยู่ในเส้นทางที่ถูกกำหนดเอาไว้ มีระยะทางและเวลาที่วิ่งใกล้เคียงกันในแต่ละวัน ทำให้สามารถออกแบบคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำของตัวรถโดยสารที่ให้มีความและระยะทางในการวิ่งให้เหมาะสมกับจำนวนของรถโดยสารและจำนวนของสถานีอัดประจุไฟฟ้า ทำให้สามารถประมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ที่สามารถลดลงได้ และสามารถคำนวณความคุ้มค่าและการคืนทุนได้ง่าย ในต่างประเทศจึงนิยมนำใช้รถโดยสารไฟฟ้าเป็นโครงการนำร่อง เมื่อการทดลองในพื้นที่ขนาดเล็กประสบผลสำเร็จ จะมีการขยายขนาดการใช้งานให้มีจำนวนที่มากขึ้นและครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นทั่วประเทศตามลำดับ

ในช่วงปี 2016-2017 เมืองใหญ่ในประเทศที่มีการดูแลสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชนในเมืองอย่างจริงจัง ได้มีการประกาศให้รถโดยสารที่จะมีการจัดซื้อจัดจ้างใหม่ต้องเป็นรถโดยสารที่ปล่อยมลพิษทางอากาศเป็นศูนย์ ZEV 100% ในปี 2025 เช่น เมือง Vancouver-Canada, Copenhagen-Denmark, Heidelberg-Germany, Milan-Italy, Auckland-New Zealand, Cape Town-South Africa, Barcelona-Spain, London-United Kingdom, Los Angeles-United States, และเมือง Seattle-United States โดยเมืองเหล่านี้ได้มีการประกาศให้ทราบล่วงหน้า (Lead Time) 9-10 ปี ล่วงหน้า ก่อนที่จะมีการบังคับใช้จริง ทั้งนี้ การที่ประเทศเหล่านี้เริ่มการบังคับใช้ที่รถโดยสารก่อนเนื่องจากเป็นรถที่ปล่อยมลพิษมากและสามารถควบคุมเส้นทางและจำนวนได้ง่าย

ประเทศไทย ต้องการส่งเสริมการใช้นยานยนต์สาธารณะที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์โดย ขสมก. มีแนวโน้มที่จะจัดหารถโดยสารไฟฟ้ามาให้บริการโดยการเช่ารถ E-Bus จำนวน 2,511 คัน ปัจจุบัน มีบริษัทที่มีความสามารถที่แตกต่างกัน และมีประสบการณ์ในการผลิตรถโดยสารไฟฟ้าเพื่อการใช้งานในประเทศได้อยู่หลายบริษัท ตัวอย่างเช่น บริษัท Choedchai, Sakun C, EVT, พานทอง, TEV, สบายมอเตอร์ (ไทยแลนด์), สีขร, และ EA เป็น

ต้น และมีผู้ประกอบการอีกเป็นจำนวนมากที่สามารถจะเรียนรู้และพัฒนาความรู้ด้านการดัดแปลงจากรถโดยสาร เครื่องยนต์สันดาปภายในมาเป็นรถโดยสารไฟฟ้า และการสร้างและพัฒนาารถโดยสารไฟฟ้าโดยการออกแบบใหม่ ทั้งคัน ซึ่งทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน การออกแบบรถโดยสารไฟฟ้าใหม่หมดจะทำให้สามารถควบคุม ด้านการออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรงให้เหมาะกับระบบขับเคลื่อนและระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้ดีมากขึ้น หรือสามารถนำแบตเตอรี่ขึ้นไปวางอยู่บนหลังคาของรถโดยสารไฟฟ้าได้ เพื่อลดปัญหาในการวิ่งรถโดยสารเพื่อขนส่งในช่วงที่มีฝนตกหนักและน้ำท่วมซึ่งเป็นเวลานานได้ แต่ถ้าหากเป็นการดัดแปลงให้เป็นรถโดยสารไฟฟ้านั้นจะมีข้อจำกัดด้านการออกแบบส่วนต่างๆ ที่บางอย่างจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากโครงสร้างของตัวรถโดยสารไม่ได้ถูกออกแบบให้รองรับเอาไว้ตั้งแต่แรก ส่วนเมื่อพิจารณาด้านต้นทุน ราคาการดัดแปลงรถไฟฟ้าจะมีราคาที่ถูกลงกว่าเนื่องจากการนำช่วงล่างและโครงของตัวรถเดิมมาปรับปรุงต่อจะลดค่าใช้จ่ายในการสร้างรถขึ้นมาใหม่ทั้งคัน (ไม่นับรวมกับการนำเข้ารถมาจากประเทศจีน ซึ่งปัจจุบันมีราคาที่ถูกลงกว่าการผลิตในประเทศไทย อย่างไรก็ตามในอนาคตเมื่อประเทศไทยสามารถผลิตชิ้นส่วนสำคัญอื่นๆ ในประเทศได้เองมากขึ้น จะสามารถทำให้ราคาารถโดยสารไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศไทยเมื่อมีการผลิตจำนวนมากถูกกว่าการนำเข้ารถจากต่างประเทศ) โดยองค์ความรู้ที่จะได้รับนั้นจะเป็นการออกแบบระบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้ (System integration) การทำให้อุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาจากต่างบริษัทที่มี Spec ไม่เหมือนกัน และพิจารณาเลือกกว่าการจัดประกอบเข้าด้วยกันแบบไหน จะทำงานร่วมกันได้ดีที่สุด (Optimization) การทำการทดลองและทดสอบการเข้ากันหรือการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานด้วยแบบจำลอง (Simulation test) การพัฒนา VCU ที่จำเป็นที่จะต้องสื่อสารคุยกันกับชิ้นส่วนอื่นๆ ซ้ำม Software, Hardware, ซ้ำมภาษา, ซ้ำม Protocol เช่น motor, cell battery pack, battery mangement system, break, dash board display, onboard charging สำหรับระบบ quick charge, normal charge, และการ optimize control การใช้พลังงานให้เหมาะสมกับการวิ่งบนเส้นทางระยะยาวที่ใช้ความเร็วสูงหรือการวิ่งในเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น การจอดหยุดนิ่งแล้วเคลื่อนสลับกันไปมาในช่วงเวลารถติดในเมือง ซึ่งการพัฒนาในส่วนต่างๆ เหล่านี้จะได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ (Technology transfer) จากผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ เพื่อให้บริษัทไทยสามารถประกอบรถโดยสารไฟฟ้าและวิ่งได้ตามมาตรฐานและมีความปลอดภัย เมื่อทำในส่วนที่เป็นการเริ่มต้นได้แล้ว ในอนาคตจะสามารถต่อยอดไปพัฒนา Supply chain ให้มีความเข้มแข็งและสามารถพัฒนาและผลิตชิ้นส่วนสำคัญอื่นๆ ได้เองด้วยคนไทยต่อไป แม้ว่าประเทศไทยจะมีผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเฉพาะทางในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าอยู่จำนวนหนึ่ง แต่หากมีความต้องการจากภาคเอกชนที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นพร้อมๆ กัน เพื่อลดเวลาในการลองผิดลองถูกและลดค่าใช้จ่ายในการทดลองการวิจัยและพัฒนาแล้วล้มเหลว จะเกิดความต้องการผู้เชี่ยวชาญจำนวนมาก และจะเกิดปัญหาคอขวด ด้านการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์ และจะทำให้เกิดการนำเข้าผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศซึ่งจะทำให้เงินที่จะใช้ในการวิจัยและพัฒนา และองค์ความรู้ที่น่าจะตกเป็นของคนไทยตกไปอยู่กับต่างประเทศ ประเทศไทยจึงควรเตรียมความพร้อมด้านการสร้างและพัฒนาบุคลากรเฉพาะทางให้มีจำนวนที่มากเพียงพอกับความต้องการ ในปัจจุบันก็มีการดึงตัวบุคลากรที่มีจำนวนจำกัดระหว่างหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา หรือข้ามบริษัท และจะมีความต้องการบุคลากรที่มีองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นกว่า 100 เท่าตัว จากบุคลากรที่มีในปัจจุบัน

ในประเทศเยอรมนี ในมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้มีการปรับตัวและหยุดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมยานยนต์ (Automotive Engineering) ด้านเครื่องยนต์สันดาปภายใน (ICE) ลงนานแล้ว เนื่องจากรัฐบาลกลางประกาศว่าจะหยุดการพัฒนาเครื่องยนต์ ICE ลงในปี 2030 และมุ่งไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์แทน



ปัจจุบันการเรียนการสอนในต่างประเทศที่มีความชัดเจนว่าจะมุ่งไปสู่การเป็นผู้นำด้านยานยนต์สมัยใหม่ จะมีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้หลายศาสตร์ Interdisciplinary เช่น ด้าน Industrial Design, Advanced Materials, Nanotechnology, Mechanics, Mechatronics, IT, Electricity, Software Engineering, System Integration, Big Data, Data Analytics, Artificial Intelligence (AI) เพื่อสร้างบุคลากรรองรับการพัฒนา ZEV และ Autonomous, Connected, Electric and Shared Vehicles (ACES) โดยมีการพัฒนาบุคลากรร่วมกับภาคอุตสาหกรรม ประเทศไทยหากจะเร่งพัฒนากำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์แขนงใหม่ให้ทัน จะต้องมีการจัดทำหลักสูตรการเรียนใหม่โดยปรับให้มีความรู้ความสามารถที่กล่าวมาข้างต้นให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับกับความต้องการของตลาดในประเทศไทยและตลาดต่างประเทศ

ในส่วนของการพัฒนารถบรรทุกและรถหัวลากไฟฟ้า ในต่างประเทศมีการพัฒนาทั้งแบบที่เป็นหัวลากไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) โดยนำรถเก่ามาดัดแปลง เช่น Nikola Tre, Cummins AEOS และรถหัวลากไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ (New EV) เช่น Tesla Semi, Daimler, Foton Motor, AUMAN EST-A, และ BYD T5 T6 เป็นต้น ที่ได้เริ่มมีการพัฒนาต้นแบบ และบางส่วนได้มีการนำมาใช้งานจริง ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน รถบรรทุกและรถหัวลากเป็นรถอีกกลุ่มที่มีการใช้งานอย่างมากในการขนส่งสินค้า ตู้คอนเทนเนอร์ ระหว่างท่าเรือและนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งหากมีการปรับมาใช้งานรถบรรทุกและรถหัวลากไฟฟ้าในภาคการขนส่งสินค้า (Fleets) ในประเทศให้มากขึ้นจะช่วยลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) ลงได้อีกมาก นอกจากนี้ ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิง (operation cost) และลดค่าบำรุงรักษา (maintenance cost) ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ลงทุนให้บริการรถบรรทุกไฟฟ้า และรถหัวลากไฟฟ้าสามารถคืนทุนได้เร็ว

ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มยานยนต์พิเศษ คือยานยนต์ที่ถูกออกแบบมาพิเศษเพื่อตอบสนองการใช้เฉพาะด้าน เช่น บริษัท Panus Assembly มีการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มยานยนต์พิเศษสำหรับกิจการภาคพื้นในสนามบิน (EV Ground Support Equipment) ตั้งแต่ปี 2016 และได้ต้นแบบสินค้ารถดันเครื่องบินพลังงานไฟฟ้า (EV Pushback Tracker) ขนาด 30-40 ตันที่ใช้ดันเครื่องบินน้ำหนัก 300-400 ตัน ที่มีการเปิดตัวในงาน Inter Airport, Las Vegas USA., และ Inter Airport Europe, Munich, Germany. ซึ่งนับว่าเป็นรถดันเครื่องบินไฟฟ้าคันแรกของโลกที่ผลิตขึ้นมาในขนาด 30 ตันและขนาด 40 ตัน และรถดันเครื่องบินไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมาดังกล่าวมีราคาใกล้เคียงกับรถดันเครื่องบินที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ทั้งนี้ รถประเภทพิเศษกลุ่มต่างๆ ยังมีอีกหลายกลุ่มที่มีโอกาสในการพัฒนาขึ้น เพื่อใช้งานในประเทศและเพื่อการส่งออกไปตลาดต่างประเทศในอนาคต

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) ภาครัฐส่งเสริมให้เกิดการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้า รถบรรทุกไฟฟ้า และรถหัวลากไฟฟ้าในประเทศไทยให้มากขึ้น ทั้งแบบรถไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) และรถไฟฟ้าที่ออกแบบใหม่ (New EV)
- 2) ให้แรงจูงใจในการดัดแปลงรถโดยสารไฟฟ้า รถบรรทุกไฟฟ้า และรถหัวลากไฟฟ้า ที่ใช้งานแล้วให้เป็นรถไฟฟ้า (EV Conversion)
- 3) การสนับสนุนการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) ทั้งในเมืองใหญ่ และครอบคลุมเส้นทางหลักที่ใช้เดินทางระหว่างเมือง เพื่อรองรับการใช้งานรถโดยสารไฟฟ้าที่วิ่งในเมืองและที่วิ่งระหว่างเมือง และจุดพักรถบนทางหลวงในพื้นที่ที่มีการวิ่งรอบของรถบรรทุกไฟฟ้าและรถหัวลากไฟฟ้าหนาแน่น เช่น ในพื้นที่ที่มีนิคมอุตสาหกรรมหนาแน่น EEC, ออยุธยา, สระบุรี เป็นต้น

## 5. ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ การเชื่อมต่อ การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า และ การแบ่งปันการใช้งาน (ACES)

ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autonomous Vehicles) หรือ ยานยนต์ไร้คนขับ (Driverless Vehicles) การเชื่อมต่อระหว่างยานพาหนะ (Connected Vehicles) การปรับให้เป็นระบบไฟฟ้า (Electrification) และยานยนต์แห่งการแบ่งปัน (Shared Vehicles) เป็นทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีและธุรกิจที่สำคัญในอนาคต และเป็นเทคโนโลยีที่ทั้งบริษัทยักษ์ใหญ่และบริษัทสตาร์ทอัพ เข้ามามีบทบาทแข่งขันในการพัฒนาวิชาการในด้านต่างๆ เช่น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) ซึ่งมีเป้าหมายในการทำให้คนมีความสะดวกสบาย และมีความปลอดภัยในการดำเนินชีวิต โดยการสร้างนวัตกรรมรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Self-Driving Car) ซึ่งมีการบูรณาการเทคโนโลยีหลัก 4 ด้านเข้าด้วยกัน 1) Computer Vision เป็นเสมือนตาของรถที่ทำให้รถยนต์นั้นรับรู้สิ่งแวดล้อมรอบตัวได้ โดยเทคโนโลยีที่ใช้ได้แก่ กล้องถ่ายภาพ การใช้คลื่นเสียงเพื่อตรวจจับวัตถุรอบๆ ในลักษณะเดียวกับเรดาร์ และการใช้เลเซอร์ 2) Deep Learning เป็นสมองของรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดย Deep Learning ทำหน้าที่วิเคราะห์สภาพในท้องถนน เช่น การตรวจจับว่ารถขับตรงเลนหรือไม่ การตรวจจับผู้ใช้ทางเท้า การระบุป้ายจราจรและสัญญาณไฟจราจร ความเหมาะสมในการเร่งเครื่องหรือเบรก เป็นส่วนที่เป็นพื้นฐานของการตัดสินใจของรถ 3) Robotic เป็นส่วนที่แปลงจากคำสั่งที่ประมวลผล ให้กลายเป็นคำสั่งที่ใช้กับเครื่องยนต์และส่วนต่างๆ ของรถได้จริง และ 4) Navigation เป็นเทคโนโลยีการนำทาง การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมจากข้อมูลแผนที่ การประมวลผล และการตัดสินใจเส้นทางการขับเคลื่อนของรถยนต์

ตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยีของบริษัทต่างๆ ทั่วโลก เช่น Google (Waymo), Apple, Uber (Robo Taxi) และ Baidu มีการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติของตัวเอง บริษัท Lyft มีการพัฒนารถยนต์อัตโนมัติที่ใช้เป็นรถยนต์สำหรับการแบ่งปันการใช้งาน (ride-sharing vehicles) บริษัท Ford ตั้งเป้าลงทุน 500 ล้านดอลลาร์สหรัฐกับบริษัทสตาร์ทอัพที่ผลิตรถบรรทุกพลังงานไฟฟ้าในอเมริกา เนื่องจากในปัจจุบันผู้ประกอบการขนส่งสินค้าต่างถูกกดดันให้ลดระยะเวลาการขนส่ง ลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ (CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) และกำลังเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนพนักงานขับรถ บริษัท Domino มีการทดลองการขนส่ง Pizza ด้วยรถยนต์ไร้คนขับ บริษัท Toyota มีความร่วมมือกับ Poni.ai ในการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติและการให้บริการ (รูปที่ 9)

กระทรวงอุตสาหกรรมและสารสนเทศแห่งชาติจีน ได้กำหนดให้เมืองฉางซา ในมณฑลหูหนาน เป็นเขตทดลองรถยนต์อัจฉริยะแห่งประเทศ (เดือนพฤศจิกายน ปี 2018) ทำให้มีบริษัท 38 บริษัทได้นำรถยนต์ไร้คนขับ 86 รุ่นมาวิ่งทดลองระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติในพื้นที่มากกว่า 1,800 ตารางกิโลเมตร รวมระยะทางมากกว่า 60,000 กิโลเมตร เช่น รถพ่วง รถบรรทุก รถทำความสะอาด รถโดยสาร รถจัดส่งพัสดุ ฯลฯ ทั้งนี้ รถยนต์ไร้คนขับบางรุ่นได้ใช้งานในสถานที่ปิดอย่างเป็นทางการและเชื่อว่าการที่มีการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมอย่างต่อเนื่องจะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องให้รถยนต์ไร้คนขับให้มีมาตรฐานที่สูงขึ้นจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปได้ในอนาคต ซึ่งรถยนต์ไร้คนขับนั้นจะมีโอกาสกลายเป็นรถยนต์ที่ใช้งานเหมือนรถทั่วไป (Autopilot) ระดับปลอดภัยสูงสุดระดับ 5 ตัวอย่างเช่น บริษัท Hunan Apollo Intelligent Transportation (HAIT) ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานราชการจีนให้นำ “แท็กซี่ไร้คนขับ” (Robotaxi) จำนวน 30 คัน ออกมาวิ่งให้บริการฟรี ภายในพื้นที่ 130 ตารางกิโลเมตร ของเมืองฉางซา ในมณฑลหูหนาน โดย Robotaxi รุ่นนี้ผ่านมาตรฐานรถขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Autopilot) ระดับ 4 ซึ่งถือว่า

ทันสมัยมาก และการให้บริการในเขตเมืองยังต้องมีเจ้าหน้าที่ของบริษัทหนึ่งไปด้วย เพื่อสร้างความมั่นใจพร้อมเก็บข้อมูลต่างๆ สำหรับประชาชนที่ลงทะเบียนไว้และต้องเรียกใช้ผ่านแอปพลิเคชันเท่านั้น (มิถุนายน 2019)

**Some AV Companies/**

- EasyMile
- Navya
- Next-Future
- Olli
- RDM Group
- GATEway Project
- Parkshuttle
- Texas A&M
- Apollo (Apolong) - Baidu/ Kinglong
- Transurban

[https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular\\_automation](https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular_automation)



**Advanced driver assist system (ADAS) map visualization**





**Ford : Self-Driving Commercial Vehicle**  
 Ford ที่ตั้งเป่าลูกศร 500 ล้านเหรียญดอลลาร์กับบริษัทสตาร์ทอัพที่ผลิตรถบรรทุกพลังงานไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกา ซึ่งในระยะหลังมานี้ ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าต่างถูกกดดันให้ลดระยะเวลาการขนส่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และกำลังเผชิญปัญหาขาดแคลนพนักงานขับรถ



**Domino's Explores Driverless Pizza Delivery**



**Toyota Research Institute Roll-out P4 Automated Driving Test Vehicle at CES January 2019.**



**Waymo self-driving cars**



**Lyft ride-hailing company** piloted its autonomous ride-sharing vehicles, in Boston, 30 AV in Las Vegas CES January 2018.



**Uber just revealed a new self-driving car** that it will use to take on Tesla and Waymo in the **RoboTaxi Wars**



**Pony.ai** and Toyota partner to build self-driving cars and services

**กลุ่มอุตสาหกรรม ที่จะได้รับผลกระทบจากยานยนต์อัตโนมัติ**

- Taxis
- Healthcare, Car repair, and Car insurance
- Rescue, Emergency response, and Military
- Interior Design and Entertainment
- Telecommunication and Energy
- Restaurant, Hotels, and Airlines
- Elderly, Disabled, and Children

ที่มา : ลอจ., 2562 \* รวบรวมรูปภาพจากแหล่งข้อมูล websites เป็นตัวอย่างเพื่อใช้ในการแสดงใช้แทนภาพ

### รูปที่ 9 : การพัฒนาเทคโนโลยีด้านระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติของบริษัทต่างๆ ทั่วโลก

ผู้ใช้งานรถยนต์ทั่วไปนั้นมีจำนวนชั่วโมงในการใช้งานรถยนต์ (Occupancy rate) ไม่มากต่อวัน และมีการจอดรถทิ้งเอาไว้วันที่จอดรถทั้งวันโดยไม่ได้ใช้งาน หากสามารถนำรถยนต์เหล่านั้นมาใช้งานได้ตลอดเวลาเช่นการนำมาทำเป็นรถแท็กซี่ที่ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (Robotaxis) ก็จะเป็นประโยชน์กับเจ้าของรถและได้ใช้รถยนต์อย่างเต็มประสิทธิภาพ หรืออาจทำให้ผู้บริโภคเลือกที่จะไม่ซื้อรถใหม่เพราะค่าบริการรถ Robotaxis ถูกกว่าการซื้อรถมาใช้เองมาก (จากค่าน้ำมันและค่าคนขับที่อาจประหยัดกว่าค่าแท็กซี่ที่ทุกวันนี้มากกว่า 10 เท่า) Tesla มีแผนที่จะขาย Software ขับรถอัตโนมัติให้กับบริษัทรถยนต์ไฟฟ้าบริษัทอื่นๆ จะทำให้อัตราการใช้รถต่อวันนั้นสูงขึ้น (Occupancy rate จะสูงกว่า 10%) และภายในปี 2025 Tesla จะขยายกำลังการผลิตจาก 500,000 คันต่อปี เป็น 5,000,000 คันต่อปี จะทำให้ความต้องการใช้รถยนต์ส่วนตัวน้อยลงไปอีก เพราะว่ามี Robotaxis ออกมาวิ่งให้บริการมากขึ้น (จากสถิติในเวลา 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมง คนทั่วไปใช้รถยนต์ของตัวเองไม่ถึง 10% และจอดรถทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้ประโยชน์กว่า 90%) Tesla มีโอกาสสูงมากที่จะพัฒนาระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติได้สำเร็จ เนื่องจากได้มีการรวบรวมข้อมูลในการขับรถทั่วโลกไว้มากกว่า 3 พันล้านไมล์ ผ่านรถ Tesla ที่ขับอยู่ทุกคันบนโลกที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต และการที่จะสามารถทำระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติได้นั้น จำเป็นที่จะต้องสร้างรถยนต์ไฟฟ้าที่ทันสมัยมาก

พอขึ้นมาก่อน ปัจจุบันบริษัท Tesla เป็นบริษัทยานยนต์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ได้กล่าวว่าแผนในการเพิ่มการผลิตหรือประสิทธิภาพรถยนต์ไฟฟ้าที่เป็นหัวใจหลักของธุรกิจคือระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ “Autonomous Driving is not the icing on the cake, It's the cake” และระบบขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติคือแนวโน้มที่เป็นไปได้สูงมากกว่าจะเกิดขึ้นจริง และหากบริษัทในประเทศไทยไม่ได้มีการเตรียมตัว และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานได้อย่างเพียงพอ ก็จะไม่สามารถพัฒนาหรือแข่งขันได้



รูปที่ 10 : สนามทดสอบระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ K-City. ที่มา : Korea Transportation Safety Authority

รัฐบาลในหลายประเทศได้วางแผน และทุ่มเทงบประมาณและทรัพยากรที่จำเป็นในด้านต่างๆ เพื่อเตรียมความพร้อมในด้านการวิจัยและพัฒนา (ในระยะยาว) ด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการทดสอบเพื่อรองรับการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติ เช่น รัฐบาลจีนได้จัดตั้งศูนย์ตรวจและทดสอบคุณภาพยานยนต์แห่งชาติ (National Automobile Quality Supervision and Test Center) ทั้งหมด 6 แห่ง ตั้งอยู่ที่เมืองปักกิ่ง, เมืองเทียนจิน, เมืองฉางชุน (มณฑลจี๋หลิน), เมืองฝอซาน (มณฑลกวางตุ้ง), เมืองเซี่ยงหยาง (มณฑลหูเป่ย์) และแห่งล่าสุดที่เมืองหลิวโจว (เขตปกครองตนเองกว่างซีจ้วง) ซึ่งเปิดให้ดำเนินการในเดือนมกราคม 2563 โดยศูนย์ตรวจและทดสอบคุณภาพยานยนต์แห่งชาติมีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาและทดสอบระบบการเชื่อมต่อยานยนต์

