



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า
ต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูรี สิริสุนทร และคณะ

กุมภาพันธ์ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

ต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. ผศ.ดร.ภูรี สิริสุนทร	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ศ.ดร.ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. อ.ดร.รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. อ.เพ็ชรธรินทร์ วงศ์เจริญ	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ชุดโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สกว.

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูป	xiii
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1-1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1-3
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	1-3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	
2.1 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงบูรณาการของไทย.....	2-1
2.2 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ.....	2-5
2.3 งานวิจัยและการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการเข้าถึงของเทคโนโลยีใหม่ ในภาคขนส่ง.....	2-7
2.4 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน ในภาคขนส่ง.....	2-18
2.4.1 แบบจำลอง Econometric สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง.....	2-18
2.4.2 แบบจำลอง End-use สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง.....	2-19
2.4.3 ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเศรษฐมิติสำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน ในภาคขนส่ง.....	2-20
2.4.4 ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน ในภาคขนส่ง.....	2-21
2.5 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย..	2-27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและประเทศไทย

3.1 ประเทศนอร์เวย์.....	3-12
3.1.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-12
3.1.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-18
3.1.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-24
3.2 ประเทศเนเธอร์แลนด์.....	
3.2.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-27
3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-34
3.2.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-39
3.3 ประเทศญี่ปุ่น.....	
3.3.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-41
3.3.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-43
3.3.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-48
3.4 ประเทศจีน.....	
3.4.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-49
3.4.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-61
3.4.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-67
3.5 ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	
3.5.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-68
3.5.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-74

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-86
3.6 ประเทศเยอรมนี	
3.6.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-88
3.6.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-92
3.6.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล.....	3-105
3.7 ประเทศไทย	
3.7.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-107
3.7.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า.....	3-118
3.8 ปัจจัยสู่ความสำเร็จและผลสัมฤทธิ์ในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ.....	3-119
3.9 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย.....	3-130
บทที่ 4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า	
ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	
4.1 ภาพรวมตลาดรถยนต์ในประเทศไทย.....	4-1
4.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	4-12
4.3 วิธีการศึกษา.....	4-15
4.3.1 วิธีการคำนวณ TCO.....	4-16
4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง.....	4-18
4.3.3 การกำหนดกรณีฐาน.....	4-22
4.3.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis).....	4-27
4.4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	4-37
4.4.1 ราคาซื้อรถยนต์ (Purchasing Price).....	4-37
4.4.2 ราคาขายต่อ (Resale price).....	4-42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.3 ค่าเชื้อเพลิง (Fuel Cost).....	4-45
4.4.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน (Fuel Economy).....	4-49
4.4.5 ดอกเบี้ย (Interest).....	4-52
4.4.6 ค่าบำรุงรักษา (Maintenance cost).....	4-53
4.4.7 ค่าประกันภัย (Insurance).....	4-58
4.4.8 ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี (Annual Tax).....	4-60
4.4.9 อัตราคิดลด.....	4-62
4.4.10 ต้นทุนผลกระทบภายนอก (External cost).....	4-62
4.5 ผลการศึกษา.....	4-70
4.5.1 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของ: กรณีฐาน.....	4-70
4.5.1.1 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก กะทัดรัดและอีโคคาร์.....	4-70
4.5.1.2 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก.....	4-72
4.5.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานและสถานะ การใช้งาน.....	4-78
4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงระยะทาง ในการใช้งานยานยนต์.....	4-78
4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน.....	4-92
4.5.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า.....	4-103
4.5.3.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการจูงใจทางการคลัง (Fiscal Incentive).....	4-103
4.5.3.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการการให้เงินอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidies).....	4-125
4.5.3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการสนับสนุนทางการเงินผ่าน สถาบันการเงิน.....	4-128

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การอัดประจุไฟฟ้า.....	4-132
4.5.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาซื้อเพลิง.....	4-139
4.5.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด.....	4-145
4.6 ผลการศึกษาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง.....	4-154
4.6.1 ข้อสมมติและข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง.....	4-154
4.6.2 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาป ภายในกับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง.....	4-157
4.7 ข้อสรุปท้ายบท.....	4-159
บทที่ 5 การวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและ ปริมณฑล	
5.1 แนวคิดและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา.....	5-1
5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effects).....	5-3
5.3 การกำหนดปัจจัยและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	5-3
5.4 วิธีการเก็บข้อมูลและแบบสอบถาม.....	5-7
5.5 ผลการสำรวจ.....	5-8
5.5.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	5-9
5.5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง.....	5-13
5.6 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า.....	5-21
5.6.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า.....	5-24
5.6.1.1 ปัจจัยที่แสดงถึงคุณลักษณะของผู้บริโภค.....	5-24
5.6.1.2 ปัจจัยภายใน.....	5-24
5.6.1.3 ปัจจัยภายนอก.....	5-26
5.6.2 ปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า.....	5-26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.6.2.1 ปัจจัยภายใน.....	5-26
5.6.2.2 ปัจจัยภายนอก.....	5-27
5.7 ข้อเสนอแนะ.....	5-29
บทที่ 6 การประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า	
6.1 ภาพรวมการใช้ง้างงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทย.....	6-1
6.2 แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้ง้างงานในภาคขนส่ง.....	6-6
6.2.1 แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในปัจจุบัน.....	6-8
6.2.2 แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงาน.....	6-9
6.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานศึกษา.....	6-11
6.4 ผลการพยากรณ์จำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1).....	6-14
6.5 ผลการประมาณค่าความต้องการเชื้อเพลิงของยานยนต์ในกรณีฐาน.....	6-19
6.6 ผลกระทบต่อการใช้ง้างไฟฟาและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ในภาคขนส่ง.....	6-22
6.7 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า	6-32
6.8 ข้อเสนอแนะ.....	6-39

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการขนส่งและการใช้นานยนต์ในต่างประเทศและประเทศไทย

ภาคผนวก ข ข้อมูลคุณภาพพลังงาน และการจัดหาและการใช้ง้างงานในต่างประเทศและประเทศไทย

ภาคผนวก ค รายละเอียดโครงการวิจัยและพัฒนาานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ภาคผนวก ง ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของในกรณีฐาน

ภาคผนวก จ แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถาม

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์การใช้ง้างไฟฟาและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่ง

ภาคผนวก ช การสัมมนารับฟังความคิดเห็น

ภาคผนวก ซ คำชี้แจงต่อมติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	ปัจจัยกำหนดการเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคที่ใช้ในงานศึกษาในอดีต..... 2-16
2-2	งานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ..... 2-20
2-3	การเปรียบเทียบงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use ในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ..... 2-22
2-4	การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทเชื้อเพลิงในงานวิจัยของ Dhakal (2003)..... 2-23
2-5	การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทเชื้อเพลิงในงานของ Manzini (2006)..... 2-23
2-6	การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทของเชื้อเพลิงในงานของ Zhao et al. (2012)..... 2-24
2-7	การพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนนของ Dutton and Page (2007).... 2-25
2-8	การแบ่งประเภทยานพาหนะในการพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิงของ Zhao et al. (2007)..... 2-26
3-1	กรอบเป้าหมายและแผนการผลักดันยานยนต์ไฟฟ้าในระยะต่าง ๆ..... 3-28
3-2	มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองอัมสเตอร์ดัม..... 3-33
3-3	สรุปมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองอูเทรคต์..... 3-33
3-4	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2011 – 2015..... 3-35
3-5	จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและกึ่งสาธารณะในประเทศเนเธอร์แลนด์ ณ สิ้นปี ค.ศ. 2012 – 2016..... 3-37
3-6	เป้าหมายส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์รุ่นถัดไปและผลลัพธ์ของประเทศญี่ปุ่น..... 3-41
3-7	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมของประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 2011 – 2015..... 3-44
3-8	จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 2011 – 2016..... 3-46
3-9	มูลค่าแรงจูงใจที่รัฐบาลกลางให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท..... 3-51
3-10	นโยบายส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016..... 3-52
3-11	เงินอุดหนุนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลในปี ค.ศ. 2016 และ ค.ศ. 2017 - ค.ศ. 2018 จากรัฐบาลกลางในประเทศจีน..... 3-56
3-12	เกณฑ์อัตราการใช้พลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ที่เข้าเงื่อนไขได้รับ เงินอุดหนุนจากรัฐบาลกลาง..... 3-57
3-13	มูลค่าแรงจูงใจที่รัฐบาลท้องถิ่นให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท..... 3-58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3-14 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศจีน ปี ค.ศ. 2010 – 2016.....	3-62
3-15 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลทั่วโลกในปี ค.ศ. 2016.....	3-62
3-16 จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศจีน ปี ค.ศ. 2011 – 2015.....	3-67
3-17 ตัวอย่างยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับเครดิตภาษีจากรัฐบาลกลางในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-72
3-18 รายละเอียดผู้ประกอบการด้านเครือข่ายประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะ ในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-83
3-19 รุ่นยานยนต์ไฟฟ้าจากผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศเยอรมนี ในปี ค.ศ. 2017.....	3-94
3-20 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมของประเทศเยอรมนี ปี ค.ศ. 2011 – 2016.....	3-99
3-21 จำนวนจุดประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศเยอรมนี ปี ค.ศ. 2011 – 2017.....	3-103
3-22 การเปรียบเทียบการแก้ไขปรับปรุงพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550...	3-115
3-23 การเปรียบเทียบการปรับปรุงร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของ กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน.....	3-116
3-24 เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า.....	3-121
3-25 เปรียบเทียบโครงสร้างพื้นฐานจุดอัดประจุไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2016.....	3-126
4-1 สถิติจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมาย ว่าด้วยการขนส่งทางบกระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560.....	4-4
4-2 ยอดจำหน่ายรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560.....	4-5
4-3 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์ Eco Car รุ่นต่าง ๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560...	4-6
4-4 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม B-Segment ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560.....	4-7
4-5 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม C-Segment ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557 – 2560.....	4-9
4-6 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม D-Segment และ Mini MPV ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560.....	4-10

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-7 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม SubCompact SUV ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560.....	4-11
4-8 จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม Compact SUV ระหว่างปี พ.ศ. 2557 - 2560.....	4-12
4-9 ยอดจำหน่ายและส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์ 10 อันดับแรกในกลุ่มรถยนต์นั่งหรือขนาดใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2017.....	4-21
4-10 ข้อสมมติในการกำหนดกรณีฐาน.....	4-26
4-11 งานศึกษาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ในอดีต.....	4-28
4-12 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์.....	4-30
4-13 ราคาเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว.....	4-36
4-14 ราคาค่าไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว.....	4-36
4-15 อัตราภาษีสรรพสามิตรถยนต์นั่งที่มีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป.....	4-40
4-16 ราคาซื้อ ราคาขายต่อ และค่าเสื่อมราคาของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่างในแต่ละปีที่น่ามาศึกษา	4-44
4-17 ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงขายปลีก กทม.และปริมณฑล เฉลี่ย ปี พ.ศ. 2560.....	4-45
4-18 อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีฐาน.....	4-48
4-19 อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน 95.....	4-50
4-20 อัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง.....	4-51
4-21 ดอกเบี้ยเช่าซื้อต่อปีของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง.....	4-53
4-22 รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน.....	4-53
4-23 รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน.....	4-54
4-24 รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่.....	4-55
4-25 ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม Eco car.....	4-56
4-26 ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม C-Segment.....	4-56
4-27 ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม F-Segment.....	4-57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-28	กลุ่มรถยนต์ในการพิจารณาเบี้ยประกัน..... 4-60
4-29	อัตราภาษีรถยนต์ประจำปีเก็บตามความจุกระบอกสูบ..... 4-60
4-30	อัตราภาษีรถยนต์ของนิติบุคคลที่จดทะเบียนมาเกิน 5 ปี..... 4-61
4-31	ค่าภาษีประจำปีจัดเก็บตามน้ำหนัก..... 4-61
4-32	ค่าภาษีรถยนต์ประจำปีของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง..... 4-62
4-33	อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์ตัวอย่างใน 3 กิจกรรม..... 4-65
4-34	แสดงค่าปริมาณสารมลพิษไอเสีย EURO 4..... 4-69
4-35	มูลค่าผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียยานยนต์ที่ใช้การศึกษา..... 4-69
4-36	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์ขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีฐาน..... 4-71
4-37	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์ขนาดเล็ก: กรณีฐาน..... 4-73
4-38	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หุขนาดใหญ่: กรณีฐาน..... 4-75
4-39	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน..... 4-80
4-40	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน..... 4-84
4-41	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หุขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน..... 4-89
4-42	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน..... 4-94
4-43	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน.. 4-96
4-44	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หุขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน.. 4-100
4-45	ราคาซื้อของยานยนต์ตัวอย่างจากการใช้มาตรการภาษี..... 4-104
4-46	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการใช้มาตรการภาษี..... 4-108
4-47	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้มาตรการภาษี..... 4-110

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-48	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเข้ามาตราการภาษี..... 4-120
4-49	มูลค่าเงินอุดหนุนที่นำมาวิเคราะห์..... 4-125
4-50	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเข้ามาตราการให้เงินอุดหนุนโดยตรง..... 4-127
4-51	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน..... 4-129
4-52	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า..... 4-134
4-53	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง..... 4-140
4-54	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง..... 4-141
4-55	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง..... 4-143
4-56	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด..... 4-146
4-57	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด..... 4-148
4-58	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด..... 4-151
4-59	อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง..... 4-155
4-60	มูลค่าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำออกหลังจากการแปลง..... 4-156
4-61	ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง..... 4-158
5-1	ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง..... 5-5
5-2	ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-11
5-3	ลักษณะการครอบครองรถยนต์ของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและไม่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-13
5-4	การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้รถเผชิญ จำแนกตามความสนใจและไม่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-16
5-5	ผลกระทบส่วนเพิ่มของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-21
6-1	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) สะสมจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง..... 6-13

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6-2 ระยะเดินทางเฉลี่ยและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง กรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1).....	6-13
6-3 เป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละสถานการณ์จำลอง.....	6-20
6-4 ความต้องการเชื้อสะสมเพลิงประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน.....	6-21
6-5 ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน.....	6-22
6-6 ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีที่ 1 ตามเป้าหมาย 100%.....	6-23
6-7 ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีที่ 2 ตามเป้าหมาย 60%.....	6-24
6-8 ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีที่ 3 ตามเป้าหมาย 140%.....	6-25
6-9 ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ เฉลี่ยต่อปีของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่นานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%.....	6-25
6-10 ตัวอย่างข้อมูลโครงสร้างราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ณ วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2561.....	6-29
6-11 มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยต่อปี ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%.....	6-31
6-12 ค่า Emission factor ของเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ.....	6-32
6-13 ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้ากรณี 100% 60% และ 140%.....	6-34
6-14 ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากคาร์บอน.....	6-36
6-15 มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) เฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า 100% 60% และ 140%.....	6-37

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1	แผนผังโครงสร้างภาคขนส่งของไทย..... 2-28
2-2	แผนผังโครงสร้างพาหนะส่วนบุคคล..... 2-28
2-3	สรุปแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานของภาคขนส่งในปัจจุบัน..... 2-30
3-1	สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั่วโลก จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015..... 3-1
3-2	สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศในกลุ่ม OECD จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ ปี ค.ศ. 2015..... 3-2
3-3	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศในกลุ่ม OECD จำแนกตาม เชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 2015..... 3-3
3-4	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนก ตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในทวีปอเมริกา..... 3-4
3-5	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนก ตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในทวีปเอเชีย..... 3-4
3-6	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนก ตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในตะวันออกกลาง..... 3-5
3-7	การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนกตามพลังงาน ของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ ยุโรป..... 3-6
3-8	ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศต่าง ๆ..... 3-8
3-9	ส่วนแบ่งตลาดและยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ ระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2016... 3-9
3-10	สัดส่วนจำนวนจุดอัดประจุแต่ละประเภทของประเทศต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 2016..... 3-10
3-11	ดัชนีตลาดยานยนต์ไฟฟ้าและดัชนีอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า..... 3-11
3-12	มูลค่าภาษีจดทะเบียนรถยนต์ในประเทศนอร์เวย์ในปี ค.ศ. 2015 จำแนกตาม องค์ประกอบของภาษี..... 3-15
3-13	พัฒนาการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศนอร์เวย์..... 3-16

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-14 เปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์สันดาปภายในของยานยนต์ 3 กลุ่ม.....	3-18
3-15 ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้ารวมในประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2010-2017.....	3-19
3-16 มาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์.....	3-20
3-17 ผลสำรวจการเลือกประเภทยานยนต์คันใหม่ของผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์.....	3-21
3-18 ปริมาณสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบเร็วจำแนกตามตัวรับและตัวเสียบในประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2011 – มิถุนายน ค.ศ. 2017.....	3-22
3-19 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมและจำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2017 ในเทศมณฑลต่าง ๆ ในประเทศนอร์เวย์.....	3-23
3-20 องค์กรที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์.....	3-28
3-21 แหล่งพลังงานและการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศเนเธอร์แลนด์.....	3-29
3-22 มูลค่าภาษีจดทะเบียน (Registration Tax) ของยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล จำแนกตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี 2015.....	3-31
3-23 ผลประโยชน์ทางภาษีที่เก็บได้จากการใช้นยานยนต์ของบริษัทในกิจส่วนตัว จำแนกตามปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2013-2016	3-32
3-24 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศเนเธอร์แลนด์ระหว่างเดือนธันวาคม ค.ศ. 2011 ถึง ธันวาคม ค.ศ. 2016.....	3-36
3-25 การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลและสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์ ณ สิ้นปี ค.ศ. 2011 – 2016.....	3-37
3-26 มาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่น.....	3-43
3-27 มาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่นจำแนกตามประเภทผู้ใช้งาน.....	3-45
3-28 ภาพรวมเครือข่ายประจุไฟฟ้าของ Nippon Charge Service.....	3-47
3-29 การให้เงินอุดหนุนเพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน ปี ค.ศ. 2009 – 2016.....	3-51
3-30 การเปรียบเทียบต้นทุนความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่และยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน.....	3-64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-31 การเปรียบเทียบยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับรัฐบาลให้เงินอุดหนุนในการซื้อระหว่างประเทศจีนและประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-65
3-32 มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-71
3-33 การสนับสนุนเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-73
3-34 แบบจำลองการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้า.....	3-73
3-35 จำนวนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ. 2011 – 2016.....	3-75
3-36 ส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2016.....	3-76
3-37 ส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์ไฟฟ้าเทียบกับจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะต่อประชากรหนึ่งล้านคน.....	3-77
3-38 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนแบ่งการตลาดยานยนต์ไฟฟ้าและมูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากมาตรการจูงใจต่าง ๆ ที่ผู้ใช้นยนต์ได้รับจากรัฐบาลมลรัฐและรัฐบาลท้องถิ่น.....	3-78
3-39 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับจำนวนรุ่นที่มีจำหน่ายในเมืองที่มีประชากรหนาแน่น 50 อันดับแรก.....	3-79
3-40 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองต่าง ๆ.....	3-80
3-41 การกระจายตัวของจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ในประเทศสหรัฐอเมริกา.....	3-82
3-42 แนวทางในการพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี.....	3-88
3-43 กระแสการนำเข้าส่งออก เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ระหว่างประเทศคู่ค้ารายใหญ่.....	3-95
3-44 ห่วงโซ่คุณค่าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์.....	3-97
3-45 กลยุทธ์ในการผลิตชุดแบตเตอรี่ของ OEMs.....	3-98
3-46 ระดับแรงจูงใจกับราคาจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า (รวมภาษี) ของประเทศเยอรมนีเปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป.....	3-100
3-47 มูลค่าแรงจูงใจที่ผู้บริโภคของประเทศเยอรมนีได้รับสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่ม.....	3-101
3-48 เปรียบเทียบยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีรายเดือนระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2017.....	3-102

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-49	การกระจายตัวของจุดอัดปะจุสาธารณะ ของประเทศเยอรมนี..... 3-105
3-50	แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย.. 3-109
3-51	แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย..... 3-110
3-52	สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จัดทำในโครงการ ณ การไฟฟ้านครหลวง..... 3-118
4-1	กรอบแนวคิดและขั้นตอนในการศึกษา..... 4-14
4-2	รูปแบบการขับขี่ของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน..... 4-24
4-3	วัฏจักรอายุการใช้งานแบตเตอรี่..... 4-25
4-4	ประมาณการราคาน้ำมันระหว่างปี ค.ศ. 2016 – 2050..... 4-35
4-5	การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ..... 4-46
4-6	ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างปี ค.ศ. 2010 - 2050..... 4-64
5-1	โครงสร้างอายุและเพศของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-10
5-2	โครงสร้างรายได้และการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-10
5-3	สัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าในครอบครองและความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-11
5-4	ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยถ่วงดุลที่ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-16
5-5	การรับรู้เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-17
5-6	มาตรการส่งเสริมภาครัฐที่ได้รับความสนใจจากกลุ่มตัวอย่าง..... 5-17
5-7	ช่วงราคาที่กลุ่มตัวอย่างยินดีจ่ายเพื่อแปลงยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้า..... 5-18
5-8	ปัจจัยใดที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความไม่มั่นใจในการนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า... 5-18
5-9	คุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าที่ควรจะเป็นในมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-19
5-10	ตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมในมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-20
5-11	ค่าเฉลี่ยคะแนนของปัจจัยภายในและภายนอกที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อ ยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง..... 5-20

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5-12	เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC)..... 5-22
6-1	สัดส่วนการใช้งพลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2550 – 2559..... 6-1
6-2	การใช้งพลังงานขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2558 – 2560..... 6-2
6-3	การใช้งพลังงานขั้นสุดท้ายแยกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2560..... 6-3
6-4	ภาพรวมการใช้งพลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยจำแนกตามแหล่งพลังงาน ปี พ.ศ. 2559.. 6-4
6-5	สัดส่วนการใช้งพลังงานในภาคขนส่งแบ่งตามชนิดเชื้อเพลิง ปี พ.ศ. 2559..... 6-5
6-6	การใช้งพลังงานในสาขาการขนส่งจำแนกตามวิธีการขนส่ง..... 6-5
6-7	สัดส่วนการใช้น้ำมันสำเร็จรูป จำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2559..... 6-6
6-8	จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ ในช่วงปี พ.ศ. 2532 – 2559..... 6-8
6-9	สรุปแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานของภาคขนส่งในปัจจุบัน..... 6-9
6-10	ขั้นตอนการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในยานยนต์แต่ละประเภท..... 6-10
6-11	ข้อมูลตัวแปรต้นหลักที่ใช้ในการพยากรณ์..... 6-12
6-12	จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 รายไตรมาส ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2556 6-15
6-13	ค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579.. 6-17
6-14	ผลการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ประเภท รย. 1 จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง..... 6-18
6-15	การประหยัดและการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงสะสมแต่ละประเภทของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%..... 6-28
6-16	ต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยที่ประหยัดได้ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%..... 6-32
6-17	การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปีที่ลดลง จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%..... 6-35
6-18	มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) เฉลี่ยต่อปีที่ลดลงจากกรณีฐานมาสู่ กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%..... 6-38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศวิทยา สุขภาพ รวมทั้งเศรษฐกิจและสังคม ปัญหาสภาวะโลกร้อนได้กลายเป็นปัญหาสำคัญทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ จากรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน ในปี 2558 จัดทำโดยกระทรวงพลังงานพบว่า สาขาเศรษฐกิจในประเทศไทยที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสูงที่สุดได้แก่ ภาคการผลิตไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรม และภาคขนส่ง โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 38.27 และ 27 ตามลำดับ โดยภาคขนส่งมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องกว่าภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ อันเนื่องมาจากการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในยานพาหนะเป็นหลัก ประกอบกับการใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ในยานพาหนะซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอันเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

กระทรวงพลังงานได้ตระหนักถึงผลกระทบจากการใช้พลังงานในภาคขนส่งที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม จึงได้วางแผนอนุรักษ์พลังงาน 2558-2579 โดยมีเป้าหมายเพื่อต้องการลดความเข้มข้นในการใช้พลังงานลงร้อยละ 30 ในปี 2579 เมื่อเทียบกับปี 2553 หรือกล่าวได้ว่ามีเป้าหมายในการลดการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ให้ได้ทั้งสิ้น 56,142 kilo ton of oil equivalent (ktoe) ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศในปี 2579 ด้วยมาตรการต่างๆ เช่น มาตรการจัดการโรงงานและควบคุมอาคาร มาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานและติดฉลากอุปกรณ์ มาตรการส่งเสริมการใช้หลอดแอลอีดี และมาตรการหลักของแผน คือ มาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง เพื่อที่จะการลดใช้พลังงานในภาคการขนส่ง เนื่องจากเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด สำหรับในภาคขนส่ง กระทรวงพลังงานมีมาตรการในการส่งเสริมและพัฒนาาระบบขนส่งในยุคใหม่ที่มีเทคโนโลยียานยนต์ที่ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ประเภทที่ใช้มอเตอร์ (Motor) ในการขับเคลื่อนแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

ภายใต้แผนอนุรักษ์พลังงาน คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้มีมติเห็นชอบ “แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” (แผนการขับเคลื่อนฯ) ในการประชุมเมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2559 แผนการขับเคลื่อนฯ ได้ถูกแบ่งออกเป็นสามระยะดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2559 – 2560): เตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2561 – 2563): ขยายผลในกลุ่มโดยสาธารณะ เตรียมความพร้อมสำหรับ “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การกำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป): ขยายผลไปสู่การส่งเสริม “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” โดยมีเป้าหมายให้ในปี 2579 มียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรวม 1.2 ล้านคัน และสถานีชาร์จ 690 สถานี

แผนการขับเคลื่อนฯ นี้แสดงให้เห็นความเอาใจจริงเอาใจที่จะส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อทดแทน ยานยนต์ ICE แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินการภายใต้แผนขับเคลื่อนฯ ยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ของแผนการขับเคลื่อนฯ จึงยังไม่ปรากฏอย่างชัดเจน

ถึงแม้ว่าผู้ผลิตรายในระดับโลกต่างหันมาพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ที่ประหยัดพลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid electric vehicle : HEV) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle : PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery electric vehicle : BEV) เป็นต้น แต่จากสถิติของกรมขนส่งทางบก พบว่าในประเทศไทยจำนวนรถยนต์สะสมจำแนกตามเชื้อเพลิง ณ วันที่ 30 กันยายน 2558 โดยเฉพาะจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 7.64 ล้านคัน โดยมีจำนวนยานยนต์ไฮบริดและยานยนต์ไฟฟ้าเพียง 68,358 และ 47 คัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะมีประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม แต่สำหรับประเทศไทย การใช้ยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่แพร่หลายมากนัก ยังไม่มีการจำหน่ายยานยนต์แบตเตอรี่ไฟฟ้าภายในประเทศอย่างเป็นทางการ และมีเพียงการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าจากผู้นำเข้ารถยนต์อิสระเพื่อใช้ส่วนตัวและส่วนหนึ่งเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในหน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐเท่านั้น ขณะที่ยานยนต์แบบปลั๊กอินไฮบริดได้เริ่มจำหน่ายอย่างเป็นทางการภายในประเทศในช่วงต้นปี 2559 เท่านั้น

เพื่อให้การดำเนินการภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรให้มีการศึกษามาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ และผลกระทบของปัจจัยและมาตรการต่าง ๆ ที่มีต่อการตัดสินใจของผู้ใช้ยานยนต์ในการเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์ ICE มาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแทน ผ่านทางแบบจำลองต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO) นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังเห็นว่า การจะส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ประสิทธิผล ควรให้มีการศึกษาการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ซึ่งผลการศึกษาจะทำให้ทราบถึงอัตราการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งอัตรานี้จะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังการใช้และการประหยัดพลังงานในภาคขนส่งภายในประเทศ คณะผู้วิจัยเห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อการใช้ยานยนต์และพลังงานในภาคขนส่ง ซึ่งผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้สามารถนำมาใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักในการดำเนินการอยู่ด้วยกัน 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
4. เพื่อประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ทั้ง 4 ประการ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานที่ใช้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1: เพื่อศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย

คณะผู้วิจัยจะศึกษามาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศโดยจะคัดเลือกประเทศที่มีปริมาณการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าและอัตราการเจริญเติบโตของการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในอันดับต้นของโลก และจะสังเคราะห์มาตรการทางการเงินและมาตรการที่มีใช้การเงิน รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยสู่ความสำเร็จของการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ ICE บทวิเคราะห์จากกรณีศึกษาในต่างประเทศจะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์แผนการขับเคลื่อนฯ และมาตรการที่มีอยู่ในประเทศไทย รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ขั้นตอนในการดำเนินงาน:

การศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทยประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและคัดเลือกประเทศที่มีปริมาณการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าและอัตราการเจริญเติบโตของการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในอันดับต้นของโลกเป็นกรณีศึกษาต่อไป
2. ศึกษาและสำรวจเอกสารและวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่ได้รับคัดเลือกโดยจะคำนึงการเปลี่ยนแปลงนโยบายและมาตรการตามพัฒนาการของเทคโนโลยี ตลาดและอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าด้วย

3. วิเคราะห์และสังเคราะห์มาตรการต่าง ๆ โดยจำแนกเป็นมาตรการทางการเงินและมาตรการที่มีใช้การเงิน รวมทั้งปัจจัยสู่ความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่รับคัดเลือก

4. รวบรวมข้อมูลการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และศึกษาและสำรวจเอกสารและวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

5. นำผลการวิเคราะห์จากกรณีศึกษาในต่างประเทศมาใช้ในการวิเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ที่มีอยู่ในประเทศไทย และนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาข้อเสนอทางด้านมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งข้อเสนอทางด้านมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้านี้จะนำไปใช้ในการกำหนดสถานการณ์จำลองในการวิจัยภายใต้วัตถุประสงค์อื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ที่ 2: เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

การตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าเพื่อทดแทนยานยนต์ ICE ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีความสำคัญอย่างมากในการเพิ่มปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าบนถนน คณะผู้วิจัยจะคำนวณและเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าใน “กรณีฐาน” ซึ่งไม่มีมาตรการของรัฐในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า และจะอาศัยผลการศึกษาจากกรณีศึกษาในต่างประเทศในการกำหนดสถานการณ์จำลองใน “กรณีที่รัฐใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า” ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยและมาตรการที่มีประสิทธิภาพและทำให้ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่ายานยนต์ ICE และสามารถดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น

ขั้นตอนในการดำเนินงาน:

1. ทบทวนงานวิจัยและวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวกับการวิธีคำนวณและเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO)

2. รวบรวมข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการคำนวณ TCO เช่น พฤติกรรมการใช้นานยนต์ สภาพจราจร และมาตรการส่งเสริมของรัฐ เป็นต้น สรุปปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณ TCO

3. รวบรวมข้อมูลรถยนต์ในตลาดรถยนต์ของไทยเพื่อกำหนดการแบ่งส่วนตลาด (Market segment) โดยพิจารณาจากประเภทและขนาดของยานยนต์ ICE ที่สามารถทดแทนได้ด้วยยานยนต์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในตลาดรถยนต์ของไทย

3. กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์ของผู้บริโภค สภาพจราจร และประเภทและสมรรถนะของยานยนต์ ใน “กรณีฐาน” และคำนวณ TCO ของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าในกรณีฐานโดยแบ่งแยกตาม Market segment พร้อมทั้งรายงานผลการคำนวณ

4. กำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากมาตรการทางการเงินการคลังที่ส่งผลกระทบต่อ TCO ของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าใน Market segment ต่าง ๆ โดยสถานการณ์เหล่านี้จะคำนึงถึงพัฒนาการของเทคโนโลยี ตลาดและอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าด้วย

5. คำนวณและรายงานผลการคำนวณ TCO ในสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยและมาตรการต่าง ๆ ภายใต้สถานการณ์เหล่านี้ที่จะสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคตัดสินใจหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าเพื่อแทนที่ยานยนต์ ICE ใน Market segment ต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ที่ 3: เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

คณะผู้วิจัยจะพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคและประเมินผลกระทบจากมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าและปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ขั้นตอนในการดำเนินงาน:

ในการศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยสำคัญต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อ การยอมรับของผู้บริโภคจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ ในระยะเริ่มต้น ทั้งนี้ การสัมภาษณ์ผู้บริโภคจะศึกษาถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ทั้งที่เป็นปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อ การยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ทบทวนผลงานการศึกษาจากต่างประเทศที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการเข้าถึงของเทคโนโลยีใหม่ในภาคขนส่ง และรวบรวมปัจจัยสำคัญต่างๆทั้งที่เป็นปัจจัยภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้องต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า

2. สรุปปัจจัยสำคัญต่างๆทั้งที่เป็นปัจจัยภายในและภายนอกที่เกี่ยวข้องต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบสอบถามเพื่ออธิบายถึงพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภค

3. รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จำนวนยานยนต์จดทะเบียนประเภทต่าง ๆ ประเภทของยานยนต์ เป็นต้น เพื่อนำมากำหนดจำนวนตัวอย่างของผู้บริโภคที่ใช้ในการสำรวจจากการประเมินข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนจำนวนยานยนต์จดทะเบียนในเบื้องต้น ประกอบกับข้อจำกัดทางด้านเวลาและงบประมาณในการวิจัย คณะผู้วิจัยจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและมีอายุ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 400 ราย โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วยผู้บริโภคทั้งที่มียานยนต์ถือครองอยู่แล้วและผู้บริโภคที่ยังไม่มียานยนต์ถือครองแต่กำลังตัดสินใจจัดหายานยนต์มาถือครอง

4. ออกแบบ “แบบสอบถาม” เพื่อสัมภาษณ์ผู้บริโภค อันประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ทั้งที่เป็นปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อ การยอมรับหรือไม่ยอมรับในการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ปัจจัยภายใน (Internal Factors)

ซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยตรงจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าเอง ได้แก่ ราคาซื้อ ราคาแบตเตอรี่ ระยะทาง การขับเคลื่อน ระยะเวลาที่ใช้ในการประจุพลังงาน เป็นต้น และปัจจัยภายนอก (External Factors) คือ ปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากตัวยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคาพลังงานเชื้อเพลิง สถานีเครือข่าย สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ลักษณะของผู้บริโภค ระยะทางในการเดินทาง มาตรการส่งเสริมภาครัฐ การดัดแปลง ยานยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

5. พัฒนาแบบจำลองเศรษฐกิจการเลือกของผู้บริโภค เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ถึงพฤติกรรมและปัจจัย สำคัญต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคจากมาตรการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า

6. ประมวล สังเคราะห์ และวิเคราะห์ผลที่ได้รับจากการสัมภาษณ์และการวิเคราะห์แบบจำลองเศรษฐกิจ เพื่อนำไปกำหนดแผนเชิงนโยบายในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับพฤติกรรม การยอมรับของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ที่ 4: เพื่อประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า

คณะผู้วิจัยจะพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่ง จากการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า รวมไปถึงผลกระทบจากมาตรการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย

ขั้นตอนในการดำเนินงาน:

คณะผู้วิจัยจะพัฒนาแบบจำลอง End-use หรือแบบจำลองในระดับผู้ใช้งานเพื่อพยากรณ์ ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศ โดยแบบจำลอง End-use อาศัยกระบวนการสร้างจากล่าง ขึ้นบน (Bottom-up approach) ตั้งต้นจากการสร้างแบบจำลองแยกตามประเภทผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม จากนั้น จะมีกระบวนการขยายการประมาณค่าออกนอกช่วง และรวบรวมขึ้นเป็นความต้องการใช้พลังงานทั้งหมด แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นแบบจำลองที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้จริงในการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน ในภาคขนส่งของประเทศไทย

นอกจากนั้น ภายหลังจากการพัฒนาแบบจำลอง End-use ดังกล่าว จะมีการนำแบบจำลอง ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้น้ำมันไปสู่น้ำมันประเภท ยานยนต์ไฟฟ้า โดยจะกำหนดกรณีศึกษาในลักษณะต่าง ๆ แล้วนำไปประเมินผลกระทบต่อโครงสร้างการใช้ น้ำมันสำเร็จรูปของประเทศไทย รวมถึงผลกระทบต่อปริมาณการใช้พลังงานของภาคขนส่งของประเทศไทย โดยมีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิดของการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง ในเบื้องต้นคณะผู้วิจัยค้นพบว่า ในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีผู้นำเสนอแบบจำลองต่าง ๆ สำหรับการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง ขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และแผนงานด้านพลังงานทดแทนและ ด้านอนุรักษ์พลังงานของแต่ละประเทศ ส่งผลทำให้การกำหนดวิธีการและการเลือกใช้ปัจจัยต่าง ๆ ในแบบจำลองของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันอย่างมาก การดำเนินงานในขั้นนี้จะศึกษาแนวคิด การพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง ทบทวนผลงานการศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงาน

ในภาคขนส่ง และศึกษาถึงปัจจัยสำคัญต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในภาคขนส่งในระดับผู้ใช้ (End-use) สำหรับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ

2. ศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์และปรับปรุงค่าพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย โดยจะศึกษารายละเอียดและโครงสร้างของแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง (Transport model) ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของข้อมูลพื้นฐานและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ถูกกำหนดในแบบจำลองเพื่อใช้พยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งต่าง ๆ และข้อสมมุติฐานต่างๆที่ถูกกำหนดในแบบจำลองว่ามีความเหมาะสมต่อการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทยในปัจจุบันหรือไม่ รวมทั้งทำการปรับปรุงค่าพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมต่าง ๆ โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองทั้งข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลด้านรถยนต์จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงค่าพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทยให้มีความทันสมัย

3. กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสัดส่วนการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับกรณีต่าง ๆ โดยอาศัยผลการวิเคราะห์มาตรการการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ร่วมกับผลการศึกษาทั้งในและต่างประเทศที่ได้จากการศึกษาภายใต้วัตถุประสงค์ที่ 1 และ 2 และข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. พยากรณ์การใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงแต่ละประเภทจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าสำหรับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ภายใต้การส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในสถานการณ์ต่าง ๆ

5. ประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เช่น ปริมาณก๊าซมลพิษจากไอเสียและการปล่อยก๊าซ CO₂ โดยพิจารณาจากส่วนที่ลดลงจากยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และส่วนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้การส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในสถานการณ์ต่าง ๆ

6. ออกแบบตารางแสดงการประมวลผลการพยากรณ์และการประหยัดเชื้อเพลิงสำหรับนำไปใช้ปรับปรุงค่าพยากรณ์ในอนาคต

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

จากการทบทวนเอกสารและวรรณกรรมอันได้แก่งานวิจัยและการศึกษาในอดีต คณะผู้วิจัยสามารถแบ่งแยกงานวิจัยและการศึกษาในอดีตออกได้เป็นห้ากลุ่มด้วยกันด้วยกัน อันได้แก่ 1) งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงบูรณาการของไทย 2) งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ 3) งานวิจัยและการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการใช้ของเทคโนโลยีใหม่ในภาคขนส่ง 4) งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง และ 5) งานวิจัยและการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงบูรณาการของไทย

งานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) (2556) (ต่อไปนี้จะเรียกว่า มจธ. และ MTEC (2556)) พบว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถเติบโตได้ในอนาคตจะต้องมีระยะทางวิ่งต่อการอัดประจุไฟฟ้า 1 ครั้ง ใกล้เคียงกับระยะทางของการเติมเชื้อเพลิงในเทคโนโลยียานยนต์ ICE และแบตเตอรี่จะเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับโครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้านั้นเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเกิดการความมั่นใจในการอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะ

มจธ. และ MTEC (2556) ได้ทำการประเมินความต้องการพลังงานในภาคการขนส่งทางถนนเพื่อทำนายความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการขยายตัวของการใช้ยานยนต์ Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) และ Battery Electric Vehicle (BEV) โดยเน้นรถยนต์ส่วนบุคคลและจักรยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้กรณีศึกษาต่าง ๆ (Scenario Analysis) ตามการขยายตัวของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าโดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ กรณีปกติตามความพร้อมของภาคอุตสาหกรรม (Business as Usual; BAU) กรณีบนพื้นฐานที่มีความเป็นไปได้ของประเทศไทยหรือมีความเป็นไปได้จริง (Probable Case) และกรณีที่เกินคาดหมายหรือสูงสุด (Extreme Case) สามารถสรุปโดยสังเขปได้ว่า ในกรณีที่มีการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุด (Extreme Case) พบว่า ความต้องการไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) จะเพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 2.3 ของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และภาระทางไฟฟ้าสูงสุดที่เพิ่มขึ้นในปี ค.ศ. 2030 คิดเป็นร้อยละ 17.2 เมื่อเทียบกับศักยภาพการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะไม่มีผลกระทบต่อแผนการจัดหาไฟฟ้าของประเทศไทย สำหรับในกรณีที่มีความเป็นไปได้จริง (Probable Case) พบว่าการส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้สูงสุดถึง 2,090 ktoe หรือคิดเป็นร้อยละ 12.9 ของศักยภาพการประหยัดพลังงานในภาคขนส่งตามแผน EEDP และสามารถ

ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6.13 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 12.1 เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่งของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2008 นอกจากนี้จาก การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์และการเงินสามารถสรุปได้ว่าการสนับสนุนยานยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2573 จะช่วยให้ประเทศชาติลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้เฉลี่ย 12,893 ล้านบาท/ปี และช่วยลดมลพิษทางอากาศซึ่งคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้เฉลี่ย 67,437 ล้านบาท/ปี

นอกจากงานวิจัยของ มจร. และ MTEC (2556) ยังมีงานวิจัยไทยอีก 3 ชิ้นที่ศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง รวมไปถึงผลกระทบด้านอื่น ๆ อันเนื่องมาจากการขยายตัวของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ งานวิจัยของ Limpitpanich et al. (2011) ซึ่งได้อาศัยแบบจำลองปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input – Output Model) ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการขยายตัวของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อการใช้แหล่งพลังงานฟอสซิลขั้นต้น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และรายได้ของครัวเรือนในประเทศไทย และงานศึกษาของ Saisirir et al. (2013) ซึ่งได้ใช้โปรแกรม Long – range Energy Alternatives Planning System (LEAP) ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าและปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนบุคคลในกรุงเทพมหานครด้วยวิธี Bottom-Up Approach แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันในด้านขอบเขตการวิจัย แบบจำลองที่ใช้ รวมถึง scenarios ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบ แต่งานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นก็ให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน กล่าวคือการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ และถึงแม้ว่าผลจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้า จากงานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ แต่เมื่อพิจารณาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศจะเพิ่มสูงขึ้น โดยงานวิจัยของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.), การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.), และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) (2559) (ต่อไปนี้จะเรียกว่า กฟผ., กฟน., และ กฟภ. (2559)) ได้ประมาณการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1 ตามประเภทรถยนต์ของกรมการขนส่งทางบก) ประเภท BEV และ PHEV ระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2579 เพื่อนำจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่ประมาณได้มาวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าโดยรวม ตั้งแต่ระบบการผลิตจนถึงระบบจำหน่ายไฟฟ้า

โดย กฟผ., กฟน., และ กฟภ. (2559)) ได้แบ่งการประมาณออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 (กรณีฐาน) ซึ่งการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปตามเป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ตามแผนอนุรักษ์พลังงานของประเทศ EEP 2015 และกรณีที่ 2 คือกรณีที่การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าได้รับผลการตอบรับที่ดีประมาณโดยสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ากับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อหัว (GDP per capita) และใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2532 – 2558 ในการพยากรณ์ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้า งานวิจัยนี้พบว่าในปี พ.ศ. 2579 ประเทศไทยจะมียานยนต์ไฟฟ้าสะสมทั้งสิ้น 2,275,750 คัน คิดเป็นร้อยละ 1.5 ของจำนวนยานยนต์ทั้งหมด แบ่งเป็น BEV จำนวน 1,452,971 คัน และ PHEV จำนวน 822,779 คัน โดยเมื่อจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าโดยรวมของประเทศ

จะเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลให้ความต้องการไฟฟ้าในช่วงกลางคืน ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นช่วงเวลาที่เจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่อัดประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัย เพิ่มขึ้นกว่าปกติ แม้ว่าเป็นปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการไฟฟ้ารวมของประเทศ แต่ก็ทำให้กำลังผลิตไฟฟ้าสำรองและพิกัดของระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้าส่วนที่สำรองไว้สำหรับกรณีฉุกเฉินถูกใช้ไป ทำให้ระบบไฟฟ้าอาจมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีระดับความเชื่อถือได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้ จากการศึกษาผลกระทบต่อบริษัทไฟฟ้าจากยานยนต์ไฟฟ้าของงานวิจัยในต่างประเทศ ในงานวิจัยชิ้นนี้ยังพบว่า ระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบจากการอัดประจุไฟฟ้าเป็นอันดับแรก เนื่องจากการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในระยะแรกอาจจะกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพเฉพาะในบางพื้นที่เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยทั้ง 3 ชิ้นนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากงานศึกษาของต่างประเทศ มิใช่ข้อมูลปฐมภูมิที่เก็บได้ภายใต้บริบทของประเทศไทย

งานวิจัยของ ฐรี สิริสุนทร และคณะ (2558) แตกต่างจากงานศึกษาในอดีตโดยได้ศึกษายานยนต์ไฟฟ้าสี่ประเภทอันได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไฟฟ้า รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคนไฟฟ้า รถโดยสารไม่ประจำทางไฟฟ้า และจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลจากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการศึกษาพบว่าโดยรวมแล้วประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้าจะสูงกว่ายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทั้งนี้ในทางเทคนิคยานยนต์ไฟฟ้าสามารถนำมาใช้งานได้กับรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารไม่ประจำทางที่มีระยะการใช้งานต่อวันไม่สูงมาก อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดในการนำมาใช้กับรถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน และรถจักรยานยนต์รับจ้างเนื่องจากมีข้อจำกัดของระยะทางการใช้งานต่อการอัดประจุแบตเตอรี่ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ต่อเนื่องในวัน

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้มีความทันสมัยโดยใช้สถานการณ์จำลองตามแผนการขับเคลื่อนฯ ในระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2579 และพบว่าด้วยแบบจำลองแบบผสมผสานระหว่างโครงข่ายประสาทเทียมและฟิชชีโลจิสต์ หากมีการใช้นานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามแผนการขับเคลื่อนฯ ในระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2579 จะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถประหยัดพลังงาน โดยเฉลี่ย 8,759,060 กิกะจูลต่อปี (2,433 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งคิดเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ลดลง 349 ล้านลิตรต่อปี

งานศึกษานี้ยังได้เชื่อมโยงผลการศึกษาทางวิศวกรรมกับการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ โดยได้ประเมินผลกระทบจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์ รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อผู้ประกอบการอยู่ในอุตสาหกรรมนี้ด้วย และผลกระทบในทางบวก – ลบในระดับเศรษฐกิจมหภาค ผลการศึกษายังพบว่า การใช้นานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมายของแผนการขับเคลื่อนฯ ในสถานการณ์ที่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนได้รับการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการผลิตอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งประเทศไทยสามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อใช้ภายในประเทศ ทดแทนการนำเข้า และส่งออกได้บางส่วน จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบอย่างมีนัยสำคัญต่อเศรษฐกิจมหภาค ปริมาณ

การผลิตรถยนต์ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศในภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ และความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในภาคขนส่งโดยใช้แบบจำลอง End use พบว่าหากมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมายของแผนการขับเคลื่อนฯ การบริโภคเชื้อเพลิงจะปรับเปลี่ยนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมาสู่ไฟฟ้าอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 ความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทต่าง ๆ ปรับตัวลดลง โดยที่ความต้องการเชื้อเพลิงเบนซินปรับตัวลดลงมากที่สุด มูลค่าความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลปรับตัวลดลงในขณะที่มูลค่าความต้องการไฟฟ้าปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2564 เป็นต้นไป ทั้งนี้ ในภาพรวมแล้วประเทศสามารถประหยัดมูลค่าเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่งลงได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างปี พ.ศ. 2575 – 2579 จะสามารถประหยัดได้เฉลี่ยถึงปีละ 1.7 หมื่นล้านบาท

อย่างไรก็ตาม การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแผนการขับเคลื่อนฯ จำเป็นต้องอาศัยนโยบายและมาตรการของภาครัฐที่เหมาะสมโดยเฉพาะมาตรการทางด้านอุปสงค์ซึ่งจะสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาใช้และยอมรับยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น งานศึกษาในอดีตมักจะสมมติว่าผู้บริโภคยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าและมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อผู้บริโภคได้ประสิทธิผลทำให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย ซึ่งข้อสมมติเกิดขึ้นโดยยังไม่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจเปลี่ยนจากยานยนต์ ICE มาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า และไม่ได้ศึกษาพฤติกรรมของการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอันจะนำมาซึ่งจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมาใช้ทดแทนยานยนต์ ICE ตามความต้องการของผู้บริโภค

งานวิจัยที่คณะผู้วิจัยได้เสนอมาในครั้งนี้เป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่จะเชื่อมโยงความต้องการและพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์หรือศึกษาในฝั่งอุปสงค์ กับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมาใช้ทดแทนยานยนต์ ICE ภายใต้มาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่าง ๆ งานวิจัยนี้จะประเมินประสิทธิผลของมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในการทำให้ผู้บริโภคหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและประมาณการจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลให้การประเมินผลการประหยัดพลังงานจากการใช้มาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสะท้อนพฤติกรรมและการยอมรับของผู้ใช้ยานยนต์ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

นอกเหนือจากงานวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้ว งานวิจัยและการศึกษาในอดีตอื่น ๆ ที่ได้ค้นพบและทบทวนส่วนใหญ่มักจะเป็นการศึกษาแยกส่วน โดยสามารถจำแนกออกได้เป็น งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ การวิเคราะห์อัตราการใช้ถึงของเทคโนโลยีใหม่ในภาคขนส่ง การพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย และ งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งและการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ

งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเลือกใช้ระหว่างยานยนต์สันดาปภายในแบบปกติและยานยนต์ประหยัดพลังงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้ยานยนต์ประหยัดพลังงานให้แก่ผู้บริโภค สามารถแบ่งได้ตามวิธีการศึกษาออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ทางการเงินเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าจากการเลือกใช้ยานยนต์ประหยัดพลังงานมักจะใช้วิธีคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) หรือระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) งานศึกษาในประเทศไทยที่ใช้วิธีการศึกษานี้ได้แก่การศึกษาของ ขวลิขิต คงศักดิ์ไพบุลย์ (2551) และ กรณัฐ ธรรมศิริ (2557) ได้เปรียบเทียบความคุ้มค่าจากการเลือกใช้ยานยนต์ประหยัดพลังงานโดยกำหนดขอบเขตและข้อสมมติในการศึกษาที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ประเภทรถยนต์ ระยะทางในการขับขี่ อายุการใช้งาน ค่าเชื้อเพลิง เป็นต้น แต่กลับได้ผลสรุปที่เหมือนกัน กล่าวคือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดเชื้อเพลิงของยานยนต์ประหยัดพลังงานไม่คุ้มค่ากับส่วนต่างราคาและค่าแบตเตอรี่ที่ต้องจ่ายเพิ่มขึ้น และมีระยะเวลาคืนทุนนาน แต่ความคุ้มค่าจะเพิ่มสูงขึ้น ถ้าระยะทางในการใช้งานเพิ่มขึ้น และ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ เอกสิทธิ์ อัสวชาติธงชัย (2556) ได้ใช้วิธีการศึกษาเดียวกันกับจักรยานยนต์ไฟฟ้า และพบว่าเนื่องจากจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาต่ำกว่าจักรยานยนต์แบบปกติ ทำให้การเลือกใช้จักรยานยนต์ไฟฟ้าแทนจักรยานยนต์แบบปกติมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าจักรยานยนต์ปกติอยู่ร้อยละ 11.12 และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่า

2.2.2 การคำนวณต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership: TCO) TCO จะครอบคลุมต้นทุนในการได้มาซึ่งสินค้าที่ต้องการพิจารณา รวมไปถึงประโยชน์และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการใช้สินค้านั้น ๆ ด้วย TCO มักจะถูกนำมาใช้สำหรับผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า ผู้บริโภคสามารถประเมินต้นทุน (หรือประโยชน์) ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกิดจากการซื้อหามาและใช้สินค้านั้น ๆ รวมทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ใช้พิจารณาความเหมาะสมของมาตรการของรัฐที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อและเลือกใช้สินค้าของผู้บริโภค

จากงานวิจัยและงานศึกษาในอดีตพบว่าการศึกษาโดยใช้การคำนวณ TCO สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ผู้บริโภครับรู้จากยานยนต์แต่ละประเภท และกลุ่มที่ 2 คือการศึกษาที่เน้นด้านสังคม โดยงานศึกษาในกลุ่มนี้จะมีขอบเขตของการศึกษาที่กว้างกว่า โดยนำผลกระทบภายนอกต่าง ๆ เช่น การปล่อยมลพิษ, เสียงรบกวน มารวมไว้ใน การคำนวณ TCO ด้วย (Lebeau et al., 2013)

อย่างไรก็ตามงานศึกษาในกลุ่มที่ 1 เป็นงานศึกษาที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากผู้บริโภคเป็นหน่วยที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้ยานยนต์ไม่ว่าจะเป็นยานยนต์ไฟฟ้า หรือยานยนต์ประหยัดพลังงานอื่น ๆ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด งานศึกษาของ Jilian et al. (2016), Helveston et al. (2015), และ Zhu (2016) ได้ข้อสรุปในทิศทางเดียวกันว่า กลุ่มประชากรในงานศึกษาส่วนใหญ่จะพิจารณาเลือกยานยนต์เหล่านี้จากมุมมองของผู้บริโภคโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น การประหยัดเชื้อเพลิง, ระยะทางขับขี่, ราคาจำหน่าย, และ

พบว่าปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ภาครัฐต้องการสนับสนุนการใช้น้ำมันไฟฟ้า แทบไม่มีความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค

ผลการศึกษาจากการคำนวณ TCO ในงานศึกษากลุ่มที่ 1 มีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ อันได้แก่ ยานยนต์ที่นำมาใช้ในการศึกษา ระยะเวลาที่ใช้งาน รูปแบบการขับขี่ ค่าเสื่อมราคา อัตราดอกเบี้ย ค่าบำรุงรักษา ระยะทางขับขี่ที่เหมาะสมกับแต่ละประเทศ เทคโนโลยีแบตเตอรี่ รวมไปถึงมาตรการของรัฐ ในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าอีกด้วย

งานศึกษาของ Bubeck et al. (2016) ได้เปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ 6 ประเภทที่มีเทคโนโลยี ขับเคลื่อนที่แตกต่างกัน ขณะที่งานศึกษาของ Wu et al. (2015) ใช้ TCO เปรียบเทียบยานยนต์ ICE และ HEV กับ PHEV และ BEV ครบคลุมยานยนต์ 5 กลุ่ม (Segment) โดยงานศึกษาทั้งสองนี้ได้จำแนกพฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค ออกเป็น 3 กลุ่มอันได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานยานยนต์น้อย ใช้งานในระดับปานกลาง และใช้งานมาก งานศึกษาทั้งสองงานนี้พบว่า ข้อได้เปรียบด้านประหยัดพลังงาน, ค่าบำรุงรักษา และ เงินอุดหนุนจากรัฐบาล ไม่สามารถชดเชยส่วนต่างของ TCO ที่สูงกว่าในยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานยานยนต์น้อย ผู้บริโภคกลุ่มนี้แทบไม่ได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีใหม่นี้เลย

งานศึกษาทั้ง 2 ยังได้คาดการณ์ TCO ในอนาคต โดย Bubeck et al. (2016) คาดการณ์ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2030 และ ค.ศ. 2050 ขณะที่ Wu et al. (2015) คาดการณ์ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2020 และ ค.ศ. 2025 และได้เปรียบเทียบกับ ICE ภายใต้การคาดการณ์ว่าในอนาคต ราคา และการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่จะมีราคาถูกลง ทั้งสองงานศึกษาได้ผลการศึกษาที่แตกต่างกันภายใต้ ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน กล่าวคือ Wu et al. (2015) คาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2020 ยานยนต์ไฟฟ้าจะมี TCO ลดลงและคุ้มค่ามากขึ้น และในปี ค.ศ. 2025 ยานยนต์ไฟฟ้ากลับมี TCO เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากราคาแบตเตอรี่ ไม่สามารถชดเชยค่าไฟฟ้าที่คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นได้ ในขณะที่ Bubeck et al. (2016) คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2030 ยานยนต์ไฟฟ้าจะมีความคุ้มค่าในรถหลายประเภทและหลากหลายการใช้งาน ส่วนในปี ค.ศ. 2050 จะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นรถที่เหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด

นอกจากนี้ Lebeau et al. (2013) และ ชัยวัฒน์ ศิริพจนากุล (2559) ได้เปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ 3 กลุ่ม พบว่าผลการศึกษาที่มีความใกล้เคียงกัน นั่นคือ ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มพรีเมียม (Premium car segment) จะมี TCO ใกล้เคียงกับยานยนต์ ICE ในกลุ่มเดียวกันมากที่สุด ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มขนาดเล็ก และขนาดกลาง ปัจจุบันยังไม่สามารถแข่งขันกับ ICE ได้ งานศึกษาทั้งสองชิ้นนี้ยังได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวเพื่อทดสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกัน กล่าวคือ TCO ต่อกิโลเมตรในยานยนต์ไฟฟ้าจะอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางการใช้งานมากกว่า ICE หมายความว่าเมื่อผู้บริโภคที่ใช้น้ำมันไฟฟ้าใช้ในระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น จะมีต้นทุนรวมต่อกิโลเมตรลดลงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับยานยนต์ ICE อันเนื่องมาจากผลของ Running Cost ที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะค่าเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา ซึ่งส่งผลให้ช่วงห่างของ TCO ต่อกิโลเมตรระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ ICE ลดลง นอกจากนี้ มาตรการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าด้วยการลดภาษีจะช่วยลด TCO ของ

ยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จะมีผลกับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ที่มีราคาสูงจำหน่ายในตลาดระดับบน (High-end market) มากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กและขนาดกลาง ดังนั้น ในการกำหนดมาตรการที่เหมาะสมและส่งผลกระทบในวงกว้าง ภาครัฐควรให้ความสำคัญกับการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก และขนาดกลางซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มยานยนต์หลักในตลาดยานยนต์ก่อน

ผลการศึกษาข้างต้นนั้นแตกต่างจากงานศึกษา เรื่อง TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบ BEV ในประเทศสวีเดน ของ Hagman et al. (2015) จากการเลือกรถยนต์ตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบ 4 รุ่นที่ได้รับความนิยมในประเทศสวีเดน และมีประเภทเครื่องยนต์ที่แตกต่างกัน ขนาดใกล้เคียงกัน อายุการใช้งาน 3 ปี ผลการศึกษพบว่า TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศสวีเดนต่ำกว่ายานยนต์ประเภทอื่น ๆ เมื่อผู้บริโภคได้รับเงินอุดหนุนในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจากรัฐบาล

นอกจากนี้งานศึกษาในอดีตของ Mock and Yang (2014) และ Levay et al. (2017) ได้ใช้ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ เพื่อประเมินการตอบสนองของนโยบายส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ ได้ให้ข้อสรุปที่น่าสนใจอีกประการคือ ประเทศที่มีมาตรการส่งเสริมทางการเงินในมูลค่าที่สูงพอที่ทำให้ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่ายานยนต์ ICE จะส่งผลให้ส่วนแบ่งทางการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศสูงขึ้น เช่นเดียวกับงานศึกษาของ Malvik et al. (2014) ที่ได้ศึกษามาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าและได้ผลสรุปที่คล้ายกัน คือประเทศที่มีมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าทางการเงินด้วยเงินอุดหนุนจำนวนมาก หรือมาตรการการยกเว้นภาษีสำหรับประเทศที่ยานยนต์ถูกเก็บภาษีในอัตราที่สูงอย่างในประเทศ นอร์เวย์ และ เนเธอร์แลนด์ จะทำให้การขยายตัวของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มที่จะสูงมากขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมในอดีต ทำให้คณะผู้วิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลสำคัญต่อความคุ้มค่าในการเลือกใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน คือ ราคาจำหน่ายซึ่ง ณ เวลาที่ทำการศึกษายังสูงกว่าราคาจำหน่าย ICE อยู่มาก และตัวแปรสำคัญที่ทำให้ TCO ลดลงอย่างมีประสิทธิภาพ คือ มาตรการส่งเสริมจากรัฐ เช่น การให้เงินสนับสนุน สิทธิพิเศษต่าง ๆ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ราคายานยนต์ไฟฟ้าและราคาแบตเตอรี่ลดลงจึงจะสามารถดึงดูดความต้องการซื้อของผู้บริโภคได้ การใช้แนวคิดเกี่ยวกับ TCO ในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค หรือ ใช้ในการพิจารณามาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าจึงถือว่าเป็นแนวคิดที่มีความเหมาะสมในการนำมาศึกษา

2.3 งานวิจัยและการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราค่าการเข้าถึงของเทคโนโลยีใหม่ในภาคขนส่ง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การศึกษาถึงอัตราค่าการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่สามารถจำแนกตามแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ แบบจำลองกลุ่มที่หนึ่ง คือแบบจำลองภาคี (Agent-Based Model: ABM) เป็นการจำลองระบบเศรษฐกิจด้วยคอมพิวเตอร์ (computer simulation) เพื่อศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์และการตัดสินใจของหน่วยเศรษฐกิจสมมติ (agents) แบบจำลองจะแบ่งระบบ

เศรษฐกิจออกเป็นภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ภาคครัวเรือน ภาครัฐบาล และภาคการผลิต (ผู้ผลิตรถยนต์ และผู้ผลิตน้ำมัน) โดยสมมุติสถานการณ์ต่าง ๆ (scenarios) เข้าไปในแบบจำลองและสังเกตพฤติกรรม การตอบสนองของแต่ละภาคส่วนว่าการตอบสนองต่อเหตุการณ์นั้น ๆ อย่างไร พฤติกรรมการตอบสนองของแต่ละกลุ่มขึ้นอยู่กับข้อสมมุติในแบบจำลอง ทั้งนี้ การตัดสินใจของของภาคครัวเรือนจะมีเป้าหมายเพื่อแสวงหาอรรถประโยชน์สูงสุดซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะความชอบ (preference) และปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ เพศ ระดับรายได้ ลักษณะรถยนต์ ค่านิยมต่อเทคโนโลยีใหม่ เป็นต้น ในขณะที่พฤติกรรมของผู้ผลิตจะเป็นไปเพื่อการแสวงหากำไรสูงสุดซึ่งถูกกำหนดจากความต้องการของครัวเรือนและต้นทุนการผลิต ในขณะที่ภาครัฐบาลจะเป็นผู้กำหนดมาตรการอุดหนุนทางภาษีและมีใช้ภาษีต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายทางสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ

ตัวอย่างงานศึกษาที่ใช้แบบจำลองกลุ่มนี้ ได้แก่ งานของ Sullivan et al. (2009) ที่สร้างแบบจำลอง ABM โดยกำหนดให้ระบบเศรษฐกิจประกอบไปด้วยหน่วยครัวเรือน หน่วยผลิต ภาครัฐ แบบจำลองนี้แบ่งครัวเรือนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย และตัดสินใจซื้อ/ไม่ซื้อ รถยนต์ใหม่ที่มีอยู่ในตลาด (12 ชนิด) ภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ หน่วยผลิตในแบบจำลองนี้มีทั้งสิ้น 3 ราย และต่างก็แข่งขันกันโดยมุ่งหวังกำไรสูงสุด ในขณะที่ภาครัฐจะเข้ามาดำเนินนโยบายต่าง ๆ เพื่อควบคุมระดับการใช้เชื้อเพลิง มลภาวะ และจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในท้องตลาดในแต่ละรอบของการจำลองธุรกรรมที่เกิดในเศรษฐกิจ ทั้งนี้งานศึกษาได้จำลองภาวะสถานการณ์เศรษฐกิจแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น ภาวะที่ราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น ภาวะที่ราคายานยนต์ไฟฟ้าลดลง เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าราคาพลังงานและนโยบายส่งเสริมจากรัฐเป็นปัจจัยสำคัญของการเข้าถึงของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของบุคคล ผลการศึกษาที่ได้ยังสอดคล้องกับงานของ Zhang et al. (2007) และ Eppstein et al. (2011) ที่เพิ่มเติมปัจจัยเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ (geographic neighborhood) และเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) ซึ่งพบว่าปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ agents ในการตัดสินใจซื้อรถยนต์ นอกจากนั้นแล้ว งานศึกษาดังกล่าวยังพบว่า บทบาทภาครัฐในการส่งเสริมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสูง นอกจากนี้ งานศึกษาอื่น ๆ ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน อย่าง Cui et al. (2010) พบว่าราคารถยนต์ ราคาพลังงาน ระยะทางสูงสุด ตัวเลือกรุ่นรถยนต์ต่าง ๆ ตลอดจนสื่อโฆษณา ล้วนส่งผลต่อการตัดสินใจทั้งสิ้น

ข้อดีของแบบจำลองกลุ่มนี้คือ สามารถจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถศึกษาพฤติกรรมของทุกฝ่ายได้อย่างครบถ้วน อีกทั้งง่ายต่อการควบคุมสถานการณ์ในแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ความสลับซับซ้อนของข้อสมมุติและตัวแบบจำลองทำให้ยากแก่การเข้าถึงและตรวจสอบของคนทั่วไป (เช่น ข้อสมมุติเกี่ยวกับลักษณะความชอบของครัวเรือน) นอกจากนี้ ข้อสมมุติเกี่ยวกับตัวแปรค่าบางตัวมีผลต่อค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างมาก (Al-Alawi and Bradley, 2013)

ในขณะที่แบบจำลองในกลุ่มที่สอง คือ แบบจำลองการแพร่หลาย (Diffusion Model) ซึ่งอธิบายกระบวนการการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ของสังคมว่าเป็นอย่างไร ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด แบบจำลองการแพร่หลายต่างจากแบบจำลองภาคีและแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค กล่าวคือ แบบจำลองนี้อธิบายถึงการปรับตัวของผู้บริโภคโดยเริ่มจากการที่เทคโนโลยีใหม่ถูกยอมรับในครั้งแรกและค่อย ๆ ขยายตัวออกไป

จนเป็นที่ยอมรับในวงกว้างมากขึ้นผ่านการตื่นตัวของสังคม ซึ่งเป็นแนวคิดคลาสสิกเกี่ยวกับ S-shape curve ในการตอบรับเทคโนโลยีใหม่ แบบจำลองนี้สมมุติให้กลุ่มตัวอย่างของผู้บริโภคมีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) แบ่งเป็นกลุ่มตามการตอบรับเทคโนโลยีใหม่ไล่ตั้งแต่กลุ่มที่ตอบรับเทคโนโลยีใหม่เร็วที่สุดไปจนถึงกลุ่มที่ไม่ตอบรับเลย คือ กลุ่ม Innovator กลุ่ม Early adopter กลุ่ม Early majority กลุ่ม Late majority และกลุ่ม Laggards ตามลำดับ ซึ่งกลุ่ม Innovator คือกลุ่มแรกที่จะยอมรับความเสี่ยงในการใช้เทคโนโลยีใหม่จากความไม่แน่นอน หลังจากนั้นจึงค่อยๆ กระตุ้นให้เกิดการยอมรับและแพร่หลายไปยังกลุ่มอื่น ๆ ในลำดับถัดมา เป้าหมายของงานศึกษาที่ใช้แบบจำลองนี้ ส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการวิเคราะห์หาระยะเวลาในการเข้าถึงเทคโนโลยีของกลุ่มต่างๆ ตลอดจนปัจจัยที่ทำให้การเข้าถึงเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น

งานศึกษาที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองกลุ่มนี้ ได้แก่ Lamberson (2009) ศึกษาถึงอัตราการเจาะตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (HEV) ในสหรัฐอเมริกาในช่วงปี ค.ศ. 2008 – 2020 และพบว่ามาตรการจูงใจของรัฐมีส่วนสำคัญที่สุดต่อการขยายตลาดของยานยนต์ไฟฟ้า Cao (2009) ทำการปรับปรุงแบบจำลองโดยเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับราคาพลังงานเชื้อเพลิงที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มปัจจัยกระตุ้นการรับรู้ของผู้บริโภคเพิ่มเติม ครอบคลุมช่วงปี ค.ศ. 2003 – 2025 และพบว่าในสภาวะที่ราคาพลังงานที่ปรับเพิ่มขึ้นจะส่งผลเชิงบวกต่ออัตราการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมีนัยยะสำคัญในช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์

จุดเด่นของแบบจำลองนี้คือง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้ และสามารถทำได้ง่ายหากข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองนี้เป็นข้อมูลสถิติเชิงอนุกรมเวลา อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดด้านข้อมูลสถิติการค้ำของรถยนต์เทคโนโลยีใหม่ที่ไม่สามารถหาได้ ประกอบกับข้อสมมุติในแบบจำลองเกี่ยวกับระยะเวลาและขั้นตอนในการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาดเป็นข้อสมมุติอย่างง่าย แท้จริงแล้วเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนและยากในการคาดคะเน โดยเฉพาะรถยนต์แต่ละค่ายมีระยะเวลาในการพัฒนาไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์และระดับการแข่งขันของค่ายรถยนต์ ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่คาดการณ์ได้ยากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ความแม่นยำของแบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ระยะเวลาในการแพร่หลายมีความคลาดเคลื่อนได้สูง (Al-Alawi and Bradley, 2013)

แบบจำลองกลุ่มสุดท้าย คือ แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model) เป็นแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ใช้ศึกษาถึงพฤติกรรมในการเลือกของผู้บริโภคโดยอาศัยวิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็น แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคแบ่งออกได้เป็น Logit model และ Discrete choice model¹ สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นในการประเมินโอกาสการเลือกของผู้บริโภคที่จะตัดสินใจรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือไม่ ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น โดยการพิจารณาว่าหากมีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่เข้ามาเป็นตัวเลือกในการตัดสินใจ พฤติกรรมในการเลือกของผู้บริโภคจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ผู้บริโภคแต่ละรายในแบบจำลองจะตัดสินใจเลือกทางเลือกต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายคือความพึงพอใจสูงสุด ซึ่งข้อมูลในกรณีเทคโนโลยีใหม่นี้มาจากการผสมผสานระหว่างข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

¹ รายละเอียดของแบบจำลองสามารถดูได้ในบทที่ 5

ทั้งสามแบบจำลองที่กล่าวถึงข้างต้นแม้จะมีเป้าหมายการศึกษาแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่แบบจำลองทั้งสามมีเป้าหมายที่เป็นจุดร่วมสำคัญอย่างหนึ่งคือการศึกษาถึงปัจจัยกำหนดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ ในส่วนต่อไปจะมุ่งศึกษาการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ผ่านแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคเป็นหลัก ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและมุ่งเน้นที่ตัวผู้บริโภคเป็นหลักสอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาฝั่งอุปสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ อย่างไรก็ตาม ตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยกำหนดพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ถูกใช้ในทั้งสามแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันอย่างมาก นอกจากนี้ งานศึกษาที่ใช้แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคบางชิ้นใช้วิธีการแบ่งกลุ่มตามแนวคิดของแบบจำลองการแพร่หลายมาประยุกต์ใช้เพื่อพิจารณาถึงปัจจัยกำหนดการตัดสินใจของผู้ที่ตอบรับเทคโนโลยีช้า-เร็ว เช่นกัน ตัวอย่างเช่น งานศึกษาของ Sikes et al. (2010) และ Bočkarjova et al. (2012) ดังนั้นการหยิบยกแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคขึ้นมาอธิบายเป็นหลักจึงไม่ได้เป็นการละเลยถึงตัวแปรและแนวคิดของแบบจำลองอื่น ๆ แต่อย่างใด

ในลำดับต่อไปจะกล่าวถึงปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่พบในงานศึกษาแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคส่งผลกระทบต่ออัตราการเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยสามารถแบ่งออกเป็นปัจจัยภายใน (Internal factors) และ ปัจจัยภายนอก (External factors) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยภายใน (Internal Factors)

ปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยตรงจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าเอง ได้แก่ ราคาซื้อ ราคาแบตเตอรี่ ระยะทางการขับเคลื่อน เวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น

งานศึกษาในอดีตพบว่าราคาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยยะสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค แต่ขนาดการตอบสนองต่อราคาจะแตกต่างกันออกไป เช่น งานศึกษาของ Rasoul and Timmermans (2012) พบว่าความแตกต่างของขนาดการตอบสนองจะยิ่งมีมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การตัดสินใจซื้อรถยนต์ ICE หรืองานศึกษาของ Hackbarth and Madlener (2013) ที่พบว่าผู้บริโภคกลุ่มที่มีรายได้มากจะทำให้ราคามีผลต่อการตัดสินใจค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามงานของ Jensen et al. (2013) พบว่ารายได้ไม่ได้ส่งผลต่อราคาเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ปัจจัยสำคัญคือขนาดของรถยนต์ที่ต้องการจะเป็นตัวกำหนดขนาดการตอบสนองของราคามากกว่า

ต้นทุนในการรักษาสภาพรถยนต์เป็นอีกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ต้นทุนในการรักษาสภาพรถยนต์ที่สูงมีแนวโน้มที่ผู้บริโภคจะหันไปพิจารณาทางเลือกรถยนต์ประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะรถยนต์แบบเดิมที่การดูแลรักษามีต้นทุนที่ต่ำกว่า (Santini DJ and Vyas AD. (2005), Helveston et al. (2015) และ Glerum et al. (2014)) ปัจจัยนี้ยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นโดยเฉพาะในประเทศที่ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นทางเลือกใหม่ บริการหลังการขาย ตลาดอะไหล่และชิ้นส่วนที่สำคัญ ยังไม่มีให้เห็นมากนัก การประเมินต้นทุนในส่วนนี้จึงยากยิ่งขึ้นและสร้างความลังเลในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค นอกจากนี้ Glerum et al. (2014) ได้เพิ่มเติมปัจจัยด้านราคาสำหรับแบตเตอรี่ให้เข้า ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงรูปแบบ

โมเดลทางธุรกิจอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ลักษณะการขายขาด (One-time purchase)² ในภาวะที่ราคาแบตเตอรี่ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ราคายานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง การเช่าแบตเตอรี่จึงเป็นการลดต้นทุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในราคาเต็ม และเพิ่มอัตราการเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคได้ การรับประกันแบตเตอรี่จากค่ายผู้ผลิตเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่เพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เช่น Mau PCW. (2005) พบว่าอายุของแบตเตอรี่เริ่มมีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคหลังจากได้ทดลองใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไปแล้ว

ปัจจัยที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้อาจมองเป็นปัจจัยภายในที่เป็นตัวเงิน ในขณะที่ยังมีปัจจัยภายในอื่น ๆ ที่ไม่เป็นตัวเงิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของตัวรถยนต์โดยตรง 4 ประการ ประกอบด้วย ประการแรก ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน ค่ายรถยนต์ทั้งหลายต่างพยายามพัฒนาระยะทางสูงสุดต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ เพื่อเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้บริโภคในการเดินทาง โดยเฉพาะในภาวะที่ต้องออกนอกเส้นทางตามปกติ ซึ่งงานศึกษาส่วนใหญ่ตั้งแต่อดีตพบว่าระยะทางขับเคลื่อนส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เช่น งานของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Mau PCW. (2005), Sikes et al. (2010), Hackbarth & Madlener (2012), Helveston et al. (2015) เป็นต้น) มีเพียงงานศึกษาของ Hess et al. (2012) ที่พบว่าระยะทางไม่มีผลโอกาสการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่ระยะทางที่ใช้ในการตอบแบบสอบถามในงานวิจัยไม่ได้เป็นระยะทางที่ผู้บริโภครังวล

งานศึกษาของ Bočkarjova et al. (2012) ได้แบ่งระยะทางออกเป็นสอง 2 ประเภทได้อีกที่น่าสนใจคือ ระยะทางที่ใช้ในสถานการณ์ปกติ (หรือระยะทางที่ใช้เดินทางในชีวิตประจำวัน) และระยะทางที่เป็นสถานการณ์ผิดปกติ เช่น เมื่อมีเหตุฉุกเฉินและจำเป็นต้องวิ่งออกนอกเส้นทาง ซึ่งพบว่าระยะทางทั้งสองมีผลอย่างมีนัยยะสำคัญ และมีผลมากโดยเฉพาะระยะทางที่เป็นส่วนหลัง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hoen & Koetse (2014) พบว่าผลของระยะทางขับเคลื่อนจะลดลงหากผู้บริโภครีมีระยะทางที่ต้องการไม่มากนัก เช่น การขับขึ้นในเมืองในระยะที่ไม่ไกล ทำให้ไม่ต้องกังวลถึงข้อจำกัดด้านระยะทางและสถานีอัดประจุไฟฟ้า ในขณะที่ Jensen et al. (2013) พบว่าครีวเรือนที่มีรถยนต์หลายคัน จะมีความต้องการระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้าที่ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากครีวเรือนที่มีรถยนต์ ICE อยู่แล้ว งานศึกษายังพบว่าผลของระยะทางขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้ามีมากกว่ารถยนต์ประเภทเครื่องยนต์ ICE นอกจากนี้งานของ Dimitropoulos et al. (2013) ยังพบว่าผลของระยะทางขับเคลื่อนสามารถลดลงจากรยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้าที่ลดลงและจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น

ประการที่สอง ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า งานศึกษาส่วนใหญ่พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ โดยปกติแล้วการจะแบ่งเป็นสองกรณีคือ การประจุไฟฟ้าแบบช้า (Slow charging) ซึ่งมักจะเป็นการใช้ในที่พักอาศัยหรือที่ทำงาน ที่สามารถจอดรอได้เป็นเวลานานติดต่อกันประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง โดยสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้เต็มร้อยละ 100 ในขณะที่การอัดประจุไฟฟ้า

² การให้เช่าแบตเตอรี่เป็นหนึ่งในกลยุทธ์ทางธุรกิจของค่ายรถยนต์ Renault ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ฝรั่งเศส และเยอรมัน

แบบที่สองคือ การอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charging) ที่ใช้เวลาเพียง 15 – 30 นาที สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 80 อย่างไรก็ตาม งานศึกษาในอดีตมักจะพิจารณาตัวแปรนี้ในภาพรวมและยังไม่ได้มีการแยกรายละเอียดออกเป็นกรอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วและแบบช้ามากเท่าใดนัก (Bočkarjova et al., 2012)

ประการที่สาม สมรรถนะรถยนต์ ที่ประกอบไปด้วยความเร็ว-ความเร่งของรถและตัวค่ายรถยนต์ที่ผู้ซื้อเชื่อมั่น Valeri and Danielis (2015) พบความแตกต่างในสมรรถนะรถยนต์ที่ต่างกันระหว่างกลุ่มผู้บริโภคเพศชายและเพศหญิง โดยเพศชายมีความต้องการรถยนต์ที่มีสมรรถนะเรื่องความเร็ว-ความเร่งของรถมากกว่าเพศหญิง และกลุ่มผู้บริโภคที่อยู่ตัวคนเดียวมีแนวโน้มที่จะต้องการรถยนต์ที่มีสมรรถนะในการทำความเร็ว-ความเร่งที่มากกว่ากลุ่มที่เป็นครอบครัวหลายคน (Potoglou and Kanaroglou, 2007) นอกจากนี้งานของ Bolduc et al. (2008) และ Helveston et al. (2015) พบว่าตัวแปรค่ายผู้ผลิตรถยนต์เป็นตัวกำหนดการตัดสินใจของผู้บริโภคในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม Hoen & Koetse (2014) พบว่าความหลากหลายของโมเดลยานยนต์ไฟฟ้าในตลาดจะช่วยเพิ่มความต้องการของผู้บริโภคได้ งานดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ายอดขายยานยนต์ไฟฟ้าที่ต่ำในหลายๆ ประเทศ ส่วนหนึ่งมาจากจำนวนโมเดลรถยนต์ที่มีไม่มากพอสะท้อนถึงความไม่แน่นอนในแนวโน้มของตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ผู้บริโภคจึงชะลอการตัดสินใจเลือกซื้อออกไป

ประการสุดท้าย ค่ายรถยนต์ ปัจจัยนี้ส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ รถยนต์ของค่ายรถยนต์ใหญ่จะสามารถส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพลักษณ์ของรถยนต์จากค่ายรถยนต์ชั้นนำที่สั่งสมมาเป็นเวลานาน ยากที่ผู้บริโภคจะเลือกรถยนต์จากค่ายรถอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นเทคโนโลยีใหม่ ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิตย่อมมีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ Hoen and Koetse (2014) ยังค้นพบอีกว่าการที่ยานยนต์ไฟฟ้ามียอดขายไม่เป็นไปตามที่หลายฝ่ายพยากรณ์ไว้ ส่วนหนึ่งมาจากค่ายรถยนต์ที่หันมาเล่นตลาดนี้ยังมีไม่มากนัก ค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่หลายค่ายยังอยู่ในขั้นตอนการตัดสินใจและไม่แน่ใจที่จะหันมาจับตลาดนี้อย่างจริงจังในช่วงแรก ดังจะเห็นได้จากความเห็นต่อพลังงานทางเลือกที่ต่างกันของค่ายยักษ์ใหญ่ที่ออกมาก่อนหน้านี้ ผลดังกล่าวยังกระทบต่อจำนวนรุ่นรถยนต์ในท้องตลาดที่มีให้เลือกไม่มากนัก และสร้างความไม่มั่นใจให้แก่ผู้บริโภคดังที่กล่าวมาข้างต้น

อย่างไรก็ตาม ผลจากงานศึกษาในอดีตยังไม่สามารถกล่าวสรุปได้ว่าขนาดของผลกระทบของปัจจัยภายในที่กล่าวถึงข้างต้นปัจจัยใดมีขนาดที่มากกว่าหรือน้อยกว่าปัจจัยใด ทั้งนี้แต่ละงานศึกษามักจะมีวิธีการวัดผลดังกล่าวที่ต่างกัน รวมถึงผลของปัจจัยจะมากหรือน้อยต่างขึ้นอยู่กับลักษณะส่วนบุคคลของผู้บริโภค อันได้แก่ เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา ระดับความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยภายนอกที่จะเข้ามาเป็นปัจจัยกำหนดร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงปัจจัยภายนอก

2) ปัจจัยภายนอก (External Factors)

ปัจจัยภายนอกคือปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคาพลังงานเชื้อเพลิง สถานีเครือข่ายสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ระยะทางในการเดินทาง มาตรการส่งเสริมของภาครัฐ และลักษณะส่วนบุคคลของผู้บริโภค เป็นต้น

ปัจจัยภายนอกที่มักถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นอันดับแรก ๆ ในงานวิจัยเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า คือ ราคาเชื้อเพลิง³ พลังงานไฟฟ้าจัดเป็นพลังงานทดแทนที่มีแนวโน้มจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักแทนเชื้อเพลิงในภาวะที่ราคาเชื้อเพลิงมีทิศทางปรับตัวสูงขึ้นจากอดีต ปัจจุบันจึงมีผลกระทบมากเป็นอันดับต้น ๆ เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นๆ ผลที่พบจากงานศึกษาในอดีตก็พบข้อสรุปในทิศทางเดียวกัน ผู้บริโภคจึงมีแรงจูงใจในการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นเพราะราคาพลังงานทำให้ต้นทุนในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อกิโลเมตรถูกกว่า ทั้งนี้ Helveston et al. (2015) และ Valeri and Danielis (2015) พบว่าราคาพลังงานจะส่งผลกระทบต่อทัศนคติในแง่ลบในกลุ่มผู้บริโภคที่มีรายได้มาก

ปัจจัยสำคัญลำดับถัดมาที่มักถูกพูดถึงไม่น้อยไปกว่าปัจจัยด้านราคาพลังงาน ก็คือ ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการเกิดยานยนต์ไฟฟ้าสะท้อนผ่านจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าทั้งในและนอกที่พักรถยนต์ ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าจำนวนสถานีส่งผลกระทบเชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า กล่าวคือ จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มากเพียงพอจะทำให้ผู้บริโภคสามารถคลายความกังวลเกี่ยวกับข้อจำกัดด้านระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องเดินทางออกนอกเส้นทางตามปกติ ผู้บริโภคสามารถทราบระยะทางและเวลาในการขับขี่ประจำวันจึงสามารถวางแผนการอัดประจุไฟฟ้าได้ โดยเน้นการอัดประจุไฟฟ้าแบบช้า ณ ที่พักรถยนต์และที่ทำงานเป็นหลัก ความกังวลดังกล่าวจึงมีไม่มากนัก แต่สำหรับการเดินทางออกนอกเส้นทางที่ไม่คุ้นเคยเป็นระยะทางที่ไกล ผู้บริโภคอาจไม่สามารถวางแผนสำหรับการหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดีเท่ากับการหาสถานีจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสิ่งที่จะเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในระยะไกล (Jensen et al., 2013)

บริการหลังการขายเป็นอีกปัจจัยที่คู่กับต้นทุนการรักษาสภาพรถยนต์ Mau (2005) พบว่าปัจจัยนี้มีความสำคัญ เนื่องจากผู้บริภคยอมพิจารณาถึงต้นทุนในการซ่อมบำรุง การเปลี่ยนอะไหล่เมื่อครบกำหนดอายุ โดยเฉพาะชิ้นส่วนเฉพาะบางชิ้นที่หาไม่ได้ทั่วไปเหมือนรถยนต์ ICE ความยากง่ายในการหาอะไหล่ทดแทนจึงเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคยังมีความกังวล การตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีใหม่ภายในระยะเริ่มต้นที่มีมูลค่าค่อนข้างมากจึงเป็นข้อจำกัดของการขยายตัวของตลาดในภาวะแรกเริ่ม ประเด็นนี้ยังเป็นข้อจำกัดมากขึ้นเมื่อผู้บริโภคมีงบประมาณจำกัดและไม่อยากทดลองรับกับเทคโนโลยีรูปแบบใหม่

ปัจจัยส่วนต่อมาก็คือบทบาทของภาครัฐบาลในการผลักดันให้เกิดตลาดยานยนต์ไฟฟ้า การอุดหนุนจากภาครัฐด้วยมาตรการต่าง ๆ ในระยะเริ่มต้นเป็นสิ่งสำคัญ Mau (2005), Sikes et al. (2010), Hackbarth and Madlener (2012), Glerum et al. (2014), Hoen and Koetse (2014) และ Hess et al. (2015) พบว่ามาตรการการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของรัฐมีผลกระทบเชิงบวกต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่ามาตรการแรงจูงใจด้านภาษีกับการลดราคาซื้อของรถยนต์ ในขนาดที่เท่ากันกลับให้ผลที่ต่างกัน กล่าวคือค่าความยืดหยุ่นของราคาและค่าความยืดหยุ่นต่อภาษีไม่เท่ากัน

³ ในงานศึกษาบางงานจะนับรวมราคาพลังงานเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยภายใน วัดจากสมรรถนะรถยนต์ โดยวัดเป็นต้นทุนต่อกิโลเมตร

นอกจากนี้ Hackbarth and Madlener (2012) และ Hoen and Koetse (2014) ได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงการใช้นโยบายที่มีใช้ภาษาอื่น ๆ ของภาครัฐ เช่น การให้สิทธิทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ การยกเว้นการเก็บภาษีการใช้ถนน การให้ที่จอดเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การลดหย่อนค่าผ่านทางบนทางพิเศษ น่าสนใจว่ามาตรการที่มีใช้ภาษาเหล่านี้กลับไม่ได้ส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตาม Potoglou and Kanaroglou (2007) และ Qian and Soopramanien (2011) ได้ให้เหตุผลไว้อย่างน่าสนใจสองประการด้วยกันคือ ประการแรก การให้ที่จอดและช่องทางพิเศษจะไม่มีผลนักหากผู้บริโภคอาศัยอยู่ในเขตที่ไม่มีปัญหาการจราจรหนาแน่น และค่าที่จอดไม่ได้อยู่ในระดับสูง ประการที่สอง ผลกระทบของมาตรการต่างๆ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างหักล้างกันเองระหว่างกลุ่มที่กระทบและกลุ่มที่ไม่กระทบ ทำให้เมื่อพิจารณาในภาพรวมผลกระทบดังกล่าวจึงไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยยะสำคัญ

ทั้งนี้ โครงการวิจัยพัฒนาชุดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและคู่มือการดัดแปลง (EV Kit & Blueprint Project) ระหว่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)⁴ ที่อยู่ในระหว่างศึกษาต้นทุนการเปลี่ยนรถยนต์เก่าที่ใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปมาเป็นยานยนต์ไฟฟ้า หากสามารถเปลี่ยนได้โดยใช้ต้นทุนที่ไม่สูงมากนัก อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

ปัจจัยต่อมาคือ บริการหลังการขาย ซึ่งปัจจัยนี้ในบางงานศึกษาได้ควบรวมไปกับปัจจัยภายในส่วนที่เป็นต้นทุนในการบำรุงรักษา Mau (2005) และ Jensen et al. (2013) พบว่าผู้ผลิตที่สามารถสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับบริการหลังการขายที่ดี ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะตัดสินใจเลือกซื้อได้ง่ายขึ้น

ปัจจัยภายนอกส่วนสุดท้ายคือปัจจัยเฉพาะส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ขนาดครอบครัว รายได้ จำนวนรถยนต์ที่มีอยู่ มุมมองต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และค่านิยมต่อเทคโนโลยีใหม่ จากปัจจัยทั้งหมด มีเพียงระดับการศึกษา รายได้ และค่านิยมต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่งานศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคที่มีระดับการศึกษาที่สูงขึ้น สามารถมีความเข้าใจในเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกได้ดีกว่ากลุ่มที่มีการศึกษาน้อย สำหรับกลุ่ม

⁴ โครงการวิจัยยานยนต์ ระยะที่ 1 (ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – 2559) ที่ดำเนินการเสร็จแล้วนั้น กฟผ. และ สวทช. ได้ดำเนินการดัดแปลงรถยนต์ 2 รุ่น คือ Honda Jazz และ Toyota Vios ปัจจุบัน สวทช. ได้ส่งมอบยานยนต์ไฟฟ้า EV จากรถยนต์รุ่น Honda Jazz ให้กับ กฟผ. เพื่อนำไปใช้งานจริงแล้ว

โครงการวิจัยพัฒนาชุดประกอบรถไฟฟ้าดัดแปลงและคู่มือดัดแปลง (EV Kit & Blueprint Project) ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการวิจัยยานยนต์ ระยะที่ 2 (ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2562) คือ การวิจัยพัฒนาชิ้นส่วนหลักหลาย ๆ ส่วน ให้สามารถบูรณาการกันเพื่อ ลดความซับซ้อน ทำให้การปรับเปลี่ยนรถยนต์ ICE ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า EV ได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อยลง โดยมุ่งลดต้นทุนในการดัดแปลงรถยนต์ไม่เกิน 200,000 บาท ไม่รวมแบตเตอรี่ รวมถึงพัฒนาด้านแบบภาคสนามชุดอุปกรณ์ดัดแปลง (Kit) พร้อมแบบทางวิศวกรรม (Blueprint)

ผู้บริโภคที่มีรายได้น้อย พบว่ามีการตอบสนองต่อราคาของยานยนต์ไฟฟ้าที่ต่ำกว่ากลุ่มที่มีรายได้น้อย มีเพียงงานศึกษาของ Helveston et al. (2015) ที่ศึกษากรณีของตลาดในประเทศอเมริกาและพบความสัมพันธ์เชิงลบ ซึ่งได้ให้เหตุผลประกอบว่าสำหรับกลุ่มที่มีรายได้น้อยทำให้ยากต่อการเข้าถึงเมื่อรายได้เพิ่มขึ้นจึงมีผลเชิงบวก แต่สำหรับกลุ่มที่มีรายได้น้อยและสามารถเข้าถึงรถยนต์ทางเลือกเหล่านี้ได้อย่างง่ายดาย เมื่อรายได้มากขึ้นผู้บริโภคยังมีความต้องการต่อรถยนต์เหล่านี้ลดลง ยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นสินค้าด้อย (Inferior good) สำหรับคนกลุ่มนี้

ครัวเรือนที่มีรถยนต์อยู่แล้ว มีแนวโน้มที่จะยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าในฐานะที่เป็นทางเลือกได้ ในขณะที่ตัวแปรค่านิยมทั้งสอง มีทิศทางที่เป็นบวกอย่างตรงไปตรงมา ผู้บริโภคที่มีความเป็นห่วงเป็นใยสภาพแวดล้อม และมีความทัศนคติด้านบวกกับเทคโนโลยีใหม่ มีความอยากรู้อยากลองในเทคโนโลยีใหม่ ย่อมมีโอกาสที่ยอมรับเทคโนโลยีใหม่ได้มากกว่ากลุ่มที่ให้ความสำคัญกับเรื่องเหล่านี้น้อย (Bolduc et al., 2008)

ในทางตรงกันข้าม ตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือกลับไม่มีทิศทางชัดเจน ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง เช่น เพศ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่ามีผลกระทบเชิงบวกหรือเชิงลบ เช่น งานศึกษาของ Rasouli and Timmermans (2013) พบว่าแบบจำลองที่เลือกใช้มีผลอย่างมากต่อค่าของตัวแปรนี้ ในทำนองเดียวกันกับกรณีของตัวแปรอายุ พบว่าผลกระทบที่เป็นได้ทั้งบวกและลบต่อการตัดสินใจ เช่น งานศึกษาบางกลุ่มพบความสัมพันธ์เชิงลบ กล่าวคือ กลุ่มคนที่มีอายุน้อยจะเปิดใจยอมรับเทคโนโลยีใหม่ได้ดีกว่ากลุ่มคนที่มีอายุมาก (Hackbath and Madlener, 2013) ในขณะที่งานอีกกลุ่มพบความสัมพันธ์เชิงบวก

นอกจากนี้ ตัวแปรเฉพาะบุคคลเหล่านี้ยังส่งผลต่อขนาดของการตอบสนองต่อทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบางตัวดังที่กล่าวถึงข้างต้น เช่น เพศชายมีความต้องการสมรรถนะรถยนต์ที่สูงกว่าเพศหญิง ผู้มีรายได้ที่สูงมีการตอบสนองของราคาต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกที่น้อยกว่า ผู้ที่มีระดับการศึกษาที่สูงจะมีการตอบสนองของต้นทุนในการดูแลรักษาต่อโอกาสในการยอมรับที่มากกว่า เป็นต้น

ตารางที่ 2-1: ปัจจัยกำหนดการเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคที่ใช้ในงานศึกษาในอดีต

ตัวแปรกำหนดที่ใช้ในการศึกษา		Santini DJ & Vyas AD. (2005)	Mau PCW. (2005)	Bolduc et al. (2008)	Sikes et al. (2010)	Hackbarth & Madlener (2012)	Bočkarjova et al. (2012)	Rasouli & Timmermans (2012)	Jensen et al. (2013)	Helveston et al. (2015)
ปัจจัยกำหนดภายใน	1. ราคารถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2. ราคาแบตเตอรี่	✓			✓					
	3. ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4. สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว-ความแรงของรถ	✓		✓	✓			✓		✓
	5. ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า					✓	✓	✓		
	6. การรักษาคูแวลอื่นๆ	✓								✓
	7. ขนาดของตัวรถยนต์				✓					
	8. ค่ารถยนต์			✓						✓
ปัจจัยกำหนดภายนอก	1. ราคาพลังงานเชื้อเพลิง	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	2. การอัดประจุไฟฟ้าในที่พำนักอาศัย	✓		✓		✓		✓	✓	✓
	3. ระยะทางที่ผู้บริโภคต้องการ				✓	✓	✓			
	4. เพศ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	5. อายุ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	6. ระดับการศึกษา	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	7. ขนาดครอบครัว	✓	✓					✓		✓
	8. รายได้ของผู้บริโภค	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	9. จำนวนรถยนต์ที่มี					✓				✓
	10. ค่านิยมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม			✓		✓	✓		✓	
	11. ค่านิยมต่อการรับเทคโนโลยีใหม่			✓	✓				✓	

ตารางที่ 2-1: ปัจจัยกำหนดการเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคที่ใช้ในงานศึกษาในอดีต (ต่อ)

ตัวแปรกำหนดที่ใช้ในการศึกษา		Santini DJ & Vyas AD. (2005)	Mau PCW. (2005)	Bolduc et al. (2008)	Sikes et al. (2010)	Hackbarth & Madlener (2012)	Bočkarjova et al. (2012)	Rasouli & Timmermans (2012)	Jensen et al. (2013)	Helveston et al. (2015)
ปัจจัยกำหนดภายนอก	12. ความหลากหลายของโมเดลรถยนต์				✓	✓			✓	
	13. บริการหลังการขาย		✓							
	14. การหาอะไหล่ทดแทน									
	15. จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า	✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	16. การอุดหนุนจากภาครัฐ		✓		✓					
	17. สิทธิประโยชน์ทางภาษี				✓					
	18. สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีซีพีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดเฉพาะรถไฟฟ้า			✓		✓				
	19. จำนวนรถยนต์ในตลาด									✓

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมของผู้เขียน

2.4 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

การพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน (Energy demand forecasting) ที่นำเสนอในแวดวงวรรณกรรมนั้นถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานมาจาก 2 แนวคิดหลัก ได้แก่ แนวคิดแรก คือ การพยากรณ์ที่อาศัยกระบวนการจากบนลงล่าง (Top-down model) หรือที่เรียกว่า แบบจำลองเศรษฐกิจมิติ (Econometric model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในระดับสาขารวม (aggregate sector) ที่เหมาะกับการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในระยะสั้น (short term) ทั้งนี้ ความต้องการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะพิจารณาจากพลวัตของตัวแปรเศรษฐกิจในระดับมหภาค เช่น ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) จำนวนประชากร รายได้ต่อหัวของประชากรหรือต่อครัวเรือน อัตราการจ้างงาน ตัวแปรทางด้านราคา ความต้องการเชื่อเพลิงในอดีต (Lag Variable) หรือ เวลา เป็นต้น เพื่อนำไปใช้อธิบายความต้องการใช้พลังงานของผู้ใช้ในแต่ละสาขาเศรษฐกิจนั้น

ในขณะที่แนวคิดที่สองเป็นการพยากรณ์ที่อาศัยกระบวนการจากล่างขึ้นบน (Bottom-up model) หรือที่เรียกว่า แบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model) แบบจำลองประเภทนี้อาศัยการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานจากผู้ใช้งานสุดท้ายเป็นหลัก ทำให้สามารถคำนวณหาการใช้พลังงานในสาขาย่อย ๆ (disaggregate sector) ที่มีลักษณะทางกายภาพและเทคนิคที่แตกต่างกันได้ แบบจำลอง End-use จะใช้ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานโดยพิจารณาจากลักษณะความสัมพันธ์ทางกายภาพหรือทางด้านวิศวกรรมระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแต่ละประเภท ค่าการเติบโต การใช้อุปกรณ์พลังงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และกระบวนการใช้พลังงานที่ถูกวัดในรูปของความจุพลังงาน ประสิทธิภาพหรืออัตราการใช้พลังงาน เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองประเภทนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมากทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลลักษณะเฉพาะของการใช้พลังงานในแต่ละสาขาย่อย เพื่อใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยลักษณะของแบบจำลอง End-use จะเหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์การใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในระยะยาว (Long term)

สำหรับการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งที่นำเสนอในแวดวงวรรณกรรมนั้นนิยมใช้ทั้งแบบจำลอง Econometric และ End-use เช่นเดียวกันกับการพยากรณ์การใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ แต่ทั้งนี้การพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งนั้นจะมีรายละเอียดแตกต่างจากการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ ทั้งในเรื่องของการกำหนดปัจจัยตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา รวมถึงการกำหนดแบบจำลองแยกตามประเภทของเชื้อเพลิงและยานพาหนะ เป็นต้น

2.4.1 แบบจำลอง Econometric สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

ในส่วน of แบบจำลอง Econometric จะพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทในระดับมวลรวม (aggregate sector) โดยแยกย่อยไปในแต่ละประเภทของเชื้อเพลิง เช่น น้ำมันดีเซล น้ำเบนซิน น้ำมันเตา น้ำมันเครื่องบิน แก๊ส LPG เป็นต้น โดยไม่แบ่งตามประเภทของยานพาหนะ เนื่องจากถ้าแยกคำนวณจะทำให้ไม่สามารถสะท้อนความต้องการที่แท้จริงของประเทศ และอาจมีปัญหาความสัมพันธ์กันเองในแต่ละโครงสร้างของยานพาหนะได้ แบบจำลอง Econometric จะพิจารณาความสัมพันธ์ของความต้องการ

ใช้พลังงานในแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับตัวแปรหรือปัจจัยเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้แก่ ราคา รายได้ต่อหัว หรือความต้องการเชื้อเพลิงในอดีต หรือ เวลา เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งแบบจำลองตามเทคนิคในการประมาณค่าออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

- 1) แบบจำลองแนวโน้มเวลา (Time trend model) เป็นการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตจากแนวโน้มที่เกิดขึ้นของข้อมูลความต้องการใช้พลังงานในอดีต แบบจำลองแนวโน้มเวลากำหนดความสัมพันธ์ความต้องการใช้พลังงานเป็นฟังก์ชันของเวลาที่เปลี่ยนแปลง ข้อดีของแบบจำลองนี้คือเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก แต่ข้อเสียคือไม่เหมาะสำหรับการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในระยะยาว เนื่องจากไม่คำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน
- 2) แบบจำลองเศรษฐมิติ (Econometric model) อาศัยวิธีการทางสถิติร่วมกับทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ในการสร้างสมการสำหรับการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า โดยความต้องการใช้พลังงานถูกกำหนดเป็นฟังก์ชันของตัวแปรหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจ เช่น รายได้หรือผลผลิตมูลค่าเพิ่มของการผลิต ราคาพลังงาน จำนวนประชากร เทคโนโลยี หรือปัจจัยต่าง ๆ ที่แสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงาน เป็นต้น ข้อดีของแบบจำลองเศรษฐมิติคือ สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการพลังงานได้ อย่างไรก็ตาม แบบจำลองนี้ต้องการข้อมูลย้อนหลังในอดีตที่มากพอ และไม่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง (Structural change) ที่เกิดขึ้นได้ รวมทั้งหากตัวแปรหรือปัจจัยทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์มีความสัมพันธ์กันเองจะส่งผลต่อความถูกต้องของค่าพยากรณ์ที่ประมาณได้
- 3) แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time series model) ใช้ข้อมูลอิสระที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานโดยใช้ค่าในอดีต (Lagged value) เพื่ออธิบายการพยากรณ์ในอนาคต แบบจำลองอนุกรมเวลา หรือเรียกว่าแบบจำลอง Autoregressive integrated Moving Average (ARIMA) ซึ่งเป็นการรวมเอาเทคนิคในการประมาณค่าอนุกรมเวลาต่าง ๆ เช่น ผลต่างระหว่างช่วงเวลา (Differencing) Autoregressive (AR) และ Moving average (MA) มารวมเข้าไว้ด้วยกัน ข้อดีของแบบจำลองอนุกรมเวลาคือ ไม่ต้องการข้อมูลในการวิเคราะห์มาก โดยต้องการข้อมูลความต้องการพลังงานที่ครบถ้วนและต่อเนื่องในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ข้อเสียคือ การขาดเหตุผลในการอธิบายความเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน และการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในระยะยาวจะมีความคลาดเคลื่อนสูง

2.4.2 แบบจำลอง End-use สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

การพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งด้วยแบบจำลอง End-use เป็นการคำนวณความต้องการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทแยกตามประเภทของการขนส่ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลักขึ้นอยู่กับแนวคิดพื้นฐานที่ต่างกันในการคำนวณหาความต้องการเชื้อเพลิงตามประเภทขนส่งที่ต่างกัน ได้แก่

ประเภทแรก คือ แบบจำลองประเภทจำนวนยานพาหนะ แบบจำลองนี้จะคำนวณความต้องการเชื้อเพลิงในแต่ละประเภทขนส่งจากผลคูณของจำนวนยานพาหนะและความเข้มข้นของพลังงานที่ใช้ แต่โดยทั่วไปความเข้มข้นของเชื้อเพลิงเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถหาได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงใช้วิธีการกระจายความเข้มข้นของเชื้อเพลิงออกเป็นระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะนั้น ๆ ใน 1 ปี คูณกับประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงแทน ส่งผลทำให้ความต้องการเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนยานพาหนะ ระยะทางเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานพาหนะ

ประเภทสอง คือ แบบจำลองประเภทจำนวนประชากรหรือปริมาณสินค้า แบบจำลองนี้จะแยกประเภทของการขนส่งออกเป็นการขนส่งคนหรือสินค้า จากนั้นจึงแปลงจำนวนคนหรือจำนวนสินค้าให้กลายเป็นระยะทาง ต่อมาจึงนำระยะทางที่ได้มาคำนวณหาความต้องการเชื้อเพลิงโดยคูณกับความเข้มข้นของพลังงานที่ใช้

2.4.3 ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจสำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจสำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งจะมุ่งเน้นไปยังการพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ เช่น เบนซิน ดีเซล ก๊าซ LPG น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น โดยตัวแปรต้นของแบบจำลองส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย ราคาเชื้อเพลิง รายได้ต่อหัว และตัวแปรเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่ทำให้สามารถประมาณหาค่าความยืดหยุ่นของความต้องการใช้เชื้อเพลิงต่อราคา รายได้ และปัจจัยเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้ ตารางที่ 2-2: สรุปงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจสำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ โดยมีการเปรียบเทียบองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทของเชื้อเพลิง ลักษณะข้อมูลที่ใช้ และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการประมาณค่าในแบบจำลองเศรษฐกิจ

ตารางที่ 2-2: งานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ

งานวิจัย	ประเทศ	เชื้อเพลิง	ข้อมูล	เทคนิค
Mazraati and Alyousif (2009)	OECD	น้ำมันเจ็ท	รายปี 1980-2005	Augmented STATIC
Al-faris (1997)	กลุ่มประเทศ GCC	เบนซิน LPG คิโรซีน น้ำมันเจ็ท ดีเซล น้ำมันเชื้อเพลิง	รายปี 1970-1991	Partial adjustment model
Chakravorty et al. (2000)	OPEC	LPG คิโรซีน เบนซิน ดีเซล น้ำมัน เชื้อเพลิง	รายปี 1972-1992	Partial adjustment model

ตารางที่ 2-2: งานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเศรษฐกิจในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

งานวิจัย	ประเทศ	เชื้อเพลิง	ข้อมูล	เทคนิค
Samimi (1995)	ออสเตรเลีย	เบนซินและดีเซล	รายไตรมาส 1980-1993	Cointegration ในรูปแบบ Error correction model (ECM)
Eltony and Al-Mutairi (1995)	คูเวต	เบนซิน	รายปี 1970-1989	Cointegration ในรูปแบบ Error correction model (ECM)
Ramanathan (1999)	อินเดีย	เบนซิน	รายปี 1972-1993	Cointegration ในรูปแบบ Error correction model (ECM)
Li et al. (2009)	ออสเตรเลีย	เบนซิน	รายไตรมาส 1977-2005	Simple trend model Partial adjustment model ARIMA

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมของผู้เขียน

2.4.4 ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use สำหรับพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

โดยทั่วไปงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งจะแยกคำนวณตามประเภทการขนส่ง ตารางที่ 2-3: การเปรียบเทียบงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use ในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ โดยมีการเปรียบเทียบองค์ประกอบตามการจัดแบ่งประเภทโครงสร้างการขนส่งและเชื้อเพลิงของแต่ละประเทศ

ตารางที่ 2-3: การเปรียบเทียบงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง End-use ในภาคขนส่งของประเทศต่าง ๆ

งานวิจัย	ประเทศ	ประเภทของการขนส่ง (Transport type)	รูปแบบการขนส่งหลัก (Mode type)	รูปแบบการขนส่งรอง (locale type)	ประเภทของยานพาหนะหลัก (Vehicle type)	ประเภทของยานพาหนะรอง (Sub vehicle type)	ประเภทของเชื้อเพลิง (Fuel type)
Dhakai (2003)	เนปาล				•	•	•
Manzini (2006)	เม็กซิโก					•	•
Dutton and Page (2007)	สหราชอาณาจักร	•	•	•	•	•	•
Zhao et al. (2007)	จีน	•	•	•	•	•	•
Office of Energy Analysis (2012)	สหรัฐอเมริกา	•	•	•	•	•	•

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมของผู้เขียน

จากตารางที่ 2-3 จะพบว่างานวิจัยของ Dhakai (2003) จากประเทศเนปาล เป็นการพยากรณ์มลภาวะที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตโดยใช้แบบจำลอง Long-range Energy Alternative Planning System (LEAP) ในกรุงกาฐมาณฑุ ประเทศเนปาล โดยมีลักษณะเฉพาะของการพยากรณ์ที่มักไม่ค่อยพบจากงานวิจัยในประเทศที่พัฒนาแล้วอันได้แก่ การจัดแบ่งประเภทของยานพาหนะขนาดเล็ก เช่น รถส่วนตัว แท็กซี่ ไมโครบัส รถจักรยานของทางราชการ รถสองล้อ และรถจักรยานยนต์ขนาดใหญ่ประเภทต่าง ๆ งานศึกษาดังกล่าวยังได้แบ่งประเภทยานพาหนะท้องถิ่นอย่างรถสามล้ออีกด้วย ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวได้จัดแบ่งประเภทของเชื้อเพลิงตามประเภทของยานพาหนะออกได้เป็น เบนซิน ดีเซล ก๊าซ LPG และไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4: การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทเชื้อเพลิงในงานวิจัยของ Dhakal (2003)

ประเภทของยานพาหนะหลัก	ประเภทของยานพาหนะรอง	ประเภทของเชื้อเพลิง
ยานพาหนะขนาดเล็ก	รถยนต์ส่วนตัว	ดีเซล เบนซิน
	แท็กซี่	เบนซิน
	ไมโครบัส	แก๊ส LPG
	รถยนต์ทางราชการ	เบนซิน
	รถจักรยานทางราชการ	ดีเซล
รถบัส	รถบัสดีเซล	ดีเซล
	รถบัส Trolley	ไฟฟ้า
	มินิบัส	ดีเซล
รถสามล้อ	รถสามล้อใช้แบตเตอรี่	ไฟฟ้า
	2 ที่นั่ง	เบนซิน
	10 ที่นั่ง	ดีเซล แก๊ส LPG
รถสองล้อ	2 สโตรก	เบนซิน
	4 สโตรก	เบนซิน

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมในงานของ Dhakal (2003)

งานวิจัยของ Manzini (2006) จากประเทศเม็กซิโก ได้พยากรณ์มลภาวะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของเมืองหลวงในเม็กซิโก โดยอาศัยแบบจำลอง Long-range Energy Alternative Planning System (LEAP) ในเมืองหลวงของเม็กซิโก งานศึกษาของ Manzini (2006) ได้จัดแบ่งประเภทยานพาหนะโดยมุ่งเน้นไปที่รถยนต์ส่วนบุคคลโดยจำแนกตามประเภทของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน ได้แก่ เบนซิน ETBE15 E85 และ E100 ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5: การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทเชื้อเพลิงในงานของ Manzini (2006)

ประเภทของยานพาหนะรอง	ประเภทของเชื้อเพลิง
รถยนต์ส่วนบุคคล	เบนซิน
	ETBE15
	E85
	E100

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมในงานของ Manzini (2006)

งานวิจัยของ Zhao et al. (2012) จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้พยากรณ์มลภาวะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของกรุงปักกิ่ง โดยอาศัยแบบจำลอง Long-range Energy Alternative Planning System (LEAP) เพื่อนำไปใช้ในการออกนโยบายควบคุมของเสียทางอากาศ งานศึกษาของ Zhao et al. (2012) ได้แบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) รถขนส่งผู้โดยสาร ซึ่งได้แบ่งประเภทของยานพาหนะรองออกเป็น รถบัสที่ให้บริการพนักงานโดยสารไปทำงานซึ่งมีขนาดต่างกันไป รถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์โดยสารไม่ประจำทาง และรถยนต์ของทางราชการ และ 2) รถขนส่งสินค้า ได้แบ่งประเภทของยานพาหนะรองออกเป็น รถบรรทุกที่ใช้ขนส่งสินค้าตามมาตรฐาน 4 ขนาดด้วยกัน สำหรับการจัดแบ่งประเภทของเชื้อเพลิงจะแบ่งออกเป็นเบนซินและดีเซลเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6: การแบ่งประเภทยานพาหนะและประเภทของเชื้อเพลิงในงานของ Zhao et al. (2012)

ประเภทของยานพาหนะหลัก	ประเภทของยานพาหนะรอง	ประเภทของเชื้อเพลิง
รถขนส่งผู้โดยสาร	รถบัสขนาดใหญ่ของบริษัทต่าง ๆ	ดีเซล
	รถบัสสาธารณะขนาดใหญ่	ดีเซล
	รถบัสขนาดกลางของบริษัทต่าง ๆ	ดีเซล
	รถยนต์ส่วนบุคคล	เบนซิน
	รถยนต์โดยสารไม่ประจำทาง	เบนซิน
	รถยนต์ของทางราชการ	เบนซิน
	รถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเล็ก	เบนซิน
รถขนส่งสินค้า	รถบรรทุกขนาดใหญ่ของบริษัทต่าง ๆ	ดีเซล
	รถบรรทุกขนาดกลางของบริษัทต่าง ๆ	ดีเซล
	รถบรรทุกขนาดเล็กของบริษัทต่าง ๆ	เบนซิน
	รถบรรทุกเบาของบริษัทต่าง ๆ	เบนซิน

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมในงานของ Zhao et al. (2012)

งานวิจัยของ Dutton and Page (2007) ได้พยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศสหราชอาณาจักร โดยอาศัยโปรแกรมที่เรียกว่า Tyndall Hydrogen Economy Scenario Investigation Suite (THESIS) สำหรับพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงในภาคขนส่งของสหราชอาณาจักร งานศึกษาของ Dutton and Page (2007) ได้กำหนดภาคขนส่งครอบคลุมทั้ง 4 รูปแบบหลัก คือ การขนส่งทางถนน ทางราง ทางอากาศ และทางน้ำ ในการขนส่งทางถนน ได้แบ่งประเภทของยานพาหนะหลักออกเป็น รถยนต์ รถบรรทุกหนัก รถบรรทุกเบา รถบัสหรือรถโค้ช และมอเตอร์ไซด์ ตามขนาดของเครื่องยนต์และประเภทของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ได้มีการกำหนดพลังงานทางเลือกใหม่ๆ เช่น ระบบไฮบริด น้ำมันเชื้อเพลิงผสมไฮโดรเจน (เผาไหม้ภายใน) และเซลล์เชื้อเพลิงและก๊าซไฮโดรเจน เป็นต้น ไว้ในแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7: การพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนนของ Dutton and Page (2007)

รูปแบบการขนส่งหลัก	ประเภทของยานพาหนะหลัก	ประเภทของเชื้อเพลิง	ประเภทของยานพาหนะรอง
ถนน	รถยนต์	เบนซิน	เล็ก (< 1.4 cc) กลาง (1.4 – 2.0 cc) ใหญ่ (> 2.0 cc)
		ดีเซล	เล็ก (< 2.0 cc) ใหญ่ (> 2.0 cc)
		ไฮบริด	เล็ก ใหญ่
		เซลล์เชื้อเพลิงและก๊าซไฮโดรเจน	เล็ก ใหญ่
		น้ำมันเชื้อเพลิงผสมไฮโดรเจน (เผาไหม้ภายใน)	เล็ก ใหญ่
	รถบรรทุกหนัก	ดีเซล	รถบรรทุก รถบรรทุกมีข้อต่อ
		เซลล์เชื้อเพลิงและก๊าซไฮโดรเจน	รถบรรทุก รถบรรทุกมีข้อต่อ
	รถบรรทุกเบา	เบนซิน	
		ดีเซล	
		เซลล์เชื้อเพลิงและก๊าซไฮโดรเจน	
	รถบัสหรือรถโค้ช	ดีเซล	
		เซลล์เชื้อเพลิงและก๊าซไฮโดรเจน	
	มอเตอร์ไซด์		เล็ก (<= 50cc) กลาง (50 – 499cc) ใหญ่ (>= 500cc)

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมในงานของ Dutton and Page (2007)

งานวิจัยที่จัดทำโดย Office of Energy Analysis (2012) ได้พยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานของประเทศสหรัฐอเมริกา อาศัยแบบจำลองที่เรียกว่า National Energy Modeling System (NEMS) โดยแบบจำลอง NEMS แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและเศรษฐกิจที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการของตลาดพลังงานภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดขึ้น แบบจำลอง NEMS ยังสามารถแสดงการตัดสินใจเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic decision making) ในหลายระดับ เช่น การผลิต การบริโภค รวมทั้งเทคโนโลยีด้วย สำหรับการวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานใน NEMS นั้น ได้แบ่งความต้องการพลังงานรวมของทั้งประเทศออกเป็น 4 ภาคส่วน คือ ที่อยู่อาศัย ธุรกิจ อุตสาหกรรม และขนส่ง โดยแต่ละภาคส่วนยังสามารถทำการพยากรณ์แยกออกเป็นภูมิภาคได้อีกด้วย ทั้งนี้ การพยากรณ์ความต้องการพลังงานในภาคขนส่ง

จะประกอบไปด้วย 4 แบบจำลองย่อยแยกตามประเภทของการขนส่ง ได้แก่ พาหนะบรรทุกน้ำหนักเบา (Light-Duty Vehicle) การขนส่งสินค้า (Freight Transport) การขนส่งทางอากาศ และการขนส่งประเภทอื่น ๆ

งานวิจัยของ Zhao et al. (2007) ได้พยากรณ์ความต้องการพลังงานภาคขนส่งในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการลดความเข้มข้นของการใช้พลังงานในประเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีนลง งานศึกษาดังกล่าวได้ใช้โปรแกรม LEAP (Long – Range Energy Alternatives Planning) ในการพยากรณ์การใช้พลังงาน ซึ่งผลการพยากรณ์สามารถอธิบายผลกระทบของนโยบาย ประสิทธิภาพพลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ งานศึกษาดังกล่าวได้แบ่งประเภทของภาคขนส่งตามประเภท การบริการขนส่ง (Transport type) รูปแบบการขนส่งหลัก (Mode type) รูปแบบการขนส่งรอง (locale type) ประเภทของยานพาหนะหลัก (Vehicle type) ประเภทของยานพาหนะรอง (Sub vehicle type) และ ประเภทของเชื้อเพลิง (Fuel type) ดังแสดงในตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8: การแบ่งประเภทยานพาหนะในการพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิงของ Zhao et al. (2007)

การบริการขนส่ง	รูปแบบการขนส่งหลัก	รูปแบบการขนส่งรอง	ประเภทยานพาหนะหลัก	ประเภทยานพาหนะรอง	ประเภทของเชื้อเพลิง
ขนส่งคน	ถนน	ในเมือง	รถยนต์		เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ ไฮบริด
			แท็กซี่		เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ
			รถบัส	มินิ เล็ก กลาง ใหญ่	เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ
			มอเตอร์ไซด์		เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ
		ชนบท	รถยนต์		เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ
			มอเตอร์ไซด์		เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ
		ทางหลวง	รถบัส	มินิ เล็ก กลาง ใหญ่	เบนซิน ดีเซล ก๊าซธรรมชาติ

ตารางที่ 2-8: การแบ่งประเภทยานพาหนะในการพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิงของ
Zhao et al. (2007) (ต่อ)

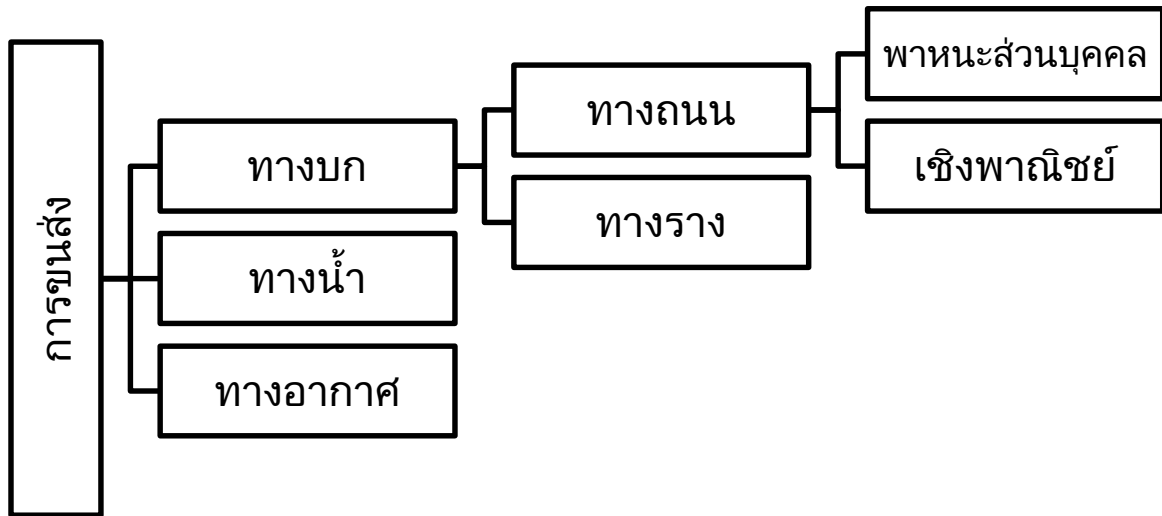
การบริการขนส่ง	รูปแบบการขนส่งหลัก	รูปแบบการขนส่งรอง	ประเภทยานพาหนะหลัก	ประเภทยานพาหนะรอง	ประเภทของเชื้อเพลิง
ขนส่งสินค้า	ถนน	ในเมือง	รถบรรทุก		เบนซิน ดีเซล
		ชนบท	รถบรรทุก		เบนซิน ดีเซล
			รถแทรกเตอร์	มินิ เล็ก กลาง ใหญ่	ดีเซล
			รถตามชนบท	สามล้อ สี่ล้อ	ดีเซล
		ทางหลวง	รถบรรทุก	มินิ เล็ก กลาง ใหญ่	เบนซิน ดีเซล

ที่มา: จากการทบทวนวรรณกรรมในงานของ Zhao et al. (2007)

2.5 งานวิจัยและการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการพยากรณ์การใชพลังงานในภาคขนส่งของไทย

การพยากรณ์การใชพลังงานในภาคขนส่งของไทยในปัจจุบันใชแบบจำลองขนส่ง (Transport model) ที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ร่วมกับ Monenco Consultants Limited ภายใต้หน่วยงาน Canadian International Development Agency ได้พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) โดยแบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model) หรือแบบจำลองที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้นไป (Bottom-up model) ซึ่งแบ่งโครงสร้างภาคขนส่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การขนส่งทางบก การขนส่งทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ ตามรูปที่ 2-1 สำหรับการขนส่งทางบกสามารถแยกย่อยออกได้เป็นการขนส่งทางถนนและทางราง นอกจากนั้นการขนส่งทางถนนยังสามารถแบ่งออกได้เป็น พาหนะส่วนบุคคล และเชิงพาณิชย์

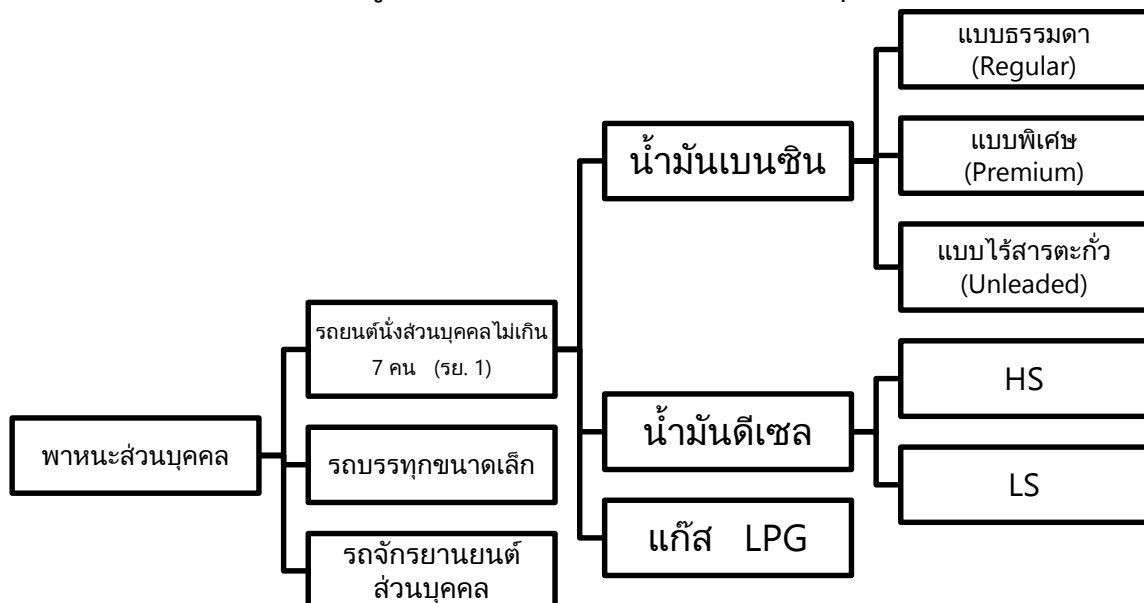
รูปที่ 2-1: แผนผังโครงสร้างภาคขนส่งของไทย



ที่มา: Tharby, R.D., W. Vandenhengel, and S. Panich. (1992)

นอกจากนี้สำหรับพาหนะส่วนบุคคลยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อย ตามรูปที่ 2-2 ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) รถบรรทุกขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยรถปิกอัพ รถตู้ และรถยนต์นั่งที่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้เกินกว่า 7 คน และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล ที่ไม่รวมถึงรถบรรทุก 3 ล้อ โดยสำหรับพาหนะส่วนบุคคลทั้งสามประเภทจะแบ่งประเภทของการใช้เชื้อเพลิงออกเป็น น้ำมันเบนซิน ได้แก่ แบบธรรมดา (Regular) แบบพิเศษ (Premium) และแบบไร้สารตะกั่ว (Unleaded) น้ำมันดีเซล แบ่งได้เป็น HS และ LS และแก๊ส LPG

รูปที่ 2-2: แผนผังโครงสร้างพาหนะส่วนบุคคล



ที่มา: Tharby, R.D., W. Vandenhengel, and S. Panich. (1992)

แบบจำลองขนส่งดังกล่าวสามารถพยากรณ์การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากกลุ่มผู้ใช้งานสุดท้ายที่แตกต่างกันในแต่ละสาขาของการขนส่ง โดยความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละสาขาขนส่งในแต่ละปีจะมีค่าเท่ากับผลคูณของสต็อกของยานพาหนะทั้งหมด (total stock of vehicles) อัตราการใช้นานพาหนะ (vehicle utilization rate) และประสิทธิภาพหรืออัตราการใช้พลังงาน (Utilization rate) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$D_t = S_t * R_t * U_t$$

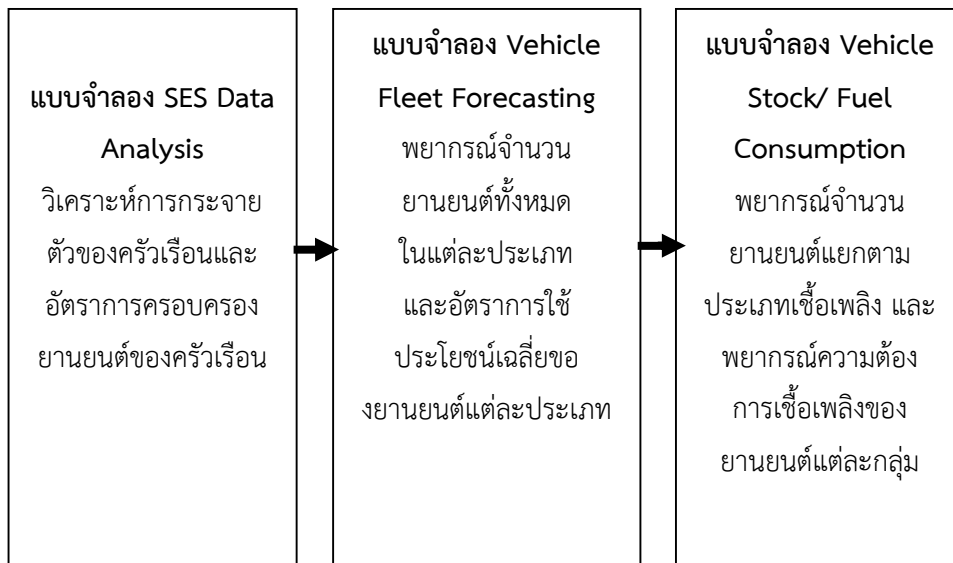
โดยที่ D_t คือ ความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละปี, S_t คือ สต็อกของยานพาหนะ, R_t คือ อัตราการใช้นานพาหนะต่อปี (กิโลเมตรต่อปี) และ U_t คือ ประสิทธิภาพหรืออัตราการใช้พลังงาน (ลิตรต่อกิโลเมตร)

การคำนวณหาความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตามความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถคำนวณได้ด้วยการประมาณค่าองค์ประกอบทั้งสามส่วนแยกออกจากกัน หลังจากที่ได้ประมาณค่าองค์ประกอบต่าง ๆ แล้วก็สามารถนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละสาขาขนส่งในแต่ละปีตามสมการที่แสดงไว้ข้างบน

สำหรับการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในกรณีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) และรถจักรยานยนต์ (รย.12) นั้นจะมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ 1) แบบจำลอง SES Data Analysis 2) แบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting และ 3) แบบจำลอง Vehicle Stock/Fuel Consumption

การวิเคราะห์จะเริ่มต้นจากการนำเอาแบบจำลอง SES Data Analysis ซึ่งอาศัยข้อมูลการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน (Socio-Economic Survey: SES) มาสร้างการกระจายตัวของครัวเรือนตามชั้นรายได้และอัตราการครอบครองยานยนต์ของครัวเรือนในแต่ละชั้นรายได้ จากนั้นข้อมูลทั้งสองส่วนจะถูกนำไปใช้ประกอบในการพยากรณ์จำนวนพาหนะทั้งหมดและอัตราการใช้ประโยชน์ของพาหนะดังกล่าวของประเทศไทยในแบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting โดยแบบจำลองในส่วนนี้จะมีขั้นตอนของการปรับปรุงค่าพยากรณ์เพื่อให้ค่าพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงในช่วงรอยต่อระหว่างค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริง และในส่วนท้ายสุด ค่าพยากรณ์ข้างต้นจะถูกนำมาใส่ในแบบจำลอง Vehicle Stock/Fuel Consumption เพื่อจำแนกพาหนะทั้งหมดออกตามประเภทพลังงานที่ใช้ก่อนที่จะนำไปคำนวณปริมาณความต้องการพลังงานแต่ละประเภทของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) และรถจักรยานยนต์ (รย.12) รูปที่ 2-3 แสดงขั้นตอนการพยากรณ์ดังกล่าว

รูปที่ 2-3: สรุปแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานของภาคขนส่งในปัจจุบัน



ที่มา: รวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

การอาศัยข้อมูลการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนในแบบจำลองข้างต้น ถึงแม้ว่าจะช่วยให้สามารถคำนวณอัตราการครอบครองยานยนต์ของครัวเรือนในแต่ละชั้นรายได้และอัตราการใช้ประโยชน์ยานยนต์โดยเฉลี่ยได้ แต่แบบจำลองดังกล่าวอาจไม่เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการพยากรณ์ข้อมูลไปในอนาคตมากนัก เนื่องจากแบบจำลองต้องอาศัยข้อสมมุติจำนวนมากเกี่ยวกับการปรับตัวของรายได้ครัวเรือนในแต่ละชั้นรายได้ในอนาคต นอกจากนี้ แบบจำลองยังต้องการข้อสมมุติเกี่ยวกับการปรับตัวของอัตราการครอบครองและอัตราการใช้ประโยชน์ยานยนต์ของครัวเรือนในแต่ละชั้นรายได้อีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งทำให้การพยากรณ์จำนวนยานยนต์ในอนาคตเกี่ยวข้องกับข้อสมมุติจำนวนมาก

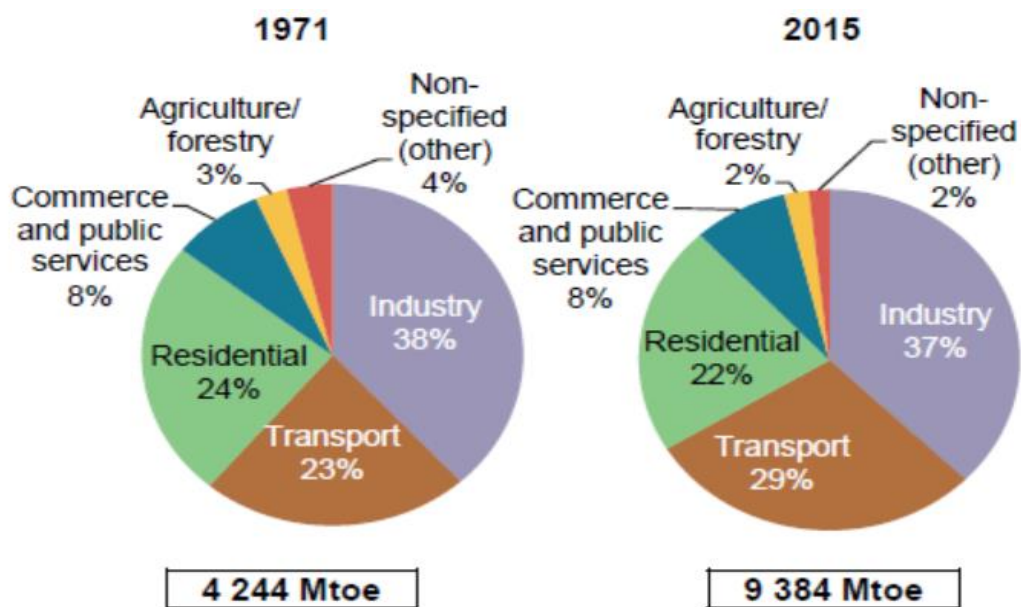
ในขณะที่ แบบจำลองในส่วนของการย่นรับจ้างบรรทุกทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (รย. 6) รถโดยสารประจำทาง และรถโดยสารไม่ประจำทาง ในงานศึกษาของ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556) จะอาศัยการประมาณค่าสมการถดถอยเพื่อทดแทนแบบจำลอง SES Data Analysis และแบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting ข้างต้น ซึ่งทำให้มีความต้องการข้อมูลและข้อสมมุติต่าง ๆ ในระดับน้อยกว่า ในขณะที่ การพยากรณ์จำนวนยานยนต์จะสะท้อนพฤติกรรมปรับตัวของข้อมูลในช่วงที่ผ่านมา ซึ่งทำให้ค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริงมีความใกล้เคียงกันในช่วงรอยต่อ จึงไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนของการปรับปรุงค่าพยากรณ์อีกด้วย

บทที่ 3

นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า ในต่างประเทศและประเทศไทย

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในรูปที่ 3-1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายได้เพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่า จากปี ค.ศ. 1971 จนมาถึงปี ค.ศ. 2015 เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรายภาคเศรษฐกิจแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาค ที่อยู่อาศัย ภาคอุตสาหกรรม และภาคขนส่งยังคงเป็นภาคเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นสามอันดับแรก นอกจากนี้ในขณะที่สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคที่อยู่อาศัยและภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มลดลง แต่การใช้พลังงานในภาคขนส่งกลับมีสัดส่วนที่ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 23 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด ในปี ค.ศ. 1971 เป็นร้อยละ 29 ในปี ค.ศ. 2015 อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. 2015 ภาคอุตสาหกรรมยังคงเป็น ภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 37

รูปที่ 3-1: สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั่วโลก จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ
ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015

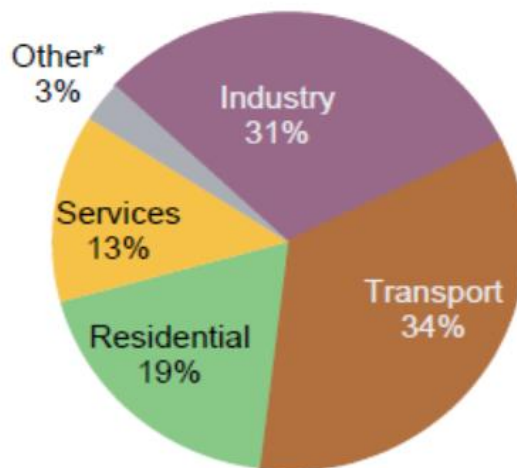


ที่มา: International Energy Agency, p.7 (2017d)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายโดยแบ่งประเทศในโลกออกเป็นประเทศในกลุ่ม Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) และประเทศนอกกลุ่ม OECD แล้ว ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ประเทศในกลุ่ม OECD เมื่อพิจารณาตามรายละเอียดเศรษฐกิจแล้วพบว่าในปี ค.ศ. 2015 ภาคที่อยู่อาศัยและภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายลดลงจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 1 แต่การใช้พลังงานในภาคขนส่งกลับเพิ่มขึ้นเกือบร้อยละ 2 อันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งมีสัดส่วนที่สูงที่สุด โดยเปรียบเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ โดยในปี ค.ศ. 2015 การใช้พลังงานถูกใช้ในภาคขนส่งมากที่สุดถึงร้อยละ 34 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด รองมาได้แก่ภาคอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 31 และภาคที่อยู่อาศัยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 19 ดังแสดงในรูปที่ 3-2

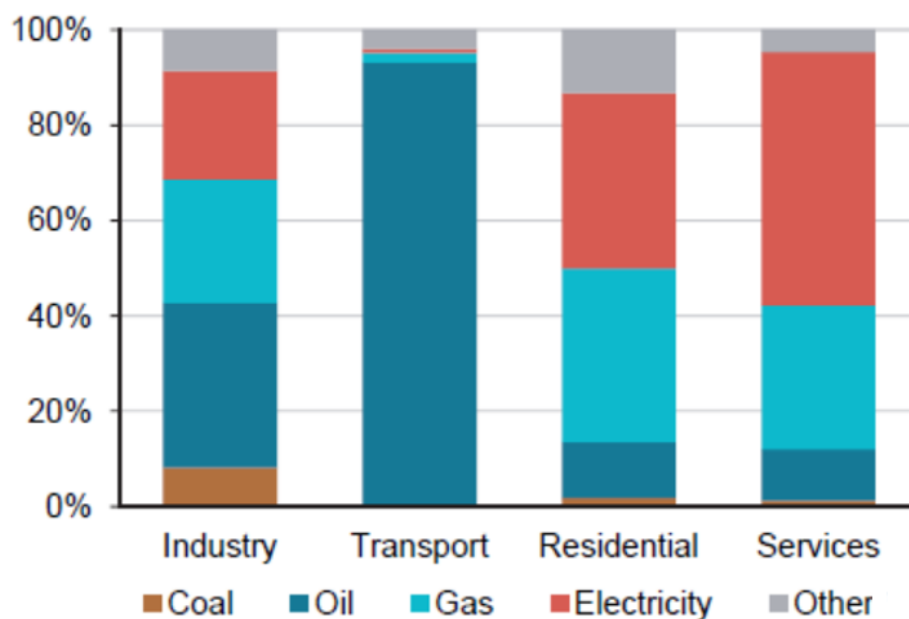
รูปที่ 3-2: สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศในกลุ่ม OECD
จำแนกตามภาคเศรษฐกิจ ปี ค.ศ. 2015



ที่มา: International Energy Agency, p.12 (2017d)

ในรูปที่ 3-3 จะเห็นว่าแหล่งเชื้อเพลิงสำหรับพลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งมาจากน้ำมันโดยมีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 80 ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรม อาศัยพลังงานจากไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ และ น้ำมันเป็นหลัก ส่วนภาคที่อยู่อาศัยและภาคบริการ จะอาศัยพลังงานจากไฟฟ้า และก๊าซธรรมชาติเป็นหลัก

รูปที่ 3-3: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศในกลุ่ม OECD
จำแนกตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 2015



ที่มา: International Energy Agency, p.12 (2017d)

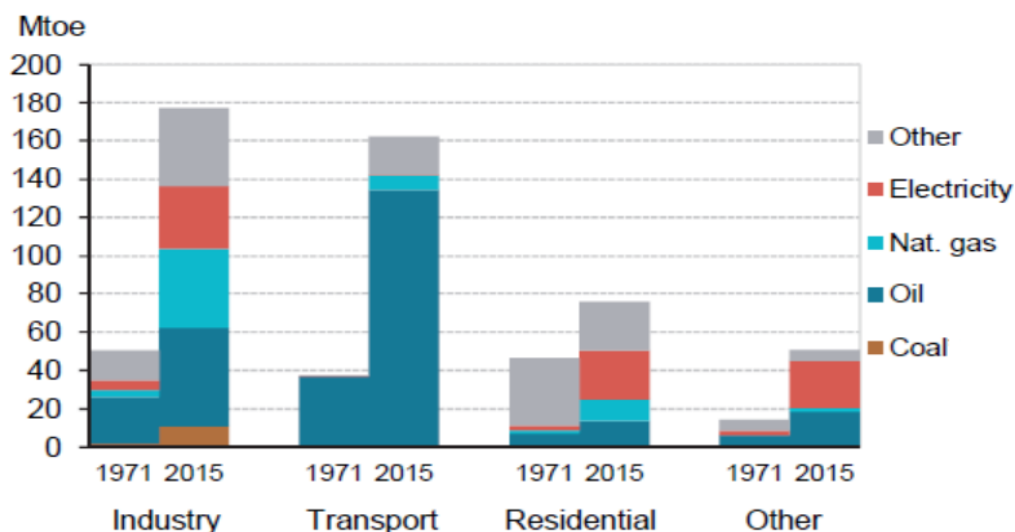
หมายเหตุ: Other ประกอบด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานขยะ พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ และ พลังงานความร้อนใต้พิภพ

2. ประเทศนอกกลุ่ม OECD โดยแบ่งกลุ่มประเทศต่าง ๆ ตามภูมิภาค ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา
2. กลุ่มประเทศในทวีปเอเชีย
3. กลุ่มประเทศในทวีปยุโรปและยูเรเชีย และ
4. กลุ่มประเทศในตะวันออกกลาง

ซึ่งเมื่อพิจารณาการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD ซึ่งจากรูปที่ 3-4, 3-5 และ 3-6 จะเห็นว่า กลุ่มประเทศในทวีปอเมริกา กลุ่มประเทศในทวีปเอเชีย และกลุ่มประเทศในตะวันออกกลาง จะมีสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคเศรษฐกิจที่สำคัญแตกต่างกัน แต่กลุ่มประเทศทั้ง 3 กลุ่มอาศัยน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงหลักในภาคขนส่ง

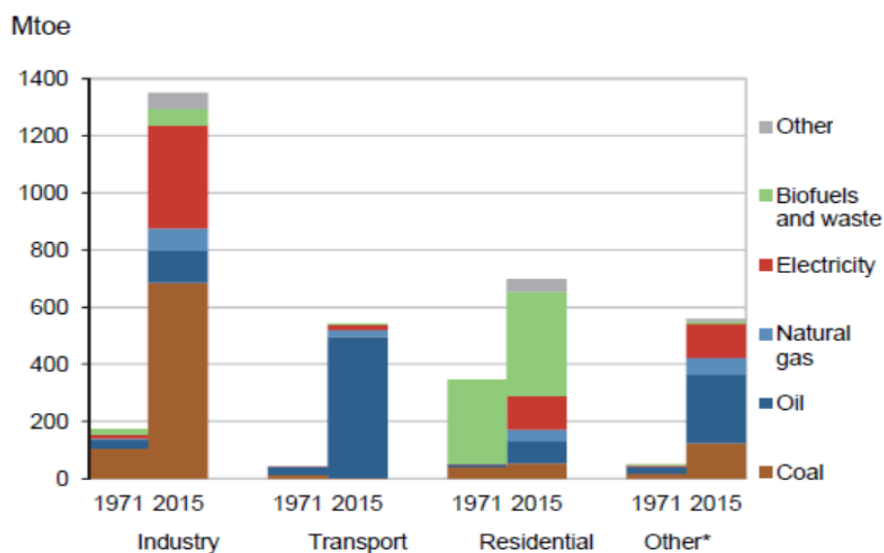
รูปที่ 3-4: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนกตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในทวีปอเมริกา



ที่มา: International Energy Agency, p.16 (2017d)

หมายเหตุ: Other ประกอบด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานขยะ พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ

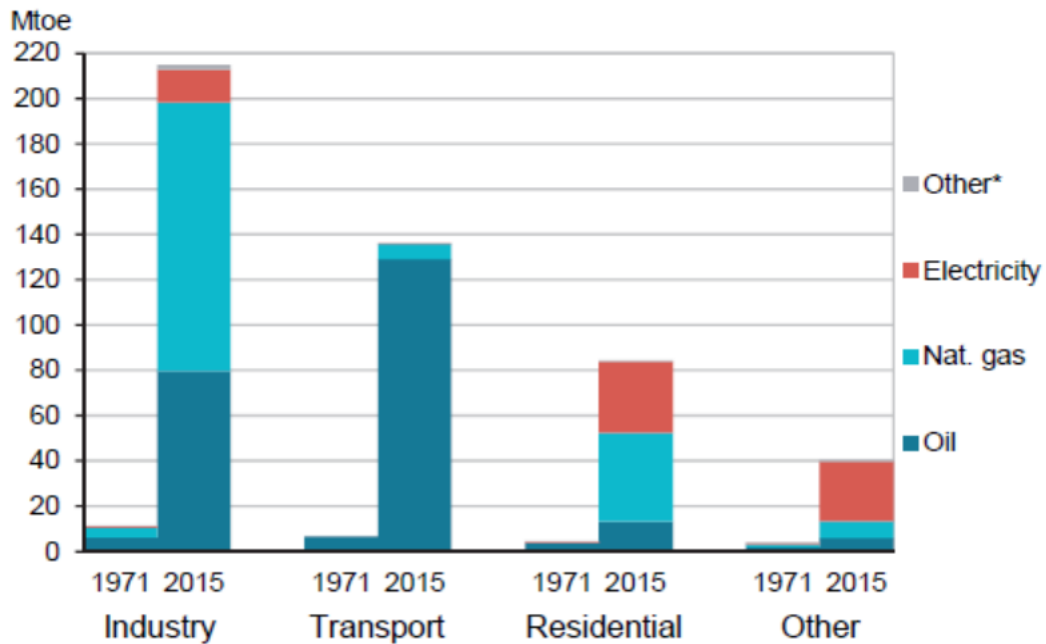
รูปที่ 3-5: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนกตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในทวีปเอเชีย



ที่มา: International Energy Agency, p.18 (2017d)

หมายเหตุ: * รวมการใช้ที่ไม่เป็นพลังงาน (Non-Energy use)

รูปที่ 3-6: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแบ่งตามภาคเศรษฐกิจของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนกตามเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 1971 และ ปี ค.ศ. 2015: ในตัวอักษรกลาง



ที่มา: International Energy Agency, p.21 (2017d)

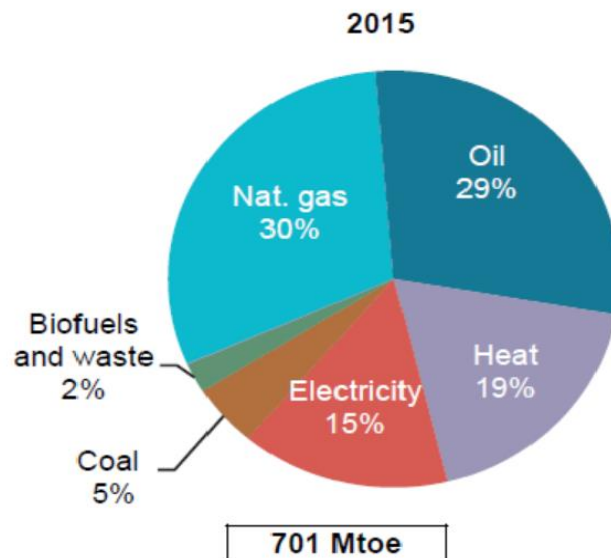
หมายเหตุ: * ได้แก่ ถ่านหิน พลังงานหมุนเวียน พลังงานชีวภาพ และพลังงานจากขยะ

ส่วนความต้องการใช้พลังงานในประเทศนอกกลุ่ม OECD ในทวีปยุโรปและยูเรเชียลดลงอย่างต่อเนื่อง และเป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้พลังงานลดลงมากที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศนอกกลุ่ม OECD กลุ่มอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ราคาพลังงานที่สูงขึ้น และปัญหาเศรษฐกิจภายในประเทศ

จากรูปที่ 3-7 จะเห็นได้ว่าในปี ค.ศ. 2015 ประเทศกลุ่มนี้มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในรูปของก๊าซธรรมชาติมากที่สุด รองมาได้แก่ น้ำมัน ความร้อน ไฟฟ้า และเชื้อเพลิงชีวภาพรวมถึงพลังงานขยะ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ค.ศ. 2005-2015) การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคการขนส่งทางถนนในภูมิภาคนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนส่งผลให้ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงในบางประเทศเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัว เช่น ประเทศอาเซอร์ไบจาน ประเทศอาร์มีเนีย และประเทศจอร์เจีย

รูปที่ 3-7: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศนอกกลุ่ม OECD จำแนกตามพลังงานของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ ยูเรเชีย



ที่มา: International Energy Agency, p.20 (2017d)

จากข้อมูลข้างต้นจึงพบว่าโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศในกลุ่มและนอกกลุ่ม OECD มีความแตกต่างกันและส่งผลกระทบต่อสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Energy Mix) ทั้งในระดับประเทศและระดับภูมิภาค นอกจากนี้ ในแต่ละภาคเศรษฐกิจยังมีสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานขั้นสุดท้ายที่แตกต่างกันอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามภาคขนส่งในทุกกลุ่มเศรษฐกิจยังต้องพึ่งพาน้ำมันซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้แล้วหมดไป มีราคาที่สูงและผันผวนอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ จึงนำไปสู่การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแสวงหานวัตกรรมในการขนส่งและเดินทางที่ประหยัดพลังงาน ลดการพึ่งพาน้ำมัน และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ยานยนต์ไฟฟ้าจึงถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นในภาคขนส่งและกำลังมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในการทดแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) อย่างไรก็ตามการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้ยังมีข้อจำกัดทางด้านราคา ระยะทางในการเดินทาง และโครงสร้างพื้นฐานในการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

ซึ่งในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย โดยจะเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำมันไฟฟ้าในต่างประเทศและคัดเลือกประเทศที่มีปริมาณการใช้น้ำมันไฟฟ้าและอัตราการเจริญเติบโตของการใช้น้ำมันไฟฟ้าอยู่ในอันดับต้นของโลกเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา เมื่อคัดเลือกประเทศที่จะศึกษาได้แล้ว ในลำดับต่อไปจะศึกษาการใช้พลังงานในภาคการขนส่งในแต่ละประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและวิเคราะห์นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าในแต่ละประเทศโดยจะคำนึงการเปลี่ยนแปลงนโยบายและ

มาตรการตามพัฒนาการของเทคโนโลยีและตลาดยานยนต์ไฟฟ้าด้วย ต่อจากนั้นคณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์และสังเคราะห์มาตรการต่าง ๆ โดยจำแนกเป็นมาตรการทางการเงินและมาตรการที่มีใช้การเงิน รวมทั้งปัจจัยสู่ความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่ได้รับคัดเลือก ผลการวิเคราะห์นี้จะนำมาใช้ร่วมกับผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษากรณีของประเทศไทย เพื่อนำไปพัฒนาข้อเสนอทางด้านมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยต่อไป

จากรายงาน Global EV Outlook 2017 ซึ่ง Electric Vehicles Initiative (EVI) จัดทำร่วมกับ International Energy Agency (IEA) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก โดยไม่รวมรถโดยสารประจำทาง รถบรรทุก และรถจักรยานยนต์

รายงานฉบับนี้ระบุว่าจากปริมาณยานยนต์ไฟฟ้ากว่า 2,000,000 คัน ทั่วโลก ในปี ค.ศ. 2016 ประเทศที่มีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมมากที่สุด 3 อันดับแรกดังแสดงในรูปที่ 3-8 ได้แก่

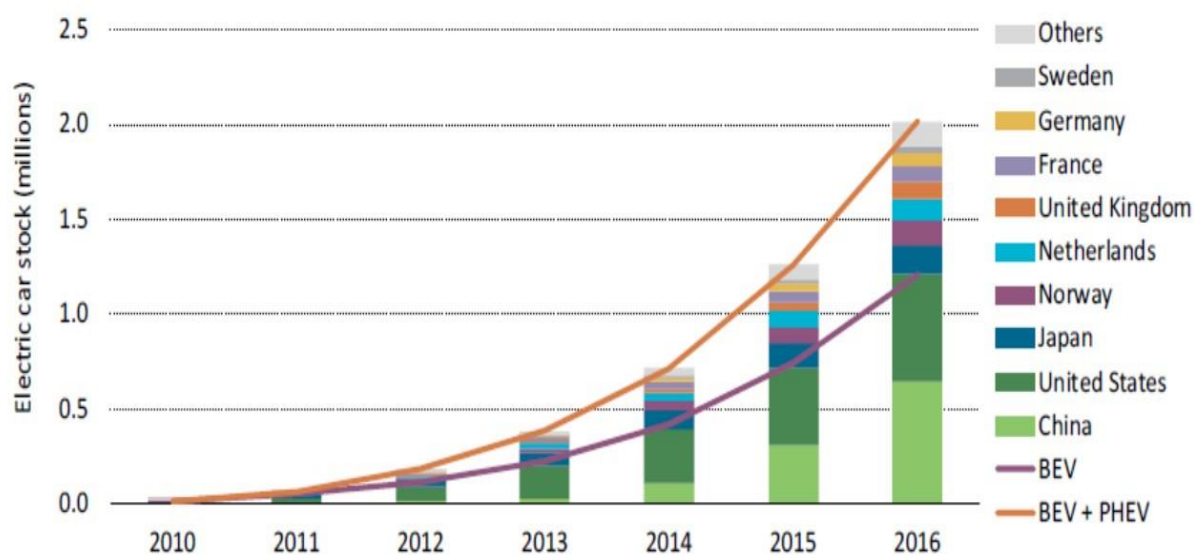
1. ประเทศจีน มียานยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้น 648,770 คัน คิดเป็นร้อยละ 32.2 ของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก
2. ประเทศสหรัฐอเมริกา มียานยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้น 563,710 คัน คิดเป็นร้อยละ 28 ของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก
3. ประเทศญี่ปุ่น มียานยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้น 151,250 คัน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ของยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก

นอกจากปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนั้น ๆ แล้ว ปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การใช้นยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นคือการวางโครงสร้างพื้นฐาน อันได้แก่สถานีประจุไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ รายงาน Global EV Outlook 2017 ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและกึ่งสาธารณะในประเทศต่าง ๆ ไว้ด้วย โดยพิจารณาจากจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าซึ่งนับตามจำนวนปลั๊กหรือช่องจ่ายไฟทั้งที่ให้บริการการประจุไฟฟ้าแบบช้า (Slow Charging) และการประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast Charging)

จากข้อมูลที่ปรากฏในรายงานฉบับนี้ ประเทศที่มีปริมาณจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะทั้งแบบช้าและแบบเร็ว มากที่สุด 3 อันดับแรก ในปี ค.ศ. 2016 ได้แก่

1. ประเทศจีน มีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าแบบช้าทั้งสิ้น 52,778 จุด และสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วทั้งสิ้น 88,476 จุด
2. ประเทศสหรัฐอเมริกา มีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าแบบช้าทั้งสิ้น 35,089 จุด และสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วทั้งสิ้น 5,384 จุด
3. ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าแบบช้าทั้งสิ้น 26,088 จุด และสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วทั้งสิ้น 701 จุด

รูปที่ 3-8: ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศต่าง ๆ

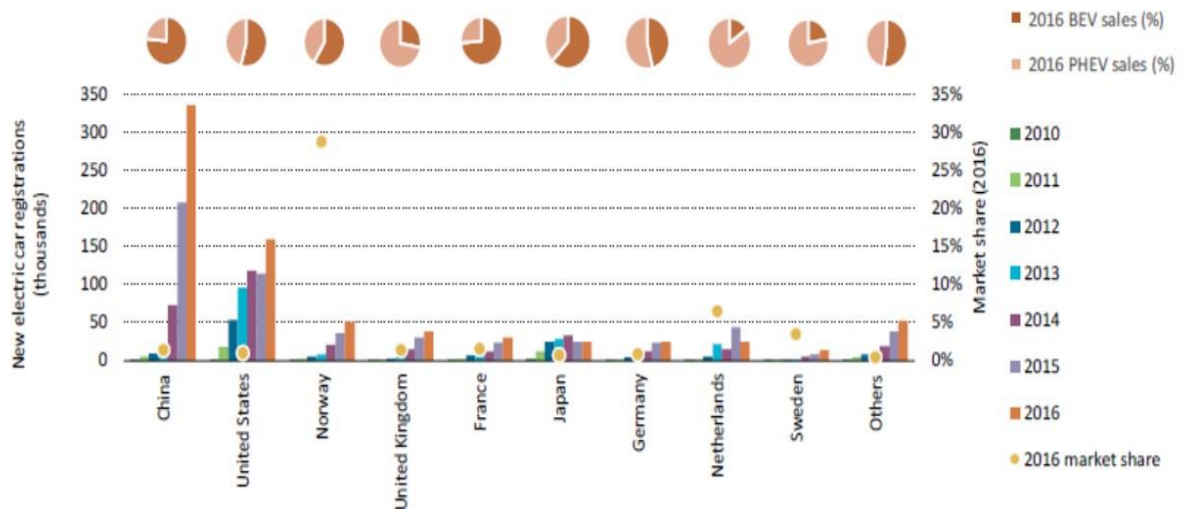


ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

นอกเหนือจากตัวเลขจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศนั้นแล้ว ความแพร่หลายในการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละประเทศยังแสดงได้ด้วยส่วนแบ่งตลาดของยานยนต์ไฟฟ้า โดยรายงาน Global EV Outlook 2017 ระบุว่า ในปี ค.ศ. 2015 – 2016 ประเทศที่ยานยนต์ไฟฟ้ามีส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่สูงสุด 3 อันดับแรกในโลกดังแสดงในรูปที่ 3-9 ได้แก่

1. ประเทศนอร์เวย์ มีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 23.63 ในปี ค.ศ. 2015 และร้อยละ 28.76 ในปี ค.ศ. 2016
2. ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 9.74 ในปี ค.ศ. 2015 และร้อยละ 6.36 ในปี ค.ศ. 2016
3. ประเทศสวีเดน มีส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 2.37 ในปี ค.ศ. 2015 และร้อยละ 3.41 ในปี ค.ศ. 2016

รูปที่ 3-9: ส่วนแบ่งตลาดและยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศต่าง ๆ ระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2016



ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกกรณีศึกษาจากต่างประเทศ

ในการคัดเลือกประเทศที่จะศึกษา คณะผู้วิจัยเลือกประเทศที่ประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า โดยพิจารณาจากประเทศที่มีปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุด 3 อันดับแรก และประเทศที่มีส่วนแบ่งตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศสูงสุด 3 อันดับแรก อ้างอิงจากรายงาน Global EV Outlook 2017 (EVI and IEA, 2017) ทั้งนี้เนื่องจากคณะผู้วิจัยเห็นว่ารายงานดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ เพราะได้มาจากการรวบรวมข้อมูลโดยรัฐบาลของประเทศต่าง ๆ 17 ประเทศ ซึ่งเป็นผู้นำด้านยานยนต์ไฟฟ้า ร่วมกับ International Energy Agency (IEA) ซึ่งเป็นองค์กรระหว่างประเทศ

ด้วยหลักเกณฑ์ดังกล่าว ประเทศที่คณะผู้วิจัยจะทำการศึกษาจึงได้แก่ นอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น จีน และสหรัฐอเมริกา คณะผู้วิจัยพบว่านอกจากประเทศเหล่านี้จะประสบความสำเร็จในด้านการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว ทั้ง 5 ประเทศนี้ยังเหมาะสมที่จะถูกใช้เป็นกรณีศึกษาด้วยเหตุผลในด้านความแตกต่างหลากหลาย กล่าวคือ

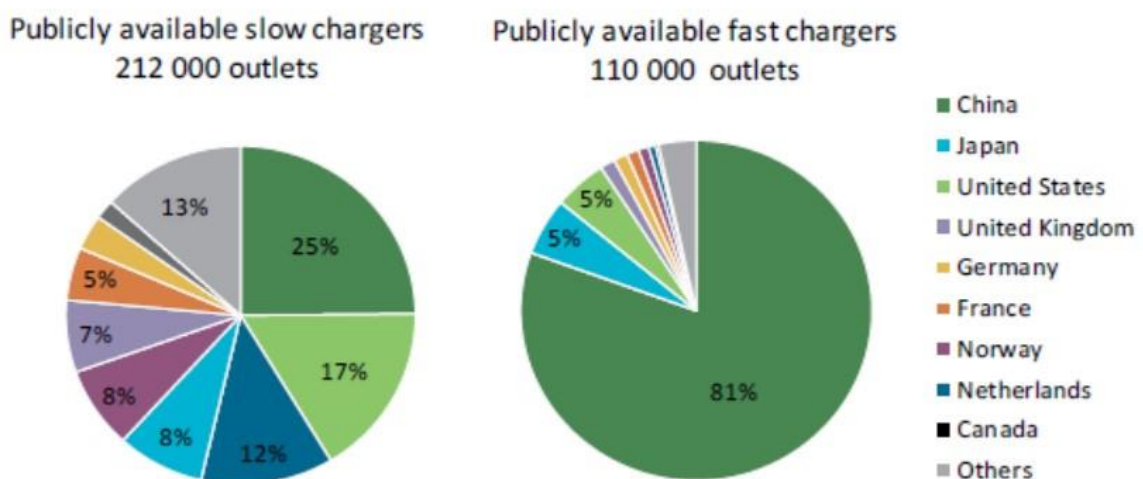
1. ครอบคลุมประเทศที่มีความแตกต่างในด้านทำเลที่ตั้ง โดยประเทศนอร์เวย์และเนเธอร์แลนด์ตั้งอยู่ในทวีปยุโรป ประเทศญี่ปุ่นและจีนตั้งอยู่ในทวีปเอเชีย และประเทศสหรัฐอเมริกาสตั้งอยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ
2. ครอบคลุมประเทศที่มีความแตกต่างในด้านระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยประเทศจีนเป็นประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ (Emerging Economy) ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ เป็นประเทศพัฒนาแล้ว (Developed Countries)
3. ครอบคลุมประเทศที่มีความแตกต่างในด้านประเภทของสถานีประจุไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3-10 โดยประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น และประเทศเนเธอร์แลนด์ให้ความสำคัญกับสถานีประจุ

ไฟฟ้าที่ทำการประจุไฟฟ้าแบบช้า (Slow Chargers) มากกว่า ในขณะที่ประเทศจีนให้ความสำคัญกับสถานีประจุไฟฟ้าที่ทำการประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast Chargers) มากกว่า

4. ครอบคลุมประเทศที่มีความแตกต่างในด้านมิติของการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3-11 โดยประเทศนอร์เวย์และเนเธอร์แลนด์นั้นจะเน้นการพัฒนาตลาด ดัชนีตลาดยานยนต์ไฟฟ้า (Market Electric Vehicle Index) จึงมีค่าสูง ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นและจีนจะเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรม ดัชนีอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (Market Electric Vehicle Index) จึงมีค่าสูง ทั้งนี้ ดัชนีตลาดจะพิจารณาจากส่วนแบ่งตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าเปรียบเทียบกับยานยนต์ชนิดอื่น ๆ ภายในประเทศ มาตรการในการอุดหนุนยานยนต์ไฟฟ้า และความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนดัชนีอุตสาหกรรมจะคำนึงถึงปัจจัยอย่างเช่น สัดส่วนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศต่อปริมาณการผลิตโลกโดยรวม

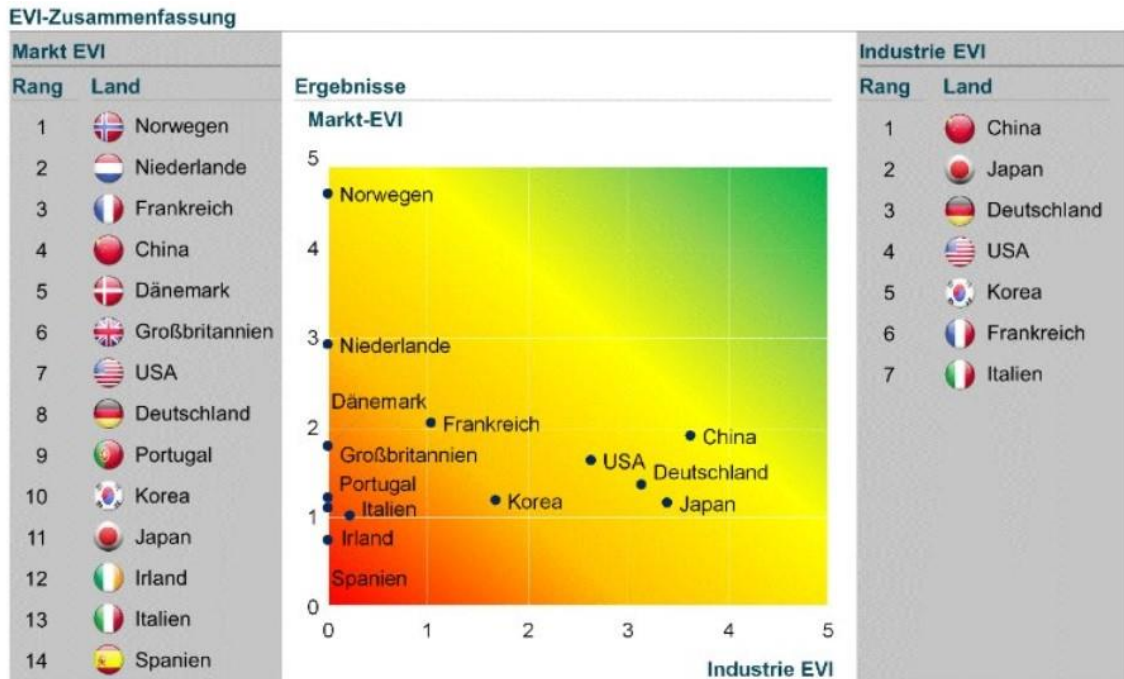
คณะผู้วิจัยตระหนักดีว่า ประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงในรายงาน Global EV Outlook 2017 นั้น มีความแตกต่างจากประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าที่คณะผู้วิจัยได้เลือกที่จะทำการศึกษาในโครงการนี้อยู่ 2 ประการ กล่าวคือ ยานยนต์ไฟฟ้าในรายงาน Global EV Outlook 2017 จะรวมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicles: PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicles: FCEV) ด้วย ในขณะที่โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicles: BEV) และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicles: PHEV) เท่านั้น

รูปที่ 3-10: สัดส่วนจำนวนจุดอัดประจุแต่ละประเภทของประเทศต่าง ๆ ในปี ค.ศ. 2016



ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

รูปที่ 3-11: ดัชนีตลาดยานยนต์ไฟฟ้าและดัชนีอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า



ที่มา: McKinsey & Company (2016)

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังได้คัดเลือกประเทศเยอรมนีมาเป็นกรณีศึกษาอีกด้วยเนื่องจากประเทศเยอรมนีเป็นประเทศที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกว่าเป็นศูนย์กลางด้านนวัตกรรมยานยนต์ของโลก มีความโดดเด่นในด้านการผลิตรถยนต์ที่ทันสมัย ความปลอดภัยและการออกแบบที่สวยงาม และยังเป็นประเทศที่มีดัชนีอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า สูงสุดเป็นอันดับที่สาม รองจาก ประเทศจีน และ ประเทศญี่ปุ่น ดังแสดงในรูปที่ 3-11

โดยสรุปแล้ว คณะผู้วิจัยจะศึกษากรณีศึกษาจากต่างประเทศทั้งสิ้น 6 ประเทศ อันได้แก่ ประเทศนอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารหลักฐานต่าง ๆ ที่ได้เผยแพร่โดยองค์กรระหว่างประเทศหรือหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเทศ พร้อมทั้งศึกษาและค้นคว้างานวิจัยและเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ

การศึกษาในแต่ละประเทศจะแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป การศึกษาภาคขนส่ง การใช้นานยนต์ทางถนน การศึกษาภาคพลังงานและการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ในแต่ละประเทศโดยจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก และ ข และจะสรุปย่อในบทนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาส่วนต่อไป และ ส่วนที่สองจะศึกษาและวิเคราะห์นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการต่าง ๆ รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อ

ทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในต่างประเทศ ต่อจากนั้นคณะผู้วิจัยจะศึกษาประเทศไทยในลักษณะเดียวกัน

ในส่วนสุดท้ายของบทนี้จะวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และปัจจัยสู่ความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและประเทศไทย ผลการศึกษาที่ได้จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาข้อเสนอทางด้านมาตรการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย และกำหนดสถานการณ์จำลองในบทต่อ ๆ ไป

3.1 ประเทศนอร์เวย์

ประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศในกลุ่ม OECD ที่มีการขนส่งผู้โดยสารทางถนนในสัดส่วนที่สูงที่สุดจากระยะทางการขนส่งผู้โดยสารทั้งหมดภายในประเทศ และใช้การขนส่งด้วยรถยนต์ส่วนตัวมากที่สุด รองลงมาคือรถประจำทางและรถเช่า ขณะเดียวกันการขนส่งสินค้าทางถนนก็มีสัดส่วนที่สูงที่สุดจากระยะทางการขนส่งสินค้าบนแผ่นดินใหญ่ รองลงมาคือการขนส่งสินค้าทางน้ำและทางรถไฟ

การขนส่งทางถนนในประเทศนอร์เวย์ใช้น้ำมันดีเซลในสัดส่วนที่สูงที่สุดโดยเกินกว่ากึ่งหนึ่งของระยะทางการขนส่งทางถนนทั้งหมด รองลงมาคือการใช้น้ำมันเบนซิน แต่หากพิจารณาแต่เพียงการขนส่งผู้โดยสารทางถนนแล้วพบว่าการใช้น้ำมันดีเซลมีสัดส่วนมากที่สุด รองลงมาคือการใช้น้ำมันเบนซิน ถึงแม้จะมีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกอื่น ๆ แต่ก็ยังนับว่าสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิล

ประเทศนอร์เวย์สามารถผลิตก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบได้เป็นจำนวนมาก และเป็นประเทศผู้ส่งออกก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบสุทธิที่สำคัญในยุโรป การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่สำคัญคือการใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่ รองลงมาคือการใช้พลังงานในภาคขนส่ง เมื่อพิจารณาเฉพาะพลังงานที่ใช้ในภาคขนส่งแล้วพบว่าประเทศนอร์เวย์ใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนมากที่สุด

อย่างไรก็ตาม ประเทศนอร์เวย์ไม่ได้พึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า แต่สามารถผลิตไฟฟ้าได้จากพลังน้ำในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 97 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด

3.1.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า

พัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ได้เริ่มเป็นรูปธรรมขึ้นในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1990 – 1999 โดยมีการริเริ่มผลิตรายานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นของประเทศนอร์เวย์เอง (โดยบริษัท PIVCO ซึ่งในภายหลังได้เปลี่ยนเป็นบริษัท Think) ควบคู่ไปกับการบังคับใช้นโยบายและมาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้ สิ่งที่เป็นแรงผลักดันสำคัญในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ในช่วงต้นนั้นคือความต้องการที่จะวางรากฐานอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ (Figenbaum and Kolbenstvedt, 2013: 1) อย่างไรก็ตาม เป้าหมายหลักของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าก็คือ ความพยายามที่

จะจำกัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศเพื่อลดปัญหาโลกร้อน ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศนอร์เวย์ประสบความสำเร็จในเวลาต่อมา

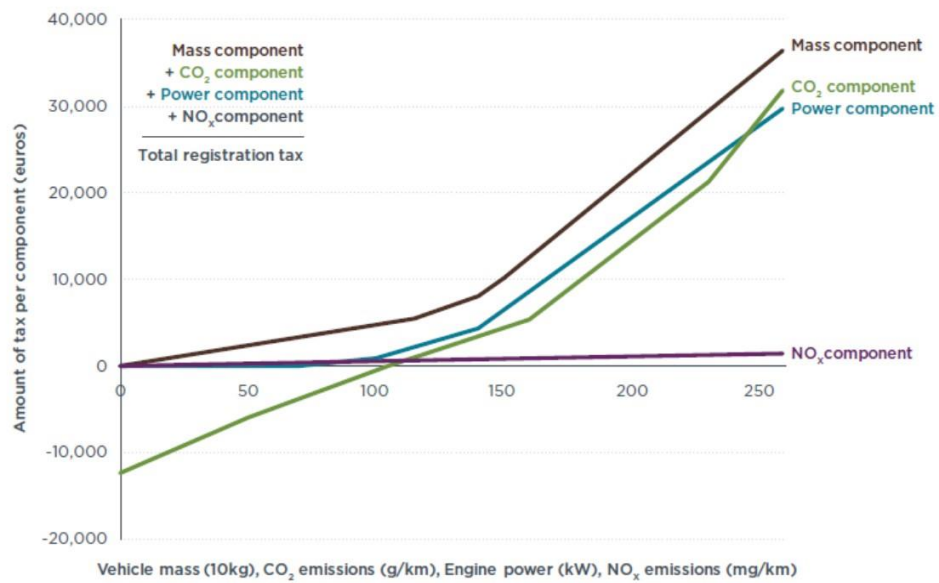
ในปี ค.ศ. 2012 ประเทศนอร์เวย์ได้มีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันระหว่างพรรคการเมืองทุกฝ่ายในการที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีการซื้อขายใหม่ให้เหลือไม่เกิน 85 กรัมต่อกิโลเมตร และภายในปี ค.ศ. 2025 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใหม่ทั้งหมดที่จำหน่ายควรจะเป็นรถที่ปล่อยมลพิษอันได้แก่ Electric หรือ Hydrogen Vehicle หรือปล่อยมลพิษต่ำอันได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ซึ่งถือว่าเป็นเป้าหมายที่ต้องใช้ความพยายามอย่างมาก แต่สามารถเป็นไปได้ด้วยนโยบายส่งเสริมที่เหมาะสม ด้วยการใช้ระบบภาษีเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี (Green Tax System) โดยภาครัฐจะจัดเก็บภาษีสำหรับผู้ใช้นยานยนต์ส่วนบุคคลที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อทดแทนต้นทุนทางสังคมที่เกิดขึ้น (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013: 996-997; Serafimova, 2015: 2; The Norwegian EV Association, 2016)