อัจฉริยะ (Intelligence Connected Vehicle) และยานยนต์ไร้คนขับ และรัฐบาลเกาหลีใต้ได้ลงทุนสร้าง Technical Assistance and Training Centers จำนวนหลายแห่งทั่วประเทศเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการของ SMEs เนื่องจากในอุตสาหกรรมยานยนต์อัตโนมัติมีบริษัทขนาดเล็กหรือบริษัทที่เกิดขึ้นมาใหม่ที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีใหม่เกิดขึ้นจำนวนมาก และบริษัทเหล่านี้ต้องการศูนย์ทดสอบกลางที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยต่างๆ และในบริเวณพื้นที่คลัสเตอร์ยานยนต์ที่มีโรงงานและบริษัทอยู่หนาแน่น เพื่อทำ R&D ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป เพื่อที่จะทำให้รัฐบาลมั่นใจได้ว่า SMEs จำนวนมากจะสามารถแข่งขันพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับ Green and Smart cars ออกสู่ตลาดในเชิงพาณิชย์ได้สำเร็จ โดยได้ลงทุนทั้งทางด้านสนามทดสอบ EV and FCEV และด้าน EV and FCEV Town ให้เกิดขึ้นไปพร้อมๆ กัน ในปี 2019 ได้เปิดสนามทดสอบ K-City บนพื้นที่ 79 เอเคอร์, ตั้งอยู่ที่เมือง Hwaseong, ทางตอนใต้ของ Seoul เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศเกาหลีใต้และเพื่อขึ้นเป็นผู้นำของโลกด้านการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติและเทคโนโลยีระบบการช่วยเหลือคนขับ (Advanced Driver Assist System : ADAS) technologies โดยสนามดังกล่าวได้จำลองสภาพการจราจรในชาญเมืองและพื้นที่จราจรที่คับคั่งทางด่วนที่มีหลายช่องทางเดินรถ และสนามทดสอบนี้ (Proving ground) จำลองการใช้งานถนนในเมืองหลวง อุโมงค์ที่มีความมืดและยาว กลุ่มอาคาร ช่องทางเดินรถที่กำลังก่อสร้าง ช่องทางรถโดยสารประจำทาง และพื้นที่โรงเรียนและถนนในเขตผู้พักอาศัย (รูปที่ 10)

เทคโนโลยี AV สามารถลดต้นทุนในด้านต่างๆ ได้ เช่น ต้นทุนด้านโลจิสติกส์ให้กับบริษัทโลจิสติกส์ และการลดความยากในการหาพนักงานขับรถระยะทางไกล ในภาพรวมรถบรรทุกไร้คนขับและมีโอกาสที่จะสามารถพัฒนาออกมาในเชิงพาณิชย์ได้ก่อนรถประเภทอื่น เช่น รถบรรทุกไร้คนขับของบริษัท Daimler, Tesla, และ Suning (Strolling Dragon) ที่กำลังจะวางจำหน่ายในตลาด เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น เช่น เรดาร์แบบเลเซอร์ ทำให้มีความสามารถในการมองเห็นได้เหนือมนุษย์ ช่วยให้สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้อย่างแม่นยำในระยะไกลกว่า 300 เมตร แม้ในขณะที่รถขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูง นอกจากนี้ รถบรรทุกไร้คนขับยังสามารถหยุดแบบฉุกเฉิน หรือหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อัตราการตอบสนอง 25 มิลลิวินาที ทำให้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติมีความปลอดภัย แม้ที่ความเร็วระดับ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยเทคโนโลยีเหล่านี้จำเป็นต้องการให้มาแทนที่คนขับในอนาคตอันใกล้ แต่มุ่งหวังที่จะให้ยานยนต์อัตโนมัติเหล่านี้มาช่วยผ่อนแรงผู้ขับขี่ การขับรถทางไกลที่ซับซ้อนและเหนื่อยล้าทำให้ผู้ขับขี่เสี่ยงที่จะเกิดอันตราย ขณะที่ระบบอัตโนมัติจะช่วยลดความเสี่ยงเหล่านี้ นอกจากนี้ รถบรรทุกขนส่งสินค้ามีการวิ่งในเส้นทางประจำที่แน่นอนและส่วนใหญ่จะวิ่งอยู่บนทางหลวงที่มีสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานที่ซับซ้อนน้อยกว่าการวิ่งบนถนนในเมืองที่มีการจราจรหนาแน่นและมีความหลากหลายของยานพาหนะ และที่ไม่ใช่ยานพาหนะที่มาใช้เส้นทางร่วมกัน เช่น คนเดิน สัตว์ประเภทต่างๆ เป็นต้น รวมไปถึงการขับขี่แบบอัตโนมัติแบบ Platoon ที่เป็นระบบที่รถคันหลังวิ่งตามรถคันหน้าแบบอัตโนมัติในการขนส่งของแบบเป็นรถขบวนที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการประหยัดพลังงาน การเพิ่มความปลอดภัย และการเพิ่มพื้นที่บนท้องถนนเนื่องจากรถคันหลังที่วิ่งตามมีการเว้นระยะห่างจากรถคันหน้าไม่มาก และการใช้รถขนถ่ายตู้บรรทุกสินค้าแบบอัตโนมัติในท่าเรือ ตัวอย่างเช่น ในปี 2017 ท่าเรือ Qingdao New Qianwan Container Terminal, China ได้มีระบบการขนถ่ายสินค้าแบบอัตโนมัติ และมีการใช้รถขนส่งตู้สินค้าแบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรลงได้ 70% เนื่องจากระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ มีการลดเจ้าหน้าที่ที่หน้างานและเพิ่มเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในออฟฟิศควบคุมระบบมาแทน เพิ่มประสิทธิภาพ 30% เนื่องจากสามารถทำงานได้ตลอดทั้งคืน Operation 27/4 และระบบดังกล่าวนี้จะมีการขยายไปยังท่าเรืออื่นๆ ในจีนต่อไป

ประเทศไทยได้มีการนำหัวรถลากอัตโนมัติ Qomolo จากจีน เข้ามาใช้งานที่ท่าเรือแหลมฉบัง ประเทศไทย ในปี 2020 โดยหัวรถลากฯ ขับเคลื่อนด้วยระบบปฏิบัติการปัญญาประดิษฐ์ และระบบอัดประจุพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย โดยขณะวิ่ง หัวรถลากฯ จะประเมินเส้นทางและสิ่งกีดขวาง ผ่านเซ็นเซอร์ LiDAR ซึ่งวัดระยะห่างด้วยตัวแสง แล้วนำไปสร้างแผนที่สามมิติที่แม่นยำ ช่วยให้สามารถหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง รวมถึงอุบัติเหตุจากการปะทะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมุ่งที่จะพัฒนาระบบอื่นๆ ให้พร้อมไปสู่การเป็นท่าเทียบเรืออัจฉริยะ เป็นต้น และการพัฒนาด้านระบบการสื่อสารระหว่างยานยนต์กับสภาพแวดล้อม V2X มีส่วนสำคัญที่ผลักดันการพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติกับเมืองอัจฉริยะ Smart City ในปี 2020

การเกิดสถานการณ์ Covid-19 ได้กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาและการเปลี่ยนผ่านไปสู่ดิจิทัล (Digital transformation and development) ของทั่วโลกด้วยอัตราเร่งอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะในประเทศจีนที่มีการผลักดันให้เกิด “New infrastructure,” a new technology-driven structural upgrade of the economy ที่จะมีการพัฒนาระบบเครือข่าย 5G Networks, และสร้างศูนย์ข้อมูล (Data centers) ที่ครอบคลุมทั่วประเทศ เพื่อเป็นโครงสร้างหลักในการยกระดับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และการพัฒนารถยนต์นั่งส่วนบุคคลแบบอัตโนมัติ และปัจจุบัน ประเทศเช่น จีน เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น เริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารยุคที่หก (6<sup>th</sup> Generation : 6G, ที่มีความเร็วในการสื่อสารมากกว่า 5G ถึง 10 เท่า) ทำให้รัฐบาลในหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทยได้ให้ความสำคัญและอยู่ระหว่างการศึกษา พัฒนาข้อมูล วางระบบ และปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องให้เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาและนำนวัตกรรมที่เป็นคลื่นลูกที่สองแห่งการพลิกโฉมของเทคโนโลยี ที่จะออกมาในเวลาอันใกล้

### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) ภาครัฐสนับสนุนงบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนา รถยนต์ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติในประเทศ โดยร่วมมือกับบริษัทที่มีความพร้อม ทั้งนี้การพัฒนาดังกล่าวควรสร้างให้เกิดความร่วมมือกับ AV Important parts, components's Supplier จากต่างประเทศในการทดลองและพัฒนาชิ้นส่วนร่วมกันในประเทศ
- 2) ภาครัฐลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน ที่จำเป็นในการพัฒนาความสามารถของ SMEs (Technical Support Center, Test Beds, & Proving Ground) สนับสนุนการเก็บข้อมูลจำนวนมาก (Big Data) การวิจัยและพัฒนา การวิเคราะห์ทดสอบ การกำหนดมาตรฐานใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อน และการทำให้ได้รับมาตรฐาน
- 3) พัฒนากำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนา (ที่มีความหลากหลายศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง Multi-Disciplinary ทั้งด้าน Hardware และ Software) ให้มีจำนวนที่มากเพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ที่จะมีความต้องการบุคลากรด้านนี้อีกเป็นจำนวนมากในอนาคต (เนื่องจาก AV เป็นการลงทุนในการพัฒนาศาสตร์ในหลายๆ ด้านที่มีความซับซ้อนไปพร้อมๆ กัน)
- 4) ปรับปรุง Eco-system เช่น ระบบสัญญาณจราจร ป้ายบอกเส้นทาง ระบบเครือข่าย 5G ที่มีความเสถียรและจะใช้ทดลองในพื้นที่นำร่อง
- 5) การปรับปรุงระเบียบ ข้อบังคับ กฎหมายที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อรองรับให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นในประเทศ และให้เกิดการทดลองการใช้งานจริงของระบบการขับขี่แบบอัตโนมัติ



มาตรการและ  
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

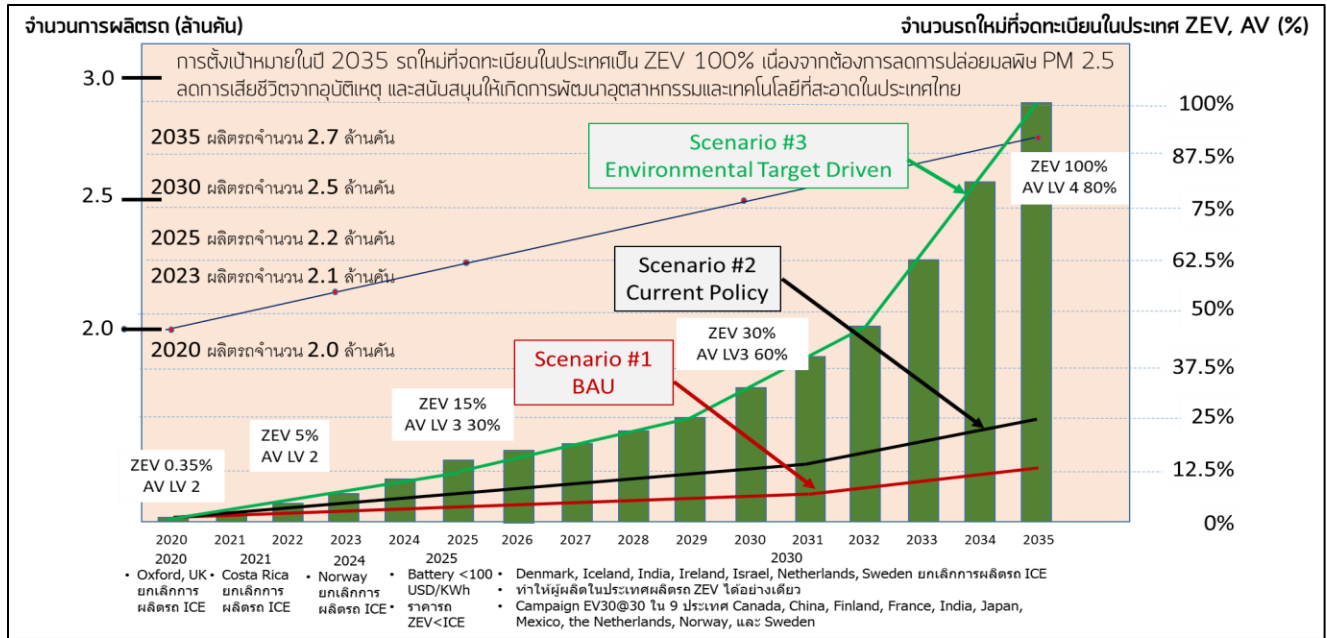




# 3. มาตรการและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Policy Measure & Recommendation)

การกำหนดนโยบายภาครัฐมีความสำคัญมากต่อการสร้างความเป็นไปได้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งสามารถแสดงภาพอนาคตได้ 3 สถานการณ์ (Scenario) คือ #1 Business as Usual (BAU) การดำเนินการยังคงเป็นแบบเดิม ไม่ได้มีการปรับแผนและการดำเนินงานมากนัก ทำให้มีแผนที่ยังคงไม่ชัดเจน และไม่ได้มีการบังคับใช้ระเบียบที่จริงจัง ยังมีปัญหาคอขวดที่ท้าทายหลายด้าน #2 Current Policy มีการวางแผนและการดำเนินงานที่ดีขึ้น เป็นลำดับแต่เป้าหมายยังคงมีความไม่ชัดเจน มีการออกระเบียบเพิ่มเติมแต่ยังไม่เข้มข้น ขาดการบูรณาการ และ #3 Environmental Target Driven มุ่งแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม สุขภาพประชาชน เพิ่มความสามารถอุตสาหกรรมใหม่เชิงรุกทำให้มีแผน เป้าหมาย และแนวปฏิบัติที่มีความชัดเจนมีกลไกทำงานสนับสนุน โดยจะเกิดผลลัพธ์ ดังต่อไปนี้

Scenario #1	Scenario #2	Scenario #3
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Business as Usual (BAU)</li> <li>● ไม่ได้มีการปรับแผนและเป้าหมายให้มีความชัดเจน วางเป้าหมายที่ไม่ท้าทาย ไม่ได้มีดำเนินงานไปตามแผนมากนักทำตามวิถีแบบเดิม ไม่ได้มีการบังคับใช้ระเบียบที่จริงจัง ยังมีปัญหาคอขวดที่ท้าทายอยู่หลายด้าน หน่วยงานทำงานแบบแยกส่วนกันมีช่องว่างมาก</li> <li>● ประชาชนในเมืองมีปัญหาด้านสุขภาพอย่างร้ายแรงจากมลภาวะทางอากาศ (CO<sub>2</sub>, PM 2.5 จากการคมนาคม) ยังมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางท้องถนนที่สูง และมีค่าใช้จ่ายด้านการรักษาสุขภาพในระยะยาวที่สูง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต</li> <li>● การสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันเป็นไปแบบเดินถอยหลังไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่จะมีความรุนแรงมากขึ้นในอัตราเร่ง</li> <li>● สูญเสียโอกาสครั้งสำคัญในการพัฒนาและสร้างอุตสาหกรรมใหม่ในจังหวะการพลิกโฉมของเทคโนโลยีสำคัญของโลก</li> <li>● ภาคอุตสาหกรรมไทยล้มหายตายจากลงไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากไม่สามารถแข่งขันได้ ส่วนอุตสาหกรรมที่ยังเหลืออยู่เป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มต่ำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Current Policy</li> <li>● มีการวางแผนและการดำเนินงานที่ดีขึ้นเป็นลำดับแต่เป้าหมายยังคงมีความไม่ชัดเจนหรือยังไม่มีภาระเน้นเพื่อการพัฒนาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีการออกระเบียบเพิ่มเติมแต่ยังไม่เข้มข้น และยังขาดการบูรณาการระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง</li> <li>● ประชาชนยังคงมีปัญหาด้านสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศ (CO<sub>2</sub>, PM 2.5 จากการคมนาคม) มีค่าใช้จ่ายสุขภาพในระยะยาวที่สูง</li> <li>● มีขีดความสามารถในการแข่งขันในบางส่วน และมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับในบางพื้นที่ และมีขีดความสามารถในการแข่งขันแบบทั่วไป ไม่สามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้</li> <li>● มีภาคอุตสาหกรรมบางกลุ่มเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ แต่เป็นการพัฒนาในระดับภายในประเทศเนื่องจากระบบ Eco-system ไม่ได้มีการวางแผนการพัฒนาควบคู่กันไปอย่างเป็นขั้นเป็นตอน จึงทำให้ยังมีช่องว่าง และมีสิ่งสำคัญที่ยังขาดหายไปในระบบอีกเป็นจำนวนมาก</li> <li>● มีภาคอุตสาหกรรมบางกลุ่มที่ปรับตัวได้ อย่างไรก็ตามภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มนี้มีศักยภาพที่จะสามารถเติบโตขึ้นได้อีกหลายเท่าตัวและสามารถเป็นกำลังหลักที่จะสร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจได้ หากมีการวางแผนการพัฒนาประเทศที่ชัดเจนระยะยาว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Environmental Target Driven</li> <li>● มุ่งแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพประชาชน และเพิ่มความสามารถในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่เชิงรุก ทำให้มีการวางแผนและเป้าหมาย และแนวปฏิบัติที่มีความชัดเจน ออกระเบียบที่มีความเข้มข้น มีกลไกทำงานสนับสนุนหลายด้าน</li> <li>● สามารถกำจัดปัญหาด้านสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศ (CO<sub>2</sub>, PM 2.5 จากการคมนาคม) ให้หมดสิ้นไปอย่างสมบูรณ์ มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางท้องถนนที่ต่ำ มีค่าใช้จ่ายการรักษาต่ำ</li> <li>● มีขีดความสามารถทางการแข่งขันสูง และมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับครอบคลุมการใช้งานทั่วประเทศ สามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ</li> <li>● มีภาคอุตสาหกรรมจำนวนมากสามารถขึ้นเป็นผู้นำในการพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ และมีการพัฒนาระบบ Eco-system ที่เข้มแข็ง สามารถรองรับการพัฒนาในด้านต่างๆ ได้ทัดเทียมกับนานาชาติ</li> <li>● เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างก้าวกระโดด และเกิดความหลากหลายของการพัฒนาและต่อยอดเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องได้ เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจแบบทวีคูณ (Multiplier Effect) เนื่องจากสามารถพึ่งพาตัวเองได้ มีความสามารถในการคิดค้น การออกแบบเทคโนโลยี และนวัตกรรมใหม่ๆ และสามารถพัฒนาเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และโมเดลทางธุรกิจใหม่ๆ ทั้ง ZEV และ ACES ที่สามารถแข่งขันได้ในระดับโลก และมีการพัฒนาที่ยั่งยืน</li> </ul>



รูปที่ 11 : การตั้งเป้าหมาย SCENARIOS : การผลิต/จดทะเบียน ZEV และ AV - ประเทศไทย ปี 2035

เพื่อให้เกิดการพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) เพื่อลดการเจ็บป่วยของประชาชนจำนวนมากหลายสิบล้านคนที่อาศัยอยู่ในเมืองและจังหวัดที่มีการคมนาคมหนาแน่น และสร้างสภาวะแวดล้อมให้ดีขึ้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องกำจัดมลพิษทางอากาศจากการคมนาคมให้หมดสิ้นไป เพื่อให้ประเทศไทยยังคงเป็นเมืองที่น่าอยู่มีนักท่องเที่ยวและพักอาศัยเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ประเทศไทยจำเป็นต้องเลือกกำหนดนโยบายและเป้าหมาย โดยใช้เป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมชั้นนำ #3 Environmental Target Driven โดยกำหนดให้ยานยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ควรเป็นรถที่ปล่อยมลพิษทางอากาศเป็นศูนย์ (ZEV) 100% ในปี 2035 และมีการใช้งานยานยนต์ที่ขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติในระดับ 4 จำนวน 80% ซึ่งมีระยะเวลาที่นานพอในการปรับตัวและเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (รูปที่ 11) นอกจากนี้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของประเทศในการเป็น ศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน ภาครัฐภาคการศึกษาและภาคเอกชน จำเป็นต้องร่วมมือกันในการดำเนินมาตรการในด้านต่างๆ เพื่อช่วยผลักดันให้เกิดการปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมและบรรลุผลสัมฤทธิ์ที่ตั้งเอาไว้ ผ่านข้อเสนอ 5 มาตรการหลัก ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- **มาตรการที่ 1.** การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี
- **มาตรการที่ 2.** การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ
  - มาตรการที่ 2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้าน ZEV and ACES
  - มาตรการที่ 2.2 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรด้าน ZEV and ACES
  - มาตรการที่ 2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยและพัฒนา
  - มาตรการที่ 2.4 การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย
- **มาตรการที่ 3.** การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- **มาตรการที่ 4.** การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ ทางภาษีและไม่ใช่ภาษี
- **มาตรการที่ 5.** การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ

## มาตรการที่ 1. การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี

จากปัจจัยภายนอก ในปี 2030 หลายประเทศทั่วโลกได้กำหนดที่จะเลิกการจำหน่ายรถที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในลง ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับที่เทคโนโลยีในอนาคตมีราคาถูกลงและราคาขายของรถไฟฟ้าจะถูกกว่ารถยนต์แบบเครื่องยนต์สันดาปภายใน นอกจากนี้ทิศทางข้อกำหนดด้านการปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ที่มีความเข้มงวดขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ทั่วโลกและรัฐบาลของหลายประเทศมีนโยบายที่จะหันมาสนับสนุนการพัฒนา ยานยนต์ไฟฟ้า และจากปัจจัยภายในประเทศที่มีการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ จากประเทศจีนเข้ามาจำหน่ายมากขึ้น และเริ่มมีผู้ผลิตในประเทศไทยและในอนาคตคาดว่าจะมีผู้ผลิตอีกหลายบริษัทหันมาผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และการที่จะไปถึงยังวิสัยทัศน์ที่รัฐบาลได้ประกาศนโยบายให้ “ประเทศไทยเป็น ‘ฮับ’ หรือ ศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน” นั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมายต่างๆ ให้มีการสอดรับกัน ชัดเจนด้าน เวลาและทำได้เร็วพอ

### 1.1 เป้าหมายด้านตำแหน่งคุณค่า (Value Proposition)

ประเทศไทยเป็นผู้นำของ ASEAN ด้านการวิจัยพัฒนาและการใช้งาน ZEV และ ACES
● ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development
● Mobility as a Service (MaaS) and Mobility on Demand (MoD) Demonstration Hub.
● ASEAN Leader on Business Model of Innovation

### 1.2 เป้าหมายการส่งเสริม ประเภทการใช้งาน xEV ในรูปแบบต่างๆ (Product & Technology Applications)

- PHEV as the Long Range application.
- ZEV as the Short/ Long Range application.
- Hi-Power 2 wheelers electric E-scooter for metro people movers.
- 3 wheelers low speed E-TukTuk for the tourism carriers.
- 4 wheelers 2.5 tons E-Van or E-Pickup for logistic services.