มาตรการต่าง ๆ ที่ประเทศนอร์เวย์นำมาใช้เพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013; Norway Skatteetaten, 2016; Serafimova, 2015; Trip, Lima, and Bakker, 2012; Van der Steen et al., 2014 The Norwegian EV Association, 2016; Lorentzen et al., 2017)

1. มาตรการทางภาษีอากรและการให้เงินอุดหนุน เป็นมาตรการที่มุ่งสร้างแรงจูงใจในรูปของตัวเงินโดยตรง เพื่อลดต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Total Cost of Ownership) ของประชาชน ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้ามีต้นทุนที่ถูกกลงในสายตาของผู้บริโภคและสามารถแข่งขันกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ โดยมาตรการสำคัญ ๆ ที่ประเทศนอร์เวย์นำมาใช้ ได้แก่
 - ยกเว้นภาษีจดทะเบียน (One-off Registration Tax) ภาษีประเภทนี้เป็นภาษีที่เก็บเพียงครั้งเดียว กล่าวคือ เก็บเมื่อยานยนต์แต่ละคันทำการจดทะเบียนในประเทศนอร์เวย์ครั้งแรก โดยจำนวนเงินที่ต้องเสียจะคำนวณจากตัวแปร 4 ส่วนประกอบกัน 4 ได้แก่ น้ำหนัก กำลังเครื่องยนต์ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) โดยยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ จะได้รับการยกเว้นภาษีจดทะเบียน โดยเริ่มมาตรการในปี ค.ศ. 2003 และคาดว่าจะมาตรการจะสิ้นสุดในปี ค.ศ. 2020 สำหรับยานยนต์ปลั๊กอินไฮบริดไฟฟ้า จะไม่ได้รับการยกเว้นภาษีจดทะเบียนจากการคำนวณด้วยน้ำหนัก ซึ่งโดยปกติแล้วภาษีจดทะเบียนจะถูกเก็บเป็นจำนวนเงินที่ค่อนข้างสูง การได้รับการยกเว้นภาษีดังกล่าวจึงเป็นมาตรการสำคัญประการหนึ่งที่ช่วยให้ราคายานยนต์ไฟฟ้าที่ผู้บริโภคซื้อลดลงจนใกล้เคียงกับราคายานยนต์ทั่วไปที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน
 - ยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม (Value Added Tax: VAT) โดยปกติประเทศนอร์เวย์จะจัดเก็บในอัตราร้อยละ 25 ของมูลค่าสินค้าและบริการ โดยเริ่มมาตรการในปี ค.ศ. 2015 และสิ้นสุดมาตรการในปี ค.ศ. 2018

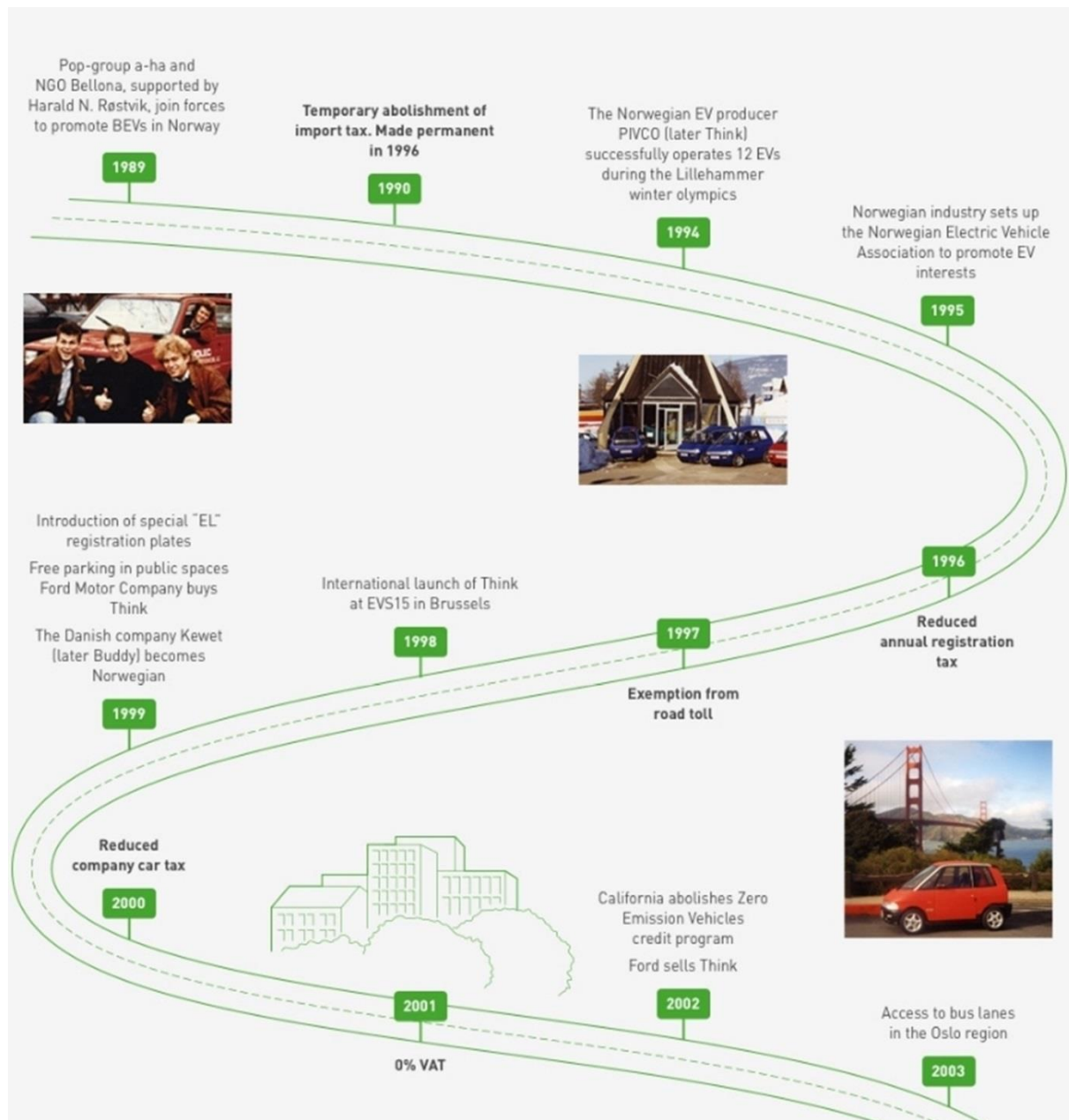
- ลดภาษีรถยนต์ประจำปี (Annual Motor Vehicle Tax) ภาษีประเภทนี้เป็นภาษีที่เก็บจากผู้เป็นเจ้าของยานยนต์ทุก ๆ ปี (แตกต่างจากภาษี 2 ประเภทแรกที่เก็บเพียงครั้งเดียว) โดยจำนวนเงินที่ต้องเสียจะเปลี่ยนไปในแต่ละปี สำหรับปี ค.ศ. 2016 นั้น รถยนต์ทั่วไปที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะต้องเสียภาษี 3,135 โครนนอร์เวย์ (NOK) ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องเสียภาษีเพียง 445 โครนเท่านั้น (Norway Skatteetaten, 2016)
 - ให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ในอัตราคันละ 30,000 โครน (Trip, Lima, and Bakker, 2012: 26) สำหรับยานยนต์ประเภท M1 (ยานยนต์บรรทุกผู้โดยสาร ซึ่งมีที่นั่งไม่เกิน 8 ที่นั่ง นอกเหนือจากที่นั่งคนขับ) และ N1 (ยานยนต์บรรทุกสินค้า ซึ่งมีน้ำหนักสูงสุดไม่เกิน 3.5 ตัน)
2. มาตรการที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ ทำให้ผู้ขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับความสะดวกรวดเร็วในการใช้รถใช้ถนนมากขึ้น มาตรการเหล่านี้มีความสำคัญเพราะมีผลทางจิตวิทยาค่อนข้างสูง แม้ว่าบางมาตรการเมื่อคิดเป็นมูลค่าอาจไม่มากนัก แต่เมื่อรวมมาตรการต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วพบว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ เช่น ค่าผ่านทาง ค่าเรือข้ามฟาก ให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า มูลค่าประมาณ 1,915 ยูโรต่อปี (Tietge et al., 2016: 51) ทั้งนี้ มาตรการสำคัญที่ประเทศนอร์เวย์นำมาใช้ ได้แก่
- ยกเว้นค่าผ่านทางให้กับยานยนต์ไฟฟ้า เมื่อใช้ถนนที่มีการเก็บค่าผ่านทาง (Toll Roads)
 - อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องทางสำหรับรถโดยสารประจำทางและรถแท็กซี่ (Bus and Taxi Lanes) ได้
 - อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าเข้าถึงบริเวณพื้นที่สาธารณะ (Public Areas) และจอดรถในที่จอดรถสาธารณะ (Publicly Owned Parking Spaces) ทุกแห่งได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
 - อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าโดยสารเรือข้ามฟากภายในประเทศ (Domestic Ferries) ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
3. มาตรการในการเตรียมความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน ในที่นี้หมายถึงการเตรียมความพร้อมในส่วนของสถานีประจุไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า เพื่อให้สามารถรองรับการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าได้ โดยในปี ค.ศ. 2009 – 2010 รัฐบาลประเทศนอร์เวย์ได้มีการสนับสนุนเงินทุนด้วยงบประมาณจำนวนถึงประมาณ 6.5 ล้านยูโรสำหรับใช้สนับสนุนในการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบปกติ (Normal chargers) ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013: 998) ซึ่งนอกจากจะเปิดให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถทำการประจุไฟฟ้าที่สถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแล้ว ยังให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ใช้ที่ต้องการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าที่บ้านถึงปีละ 6,000 ยูโร ต่อยานยนต์ไฟฟ้า 1 คัน (Serafimova, 2015: 3) นอกจากนี้ ในช่วงปี ค.ศ. 2010 – 2014 รัฐบาลนอร์เวย์เปลี่ยนมาสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast chargers) แทนด้วยงบประมาณจำนวนเท่ากัน (Lorentzen et al., 2017)

รูปที่ 3-12: มูลค่าภาษีจดทะเบียนรถยนต์ในประเทศนอร์เวย์ในปี ค.ศ. 2015 จำแนกตามองค์ประกอบของภาษี

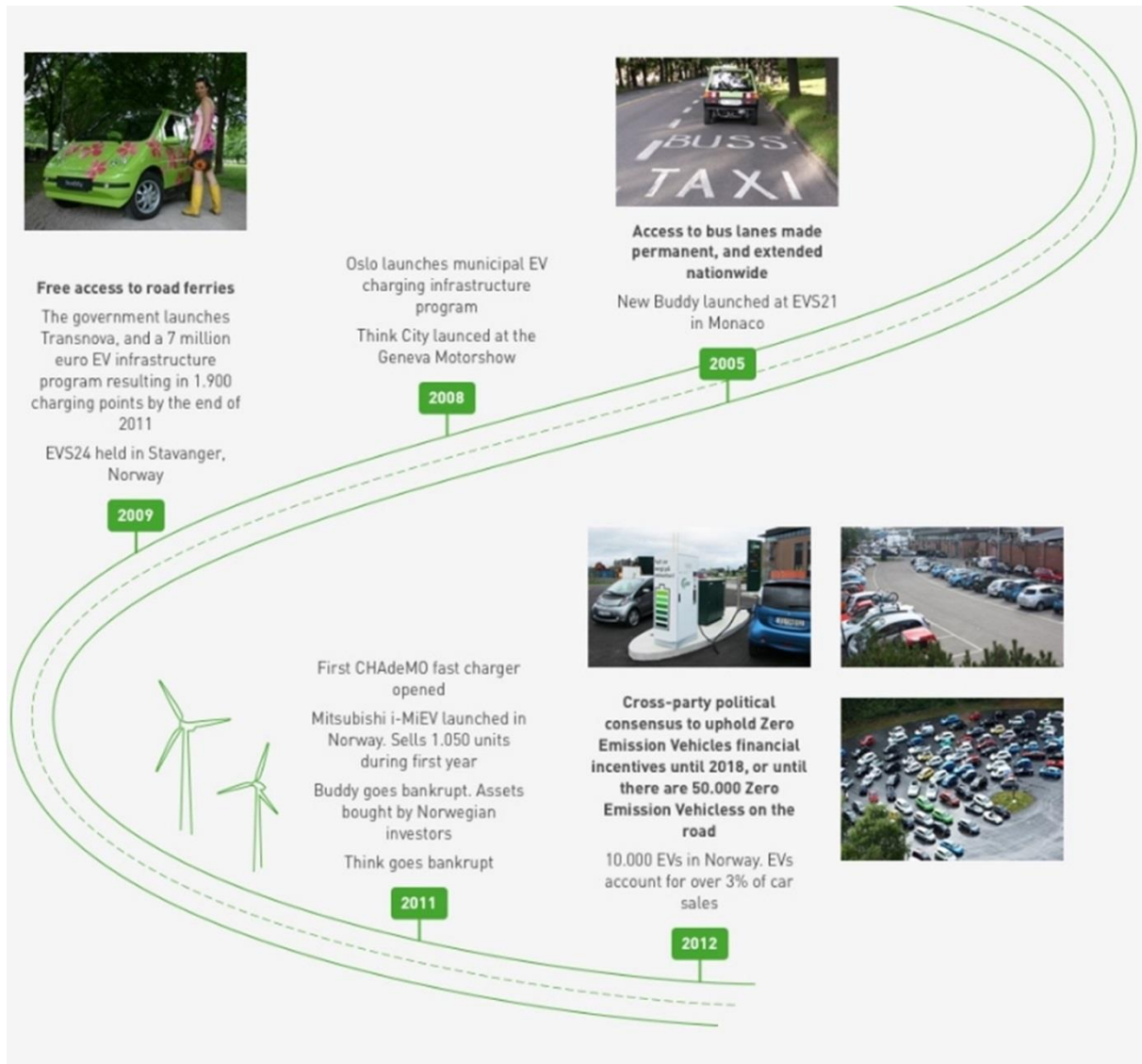


ที่มา: Tietge et al., 2016

รูปที่ 3-13: พัฒนาการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าของประเศนอร์เวย์



รูปที่ 3-13: พัฒนาการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าของประเศนอร์เวย์ (ต่อ)

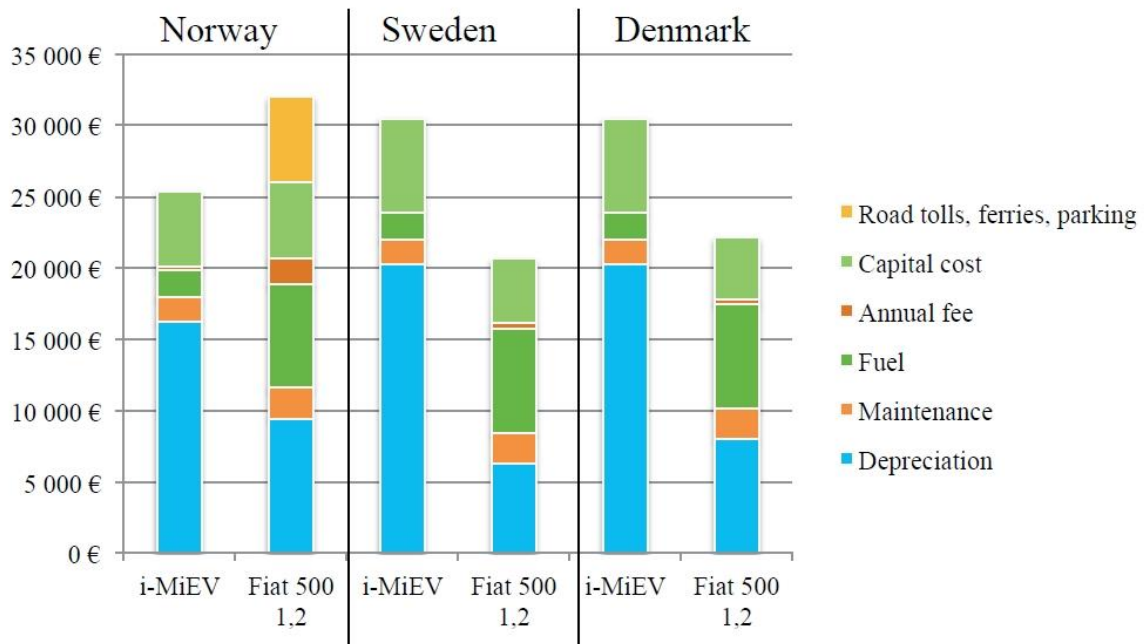


ที่มา: EV Norway <<http://www.evnorway.no>>

ผลจากการบังคับใช้มาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าวข้างต้น ทำให้ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ลดต่ำลงจนสามารถแข่งขันกับยานยนต์ปกติที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ ดังแสดงในรูปที่ 3- 14 จะเห็นว่า มาตรการที่ประเทศนอร์เวย์ใช้ช่วยลดต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจนต่ำกว่าต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ปกติ และต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ ในกลุ่มสแกนดิเนเวียด้วย โดยผลของมาตรการทางภาษีอากรและการให้เงินอุดหนุนจะทำให้ราคาซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าลดลง สะท้อนออกมาในรูปของค่าเสื่อมราคา (Depreciation) ของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ที่ต่ำกว่าในประเทศสวีเดนและประเทศเดนมาร์ก ในขณะที่ระบบภาษีที่จัดเก็บจากยานยนต์ที่ปล่อย

มลพิษสู่อากาศในอัตราสูงทำให้ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในในประเทศนอร์เวย์มีค่าเสื่อมราคาที่สูงกว่าในประเทศสวีเดนและประเทศเดนมาร์ก

รูปที่ 3-14: เปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้ากับ
ยานยนต์สันดาปภายในของยานยนต์ 3 กลุ่ม



ที่มา: Malvik, Hannisdahl, and Wensaas (2013)

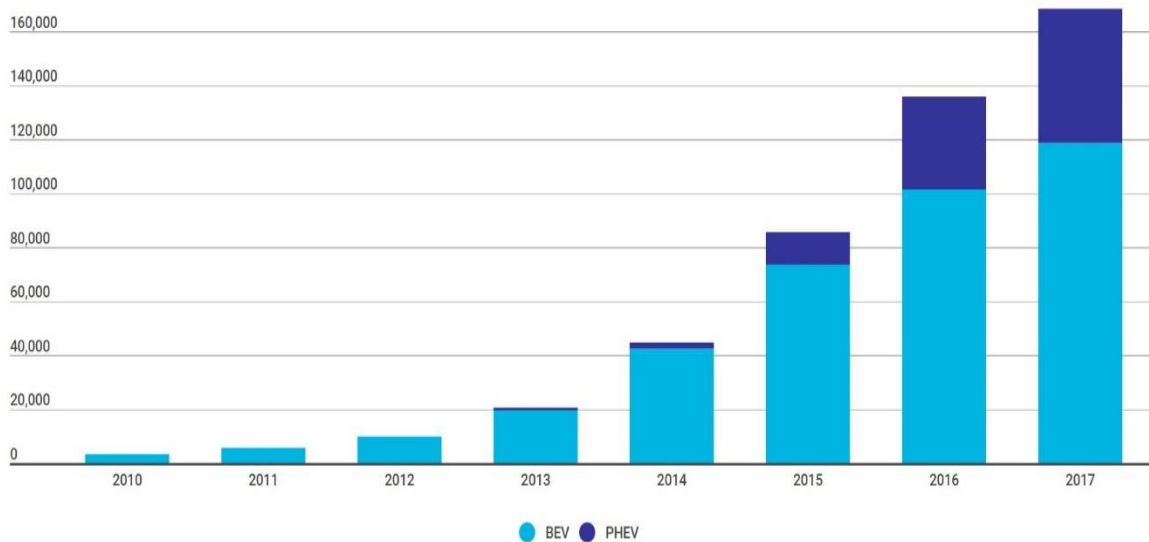
3.1.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศที่ถือว่าประสบความสำเร็จอย่างมากในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ดังได้กล่าวไว้แล้วว่า จากข้อมูลของ Global EV Outlook 2015 - Global EV Outlook 2017 ประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศที่มีส่วนแบ่งตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าสูงที่สุดในโลกมาตลอดในช่วงหลายปีที่ผ่านมา คิดเป็นร้อยละ 7.3 และ 12.5 ในปี ค.ศ. 2013 และ 2014 ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 23.63 และ 28.76 ในปี ค.ศ. 2015 และ 2016 ตามลำดับ ทั้งนี้แม้ว่านอร์เวย์จะมีการบังคับใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้ามาตั้งแต่ในทศวรรษ ค.ศ. 1990 – 1999 แล้ว แต่มาตรการทั้งหลายนั้นเพิ่งจะเริ่มแสดงผลให้เห็นอย่างเด่นชัดในปี ค.ศ. 2011 ด้วยเหตุว่าก่อนหน้านี้ประเทศนอร์เวย์มีขีดจำกัดทางด้านอุปทาน ที่ยังไม่สามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างครบถ้วน ทั้งในแง่ราคา ปริมาณ และคุณภาพ (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013: 996)

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เป็นต้นมา เมื่อมีผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่จากต่างประเทศเข้ามาแข่งขันผลิตรถยนต์ไฟฟ้าร่วมกับผู้ผลิตในประเทศ ประกอบกับมาตรการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าคันใหม่ในประเทศนอร์เวย์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ข้อมูล ณ วันที่ 30 มิถุนายน ค.ศ. 2017 พบว่าประเทศนอร์เวย์มียานยนต์ไฟฟ้าวิ่งอยู่บนท้องถนนทั้งสิ้น 187,803 คัน โดยแบ่งออกเป็น ยานยนต์แบตเตอรี่ไฟฟ้า จำนวน 129,619 คัน และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน จำนวน 58,184 คัน (The Norwegian EV Association, 2017)

รูปที่ 3-15: ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้ารวมในประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2010 – 2017

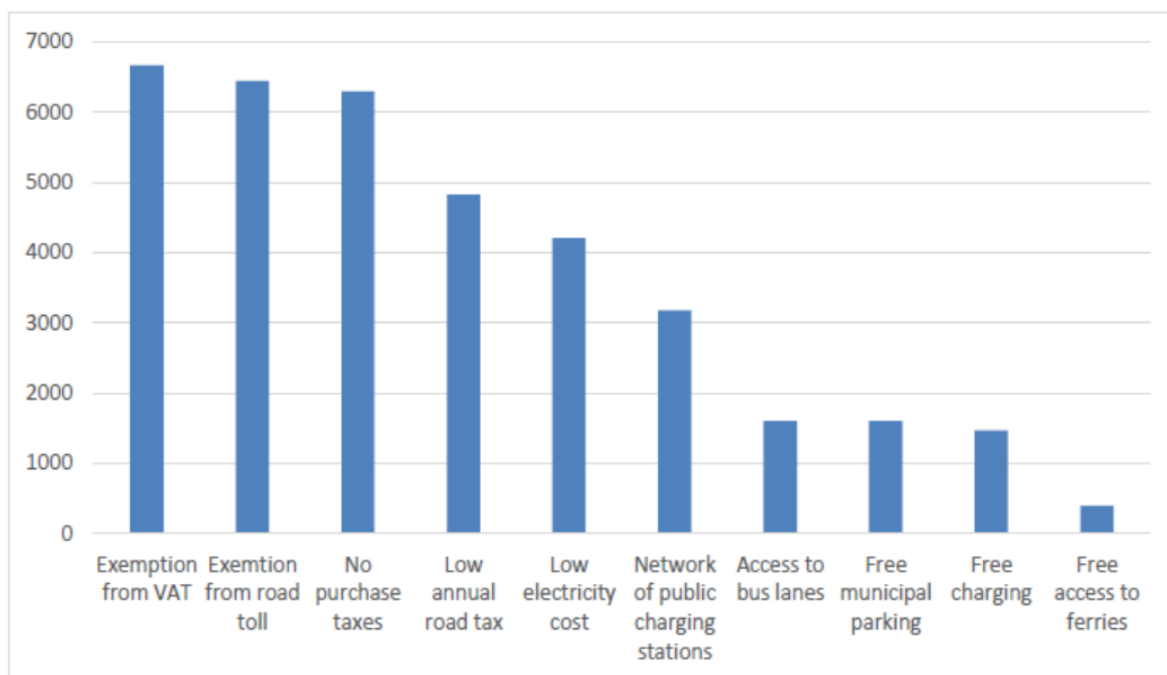


ที่มา: EV Norway <http://www.evnorway.no>

หมายเหตุ: ข้อมูล ณ วันที่ 30 มิถุนายน ค.ศ. 2017

ทั้งนี้มาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าที่ค่อนข้างครอบคลุมนั้นมีส่วนสำคัญที่ทำให้ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศนอร์เวย์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การกำหนดเป้าหมายและสนับสนุนร่วมกันระหว่างพรรคการเมืองทุกฝ่ายทำให้มาตรการส่งเสริมมีความต่อเนื่องและชัดเจนในระยะยาวซึ่งส่งผลในเชิงบวกต่อผู้บริโภคและผู้ผลิต อย่างไรก็ตามในการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ของมาตรการที่รัฐบาลประเทศนอร์เวย์ได้นำมาใช้ ซึ่งงานศึกษาของ Haugneland et al. (2017) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นและความพอใจของผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 เป็นต้นมา และพบว่ามาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าที่สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ใช้ที่สำคัญที่สุด 4 อันดับแรก ได้แก่ การยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม การได้ใช้ถนนที่มีการเก็บค่าผ่านทางโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย การได้รับยกเว้นภาษีจดทะเบียน และการลดภาษีรถยนต์ประจำปีตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3-16

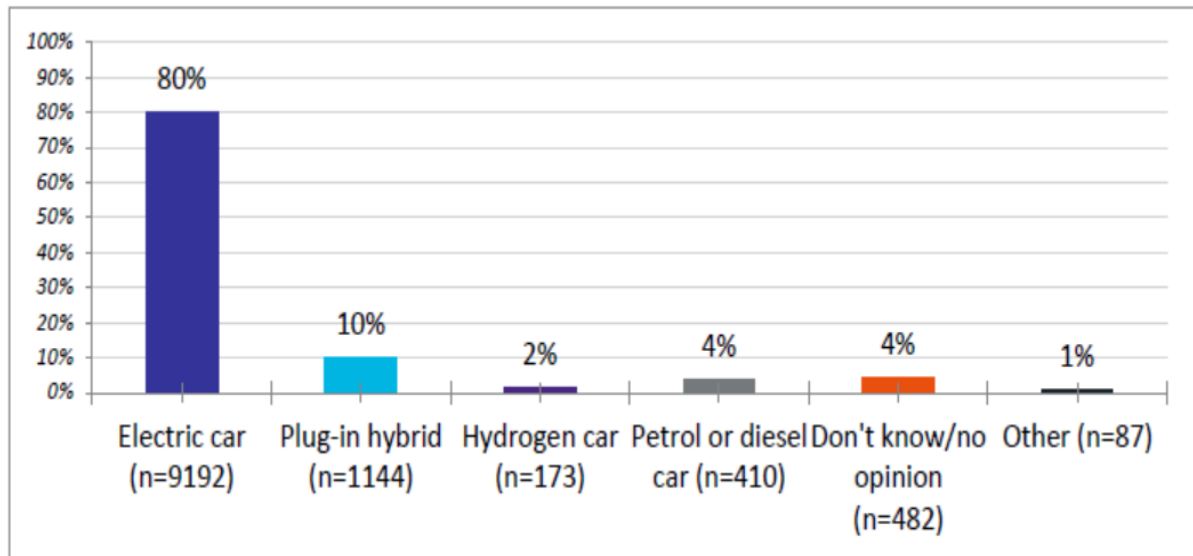
รูปที่ 3-16: มาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์



ที่มา: Haugneland et al. (2017)

Haugneland et al. (2017) ยังได้มีการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้า จากผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 11,488 ตัวอย่าง ในปี ค.ศ. 2017 พบว่าผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าพอใจกับยานยนต์ไฟฟ้าของตนเองเป็นอย่างมาก โดยผู้ซื้อร้อยละ 80 จะยังคงเลือกใช้นานยนต์ไฟฟ้าหากต้องเปลี่ยนรถยนต์คันใหม่ และมีเพียงแค่ ร้อยละ 4 เท่านั้น ที่จะกลับไปใช้นานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน

รูปที่ 3-17: ผลสำรวจการเลือกประเภทยานยนต์คันใหม่ของผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์



ที่มา: Haugneland et al. (2017)

ด้านมาตรการในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานนั้นมีผลสัมฤทธิ์เป็นที่น่าสนใจเช่นกัน เนื่องจากมาตรการแรกเกี่ยวกับสถานีประจุไฟฟ้า ในช่วงปี ค.ศ. 2009 – 2010 จะเน้นไปที่การสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบปกติ (Normal Charging) ด้วยงบประมาณ 6.5 ล้านยูโร ทำให้ในช่วงที่ส่งเสริมมีการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบปกติที่มีเต้ารับ (Socket outlet) แบบ Schuko ที่ใช้ตามที่พักอาศัยในทวีปยุโรปเกือบ 2,000 จุดทั่วประเทศ หลังจากนั้นพบว่าเต้ารับแบบ Schuko มีค่าบำรุงรักษาค่อนข้างสูงและไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ในสถานีสาธารณะจึงทำให้สถานีประจุไฟฟ้าหลายแห่งยกเลิกการใช้เต้ารับแบบ Schuko ช่วงระยะเวลานี้ ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานสากลสำหรับเต้าเสียบและเต้ารับของยานยนต์ไฟฟ้า (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013: 998; Haugneland et al., 2017; Lorentzen, et al., 2017)

ต่อมาสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบปกติบางแห่งในประเทศนอร์เวย์ได้ยกระดับจากเต้ารับแบบ Schuko เป็นเต้ารับแบบ Type 2 และสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบปกติที่ติดตั้งใหม่จะใช้เต้ารับแบบ Type 2 เกือบทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลของ Lorentzen et al. (2017) พบว่า ในเดือนมิถุนายนปี ค.ศ. 2017 ประเทศนอร์เวย์มีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบปกติ แบบ Schuko ประมาณ 4,400 จุด และแบบ Type 2 ประมาณ 2,700 จุด

ขณะที่มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast Charging) ในระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2014 ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเนื่องจากในทางปฏิบัติแล้วมีปัญหาเกี่ยวกับเกณฑ์สถานที่ติดตั้งและระบบการชำระเงิน จึงทำให้การสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในรอบแรกผู้ประกอบการส่วนใหญ่ที่ขอรับเงินทุนเป็นผู้ประกอบภายในประเทศ ต่อมา ในปี ค.ศ. 2015 Enova ซึ่งมี

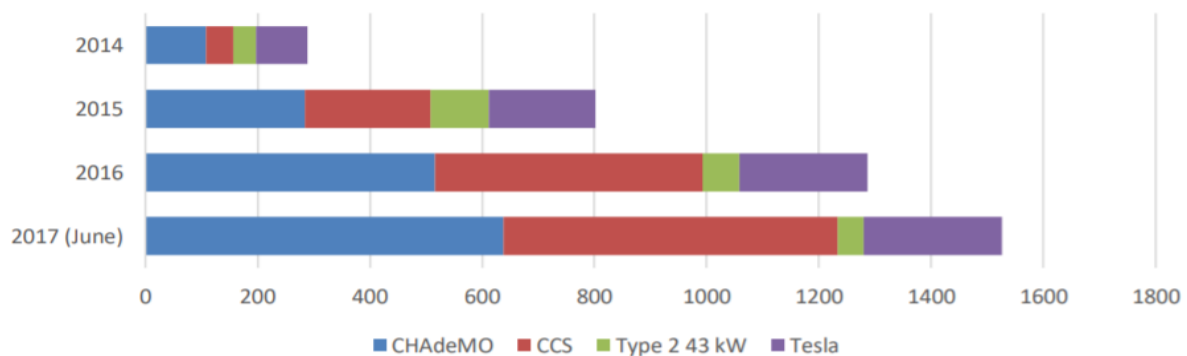
สถานะเป็นรัฐวิสาหกิจได้เปิดตัวโครงการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว เพื่อให้มีสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว ครอบคลุมทุก ๆ 50 กิโลเมตร พร้อมด้วยอุปกรณ์ประจุไฟฟ้าแบบมาตรฐานอย่างน้อย 2 ประเภท

นอกจากการสนับสนุนจากภาครัฐ สถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วของผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์ในประเทศนอร์เวย์ มีแนวโน้มเติบโตโดยปราศจากการสนับสนุนจากภาครัฐ จึงสามารถกล่าวได้ว่า การส่งเสริมสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วอาจไม่จำเป็นเพราะการพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วขึ้นอยู่จะขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจเชิงพาณิชย์ของผู้ประกอบการเพียงเท่านั้น ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2017 ประเทศนอร์เวย์มีสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast-Charging Stations) ถึง 1,536 จุด โดยมีเต้ารับและเต้าเสียบกระแสตรงแบบ CHAdeMO จำนวน 648 จุด เต้ารับและเต้าเสียบกระแสสลับ/ตรง แบบ The Combined Charging System: CCS) หรือเรียกอีกชื่อว่า Combo จำนวน 595 จุด เต้ารับและเต้าเสียบกระแสสลับ แบบ Type 2 43 กิโลวัตต์ จำนวน 47 จุด และ Tesla Superchargers จำนวน 246 จุด (Lorentzen et al., 2017, Haugneland et al., 2017)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุดอัดประจุสาธารณะในประเทศนอร์เวย์ต่อจำนวนประชากร จากข้อมูล เดือนมิถุนายน ค.ศ. 2017 พบว่าประเทศนอร์เวย์มีจุดอัดประจุสาธารณะประมาณ 1,623 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคน ขณะที่ประเทศที่มีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมมากตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น ประเทศจีน มีจำนวนจุดอัดประจุสาธารณะต่อประชากรหนึ่งล้านคนเพียงแค่ 100 กว่าจุดต่อประชากรหนึ่งล้านคนเท่านั้น (Hall, 2017)

หากพิจารณาการกระจายตัวของจำนวนจุดอัดประจุสาธารณะในเมืองต่าง ๆ ของประเทศนอร์เวย์ จากงานศึกษาของ Lorentzen et al. (2017) ได้เปรียบเทียบจำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วกับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมจากข้อมูลในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2017 ดังแสดงในรูปที่ 3-18

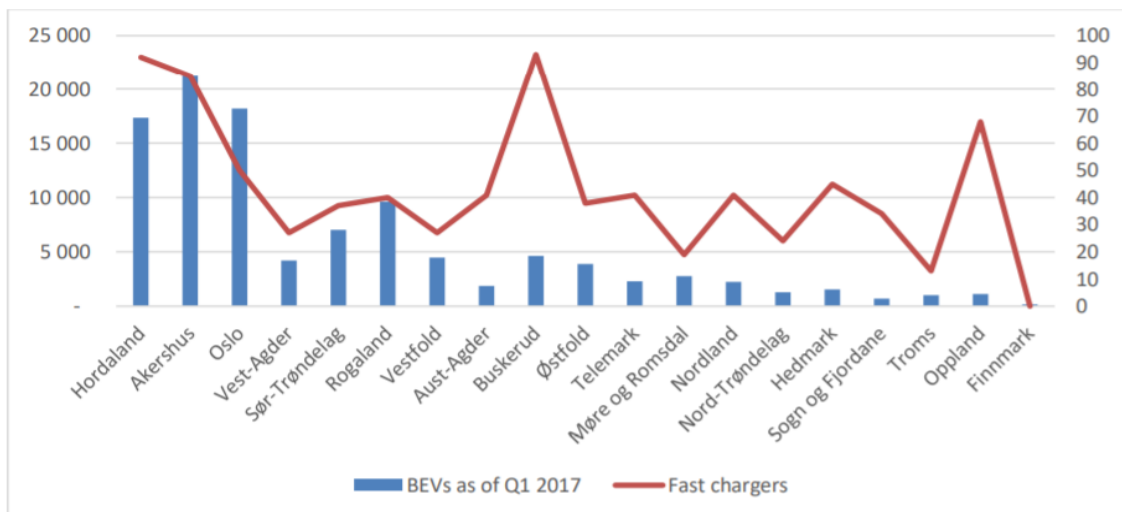
รูปที่ 3-18: ปริมาณสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบเร็วจำแนกตามเต้ารับและเต้าเสียบในประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2011 – มิถุนายน ค.ศ. 2017



ที่มา: Lorentzen et al (2017)

จากรูปที่ 3-19 แสดงให้เห็นว่าเทศมณฑลฮอร์ดาลันด์ (Hordaland) อาเคิร์สชูส (Akershus) และกรุงออสโล (Oslo) มีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมรวมกันมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมในประเทศนอร์เวย์ และมีจุดประจุไฟฟ้าแบบเร็วค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับเมืองอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบในเทศมณฑลบูสเครุต (Buskerud) และออปป์ลันด์ (Oppland) มียานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมจำนวนน้อยแต่กลับมีจำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วอยู่เป็นจำนวนมาก เป็นเพราะมีการติดตั้ง Supercharger ของบริษัท Tesla จำนวนหลายจุดในเมืองเหล่านี้

รูปที่ 3-19: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่สะสมและจำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2017 ในเทศมณฑลต่าง ๆ ในประเทศนอร์เวย์



ที่มา: Lorentzen et al. (2017)

ด้านการตั้งราคาสำหรับการประจุไฟฟ้าแบบเร็วในประเทศนอร์เวย์ โดยผู้ประกอบการ 2 ราย คือ Fortum Charge & Drive และ Grønn Kontakt ได้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับจุดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว 50 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยเริ่มต้นที่ 2.5 โครนต่อนาที หรือประมาณ 0.26 ยูโรต่อนาที และหากคิดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง จะมีราคาอยู่ระหว่าง 3–5 โครนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง หรือ 0.31–0.52 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงขึ้นอยู่กับความเร็วในการอัดประจุ สำหรับการประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยในประเทศนอร์เวย์ จะมีค่าใช้จ่ายซึ่งรวมภาษีและค่าธรรมเนียมประมาณ 1 โครน หรือ 0.10 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

Lorentzen, et al (2017) ประเมินว่าผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าส่วนมากพอใจที่จะชำระเงินตามปริมาณไฟฟ้าที่ใช้มากกว่าการคิดตามระยะเวลาในการอัดประจุ เพราะว่าในบางสถานการณ์ ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าอาจประจุไฟฟ้าได้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแบตเตอรี่ อุปกรณ์ประจุไฟฟ้าภายในยานยนต์

ไฟฟ้า (On-board Charger) รุ่นต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ข้อถกเถียงเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้าและโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าแบบเร็ว คือการคิดอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยจะทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไม่สนใจระยะเวลาในการอัดประจุ ไม่มีแรงจูงใจในการย้ายรถออกจากจุดอัดประจุ และจะจอดรอเพื่อประจุไฟฟ้าเป็นเวลานานทำให้ผู้ใช้รายอื่นรอประจุไฟฟ้านานมากขึ้น ดังนั้นการตั้งอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่เหมาะสมควรจะคำนึงถึงส่วนผสมระหว่างระยะเวลาและปริมาณไฟฟ้าที่ประจุในแต่ละครั้ง เช่นเดียวกันการกำหนดอัตราค่าโดยสารของรถแท็กซี่ที่มีการคิดราคาตามระยะเวลาและระยะทาง

เนื่องจากการประจุไฟฟ้าแบบเร็วมีต้นทุนการติดตั้ง และค่าธรรมเนียมในการใช้บริการสูง จึงทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ส่วนใหญ่นิยมอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งผู้ประกอบการทั้ง 2 รายรวมถึงหน่วยงานภาครัฐที่ออกงบประมาณในการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยต่างพยายามอย่างมากในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการประจุไฟฟ้าแบบเร็วกับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มจำนวนการใช้งาน

อย่างไรก็ตาม Lorentzen, et al (2017) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า โครงสร้างการตั้งราคาควรมีความแตกต่างกัน ตามความเร็วในการประจุไฟฟ้าของสถานีประจุไฟฟ้า เพื่อสนองตอบต่อความต้องการและพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

3.1.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากการประเมินโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของ Van der Steen et al. (2014) พบว่าประเทศนอร์เวย์มีปัจจัยหลายอย่างที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีขนาดเล็ก ความหนาแน่นของประชากรที่ค่อนข้างน้อย สภาพภูมิประเทศที่มีความสูงต่ำแตกต่างกันมาก ทำให้การประมาณการระยะทางวิ่งของยานยนต์เป็นไปได้ยาก สภาพภูมิอากาศที่หนาวจัดในบางเดือน ซึ่งมีผลต่อระยะการทำงานของแบตเตอรี่ และมลพิษทางอากาศที่ค่อนข้างน้อยอยู่แล้วเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ทำให้มีความจำเป็นในการใช้ยานยนต์ไร้มลพิษเพื่อลดมลภาวะทางอากาศน้อยลง

ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้ประเทศนอร์เวย์มีการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้แทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในอย่างแพร่หลายโดยเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ มีที่มาจากนโยบายสร้างแรงจูงใจของภาครัฐเป็นสำคัญ โดยมีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ความพยายามในการผลักดันและช่วยเหลืออุตสาหกรรมภายในประเทศ เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาลาดยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์ แม้ว่าในท้ายที่สุดอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศนอร์เวย์จะไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากการให้แรงจูงใจแก่ผู้บริโภคเพื่อช่วยเหลือผู้ผลิตในประเทศนั้นดึงดูดให้ผู้ผลิตรายใหญ่จากต่างชาติเข้ามาแข่งขันในการผลิตด้วย ทำให้ผู้ผลิตภายในประเทศที่ไม่สามารถแข่งขันกับบริษัทยักษ์ใหญ่ของต่างชาติได้ต้องล้มละลายไป แต่ผลจากการดึงดูดบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ให้เข้ามาทำตลาดภายในประเทศ ส่งผลให้ในประเทศนอร์เวย์มียานยนต์ไฟฟ้า

หลากหลายรุ่น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้น ซึ่งการเติบโตอย่างรวดเร็วของยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงหลังจากปี ค.ศ 2014 ส่วนหนึ่งเกิดจากผู้ผลิตรถยนต์นำยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ทั้งยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่และ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ออกจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง (Figenbaum and Kolbenstvedt, 2013; Malvik et al., 2013)

2. มาตรการทางด้านภาษีที่เหมาะสมกับโครงสร้างภาษีรถยนต์ภายในประเทศ ช่วยลดต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าให้ใกล้เคียงกับต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ที่อาศัยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นหัวใจหลักของการส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม นอกจากมาตรการทางภาษีและการให้เงินอุดหนุนแล้ว มาตรการที่มีความสำคัญและทำให้ประเทศนอร์เวย์ประสบความสำเร็จในการจูงใจให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่าประเทศอื่น ๆ คือมาตรการที่ให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ แก่ผู้ขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้รับความสะดวกรวดเร็วในการเดินทาง ซึ่งมาตรการเหล่านี้มีผลทางจิตวิทยาต่อผู้ซื้อเป็นอย่างมาก (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013; Phillips, 2015; Serafimova, 2015; Van der Steen et al., 2014; Haugneland et al., 2017)

3. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานช่วยให้การพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างราบรื่น ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของยานยนต์ไฟฟ้าคือประเด็นเกี่ยวกับระยะทางวิ่ง เนื่องจากการประจุไฟ 1 ครั้งจะวิ่งได้น้อยกว่าการเติมน้ำมัน 1 ครั้ง ดังนั้น การที่ประเทศนอร์เวย์ทุ่มงบประมาณเพื่อติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะตามจุดต่าง ๆ ทั่วประเทศทำให้ประชาชนเกิดความมั่นใจว่าในยามฉุกเฉินเขาจะสามารถหาสถานีประจุไฟฟ้าได้ทันเวลา ในการนี้ ถึงแม้ว่าประชาชนส่วนใหญ่จะทำการประจุไฟฟ้าที่บ้านของตนเป็นหลัก แต่การสร้างสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะให้ทั่วถึงก็ยังมีความจำเป็น ในฐานะมาตรการที่ช่วยขจัดปัญหาความกังวลใจ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ขับขี่เกี่ยวกับระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้า

อีกประเด็นหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาคือลำดับความสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานหรือควรให้ความสำคัญกับการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าก่อน จากผลการศึกษาพบว่า ในช่วงเริ่มต้นก่อนที่จะมีมาตรการโครงสร้างพื้นฐาน ผู้บริโภคจำนวนมากซื้อยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่โดยไม่คำนึงถึงสถานีประจุไฟฟ้า การพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศนอร์เวย์เริ่มหลังจากที่ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมแล้ว ขณะที่ประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกันอย่างเช่นประเทศเดนมาร์ก เริ่มต้นด้วยการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ค่อนข้างดี แต่ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเดนมาร์กกลับน้อยเมื่อเทียบกับประเทศนอร์เวย์ และน้อยมากหลังจากแรงจูงใจด้านภาษียลดลง ซึ่งแสดงว่าแรงจูงใจอื่น ๆ มีความสำคัญมากกว่าการเตรียมความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Phillips, 2015; Serafimova, 2015; Haugneland et al., 2017)

อย่างไรก็ตาม ประเทศนอร์เวย์ยังมิได้ให้บริการประจุไฟฟ้าเพียงไม่กี่ราย การตั้งอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับจุดประจุไฟฟ้าแบบเร็วยังเป็นการตั้งราคาตามระยะเวลาในการอัดประจุ ในขณะที่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าพอใจกับการตั้งราคาตามปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งมีข้อถกเถียงว่า หากตั้งราคาตามปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะไม่สนใจระยะเวลาในการอัดประจุและมีแรงจูงใจที่จะจอดรถเพื่อประจุไฟฟ้านานมากขึ้น ดังนั้นโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับประจุไฟฟ้าควรแบ่งแยกราคาตามความเร็วในการประจุไฟฟ้า เพื่อสนองตอบต่อความต้องการและพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

4. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าควบคู่กับการแข่งขันกันของผู้ผลิตช่วยให้เกิดการพัฒนาในฝั่งของอุปทานให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและรองรับอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นได้ ทั้งในแง่ของราคาที่ลดลง ความสะดวกสบายในการขับขี่ที่เพิ่มขึ้น และปริมาณการผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค (Malvik, Hannisdahl, and Wensaas, 2013; Phillips, 2015)

5. การดำเนินมาตรการเพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต้องอาศัยความต่อเนื่อง การจัดทำเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างพรรคการเมืองทุกฝ่ายจึงมีความสำคัญและมีประโยชน์ในการสร้างความมั่นใจให้กับประชาชน ว่าสิทธิประโยชน์ที่เขาจะได้รับจากการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้านั้นจะไม่ลดลงหรือหายไปเมื่อมีการเปลี่ยนรัฐบาล ทำให้ประชาชนกล้าที่จะตอบสนองต่อแรงจูงใจของภาครัฐมากขึ้น (Phillips, 2015)

6. การกำหนดเป้าหมายและการกำกับดูแลต่าง ๆ โดยผูกโยงกับการปล่อยมลพิษของยานยนต์โดยตรง ช่วยตัดความสัมพันธ์ระหว่างราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลกับการเปลี่ยนไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคทำให้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้ามีความต่อเนื่องแม้ในช่วงที่ราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลลดต่ำลง (Serafimova, 2015)

7. การที่ประเทศนอร์เวย์มีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำถึงกว่าร้อยละ 95 ช่วยให้การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีประโยชน์และคุ้มค่าอย่างแท้จริง เนื่องจากพลังน้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนซึ่งเมื่อนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าก็ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ หากการผลิตกระแสไฟฟ้าอาศัยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก การเปลี่ยนจากยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้าย่อมก่อให้เกิดมลพิษในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้น และอาจทำให้การเปลี่ยนไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไม่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานหรือไม่ช่วยบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างที่ตั้งใจไว้ (Van der Steen et al., 2014)

3.2 ประเทศเนเธอร์แลนด์

ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นประเทศในกลุ่ม OECD ที่มีการเดินทางโดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถยนต์โดยสารรวมกันแล้วมีสัดส่วนที่สูงที่สุดจากระยะทางในการเดินทางรวมทั้งหมด และเชื้อเพลิงที่ใช้มากที่สุดในการเดินทางคือน้ำมันดีเซล และเมื่อพิจารณาการใช้เชื้อเพลิงในยานยนต์ทางถนนพบว่าเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากที่สุดคือน้ำมันดีเซลเช่นกัน และมีแนวโน้มในการใช้น้ำมันเบนซินในสัดส่วนที่ลดลง นอกจากนี้ในภาพรวมแล้วยังพบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของยานยนต์ประเทศเนเธอร์แลนด์โดยรวมลดลงอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 เนื่องจากการสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า หรือยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ

แหล่งพลังงานขั้นพื้นฐานที่สำคัญของประเทศเนเธอร์แลนด์คือก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน ประเทศเนเธอร์แลนด์มีบทบาทสำคัญด้านความมั่นคงของอุปทานก๊าซธรรมชาติในทวีปยุโรป ทั้งในแง่ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการกักเก็บ ด้านการขนส่ง และในแง่ปริมาณการผลิตที่มีมากกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ (International Energy Agency, 2014: 319, 328-329) ทำให้เนเธอร์แลนด์เป็นประเทศผู้ส่งออกก๊าซธรรมชาติสุทธิในระหว่าง ปี ค.ศ. 2012 - ค.ศ. 2016 อย่างไรก็ตามการผลิตก๊าซธรรมชาติของประเทศเนเธอร์แลนด์ลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าในประมาณปี ค.ศ. 2030

ประเทศเนเธอร์แลนด์จะผันตัวไปเป็นผู้นำเข้าก๊าซธรรมชาติสุทธิในที่สุด (Energy Research Centre of the Netherlands, 2015: 12)

สำหรับน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมนั้น พบว่าประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นประเทศนำเข้าน้ำมันสุทธิ และในอนาคตเนเธอร์แลนด์จะค่อย ๆ มุ่งสู่การเป็นประเทศที่อาศัยน้ำมันดิบจากการนำเข้าทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ประเทศเนเธอร์แลนด์กลับเป็นศูนย์กลางในการกลั่นน้ำมันของภูมิภาคและจัดได้ว่ามีบทบาทสำคัญต่ออุปทานน้ำมันในทวีปยุโรป โดยมีสาเหตุมาจากความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับการมีก๊าซธรรมชาติ

ประเทศเนเธอร์แลนด์ใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด รองลงมาคือการใช้ในภาคขนส่ง การใช้พลังงานในภาคขนส่งส่วนใหญ่มาจากน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม นอกจากนี้ยังพบว่าการผลิตไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์อาศัยก๊าซธรรมชาติและถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าในสัดส่วนที่มากที่สุดของไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด

3.2.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศเนเธอร์แลนด์มีการบังคับใช้แผนปฏิบัติการระดับชาติสำหรับการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (National Action Plan for Electric Driving) ในปี ค.ศ. 2009 โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นผู้นำร่องและเป็นห้องทดลองระดับนานาชาติสำหรับการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าในช่วงปี ค.ศ. 2009 – 2011 ภายใต้แผนปฏิบัติการนี้ มีการใช้งบประมาณของภาครัฐโดยรวมถึง 65 ล้านยูโร สำหรับสนับสนุนวิจัยและพัฒนาการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน ส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าโดยการให้ภาครัฐทำตัวเองเป็นลูกค้ารายแรก (Launching Customer) ที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้ (International Energy Agency, 2017a) ดำเนินโครงการสาธิตจำนวนทั้งสิ้น 9 โครงการ เพื่อนำเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ามาทดลองใช้ในการขนส่งจริง มีการเรียนรู้จากภาคปฏิบัติ การสาธิตความเป็นไปได้ และการพัฒนาแผนธุรกิจสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (Trip, Lima, and Bakker, 2012: 18) รวมถึงพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่จำเป็นทั้งในส่วนของการจัดหาพลังงานและการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าอีกด้วย

นอกจากนี้ รัฐบาลกลางของประเทศเนเธอร์แลนด์ยังสนับสนุนการมีส่วนร่วมของทั้งบริษัทเอกชน สถาบันการศึกษา องค์กรทางสังคมต่าง ๆ ตลอดจนรัฐบาลในส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น ทำให้มีการคาดการณ์ว่าเงินทุนในการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าของทั้งระบบเศรษฐกิจรวมกันจะมีมูลค่าสูงถึง 500 ล้านยูโร (IEA, 2017a) หนึ่งในความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคธุรกิจ และภาคสถาบันการศึกษาที่สำคัญคือ Formula E-Team ซึ่งเป็นองค์กรผู้บุกเบิกและเป็นเสมือนทูตสำหรับการขนส่งด้วยไฟฟ้า มีหน้าที่อภิปรายถึงความก้าวหน้าและให้คำแนะนำแก่รัฐบาลรวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายในแง่มุมต่าง ๆ เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า กระตุ้นให้เกิดการบังคับใช้นโยบายเพื่อส่งเสริมยานยนต์ที่ไม่ก่อมลพิษ กระตุ้นการสร้างและพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้า และการพัฒนาเครือข่ายสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Netherlands Enterprise Agency, 2016)

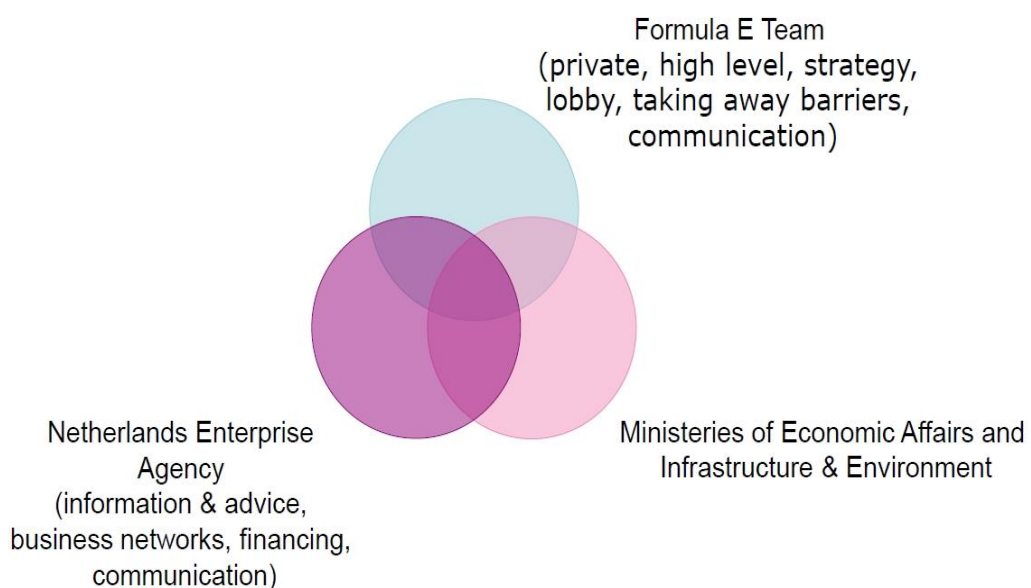
ในการนี้ ภาครัฐได้มีการกำหนดกรอบเป้าหมายและแผนการผลักดันยานยนต์ไฟฟ้าโดยแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3-1 ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน และลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังเพื่อลดมลภาวะทางเสียงและทางอากาศจากการจราจร รวมถึงเป็นการเปิดโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ ให้กับภาคอุตสาหกรรมและภาคการค้าอีกด้วย โดยเป้าหมายหลักที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้วางเอาไว้ คือ ต้องการเพิ่มจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าบนท้องถนนให้มีถึง 200,000 คัน ภายในปี ค.ศ. 2020 และมีถึง 1,000,000 คัน ภายในปี ค.ศ. 2025

ตารางที่ 3-1: กรอบเป้าหมายและแผนการผลักดันยานยนต์ไฟฟ้าในระยะต่าง ๆ

กรอบเวลา	ระยะของโครงการ	การพัฒนาตลาด	เป้าหมาย (จำนวนยานยนต์ไฟฟ้า บนท้องถนน)	ตัวเลขจำนวนยานยนต์ ไฟฟ้าบนท้องถนนตามจริง
2009-2012	Start-Up Phase	Demonstration Projects	2,500-3,000	1,579 (สิ้นปี ค.ศ. 2011)
2012-2015	Implementation	Up-Scaling	15,000-20,000	58,256 (30 มิถุนายน ค.ศ. 2015)
2015-2020	Consolidation	Continued Roll- Out	200,000	
> 2020	Scaling Back	Mature Market	1,000,000 (ภายในปี ค.ศ. 2025)	

ที่มา: Netherlands Enterprise Agency (2016)

รูปที่ 3-20: องค์กรที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์



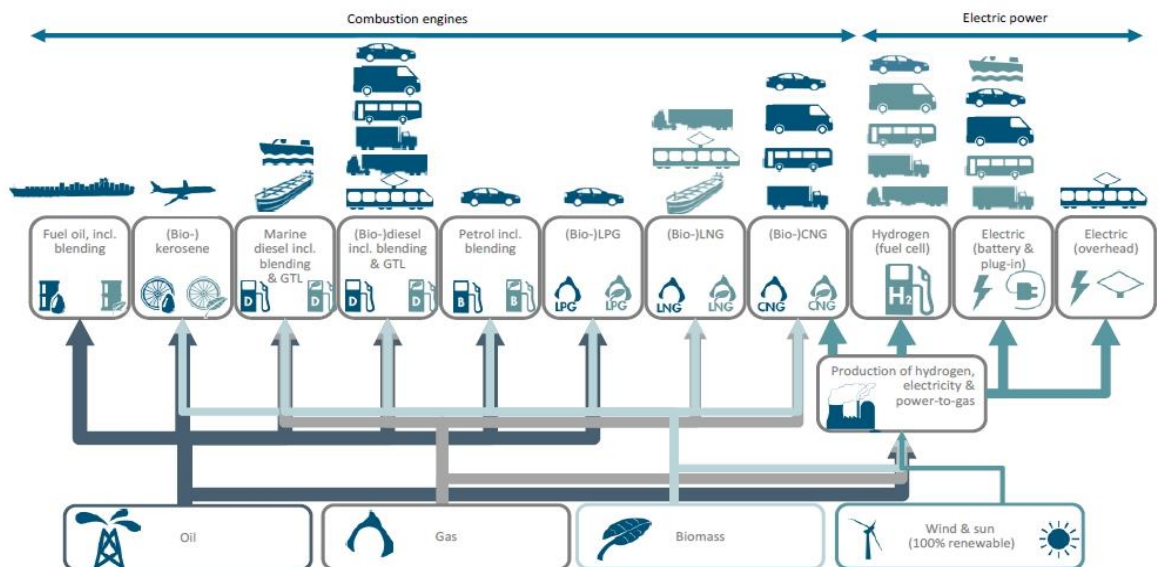
ที่มา: Munnix (2015)

นอกจากเป้าหมายเกี่ยวกับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงแล้ว ในปี ค.ศ. 2013 สภาสังคมและเศรษฐกิจแห่งประเทศเนเธอร์แลนด์ (Social and Economic Council of the Netherlands: SER) ยังได้จัดทำข้อตกลงด้านพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตที่ยั่งยืน (SUR Energy Agreement for Sustainable Growth) ร่วมกับผู้ประกอบการ สหภาพการค้า องค์กรอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในทุกภาคส่วน โดยข้อตกลงดังกล่าวมีการวางเป้าหมายเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคขนส่งไว้ดังนี้ (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2014: 9)

- ภายในปี ค.ศ. 2035 ยานยนต์บรรทุกผู้โดยสาร (Passenger Vehicles) ทุกคันที่จดทะเบียนใหม่จะต้องไม่มีการปล่อยมลภาวะเลย
- ภายในปี ค.ศ. 2050 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศจะต้องลดลงร้อยละ 60 จากตัวเลขของปี ค.ศ. 1999

แม้ว่าการจะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวสามารถทำได้โดยอาศัยเชื้อเพลิงและเทคโนโลยีหลากหลายรูปแบบประกอบกัน แต่จากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญพบว่า เป้าหมายทั้งสองไม่สามารถบรรลุได้ด้วยเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2014: 12) ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่นั้นเหมาะสำหรับการขนส่งในเขตเมืองแต่ไม่เหมาะกับการขนส่งในระยะไกลหรือการขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งเหมาะจะใช้เชื้อเพลิงจากพลังงานหมุนเวียนประเภทอื่น ๆ มากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 3-21

รูปที่ 3-21: แหล่งพลังงานและการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศเนเธอร์แลนด์



Interrelationships between raw materials, energy carriers (light green = low-carbon variant) and market sectors (light green = not yet developed)

ที่มา: Ministry of Infrastructure and the Environment (2014)

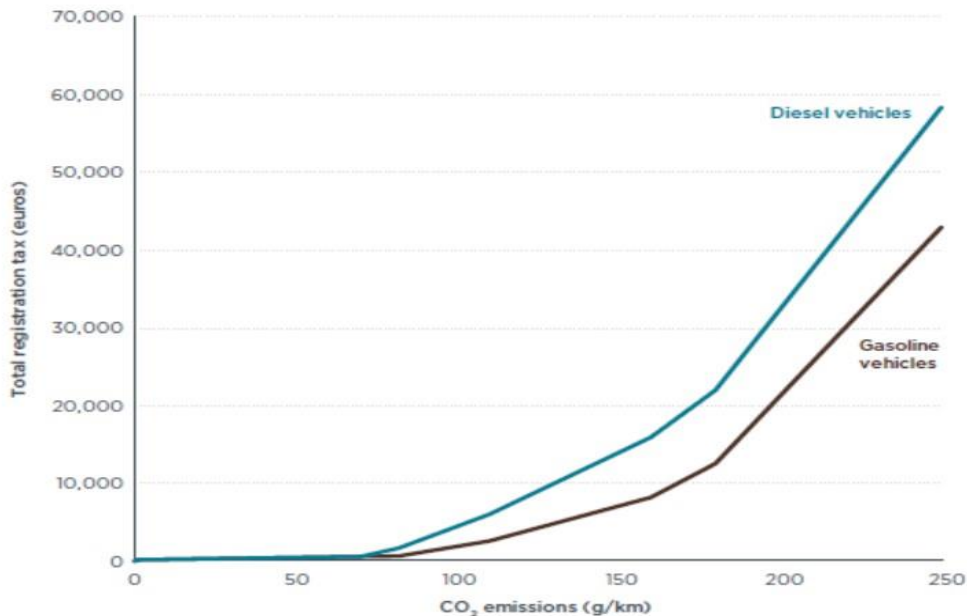
อย่างไรก็ตาม เป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมข้างต้นนั้นจะไม่มีทางเป็นไปได้เลยหากปราศจากการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่อย่างแพร่หลาย และเนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องข้อจำกัดของระยะทางวิ่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้า โครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้า และต้นทุนในการเป็นเจ้าของที่ยังสูงอยู่เมื่อเทียบกับยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การเปลี่ยนผ่านไปสู่การใช้นานยนต์ไฟฟ้าอย่างเต็มรูปแบบจึงต้องอาศัยระยะเวลา ในการนี้ ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้เล็งเห็นความสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ในฐานะจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนผ่านไปสู่ยานยนต์ที่อาศัยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เพียงแหล่งเดียว เนื่องจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะช่วยให้เกิดการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานในเรื่องสถานีประจุไฟฟ้า ทำให้การผลิตและใช้นานยนต์ไฟฟ้ามีต้นทุนลดลงในระยะยาว และก่อให้เกิดการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นในอนาคต (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2014: 15) และด้วยเหตุนี้ การกำหนดเป้าหมายเกี่ยวกับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเนเธอร์แลนด์จึงรวมเอายานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่กับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินเข้าไว้ด้วยกัน

สำหรับมาตรการต่าง ๆ ที่ประเทศเนเธอร์แลนด์บังคับใช้เพื่อส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ มาตรการการสร้างแรงจูงใจทางการเงิน (Financial Incentives) และมาตรการการสร้างแรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-Financial Incentives) ในส่วนของมาตรการให้แรงจูงใจทางการเงินที่สำคัญ ประกอบด้วย (International Energy Agency, 2017; Ministry of Infrastructure and the Environment, 2014; Munnix, 2015; Trip, Lima, and Bakker, 2012; Van der Steen et al., 2014, European Alternative Fuels Observatory, 2016; Netherlands Enterprise Agency, 2017; Tietge et al., 2016)

1. ยกเว้นภาษีจดทะเบียน (Registration Tax Exemption) ยานยนต์ไฟฟ้าที่ปลอดมลพิษ (Zero Emission Vehicle) ได้รับการยกเว้นภาษีจดทะเบียน ระหว่างปี ค.ศ. 2013 - ค.ศ. 2018 สำหรับยานยนต์ประเภทอื่น ๆ จะเสียภาษีจดทะเบียน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเริ่มต้นที่ 175 ยูโรต่อคัน ยานยนต์ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระหว่าง 1-79 กรัมต่อกิโลเมตร จะต้องเสียภาษีเพิ่มอีก 6 ยูโรต่อกรัม หากยานยนต์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระหว่าง 80 - 107 กรัมต่อกิโลเมตร จะเพิ่มภาษีเป็น 69 ยูโรต่อกรัม และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 174 ยูโรต่อกรัม สำหรับยานยนต์ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 174 กรัมต่อกิโลเมตร ทั้งนี้สำหรับรถยนต์ขนาดกลางที่ไม่มีการปล่อยมลพิษเลยจะได้รับการยกเว้นภาษีคิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 5,000-8,000 ยูโร

รูปที่ 3-22 แสดงมูลค่าภาษีจดทะเบียนของรถยนต์สันดาปภายในที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซิน และดีเซล ตามการปล่อยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งหากรถยนต์ที่นำมาใช้มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก เจ้าของรถยนต์จะต้องเสียภาษีจดทะเบียนมากขึ้นด้วย

รูปที่ 3-22: มูลค่าภาษีจดทะเบียน (Registration Tax) ของยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล จำแนกตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี 2015

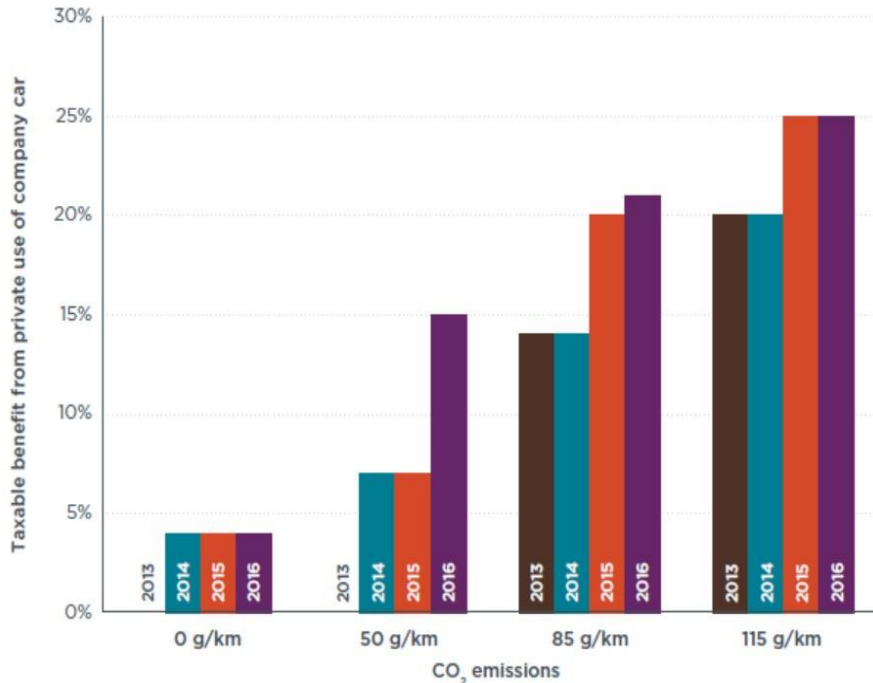


2. ยกเว้นภาษีถนน (Road Tax Exemption) ยานยนต์ไฟฟ้าที่ปลอดมลพิษ ได้รับการยกเว้นภาษีถนนหรือลดภาษีถนนร้อยละ 50 สำหรับยานยนต์ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 51 กรัมต่อกิโลเมตร อย่างน้อยถึงปี ค.ศ. 2016 ภาษีประเภทนี้จะจัดเก็บจากการใช้งานยานยนต์ในทุก ๆ ปี โดยคำนวณมูลค่าภาษีจากประเภทเชื้อเพลิง น้ำหนัก และข้อกำหนดของแต่ละภูมิภาค สำหรับรถยนต์ขนาดกลางที่ใช้ น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ภาษีที่ถูกจัดเก็บจะอยู่ที่ประมาณ 400-700 ยูโรต่อปี

3. ไม่เก็บภาษีเงินได้จากการใช้น้ำมันไฟฟ้าของบริษัทเพื่อประโยชน์ส่วนตัว (No Surcharge on Income Taxes for Private Use of Company Cars) โดยปกติระบบภาษีเงินได้ของประเทศเนเธอร์แลนด์ จะเก็บภาษีจากการใช้น้ำมันของบริษัทไปในกิจส่วนตัว โดยการนำร้อยละ 14-25 ของมูลค้ายานยนต์ที่ใช้ บวกเข้าเพิ่มในรายได้ประจำปีของผู้ใช้รถยนต์ เพื่อคำนวณภาษีเงินได้ประจำปี

จากรูปที่ 3-23 ในกรณีของยานยนต์ไฟฟ้าแบบไฟฟ้าแบตเตอรี่ และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 51 กรัมต่อกิโลเมตร) เดิมที่มีการยกเว้นเก็บภาษีในส่วนนี้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2014 ได้ปรับลดแรงจูงใจลง โดยให้บวกจำนวนเงินร้อยละ 4 และร้อยละ 7 ของมูลค้ายานยนต์ไฟฟ้าเข้าไปในรายได้ของใช้น้ำมันไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 51 กรัมต่อกิโลเมตร ตามลำดับ จากนั้นในปี ค.ศ. 2016 ได้ปรับลดแรงจูงใจลงอีกครั้ง จากบวกจำนวนเงินร้อยละ 7 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน เป็นร้อยละ 15 ของมูลค้ายานยนต์ไฟฟ้าเข้าไปในฐานรายได้ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ยังคงอัตราภาษีเดิม

รูปที่ 3-23: ผลประโยชน์ทางภาษีที่เก็บได้จากการใช้นยานยนต์ของบริษัทในกิจส่วนตัว จำแนกตามปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2013-2016



ที่มา: Tietge et al. (2016)

4. ลดหย่อนภาษีให้กับการลงทุนเพื่อสิ่งแวดล้อม (Tax Deduction for Environmental Investments) ระบบภาษีของประเทศเนเธอร์แลนด์เปิดโอกาสให้การลงทุนในเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสามารถนำมาใช้ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลได้บางส่วน ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นหนึ่งในการลงทุนที่สามารถนำมาใช้ลดหย่อนภาษีได้ ตัวอย่างเช่น มาตรการ Environmental investment rebate หรือที่เรียกว่ามาตรการ The MIA อนุญาตให้ลดหย่อนภาษีได้ร้อยละ 36 ของมูลค่าการลงทุนในยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่และสถานีประจุไฟฟ้า แต่ไม่เกิน 50,000 ยูโรต่อยานยนต์ไฟฟ้า 1 คัน และร้อยละ 27 ของมูลค่าการลงทุนในยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ำกว่า 30 กรัมต่อกิโลเมตรจะได้รับเงินลดหย่อนได้ไม่เกิน 35,000 ยูโรต่อคัน

5. ให้เงินอุดหนุนแก่รถแท็กซี่และรถตู้ (Subsidy Scheme for Low Emission Taxis and Vans) โดยภาครัฐจะให้เงินอุดหนุนจำนวน 3,000 ยูโร แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ โดยได้สิ้นสุดโครงการนี้ในปี ค.ศ. 2014

ในขณะที่รัฐบาลของประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้ดำเนินโครงการต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว รัฐบาลท้องถิ่นได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างแรงจูงใจเพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ในระดับท้องถิ่นด้วยเช่นกัน โดย Hall, Moultak, and Lutsey (2017) ได้สรุปมาตรการจูงใจ

ในเมือง อัมสเตอร์ดัมซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศเนเธอร์แลนด์และเมืองอูเทรคต์ซึ่งเป็นเมืองที่ยานยนต์ไฟฟ้ามีส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่สูงที่สุดสองอันดับแรกของประเทศโดยแสดงมาตรการส่งเสริมต่าง ๆ ไว้ในตารางที่ 3-2 และ 3-3

ตารางที่ 3-2: มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองอัมสเตอร์ดัม

ประเภท	มาตรการส่งเสริม
แรงจูงใจทางการเงิน	• 5,000 ยูโร สำหรับรถแท็กซี่หรือรถยนต์บริษัทและรถขนส่งขนาดเล็ก • ให้ส่วนลดร้อยละ 20 ของราคาจำหน่าย (สูงสุดไม่เกิน 40,000 ยูโรต่อคัน) สำหรับรถตู้ขนาดใหญ่ รถบรรทุก หรือรถบัส
แรงจูงใจที่มีใช้ทางการเงิน	• กำหนดเขตปล่อยมลพิษต่ำ (Low Emission zones) • สิทธิพิเศษในการจอดรถบริเวณชุมชนเมือง (Residential parking permit) • ฟรีค่าจอดรถในพื้นที่จอดแบบ Floating parking สำหรับบริษัทที่ให้บริการรถเช่า (Car Sharing companies) ด้วยการให้เช่ายานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่
โครงสร้างพื้นฐานในการประจุไฟฟ้า	• เงินอุดหนุน 500 ยูโรต่อสถานี สำหรับสถานีประจุไฟฟ้าเอกชน • เงินอุดหนุน 1,000 ยูโรต่อสถานี สำหรับสถานีประจุไฟฟ้ากึ่งสาธารณะ

ที่มา: Hall, Moultak, and Lutsey (2017)

ตารางที่ 3-3: สรุปมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองอูเทรคต์

ประเภท	มาตรการส่งเสริม
แรงจูงใจทางการเงิน	• เงินอุดหนุน 5,000 ยูโร สำหรับรถโดยสารไม่ประจำทางและรถตู้ไฟฟ้า • งบประมาณ 10.7 ล้านยูโร เพื่อจูงใจผู้บริโภคเปลี่ยนมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าแทนรถยนต์สันดาปภายในแบบเดิม

ตารางที่ 3-3: สรุปมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองอุเทรคต์ (ต่อ)

ประเภท	มาตรการส่งเสริม
แรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน	● กำหนดพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental zone) ● ไม่เก็บค่าที่จอดรถในขณะที่กำลังอัดประจุไฟฟ้า ● สิทธิพิเศษสำหรับรถโดยสารไม่ประจำทางที่ใช้พลังงานสะอาดในการใช้ช่องรถโดยสารสาธารณะ
โครงสร้างพื้นฐานในการประจุไฟฟ้า	● เงินอุดหนุน 500 ยูโรต่อสถานี สำหรับสถานีประจุไฟฟ้าเอกชน ● เงินอุดหนุน 1,500 ยูโรต่อสถานี สำหรับสถานีประจุไฟฟ้ากึ่งสาธารณะ

ที่มา: Hall, Moultak, and Lutsey (2017)

นอกเหนือจากมาตรการให้แรงจูงใจทางการเงินจากรัฐบาล และหน่วยงานระดับท้องถิ่นแล้ว ประเทศเนเธอร์แลนด์ยังบังคับใช้มาตรการให้แรงจูงใจที่ไม่ใช่ทางการเงิน โดยเฉพาะการเชื่อมโยงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายเข้าด้วยกัน ก่อให้เกิดเครือข่ายความร่วมมือจากทุกภาคส่วน สร้างเป็นโครงการหรือโครงการสาธิตต่าง ๆ จำนวนมาก ตัวอย่างเช่น การส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าผ่าน Automotive House ซึ่งเป็นศูนย์กลางกิจกรรมในการสนับสนุนและเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ (Van der Steen et al., 2014) นอกจากมาตรการในการสร้างเครือข่ายความร่วมมือดังกล่าวแล้ว ภาครัฐยังมีการใช้มาตรการในการสื่อสารให้ผู้บริโภคได้รับรู้และเข้าใจถึงหลักการขับขี่ยานยนต์อย่างประหยัดพลังงาน (Eco-Driving) โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับการขับขี่โดยใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพไว้ในชั้นเรียนสอนขับรถทั่วไป ซึ่งนอกจากจะช่วยให้รถยนต์ทั่วไปสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 10-20 โครงการนี้จะช่วยให้ผู้ขับขี่เพิ่มระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้าได้อีกด้วย (International Energy Agency, 2017)

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

ผลจากมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าข้างต้น ทำให้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เป็นต้นมา โดยส่วนใหญ่จะเป็นยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และเป็นยานยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริดปลั๊กอิน ทั้งนี้แม้ว่ามาตรการสร้างแรงจูงใจบางอย่าง (เช่น การยกเว้นภาษีเงินได้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัทเพื่อประโยชน์ส่วนตัว) จะถูกผ่อนปรนลงในปี ค.ศ. 2014 ส่งผลให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงต้นปี ค.ศ. 2014 เกิดการชะลอตัวลงอยู่

บ้าง แต่ก็ก็เป็นระยะเวลาไม่นาน ก่อนที่ตัวเลขดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประเภทไฮบริดปลั๊กอิน ดังแสดงในตารางที่ 3-4 และรูปที่ 3-24

ตารางที่ 3-4: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2011 – 2015

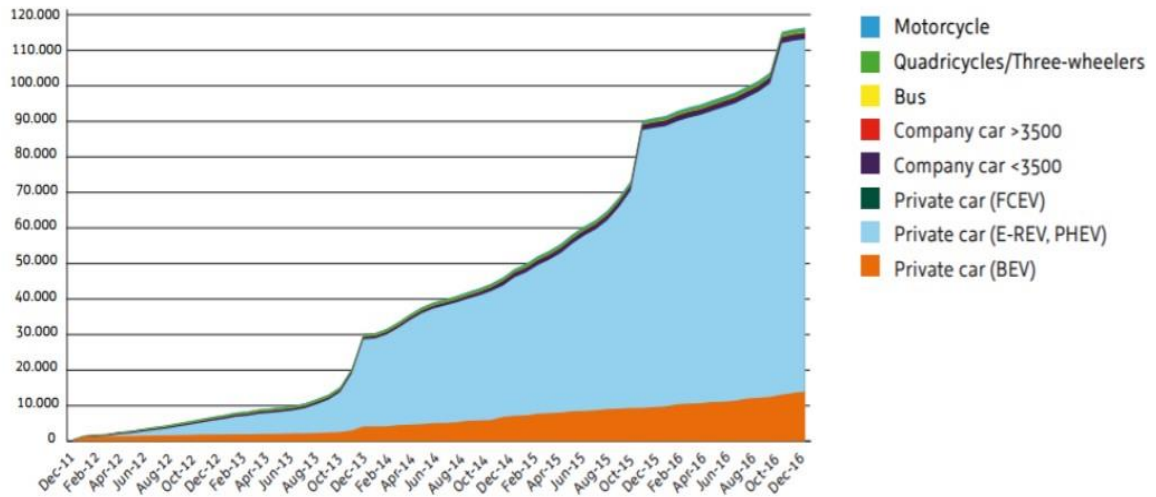
ประเภทยานยนต์	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้า ณ วันที่ 31 ธันวาคม					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล แบบไฟฟ้าแบตเตอรี่	1,124	1,910	4,161	6,825	9,368	13,105
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล แบบไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด	17	4,348	24,512	36,937	78,163	98,903
รถเพื่อการพาณิชย์ ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 3.5 ตัน	158	494	669	1,258	1,455	1,628
รถเพื่อการพาณิชย์ ที่มีน้ำหนักมากกว่า 3.5 ตัน	22	23	39	46	50	66
รถโดยสาร	68	67	73	80	94	168
รถสามล้อและ Quadricycle	181	469	632	769	872	1,007
รถจักรยานยนต์	88	99	125	196	268	316
รวม	1,658	7,410	30,211	46,111	90,247	115,223

ที่มา: Netherlands Enterprise Agency (2015; 2016; 2017a)

ในปี ค.ศ. 2015 ภาครัฐได้ร่วมกับภาคเอกชนและองค์กรด้านสิ่งแวดล้อมสำรวจความคิดเห็นผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 200 ตัวอย่าง ถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยแบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยทางเศรษฐกิจ (Economics factors) และ ปัจจัยที่มีใช่ปัจจัยทางเศรษฐกิจ (Non-economic factors) ผลการสำรวจพบว่าปัจจัยทางเศรษฐกิจที่สำคัญมากที่สุดต่อการเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทคือมาตรการทางการเงิน รองลงมาคือการพิจารณาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดจากการเป็นเจ้าของ ผลสำรวจพบว่าปัจจัยที่มีใช่ปัจจัยทางเศรษฐกิจ (Non-economic factors) ที่กลุ่มตัวอย่างนำมาพิจารณาเลือกใช้นยานยนต์ไฟฟ้าคือการปล่อยมลพิษ ภาพลักษณ์ และความยั่งยืน นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 91 ไม่ต้องการกลับไปใช้นยานยนต์สันดาปภายในอีกต่อไป (Accenture et al., 2015)

รูปที่ 3-24: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศเนเธอร์แลนด์

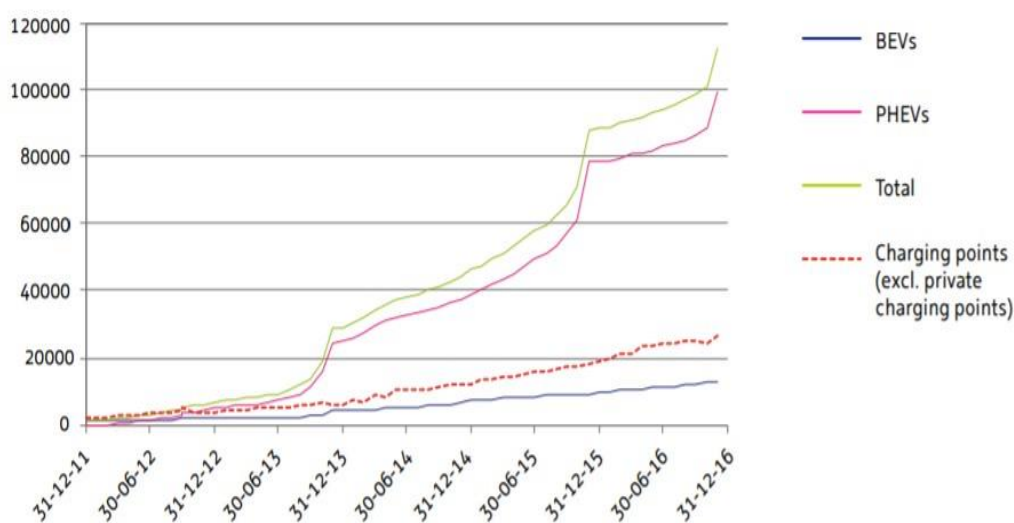
ระหว่างเดือน ธันวาคม ค.ศ. 2011 ถึง ธันวาคม ค.ศ. 2016



ที่มา: Netherlands Enterprise Agency (2017a, p.37)

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้าทำให้สถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี ค.ศ. 2016 มีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ กึ่งสาธารณะ และส่วนบุคคลรวมทั้งสิ้น 11,768, 14,320 และ 72,000 จุด ตามลำดับ ซึ่งสถานีประจุไฟฟ้าเหล่านี้จะใช้เต้ารับและเต้าเสียบแบบ Type 2 มาตรฐาน IEC 62196-2 ที่ใช้ในประเทศแถบยุโรป และเป็นสถานีประจุไฟฟ้าแบบ DC Fast Charging ทั้งสิ้น 612 จุด โดยมีเต้ารับและเต้าเสียบกระแสตรงแบบ CHAdeMO และแบบ The Combined Charging System (CCS) ที่มีเต้ารับและเต้าเสียบแบบ Type 2 หรือนิยมเรียกกันว่า Combo Type 2 อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศเนเธอร์แลนด์ต่อจำนวนประชากร ในปี พ.ศ. 2016 พบว่าประเทศเนเธอร์แลนด์มีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะประมาณ 1,562 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคน

รูปที่ 3-25: การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลและสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์
ณ สิ้นปี ค.ศ. 2011 – 2016



ที่มา: Netherlands Enterprise Agency (2017a)

ตารางที่ 3-5: จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศเนเธอร์แลนด์
ณ สิ้นปี ค.ศ. 2012 – 2016

วันที่	ประเภทสถานีประจุไฟฟ้า			
	ส่วนบุคคล (ประมาณการ)	สาธารณะ	กึ่งสาธารณะ	สถานีประจุ ไฟฟ้าแบบเร็ว
31 ธันวาคม ค.ศ. 2012	4,500-5,500	2,782	829	63
31 ธันวาคม ค.ศ. 2013	18,000	3,521	2,249	106
31 ธันวาคม ค.ศ. 2014	28,000	5,421	6,439	254
31 ธันวาคม ค.ศ. 2015	55,000	7,395	10,391	465
31 ธันวาคม ค.ศ. 2016	72,000	11,768	14,320	612

หมายเหตุ: สถานีประจุไฟฟ้าส่วนบุคคล หมายถึง สถานีประจุไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัย

สถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ หมายถึง สถานีประจุไฟฟ้าที่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าทุกคน และติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ทางหลวงระหว่างเมือง ห้างสรรพสินค้า ร้านอาหาร ที่จอดรถสาธารณะ และอื่น ๆ
สถานีประจุไฟฟ้ากึ่งสาธารณะ หมายถึง สถานีประจุไฟฟ้าที่จำกัดเฉพาะผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในการเข้าใช้พื้นที่ เช่น พนักงานของบริษัท ผู้ที่เป็นสมาชิก เป็นต้น

ที่มา: Netherlands Enterprise Agency (2017a)

ด้านผู้ประกอบการ ประเทศเนเธอร์แลนด์มีผู้ประกอบการเครือข่ายประจุไฟฟ้าหลักอยู่ 2 ราย คือ Fastned และ New Motion ทั้งสองรายนี้มีวิธีการตั้งอัตราค่าไฟฟ้าและบริการที่แตกต่างกัน โดย Fastned ผู้ให้บริการเครือข่ายประจุไฟฟ้าแบบ DC Fast Charging จากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมทั้งหมด ได้เสนอแพ็คเกจให้ผู้บริโภคเลือก 2 ทางเลือกได้แก่ ทางเลือกที่หนึ่งคือเก็บอัตราค่าไฟฟ้า 0.95 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงและไม่เก็บค่าธรรมเนียมรายเดือน และทางเลือกที่สองคือเก็บอัตราค่าไฟฟ้า 0.35 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงและเก็บค่าธรรมเนียม 9.99 ยูโรต่อเดือน (Fastned, 2018)

New Motion เป็นบริษัทผู้ออกแบบ จำหน่าย และบริการเครือข่ายประจุไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดในทวีปยุโรปโดยค่าใช้จ่ายสำหรับจุดประจุไฟฟ้าแต่ละจุดจะมีใช้วิธีคิดค่าบริการที่แตกต่างกันออกไปตามความต้องการของเจ้าของเครื่อง และผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้าสามารถทราบรายละเอียดค่าบริการผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ซึ่ง New Motion จะคิดค่าบริการกับเจ้าของเครื่องประจุไฟฟ้าในลักษณะ Top-up จำนวน 0.35 ยูโรต่อครั้งที่ผู้มาใช้บริการเครื่องประจุไฟฟ้านั้น ๆ เป็นจำนวน 20 ครั้งต่อเดือน เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การบำรุงรักษาจุดอัดประจุ เป็นต้น (The New Motion, 2018)