### 1.3 เป้าหมายยานยนต์สมัยใหม่ (Target of ZEV and ACES)

เพิ่มสัดส่วนการจำหน่ายยานยนต์ที่ปล่อยไอเสียต่ำ (Low Emission Vehicle : LEV) และมุ่งไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV) ได้แก่ Battery Electric Vehicles, และ Hydrogen Fuel Cell Vehicles และมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีด้าน Autonomous, Connected, Electric, and Shared Vehicles : ACES เพื่อช่วยในการลดอุบัติเหตุบนถนน และเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้แข่งขันได้อย่างยั่งยืน โดยมีการกำหนดเป้าหมายที่เป็นไมล์สโตน (Milestones) เพื่อเป็นแผนที่นำทาง ดังต่อไปนี้

ปี 2025	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์ใหม่สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้าง และให้บริการสาธารณะ</li> <li>2) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 15% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 30%</li> <li>3) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 10,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>
ปี 2030	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้างและให้บริการสาธารณะ</li> <li>2) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 30% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 60%</li> <li>3) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 40,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>
ปี 2035	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 4 คิดเป็นสัดส่วน 80%</li> <li>2) สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 80,000 แห่ง ทั่วประเทศ</li> </ol>

#### การขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมาย

- 1) คณะรัฐมนตรี (ครม.) จัดตั้ง คณะกรรมการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรม ZEV และ ACES (Joint-Ministry Committee โดยมี นายกรัฐมนตรี หรือรองนายกรัฐมนตรี เป็นประธาน และมีผู้แทนจากกระทรวงหลัก และภาคเอกชน เป็นกรรมการ) (รูปที่ 12) ทำหน้าที่ :
  - a. กำหนดและผลักดันให้มีการประกาศ เป้าหมาย ZEV และ ACES ในปี 2025, 2030 และ 2035
  - b. จัดทำมาตรการส่งเสริมและพัฒนา ZEV และ ACES
  - c. จัดทำแผนที่นำทางด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม ZEV และเทคโนโลยี ACES เพื่อให้ผู้ประกอบการไทยยกระดับไปสู่ผู้ผลิตในระดับ Tier 1 ใน 5-10 ปี (ACES Technology Roadmap & Commercialization)
  - d. เร่งการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาด
  - e. ติดตามและประเมินผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

## นโยบายสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรม (Industrial Policies)

- 1) รัฐบาลประกาศ นโยบาย และเป้าหมาย ของการส่งเสริมการใช้งานและพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์สมัยใหม่
- 2) การสร้างกลไกการดำเนินงานและขับเคลื่อน รัฐบาลแต่งตั้ง คณะกรรมการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรม ZEV และ ACES (โดยมี นายกรัฐมนตรีรองนายกรัฐมนตรี เป็นประธาน Joint-Ministry Committee) กำกับดูแลการดำเนินการความร่วมมือระหว่างกระทรวง และตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมีกลไกการดำเนินงานร่วมกัน ระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน (Triple Helix) (รูปที่ 12)
- 3) สนับสนุนงบประมาณและตั้ง Industrial Innovation Consortium ด้านยานยนต์สมัยใหม่ ที่มีการร่วมลงทุนด้านการวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมระหว่างภาครัฐและเอกชน ในการพัฒนาด้าน Autonomous, Connected, Electric, and Share Vehicles (ACES)
- 4) จัดทำแผนที่นำทางการพัฒนาเทคโนโลยีไปสู่การผลิตภายใน 5-10 ปี (Technology Roadmap & Commercialization 5-10 Years) เร่งการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการประชาชน



ที่มา: สอวช, 2562

รูปที่ 12 : กลไกการดำเนินงานและขับเคลื่อนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรม ZEV และ ACES กำกับดูแลการดำเนินการความร่วมมือระหว่างกระทรวง และตรวจสอบ ประเมินผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

1.4 การจัดตั้งแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศ และการมอบหมายผู้ดำเนินการ ในด้านการพัฒนา R&D การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต และการสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม

1.4.1 การพัฒนา R&D เป็นพื้นที่เพื่อการยกระดับการพัฒนาเทคโนโลยี Technology Platform เพื่อเป็น Shared Platform สนับสนุนให้ผู้ประกอบการ นำเอาเทคโนโลยีที่เป็นส่วนกลางเอาไปต่อยอดต่อได้ ช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการ สร้างความร่วมมือ Research Collaboration และการทำ R&D เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม

1.4.2 การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต เป็นพื้นที่เพื่อคาดการณ์และกำหนดนโยบายที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา

1.4.3 การสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม การพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการ และการดูแลเรื่อง End-of-Life Battery

1.5 การสนับสนุนการสร้าง เครือข่ายความร่วมมือ การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ในประเทศและต่างประเทศ)

1.5.1 ส่งเสริมการสร้าง ZEV and ACES Consortium ในการพัฒนา RDI Platform เน้นด้าน

(1) ZEV Technology Platform Consortium

(2) Battery Technology Consortium

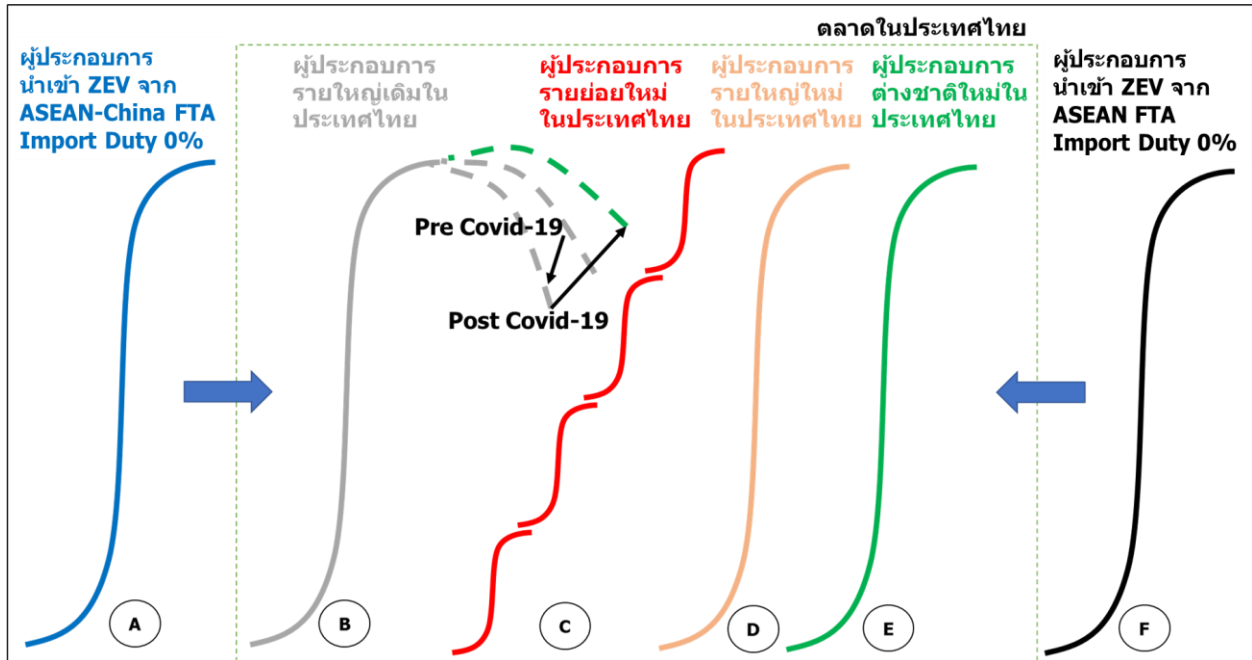
(3) Connected and Autonomous Vehicles Consortium

## มาตรการที่ 2. การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ (Industry/Local Capability Building)

ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์โลกเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและความท้าทายอย่างต่อเนื่อง เช่น ปัญหา PM 2.5, แนวโน้มการถูก Disrupted จากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ความท้าทายของสถานการณ์ Covid-19 ทำให้การเติบโตของภาคอุตสาหกรรมลดลง กำลังซื้อที่ลดลง และมีการถดถอยอย่างรุนแรงในด้าน Demand ในประเทศและส่งออก ผู้ประกอบการรายใหญ่มีความจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีและรูปแบบธุรกิจให้พัฒนาเทคโนโลยีเร็วขึ้นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ผู้ประกอบการรายใหญ่ในยุโรป VW, Mercedes-Benz ตัดสินใจลดขนาดธุรกิจและผลิตภัณฑ์เดิม และประกาศแผนธุรกิจใหม่อย่างชัดเจนว่าจะหยุดการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ ICE ภายในปี 2030 และผันตัวเองไปพัฒนายานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ ZEV อย่างเต็มตัว

ปัจจุบัน บริษัทผู้ผลิตจากต่างประเทศ เช่น ประเทศจีน ที่ผลิตยานยนต์ประเภทต่างๆ รวมทั้ง ZEV ได้มีการขยายฐานการผลิตมาลงทุนยังประเทศไทยและเวียดนาม มาทั้งแบบมาลงทุนด้วยตัวเอง 100% และแบบการร่วมทุน Joint-Venture เช่น 51% : 49% เพื่อต้องการตลาดภายในประเทศและการผลิตที่ไหนขายที่นั่น Anti-globalization และเพื่อหลีกเลี่ยงสงครามการค้า Trade War U.S.-China โดยผลิตและส่งออกรถพวงมาลัยขวาไปยังสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ เช่น รถกระบะเครื่องยนต์และไฟฟ้า เนื่องจากความต้องการเดินทางแบบส่วนตัวและการใช้งานแบบอเนกประสงค์ ที่เพิ่มขึ้นจากสถานการณ์ Covid-19 และเพื่อความมั่นคงและการกระจายความเสี่ยงของ Supply Chain

การที่จะยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศภายใต้สภาพแวดล้อมใหม่นั้น จำเป็นต้องเข้าใจกลุ่มผู้ประกอบการยานยนต์ต่างๆ ที่เข้ามาทำตลาดในประเทศไทยว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร เพื่อที่จะสามารถกำหนดแนวทางการสนับสนุนส่งเสริมได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่าง กลุ่มผู้ประกอบการ 6 กลุ่ม (รูปที่ 13) ประกอบด้วย



รูปที่ 13 : ทิศทางการลงทุน (ในตลาดประเทศไทย) และการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ ที่มา : คณะทำงานภายใต้ คณะอนุกรรมการยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะอนุกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร, กันยายน 2563

- A. กลุ่มผู้ประกอบการนำเข้า ZEV จาก ASEAN-China FTA, 0% Import Duty (รูปที่ 13, A) – กลุ่มที่มีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่ถูก เนื่องจากเสียภาษีนำเข้าในอัตรา 0% จากข้อตกลงเขตการค้าเสรี ASEAN-China FTA (ACFTA) มีทั้งกลุ่มที่มีการร่วมทุนกับบริษัทไทย เช่น MG, CP Foton เป็นต้น และกลุ่มที่มีการนำเขารถ ZEV มาทำตลาดในประเทศไทยโดยไม่มีการร่วมทุนกับบริษัทไทย ทำให้ผู้ประกอบการที่อยู่ในประเทศไทยเสียเปรียบในการแข่งขันด้านราคา
- B. กลุ่มผู้ประกอบการรายใหญ่เดิมในประเทศไทย (รูปที่ 13, B) – กลุ่มที่ต้องการขอยืดอายุการทำธุรกิจเดิม ICE ให้เกิดผลตอบแทนจากการลงทุนที่ดำเนินการไปแล้วในประเทศไทย และต้องการได้รับการสนับสนุนจากรัฐในการชะลอการถดถอยของอุตสาหกรรมยานยนต์เดิม ส่งผลให้การพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ และการผลิตและจำหน่าย ZEV ในประเทศมีความล่าช้า
- C. กลุ่มผู้ประกอบการรายย่อยใหม่ในประเทศไทย (รูปที่ 13, C) – กลุ่มผู้ประกอบการผลิตชิ้นส่วนและผู้ประกอบการรายย่อย รวมถึง Startups ที่พยายามสร้างนวัตกรรมและธุรกิจใหม่ๆ แต่มีขีดจำกัดเนื่องจากในอดีตรับจ้างผลิตจากผู้ประกอบการรายใหญ่ ยังไม่มีเทคโนโลยีที่เป็นของตนเองและมีขีดจำกัดในการวิจัยและพัฒนา เช่น Sakun-C, Choedchai, EVT, Panus Assembly เป็นต้น หากผู้ประกอบการรายย่อยต่างคนต่างทำจะไม่สามารถสร้าง Eco-System และความสามารถในการแข่งขันได้ และไม่เกิดผลทางเศรษฐกิจในวงกว้างได้

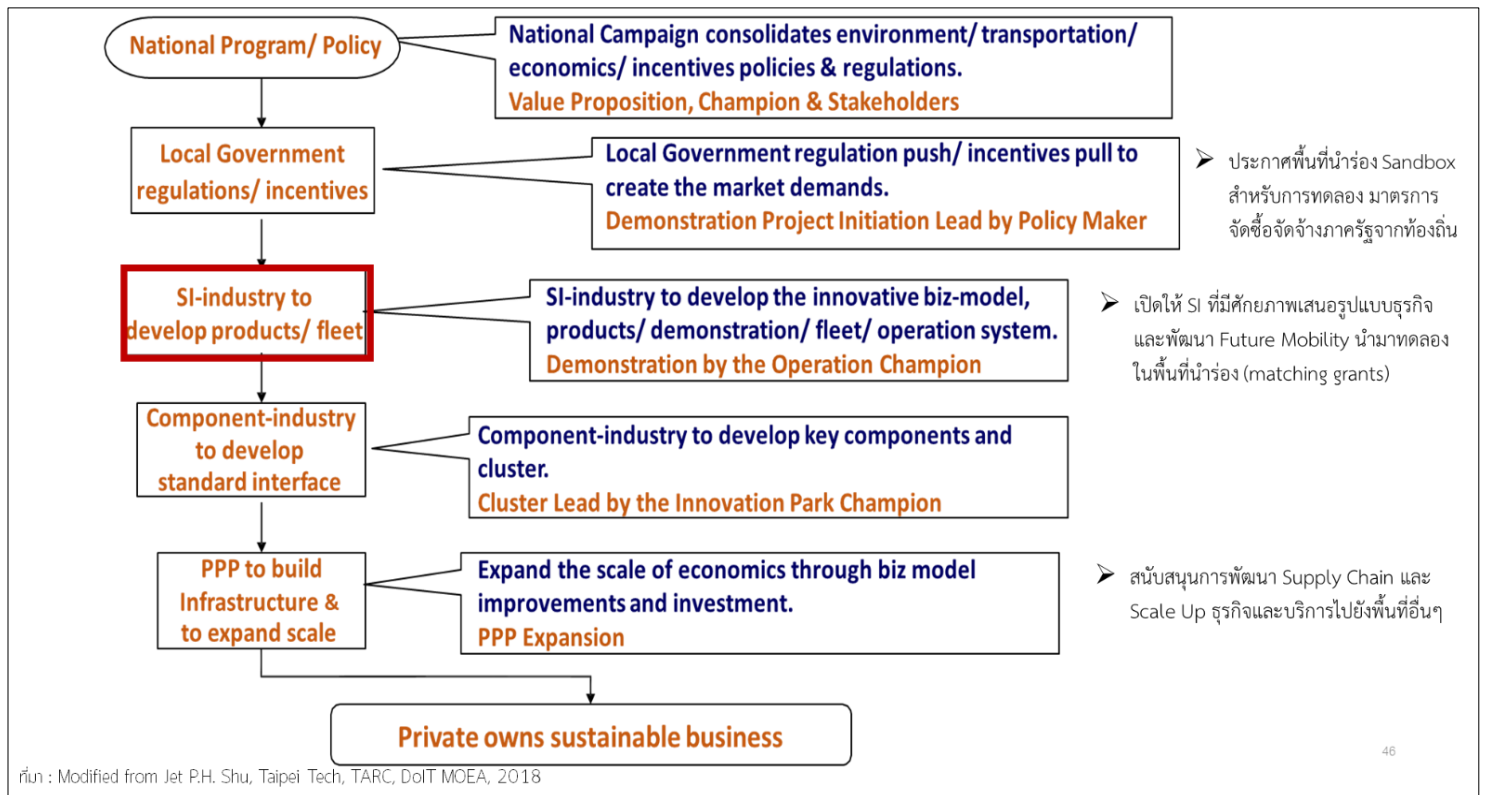


- D. กลุ่มผู้ประกอบการรายใหญ่ใหม่ในประเทศไทย (รูปที่ 13, D) –** กลุ่มที่จะต้องมีการลงทุนจำนวนมากและต้องการ Demand ที่เพียงพอมารองรับ เช่น EA, FOMM เป็นต้น และมีความไม่แน่นอนจากนโยบายรัฐและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดในการสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ทำให้มีโอกาสจะเกิดความล่าช้าในการพัฒนา ถ้ามีความล่าช้าในการพัฒนาจะเกิดความเสียหายที่จะทำให้ประเทศคู่แข่ง เช่น เวียดนาม พัฒนาอุตสาหกรรมมูลค่าสูง High Value และ Commercialization ได้ก่อน จะทำให้เหลือแต่อุตสาหกรรมมูลค่าต่ำ Low Value ให้ผู้ประกอบการไทย ถ้าเกิดความล่าช้าในการพัฒนาผู้ประกอบการรายใหญ่ใหม่ที่จะเข้าสู่อุตสาหกรรม ประเทศไทยจะสูญเสียตำแหน่งผู้นำในอุตสาหกรรมให้แก่ประเทศเพื่อนบ้าน
- E. กลุ่มผู้ประกอบการต่างชาติใหม่ในประเทศไทย (รูปที่ 13, E) –** กลุ่มบริษัทต่างชาติ 100% เข้ามาลงทุนในประเทศไทย เช่น Great Wall Motor เป็นต้น ที่มีแผนการลงทุนผลิตรถตั้งแต่ ICE, HEV, PHEV, ZEV และลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงอย่างระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ การลงทุนเพื่อจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาในระดับภูมิภาค (Regional R&D Center) และการ Localize Parts & Components ในประเทศ ซึ่งกลุ่มนี้หากมีการนำ Supply Chain ของตัวเองเข้ามาด้วยอย่างเต็มรูปแบบ จะทำให้ผู้ประกอบการที่อยู่ในประเทศเข้าร่วมหรือแข่งขันได้ยากขึ้น
- F. กลุ่มผู้ประกอบการนำเข้า ZEV จาก ASEAN FTA, 0% Import Duty (รูปที่ 13, F) –** กลุ่มที่มีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่ถูก เนื่องจากเสียภาษีนำเข้าในอัตรา 0% จากข้อตกลงเขตการค้าเสรีอาเซียน ASEAN FTA เช่น บริษัทรถยนต์ไฟฟ้าของเวียดนาม เช่น VinFast และกลุ่มบริษัทต่างชาติที่เข้าไปลงทุนผลิต ZEV ในประเทศเวียดนามและส่งเข้ามาขายในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการที่อยู่ในประเทศไทยเสียเปรียบในการแข่งขันด้านราคา

จากแรงกดดันของกลุ่มผู้ประกอบการต่างๆ ข้างต้น ที่เข้ามาทำตลาดในประเทศไทยจากหลายทิศทาง แนวทางการที่จะยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศในช่วงของการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ได้นั้น จำเป็นต้องส่งเสริมทั้งกลุ่มผู้ประกอบการรายใหญ่ใหม่ในประเทศไทย โดยกระตุ้นให้เกิดตลาด (เช่น ตลาดภาครัฐ) และการพัฒนาเทคโนโลยี และสนับสนุนให้กลุ่มผู้ประกอบการรายย่อยใหม่ในประเทศไทยอย่างเร่งด่วนไปควบคู่กัน ในต่างประเทศมีการสร้างกลไกที่ทำให้กลุ่มผู้ประกอบการรายย่อย ผู้ผลิตชิ้นส่วน และ Startups สามารถทำงานร่วมกัน Collaborative Model สร้าง Eco-System ใหม่ที่สามารถเติบโตแข่งขันได้ และเร่งสร้างอุตสาหกรรมใหม่คู่ขนานไปกับอุตสาหกรรมเดิมที่กำลังพลิกโฉม

## ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน (Transition Strategy)

ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน คือ การพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการในประเทศใน ในช่วงเวลา ระหว่างการผลิต ZEV ในเชิงปริมาณ (Mass Production) ยังไม่เกิดขึ้นมากนัก หรือยังไม่มีการใช้งาน ZEV จน เป็นที่แพร่หลายใน Segments ที่บริษัทข้ามชาติขนาดใหญ่มองว่าเป็นตลาดขนาดเล็ก ทำให้มีช่องว่างให้ ผู้ประกอบการไทยสามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในจำนวนที่ไม่มากนัก (Small Volume) รองรับความต้องการได้ และการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าให้ประสบความสำเร็จได้นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการสร้างตลาด (Demand) ภายในประเทศเพื่อให้เกิดความต้องการขนาดใหญ่ ซึ่งในต่างประเทศนิยมใช้ตลาดภาครัฐเป็นตัวนำและพัฒนา รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะทางให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพและมีต้นทุนที่แข่งขันได้ (เช่น E-Bus, E-Taxi, E-Pickup, E-TukTuk, E-Scooter, LSEV, และ E-Boat เป็นต้น) ซึ่งมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลาย กลุ่มที่ต้องการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในกลุ่มของผู้ที่มีความต้องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและกลุ่มของ ผู้ประกอบการที่ผลิตยานยนต์ที่ต้องการสร้างขีดความสามารถของตนเองแต่ยังขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ สำคัญสำหรับการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า โดยมีแนวทางในการพัฒนา ดังต่อไปนี้



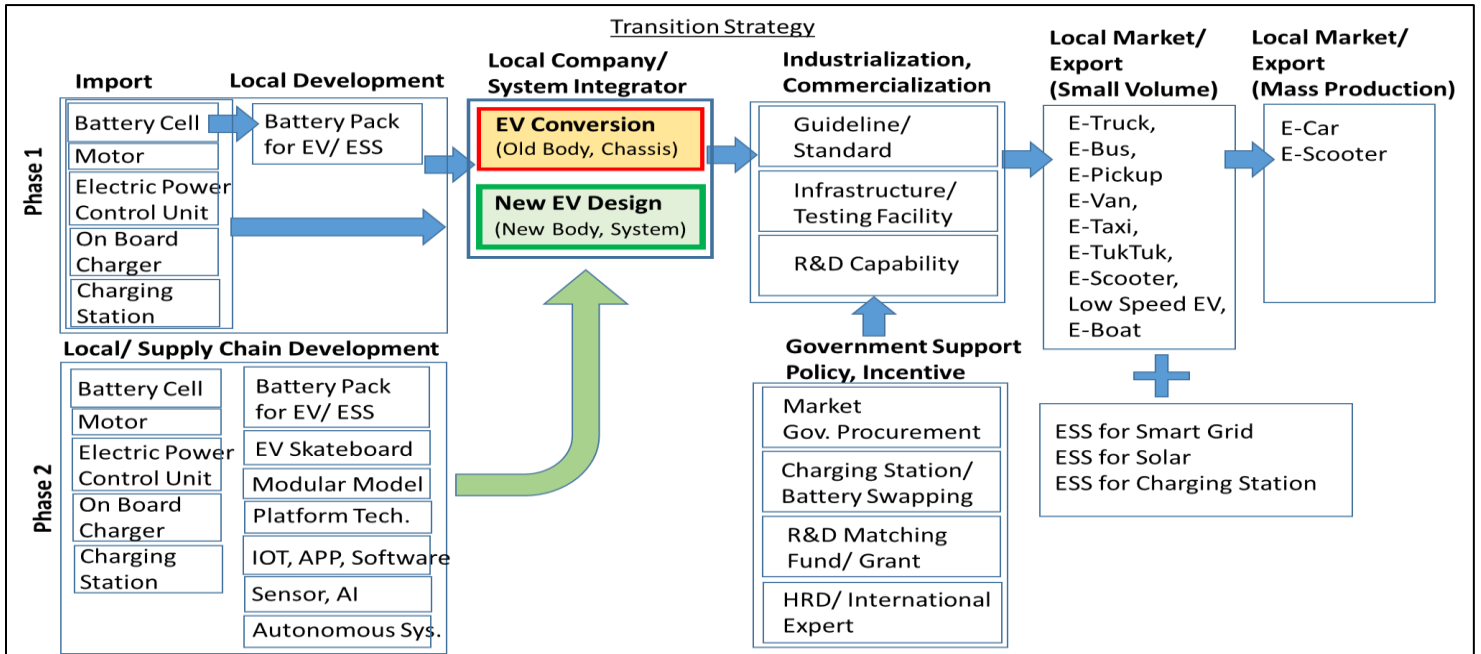
รูปที่ 14 : กระบวนการพัฒนาธุรกิจนวัตกรรมด้านระบบคมนาคมแห่งอนาคต (Future Mobility)

รัฐบาลสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการไทยด้าน System Integration (SI) ที่มีศักยภาพด้านการพัฒนาเทคโนโลยี โดยการจับคู่ความต้องการและการสร้างแพลตฟอร์มที่

จะมีการร่วมทำวิจัยหรือรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับการผลิตชิ้นส่วนที่สำคัญขึ้นหรือการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าจากบริษัทที่เป็นผู้ขายเทคโนโลยี หรือการพัฒนาจากสถาบันวิจัยชั้นนำ โดยการสนับสนุนด้านทิศทางนโยบาย โครงการนำร่อง การให้ตลาดภาครัฐ การสร้างต้นแบบและการทดสอบ และการสนับสนุนทางการเงิน ทั้งนี้ กระบวนการพัฒนารัฐกิจนวัตกรรมด้านระบบคมนาคมแห่งอนาคต (Future Mobility) (รูปที่ 14) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- a. กำหนดนโยบาย (National Program/Policy) และตำแหน่งคุณค่า (Value Proposition) โดย Policy Maker ว่าจะเป็นแชมป์ในด้านอะไร (Product Champion) และมุ่งพัฒนากลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในกลุ่มใดบ้าง (Stakeholders) และมีการกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม ระบบการคมนาคม เศรษฐกิจ การให้การสนับสนุน และด้านกฎระเบียบ ในช่วงที่ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังมีขนาดที่อยู่ในช่วงแรกเริ่ม
- b. รัฐบาลท้องถิ่นผลักดันด้านกฎระเบียบและแรงจูงใจ (Local Government/ Regulations and Incentives) ทั้งในส่วนของการผลักดันด้านข้อกำหนด (Regulation Push) และให้แรงจูงใจเป็นตัวดึงดูดที่ (Incentives Pull) ที่จะสร้างความต้องการของตลาด (Create Market Demands) โดยผู้กำหนดนโยบายภาครัฐ (Policy Maker) เป็นผู้นำและริเริ่มการนำผลิตภัณฑ์มาใช้งานจริงเป็นตัวอย่างโครงการนำร่อง (Demonstration Project) โดยจะมีการประกาศให้พื้นที่นำร่องทดลองเทคโนโลยี การทดลองใช้งานจริงโดยมาตรการจัดซื้อจัดจ้างจากรัฐบาลท้องถิ่น โดยในแรกเริ่มจะจัดเว้นกฎระเบียบที่เป็นข้อจำกัดและอุปสรรคเพื่อศึกษาดูความเป็นไปได้ทางด้านเทคโนโลยี (Policy/Technology/Regulatory Sandbox)
- c. ส่งเสริมอุตสาหกรรมการอินทิเกรตระบบเข้าด้วยกัน (SI-Industry) ที่จะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ Products ในระบบขนส่ง Fleets โดยการพัฒนาโมเดลธุรกิจนวัตกรรม ผลิตภัณฑ์ การทดลองใช้งานระบบขนส่ง และระบบการดำเนินงาน (Innovative biz-model, products/ demonstration/ fleet/ operation system) โดยการเปิดให้ System Integration (SI) ที่มีศักยภาพเสนอรูปแบบธุรกิจและพัฒนา Future Mobility นำมาทดลองในพื้นที่นำร่อง โดยรับการร่วมสนับสนุนการทดลองจากรัฐบาล (Matching Grant)
- d. ส่งเสริมอุตสาหกรรมการพัฒนาชิ้นส่วนสำคัญ (Component-Industry) พัฒนาความสามารถของผู้ประกอบการในห่วงโซ่คุณค่าและระบบนิเวศทางด้านนวัตกรรม (Innovation Eco-system) เพื่อการพัฒนาชิ้นส่วนสำคัญ (Key Components) นำการพัฒนาโดยแชมป์เปียนผู้สร้างนวัตกรรม (Innovation Park Champion) ที่จะพัฒนาชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard Interface) และซัพพลายเชน (Supply Chain)
- e. การร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานรองรับและขยายขนาด (PPP to build Infrastructure & to expand scale) ในระยะนี้เป็นการขยายขนาดธุรกิจและบริการไปยังพื้นที่อื่นๆ โดยการร่วมลงทุนระหว่างรัฐและเอกชนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานรองรับ/ขยายขนาด
- f. การพัฒนาธุรกิจที่ยั่งยืนโดยในรูปแบบของภาคเอกชน (Private Owns Sustainable Business) ในการพัฒนาธุรกิจระยะยาวนั้นหากธุรกิจอยู่ในรูปแบบที่ภาคเอกชนเป็นเจ้าของจะทำให้บริหารงานและการพัฒนาแข่งขันได้ในระยะต่อไปให้มีความยั่งยืนสามารถทำได้คล่องตัวกว่าภาครัฐ

ในยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน มีความจำเป็นในการสร้างให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ คู่ขนานกับอุตสาหกรรมยานยนต์เดิม จะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนที่ยืดหยุ่นคู่ขนานกันไป และผู้ประกอบการรายย่อยมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ที่จำเป็นรองรับอุตสาหกรรมหลัก สามารถสร้าง Demand กลุ่มใหม่ขึ้น เพิ่มเติมรองรับอุตสาหกรรมใหม่ โดยไม่กระทบ Demand กลุ่มเดิม ทั้งยังสร้างงานให้ผู้ประกอบการรายย่อยทั่วประเทศ ในทางปฏิบัติการดำเนินการจะแบ่งเป็น 2 เฟส ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 : ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน เพื่อเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการไทย ที่มา : คณะทำงานภายใต้ คณะอนุกรมการยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร, กันยายน 2563

### เฟสที่ 1 (Phase 1) การนำเข้าและการพัฒนาชิ้นส่วนบางส่วนในประเทศ

การสนับสนุนผู้ประกอบการด้าน System Integration (SI) พัฒนาโดยการนำเข้าชิ้นส่วนสำคัญจากต่างประเทศ (ที่ประเทศไทยยังผลิตเองไม่ได้) เข้ามาประกอบเช่น Battery Cell, Battery Pack, BMS, Motor, Electric Power Control Unit, On Board Charger, Charging Station เป็นต้น และพัฒนาต่อยอดให้มีมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้งานกับการทำรถไฟฟ้าตัดแปลง (EV Conversion) หรือการออกแบบระบบรถไฟฟ้าใหม่ทั้งคัน (New EV Design) ส่งเสริมผู้ประกอบการที่ออกแบบยานยนต์สมัยใหม่ สนับสนุนการยกระดับธุรกิจตัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าเป็นการผลิตในเชิงพาณิชย์ (Commercialization) การทำให้เป็นอุตสาหกรรม (Industrialization)

### เฟสที่ 2 (Phase 2) การพัฒนาชิ้นส่วนและ Supply Chain ในประเทศ

สร้าง Cluster ของผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ และ Supply Chain ในประเทศ เพื่อสร้าง Battery Cell, Battery Pack, Motor, Electric Power Control Unit, On Board Charger, Charging Station และพัฒนา EV Skateboard, Modulization Model, Platform Technology, IOT, APP, Software, และในระยะยาวพัฒนา Sensor, AI, และ Autonomous System ขึ้นในประเทศ เป็นต้น ซึ่งจากกรณีศึกษาในต่างประเทศมีการพัฒนาใน ส่วนต่างๆ เหล่านี้ ในการผลิตและประกอบยานยนต์ไฟฟ้าทั้งคันขึ้นมา

ประเทศไทยจำเป็นต้องสร้างโครงสร้างและกลไกที่ยืดหยุ่นรองรับการเปลี่ยนแปลง และการจูงใจและกำหนดให้กลุ่มผู้ประกอบการต่างชาติใหม่ในประเทศไทยจับคู่ธุรกิจในประเทศไทย เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการภายในประเทศ สิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีดำเนินไปอย่างราบรื่นและผู้ประกอบการสามารถปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดต่อไปได้ทันเวลาได้นั้น การพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการในปัจจุบันและตอบสนองความต้องการในอนาคต นั้นมีความจำเป็นกล่าวคือ การเร่งพัฒนาเทคโนโลยีเน้นด้าน System Integration, Electrical Engineer, Digital Technology, Software, การบริหารจัดการข้อมูล การประมวลผลบน Cloud, Big Data, Internet of Things (IoT), ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) และอื่นๆ ซึ่งได้เปลี่ยนวิถีชีวิตของผู้คน และสร้างธุรกิจแนวใหม่ขึ้นมาเรื่อยๆ ในปัจจุบันและในอนาคตทั้งอุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ที่จะมีความต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถใหม่ๆ ด้าน Autonomous vehicles, Connected vehicles, Electrification, และ Shared Vehicles (ACES) อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งทั้งหมดยังถือว่าเป็นเรื่องใหม่และมีการแข่งขันที่สูงมาก ถ้าประเทศไทยสามารถสร้างขีดความสามารถในด้านนี้ให้มีความเข้มแข็งจะสามารถต่อยอดไปสู่อุตสาหกรรมแห่งอนาคตที่มีมูลค่าสูงมากได้ จากที่ในอดีตที่ไม่ได้มีการเชื่อมต่อและเป็นอนาล็อก (Disconnected and Analog) สู่ปัจจุบันที่เป็นมีการเชื่อมต่อและเป็นดิจิทัล (Connected and Digital) และต่อไปข้อมูลต่างๆ เมื่อถูกนำมาเชื่อมโยงกันจะมีมูลค่าสูงมากและสร้างให้เกิดเศรษฐกิจใหม่คือยุคเศรษฐกิจข้อมูล (Data Economy)

### แนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมแบตเตอรี่

ชิ้นส่วนที่เป็นหัวใจและมีสัดส่วนราคาแพงที่สุดในรถไฟฟ้าคือแบตเตอรี่ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 40-60% ของราคารถยนต์ไฟฟ้า ดังนั้น หากสามารถทำให้ต้นทุนของแบตเตอรี่มีราคาถูกลงได้มากเท่าไร ไม่ว่าจะเมื่อจะพัฒนารถไฟฟ้าดัดแปลง (EV Conversion) หรือการพัฒนาเครื่องยนต์ไฟฟ้าใหม่ทั้งคัน (New Design EV) ก็จะทำให้ตัวรถไฟฟ้าที่จะดัดแปลงหรือผลิตขึ้นใหม่มีราคาที่สามารถแข่งขันได้มากขึ้นเท่านั้น ทั้งนี้ การพัฒนา การผลิต หรือการประกอบสินค้าตามความต้องการของลูกค้าตามเงินที่จ่าย (you get what you pay for) นั้นเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ราคาของยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาถูกลง สร้างตัวเลือกให้กับตลาดที่มีความต้องการที่หลากหลายมากขึ้น การจัดหาแบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้งาน มี 4 แนวทาง ได้แก่

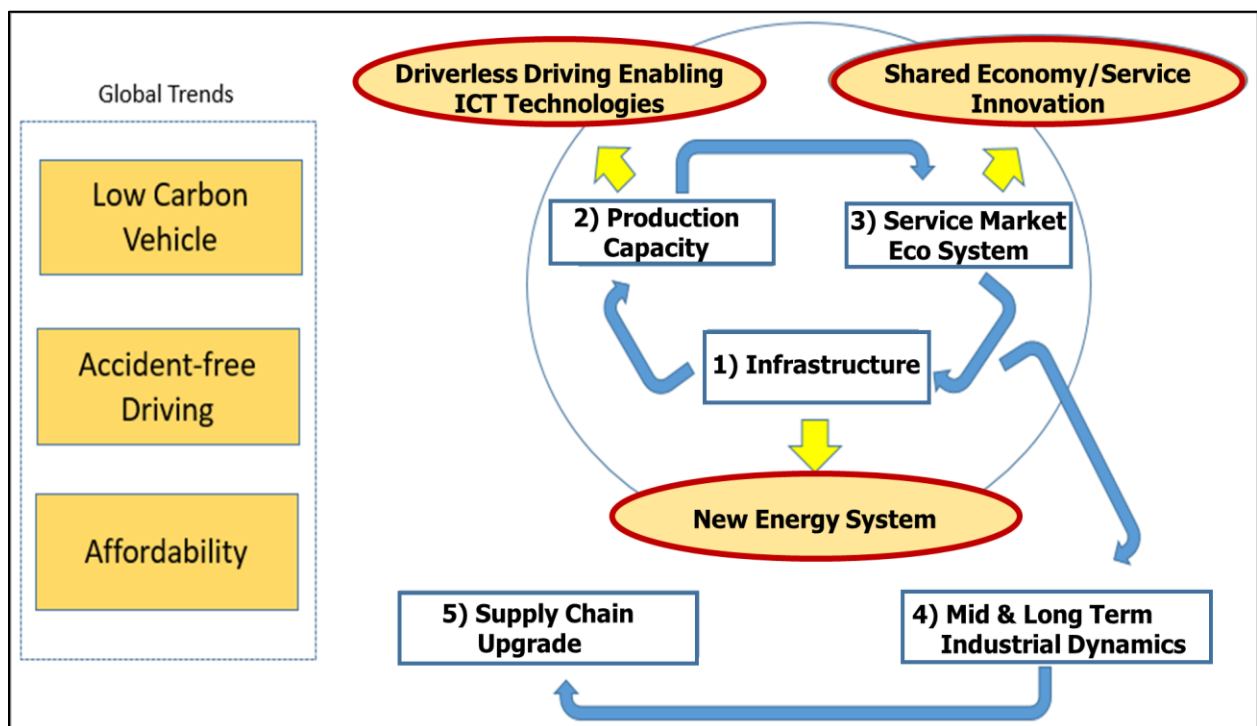
- 1) **การพัฒนาผลิต Battery Cell ขึ้นมาเอง (Cell Manufacturing)** – มีทั้งแบบใช้เงินลงทุนระดับ 100 ล้านบาท ที่มีตลาดในประเทศเฉพาะกลุ่ม เหมาะสำหรับผู้ประกอบการขนาดกลาง ไปจนถึงการใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาลระดับ 1,000-100,000 ล้านบาท ที่เป็นการแข่งขันระดับโลก เน้นด้านการลงทุนพัฒนา R&D ซึ่งมีความเสี่ยงสูงมาก มีช่วงเวลาในการทำกำไรที่สั้นเนื่องจากต้องมีการ re-investment ใหม่ประมาณทุกๆ 3 ปี ที่เทคโนโลยีมีการขยับสูงขึ้น มีการ return ผลกำไรที่ต่ำหากผลิตออกมาในจำนวนที่ไม่มากเพียงพอจะไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับผู้ผลิต Battery Cell รายใหญ่ที่มีกำลังการผลิตระดับ Industrial Scale จากต่างประเทศได้ เนื่องจากเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงบ่อยและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งในส่วนของ mining process, raw material, product development และ manufacturing process. เหมาะสำหรับผู้ประกอบการขนาดใหญ่ที่มีตลาดที่มีขนาดใหญ่และสามารถควบคุมกำลังซื้อที่มีความแน่นอน และเป็นเจ้าของเทคโนโลยี

- 2) **การนำเข้า Battery Cell จากต่างประเทศเข้ามาแพ็คเกจเองในประเทศ (Pack Assembly)** – ใช้เงินลงทุนต่ำกว่าแบบที่ 1 ระดับ 10-10,000 ล้านบาท ขึ้นอยู่กับระดับความลึกของเทคโนโลยีและระดับความสามารถในการแข่งขันที่จะได้รับ มีความเสี่ยงด้านการเปลี่ยนแปลงและการไล่ตามเทคโนโลยีที่ต่ำกว่า เหมาะสำหรับผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ขนาดกลาง หรือขนาดเล็ก ที่ในช่วงแรกเริ่มต้องการผลิตในจำนวนไม่มาก ผลิตเพื่อใช้ในการทดลองการทำตลาดรถไฟฟ้า หรือส่งออก Battery Module, Battery Pack. ในต่างประเทศ เช่น Germany บางบริษัทไม่ได้ทำ Cell Battery เองแต่เป็นการนำเข้า Battery Cell มาเพื่อทำ Battery Cell Packing โดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูง การวิเคราะห์ทดสอบ ให้มีมาตรฐานและความปลอดภัยในระดับอุตสาหกรรม และเป็นพื้นฐานไปสู่การทำไปสู่การผลิตจำนวนมาก และการทำให้เป็นอุตสาหกรรม Industrialization
- 3) **นำ Battery Module เข้ามาแพ็คเกจเองในประเทศ (Pack Assembly)** – เหมาะสำหรับผู้ประกอบการที่นำเข้า Battery Module จากบริษัทในเครือ แล้วนำมาทำ Battery Packing ใช้กับรถไฟฟ้าของตัวเอง
- 4) **นำเข้า Battery Pack เข้ามาใช้งาน** – เหมาะสำหรับ ผู้ใช้งานที่ต้องการความมั่นใจในคุณภาพ และมีการรับประกันจากการใช้งาน จากผู้ผลิตรายใหญ่จากต่างประเทศที่มีชื่อเสียง

ในช่วงของเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยี (Technology Transition) รัฐบาลควรสนับสนุนให้เกิดการต่อยอดและพัฒนา Battery Technology ขึ้นในประเทศ เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ เพื่อให้ต้นทุนของการผลิตรถไฟฟ้าในประเทศมีราคาถูกลงและสอดคล้องกับทิศทางที่ต้องการจะพัฒนา การพัฒนาแบตเตอรี่แบบที่ 1), 2) และ 3) นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณากำหนดภาษีที่เกี่ยวข้องใหม่ทั้งระบบ เพื่อให้จูงใจและทำให้ผู้ลงทุนผลิตออกมาแล้วมีราคาที่แข่งขันได้ (ทำให้รถยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศมีราคาที่ถูกลงกว่าการนำเข้ารถยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีนทั้งคัน) โดยจำเป็นต้องทำให้ธุรกิจทั้ง Cell Manufacturing และ Pack Assembly ที่ผลิตขึ้นได้ในประเทศเติบโตควบคู่ไปด้วยพร้อมๆ กัน ไม่ได้ต้องเลือกทางใดทางหนึ่งแต่เลือกสนับสนุนทั้งสองทางให้โตไปพร้อมๆ กัน และการมองทั้งระบบแบบองค์รวมที่ไม่ได้พึ่งพาความต้องการ Battery จากอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าแต่เพียงอย่างเดียว (การวิจัยด้านระบบระบายความร้อนสำหรับแบตเตอรี่มีความสำคัญมากเนื่องจากสภาพอากาศของเมืองไทยในช่วงกลางวันบนท้องถนนจะร้อนอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าต่างประเทศ แบตเตอรี่จึงจำเป็นต้องถูกออกแบบมาเพื่อรองรับภายใต้อุณหภูมิที่สูงเหมาะกับการใช้งาน) และในช่วงแรกเริ่มของอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะมีความต้องการที่มี Volume ที่ยังไม่มากเพียงพอที่จะให้เกิดการลงทุนได้ จึงต้องนำ Battery ไปใช้กับการใช้งานที่มีความหลากหลายมากขึ้น (Applications) เช่น การใช้งานในอุตสาหกรรมพลังงาน เช่น ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System) ที่ใช้กับโครงข่ายระบบไฟฟ้าหลักและย่อย และใช้ในภาคอุตสาหกรรมและภายในอาคารประเภทต่างๆ รวมไปถึงการใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านควบคู่กับระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ Solar Panel, อุตสาหกรรมการแพทย์, อุตสาหกรรมที่ใช้ได้สองทาง Dual Use ทางทหารและพลเรือน เป็นต้น และทั่วโลกในปี 2025 คาดการณ์ว่าจะมีความต้องการแบตเตอรี่อีกเป็นจำนวนมากถึง 14 เท่าตัวจากความต้องการในปัจจุบัน เพื่อให้เกิดการสร้างและกระจายองค์ความรู้ไปสู่ผู้ประกอบการทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ได้ในวงกว้าง ในช่วงแรกเริ่มรัฐควรสนับสนุนให้มีการนำเข้า Battery Cell เข้ามาเพื่อทำ Battery Pack หรือ Pack Assembly เอง โดยมีการรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่จำเป็นจากต่างประเทศ และมีการพัฒนาระบบวิเคราะห์ทดสอบและการจัดทำมาตรฐานรองรับการพัฒนาในด้านต่างๆ

## การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ (Industry/Local Capability Building)

การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ ควรมุ่งพัฒนาเพื่อให้สามารถสะสมและสร้างฐานความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมของไทยขึ้นมาจนสามารถพัฒนาและต่อยอดต่อไปได้เอง โดยการพัฒนาเพื่อมุ่งตอบสนองต่อแนวโน้มการพัฒนายานยนต์ที่ปล่อยมลพิษต่ำ การขับขี่ที่ปลอดภัย และการทำให้สามารถซื้อได้ (Low Carbon Vehicle, Accident Free Driving, and Affordability) โดยมีแนวทางในการส่งเสริมดังต่อไปนี้ (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 : ลำดับการพัฒนาวิวัฒนาการเพื่อยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ  
ที่มา: Jeong Hyop LEE, et. al., STIPI. Thailand's Next-generation Vehicle Innovation Strategies: Alternative Directions and Policy Recommendations 2017.

โดยมีกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาดังต่อไปนี้

- (1) การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีหลักจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Core technological capabilities building with leveraging infrastructure development)
- (2) การพัฒนาด้านการออกแบบและการสร้างความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Design and production capacity development (vehicle production))

- (3) การพัฒนาระบบการให้บริการทางการตลาดและสภาพแวดล้อมด้านนวัตกรรม (Service market system with ecosystem innovation)
- (4) การสร้างความสามารถของภาคอุตสาหกรรมระยะกลางและยาวแบบไดนามิกส์ (Mid and long term industrial dynamic capability)
- (5) การยกระดับซัพพลายเชนที่มีความชัดเจนในทิศทางการสะสมและสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม (Supply chain upgrade with clarified and collective innovation direction)

การพัฒนาเป็นวงจรเพื่อยกระดับความสามารถให้เพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ สามารถเริ่มต้นจาก (1) Infrastructure, (2) Production Capacity, และ (3) Service Market Eco System ยกกระดับความสามารถด้านการพัฒนาเทคโนโลยีให้เพิ่มขึ้น จะก่อให้เกิดการพัฒนาที่ขยายวงออกไปสู่การพัฒนาด้าน New Energy System, Driverless Driving Enabling ICT Technologies, และ Shared Economy/ Service Innovation และหลังจากนั้นจะเป็นการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมในเชิงลึกในด้าน (4) Mid & Long Term Industrial Dynamics และ (5) Supply Chain Upgrade เพื่อการสร้างขีดความสามารถในระยะกลางและระยะยาวต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### (1) การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีหลักจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Core technological capabilities building with leveraging infrastructure development)

ในระยะแรกเริ่ม ประเทศไทยยังไม่มีความพร้อมด้านยานยนต์ไฟฟ้ามากนัก เนื่องจากยังไม่มีเทคโนโลยีหลักด้านแบตเตอรี่และมอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ ธุรกิจเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างยานยนต์ได้อยู่ใต้บริษัทผู้ให้บริการจากต่างประเทศ เช่น Grab, Line Man, Lalamove, และ Gojek เป็นต้น ประเทศไทยจึงควรมีการเริ่มพัฒนาโดยการเริ่มจากการสะสมและสร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เน้นไปที่เรื่องเทคโนโลยีการอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge) ผ่านทางโครงการจัดซื้อจัดจ้างด้านโครงสร้างพื้นฐานของภาครัฐ ส่วนเทคโนโลยีด้านการกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) และโครงข่ายพลังงานอัจฉริยะ (Smart Grids) เป็นลำดับความสำคัญต่อมาที่จะต้องสร้างขีดความสามารถตามมา ทั้งนี้ประเทศไทยควรสร้างโปรแกรมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน ที่จะเรียนรู้ และควรมีความร่วมมือด้านการพัฒนาร่วมกับพันธมิตรต่างประเทศเพื่อ localize เทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้และพัฒนาต่อยอดภายในประเทศได้เอง และควรกำหนดแผนการพัฒนาคู่กลางที่เกี่ยวข้อง โดยมีความร่วมมือทางด้านนโยบายกับกระทรวงอื่นๆ เช่น กระทรวงพลังงาน ในเรื่องประสิทธิภาพพลังงานและระบบการอัดประจุ ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะเป็นจุดสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในด้านการพัฒนาขีดความสามารถในระยะแรกเริ่ม ซึ่งยังไม่มีโปรแกรมยุทธศาสตร์ด้านนวัตกรรมจากกระทรวงอื่นมารองรับ ส่วนใหญ่ยังคงเน้นแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน การพัฒนาขีดความสามารถในส่วนนี้ในอนาคตจะนำไปสู่ระบบพลังงานใหม่ (New Energy System)



**(2) การพัฒนาด้านการออกแบบและการสร้างความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Design and production capacity development (vehicle production))**

ในตลาดโลก โครงสร้างทางการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วยโมเดลยานยนต์ไฟฟ้าแบบพรีเมียมและแบบประหยัด Tesla ได้ขึ้นมาครอบครองตลาดระดับพรีเมียม และทำให้โอกาสในการเข้าไปมีส่วนแบ่งทางการตลาดของแบรนด์อื่นๆ มีน้อยลง รัฐบาลไทยสามารถให้ตลาดภาครัฐในบางส่วน เช่น รถสามล้อไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และรถโดยสารขนาดเล็กไฟฟ้า ที่จะสนับสนุนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศร่วมกับเวิร์กช็อปของมหาวิทยาลัย ชีพพลายเออร์ของเครื่องยนต์สันดาปภายใน และชีพพลายเออร์ของชิ้นส่วนและส่วนประกอบ เช่น แบตเตอรี่และมอเตอร์ ด้วยแนวทางนี้ผู้ผลิตภายในประเทศสามารถสร้างขีดความสามารถด้านการออกแบบที่จะปรับตัวไปสู่อุตสาหกรรม ยานยนต์สมัยใหม่ ด้วยนโยบายการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและสถานีอัดประจุของกระทรวงพลังงาน การให้ตลาดภาครัฐ ยังไม่ได้รับการสนับสนุนการผลิตภายในประเทศซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องมีความร่วมมือด้านนโยบายที่จะบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต นอกจากนี้ยังมีความต้องการที่จะพัฒนาโมเดลทางธุรกิจและเวิร์กช็อปเพื่อการออกแบบและผลิตอย่างยั่งยืนในประเทศ การพัฒนาขีดความสามารถในส่วนนี้ในอนาคตนั้นจะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติโดยการพัฒนาอุปกรณ์ด้าน ICT (Driverless Driving Enabling ICT Technologies)

**(3) การพัฒนาระบบการให้บริการทางการตลาดและสภาพแวดล้อมด้านนวัตกรรม (Service market system with ecosystem innovation)**

ตลาดการให้บริการของไทยมีข้อจำกัดตามธรรมชาติคือภาษาและวัฒนธรรม ปัจจุบันมีการเลียนแบบแพลตฟอร์มของผู้ให้บริการที่เริ่มธุรกิจในประเทศไทยรวมถึง e-commerce, e-payment, e-book และอื่นๆ โดยโครงสร้างการให้บริการที่เลียนแบบมามีข้อจำกัดของโครงสร้างที่พัฒนาและการขยายขนาด (Scaleup) และส่วนใหญ่จะถูกขายให้กับบริษัทในต่างประเทศ ยานยนต์แห่งอนาคตจะพัฒนาอยู่บนเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรและเครื่องจักรที่จะอำนวยความสะดวกให้กับการสร้างแพลตฟอร์มทางการตลาดด้านการให้บริการ การให้บริการด้วยการโคลนนิ่งโมเดลของคนอื่นมาจะสามารถช่วยในการสร้างสภาพแวดล้อมด้านการให้บริการโดยการสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ ตัวอย่างเช่น บริษัท Haup ให้บริการแพลตฟอร์มการแบ่งปันการใช้ ซึ่งกิจการลักษณะนี้เป็นโมเดลแห่งอนาคตที่จำเป็นต้องให้การสนับสนุนในการพัฒนาและต่อยอด นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบโปรแกรมการพัฒนาระบบคมนาคมที่ฉลาด (Smart Mobility) ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาสภาพแวดล้อมด้านการให้บริการอย่างมียุทธศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงหมู่บ้านในต่างจังหวัดเข้าด้วยกันเพื่อการขนส่งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรไปสู่ตลาดที่เป็นเมืองใหญ่ การพัฒนาขีดความสามารถในส่วนนี้จะนำไปสู่อุตสาหกรรมด้านเศรษฐกิจแบ่งปันและนวัตกรรมบริการในอนาคต (Shared Economy/ Service Innovation)