ถึงแม้ว่าเมื่อนำอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าสาธารณะแบบ DC Fast Charging (0.35 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) จะสูงกว่าอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยในกลุ่มที่อยู่อาศัย (0.086 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) แต่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์ยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากมาตรการ “The charging tree” ของรัฐบาลเนเธอร์แลนด์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้า

มาตรการนี้มีหลักการสำคัญคือการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้าโดยตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้าจะถูกกำหนดจากความต้องการของผู้บริโภค ภายใต้มาตรการ The charging tree ผู้ใช้บริการประจุไฟฟ้า ประกอบด้วยกลุ่มผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้าที่จอดรถและประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยหรือที่ทำงานของตนเอง กลุ่มสถานีประจุไฟฟ้ากึ่งสาธารณะซึ่งควรจะต้องอยู่บริเวณย่านการค้าและห้างสรรพสินค้า และกลุ่มสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ

หลักการสำคัญคือผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้าจะประจุไฟฟ้าส่วนใหญที่บ้านพักอาศัยหรือที่ทำงานของตนเอง เพราะการใช้บริการสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่า เนื่องจากผู้ให้บริการมีต้นทุนการติดตั้งและต้นทุนในการดำเนินการสูงกว่า อีกทั้งอาจประสบปัญหาที่ขาดต่อหัวประจุไฟฟ้าที่สถานีประจุไฟฟ้าไม่รองรับกับยานยนต์ของผู้ใช้ การใช้บริการสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะจึงควรเป็นทางเลือกสุดท้ายของผู้บริโภค ซึ่งผลจากหลักการนี้ทำให้สถานีประจุไฟฟ้าของภาคเอกชนและกึ่งสาธารณะเติบโตเร็วกว่าสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและเป็นการสร้างส่วนผสมของประเภทสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์ได้อย่างเหมาะสม (Ministry of Economic Affairs, 2017)

3.2.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

Van der Steen et al. (2014) ได้ประเมินโครงสร้างตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเนเธอร์แลนด์ และพบว่า มีปัจจัยที่เอื้อต่อการพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าหลายด้าน ทั้งในแง่ของสภาพภูมิประเทศที่ค่อนข้างเป็นที่ราบเรียบ เหมาะแก่การใช้นานยนต์ไฟฟ้า การมีประชากรที่กระจุกตัวหนาแน่น และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่มาก ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้มีการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณก๊าซดังกล่าว ปัจจัยดังกล่าวร่วมกับมาตรการทางการเงินของภาครัฐที่ช่วยลดต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ช่วยให้นานยนต์ไฟฟ้าสามารถแข่งขันกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ ทั้งในแง่ของราคาและความเหมาะสมในการใช้งาน

จากปัจจัยด้านภูมิประเทศ ความหนาแน่นของประชากรและวัฒนธรรมการใช้จักรยานของชาวเนเธอร์แลนด์ส่งผลให้ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ประสบความสำเร็จมากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ เนื่องจากชาวเนเธอร์แลนด์ส่วนมากอาศัยจักรยานสำหรับ เดินทางในระยะใกล้ ๆ และใช้รถยนต์สำหรับเดินทางในระยะทางไกล ๆ ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินไม่มีอุปสรรคเรื่องระยะทางขั้ว และตอบสนองลักษณะการใช้งานของชาวเนเธอร์แลนด์ ได้มากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Shahan, 2014)

อย่างไรก็ตาม ประเทศเนเธอร์แลนด์มีอุปสรรคสำคัญในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าอยู่ 2 ประการ ซึ่งเนเธอร์แลนด์ได้มีการดำเนินมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดทอนอุปสรรคเหล่านั้น ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การที่อุตสาหกรรมยานยนต์ภายในประเทศของเนเธอร์แลนด์มีขนาดเล็ก จึงเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้แก้ปัญหานี้ด้วยการพยายามใช้นโยบายเพื่อระดมทรัพยากรจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องให้เข้าร่วมในการส่งเสริมและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า มีการสร้างเครือข่ายระหว่างผู้ผลิต สหภาพการค้า และองค์กรเอกชนอื่น ๆ ให้เข้ามามีส่วนร่วมกับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้นตอน ทั้งในด้านการวิจัยและพัฒนา การลงทุนทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน การผลิต และการพัฒนาตลาด รวมถึงมีการใช้นโยบายทางการคลังเพื่อขยายตลาดยานยนต์ไฟฟ้า สร้างแรงจูงใจให้มีผู้ประกอบการเข้ามามีส่วนร่วมในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นอีกด้วย (International Energy Agency, 2015; 2016a; Van der Steen et al., 2014)

2. การที่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศเนเธอร์แลนด์อาศัยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติซึ่งไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนเป็นหลัก ทำให้การส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าอาจไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงานและการลดมลพิษเท่าที่ควร ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้พยายามแก้ปัญหานี้ด้วยการพยายามแสวงหาแหล่งพลังงานอื่น ๆ ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน มาใช้ในการผลิตไฟฟ้าทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่กำลังมีการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ ได้แก่ พลังลม พลังงานแสงอาทิตย์ เชื้อเพลิงชีวมวล และก๊าซธรรมชาติหมุนเวียน (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2014)

จุดเด่นของการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์ให้ประสบความสำเร็จ คือการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐบาล ภาคธุรกิจเอกชน ภาคสถาบันการศึกษา และองค์กรทางสังคมต่าง ๆ เพื่อระดมทรัพยากรมาใช้ในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าโดยมีเป้าหมายร่วมกันที่จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน ทั้งนี้สำหรับภาครัฐบาลเองก็ได้มีการวางนโยบายและใช้มาตรการในทุกระดับ ทั้งส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่น รวมถึงในส่วนของความร่วมมือระหว่างประเทศ ทำให้นโยบายต่าง ๆ ที่บังคับใช้มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ช่วยให้นโยบายและมาตรการทั้งหลายมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้นนั่นเอง

นอกจากนี้ ประเทศเนเธอร์แลนด์ยังมีโครงสร้างพื้นฐานที่ดี มีการขยายตัวของสถานีประจุไฟฟ้าทั้งประเภทส่วนบุคคล สาธารณะ กึ่งสาธารณะ และสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วอย่างต่อเนื่อง สถานีที่ตั้งสถานีประจุไฟฟ้ากระจายตัวอยู่บนที่ตั่งที่ผู้ใช้มีความต้องการประจุไฟฟ้าจึงทำให้ผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้าสามารถเข้าถึงได้อย่างสะดวกรวดเร็ว นอกจากนี้ชาวเนเธอร์แลนด์ยังให้ความสำคัญกับการลดปัญหามลภาวะและการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนั้นยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและตรงกับทัศนคติของผู้ใช้

3.3 ประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศในกลุ่ม OECD ที่มีการขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศญี่ปุ่นด้วยรถไฟในสัดส่วนที่สูงที่สุดจากระยะทางโดยสารทั้งหมด ในขณะที่การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนนมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นและมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ ทั้งในแง่ของระยะทางรวมและสัดส่วนในการขนส่งทั้งหมดอีกด้วย ในทางกลับกันการขนส่งสินค้าทางถนนภายในประเทศญี่ปุ่นมีความสำคัญมากที่สุดโดยมีสัดส่วนสูงถึงกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณสินค้าที่ถูกขนส่งทั้งหมด และร้อยละ 50 ของระยะทางการขนส่งทั้งหมด เมื่อพิจารณายานยนต์ทางถนนแต่ละประเภท จะพบว่ารถยนต์ (Passenger Cars) เป็นยานยนต์ที่มีจำนวนมากที่สุดมาโดยตลอด และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทั้งในแง่ของจำนวนและสัดส่วน รองลงมาคือรถบรรทุกและรถจักรยานยนต์

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศนำเข้าพลังงานในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 90 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด โดยจัดหาน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ อย่างไรก็ตามความพยายามในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและลดการบริโภคน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลงอย่างต่อเนื่องส่งผลให้สัดส่วนของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในการจัดหาพลังงานขั้นต้นลดลงจากร้อยละ 75.5 ในปีงบประมาณ ค.ศ. 1973 ไปเป็นร้อยละ 47.2 ในปี ค.ศ. 2012

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศญี่ปุ่นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง การใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม รองลงมาคือภาคธุรกิจการค้าและบ้านอยู่อาศัย เมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานใน

ภาคขนส่งแล้วพบว่าการใช้พลังงานในภาคขนส่งมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ และพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในภาคขนส่งอาศัยเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมสูงถึงกว่าร้อยละ 90 ของพลังงานที่ใช้ในภาคขนส่งทั้งหมด

ในระหว่างปีงบประมาณ ค.ศ. 2000 – 2010 ญี่ปุ่นผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลประมาณร้อยละ 60 – 65 รองลงมาคือการผลิตด้วยพลังงานนิวเคลียร์ประมาณร้อยละ 25-30 และพลังน้ำประมาณร้อยละ 7-10 แต่ภายหลังจากวิกฤตการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปี ค.ศ. 2011 รัฐบาลได้ระงับการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังนิวเคลียร์ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้นเป็นประมาณร้อยละ 90 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด ในขณะที่การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักทั้งในแง่ของจำนวนและสัดส่วน

3.3.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดเป้าหมายการเพิ่มส่วนแบ่งตลาดของยานยนต์รุ่นถัดไป (Next-generation automobiles) ตามกลยุทธ์ฟื้นฟูประเทศญี่ปุ่น The Japan Revitalization Strategy ที่ได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน ค.ศ. 2016 เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้นานยนต์รุ่นถัดไปไม่น้อยกว่าร้อยละ 50-70 ของจำนวนยานยนต์ทั้งหมด ภายในปี ค.ศ. 2030 (International Energy Agency, 2017: 340) โดยเป้าหมายส่วนแบ่งการตลาดของยานยนต์แต่ละประเภทในปี ค.ศ. 2030 รวมทั้งผลลัพธ์ที่ได้ในปี ค.ศ. 2016 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-6 จะเห็นได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดเป็นยานยนต์ประเภทเดียวที่สามารถบรรลุเป้าหมายล่วงหน้าก่อนปี ค.ศ. 2030 ในขณะที่ยานยนต์ประเภทอื่น ๆ ยังต้องพัฒนา สนับสนุน และส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง การสนับสนุนและส่งเสริมยานยนต์รุ่นถัดไปมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-6: เป้าหมายส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์รุ่นถัดไปและผลลัพธ์ของประเทศญี่ปุ่น

ประเภทยานยนต์	เป้าหมายปี 2030 (ร้อยละ) ¹	ผลลัพธ์ ปี 2016 (ร้อยละ) ¹
ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด	30-40	30.76
ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่	20-30	0.37
ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	20-30	0.22
ยานยนต์เซลล์เชื้อเพลิง	3	0.02
ยานยนต์ดีเซลพลังงานสะอาด	5-10	3.46

หมายเหตุ: 1 ร้อยละของส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่

ที่มา: International Energy Agency (2017c)

1. การสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนา โดยการจัดตั้งโครงการวิจัยเกี่ยวกับยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง สร้างความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างภาครัฐและเอกชน รวมถึงสนับสนุนเงินทุนในการวิจัยของภาคเอกชนและมหาวิทยาลัยต่าง ๆ โดยงานวิจัยที่ได้รับทุนจากกระทรวงเศรษฐกิจ การค้าและอุตสาหกรรม (Ministry of Economy, Trade and Industry: METI) ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยในระยะยาว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

- (1) ระยะการพัฒนาเทคโนโลยีพื้นฐาน (Basic Technologies)
- (2) ระยะโครงการสาธิตและโครงการต้นแบบ (Demonstration and Prototype) และ
- (3) ระยะการผลิตและการเปิดตลาด (Production and Early Deployment)

ในปี ค.ศ. 2016 METI ได้สนับสนุนด้านวิจัยและพัฒนาด้วยงบประมาณ จำนวน 4.33 พันล้านเยน โดยมีเป้าหมายดังต่อไปนี้ (IA-HEV, 2017)

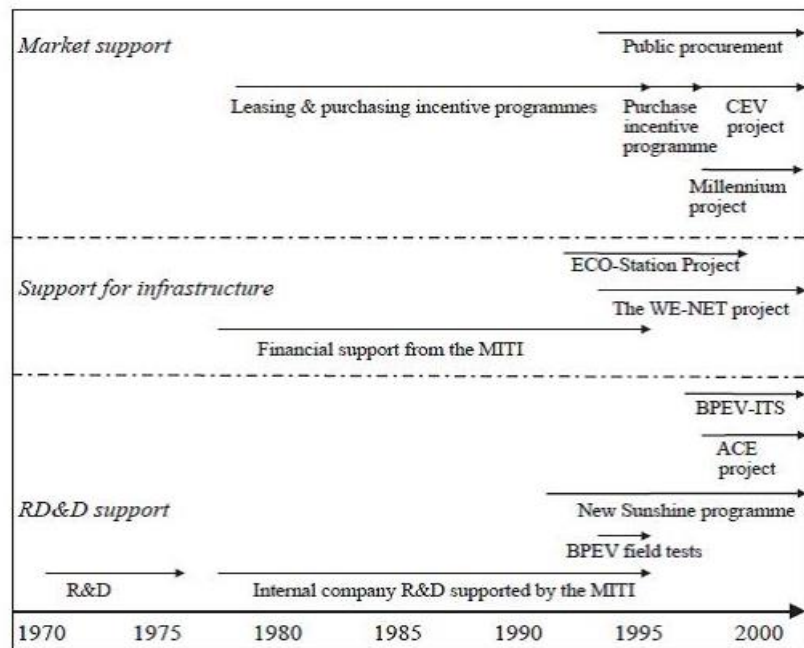
- (1) เพื่อส่งเสริมการใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ที่มีความจุมากขึ้นและมีต้นทุนต่ำเมื่อใช้ภายในยานยนต์
- (2) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ใหม่ นอกเหนือจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- (3) เพื่อพัฒนาการวิเคราะห์เทคโนโลยีของแบตเตอรี่

2. การสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน โดยการจัดตั้งโครงการเพื่อสร้างสถานีประจุไฟฟ้าทั้งแบบธรรมดาและแบบที่ทำการประจุไฟฟ้าได้เร็ว มีการจัดตั้ง “เมืองยานยนต์ไฟฟ้า (EV/PHEV Town)” เพื่อเป็นบริเวณต้นแบบที่มีการบังคับใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย

3. การสนับสนุนด้านตลาด โดยการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการลดหรือยกเว้นภาษีที่เก็บจากผู้ขายยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้ การให้เงินอุดหนุนจะคำนวณจากส่วนต่างของราคายานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงเบนซินที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยในปี ค.ศ. 2013 วงเงินอุดหนุนจะต้องไม่เกินคันละ 850,000 เยน (Lutsey, 2014) ต่อมาในปี ค.ศ. 2016 วงเงินอุดหนุนถูกปรับลดลงเหลือไม่เกินคันละ 600,000 เยน (International Energy Agency, 2017c) และผู้ขายยานยนต์รุ่นถัดไป (Next generation vehicles) จะได้รับสิทธิยกเว้นภาษีครอบครองรถยนต์ ภาษีตามน้ำหนักรถยนต์ และภาษีรถยนต์

นอกจากนี้ยังมีโครงการให้ผู้ที่ต้องการซื้อยานยนต์คันใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสามารถนำซากยานยนต์เก่ามาขายเป็นเงินได้ ภายใต้เงื่อนไขว่ายานยนต์ใหม่ที่ซื้อนั้นจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้

รูปที่ 3-26: มาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่น



ที่มา: Ahman (2006)

3.3.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมมากเป็นอันดับที่ 3 ของโลก ในปี ค.ศ. 2016 มียอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากว่า 40,000 คัน และมียอดขายยานยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนทั้งสิ้นแล้วกว่า 151,00 คัน (Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency, 2017) ซึ่งผลสัมฤทธิ์นี้ เกิดจากความมุ่งมั่นของรัฐบาลญี่ปุ่นในการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้บริโภคในการเปลี่ยนมาใช้นยานยนต์พลังงานสะอาด โดยครอบคลุมทั้ง ยานยนต์ไฟฟ้า ยานยนต์ไฮบริด ยานยนต์ดีเซลพลังงานสะอาด (Clean Diesel) และยานยนต์พลังงานเซลล์เชื้อเพลิงมาอย่างยาวนาน ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1996 และประสบความสำเร็จแล้วกับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยในปี ค.ศ. 2016 ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน มีส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์รุ่นถัดไปถึงร้อยละ 30.76 จากเป้าหมายอยู่ที่ร้อยละ 30 – 40 ในปี ค.ศ. 2030 ทั้ง ๆ ที่มาตรการให้เงินอุดหนุนยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะสิ้นสุดลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 แล้วก็ตาม

นอกจากนี้รัฐบาลญี่ปุ่นยังใช้งบประมาณเกือบ 30 พันล้านเยนต่อปีงบประมาณในการดำเนินมาตรการ “Subsidies for promoting introduction of clean-energy vehicles” ส่งผลให้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่นมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากในระหว่างปี ค.ศ. 2011–2014 โดยเพิ่มขึ้นจากจำนวน 16,150 คันในปี ค.ศ. 2011 เป็น 101,740 คันในปี ค.ศ. 2014 จากนั้นรัฐบาลได้ลดงบประมาณสำหรับใช้อุดหนุนในปี

ค.ศ. 2015 ลงเหลือ 10 พันล้านเยน ซึ่งในปีเดียวกันนั้นตลาดรถยนต์ใหม่ในประเทศญี่ปุ่นมียอดขายลดลงร้อยละ 10.3 (Japan Automobile Manufacturers Association, 2017) โดย Schmitt (2016) ได้วิเคราะห์สาเหตุที่ยอดขายรถยนต์ใหม่ในประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 2015 ลดลงก็เนื่องมาจากการลดลงของประชากร การเพิ่มขึ้นของผู้สูงอายุ และการเคลื่อนย้ายประชากรสู่เมืองใหญ่ที่มีการระบบขนส่งสาธารณะที่ดี และการที่ต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของรถยนต์เพิ่มสูงขึ้น ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่นลดลงถึง ร้อยละ 23.6

ต่อมา รัฐบาลญี่ปุ่นเพิ่มงบประมาณสำหรับการให้เงินอุดหนุนจาก 10 พันล้านเยนใน ปี ค.ศ. 2015 เป็น 20 พันล้านเยนในปี ค.ศ. 2016 ส่งผลให้ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นร้อยละ 35.5 จากปีที่ผ่านมา และในปี ค.ศ. 2017 งบประมาณอุดหนุน กลับลดลงอีกครั้งโดย เหลือเพียง 13.7 พันล้านเยน (METI, 2017)

ตารางที่ 3-7: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมของประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 2011 – 2015

ประเภทยานยนต์	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	16,130	29,600	44,350	60,460	70,930	86,390
รถยนต์ยนต์นั่งส่วนบุคคลไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด	20	10,980	25,110	41,280	55,470	64,860
รวม	16,150	40,580	69,460	101,740	126,400	151,250

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

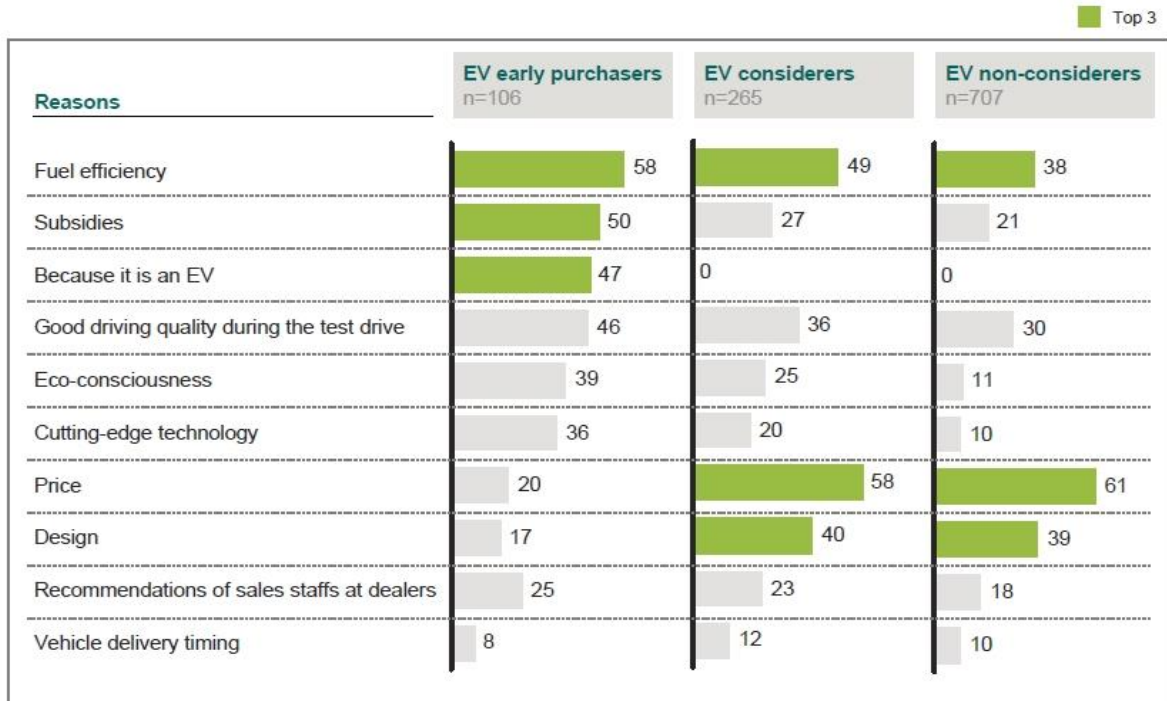
จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 2012 เกี่ยวกับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า พบว่า ปัจจัยสำคัญ 3 ประการแรกที่ประชาชนจะพิจารณาในการเลือกใช้นยานยนต์ไฟฟ้า คือ ราคา ประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิง และการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3-27

รูปที่ 3-27: มาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

จำแนกตามประเภทผู้ใช้รถยนต์

“I bought EV, just because it is EV!”

%; Reasons for selecting to buy last vehicle; Multiple answers



ที่มา: McKinsey & Company (2012)

ผลสัมฤทธิ์จากมาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าด้วยงบประมาณ 100.5 พันล้านบาทของโครงการ “Projects for facilitating the development a charging infrastructure” โดย METI ระหว่างปี ค.ศ. 2014 - 2015 ทำให้จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จาก 1,794 จุด ในปี ค.ศ. 2013 เป็น 22,110 จุด ในปี ค.ศ. 2015 อย่างไรก็ตามงบประมาณสำหรับสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า ในปี ค.ศ. 2016 ได้ลดลงเหลือ 30 พันล้านบาท ส่งผลให้สถานีประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียง 1,140 จุด และเป็นสถานีประจุไฟฟ้าแบบปกติ (Normal charging) ทั้งหมดอีกด้วย และต่อมาในปี ค.ศ. 2017 งบประมาณส่วนนี้ได้ลดลงเหลือเพียง 2.5 พันล้านบาท ซึ่งอาจส่งผลให้อัตราการเติบโตของสถานีประจุไฟฟ้าในประเทศไทยลดลงอีก จะเห็นได้ว่าการใช้มาตรการสนับสนุนได้ผลสัมฤทธิ์ภายในระยะเวลาอันสั้นและส่งผลให้สถานีประจุไฟฟ้ากระจายอยู่ทุกพื้นที่ในประเทศไทย

ตารางที่ 3-8: จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 2011 – 2016

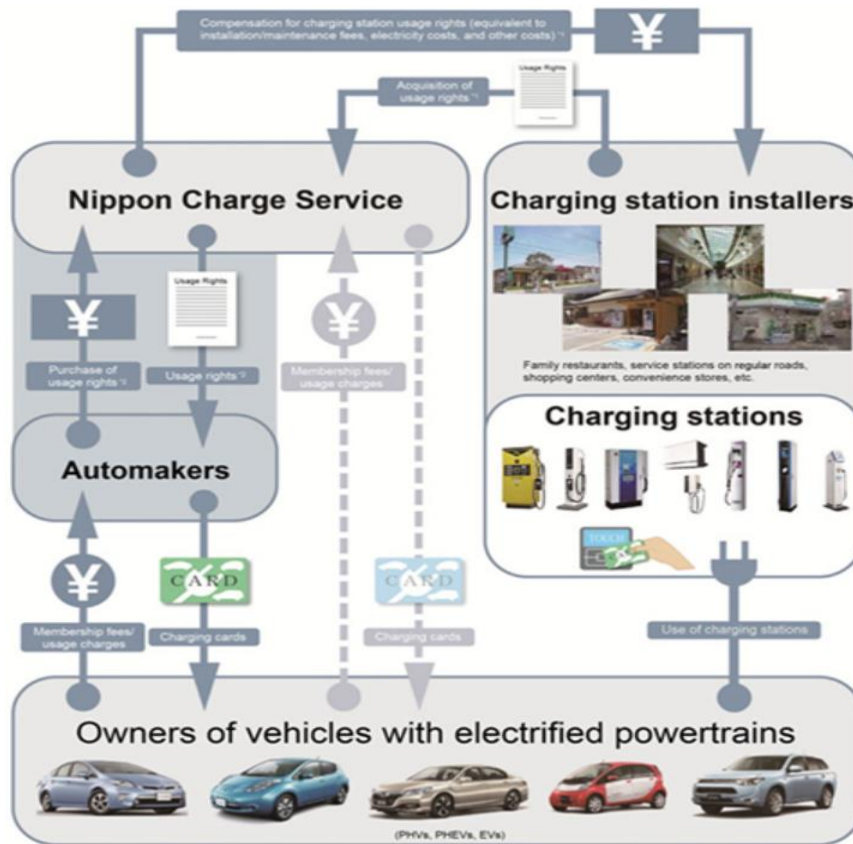
ประเภทสถานีประจุไฟฟ้า	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
แบบปกติ (Normal charging)	-	-	-	8,640	16,120	17,260
แบบเร็ว (Fast charging)	801	1,381	1,794	2,877	5,990	5,990
รวม	801	1,381	1,794	11,517	22,110	23,250

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

ในประเทศญี่ปุ่นสถานีประจุไฟฟ้าเกือบทั้งหมดจะเป็นสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและจากข้อมูลของ METI (2017) ระบุว่าในกลางปี ค.ศ.2017 ประเทศญี่ปุ่นมีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ จำนวน 27,835 จุด แบ่งเป็นแบบ Normal charging ที่มีเต้ารับและเต้าเสียบกระแสลบแบบ Type 1 ตามมาตรฐาน IEC 62196-2 จำนวน 20,270 จุด และแบบ DC Fast charging จำนวน 7,108 จุด โดยมีประมาณ 7,000 จุด ใช้เต้ารับและเต้าเสียบกระแสดรแบบ CHAdeMO ซึ่งใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าของ Honda, Mitsubishi, Nissan, Toyota, Peugeot, และ Citroen อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศญี่ปุ่นต่อจำนวนประชากร จากข้อมูล ณ เดือนมิถุนายน ค.ศ. 2017 พบว่ามีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ ประมาณ 220 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคนซึ่งสูงกว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน

นอกจากการสนับสนุนของภาครัฐ ทำให้มีการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้ว ผู้ผลิตรถยนต์ภายในประเทศ ได้แก่ Toyota Motor Corporation, Nissan Motor Co., Ltd., Honda Motor Co., Ltd., และ Mitsubishi Corporation ได้ร่วมกันก่อตั้งบริษัทใหม่โดยตั้งชื่อว่า “Nippon Charge Service” ในปี ค.ศ. 2014 สำหรับส่งเสริมการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้า โดยผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้บัตรสมาชิกเพียงหนึ่งใบก็สามารถใช้บริการสถานีประจุไฟฟ้าได้ครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ เพื่อที่จะช่วยสร้างเครือข่ายประจุไฟฟ้าให้มีความสะดวกสบายในการใช้งานมากขึ้น (International Energy Agency, 2016)

รูปที่ 3-28: ภาพรวมเครือข่ายประจุไฟฟ้าของ Nippon Charge Service



ที่มา: Mitsubishi Motors Corporation (2014)

การตั้งราคาสำหรับการประจุไฟฟ้าสาธารณะที่ดำเนินการโดย Nippon Charge Service จะเก็บค่าธรรมเนียมรายเดือนพร้อมกับอัตราค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาประจุไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ค่าธรรมเนียมรายเดือน 3,800 เยนและอัตราค่าไฟฟ้า 15 เยนต่อนาทีก (หรือประมาณ 0.14 ดอลลาร์สหรัฐต่อนาทีก) สำหรับ DC Fast charging หรือ ค่าธรรมเนียมรายเดือน 1,400 เยนและอัตราค่าไฟฟ้า 2.5 เยนต่อนาทีก (หรือประมาณ 0.02 ดอลลาร์สหรัฐ) สำหรับการประจุไฟฟ้าแบบปกติ ขณะที่อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับการประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัย แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 120 กิโลวัตต์ชั่วโมง อัตราค่าไฟฟ้า 19.43 เยนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง 2. ปริมาณการใช้ไฟฟ้าระหว่าง 121 – 300 กิโลวัตต์ชั่วโมง อัตราค่าไฟฟ้า 25.91 เยนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และ 3. ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 301 กิโลวัตต์ชั่วโมง อัตราค่าไฟฟ้า 29.93 เยนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (The Japan Times, 2018)

จากข้อมูลของ Statista (2015) พบว่าประเทศญี่ปุ่นมีอัตราค่าไฟฟ้าในกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยเฉลี่ยสูงกว่าประเทศอื่น ๆ โดยมีอัตราเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ขณะที่ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา นอร์เวย์ และ เนเธอร์แลนด์มีอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.18, 0.13, 0.19 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศญี่ปุ่นกลับมี

อัตราที่ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับ DC Fast charging ในประเทศญี่ปุ่น เท่ากับ 0.14 ดอลลาร์สหรัฐต่อนาที ซึ่งต่ำกว่าอัตราค่าไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา และนอร์เวย์ซึ่งมีอัตรา ค่าไฟฟ้าอยู่ที่ 0.59 และ 0.32 ดอลลาร์สหรัฐต่อนาที ตามลำดับ

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าสาธารณะมีส่วนช่วย ผลักดันในการพัฒนาโครงสร้างสถานีประจุไฟฟ้าให้ประสบความสำเร็จ นอกเหนือจากมาตรการส่งเสริม การติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าของรัฐบาลและความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่น

3.3.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วย พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากการศึกษานโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าของประเทศญี่ปุ่นพบว่า การดำเนินมาตรการที่นำไปสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วย พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล มีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสำเร็จในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าของประเทศญี่ปุ่นมีที่มาจากการที่ญี่ปุ่นมีอุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นของตัวเอง จึงสามารถพัฒนาต่อยอดการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างดี

2. อุตสาหกรรมยานยนต์ได้รับการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาจากภาครัฐ และมีความร่วมมือ ระหว่างภาครัฐกับภาคเอกชนในการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่เทคโนโลยีพื้นฐาน โครงการสาธิตและ โครงการต้นแบบ ไปจนถึงการผลิตและการเปิดตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาว นอกจากนี้รัฐยังได้ส่งเสริม การพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่อีกด้วย

3. มาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะการให้เงินอุดหนุนโดยตรงมีส่วนช่วยให้ยอดขาย ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4. การวางโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้าโดยให้แรงจูงใจที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง ทำให้สถานีประจุ ไฟฟ้ากระจายอยู่ทุกพื้นที่ในประเทศญี่ปุ่น และเกือบทั้งหมดเป็นสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ ภาคเอกชนโดยผู้ผลิต ยานยนต์ในประเทศญี่ปุ่นได้ร่วมมือกันติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าที่สามารถใช้ร่วมกันได้เพื่อสร้างเครือข่ายประจุไฟฟ้า ให้มีความสะดวกสบายในการใช้งานแก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น

5. การตั้งราคาประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศญี่ปุ่นโดยเก็บค่าธรรมเนียมรายเดือนและอัตราค่าไฟฟ้า ตามระยะเวลาประจุไฟฟ้าทำให้อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะมีอัตราที่ต่ำกว่าอัตราค่าไฟฟ้า ในกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่เก็บตามปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในอัตราค่าไฟฟ้า โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับสถานี ประจุไฟฟ้าสาธารณะมีส่วนช่วยผลักดันในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้าให้ประสบความสำเร็จ ในประเทศญี่ปุ่น

6. ความตระหนักในความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของชาวญี่ปุ่น ร่วมกับความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ส่งผลให้นานยนต์ไฟฟ้าได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในหมู่ผู้ขับขี้นานยนต์ชาวญี่ปุ่น อันเป็นผลดีต่อการส่งเสริมให้เกิดการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

3.4 ประเทศจีน

การขนส่งผู้โดยสารในประเทศจีนอาศัยการขนส่งทางถนนเป็นสำคัญในแง่จำนวนผู้โดยสาร การขนส่งผู้โดยสารที่มีความสำคัญรองลงมา ได้แก่ การขนส่งทางอากาศ และทางน้ำ ตามลำดับ แต่หากพิจารณาระยะเวลาทางการโดยสาร จะพบว่าการขนส่งผู้โดยสารโดยทางรถไฟมีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือการขนส่งทางถนน การขนส่งสินค้าในประเทศจีนใช้การขนส่งทางถนนเป็นหลักในแง่ปริมาณสินค้า แต่ทว่าเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการขนส่งแล้ว พบว่าการขนส่งทางน้ำมีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือการขนส่งทางถนน

ประเทศจีนใช้นานยนต์ทางถนนเพิ่มขึ้นในอัตราเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 17.2 ต่อปี ในระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2015 โดยยานยนต์ขนส่งผู้โดยสารมีอัตราเติบโตสูงถึงร้อยละ 19.3 ต่อปี นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาสัดส่วนยานยนต์ทางถนนทั้งหมดแล้วพบว่า ยานยนต์ขนส่งผู้โดยสารมีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 80 โดยส่วนใหญ่เป็นรถยนต์ขนาดเล็ก

ประเทศจีนพึ่งพาถ่านหินในฐานะแหล่งพลังงานขั้นต้นสูงถึงกว่าร้อยละ 70 ของพลังงานขั้นต้นทั้งหมด ในขณะที่น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และพลังงานอื่น ๆ มีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประเทศจีนสามารถจัดหาพลังงานขั้นต้นได้เองและพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศน้อยมาก การใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม รองลงมาคือภาคครัวเรือนและภาคขนส่งและกักเก็บสินค้า ในภาคขนส่ง การใช้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่คือน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน ในการผลิตไฟฟ้า ประเทศจีนผลิตกระแสไฟฟ้ากว่าร้อยละ 70 จากพลังความร้อนโดยอาศัยถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลัก นอกจากนี้ประเทศจีนยังผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ พลังลม และนิวเคลียร์ ในสัดส่วนที่ไม่มากนัก

3.4.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศจีนได้มีการวางนโยบายในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าควบคู่ไปกับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-10 จะเห็นได้ว่าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016 รัฐบาลจีนได้บรรจุให้การพัฒนาานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในแผนการพัฒนาศรษฐกิจของชาติ และได้กำหนดผู้รับผิดชอบทั้งในระดับประเทศและระดับท้องถิ่นเพื่อประสานงานและบูรณาการส่งเสริมให้มีการใช้นานยนต์เพิ่มมากขึ้น นโยบายและมาตรการเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อลดการพึ่งพาพลังงานนำเข้า ลดปัญหามลภาวะทางการอากาศ ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

นอกจากนี้ ยังได้ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศอีกด้วยทั้งการวิจัยและพัฒนา การสร้างยี่ห้อของประเทศจีน และการออกแบบยานยนต์ไฟฟ้า

รูปที่ 3-29: การให้เงินอุดหนุนเพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน ปี ค.ศ. 2009 – 2016



ที่มา: The International Council on Clean Transportation (2017)

จากรูปที่ 3-29 หากพิจารณาเฉพาะทางด้านนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าโดยการให้เงินอุดหนุน (Subsidy) ในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า พบว่าในช่วงต้นปี ค.ศ. 2009 รัฐบาลได้เปิดตัวโครงการนำร่องที่เรียกว่า “Ten Cities, Thousand Vehicles” โดยกำหนดให้แต่ละมณฑลเปลี่ยนมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้าบนท้องถนนเป็นจำนวน 1,000 คัน ซึ่งส่งผลให้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย แต่ยานยนต์ไฟฟ้าเหล่านี้ส่วนใหญ่จำกัดอยู่เพียงแค่นยานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานท้องถิ่นเช่น รถโดยสารประจำทาง รถโดยสารไม่ประจำทาง รถบรรทุกขยะ เป็นต้น

ในปี ค.ศ. 2010 รัฐบาลกลางได้เริ่มให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในเมือง Shanghai, Changchun, Shenzhen, Hangzhou และ Hefei เป็นมูลค่า 60,000 หยวนต่อคันสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ และ 50,000 หยวนต่อคันสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 มูลค่าเงินอุดหนุนสำหรับยานยนต์นั่งส่วนบุคคลมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ โดยรายละเอียดของเงินอุดหนุนยานยนต์ไฟฟ้าตามประเภทยานยนต์จากรัฐบาลกลางในช่วงปี ค.ศ. 2013 - 2016 แสดงไว้ในตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9: มูลค่าแรงจูงใจที่รัฐบาลกลางให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท

หน่วย: พันหยวน

ประเภทยานยนต์	Technical Specifications	มูลค่าแรงจูงใจในปี ค.ศ. 2013 - 2016 (ต่อคัน)			
		2013	2014	2015	2016
ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	$80\text{km} \leq \text{Autonomy} < 150\text{km}$	35	33.25	31.5	25
	$150\text{km} \leq \text{Autonomy} < 250\text{km}$	50	47.5	45	45
	$\text{Autonomy} \geq 250\text{km}$	60	57	54	55
ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	$\text{Autonomy} \geq 50\text{km}$	35	33.25	31.5	30
ยานยนต์ไฟฟ้าแบบเซลล์เชื้อเพลิง	-	200	190	180	200
รถบัสไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	$6\text{m} \leq \text{Length} < 8\text{m}$	300			
	$8\text{m} \leq \text{Length} < 10\text{m}$	400			
	$\text{Length} \geq 10\text{m}$	500			
รถบัสไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด	$\text{Length} \geq 10\text{m}$	250			
รถบรรทุกไฟฟ้าแบบเซลล์เชื้อเพลิง	-	500	450	400	500

ที่มา: Ou et al. (2016), International Energy Agency (2017)

ตารางที่ 3-10: นโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016

ปี ค.ศ.	แผนงานและมาตรการ	การดำเนินการตามแผนงานและมาตรการ	ประเภทและระดับของการอุดหนุน
1986	7 th Five Year Plan	Designates autos a “pillar industry”	
Early 1990s	EV R&D support from government begins		
1994	State Council	Formal Policy on Development of Automotive	
1998	National Automotive Standardization Technical Committee established for EVs	EVSC subsequently sets range of EV standards	
1998	Standardization Committee (EVSC)		
1999	National Clean Vehicle Action	12 cities then 20 cities in successful CNG and LPG demonstration program, mostly retrofitting	MOST invested Y50 mill RMB, local governments invested billions more
2001	National 863 R&D Program begins	Firms like li-ion maker BAK battery get grants	Total of Y2 billion spent on EVs
2004	New Automotive Industry Policy	Consolidation; brand building; design	Discriminated against imported parts
2006	National Guidelines on Medium and Long Program for Science and Technology Development (2006 – 2009)	Emphasized efficient and alternative fuel vehicles	
2006	11 th Five Year Plan	Target specific vehicle components for support, focus on energy efficient/alternative energy vehicles	Y4.7 billion for R&D for energy eff. Vehicles
2007	State Grid public EVs trial plan	State Grid to convert public transit, taxis, sanitation trucks to EVs on Trial basis in certain cities, and develop a nationwide network of charging stations	

ตารางที่ 3-10: นโยบายส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016 (ต่อ)

ปี ค.ศ.	แผนงานและมาตรการ	การดำเนินการตามแผนงานและมาตรการ	ประเภทและระดับของการอุดหนุน
2007	Rules on the Production Admission Administration of New Energy Automobiles	NDRC release	
2008	MOST announced “Ten Cities Thousand Vehicles” project	Aim for 100 HEVs, BEVs, FCVs in municipal fleets of each of 13 cities, build required charging stations in 3 years	\$15 billion of government money committed to overall EV agenda at this time
2009	MIIT IP Regulations	Domestic enterprise must own IP for motor, battery and inverter for EVs made in China	
2009	Notice on New Energy Vehicle Demonstration and Extension Work	Subsidize public sector purchase of EVs in 13 cities for use as taxis, sanitation, postal service, police	60,000-yuan subsidy for BEV, 50,000 yuan for advanced hybrids (only for public sector use)
2010	New energy vehicle development program	NDRC launches new NEV support program	
2010	Ten Cities, Thousand Vehicles Program	Program has expanded to 25 cities, 5 identified for private subsidy as well as public fleet subsidy. Only private buyers in these cities get subsidy	Pilot city subsidy programs include free electricity for 3 years for private buyers exemption from license registration in Beijing and Shanghai
2011	NEV IP & Ownership Requirement	NEV parts manufacturer must be >50% domestic firm owned	
2011	Target	NEV target of 500,000 is missed	
2012	EV Sales Tax Waiver and Subsidies	Imported EVs now face a 25% customs duty, sales tax, and no subsidy	EVs made in China get 9% sales tax waived, plus subsidies up to 120,000 yuan in certain cities

ตารางที่ 3-10: นโยบายส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016 (ต่อ)

ปี ค.ศ.	แผนงานและมาตรการ	การดำเนินการตามแผนงานและมาตรการ	ประเภทและระดับของการอุดหนุน
2012	State Council Strategic Industry	NEVs identified as one of 7 strategic industries	
2012	Target	All but a few cities in ten Cities Thousand Vehicles program miss target	
2012	State Council Energy Saving and New Energy Vehicle Industry Development Plan	Goal of 500,000 BEVs and PHEVs, developed, as well as 2,000 charging/swapping station, by 2015, and 5 million vehicles by 2020	MOST, MOF, MIIT agree to invest over 100 billion RMB (\$15 billion) to achieve target1
2013	Subsidy renewal	NDRC announces all-electric vehicle subsidy to be renewed. Hybrids excluded.	As much as Y60,000 subsidy for EV, Y500,000 for FCV, and Y500,000 for EV bus, Hybrids retain Y3,000 subsidy under different vehicle eff. provision
2014	Subsidy decrease	The standard of subsidies decreases by 10% respectively on the basis of the standard in 2013	For BEV, PHEV, FCV, but will remain unchanged for battery electric bus and plug-in hybrid buses
2014	Exemption Purchase Tax	From September 1, 2014 to the end of 2017, three categories of new energy vehicle approved to be sold (including the imported) in the territory of China should be exempted from vehicle purchase tax	For BEV, PHEV, and FCV
2014	Incentive for Construction of NEV Charging Facilities	There are central finance plans to arrange funds to provide an award for the construction of charging facilities in new energy vehicle promotion cities or cluster of cities	The number of promoted NEV is calculated by taking a BEV as standard, and other types of NEV are converted as per relevant proportion.

ตารางที่ 3-10: นโยบายส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในระหว่างปี ค.ศ. 1986 – 2016 (ต่อ)

ปี ค.ศ.	แผนงานและมาตรการ	การดำเนินการตามแผนงานและมาตรการ	ประเภทและระดับของการอุดหนุน
2015	Requirements of Industry Standards for Automotive Power Storage Batteries	The goal of the policy is to implement the “Notice of the State Council on Issuing the Planning for the Development of the Energy-Saving and New Energy Automobile Industry	
2015	Subsidy decrease	The standard of subsidies decreases by 20% respectively on the basis of the standard in 2013	For BEV, PHEV, FCV, but will remain unchanged for battery electric bus and plug-in hybrid buses
2015	Made in China 2025	The first 10-year action guideline of the Chinese government to implement the strategy of becoming a powerful manufacturing country	
2016	Administrative Method for Carbon Quota of NEV	Set up annual proportion requirements on production and sales of NEV and fuel vehicles for specified scale enterprises of fuel vehicles in accordance with plan target, and convert the requirements as carbon quota of NEV to be handed in by enterprises	

หมายเหตุ: EVSC คือ Electric Vehicle Standardization committee MOF คือ Ministry of Finance
 MOST คือ Ministry of Science and Technology NDRC คือ National Development and Reform Commission
 MIIT คือ Ministry of Industry and Information Technology HEV คือ Hybrid Electric Vehicle
 BEV คือ Battery Electric Vehicle FCV คือ Fuel Cell Vehicle
 NEV คือ New Energy Vehicle

ที่มา: Howell, Lee and Heal (2014), IEA (2015, 2016, 2017)

ต่อมา ในวันที่ 29 ธันวาคม ค.ศ. 2016 มีการเปลี่ยนแปลงมาตรการอุดหนุน สำหรับใช้ในปี ค.ศ. 2017-2020 ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 6 นับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2009 โดยจำนวนเงินอุดหนุนจะลดลง ร้อยละ 20 ทุก ๆ 2 ปี จากมาตรการในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งมาตรการที่ถูกออกแบบใหม่นี้จะมีหลักเกณฑ์ ที่ซับซ้อนมากขึ้น ด้วยเกณฑ์ความหนาแน่นของพลังงานในแบตเตอรี่ (battery energy density) และเกณฑ์ อัตราการใช้พลังงานไม่เกินค่าที่กำหนดสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้ผลิตรถยนต์ ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และเกิดประสิทธิภาพอย่างแท้จริงนอกเหนือจาก ระยะทางวิ่งต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง (Electric range)

ตารางที่ 3-11: เงินอุดหนุนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลในปี ค.ศ. 2016 และ ค.ศ. 2017 - ค.ศ. 2018
จากรัฐบาลกลางในประเทศจีน

หน่วย: พันหยวน

ประเภทยานยนต์	การกักเก็บพลังงานของ แบตเตอรี่ (วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม)	Technical Specifications	มูลค่าเงินอุดหนุน
			2017-2018
ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ แบตเตอรี่	90-120	100km ≤ Autonomy < 150km	20
		150km ≤ Autonomy < 250km	36
		>250km	44
	>120	100km ≤ Autonomy < 150km	22
		150km ≤ Autonomy < 250km	40
		Autonomy > 250km	4.8
ยานยนต์ไฟฟ้า ไฮบริดปลั๊กอิน	-	Autonomy ≥ 50	6 ต่อกิโลวัตต์
ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ เซลล์เชื้อเพลิง	-	-	200

ที่มา: The International Council on Clean Transportation (2017)

จากตารางที่ 3-11 ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ที่ได้รับเงินอุดหนุน ในปี ค.ศ. 2017 จะต้องผ่าน เงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้ ประการแรก ต้องขับเคลื่อนด้วยระยะทางไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อการประจุ ไฟฟ้าหนึ่งครั้งด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ประการที่สอง ต้องมีความหนาแน่นของพลังงาน ในแบตเตอรี่ (battery energy density) ไม่น้อยกว่า 90 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม และเงื่อนไขประการสุดท้าย คือ ต้องมีอัตราการใช้พลังงานไม่เกินค่าที่กำหนดโดยพิจารณาจากตัวแปรน้ำหนักของยานยนต์ไฟฟ้า แบบแบตเตอรี่ แสดงดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12: เกณฑ์อัตราการใช้พลังงานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ที่เข้าเงื่อนไขได้รับ
เงินอุดหนุนจากรัฐบาลกลาง

น้ำหนักยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ (กิโลกรัม)	อัตราการใช้พลังงานสูงสุด (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อ 100 กิโลเมตร)
$\leq 1,000$	$(0.014 \times \text{น้ำหนักรถยนต์}) + 0.5$
$1,000 - 1,600$	$(0.012 \times \text{น้ำหนักรถยนต์}) + 2.5$
$> 1,600$	$(0.005 \times \text{น้ำหนักรถยนต์}) + 13.7$

ที่มา: The International Council on Clean Transportation (2017)

อีกทั้งยังได้ปรับปรุงหลักเกณฑ์ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่ขับเคลื่อนด้วยโหมดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวได้น้อยกว่า 80 กิโลเมตร โดยจะต้องทดสอบด้วยโหมดการขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวให้ได้อัตราสิ้นเปลืองพลังงานต่ำกว่าค่าที่กำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรม และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Industry and Information Technology: MIIT) ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่วิ่งด้วยโหมดไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวได้มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง จะไม่ต้องทดสอบการขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง (The International Council on Clean Transportation, 2017)

นอกจากนี้ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะได้ประโยชน์ทางการเงินจากมาตรการจูงใจทางด้านภาษี ระหว่าง ปี ค.ศ. 2014-2017 ด้วยการยกเว้นภาษีบริโภค และภาษีซื้อ (และลดค่าธรรมเนียมในการจดทะเบียนยานยนต์ ลงร้อยละ 50)

สำหรับมาตรการส่งเสริมระดับรัฐบาลท้องถิ่น ในประเทศจีนได้ให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อยานยนต์ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน รุ่นต่าง ๆ ในแต่ละเมืองโดยมีรายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างเช่น ในกรุงปักกิ่ง รัฐบาลท้องถิ่นให้เงินอุดหนุนเป็นจำนวนเงิน 8,646 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อยานยนต์ประเภท ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ หนึ่งคัน นอกจากนี้ รัฐบาลท้องถิ่นของกรุงปักกิ่งยังจะวางแผนในการเพิ่มจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าในกรุงปักกิ่งจาก 20 แห่ง เป็น 100 แห่ง เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้า

รัฐบาลท้องถิ่นในเมืองและจังหวัดต่าง ๆ กำหนดคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าที่จะได้รับเงินอุดหนุนในระดับท้องถิ่นแตกต่างกันและคัดเลือกยานยนต์ไฟฟ้าเฉพาะบางรุ่นที่จะได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลท้องถิ่น และมีแนวโน้มที่จะเอื้อประโยชน์ให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าในท้องถิ่นของตนเอง ดังนั้นการให้เงินอุดหนุนในลักษณะนี้จึงเป็นมาตรการทางอ้อมในการส่งเสริมการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในระดับประเทศและระดับท้องถิ่น ซึ่งการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้บริโภคในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับจากรัฐบาลกลางและท้องถิ่นรวมกันแล้วมีมูลค่าสูงถึง 17,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อยานยนต์หนึ่งคัน

ตารางที่ 3-13: มูลค่าแรงจูงใจที่รัฐบาลท้องถิ่นให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท

อันดับที่	เมือง	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่		ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน		รถบัสไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่			
		คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	8m ≤ Length < 10m		8m ≤ Length < 10m	
						คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ
1	Beijing	54	8.6	-	-	-	-	-	-
2	Shanghai	40	6.4	30	4.8	400	64	500	80.1
3	Guangzhou	60	9.6	35	5.6	400	64	500	80.1
4	Shenzhen	60	9.6	35	5.6	400	64	500	80.1
5	Tianjin	54	8.6	31.5	5	-	-	-	-
6	Taiyuan	20	5	-	-	400	64	500	80.1
7	Dalian	43.2	6.9	25.2	4	320	51.2	400	64
8	Ningpo	54	8.6	31.5	5	400	64	500	80.1
9	Wuhu	15	2.4	10	1.6	-	-	-	-
10	Qingdao	60	9.6	35	5.6	80	12.8	100	16
11	Xinxiang	54	8.6	-	-	-	-	-	-
12	Wuhan	54	8.6	35	5.6	400	64	500	80.1

ตารางที่ 3-13: มูลค่าแรงจูงใจที่รัฐบาลท้องถิ่นให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภท (ต่อ)

อันดับที่	เมือง	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่		ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน		รถบัสไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่			
		คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	8m ≤ Length < 10m		8m ≤ Length < 10m	
						คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ	คันหายวน	คันดอลลาร์ สหรัฐ
13	Xiangyang	54	8.6	31.5	5	135	21.6	450	72
14	Foshan	54	8.6	31.5	5	400	64	500	80.1
15	Xi'na	54	8.6	31.5	5	400	64	500	80.1
16	Hangzhou	30	4.8	20	3.2	400	64	500	80.1
17	Nanchang	44	7	24	3.8	110	17.6	150	24

ที่มา: Masiero et al. (2016)

อย่างไรก็ตามการให้เงินอุดหนุน และมาตรการทางภาษี สำหรับส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าควรจะถูปรับให้ลดลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปโดยพิจารณาถึง market maturity และการบริโภคยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเพียงพอต่อการบรรลุเป้าหมายความยั่งยืน (sustainable goal) ในอนาคต

ในระหว่างปี ค.ศ. 2010- 2014 รัฐบาลจีนได้ลงทุนเพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้นานยนต์ไฟฟ้าโดยอาศัยมาตรการต่าง ๆ อันได้แก่ 1) การให้เงินทุนวิจัยและพัฒนาแก่ผู้ผลิต OEM, ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และสถาบันวิจัย 2) การให้รัฐวิสาหกิจเป็นผู้ลงทุนสร้างสถานีประจุไฟฟ้า 3) การให้เงินอุดหนุนในการชื้อยานยนต์ไฟฟ้าจากรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่น 4) การยกเว้นภาษีอันได้แก่ ภาษีสรรพสามิต, ภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีรถยนต์ 5) การให้ดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำแก่ ผู้ผลิต OEM และผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า 6) การให้เงินอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidies) การยกเว้นภาษี 7) การลดค่าเช่าให้แก่ผู้ผลิต OEM, ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และนักลงทุนเพื่อลงทุนในโรงงานผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีประจุไฟฟ้า และ 8) การให้เงินวิจัยขนาดเล็กแก่มหาวิทยาลัยโดยรัฐบาลท้องถิ่น

นอกจากนี้ รัฐบาลของประเทศจีนยังใช้ “โครงการต้นแบบ (demonstration projects) ขนาดใหญ่” เป็นตัวอย่างเพื่อสร้าง public awareness และกระตุ้นให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ปรับและเปลี่ยนแปลงบทบาทของตนเองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการลงทุนทางด้าน infrastructure และในการเพิ่มการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ประเทศจีนได้ใช้โครงการต้นแบบขนาดใหญ่ส่งเสริมให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าเติบโตและก้าวหน้าขึ้นผ่านทางการจัดหาของภาครัฐ (Public Procurement) ในโครงการขนส่งสาธารณะซึ่งได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐจึงทำให้ผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสามารถขยายปริมาณการผลิตไปยังขนาดที่ดีที่สุด (optimal scale) ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มการใช้งานเป็นการสร้างตัวอย่างให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ในภาคเอกชน (Tao, 2013)

นอกจากรัฐบาลกลางแล้ว ในระดับท้องถิ่นโดยเฉพาะเมืองใหญ่ ๆ ในประเทศจีนได้ส่งเสริมการผลิตและจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าทั้งที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์แบบ Hybrid โดยให้แรงจูงใจทางด้านภาษี แต่การให้แรงจูงใจทางด้านภาษีนี้อีกกลับทำให้เกิดการกีดกันทางการค้าระหว่างท้องถิ่นด้วยกันเอง โดยแรงจูงใจทางด้านภาษีนี้อีกแก่ท้องถิ่นที่มีภาคการผลิตรถยนต์จึงดึงดูดให้ผู้ผลิตรถยนต์หันไปลงทุนในท้องถิ่นเหล่านี้มากยิ่งขึ้น และไม่สนใจที่จะลงทุนในท้องถิ่นอื่น ๆ ที่ไม่มีมาตรการจูงใจทางด้านภาษีส่งผลให้นักลงทุนทั้งในประเทศและต่างประเทศเลือกที่จะไม่ลงทุนในพื้นที่เหล่านี้

เพื่อส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศ รัฐบาลใช้ภาษีนำเข้าเป็นเครื่องมือในการกีดกันทางการค้า ทำให้นานยนต์ไฟฟ้าจากต่างประเทศมีราคาสูง แต่ขณะเดียวกันมาตรการภาษีนำเข้านี้ก็กลับสร้างข้อจำกัดทางด้านอุปสงค์ทำให้จำกัดจำนวนการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ และขณะเดียวกันก็เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าให้มียานยนต์ไฟฟ้าที่หลากหลายสนองตอบความต้องการภายในประเทศและต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่การแข่งขันในตลาดจะนำไปสู่การวิจัยและพัฒนาานยนต์ไฟฟ้ารวมทั้งการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย (Tao, 2013)

นอกจากนี้ รัฐบาลยังได้อำศัยมาตรการและเครื่องมือที่ใช้ทางการเงินเพื่อสนับสนุนให้ผู้บริโภคเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น อาทิเช่น การออกทะเบียนรถยนต์โดยไม่ต้องอาศัยขั้นตอนการจับสลาก การยกเว้นข้อจำกัดในการขับรถยนต์ในพื้นที่ที่จราจรแออัด หรือในกรุงปักกิ่ง ที่มีการจำกัดจำนวนยานยนต์ที่จะนำออกมาใช้ในเมืองในแต่ละวัน โดยแบ่งตามป้ายทะเบียนเพื่อแก้ปัญหาการจราจรหนาแน่น เช่น วันจันทร์ห้ามรถยนต์ส่วนตัวที่เลขทะเบียนรถลงท้ายด้วย 2 และ 7 ขับเข้าเมือง ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าได้รับการยกเว้นจากกฎนี้ อีกทั้งยังได้มีการกำหนดเมืองต้นแบบและทดลองให้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าในสามปีแรกหรือขับขี่ภายในระยะทาง 60,000 กิโลเมตรได้ใช้ไฟฟ้าฟรี เป็นต้น (Tao, 2013)

การพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ที่สำคัญอันได้แก่ สถานีประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้า ในประเทศจีน สถานีประจุไฟฟ้ายังไม่มีมาตรฐานเป็นหนึ่งเดียวภายในประเทศและยังไม่ได้มาตรฐานที่จะรองรับการใช้งานร่วมกับยานยนต์ไฟฟ้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ ปัจจุบันจึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้สถานีประจุไฟฟ้าและเครื่องประจุไฟฟ้ายังมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการและตั้งอยู่ในสถานที่ที่ไม่เหมาะสม อาทิเช่น สถานที่ควบคุมโดยรัฐบาล สถานที่ที่มีอยู่ห่างไกลหรืออยู่ใต้ดินเนื่องจากที่ดินมีราคาสูง แต่สถานีประจุไฟฟ้าและเครื่องประจุไฟฟ้าไม่ได้ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้งานสูง นอกจากนี้ ผู้ใช้นานยนต์ในมหานคร (megacities) ยังเผชิญกับความยากลำบากในการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าแบบเร็วและต้องติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบช้าเพื่อใช้ในบ้านซึ่งจะต้องใช้เวลารวม 12 – 15 ชั่วโมงในการอัดประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าต่อครั้ง ประชากรในเขตเมืองมักอาศัยอยู่ในอพาร์ทเมนต์ที่แออัดและไม่มีที่จอดรถประจำเป็นของตนเองจึงไม่สามารถติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยได้ ในการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าเพื่ออัดประจุแบตเตอรี่ในที่พักอาศัยจำเป็นต้องมีพื้นที่โดยเฉพาะเพื่อใช้ในการอัดประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ในกระบวนการขออนุมัติเพื่อติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าก็มักใช้เวลาในการติดต่อกับผู้จำหน่ายไฟฟ้าและนิติบุคคลที่ดูแลอาคารหรืออพาร์ทเมนต์ ปัจจุบันเหล่านี้จึงเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน (Gao et al., 2015; Tao, 2013)

ในเมืองใหญ่เช่นกรุงปักกิ่งและเซี่ยงไฮ้ การให้บริการเช่ายานยนต์ไฟฟ้าและการให้บริการรถยนต์นั่งสาธารณะสามารถส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในภาคเอกชนให้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากผู้ให้บริการเช่ารถมีพื้นที่ที่สามารถติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าและใช้ในการอัดประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าได้ รัฐบาลจีนจึงได้ส่งเสริมให้ธุรกิจเหล่านี้หันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการสร้าง fleet ยานยนต์ไฟฟ้าในธุรกิจนี้ต้องส่งเสริมควบคู่ไปกับการพัฒนาแบตเตอรี่และการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น การใช้เวลาในการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่นานจะยิ่งทำให้ผู้ให้บริการสูญเสียรายได้จากการให้บริการ (Tao, 2013)

3.4.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

จะเห็นได้จากการดำเนินนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 ด้วยงบประมาณที่ใช้สนับสนุนแล้วกว่า 33.4 พันล้านหยวน ทำให้จำนวน

ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีจำนวนรวมมากที่สุดในโลกในปี ค.ศ. 2016 แทนที่สหรัฐอเมริกาด้วยจำนวน 648,770 คัน คิดเป็นร้อยละ 32.2 ของยานยนต์ไฟฟ้าสะสมทั่วโลก การเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาโดยเพิ่มขึ้นจาก 32,220 คันในปี ค.ศ. 2013 เป็น 648,770 คันในปี ค.ศ. 2016

ตารางที่ 3-14: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในประเทศจีน ปี ค.ศ. 2010 – 2016

ประเภทยานยนต์	ปี ค.ศ.						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	1570	6320	15,960	30,570	79,480	226,190	483,190
ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	340	660	920	1650	25,920	86,580	165,580
รวม	1,910	6,980	16,880	32,220	105,390	312,770	648,770

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency. (2017)

ตารางที่ 3-15: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลทั่วโลกในปี ค.ศ. 2016

ประเทศ	จำนวนยานยนต์ไฟฟ้า (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
จีน	648,770	32.2
สหรัฐอเมริกา	563,710	28.0
ญี่ปุ่น	151,25	7.5
นอร์เวย์	133,260	6.6
เนเธอร์แลนด์	112,010	5.6
สหราชอาณาจักร	86,420	4.3
ฝรั่งเศส	84,000	4.2
เยอรมนี	72,730	3.6
สวีเดน	29,330	1.5
แคนาดา	29,270	1.5
อื่น ๆ	103,490	5.1
รวม	2,014,240	100

หมายเหตุ: ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ส่วนบุคคลหมายถึง ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และ ยานยนต์ไฟฟ้าแบบเซลล์เชื้อเพลิง

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency. (2017)

ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาทางด้านอุปสงค์ Gao et al. (2015) พบว่าประเทศจีนมีการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ผู้บริโภคเลือกใช้ยี่ห้อและรุ่นที่หลากหลาย ผู้บริโภคสามารถประหยัดต้นทุนในการเดินทาง

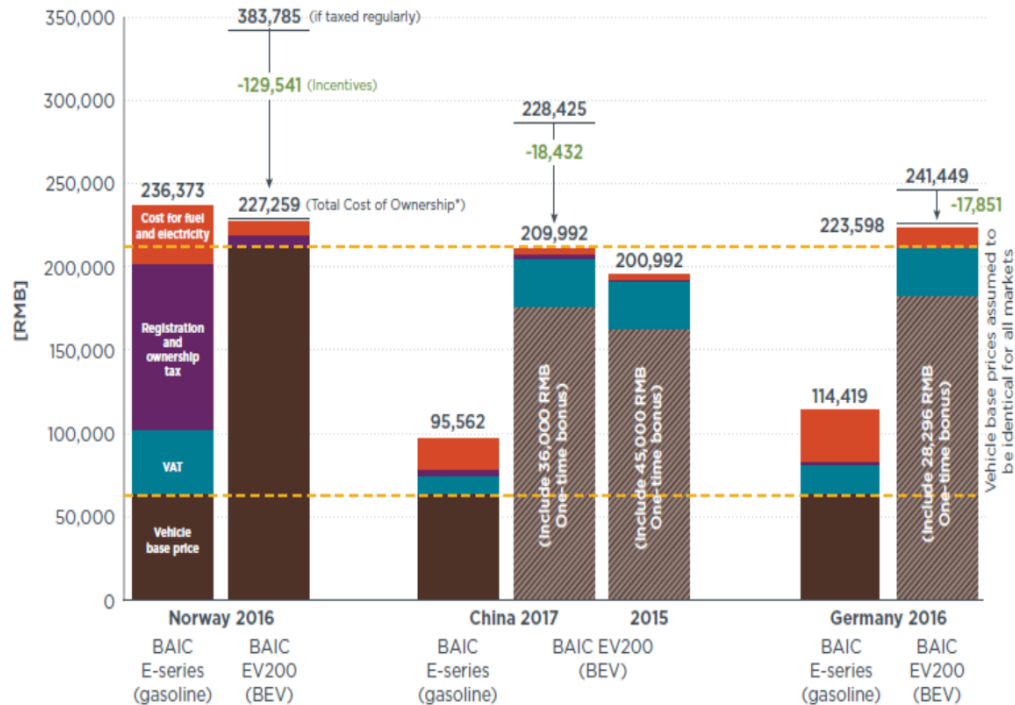
ได้มากที่สุดเมื่อเดินทางด้วยยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากอัตราค่าไฟฟ้าที่ต่ำในประเทศจีน นอกจากนี้เงินอุดหนุนจากภาครัฐที่ให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ยังอยู่ในระดับที่ดี รวมทั้งประโยชน์ที่มีใช้ตัวเงินยังสูงขึ้นอีกด้วย

ถึงแม้ว่าเงินอุดหนุนจะมีมูลค่าที่ลดลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 แต่อุปสงค์ของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ในประเทศจีนกลับเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ICCT (2017) ยังพบว่าต้นทุนรวมความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในแบตเตอรี่ประเทศจีนเมื่อรวมมาตรการจูงใจด้านการเงินแล้วยังสูงกว่าต้นทุนรวมความเป็นเจ้าของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ได้จากประเทศเยอรมนี แต่ผลการศึกษานี้กลับสวนทางกับผลการศึกษาที่ได้จากประเทศนอร์เวย์ที่มีต้นทุนรวมความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ที่ต่ำกว่าต้นทุนรวมความเป็นเจ้าของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังแสดงในรูปที่ 3-30

Wang et al. (2017) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้สมการถดถอยและพบว่ามาตรการออกทะเบียนรถยนต์ และมาตรการลดข้อจำกัดในการใช้งานรถยนต์ตามเวลาและพื้นที่ มีผลในเชิงบวกอย่างมากต่อยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน ซึ่งประโยชน์จากมาตรการเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละเมือง เช่น ในกรุงปักกิ่งหากผู้ซื้อออกทะเบียนน้อยกว่าโควตาที่กำหนด ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถซื้อทะเบียนได้โดยไม่ต้องจับสลาก ในเมืองเซี่ยงไฮ้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะได้รับใบอนุญาตฟรี ในเมืองที่มีข้อจำกัดในการใช้งานรถยนต์ ผู้วิจัยพบว่าสัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าสูงกว่าร้อยละ 70.25 ของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาเหตุที่ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เกิดจากสิทธิประโยชน์ที่ได้รับ และการยกเว้นข้อจำกัดในการใช้งานยานยนต์ให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการผลิตและการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนถือว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่รัฐบาลจีนได้ตั้งไว้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาตลาดและอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศแล้วพบว่า ยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า การตั้งสถานีประจุไฟฟ้า และการติดตั้งเครื่องอัดประจุ ยังคงต่ำกว่าเป้าหมายเป็นอย่างมาก มีแต่เพียงการวิจัยและพัฒนานานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถบรรลุเป้าหมายโดยประเมินจากจำนวนสิทธิบัตรที่มีสัดส่วนร้อยละ 164 ของเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ในปี ค.ศ. 2015

รูปที่ 3-30: การเปรียบเทียบต้นทุนความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่และยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน



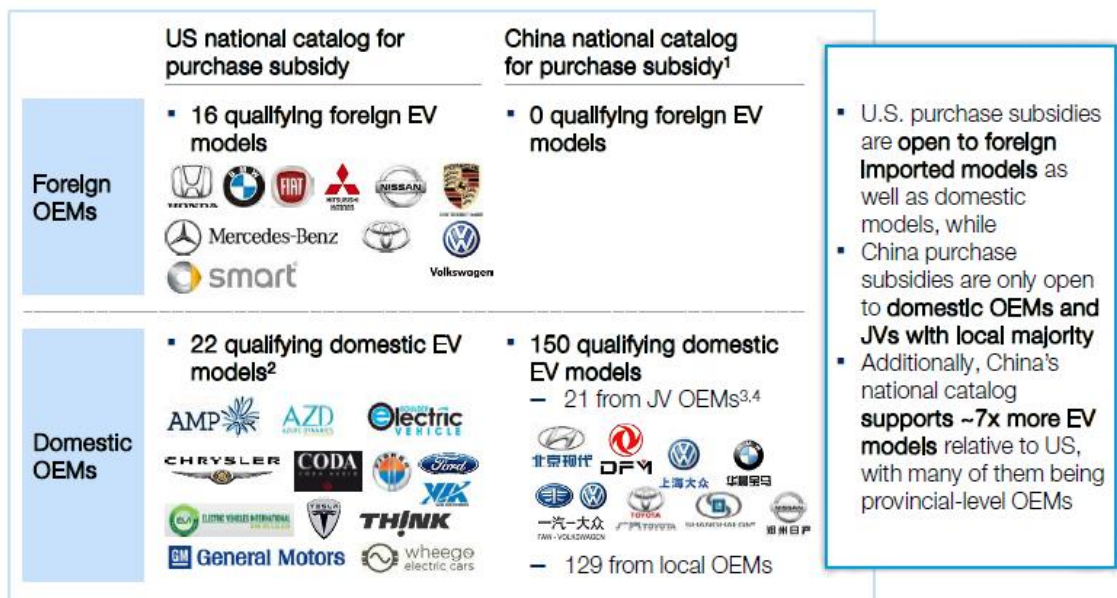
ที่มา: The International Council on Clean Transportation (2017)

สาเหตุที่ทำให้ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่าเป้าหมายที่รัฐบาลจีนได้วางไว้ คือ ถึงแม้ว่ารัฐบาลจีนจะให้เงินอุดหนุนในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า แต่มาตรการนี้ยังจำกัดอยู่เพียงแค่การซื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตภายในประเทศ รัฐบาลกลางของประเทศไทยได้ออก MIIT catalog ของยานยนต์ไฟฟ้ากว่า 150 รุ่น ที่ผู้ซื้อจะได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลกลางร่วมกับเงินอุดหนุนจากรัฐบาลในระดับท้องถิ่น การให้เงินอุดหนุนในลักษณะนี้มีประโยชน์ในการส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ แต่ก็ไม่สามารถส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วยเพราะการให้เงินอุดหนุนนี้ไม่ได้ครอบคลุมยานยนต์ไฟฟ้านำเข้าจากต่างประเทศด้วย

จากรูปที่ 3-31 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ประเทศจีนไม่ให้เงินอุดหนุนในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า OEMs จากต่างประเทศ แต่จะให้เงินอุดหนุนเพียงยานยนต์ไฟฟ้า OEMs ในประเทศ และบริษัทร่วมทุนที่มีผู้ประกอบการสัญชาติจีนถือหุ้นรายใหญ่ ดังนั้นการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่เปิดเสรีทางการค้าและให้เงินอุดหนุนโดยไม่แบ่งแยกสัญชาติยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีจำนวนมากกว่าและเติบโตในอัตราที่สูงกว่าประเทศอื่น ๆ

ในการคัดเลือกยานยนต์ไฟฟ้าเข้าสู่ MIIT catalog ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 2017 ได้กำหนดเงื่อนไขโดยอิงสมรรถนะและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่เท่านั้น และในการกำหนดอัตราเงินอุดหนุนต่อการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหนึ่งคัน ยังใช้เงื่อนไข driving range เป็นตัวกำหนด เงื่อนไขเหล่านี้ทำให้การอนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศจีนจำนวนหนึ่งสามารถติดอันดับใน MIIT catalog แต่เงื่อนไขเหล่านี้ไม่ได้สร้างแรงจูงใจให้ผู้ผลิตรายใหม่ปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพในการผลิตรายใหม่ หรือผู้ผลิต OEMs รายเดิมในการหันมาผลิตรายใหม่ที่ยานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

รูปที่ 3-31: การเปรียบเทียบยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับรัฐบาลให้เงินอุดหนุนในการซื้อระหว่างประเทศจีนและประเทศสหรัฐอเมริกา



1 Beijing and Shanghai provide local subsidy based on their own catalogs, in addition to national subsidy based on national catalog
 2 Logos not exhaustive
 3 Beijing is in transition to a cancellation of the catalog, which would acknowledge more EV models in future
 4 China holds majority in any auto JV in China by law

ที่มา: Gao et al. (2015)

นอกจากนี้เงื่อนไขในการคัดเลือกยานยนต์ไฟฟ้าเข้าสู่ MIIT catalog ที่ยังไม่รัดกุมเพียงพอส่งผลให้ในปี ค.ศ. 2016 มีการตรวจพบการทุจริตเงินอุดหนุนจากผู้ผลิตรายภายในประเทศ 5 บริษัท เป็นจำนวนเงินกว่า 1 พันล้านหยวน โดยการรายงานยอดขายเท็จ หรือผู้ผลิตบางรายได้รับใบอนุญาตโดยใช้วิธีการดัดสินบนเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น และไม่ได้มีการผลิตรายจริง ๆ โดยรัฐบาลได้แก้ไขปัญหานี้ ขึ้นแรกจ่ายเงินอุดหนุนให้กับผู้ผลิตหลังจากที่จำหน่ายรถยนต์ได้แล้วเท่านั้น และให้ MIIT กำกับดูแลร่วมกับรัฐบาลท้องถิ่นต่าง ๆ ในการรวบรวม เอกสารต่าง ๆ ก่อนที่จะให้เงินอุดหนุน ประการที่สอง รถยนต์สาธารณะ ต้องแสดงระยะทางใช้

สะสม อย่างน้อย 30,000 กิโลเมตร เพื่อเข้าเกณฑ์ในการรับเงินอุดหนุน และประการสุดท้ายคือการใช้ระบบเฝ้าระวังเพื่อ ตรวจสอบรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ได้รับการอุดหนุนทั้งหมดแบบเรียลไทม์ ขณะเดียวกันผู้ผลิตรถยนต์ที่ทุจริต รายงานข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือไม่ให้ความร่วมมือต่อหน่วยงานกำกับดูแล จะถูกปรับเงินและถอดออกจาก MIIT catalog (The International Council on Clean Transportation, 2017)

ถึงแม้ว่าจะมีการให้เงินอุดหนุนจากรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นแล้ว ผลปรากฏว่าการผลิตและการจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น และถึงแม้ว่าการผลิตและการจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ก็ยังต้องมีการพัฒนาการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าบางอย่างเพื่อลดต้นทุนโดยเฉพาะต้นทุนในการผลิตแบตเตอรี่ (Masiero et al., 2016)

ในด้านการวางโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้า พบว่าในปี ค.ศ. 2016 ประเทศจีนมีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้ามากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 ของโลก โดยมีจำนวน 141,554 จุด เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 140.91 โดยแบ่งออกเป็นสถานีประจุไฟฟ้าแบบปกติ แบบกระแสสลับ ขนาดกระแสไฟฟ้า 16A, 32A และขนาดแรงดันไฟฟ้า 250V/400V ซึ่งมีเต้ารับและเต้าเสียบตาม มาตรฐาน GB 20234.2-2011 จำนวน 52,778 จุด และ สถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว ขนาดกระแสไฟฟ้า 250A และขนาดแรงดันไฟฟ้า 750 V ซึ่งมีเต้ารับและเต้าเสียบแบบ GB/T 20234 จำนวน 88,476 จุด และเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ ต่อจำนวนประชากร พบว่ามีประมาณ 102 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคนซึ่งใกล้เคียงกับประเทศสหรัฐอเมริกา (State Grid Corporation of China, 2017)

ผลสัมฤทธิ์เหล่านี้เกิดจากการร่วมมือกันระหว่างรัฐบาลกลาง และหน่วยงานท้องถิ่นทำให้สามารถสร้างเครือข่ายสถานีประจุไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว เพื่อรองรับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นกว่า 300,000 คัน ในปี ค.ศ. 2016จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 88 เมืองนำร่องที่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลกลาง นำโดยเมืองเซี่ยงไฮ้ กรุงปักกิ่ง และเซินเจิ้น ซึ่งต้องการให้มีจำนวน จุดอัดประจุ 1 จุดต่อยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 8 คัน และระยะห่างระหว่างสถานีประจุไฟฟ้า ไม่เกิน 1 กิโลเมตร โดยรัฐบาลท้องถิ่นของเมืองเหล่านี้จะได้รับความร่วมมือจาก State Grid Corporation of China (SGCC) ในการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในสถานที่ต่าง ๆ อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับจุดประจุไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.65 – 0.8 หยวนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (Chinadaily, 2015) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าที่เก็บกับผู้บริโภคกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัยที่อัตราประมาณ 0.56 หยวนต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) แล้วพบว่าอัตราค่าประจุไฟฟ้าสาธารณะมีอัตราใกล้เคียงกับการประจุไฟฟ้าตามที่อยู่อาศัย

อย่างไรก็ตาม ประเทศจีนยังขาดความร่วมมือในติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า ระหว่างผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าด้วยกัน แต่ Hall and Lutsey (2017) ยังคงประเมินว่า สถานีประจุไฟฟ้าในประเทศจีนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคตอันเนื่องจากการสนับสนุนอย่างจริงจังของรัฐบาลระดับต่าง ๆ และปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในประเทศจีน

ตารางที่ 3-16: จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศจีน ปี ค.ศ. 2011 – 2015

ประเภทสถานีประจุไฟฟ้า	ปี ค.ศ.		
	2014	2015	2016
แบบปกติ (Normal charging)	21,000	46,657	52,778
แบบเร็ว (Fast charging)	9,000	12,101	88,476
รวม	30,000	58,758	141,554

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency. (2017)

3.4.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากการศึกษานโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศจีนพบว่า การดำเนินมาตรการที่นำไปสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล มีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนมีมากขึ้นเนื่องจากความจำเป็นที่จะต้องลดการพึ่งพาน้ำมันในภาคขนส่งซึ่งจะช่วยเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงานในท้ายที่สุด นอกจากนี้การใช้นยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นจะลดปัญหามลภาวะทางอากาศ และยังช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย ที่ผ่านมามีประเทศจีนประสบความสำเร็จในส่งเสริมการใช้จักรยานไฟฟ้าอย่างแพร่หลายในเมืองใหญ่ ๆ จนมีจำนวนเกินกว่า 120 ล้านคัน เนื่องจากจักรยานไฟฟ้ามีต้นทุนต่ำและสามารถใช้วิ่งได้ในระยะทางที่ไกลกว่า scooters ที่ใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้การอัดประจุแบตเตอรี่จักรยานไฟฟ้ายังทำได้ง่ายและสามารถอัดประจุได้ในที่พักอาศัย ความสำเร็จของจักรยานไฟฟ้าเป็นแรงผลักดันที่ทำให้รัฐบาลจีนส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าและการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศอย่างจริงจัง (Tao, 2013)

2. ความร่วมมือของรัฐบาลกลางและรัฐบาลระดับท้องถิ่นในการใช้มาตรการต่าง ๆ ประกอบกัน ทำให้เกิดแรงจูงใจแก่ผู้บริโภคทั้งในรูปของเงินอุดหนุน และมาตรการที่มิใช่ทางการเงินแต่ให้ความสะดวกสบายในการเดินทางด้วยยานพาหนะ ทำให้ต้นทุนในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าลดลงและทำให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในท้ายที่สุด

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าเงินอุดหนุนที่รัฐบาลกลางและรัฐบาลระดับท้องถิ่นให้นั้นไม่ได้เป็นมาตรการที่คงอยู่ถาวร แต่เป็นมาตรการที่รัฐจะค่อย ๆ ลดบทบาทของเงินอุดหนุนในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าลงเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากการลดมูลค่าเงินอุดหนุนลงเรื่อย ๆ และการจำกัดการให้เงินอุดหนุนแต่เพียงยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตภายในประเทศและไม่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าจากต่างประเทศที่นำมาประกอบภายในประเทศจีนเท่านั้นแต่ต้องเป็นยานยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อต่างประเทศที่ผลิตในประเทศจีนจึงจะได้รับเงินอุดหนุน

3. การสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา การผลิตและการสร้างยี่ห้อ รวมไปถึงการจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าของรัฐบาลทำให้มีผู้ผลิตยานยนต์สัญชาติจีนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามผู้ผลิตเหล่านี้ยังเผชิญกับขีดจำกัดทางด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้จากภายนอกประเทศเช่นกัน นอกจากนี้การให้ความสำคัญกับการรีไซเคิลแบตเตอรี่ในขั้นตอนสุดท้ายของห่วงโซ่อุปทาน เพราะการรีไซเคิลมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

4. การส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในธุรกิจบริการเช่า การให้บริการแท็กซี่ รวมไปถึงในการเดินทางขนส่งของหน่วยงานภาครัฐ ก็เป็นมาตรการทางอ้อมในการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพและสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าแก่ประชาชน

5. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการขยายตัวในการใช้นานยนต์ไฟฟ้าทั้งในระดับประเทศและมณฑล อย่างไรก็ตามการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าในที่พำนักอาศัยในเมืองใหญ่ทำได้ยากเพราะผู้ใช้ส่วนใหญ่พักในอพาร์ทเมนต์หรือไม่มีที่จอดรถเป็นของตนเอง อีกทั้งยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานเครื่องประจุไฟฟ้าไว้อย่างชัดเจนอีกด้วย

3.5 ประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศในกลุ่ม OECD ที่มีการขนส่งทางถนนเป็นวิธีการขนส่งที่สำคัญที่สุด โดยมีรถยนต์ (Light Duty Vehicles) เป็นยานยนต์ที่มีระยะทางวิ่งทางถนนสูงสุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 90 ของระยะทางวิ่งของยานยนต์ทางถนนทั้งหมดในปี ค.ศ. 2015 รองลงมาคือรถบรรทุก (Trucks) รถจักรยานยนต์ (Motorcycles) และรถโดยสาร (Buses) ซึ่งมีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การจัดหาพลังงานขั้นต้นในประเทศสหรัฐอเมริกาอาศัยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 78 ของปริมาณการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2016 รองลงมาคือพลังงานหมุนเวียนและพลังงานนิวเคลียร์ พลังงานที่ประเทศสหรัฐอเมริกาส่งได้นั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาค้นคว้าหาพลังงานสุทธิ

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศสหรัฐอเมริกามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม รองลงมาคือภาคขนส่ง บ้านอยู่อาศัย และธุรกิจการค้า การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่เช่นกัน โดยอาศัยการผลิตด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก เชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากที่สุดคือก๊าซธรรมชาติ รองลงมาคือถ่านหินและนิวเคลียร์

3.5.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

ก่อนการเข้ามามีการบริหารประเทศของประธานาธิบดีบารัก โอบามา ประเทศสหรัฐอเมริกามุ่งเน้นการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicles: HEV) แต่เมื่อประธานาธิบดีโอบามาเข้าบริหาร

ประเทศ ได้เปลี่ยนมาเน้นการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ในปี ค.ศ. 2009 (Zhang et al., 2014: 8070-8071) โดยในปี ค.ศ. 2011 ประธานาธิบดีโอบามาได้กำหนด เป้าหมายในการเพิ่มจำนวนยานยนต์ไฟฟ้ารวม (ทั้งประเภทไฮบริดปลั๊กอินและประเภทแบตเตอรี่) ไว้ที่ 1,000,000 คัน ภายในปี ค.ศ. 2015 ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและ ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นสำคัญ (International Energy Agency, 2017b; Zhang et al., 2014)

ในการนี้ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการบังคับใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในระดับรัฐบาลกลางและรัฐบาลมลรัฐ โดยมาตรการดังกล่าวอาจแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ มาตรการสร้าง แรงจูงใจแก่ผู้บริโภค มาตรการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยี และมาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานี ประจุไฟฟ้า

สำหรับมาตรการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้บริโภคที่รัฐบาลกลางนำมาใช้นั้น ประกอบด้วยการเครดิตภาษี และการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้บริโภค ผ่านกฎหมายหลายฉบับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (Zhang et al., 2014: 8061-8063; The Internal Revenue Service, 2016)

- มาตรการเครดิตภาษีให้แก่ผู้ที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่ม 200,000 คันแรกของผู้ผลิตยานยนต์ ไฟฟ้าแต่ละราย ตามพระราชบัญญัติ Energy Improvement and Extension Act of 2008 ซึ่งกำหนดให้สิทธิเครดิตภาษีสำหรับผู้ที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล และรถบรรทุกขนาดเล็ก (Light truck) ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยต้องมีความจุของแบตเตอรี่อย่างน้อย 5 กิโลวัตต์ จะได้รับเครดิตภาษีเป็นจำนวนเงิน 2,500 ดอลลาร์สหรัฐ และจะบวกเพิ่ม 417 ดอลลาร์สหรัฐต่อ ทุก ๆ ความจุแบตเตอรี่ 1 กิโลวัตต์ที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่เกิน 7,500 ดอลลาร์สหรัฐ มีผลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2010 และยังคงดำเนินมาตรการอยู่จนถึงปัจจุบัน (ตุลาคม ค.ศ. 2017)
- มาตรการเครดิตภาษีให้แก่ผู้ที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ ตาม พระราช บัญ ญัติ American Clean Energy and Security Act of 2009 และ พระราชบัญญัติ American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (ARRA) โดยตาม พระราชบัญญัติ ARRA นอกจากให้สิทธิเครดิตภาษีผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าไม่แตกต่างจาก พระราชบัญญัติ Energy Improvement and Extension Act of 2008 แล้ว ในมาตรา 1143 ยังให้สิทธิเครดิตภาษีสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ (conversion kits) ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า ร้อยละ 10 ของค่าใช้จ่ายสูงสุดไม่เกิน 4,000 ดอลลาร์สหรัฐ มีผลตั้งแต่วันที่ 18 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2009 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 2011
- มาตรการคืนเงิน 3,500-4,500 ดอลลาร์สหรัฐ ให้แก่ผู้ที่เปลี่ยนจากยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพ ในการใช้พลังงานต่ำไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงกว่า ภายใต้ระบบ Car Allowance Rebate System หรือ Cash for Clunkers ด้วยงบประมาณ 3 พันล้าน ดอลลาร์สหรัฐ โครงการได้เริ่มต้นในเดือน กรกฎาคม ค.ศ. 2009 จนถึงเดือนพฤศจิกายน ในปี

เดียวกัน โดยยานยนต์ที่เข้าเกณฑ์ได้รับเงินคืนคือยานยนต์ใช้แล้วจะต้องมีอายุไม่เกิน 25 ปี และมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไม่ต่ำกว่า 18 ไมล์ต่อแกลลอน ขณะที่การซื้อยานยนต์ใหม่ จะต้องมียอดอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไม่ต่ำกว่า 22 ไมล์ต่อแกลลอน

- มาตรการเครดิตภาษีสำหรับโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า (Federal Charging Infrastructure Tax Credit) โดยพระราชบัญญัติ โครงการปรับปรุงผิวระบบขนส่งสำหรับ (The Fixing America's Surface Transportation: FAST) ได้มีการอนุมัติเครดิตภาษีสำหรับชุดอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า (Electric Vehicle Supply Equipment: EVSE) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท 1) สถานีประจุไฟฟ้าส่วนบุคคล ได้รับสิทธิ์เครดิตภาษีร้อยละ 30 จากค่าอุปกรณ์อัดประจุไฟฟ้าและสูงสุดไม่เกิน 1,000 ดอลลาร์สหรัฐ 2) สถานีประจุไฟฟ้าของนิติบุคคลจะได้รับสิทธิ์เครดิตภาษีร้อยละ 30 จากค่าอุปกรณ์และสูงสุดไม่เกิน 30,000 ดอลลาร์สหรัฐมีผลสิ้นสุดในวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 2016