#### (4) การสร้างความสามารถของภาคอุตสาหกรรมระยะกลางและยาวแบบไดนามิกส์ (Mid and long term industrial dynamic capability)

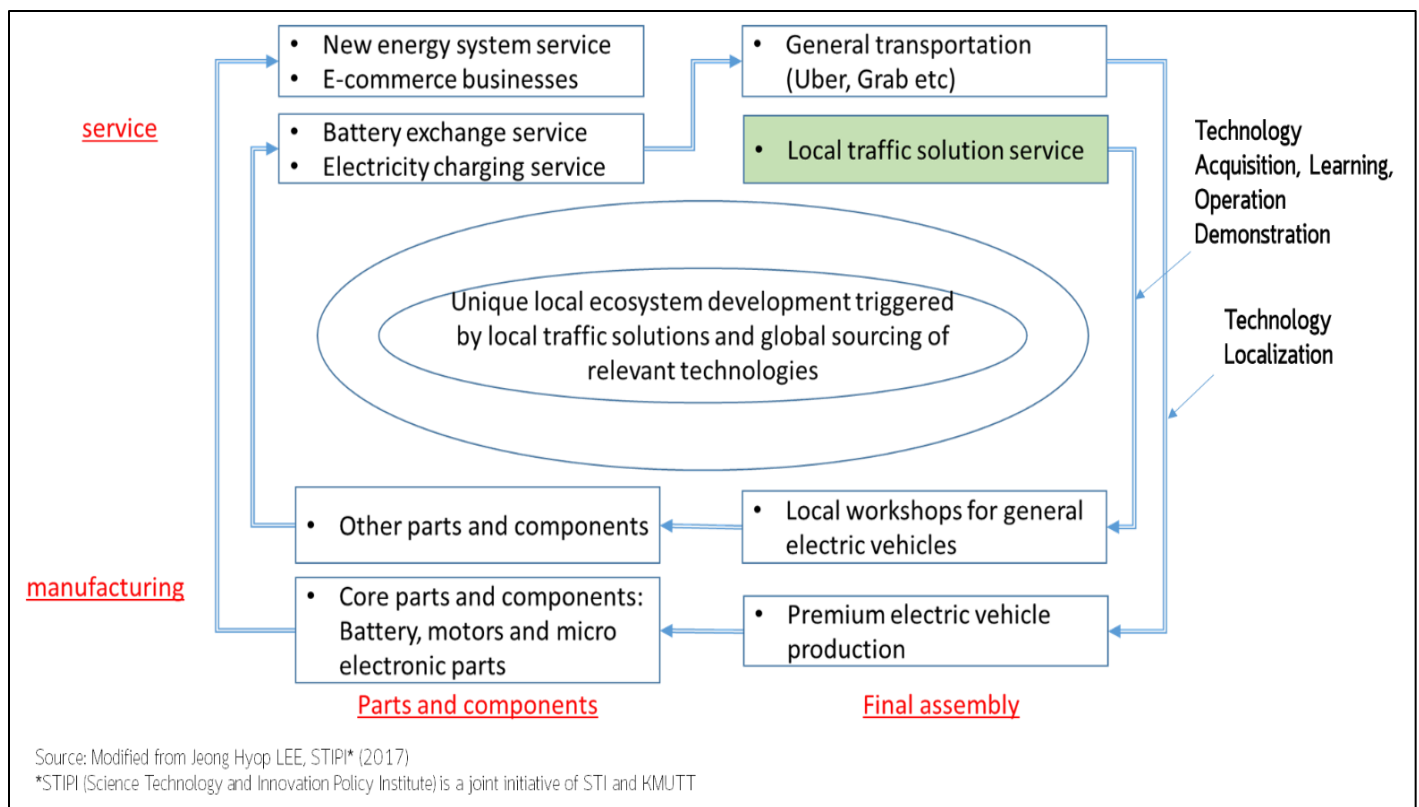
เนื่องจากประเทศไทยยังขาดความพร้อมในการเริ่มต้นใน 3 โปรแกรมการพัฒนาเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่กล่าวมาข้างต้น การจะสร้าง 3 ความสามารถทางเทคโนโลยีดังกล่าวได้จึงจำเป็นต้องกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ดาบสองคม (Double Edged Sword) ที่จำเป็นต้องใช้ความต้องการมาช่วยดึง (Demand pull) และการสร้างเทคโนโลยีที่ช่วยผลักดัน (Technology push) ประเทศไทยจะสามารถสร้างมวลวิกฤต (Critical mass) ของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน มีความสามารถในการออกแบบและการผลิตและมีนวัตกรรมด้านการให้บริการ องค์กรประกอบเหล่านี้จะช่วยสร้างความต้องการจากล่างขึ้นบน สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในระยะกลางและระยะยาว (Bottom-up demand for mid and long term industrial dynamics) รัฐบาลไทยอาจจะกำหนดโปรแกรมด้านการวิจัยและพัฒนาในระยะยาวที่จะสร้างความต้องการจากล่างขึ้นบนโดยการสร้างเทคโนโลยีช่วยผลักดัน ส่วนนี้อาจประกอบกันเป็นแผนที่นำทางสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต โดยเสนอให้มีการพัฒนา Technological tree 3 กลุ่ม ดังนี้: (1) **กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานและพลังงาน (Infrastructure and energy group):** สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีมาตรฐานเฉพาะและโปรโตคอลในการสื่อสาร การกักเก็บพลังงาน การประกอบแบตเตอรี่และการบริหารจัดการแบตเตอรี่ (Battery packaging and BMS) สมาร์ทกริด (Smart grid) และการบริหารไฟฟ้า (Electricity network management EV), (2) **กลุ่มการออกแบบและการผลิต (Design and production group):** มอเตอร์และส่วนอื่นๆ (Motors and others), (3) **กลุ่มนวัตกรรมบริการ (Service innovation groups):** โมเดลธุรกิจ (Business models)

#### (5) การยกระดับซัพพลายเชนที่มีความชัดเจนในทิศทางการสะสมและสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม (Supply chain upgrade with clarified and collective innovation direction)

ผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศมีความไม่แน่ใจว่าจะมีความต้องการที่มากพอสำหรับสินค้าและล้งเลที่จะลงทุน เนื่องจากการสนับสนุนด้านการเงินจากรัฐบาลเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่แยกส่วนกันจะไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ หากถ้าใช้ก็จะเพียงทำให้ธุรกิจอยู่ได้ไปเพียงอีกระยะ แต่ข้อเสนอแนะลำดับการพัฒนา 4 โปรแกรมข้างต้น จะช่วยสร้างเป้าหมายต่อเนื่องและยุทธศาสตร์สำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนที่จะลดความไม่แน่นอนและจะทำให้เกิดการเข้าร่วมในโปรแกรมการพัฒนา นวัตกรรมด้านยานยนต์สมัยใหม่ รัฐบาลควรสร้างและกำหนดเป้าหมายต่อเนื่องและยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ ในรูปแบบของ Master Plan และโปรแกรมมุ่งเป้าที่จะกระตุ้นให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนภายในประเทศสามารถเลือกโปรแกรมช่วยเรื่องการปรับตัวและเพื่อความอยู่รอดต่อไป ผู้ได้รับประโยชน์โดยมากจะเป็น Tier 2 เนื่องจาก Tier 1 ส่วนใหญ่นั้นเป็นต่างชาติและซัพพลายเออร์จากต่างชาติ สำหรับ Tier 2 และ Tier 3 นั้น ควรมีการร่วมกันเป็นพันธมิตรกันผ่านการทำงานร่วมกับมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย ที่ออกแบบและพัฒนา ยานยนต์ไฟฟ้า

## มาตรการที่ 2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ZEV and ACES Development)

จุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ZEV and ACES Technology and Innovation Development) คือ การพัฒนาเพื่อเติมเต็มช่องว่างและเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ พัฒนาขีดความสามารถด้าน SI ไปสู่ Deep Technology โดยมีการทำงานใกล้ชิดกับภาคเอกชน โดยเริ่มต้นมาจากการพัฒนาระบบนิเวศในประเทศ ที่เป็นจุดเริ่มต้นมาจากการแก้ปัญหาทางการจราจรและการแสวงหาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในโลกมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้งาน (Technology Acquisition, Learning, Operation, Demonstration) และการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี (Technology Localization) ผ่านการพัฒนากระบวนการผลิต (จาก General electric vehicles และมีการพัฒนา parts and components ไปสู่การพัฒนา Premium electric vehicles และมีการพัฒนา Core parts and components : Battery, motors and micro electronic parts) และด้านการให้บริการ (Battery exchange service, Electricity charging service ไปสู่ New energy system service, และ E-commerce businesses) ซึ่งเป็นการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นตามลำดับขั้นขึ้นไป (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 : การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศภายใต้ระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัว โดยเริ่มจากการให้บริการแก้ไขปัญหาของการจราจรในประเทศ ที่มา : Jeong Hyop LEE, et. al.

การทำให้ภาคเอกชนสามารถพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมได้อย่างยั่งยืนได้นั้น จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนในหลายมิติ ทั้งในกลุ่มของภาคเอกชนที่มีความพร้อมในการเตรียมตัวและต้องการ

Transform องค์กรเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และกลุ่มของภาคเอกชนที่ได้รับผลกระทบจากการพลิกโฉมของเทคโนโลยีที่ต้องการความช่วยเหลือในการเสริมสร้างและปรับเปลี่ยนความสามารถไปสู่อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอื่น โดยสนับสนุนในด้านที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.1 การสนับสนุนส่งเสริม การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรม (RDI), Deep Technology, Technology Transfer, และ Technology Localization ด้าน ZEV และ ACES ร่วมกันภายในรัฐบาล (across Government) ภาคเอกชน และภาคการวิจัย เน้นด้านการพัฒนาชิ้นส่วนที่มีมูลค่าสูง เช่น Battery (สนับสนุนการพัฒนา Battery Cell, Battery Packing ให้มีราคาที่แข่งขันได้ไปพร้อมๆ กัน), Motor, Drive Train, Controller, ECU, EEU, โครงสร้างน้ำหนักเบา, Sensor, Autonomous System เป็นต้น

2.1.2 สนับสนุนภาคเอกชนพัฒนา รถต้นแบบ EV Conversion เพื่อการใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยอาจจะเป็นรถที่มีขนาดใหญ่ เช่น E-Bus, E-Van, E-Pickup ที่ไม่มีข้อจำกัดด้านการวาง Battery จำนวนมาก

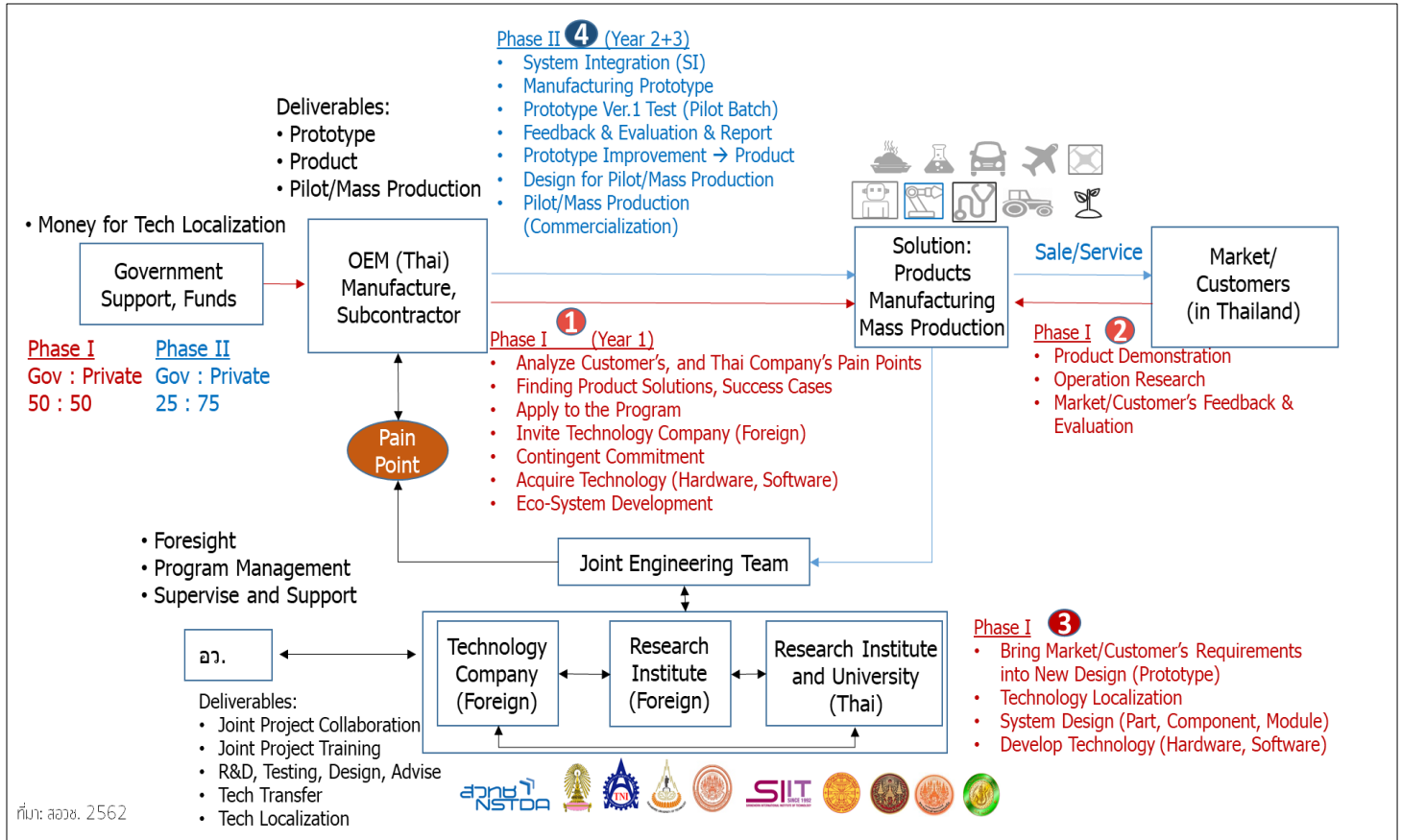
2.1.3 สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) (EV Conversion) เพื่อเพิ่มปริมาณรถ ZEV ช่วยในการลดการเกิดมลพิษทางอากาศ และเป็นการสร้างและสะสมองค์ความรู้ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อรองรับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี

2.1.4 การสร้างองค์ความรู้ ให้กับผู้ประกอบการ ภาคประชาชน และหน่วยงานภาครัฐ ทั้งในส่วนของฝ่ายผลิต และฝ่ายการซ่อมบำรุง ด้วยการทำ EV Conversion ทำให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์จริง (Hands On) เตรียมตัวเพื่อรับมือกับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption) เป็นบันไดไปสู่การพัฒนาารถต้นแบบ BEV ต่อไป

2.1.5 การสนับสนุนงบประมาณและโครงการเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของ ผู้ประกอบการในส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption)

2.1.6 การพัฒนาผู้ประกอบการไทยด้าน System Integration (SI) ที่มีศักยภาพด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ทดลอง ทดสอบ ผลิตภัณฑ์และบริการให้ได้รับมาตรฐาน

การสร้างความร่วมมือระหว่างผู้ให้และผู้รับเทคโนโลยี เช่น บริษัทผู้ที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัยจากต่างประเทศ ผู้รับเทคโนโลยีในฝั่งประเทศไทยและบริษัทผู้ผลิตที่จะผลิตสินค้าที่มีการปรับเปลี่ยนการออกแบบวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีให้มีความเหมาะสมตอบสนองความต้องการในประเทศ โดยมีรัฐบาลไทยและ/หรือต่างประเทศให้การสนับสนุนการลงทุนการทำวิจัย (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 : การสนับสนุนการพัฒนาโดยการต่อยอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Technology Localization)

## มาตรการที่ 2.2 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากร (ZEV and ACES)

การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรควรจะมีการพัฒนาทั้งสองด้านไปพร้อมๆ กันคือ การพัฒนากำลังคน (Manpower) เพื่ออุตสาหกรรม (วิศวะ + แรงงานฝีมือ) และการพัฒนากำลังสมอง (Brainpower) เพื่อการวิจัยและพัฒนา (นักวิจัย)

2.2.1 ส่งเสริมให้มีการนำ EV Open Platform เช่น ระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ความเร็วต่ำ Low-Speed EV (LSEV) Skateboard, Open Software Design มาพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ในกลุ่มนักเรียนและนักศึกษา โดยเฉพาะ กลุ่มอาชีวศึกษา

2.2.2 การพัฒนากำลังคน จัดให้มีการฝึกอบรม รวมทั้งการปรับหลักสูตร เพื่อพัฒนาทักษะ (Re-skill, Up-skill, และ New-skill) เน้น Interdisciplinary ด้าน Industrial Design, Advanced Materials, Nanotechnology Mechanics, Mechatronics, IT, Electricity, Software Engineering, System Integration, Big Data, Data Analytics, Artificial Intelligence (AI) เพื่อสร้างบุคลากรรองรับการ

พัฒนาด้าน ZEV และ Autonomous, Connected, Electric and Shared Vehicles (ACES) ร่วมกับภาคเอกชน และสถาบันวิจัยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2.2.3 การส่งเสริม Soft Skills กำลังคนรุ่นใหม่ให้มี ความฝัน (Dreams), ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity), นวัตกรรมทางความคิด (Innovative thinking), การมีภาวะผู้นำ (Leaderships) และความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurships) มากกว่าการพัฒนาคนในด้านการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือ Computer ช่วย Leverage การทำงานแทนได้

2.2.4 การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อสร้าง “ผู้เชี่ยวชาญด้านยานยนต์ไฟฟ้า” ซึ่งเป็นหลักสูตรศึกษาที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาด้านยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญเข้าด้วยกันเพื่อให้มั่นใจได้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความสามารถในด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น Electrical, Automotive and Mechanical engineering, and Information and Communication Technologies

มหาวิทยาลัยเทคนิค (Technical University) ในประเทศเยอรมนีเกือบทุกแห่งจัดให้มีโปรแกรมการศึกษาในหัวข้อ Electric vehicle, Electromobility ตัวอย่าง Courses ที่แนะนำสำหรับการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหลักสูตร Master degree เช่น

- a. Power Electronics for inverter technologies, focused on EV-inverters and charging devices
- b. Battery systems: Materials, System integration and testing
- c. Electric power system design: Grid calculation, Load flow, Time series optimization
- d. Information and Communication Technologies: Standardized protocols e.g., IEC 61851, IEC 61850, ISO 15118, IEC 61970 เป็นต้น
- e. System development and concepts for EV management systems: Databases and system architecture, communication interfaces, User front end design เป็นต้น

2.2.5 การพัฒนาการศึกษาสายอาชีพหรืออาชีวศึกษา / การฝึกงานที่หน้างาน (Vocational Education / On-the-Job Training) เพื่อสร้างความสามารถของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำงานด้านยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ก่อนแล้ว โดยออกแบบโปรแกรมการจัดการฝึกอบรมและคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมให้มีความเหมาะสมและตรงกับเป้าหมายของการนำไปใช้

ในที่นี้ควรสนับสนุนหน่วยงานด้านการจัดการฝึกอบรมของไทย เช่น สถาบันไทยเยอรมัน สถาบันยานยนต์ และ สวทช. ให้เป็นผู้ที่มีส่วนสำคัญในการสร้างกลุ่มบุคลากรผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางเทคนิคด้านยานยนต์ไฟฟ้า “EV-Expert Pool” อย่างยั่งยืนในระยะยาว

## 2.2.6 การพัฒนาการศึกษาและการฝึกอบรมร่วมกับสถาบันวิจัยชั้นนำจากต่างประเทศ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่สั่งสมมาอย่างยาวนานและได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติด้านการสนับสนุนการฝึกอบรมที่ผ่านการรับรอง

การพัฒนาทางการศึกษาร่วมกับสถาบันวิจัยชั้นนำจากต่างประเทศที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่สั่งสมมาอย่างยาวนานและได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติด้านการสนับสนุนการเทรนนิ่งที่ผ่านการรับรอง เช่น โปรแกรมที่มีการกำหนดคุณสมบัติสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจง (สำหรับองค์กรที่จัดการฝึกอบรม หรือ คุณสมบัติที่เป็นความต้องการเฉพาะของทางบริษัท) ตัวอย่าง โปรแกรมการฝึกอบรมด้านเทคนิค E-Mobility ที่เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ เช่น โปรแกรมพัฒนาที่สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของประเทศไทย เช่น โครงการ (ATEC E-Mobility Training Project) รัฐบาลประเทศเยอรมนีโดยกระทรวงการศึกษาและวิจัย ร่วมมือกับสถาบัน Fraunhofer, และ TUV Rheinland's Academy ได้จัดโปรแกรมการฝึกอบรมด้านเทคนิคและความปลอดภัยที่มุ่งเป้าไปยังพนักงานที่ทำงานในด้านยานยนต์พลังงานใหม่ในประเทศจีน โปรแกรมได้จัดให้มีการสอนเชิงเทคนิคอย่างเข้มข้นและการพัฒนาบุคลากรเพื่อการทำงานที่ปลอดภัยซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทีมงานคุณภาพสูงด้านเทคนิค เป็นต้น

### มาตรการที่ 2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยและพัฒนา

#### 2.3.1 การจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development) การสร้างคลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster) และการยกระดับขีดความสามารถสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษา

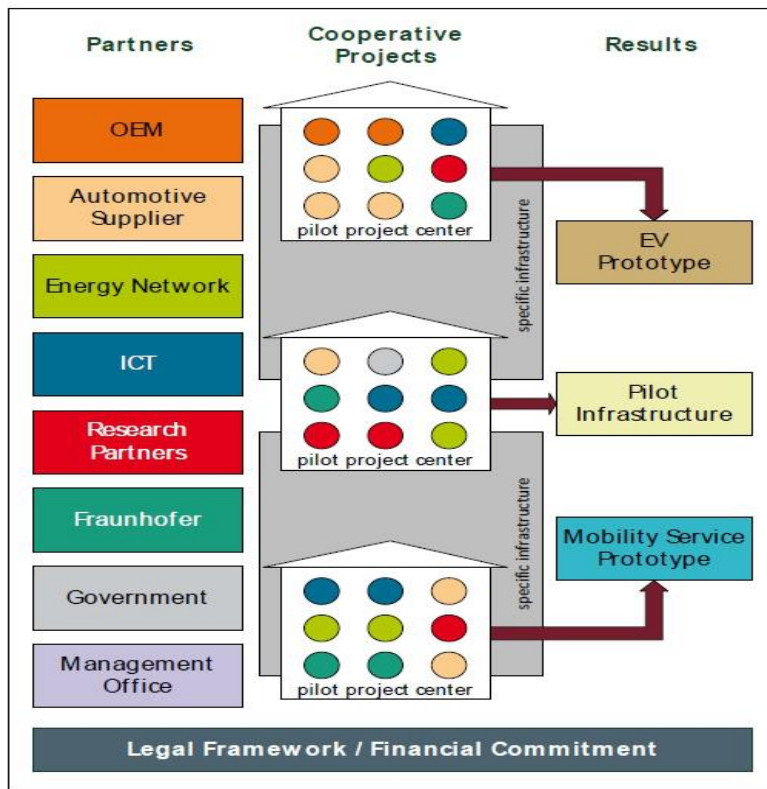
การสนับสนุนการจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development) การสร้างคลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster) และการยกระดับขีดความสามารถสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษา โดยการพิจารณาคัดเลือก สนับสนุนอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ในสถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา เพื่อการพัฒนาสร้างขีดความสามารถด้านเทคโนโลยี ACES โดยการสร้างและยกระดับ Lab, Center of Excellence (COE) เพื่อให้บริการและรับงานวิจัยร่วมจากภาครัฐและภาคเอกชน (จากทั้งในและต่างประเทศ) และใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มทักษะและประสบการณ์จริงให้กับบุคลากรวิจัยและนักศึกษา

การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อความยั่งยืนของการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เนื่องจาก EV เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีการพัฒนาแบบไดนามิกส์ (Dynamic development) โดยแนวความคิดของการพัฒนาศูนย์ความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีสำคัญและเกี่ยวเนื่องให้อยู่ภายในอาคารเดียวกันเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ (Synergy) ระหว่างบุคลากรและระหว่างหน่วยงาน เช่น การต่อยอดด้านการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ที่เชื่อมโยงกัน เป็นต้น ทั้งนี้ ภาคเอกชนไทยมีความสนใจที่จะร่วมพัฒนาเทคโนโลยีในด้านต่างๆ ซึ่งความร่วมมือ

อาจจะเป็นรูปแบบของการร่วมลงทุนระยะสั้น ระยะกลาง หรือระยะยาว โดยการร่วมทำวิจัยในโครงการริเริ่มของรัฐบาล ร่วมกับมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยของไทยและสถาบันวิจัยชั้นนำของต่างประเทศ เป็นต้น

สร้างให้เกิดการรวมกลุ่มให้เกิดการเชื่อมโยงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักที่มีความต้องการตรงกันเข้าด้วยกัน (To match demand and supply of products and services between all stakeholders) และนำทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้แก่ ทรัพยากรบุคคล โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น และงบประมาณ โดยการสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐ สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคเอกชน (ทั้งภาคเอกชนขนาดใหญ่ ขนาดกลางและเล็ก)

ตัวอย่างหน่วยงานพันธมิตร (Cooperative partners) ที่มีความหลากหลายที่จะทำงานร่วมกันในระดับนานาชาติ เช่น OEM, Automotive Supplier, Energy network, ICT, Research Partners, Fraunhofer, Government, และ Management Office เป็นต้น ที่จะปรับองค์ประกอบไปพัฒนาในเป้าหมายที่สำคัญเฉพาะด้านที่ต้องการได้ โดยการทำงานภายใต้กรอบความร่วมมือ และมีการเตรียมวงเงินในการดำเนินการ (รูปที่ 19)



รูปที่ 19 : การจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (Thai-International EV Center of Excellence) และการสร้าง คลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster). ที่มา : Thai-German EV Center of Excellence ข้อเสนอความร่วมมือของสถาบัน Fraunhofer เพื่อเป็นตัวเชื่อมในการดำเนินการในด้าน EV Prototype, Pilot Infrastructure, Mobility Service Prototype



ทั้งนี้ ควรมีการเตรียมความพร้อมและการนำโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันมาใช้ประโยชน์ เพื่อเสริมการทำงานซึ่งกันและกัน (Synergy) โดย เสนอว่าควรมีการร่วมกันทำโครงการนำร่องเพื่อนำความรู้ไปสู่ การปฏิบัติได้จริง และควรดำเนินการให้เร็วที่สุดเนื่องจากหากมีการดำเนินงานล่าช้า เทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่าง รวดเร็วก็น่าจะกลายเป็น Common technology และศูนย์นี้สามารถใช้เป็น Show Case เพื่อการสาธิตของประเทศ ตัวอย่างเช่น การทำ EV Prototype, Pilot Infrastructure, Mobility Service Prototype รวมถึงกระบวนการที่ นำไปสู่เชิงพาณิชย์ร่วมกัน (Commercialization) เป็นต้น โดยตัวอย่าง หัวข้อที่จะทำวิจัย เช่น

- a. การพัฒนาชุดตัดแปลงแบบสมบูรณ์ (Full electric conversion kit) สำหรับรถยนต์แบบ ICE เพื่อแก้ปัญหาเรื่องราคาและประสิทธิภาพ (เช่น รถ Taxi)
- b. การพัฒนาการอัดประจุแบบอินดักชันสำหรับการเดินทางสาธารณะใน กทม. (เช่น E-Bus),
- c. การสร้างระบบซอฟต์แวร์แบบองค์รวม (Holistic software systems) สำหรับโครงสร้างพื้นฐาน
- d. การบริหาร Fleet รถ และกระบวนการเก็บค่าใช้จ่ยสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า,
- e. การสร้างและดำเนินการแก้ปัญหาสำหรับการเดินทางส่วนบุคคล (เช่น E-Tuk-Tuk),
- f. การพัฒนาทดสอบระบบแบตเตอรี่และยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้โครงสร้างพื้นฐานที่มี
- g. การพัฒนาด้านความเชื่อมโยงเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ด้านยานยนต์ไฟฟ้า พลังงาน แสงอาทิตย์และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าและระบบกักเก็บพลังงาน

**2.3.2 การสนับสนุนการตั้ง ศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Center) ของภาคเอกชน** ร่วมกับผู้ประกอบการจาก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ (การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน PPP) โดยมีข้อกำหนดด้านการมี ส่วนร่วมในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้สำคัญ

**2.3.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น** ห้องทดลอง ห้องทดสอบ สนามทดสอบเพื่อการทำ R&D การ พัฒนาระบบความปลอดภัย (Safety) และการทดสอบคุณภาพมาตรฐาน ให้มีจำนวนที่มากเพียงพอต่อ ความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยี (ZEV and ACES)

เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านระบบส่งกำลัง ระบบจัด การพลังงาน ระบบความปลอดภัย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่รวมไปถึงระบบการสื่อสาร IoT และระบบขับเคลื่อน อัตโนมัติต่างๆ และมีการพัฒนาไปตามลำดับขีดความสามารถของกลุ่มผู้ประกอบการชั้นนำร่วมกับหน่วยงานที่ทำ หน้าที่ในการออกแบบและกำหนดมาตรฐานสากลใหม่ๆ ที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ภาคเอกชนไทยมีความสนใจ ในการศึกษาและพัฒนาด้าน ZEV และ ACES และการทำ R&D ซึ่งต้องการระบบการทดสอบและระบบการรับรอง มาตรฐาน เพื่อให้เกิดความมั่นใจด้านความปลอดภัย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมี ตัวอย่าง ความต้องการ ด้านการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1. Software Simulation : ทดลอง วิเคราะห์ ทดสอบโดยการซิมูเลชันแบบต่างๆ ทำให้ทราบ คุณภาพประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายและเวลา
2. Battery : การวิจัย ห้องทดลองและทดสอบการระเบิด การทดสอบประสิทธิภาพ (Efficiency) การนำไปใช้ Second Life กระบวนการทำลายเมื่อหมดอายุการใช้งาน และการนำกลับมาใช้ ใหม่ Recycle Battery

3. Drive Train : วิจัย ทดลองและทดสอบระบบส่งกำลังขับเคลื่อน มอเตอร์ และการทดสอบ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และมอเตอร์กำลังสูง
  4. Crash Test (Large Scale), Fire Retardance Test, Explosion Test, และ Aerodynamic Test ช่วยลดการใช้พลังงาน
  5. ตัวถัง : Advanced Materials, Light Weight แข็งแรง ไม่ลามไฟ ไม่ปลดปล่อยสารพิษในรถ ทดสอบการขึ้นรูป
  6. ระบบการอัดประจุ Charing แบบติดตั้งในบ้าน และแบบติดตั้งสาธารณะ : รูปแบบการอัดประจุ ไฟฟ้า (High Power), แบบ Wireless, Dynamic Charging, Quick Charge, Swapping Battery, Efficiency, Safety (ไฟไหม้), การเชื่อมโยงกับ Smart Grids
  7. ระบบการกำหนดตำแหน่ง Navigation, Positioning, Timing : Maps, IoT, Sensors, Satellite เพื่อใช้ใน AV ที่ต้องการความแม่นยำสูง Signal Quality – Authenticity – Integrity
  8. การทดสอบ EMC for AV, High Frequency Test
  9. วิจัย ด้านกฎจราจร การตัดสินข้อพิพาทในการใช้รถใช้ถนน, Map เพี้ยน, ถนนใต้ทางด่วน 5G ล่ม แล้วเกิดอุบัติเหตุความผิดอยู่ที่ใคร เป็นต้น
- 2.3.4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ความเร็วอย่างน้อย 5G รองรับการพัฒนาและใช้งาน AV.
- 2.3.5 การพัฒนา Eco-System, Startup และ Value Chain ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

## มาตรการที่ 2.4 การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย (Standard, Law & Regulation)

- 2.4.1 การปรับปรุง แก้ไข ข้อกำหนด เกณฑ์ กฎระเบียบข้อบังคับ และ กฎหมาย ให้เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงาน เช่น การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ การส่งเสริมด้านการทดลอง ทดสอบการใช้งานเทคโนโลยี รถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets
- 2.4.2 การเพิ่มระเบียบเพื่อรองรับ ยานยนต์สมัยใหม่ประเภทใหม่ๆ (New Category) และการอำนวยความสะดวกใน การจดทะเบียนยานยนต์สมัยใหม่ ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนในไทยให้มี ความรวดเร็ว
- 2.4.3 การสนับสนุนการใช้งานรถสองล้อแบบ ZEV ที่มีความเร็วต่ำ และรถประเภทอื่นที่มีความเร็วต่ำ (Low Speed-EV: LSEV) เพื่อช่วยในการลดความเร็วและลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเมือง
- 2.4.4 การสนับสนุนและเปิดให้มีการจดทะเบียนรถสามล้อที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และการนำมาใช้งาน แบบออนเนกประสงค์ ได้อย่างเสรี
- 2.4.5 การจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) ไปสู่ยานยนต์ ไฟฟ้า (EV Conversion) โดยนำมาตรฐานต่างๆ ที่มีอยู่มาปรับใช้และพัฒนาให้เหมาะสม
- 2.4.6 การจัดทำมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัย (Safety) เพื่อรองรับ ZEV and ACES
- 2.4.7 มีหน่วยงานที่ได้รับการ Certified จากภาครัฐให้คำแนะนำการรับรองมาตรฐาน คุณภาพ ความปลอดภัย

### มาตรการที่ 3. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า

สถานีอัดประจุไฟฟ้ามีลักษณะการใช้งานที่ออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการการใช้งานที่มีความหลากหลาย โดยมีข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและทิศทางการพัฒนาในอนาคต ดังต่อไปนี้

- หัวจ่ายไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal Charge) – ใช้เวลาการอัดประจุไฟฟ้า 4-6 ชม.
- หัวจ่ายไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast Charge) – ใช้เวลาการอัดประจุ 15-20 นาที Battery มีอายุการใช้งานสั้นลง
- ระบบสลับแบตเตอรี่ (Battery Swapping System) – ใช้เวลาการสลับแบตเตอรี่ 1-5 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ในการสลับ 1 ก้อน ที่มีขนาดความจุ 1.3 kWh นั้นสามารถใช้กับรถไฟฟ้าประเภทอื่นได้ด้วย โดยสามารถออกแบบสเปกระบบไฟฟ้าของ รถสวิตเตอร์ รถสามล้อไฟฟ้า รถสี่ล้อขนาดเล็กให้ใช้งานแบตเตอรี่แบบสลับ Share อุปกรณ์ใช้ได้ร่วมกัน
- การกำหนดให้สร้าง สถานีอัดประจุไฟฟ้า และ สถานีระบบสลับแบตเตอรี่ จำนวนมากเพื่อต้องการสนับสนุนให้เกิดการใช้งานภาคการขนส่ง ผู้ประกอบการ EV Fleets ในประเทศไทยรถที่มีราคาไม่สูงมากซึ่งจะมี Spec. ขนาดของแบตเตอรี่ที่ไม่ใหญ่มาก – จึงมีความจำเป็นที่ต้องการอัดประจุไฟฟ้าในระหว่างวันจึงต้องสร้างให้มีหัวจ่ายไฟฟ้าและสถานีระบบสลับแบตเตอรี่ให้ครอบคลุมพื้นที่ดำเนินการ
- ระบบการอัดประจุไฟฟ้ามีหลายระบบ เช่น การอัดประจุแบบไร้สาย การอัดประจุแบบไดนามิกส์ และอื่นๆ ควรมีการศึกษาและทดลองการใช้งาน และการออกแบบ เพื่อรองรับการใช้งานที่จะเกิดในอนาคต

ในประเทศเยอรมนี ทางกรมโยธาธิการและผังเมืองออกมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยการออกคำสั่งให้สถานีบริการน้ำมันต้องติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าควบคู่ไปด้วย และจะให้มีการลงมืออย่างเร่งด่วน ด้วยการเปิดตัวสถานีอัดประจุไฟฟ้าในปั้มน้ำมันทั้งหมดทั่วประเทศเยอรมนีอย่างน้อย 70,000 สถานี รวมกับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่มีเฉพาะที่จุดอัดประจุไฟฟ้าอีก 7,000 สถานี (ข้อมูลวันที่ 6 มิถุนายน 2563) เพื่อลดความกังวลในด้านการหาสถานีอัดประจุไฟฟ้า และการเพิ่มความน่าใช้งานให้กับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันยังคงได้รับความนิยมไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาระยะทำการและจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าซึ่งมีจำนวนอยู่น้อย

สถานภาพของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและทิศทางการพัฒนาของประเทศไทย (ข้อมูล วันที่ 11 สิงหาคม 2563) มีสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Electric Vehicle Charging Station) ทั่วประเทศมีจำนวนรวมอย่างน้อย 609 สถานีอัดประจุไฟฟ้า มีจำนวนรวมอย่างน้อย 1,818 หัวจ่าย แบ่งเป็นหัวจ่ายไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charge - DC) มีจำนวนหัวจ่ายรวมอย่างน้อย 606 หัวจ่าย และหัวจ่ายไฟฟ้าแบบธรรมดา (Normal charge - AC) มีจำนวนรวมอย่างน้อย 1,212 หัวจ่าย โดยมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ หน่วยงาน : 1) MEA หรือ การไฟฟ้านครหลวง มี 13 สถานีอัดประจุไฟฟ้า, 2) PEA หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มี 11 สถานีอัดประจุไฟฟ้า ได้แก่ ออยุธยา, นครปฐม, นครราชสีมา, พัทยาและหัวหิน และส่วนอีก 1 แห่ง ตั้งอยู่ที่สำนักงานใหญ่ กรุงเทพฯ และมีโครงการที่จะพัฒนาเพิ่มอีก 10 จุดทั่วจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อรองรับการใช้งานรถตุ๊กๆ ไฟฟ้า ของจังหวัดเชียงใหม่, 3) EGAT มี 10 สถานีอัดประจุไฟฟ้า หรือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต หนึ่งในหน่วยงานที่เป็นเจ้าภาพใหญ่ ทั้งด้านพลังงานและการทดสอบใช้

งานรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง ปัจจุบันมีสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถโดยสารไว้ให้บริการ 4) PTT หรือ ปตท. มี 25 สถานีอัดประจุไฟฟ้า แต่ยังไม่เปิดให้ประชาชนเข้าใช้งาน, 5) EA Anywhere หรือ บ.พลังงานบริสุทธิ์ มี 395 สถานีอัดประจุไฟฟ้า และจะขยายเป็น 1,000 สถานีอัดประจุไฟฟ้า กระจายทั่วกรุงเทพฯ และปริมณฑล รวมถึงหัวเมืองใหญ่ที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว เช่น หัวหินและพัทยา เป็นต้น, 6) MEA EV จากค่ายรถยนต์นิสสัน มี 2 สถานีอัดประจุไฟฟ้า อยู่ที่โรงงานบนถนนบางนาตราด กม. 21 และในจังหวัดระยอง, 7) ChargeNow จากค่าย BMW มี 16 สถานีอัดประจุไฟฟ้า เป็นผู้นำเครือข่ายสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นการร่วมมือของหลายบริษัทฯ กระจายทั่วกรุงเทพฯ, 8) EVEN มี 7 สถานีอัดประจุไฟฟ้า, 9) PumpCharge GridWhiz มี 6 สถานีอัดประจุไฟฟ้า, 10) E-Evolt มี 6 สถานีอัดประจุไฟฟ้า, 11) Bangchak หรือ บางจาก มี 2 สถานีอัดประจุไฟฟ้า แต่ยังไม่เปิดให้ประชาชนเข้าใช้งาน, 12) EQ จากค่าย Mercedes-Benz มี 50 สถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยปี 2563 ตั้งเป้า 63 สถานีอัดประจุไฟฟ้า และจะขยายเป็น 200 สถานีอัดประจุไฟฟ้า ทั่วประเทศ

เมื่อพิจารณาจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าของไทยในปัจจุบันที่มีจำนวนอยู่ประมาณ 609 สถานีอัดประจุไฟฟ้าทั่วประเทศ เทียบกับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (BEV) 4,301 คัน และรถปลั๊กอินไฮบริด (PHEV) อีกจำนวน 102,308 คัน (ตามการรายงานของกระทรวงพลังงาน) ยังถือว่ามีความไม่เพียงพอต่อความต้องการของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้า (EV) และกระตุ้นให้มีการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในอนาคต จึงควรส่งเสริมและสนับสนุนการจัดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งในพื้นที่ชุมชนและถนนสายหลักระหว่างเมือง และกำหนดพื้นที่ติดตั้งสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าให้เพียงพอสำหรับการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า โดยให้มีระยะห่างของแต่ละสถานีภายในรัศมีในช่วง 50-70 กิโลเมตร นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้มีการตั้งสถานีสลับแบตเตอรี่เพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้งานและสร้างให้มีจำนวนที่เพียงพอกับความต้องการในอนาคต

### 3.1 เป้าหมาย Targets (Energy Stations)

#### 3.1.1 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ (Public Charging Stations)

ปี 2025	สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 10,000 แห่ง ทั่วประเทศ
ปี 2030	สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 40,000 แห่ง ทั่วประเทศ
ปี 2035	สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 80,000 แห่ง ทั่วประเทศ

### 3.1.2 สถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ (Private Charging Stations)

ปี 2030 สนับสนุนให้มีสถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ เป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับ จำนวนผู้เป็นเจ้าของของยานยนต์สมัยใหม่หรือจำนวนของอาคารที่จอดรถ เช่น Condominium ที่พักอาศัย มีผู้พักอาศัย 6 คน ที่ใช้รถไฟฟ้าแบบ BEV ควรมีหัวจ่ายอย่างน้อย 1 หัวจ่าย (1:6) หากมีการใช้รถทุกวันสามารถเสนอให้เจ้าของ Condominium เพิ่มหัวจ่ายไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก, และบ้าน 1 หลัง มีรถไฟฟ้าแบบ BEV 3 คัน (สลับใช้งาน) ควรมีหัวจ่ายไฟฟ้าอย่างน้อย 1 หัวจ่าย

### 3.1.3 ระบบสลับแบตเตอรี่ (Battery Swapping System)

ปี 2030 สนับสนุนให้มี ระบบสลับแบตเตอรี่ที่เป็นมาตรฐานกลางของประเทศที่เข้าถึงได้ (Interoperability and Scalability) มีจำนวนคิดเป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับจำนวนจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียน อย่างน้อย 1:1,000 และเพิ่มจำนวนให้มีปริมาณเป็นสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น เช่น E-Scooter ที่มีระยะทางในการวิ่งต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง 50-80 km จะทำให้รถ E-Scooter สามารถวิ่งได้ทั้งวัน หรือ สามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานระบบสลับแบตเตอรี่ ร่วมกับยานยนต์สมัยใหม่ประเภทอื่นๆ เช่น E-TukTuk, Low-Speed EV (LSEV), MicroEV เป็นต้น ที่ได้ออกแบบมาให้ใช้งานแบตเตอรี่ที่มี Spec. และ Size เดียวกัน

3.2 ภาครัฐสนับสนุนโดยการ คิดค่าไฟราคาถูก ในช่วง 3 ปีแรกของการติดตั้ง Charging Points เพื่อเป็นแรงจูงใจ และจะกำหนดเป็นราคาไฟฟ้าปกติภายหลังจากนั้น

3.3 ภาครัฐให้การ สนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้า ที่บ้านและที่ทำงาน (ที่ไม่ใช่ Public Chargers) โดยสนับสนุนอย่างน้อยที่ละ 1 แห่ง โดยสามารถนำค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้า ไปหักภาษีบุคคลธรรมดา หรือ ภาษีนิติบุคคล และจะต้องมีการติดตั้งโดยเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญที่มีใบอนุญาต ด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ภาครัฐกำหนด และมีการวางสายไฟและหม้อแปลงที่สามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยและได้รับมาตรฐาน

3.4 ภาครัฐกำหนดราคาไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันในช่วงวัน เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ ZEV ไปอัดประจุไฟฟ้าราคาถูกในช่วงเวลา Off Peak (สามารถตั้งเวลาที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้) และช่วยหลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในเวลา Peak Time ได้

3.5 ภาครัฐอนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายอื่นๆ ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ไบโอมแอส ไบโอฟูเอล) สามารถขายไฟฟ้า ให้กับรถไฟฟ้าได้

## มาตรการที่ 4. การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ ทางภาษีและไม่ใช้ภาษี (Incentives)

### 4.1 ข้อกำหนดและแรงจูงใจ (Incentives)

- 4.1.1 สนับสนุนการใช้งานรถขนส่ง คนและสิ่งของ (Fleet Promotion) เช่น รัฐบาลสนับสนุนการตัดแปลง (รถเก่า) เป็นรถไฟฟ้า EV Conversion Fleets ในส่วนของรถเจ้าหน้าที่ของรัฐ รถโดยสารประจำทาง และรัฐบาลสนับสนุนธุรกิจ Car Sharing Pilot Program

### 4.2 ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางการเงิน (Financial)

- 4.2.1 การสนับสนุน Matching Grant และการสนับสนุนให้สถาบันการเงินเอกชน หรือกองทุนด้านการพัฒนา เทคโนโลยี ปลอ่ย เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำและมีวงเงินสูง ให้กับผู้ประกอบการสามารถขยายธุรกิจและพัฒนา เทคโนโลยี
- 4.2.2 สนับสนุนการลงทุนในรูปแบบการ Joint-Venture ระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES และการทำโครงการวิจัยร่วมกัน

### 4.3 ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางภาษี (Tax Incentives)

- 4.3.1 ยกเว้น ภาษีจดทะเบียนรถ (No Registration Tax) : ZEV ได้รับการยกเว้น
- 4.3.2 ยกเว้น ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) ในการซื้อรถ : ZEV ได้รับการยกเว้น
- 4.3.3 ยกเว้น ภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ภาษีเงินได้นิติบุคคล (Income Tax, Corporate Income Tax : CIT) : ZEV ได้รับการยกเว้น
- 4.3.4 ยกเว้น ค่าต่อทะเบียน จ่ายภาษีรถรายปี : ZEV ได้รับการยกเว้น

### 4.4 การช่วยเหลือสนับสนุนเงิน (Aids/Subsidies)

- 4.4.1 การใช้ ทางด่วน ฟรี (No Road Toll) : ZEV ได้รับการยกเว้น
- 4.4.2 จอดรถฟรี ในที่สาธารณะ (Free Parking Places) เช่น จรแล้วจร ที่จอดรถในห้าง : ZEV ได้รับการยกเว้น
- 4.4.3 การอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะฟรี (Free Charging in Public Parking) : PHEV, ZEV
- 4.4.4 การสนับสนุนการลงทุนในลักษณะ Joint-Venture บริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES

### 4.5 ข้อกำหนดและแรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-Financial)

- 4.5.1 ZEV ได้สิทธิในการ ใช้ช่องทางการจราจรวิ่งเดียวกับรถโดยสาร หรือมีสิทธิในการเข้าพื้นที่จำกัดได้ หรือสามารถวิ่งในช่วงเวลาที่ให้วิ่งเพิ่มเติมเป็นพิเศษได้
- 4.5.2 กำหนดให้มีสัดส่วนของ พื้นที่จอดรถ สำหรับผู้ใช้ ZEV ตามที่จอดรถต่างๆ

## 4.6 การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

### 4.6.1 การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐในระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว

- ระยะสั้น - สนับสนุนการดัดแปลง EV Conversion รถยนต์สาธารณะเดิมให้เป็น ZEV
- ระยะกลางและระยะยาว - กำหนดให้มีการจัดซื้อจัดจ้างรถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets และใช้รูปแบบ ZEV ขนส่งคนและสิ่งของทั่วประเทศ และสนับสนุนการ Joint-Venture ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติ เพื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีโดยภาครัฐให้การสนับสนุนภาคเอกชน (ทั้งไทยและต่างประเทศ) ที่ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบการให้บริการ ZEV-Public Fleets, Car Sharing, และระบบ Logistics ให้เชื่อมโยงกันและครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ทั้ง E-Truck, E-Bus, E-TukTuk, E-Car, Low-Speed EV (LSEV), E-Scooter และ E-Boat

### 4.6.2 ภาครัฐสนับสนุนให้เกิดการซื้อและใช้งานรถ ZEV เพื่อลดการเกิดมลพิษทางอากาศ

### 4.6.3 ภาครัฐสนับสนุนให้ซื้อและใช้งานรถ ZEV และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่พัฒนาขึ้นหรือผลิตขึ้นในประเทศ

## มาตรการที่ 5. การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ (Awareness)

- 5.1 กำหนดพื้นที่นำร่อง (ทั่วประเทศ) ที่ภาครัฐสนับสนุน โครงการที่มีการพัฒนาและนำ Fleets, Car Sharing, First Mile และ Last Mile แบบ ZEV และ ACES มาใช้งานภายในและระหว่างพื้นที่ (ภายใน 1-3 ปี)
- สถานที่ภาครัฐ เช่น ศูนย์ราชการ หน่วยงานราชการ สำนักงานเขต สำนักงานจังหวัด มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยของรัฐ อุทยานวิทยาศาสตร์ อุทยานแห่งชาติ สถานที่ท่องเที่ยว สนามบินของรัฐ พื้นที่ของหน่วยงานตำรวจและทหาร เป็นต้น, และโดยสมัครใจใน
  - สถานที่ของภาคเอกชน เช่น ห้างสรรพสินค้า พื้นที่บริษัท หมู่บ้าน คอนโดที่อยู่ใกล้สถานีรถไฟฟ้า
- 5.2 จัดตั้งพื้นที่/เมืองต้นแบบ เป็นพื้นที่ของเมืองอากาศสะอาด ใช้รถแบบ ZEV โดยรัฐร่วมลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน สถานีอัดประจุไฟฟ้า ให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อเตรียมความพร้อม การสร้างความตระหนัก และการสาธิต (Demonstration) เช่น กำหนดให้ EEC, EECi เป็นพื้นที่ต้นแบบ
- 5.3 การให้พื้นที่ในการทดลอง (ลองผิดลองถูก) (Technology Sandbox, Regulatory Sandbox) ในการสร้าง พัฒนา และต่อยอดเทคโนโลยี ACES และระบบที่เกี่ยวข้อง การทดสอบประสิทธิภาพ มาตรฐานความปลอดภัย โดยผ่อนปรนระเบียบกฎหมาย ให้สามารถทดลองการพัฒนา การใช้งาน เทคโนโลยี และทดสอบโมเดลธุรกิจใหม่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ได้ในพื้นที่ทดลอง
- 5.4 ตั้งข้อกำหนดส่งเสริมพื้นที่อากาศสะอาด (Clean Zone Promotion) โซนที่มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศปริมาณต่ำ (Low Emissions Zone) รถปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศเกินเกณฑ์จ่ายเงินตามปริมาณก๊าซที่ปล่อย เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบขนส่งที่เป็นไฟฟ้า (ZEV Fleets) และทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเติบโต (EV Industry Growth)

การสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ มีความสำคัญมากต่อการสร้างการยอมรับและให้เกิดการใช้งาน สามารถใช้วิธีผนวกการพัฒนาในด้านต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกัน เช่น การพัฒนาเทคโนโลยี การทดลองสินค้าและบริการ การผลิตจำนวนน้อย การออกนโยบายและกฎหมายเข้าด้วยกัน ซึ่งการกำหนดพื้นที่โซนที่มีการปล่อยก๊าซปริมาณต่ำ (Low Emissions Zones) มีความสำคัญต่อการพัฒนา EV Fleets และ EV Industry Growth โดยจะต้องเริ่มมาจาก รัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่น มีนโยบายและระเบียบกฎหมายและโครงสร้างพื้นฐาน (Central and Local Governments: Policy, Regulation, Infrastructure) และมีผู้ที่เสนอรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ และบริการ (Solution Providers: Technology, Products, Services) (รูปที่ 20) โดยมี