รัฐบาลสหรัฐจะบังคับใช้มาตรการให้แรงจูงใจแก่ผู้ขับขี่ยานยนต์ไฟฟ้าแตกต่างกันไปในหลายลักษณะดังต่อไปนี้ (Jin, Searle, and Lutsey, 2014: 3-6)

1. ให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อ ซึ่งมักจะถูกนำเสนอในรูปแบบของการลดหย่อน การยกเว้นภาษี และการคืนภาษีเมื่อซื้อยานยนต์ไฟฟ้าและชุดอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า
2. ลดภาษีใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมในการจดทะเบียน
3. อนุญาตให้จอดรถในที่จอดรถสาธารณะโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
4. ยกเว้นการตรวจสอบการปล่อยมลพิษของยานยนต์หรืออนุญาตให้เข้ารับการตรวจสอบการปล่อยมลพิษโดยไม่ต้องเสียค่าธรรมเนียม
5. อนุญาตให้ใช้ช่องทางสำหรับยานยนต์ที่เข้าร่วมกันหลายคน (Carpool Lane / High-Occupancy Vehicle Lane / High-Occupancy Toll Lane) ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

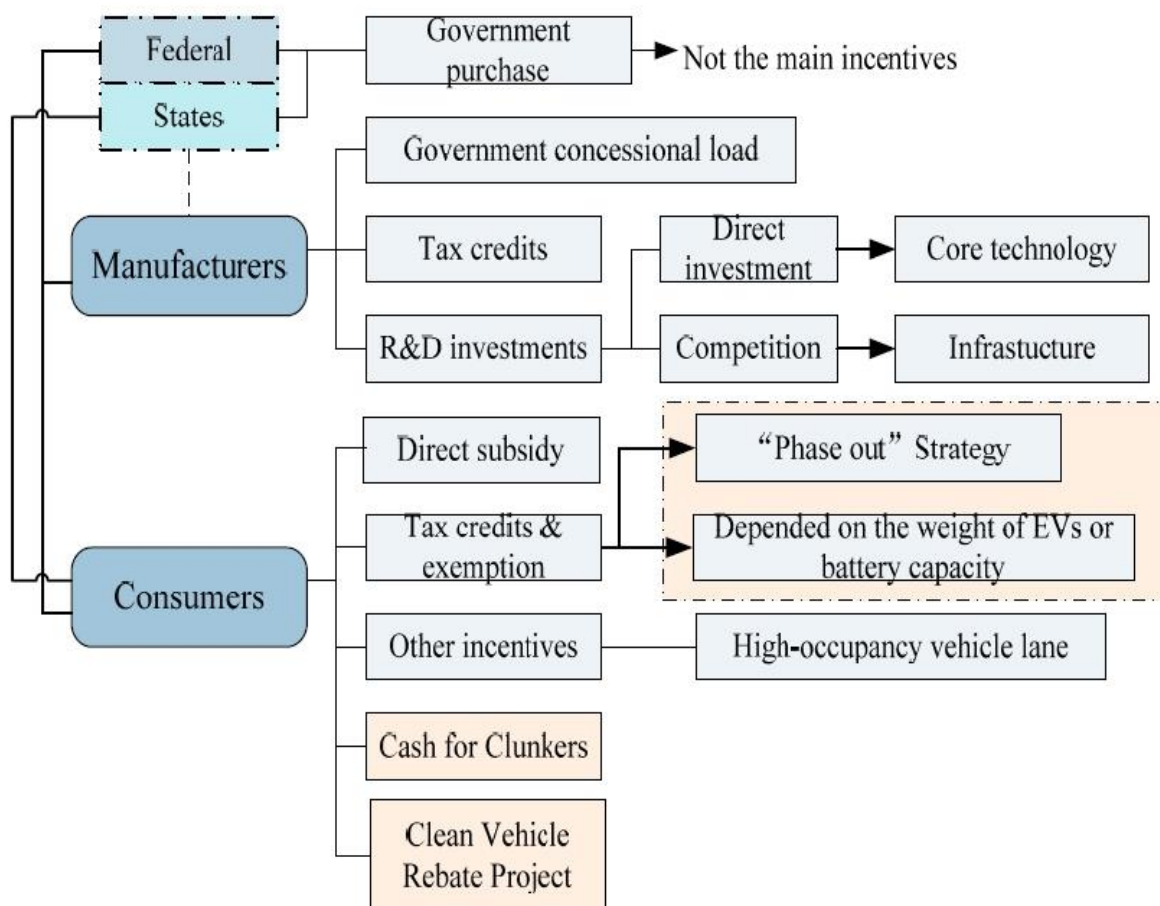
ทั้งนี้ ตัวอย่างมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย (California) นำมาใช้ ได้แก่ (U.S. Department of Energy, 2016)

- ให้เงินอุดหนุนสำหรับการซื้อหรือเช่ารถยนต์ที่ไม่มีการปล่อยมลพิษและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Light-Duty Zero Emission Vehicles and PHEVs) ภายใต้โครงการ Clean Vehicle Rebate Project โดยรถยนต์ที่ซื้อก่อนวันที่ 29 มีนาคม ค.ศ. 2016 จะมีโอกาสได้รับเงินคืนสูงสุดเป็นมูลค่า 2,500 ดอลลาร์สหรัฐสำหรับการซื้อหรือเช่าซื้อยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่จำนวน 1,500 ดอลลาร์สหรัฐสำหรับการซื้อหรือเช่าซื้อยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และสูงสุดถึง 5,000 ดอลลาร์สหรัฐสำหรับการซื้อหรือเช่าซื้อยานยนต์ไฮโดรเจน (California Environmental Protection Agency Air Resources Board, 2016) สำหรับรถยนต์ที่ซื้อตั้งแต่วันที่ 29 มิถุนายน ค.ศ. 2016 เป็นต้นไป การได้รับเงินคืนจะขึ้นกับรายได้ต่อปี กล่าวคือผู้ที่มียา

น้อยหรือปานกลางคือผู้ที่มีรายได้ไม่เกิน 3 เท่าของเส้นความยากจน จะได้รับเงินคืนเพิ่มขึ้นอีก 1,500 ดอลลาร์สหรัฐ โดยเงินคืนที่ได้รับรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 6,500 ดอลลาร์สหรัฐ

- อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดสามารถใช้ High-Occupancy Vehicle Lane และ High-Occupancy Toll Lane ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะมีผู้โดยสารกี่คนก็ตาม โดยยานยนต์ที่ปลดปล่อยมลพิษต่ำตามเงื่อนไข (Low Emission Vehicles: ILEV) ที่ได้รับสัญลักษณ์ White Clean Air Vehicle decals ทำให้ได้รับสิทธิพิเศษในการใช้ช่องทางสำหรับยานพาหนะที่มีที่นั่งสำหรับผู้โดยสารหลายคน (High-Occupancy Vehicle: HOV) มีผลใช้วันที่ 16 กันยายน ค.ศ. 2013 จนถึงสิ้นสุดโครงการวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2019 (California Environmental Protection Agency, 2013)

รูปที่ 3-32: มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา



ที่มา: Zhang et al. (2014)

ตารางที่ 3-17: ตัวอย่างยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับเครดิตภาษีจากรัฐบาลกลางในประเทศสหรัฐอเมริกา

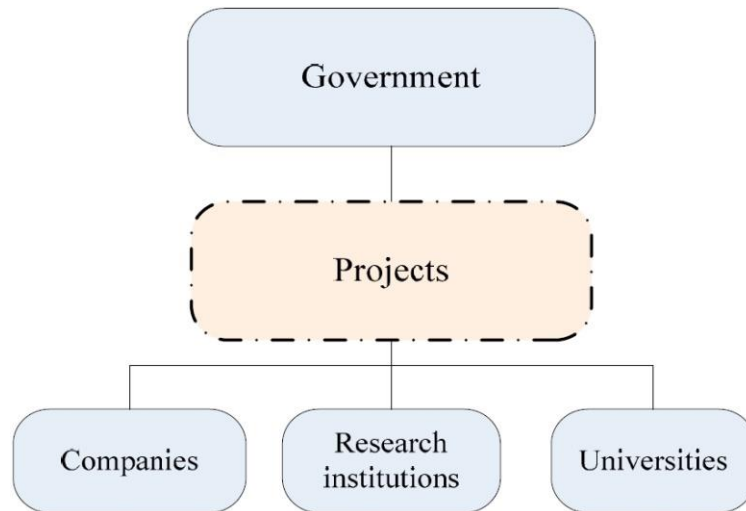
รุ่น		ประเภทรถยนต์	เครดิตภาษี (ดอลลาร์สหรัฐ)
Audi	2016 A3 e-tron	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	4,502
BMW	2014-16 i3 Sedan	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
	2014-16 i8	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	3,793
	2016 X5 xdrive40e	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	4,668
	2016 330e	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	4,001
BYD	2012-15 e6 Electric Vehicle	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
Fiat	2013-16 Fiat 500e	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
Ford	2012-16 Focus EV	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
	2012-16 Ford C-Max	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	4,007
Mercedes-Benz	2014-16 B-Class EV	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
	2016 S500e Plug-in Hybrid	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	4,042.9
Porsche	2015 Cayenne S E-Hybrid	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	5,335.6
Tesla	2012-16 Model S	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
Toyota	2012-14 RAV4 EV	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่	7,500
	2012-15 Prius PHEV	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	2,500

ที่มา: U.S. Department of Energy (2016)

นอกเหนือจากการให้แรงจูงใจแก่ผู้บริโภคแล้ว มาตรการอีกอย่างหนึ่งที่รัฐบาลนำมาใช้คือการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยี โดยการให้เงินอุดหนุนในการวิจัยและพัฒนาในเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ต้นทุนของยานยนต์ไฟฟ้าลดลงในระยะยาว อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เพิ่มขึ้น ในการนี้ EV Everywhere Grand Challenge Blueprint ได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการลดต้นทุนของแบตเตอรี่ ต้นทุนของระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และน้ำหนักของยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับปี ค.ศ. 2022 เอาไว้ และเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว รัฐบาลจะเสนอโครงการต่าง ๆ ขึ้นมา

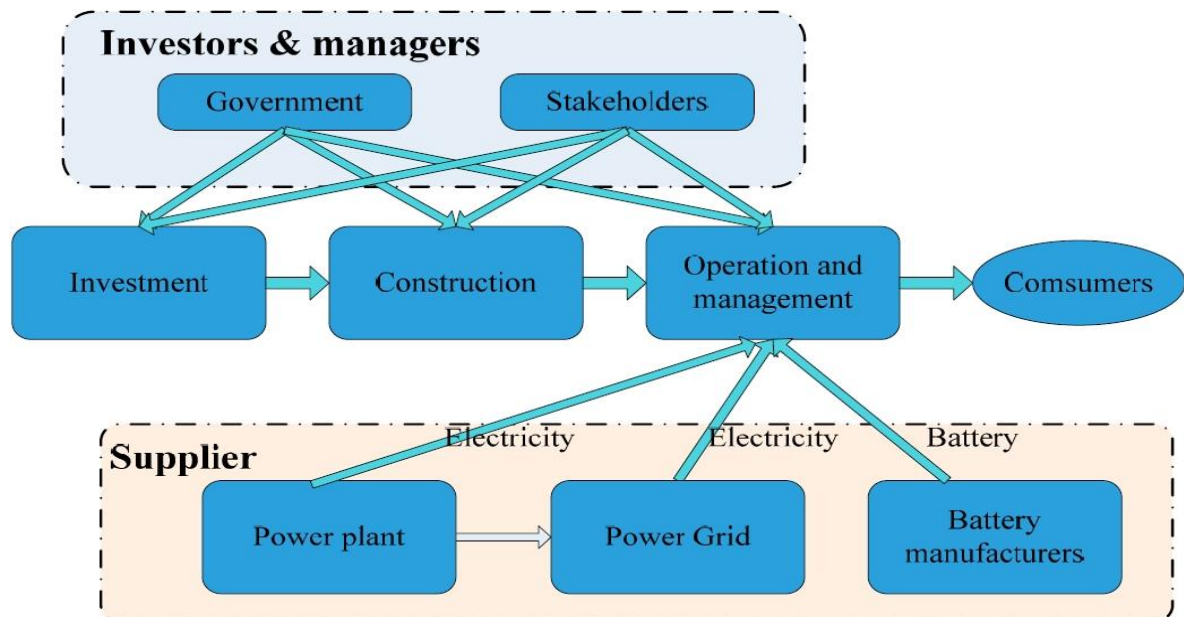
แล้วดึงความร่วมมือจากบริษัทเอกชน สถาบันวิจัย และสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้อง มาช่วยดำเนินการในโครงการเหล่านั้นจนสำเร็จลุล่วง ดังแสดงในรูปที่ 3-33 นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า คือ Society of Automotive Engineers (SAE) ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ มีความสอดคล้องและอยู่ภายใต้มาตรฐานเดียวกัน

รูปที่ 3-33: การสนับสนุนเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา



ที่มา: Zhang et al. (2014)

รูปที่ 3-34: แบบจำลองการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้า



ที่มา: Zhang et al. (2014)

มาตรการกลุ่มสุดท้ายที่ประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำมาใช้ คือ มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานีประจุไฟฟ้า ซึ่งแบบจำลองที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเลือกใช้เป็นการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน โดยรัฐจะเป็นผู้ลงทุนในการสร้างสถานีประจุไฟฟ้า แล้วให้เอกชนหรือภาคส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องเข้ามาบริหารงาน ภายใต้การแข่งขันกันอย่างเป็นธรรม

นอกจากนี้ รัฐบาลมลรัฐแต่ละแห่งยังอาจตั้งโครงการสำหรับให้เงินอุดหนุนหรือปล่อยเงินกู้ให้แก่เอกชนเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าอีกด้วย ตัวอย่างของมาตรการหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับสถานีประจุไฟฟ้าซึ่งถูกนำมาใช้ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ได้แก่ (U.S. Department of Energy, 2016)

- โครงการ Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Loan and Rebate Program ที่เปิดโอกาสให้สถานประกอบการธุรกิจขนาดเล็กสามารถกู้ยืมเงินเพื่อใช้ในการออกแบบ พัฒนา ซ่อม และติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าได้ โดยมีมูลค่าเงินกู้สูงสุดไม่เกิน 500,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อธุรกิจ 1 ราย
- โครงการ Residential Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Financing Program ที่เปิดโอกาสให้ผู้เป็นเจ้าของอสังหาริมทรัพย์สามารถกู้ยืมเงินเพื่อใช้ในการพัฒนาพลังงานซึ่งรวมถึงการซื้อและติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าในอสังหาริมทรัพย์ของตนด้วย โดยมีเงื่อนไขว่าจำนวนเงินที่ปล่อยสินเชื่อจะต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของมูลค่าอสังหาริมทรัพย์ 700,000 ดอลลาร์แรกรวมกับร้อยละ 10 ของมูลค่าที่เหลือ

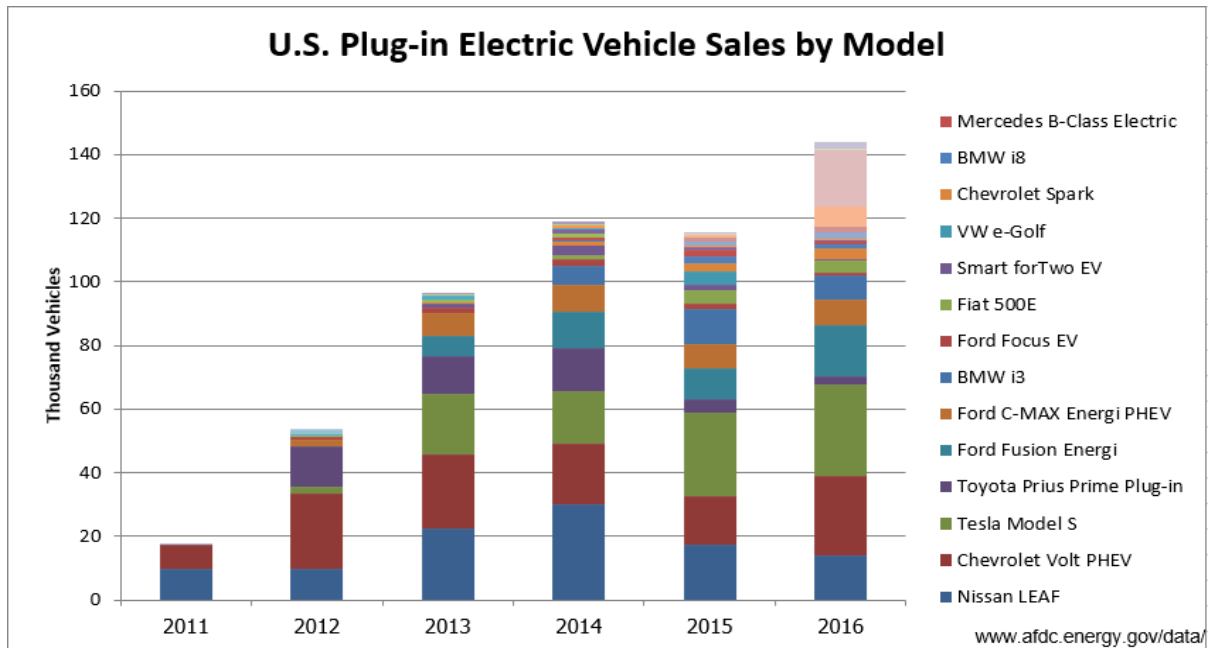
3.5.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศสหรัฐอเมริกานับว่าประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า พิจารณาจากการเป็นประเทศที่มีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสูงสุดในโลกมาตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2005 จนถึงปี ค.ศ. 2015 ก่อนที่ปี ค.ศ. 2016 ประเทศจีนได้ก้าวขึ้นมาเป็นประเทศที่มียานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุดในโลกแทน โดยในช่วงก่อนปี ค.ศ. 2011 จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริดปลั๊กอินและประเภทแบตเตอรี่มีน้อยมาก เนื่องจากความจำกัดของเทคโนโลยี ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ยังเป็นเพียงยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดอยู่ ภายหลังจากที่ Chevrolet Volt (ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน) และ Nissan Leaf (ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่) ออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 2011 ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่จึงมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา

หากพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินกับยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่จะพบว่า ในระยะแรกนั้นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินได้รับความนิยมมากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ทั้งในแง่ของจำนวนและอัตราการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม หลังจากปี ค.ศ. 2012 ยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน แม้ว่าจะยังมีจำนวนน้อยกว่าอยู่ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงแรกนั้นราคาของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ยังสูงกว่าราคาของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินอยู่มาก อีกทั้งประชาชนยังมีความกังวลในเรื่องของระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ซึ่งมีความจำกัดมากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป รัฐมีการใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

แบบแบตเตอรี่มากขึ้น ทำให้ต้นทุนในการเป็นเจ้าของยานยนต์ประเภทดังกล่าวลดลง ประกอบกับการเพิ่มจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าและการพัฒนาของเทคโนโลยีด้านแบตเตอรี่ ทำให้ความกังวลในเรื่องของขีดจำกัดระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ลดน้อยลงไป

รูปที่ 3-35: จำนวนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ. 2011 – 2016



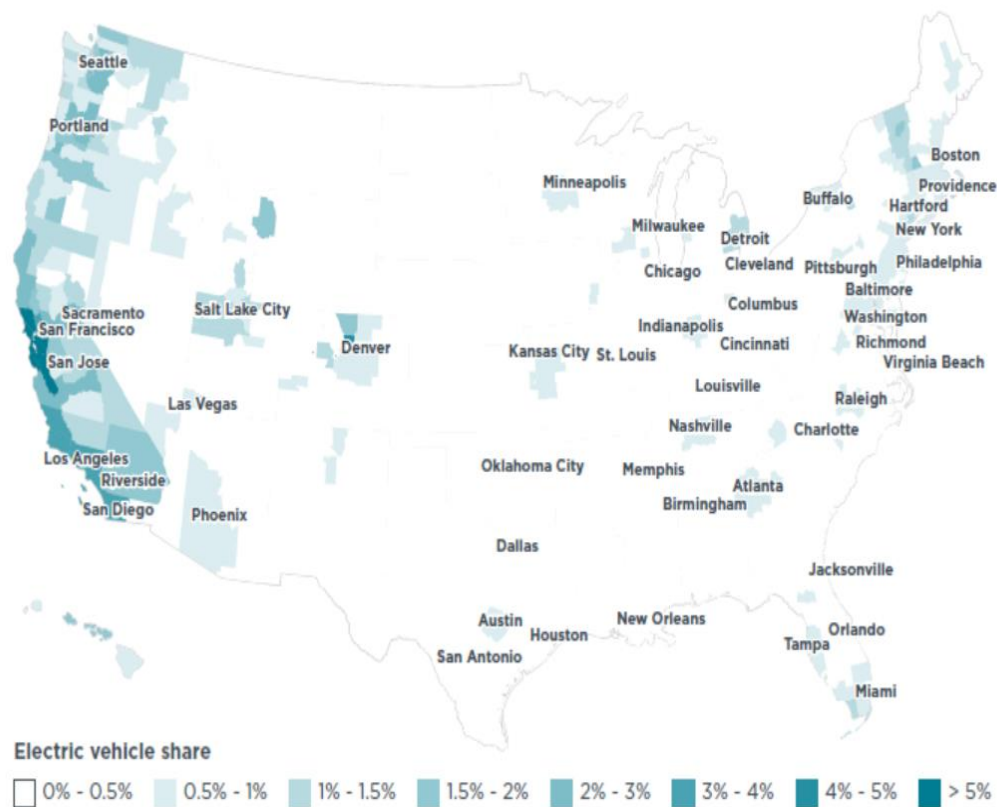
ที่มา: U.S. Department of Energy (2017)

ในปี ค.ศ. 2016 ประเทศสหรัฐอเมริกามีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสิ้น 563,710 คัน แบ่งเป็นแบบยานยนต์ไฟฟ้าไฟฟ้าแบตเตอรี่จำนวน 297,060 คัน และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจำนวน 266,650 คัน ซึ่งผลสัมฤทธิ์นี้เกิดจากการสนับสนุนจากหลายภาคส่วน ได้แก่ การสนับสนุนร่วมกันระหว่างรัฐบาลกลางและหน่วยงานท้องถิ่นระดับมลรัฐ ซึ่งในแต่ละรัฐก็จะมีมาตรการส่งเสริมที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้แต่ละมลรัฐยังมีความร่วมมือกันในแผน A zero emissions vehicle (ZEV) ภายใต้ข้อตกลงร่วมระหว่าง 8 รัฐ ได้แก่ แคลิฟอร์เนีย, คอนเนตทิคัต, แมริแลนด์, แมสซาชูเซต, นิวยอร์ก, ออริกอน, โรดไอแลนด์, และเวอร์มอนต์

งานศึกษาของ Slowik and Lutsey (2017) ได้ประเมินตลาดและปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าในเขตเมืองใหญ่ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับปัจจัยที่มีผล โดยพิจารณาเมืองที่ Slowik and Lutsey (2017) ให้เป็นกรณีศึกษานั้น มีสัดส่วนยอดขายรวมในปี ค.ศ. 2016 ร้อยละ 61 ของยอดขายยานยนต์นั่งส่วนบุคคลในประเทศสหรัฐอเมริกา และครอบคลุมจำนวนประชากรร้อยละ 55 ของประชากรในประเทศสหรัฐอเมริกา

จากรูปที่ 3-36 พบว่ายอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2016 ในเมืองต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ส่วนแบ่งการตลาดส่วนใหญ่จะอยู่ในฝั่งตะวันตก โดยรัฐแคลิฟอร์เนียมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึงครึ่งหนึ่งของ ยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าทั้งประเทศในปี ค.ศ. 2016 และเมืองแซนโฮเซมีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 10 ขณะที่เมืองอื่น ๆ ในรัฐแคลิฟอร์เนีย มีส่วนแบ่งการตลาดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 4 - 6

รูปที่ 3-36: ส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนใหม่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2016



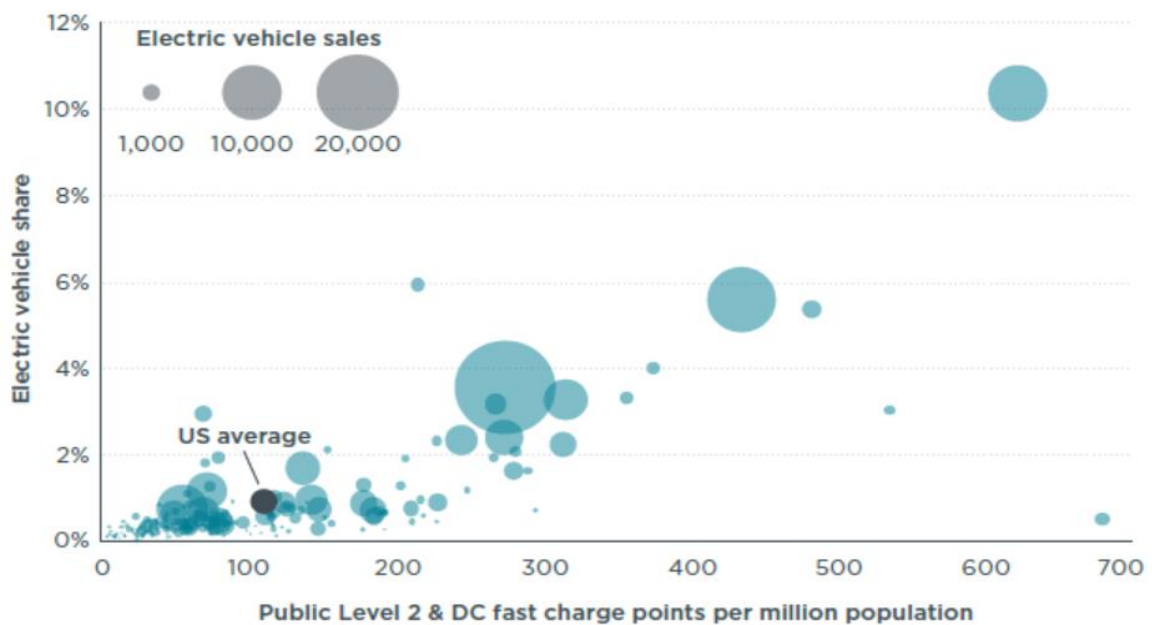
ที่มา: Slowik and Lutsey (2017)

Slowik and Lutsey (2017) พบว่าโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะเป็นหนึ่งในอุปสรรคสำคัญต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จากรูปที่ 3-37 พบว่าในพื้นที่ที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดสูง มีแนวโน้มที่จะมีสถานีประจุไฟฟ้าโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ถึง 6 เท่าของค่าเฉลี่ยจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าต่อประชากรของประเทศสหรัฐอเมริกา และเมืองที่มีส่วนแบ่งการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าสูงที่สุดจะมีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าต่อประชากรสูงกว่าค่าเฉลี่ยอีกด้วย งานศึกษาของ Slowik and Lutsey (2017) พบว่าสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเมืองที่มีส่วนแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าสูง จะมีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะอย่างน้อย 275 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคน ขณะที่ในเมือง

อย่างเช่น แคนซัสซิตี มินิแอโพลิส พิตต์สเบิร์ก และเวอร์จิเนียบีช ที่มีสถานีประจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 – 60 จะมียอดขายยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อยสองเท่าในปี ค.ศ. 2016

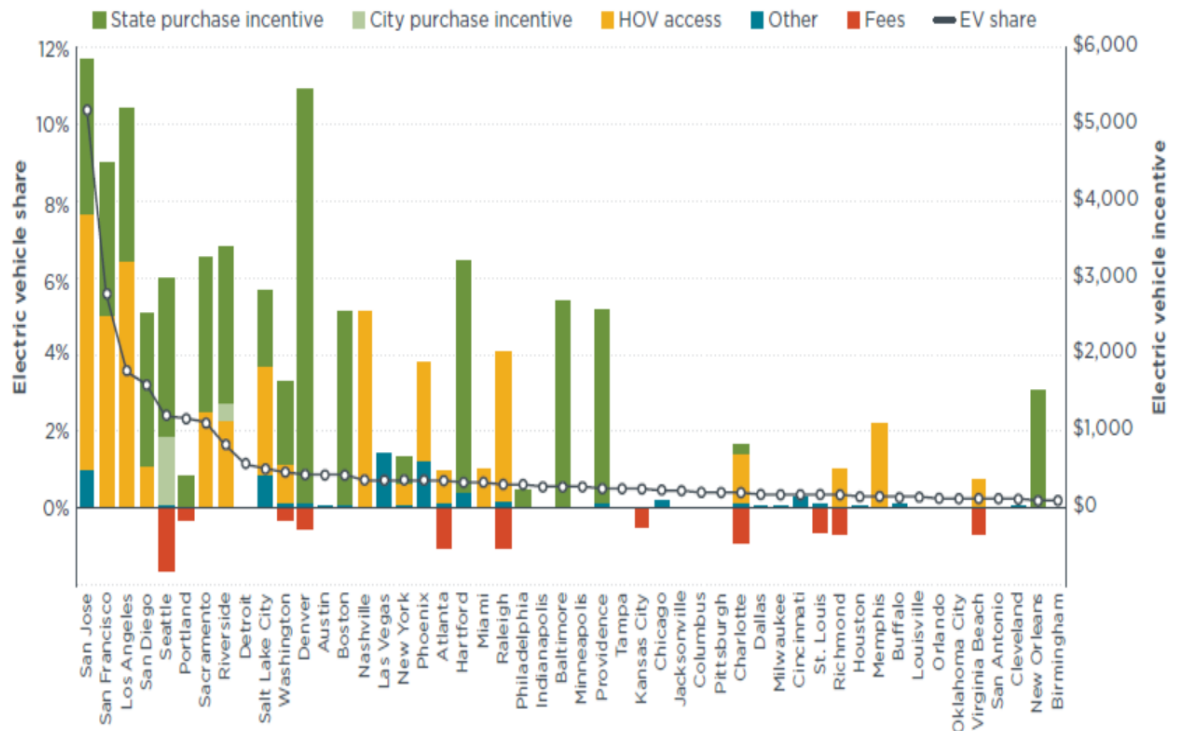
ปัจจัยที่สอง คือ มาตรการจูงใจระดับมลรัฐโดยแบ่งออกเป็น 1. มาตรการด้านการเงิน อันได้แก่ มาตรการอุดหนุนการซื้อจากรัฐบาลในระดับมลรัฐและมาตรการอุดหนุนการซื้อจากรัฐบาลท้องถิ่น 2. มาตรการที่มีใช้การเงิน โดยการประเมินมูลค่าสิทธิพิเศษหรือส่วนลดในการเข้าใช้ช่องทางสำหรับยานพาหนะที่มีที่นั่งสำหรับผู้โดยสารหลายคน (High-Occupancy Vehicle: HOV) และการยกเว้นค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 6 ปี ด้วยอัตราคิดลด ร้อยละ 5 ต่อปี และพบว่ามาตรการจูงใจยังคงเป็นกุญแจสำคัญต่อการเติบโตของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้า โดย เมืองที่มีส่วนแบ่งการตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าสูงสิบอันดับแรกจะให้แรงจูงใจในระดับมลรัฐแก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,000 – 5,000 ดอลลาร์สหรัฐ

รูปที่ 3-37: ส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์ไฟฟ้าเทียบกับจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะต่อประชากรหนึ่งล้านคน



ที่มา: Slowik and Lutsey (2017)

รูปที่ 3-38: ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนแบ่งการตลาดยานยนต์ไฟฟ้าและมูลค่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากมาตรการจูงใจต่าง ๆ ที่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าได้รับจากรัฐบาลมลรัฐและรัฐบาลท้องถิ่น



ที่มา: Slowik and Lutsey (2017)

จากรูปที่ 3-38 แสดงให้เห็นว่าในเมืองที่มีส่วนแบ่งการตลาดยานยนต์ไฟฟ้าสูงจะมีมาตรการจูงใจที่สำคัญอยู่ และมีแนวโน้มที่จะมีมาตรการจูงใจที่หลากหลาย เช่น ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในแคลิฟอร์เนียจะได้ส่วนลดภาษี และกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. จะได้รับประโยชน์จากมาตรการด้านการเงินและสิทธิพิเศษการใช้ช่องทางสำหรับยานพาหนะที่มีที่นั่งสำหรับผู้โดยสารหลายคน ขณะที่ผู้ที่อาศัยในซีแอตเติลจะได้รับเครดิตภาษีจากรัฐบาลมลรัฐและรัฐบาลท้องถิ่น แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าเมืองบอลทิมอร์ พรอวิเดนซ์ และนิวยอร์กมีระดับของมาตรการจูงใจสูงแต่กลับมียอดขายยานยนต์ไฟฟ้าต่ำ

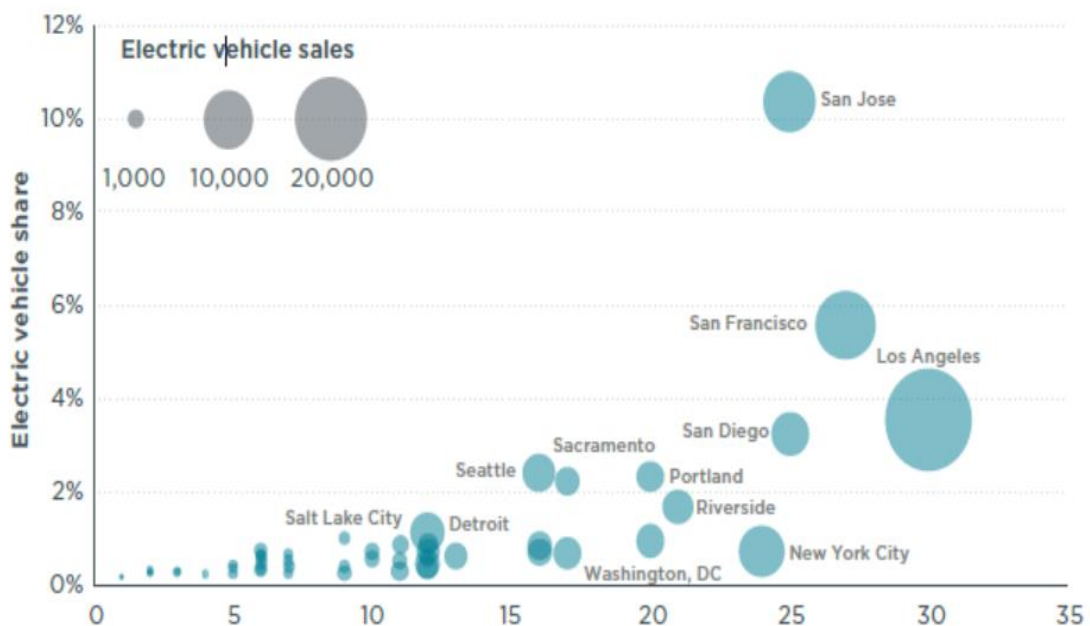
เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของมาตรการจูงใจ จะยกตัวอย่างเมืองแอตแลนตา ในปี ค.ศ. 2014 เมืองแอตแลนตามีสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ร้อยละ 3.5 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสหรัฐอเมริกา 4 เท่า เมื่อมาตรการจูงใจของรัฐจอร์เจียซึ่งมีมูลค่าประมาณ 5,000 ดอลลาร์สหรัฐสิ้นสุดลงกลางปี ค.ศ. 2015 ส่งผลให้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนในเมืองแอตแลนตาลดลงอย่างมาก และในปี ค.ศ. 2016 สัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าของเมืองแอตแลนตาลดลงเหลือเพียงร้อยละ 0.7 ของยอดขายรถยนต์นั่งทั้งหมดในเมืองแอตแลนตาและต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ (ร้อยละ 0.9) อีกด้วย

ปัจจัยต่อมาได้แก่ ความหลากหลายของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในตลาด เนื่องจากรูปลักษณะที่หลากหลายของยานยนต์ไฟฟารุ่นต่าง ๆ รวมถึงระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้า มีผลต่อความพึงพอใจและการยอมรับของผู้บริโภค การนำยานยนต์ไฟฟารุ่นใหม่ ๆ เข้าสู่ตลาดจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเติบโตของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งผลการศึกษาพบว่า เมืองที่มียอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2016 สูงสุดห้าอันดับแรก จะมียานยนต์ไฟฟ้าจำหน่ายในตลาดหลากหลายถึง 24-30 รุ่น ขณะที่เมืองที่มีสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ามากกว่าร้อยละ 2 จะมียานยนต์ไฟฟ้าจำหน่ายในตลาดหลากหลายมากกว่า 16 รุ่น

ปัจจัยสุดท้ายคือ การมีแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่หลากหลายของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในด้านมาตรการจูงใจ ด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า และด้านการสร้างความตระหนักรู้ของผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น หกเมืองในมลรัฐแคลิฟอร์เนียซึ่งถือว่าเป็นมลรัฐที่มีการใช้นยานยนต์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลายนั้นมีโครงการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีการดำเนินการแล้วถึง 24 – 36 โครงการ

Slowik and Lutsey (2017) ได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยข้างต้นกับการเติบโตของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอย ซึ่งจากข้อมูลของ 50 เมืองที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าปัจจัยต่อการเติบโตของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าได้แก่ จำนวนรุ่นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในตลาด มาตรการจูงใจที่ให้แก่ผู้บริโภค สถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและที่ทำงาน สิทธิในการใช้ช่องทางเดินรถพิเศษ และการมีแผนปฏิบัติการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่หลากหลาย

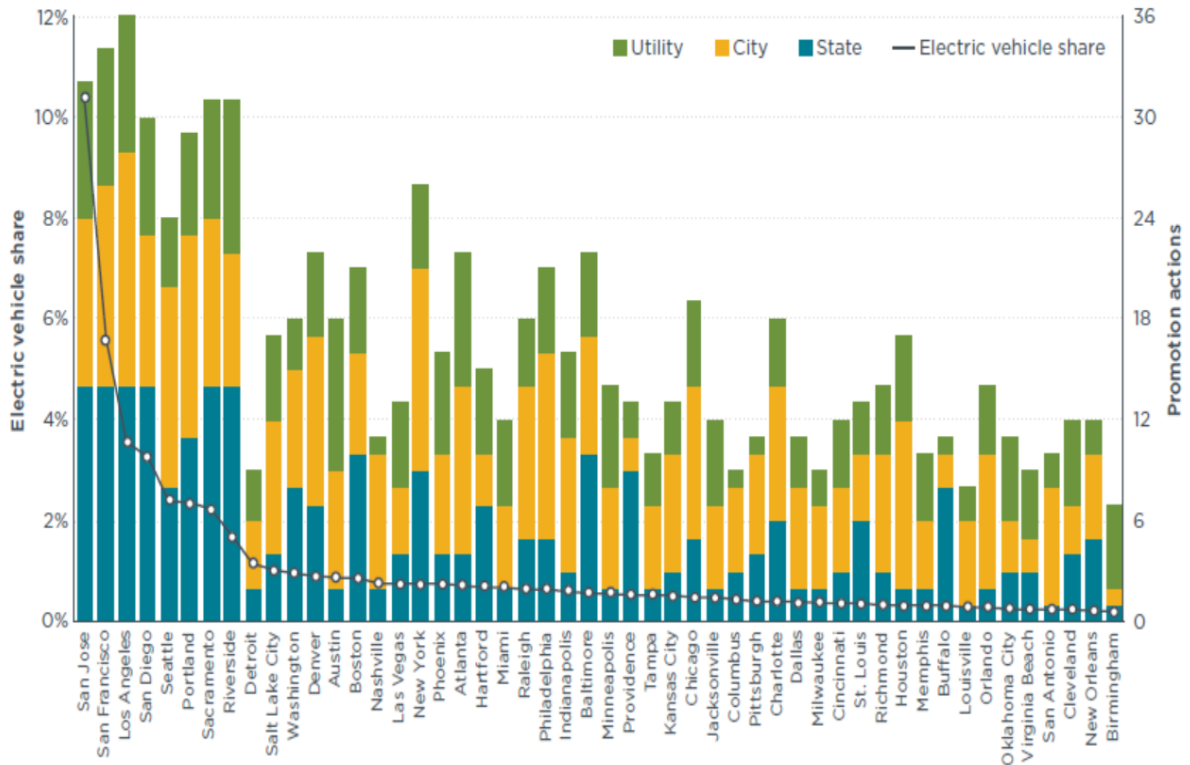
รูปที่ 3-39: ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับจำนวนรุ่นที่มีจำหน่ายในเมืองที่มีประชากรหนาแน่น 50 อันดับแรก



ที่มา: Slowik and Lutsey (2017)

รูปที่ 3-40: ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากับ

แผนปฏิบัติการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในเมืองต่าง ๆ



ที่มา: Slowik and Lutsey (2017)

ด้านการพัฒนาโครงสร้างสถานีประจุไฟฟ้า จากข้อมูล ณ วันที่ 3 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2018 ของ U.S. Department of Energy (DOE) (2018) พบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกามีจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าทั้งสิ้น 19,850 สถานี และจุดประจุไฟฟ้าทั้งสิ้น 53,238 จุด แบ่งเป็นประจุไฟฟ้าสาธารณะจำนวน 47,189 จุด และจุดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลจำนวน 6,049 จุด ซึ่งจุดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคลจากข้อมูลของ DOE นับเฉพาะจุดประจุไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้เฉพาะลูกค้าที่มาใช้บริการ เช่น ร้านอาหาร และห้างสรรพสินค้า และจุดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐเท่านั้น ไม่รวมจุดประจุไฟฟ้าตามที่พักอาศัย หากแบ่งประเภทของเครื่องประจุไฟฟ้าจะพบว่า มีจุดประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบปกติมีจำนวนทั้งสิ้น 46,824 จุด และจุดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็วมีจำนวนทั้งสิ้น 6,414 จุด โดยแต่ละแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จุดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ Level 1 (AC Level 1 Charging) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Level 1 จำนวน 3,172 จุด โดยจุดประจุไฟฟ้าประเภทนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะใช้ เต้าเสียบและเต้ารับ แบบ SAE J1772 หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Type 1 ตามมาตรฐาน IEC 62196 (Plugs, socket-outlets, vehicle

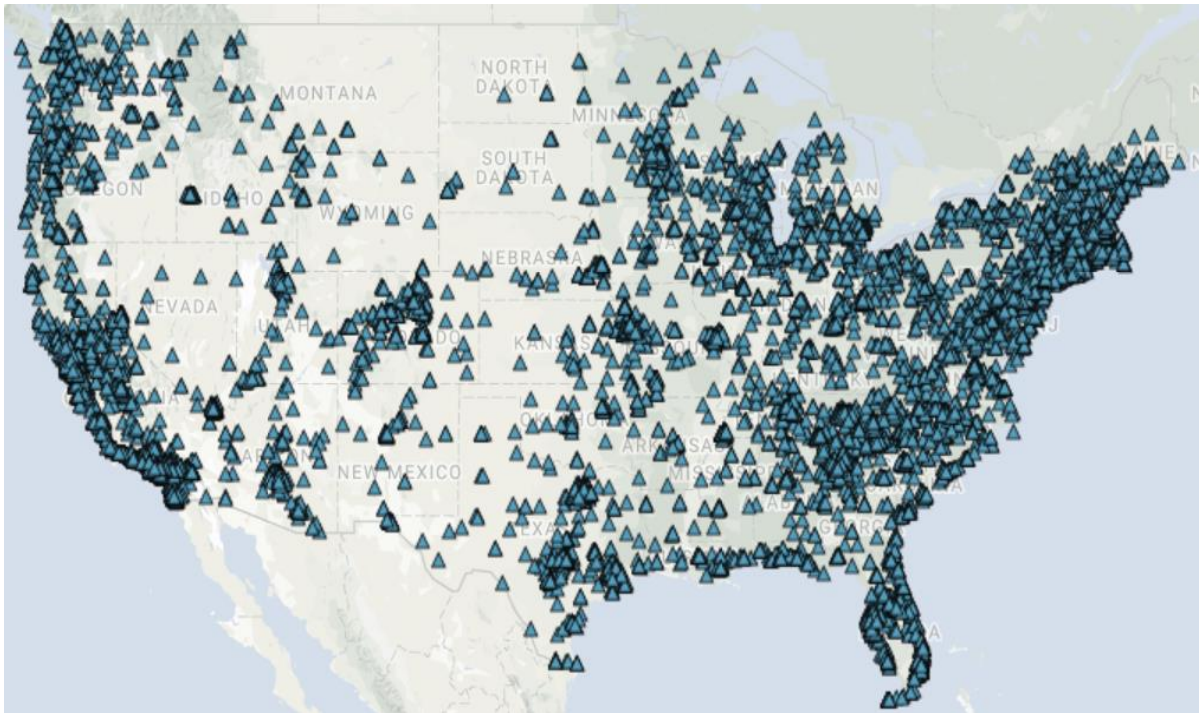
connectors and vehicle inlets- Conductive charging of electric vehicles) ซึ่ง Level 1 จะใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 120 โวลต์เท่านั้น

2. จุดประจุไฟฟ้ากระแสสลับ Level 2 (AC Level 1 Charging) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Level 2 จำนวน 43,652 จุด โดยใช้ประเภทเต้าเสียบและเต้ารับ แบบเดียวกับ Level 1 แต่จะใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 240 โวลต์ (สำหรับบ้านพักอาศัย) และ 208 โวลต์ (สำหรับใช้ในเชิงพาณิชย์)

3. จุดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบเร็ว (DC Fast Charging) หรือในบางครั้งจะเรียกว่า DC Level 2 จำนวน 6,414 จุด ซึ่งใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 240 โวลต์ขนาดแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 250 V (สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส) และไม่เกิน 480 V (สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส) โดยเต้าเสียบและเต้ารับแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ขึ้นอยู่กับรุ่นรถยนต์ได้แก่ 1. J1772 combo ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของ Chevrolet และ BMW 2. The CHAdeMO ซึ่งเป็นประเภทที่พบมากที่สุดในสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของ Nissan, Mitsubishi, และ Toyota 3. Supercharger ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของ Tesla เท่านั้น

หากเปรียบเทียบจำนวนจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศสหรัฐอเมริกาต่อจำนวนประชากร พบว่ามีจำนวนจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ประมาณ 144 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคน และการกระจายตัวของจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะส่วนมากจะตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งสอดคล้องกับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่นั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3-41

รูปที่ 3-41: การกระจายตัวของจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ในประเทศสหรัฐอเมริกา



ที่มา: U.S. Department of Energy (2018)

เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ไฟฟ้าที่ผลิตภายในประเทศจึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ภายในประเทศมีเสถียรภาพ โดยมีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 ดอลลาร์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และหากนำมาเปรียบเทียบกับงานศึกษาของ The University of Michigan Transportation Research Institute พบว่า ค่าเฉลี่ยราคาเชื้อเพลิงในประเทศสหรัฐเท่ากับ 2.35 ดอลลาร์สหรัฐต่อแกลลอน และค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในที่จำหน่ายใน ปี ค.ศ. 2016 เท่ากับ 25.3 ไมล์ต่อแกลลอน และเดินทางด้วยรถยนต์เฉลี่ย 15,000 ไมล์ต่อปี จะมีต้นทุนจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ 1,400 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะมีต้นทุนจากค่าไฟฟ้าประมาณ 540 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี (Moloughneyl, 2016)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ให้บริการด้านเครือข่ายประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะหลัก ๆ 7 ราย โดยรายละเอียดการกำหนดราคา และวิธีการชำระเงินสำหรับจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะ ดังแสดงในตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18: รายละเอียดผู้ประกอบการด้านเครือข่ายประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะในประเทศสหรัฐอเมริกา

List of Top EV Charging Networks	Background	Coverage	Access	Cost per charge
Aerovironment	- เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า AV เป็นผู้พัฒนาเทคโนโลยีด้านการประจุไฟฟ้า และจำหน่ายอุปกรณ์ประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และ แบบ Level 2 รวมถึงมีเครือข่ายประจุไฟฟ้าให้บริการเป็นของตนเอง	- เครื่องอัดประจุส่วนใหญ่ที่ให้บริการจะเป็นแบบ DC Fast Charging ตั้งอยู่ในรัฐ โอเรกอน, วอชิงตัน, และฮาวาย	- สมัครสมาชิก โดยมีค่าธรรมเนียม 15 ดอลลาร์ และ คิดค่าใช้จ่ายเป็นรายเดือน 19.99 ดอลลาร์สหรัฐ/เดือน ไม่จำกัดจำนวน - บริษัทจะส่ง กุญแจรีโมท (Key fob) สำหรับเข้าใช้งานจุดประจุไฟฟ้า	- หากไม่ได้สมัครใช้บริการรายเดือน ค่าใช้จ่ายต่อการอัดประจุ DC Fast Charging เท่ากับ 7.50 ดอลลาร์สหรัฐ/ครั้ง และ 4.00 ดอลลาร์/ครั้ง สำหรับอัดประจุแบบ Level 2
Blink Network	- สิทธิ์ของ Blink Network ถูกซื้อโดย CarCharging Group ในปี ค.ศ. 2013 โดยได้รับเงินสนับสนุนจากรัฐบาล จำนวน 114.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์อัดประจุจำนวน 8,300 ภายใต้โครงการ The EV Project	- เครือข่ายของ Blink Network ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในแคลิฟอร์เนีย, เท็กซัส, แอริโซนา, ออริกอน, เทนเนสซี และวอชิงตัน	- ลงทะเบียนโดยใช้บัตรเครดิต และไม่มีค่าธรรมเนียม และใช้บัตรที่เรียกว่า "Incard" เพื่ออัดประจุไฟฟ้า - หากไม่ได้ลงทะเบียน ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้ แอปพลิเคชันในมือถือแทนได้	- สำหรับรัฐที่อนุญาตให้มีการคิดราคาแบบกิโวลต์ต่อชั่วโมง เช่น แมรีแลนด์, นิวยอร์ก, เวอร์จิเนีย จะมีค่าใช้จ่ายการอัดประจุแบบ Level 2 ระหว่าง 0.39 – 0.79 ดอลลาร์ต่อดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ และ 0.49 – 0.69 ดอลลาร์ต่อดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลวัตต์ สำหรับอัดประจุแบบ DC Fast Charging ขึ้นอยู่กับรัฐและสถานะของสมาชิก - สำหรับรัฐที่ไม่อนุญาตให้มีการคิดราคาแบบกิโวลต์ต่อชั่วโมง จะมีค่าใช้จ่ายการอัดประจุแบบ Level 2 ระหว่าง 0.04 – 0.06 ดอลลาร์ต่อดอลลาร์สหรัฐต่อนาที ส่วนราคาการอัดประจุแบบ DC Fast Charging อยู่ระหว่าง 6.99 -9.99 ดอลลาร์ต่อครั้ง ขึ้นอยู่กับความจุของแบตเตอรี่

ตารางที่ 3-18: รายละเอียดผู้ประกอบการด้านเครือข่ายประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะในประเทศสหรัฐอเมริกา (ต่อ)

List of Top EV Charging Networks	Background	Coverage	Access	Cost per charge
Charge point	- เครือข่ายประจุไฟฟ้าออนไลน์ที่ใหญ่ที่สุด และมีให้บริการเครือข่ายประจุไฟฟ้าใน 14 ประเทศ	- มีอย่างน้อยหนึ่งสถานี ใน 43 รัฐของสหรัฐอเมริกา - ร้อยละ 25 ของสถานีทั้งหมดตั้งอยู่ในรัฐแคลิฟอร์เนีย	- ใช้ ChargePoint card ในการเข้าใช้บริการ โดยมีการเก็บเงินค่ามัดจำบัตร 25 ดอลลาร์สหรัฐ	- ราคาจะถูกกำหนดขึ้นเองโดยผู้ที่ซื้อสถานีอัดประจุของ Chargepoint ไปติดตั้ง แต่สถานีอัดประจุของ Chargepoint ส่วนมากจะไม่มีค่าบริการ
eVgo	- บริษัทในเครือ NRG Energy, Inc. ซึ่งเป็นบริษัทผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐ - eVgo เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มผลิตภัณฑ์พลังงานสะอาดของ NRG Energy, Inc.	- ให้บริการในรัฐเท็กซัส, เทนเนสซี, แคลิฟอร์เนีย และวอชิงตัน ดี.ซี.	- ให้บริการเฉพาะสมาชิกรายเดือน โดยใช้บัตร eVgo card เท่านั้น	- เริ่มต้น 30 ดอลลาร์ต่อเดือน โดยมีสัญญา 1 ปี สามารถอัดประจุแบบ DC Fast Charging และ Level 2 ได้ไม่จำกัด - Home Plan 40 ดอลลาร์ต่อเดือน สำหรับการติดตั้งเครื่องอัดประจุไฟฟ้าในที่พำนักอาศัย โดยมีสัญญา 3 ปี แต่ไม่รวมค่าไฟฟ้า
SemaConnect	- เป็นผู้จัดจำหน่าย และติดตั้งจุดอัดประจุแบบ Level 2 รายใหญ่เป็นอันดับ 3 ในสหรัฐอเมริกา	- เครือข่ายของ SemaConnect ส่วนใหญ่จะอยู่ในรัฐเวอร์จิเนีย, จอร์เจีย, แคลิฟอร์เนีย และวอชิงตัน ดี.ซี.	- ใช้บัตร SemaCharge Pass ในการเข้าใช้จุดอัดประจุ โดยในบัตรจะต้องมียอดเงินคงเหลือไม่น้อยกว่า 20 ดอลลาร์สหรัฐ โดยผู้ใช้บริการสามารถเพิ่มเงินในบัตร ผ่านการตัดบัตรเครดิต, สมาร์ทโฟน และการสแกน QR code	- ค่าใช้จ่ายในการอัดประจุแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับผู้ที่เป็นเจ้าของเครื่องอัดประจุ

ตารางที่ 3-18: รายละเอียดผู้ประกอบการด้านเครือข่ายประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าสาธารณะในประเทศสหรัฐอเมริกา (ต่อ)

List of Top EV Charging Networks	Background	Coverage	Access	Cost per charge
Shorepower Connect	- บริษัทผลิต จำหน่าย และให้บริการเครือข่ายประจุไฟฟ้า สำหรับรถบรรทุกพลังงานไฟฟ้า และในบางที่มีเต้ารับและเต้าเสียบ ตามมาตรฐาน J1772 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลด้วย	- สถานีส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในจุดจอดรถบรรทุก ใน 30 รัฐทั่วประเทศ	- ค่าธรรมเนียมในการเปิดใช้งานราคา 1 ดอลลาร์ และชำระค่าบริการผ่านบัตรเครดิต	- ค่าอัดประจุแบบ Level 2 ราคา 1 ดอลลาร์ สหรัฐต่อชั่วโมง - สำหรับจุดอัดประจุที่มีเต้ารับและ J1772 ส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในฝั่งตะวันตก ไม่มีค่าบริการ
Tesla Superchargers	- ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้า Tesla สามารถใช้ Tesla Superchargers ได้โดยไม่มีค่าบริการ	- ตั้งอยู่ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา	- ผู้ใช้ Tesla สามารถใช้บริการ Tesla Superchargers ได้โดยไม่ต้องใช้บัตรใด ๆ	- ไม่มีค่าใช้จ่าย

ที่มา: Berman (2014)

นอกจากนี้ การให้สิทธิประโยชน์ในการประจุไฟฟ้าแก่ผู้บริโภคก็เป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมด้านการตลาด ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรม “ChargeNow” ที่ให้สิทธิผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้า BMW i3 ที่ซื้อหลังจากวันที่ 1 พฤศจิกายน ค.ศ. 2015 ประจุไฟฟ้าแบบ DC Fast Charging ฟรี 30 นาที และ แบบ Level 2 Charging ฟรี 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 2 ปี (ChargePoint, Inc., 2018) ขณะที่ Nissan ได้มีความร่วมมือกับเครือข่ายประจุไฟฟ้า เช่น EVgo, AV, Blink, และ Chargepoint ออกโปรแกรมที่มีชื่อว่า “The Leaf EZ-Charge” เพื่อมอบสิทธิประโยชน์สำหรับผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า Nissan Leaf ในการประจุไฟฟ้าแบบ DC Fast Charging ฟรี 30 นาที และ แบบ Level 2 Charging ฟรี 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 2 ปี และมีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะร่วมโปรแกรมนี้นี้กว่า 22,000 สถานีทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา (Nissan North America, Inc., 2013)

3.5.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากการศึกษานโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยพบว่า การดำเนินมาตรการในแต่ละกลุ่มนำไปสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. มาตรการให้แรงจูงใจแก่ผู้ใช้งานยนต์ไฟฟ้ามีความจำเป็น เนื่องจากต้นทุนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่นั้นอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเทคโนโลยียานยนต์ที่อาศัยเครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งเป็นเทคโนโลยีดั้งเดิม ทำให้ราคาของยานยนต์ไฟฟ้านั้นสูงกว่าราคาของยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล การสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้บริโภคในรูปของมาตรการที่หลากหลายทั้งในรูปของตัวเงินและความสะดวกสบายบางอย่างจะช่วยให้ต้นทุนในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าลดลง ทำให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

2. มาตรการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยี มีความจำเป็นเนื่องจากการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลายจะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่มีอุปทานมารองรับ ดังจะเห็นจากสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ในประเทศไทยสหรัฐอเมริกาช่วยก่อนปี ค.ศ. 2011 ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีความพยายามสนับสนุนจากทางรัฐบาลตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 แต่ด้วยขีดจำกัดของเทคโนโลยีทำให้ไม่มีอุปทานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเพียงพอ ทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพ ต่อมาเมื่อรัฐให้การสนับสนุนด้านเทคโนโลยี และการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าทำให้มียานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ ออกสู่ตลาดได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ผู้ใช้งานยนต์มีทางเลือกในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นไปด้วย นอกจากนี้ การวิจัยและพัฒนาช่วยลดต้นทุนการผลิตของยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาวได้อีกด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อราคายานยนต์ไฟฟ้าโดยตรง

3. มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน มีความจำเป็นในการลดปัญหาความวิตกกังวลของผู้ใช้ในเรื่องของขีดจำกัดระยะทางวิ่งของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการที่จะเปลี่ยนมาใช้นานยนต์ไฟฟ้า สถานีประจุไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา มีเทคโนโลยีที่หลากหลาย ผู้ให้บริการเครือข่ายประจุไฟฟ้าที่หลากหลายนี้จะใช้กลไกตลาดและกลยุทธ์ในการแข่งขันโดยการให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ใช้บริการเพื่อดึงดูดให้ผู้ขับขียนานยนต์ไฟฟ้ามาใช้สถานีของตน การกระจายตัวของสถานีประจุไฟฟ้ามีความเหมาะสมและมีอยู่หนาแน่นในพื้นที่ที่มียานยนต์ไฟฟ้าอย่างหนาแน่นเช่นกัน

4. การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในโครงการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น นโยบาย แรงจูงใจ หรือ การสร้างความตระหนักรู้ สามารถลดอุปสรรคต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค อย่างเช่น แนวทางปฏิบัติการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่ครอบคลุมของ รัฐแคลิฟอร์เนีย ที่มีกฎข้อบังคับเกี่ยวกับยานยนต์ปลอดมลพิษ (Zero Emission Vehicle) ช่วยเป็นกระตุ้นให้ผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่สุดตลาดก่อนรัฐอื่น ๆ ประกอบกับมีมาตรการสร้างแรงจูงใจ และการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง

3.6 ประเทศเยอรมนี

ประเทศเยอรมนีเป็นประเทศในกลุ่ม OECD ที่มีปริมาณการขนส่งผู้โดยสารส่วนบุคคลโดยรถยนต์ส่วนตัวและรถจักรยานยนต์ทางถนนในสัดส่วนที่สูงที่สุดคิดเป็นกว่าร้อยละ 80 ของการขนส่งผู้โดยสารทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2016 รองลงมาคือการขนส่งโดยสารประจำทางและรถราง (Trams) และการขนส่งทางรถไฟ เมื่อพิจารณาถึงการขนส่งสินค้า จะพบว่า การขนส่งสินค้าทางถนนมีความสำคัญมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณสินค้าทั้งหมด และกว่าร้อยละ 60 ของระยะทางขนส่งสินค้าทั้งหมด การขนส่งสินค้าที่มีความสำคัญรอบลงมาก็คือการขนส่งสินค้าทางรถไฟและทางน้ำ

ในการขนส่งทางถนนทุกประเภท พบว่ารถยนต์นั่ง (Passenger cars) มีปริมาณยานยนต์ที่มากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณยานยนต์สะสมในประเทศเยอรมนี รองลงมาคือรถพ่วง และรถจักรยานยนต์

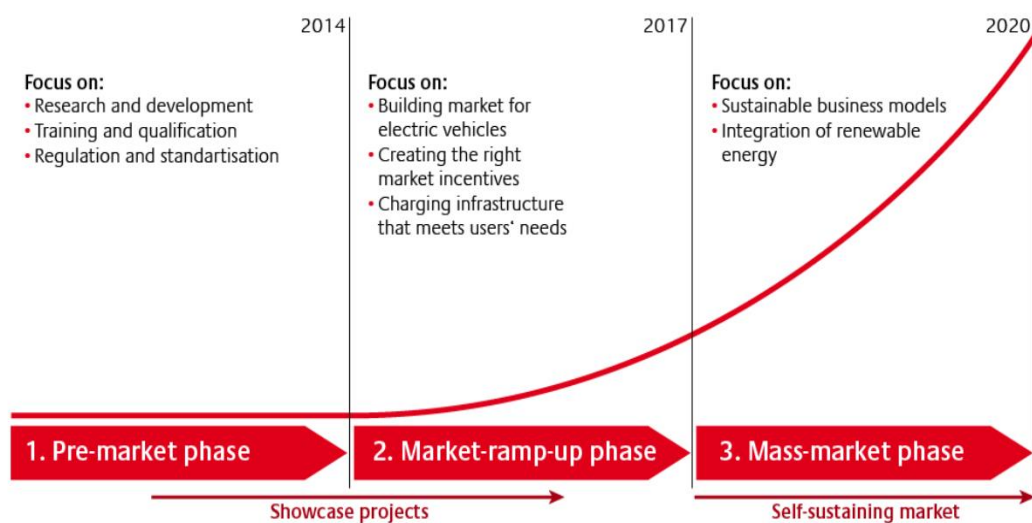
ประเทศเยอรมนีอาศัยแหล่งพลังงานขั้นต้นจากถ่านหิน พลังงานนิวเคลียร์ และเชื้อเพลิงชีวมวล และพลังงานขยะเป็นสำคัญ โดยมีสัดส่วนการจัดหาพลังงานขั้นต้นที่ใกล้เคียงกันอยู่ที่ร้อยละ 36, 20 และ 25.5 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการผลิตพลังงานภายในประเทศเยอรมนี คิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 38.8 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด จึงทำให้ประเทศเยอรมนีเป็นประเทศนำเข้าพลังงานสุทธิ โดยส่วนใหญ่จะนำเข้าน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศเยอรมนีมีแนวโน้มที่คงที่ โดยส่วนใหญ่จะใช้ในภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และบ้านอยู่อาศัยในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน การผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงจากถ่านหินในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 40 ในปี ค.ศ. 2015 รองลงมาคือพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานลม

3.6.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้า

ปี ค.ศ. 2010 รัฐบาลเยอรมนีภายใต้การบริหารประเทศของ นางแองเจลา เมอร์เคิล นายกรัฐมนตรี ภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ ได้มีปฏิญญาร่วมกันในการพัฒนาประเทศเยอรมนีไปสู่การเป็น ผู้นำด้านยานยนต์ไฟฟ้าภายใน ปี ค.ศ. 2020 และมีการจัดตั้งสภาที่ปรึกษา ที่มีชื่อเรียกว่า “The National Platform for Electric Mobility: NPE ” มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาและกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อบรรลุ เป้าหมายที่ตั้งไว้ร่วมกัน จากการนำตัวแทนของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในทุภาคส่วน ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม, ภาครัฐบาล, สถาบันการศึกษา และภาคประชาชน เข้ามามีส่วนในการกำหนดแผนดังกล่าว ซึ่งเป้าหมายร่วม ระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ คือ การนำประเทศเยอรมนีสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้ตลาด ยานยนต์ไฟฟ้าระดับโลก ควบคู่ไปกับการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยการเพิ่มการใช้น้ำมัน ไฟฟ้า ไว้ที่ 1,000,000 คัน ภายในปี ค.ศ. 2020 และ 6,000,000 คัน ภายในปี ค.ศ. 2030 (National Platform for Electric Mobility, 2010; Kemfert, C., 2016)

รูปที่ 3-42: แนวทางในการพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี



ที่มา: National Platform for Electric Mobility (2018a)

มาตรการการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ มาตรการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี มาตรการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้บริโภค และมาตรการ ด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า ซึ่งมีการแบ่งการพัฒนาส่งเสริมตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ตามยุทธศาสตร์ ของ The National Platform for Electric Mobility ออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะก่อนที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะเข้าสู่ตลาด (Pre-market phase) ในระหว่าง ปี ค.ศ. 2009 ถึง ปี ค.ศ. 2014 รัฐบาลเยอรมนีให้ความสำคัญกับการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าให้สามารถวิ่งได้ในระยะทางที่ไกลขึ้น และมีราคาต่ำลง

โดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 เป็นต้นมา มีการจัดหาเงินทุนสำหรับวิจัยและพัฒนาแล้ว กว่า 1.5 พันล้านยูโร โดยมีรัฐบาลกลางเป็นศูนย์กลางในการจัดหาเงินทุนเพื่อใช้ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในทุก ๆ ด้านอันได้แก่ เทคโนโลยีระบบส่งกำลัง การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่า การวิจัยด้านแบตเตอรี่ การบูรณาการด้านกริด การกำหนดมาตรฐานและด้านโครงสร้างสถานีนี้อัดประจุ (Federal Ministry for Economic affairs and Energy, 2018) เพื่อพัฒนาให้ประเทศเยอรมนีกลายเป็นศูนย์กลางของห่วงโซ่คุณค่าด้านยานยนต์ไฟฟ้า

กระทรวงเศรษฐกิจและพลังงานของประเทศเยอรมนี ได้เปิดตัวโครงการ “Electric mobility, positioning along the value chain - ELECTRIC POWER” เพื่อสนับสนุนเงินทุนให้กับโครงการที่ออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านห่วงโซ่คุณค่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา เซลล์แบตเตอรี่ โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา และการบูรณาการระบบต่าง ๆ ซึ่งโครงการส่วนใหญ่จะเป็นการร่วมมือกันของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ

นอกจากนี้ยังมีโครงการ “The ELECTRIC POWER” ระหว่างปี ค.ศ. 2013 – 2016 มีการสนับสนุนงบประมาณจำนวน 23 ล้านยูโร ในการระดมทุนโครงการร่วมมือ 10 โครงการ ประกอบด้วยโครงการย่อย 41 โครงการ เพื่อสร้างห่วงโซ่คุณค่าให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า โดยตัวอย่างงานวิจัยที่ได้รับเงินสนับสนุนมีดังต่อไปนี้

ProLemo: โครงการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าน้ำหนักเบาด้วยการใช้คาร์บอนไฟเบอร์เสริมด้วยแม่เหล็กอ่อน แทนที่โลหะแบบเก่า โดยเป็นการวิจัยของสถาบันการศึกษา Karlsruhe Institute of Technology และ Institute of Vehicle System Technology ร่วมกับ ภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ WITTENSTEIN cyber motor GmbH, ARBURG GmbH + Co KG, INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky, และ Aumann GmbH ซึ่งทำให้สามารถลดน้ำหนักมอเตอร์ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับขนาดมอเตอร์ในกลุ่มเดียวกัน ขณะที่ความเฉื่อยของมอเตอร์ในมอเตอร์ไฟฟ้าก็ลดลงประมาณร้อยละ 15 (Karlsruhe Institute of Technology, 2018)

Ramp-up factory: เป็นโครงการวิจัยที่ช่วยผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก ในการเพิ่มประสิทธิภาพและความเชี่ยวชาญในการผลิตชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่น ระบบขับเคลื่อน ซึ่งโดยปกติจะต้องอาศัยผู้ผลิตรถยนต์ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้นจึงจะผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้ได้

ISB-Elektro: เป็นโครงการวิจัยเกี่ยวกับการนำเครื่องจักรที่ใช้ผลิตรถยนต์แบบเดิมมาเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถผลิตรถยนต์ไฟฟ้าให้ได้จำนวนมาก (Mass Production) โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีคุณสมบัติพิเศษที่มีราคาแพงและต้องใช้งบประมาณในการลงทุนสูง โครงการนี้จะช่วยลดต้นทุนให้ผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า รวมถึงผู้ผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ผลิตเหล่านี้เข้าถึงห่วงโซ่คุณค่าในอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคตนี้

ด้านการพัฒนามาตรฐานยานยนต์ไฟฟ้า รัฐบาลมีวัตถุประสงค์ในการสร้างมาตรฐานของช่องจ่ายไฟ เพื่อให้ยานยนต์ไฟฟ้าจากผู้ผลิตแต่ละราย สามารถเข้าถึงสถานีอัดประจุได้สะดวกยิ่งขึ้น รวมถึงการใช้โครงสร้างสถานีอัดประจุแบบอัจฉริยะเพื่อเชื่อมโยงยานยนต์ไฟฟ้ากับสถานีอัดประจุ ผ่านการสื่อสารระหว่างกัน นอกจากนี้รัฐบาลยังได้สนับสนุนการเจรจามาตรฐานยานยนต์ไฟฟ้าที่จำเป็นร่วมกับประเทศคู่ค้าต่าง ๆ ไม่เพียงมาตรฐานของช่องจ่ายไฟช่องเท่านั้นแต่รวมถึง ยานยนต์ สถานีอัดประจุ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับผลิต เนื่องจากสิ่งเหล่านี้จะถูกส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก โดยตัวอย่างของโครงการกำหนดมาตรฐานที่โดดเด่น ได้แก่โครงการ Electric mobility – implementing the standardisation roadmap เพื่อกำหนดมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่าง ๆ ของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ระบบกักเก็บพลังงาน อุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น การเชื่อมโยงระหว่างยานยนต์กับโครงข่ายไฟฟ้า เป็นต้น

สำหรับการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ รัฐบาลเยอรมนีมีการสนับสนุนโครงการวิจัยพลังงาน ที่รวบรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบกักเก็บพลังงานและกริด ภายใต้แนวคิดหลักคือ การปรับปรุงประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของแบตเตอรี่ โดยการใช้วัสดุในการผลิตที่เหมาะสม ด้วยวิธีการผลิตที่ทันสมัย เพื่อช่วยให้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตจากประเทศเยอรมนีสามารถขับเคลื่อนได้ระยะไกลขึ้นต่อการอัดประจุหนึ่งครั้ง และปลอดภัยแม้มีการอัดประจุใหม่หลายครั้งก็ตาม

ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้โครงการ “information and communications technologies (ICT) for electric mobility II” กระทรวงกระทรวงเศรษฐกิจและพลังงานของประเทศเยอรมนี ได้ให้เงินสนับสนุนแนวคิดในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ร่วมกับยานยนต์ไฟฟ้า สมาร์ทกริด และระบบจราจรอัจฉริยะ โดยยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีกำลังจะถูกบูรณาการให้กลายเป็นส่วนของเครือข่ายระบบขนส่ง มีจุดมุ่งหมาย คือ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ เพื่อก่อให้เกิดการจราจรที่มีประสิทธิภาพ และเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะถึงที่หมาย จากการใช้พลังงานอย่างเต็มประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

ระยะที่ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าเติบโตอย่างก้าวกระโดด (Market ramp up phase) ระหว่างปี ค.ศ. 2014 – 2017 รัฐบาลเยอรมนีเลือกใช้มาตรการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้บริโภค และมาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า เพื่อกระตุ้นความต้องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ โดยมีรายละเอียดมาตรการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (Federal Ministry for Economic affairs and Energy, 2014; Tietge et al., 2016; Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, 2014)

- มาตรการยกเว้นการเก็บภาษียานยนต์ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ไฟฟ้าที่จดทะเบียนใหม่ ก่อนวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 2015 จะได้รับการยกเว้นการเก็บภาษีจากการเป็นเจ้าของยานยนต์ เป็นระยะเวลา 10 ปี ส่วนยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ไฟฟ้าที่จดทะเบียนใหม่ ระหว่าง วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2016 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 2020 จะได้รับการยกเว้นเหลือเพียง 5 ปี

- มาตรการสร้างแรงจูงใจที่นำมาใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัทเอกชน โดยรัฐบาลจะเก็บภาษีรายได้บุคคลธรรมดาเพิ่ม จากผลประโยชน์อันเกิดจากการใช้ยานยนต์ของบริษัทไปในสัดส่วนตัว ซึ่งผลประโยชน์ที่ได้จะคำนวณจาก ร้อยละ 1 ของราคายานยนต์ บวกด้วย ร้อยละ 0.03 ของราคายานยนต์ต่อกิโลเมตร ของระยะทางระหว่างที่พักอาศัยกับสถานที่ทำงาน และนำมาบวกกับรายได้ของบุคคลนั้น ในแต่ละเดือน ดังนั้นเพื่อลดข้อเสียเปรียบจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัทเอกชน เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูงกว่า รัฐบาลจึงปรับวิธีการคำนวณผลประโยชน์ โดยใช้ อัตราคงที่ ร้อยละ 1 ของราคายานยนต์ นำมาบวกเพิ่มเป็นรายได้ต่อเดือน
- มาตรการเงินสนับสนุนสำหรับผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่มีราคาจำหน่ายต่ำกว่า 60,000 ยูโร และยื่นคำขอรับเงินสนับสนุนระหว่าง วันที่ 2 กรกฎาคม ค.ศ. 2016 ถึงปลายปี ค.ศ. 2019 ผ่านสำนักงานกลางเศรษฐกิจและควบคุมการส่งออก (The Federal Office for Economic Affairs and Export Control: BAFA) จะได้รับโบนัส จำนวน 4,000 ยูโร สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ และ 3,000 ยูโร สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยมาตรการดังกล่าวรัฐบาลกลางได้จัดสรรงบประมาณ จำนวน 600 ล้านยูโร เพื่อเป้าหมายอย่างน้อย 300,000 ภายในปี ค.ศ. 2019 ซึ่งจำนวนเงินสนับสนุนที่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้รับ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ครึ่งหนึ่งจะนำไปลดราคาจำหน่าย ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ผลิตรถยนต์ต้องรับภาระจากมาตรการส่งเสริมนี้ และอีกครึ่งหนึ่ง จะเป็นเงินสนับสนุนที่รัฐบาลจ่ายให้กับผู้ยื่นคำขอโดยตรงผ่าน BAFA
- มาตรการสิทธิพิเศษต่าง โดยเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน ค.ศ. 2015 รัฐบาลกลางได้ออกประกาศรัฐบัญญัติเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า (Elektromobilitätsgesetz: EmoG) เพื่อมอบสิทธิพิเศษให้กับผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และ ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 50 กรัมต่อกิโลเมตร และระยะทางวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร (เพิ่มเป็น 40 กิโลเมตร ในปี ค.ศ. 2017) ซึ่งจะให้อำนาจกับหน่วยงานส่วนท้องถิ่นในการเลือกใช้หนึ่งหรือมากกว่าในการให้สิทธิ อันได้แก่ ฟรีค่าที่จอดรถ และ/หรือ ที่จอดรถเฉพาะสำหรับผู้ยานยนต์ไฟฟ้า สิทธิในการใช้ช่องทางเดินรถพิเศษ สิทธิในการเข้าพื้นที่จำกัดเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งนี้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับสิทธิพิเศษต่าง ๆ เหล่านี้จะได้รับแผ่นป้ายพิเศษที่มีพยัญชนะลงท้ายด้วย “E” เพื่ออำนวยความสะดวกในการบังคับใช้กฎหมาย จนสิ้นสุดมาตรการในช่วงกลางปี ค.ศ. 2030

ด้านมาตรการส่งเสริมด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า ในระหว่างปี ค.ศ. 2016 – 2020 รัฐบาลกลางอนุมัติงบประมาณจำนวน 300 ล้านยูโร เพื่อสนับสนุนค่าใช้จ่ายประมาณ ร้อยละ 40 ของการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและกึ่งสาธารณะจำนวน 15,000 จุด ครอบคลุมเส้นทางขนส่งหลักทั่วประเทศ

นอกจากนี้ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม ค.ศ. 2014 ถึง เดือนสิงหาคม ค.ศ. 2017 กระทรวงเศรษฐกิจและพลังงานของประเทศเยอรมนีร่วมกับสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ Volkswagen, BMW,

Daimler และ Porsche ในการทำงานร่วมกันภายใต้โครงการ “Schnellladenetz für Achsen und Metropolen (SLAM) fast charging for major trunk roads and cities” มูลค่ารวม 12.9 ล้านยูโร และได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงเศรษฐกิจและพลังงานของประเทศเยอรมนี จำนวน 8.7 ล้านยูโร มีเป้าหมายในการติดตั้งเครือข่ายสถานีอัดประจุแบบเร็ว ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่า 15 กิโลวัตต์ จำนวน 600 จุด เพื่อรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการวิจัย และวิเคราะห์ด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุ โดยข้อมูลจะถูกนำมาใช้เพื่อคาดการณ์ความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าใหม่ในแต่ละพื้นที่ และเพื่อพัฒนาโมเดลธุรกิจของผู้ประกอบการเครือข่าย ตลอดจนระบบวิธีการคิดค่าบริการ (Morris, 2016; BioAge Group, LLC., 2016)

ระยะที่ผู้บริโภคทั่วไปสามารถเข้าถึงยานยนต์ไฟฟ้าได้ (Mass-market phase) ระหว่าง ปี ค.ศ. 2017 ถึง ปี ค.ศ. 2020 รัฐบาลเยอรมนีให้ความสำคัญกับการสนับสนุนการสร้างโมเดลธุรกิจที่ยั่งยืน (Sustainable Business Model) และการรวมแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเข้ามาในระบบ (Integration of Renewable Energy) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในปัจจุบันตลาดยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่เข้าสู่ระยะที่ผู้บริโภคทั่วไปสามารถเข้าถึง แต่ The National Platform for Electric Mobility ได้แนะนำมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงดังกล่าวไว้ดังต่อไปนี้

- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ด้วยงบประมาณจำนวน 360 ล้านยูโรต่อปี ระหว่างปี ค.ศ. 2017-2020
- จัดสรรงบประมาณในการสร้างสถานีอัดประจุสาธารณะที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย จนถึงปี ค.ศ. 2020 และส่งเสริมโครงการลงทุนร่วมระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ในการสร้างสถานีอัดประจุ ด้วยงบประมาณ 550 ล้านยูโร
- ปรับปรุงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งจุดอัดประจุไฟฟ้าส่วนบุคคล หรือการกำหนดสถานที่จอดรถสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น สถานีรถไฟ สถานีราชการ เป็นต้น

3.6.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศเยอรมนีได้มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่หลากหลาย มาตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2009 เป็นต้นมา โดยในช่วงแรก (ค.ศ. 2009 - 2014) รัฐบาลเยอรมนีเลือกใช้มาตรการส่งเสริมด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเป้าหมายหลักคือพัฒนาภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า

หากพิจารณาถึงสาเหตุที่รัฐบาลเยอรมนีเลือกที่จะส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้ามาเป็นอันดับแรกเนื่องจากเยอรมนีเป็นประเทศที่มีตลาดยานยนต์ใหญ่ที่สุดในสหภาพยุโรป กล่าวคือยานยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ในแต่ละปีที่ใช้ในประเทศเยอรมนีมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 ของยานยนต์จดทะเบียนใหม่ในสหภาพยุโรป และกว่าร้อยละ 30 เป็นรถยนต์ที่ผลิตในประเทศเยอรมนี สร้างรายได้ให้กับอุตสาหกรรม

ยานยนต์มูลค่าประมาณ 423 พันล้านยูโร และมีสัดส่วนสูงสุดประมาณ ร้อยละ 20 ของรายได้จากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมดในประเทศในปี ค.ศ. 2017 (Germany trade & invest, 2018)

ปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้ากลับมาได้รับความนิยมอีกครั้ง เนื่องจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ทำให้ข้อจำกัดหลาย ๆ ด้านของยานยนต์ไฟฟ้าค่อย ๆ หดไป ส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่ทั่วโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศเยอรมนีภายในระยะเวลาอันใกล้ ดังนั้นการเลือกใช้มาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา จะช่วยให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี ก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำด้านยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยรักษาความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศเยอรมนีในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม มีการใช้จ่ายสำหรับการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีจากภาครัฐและภาคเอกชนรวมกันแล้ว กว่า 28 พันล้านยูโร ส่วนบริษัทผู้ผลิตรถยนต์อย่าง Volkswagen Mercedes Audi และ BMW ซึ่งเป็นบริษัทผลิตรถยนต์ชั้นนำของโลก ต่างประกาศถึงความมุ่งมั่นที่จะผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายของรัฐบาล (Tietge and Lutsy, 2016)

ผลจากการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์อย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2009 ถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำพาเยอรมนีสู่การเป็นผู้นำด้านยานยนต์ไฟฟ้าของโลก โดยในปี ค.ศ.2017 มีรุ่นยานยนต์ไฟฟ้า จากผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศเยอรมนี ออกสู่ตลาดภายในประเทศแล้วกว่า 26 รุ่น ครอบคลุมในทุก Segment รวมถึงมีการเปิดตัวยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ ที่เตรียมเข้าสู่ตลาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงแต่จะช่วยให้อัตราการเติบโตของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้น แต่จะมีผลต่ออัตราการเติบโตของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในทวีปยุโรป เนื่องจากเยอรมนีคือฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสำคัญที่ของทวีปยุโรป (International Energy Agency, 2017c; Tietge and Lutsy, 2016; National Platform for Electric Mobility, 2018)

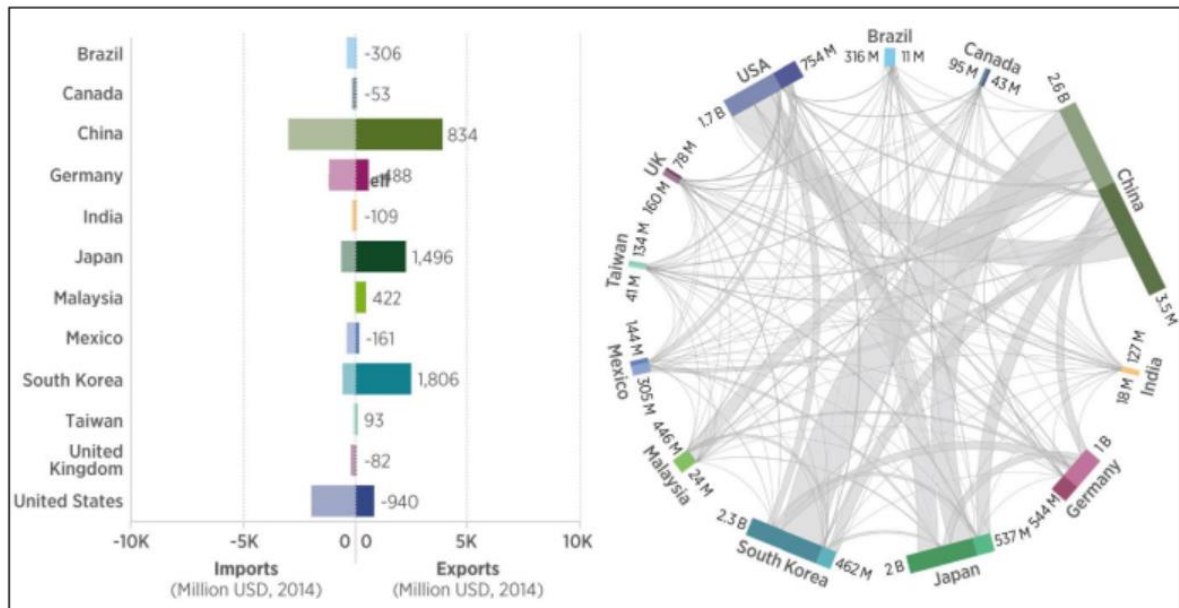
ตารางที่ 3-19: รุ่นยานยนต์ไฟฟ้าจากผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศเยอรมนี ในปี ค.ศ. 2017

รุ่น		ประเภทยานยนต์ไฟฟ้า	ราคา (ยูโร)
Volkswagen	e-up!	แบบแบตเตอรี่	22,605
	e-Golf	แบบปลั๊กอินไฮบริด	30,168
	Golf GTE	แบบปลั๊กอินไฮบริด	31,008
	Passat GTE	แบบปลั๊กอินไฮบริด	37,185
BMW	i3 (มี 4 รุ่นย่อย)	แบบแบตเตอรี่ และ แบบปลั๊กอินไฮบริด	29,370 – 34,160
	225xe	แบบปลั๊กอินไฮบริด	32,900
	330e	แบบปลั๊กอินไฮบริด	36,639
	530e	แบบปลั๊กอินไฮบริด	45,200
	X5xDrive40e	แบบปลั๊กอินไฮบริด	58,655
	740e iPerformance	แบบปลั๊กอินไฮบริด	77,731
	i8	แบบปลั๊กอินไฮบริด	109,244
Audi	A3 Sportsback e-tron	แบบปลั๊กอินไฮบริด	32,605
	Q7 e-tron quattro	แบบปลั๊กอินไฮบริด	68,824
Mercedes	B 250e	แบบแบตเตอรี่	33,151
	C 350e	แบบปลั๊กอินไฮบริด	42,900
	GLC 350 e 4MATIC	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	44,300
	GLE 500 e 4MATIC	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	62,650
	E 350e	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	49,950
	S 500e	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	92,650
Porsche	Cayenne S E-Hybrid	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	72,381
	Panamera 4 E-Hybrid	ยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด	90,381
Smart	Fortwo	แบบแบตเตอรี่	21,940
	Forfour	แบบแบตเตอรี่	22,600

ที่มา: International Energy Agency (2017c).

เมื่อพิจารณาในเรื่องของการวิจัยและพัฒนาการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนสำหรับใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศเยอรมนี พบว่า การส่งเสริมด้านแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนของรัฐบาลเยอรมนีนั้น สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่ ของผู้ผลิตรถยนต์ภายในประเทศ โดย รัฐบาลเยอรมนี มุ่งเน้นส่งเสริมการวิจัย ด้านการผลิตชุดแบตเตอรี่ที่ทันสมัย การปรับปรุงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ และ ระบบแบตเตอรี่

รูปที่ 3-43: กระแสการนำเข้าส่งออก เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ระหว่างประเทศคู่ค้ารายใหญ่



ที่มา: European Commission (2017)

จากรูปที่ 3-43 นั้นพบว่า ประเทศเยอรมนีต้องอาศัยการนำเข้าเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนจากประเทศจีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ เป็นหลัก โดยเซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้สำหรับการผลิตชุดแบตเตอรี่ (Battery pack manufacturing) ของผู้ผลิทยานยนต์ไฟฟ้า ส่วนใหญ่จะเลือกใช้เซลล์แบตเตอรี่ของผู้ผลิต Tier One จากประเทศเกาหลีใต้ ยกตัวอย่างเช่น เช่น Volkswagen AG และ Daimler AG เลือกใช้เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน จาก LG Chem Ltd. ขณะที่ BMW Group เลือกใช้ เซลล์แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน จาก Samsung SDI Co., Ltd.

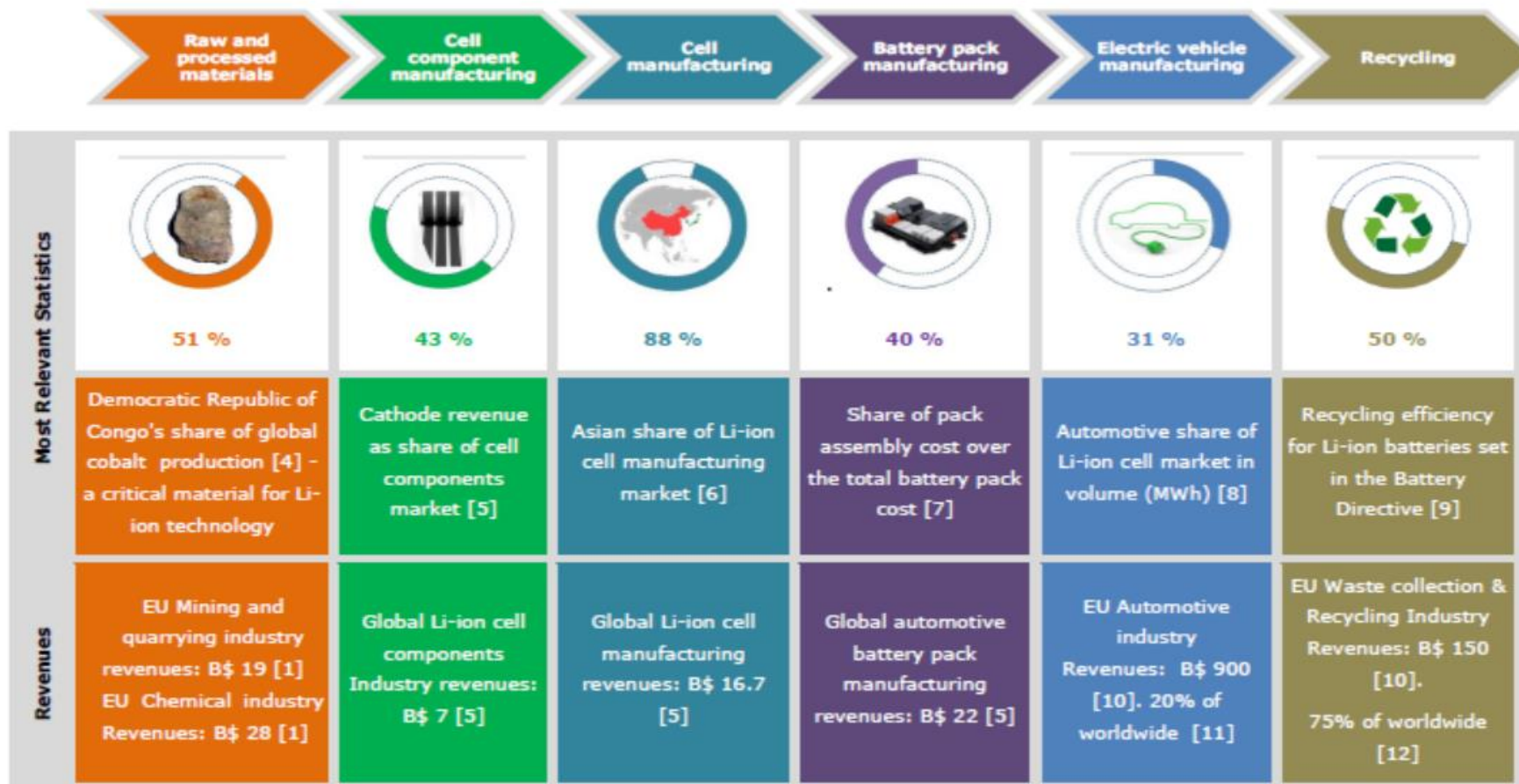
จากรายงานของ European Commission (2016; 2017) ระบุว่า จากห่วงโซ่คุณค่าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ทั้ง 6 กลุ่มนั้น ในช่วงของกระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบไปจนถึงช่วงการผลิตเซลล์แบตเตอรี่ (Cell manufacturing) จะสร้างความสามารถในการแข่งขันโดยมุ่งเน้นต้นทุน (Cost Driven) ส่วนในช่วงของการผลิตชุดแบตเตอรี่ (Battery pack manufacturing) ไปจนถึงการรีไซเคิล (Recycling) จะเป็นการสร้างความสามารถในการแข่งขันโดยมุ่งเน้นคุณค่า (Value Driven) เพื่อตอบสนองความต้องการของ OEMs ที่ผลิทยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ

การผลิตชุดแบตเตอรี่ยังถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบขับเคลื่อนที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า โดยในปี ค.ศ. 2015 European Commission (2016) ประเมินว่าต้นทุนการผลิตชุดแบตเตอรี่คิดเป็นร้อยละ 40 ของต้นทุนในการผลิตแบตเตอรี่ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามผู้ผลิทยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละแบรนด์ต่างเลือกใช้กลยุทธ์

ในการลงทุนและพัฒนาด้านแบตเตอรี่แตกต่างกันเพื่อรักษาความสามารถหลักในด้านการออกแบบชุดแบตเตอรี่ และระบบการจัดการแบตเตอรี่

จากรูปที่ 3-44 ผู้ผลิต OEMs ในประเทศจีน และญี่ปุ่น มักจะใช้เลือกที่จะผลิตเองตั้งแต่กระบวนการผลิตเซลล์แบตเตอรี่ไปจนถึงชุดแบตเตอรี่ ขณะที่ในประเทศสหรัฐอเมริกาผู้ผลิตรายหลักอย่าง Tesla และ GM เลือกใช้กลยุทธ์ที่ตรงกันข้าม โดย Tesla เลือกที่ผลิตส่วนประกอบสำคัญ ๆ ในโรงงานของ Tesla ในแคลิฟอร์เนีย รวมถึงชุดแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า รุ่น Model S และ Model X โดยใช้เซลล์แบตเตอรี่จาก Panasonic และสำหรับ Model 3 Tesla เลือกที่จะใช้การผลิตเองแบบเต็มรูปแบบรวมถึงการผลิตเซลล์แบตเตอรี่ ที่โรงงาน Tesla Gigafactory ในรัฐเนวาด้า ส่วน GM และบริษัทในเครือ เลือกใช้วิธีการจ้างผลิต (Outsource) ในการผลิตเซลล์แบตเตอรี่ ชุดแบตเตอรี่ และระบบจัดการแบตเตอรี่

รูปที่ 3-44: ห่วงโซ่คุณค่าของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์



ที่มา: European Commission (2017)

รูปที่ 3-45: กลยุทธ์ในการผลิตชุดแบตเตอรี่ของ OEMs

OEMs battery pack manufacturing strategy and control. Per region:			
Lower control ...  ... Higher control			
Cells and pack manufacturing completely outsourced.	Cells/modules manufacturing outsourced through Tier 1 suppliers. In-house pack design and manufacturing.	Cells production through joint ventures/controlled subsidiary companies. In-house pack design and manufacturing.	In-house manufacturing of cells, pack design and manufacturing.
GM	BMW	Nissan	Tesla (plan to)
	Renault	Mitsubishi	BYD
	Daimler		

ที่มา: European Commission (2016)

ในกลุ่ม OEMs ของเยอรมนี BMW Group ได้ลงทุนมากกว่า 100 ล้านยูโร ด้านเทคโนโลยีขับเคลื่อนไฟฟ้า ใน Dingolfing ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงานผลิตระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า โดย BMW จะเน้นไปที่การออกแบบ และพัฒนาส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบจัดการแบตเตอรี่ และระบบไฟฟ้าที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด โดยใช้เซลล์แบตเตอรี่จาก Samsung SDI

ส่วน Daimler AG ได้ก่อตั้งบริษัท Deutsche ACCUMOTIVE ปี ค.ศ. 2009 ใน Kamenz เพื่อพัฒนาและผลิตชุดแบตเตอรี่สำหรับ ยานยนต์ไฟฟ้า และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยนับตั้งแต่เริ่มมีการผลิตในปี ค.ศ. 2012 โรงงานแห่งนี้ได้ผลิตชุดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนกว่า 70,000 ชุด นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2016 Daimler AG ได้ประกาศที่จะลงทุนในโรงงานแห่งที่สอง มูลค่า 500 ล้านยูโร เพื่อผลิตชุดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน สำหรับใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้แบรนด์ Mercedes Benz นอกจากนี้ยังได้ทำข้อตกลงในการใช้เซลล์แบตเตอรี่จาก LG Chem โดยก่อนหน้านี้ในปี ค.ศ. 2015 Daimler ได้ประกาศปิดตัว บริษัทผลิตเซลล์แบตเตอรี่ Li-Tec Battery GmbH จากสาเหตุด้านต้นทุน โดย Daimler AG Dieter zetsche (ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร Daimler AG) ได้กล่าวว่า Daimler มีเซลล์แบตเตอรี่ที่ดีที่สุด แต่ข้อได้เปรียบดังกล่าวไม่มีค่าเนื่องจากผู้บริโภคไม่รู้ถึงถึงความแตกต่าง ส่งผลในปัจจุบัน Daimler จึงเลือกใช้เซลล์แบตเตอรี่จากซัพพลายเออร์ที่อยู่ในตลาดที่มีการแข่งขันสูงแทน และความชาญฉลาดของแบตเตอรี่ไม่ได้เกิดจากเซลล์แบตเตอรี่ แต่เกิดจากความซับซ้อนของระบบแบตเตอรี่ (European Commission, 2016; Gibbs, 2017)

ทั้งนี้ในสถานการณ์ปัจจุบันผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี เลือกที่จะลงทุนผลิตเฉพาะชุดแบตเตอรี่ เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แบตเตอรี่อยู่ในภาวะอุปทานส่วนเกิน (Excess supply)

แต่ผู้ผลิตบางรายอย่าง Volkswagen Group แสดงความกังวลกับอุปทานของเซลล์แบตเตอรี่ ที่จะมารองรับยานยนต์ไฟฟ้า ภายใต้ The Volkswagen Group Modularer Elektrobaukasten Platform ในปี ค.ศ. 2020 เนื่องจากการกำลังการผลิตส่วนเกิน (Overcapacity) ไม่ได้เกิดขึ้นในประเทศเยอรมนี (Gibbs, 2017)

จากรายงานของ Exane BNP Paribas ได้คาดการณ์ราคาชุดแบตเตอรี่ไฟฟ้าซึ่งถือว่าเป็นอุปสรรคหนึ่งที่ชะลอการเติบโตของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าจะลดลงจาก 400 ดอลลาร์สหรัฐต่อ kWh ในปัจจุบัน เหลือประมาณ 215 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อ kWh ในปี ค.ศ. 2020 และลดลงเหลือเพียง 140 ดอลลาร์สหรัฐต่อ kWh ในปี ค.ศ. 2025 และทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้รับกำไรจากการจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าสูงกว่าการจำหน่ายรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน และยานยนต์ไฟฟ้าจะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไปเพิ่มขึ้นอย่างมาก (A Berkshire Hathaway Company, 2017)

การคาดการณ์ดังกล่าวทำให้ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องใช้กำลังผลิตแบตเตอรี่ไฟฟ้าทั่วโลกประมาณ 600 GWh สำหรับผลิตยานยนต์ไฟฟ้า 6.8 ล้านคัน ที่มีขนาดแบตเตอรี่เฉลี่ย 70 kWh ขณะที่ในปัจจุบันกำลังกำลังผลิตแบตเตอรี่ไฟฟ้าทั่วโลกมีเพียง 41.57 GWh นั้นหมายถึงว่าในอนาคตหากอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนี ยังคงเลือกใช้กลยุทธ์การผลิตแบบเดิมอาจทำให้เกิดภาวะการขาดแคลน (Supply shortage) ตามที่ผู้บริหารของ Volkswagen Group กังวล

ด้านปริมาณการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ในปี ค.ศ. 2016 พบว่า ประเทศเยอรมนีมีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมทั้งสิ้น 72,730 คัน มากที่สุดเป็นอันดับ 8 ของโลก แต่หากเปรียบเทียบกับเป้าหมาย 1 ล้านคันภายในปี ค.ศ. 2020 จึงคาดว่ามาตรการดังกล่าวยังไม่ประสบผลสัมฤทธิ์เท่าที่ควร

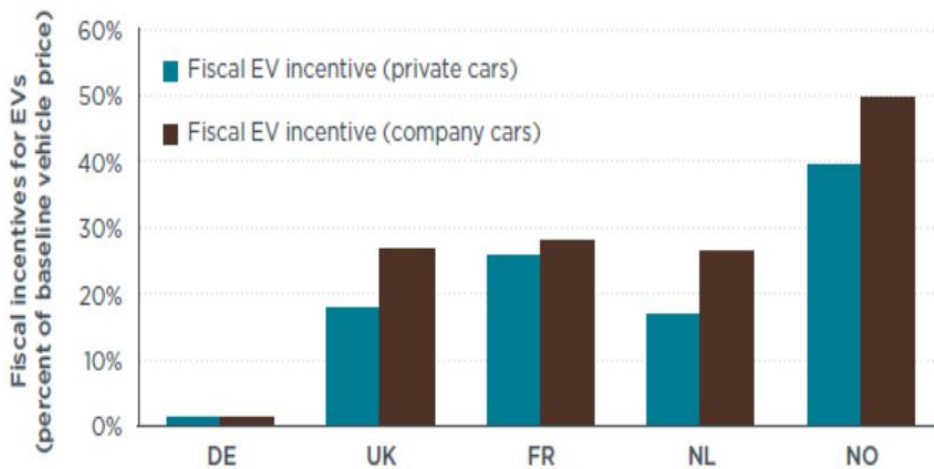
ตารางที่ 3-20: จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมของประเทศเยอรมนี ปี ค.ศ. 2011 – 2016

ประเภทยานยนต์	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ประเภทแบตเตอรี่	1,650	3,860	9,180	17,520	29,600	40,920
รถยนต์ยนต์นั่งส่วนบุคคล ประเภทไฮบริดปลั๊กอิน	240	1,400	3,010	7,410	18,520	31,810
รวม	1,890	5,260	12,190	12,740	48,120	72,730

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017)

เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ปริมาณการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนียังไม่มากเท่าที่ควร คาดว่าเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก ผลของการวิจัยและพัฒนาในช่วงแรกยังไม่สามารถช่วยให้นยานยนต์ไฟฟ้าสามารถแข่งขันกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้ายังมีราคาจำหน่ายสูง มีข้อจำกัดด้านระยะทางขับขี่ และมีรุ่นยานยนต์ไฟฟ้าให้ผู้บริโภคเลือกน้อย

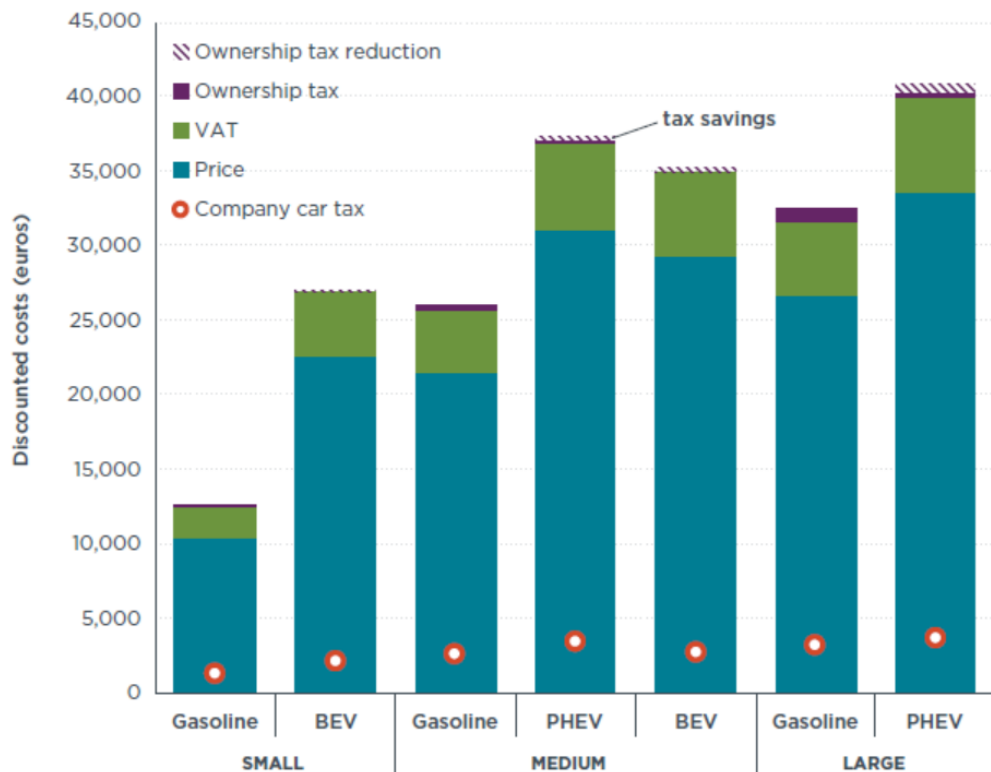
รูปที่ 3-46: ระดับแรงจูงใจกับราคาจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า (รวมภาษี) ของประเทศเยอรมนีเปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป



ที่มา: Tietge et al. (2016)

ประการต่อมา เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าแรงจูงใจที่ผู้บริโภคชาวเยอรมันได้รับ ในปี ค.ศ. 2014 เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ จากงานศึกษาของ Tietge et al. (2016) พบว่ามูลค่าแรงจูงใจของประเทศเยอรมนีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ และนอร์เวย์ เนื่องจากรัฐเยอรมนีใช้เพียงมาตรการยกเว้นภาษี ซึ่งมาตรการดังกล่าวไม่สามารถลดต้นทุนในความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมของประเทศเยอรมนี มีปริมาณน้อยกว่าประเทศประเทศอื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ

รูปที่ 3-47: มูลค่าแรงจูงใจที่ผู้บริโภคของประเทศเยอรมนีได้รับสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละกลุ่ม



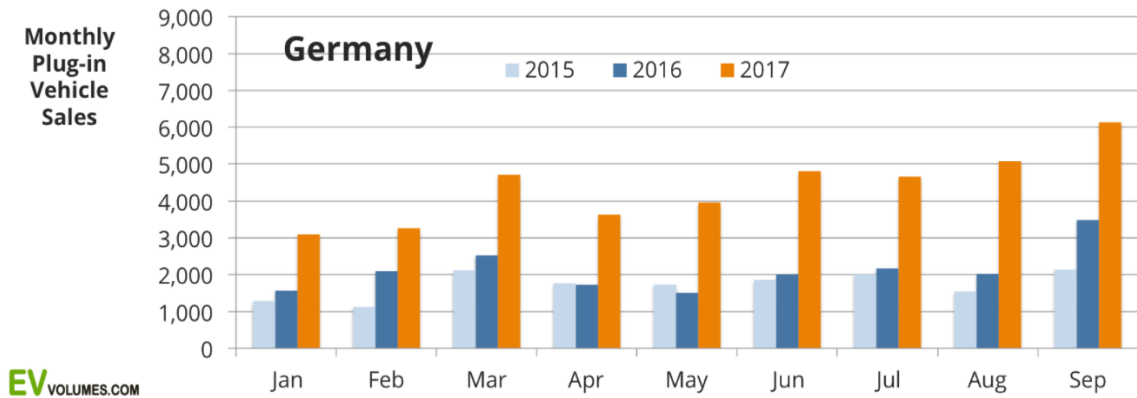
ที่มา: Tietge et al. (2016)

จากรูปที่ 3-47 งานศึกษาของ Tietge et al. (2016) ได้สรุปแรงจูงใจที่ผู้บริโภคได้รับจากการเลือกใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มยานยนต์ พบว่ามาตรการยกเว้นภาษีครอบครองยานยนต์จะมีมูลค่าประมาณ 100 ยูโร สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ไปจนถึง 650 ยูโร สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ตลอดระยะเวลา 6 ปีที่เป็นเจ้าของ ขณะที่พนักงานที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัทในกิจส่วนตัว จะต้องเสียภาษีมากกว่าการเลือกใช้นยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ถึงแม้จะมีมาตรการลดอัตราภาษีสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัท เพื่อลดข้อเสียเปรียบจากราคาจำหน่ายที่สูงแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากการเสียภาษีประเภทนี้คำนวณจากราคารถยนต์เป็นหลัก มาตรการนี้จึงส่งผลต่อแรงจูงใจเพื่อกระตุ้นการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าของบริษัทเอกชนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 2016 เข้าสู่ช่วงระยะที่ 2 ของการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ตามแผนยุทธศาสตร์ของ The National Platform for Electric Mobility รัฐบาลเยอรมนีจึงใช้มาตรการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้บริโภคเพิ่มเติมจากมาตรการยกเว้นภาษีครอบครองยานยนต์ ด้วยการใช้มาตรการเงินอุดหนุนในรูปแบบส่วนลดจากราคาซื้อ และโบนัสที่ให้โดยตรงกับผู้บริโภค ในช่วงกลางปี ค.ศ. 2016 ส่งผลให้จำนวนยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2017 ในประเทศเยอรมนีเพิ่มสูงอย่างมากเมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า

รูปที่ 3-48: เปรียบเทียบยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีรายเดือน

ระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2017



ที่มา: EV volumes (2017)

จากข้อมูลเปรียบเทียบยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี ในช่วงเดือนมกราคม - กันยายน ปี ค.ศ. 2015 – 2016 ที่เผยแพร่โดย EV volumes (2017) จะพบว่ายอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนีเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากมีมาตรการสร้างแรงจูงใจด้านการเงิน ซึ่งยอดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม - กันยายน ในปี ค.ศ. 2017 มีอัตราเติบโตถึงร้อยละ 106 เมื่อเทียบกับปีก่อนหน้า ในช่วงเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เยอรมนีกลายมาเป็นเป็นประเทศที่มีตลาดยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 4 ของโลกรองจากประเทศจีน ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศนอร์เวย์

นอกจากรัฐบาลเยอรมนีได้ใช้มาตรการในการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การใช้นยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว และอีกสาเหตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี คือการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าด้วยการวิจัยและพัฒนาจากความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป้าหมายในการเป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของโลก กระตุ้นให้ผู้ผลิตพัฒนายานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ เข้าสู่ตลาดเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคที่หลากหลาย

ตารางที่ 3-21: จำนวนจุดประจุไฟฟ้าสะสมของประเทศเยอรมนี ปี ค.ศ. 2011 – 2017

ประเภทสถานีประจุไฟฟ้า	ปี ค.ศ.					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
แบบปกติ (Normal Charging)	1,500	2,400	2,606	4,587	16,266	22,213
แบบเร็ว (Fast Charging)	18	47	317	784	1,403	2,076
รวม	1,518	2,447	2,846	5,528	17,509	24,289

ที่มา: Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2018)

ด้านผลสัมฤทธิ์จากมาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า จากตารางที่ 3-21 พบว่า ระหว่างปี ค.ศ. 2012 – 2014 การขยายตัวของจำนวนจุดประจุไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี มีแนวโน้มชะลอตัวลงเนื่องจากในช่วงดังกล่าว มีปริมาณการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศค่อนข้างน้อย ประกอบกับรัฐบาลเยอรมนียังไม่มีมาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า การลงทุนเพื่อสร้างจุดประจุไฟฟ้ายังไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน

ภายหลังรัฐบาลเยอรมนี มีการใช้มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า ด้วยงบประมาณ 300 ล้านยูโร ในปี ค.ศ. 2017 ร่วมกับโครงการ “SLAM fast charging for major trunk roads and cities” มูลค่ารวม 12.9 ล้านยูโร ระหว่างปี ค.ศ. 2014 - ค.ศ. 2017 ส่งผลให้จุดอัดประจุสาธารณะและกึ่งสาธารณะในเยอรมนี มีอัตราการขยายตัวของจำนวนจุดประจุไฟฟ้า เพิ่มขึ้นอย่างมาก โดย ในปี ค.ศ. 2016 มีการติดตั้งจุดประจุไฟฟ้า ถึง 11,981 จุดทั่วประเทศเยอรมนี ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าคิดเป็นร้อยละ 346.7 และเมื่อสิ้นปี ค.ศ. 2017 ประเทศเยอรมนีมีจำนวนจุดอัดประจุสะสมรวมทั้งสิ้น 24,289 จุด แบ่งเป็นแบบ Normal charging ที่ได้รับและเต้าเสียบกระแสลบแบบ Type 2 จำนวน 22,213 จุด และแบบ Fast Charging 2,076 จุด ซึ่งมากกว่าร้อยละ 90 ใช้เต้ารับและเต้าเสียบกระแสดรแบบ DC Combo Type 2 ซึ่งใช้กับยานยนต์ไฟฟ้าของ Audi, BMW, Mercedes เป็นต้น (Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency, 2018; International Energy Agency, 2016)

เมื่อพิจารณาจากเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุแบบเร็วของประเทศเยอรมนี จากรายงานของ National Platform for Electric Mobility (2015) คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2017 ประเทศเยอรมนีจะมีจำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วจำนวน 1,400 จุด แต่ผลของมาตรการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพทำให้จำนวนจุดอัดประจุแบบเร็วในประเทศเยอรมนีมีจำนวนมากกว่าเป้าหมายที่ National Platform for Electric Mobility คาดการณ์แล้ว และหากเปรียบเทียบจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศเยอรมนีต่อจำนวนประชากร จากข้อมูล ปี ค.ศ. 2017 พบว่ามีสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะประมาณ

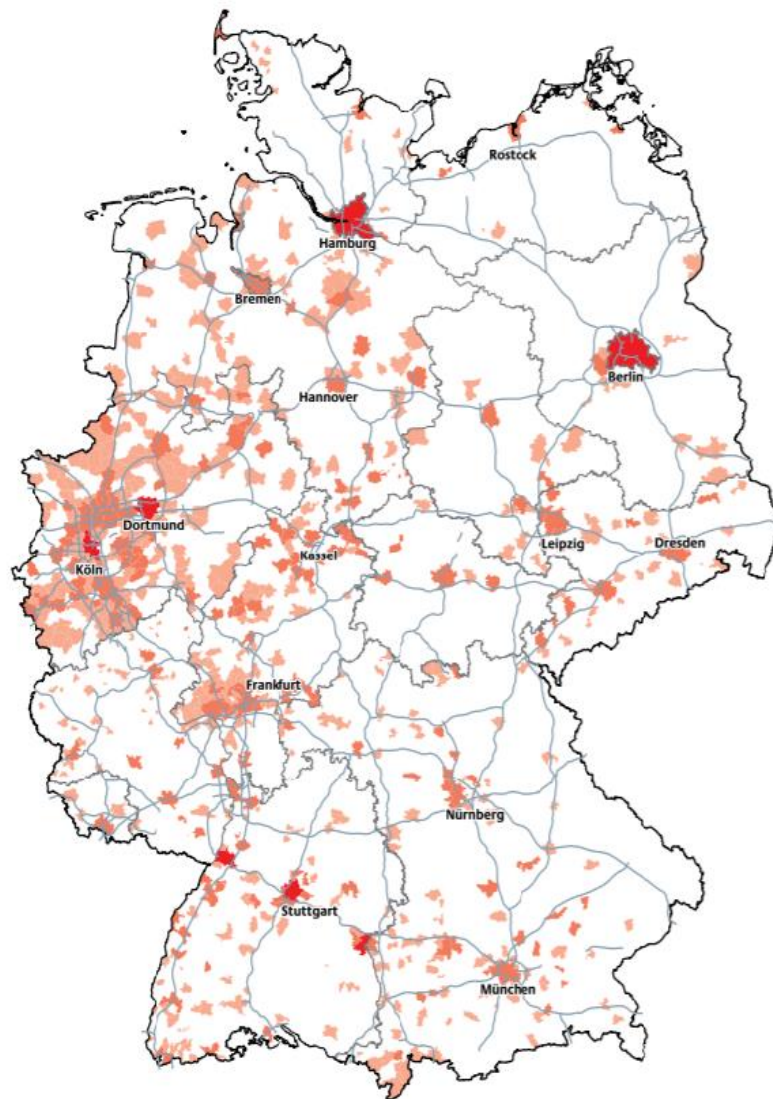
301 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคนซึ่งสูงกว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศจีน แต่จะตั้งอยู่ตามเมืองสำคัญ ๆ เช่น ฮัมบูร์ก เบอร์ลิน สตวร์ทการ์ท และเส้นทางขนส่งหลัก ๆ เป็นส่วนใหญ่

การตั้งราคาสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะในประเทศเยอรมนี มีการตั้งราคาตามระยะเวลาอัดประจุ โดยมีผู้ให้บริการหลัก ๆ ได้แก่ Charge & Pay, E-Wald, E.ON, EnBW, Innogy eRoaming, Ladenetz, Ladeverbund Franken และ REWAG โดยมีค่าบริการอยู่ระหว่าง 4.60 – 7.79 ยูโรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับประเภทการอัดประจุ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีฐานข้อมูลส่วนกลางในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจุดอัดประจุไฟฟ้า เช่น สถานที่ตั้ง วิธีการใช้งาน และราคา เป็นต้น ผู้ใช้บริการจึงต้องอาศัยการค้นหาจากเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันของผู้ให้บริการรายนั้น ๆ แทน เช่น LEMnet, e-Stations, GoingElectric, Plugfinder, และ Plugsurfing ซึ่งผู้ให้บริการแต่ละรายมีวิธีการชำระเงินที่มีความซับซ้อนแตกต่างกัน ทำให้อาจเกิดอุปสรรคในการเข้าถึงในมุมมองของผู้บริโภค (U.S. Department of Commerce, 2017)

ส่วนอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับการประจุไฟฟ้าในที่พำนักอาศัย พบว่าอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ปี ค.ศ. 2016 เท่ากับ 0.2973 ยูโรต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (Statista, 2017) ซึ่งมีราคาสูงกว่าประเทศอื่น ๆ ที่ได้ศึกษา ได้แก่ ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา นอร์เวย์ ญี่ปุ่น และ เนเธอร์แลนด์

ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่ามาตรการส่งเสริมการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าของรัฐบาลและสร้างมาตรฐานระบบอัดประจุไฟฟ้าเพื่อให้ผู้ใช้งานยนตรุ่น ๆ สามารถเข้าถึงจุดประจุไฟฟ้าได้ง่าย รวมทั้งความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในเยอรมนี และโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการประจุไฟฟ้าสาธารณะมีส่วนสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในประเทศเยอรมนี

รูปที่ 3-49: การกระจายตัวของจุดอัดประจุสาธารณะ ของประเทศเยอรมนี



ที่มา: National Platform for Electric Mobility (2015)

3.6.3 ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการนำยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้เพื่อทดแทนยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

จากการศึกษานโยบายและมาตรการในความสำเร็จในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย รัฐบาลประเทศเยอรมนีได้ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศโดยครอบคลุมทุกด้านเพื่อสร้างห่วงโซ่คุณค่าอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่อยอดจากอุตสาหกรรมยานยนต์ซึ่งประเทศเยอรมนีเป็นผู้นำและเป็นผู้ผลิตรายใหญ่

นอกจากการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนต่างส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนในการผลิตรายานยนต์ไฟฟ้าโดยใช้กำลังการผลิตและฐานการผลิตที่มีอยู่ และถึงแม้ว่าในปัจจุบัน

ยานยนต์ไฟฟ้ายังไม่สามารถแข่งขันทางด้านราคาได้แต่ผลจากการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีทำให้ผู้ผลิตรถยนต์สามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าออกมาได้หลายรุ่นและจำหน่ายออกไปทั่วยุโรปและทั่วโลก ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคในประเทศเยอรมนีมียานยนต์ไฟฟ้าให้เลือกใช้มากขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นความต้องการของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

ประเทศเยอรมนีเลือกที่จะส่งเสริมอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าก่อนที่จะพัฒนาตลาดและส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าภายในประเทศ จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำมันไฟฟ้าภายในประเทศยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ในระยะแรก

อย่างไรก็ตาม ณ ขณะนี้ดำเนินงานวิจัยนี้ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำมันไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด อันเนื่องมาจากการเติบโตของอุตสาหกรรมและมาตรการสร้างแรงจูงใจต่อผู้บริโภคได้ถูกนำมาใช้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม กล่าวคือรัฐบาลเลือกใช้มาตรการให้เงินอุดหนุนเพื่อจูงใจผู้บริโภคหันมาซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเมื่อยานยนต์ไฟฟ้ามีให้เลือกมากมายในตลาด ส่งผลให้ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ความเข้มแข็งของภาครัฐที่พร้อมผลักดันนโยบายและมาตรการให้บรรลุเป้าหมายตามแผนยุทธศาสตร์ที่ถูกกำหนดร่วมกันโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอนมีส่วนสำคัญที่ทำให้ตลาดและอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีเติบโตต่อไปอย่างเข้มแข็ง

ประเทศเยอรมนีได้วางโครงสร้างพื้นฐานโดยมีมาตรการช่วยสนับสนุนสถานีประจุไฟฟ้า ทำให้เกิดจุดอัดประจุและสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก และกระจายไปยังสถานที่ต่าง ๆ ที่มีความต้องการใช้บริการโดยเฉพาะในเมืองและเส้นทางขนส่งที่สำคัญ ผู้ให้บริการมีหลายราย มีวิธีการใช้งานสถานีอัดประจุที่หลากหลาย แต่ละรายสามารถตั้งอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับอัดประจุตามระยะเวลาอัดประจุและแตกต่างกันไปตามประเภทการอัดประจุ นอกจากนี้ยังมีวิธีการชำระเงินที่แตกต่างกัน ซึ่งนับว่าเป็นอุปสรรคในการใช้งานสถานีอัดประจุสาธารณะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องสืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบราคาและประเภทการอัดประจุเอง

3.7 ประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่มีการขนส่งผู้โดยสารทางถนนในสัดส่วนที่สูงที่สุดคิดเป็นกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผู้โดยสารทั้งหมด รองลงมาได้แก่การขนส่งทางน้ำและทางราง ในขณะที่เดียวกันการขนส่งสินค้าทางถนนมีบทบาทสำคัญที่สุดโดยมีสัดส่วนกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการขนส่งสินค้าทั้งหมด รองลงมาคือการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ และชายฝั่งทะเล

ในการขนส่งทางถนน พบว่ากว่าร้อยละ 90 ของรถยนต์จดทะเบียนสะสมทั้งหมดเป็น “รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์” และในกลุ่มนี้ พบว่ากว่าร้อยละ 50 เป็นรถจักรยานยนต์ ในขณะที่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน และรถบรรทุกส่วนบุคคล มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 24 และ 17 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2560 นอกจากนี้ ยังพบว่าในกลุ่มรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ร้อยละ 60 ของปริมาณรถยนต์สะสม ใช้เชื้อเพลิงเบนซินมากที่สุด รองลงมาคือรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล

ประเทศไทยอาศัยแหล่งพลังงานขั้นต้นจากปิโตรเลียมเป็นสำคัญโดยสามารถจัดหาพลังงานขั้นต้น โดยเฉพาะก๊าซธรรมชาติได้ภายในประเทศแต่ขณะเดียวกันก็ได้นำเข้าน้ำมันดิบในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นผู้นำเข้าสุทธิถ่านหินอีกด้วย

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศไทยเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง โดยมีการใช้ส่วนใหญ่ในภาคขนส่งมากที่สุด รองลงมาคือภาคการผลิตและเหมืองแร่ เมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานในภาคขนส่ง จะพบว่าในปี พ.ศ. 2559 การขนส่งทางถนนมีสัดส่วนการใช้พลังงานเกือบร้อยละ 80 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ทั้งหมด และกว่าร้อยละ 87 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนในประเทศไทยอาศัยแหล่งพลังงานจาก น้ำมันสำเร็จรูป โดยน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่ถูกใช้มากที่สุดในการขนส่ง

การผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พบว่าการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยได้มาจากก๊าซธรรมชาติและพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานหมุนเวียนได้เพิ่มขึ้นในระยะหลังจนกระทั่งมีส่วนร่วมในการผลิตไฟฟ้าที่สูงกว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากถ่านหินในปี พ.ศ. 2559

3.7.1 นโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้า

ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยมีเป้าหมายในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ไฮบริดปลั๊กอิน และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ รวมทั้งสิ้น 1.2 ล้านคัน ภายในปี พ.ศ. 2579 โดย แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ต่อไป

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (พ.ศ. 2559- พ.ศ. 2560) เน้นการนำร่องการใช้งานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้า เนื่องจากจะเกิดประโยชน์กับประชาชนในวงกว้างและสามารถพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการใช้งานได้ง่าย รวมถึงดำเนินการเตรียมความพร้อมด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรองรับการส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต โดยจะมีการดำเนินการ 4 ส่วน ดังนี้

- (1) การจัดทำโครงการนำร่องใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ากลุ่มรถโดยสารสาธารณะ เพื่อให้การส่งเสริมเกิดประโยชน์กับสาธารณชนในวงกว้าง และสามารถจำกัดงบประมาณในการส่งเสริมได้
- (2) การศึกษาการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้งาน เช่น ศึกษาสมรรถนะของยานยนต์ไฟฟ้าเมื่อมีการนำมาใช้งานจริง ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีการอัดประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมาก เป็นต้น
- (3) การเตรียมความพร้อมด้านสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น เตรียมความพร้อมระบบไฟฟ้า เตรียมความพร้อมด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น
- (4) การเตรียมความพร้อมรองรับด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการให้การสนับสนุนด้านภาษี เตรียมความพร้อมในการปรับปรุงกฎหมายหรือกฎระเบียบต่าง ๆ

ที่เกี่ยวข้องรวมถึงอัตราค่าบริการสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เตรียมความพร้อมด้านบุคลากร
ในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และการสนับสนุนงานวิจัยพัฒนาการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

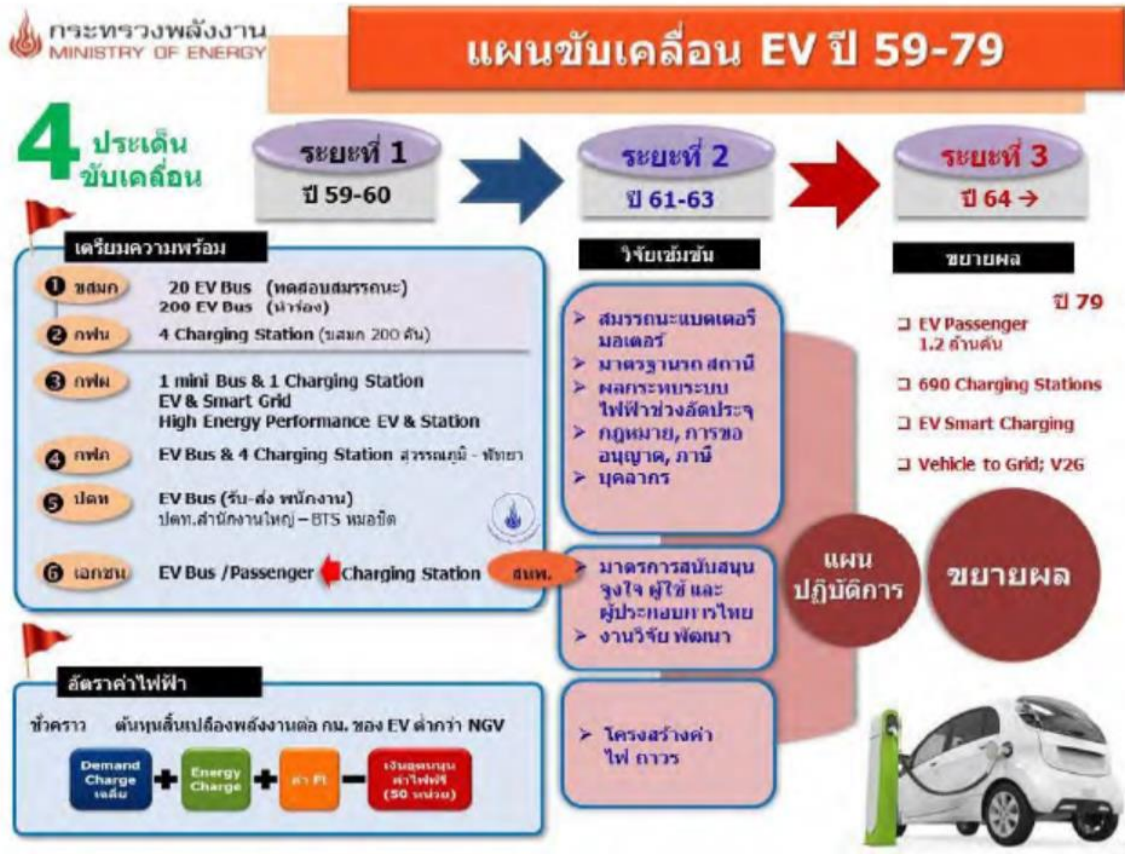
ระยะที่ 2 การขยายผลการดำเนินงานกลุ่มรถโดยสารสาธารณะและเตรียมความพร้อมสำหรับ
การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล (พ.ศ. 2561 – 2563) โดย

- (1) สนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานตามจำนวนรถโดยสารสาธารณะที่จะเพิ่มในช่วงเวลา
พ.ศ. 2561 – 2563
- (2) กำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีประจุไฟฟ้าและการขออนุญาตในการให้บริการประจุไฟฟ้า
- (3) ศึกษาและกำหนดมาตรการเพื่อจูงใจให้เอกชนลงทุนพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้า
- (4) ศึกษาทบทวนโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และอัตราสำหรับสถานีประจุไฟฟ้า

ระยะที่ 3 การขยายผลไปสู่การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล (พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป) โดย

- (1) สนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลที่จะเพิ่มขึ้น
- (2) พัฒนาระบบบริหารจัดการ การประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ (EV Smart Charging) เข้ามาช่วยลด
การลงทุนในการปรับปรุงระบบไฟฟ้า
- (3) การพัฒนาระบบบริหารความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศร่วมกับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า
(Vehicle to Grid: V2G)

รูปที่ 3-50: แผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งาน ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ได้มีการเริ่มดำเนินการส่วนของรถโดยสารไฟฟ้าที่เป็นยานยนต์กลุ่มนำร่อง และในที่ประชุม ครม. ได้มีการมอบหมายให้องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้าจำนวน 200 คัน งบประมาณ 2.7 พันล้านบาท ซึ่งจะมีการประกวดราคา ระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2559 แต่สถานะโครงการในเดือนพฤศจิกายน 2560 พบว่าราคากลางมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมเนื่องจากกรมศุลกากรไม่สามารถปรับลดภาษีนำเข้าได้เพราะจะเข้าข่ายเลือกปฏิบัติต่อหน่วยงานอื่น ๆ จึงส่งผลให้โครงการมีความล่าช้าออกไปอย่างไม่มีกำหนด

รูปที่ 3-51: แผนที่นำทางการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย



ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2559)

มาตรการส่งเสริมทางตรงที่มีส่วนในการลดต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันพบว่าพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 กำหนดให้อัตราการจัดเก็บภาษีของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ไว้ในอัตราที่ต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลขนาดไม่เกิน 7 ที่นั่งจะถูกเก็บภาษีประจำปีตามความจุระบอสูบ ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะถูกเก็บภาษีประจำปีตามน้ำหนักซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า

มาตรการส่งเสริมทางอ้อมประกอบด้วย มาตรการส่งเสริมการลงทุนยานยนต์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ และมาตรการลดภาษีสรรพสามิต ซึ่งทั้งสองมาตรการนี้จะช่วยส่งเสริมให้มีการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ และจะส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในราคาที่ถูกลง เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าที่ประกอบภายในประเทศมีอัตราภาษีที่ต่ำกว่ายานยนต์ไฟฟ้านำเข้า โดยรายละเอียดของมาตรการทั้งสองมีดังต่อไปนี้

1. มาตรการส่งเสริมการลงทุนในกิจการผลิตอุปกรณ์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดและ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินได้แก่ แบตเตอรี่ Traction Motor และ ระบบปรับอากาศ โดยผู้ขอรับการส่งเสริมจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment: BOI) จะได้รับสิทธิประโยชน์ในการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 8 ปี และได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรวัตถุดิบและวัสดุจำเป็นสำหรับส่วนที่ผลิตเพื่อส่งออก และสิทธิประโยชน์ที่มีใช้ภาษีอากร ส่วนแนวทางการปฏิบัติทางสำนักคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ได้แต่งตั้งคณะทำงานพิจารณาแนวทางการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

บริษัทที่สนใจลงทุน จะต้องยื่นแผนการดำเนินงานในลักษณะแผนงานรวม (Package) ซึ่งประกอบด้วยแผนการลงทุนประกอบยานยนต์ไฟฟ้าและผลิตชิ้นส่วนสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ มอเตอร์ ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้า เป็นต้น จึงจะได้รับสิทธิประโยชน์ภาษีเงินได้และสิทธิประโยชน์ด้านภาษีอื่น ๆ โดยบริษัทที่ได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนแล้ว จะสามารถนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป โดยได้รับการลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้าในรถยนต์ที่จะผลิต เพื่อนำมาทดลองตลาดในปริมาณที่กำหนด รวมทั้งจะได้รับสิทธิประโยชน์ในการลดหย่อนหรือยกเว้นอากรขาเข้าชิ้นส่วนสำคัญซึ่งยังไม่มีการผลิตในประเทศในช่วงเริ่มต้นของการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย ในปี พ.ศ. 2558 มีบริษัทที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตเกี่ยวกับระบบปรับอากาศของยานยนต์ไฟฟ้าจำนวน 1 ราย คือ บริษัท เอ็มเอชไอ ออโตโมทีฟ โคลเมท คอนโทรล (ไทยแลนด์) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือ บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส

การส่งเสริมกิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วยกิจการสามลักษณะ (คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2560) อันได้แก่

- (1) กิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดและชิ้นส่วน จะต้องยื่นคำขอรับการส่งเสริมภายในวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2560 เสนอเป็นแผนงานรวม ประกอบด้วยโครงการประกอบรถยนต์ และโครงการผลิตหรือใช้ชิ้นส่วนสำคัญๆ ส่วนสิทธิและประโยชน์จะได้รับเฉพาะยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร
- (2) กิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ต้องเสนอเป็นแผนงานรวมยื่นคำขอรับการส่งเสริมการลงทุนภายใน 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ได้รับสิทธิและประโยชน์ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มขึ้นชั้นละ 1 ปี แต่รวมแล้วไม่เกิน 6 ปี
- (3) กิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ เสนอเป็นแผนงานรวม ยื่นคำขอรับส่งเสริมลงทุนภายใน 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 จะได้รับสิทธิและประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 5-8 ปี หากมีการผลิตหรือใช้ชิ้นส่วนสำคัญมากกว่า 1 ชิ้น จะได้รับสิทธิยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเพิ่มขึ้นชั้นละ 1 ปี แต่รวมแล้วไม่เกิน 10 ปี และในช่วงปีที่ 1-2 จะได้รับการยกเว้นอากรขาเข้าเพื่อนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าแบบแบตเตอรี่ทั้งคันเพื่อทดลองตลาด
- (4) กิจการผลิตชิ้นส่วนสำคัญของยานยนต์ไฟฟ้า ได้เพิ่มชิ้นส่วนอีก 10 รายการที่จะให้การส่งเสริมให้ได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี ได้แก่ กิจการผลิตแบตเตอรี่ กิจการผลิต Traction

Motor กิจการผลิตระบบปรับอากาศด้วยไฟฟ้าหรือชิ้นส่วน กิจการผลิตระบบบริหารจัดการแบตเตอรี่ กิจการผลิตระบบความคุมการขับเคลื่อน กิจการผลิต On-Board Charger กิจการผลิตสายประจุแบตเตอรี่พร้อมตัวรับ-ตัวเสียบ กิจการผลิต DC/DC Converter กิจการผลิต Inverter กิจการผลิต Portable Electric Vehicle Charger กิจการผลิต Electric Circuit Breaker กิจการพัฒนาระบบอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ และกิจการผลิตคานหน้า/หลัง สำหรับรถโดยสารไฟฟ้า และหากตั้งโครงการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก และยื่นขอรับส่งเสริมภายใน วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2560 จะได้รับสิทธิลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลในอัตราร้อยละ 50 เป็นระยะเวลา 5 ปี

- (5) กิจการสถานีบริการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จะต้องเสนอแผนการจัดหาอุปกรณ์และชิ้นส่วน ต้องเสนอแผนพัฒนาระบบอัดประจุไฟฟ้าอัจฉริยะ และยื่นคำขอรับการส่งเสริมการลงทุน ภายในวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยให้ได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 5 ปี และยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร

นอกจากมาตรการส่งเสริมของทาง BOI แล้ว มาตรการส่งเสริมโดยรวมยังประกอบด้วยมาตรการของกรมสรรพสามิต และมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น เช่น การกระตุ้นให้หน่วยงานภาครัฐจัดซื้อยานยนต์ไฟฟ้า การกำหนดพื้นที่ให้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้า เช่นแหล่งท่องเที่ยวของพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก

2. มาตรการลดภาษีสรรพสามิต ได้มีการเผยแพร่ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่องลดอัตราภาษีสรรพสามิต ฉบับที่ 138 เพื่อประโยชน์แก่การเศรษฐกิจของประเทศ โดยระบุให้ลดภาษีรถยนต์ 4 ประเภท มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ประกาศ ไปจนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2568 (กรมสรรพสามิต, 2560) อันได้แก่

- (1) ให้รถยนต์นั่งกึ่งบรรทุก (Pick-up Passenger Vehicle: PPV) ที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเป็นรถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 175กรัม/กิโลเมตร ได้รับการลดอัตราภาษีสรรพสามิตลงเหลือร้อยละ 23 ทั้งนี้ รถยนต์ดังกล่าวต้องมีคุณลักษณะมาตรฐานความปลอดภัย และเป็นไปตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขที่กำหนด
- (2) ให้รถยนต์นั่งที่มีกระบะ (Double Cab) ที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเป็นรถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 175 กรัม/กิโลเมตร ได้รับการลดอัตราภาษีสรรพสามิตลงเหลือร้อยละ 10 ทั้งนี้ รถยนต์ดังกล่าวต้องมีคุณลักษณะเป็นไปตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนด
- (3) ให้รถยนต์นั่งแบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) รวมถึงแบบไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริดที่มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้รับการลดอัตราภาษีสรรพสามิตลงกึ่งหนึ่งของอัตราภาษีที่ได้รับการลดอัตราภาษีสรรพสามิตเดิม

- (4) ให้รถยนต์นั่งแบบพลังงานไฟฟ้า (Electric Powered Vehicle) ลดอัตราภาษีสรรพสามิตลงเหลือร้อยละ 2

โดยผู้ผลิตที่ได้รับการลดอัตราภาษีสรรพสามิต นอกจากจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในประกาศของกระทรวงการคลังเรื่อง ลดอัตราและยกเว้นภาษีสรรพสามิต (ฉบับที่ 27) แล้ว จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไข ดังนี้

- (1) ต้องได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนตามมาตรการส่งเสริมการลงทุนผลิตรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
- (2) ต้องยื่นหนังสือแจ้งความประสงค์ขอรับการลดอัตราภาษีสรรพสามิต และทำข้อตกลงกับกรมสรรพสามิตก่อนเริ่มการผลิตรถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) หรือรถยนต์แบบพลังงานไฟฟ้า (Electric Powered Vehicle) ภายในวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2563
- (3) ตั้งแต่ปีที่ 5 นับแต่วันที่ลงนามในข้อตกลงกับกรมสรรพสามิตจนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2568 รถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) หรือรถยนต์แบบพลังงานไฟฟ้า (Electric Powered Vehicle) ที่ผลิตทุกคันต้องใช้แบตเตอรี่ที่ผลิตหรือประกอบจากผู้ที่ได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนประเภทลิเทียมไอออน หรือนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ หรือแบตเตอรี่ประเภทอื่นที่ให้พลังงานจำเพาะโดยน้ำหนักที่สูงกว่าประเภทลิเทียมไอออน หรือนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์

การส่งเสริมโครงสร้างพื้นฐาน กระทรวงพลังงาน โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) และกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานได้เสนอโครงการสนับสนุนการลงทุนด้านสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อพิจารณาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยการสนับสนุนการลงทุนจัดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า จำนวน 100 สถานี โดยสถานีประจุไฟฟ้าแบบ Quick Charge จะให้การสนับสนุน สูงสุดไม่เกิน 1 ล้านบาทต่อสถานี สถานีประจุไฟฟ้าแบบ Normal Charge จะให้การสนับสนุนสูงสุดไม่เกิน 1 แสนบาทต่อสถานี และค่าปรับปรุงพื้นที่บริการสำหรับส่วนราชการสูงสุดไม่เกิน 900,000 บาทต่อหน่วยงาน

สำหรับการขอประกอบกิจการสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า นั้นทางคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) ในฐานะหน่วยงานกำกับกิจการไฟฟ้าและกิจการก๊าซธรรมชาติมีหน้าที่ตามพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 ได้จัดทำระเบียบการขออนุญาตประกอบกิจการจัดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าเป็นการเฉพาะ ซึ่งรายละเอียดการขออนุญาตตาม มาตรา 47 แบ่งออกเป็น 2 กรณีดังต่อไปนี้ (กกพ., 2560)

กรณีที่ 1: สถานีประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid-Connected Inverter) ที่มีขนาดรวมตั้งแต่ 1,000 kVA ขึ้นไป ผู้ประกอบการต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า และยื่นเอกสารประกอบการขอรับใบอนุญาตตามระเบียบ กกพ. ว่าด้วยการขอรับใบอนุญาตและการอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2551

กรณีที่ 2: สถานีประจุไฟฟ้ามีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าซึ่งมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า หรือ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid – Connected Inverter) ที่มีขนาดรวมต่ำกว่า 1,000 kVA จะถือว่ากิจการดังกล่าวเข้าข่ายเป็นการประกอบกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการต้องแจ้งการประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่ได้รับยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตแก่สำนักงาน กกพ. พร้อมทั้งยื่นเอกสารประกอบกิจการจำหน่ายไฟฟ้า

นอกจากนี้ เพื่อให้มีการกำกับมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมและความปลอดภัยในการประกอบกิจการพลังงาน ผู้ประกอบการยื่นเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติมประกอบการขออนุญาตในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 อันได้แก่ ต้นทุนการดำเนินการ เอกสารหลักฐานแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้ามาตรฐานด้านเทคนิคและความปลอดภัย และหนังสือยินยอมให้เชื่อมต่อระบบโครงข่ายพลังงานกับผู้รับใบอนุญาตรายอื่น

ในปี พ.ศ. 2561 ทางคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ได้นำเสนอร่างพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน และร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน โดยกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกิจการสถานีประจุไฟฟ้า ได้แก่ ร่างพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550 มาตรา 47 และ ร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552 โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3-22 และ 3-23 จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงแก้ไขกฎหมายนั้นเป็นไปเพื่อส่งเสริมให้เกิดและบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าให้คล่องตัวมากยิ่งขึ้น

ประเทศไทยได้ให้การส่งเสริมด้านการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้ามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยได้รับการสนับสนุนจาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งการวิจัยและพัฒนาด้านยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยที่ผ่านมาสามารถแบ่งโครงการออกเป็น 4 ประเภทหลักดังต่อไปนี้

- (1) โครงการเกี่ยวกับการต้นแบบ และดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าจากรถยนต์ใช้แล้ว
- (2) โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย
- (3) โครงการสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า
- (4) โครงการพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้าและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3-22: การเปรียบเทียบการแก้ไขปรับปรุงพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550

พระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐	ร่างพระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน (ฉบับที่..) พ.ศ. ...	หลักการและเหตุผล
มาตรา 47 การประกอบกิจการพลังงานไม่ว่าจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ ต้องได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการ ในการออกใบอนุญาตให้คณะกรรมการประกาศกำหนดประเภทและอายุใบอนุญาตให้สอดคล้องกับขนาดและลักษณะของกิจการพลังงานประเภทต่าง ๆ โดยให้คำนึงถึงผลกระทบต่อประชาชน ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และการลงทุน รวมถึงลักษณะการแข่งขันของกิจการแต่ละประเภท และอาจกำหนดเงื่อนไขเป็นการเฉพาะรายด้วยก็ได้ การกำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา เพื่อประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลสถิติ คณะกรรมการอาจประกาศกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตตามวรรคสาม เป็นกิจการที่ต้องมาแจ้งต่อสำนักงานก็ได้	มาตรา 47 การประกอบกิจการพลังงานไม่ว่าจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ ต้องได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการ ห้ามมิให้ผู้ใดก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารสถานประกอบกิจการพลังงานก่อนได้รับใบอนุญาต ในการออกใบอนุญาตให้คณะกรรมการประกาศกำหนดประเภทและอายุใบอนุญาตให้สอดคล้องกับขนาดและลักษณะของกิจการพลังงานประเภทต่าง ๆ โดยให้คำนึงถึงผลกระทบต่อประชาชน ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และการลงทุน รวมถึงลักษณะการแข่งขันของกิจการแต่ละประเภท และอาจกำหนดเงื่อนไขเป็นการเฉพาะรายด้วยก็ได้ การกำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา การประกอบกิจการพลังงานใดได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่คณะกรรมการประกาศกำหนด เพื่อประโยชน์ในการรวบรวมข้อมูลสถิติ คณะกรรมการอาจประกาศกำหนดให้กิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตตามวรรคสี่ เป็นกิจการที่ต้องมาแจ้งต่อสำนักงานก็ได้	เพื่อให้การกำกับดูแลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับเจตนารมณ์ จึงเห็นควรบัญญัติห้ามก่อสร้างหรือดัดแปลงสถานประกอบกิจการพลังงานก่อนได้รับใบอนุญาตไว้ให้ชัดเจน เนื่องจากในทางปฏิบัติพบว่าผู้ประกอบการมีการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารสถานประกอบกิจการพลังงานก่อนที่จะได้รับใบอนุญาต และควรกำหนดโทษกรณีมีการฝ่าฝืนไว้ตามมาตรา 138 ด้วย เนื่องจากการประกอบกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตยังคงต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแล ของ กกพ. ซึ่งถ้อยคำเดิมตาม พ.ร.บ. จะใช้คำว่า “ผู้ได้รับใบอนุญาต” เกือบทุกมาตรา ส่งผลให้กรณีที่ต้องปฏิบัติตามมาตรการ CoP แต่ผู้ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตไม่ปฏิบัติตามมาตรการดังกล่าว ก็จะทำให้ไม่มีมาตรการบังคับทางปกครองหรือบทลงโทษทางอาญา

ที่มา: กกพ. (2561)

ตารางที่ 3-23: การเปรียบเทียบการปรับปรุงร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงาน
ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน

พระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะ ของกิจการพลังงาน ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับ ใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552	ร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการ พลังงาน ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการ พลังงาน พ.ศ. ...	เหตุผลในการแก้ไข
มาตรา 3 ประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการ พลังงานที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการ ประกอบกิจการพลังงาน (3) กิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่มีขนาดการจำหน่าย ไฟฟ้าต่ำกว่าหนึ่งพันกิโลวัตต์แอมแปร์ โดยผ่าน ระบบจำหน่ายไฟฟ้า	(3) กิจการจำหน่ายไฟฟ้า (ก) กิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่มีขนาดการจำหน่ายไฟฟ้าต่ำกว่า หนึ่งพันกิโลวัตต์แอมแปร์โดยผ่านระบบจำหน่ายไฟฟ้าตาม (๒) หลักการเดิม	หลักการเดิม
	(ข) กิจการจำหน่ายไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าไป จำหน่ายต่อให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นการทั่วไป ที่มีขนาดรวมของหม้อ แปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าหนึ่งพันกิโลวัตต์ แอมแปร์ กรณีไม่ได้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าหรือเครื่องแปลง กระแสไฟฟ้าจะพิจารณาขนาดของระบบจำหน่ายไฟฟ้าจากขนาด พิกัดแรงดันไฟฟ้าและพิกัดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าที่นำไฟฟ้าไป ยังผู้ใช้ไฟฟ้ารวมกันทั้งระบบ ซึ่งคำนวณแล้วจะต้องมีขนาดต่ำกว่า หนึ่งพันกิโลวัตต์แอมแปร์	เป็นการรับไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าไปจำหน่ายต่อ (Resale) ให้กับผู้ไฟฟ้า (End User) ทั่วไป (อาจไม่มี สัญญา ระหว่างกัน) เช่น EV Charging Station (ขาย Battery)
	(ค) กิจการจำหน่ายไฟฟ้าทุกขนาดที่รับไฟฟ้าจากระบบจำหน่าย ไฟฟ้าไปจำหน่ายต่อให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าภายในกิจการอื่นของตนเอง	เป็นการรับไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าไปจำหน่ายต่อ (Resale) ให้กับผู้ไฟฟ้า (End User) เฉพาะกลุ่ม (อาจมี สัญญา ระหว่างกัน) หรือผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไปที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับ กิจการของผู้ประกอบการนั้น ยกตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 3-23: ตารางเปรียบเทียบการปรับปรุงร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการพลังงาน
ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน (ต่อ)

พระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะ ของกิจการพลังงาน ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับ ใบอนุญาตการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2552	ร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดประเภท ขนาด และลักษณะของกิจการ พลังงาน ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการ พลังงาน พ.ศ. ...	เหตุผลในการแก้ไข
		- กรณีของอพาร์ทเมนต์ อาคารพาณิชย์ ห้างสรรพสินค้า ศูนย์ประชุม ศูนย์แสดงสินค้า ซึ่งมีการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับผู้เช่าพื้นที่ของอาคาร - EV Charging Station ที่เป็นบริการของอาคารพักอาศัยรวม (คอนโดมิเนียม) หมู่บ้านจัดสรร ภายในหน่วยงานต่าง ๆ หรือเป็นบริการภายในห้างสรรพสินค้า ทั้งนี้ การจำหน่ายไฟฟ้างดงกล่าวถือเป็นสินค้าหรือบริการเสริม (Utilities) ซึ่งอาจมีหรือไม่มีสัญญาระหว่างกันก็ได้

ที่มา: กกพ. (2561)

รูปที่ 3-52: สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จัดทำในโครงการ ณ การไฟฟ้านครหลวง



ที่มา: กฟผ., กฟน., และ กฟภ. (2559)

3.7.2 ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายและมาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

จากสถิติข้อมูลจำนวนยานยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่งสะสมในปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณรวมทั้งสิ้น 8,197,012 คัน โดยมียานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่เพียงแค่ 54 คัน ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด มีจำนวน 79,058 คัน อย่างไรก็ตามข้อมูลจากกรมขนส่งยังมิได้จำแนกยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินออกมาอย่างชัดเจนจึงทำให้ไม่มีข้อมูลยานยนต์ไฟฟ้าโดยรวมในประเทศไทยที่แท้จริง งานศึกษาของ กฟผ. กฟน. และ กฟภ. (2559) คาดว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ณ ปี พ.ศ. 2559 น่าจะมีประมาณเพียงหลักร้อยคันจนถึงหลักพันคัน

ในกรณีของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน พบว่าได้เริ่มจำหน่ายอย่างเป็นทางการในช่วงต้นปี พ.ศ. 2559 ตัวอย่างเช่น Mercedes-Benz BMW และ Porsche อันเกิดจากผลของมาตรการลดภาษีสรรพสามิตซึ่งสร้างแรงจูงใจให้มีการประกอบภายในประเทศ อย่างไรก็ตามยานยนต์ไฟฟ้ายี่ห้อเหล่านี้จำหน่ายในตลาดผู้ซื้อมีรายได้สูงจึงทำให้ปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินในประเทศไทยยังขยายตัวได้น้อยมาก

ในปี พ.ศ. 2560 จากข้อมูลของสมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย (2560) พบว่าจากการเปิดรับสมัครผู้ดำเนินกิจการสถานีประจุไฟฟ้าเพื่อเข้ารับการสนับสนุนจำนวน 4 รอบ สถานีประจุไฟฟ้าในประเทศไทยที่ได้รับการสนับสนุนอันได้แก่สถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วมีจำนวนทั้งสิ้น 35 แห่ง และ สถานีประจุไฟฟ้า

แบบปกติมีจำนวนทั้งสิ้น 66 แห่ง อย่างไรก็ตามสถานีประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นลักษณะโครงการนำร่องเพื่อทดลองใช้งานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานหรือทดลองร่วมกับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์

อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2561 ได้มีแผนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องจากภาคเอกชนเพื่อรองรับผู้ใช้อยานยนต์ไฟฟ้าและเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า โดยผู้ผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ ตัวอย่างเช่นบริษัทเมอร์เซเดส-เบนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ได้ประกาศเพิ่มจุดติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าอีกกว่า 80 แห่งจากปัจจุบันที่มีอยู่แล้ว 113 แห่ง สำหรับ กลุ่มบริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด เปิดตัว ChargeNow เครือข่ายสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน 50 แห่งทั่วประเทศ (ฐานเศรษฐกิจ, 2561)

การสร้างความร่วมมือระหว่างการไฟฟ้านครหลวงและ บริษัท พลังงานมหานคร จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทย่อยของบริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน) โดยได้ตกลงพัฒนาธุรกิจและขยายจำนวนสถานีประจุ 1,000 แห่งทั่วประเทศภายในปี พ.ศ. 2561 ด้วยงบลงทุนกว่า 600 ล้านบาท โดยผู้บริโภคสามารถใช้งานผ่านแอปพลิเคชันทั้งการจองเวลาเข้ารับบริการล่วงหน้า และการชำระเงิน โดยค่าบริการเริ่มต้นชั่วโมงแรก 50 บาท 2 ชั่วโมง 120 บาท และ 3 ชั่วโมง 110 บาท (ฐานเศรษฐกิจ, 2561)

โดยสรุปแล้ว จะเห็นได้ว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีจำนวนน้อยมากในประเทศไทยเนื่องจากยังไม่มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่อย่างเป็นทางการภายในประเทศ มีแต่เพียงการนำเข้าจากผู้นำเข้ารถยนต์อิสระซึ่งทำให้ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีราคาสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในในขนาดที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ประเทศไทยยังขาดความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะสถานีประจุไฟฟ้า อย่างไรก็ตามรัฐบาลยังคงใช้มาตรการส่งเสริมต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมให้ผู้บริโภคหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ให้มากยิ่งขึ้น

3.8 ปัจจัยสู่ความสำเร็จและผลสัมฤทธิ์ในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ

จากกรณีศึกษาในต่างประเทศทั้งหกประเทศอันได้แก่ประเทศนอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศที่ประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าและ/หรือมีส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้าของยานยนต์ภายในประเทศสูงสุดเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก และ/หรือยังเป็นประเทศที่มีอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นของตนเองอีกด้วย

หากพิจารณาผลสัมฤทธิ์จากการใช้มาตรการต่าง ๆ ตารางที่ 3-24 ได้แสดงให้เห็นว่าประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศที่สามารถบรรลุเป้าหมายในระยะสั้นได้เป็นอย่างดีโดยยานยนต์ไฟฟ้ามีส่วนแบ่งในตลาดรถยนต์ใหม่ในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 28.76 ในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งสูงกว่าประเทศอื่น ๆ โดยเปรียบเทียบ แม้แต่ประเทศเนเธอร์แลนด์ที่มีจำนวนจุดประจุไฟฟ้ามากกว่าประเทศนอร์เวย์อยู่กว่าสามเท่าก็ยังมีส่วนแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าในตลาดรถยนต์ใหม่ในสัดส่วนเพียงร้อยละ 6.39 เท่านั้น นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าส่วนแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าในตลาดรถยนต์ใหม่ภายในประเทศจีน สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และญี่ปุ่นจะมีสัดส่วนเพียงแค่อ้อยู่ที่ 1.37,

0.91, 0.73 และ 0.59 ตามลำดับ แต่ประเทศเหล่านี้กลับมีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสมในปี ค.ศ. 2016 อยู่เป็นอันดับต้น ๆ ของโลก

จากตารางที่ 3-25 จะเห็นได้ว่าในกลุ่มประเทศที่ศึกษา ประเทศจีนมี “จำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะสะสม” รวมแล้วสูงที่สุดถึง 141,254 จุด ในปี ค.ศ. 2016 รองลงมาคือประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีอยู่ 40,473 จุด เป็นที่น่าสังเกตว่า ถึงแม้ว่าประเทศนอร์เวย์จะมีจำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะสะสมรวมอยู่เพียงแค่ 8,157 จุด แต่กลับมี “จำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าต่อประชากรหนึ่งล้านคน” สูงถึง 1,533 จุด เป็นรองแต่เพียงประเทศเนเธอร์แลนด์ที่มีสูงถึง 1,568 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคน และสูงกว่าประเทศจีนที่มีเพียง 102 จุดต่อประชากรหนึ่งล้านคนเท่านั้น จะเห็นได้ว่าประเทศที่ประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะมีโครงสร้างพื้นฐานจุดอัดประจุไฟฟ้าที่เพียงพอต่อความต้องการและครอบคลุมกระจายในพื้นที่ที่ต้องการใช้บริการ

เป็นที่น่าสนใจว่าประเทศเยอรมนีและประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่มีการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าได้กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้าไว้ต่ำกว่าอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ ได้กำหนดราคาไว้สูงกว่ามากดังแสดงในตารางที่ 3-25 โดยเฉพาะในประเทศที่มีส่วนแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าในตลาดรถยนต์ใหม่และมีจำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าต่อประชากรหนึ่งล้านคนเป็นอันดับต้น ๆ ในโลกดังเช่นประเทศนอร์เวย์ และเนเธอร์แลนด์ สะท้อนให้เห็นว่าประเทศหนึ่ง ๆ จะประสบความสำเร็จในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานจุดอัดประจุไฟฟ้า นอกจากจะขึ้นอยู่กับส่งเสริมจากภาครัฐแล้วยังขึ้นอยู่กับความต้องการประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะและความสามารถในการเข้าถึงจุดอัดประจุไฟฟ้าของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอีกด้วย

จึงสามารถกล่าวได้ว่า หากประเมินผลสัมฤทธิ์ในระยะสั้นจากกลุ่มประเทศที่ได้ศึกษามีเพียงบางประเทศเท่านั้นที่สามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมายที่ตนเองได้วางไว้ ปัจจัยสู่ความสำเร็จหรือปัจจัยในการบรรลุเป้าหมายที่ได้วางไว้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับภาคส่วนใดภาคส่วนหนึ่งในสังคม แต่ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัยประกอบกันโดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. คณะผู้วิจัยพบว่าแต่ละประเทศได้กำหนดนโยบายและมาตรการในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าโดยเริ่มต้นจากเป้าหมายในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนยกเว้นแต่เพียงประเทศจีนที่ไม่ได้กล่าวถึงเป้าหมายนี้ไว้อย่างชัดเจน เป้าหมายดังกล่าวนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้แต่ละประเทศแสวงหาหนทางเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ 3-24: เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศ	เป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้า	มาตรการที่สำคัญ	ผลสัมฤทธิ์ ในปี ค.ศ. 2016		
			จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม	จำนวนจุดประจุไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่
นอร์เวย์	รถยนต์ที่จำหน่ายใหม่ทั้งหมดควรจะเป็นยานยนต์ที่ไม่ปลดปล่อยมลพิษ ในปี ค.ศ.2025	<u>มาตรการทางการเงิน</u> ● มาตรการยกเว้นภาษีจดทะเบียน (ค.ศ. 2003-2020) ● มาตรการยกเว้นภาษีมูลค่าเพิ่ม (ค.ศ. 2015-2018) <u>มาตรการที่มิใช่ทางการเงิน</u> ● ยกเว้นค่าผ่านทางให้กับผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้า ● อนุญาตให้นานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องทางสำหรับรถโดยสารประจำทาง ● อนุญาตให้นานยนต์ไฟฟ้าเข้าถึงบริเวณพื้นที่สาธารณะและจอดรถโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ● อนุญาตให้นานยนต์ไฟฟ้าโดยสารเรือข้ามฟากภายในประเทศ (Domestic Ferries) ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย <u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> ● มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบปกติ (ค.ศ. 2009-2010) ● มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (ค.ศ. 2010-2014)	133,260	8,157	ร้อยละ 28.76
เนเธอร์แลนด์	1 ล้านคันภายในปี ค.ศ. 2025	<u>มาตรการทางการเงิน</u> ● มาตรการยกเว้นภาษีจดทะเบียน (ค.ศ. 2013-2018) ● มาตรการยกเว้นภาษีถนนถึงปี ค.ศ. 2016 ● มาตรการลดหย่อนภาษีให้กับการลงทุนเพื่อสิ่งแวดล้อม ● มาตรการเงินอุดหนุนแก่รถแท็กซี่และรถตู้	112,010	26,789	ร้อยละ 6.39

ตารางที่ 3-24: เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ประเทศ	เป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้า	มาตรการที่สำคัญ	ผลสัมฤทธิ์ ในปี ค.ศ. 2016		
			จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม	จำนวนจุดประจุไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่
		<u>มาตรการจากรัฐบาลท้องถิ่น</u> ● เงินอุดหนุน ส่วนลดการซื้อ ● สิทธิพิเศษในการจอดรถบริเวณชุมชน ● มาตรการเงินอุดหนุนแก่รถแท็กซี่และรถตู้ ● เงินอุดหนุนสถานีประจุไฟฟ้า <u>มาตรการด้านอื่น ๆ</u> ● การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน โครงการสาธิตเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า			
ญี่ปุ่น	BEV, PHEV มีส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์ใหม่ ร้อยละ 20-30 ในปี ค.ศ. 2030	<u>มาตรการทางการเงิน</u> ● มาตรการยกเว้นภาษีครอบครองรถยนต์ ภาษีตามน้ำหนัก และภาษีรถยนต์ (ค.ศ. 2015-2017) ● มาตรการเงินอุดหนุน (ค.ศ. 2010-ปัจจุบัน) <u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> ● มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า (ค.ศ. 2014-ปัจจุบัน) <u>มาตรการด้านอื่น ๆ</u> ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้านแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (ค.ศ. 2016)	151,250	23,250	ร้อยละ 0.59

ตารางที่ 3-24: เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ประเทศ	เป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้า	มาตรการที่สำคัญ	ผลสัมฤทธิ์ ในปี ค.ศ. 2016		
			จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม	จำนวนจุดประจุไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่
จีน	5 ล้านคัน ภายใน ค.ศ. 2025	<u>มาตรการทางการเงิน</u> • เงินอุดหนุนจากรัฐบาลกลาง (ค.ศ. 2009 - ปัจจุบัน) • ยกเว้นภาษีเพื่อการบริโภค ยกเว้นภาษีซื้อ และลดค่าธรรมเนียมจดทะเบียนลงร้อยละ 50 (ค.ศ. 2014-2017) • เงินอุดหนุนจากรัฐบาลท้องถิ่น <u>มาตรการที่มิใช่ทางการเงิน</u> • มาตรการยกเว้นในการใช้งานรถยนต์ ตามเวลาและพื้นที่ ในเมืองที่มีจราจรแออัด <u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> • สนับสนุนการสร้างสถานีประจุไฟฟ้า (ค.ศ. 2014-2020) <u>มาตรการด้านอื่น ๆ</u> • การลงทุนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (ค.ศ. 2010-2014) • ข้อบังคับเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานเชื้อเพลิง และยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงในรูปแบบใหม่ (ค.ศ. 2016 - ปัจจุบัน)	648,770	141,554	ร้อยละ 1.37
สหรัฐอเมริกา	- 1 ล้านคัน ภายใน ค.ศ.2015 - 3.3 ล้านคัน ภายใน ค.ศ.2025 (ZEV States Target)	<u>มาตรการทางการเงินจากรัฐบาลกลาง</u> • มาตรการเครดิตภาษีจากรัฐบาล (ค.ศ. 2009 - ปัจจุบัน) • มาตรการคืนเงินให้แก่ผู้ที่เปลี่ยนมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้า (ค.ศ. 2009)	563,710	40,473	ร้อยละ 0.91

ตารางที่ 3-24: เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ประเทศ	เป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้า	มาตรการที่สำคัญ	ผลสัมฤทธิ์ ในปี ค.ศ. 2016		
			จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม	จำนวนจุดประจุไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่
		<u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> ● มาตรการเครดิตภาษีสำหรับติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า (ค.ศ. 2015-2016) <u>มาตรการจากรัฐบาลมลรัฐ</u> ● ให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ซื้อ เว้นภาษี และการคืนภาษีสำหรับซื้อยานยนต์ไฟฟ้าและชุดอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า ● ลดภาษีใบอนุญาตและค่าธรรมเนียมในการจดทะเบียน ● อนุญาตให้จอดรถในที่จอดรถสาธารณะโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ● ยกเว้นการตรวจสอบการปล่อยมลพิษ			
เยอรมนี	1 ล้านคัน ภายในปี ค.ศ. 2020 และ 6 ล้านคัน ภายในปี ค.ศ. 2030	<u>มาตรการทางการเงิน</u> ● มาตรการยกเว้นการเก็บภาษียานยนต์ (ค.ศ. 2015 - ปัจจุบัน) ● มาตรการปรับวิธีคำนวณผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ยานยนต์ของบริษัท ● มาตรการเงินอุดหนุน (ค.ศ. 2016 - 2019) <u>มาตรการที่มีใช้ทางการเงิน</u> ● มาตรการสิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น ฟรีค่าที่จอดรถ, สิทธิในการใช้ช่องทางเดินรถพิเศษ, สิทธิในการเข้าพื้นที่จำกัดเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า (ค.ศ. 2015 - ปัจจุบัน) <u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> ● สนับสนุนการสร้างสถานีประจุไฟฟ้า (ค.ศ. 2016-2020)	48,120	17,509	ร้อยละ 0.73

ตารางที่ 3-24: เปรียบเทียบมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ประเทศ	เป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้า	มาตรการที่สำคัญ	ผลสัมฤทธิ์ ในปี ค.ศ. 2016		
			จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าสะสม	จำนวนจุดประจุไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่
		<u>มาตรการด้านอื่น ๆ</u> ● มาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี ครอบคลุมห่วงโซ่คุณค่าในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า (ค.ศ. 2009 -2014)			
ไทย	1.2 ล้านคัน ภายใน พ.ศ. 2579	<u>มาตรการทางการเงิน</u> ● ลดภาษีสรรพสามิต (พ.ศ. 2560-2568) ● จัดเก็บภาษีประจำปีโดยวัดด้วยน้ำหนักยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งมูลค่าภาษีจะต่ำกว่าภาษีประจำปีของรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเก็บตามความจุกะบอกสูบ (พ.ศ. 2522-ปัจจุบัน) <u>มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า</u> ● มาตรการสนับสนุนการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้า (พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน) <u>มาตรการด้านอื่น ๆ</u> ● มาตรการส่งเสริมการลงทุนยานยนต์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ เช่น ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล, ยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักรสำหรับผลิต เป็นต้น ● การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน ● โครงการสาธิตเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	54	52	0.00036

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 3-25: เปรียบเทียบโครงสร้างพื้นฐานจุดอัดประจุไฟฟ้าในปี ค.ศ. 2016

ประเทศ	จำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะสะสม			จำนวนจุดอัดประจุไฟฟ้าต่อประชากรหนึ่งล้านคน	อัตราค่าไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้า (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง) ¹	อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับที่อยู่อาศัย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)
	แบบปกติ	แบบเร็ว	รวม			
นอร์เวย์	7,105	1,052	8,157	1,533	12.18 – 20.30	4.06
เนเธอร์แลนด์	26,088	701	26,789	1,568	13.63 – 37.01	3.35
ญี่ปุ่น	17,260	5,990	23,250	184	5.65 – 7.81	8.75
จีน	52,778	88,476	141,254	102	3.28 – 4.04	2.83
สหรัฐอเมริกา	35,089	5,384	40,473	124	12.19 – 24.70	3.75
เยอรมนี	16,550	1,403	17,953	223	3.73 – 6.32	11.68
ไทย	66	35	101	1.5	2.60 – 4.10	1.86–3.94

หมายเหตุ: ¹ คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศประจำวันวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2561 จากธนาคารแห่งประเทศไทย

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

2. หากเป็นประเทศผู้ผลิตยานยนต์รายใหญ่ มียานยนต์เป็นยี่ห้อของตนเองมาแต่เดิม และมีอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นของตนเอง การออกแบบนโยบายจะคำนึงถึงความพร้อมของอุตสาหกรรมยานยนต์รวมทั้งอุตสาหกรรมต่อเนื่องและตลาดยานยนต์ทั้งในและนอกประเทศไปด้วยกัน ประเทศเหล่านี้จะส่งเสริมให้ผู้ผลิตยานยนต์ในประเทศให้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและการผลิตยานยนต์ไฟฟ้ารวมทั้งชิ้นส่วนที่สำคัญ โดยเฉพาะแบตเตอรี่เพื่อให้เป็นผู้นำในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในระดับโลก รัฐให้การอุดหนุนในการวิจัยและพัฒนาแก่ผู้ผลิต สถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา รวมไปถึงจนถึงการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนดังเช่นในประเทศเยอรมนีและญี่ปุ่น ผลจากการส่งเสริมและสนับสนุนดังกล่าวทำให้ผู้ผลิตยานยนต์ในประเทศเหล่านี้สามารถพัฒนายานยนต์ไฟฟ้ารุ่นใหม่ ๆ ภายใต้ยี่ห้อเดิมออกมาจำหน่ายในตลาดทั่วโลกได้ ยิ่งไปกว่านั้นประเทศญี่ปุ่นยังประสบความสำเร็จทางด้านเป้าหมายส่วนแบ่งตลาดรถยนต์ใหม่นับตั้งแต่การนำยานยนต์ไฮบริดเข้าสู่ตลาดมาระยะหนึ่งแล้ว

ในขณะเดียวกัน ประเทศสหรัฐอเมริกากลับเป็นประเทศที่มีผู้นำในการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดังเช่น Tesla เป็นต้น และเป็นประเทศที่ผู้ผลิตไม่ได้อาศัยความช่วยเหลือจากภาครัฐเท่าใดนัก ซึ่งแตกต่างจากประเทศจีนที่ไม่ได้มีอุตสาหกรรมยานยนต์ดั้งเดิมมาแต่เริ่มแรก แต่รัฐได้ใช้นโยบายต่าง ๆ เพื่อผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าขึ้นภายในประเทศโดยเฉพาะการอนุญาตให้ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตในจีนได้รับสิทธิพิเศษต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าสัญชาติจีนรุ่นใหม่ ๆ ภายในประเทศและยานยนต์ไฟฟ้าสัญชาติจีนเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะส่งออกได้ในระยะยาว

3. การกำหนดเป้าหมายจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในระยะยาวที่ชัดเจนแสดงให้เห็นถึงคำมั่น (Commitment) ของรัฐบาลในแต่ละประเทศที่ต้องการจะส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านจากการใช้นโยบายที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเป็นยานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ในบางประเทศยังได้กำหนดเป้าหมายในระยะสั้นอีกด้วยเพื่อใช้ในการติดตามผลการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3-24

4. ปัจจัยที่สำคัญในการจะส่งเสริมการใช้นโยบายไฟฟ้าให้เพิ่มมากยิ่งขึ้นคือความสามารถในการปรับตัวและยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ของผู้ใช้นโยบาย ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสร้างความรู้ความเข้าใจและการประชาสัมพันธ์ทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน มาตรการใช้นโยบายไฟฟ้านำร่องโดยหน่วยงานภาครัฐ

แต่ละประเทศที่ศึกษายังประสบกับอุปสรรคในการยอมรับและนำยานยนต์ไฟฟ้ามาแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจากผู้บริโภคด้วยสาเหตุหลายประการ ตัวอย่างเช่น ราคาของยานยนต์ไฟฟ้าที่สูงกว่าโดยเปรียบเทียบกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ระยะทางวิ่งที่ยังไม่ไกลนักต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง โครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ ความรู้ความเข้าใจต่อยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น

5. การวางนโยบายและแผนงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อสร้างขีดความสามารถในการปรับตัวของผู้ผลิตยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ จากกลุ่มประเทศกรณีศึกษา คณะผู้วิจัยพบว่ามีเพียง “ประเทศเยอรมนี” เท่านั้นที่วางนโยบายโดยเริ่มต้นจากการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า “ก่อน” ที่จะส่งเสริมการใช้และพัฒนาตลาดยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ ดังนั้น ถึงแม้ว่าประเทศเยอรมนียังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าได้ในเชิงประจักษ์เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ แต่ประเทศเยอรมนีประสบความสำเร็จ

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าด้วยการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น ภาครัฐ ผู้ผลิตรถยนต์เอกชน สถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีสามารถนำยานยนต์ไฟฟ้าหลากหลายรุ่นจากผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่อันได้แก่ Mercedes, BMW, Audi และ Volkswagen ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ผลิตที่มีความโดดเด่นในด้านวิศวกรรม และได้รับการยอมรับและความไว้วางใจจากผู้บริโภคในด้านนวัตกรรม ความปลอดภัย และการออกแบบยานยนต์ไฟฟ้าสร้างทางเลือกและตอบสนองความต้องการให้แก่ผู้บริโภค จึงสามารถกล่าวได้ว่า การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศเยอรมนีมีส่วนสำคัญต่อการขยายตัวของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในระดับโลก

6. มาตรการสนับสนุนและส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละประเทศที่คล้ายคลึงกันดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3-24 โดยจะประกอบด้วยมาตรการทางการเงิน มาตรการที่มีใช้ทางด้านการเงิน มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะการพัฒนาสถานีประจุไฟฟ้า และรวมไปถึงมาตรการในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง

ในประเทศที่มีเป้าหมายและความก้าวหน้าในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งและสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับประชาชน

7. ในระยะเริ่มต้น ทุกประเทศที่ศึกษาให้ความสำคัญกับมาตรการทางการเงินที่สามารถช่วยลดต้นทุนในความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น มาตรการลดภาษี มาตรการให้เงินอุดหนุน มาตรการให้เครดิตภาษี มากกว่ามาตรการที่มีใช้การเงินอื่นได้แก่มาตรการที่สามารถเพิ่มความสะดวกในการใช้รถใช้ถนน และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสถานีประจุไฟฟ้า

8. ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจึงไม่ได้เป็นแต่เพียงมาตรการภาคบังคับจากรัฐเท่านั้น แต่เป็นความสำเร็จที่เกิดจากการเลือกใช้มาตรการให้ถูกเวลา และมาตรการนั้น ๆ ไม่จำเป็นจะต้องคงอยู่ต่อไปในระยะยาว แต่เมื่อตลาดและผู้บริโภคมีความพร้อมแล้ว รัฐสามารถลดทอนการใช้มาตรการต่าง ๆ ลงได้ การบังคับใช้มาตรการต่าง ๆ ในแต่ละประเทศจะส่งผลภายในระยะเวลาที่แตกต่างกันโดยจะคำนึงถึง สภาพเศรษฐกิจและสังคมในประเทศ สภาพตลาดยานยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างสถานีประจุไฟฟ้า และพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ในประเทศของตน