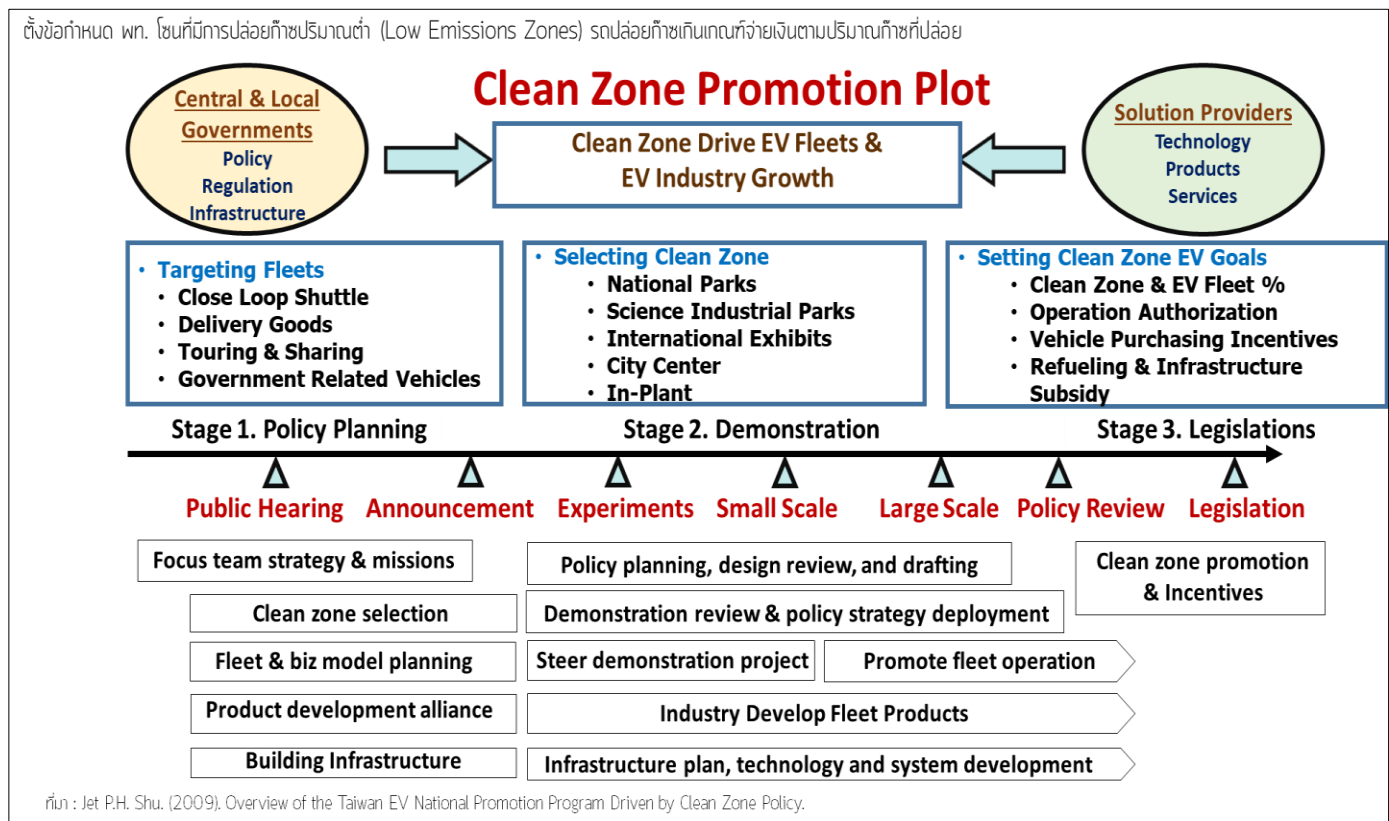
- 1) การกำหนดระบบขนส่ง (Targeting Fleets : Close Loop Shuttle, Delivery Goods, Touring & Sharing, Government Related Vehicles)
- 2) การคัดเลือกโซนสะอาด (Selecting Clean Zone: National Parks, Science Industrial Parks, International Exhibits, City Center, In-Plant)



3) การกำหนดเป้าหมายสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้า (BEV) ในโซนสะอาด (Setting Clean Zone EV Goals: Clean Zone & EV Fleets %, Operation Authorization, Vehicle Purchasing Incentives, Refueling & Infrastructure Subsidy)

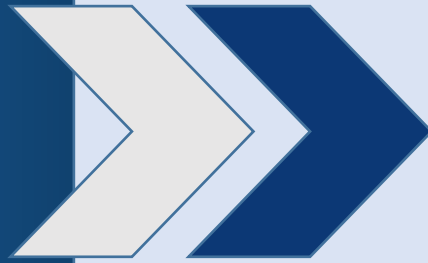
โดยมีกระบวนการดำเนินงานใน 3 ระดับ (Stage)

- 1) การวางแผนนโยบาย (Policy Planning : Public Hearing, Announcement) โดยจะมีการดำเนินงานด้าน Focus team strategy & missions, Clean zone selection, Fleet & Biz model Planning, Product development alliance, Building Infrastructure.
- 2) การทดลองใช้งานจริง (Demonstration : Experiment, Small Scale, Large Scale) โดยทำด้าน Policy Planning, design review, and drafting, Demonstration review & policy strategy deployment, Steer demonstration project, Promote fleet operation, Industry Develop Fleet Products, Infrastructure Plan, and Tech & System dev.
- 3) การออกกฎหมาย (Legislations : Policy Review, Legislation) โดยจะมีการดำเนินงานด้าน Clean Zone Promotion & Incentive



รูปที่ 20 : การกำหนดโซนสะอาด (Clean Zone Promotion Plot) ที่มา: Modified from Jet P.H. Shu (2009), Overview of the Taiwan EV National Promotion Program Driven by Clean Zone Policy.

အံ့ပ



## 4. สรุป (Summary)

ชาร์ลส์ ดาร์วิน ผู้ให้กำเนิดทฤษฎีวิวัฒนาการอันโด่งดัง เคยกล่าวไว้ว่า “ไม่ใช่เผ่าพันธุ์ที่แข็งแกร่งที่สุดหรือฉลาดที่สุดที่จะอยู่รอด แต่เป็นเผ่าพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด” และหากเรามองให้ตีรูปแบบของสิ่งที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีตนั้น ล้วนแล้วแต่จะเกิดขึ้นใหม่เป็นวงจรที่ซ้ำกันกับสิ่งที่เคยอุบัติขึ้นมาแล้ว บริษัทที่มีชื่อเสียงและมีขนาดใหญ่และเป็นผู้นำอุตสาหกรรม เช่น บริษัทผู้ผลิตกล้องและฟิล์มถ่ายภาพ บริษัทโกดัก หรือบริษัทมือถืออย่างเช่น บริษัทโนเกีย และแบล็กเบอร์รี่ เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าหากไม่มีแผนการปรับตัวที่ดีและรวดเร็วพอ องค์กรไม่ว่าจะเก่งและมีชื่อเสียงระดับไหนก็สามารถถูกเปลี่ยนจากผู้นำให้กลายเป็นผู้ตาม หรือว่าต้องผันตัวไปอยู่ในอุตสาหกรรมอื่น ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์เดิมกำลังเผชิญกับความท้าทายอันยิ่งใหญ่

ปัจจัยสำคัญ ที่จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการใช้งานยานยนต์สมัยใหม่มากขึ้นเร็วกว่าที่เคยมีการคาดการณ์กันเอาไว้ ได้แก่ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ปัญหามลพิษทางอากาศและปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก (CO<sub>2</sub> และ PM 2.5) และการพลิกโฉมเทคโนโลยี (Technology Disruption) ที่ทำให้ราคาของแบตเตอรี่และรถยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มถูกลงอย่างต่อเนื่อง และโรคอุบัติใหม่ (Covid 19) ที่ได้ส่งผลกระทบต่อวงกว้างต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ทั่วโลก แต่กลับทำให้กระแสความต้องการยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากประชาชนต้องการอากาศที่สะอาด การเดินทางที่ปลอดภัย มีความเป็นส่วนตัวและมีการเว้นระยะห่างทางสังคมมากขึ้น การประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้งาน และเป็น Platform แห่งอนาคตที่รองรับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ค่ารถยนต์ทั่วโลกจึงได้ทุ่มเทงบประมาณจำนวนมหาศาลเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีแห่งอนาคต และแข่งขันกันขึ้นมาเป็นผู้นำของโลกในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่นี้

ในปี 2015 รัฐบาลไทยประกาศนโยบายให้ “ประเทศไทยเป็น ‘ฮับ’ หรือ ศูนย์กลางยานยนต์ไฟฟ้าในอาเซียน” เพื่อแก้ปัญหามลพิษทางอากาศและฝุ่นละอองขนาดเล็ก และสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ในประเทศ และมีการดำเนินงานสนับสนุนของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ในปัจจุบันมีบริษัทของไทยและต่างชาติที่ได้ลงทุนเพื่อการพัฒนาและผลิตยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ และนำออกใช้งานจริงและขายในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ รถโดยสารไฟฟ้า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไฟฟ้า รถกระบะไฟฟ้าขนาดเล็ก รถตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เรือไฟฟ้าที่ใช้สำหรับขนส่งสาธารณะและการท่องเที่ยว สถานีอัดประจุไฟฟ้า การตั้งโรงงานผลิตแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนระดับเซลล์และระดับแพ็คในประเทศ นอกจากนี้ยังมีบริษัทที่นำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ จากต่างประเทศ และมีการเข้ามาตั้งโรงงานการผลิตชิ้นส่วนสำคัญและรถยนต์ทั้งคันเพื่อขายในประเทศและส่งออกไปต่างประเทศ

ในช่วง 10 ปี จากนี้ จึงเป็นช่วงเวลาสำคัญที่จะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงระดับโครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์ของโลกและของประเทศไทยครั้งใหญ่ที่ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย ประเทศไทยเลือกใช้โอกาสนี้ในการกำหนด

ทิศทางการพัฒนาของอุตสาหกรรมให้สอดคล้องและทันเวลากับการเปลี่ยนแปลงของการพัฒนาเทคโนโลยีของโลก ด้วยการมองอนาคต (Foresight) และวางแผนในการไปสู่ภาพอนาคตที่ต้องการจะเป็น โดยความสำเร็จดังกล่าว จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองแต่หากจะเกิดขึ้นได้ต้องมีการสื่อสารให้ทั่วถึงในวงกว้างให้เกิดความตระหนักและเข้าใจ และมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบในทิศทางเดียวกัน หลายภาคส่วนต้องร่วมมือร่วมใจกันให้การสนับสนุนและ ส่งเสริมซึ่งกันและกันทั้งส่วนของหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษา ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม

กุญแจสำคัญต่อความสำเร็จและการไปสู่เป้าหมายได้คือ การมีนโยบายภาครัฐที่มีความชัดเจน เช่น การ กำหนดให้ปี 2035 ยานยนต์ใหม่ในประเทศเป็นยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ จะเป็นการสื่อสารที่มีความชัดเจน เพื่อเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ล่วงหน้า และรัฐบาลสนับสนุนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ใน 5 มาตรการหลัก

- **มาตรการที่ 1.** การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี
- **มาตรการที่ 2.** การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ
  - มาตรการที่ 2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้าน ZEV and ACES
  - มาตรการที่ 2.2 การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรด้าน ZEV and ACES
  - มาตรการที่ 2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยและพัฒนา
  - มาตรการที่ 2.4 การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย
- **มาตรการที่ 3.** การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า
- **มาตรการที่ 4.** การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ ทางภาษีและไม่ใช่ภาษี
- **มาตรการที่ 5.** การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ

การลงทุนเพื่อสนับสนุนและพัฒนาความเข้มแข็งด้านต่างๆ จะเป็นค่าใช้จ่ายจำนวนมากในระยะสั้นแต่ จะให้ผลตอบแทนกลับคืนมาในหลายมิติหลายเท่าตัวในระยะยาว การหาช่องว่างและการเติมเต็มช่องว่างของ หน่วยงานภาครัฐ การสร้างความเข้าใจและการจัดทัพหน่วยงานจากกระทรวงต่างๆ ให้มีความยืดหยุ่นปรับตัวได้ ทันต่อกระแสความเปลี่ยนแปลงโลก การสร้างหรือกำหนดให้หน่วยงานหรือองค์กรเป็นหัวเรือใหญ่ในการขับเคลื่อน และเชื่อมโยง กำหนดบทบาทที่มีความชัดเจน การกำหนด ยุทธศาสตร์การเปลี่ยนผ่าน (Transition Strategy) การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการ การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้าน ยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษเป็นศูนย์ (ZEV) และอุตสาหกรรมด้านยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี่ การเชื่อมต่อ การปรับ ให้เป็นระบบไฟฟ้า และการแบ่งปันกันใช้งาน (ACES) ร่วมกับต่างประเทศเพื่อศึกษาเรียนรู้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ และปรับให้เข้ากับความต้องการในพื้นที่และส่งออกไปยังตลาดใหม่ การสร้างและพัฒนากำลังคนที่มีความ เชี่ยวชาญในศาสตร์สาขาใหม่จำนวนมาก การสร้างระบบนิเวศ (Eco-System) ห่วงวิเคราะห์ทดสอบที่เอื้ออำนวย ต่อการสร้างนวัตกรรมที่แข่งขันได้ และมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง การปลดล็อกปัญหา คอขวดต่างๆ ด้านระเบียบกฎหมาย การสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า การสนับสนุนกลุ่ม ผู้ประกอบการและผู้ใช้งานในแต่ละกลุ่มด้วยแนวทางที่เหมาะสมทั้งในรูปตัวเงินและไม่ใช้ตัวเงิน การประชาสัมพันธ์ และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะในวงกว้าง เพื่อสร้างการรับรู้และสร้างการยอมรับในเทคโนโลยีที่

พัฒนาขึ้นในประเทศไทย และคาดหวังว่ามาตรการข้างต้นเหล่านี้จะแก้ปัญหามลพิษทางอากาศและฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการคมนาคม และสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมของไทยสามารถพัฒนาเติบโตและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน เป็นอันดับหนึ่งในอาเซียนและมีการผลิตชิ้นส่วนสำคัญเพื่อส่งออกในห่วงโซ่มูลค่าโลก (Global Value Chain) ต่อไป

นอกจากนี้ หากจะทำให้ไทยสามารถก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีบางด้านได้อย่างแท้จริงและสามารถแข่งขันได้อย่างยั่งยืนนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงประเด็นที่มีความสำคัญต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอนาคตในระยะยาวซึ่งในบางประเด็นอาจจะยังไม่สามารถหาคำตอบที่ชัดเจนได้ในวันนี้ แต่เป็นประเด็นที่รัฐบาลควรให้ความสำคัญและเปิดเวทีในการเร่งให้เกิดการหารือเพื่อสร้างให้เกิดกลไกในการขับเคลื่อนให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป เช่น การดึงดูดบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีชื่อเสียงระดับโลกให้มาตั้งฐานการผลิตชิ้นส่วนหรือผลิตรถทั้งคันหรือดำเนินธุรกิจ ZEV และ ACES ในประเทศไทย การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประเทศที่เป็นผู้ผลิตและผู้นำเข้ารายเดิมและการจับคู่ธุรกิจรายใหม่ และแนวโน้มของการผลิตในภูมิภาคไหนใช้งานหรือขายภายในภูมิภาคนั้น การมอง ASEAN เป็นหนึ่งเดียว การปรับโครงสร้างของอุตสาหกรรมใหม่ที่จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉมอุตสาหกรรมในประเทศไทย ซึ่งในต่างประเทศ เช่น ประเทศเวียดนาม และสิงคโปร์ ได้กำหนด Positioning ประเทศที่มีความชัดเจน และวางยุทธศาสตร์เพื่อรองรับการพัฒนาเทคโนโลยีของโลกอนาคตที่ต้องมีการเตรียมความพร้อมเฉพาะทางที่มีความเข้มข้นจริงจังและต่อเนื่องตั้งแต่ปัจจุบัน การต่อยอดการใช้ประโยชน์จากข้อตกลงการค้าเสรี เช่น ASEAN-China FTA และ ASEAN FTA โดยไม่แข่งขันกันเองภายในประเทศสมาชิกอาเซียน 10 ประเทศ แต่เป็นการรวมทรัพยากรที่แต่ละประเทศมีอยู่อย่างจำกัดให้สามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุดและเกิดการพัฒนาย่างยั่งยืน โดยการนำเอาจุดแข็งและความสามารถของแต่ละประเทศที่มีมาประสานกันเพื่อสร้างให้เกิดธุรกิจเชื่อมโยงกันเป็นห่วงโซ่มูลค่าและสร้างอุตสาหกรรมใหม่ที่มีมูลค่าสูง โดยร่วมกันเจรจากำหนดบทบาทในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของแต่ละประเทศเพื่อลดความซ้ำซ้อน ลดการแข่งขันระหว่างประเทศ เกิดการแบ่งปันเสริมสร้างความเข้มแข็งและยกระดับความสามารถของประเทศในกลุ่มประเทศสมาชิกขึ้น สร้างแบรนด์ที่ได้รับการยอมรับในคุณภาพการผลิตและการใช้งานและออกไปแข่งขันกับตลาดโลก Made in ASEAN สร้างมาตรฐานให้เทียบเท่ากับมาตรฐานสากลของกลุ่มประเทศยุโรปที่มี Made in EU ทำให้สามารถขยายตลาดภายในประเทศจากประชากรไทย 66 ล้านคน ไปสู่ตลาด ASEAN ที่มีประชากรกว่า 660 ล้านคน เร่งให้เกิด Economy of Scale ส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งอนาคตในแต่ละด้านที่กำหนดของแต่ละประเทศใน ASEAN ได้เร็วขึ้น และการตั้งเป้าหมาย การสนับสนุนและพัฒนาให้หัวเมืองสำคัญในประเทศไทยและใน ASEAN เป็นเมืองสีเขียวและฉลาด (Green and Smart City) ให้มีจำนวนมากนั้นจะสร้างตลาดที่ผู้บริโภคไม่เพียงแต่เป็นเพียงประชาชนผู้อยู่อาศัย แต่จะรวมไปถึงเมืองหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีความต้องการสม่ำเสมอและมีขนาดใหญ่ กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาและใช้งานเทคโนโลยีด้าน ZEV และ ACES เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานสะอาด และระบบการจัดการของเสียและมลพิษไปในทิศทางเดียวกัน สร้างเศรษฐกิจสีเขียว เศรษฐกิจหมุนเวียน พลิกโฉมการพัฒนาประเทศ แข่งขันและเติบโตได้ในเวทีโลก สร้างความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน



## ภาคผนวก ก

### ตาราง สรุปมาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ 2035 และหน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
1.	การกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่มีความชัดเจนในระยะ 5 ปี 10 ปี 15 ปี	
	<p>รัฐบาลประกาศนโยบายระดับประเทศ</p> <p>รัฐบาลประกาศ นโยบาย และเป้าหมาย ของการส่งเสริมการใช้งานและพัฒนาเทคโนโลยีด้านยานยนต์สมัยใหม่ (ZEV, ACES) และสถานีพลังงาน (Energy Station) ที่เกี่ยวข้อง โดยประเทศควรตั้งเป้าหมาย เพิ่มสัดส่วนการจำหน่ายยานยนต์ที่ปล่อยมลพิษน้อย (Low Emission Vehicle : LEV) และมุ่งไปสู่นยานยนต์ที่ปล่อยมลภาวะเป็นศูนย์ (Zero Emission Vehicle : ZEV)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● นายกรัฐมนตรี</li> <li>● คณะรัฐมนตรี (ครม.)</li> <li>● กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศ</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
1.1	<p>เป้าหมายของตำแหน่งคุณค่า (Value Proposition)</p> <p>ประเทศไทยเป็นผู้นำของ ASEAN ด้านการวิจัยพัฒนาและการใช้งาน ZEV และ ACES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development</li> <li>● Mobility as a Service (MaaS) and Mobility on Demand (MoD) Demonstration Hub.</li> <li>● ASEAN Leader on Business Model of Innovation.</li> </ul>	
1.2	เป้าหมายการส่งเสริม ประเภทการใช้งาน xEV ในรูปแบบต่างๆ (Product & Technology Applications)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PHEV as the Long Range application.</li> <li>● ZEV as the Short/ Long Range application.</li> </ul>	

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hi-Power 2 wheelers electric E-scooter for metro people movers.</li> <li>● 3 wheelers low speed E-TukTuk for the tourism carriers.</li> <li>4 wheelers 2.5 tons E-Van or E-Pickup for logistic services.</li> </ul>	
1.3	เป้าหมายยานยนต์สมัยใหม่ (Targets of ZEV and ACES)	
	ปี 2030 ยานยนต์สาธารณะและของหน่วยงานของรัฐที่ใช้งาน (Officer Vehicles และ Public Fleets) ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถทั้งหมดที่มีการจัดซื้อจัดจ้างและให้บริการสาธารณะ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>● บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศ</li> <li>● สมาคมชิ้นส่วนยานยนต์</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● กระทรวงการคลัง (ระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ)</li> <li>● กระทรวงและหน่วยงานภาครัฐ</li> <li>● องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.)</li> <li>● สำนักงานตำรวจแห่งชาติ</li> <li>● กระทรวงกลาโหม (กองทัพไทย)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> </ul>
	ปี 2030 ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 30% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 3 คิดเป็นสัดส่วน 60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศ</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)</li> <li>● ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)</li> </ul>



มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● สมาคมชิ้นส่วนยานยนต์</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> </ul>
	<p>ปี 2035 ยานยนต์ใหม่ควรเป็น ZEV คิดเป็นสัดส่วน 100% ของจำนวนรถที่มีการจดทะเบียนในประเทศ และเป็นรถ AV Level 4 คิดเป็นสัดส่วน 80%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศ</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)</li> <li>● ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)</li> <li>● สมาคมชิ้นส่วนยานยนต์</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> </ul>
1.4	<p>การจัดตั้งแพลตฟอร์ม (Platform) สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ของประเทศ และการมอบหมายผู้ดำเนินการ ในด้านการพัฒนา R&amp;D การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต และการสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม</p>	
1.4.1	<p><u>การพัฒนา R&amp;D</u> ทั้งการทำ Technology Platform เพื่อเป็น Shared Platform สนับสนุนให้ผู้ประกอบการ SMEs นำเอาเทคโนโลยีที่เป็นส่วนกลางเอาไปต่อยอดต่อได้ (ช่วยลด คชจ. ของ SMEs และสร้างความร่วมมือ Research Collaboration) และการทำ R&amp;D เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
1.4.2	<b>การออกแบบนโยบายเพื่ออนาคต</b> เป็นพื้นที่เพื่อคาดการณ์และกำหนดนโยบายที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
1.4.3	<b>การสนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรม</b> การพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการ และการดูแลเรื่อง End-of-Life Battery	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กรมควบคุมมลพิษ</li> <li>● BOI</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
1.5	<b>การสนับสนุนการสร้าง เครือข่ายความร่วมมือ</b> การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ในประเทศและต่างประเทศ)	
1.5.1	<b>ส่งเสริมการสร้าง ZEV and ACES Consortium ในการพัฒนา RDI Platform</b> เน้นด้าน (1) ZEV Technology Platform Consortium (2) Battery Technology Consortium (3) Connected and Autonomous Vehicles Consortium	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● มหาวิทยาลัยและภาคการศึกษา</li> <li>● บริษัทเอกชน</li> </ul>
2.	<b>การยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมและผู้ประกอบการในประเทศ</b> (Industry/ Local Capability Building)	
	(1) การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีหลักจากโอกาสการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Core technological capabilities building with leveraging infrastructure development)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
	<p>(2) การพัฒนาด้านการออกแบบและการสร้างความสามารถในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (Design and production capacity development (vehicle production))</p> <p>(3) การพัฒนาระบบการให้บริการทางการตลาดและสภาพแวดล้อมด้านนวัตกรรม (Service market system with ecosystem innovation)</p> <p>(4) การสร้างความสามารถของภาคอุตสาหกรรมระยะกลางและยาวแบบไดนามิกส์ (Mid and long term industrial dynamic capability)</p> <p>(5) การยกระดับซัพพลายเชนที่มีความชัดเจนในทิศทางการสะสมและสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม (Supply chain upgrade with clarified and collective innovation direction)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● มหาวิทยาลัยและภาคการศึกษา</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
2.1	การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ZEV and ACES Technology and Innovation Development)	
2.1.1	การสนับสนุนส่งเสริม การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรม (RDI), Deep Technology, Technology Transfer, และ Technology Localization ด้าน ZEV และ ACES ร่วมกันภายในรัฐบาล (across Government) ภาคเอกชน และภาคการวิจัย เน้นด้านการพัฒนาชิ้นส่วนที่มีมูลค่าสูง อย่าง เช่น Battery (สนับสนุนทั้งการพัฒนา Battery Cell, และการทำ Battery Packing ให้มีราคาที่แข่งขันได้ไปพร้อมๆ กัน), Motor, Drive Train, Controller, ECU, EEU, โครงสร้างน้ำหนักเบา, Sensor, Autonomous System เป็นต้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA)</li> <li>● สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)</li> <li>● กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.)</li> <li>● สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)</li> <li>● สถาบันการศึกษา</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
2.1.2	สนับสนุนภาคเอกชนพัฒนา ยานพาหนะต้นแบบ EV Conversion เพื่อการใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยอาจจะเป็นรถที่มีขนาดใหญ่ เช่น E-Truck, E-Bus, E-Van, E-Pickup, E-Boat ที่ไม่มีข้อจำกัดด้านการวาง Battery จำนวนมาก	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> </ul>
2.1.3	สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) (EV Conversion) เพื่อเพิ่มปริมาณรถ ZEV ช่วยในการลดการเกิดมลพิษทางอากาศ และเป็นการสร้างและสะสมองค์ความรู้ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อรองรับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมควบคุมมลพิษ</li> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)</li> </ul>
2.1.4	<p>การสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้ประกอบการ ภาคประชาชน และหน่วยงานภาครัฐ ทั้งในส่วนของฝ่ายผลิต และฝ่ายการซ่อมบำรุง ด้วยการทำให้ EV Conversion ทำให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์จริง (Hands On) เตรียมตัวเพื่อรับมือกับการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption) เป็นบันไดไปสู่การพัฒนาเริ่มต้นแบบ BEV ต่อไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สถาบันวิจัยของรัฐ</li> </ul>
2.1.5	<p>พัฒนาผู้ประกอบการไทยด้าน System Integration (SI) ที่มีศักยภาพด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ทดลอง ทดสอบ ผลิตภัณ์และบริการให้ได้รับมาตรฐาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)</li> <li>● สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.)</li> <li>● สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)</li> <li>● มหาวิทยาลัย</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
2.1.6	<p>การสนับสนุนงบประมาณและโครงการเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้ประกอบการในส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการพลิกโฉมของเทคโนโลยี (Technology Disruption)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> </ul>
2.2	<p>การพัฒนาผู้เชี่ยวชาญและบุคลากร (ZEV and ACES)</p>	
2.2.1	<p>ส่งเสริมให้มีการนำ EV Open Platform เช่น ระบบขับเคลื่อนสำหรับยานยนต์ความเร็วต่ำ Low-Speed EV (LSEV) Skateboard, Open Software Design มาพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ในกลุ่มนักเรียนและนักศึกษา โดยเฉพาะ กลุ่มอาชีวศึกษา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สถาบันวิจัยของรัฐ</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
2.2.2	<p>การพัฒนากำลังคน จัดให้มีการฝึกอบรม รวมทั้งการปรับหลักสูตร เพื่อพัฒนาทักษะ (Re-skill, Up-skill, และ New-skill) เน้น Interdisciplinary ด้าน Industrial Design, Advanced Materials, Nanotechnology, Mechanics, Mechatronics, IT, Electricity, Software Engineering, System Integration, Big Data, Data Analytics, Artificial Intelligence (AI) เพื่อสร้างบุคลากรรองรับการพัฒนาด้าน ZEV และ Autonomous, Connected, Electric and Shared Vehicles (ACES) ร่วมกับ ภาคเอกชน และสถาบันวิจัยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● สถาบันวิจัยภาครัฐและเอกชน</li> <li>● สำนักงานปลัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สปอว.)</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
2.2.3	<p>การส่งเสริม Soft Skills กำลังคนรุ่นใหม่ให้มี ความฝัน (Dreams), ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity), นวัตกรรมทางความคิด (Innovative thinking), การมีภาวะผู้นำ (Leaderships) และความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurships) มากกว่าการพัฒนาคนในด้านการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือ Computer ช่วย Leverage การทำงานแทนได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงศึกษาธิการ</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA)</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> </ul>
2.2.4	<p>การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน เพื่อสร้าง “ผู้เชี่ยวชาญด้านยานยนต์ไฟฟ้า” ซึ่งเป็นหลักสูตรศึกษาที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาด้านยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญเข้าด้วยกันเพื่อทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความสามารถในด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น electrical, automotive and mechanical engineering, and information and communication technologies</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
2.2.5	<p>การพัฒนาการศึกษาสายอาชีพหรืออาชีวศึกษา / การฝึกงานที่หน้างาน (Vocational Education / Training on the Job) เพื่อสร้างความสามารถของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำงานด้านยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ก่อนแล้ว โดยออกแบบโปรแกรมการจัดการฝึกอบรมและคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมให้มีความเหมาะสมและตรงกับเป้าหมายของการนำไปใช้</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงแรงงาน</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)</li> <li>● สถาบันไทยเยอรมัน</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
2.2.6	<p>การพัฒนาการศึกษาและการฝึกอบรมร่วมกับสถาบันวิจัยชั้นนำจากต่างประเทศ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญที่สั่งสมมาอย่างยาวนานและได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติด้านการสนับสนุนการฝึกอบรมที่ผ่านการรับรอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● สถาบันวิจัยชั้นนำจากต่างประเทศ</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> <li>● สถาบันวิจัย</li> <li>● ภาคเอกชน</li> </ul>
2.3	<p>การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับการวิจัยและพัฒนา</p>	
2.3.1	<p>การจัดตั้งศูนย์แห่งความเป็นเลิศด้านยานยนต์ไฟฟ้า (ASEAN Center of Excellence on ZEV and ACES Development) การสร้างคลัสเตอร์อุตสาหกรรมด้านนวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV Industry Innovation Cluster) และการยกระดับขีดความสามารถสถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษา</li> </ul>
2.3.2	<p>การสนับสนุนการตั้ง ศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&amp;D Center) ของภาคเอกชน ร่วมกับผู้ประกอบการจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ (การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน PPP) โดยมีข้อกำหนดด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้สำคัญ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
2.3.3	<p>การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น ห้องทดลอง ห้องทดสอบ สนามทดสอบ เพื่อการทำ R&amp;D การพัฒนาระบบความปลอดภัย (Safety) และการทดสอบคุณภาพมาตรฐาน ให้มีจำนวนที่มากเพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนาเทคโนโลยี (ZEV and ACES)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
2.3.4	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร ด้วยความเร็วอย่างน้อย 5G เพื่อรองรับการใช้งาน AV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> </ul>
2.3.5	การพัฒนา Eco-System, Startup และ Value Chain ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (DE)</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> </ul>
2.4	การพัฒนามาตรฐาน ข้อบังคับ กฎระเบียบ และกฎหมาย (Standard, Law & Regulation)	
2.4.1	การปรับปรุง แก้ไข ข้อกำหนด เกณฑ์ กฎระเบียบข้อบังคับ และ กฎหมาย ให้เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงาน เช่น การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ การส่งเสริมด้านการทดลอง ทดสอบการใช้งานเทคโนโลยี รถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงการคลัง</li> <li>● กรมสรรพากร</li> <li>● กรมสรรพสามิต</li> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม</li> </ul>
2.4.2	การเพิ่มระเบียบเพื่อรองรับ ยานยนต์สมัยใหม่ประเภทใหม่ๆ (New Category) และการอำนวยความสะดวกใน การจดทะเบียนยานยนต์สมัยใหม่ ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนในไทยให้มี ความรวดเร็ว	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม</li> </ul>
2.4.3	การสนับสนุนการใช้งานรถสองล้อแบบ ZEV ที่มีความเร็วต่ำ และรถประเภทอื่นที่มีความเร็วต่ำ (Low Speed-EV: LSEV) เพื่อช่วยในการลดความเร็วและลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเมือง	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม</li> </ul>
2.4.4	การสนับสนุนและเปิดให้มีการจดทะเบียนรถสามล้อที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และการนำมาใช้งานแบบออนเนกประสงค์ ได้อย่างเสรี	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม</li> </ul>
2.4.5	การจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย สนับสนุนการดัดแปลงยานยนต์ (เก่า) ไปสู่อานยนต์ไฟฟ้า (EV Conversion) โดยนำมาตรฐานต่างๆ ที่มีอยู่มาปรับใช้และพัฒนาให้เหมาะสม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)</li> <li>● สถาบันมาตรวิทยา (มว.)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC)</li> <li>● สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> </ul>
2.4.6	การจัดทำมาตรฐานด้านคุณภาพและความปลอดภัย (Safety) เพื่อรองรับ ZEV and ACES	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)</li> <li>● สถาบันมาตรวิทยา (มว.)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC)</li> <li>● สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> </ul>
2.4.7	มีหน่วยงานที่ได้รับการ Certified จากภาครัฐให้คำแนะนำด้าน การรับรองมาตรฐาน คุณภาพและความปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สถาบันวิจัยของรัฐ</li> </ul>
3.	การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า	
3.1	เป้าหมายสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Targets of Energy Station)	
3.1.1	สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ (Public Charging Stations)	
	ปี 2025 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 10,000 แห่งทั่วประเทศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทเอกชน</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
	ปี 2030 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 40,000 แห่งทั่วประเทศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทเอกชน</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>



มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
	ปี 2035 สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ ควรมีจำนวน 40,000 แห่งทั่วประเทศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทเอกชน</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
3.1.2	สถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ (Private Charging Stations)	
	ปี 2030 สนับสนุนให้มีสถานีอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลที่เข้าถึงได้ เป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับ จำนวนผู้เป็นเจ้าของของยานยนต์สมัยใหม่หรือจำนวนของอาคารที่จอดรถ เช่น Condominium ที่พักอาศัย มีผู้พักอาศัย 6 คน ที่ใช้รถไฟฟ้าแบบ BEV ควรมีหัวจ่ายอย่างน้อย 1 หัวจ่าย (1:6) หากมีการใช้รถทุกวัน สามารถเสนอให้เจ้าของ Condominium เพิ่มหัวจ่ายไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก, และบ้าน 1 หลัง มีรถไฟฟ้าแบบ BEV 3 คัน (สลับใช้งาน) ควรมีหัวจ่ายไฟฟ้าอย่างน้อย 1 หัวจ่าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทเอกชน</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
3.1.3	ระบบสลับแบตเตอรี่ (Battery Swapping System)	
	ปี 2030 สนับสนุนให้มี ระบบสลับแบตเตอรี่ที่เป็นมาตรฐานกลางของประเทศที่เข้าถึงได้ (Interoperability and Scalability) มีจำนวนคิดเป็นสัดส่วนอย่างน้อยเท่ากับจำนวนจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียน อย่างน้อย 1:1,000 และเพิ่มจำนวนให้มีปริมาณเป็นสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น เช่น E-Scooter ที่มีระยะทางในการวิ่งต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง 50-80 km จะทำให้รถ E-Scooter สามารถวิ่งได้ทั้งวัน หรือ สามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานระบบสลับแบตเตอรี่ ร่วมกับยานยนต์สมัยใหม่ประเภทอื่นๆ เช่น E-TukTuk, Low-Speed EV (LSEV), MicroEV เป็นต้น ที่ได้ออกแบบมาให้ใช้งานแบตเตอรี่ที่มี Spec. และ Size เดียวกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● บริษัทเอกชน</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
3.2	ภาครัฐสนับสนุนโดยการ คิดค่าไฟราคาถูก ในช่วง 3 ปีแรกของการติดตั้ง Charging Stations เพื่อเป็นแรงจูงใจ และจะกำหนดเป็นราคาไฟฟ้าปกติ ภายหลังจากนั้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>
3.3	ภาครัฐให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้า ที่บ้านและที่ทำงาน (ที่ไม่ใช่ Public Chargers) โดยสนับสนุนอย่างน้อยที่ละ 1 แห่ง โดยสามารถนำค่าใช้จ่ายด้านการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้า ไปหักภาษีบุคคลธรรมดา หรือ ภาษีนิติบุคคล และจะต้องมีการติดตั้งโดยเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญที่มีใบอนุญาต ด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ภาครัฐกำหนด และมีการวางสายไฟ และหม้อแปลงที่สามารถรองรับการอัดประจุไฟฟ้าที่มีความปลอดภัยและได้รับมาตรฐาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
3.4	ภาครัฐกำหนดราคาไฟฟ้าที่ไม่เท่ากันในช่วงวัน เพื่อจูงใจให้ผู้ใช้ ZEV ไปอัดประจุไฟฟ้าราคาถูกในช่วงเวลา Off Peak (สามารถตั้งเวลาที่เครื่องอัดประจุไฟฟ้าได้) และช่วยให้หลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในเวลา Peak Time ได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>● คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> </ul>
3.5	ภาครัฐอนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายอื่นๆ ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (เช่น พลังงานลม แสงอาทิตย์ ไบโอมแอส ไบโอฟิวเอล) สามารถขายไฟฟ้าให้กับรถไฟฟ้าได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>● คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)</li> <li>● สำนักงานคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (สคร.)</li> <li>● การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)</li> <li>● การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)</li> </ul>
4.	การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ (Incentives) ทางภาษีและไม่ใช้ภาษี	
4.1	ข้อกำหนดและแรงจูงใจ (Incentives)	
4.1.1	สนับสนุนการใช้งานรถขนส่ง คนและสิ่งของ (Fleet Promotion) เช่น รัฐบาลสนับสนุนการดัดแปลง (รถเก่า) เป็นรถไฟฟ้า EV Conversion Fleets ในส่วนของรถเจ้าหน้าที่ของรัฐ รถโดยสารประจำทาง และรัฐบาลสนับสนุนธุรกิจ Car Sharing Pilot Program	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงคมนาคม (สนข.)</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม (สศอ.)</li> <li>● กระทรวงพลังงาน (สนพ, พพ.)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สอวช., สวทช.)</li> <li>● สภาอุตสาหกรรม</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● สถาบันการศึกษา</li> <li>● หน่วยงานภาครัฐที่มีการจัดซื้อจัดจ้างยานพาหนะ</li> </ul>
4.2	ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางการเงิน (Financial)	
4.2.1	การสนับสนุน Matching Grant และการสนับสนุนให้สถาบันการเงินเอกชนหรือกองทุนด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ปลดปล่อย เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำและมีวงเงินสูงให้กับผู้ประกอบการสามารถขยายธุรกิจและพัฒนาเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● ธนาคารพาณิชย์</li> <li>● สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.)</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
4.2.2	สนับสนุนการลงทุนในรูปแบบการ Joint-Venture ระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES และการทำโครงการวิจัยร่วมกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กองทุนที่เกี่ยวข้อง</li> <li>● ธนาคารพาณิชย์</li> </ul>
4.3	ข้อกำหนดและแรงจูงใจทางภาษี (Tax Incentives)	
4.3.1	ยกเว้น ภาษีจดทะเบียนรถ (No Registration Tax) : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> <li>● กระทรวงพาณิชย์</li> </ul>
4.3.2	ยกเว้น ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) ในการซื้อรถ : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการคลัง (กรมสรรพสามิต)</li> </ul>
4.3.3	ยกเว้น ภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ภาษีเงินได้นิติบุคคล (Income Tax, Corporate Income Tax : CIT) : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงการคลัง (กรมสรรพากร)</li> </ul>
4.3.4	ยกเว้น ค่าต่อทะเบียน จ่ายภาษีรถรายปี : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กรมการขนส่งทางบก</li> </ul>
4.4	การช่วยเหลือสนับสนุนเงิน (Aids/Subsidies)	
4.4.1	การใช้ ทางด่วน ฟรี (No Road Toll) : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงคมนาคม (การทางพิเศษแห่งประเทศไทย)</li> <li>● กระทรวงมหาดไทย (กรมทางหลวงชนบท)</li> </ul>
4.4.2	จอดรถฟรี ในที่สาธารณะ (Free Parking Places) เช่น จรแล้วจร ที่จอดรถในห้าง : ZEV ได้รับการยกเว้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (BEM)</li> <li>● บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (BTS)</li> <li>● หน่วยงานภาครัฐ</li> <li>● สถานประกอบการที่ให้การสนับสนุน</li> </ul>
4.4.3	การอัดประจุไฟฟ้าผ่านสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะฟรี (Free Charging in Public Parking) : PHEV, ZEV	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● การไฟฟ้าแห่งประเทศไทย</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายผลิต</li> <li>● การไฟฟ้าฝ่ายภูมิภาค</li> <li>● คอนโดมีเนียม</li> <li>● ห้างสรรพสินค้า</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● สถานีเติมประจุไฟฟ้า</li> </ul>
4.4.4	การสนับสนุนการลงทุนในรูปแบบการ <b>Joint-Venture</b> ระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติในอุตสาหกรรม ZEV และ ACES	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.)</li> </ul>
4.5	<b>ข้อกำหนดและแรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-Financial)</b>	
4.5.1	ZEV ได้สิทธิในการ <b>ใช้ช่องทางการจราจรวิ่งเดียวกับรถโดยสาร</b> หรือมีสิทธิในการเข้าพื้นที่จำกัดได้ หรือสามารถวิ่งในช่วงเวลาที่ให้วิ่งเพิ่มเติมเป็นพิเศษได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>● สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.)</li> <li>● สำนักงานจราจรและขนส่ง (สจส.)</li> <li>● สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (สตช.)</li> <li>● กองบังคับการตำรวจจราจร</li> </ul>
4.5.2	กำหนดให้มีสัดส่วนของ <b>พื้นที่จอดรถ</b> สำหรับผู้ใช้ ZEV ตามที่จอดรถต่างๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● พื้นที่จอดรถของหน่วยงานภาครัฐ</li> <li>● อาคารสำนักงาน</li> <li>● ห้างสรรพสินค้า</li> </ul>
4.6	<b>การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ</b>	
4.6.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>ระยะสั้น</b> - สนับสนุนการดัดแปลง EV Conversion รถยนต์สาธารณะเดิมให้เป็น ZEV</li> <li>● <b>ระยะกลางและระยะยาว</b> - กำหนดให้มีการจัดซื้อจัดจ้างรถบริการสาธารณะ ZEV และ ACES Public Fleets และใช้รถแบบ ZEV ขนส่งคนและสิ่งของทั่วประเทศ และสนับสนุนการ <b>Joint-Venture</b> ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีระหว่างบริษัทไทยกับต่างชาติ เพื่อการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีโดยภาครัฐให้การสนับสนุนภาคเอกชน (ทั้งไทยและต่างประเทศ) ที่ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบการให้บริการ ZEV-Public Fleets, Car Sharing, และระบบ Logistics ให้เชื่อมโยงกันและครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการ ทั้ง E-Truck, E-Bus, E-TukTuk, E-Car, Low-Speed EV (LSEV), E-Scooter และ E-Boat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงคมนาคม (สนข)</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม (สศอ.)</li> <li>● กระทรวงพลังงาน (สนพ, พพ)</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กรมบัญชีกลาง (ระเบียบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ)</li> <li>● สถานีอุตสาหกรรม</li> <li>● สถาบันยานยนต์</li> <li>● สถาบันการศึกษา</li> <li>● หน่วยงานภาครัฐที่มีการจัดซื้อจัดจ้างยานพาหนะ</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
4.6.2	ภาครัฐสนับสนุนให้เกิดการซื้อขายและใช้งานรถ ZEV เพื่อลดการเกิดมลพิษทางอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● หน่วยงานภาครัฐที่มีการจัดซื้อจัดจ้างยานพาหนะ</li> </ul>
4.6.3	ภาครัฐสนับสนุนให้ซื้อและใช้งานรถ ZEV และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่พัฒนาขึ้นหรือผลิตขึ้นในประเทศไทย	<ul style="list-style-type: none"> <li>● หน่วยงานภาครัฐที่มีการจัดซื้อจัดจ้างยานพาหนะ</li> </ul>
5.	การประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักแก่สาธารณะ (Awareness)	
5.1	กำหนดพื้นที่นำร่อง (ทั่วประเทศ ) ที่ภาครัฐสนับสนุน โครงการที่มีการพัฒนาและนำ Fleets, Car Sharing, First Mile และ Last Mile แบบ ZEV และ ACES มาใช้งานภายในและระหว่างพื้นที่ (ภายใน 1-3 ปี)	<p><b><u>สถานที่ภาครัฐ</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ศูนย์ราชการ</li> <li>● หน่วยงานราชการ</li> <li>● สำนักงานเขต</li> <li>● สำนักงานจังหวัด</li> <li>● มหาวิทยาลัย</li> <li>● สถาบันวิจัยของรัฐ</li> <li>● อุทยานวิทยาศาสตร์</li> <li>● อุทยานแห่งชาติ</li> <li>● สถานที่ท่องเที่ยว</li> <li>● สนามบินของรัฐ</li> <li>● พื้นที่ของหน่วยงานตำรวจและทหาร</li> </ul> <p><b><u>สถานที่ของภาคเอกชน (โดยสมัครใจ)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ห้างสรรพสินค้า</li> <li>● พื้นที่บริษัท</li> <li>● หมู่บ้าน คอนโดที่อยู่ไกลจากสถานีรถไฟฟ้า</li> </ul>
5.2	จัดตั้งพื้นที่/เมืองต้นแบบ เป็นพื้นที่ของเมืองอากาศสะอาดใช้รถแบบ ZEV โดยรัฐร่วมลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน สถานีอัดประจุไฟฟ้า ให้ครอบคลุมพื้นที่ เพื่อเตรียมความพร้อม การสร้างความตระหนัก และการสาธิต (Demonstration) เช่น กำหนดให้ EEC, EECi เป็นพื้นที่ต้นแบบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● กระทรวงพลังงาน</li> <li>● กระทรวงคมนาคม</li> <li>● กรมโยธาธิการและผังเมือง</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● สถาบันวิจัยของรัฐ</li> </ul>

มาตรการลำดับที่	มาตรการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์สมัยใหม่	หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
5.3	<p>การให้พื้นที่ในการทดลอง (ลองผิดลองถูก) (Technology Sandbox, Regulatory Sandbox) ในการสร้าง พัฒนา และต่อยอดเทคโนโลยี ACES และระบบที่เกี่ยวข้อง การทดสอบประสิทธิภาพ มาตรฐานความปลอดภัย โดยผ่อนปรนระเบียบกฎหมาย ให้สามารถทดลองการพัฒนา การใช้งานเทคโนโลยี และทดสอบโมเดลธุรกิจใหม่ภายใต้สภาพแวดล้อมจริง ได้ในพื้นที่ทดลอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>● กระทรวงอุตสาหกรรม</li> <li>● กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม</li> <li>● สถาบันการศึกษา</li> <li>● มหาวิทยาลัย</li> </ul>
5.4	<p>ตั้งข้อกำหนดส่งเสริมพื้นที่อากาศสะอาด (Clean Zone Promotion) โซนที่มีการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศปริมาณต่ำ (Low Emissions Zone) รถปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> และมลพิษทางอากาศเกินเกณฑ์จ่ายเงินตามปริมาณก๊าซที่ปล่อย เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ระบบขนส่งที่เป็นไฟฟ้า (ZEV Fleets) และทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเติบโต (EV Industry Growth)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● กระทรวงมหาดไทย (กรมโยธาธิการและผังเมือง)</li> <li>● สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร</li> <li>● องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (อพท.)</li> <li>● EEC, EECi</li> </ul>

## ภาคผนวก ข

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ร่วมให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะ

#### สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

##### ที่ปรึกษา

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. ศ.ดร.นักสิทธิ์ คุ้มพัฒนาชัย | ที่ปรึกษา                    |
| 2. ดร.กิติพงศ์ พร้อมวงศ์       | ผู้อำนวยการ                  |
| 3. ดร.กาญจนา วานิชกร           | รองผู้อำนวยการ               |
| 4. ดร.คมเมธ จิตวานิชไพบูลย์    | ผู้อำนวยการฝ่ายคาดการณ์อนาคต |

##### คณะผู้จัดทำ

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. ดร.สุรชัย สถิตคุณารัตน์   | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ              |
| 2. นางสาวสิรินยา ลิ้ม        | ผู้อำนวยการฝ่ายเศรษฐกิจนวัตกรรม |
| 3. ดร.ธนาकर วงษ์ดีไทย        | ผู้เชี่ยวชาญนโยบายอาวุโส        |
| 4. ดร.ชาญวิทย์ อุดมศักดิ์กุล | ผู้เชี่ยวชาญนโยบายอาวุโส        |
| 5. นางสาวภัทริธา เกื้อกิม    | ผู้เชี่ยวชาญนโยบาย              |

##### คณะผู้ทรงคุณวุฒิ

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. ดร.สมชาย ฉินสกลธนากร    | ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ |
| 2. ดร.ปาชาณ กุลวานิช       | นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กรมวิทยาศาสตร์บริการ                  |
| 3. ดร.สิวินีย์ สวัสดิ์อารี | หัวหน้าฝ่ายมาตรฐานวิทยาไฟฟ้า สถาบันมาตรฐานวิทยาแห่งชาติ           |
| 4. ดร.ภาสกร ประถมบุตร      | รองผู้อำนวยการ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล                    |

##### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ร่วมให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะ

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1. นายณัฐกร อุเทศสุด         | ผู้อำนวยการสำนักแผนภาษี ในฐานะรองโฆษกกรมสรรพสามิต                 |
| 2. นายดุสิต อนันตรักษ์       | ผู้เชี่ยวชาญด้านการขึ้นและเตือนภัยภาคอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม |
| 3. นายดลนต์ บุณนาค           | กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค                           |
| 4. นายสุวิทย์ ธรณินทร์พานิช  | เลขาธิการกลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน สภาอุตสาหกรรม            |
| 5. นายพนัส วัฒนชัย           | ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร บริษัท พนัสแอสเซมบลีย์ จำกัด              |
| 6. ดร.จตุวัฒน์ ราชเรืองระบิน | ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ                |

7. ดร.มานพ มาสมทบ หน่วยวิจัยวัสดุสำหรับพลังงาน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
8. ดร.พิมพ์ ลิ้มทองกุล ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
9. นายเทพดินทร์ บริรักษ์อรวิรินทร์ นักมาตรวิทยาชำนาญการพิเศษ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
10. นายสมเดช แสงสุรศักดิ์ งานพัฒนามาตรฐานและทดสอบ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
11. นายสรวิศ วนิชอนุกุล โปรแกรมยานพาหนะไฟฟ้าและคณะ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
12. นายณัฐวัช รุ่งเสถียรธรร ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
13. นางกัลยภรณ์ อึ้งสมรรถโกษา ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายรัฐกิจสัมพันธ์ BOSCH Automotive Co., Ltd.
14. รศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา ที่ปรึกษาอาวุโสผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
15. รศ.ดร.นิสัย เพ็องเวโรจน์สกุล คณบดีบัณฑิตวิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรนานาชาติสิรินธร ไทย-เยอรมัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
16. นายเอกชัย จรุงวิศาลกุล ผู้ช่วยผู้จัดการทั่วไปสำนักกลยุทธ์และธุรกิจใหม่ บริษัท ไทยซัมมิท ฮาร์เนส จำกัด (มหาชน)
17. นายกิตติกร วีระขรพงศ์ ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาลูกค้า ศูนย์ยานยนต์ภูมิภาค เอเชียแปซิฟิก บริษัท อินฟินิออน เทคโนโลยีส์ เอเชีย แปซิฟิก พีทีอี แอลทีดี ประธานกลุ่มบริษัท ไชคนำชัย
18. นายนำชัย สกฤทธิไชนำชัย
19. นายธนาพันธ์ กาญจนคูหา General Manager, FOMM (Asia) Co., Ltd.
20. นายธนพัทธ์ สุขสุธรรมวงศ์ Chief Marketing Officer, Mine Mobility Research Co., Ltd.
21. รศ.ดร.ยศพงษ์ ลออนวล ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายพัฒนาความยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
22. นายปริพัตร บุรณสิน กรรมการผู้จัดการ บริษัท เกวินน์ คอนซัลติ้ง จำกัด
23. นางสาวไอลยรินทร์ เขาวนเสถียร ที่ปรึกษาคณะอนุกรรมการยานยนต์ไฟฟ้า ในคณะกรรมการ การพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร
24. ผศ.ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
25. นางสาวฐิติภัทร ดอกไม้เทศ ผู้จัดการแผนกวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันยานยนต์
26. Dr.Jet P.H. Shu Advisor, Department of Industrial Technology, Ministry of Economic Affairs, Taiwan
27. Dr.Jeong Hyop Lee Advisor, STIPI Science & Innovation Policy Institute; STEPI, Korea
28. Dr.-Ing.Stefan Lösch Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials IFAM, Germany
29. Dr.Andre Naumann Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF, Germany
30. Dipl.-Ing.Felix Horch Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials IFAM, Bremen, Germany
31. Dipl.-Ing.Ralf Opierzynski Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF, Germany