ประเทศเนเธอร์แลนด์มีการบังคับใช้มาตรการทางการเงินในระยะเวลา 5 ปี เท่านั้น และค่อย ๆ ลดมาตรการดังกล่าวลงจนไม่ใช้มาตรการทางการเงินอีกต่อไปในอนาคตอันใกล้นี้ ในขณะเดียวกัน มาตรการเงินอุดหนุนในประเทศจีนมีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงหลายปีที่ผ่านมาซึ่งสวนทางกับปริมาณยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีนที่กลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงเห็นได้ว่าการให้เงินอุดหนุนซื้อยานยนต์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องใช้เป็นมาตรการระยะยาว และสามารถนำมาใช้ในการนำร่อง และควรปรับลดเงินอุดหนุนลงอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เป็นการบิดเบือนทางการคลังแก่ภาครัฐ ควบคู่ไปกับการใช้มาตรการอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อไป

9. ในกลุ่มประเทศที่ศึกษานั้น คณะผู้วิจัยพบว่าความร่วมมือระหว่างรัฐบาลและ/หรือหน่วยงานรัฐทั้งจากส่วนกลางและในระดับท้องถิ่นในการใช้มาตรการทางการเงินและที่มีใช้ทางการเงินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะในประเทศที่มีลักษณะการปกครองโดยมีรัฐบาลกลางและรัฐบาลมลรัฐและ/หรือรัฐบาลท้องถิ่นดังเช่นประเทศจีน สหรัฐอเมริกา

การวางโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้าจำเป็นที่จะต้องอาศัยความร่วมมือจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีการใช้ยานยนต์เป็นจำนวนมากดังเช่นเมืองอัมสเตอร์ดัมและเมืองอุเทรคท์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ประสบความสำเร็จในการวางโครงสร้างพื้นฐาน

10. จะเห็นได้ว่าประเทศนอร์เวย์ และเนเธอร์แลนด์ ประสบความสำเร็จจากมาตรการลดและยกเว้นภาษีจากการเป็นเจ้าของรถยนต์ ซึ่งเหมาะสมกับโครงสร้างภาษีรถยนต์ของทั้งสองประเทศ แต่ทั้งสองประเทศมีสัดส่วนประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยประเทศนอร์เวย์ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่จำหน่ายได้จะเป็นแบบยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ เนื่องจากการยกเว้นภาษีจดทะเบียนมากกว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินซึ่งมีภาษีดังกล่าวในอัตราค่อนข้างสูง ขณะที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินเนื่องจากมูลค่าจากการยกเว้นภาษีจดทะเบียนระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทไม่แตกต่างกันมากนัก อีกทั้งยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินเหมาะสมและตอบสนองพฤติกรรมการใช้งานของชาวเนเธอร์แลนด์ได้มากกว่า

11. การใช้มาตรการส่งเสริมที่มีใช้การเงินโดยเฉพาะการการอำนวยความสะดวกในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและยกเว้นข้อจำกัดหรือข้อกฎหมายทางด้านการใช้ยานยนต์ในเมืองต่าง ๆ เช่น การอนุญาตให้จอดรถในที่สาธารณะ การอำนวยความสะดวกในการรับทะเบียนรถ เป็นต้น ส่งผลให้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นในประเทศที่มีข้อจำกัดหรือกฎระเบียบที่เข้มงวดในการเป็นเจ้าของและการใช้รถยนต์ ดังเช่นประเทศจีน เป็นต้น

12. การสร้างตลาดของค่ายรถยนต์เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการเติบโตของตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่นรัฐแคลิฟอร์เนีย ในประเทศสหรัฐอเมริกามีเป้าหมายที่จะให้ผู้ขับขี่ใช้ยานยนต์ที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ การสนับสนุนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ผู้ผลิตรายานยนต์ไฟฟ้านำยานยนต์ไฟฟ้าเข้าสู่ตลาดก่อนมลรัฐอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ณ ขณะที่กำลังดำเนินงานวิจัยนี้ พบว่ายังไม่ได้มีความร่วมมือจากค่ายรถยนต์รายใหญ่ที่มีส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่ในระดับสูงในการสร้างตลาดอย่างเต็มที่

13. ความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าถึงแม้ว่าในเวลาต่อมารัฐจะลดการส่งเสริมโดยใช้มาตรการทางการเงินลงแต่ผู้ใช้ยานยนต์ก็หันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นเพราะมีโครงสร้างพื้นฐานที่ดีโดยเฉพาะสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ กึ่งสาธารณะ และส่วนบุคคลที่กระจายอยู่ในพื้นที่ที่มีความต้องการใช้ดังเช่นในประเทศเนเธอร์แลนด์ ดังนั้นมาตรการอุดหนุนสถานีประจุไฟฟ้าจึงเป็นมาตรการที่มักถูกใช้ในประเทศที่ศึกษาไม่ว่าจะเป็นประเทศนอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น และเยอรมนี อย่างไรก็ตามมาตรการนี้น่าจะถูกใช้ในระยะเวลาเริ่มต้นเท่านั้น

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ระบบตลาดและการตัดสินใจเชิงพาณิชย์ในการพัฒนาธุรกิจสถานีประจุไฟฟ้า ความพร้อมและการแข่งขันของผู้ประกอบการในธุรกิจสถานีประจุไฟฟ้าเป็นแรงจูงใจหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้หันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีทางเลือกในการใช้นานยนต์ไฟฟ้าได้หลากหลายรุ่นและมีโครงสร้างพื้นฐานรองรับความต้องการ

แต่ในกรณีของประเทศญี่ปุ่น พบว่าผู้ผลิตรายานยนต์ร่วมมือกันสร้างโครงสร้างพื้นฐาน และกำหนดมาตรฐานหัวจ่าย รวมทั้งส่งเสริมให้ใช้สถานีประจุไฟฟ้าได้ร่วมกัน ทำให้การขยายตัวของโครงสร้างพื้นฐานเป็นไปอย่างรวดเร็ว และสามารถรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าได้หลากหลายรุ่น

14. นอกจากความพร้อมของสถานีประจุไฟฟ้าแล้ว การกำหนดอัตราค่าประจุไฟฟ้าก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น การตั้งอัตราค่าประจุไฟฟ้าควรคำนึงถึงประเภทของสถานีประจุไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นแบบสาธารณะ กึ่งสาธารณะ หรือส่วนบุคคล ระยะเวลาการประจุไฟฟ้า และปริมาณหน่วยไฟฟ้า

15. การเปิดเสรีตลาดยานยนต์ไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อและใช้นานยนต์ไฟฟ้าตามความต้องการและส่งผลให้ผู้บริโภคหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ประเทศนอร์เวย์ไม่มีหย่อนยานยนต์ไฟฟ้าของตนเอง แต่ได้เปิดเสรีตลาดยานยนต์ไฟฟ้าทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้นานยนต์ไฟฟ้าจนกระทั่งเป็นประเทศที่มีสัดส่วนรถยนต์ใหม่ที่เป็นยานยนต์ไฟฟ้าสูงที่สุดในโลก ในขณะที่ประเทศจีนกีดกันการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าจากต่างประเทศซึ่งสวนทางกับความต้องการของผู้ใช้นานยนต์จึงทำให้การเปลี่ยนไปใช้นานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในสัดส่วนที่ต่ำทั้ง ๆ ที่มีผู้ใช้นานยนต์เป็นจำนวนมาก

3.9 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

จากตารางที่ 3-24 พบว่า ในปี ค.ศ. 2016 หรือ ปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีส่วนแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าในตลาดรถยนต์ใหม่อยู่ค่อนข้างน้อยคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.00036 ของรถยนต์ใหม่ทั้งหมด อย่างไรก็ตามตัวเลขนี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกับที่ประเทศไทยได้มีการวางแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (แผนการขับเคลื่อนฯ) ในระยะที่ 1 ซึ่งเน้นการเตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ในระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2560 จึงไม่สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์โดยใช้จำนวนยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

แผนการขับเคลื่อนฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2579 ได้ออกแบบมาตรการทั้งสามระยะโดยให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าโดยทั่วไป สนับสนุนการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถโดยสารสาธารณะ และเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะสถานีประจุไฟฟ้า แต่แผนการขับเคลื่อนฯ นี้ไม่ได้กำหนดมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลไว้อย่างชัดเจนไม่ว่าจะเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ขับขี่หันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าผ่านมาตรการจูงใจทางการเงินและมีใช้ทางการเงินซึ่งแตกต่างจากประเทศที่ใช้เป็นกรณีศึกษาและเป็นประเทศประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นานยนต์

ไฟฟ้า โดยประเทศเหล่านี้มีเป้าหมายที่จะสร้างตลาดยานยนต์ไฟฟ้า จึงได้กำหนดมาตรการจูงใจทางการเงิน และมีใช้ทางการเงินให้แก่ผู้ใช้นยานยนต์โดยตรง

ในประเทศไทย มาตรการที่ส่งผลต่อ “ราคาซื้อยานยนต์ไฟฟ้า” โดยตรงคือมาตรการลดภาษีสรรพสามิตเป็นมาตรการระยะสั้นที่มีผลถึงสิ้นปี พ.ศ. 2568 โดยลดภาษีสรรพสามิตให้รถยนต์นั่งแบบพลังงานไฟฟ้าเหลือร้อยละ 2 ซึ่ง BEV และ PHEV ก็จัดว่าอยู่ในกลุ่มที่ได้รับผลจากมาตรการนี้

แผนการขับเคลื่อนฯ ให้ความสำคัญกับมาตรการด้านอุปทานอันได้แก่มาตรการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าอันได้แก่แบตเตอรี่และมอเตอร์ภายในประเทศ และมีเป้าหมายที่จะพัฒนาต่อยอดสร้างความสามารถในการผลิตเชิงพาณิชย์เพื่อส่งออกไป การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงเพื่อพัฒนาต่อยอดให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการผลิตและจำหน่ายภายในประเทศ และการส่งเสริมและพัฒนารถโดยสารไฟฟ้าเพื่อพัฒนาความสามารถในการผลิตเชิงพาณิชย์และตลาดรถโดยสารไฟฟ้าในตลาดทั่วไป

นอกจากนี้ ประเทศไทยยังให้การสนับสนุนการลงทุนสถานีประจุไฟฟ้า การกำกับมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมและความปลอดภัย และการกำกับดูแลอัตราค่าประจุไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะอีกด้วย

กูรี สิริสุนทร และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงหลักการ (Principles) ที่สำคัญในการออกแบบมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าไว้ดังต่อไปนี้

1. การใช้มาตรการสร้างแรงจูงใจทางการเงินควรให้ก่อนที่ผู้ใช้นยานยนต์จะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ประเภทใด (Incentives up front) และควรสร้างความรู้ความเข้าใจและประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้นยานยนต์ทราบถึงมาตรการส่งเสริมต่าง ๆ ผ่านทางหน่วยงานของรัฐและบริษัทจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า
2. “มูลค่าแรงจูงใจทางการเงิน” (Value of Incentives) ที่ให้เพื่อส่งเสริมให้ผู้ใช้นยานยนต์หันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้นจะต้องวัดได้และมีมาตรวัดที่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น มูลค่าแรงจูงใจทางการเงินจำแนกตามขนาดของเครื่องยนต์ ขนาดของแบตเตอรี่ และ/หรือยานยนต์ไฟฟ้ารุ่นและยี่ห้อต่าง ๆ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ต้องชัดเจน เปิดเผย และสื่อสารไปถึงผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า บริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจต่อไป

มาตรการสร้างแรงจูงใจเหล่านี้ควรมีกำหนดเวลา (Timing) ในการให้สิทธิประโยชน์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น มาตรการให้เงินอุดหนุนในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือมาตรการลดภาษีขายและภานิชนำเข้านยานยนต์ไฟฟ้าจะให้ประโยชน์แก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ณ เวลาที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น ในขณะที่การลดหรือยกเว้นภาษีรถยนต์รายปีเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าตลอดอายุการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า มาตรการให้เงินอุดหนุนในการสร้างจุดอัดประจุไฟฟ้า ณ ขณะที่มีการส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น

3. การกำหนดมาตรการสร้างแรงจูงใจในการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องมีความหลากหลายครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายให้ได้มากที่สุด (Full target market) อันได้แก่ผู้ใช้นยานยนต์ประเภทต่าง ๆ และผู้ใช้นยานยนต์ที่ใช้ส่วนตัวและที่ใช้ในบริษัทยานยนต์ในกลุ่ม Fleet ของหน่วยงานภาครัฐและบริษัทเอกชน ยานยนต์ที่ใช้บริการสาธารณะ และยานยนต์ที่ให้เช่าซื้อ รวมไปถึงสถานีอัดประจุไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ กึ่งสาธารณะ และส่วนบุคคล
4. ภาครัฐควรแสดงให้เห็นว่าตนมีข้อผูกมัด (Commitment) ต่อมาตรการสร้างแรงจูงใจต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในระยะเวลาหนึ่งซึ่งควรมีระยะเวลาหลายปีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มาตรการเหล่านี้เกิดผลสัมฤทธิ์สร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้า และผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า

ด้วยหลักการดังกล่าว ที่คณะผู้วิจัยเห็นควรเสนอมาตรการเพิ่มเติม รวมไปถึงการดำเนินการให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยโดยเฉพาะ “มาตรการด้านอุปสงค์” โดยมี วัตถุประสงค์ เพื่อลดต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Total cost of ownership) ให้มีต้นทุนที่ใกล้เคียงกับต้นทุนในการเป็นเจ้าของยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้รถใช้ถนน และสร้างความตระหนักรู้ให้แก่ผู้ใช้นยานยนต์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. มาตรการสร้างแรงจูงใจทางการเงิน เพื่อลดต้นทุนในการชื้อยานยนต์ไฟฟ้าและเพื่อสร้างแรงจูงใจในการชื้อยานยนต์ไฟฟ้า (Purchasing incentives) ประกอบด้วย

- 1.1 มาตรการทางด้านภาษี ประกอบด้วย การลดหรือยกเว้นภาษีทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นภาษีมูลค่าเพิ่ม ภาษีสรรพสามิต ภาษีนำเข้า โดยถือว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นยานยนต์ที่ใช้แล้วรักษาสิ่งแวดล้อมลดมลภาวะเสี่ยง และลดก๊าซเรือนกระจก

มาตรการทางด้านภาษีสำหรับบริษัทที่ชื้อยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับมาใช้ในการประกอบธุรกิจ (Fleet) โดยสามารถนำมูลค่ายานยนต์ไฟฟ้าที่ชื้อมาลดภาษีนิติบุคคลได้ โดยคิดสามารถนำหักภาษีเงินได้นิติบุคคลได้ตามสัดส่วนของมูลค่ายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ตัวอย่างเช่น มูลค่ายานยนต์ไฟฟ้าที่นำมาหักภาษีคิดเป็นร้อยละ 40 ของมูลค่ายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เทียบเคียงกับยานยนต์ไฟฟ้า (Comparable vehicles) ที่บริษัทจัดซื้อ

- 1.2 การให้เงินอุดหนุนในการชื้อยานยนต์ไฟฟ้าที่ภาครัฐต้องการสนับสนุนให้มีการใช้เพิ่มขึ้น เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อการบรรทุกสินค้า โดยให้เงินอุดหนุนเพียงบางส่วน (Partial subsidy) ตามสัดส่วนของ “ส่วนต่างราคา” ยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและยานยนต์ไฟฟ้าในประเภทเดียวกันและขนาดเดียวกัน และ/หรือ การให้เงินอุดหนุนเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้ผู้ใช้นยานยนต์ในพื้นที่ที่จราจรหนาแน่นหรือพื้นที่ที่มีมลภาวะทางอากาศสูงหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

1.3 การให้ส่วนลดในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าแก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าผ่านตัวแทนจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน โดยจะช่วยลดภาระการกู้ยืมเงินและภาระดอกเบี้ยจากการกู้ยืมเงิน

1.4 มาตรการช่วยเหลือภายหลังการที่ได้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้แล้ว (รวมทั้งการเช่าซื้อด้วย) (Vehicle operation incentives) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น การยกเว้นการเก็บค่าผ่านทาง การยกเว้นค่าต่อทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าทุกปี การยกเว้นการตรวจสอบยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อต่อทะเบียนยานยนต์ทุกปี การยกเว้นค่าธรรมเนียมในการต่อใบอนุญาตขับขี่ เป็นต้น

2. มาตรการสร้างแรงจูงใจที่มีใช้ทางการเงิน มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวก ลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้นานยนต์ ประหยัดเวลาในการเดินทาง ให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าภายหลังการที่ได้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามาใช้แล้ว

2.1 มาตรการการสร้างตัวอย่างให้แก่ผู้ใช้รถ ตัวอย่างเช่น โครงการนำร่องในการจัดหา ซื้อ และใช้นานยนต์ไฟฟ้าของหน่วยงานภาครัฐทั้งที่เป็นการทดแทนยานยนต์เก่าที่เชื้อเพลิงฟอสซิล และการซื้อยานยนต์ใหม่เพื่อใช้งาน

2.2 มาตรการส่งเสริมให้รถแท็กซี่รับจ้าง หรือรถโดยสารไม่ประจำทางจำนวนที่นั่งไม่เกิน 7 คน ใช้นานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์ที่เชื้อเพลิงฟอสซิล ส่งเสริมให้มอเตอร์ไซด์รับจ้างใช้มอเตอร์ไซด์ไฟฟ้า รวมไปถึงการส่งเสริมให้มีการจัดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าในพื้นที่จอดรถมอเตอร์ไซด์รับจ้าง

2.3 มาตรการส่งเสริมให้เปลี่ยนรถโดยสารสาธารณะเป็นรถโดยสารสาธารณะไฟฟ้าโดยผ่านทางหน่วยงานของรัฐอันได้แก่รัฐวิสาหกิจ องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ และรถร่วมบริการในเขตเมืองที่มีประชากรหนาแน่นทั้งในกรุงเทพมหานครและในต่างจังหวัด รวมทั้งการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าในพื้นที่จอดรถโดยสารเหล่านี้

2.4 มาตรการในการใช้ถนน ประกอบด้วย การอนุญาตให้ใช้ช่องทางเดินรถพิเศษสำหรับรถโดยสารสาธารณะ การอนุญาตให้ใช้ Tollway และทางด่วนทุกเส้นทาง โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

2.5 มาตรการสร้างแรงจูงใจในการจอดรถ (Parking incentives) การอนุญาตให้จอดรถในที่จอดรถสาธารณะได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย การจัดหาที่จอดรถสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะพร้อมกับการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้าให้พร้อมสำหรับการประจุไฟฟ้า มาตรการกำหนดให้สถานที่จอดรถ (โดยเฉพาะสถานที่จอดรถใหม่) จะต้องมีการติดตั้งหัวจ่ายไฟฟ้าให้พร้อม (EV ready parking lot) ในสัดส่วนที่เหมาะสมเช่น ร้อยละ 25 ของที่จอดรถทั้งหมดต้องมีหัวจ่ายไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า รวมไปถึงการอนุญาตให้จอดรถฟรีหรือจอดรถในที่จอดรถสาธารณะ

3. มาตรการสร้างความตระหนักรู้ให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ การสร้างความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้นานยนต์ อันได้แก่ รุ่นและแบบของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในตลาด ประเภทและการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้นานยนต์มีข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า ข้อดี และประโยชน์จากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม และมีข้อมูลในการเปรียบเทียบการใช้นานยนต์ไฟฟ้ากับ

ยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งผู้ใช้นยานยนต์เคยใช้เป็นประจำอยู่ รวมไปถึงมาตรการที่ภาครัฐมีให้เพื่อส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ทางเลือกในการประจุไฟฟ้า และประโยชน์อื่น ๆ ที่ผู้ใช้นยานยนต์จะได้รับภายหลังจากที่เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว

ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าและมาตรการสร้างแรงจูงใจของภาครัฐจะต้องเปิดเผย โปร่งใส และเข้าถึงได้ง่ายเพราะการตระหนักรู้และความตื่นตัวของผู้ใช้นยานยนต์เป็นเงื่อนไข (Prerequisite) สำคัญต่อความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า

ประเทศไทยได้วาง “มาตรการด้านอุปทาน” ไว้อย่างรอบด้านโดยมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนคือเพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภท การเพิ่มปริมาณการผลิตและพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนภายในประเทศ และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนและสถาบันการศึกษา ข้อเสนอแนะต่อรัฐที่สำคัญคือการนำแผนงานและมาตรการไปสู่การปฏิบัติให้เห็นผลสัมฤทธิ์ที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่ได้เน้นที่จะศึกษาฝั่งอุปทานของยานยนต์ไฟฟ้า ข้อเสนอแนะในส่วนนี้จะให้ความสำคัญกับมาตรการที่สามารถส่งผลทางอ้อมต่อการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า อันได้แก่

1. มาตรการส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้ายุคใหม่ (Next-Generation EV Production) ซึ่งจะได้ประโยชน์จากการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น และประโยชน์จากการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่มีลักษณะที่หลากหลายทั้งปิสัยในการวิ่ง และขนาดและต้นทุนของยานยนต์และแบตเตอรี่ ประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน ซึ่งจะดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น

2. มาตรการส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าให้มีหลากหลายประเภท (Increased diversity of EV models) และหลากหลายรุ่น (Model availability) (หรือในอีกนัย คือการไม่กีดกันยานยนต์ไฟฟ้าประเภทใดประเภทหนึ่งและรุ่นใดรุ่นหนึ่ง) ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เป้าหมาย ตลาดรถยนต์ และตอบสนองความต้องการใช้งานของผู้ใช้รถยนต์ให้ครอบคลุมในทุก segment ไม่ว่าจะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ รถ Sedan รถ Crossover sport-utility รถ all-wheel drive ยานยนต์ไฟฟ้าต้นทุนต่ำ (low cost brands) และยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่ม luxury

การขยายตัวในการพัฒนาและผลิตยานยนต์ไฟฟ้าต้นทุนต่ำ (Low cost EVs) หลายประเภทและหลายรุ่นมีส่วนสำคัญเพิ่มการใช้นยานยนต์ในวงกว้าง (Market broadening) ความหลากหลายของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีการผลิตและจำหน่ายในตลาดถือว่าเป็น Prerequisite ที่สำคัญในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าให้แพร่หลายต่อไป

“มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐาน” เป็นอีกมาตรการหนึ่งที่ประเทศไทยให้ความสำคัญตั้งแต่ในระยะเริ่มต้นในแผนการขับเคลื่อนฯ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มจำนวนสถานีประจุไฟฟ้า พัฒนาระบบการจ่ายไฟฟ้า และพัฒนาโครงข่ายสถานีประจุไฟฟ้า (Charging network) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างพื้นฐาน

ในการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้พร้อมจะทำให้ผู้ใช้มีความมั่นใจในการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและผู้ผลิตมีแรงจูงใจในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในส่วนนี้จะให้ข้อเสนอเป็นส่วนเสริมสำหรับมาตรการที่รัฐได้วางไว้ และจะให้ข้อเสนอมาตรการเพิ่มเติมในส่วนที่รัฐยังขาดอยู่ อีกทั้งยังเป็นมาตรการที่ส่งผลทางอ้อมต่อการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

1. มาตรการส่งเสริมการวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะสถานีประจุไฟฟ้า และการพัฒนาระบบการจ่ายไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับสภาพจราจร ลักษณะเมือง ความหนาแน่น การเชื่อมต่อระหว่างเมือง และภูมิประเทศของประเทศไทย การเร่งรัดจัดสร้างสถานีประจุไฟฟ้า รวมไปถึงสถานีประจุไฟฟ้าในที่จอดรถยนต์ในอาคารพาณิชย์ คอนโดมิเนียม อาคารสำนักงาน เป็นต้น

2. มาตรการส่งเสริมการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ (Public Charging Infrastructure) ที่ให้บริการในพื้นที่ทางไกล หรือในพื้นที่ที่เชื่อมต่อระหว่างเมืองใหญ่ หรือในพื้นที่ที่ไม่มีสถานีบริการน้ำมัน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในระยะไกล (Long-distance travel) และเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ทางไกลหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแทนที่จะใช้นยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งผู้ใช้นยานยนต์ไม่สามารถเข้าถึงสถานีบริการน้ำมันได้โดยง่าย หรือการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน โดยรัฐเป็นผู้ลงทุนในการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าแล้วให้เอกชนหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ชุมชนเป็นผู้เข้ามาบริหารงานภายใต้การแข่งขันที่เป็นธรรม

3. มาตรการให้เงินอุดหนุนบางส่วนแก่ภาคเอกชนในการสร้างสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และควรกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการให้บริการประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าให้ชัดเจนเพื่อลดความเสี่ยงในการลงทุนสถานีประจุไฟฟ้า และให้เงินอุดหนุนบางส่วนต่อยานยนต์ไฟฟ้าหนึ่งคันแก่ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าที่บ้าน

4. มาตรการทางการเงินอื่น ๆ เช่นการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำบางส่วนแก่สถานประกอบการธุรกิจขนาดเล็กสามารถกู้ยืมเงินเพื่อใช้ในการออกแบบ พัฒนา ซ่อม และติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าได้ และการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำบางส่วนเจ้าของอสังหาริมทรัพย์เพื่อใช้ในการซื้อและติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าในอสังหาริมทรัพย์ของตนได้

5. มาตรการกำหนดมาตรฐานสถานีประจุไฟฟ้าให้รองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าได้หลายประเภท

6. มาตรการสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน รวมไปถึงการพัฒนาการจ่ายไฟฟ้าควบคู่ไปกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ หรือ Smart Grid เพื่อลดภาระในการสร้างโรงไฟฟ้าหากมีการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

7. การกำหนดจุดยุทธศาสตร์ในการตั้งสถานีประจุไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ โดยเฉพาะในเมืองที่มีประชากรหนาแน่น (Densely populated area) การวางแผนและการเลือกสถานที่ตั้งสถานีประจุไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ควรมีการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าอย่างหนาแน่น (Dense public charging infrastructure) และพื้นที่ที่เชื่อมต่อระหว่างเมืองใหญ่ (Inter-urban routes) การตั้งสถานีประจุไฟฟ้าใน transport hubs อันได้แก่สนามบิน ท่าเรือ สถานีจอดและจอดสำหรับผู้โดยสารไฟฟ้า

8. การกำหนดเป้าหมายจำนวนสถานีประจุไฟฟ้าและกรอบเวลาที่จะสร้างสถานีประจุไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ สถานีประจุไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ หรือ สถานีประจุไฟฟ้าในแหล่งชุมชน และจุดประจุไฟฟ้าที่บ้านเพื่อใช้งานส่วนบุคคล รวมไปถึงการกำหนดประเภทของหัวจ่ายไฟ (แบบ quick charge หรือ normal charge) เพื่อให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถเข้าถึงสถานีประจุไฟฟ้าได้ทำให้การเดินทางโดยยานยนต์ไฟฟ้าทั้งในระยะใกล้และระยะไกลเป็นไปอย่างราบรื่น (Availability of charging infrastructure)

9. การจัดตั้งองค์กรแห่งชาติที่ทำหน้าที่พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (National EV infrastructure developer) มีหน้าที่วางแผน พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นการกำหนดพื้นที่ตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับภาคเอกชน การตั้งสถานที่ประจุไฟฟ้าสาธารณะ สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ประจุไฟฟ้า การสร้างโครงข่ายสถานีประจุไฟฟ้า (Charging network) ที่เชื่อมโยงหัวจ่าย (Charging points) ทั่วประเทศ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถใช้นยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัยและสามารถเข้าถึงแหล่งพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าได้ตลอดการเดินทาง

10. มาตรการสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนในการดำเนินการสร้างโครงสร้างพื้นฐานไปด้วยกันจะทำให้โครงสร้างพื้นฐานโดยรวมมีความเข้มแข็งขึ้น ภาครัฐสามารถให้แรงจูงใจให้แก่ภาคเอกชนโดยการให้เงินอุดหนุน การกำหนดให้อาคารที่สร้างใหม่เช่น อาคารที่พักอาศัยหรือคอนโดมิเนียม อาคารสำนักงานที่มีที่จอดรถ ต้องติดตั้งหัวจ่ายไฟ (EV-ready buildings) เป็นการสร้างความพร้อมในการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า การสร้างแรงจูงใจในการติดตั้งอุปกรณ์ ประจุไฟฟ้า (EV Supply Equipment: EVSE) ในที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์

11. การสร้างสภาพแวดล้อมให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้ารายใหญ่ เช่น Tesla, Nissan, Volkswagen และ BMW เพื่อผลักดันให้ผู้ผลิตเหล่านี้ให้การสนับสนุนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

12. เพื่อรองรับการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น อุปกรณ์ในการประจุไฟฟ้า (EV Supply Equipment: EVSE) ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญไม่ว่าจะอยู่ดำเนินงานไปควบคู่กันเพื่อให้การใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างสะดวกและใช้งานได้ในระยะทางไกล การส่งเสริม EVSE ควรจะครอบคลุมทั้ง Private chargers, Public fast chargers และ Public slow chargers ในการพิจารณาว่าควรสนับสนุน Public EVSE เป็นจำนวนเท่าใดควรพิจารณา “สัดส่วนของ Public EVSE ต่อพื้นที่” ให้อยู่ในอัตราที่ต่ำในพื้นที่ที่มีประชากรไม่หนาแน่นมากนัก และ “สัดส่วนของ Public EVSE ต่อหัว” ให้อยู่ในอัตราที่ต่ำในพื้นที่ที่มีอัตราความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำด้วย

มาตรการที่ส่งเสริมการพัฒนา EVSE ประกอบด้วย การลงทุนโดยตรง (Direct investment) โดยหน่วยงานของรัฐใน Private chargers และ Public accessible chargers การใช้มาตรการส่งเสริมทางการคลัง (Fiscal incentives) สำหรับ Private chargers โดยสามารถนำค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าไปลดหย่อนภาษีเงินได้ หรือการให้เงินช่วยเหลือในการติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในบ้านเป็นมูลค่า

บางส่วนเช่น ร้อยละ 75 ของค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจุดจ่ายไฟในบ้าน รวมไปถึงการกำหนดให้อาคารที่อยู่อาศัยและสำนักงานที่สร้างใหม่จะต้องติดตั้งเครื่องประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าด้วย

สิ่งที่สำคัญคือการกำหนดเป้าหมายในการใช้งาน EVSE หรือจำนวน Charging points ให้สอดคล้องกับเป้าหมายยานยนต์ไฟฟ้าบนท้องถนน เพื่อให้มีโครงสร้างพื้นฐานเพียงพอที่จะรองรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องในอนาคต

การใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐาน EVSE จะส่งผลกระทบต่อ Load profile ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามในทางกลับกัน การประจุไฟฟ้าให้ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถช่วยให้ระบบไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบในการประจุไฟฟ้า (Charging patterns)

การประจุไฟฟ้าแบบช้า (Slow charging) ในที่อยู่อาศัยหรือที่จอดรถในอาคารสำนักงานมีศักยภาพที่จะเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่ระบบไฟฟ้า โดยสามารถประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าในช่วง off peak แต่หากมีการประจุไฟฟ้ายานยนต์ไฟฟ้าโดยรวมเป็นจำนวนมากจนกระทั่งส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าในเวลาใดเวลาหนึ่งเป็นอย่างมากก็จะทำให้ผู้ผลิตไฟฟ้าต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่นในการผลิตไฟฟ้าและหันไปใช้ไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทางเลือกหรือพลังงานหมุนเวียน นอกจากนี้การจัดการไฟฟ้าให้แก่อยานยนต์ไฟฟ้าจะมีความมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากมีการนำ Demand side response program มาใช้ควบคู่กัน

ในกรณีที่สถานที่ไม่เพียงพอและไม่มีการส่งสัญญาณด้านเวลาในการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้า การประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Fast charging) จะเป็นภาระต่อโครงข่ายในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ลักษณะการใช้งานของการประจุไฟฟ้าแบบเร็วจำเป็นต้องใช้เวลาในการประจุไฟฟ้าให้ต่ำที่สุด และไม่สามารถใช้โครงข่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ใช้กันอยู่ในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยได้ ดังนั้นสถานที่ประจุไฟฟ้าแบบเร็วจะถูกใช้งานต่ำกว่าที่ควร (underutilized) ในเวลากลางคืน

ในการใช้งาน EVSE จะก่อให้เกิดผลดีต่อระบบไฟฟ้ามากที่สุด จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงอัจฉริยะ (smart linkages) ระหว่างยานยนต์ไฟฟ้า หัววัดประจุไฟฟ้า และ ผู้ดูแลระบบไฟฟ้า (system operator) รวมทั้งการนำกลไกการตั้งอัตราค่าไฟฟ้าเชิงพลวัต (Dynamic Electricity Pricing Mechanisms) มาใช้ประกอบกันด้วย การกำหนดกรอบในการกำกับดูแล การกำหนดมาตรฐาน การทำงานเชื่อมโยงระหว่าง chargers และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

การส่งสัญญาณราคา (Price signals) ที่ถูกต้องจะทำให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าเมื่อสามารถประจุไฟฟ้า ณ เวลาที่เหมาะสมในราคาที่สะท้อนต้นทุนอย่างแท้จริง

13. คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานควรทำหน้าที่ออกใบอนุญาตการให้บริการประจุไฟฟ้าให้แก่ผู้ให้บริการไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบสถานีประจุไฟฟ้า หรือการให้บริการผ่านจุดจ่ายไฟแก่ผู้ให้บริการเพื่อควบคุมมาตรฐานในการให้บริการ และควรอนุญาตให้ผู้จำหน่ายไฟฟ้าและผู้ผลิตไฟฟ้ารวมทั้งผู้ค้ำประกันที่มีสถานที่และพร้อมให้บริการประจุไฟฟ้าสามารถให้บริการได้ตามมาตรฐานเดียวกันกับผู้ให้บริการรายอื่น ๆ ผู้ประกอบการเหล่านี้สามารถตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะ (Public charging infrastructure) เพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้

ยานยนต์ไฟฟ้า และภาครัฐยังสามารถขอความร่วมมือกับผู้ประกอบเหล่านี้ในการทดลองตั้งสถานีประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและพฤติกรรมของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ

14. ผู้ประกอบการเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผู้ไฟฟ้าและผู้ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อการขนส่งอยู่แล้ว และมีความสามารถในการประชาสัมพันธ์และให้ความรู้แก่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าในการประจุไฟฟ้าเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด (Optimal charging practices) ผ่านทาง website หรือ เอกสารประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ การกำหนดอัตราค่าประจุไฟฟ้าควรเป็นอัตรา Time-of-use และ ควรให้อัตราพิเศษ (Preferential rates) เพื่อส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

15. การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าในเขตมหานครและในประเทศจะทำให้ทราบถึง พฤติกรรมการประจุไฟฟ้าของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลมักจะประจุ ไฟฟ้าที่บ้าน รองลงมาคือการประจุไฟฟ้าในที่ทำงาน และในที่สาธารณะ ดังนั้นการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน จะต้องให้ความสำคัญกับการประจุไฟฟ้าที่บ้าน

บทที่ 4

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

การตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อทดแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีความสำคัญอย่างมากในการเพิ่มปริมาณยานยนต์ไฟฟ้าบนถนน ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะใช้แนวคิด “ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ” (Total Cost of Ownership: TCO) เพื่อคำนวณและเปรียบเทียบต้นทุนในการเป็นเจ้าของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้า โดยจะเริ่มต้นจากการศึกษาภาพรวมตลาดรถยนต์¹ ในประเทศไทยและการกำหนดการแบ่งส่วนตลาด (Market segment) โดยพิจารณาจากประเภทและขนาดของยานยนต์ ICE ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ต่อจากนั้น คณะผู้วิจัยจะวางกรอบแนวคิดในการศึกษา และวิธีการศึกษาที่ใช้ในการคำนวณและเปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้า

ด้วยวิธีการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะคัดเลือกยานยนต์ไฟฟ้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรถยนต์ประเภทยานยนต์ ICE ที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ คณะผู้วิจัยจะกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อ TCO และรายงาน วิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าอันได้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ภายใต้กรณีฐานและสถานการณ์จำลองต่าง ๆ รวมทั้งรายงานผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity analysis) ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมาเลือกใช้นานยนต์ไฟฟ้าและวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐ

4.1 ภาพรวมตลาดรถยนต์ในประเทศไทย

ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 กรมการขนส่งทางบกได้แบ่งรถยนต์ออกเป็น 17 ประเภท (กรมการขนส่งทางบก, 2560ค) อันได้แก่

- (1) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1)
- (2) รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2)
- (3) รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3)
- (4) รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล (รย.4)

¹ “ยานยนต์” มีความหมายที่กว้างกว่า “รถยนต์” โดยครอบคลุมถึงยานพาหนะที่มีล้อและเครื่องยนต์ ตัวอย่างเช่น รถจักรยานยนต์ และรถรับจ้างสามล้อ เป็นต้น ในบทนี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษานานยนต์แต่เพียงเฉพาะ “รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน” คณะผู้วิจัยจึงจะใช้คำว่า “รถยนต์” และ “ยานยนต์” ให้เหมาะสมตามแหล่งที่มาของข้อมูลและบริบทที่กล่าวถึง ตัวอย่างเช่น จะใช้คำว่า จำนวนรถยนต์ โดยอ้างอิงถึงข้อมูลและการจำแนกประเภทรถยนต์ของกรมการขนส่งทางบก เป็นต้น

- (5) รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด (รย.5)
- (6) รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกินเจ็ดคน (รย.6)
- (7) รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง (รย.7)
- (8) รถยนต์รับจ้างสามล้อ (รย.8)
- (9) รถยนต์บริการธุรกิจ (รย.9)
- (10) รถยนต์บริการทัศนาจร (รย.10)
- (11) รถยนต์บริการให้เช่า (รย.11)
- (12) รถจักรยานยนต์ (รย.12)
- (13) รถแทรกเตอร์ (รย.13)
- (14) รถบดถนน (รย.14)
- (15) รถใช้งานเกษตรกรรม (รย.15)
- (16) รถพ่วง (รย.16)
- (17) รถจักรยานยนต์สาธารณะ (รย.17)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนประเภทรถยนต์ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ จะพบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560 ประเทศไทยมีจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่เฉลี่ยปีละ 2,954,398 คัน โดยในปี พ.ศ. 2560 รถจักรยานยนต์มีสัดส่วนสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 66.91 ของจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ทั้งหมด รองลงมาคือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคนและรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 21.33 และ 8.79 ของจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับรถยนต์ประเภทอื่น ๆ ที่จดทะเบียนใหม่โดยเฉลี่ยรวมแล้วปีละ 77,454 คันเท่านั้น สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ยอดจดทะเบียนรถยนต์ใหม่ในระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2556 มีจำนวนสูงกว่าปกติเนื่องจากนโยบายและมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจผ่าน “โครงการรถคันแรก” นั้นเอง

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะเลือกศึกษาเฉพาะ “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน” เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าให้มีการใช้งานจริงและทดแทนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน และเพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ภายในประเทศในระยะยาว

จากข้อมูลของสถาบันยานยนต์ซึ่งได้จำแนกรถยนต์นั่งส่วนบุคคลออกตามขนาดเครื่องยนต์ดังแสดงในตารางที่ 4-2 จะเห็นได้ว่าในระหว่างปี พ.ศ.2557 – 2560 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีขนาดเครื่องยนต์ระหว่าง 650 – 1,500 ซีซี คือกลุ่มรถยนต์ที่มีจำนวนยอดจำหน่ายมากที่สุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ปีละ 241,454 คัน รองมาคือรถยนต์ที่มีขนาดเครื่องยนต์ระหว่าง 1,501 – 1,800 ซีซี และ 1,801 – 2,000 ซีซี ที่มียอดจำหน่ายเฉลี่ยอยู่ที่

ปีละ 68,815 คัน และ 32,681 คัน ตามลำดับ ตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2560 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเหล่านี้มีสัดส่วนยอดจำหน่ายสูงถึงร้อยละ 72.82, 16.97 และ 6.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1: สถิติจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก

ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560

ประเภทรถยนต์	ปี พ.ศ. 2556		ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (รย.1)	923,899	26.30	603,843	21.54	526,764	19.60	552,947	19.78	638,030	21.33
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกินเจ็ดคน (รย.2)	25,249	0.72	19,407	0.69	14,088	0.52	13,134	0.47	18,795	0.63
รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3)	350,360	9.97	281,719	10.05	255,237	9.50	245,437	8.78	262,995	8.79
รถจักรยานยนต์ (รย.12)	2,121,977	60.40	1,819,371	64.89	1,815,000	67.54	1,914,131	68.47	2,001,130	66.91
อื่น ๆ	92,006	2.62	79,542	0.14	76,226	2.84	69,731	2.49	69,765	2.33
รวม	3,513,491	100	2,803,882	100	2,687,315	100	2,795,380	100	2,990,715	100

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก (2560ก)

ตารางที่ 4-2: ยอดจำหน่ายรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รถยนต์นั่งส่วนบุคคล*	ปี พ.ศ.							
	2557		2558		2559		2560	
	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน	สัดส่วน (ร้อยละ)
650–1,500 ซีซี	262,670	67.11	218,115	65.37	213,689	69.64	271,341	72.82
1,501–1,800 ซีซี	75,751	19.35	63,766	19.11	56,525	18.42	63,217	16.97
1,801–2,000 ซีซี	38,862	9.93	39,466	11.83	28,538	9.3	23,856	6.4
2,001–2,500 ซีซี	13,681	3.5	12,028	3.6	7,350	2.4	12,249	3.29
2,501–3,000 ซีซี	273	0.07	127	0.04	602	0.2	1,851	0.5
>3,001 ซีซี	188	0.05	180	0.05	125	0.04	98	0.03
รวม	391,425	100	333,682	100	306,829	100	372,612	100

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2561)

หมายเหตุ: *รถยนต์นั่งส่วนบุคคล หมายถึงรถเก๋งหรือรถยนต์ที่ออกแบบสำหรับเพื่อใช้สำหรับนั่งเป็นปกติวิสัย และให้หมายความรวมถึงรถยนต์ในลักษณะทำนองเดียวกัน เช่น รถยนต์ที่มีหลังคาติดต่อกันเป็นเนื้อเดียวกัน ในลักษณะถาวร ด้านข้างและหรือด้านหลังคนขับมีประตูหรือหน้าต่างและมีที่นั่ง ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีที่นั่งเท่าใด

อย่างไรก็ตาม หากจะศึกษาตลาดรถยนต์ในประเทศไทยโดยพิจารณาจากยอดจำหน่ายของรถยนต์แต่ละรุ่นของผู้ผลิตแต่ละราย คณะผู้วิจัยพบว่าไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในหน่วยงานราชการจึงได้ใช้ข้อมูลจากนิตยสารรถยนต์ออนไลน์เฮดไลท์แมก ในระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 (Headlightmag.com, 2558; 2559; 2560; 2561) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลยอดจำหน่ายรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉพาะข้อมูลรุ่นรถยนต์จากผู้ผลิตและจำหน่ายรถยนต์ในตลาดทั่วไป (Mass Market) เช่น รถยนต์ยี่ห้อ Toyota Honda Nissan และ Mazda เป็นต้น และพบว่ารถยนต์จากผู้ผลิตและจำหน่ายรถยนต์ใน Mass Market มีส่วนแบ่งตลาดรถใหม่ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560 ประมาณ ร้อยละ 93 ของตลาดรถยนต์ใหม่ในประเทศไทย ในขณะที่เฮดไลท์แมกไม่ได้บันทึกข้อมูลยอดจำหน่ายของรถยนต์แต่ละรุ่นของผู้ผลิตแต่ละรายในตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) เช่น Mercedes Benz BMW และ Volvo ไว้อย่างละเอียด

เฮดไลท์แมกได้จำแนกข้อมูลยอดจำหน่ายรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง ใน Mass Market ในประเทศไทย ตามขนาด ลักษณะการใช้งาน และภาพลักษณ์ของแบรนด์ออกได้เป็น 7 กลุ่มหลัก ๆ (ไม่รวมกลุ่มรถยนต์กระบะ (Pick-up) และ รถอเนกประสงค์กึ่งกระบะ (Pick-Up Passenger Vehicle)) ได้แก่ กลุ่มรถยนต์นั่งอีโคคาร์ (Eco car), กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กมาก (B-Segment) หรือ Subcompact Car, กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment) หรือ Compact Car, กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดกลาง (D Segment) หรือ Mid-size car, กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก (Mini Multi-purpose vehicle: Mini MPV), กลุ่มรถยนต์

อเนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็กมาก (Sub Compact Sport Utility Vehicle: Sub Compact SUV) และ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็ก (Compact Sport Utility Vehicle: Compact SUV)

เมื่อพิจารณายอดขายรถยนต์จากผู้ผลิตที่ทำตลาดในระดับทั่วไป (Mass Market) ในระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560 โดยจำแนกตามกลุ่มรถยนต์แล้วพบว่ามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-3: จำนวนและสัดส่วนยอดขายรถยนต์ Eco Car รุ่นต่าง ๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Toyota Yaris	52,809	44.56	36,212	41.27	36,684	40.37	30,493	24.5
Nissan Almera	15,680	13.23	11,463	13.06	12,946	14.25	16,485	13.24
Suzuki Swift	13,340	11.26	10,908	12.43	8,032	8.84	8,080	6.49
Mitsubishi Attrage	11,722	9.89	11,020	12.56	9,005	9.91	13,247	10.64
Mitsubishi Mirage	10,990	9.27	4,290	4.89	7,070	7.78	9,585	7.70
Nissan March	5,923	5.00	4,715	5.37	4,664	5.13	9,236	7.42
Honda Brio Amaze	4,297	3.63	2,153	2.45	883	0.97	969	0.78
Honda Brio	1,896	1.60	822	0.94	835	0.92	1,504	1.21
Suzuki Celerio	1,862	1.57	2,487	2.83	1,187	1.31	922	0.74
Suzuki Ciaz	-	-	3,675	4.19	9,566	10.53	12,298	9.88
Toyota ATIV	-	-	-	-	-	-	13,707	11.01
Nissan Note	-	-	-	-	-	-	7,948	6.39
รวม	118,519	100	87,745	100	90,872	100	124,474	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

(1) กลุ่มรถยนต์นั่งอีโคคาร์ (Eco car) คือ รถยนต์ขนาดเล็ก ที่ถูกออกแบบมาเพื่อเน้นการประหยัดน้ำมัน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีขนาดเครื่องยนต์ไม่เกิน 1,300 ซีซี สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน และ 1,500 ซีซี สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล โดยในปี พ.ศ. 2560 Toyota Yaris ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 24.5 ของยอดขายในกลุ่มรถยนต์นั่งอีโคคาร์ทั้งหมด รองมาคือ Nissan Almera (ร้อยละ 13.24) และ Toyota ATIV (ร้อยละ 11.01) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-3

(2) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กมาก (B-Segment) หรือ Subcompact Car คือ รถยนต์ที่ถูกออกแบบสำหรับใช้งานในเมืองและมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มอีโคคาร์ แต่จะมีขนาดของเครื่องยนต์ใหญ่กว่าโดยทั่วไปจะมีขนาดเครื่องยนต์ไม่เกิน 1,500 ซีซี มีความยาวตัวถังไม่เกิน 4.1 เมตร โดยในปี พ.ศ. 2560 Honda City ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 35.39 ของยอดจำหน่ายในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กมากทั้งหมด รองมาคือ Mazda 2 (ร้อยละ 32.16), Honda Jazz (ร้อยละ 23.65) และ Toyota Vios (ร้อยละ 19.44) ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4: จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม B-Segment
ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Toyota Vios	47,800	38.02	35,539	43.34	21,810	28.38	19,198	19.44
Honda City	44,444	35.35	33,165	40.44	26,463	34.43	34,955	35.39
Honda Jazz	16,533	13.15	21,652	26.40	20,922	27.22	23,360	23.65
Mazda 2	6,801	5.41	19,091	23.28	23,223	30.22	31,760	32.16
Ford Fiesta	5,595	4.45	3,100	3.78	409	0.53	203	0.21
Chevrolet	4,549	3.62	1,589	1.94	-	-	-	-
MG 3	-	-	3,183	3.88	5,427	7.06	6,565	6.65
MG 5	-	-	229	0.28	409	0.53	1,919	1.94
รวม	125,722	100	82,009	100	76,853	100	98,762	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

(3) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment) หรือ Compact Car คือ กลุ่มรถยนต์ที่มีขนาดไม่เล็กเกินไปสำหรับการเป็นรถครอบครัวและไม่ใหญ่จนเกินไปสำหรับการขับในเมืองหรือการขับในฐานะรถส่วนบุคคล เป็นรถยนต์ที่มีสมรรถนะในการขับที่สูงและนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายลักษณะ โดยทั่วไปความยาวของตัวถังอยู่ระหว่าง 4.4-4.75 เมตร ขนาดเครื่องยนต์ 1,500-2,000 ซีซี โดยในปี พ.ศ. 2560 Honda Civic ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดถึงร้อยละ 51.02 ของยอดจำหน่ายในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กทั้งหมด รองมาคือ Toyota Corolla Altis (ร้อยละ 35.65) และ Mazda 3 (ร้อยละ 9.26) ดังแสดงในตารางที่ 4-5 จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2557 – 2558 Toyota Corolla Altis ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดแต่ส่วนแบ่ง

การตลาดกลับลดลงอย่างต่อเนื่องในขณะที่ยอดขาย Honda Civic สูงขึ้นอย่างมากและสามารถครองส่วนแบ่งการตลาดได้เป็นอันดับหนึ่งในท้ายที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4-5

(4) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดกลาง (D Segment) หรือ Mid-size car คือ กลุ่มรถยนต์ที่มีขนาดใหญ่กว่า C-Segment รถยนต์ในกลุ่มนี้จะมีการตกแต่งรถยนต์ด้วยวัสดุที่มีคุณภาพเน้นความสะดวกสบายในการใช้งาน และมีขนาดเครื่องยนต์อยู่ระหว่าง 2,000-3,500 ซีซี ซึ่งรถยนต์ในกลุ่มนี้มีรถยนต์ที่จำหน่ายในตลาดหลัก ๆ เพียง 3 รุ่น ดังแสดงในตารางที่ 4-6 จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2560 Toyota Camry สามารถครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดถึงร้อยละ 49.41 ของยอดขายในในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดกลาง รองลงมาคือ Honda Accord (ร้อยละ 45.68) และ Nissan Teana (ร้อยละ 4.91)

(5) กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก (Mini Multi-purpose vehicle: Mini MPV) คือ กลุ่มรถยนต์ที่มีลักษณะทางการออกแบบให้ใช้พื้นที่ใช้สอยมากขึ้น และมักมีเบาะนั่ง 3 แถวซึ่งสามารถพับเก็บได้ เมื่อพับแล้วจะเกิดที่ว่างสำหรับวางสัมภาระได้เป็นจำนวนมาก และเมื่อกางเบาะก็จะเกิดที่นั่งรองรับได้เพิ่มขึ้น ตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่าโดยในปี พ.ศ. 2560 Toyota Sienta ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดถึงร้อยละ 61.47 ยอดจำหน่ายในกลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก รองลงมาคือ Honda Mobilio (ร้อยละ 25.61) และ Suzuki Ertiga (ร้อยละ 7.40) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-5: จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม C-Segment
ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Toyota Corolla	36,593	54.00	20,966	50.36	18,052	37.77	19,179	35.65
Honda Civic	11,385	16.80	6,718	16.14	22,385	46.83	27,448	51.02
Mazda 3	8,937	13.19	7,143	17.16	4,121	8.62	4,979	9.26
Nissan Sylphy	3,645	5.38	2,978	7.15	1,223	2.56	1,155	2.15
Chevrolet Cruze	1,725	2.55	935	2.25	271	0.57	187	0.35
Ford Focus	1,700	2.51	936	2.25	505	1.06	368	0.68
Nissan Pulsar	1,580	2.33	503	1.21	-	-	-	-
Toyota Prius	940	1.39	550	1.32	-	-	-	-
Mitsubishi Lancer EX	674	0.99	119	0.29	-	-	-	-
Hyundai Elantra	240	0.35	330	0.79	238	0.50	48	0.09
MG 6	204	0.30	367	0.88	1,005	2.10	433	0.80
Proton Prevé	142	0.21	89	0.21	-	-	-	-
รวม	67,765	100	41,634	100	47,800	100	53,797	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

ตารางที่ 4-6: จำนวนและสัดส่วนยอดจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม D-Segment และ Mini MPV ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

กลุ่มรถยนต์	รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
		จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
D-Segment	Honda Accord	8,744	45.20	6,588	40.15	5,416	43.99	4,165	45.68
	Toyota Camry	6,847	35.40	8,087	49.29	5,909	47.99	4,505	49.41
	Nissan Teana	3,752	19.40	1,732	10.56	987	8.02	448	4.91
	รวม	19,343	100	16,407	100	12,312	100	9,118	100
Mini MPV	Toyota Avanza	4,181	30.99	1,683	16.71	1,107	19.69	552	5.28
	Honda Freed	3,251	24.10	788	7.82	-	-	-	-
	Honda Mobilio	3,101	22.99	5,825	57.83	1,215	21.61	2,677	25.61
	Suzuki Ertiga	1,538	11.40	966	9.59	900	16.01	774	7.40
	Chevrolet Spin	1,131	8.38	728	7.23	-	-	-	-
	Proton Exora	288	2.13	83	0.82	45	0.80	25	0.24
	Toyota Sienta	-	-	-	-	2,356	41.90	6,426	61.47
รวม		13,490	100	10,073	100	5,623	100	10,454	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

(6) กลุ่มรถยนต์เนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็กมาก (Sub Compact Sport Utility Vehicle: Sub Compact SUV) คือ กลุ่มรถยนต์ที่มีความคล้ายกับ MPV แต่จะมีลักษณะตัวถังยกสูงเพื่อให้สามารถใช้ขับขึ้นทางขรุขระได้ในระดับหนึ่ง โดยในปี พ.ศ. 2560 Honda HR-V ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดถึงร้อยละ 49.73 ของยอดขายในในกลุ่มรถยนต์เนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็กมาก รองลงมาคือ Honda BR-V (ร้อยละ 19.70) และ Mazda CX-3 (ร้อยละ 12.36) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-7

(7) กลุ่มรถยนต์เนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็ก (Compact Sport Utility Vehicle: Compact SUV) คือ กลุ่มรถยนต์ที่มีลักษณะคล้าย Sub Compact SUV แต่จะมีขนาดใหญ่กว่าและมีสมรรถนะสูงกว่า โดยในปี พ.ศ. 2560 Honda CR-V ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 51.22 ของยอดขายในในกลุ่มรถยนต์เนกประสงค์สมรรถนะสูงขนาดเล็ก รองลงมาคือ Mazda CX - 5 (ร้อยละ 22.05) และ MG GS (ร้อยละ 10.62) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-7: จำนวนและสัดส่วนยอดขายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม Subcompact SUV
ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Nissan Juke	10,236	44.04	2,250	6.23	1,096	3.09	882	2.85
Ford Ecosport	6,298	27.10	3,555	9.84	2,168	6.12	2919	9.44
Honda HR-V	3,764	16.19	26,417	73.13	15,590	44.02	15371	49.73
Nissan Livina	1,147	4.94	283	0.78	-	-	-	-
Subaru XV	1,797	7.73	2,295	6.35	1,619	4.57	1058	3.42
Mazda CX-3	-	-	1,321	3.66	4,787	13.52	3821	12.36
MG ZS	-	-	-	-	-	-	768	2.48
Honda BR-V	-	-	-	-	10,153	28.67	6087	19.70
รวม	23,242	100	36,121	100	35,413	100	30,906	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

ตารางที่ 4-8: จำนวนและสัดส่วนยอดขายจำหน่ายรถยนต์รุ่นต่าง ๆ ในกลุ่ม Compact SUV
ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560

รุ่นรถยนต์	ปี พ.ศ. 2557		ปี พ.ศ. 2558		ปี พ.ศ. 2559		ปี พ.ศ. 2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Honda CR-V	8,398	47.52	7,802	39.28	3,487	28.63	11,232	51.22
Mazda CX-5	5,634	31.88	3,832	19.29	3,323	27.28	4,835	22.05
Chevrolet	2,530	14.31	1,321	6.65	590	4.84	483	2.20
Nissan X- Trail	574	3.25	6,755	34.00	2,824	23.19	2,094	9.55
Ford Escape	315	1.78	-	-	-	-	-	-
Subaru Forester	105	0.59	129	0.65	1,467	12.04	939	4.28
Hyundai Tucson	63	0.36	15	0.08	9	0.07	5	0.02
KIA Sorento	55	0.31	11	0.06	9	0.07	12	0.05
MG GS	-	-	-	-	471	3.87	2,328	10.62
รวม	17,674	100	19,865	100	12,180	100	21,928	100

ที่มา: เฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2558; 2559; 2560; 2561)

คณะผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลในตลาดรถยนต์ในประเทศไทยมาใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อนำมาคำนวณและเปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าใน Market segment ต่าง ๆ ในตลาดในระดับทั่วไป (Mass Market) และในตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market)

4.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

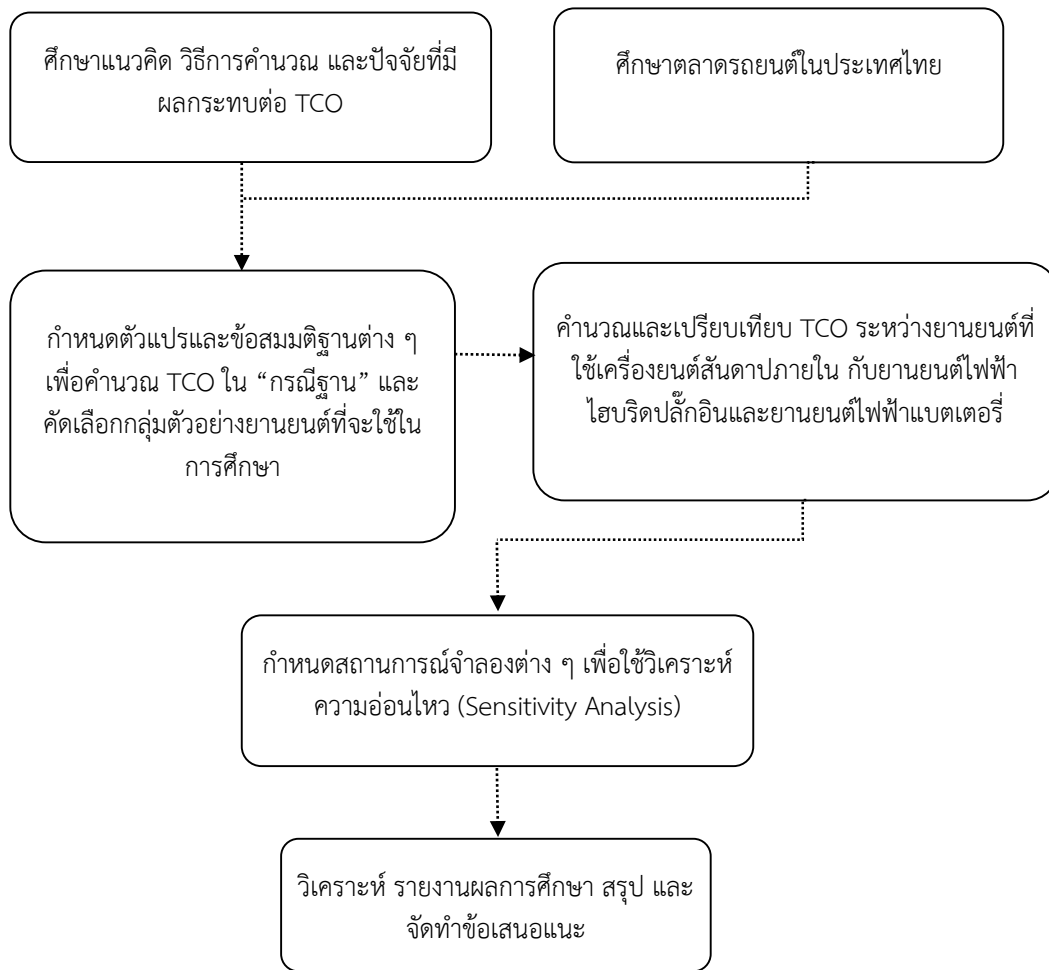
แนวคิดในการวิเคราะห์ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership: TCO) ได้กำเนิดขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1967 โดยกำเนิดจากแนวคิดทางด้านจิตวิทยาที่กล่าวไว้ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญแก่ “ความคุ้มค่าของสินค้าก่อนการตัดสินใจซื้อ” ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของถูกนำไปใช้ครั้งแรกในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมการบินและอวกาศและต่อมาในปี 1976 หลักการต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ ได้ถูกนำมาใช้ในสาขาการเงินจนกลายเป็นที่รู้จักกันต่อมาในภายหลัง

Ellram (1995) ได้กล่าวถึง “ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ” ว่าเป็นแนวคิดใหม่ที่สำคัญกับการสร้างความเข้าใจต้นทุนแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงในการจัดหา เป็นเจ้าของ และใช้สินค้าโดยคำนึงถึงโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ประกอบกันกับสินค้าและบริการนั้น ๆ ด้วย (Ardagna et al., 2004)

ด้วยเหตุนี้ การตัดสินใจเป็นเจ้าของสินค้าใดก็ตามจะไม่ได้พิจารณาเฉพาะราคาซื้อของสินค้านั้น ๆ เท่านั้น แต่จะคำนึงถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดหาและใช้สินค้านั้น อันนำมาซึ่งการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการเป็นเจ้าของสินค้านั้นสินค้าใด แนวคิด TCO จึงเป็นแนวคิดที่มีประโยชน์สำหรับผู้บริโภคในการใช้ข้อมูลในทุกขั้นตอนเพื่อตัดสินใจก่อนที่จะเป็นเจ้าของสินค้านั้น ๆ

ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นรถยนต์ชนิดใหม่ที่ยังไม่เป็นที่คุ้นเคยสำหรับผู้บริโภค และมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างจากยานยนต์ ICE อันได้แก่ ระยะทางขับขี่ ความปลอดภัย ระดับเสียงรบกวน และ การประจุไฟฟ้า อีกทั้งยังมีข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจเลือกใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งผู้บริโภคยังไม่เคยได้รับทราบหรือมีประสบการณ์โดยตรงมาก่อน เช่น อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ อัตราค่าไฟฟ้าในอนาคต และตลาดรองหรือตลาดมือสองสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ ข้อมูลทางด้านมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจากภาครัฐก็เป็นข้อมูลที่สำคัญในการตัดสินใจสำหรับผู้บริโภคอีกด้วย (Jillian et al., 2010) ผู้บริโภคจึงอาจจะมีความรู้ที่จำกัดและไม่สามารถประเมินต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของได้อย่างเหมาะสมซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อยานยนต์อย่างไร้ประสิทธิภาพ

รูปที่ 4-1: กรอบแนวคิดและขั้นตอนในการศึกษา



ที่มา: โดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 4-1 แสดงกรอบแนวคิดและขั้นตอนในการศึกษาโดยแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและทำความเข้าใจตลาดรถยนต์ในปัจจุบันของประเทศไทย ดังรายงานผลการศึกษาไว้ในส่วนที่ 4.1 ในบทที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาวิธีการคำนวณ TCO และตัวแปรเบื้องต้นที่ใช้ในการคำนวณ TCO โดยได้รายงานวิธีการคำนวณไว้ในส่วนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคำนวณ TCO ในงานศึกษาของต่างประเทศเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับกรณีของประเทศไทย

ขั้นตอนที่ 4 จากผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 1-3 คณะผู้วิจัยจะกำหนดตัวแปรและข้อสมมติต่าง ๆ เพื่อใช้คำนวณ TCO ใน “กรณีฐาน” พร้อมทั้งคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างยานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินใน Market Segment ต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณและเปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ ICE ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และรายงานผลการคำนวณและวิเคราะห์เปรียบเทียบว่าภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน หากมีการจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าจะแตกต่างจาก TCO ของยานยนต์ ICE ในทิศทางใดและมากน้อยเพียงใด และจะจูงใจให้ผู้ใช้นานยนต์หันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

ขั้นตอนที่ 6 กำหนดสถานการณ์จำลอง (Scenario) จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ TCO ทั้งปัจจัยที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้นานยนต์ ราคาเชื้อเพลิง และมาตรการส่งเสริมในการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่าง ๆ จากภาครัฐ โดยเฉพาะมาตรการส่งเสริมทางการเงินจากภาครัฐอันได้แก่ มาตรการทางการคลังและมาตรการให้เงินอุดหนุน รวมไปถึงการสนับสนุนด้านการเงินผ่านสถาบันการเงิน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7 จัดทำและรายงานผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ตามสถานการณ์จำลองที่กำหนดให้ปัจจัยต่าง ๆ มีผลกระทบต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาเลือกใช้ยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐ

ขั้นตอนที่ 8 สรุปและจัดทำข้อเสนอแนะที่เหมาะสมในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4.3 วิธีการศึกษา

เนื่องจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบยานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยใช้แนวคิด TCO นั้นเป็นการพิจารณาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงอายุการใช้งานทั้งหมด ตั้งแต่การซื้อจนถึงสิ้นสุดระยะเวลาการเป็นเจ้าของ เพื่อสร้างความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับ วิธีการคำนวณ และที่มาของต้นทุนประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา ในส่วนนี้จึงเริ่มศึกษาจากวิธีการคำนวณ TCO และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการคำนวณ จากนั้นจะแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบ TCO ของผลการศึกษาที่ได้

อย่างไรก็ตาม ในการคำนวณ TCO เป็นการคาดการณ์ค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาใช้งาน ซึ่งต้องอาศัยข้อสมมติหลายประการ เช่น พฤติกรรมการใช้รถยนต์ การประจุไฟฟ้า รูปแบบการซื้อรถยนต์ เป็นต้น และจะต้องอาศัยข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ในการกำหนดเป็นข้อสมมติต่าง ๆ และในการคำนวณ TCO เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์ของประชากรที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมากที่สุด ดังนั้นเพื่อให้ผลการศึกษาบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ทางคณะผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดวิธีการศึกษา ดังต่อไปนี้

4.3.1 วิธีการคำนวณ TCO

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ TCO ในอดีต พบว่ามีวิธีการคำนวณ TCO ของยานยนต์ที่นำมาศึกษาค่อนข้างแตกต่างกันในแต่ละประเทศ เนื่องจากความแตกต่างของต้นทุนจากการเป็นเจ้าของยานยนต์ในแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตามแนวคิดหลักของ TCO คือการรวบรวมต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตจากการลงทุนเป็นเจ้าของ เพื่อให้การซื้อรถยนต์เกิดความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าการพิจารณาเฉพาะเพียงแค่ราคาซื้อ

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้น้ำมันของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คณะผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการคำนวณ TCO ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้จากงานศึกษาของ Wu et al. (2015) และ Bubeck et al. (2016) โดยได้กำหนดวิธีการคำนวณ TCO สำหรับยานยนต์ในเบื้องต้นไว้ดังนี้

$$TCO \text{ ณ ปีที่ } n = \frac{(P-R) \times \left(\frac{\text{Remaining useful life of the asset}}{1+2+\dots+T} \right) + F_n + M_n + I_n + S_n + T_n}{(1+i)^n}$$

โดย n คือ ปี , $n \in (1, 2, \dots, T)$

T คือ ปีสุดท้ายของการเป็นเจ้าของยานยนต์ (end of ownership period).

P คือ ราคาซื้อ (Purchasing price)

R คือ ราคาขายต่อ (Resale price)

F คือ ค่าเชื้อเพลิง (Fuel cost)

M คือ ค่าบำรุงรักษา (Maintenance cost)

I คือ ดอกเบี้ยที่เกิดจากการเช่าซื้อยานยนต์ (Interest cost)

S คือ ค่าประกันภัย (Insurance cost)

T คือ ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี (Annual tax)

i คือ อัตราคิดลด (Discount rate)

จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่าโดยพื้นฐานแล้วในการคำนวณ TCO ของยานยนต์ต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงราคาซื้อ ราคาขายต่อ ค่าเชื้อเพลิง ดอกเบี้ยที่เกิดจากการเช่าซื้อยานยนต์ ค่าประกันภัย ค่าบำรุงรักษา และภาษีรถยนต์ประจำปี

เพื่อสร้างความเข้าใจเพิ่มเติม คณะผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณ TCO ของยานยนต์ที่นำมาศึกษาครั้งนี้ เนื่องจาก TCO ของยานยนต์เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการเป็นเจ้าของยานยนต์ และต้นทุนนี้ในแต่ละปีมีมูลค่าไม่คงที่ โดยในแต่ละปีจะมี TCO มากน้อยต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายแต่ละประเภทที่เกิดขึ้น ณ ปีหนึ่ง ๆ นอกจากนี้ TCO จะมีต้นทุนเท่าใดขึ้นอยู่กับวิธีการคำนวณมูลค่าปัจจุบัน อัตราคิดลด และระยะเวลาในการใช้งานยานยนต์ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้แบ่งวิธีการคำนวณ TCO ออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณหาต้นทุน TCO ที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ซึ่งจากสมการข้างต้น TCO ที่เกิดขึ้น ณ ปีที่ n เกิดจากผลรวมของค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ค่าเสื่อมราคา คือ ในการคำนวณค่าสึกหรอของรถยนต์ที่เกิดจากการใช้งานรถยนต์ คณะผู้วิจัยได้ใช้การคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบอัตราเร่ง ด้วย “วิธีผลบวกของลำดับปีที่ใช้งาน” (Sum of Years' Digits) (สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง, 2548) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าเสื่อมราคายานยนต์มากที่สุด โดยวิธีนี้คำนวณจากการนำราคาซื้อ (P) หักด้วยราคาขายต่อ (R) แล้วคูณด้วยเศษส่วนของอายุการใช้งาน

(2) ค่าเชื้อเพลิง (Fuel cost: F) ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ ซึ่งยานยนต์ที่มีระบบส่งกำลัง (Powertrains) ที่แตกต่างกันจะอาศัยพลังงานที่แตกต่างกัน โดยยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการคำนวณค่าเชื้อเพลิง จะใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อปี} = \frac{\text{ระยะทางใช้งานต่อปี (km)}}{\text{อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน (km/l)}} \times \text{ราคาน้ำมัน (THB/l)}$$

ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน ในการคำนวณค่าไฟฟ้าเป็นการคำนวณตามอัตราค่าไฟฟ้าแบบประเภทบ้านอยู่อาศัย 1.2 อัตราปกติ แบบก้าวหน้า ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าไฟฟ้าฐาน และ ค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Fuel Adjustment Charge: Ft) รวมถึงค่าบริการรายเดือน

(3) ค่าบำรุงรักษา (Maintenance cost: M) การบำรุงรักษารถยนต์ถือว่าเป็นเรื่องที่เป็นเพราะการตรวจเช็ค ซ่อมแซม เปลี่ยนหรือการบำรุงรักษาตามที่คุณผลิตกำหนด เช่น การถ่ายน้ำมันเครื่อง น้ำมันเกียร์ น้ำมันเบรกไส้กรองอากาศ และยาง เป็นต้น เพราะสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้รถยนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น ซึ่งการบำรุงรักษาของ ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ จะมีขั้นตอนการบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษาที่นำมาคำนวณจะกำหนดจากขั้นตอนการบำรุงรักษาของคุณผลิตยานยนต์

(4) ดอกเบี้ยที่เกิดจากการเช่าซื้อยานยนต์ (Interest cost: I) ผ่านสถาบันการเงิน คณะผู้วิจัยใช้อัตราดอกเบี้ยแบบคงที่ (Flat Interest Rate) สำหรับการคำนวณดอกเบี้ยที่เกิดจากการเช่าซื้อยานยนต์ ดังนี้

$$\text{ดอกเบี้ยต่อปี} = \text{อัตราดอกเบี้ยต่อปี} \times (\text{ราคายานยนต์} - \text{เงินดาวน์})$$

(5) ค่าประกันภัย (Insurance cost: S) คือ ค่าใช้จ่ายที่ผู้ใช้นานยนต์จะต้องรับเพื่อบรรเทาความเสี่ยงและลดภาระค่าใช้จ่ายรวมถึงค่าชดเชยค่าเสียหายต่าง ๆ หากเกิดจากอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด ซึ่งคณะผู้วิจัยจะพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้นจากค่าประกันภัย 2 ประเภท ได้แก่ ประกันภัยยานยนต์ภาคบังคับ (Compulsory Motor Insurance) และ ประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจ (Voluntary Motor Insurance)

(6) ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี (Annual tax: T) ตาม พ.ร.บ.การขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 (กรมการขนส่งทางบก, 2559) ซึ่งยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน และยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน จะจัดเก็บภาษีรถยนต์ประจำปีตามความจุกะบอกสูบ ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ จะจัดภาษีรถยนต์ประจำปีเก็บตามน้ำหนัก

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อได้ค่า TCO ในแต่ละปีแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการคำนวณหามูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของ TCO ที่คำนวณได้ในแต่ละปี ตามระยะเวลาการใช้งานยานยนต์ โดยกำหนดให้ลักษณะของต้นทุนทั้งหมดเกิดขึ้น ณ วันปลายงวด (Ordinary Annuities) ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{มูลค่าปัจจุบันของ TCO ณ ปีที่ } n = \frac{\text{TCO ณ ปีที่ } n}{(1+i)^n}$$

โดยที่ i คือ อัตราคิดลด และ n คือ ปีที่เป็นเจ้าของและใช้งานยานยนต์ จากนั้นนำ TCO ของแต่ละปีที่คำนวณได้มาปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมารวมตามระยะเวลาที่เป็นเจ้าของและใช้งานยานยนต์ TCO ในมูลค่าปัจจุบันที่คำนวณได้นี้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบต่อไป

4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

จากส่วนที่ 4.1 คณะผู้วิจัยได้เลือกศึกษา “รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน” ซึ่งเป็นรถยนต์ที่มีสัดส่วนจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่สูงที่สุดตามข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก และยังเป็นประเภทรถยนต์ที่สอดคล้องกับเป้าหมายในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐอีกด้วย

เมื่อพิจารณายอดขายรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง พบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลใหม่ที่จำหน่ายได้กว่าร้อยละ 93 ในระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 เป็น รถยนต์ในตลาดทั่วไป (Mass Market) ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรเลือกกลุ่มตัวอย่างจากรถยนต์ในตลาดนี้ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในตลาด ณ ขณะที่กำลังดำเนินงานวิจัยส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในตลาดทั่วไป คณะผู้วิจัยเห็นว่าผู้ใช้ รถยนต์ในตลาด

เฉพาะกลุ่ม (Niche Market) มีความพร้อมและกำลังซื้อที่จะสามารถหันมาเลือกใช้นยานยนต์ไฟฟ้า คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรเลือกกลุ่มตัวอย่างจากตลาดเฉพาะกลุ่มด้วยเช่นกัน

ในส่วนนี้ คณะผู้วิจัยจะเลือกกลุ่ม (Segment) อันได้แก่ “กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A-Segment) และ อีโคคาร์ (Eco car)” และ “กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment)” ในตลาดทั่วไป และ “กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ (F - Segment)” ในตลาดเฉพาะกลุ่ม

ในแต่ละ Segment คณะผู้วิจัยจะเลือกรุ่นและยี่ห้อรถยนต์เพื่อใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบ TCO ของรถยนต์ที่มีเทคโนโลยีระบบส่งกำลังที่แตกต่างกัน 3 ประเภท อันได้แก่ ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ โดยมีหลักเกณฑ์และรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A-Segment) และ อีโคคาร์ (Eco car)

หลักเกณฑ์ที่สำคัญที่ใช้ในการพิจารณาเลือก กลุ่มอีโคคาร์ เนื่องจากเป็นกลุ่มรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 นั้ ที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับที่ 1 โดยมีส่วนแบ่งการตลาดคิดเป็นร้อยละ 32 ของรถยนต์ใหม่ในตลาดทั่วไปในปี พ.ศ. 2560 ในกลุ่มนี้คณะผู้วิจัยได้พิจารณาเลือก “Toyota Yaris” ซึ่งเป็นรุ่นที่ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุด (ร้อยละ 24.5) ของรถยนต์กลุ่มอีโคคาร์ เป็นตัวแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในในกลุ่มนี้

ใน Segment นี้ ยานยนต์ไฟฟ้าที่นำมาเปรียบเทียบจะมีเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่เท่านั้น เนื่องจากไม่มีการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินในกลุ่มนี้ออกมาจำหน่าย คณะผู้วิจัยได้เลือก “Fomm One” เป็นตัวแทนยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ โดยถึงแม้ว่า Fomm One จะจัดอยู่ในรถยนต์ในกลุ่ม A – Segment ซึ่งเป็นกลุ่มรถยนต์ที่ไม่มีการทำตลาดในประเทศไทย แต่รถยนต์ในกลุ่ม A-Segment และ อีโคคาร์ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในลักษณะเดียวกัน กล่าวคือ เป็นรถยนต์สำหรับใช้งานในเมือง และเน้นการประหยัดน้ำมันเป็นหลัก นอกจากนี้ Fomm One เป็นยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่รุ่นแรกที่เกิดขึ้นภายในประเทศ และผู้บริโภคทั่วไปสามารถเข้าถึงด้วยราคาจำหน่ายใกล้เคียงกับรถยนต์อีโคคาร์ซึ่งมีราคาต่ำ และมีส่วนแบ่งตลาดใหญ่ที่สุดในประเทศ ณ ขณะที่กำลังดำเนินงานวิจัยอยู่

(2) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment)

กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กคือกลุ่มรถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 นั้ ที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับที่ 3 โดยในปี พ.ศ. 2560 มีส่วนแบ่งการตลาดอยู่ที่ร้อยละ 15.4 ของรถยนต์ใหม่ในตลาดระดับทั่วไป คณะผู้วิจัยได้พิจารณาเลือก “Honda Civic” ซึ่งเป็นรถยนต์รุ่นที่ครองส่วนแบ่งการตลาดสูงสุด (ร้อยละ 51.02) ของรถยนต์ในกลุ่ม C-Segment ในปี พ.ศ. 2560 มาเป็นตัวแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน

เกณฑ์การคัดเลือกยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มนี้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน คณะผู้วิจัยได้พิจารณาจาก 3 ปัจจัยหลักดังต่อไปนี้ ขนาดและมิติของยานยนต์ที่ใกล้เคียงกัน ภาพลักษณ์ของแบรนด์ที่ใกล้เคียงกัน และมีข้อมูลเพียงพอในการคำนวณต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของ และได้เลือก “Hyundai Ioniq Electric” เป็นตัวแทนยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในกลุ่ม C-Segment เนื่องจากเป็น

ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่เพียงรุ่นเดียวในกลุ่มที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ภายในประเทศไทย อีกทั้งปัจจัยในด้านขนาด และมิติของยานยนต์ที่ใกล้เคียงกับ Honda Civic อีกด้วย

ในปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่มีจำหน่ายภายในประเทศทั้งหมดเป็นรถยนต์ที่จำหน่ายในตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) เช่น Mercedes Benz BMW และ Volvo จึงไม่อยู่ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารุ่นยานยนต์ที่มีจำหน่ายในตลาดต่างประเทศแล้ว คณะผู้วิจัยพบว่า “Toyota Prius Prime Plug – In Hybrid” มียอดจำหน่าย 50,830 คัน ในปี ค.ศ. 2017 ซึ่งเป็นยอดจำหน่ายสูงสุดเป็นอันดับที่ 3 ของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลก และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น จึงเลือกยานยนต์รุ่นดังกล่าวเป็นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินตัวอย่างในกลุ่ม C-Segment (China daily, 2018)

(3) กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ (F - Segment)

คณะผู้วิจัยเลือกศึกษาเปรียบเทียบ TCO ของรถยนต์ในตลาดเฉพาะกลุ่มอันได้แก่กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ (F - Segment) เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้ายังมีราคาสูงและมักจะทำการตลาดและจำหน่ายในตลาดเฉพาะกลุ่ม ในปี ค.ศ. 2017 ตารางที่ 4-9 แสดงให้เห็นว่าในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า Tesla Model S มีส่วนแบ่งการตลาดถึง ร้อยละ 36.1 ของกลุ่มรถยนต์นั่งหรูขนาดใหญ่ ขณะที่ Mercedes Benz S- Class และ BMW 7 – Series มีส่วนแบ่งการตลาด รองลงมาคือร้อยละ 19.9 และ ร้อยละ 11.6 ตามลำดับ (The Statista Portal, 2018)

ตารางที่ 4-9: ยอดจำหน่ายและส่วนแบ่งการตลาดรถยนต์ 10 อันดับแรกในกลุ่มรถยนต์นั่งหรูขนาดใหญ่
ในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2017

อันดับ	รุ่น	ยอดจำหน่าย (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
1	Tesla Model S	28,800	36.1
2	Mercedes Benz S-Class	15,888	19.9
3	BMW 7-Series	9,276	11.6
4	Porsche Panamera	6,431	8.1
5	Genesis G90	4,398	5.5
6	Lexus LS	4,094	5.1
7	BMW 6-Series	3,355	4.2
8	Audi A8	3,127	3.9
9	Jaguar XJ	2,721	3.4
10	Maserati Quattroporte	1,700	2.1

ที่มา: The Statista Portal (2018)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นเหตุ ที่คณะผู้วิจัยเลือกศึกษายานยนต์ในกลุ่มนี้ ถึงแม้ว่าจะเป็นรถยนต์สำหรับผู้บริโภคที่มีรายได้มากและมีจำนวนยอดจำหน่ายภายในประเทศยังน้อยกว่ายอดจำหน่ายยานยนต์ใน 2 กลุ่มแรก แต่คณะผู้วิจัยพิจารณาว่าผู้บริโภคที่ใช้งานยานยนต์ในกลุ่มนี้ มีความพร้อมและกำลังซื้อในการเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ในกลุ่มนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือก “Mercedes Benz S350d” เป็นตัวแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในและ “BMW 740Le” เป็นตัวแทนยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ซึ่งยานยนต์ทั้งสองรุ่นเป็นยานยนต์ที่ประกอบภายในประเทศ จากข้อมูลเฮดไลท์แมก แมกกาซีน (2561) พบว่าในปี พ.ศ. 2560 Mercedes Benz และ BMW ครองส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 91.7 ของตลาดรถยนต์หรู แสดงว่ายานยนต์ทั้งสองรุ่นนี้ครองส่วนแบ่งตลาดในอันดับต้น ๆ ของตลาดรถยนต์หรูขนาดใหญ่ในประเทศไทย

คณะผู้วิจัยเลือก “Tesla Model S 75 kWh” เป็นตัวแทนยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ เนื่องจาก มีคุณสมบัติด้านการใช้งานใกล้เคียงกับตัวแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และเป็นรุ่นที่ได้รับความนิยม โดย ในปี ค.ศ. 2017 มียอดจำหน่าย 58,715 คันทั่วโลก ซึ่งเป็นยอดจำหน่ายสูงสุดเป็นอันดับที่ 2 รองจากยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่รุ่น BAIC EC – Series ในกลุ่ม Subcompact SUV จากผู้ผลิตในประเทศจีนเท่านั้น

รายละเอียดข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค กลุ่มตัวอย่างยานยนต์ทั้งหมดอยู่ในภาคผนวก ง 1-3

4.3.3 การกำหนดกรณีฐาน

ในการคำนวณต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของ จำเป็นต้องกำหนด “กรณีฐาน” เพื่อใช้เป็นกรณีตั้งต้นในการเปรียบเทียบ TCO ของยานยนต์ประเภทต่าง ๆ ใน segment เดียวกัน โดยกำหนดข้อสมมติสำหรับตัวแปรสำคัญโดยเฉพาะตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ให้คงที่ คณะผู้วิจัยได้กำหนดข้อสมมติสำหรับกรณีฐานไว้ดังนี้

การซื้อยานยนต์ เนื่องจากราคาและวิธีการซื้อยานยนต์มีผลกระทบต่อการคำนวณค่าเสื่อมราคา และการคำนวณดอกเบี้ยจากการเช่าซื้อยานยนต์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจะสมมติให้ราคายานยนต์ที่นำมาใช้ในการคำนวณ TCO เป็นราคาที่ไม่รวมส่วนลดหรือการส่งเสริมการขายจากตัวแทนจำหน่ายรถยนต์ และเป็นการซื้อ ณ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 อีกทั้งยังสมมติให้วิธีการซื้อรถยนต์เป็นวิธีแบบเช่าซื้อโดยใช้เงินดาวน์ร้อยละ 25 ผ่อนชำระจำนวน 48 งวด อัตราดอกเบี้ยแบบคงที่ (Flat Interest Rate) และฟรีค่าประกันภัยในปีแรกที่ซื้อยานยนต์

พฤติกรรมการใช้ยานยนต์ จากผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้งานรถยนต์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในบทที่ 5 คณะผู้วิจัยได้กำหนดข้อสมมติเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์เพื่อคำนวณ TCO ไว้ดังนี้ การใช้งานรถยนต์เฉลี่ยอยู่ที่ 14,600 กิโลเมตรต่อปี โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 44.2 ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรถยนต์เป็นของตนเอง อายุการใช้งานของรถยนต์เป็นระยะเวลา 7 ปี โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35.6 ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรถยนต์เป็นของตนเอง และผู้ขับขี่รถยนต์ต้องเผชิญกับสภาพสภาวะการใช้งานในเมือง (Urban) และนอกเมือง (Extra-urban)² ในสัดส่วนร้อยละ 40 และ ร้อยละ 60 ของเวลาบนถนนในแต่ละวัน โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 52.1 ของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรถยนต์เป็นของตนเอง) ตามลำดับ

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังสมมติว่าผู้ใช้งานรถยนต์มีประวัติการขับขี่ที่ดี กล่าวคือไม่มีการเรียกร้องสิทธิประกัน หรือไม่มีการเรียกร้องค่าเสียหาย กำหนดให้ การใช้งานตลอดระยะเวลาการเป็นเจ้าของ ผู้ใช้งานมีประวัติการขับขี่ที่ดี กล่าวคือไม่มีการเรียกร้องสิทธิประกัน หรือมีการเรียกร้องค่าเสียหาย จึงทำให้ได้รับส่วนลดเบี้ยประกันภัยตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์

การใช้งาพลังงานของยานยนต์ เนื่องจากงานวิจัยนี้ประกอบด้วยยานยนต์หลายประเภท โดยยานยนต์แต่ละประเภทอาศัยแหล่งพลังงานแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดข้อสมมติเพื่อใช้ในการคำนวณค่าเชื้อเพลิง โดยมีรายละเอียดจำแนกตามประเภทยานยนต์ดังต่อไปนี้

(1) **ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน** ยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่างที่ได้เลือกไว้สามารถรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีค่าออกเทนและส่วนผสมของเอทานอลได้หลายประเภท เช่น น้ำมันเบนซินออกเทน 95 แก๊สโซฮอล์ 95 แก๊สโซฮอล์ 91 และ แก๊สโซฮอล์ 95 E20 เป็นต้น ซึ่งมีราคาและอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน คณะผู้วิจัย

² รายละเอียดของคำอธิบายสภาวะการใช้งานในเมือง (Urban) และนอกเมือง (Extra-urban) อยู่ในส่วนที่ 4.4.4

จะคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ และเลือกผลการศึกษาที่ให้ค่าเชื้อเพลิงที่ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

(2) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยทั่วไป รูปแบบการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินมีผลต่อการคำนวณค่าเชื้อเพลิงหลัก ๆ อยู่ 3 รูปแบบ อันได้แก่

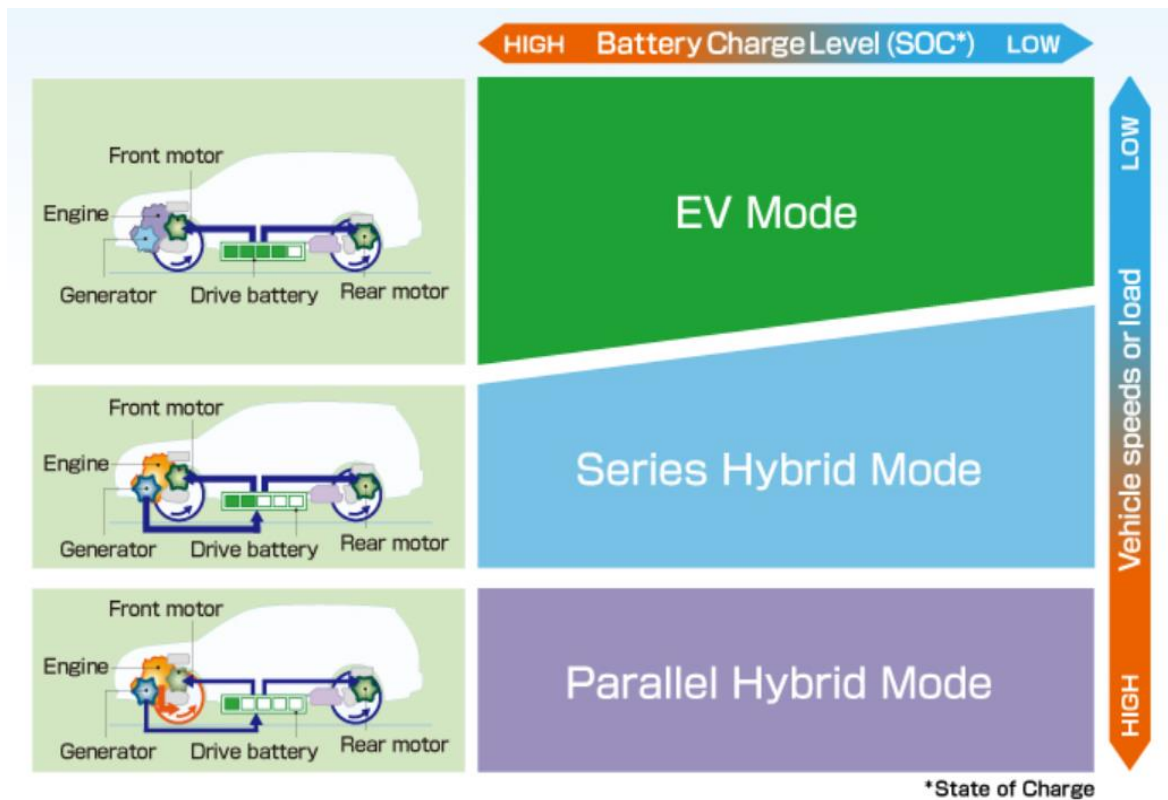
1. EV Mode โหมดนี้จะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

2. Series Hybrid Mode ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินที่สามารถใช้งานรูปแบบนี้ จะถูกเรียกว่า Extended Range Electric Vehicles (EREVs) ในโหมดนี้มอเตอร์ไฟฟ้าจะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากแบตเตอรี่ และเครื่องยนต์มีหน้าที่สร้างกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่เมื่อมีปริมาณกระแสไฟฟ้าต่ำหรือในกรณีที่มอเตอร์ไฟฟ้าต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้นจากการเร่งความเร็ว

3. Parallel Hybrid Mode ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าร่วมกับเครื่องยนต์เพื่อประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนที่สูงขึ้นขณะที่ใช้ช่วงความเร็วสูง

ในการคำนวณหาค่าเชื้อเพลิงของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ทางคณะผู้วิจัยใช้ข้อสมมติในการขับเคลื่อนเดียวกับ U.S. Environmental Protection Agency โดยสมมติว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินใช้ EV Mode จากการอัดประจุไฟฟ้าเต็มความจุแบตเตอรี่ หลังจากขับเคลื่อนด้วย EV Mode จนพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ลดลงเหลือร้อยละ 20 จะเปลี่ยนมาใช้ Hybrid Mode ซึ่งใช้เฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนระหว่างวันและจะประจุไฟฟ้าอีกครั้งจากที่พักอาศัย โดยไม่มีการประจุไฟฟ้าในระหว่างวันแต่อย่างใด

รูปที่ 4-2: รูปแบบการขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน



ที่มา: Mitsubishi Motors Corporation (2018)

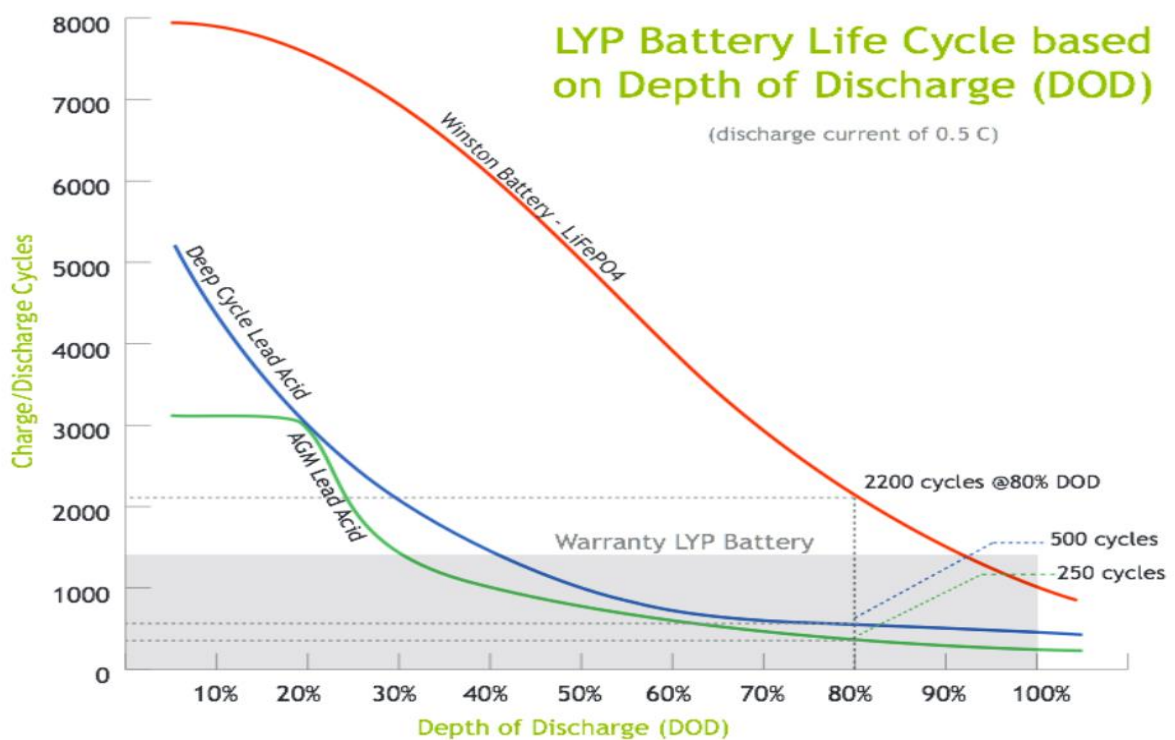
(3) ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ในการคำนวณ ค่าไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ จะอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าผู้ขับขี่จะเริ่มใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จากการอัดประจุไฟฟ้าเต็มความจุแบตเตอรี่จากที่พำนักอาศัย หากพลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอที่ใช้ในระหว่างวัน ผู้ขับขี่จะอัดประจุเมื่อปริมาณไฟฟ้าในแบตเตอรี่ลดลงเหลือร้อยละ 20 ของความจุแบตเตอรี่ คณะผู้วิจัยยังได้สมมติว่ามีสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระจายอยู่ทุกพื้นที่และผู้ขับขี่สามารถเข้าถึงและใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้เมื่อต้องการอัดประจุไฟฟ้า

การเปลี่ยนแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน หรือยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ เกือบทุกรุ่นใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนซึ่งมีอายุการใช้งานจำกัด และเป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคกังวลเนื่องจากแบตเตอรี่นี้มีราคาสูง และ ณ ขณะที่กำลังดำเนินงานวิจัยอยู่นี้ ยังไม่ทราบว่ายอายุการใช้งานที่แท้จริงของแบตเตอรี่ประเภทนี้

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน เมื่อมีการประจุและคายประจุหนึ่งครั้งเท่ากับ 1 วัฏจักร (cycle) และระดับการประจุแบตเตอรี่ สามารถอธิบายได้ด้วยพารามิเตอร์ 2 ตัวอันได้แก่ สถานะของประจุ (state of charge: SOC) ซึ่งให้ข้อมูลความจุที่คงเหลือของแบตเตอรี่ และ ความลึกของการปล่อยประจุ (Depth of Discharge: DOD) ซึ่งให้ข้อมูลความจุของแบตเตอรี่ที่ถูกปล่อยประจุ ยกตัวอย่างเช่น เมื่ออัดประจุเต็มความจุแบตเตอรี่ ค่า SOC มีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ขณะเดียวกันค่า DOD จะเท่ากับร้อยละ 0

เมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งหากความจุต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ร้อยละ 80 ของความจุแบตเตอรี่ใหม่ ก็จำเป็นต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ลูกใหม่ (Arcus, C., 2016) ทั้งนี้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่นั้นจะสามารถใช้งานได้ก็วัฏจักรขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิระหว่างการประจุ และ พฤติกรรมการประจุไฟฟ้า เป็นต้น

รูปที่ 4.3: วัฏจักรอายุการใช้งานแบตเตอรี่



ที่มา: Hall et al. (2006)

จากงานศึกษาของ Hall et al. (2006) ได้ทดสอบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนยี่ห้อ Winston พบว่า หากอัดประจุในขณะที่ ค่า DOD ต่ำ จะช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้มากกว่า แต่ในการใช้งานในชีวิตประจำวัน ด้วยปัจจัยด้านระยะเวลาการอัดประจุ สถานีอัดประจุ และ ความสะดวกสบายต่าง ๆ ผู้บริโภคจะนิยมอัดประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัย

ดังนั้นข้อสมมติในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ จะสอดคล้องกับข้อสมมติด้านการใช้พลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าข้างต้น ซึ่งได้สมมติว่าผู้ขับขี่จะอัดประจุเมื่อปริมาณไฟฟ้าในแบตเตอรี่ลดลงเหลือร้อยละ 20 ของความจุแบตเตอรี่ จึงส่งผลให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่นำมาศึกษาเท่ากับ 2,200 วัฏจักร (cycle) ก่อนจะเสื่อมประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยได้สมมติว่า ในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ หากอยู่ในเงื่อนไขการรับประกันของผู้ผลิต ผู้ขับขี่จะไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่

ตารางที่ 4-10 ได้สรุปข้อสมมติที่ใช้ในการกำหนดกรณีฐาน

ตารางที่ 4-10: ข้อสมมติในการกำหนดกรณีฐาน

ข้อสมมติในการศึกษา		ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน	ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน	ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่
การซื้อรถยนต์	เงินดาวน์	ร้อยละ 25		
	งวดผ่อนชำระ	48 งวด		
	อัตราดอกเบี้ยเข้าซื้อ	ร้อยละ 2.75 ต่อปีแบบคงที่		
การใช้งาน	ระยะทาง	14,600 กิโลเมตรต่อปี		
	จำนวนปีที่เป็นเจ้าของรถยนต์	7 ปี		
	พฤติกรรมใช้งาน	สภาวะในเมือง ร้อยละ 40 : สภาวะนอกเมือง ร้อยละ 60		
	ประวัติการขับชี่	มีประวัติขับชี่ดี และได้รับส่วนลดเบี้ยประกันครบ 4 ชั้น		
การใช้พลังงานของรถยนต์ประเภทต่าง ๆ		เลือกใช้น้ำมันที่ก่อให้เกิดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงต่ำที่สุด	จะใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวจากการอัดประจุไฟฟ้าที่พักอาศัย และ ขับชี่ด้วยโหมดที่ใช้เฉพาะพลังงานไฟฟ้าจนพลังงานไฟฟ้าคงเหลือร้อยละ 20 ของความจุแบตเตอรี่ จากนั้นจะเปลี่ยนไปใช้โหมดไฮบริด ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวและไม่มีการอัดประจุไฟฟ้าระหว่างวัน	สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระจายอยู่ทุกพื้นที่ และสามารถอัดประจุได้ระหว่างวันหากพลังงานไม่เพียงพอ
ข้อสมมติในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า		-	อายุการใช้งานแบตเตอรี่เท่ากับ 2,200 วัฏจักร (cycle)	
อัตราคิดลด		ร้อยละ 2.45		

ที่มา: จากการสรุปโดยคณะผู้วิจัย

4.3.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ในกลุ่มตัวอย่างยานยนต์ในแต่ละ Segment คณะผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการคำนวณ TCO จากงานศึกษาในต่างประเทศ และสามารถสรุปปัจจัยที่งานศึกษาในอดีตเหล่านี้ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันได้แก่ปัจจัยที่มาจากพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้นานยนต์ ราคาเชื้อเพลิง เทคโนโลยี มาตรการส่งเสริมในการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่าง ๆ จากภาครัฐโดยเฉพาะมาตรการส่งเสริมทางการเงินจากภาครัฐอันได้แก่ มาตรการทางการเงินคลัง มาตรการเงินอุดหนุน และปัจจัยอื่น ๆ เช่น การสนับสนุนด้านการเงินผ่านสถาบันการเงิน ทศนคติที่มีต่อการให้คุณค่าแก่กิจกรรมในอนาคตโดยแสดงผ่านอัตราคิดลด เป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดงานศึกษาในตารางที่ 4-11 ในขณะที่ตารางที่ 4-12 สรุปปัจจัยที่งานศึกษาในอดีตเหล่านี้ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ตารางที่ 4-11: งานศึกษาด้านทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ในอดีต

งานศึกษา	เทคโนโลยีระบบส่งกำลัง (Powertrain technology)	การแบ่งตลาดรถยนต์ (Market Segment)	กรณีศึกษา ¹	การคาดการณ์ TCO ในอนาคต ²
Lebeau et al. (2013) (เบลเยียม)	ICE, HEV, BEV, PHEV	A, B/C, E	กรณีฐาน	-
Electric Power Research Institute (2013) (สหรัฐอเมริกา)	ICE, HEV, BEV, PHEV	C	กรณีฐาน	-
Wu et al. (2015) (เยอรมนี)	ICE, HEV, BEV, PHEV	A/B, C/D, J	กรณีใช้งานน้อย, กรณีใช้งานปานกลาง, กรณีใช้งานมาก	ใช้ Monte Carlo simulation เพื่อสร้างข้อมูลจำลอง ทางสถิติด้วยการใช้พารามิเตอร์ เช่น ราคาชิ้นส่วนของ ยานยนต์ (เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ) ราคารถยนต์ อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน ราคาเชื้อเพลิง เพื่อคาดการณ์ TCO ในปี ค.ศ. 2020 และ 2025
Hangman et al. (2015) (สวีเดน)	ICE, HEV, BEV, PHEV	C	กรณีฐาน	-
Bubeck et al. (2016) (เยอรมนี)	ICE, HEV, BEV, PHEV, FCV	A, C, D, E, J, M	กรณีใช้งานน้อย, กรณีใช้งานปานกลาง, กรณีใช้งานมาก	คาดการณ์ TCO ในปี ค.ศ. 2030 และ 2050 ด้วยการสร้าง Cost Model จากตัวแปรต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนของยานยนต์ ตัวอย่างเช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ ควบคุมต่าง ๆ ค่าบำรุงรักษา ภาษี ค่าประกันภัย

ตารางที่ 4-11: งานศึกษาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ในอดีต (ต่อ)

งานศึกษา	เทคโนโลยีระบบส่งกำลัง (Powertrain technology)	การแบ่งตลาดรถยนต์ (Market Segment)	กรณีศึกษา ¹	การคาดการณ์ TCO ในอนาคต ²
ชัยวัฒน์ ศิริพจนากุล (2559) (ไทย)	ICE, BEV, PHEV	B, C, F	กรณีฐาน	-

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ICE คือ ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine), BEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicles), HEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle) และ PHEV คือ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

A Segment คือ กลุ่มรถยนต์กะทัดรัด (Mini Cars) เช่น Fiat 500, Smart ForTwo, Toyota Aygo เป็นต้น

B Segment คือ กลุ่มรถยนต์ขนาดเล็กมาก (Small Cars) เช่น Toyota Yaris, Ford Fiesta, Mazda 2 เป็นต้น

C Segment คือ กลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก (Medium Cars) เช่น Honda Civic, Nissan Leaf, Chevrolet volt เป็นต้น

D Segment คือ กลุ่มรถยนต์ขนาดกลาง (Large Cars) เช่น Toyota Camry, Honda Accord, Nissan Teana เป็นต้น

E Segment คือ กลุ่มรถยนต์หรูขนาดกลาง (Executive Cars) เช่น BMW 5- Series, Mercedes E-Class, Volvo S90 เป็นต้น

F Segment คือ กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ (Luxury Cars) เช่น Lexus LS, BMW 7- Series, Tesla Model S เป็นต้น

J Segment คือ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์สมรรถนะสูง (Sport Utility Vehicle: SUV) เช่น Honda CRV, Mazda CX5, Chevrolet Captiva เป็นต้น

M Segment คือ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ (Multi - purpose Vehicle: MPV) เช่น Toyota Avanza, Honda Freed, Honda Mobilio เป็นต้น

¹ งานศึกษาที่ศึกษาแต่เพียงแค่ “กรณีฐาน” คืองานศึกษาที่แสดงผลการคำนวณ TCO หลักของกลุ่มตัวอย่างเพียงหนึ่งชุด ซึ่งการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากตัวแปรต่าง ๆ จะอิงกับข้อมูลเพียงชุดเดียว ในขณะที่ งานศึกษาของ Wu et al. (2015) และ Bubeck et al. (2016) จะใช้ชุดข้อมูลหลัก 3 ชุด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กรณี ซึ่งการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะส่งผลกระทบต่อการคำนวณพร้อมกันทั้ง 3 กรณี

² งานศึกษาที่มีการคาดการณ์ TCO ในอนาคต คือ การประเมิน TCO จากตัวแปรต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการลงทุนซื้อและใช้นยานยนต์ในอนาคต ในขณะที่งานศึกษาที่ไม่มีการคาดการณ์ TCO จะประเมิน TCO จากการลงทุนซื้อและใช้นยานยนต์ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบัน

ตารางที่ 4-12: ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์

งานศึกษา	พฤติกรรมการใช้ งานยานยนต์*	ราคาเชื้อเพลิง	เทคโนโลยี	มาตรการส่งเสริม	อื่น ๆ
Lebeau et al. (2013) (เบลเยียม)	- ระยะทางใช้งาน - อายุการใช้งาน	- ราคาน้ำมัน	- ราคาแบตเตอรี่ - ค่าบำรุงรักษา	- เงินอุดหนุน	- อัตราคิดลด
Electric Power Research Institute (2013) (สหรัฐอเมริกา)	-	- ราคาน้ำมัน	- ค่าบำรุงรักษา	- เงินอุดหนุน	-
Wu et al. (2015) (เยอรมนี)	-	- ราคาน้ำมัน - ราคาค่าไฟฟ้า	- ราคาแบตเตอรี่ - ค่าบำรุงรักษา - อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน - ราคายานยนต์	-	- ค่าประกันภัย
Hangman et al. (2015) ¹ (สวีเดน)	-	-	-	-	-
Bubeck et al. (2016) (เยอรมนี)	-	- ราคาน้ำมัน - ราคาค่าไฟฟ้า	- ราคาแบตเตอรี่ - อายุการใช้ของแบตเตอรี่	-	-

ตารางที่ 4-12: ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ (ต่อ)

งานศึกษา	พฤติกรรมการใช้ งานยานยนต์	ราคาเชื้อเพลิง	เทคโนโลยี	มาตรการส่งเสริม	อื่น ๆ
ชัยวัฒน์ ศิริพจนากุล (2559) (ไทย)	- ระยะทางใช้งาน - พฤติกรรมใช้งาน	-	-	- เงินอุดหนุน - มาตรการทางภาษี	- การสนับสนุนจาก สถาบันการเงิน

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: * การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานรถยนต์ ตัวอย่างเช่น จากเดิมข้อสมมติกำหนดให้มีพฤติกรรมใช้งานในเมืองร้อยละ 50 ของการใช้งานทั้งหมด และการใช้งานนอกเมืองคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 ให้เป็น การใช้งานในเมืองคิดเป็นร้อยละ 20 และการใช้งานนอกเมือง ร้อยละ 80 เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในแบบปกติมีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้งานยานยนต์ในเมืองที่มีจราจรหนาแน่นจะส่งผลให้อัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ประเภทนั้นสูงขึ้น

¹ Hangman et al. (2015) ไม่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ความอ่อนไหว

การคำนวณ TCO เป็นการประเมินต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตบนพื้นฐานของข้อมูลในปัจจุบัน และการกำหนดข้อสมมติที่ใช้ในกรณีฐาน หากตัวแปรใดมีการเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลกระทบต่อผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์การตัดสินใจของผู้บริโภคในการเลือกใช้นานยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความอ่อนไหวยังถือเป็นขั้นตอนที่ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินใจในการเลือกเป็นเจ้าของยานยนต์อีกด้วย เมื่อพิจารณาพร้อมกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการคำนวณ TCO จากงานศึกษาในต่างประเทศ คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรให้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ในกลุ่มตัวอย่างยานยนต์ที่มีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานยานยนต์

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงของ TCO จากการเปลี่ยนตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้งานในด้านต่าง ๆ ที่ต่างจากกรณีฐาน เนื่องจากพฤติกรรมการใช้งานยานยนต์ของผู้บริโภคมีความหลากหลาย ได้แก่ ระยะทางใช้งานต่อปี และ สภาพจราจรที่ต้องเผชิญในแต่ละวัน ซึ่งนอกจากผลของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้านพฤติกรรมการใช้งานจะช่วยให้ทราบว่าปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์จะส่งผลกระทบต่อ TCO ในทิศทางใด ยังสามารถนำผลการศึกษามาวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมผู้บริโภคในลักษณะใดเหมาะสมกับการใช้เลือกใช้นานยนต์ไฟฟ้าได้อีกด้วย

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนั้น คณะผู้วิจัยจะใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวแบบทางเดียว (One-way Sensitivity Analysis) และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานยานยนต์จะมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

(ก) การเปลี่ยนแปลงระยะทางในการใช้งานยานยนต์

จากผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้งานรถยนต์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในบทที่ 5 พบว่านอกจากกรณีฐานซึ่งการใช้งานรถยนต์เฉลี่ยอยู่ที่ 14,600 กิโลเมตรต่อปี ยังมีกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่ใช้งานน้อยอยู่ที่ 7,300 กิโลเมตรต่อปี และใช้งานมากอยู่ที่ 21,900 กิโลเมตรต่อปี คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ในกรณีที่มีการใช้งานยานยนต์น้อยและกรณีที่ใช้งานยานยนต์มาก การใช้งานยานยนต์ที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อตัวแปรอื่น ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ TCO โดยค่าเชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษาจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้าม ในขณะที่ค่าเสื่อมราคาจะเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน

(ข) การเปลี่ยนแปลงสภาพสภาวะการใช้งาน

จากผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้งานรถยนต์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในบทที่ 5 พบว่านอกจากในกรณีฐานที่ เผชิญกับสภาวะการใช้งานในเมืองและนอกเมืองอยู่ในสัดส่วนร้อยละ 40 และร้อยละ 60 ของเวลาบนถนนในแต่ละวันตามลำดับแล้ว ยังมีกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เผชิญกับสภาวะการใช้งานในเมืองเป็นหลักโดยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 80 และนอกเมืองอยู่ในสัดส่วนร้อยละ 20 และยังมีกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เผชิญกับสภาวะการใช้งานนอกเมืองเป็นหลักโดยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 80 และในเมืองอยู่ในสัดส่วนร้อยละ 20 คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ในกรณีที่ใช้งานในเมือง

เป็นหลักและกรณีที่ใช้งานนอกเมืองเป็นหลัก สภาพจราจรที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลโดยตรงต่ออัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ และยานยนต์ที่ใช้ระบบส่งกำลังที่แตกต่างกันจะส่งผลต่ออัตราสิ้นเปลืองพลังงานแตกต่างกันซึ่งจะมีผลกระทบต่อค่าเชื้อเพลิง

(2) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

มาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าจากภาครัฐมีส่วนสำคัญในการลดต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างแรงจูงใจในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าให้แก่ผู้บริโภค คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าโดยจำแนกออกเป็นสองมาตรการใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

(ก) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการจูงใจทางการคลัง (Fiscal Incentive)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อมาตรการภาษีอันได้แก่ภาษีศุลกากรและภาษีสรรพสามิต โดยแบ่งออกเป็นสองกรณี กรณีที่หนึ่ง คณะผู้วิจัยจะกำหนดให้รัฐใช้มาตรการลดภาษีสรรพสามิต โดยสมมติให้ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาเข้าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต พ.ศ. 2560 ที่ประกาศใช้ ณ วันที่ 15 กันยายน 2560 ส่งผลให้ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่เสียภาษีสรรพสามิตลดลงจากร้อยละ 8 เป็น ร้อยละ 2 ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน จะเสียภาษีสรรพสามิตลดลงจากร้อยละ 8 เป็น ร้อยละ 4

กรณีที่สอง คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อการปรับลดภาษีอันได้แก่ ภาษีสรรพสามิต ภาษีศุลกากร และภาษีมูลค่าเพิ่มพร้อมกัน โดยกำหนดให้มีการลดภาษีศุลกากรจากร้อยละ 80 ลงเหลือร้อยละ 50 ร้อยละ 30 และไม่เก็บภาษีศุลกากรเลย (ร้อยละ 0) ตามลำดับ และกำหนดให้ไม่มีการเก็บภาษีสรรพสามิตสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภท (ร้อยละ 0) นอกจากนี้ยังไม่มีภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ 0) อีกด้วย

(ข) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidies)

เงินอุดหนุนโดยตรงที่ให้แก่ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะคำนวณจากส่วนต่างระหว่างราคาจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าในกรณีฐานและราคาจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าที่ลดลงจากมาตรการจูงใจทางการคลังที่ช่วยให้ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้ามีมูลค่าใกล้เคียงกับ TCO ของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยสมมติให้ผู้บริโภคที่เลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะได้รับเงินอุดหนุนหลังจากยื่นคำร้อง ไม่เกิน 90 วัน จึงทำให้กระแสเงินสดรับที่นำไปลบออกจาก TCO ณ ปีที่ 0

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรงนี้จะสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลด TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าระหว่างการใช้มาตรการจูงใจทางการคลังกับมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรงได้อีกด้วย

(3) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อบทบาทของสถาบันการเงินในการช่วยส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า ด้วยการให้อัตราดอกเบี้ยพิเศษลดลงจากกรณีฐานเหลือร้อยละ 0 ซึ่งผู้จัดจำหน่ายรถยนต์นิยมใช้แรงจูงใจนี้ในการส่งเสริมการขาย เนื่องจากการซื้อรถยนต์นั้นถือว่าการตัดสินใจซื้อในแบบระยะยาว ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อในลักษณะเงินผ่อน การสนับสนุนทางการเงินด้วยการลดดอกเบี้ยจะช่วยลด TCO และจูงใจให้ผู้ใช้น้ำมันหันมาเลือกใช้น้ำมันไฟฟ้า

(4) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้า

ในปัจจุบันประชากรที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้เปลี่ยนไปอาศัยตามที่อยู่แนวสูง เช่น คอนโดมิเนียม มากขึ้น เนื่องจากพื้นที่ที่อาศัยในแนวราบมีจำนวนน้อยและมีราคาสูง และมีการขยายของแนวเส้นทางรถไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาผู้ใช้น้ำมันในกลุ่มนี้ จะพบว่าผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้าจะต้องอาศัย สถานีประจุไฟฟ้าสาธารณะและ/หรือสถานีประจุไฟฟ้ากึ่งสาธารณะเป็นหลัก ซึ่งการอัดประจุไฟฟ้าในสถานีทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีอัตราค่าบริการแตกต่างจากการอัดประจุไฟฟ้าตามที่พักอาศัย

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าจะใช้อัตราค่าไฟฟ้าในกรณีใช้งานสถานีอัดประจุสาธารณะซึ่งทางคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้ประกาศใช้อัตราเรียกเก็บค่าไฟฟ้าในลักษณะอัตราชั่วคราวตาม "อัตราการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลา (TOU)" แบ่งเป็นช่วง Peak ที่อัตราค่าไฟฟ้าเท่ากับ 4.1025 บาทต่อหน่วย และช่วง Off-peak คิดอัตราค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2.5849 บาทต่อหน่วย โดยยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดพฤติกรรมการอัดประจุไฟฟ้าตามช่วงเวลา โดยแบ่งออกเป็นสามกรณี อันได้แก่ กรณีที่หนึ่งคือผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้ากลุ่มนี้จะอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Peak ทั้งหมด กรณีที่สองคือผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้ากลุ่มนี้จะอัดประจุไฟฟ้าในช่วงเวลา Peak และ Off-peak ในสัดส่วนที่เท่ากันและเท่ากับร้อยละ 50 ของเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้าทั้งหมด และ กรณีที่สามคือ ผู้ใช้น้ำมันไฟฟ้ากลุ่มนี้จะอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off-peak ทั้งหมด

(5) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง

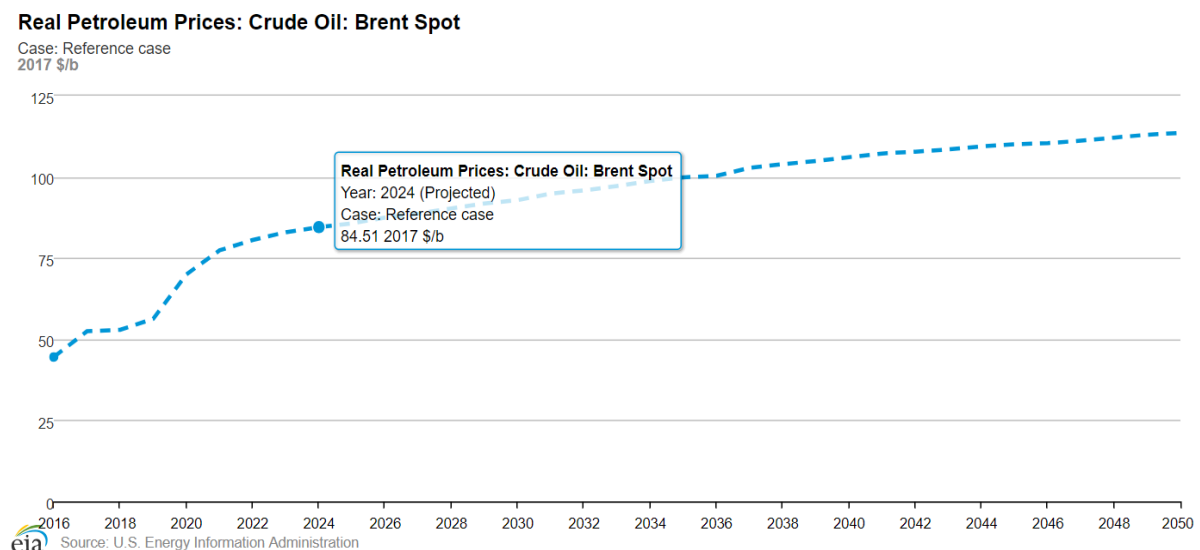
ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อ TCO ของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันราคาน้ำมันเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอันเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ อาทิเช่น ความต้องการน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปที่เพิ่มขึ้น ข้อจำกัดของกำลังการกลั่นน้ำมันในตลาดโลก ความมั่นคงด้านอุปทานของน้ำมันดิบ สภาพอากาศที่รุนแรงและเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ยากต่อการพยากรณ์ การเก็งกำไรในตลาดน้ำมันดิบ และความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน เป็นต้น

รายงาน International Energy Outlook 2018 ซึ่งจัดทำโดย Energy Information Administration (EIA) ได้ประมาณการความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของรายได้ประชาชาติในระดับโลกและการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้พลังงานของโลกในกรณีอ้างอิง (Reference case) โดยใช้ราคา

น้ำมันที่ประมาณการจากกรณีอ้างอิง (Reference case) ในการประมาณการราคาน้ำมัน รายงานนี้ประมาณการว่าในปี ค.ศ. 2018 น้ำมันดิบทั่วโลกจะมีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 72 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรล ดังนั้นในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะใช้ราคาน้ำมันที่ประมาณการได้จากงานศึกษาของ EIA เป็นราคาน้ำมันในปีที่ 1 ของกรณีฐาน (72 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรล) ดังแสดงในรูปที่ 4-4

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเมื่อราคาเชื้อเพลิงปรับตัวสูงขึ้น ในโครงการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยเลือกการประมาณการการปรับตัวของราคาน้ำมันจากกรณีอ้างอิง (Reference case) ของ EIA จากรูปที่ 4-4 จะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2024 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายที่คณะผู้วิจัยใช้ในการวิเคราะห์ ราคาน้ำมันดิบจะปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นเป็น 84.51 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรล หรือ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.3 ต่อปี คณะผู้วิจัยจะใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันนี้เพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเชื้อเพลิงทุกปี ดังแสดงในตารางที่ 4-13

รูปที่ 4-4: ประมาณการราคาน้ำมันระหว่างปี ค.ศ. 2016 – 2050



ที่มา: U.S. Energy Information Administration (2018a)

นอกจากราคาน้ำมันเชื้อเพลิง คณะผู้วิจัยจะทำการประมาณการข้างต้นในการกำหนดข้อสมมติว่าราคาไฟฟ้าจะปรับตัวในอัตราเดียวกับการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากในการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าแปรผันโดยตรงกับราคาน้ำมันเชื้อเพลิง นอกจากนี้อัตราค่าไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นอัตราค่าไฟฟ้าฐานหรือ ค่า Ft ก็ยังแปรผันโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าอีกด้วย ในงานศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้สมมติให้อัตราค่าไฟฟ้าฐานต่อหน่วยเปลี่ยนแปลงทุก ๆ 4 ปี ตามกรอบนโยบายของคณะกรรมการนโยบายพลังงาน

แห่งชาติ และอัตราค่าไฟฟ้า Ft เปลี่ยนแปลงทุก ๆ ปี ในอัตราร้อยละ 2.3 ต่อปี โดยสรุปราคาพลังงานนี้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-13: ราคาเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ปีที่	ประเภทเชื้อเพลิง ¹					
	เบนซิน 95		แก๊สโซฮอล์ E20		ดีเซล	
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาพลังงาน	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาพลังงาน	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาพลังงาน
1		34.20		24.58		25.58
2		34.99		25.15		26.17
3		35.79		25.72		26.77
4	34.20	36.61	24.58	26.32	25.58	27.39
5		37.46		26.92		28.02
6		38.32		27.54		28.66
7		39.20		28.17		29.32

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ แสดงเฉพาะประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้ในกรณีฐาน

ตารางที่ 4-14: ราคาค่าไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

ปีที่	ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)		ค่า Ft (สตางค์ต่อหน่วย)	
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาพลังงาน	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาพลังงาน
1				-26.99
2		3.2484 บาท (0-150) ¹		-26.37
3		4.2218 บาท (151-400) ²		-25.76
4	3.2484 บาท (0-150) ¹		-26.99	-25.17
5	4.2218 บาท (151-400) ²	3.5577 บาท (0-150) ¹		-24.59
6		4.6238 บาท (151-400) ²		-24.03
7				-23.47

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ คือ ราคาค่าไฟฟ้าหน่วยที่ 0-150 และ ² คือ ราคาค่าไฟฟ้าหน่วยที่ 151-400

(6) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด

อัตราคิดลดถือเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการคำนวณ TCO ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาวรรณกรรมที่ผ่านพบว่า มีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดอยู่ด้วย ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสมมติให้อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นและลดลงในอัตรา ร้อยละ 40 จากอัตราคิดลดกรณีฐาน (ร้อยละ 2.45) โดยอ้างอิงอัตราการเปลี่ยนแปลงจากงานศึกษาของ Lebeau et al. (2013) โดยแบ่งอัตราคิดลดที่เปลี่ยนแปลงจากกรณีฐานเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่อัตราคิดลดต่ำ อยู่ที่ร้อยละ 1.47 ต่อปี และ กรณีที่อัตราคิดลดสูง อยู่ที่ร้อยละ 3.43 ต่อปี

4.4 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยเก็บข้อมูลจากรายงานบทความ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง และมาจากข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ที่ได้จากผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้นโยบายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลดังปรากฏรายละเอียดในบทที่ 5

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงแหล่งที่มาของข้อมูลและตัวแทนตัวแปร (Proxy) ที่นำมาใช้คำนวณ TCO รวมถึงวิธีการคำนวณหาค่าตัวแปรโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 ราคาซื้อรถยนต์ (Purchasing Price)

ข้อมูลราคารถยนต์ที่ใช้ในการคำนวณ TCO แบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ

กลุ่มที่หนึ่งคือรถยนต์ที่นำมาศึกษามีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการภายในประเทศไทย คณะผู้วิจัยจะใช้ราคาขายปลีกอ้างอิงจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์

กลุ่มที่สองคือรถยนต์ที่นำมาศึกษาซึ่งไม่มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการภายในประเทศไทย เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าบางรุ่น คณะผู้วิจัยจะอ้างอิงราคารถยนต์นำเข้าสำเร็จรูปจากราคาขายปลีกที่ผู้ผลิตแนะนำ (Manufacturer's Suggested Retail Price: MSRP) จาก Edmunds.com ซึ่งเป็นเว็บไซต์ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับยานยนต์ที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายเว็บไซต์หนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย MSRP เป็นราคาอ้างอิงที่ยังไม่รวมภาษี ค่าธรรมเนียมในการจดทะเบียน และภาษีป้ายทะเบียน ในงานศึกษานี้ ราคาอ้างอิง MSRP ลบ*จะรวมต้นทุนด้านการบริหารจัดการ ต้นทุนค่าขนส่ง และกำไรของผู้นำเข้าเข้ามาจำหน่ายแล้ว และจะนำราคาอ้างอิงนี้มาแปลงอัตราแลกเปลี่ยนจากสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐเป็นเงินบาท (อัตราแลกเปลี่ยน 31.26 บาท ต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ จากธนาคารแห่งประเทศไทย ณ วันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2561) ในขั้นตอนต่อไป ราคา MSRP ในสกุลเงินบาท จะนำมาคำนวณรวมกับภาษีศุลกากร ภาษีสรรพสามิต ภาษีเพื่อมหาดไทย และภาษีมูลค่าเพิ่ม จนกระทั่งได้ราคาขายปลีกรถยนต์นำเข้าในประเทศไทย รายละเอียดภาษีและการคำนวณราคาขายปลีกรถยนต์นำเข้าในประเทศไทยมีดังต่อไปนี้

(1) ภาษีศุลกากร (Custom Duty) การนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป กรมศุลกากรได้มีการจัดเก็บภาษีในอัตราอากรตามราคา (Ad Valorem Duty) เป็นภาษีที่จัดเก็บโดยคิดร้อยละของมูลค่าหรือราคาสินค้าหรือกล่าวได้ว่า คิดตามราคาสัญญาซื้อขายที่มีการกำหนดราคาซื้อขายโดยรวมค่าขนส่งสินค้าและเบี้ยประกันไว้ด้วย หรือที่เรียกว่าราคา CIF (Cost Insurance and Freight)

การจัดเก็บภาษีศุลกากรจะมีอัตราระหว่าง ร้อยละ 0-80 ซึ่งสำหรับรถยนต์สำเร็จรูปได้กำหนดไว้ตามประเภทพิกัดอัตราภาษีศุลกากรขาเข้าภายใต้ระบบฮาร์โมนाइซ์ (Harmonized System) ตามพระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530 ไว้ในหมวดที่ 17 ตอนที่ 87 ในพิกัดอัตราภาษีศุลกากรที่ 87.03 เป็นเรื่องของรถยนต์ (Motor Cars) และยานยนต์อื่น ๆ (Motor Vehicles) ที่ออกแบบสำหรับขนส่งบุคคลเป็นหลักรวมถึงยานยนต์ไฟฟ้า

ปัจจุบันการนำเข้ายานยนต์ไฟฟ้าสำเร็จรูปต้องเสียภาษีศุลกากร ร้อยละ 80 ของราคา CIF ตามเอกสารแนบท้ายประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การลดอัตราอากรและยกเว้นอากรศุลกากร ฉบับวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2555 ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าได้ระบุพิกัดอัตราภาษีศุลกากรที่ 87.03.90 เป็นประเภทย่อยกำหนดไว้ในพิกัดอัตราศุลกากรที่ 87.03 เรื่องของรถยนต์ (กรมศุลกากร, 2555)

(2) ภาษีสรรพสามิต (Excise Tax) โครงสร้างภาษีสรรพสามิตที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์เดิมนั้นจะจัดเก็บตามขนาดของเครื่องยนต์ ต่อมา เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2555 คณะรัฐมนตรีได้มีมติอนุมัติหลักการให้ปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์ โดยพิจารณาจากอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แทนการจัดเก็บภาษีตามขนาดของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นการใช้กลไกทางราคาเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานและลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและให้ผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 (กรมสรรพสามิต, 2556)

อย่างไรก็ตาม เมื่อวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2560 พระราชบัญญัติภาษีสรรพสามิต พ.ศ. 2560 ได้มีผลใช้บังคับโดยได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิตดังแสดงในตารางที่ 4-15 ตามกฎกระทรวงกำหนดพิกัดอัตราภาษีสรรพสามิต พ.ศ. 2560 การคำนวณภาษีสรรพสามิตจะใช้ราคาขายปลีกแนะนำไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่มในกรณีที่เป็รถยนต์ที่ผลิตภายในประเทศ

สำหรับในกรณียานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างที่นำมาศึกษาและเป็นสินค้าที่ยังไม่ได้มีการนำเข้ามาจำหน่ายในตลาด ณ ขณะที่กำลังดำเนินงานวิจัย จึงไม่มีราคาขายปลีกแนะนำในการพิจารณาภาษี คณะผู้วิจัยจะอาศัยกฎกระทรวง เรื่องการพิจารณาและประกาศกำหนดราคาขายปลีกแนะนำ พ.ศ. 2560 ซึ่งระบุไว้ในกรณีที่ไม่สามารถกำหนดราคาขายปลีกแนะนำได้ให้นำหลักเกณฑ์ดังนี้ไปปรับใช้ กล่าวคือในกรณีที่ราคาขายปลีกแนะนำไม่เป็นไปตามกลไกของตลาด ให้กำหนดราคาขายปลีกแนะนำเป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการดังนี้

ให้พิจารณาราคาสินค้าจากต้นทุนการผลิต ตามกฎกระทรวง เรื่องการพิจารณาและประกาศกำหนดราคาขายปลีกแนะนำ พ.ศ. 2560 ระบุว่าในกรณีสินค้านำเข้า ราคาขายปลีกแนะนำประกอบด้วยต้นทุนการผลิต (ซึ่งประกอบด้วย ราคา CIF ภาษีศุลกากร และค่าใช้จ่ายอื่นที่ใช้ในการดำเนิน) รวมกับค่าบริหาร

จัดการ และกำไรมากกว่ามาตรฐานโดยไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม สำหรับในการศึกษาคำนี้ คณะผู้วิจัยจะใช้ราคาอ้างอิง MSRP จากต่างประเทศรวมกับภาษีศุลกากรเป็นราคาขายปลีกแนะนำสำหรับสินค้านำเข้าเพื่อพิจารณาภาษีสรรพสามิตต่อไป

(3) ภาษีเพื่อมหาดไทย (Local Government Tax) คือ ภาษีที่เก็บเพิ่มตามพระราชบัญญัติจัดสรรเงิน ภาษีสรรพสามิต พ.ศ.2527 เพื่อให้กระทรวงมหาดไทยนำไปจัดสรรให้แก่กรุงเทพมหานครและราชการส่วนท้องถิ่นทุกแห่ง โดยการนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปจะต้องเสียภาษีเพื่อมหาดไทยร้อยละ 10 จากมูลค่าภาษีสรรพสามิตที่ต้องเสีย (สำนักสิทธิประโยชน์ทางภาษีอากร, 2555)

(4) ภาษีมูลค่าเพิ่ม (Value Added Tax) คือ ภาษีที่เก็บจากการขายสินค้าและบริการของผู้ผลิตสินค้าหรือผู้บริการ ในแต่ละขั้นตอนการผลิตและจำหน่ายสินค้าหรือบริการทั้งที่ผลิตภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ (กรมสรรพากร, 2555) ซึ่งการนำเข้ายานยนต์สำเร็จรูปจะจัดเก็บเฉพาะมูลค่าที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 7

ตัวอย่าง การคำนวณราคาซื้อยานยนต์นำเข้าที่ใช้ในงานศึกษานี้ โดยยกตัวอย่างยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด ปลั๊กอินรุ่น Toyota Prius Prime ใน ปี ค.ศ. 2017 ราคา MSRP เท่ากับ 27,300 ดอลลาร์สหรัฐ

1. ราคา CIF	=	$27,300 \times 31.26$	
	=	853,398.00 บาท	(1)
2. ภาษีนำเข้า	=	ราคา CIF x อากรนำเข้า	
	=	$853,398.00 \times 0.80$	
	=	682,718.40 บาท	(2)
4. ราคาสำหรับพิจารณาภาษีสรรพสามิต	=	$853,398.00 + 682,718.40$	
	=	1,536,116.40	
3. ภาษีสรรพสามิต	=	$1,536,116.40 \times 0.08$	
	=	122,889.31 บาท	(3)
4. ภาษีเพื่อมหาดไทย	=	$122,889.31 \times 0.10$	(4)
	=	12,288.91 บาท	
5. ภาษีมูลค่าเพิ่ม	=	$((1) + (2) + (3) + (4)) \times 0.07$	(5)
	=	116,990.63 บาท	
6. ราคาซื้อ	=	$(1) + (2) + (3) + (4) + (5)$	
	=	1,788,285.27 บาท	
	≈	1,788,000 บาท	

ตารางที่ 4-15: อัตราภาษีสรรพสามิตรถยนต์นั่งที่มีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป

ประเภทรถยนต์	กระบอกสูบ (ซีซี)	เครื่องยนต์	เชื้อเพลิงที่ใช้ได้	อัตราการปล่อย CO ₂ (กรัม/กิโลเมตร)	อัตราภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)
รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาป ภายใน	≤ 3,000	เบนซิน/ดีเซล/NGV	E10/E20/ดีเซล	≤ 150	25
			E85/NGV		20
			E10/E20/ดีเซล	151-200	30
			E85/NGV		25
			E10/E20/ดีเซล	> 200	35
			E85/NGV		30
	> 3,000		-	-	40
รถยนต์ประหยัดพลังงาน มาตรฐานสากล เฟส 1	≤ 1,300	เบนซิน	E10/E20/E85	≤ 120	14
	≤ 1,400	ดีเซล	B5/B10		14
รถยนต์ประหยัดพลังงาน มาตรฐานสากล เฟส 2	≤ 1,300	เบนซิน	E10/E20	≤ 100	12
			E85		10
	≤ 1,500	ดีเซล	B5		12
			B10		10
รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด/รถยนต์ไฟฟ้า ไฮบริดปลั๊กอิน	≤ 3,000	ไฮบริด	-	≤ 100	8
					4*

ตารางที่ 4-15: อัตราภาษีสรรพสามิตรถยนต์นั่งที่มีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2560 เป็นต้นไป (ต่อ)

ประเภทรถยนต์	กระบอกสูบ (ซีซี)	เครื่องยนต์	เชื้อเพลิงที่ใช้ได้	อัตราการปล่อย CO ₂ (กรัม/กิโลเมตร)	อัตราภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)
ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด/ยานยนต์ไฟฟ้า ไฮบริดปลั๊กอิน	≤ 3,000	ไฮบริด	-	101-150	16
					8*
				150-200	21
					10.5*
	> 3,000			> 200	26
					13*
ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่	-	-	-	-	40
					8
ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง	-	-	-	-	2*
					8

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2561ข)

หมายเหตุ: * อัตราภาษีสรรพสามิต ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการลงทุน

4.4.2 ราคาขายต่อ (Resale price)

ราคาขายต่อ คือ มูลค่าสุดท้ายของยานยนต์หลังหักค่าเสื่อมราคาจากการใช้งาน รถยนต์แต่คันจะมีราคาขายต่อไม่เท่ากันอันเนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ประเภทรถยนต์ สภาพการใช้งาน ความนิยมของตลาดรถยนต์มือสอง การปรับโฉมรถยนต์ และยี่ห้อรถยนต์ เป็นต้น

แหล่งข้อมูลราคารถยนต์ใช้แล้วหรือเรียกว่ารถมือสอง ได้แก่

(ก) เว็บไซต์ขายยานยนต์มือสอง เช่น one2car.com และ TaladRod.com

(ข) “Thanachart Blue Book” จัดทำโดยธนาคารธนชาต เพื่อให้บริการข้อมูลราคารถยนต์ใช้แล้วหรือเรียกว่ารถมือสอง และใช้เป็นราคาอ้างอิงเบื้องต้นสำหรับการจัดเข้าซื้อรถยนต์ใช้แล้ว โดยรวบรวมข้อมูลราคารถยนต์ใช้แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากวารสารรถยนต์รายสัปดาห์ จากการสำรวจราคาตามเด็ทท์รถจากงานประมูลรถยนต์ และจากงานแสดงรถยนต์ เป็นต้น (ธนาคารธนชาต, 2018)

เมื่อคณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบราคาจากเว็บไซต์ซื้อขายยานยนต์มือสอง กับข้อมูลของ Thanachart Blue Book พบว่าหากเป็นยี่ห้อยานยนต์ที่จำหน่ายในตลาดทั่วไปอย่างเช่น Toyota, Honda แหล่งข้อมูลทั้งสองมีราคาใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเป็นยี่ห้อยานยนต์ที่จำหน่ายในตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) พบว่า แหล่งข้อมูลของ Thanachart Blue Book มีราคาสูงกว่าที่ราคาที่จำหน่ายตามเว็บไซต์ คณะผู้วิจัยเห็นควรให้เลือกใช้ราคาจากเว็บไซต์ขายยานยนต์มือสองในการประเมินราคาขายต่อเพราะเป็นราคาที่สะท้อนราคาตลาดได้ใกล้เคียงมากกว่า

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการคำนวณ TCO เป็นการประเมินต้นทุนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นราคาขายต่อของยานยนต์ตัวอย่างที่นำมาศึกษา จึงจำเป็นต้องเป็นมูลค่าในอนาคต ซึ่งวิธีการคำนวณหาราคาขายต่อที่ใช้ในงานศึกษามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง คือ การคำนวณหาสัดส่วนของมูลค่าอ้างอิงของยานยนต์แต่ละกลุ่มที่มีอายุการใช้งานเท่ากับอายุการใช้ที่สมมติในกรณีฐานจากเว็บไซต์ one2car.com และ TaladRod.com โดยนำราคาเฉลี่ยยานยนต์มือสองทุกรุ่นใน Segment เดียวกันที่มีอายุการใช้งาน 7 ปี เดียวกันหารด้วยราคารถยนต์ใหม่ของรถยนต์รุ่นนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น Toyota Prius ปี ค.ศ. 2011 ราคา 1,190,000 บาท (ราคารถยนต์ใหม่ ณ ปี ค.ศ.2011) เมื่อผ่านการใช้งานครบ 7 ปี จำหน่ายในตลาดรถยนต์มือสองเฉลี่ยเท่ากับ 449,000 บาท เพราะฉะนั้น Toyota Prius จะมีราคามือสองเป็นสัดส่วนร้อยละ 38 ของราคารถยนต์ใหม่ จากนั้นนำสัดส่วนของราคารถยนต์ใหม่ที่คำนวณได้ของรถยนต์แต่ละรุ่นใน Segment เดียวกัน ได้แก่ Honda Civic จะมีราคามือสองเป็นสัดส่วน ร้อยละ 46 ของราคารถยนต์ใหม่, Toyota Altis (ร้อยละ 44), Chevrolet Cruze (ร้อยละ 35), Ford Focus (ร้อยละ 34) และ Mazda 3 (ร้อยละ 38) มาเฉลี่ยเพื่อหาสัดส่วนอ้างอิงของรถยนต์ในกลุ่มนี้ โดยคำนวณได้เป็น “สัดส่วนอ้างอิง” ร้อยละ 39 ของราคารถยนต์ใหม่ในกลุ่มนี้

ขั้นตอนที่สอง คือ การหาราคาขายต่อที่ใช้กับรถยนต์ตัวอย่างที่นำมาศึกษา คำนวณโดยนำราคารถยนต์ใหม่คูณกับสัดส่วนอ้างอิง ยกตัวอย่าง Honda Civic มีราคาจำหน่าย 959,000 บาท ในปี ค.ศ. 2018 จะมีราคาขายต่อ ในปี ค.ศ. 2024 (7 ปี) ประมาณ 344,000 บาท

สำหรับข้อมูลราคาซื้อ ราคาขายต่อ และค่าเสื่อมราคาที่เกิดจากการใช้งาน ที่ใช้ในการคำนวณ TCO แสดงในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16: ราคาซื้อ ราคาขายต่อ และค่าเสื่อมราคาของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่างในแต่ละปีที่น่าสนใจ

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาซื้อ (บาท)	ราคาขายต่อ		ค่าเสื่อมราคารวม (บาท)
			สัดส่วนอ้างอิง (ร้อยละ)	(บาท)	
Eco car	Toyota Yaris (ICE)	479,000	0.52	344,000	320,000
	Fomm One (BEV)	664,000		248,000	231,000
C-Segment	Honda Civic (ICE)	869,000	0.39	335,000	534,000
	Hyundai Ioniq (BEV)	1,749,000		674,000	1,075,000
	Toyota Prius Prime (PHEV)	1,788,000		688,000	1,100,000
F-Segment	Mercedes Benz S350d (ICE)	6,390,000	0.25	1,621,000	4,769,000
	Tesla Model S (BEV)	6,339,000		1,609,000	4,730,000
	BMW 740Le (PHEV)	4,880,000		1,238,000	3,642,000

ที่มา: จากการคำนวณและรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

4.4.3 ค่าเชื้อเพลิง (Fuel Cost)

ค่าเชื้อเพลิงแตกต่างกันไปตามชนิดของพลังงานที่ยานยนต์แต่ละประเภทใช้ ในการศึกษาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินใช้น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานไฟฟ้า และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ใช้เพียงพลังงานไฟฟ้า ซึ่งค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการศึกษามีที่มาดังต่อไปนี้

(1) ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง

ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ส่วนสำคัญต่อต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของ ICE และ PHEV การคาดการณ์ราคาเชื้อเพลิงเป็นสิ่งที่ซับซ้อนและยากต่อการคาดการณ์ โดยมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาเชื้อเพลิง อาทิ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ กำลังการผลิตของกลุ่มผู้ผลิตน้ำมัน นโยบายของกลุ่มผู้ผลิตน้ำมัน นโยบายพลังงานของภาครัฐ เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงจากราคาขายปลีกน้ำมันในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 ของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (2561) ดังแสดงในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17: ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงขายปลีก กทม.และปริมณฑล เฉลี่ย ปี พ.ศ. 2560

หน่วย: บาท/ลิตร

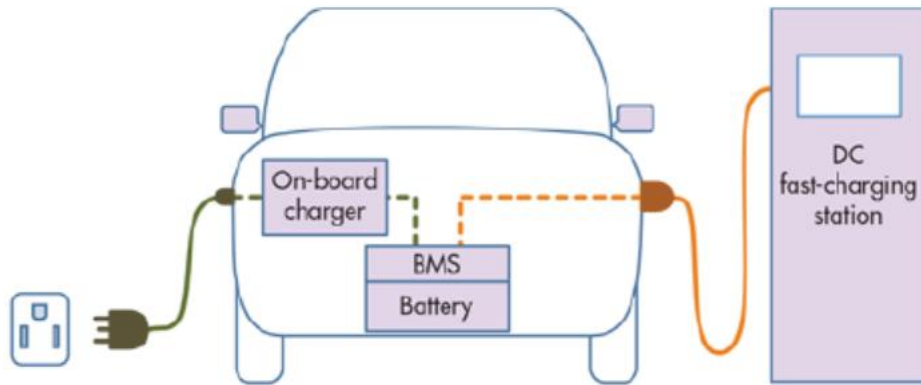
เบนซิน 95	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E85	ดีเซล
34.20	26.82	27.09	24.58	19.93	25.58

ที่มา: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (2561)

(2) อัตราค่าไฟฟ้า

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่อให้พลังงานกับแบตเตอรี่ถือเป็นต้นทุนอีกประเภทหนึ่งเปรียบเทียบกับค่าการเติมน้ำมันของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน งานศึกษาของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้านครหลวง และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2559) ได้แบ่งเทคโนโลยีการประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 2 วิธี คือ การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ (Conductive Charging) และการประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Charging) ซึ่งการประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำมีความนิยมและแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งยังสามารถแบ่งการประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ 2 ประเภท คือ การประจุไฟฟ้ากระแสสลับและการประจุไฟฟ้ากระแสตรง

รูปที่ 4-5: การประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ



ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้านครหลวง, และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2559)

การประจุไฟฟ้ากระแสสลับ

การประจุไฟฟ้ากระแสสลับเป็นการประจุไฟฟ้าโดยการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า จากนั้น On-board Charger ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในยานยนต์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนจ่ายเข้าสู่แบตเตอรี่ต่อไป การประจุไฟฟ้ากระแสสลับโดยทั่วไปจะเป็นการประจุไฟฟ้าแบบปกติ (Normal Charge) เนื่องจากใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างต่ำด้วยข้อจำกัดของ On-board Charger ในยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปจะรองรับกระแสไฟฟ้าได้เพียง 16-32 A ดังนั้น การประจุไฟฟ้ากระแสสลับจึงเหมาะสำหรับการประจุไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน และห้างสรรพสินค้า ซึ่งสามารถจอดรอได้เป็นระยะเวลานาน

โดยทั่วไป On-board Charger จะมีขนาด 3.3 kW และ 6.6 kW สำหรับระบบการประจุไฟฟ้าแบบ 1 เฟส ไปจนถึง 11 kW และ 22 kW สำหรับระบบการประจุไฟฟ้าแบบ 3 เฟส ซึ่งการประจุไฟฟ้ากระแสสลับที่ 22 kW จะเรียกว่าการประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบกึ่งเร็ว (AC Semi-Quick Charge) นอกจากนี้ รถยนต์ไฟฟ้า Renault Zoe สามารถรองรับการประจุไฟฟ้ากระแสสลับแบบเร็ว (AC Quick Charge) ได้ที่ 43 kW โดยเป็นระบบการประจุไฟฟ้า 3 เฟส และกระแสไฟฟ้าฟิวด์ 63 A ต่อเฟสผลิตภัณฑ์สถานีประจุไฟฟ้ากระแสสลับในปัจจุบัน มีค่อนข้างหลากหลายทั้งด้านขนาดกำลังไฟฟ้า และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการประจุไฟฟ้ากระแสสลับมีสถานการณ์ใช้งานที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น Bosh Power Max 16A, Schneider EVlink 32A เป็นต้น

การประจุไฟฟ้ากระแสตรง

การประจุไฟฟ้ากระแสตรงเป็นการประจุไฟฟ้าโดยการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า โดยในกรณีนี้ สถานีประจุไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนที่จะจ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้าจะจ่ายเข้าสู่แบตเตอรี่โดยตรง โดยมีระบบจัดการ

แบตเตอรี่ (Battery Management System: BMS) ทำหน้าที่ควบคุมการประจุ การประจุไฟฟ้ากระแสตรง ถือเป็นการประจุไฟฟ้าแบบเร็ว (Quick Charge) โดยสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าในการประจุไฟฟ้าได้สูงเนื่องจากไม่มีข้อจำกัดเรื่อง On-board Charger โดยทั่วไปสามารถประจุไฟฟ้าครึ่งหนึ่งของความจุแบตเตอรี่ได้ภายในระยะเวลาเพียง 10-15 นาที และเนื่องจากเป็นการประจุไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูง (ปัจจุบัน อยู่ที่ประมาณ 50 kW) จึงต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีพิกัดกระแสสูง การประจุไฟฟ้ากระแสตรงมักเป็นการใช้งานในแหล่งสาธารณะซึ่งต้องการความรวดเร็วในการประจุ ในลักษณะคล้ายกับสถานีบริการน้ำมัน และเหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้าที่ต้องการประจุไฟฟ้าหลายครั้งระหว่างวัน หรือสำหรับการเดินทางระยะทางไกล เช่น การเดินทางระหว่างจังหวัด

ผลิตภัณฑ์สถานีประจุไฟฟ้ากระแสตรงมักมีลักษณะเป็นตู้ขนาดใหญ่ เนื่องจากรองรับกำลังไฟฟ้าสูง และเหมาะสำหรับการบริการประจุไฟฟ้าในแหล่งสาธารณะเป็นหลัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สถานีประจุไฟฟ้ากระแสตรง ได้แก่ ABB Terra 53 CJG, Schneider EVlink Fast Charger เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ แต่ละแบบที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลต่อต้นทุนที่เกิดจากค่าไฟฟ้าแตกต่างกัน เนื่องจากการประจุไฟฟ้าแต่ละแบบและในแต่ละสถานที่ที่มีค่าใช้จ่ายไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถแบ่งค่าไฟฟ้าจากการอัดประจุไฟฟ้าในสถานที่ที่แตกต่างกันออกเป็น 2 กรณีใหญ่ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ค่าไฟฟ้าจากการประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยตามข้อสมมติในกรณีฐาน ซึ่งเกิดจากการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่านตัวรับไฟฟ้ามาตรฐานตามบ้านหรืออาคารโดยตรง และนิยมเรียกว่า “Level 1 Charging” สำหรับระยะเวลาประจุจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่อยู่ในยานยนต์ไฟฟ้า แต่โดยทั่วไปการประจุแบบ Level 1 Charging ใช้เวลาประมาณ 8-12 ชั่วโมง

เพราะฉะนั้นการคำนวณต้นทุนค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการประจุในลักษณะนี้ จะขึ้นอยู่กับอัตราค่าไฟฟ้าในที่พักอาศัย ซึ่งโครงสร้างราคาไฟฟ้าของประเทศไทย จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (Fuel Adjustment Charge: Ft) โดยค่าไฟฟ้าฐานเป็นตัวสะท้อนต้นทุนการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ระบบสายส่ง ระบบจำหน่าย และค่าการผลิตพลังงานไฟฟ้า ภายใต้สมมติฐานความต้องการใช้ไฟฟ้า ราคาเชื้อเพลิง อัตราแลกเปลี่ยน และอัตราเงินเฟ้อระดับหนึ่ง รวมถึงค่าบริการรายเดือน เช่น ต้นทุนการจดหน่วย มิเตอร์เป็นต้น ขณะที่ค่า Ft คือ ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และค่าใช้จ่ายตามนโยบายภาครัฐที่เปลี่ยนแปลงไปจากระดับที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าฐาน ซึ่งจะปรับปรุงทุก 4 เดือน นอกจากนี้ผู้ใช้ไฟฟ้ายังต้องชำระภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 ของค่าไฟฟ้าฐานรวมกับค่า Ft อีกด้วย (การไฟฟ้านครหลวง, 2558)

อัตราค่าไฟฟ้าที่นำมาใช้ในงานศึกษานี้จะใช้อัตราค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.2 (อัตราปกติ แบบก้าวหน้า) ใช้พลังงานเกิน 150 หน่วยต่อเดือน และ ใช้ค่า Ft เฉลี่ยของปี พ.ศ. 2560 แสดงดังตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18: อัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีฐาน

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	ค่า Ft (สตางค์/หน่วย)
150 หน่วยแรก (0-150)	3.2484	38.22	-26.99
250 หน่วยต่อไป (151-400)	4.2218		
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	4.4217		

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2558); คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (2560).

กรณีที่ 2 ค่าไฟฟ้าจากการประจุไฟฟ้าตามสถานที่อื่น ๆ โดยสามารถจำแนกตามการประจุไฟฟ้าได้ 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

(ก) Level 2 Charging เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับเครื่องประจุไฟฟ้า (Electric Vehicle Supply Equipment: EVSE) โดยที่ EVSE จะเชื่อมต่ออย่างถาวรกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ขนาดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดในการอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับ เทคโนโลยีของแบตเตอรี่ที่อยู่ในยานยนต์ไฟฟ้า ใช้เวลาประจุประมาณ 4-6 ชั่วโมง โดยทั่วไปจะพบจุดประจุแบบ Level 2 Charging ตามจุดประจυσธารณะ เช่น ลานจอดรถยนต์สาธารณะ ห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงาน เป็นต้น

หากเป็นจุดประจุแบบ Level 2 Charging ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์ซึ่งต้องมีการติดตั้งระบบชำระเงินอัตโนมัติ จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับ Level 2 EVSE ระหว่าง 1,700 – 6,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อจุด แต่ในบางกรณีอาจพบจุดประจุนี้ติดตั้งในที่พักอาศัยได้เพราะสามารถเพิ่มความรวดเร็วในการประจุไฟฟ้า แต่จะมีค่าใช้จ่ายจากการซื้อและติดตั้ง Level 2 EVSE ประมาณ 500 – 1,000 ดอลลาร์สหรัฐ (DOE, 2015)

(ข) Level 3 Charging หรือ DC fast charging เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับผ่าน EVSE โดยที่ EVSE จะเชื่อมต่ออย่างถาวรกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ และมี Off-board Charger เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงก่อนจ่ายเข้าสู่ยานยนต์ไฟฟ้า ขนาดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดในการอัดประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเต้าเสียบและเต้ารับ และมาตรฐานของการอัดประจุไฟฟ้าที่ใช้และสามารถประจุไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 80 ของความจุแบตเตอรี่ภายในระยะเวลา 30 นาที แต่การประจุแบบ DC fast charging จะรองรับเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่เท่านั้น แต่ไม่สามารถประจุยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินได้ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับ DC fast charging อยู่ระหว่าง 8,500 - 50,820 ดอลลาร์สหรัฐ (DOE, 2015)

เนื่องจากต้นทุนในการติดตั้งและความรวดเร็วในการประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ผู้ให้บริการจึงมักจะตั้งราคาค่าประจุไฟฟ้าแบบ Level 2 Charging และ Level 3 Charging แตกต่างกัน โดยการประจุแบบ Level 2 Charging จากการศึกษาในบทที่ 3 พบว่าส่วนใหญ่จะตั้งราคา โดยคิดเป็นหน่วยไฟฟ้าหรือ kWh

ที่ใช้ในการประจุในแต่ละครั้ง โดยอาจจะมีค่าธรรมเนียมในการสมัครเป็นสมาชิกเพื่อใช้บริการในบางประเทศ สำหรับในกรณีของประเทศไทย มีผู้ประกอบการเครือข่ายสถานีประจุแบบ Level 2 Charging เพียงรายเดียว คือ “EA Anywhere” และคิดค่าประจุเป็นรายชั่วโมงในอัตราก้าวหน้า โดยเริ่มต้นชั่วโมงแรกที่ 50 บาท และคิดค่าประจุ 2 ชั่วโมง ที่ 80 บาท และ 3 ชั่วโมง ที่ 110 บาท

ค่าประจุไฟฟ้าแบบ Level 3 Charging มีค่าสูงกว่าแบบอื่น ๆ และมีการตั้งราคาหลายรูปแบบ ได้แก่ คิดค่าประจุเป็นรายนาที หรือแบบรายเดือนโดยไม่จำกัดจำนวนครั้งที่ประจุ หรือคิดค่าประจุเป็นรายครั้ง เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ในปัจจุบันยังไม่มีผู้ประกอบการเครือข่ายสถานีประจุแบบ Level 3 Charging เนื่องจากการใช้น้ำมันไฟฟ้าแบตเตอรี่ในประเทศยังไม่เป็นที่แพร่หลาย

4.4.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน (Fuel Economy)

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ เป็นสิ่งสะท้อนถึงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้นต่อระยะทาง ขับขี่ เช่น หากรถยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงสูง ก็จะมีค่าเชื้อเพลิงสูงตาม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการสิ้นเปลืองพลังงานได้แก่ผู้ขับขี่ สภาพจราจร เส้นทางใช้งาน พฤติกรรมการใช้งาน ประเภทพลังงานที่ใช้ การใช้เครื่องปรับอากาศและเครื่องใช้ไฟฟ้าในรถยนต์ สภาพภูมิอากาศและความกดอากาศ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งย่อมทำให้ปริมาณการใช้น้ำมันเปลี่ยนแปลงไป

ปัจจุบันการเลือกประเภทน้ำมัน จะเกี่ยวข้องกับอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันซึ่งโดยทั่วไปชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำมันเบนซิน (Gasoline) มีค่าออกเทนตั้งแต่ 91 และ 95 ส่วนน้ำมันเบนซินประเภทที่มีส่วนผสมของเอทานอลจะได้แก่ แก๊สโซฮอล์95 แก๊สโซฮอล์91 แก๊สโซฮอล์ E20 และแก๊สโซฮอล์ E85 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลนั้นจะทำให้รถยนต์มีอัตราการสิ้นเปลืองมากกว่า การใช้น้ำมันเบนซิน 95 แบบปกติ การคำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน 95 โดยใช้ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value: LHV) หรือค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ แสดงไว้ในตารางที่ 4-19

2. น้ำมันดีเซล ใช้สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งอาจมีการแบ่งเกรดย่อยออกไปตามสูตรการผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพต่าง ๆ ของผู้ผลิตน้ำมัน เช่น คาลเท็กซ์ดีเซล เทครอนดีเซลถูกคิดค้นมาให้หัวฉีดสะอาดและประหยัดน้ำมันขึ้น และ เชลล์ วี-เพาเวอร์ ดีเซลถูกออกแบบมาเพื่อสร้างฟิล์มปกป้องผิวพื้นโลหะ ช่วยป้องกันการสึกหรอในชิ้นส่วนที่สำคัญ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำมาผสมกับไบโอดีเซลเพื่อลดมลพิษให้ได้ค่าต่ำสุดตามมาตรฐาน EURO 4 เช่น B2 และ B5 เป็นต้น โดยน้ำมันดีเซลนั้นสามารถเติมในรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกชนิด

ตารางที่ 4-19: อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สโซฮอลล์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน 95

ประเภท น้ำมันเชื้อเพลิง	น้ำมันเบนซิน		เอทานอล		รวม Btu/gal	สิ้นเปลือง เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)
	สัดส่วน (ร้อยละ) ¹	Btu/gal ²	สัดส่วน (ร้อยละ) ¹	Btu/gal ²		
เบนซิน 95	100	116,090	-	-	116,090	-
แก๊สโซฮอลล์ 95	90	104,481	10	7,633	112,114	3.4
แก๊สโซฮอลล์ 91	90	104,481	10	7,633	112,114	3.4
แก๊สโซฮอลล์ E20	80	92,872	20	15,266	108,138	6.8
แก๊สโซฮอลล์ E85	15	17,414	85	64,881	82,294	29.1

ที่มา: กรมฯ ธรรมศิริ (2557)

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละส่วนผสมระหว่างน้ำมันเบนซินและเอทานอล

² ค่าความร้อนต่อแกลลอน

ด้านอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน ผู้ผลิตรถยนต์หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการทดสอบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระบุไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในต่อผู้บริโภค โดยการทดสอบนั้นจะแบ่งการจำลองการขับขี่รถยนต์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การขับขี่ตามสภาวะในเมือง (Urban Condition) ที่มีการจราจรหนาแน่น เพราะการขับขี่ในสภาวะในเมืองทำให้ผู้ขับขี่ต้องจอดรถยนต์อยู่เป็นเวลานานและใช้เบรกเพื่อชะลอความเร็วอยู่บ่อยครั้ง ทำให้การใช้ ICE มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น และ การขับขี่ตามสภาวะนอกเมือง (Extra-Urban Condition) ด้วยวิธีนี้ จะทดสอบด้วยการใช้ความเร็วได้ในระดับคงที่ด้วยความเร็วในช่วง 60 - 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันลดลง

ผลการทดสอบจะต่างจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ และ ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดที่เหมาะสมกับการขับขี่ในสภาวะในเมืองมากกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเนื่องจากมีระบบที่ช่วยลดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน เช่น ขณะที่ลดความเร็วหรือเบรกเครื่องยนต์ พลังงานที่ได้จากการลดความเร็วหรือเบรกจะถูกเปลี่ยนรูปจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานไฟฟ้าและไปสะสมในแบตเตอรี่ ซึ่งค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ระบุในคุณสมบัติรถยนต์รุ่นต่าง ๆ จากการทดสอบของผู้ผลิตหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ยังคงแตกต่างจากการใช้งานจริงที่ถูกสำรวจจากผู้บริโภค (real world fuel consumption) ซึ่งผลอาจแตกต่างกันมากถึงร้อยละ 56 เมื่อเทียบกับอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันที่ทดสอบโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง (Hangman et al., 2016)

แม้ว่าอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่ถูกทดสอบจากการใช้งานจริงน่าจะเป็นข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการใช้อัตราที่ผู้ผลิตหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แจ้งไว้ แต่การสอบถามข้อมูลการใช้งานจริงจากผู้ขับขี่ผ่านช่องทางออนไลน์หรือแบบสอบถามอาจมีความคลาดเคลื่อน (Errors) ของข้อมูลจากการทดสอบ

เช่น ผู้ตอบไม่ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง (Response errors) ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ตรงกับความเป็นจริง เป็นต้น นอกจากนี้ งานศึกษานี้ ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างยานยนต์ไฟฟ้าที่ยังไม่มีจำหน่ายในประเทศไทยอย่างเป็นทางการ จึงไม่สามารถสอบถามข้อมูลการใช้งานจริงได้

เพื่อให้ผลการประเมิน TCO มีความน่าเชื่อถือ คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันจากการทดสอบโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ ข้อมูลจาก Eco Sticker โดยกระทรวงอุตสาหกรรม สำหรับรถยนต์ ที่มีจำหน่ายอย่างเป็นทางการและมีข้อมูลอยู่ในเว็บไซต์ www.car.go.th และ ข้อมูลจาก EPA สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มตัวอย่างที่ยังไม่มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการคำนวณ TCO จะแสดงอัตราสิ้นเปลืองพลังงานของรถยนต์ตัวอย่างในสภาวะการใช้งานในเมือง (Urban) และนอกเมือง (Extra-urban) โดยรถยนต์ที่ใช้แหล่งพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงจะแสดงด้วยหน่วย กิโลเมตรต่อลิตร (km/l) ขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะแสดงหน่วยด้วยกิโลวัตต์ต่อกิโลเมตร (kWh/km) ดังแสดงตามตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20: อัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มและรุ่นยานยนต์		ประเภทพลังงาน			
		น้ำมันเชื้อเพลิง		ไฟฟ้า	
		(กิโลเมตร/ลิตร)		(กิโลวัตต์/กม.)	
		ในเมือง	นอกเมือง	ในเมือง	นอกเมือง
Eco car	Toyota Yaris ¹	16.667	22.222	-	-
	Fomm One ³	-	-	0.0612	0.0748
C-Segment	Honda Civic ¹	11.765	20.833	-	-
	Hyundai Ioniq ²	-	-	0.14	0.172
	Toyota Prius Prime ²	62.5	52.63	0.143	0.174
F-Segment	Mercedes Benz S350d ¹	15.385	21.277	-	-
	Tesla Model S ²	-	-	0.205	0.199
	BMW740Le ²	26.316	28.571	0.329	0.311

ที่มา: จากการคำนวณและรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

¹ จาก สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2561)

² จาก FOMM (ASIA) Co., Ltd. (2018)

³ จาก United States Environmental Protection Agency (2018a)

อย่างไรก็ดี จากการสืบค้นอัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้า Fomm One ไม่พบว่ามี การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในสภาวะการใช้งานในเมือง (Urban) และนอกเมือง (Extra-urban) และพบเพียงอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวม เท่ากับ 14.8 กิโลเมตร/กิโลวัตต์ หรือเท่ากับ 0.068 กิโลเมตร/กิโลวัตต์ โดยจากการค้นคว้าข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้าขนาดใกล้เคียงกันจากผู้ผลิต ยานยนต์ไฟฟ้าหลาย ๆ หลาย โดยส่วนใหญ่ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อใช้งานภายใต้สภาวะนอกเมือง และอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจะลดลงเมื่อใช้งานภายใต้สภาวะในเมือง แตกต่างจากอัตราสิ้นเปลืองพลังงานงานประมาณ ร้อยละ 8-12 (United States Environmental Protection Agency, 2018) ดังนั้น สำหรับอัตราสิ้นเปลืองพลังงานของยานยนต์ไฟฟ้า Fomm One ที่ใช้โครงการวิจัยนี้ จะกำหนดให้อัตราสิ้นเปลืองพลังงานภายใต้สภาวะในเมืองและนอกเมือง ของ Fomm One ลดลงภายใต้ สภาวะในเมืองและเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะนอกเมืองในอัตราร้อยละ 10 ของอัตราสิ้นเปลืองพลังงานรวม

4.4.5 ดอกเบี้ย (Interest)

การซื้อรถยนต์เพื่อเป็นเจ้าของนอกจากจะซื้อด้วยเงินสดเต็มจำนวนแล้วผู้บริโภคมายังสามารถหาแหล่ง เงินกู้จากธนาคารหรือบริษัทไฟแนนซ์ที่เรียกว่า การเช่าซื้อ (Hire Purchase) อัตราดอกเบี้ยเช่าซื้อรถยนต์ นั้นส่วนบุคคลใหม่จะขึ้นอยู่กับวงวดการผ่อนชำระ เงินดาวน์ คุณสมบัติของผู้เช่าซื้อ บริษัทไฟแนนซ์ การส่งเสริม การขาย ประเภทและรุ่นของรถยนต์ จึงทำให้อัตราดอกเบี้ยที่ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับอาจมีความแตกต่างกัน แม้ว่า จะซื้อรถยนต์รุ่นเดียวกันก็ตาม

การเช่าซื้อโดยส่วนใหญ่จะใช้อัตราดอกเบี้ยแบบคงที่ (Flat Interest Rate) คือ ดอกเบี้ยที่ผู้กู้จะต้อง เสียดอกเบี้ยคงที่ตลอดระยะเวลาที่ต้องผ่อนชำระ (พรรณภา ธูนิมิตรกุล, 2558) ซึ่งโดยวิธีนี้จะคำนวณ ค่าดอกเบี้ยต่อปีจากจำนวนเงินกู้ยืมตลอดระยะเวลาที่กู้ยืมได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ดอกเบี้ยต่อปี} = \text{อัตราดอกเบี้ย} \times \text{เงินกู้}$$

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนที่เกิดจากดอกเบี้ยเช่าซื้อจะใช้อัตราดอกเบี้ยเช่าซื้อรถยนต์ใหม่ เฉลี่ยจากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทยและธนาคารธนาชาติซึ่งเท่ากับร้อยละ 2.75 ต่อปี และสมมติให้ ผู้บริโภควางเงินดาวน์ไว้ที่ร้อยละ 25 ของราคาารถยนต์และผ่อนชำระจำนวน 48 งวด จึงทำให้ผู้บริโภคมีต้นทุน ดอกเบี้ยต่อปีจากการเช่าซื้อรถยนต์ ดังแสดงในตารางที่ 4-21

ตารางที่ 4-21: ดอกเบี้ยเช่าซื้อต่อปีของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง

หน่วย: บาท

กลุ่มและรุ่นยานยนต์		เงินสด	เงินกู้	ดอกเบี้ยต่อปี
Eco car	Toyota Yaris	119,750	359,250	9,879.38
	Fomm One ³	166,000	498,000	13,695.00
C-Segment	Honda Civic	217,250	651,750	17,923.13
	Hyundai Ioniq	437,250	1,311,750	36,073.13
	Toyota Prius Prime	447,000	1,341,000	36,877.50
F-Segment	Mercedes Benz S350d	1,597,500	4,792,500	131,793.75
	Tesla Model S	1,220,000	3,660,000	100,650.00
	BMW740Le	1,584,750	4,754,250	130,741.88

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

4.4.6 ค่าบำรุงรักษา (Maintenance cost)

การบำรุงรักษารถยนต์ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญเพราะการตรวจเช็ค ซ่อมแซมเปลี่ยนหรือการบำรุงรักษาตามที่ผู้ผลิตกำหนด เช่น การถ่ายน้ำมันเครื่อง น้ำมันเกียร์ น้ำมันเบรก ไส้กรองอากาศ และยาง เป็นต้น จะส่งผลให้รถยนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีการบำรุงรักษาที่แตกต่างกัน งานศึกษานี้ได้กำหนดรูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ชนิดต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4-22 ถึง 4-24

ตารางที่ 4-22: รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน

รายการ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทางในการเปลี่ยน
เช็กระยะ	1	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
น้ำมันเครื่อง	0.25	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
กรองน้ำมันเครื่อง	0.25	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
ไส้กรองอากาศ	0.2	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	0.2	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
หัวเทียน	1.8	ทุก ๆ 60,000 กิโลเมตร
น้ำมันเกียร์	0.9	ทุก ๆ 40,000 กิโลเมตร
น้ำมันเบรก	1.1	ทุก ๆ 40,000 กิโลเมตร

ตารางที่ 4-22: รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ต่อ)

รายการ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทางในการเปลี่ยน
ยาง	1	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
ผ้าเบรก	2	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
แบตเตอรี่	0.2	ทุก ๆ 3 ปี

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 4-23: รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน

รายการ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทางในการเปลี่ยน
เช็กระยะ	1	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
น้ำมันเครื่อง	0.25	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
กรองน้ำมันเครื่อง	0.25	ทุก ๆ 10,000 กิโลเมตร
ไส้กรองอากาศ	0.2	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	0.2	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
หัวเทียน	1.8	ทุก ๆ 60,000 กิโลเมตร
น้ำมันเกียร์	0.9	ทุก ๆ 40,000 กิโลเมตร
น้ำมันเบรก	1.1	ทุก ๆ 40,000 กิโลเมตร
ยาง	1	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
ผ้าเบรก	2	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
แบตเตอรี่	0.2	ทุก ๆ 3 ปี
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	1.5	ขึ้นอยู่กับกำกับการรับประกันของผู้ผลิต

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินมีขั้นตอนการบำรุงรักษาใกล้เคียงกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเนื่องจากระบบเครื่องยนต์หลักยังเป็นแบบสันดาปภายใน เพียงแต่นานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะมีระบบทำงานที่ซับซ้อนจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า และมีค่าใช้จ่ายจากเปลี่ยนแบตเตอรี่มอเตอร์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จะมีการรับประกันแบตเตอรี่ไฟฟ้าตามอายุการใช้งานหรือตามระยะทางอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับว่าอายุการใช้งานหรือระยะทางที่ใช้ไปครบกำหนดที่ควรได้รับการบำรุงรักษาก่อน

ตัวอย่างเช่น Toyota Prius Prime (PHEV) ในสหรัฐอเมริกาจะมีการรับประกันแบตเตอรี่ไฮบริดปลั๊กอินนาน 8 ปี หรือ 160,000 กิโลเมตร รวมถึงระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ เช่น ระบบประจุไฟฟ้า และระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้านาน 8 ปี ถึง 15 ปี หรือ 240,000 กิโลเมตร (Toyota Motor Sales,

U.S.A., Inc. , 2018) ขณะที่ BMW 740Le มีการรับประกันแบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้าสูง (High-voltage battery) ที่ผลิตจากลิเทียมไอออน 10 ปี หรือ 150,000 กิโลเมตร (บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด, 2561) เป็นต้น และเมื่อหมดระยะเวลาหรือระยะทางที่ผู้ผลิตรับประกัน ระบบแบตเตอรี่ไฟฟ้าอาจจะมีประสิทธิภาพในการเก็บไฟฟ้าลดลงจึงอาจทำให้ผู้บริโภคมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น

สำหรับการบำรุงรักษาของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ โดยส่วนใหญ่จะมีค่าบำรุงรักษาถูกกว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน และยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เนื่องจากไม่มีระบบเครื่องยนต์ที่ซับซ้อน การบำรุงรักษาหลักจะมีเพียงแค่การตรวจสอบ สภาพของระบบไฟฟ้า ระบบทำความเย็น ระบบช่วงล่าง และระบบแบตเตอรี่เท่านั้น แต่อาจจะมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่เพิ่มเติมหากแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ

อย่างไรก็ตาม บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จะมีการรับประกันแบตเตอรี่ไฟฟ้าให้เพื่อลดความกังวลให้กับผู้บริโภค ตัวอย่างเช่น Tesla Model S และ Hyundai Ioniq Electric ผู้ผลิตจะรับประกันแบตเตอรี่ ลิเทียมไอออน 8 ปี ไม่จำกัดระยะทาง ขณะที่ Fomm One มีการรับประกันแบตเตอรี่เป็นระยะเวลา 10 ปี (บริษัท สุนได มอเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด, 2561; Tesla Motors, Inc., 2018b; ฐานเศรษฐกิจ, 2560)

ตารางที่ 4-24: รูปแบบการบำรุงรักษาของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่

รายการ	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ระยะทางในการเปลี่ยน
เช็คระยะ	1	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	0.2	ทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร
น้ำมันเบรก	1.1	ทุก ๆ 40,000 กิโลเมตร
ยาง	1	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
ผ้าเบรก	2	ทุก ๆ 50,000 กิโลเมตร
แบตเตอรี่	0.2	ทุก ๆ 3 ปี
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	1.5	ขึ้นอยู่กับกำกับการรับประกันของผู้ผลิต

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ในส่วนต่อไปจะแสดงข้อมูลที่ใช้สำหรับประเมินค่าบำรุงรักษาตามระยะทางของยานยนต์ตัวอย่าง ได้แก่ ราคาอะไหล่ต่าง ๆ ที่ต้องเปลี่ยนเมื่อถึงระยะบำรุงรักษาตามที่กำหนดไว้ข้างต้น รวมถึงอัตราค่าบริการแบ่งแยกตามประเภทรถยนต์ดังแสดงรายละเอียดไว้ใน ภาคผนวก ง ตารางที่ ง-8 ซึ่งข้อมูลราคาอะไหล่ที่ใช้ในงานศึกษานี้ จะอ้างอิงจากเว็บไซต์หลักของผู้ผลิตรถยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในกรณีที่อะไหล่บางประเภทที่ไม่ได้ระบุข้อมูลไว้ในเว็บไซต์หลักนั้น คณะผู้วิจัยจะอ้างอิงราคาจากเว็บไซต์ที่จำหน่ายอะไหล่เหล่านั้น ๆ โดยตรง

อย่างไรก็ตามสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ Fomm One พบว่ามีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูลด้านการบำรุงรักษา คณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าเฉลี่ยราคาอะไหล่ และค่าบำรุงรักษาจากผู้ผลิตรถยนต์อื่น ๆ แทน โดยที่แหล่งอ้างอิงของยานยนต์ตัวอย่างแต่ละตัวอยู่นั้นจะอยู่ในภาคผนวก ง ตารางที่ ง-8

ตารางที่ 4-25: ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม Eco car

หน่วย: บาท

รายการ	Toyota Yaris	Fomm One
1. ค่าแรง (ต่อชั่วโมง)	495.00	460.00
2. น้ำมันเครื่อง	1,062.00	-
3. กรองน้ำมันเครื่อง	225.00	-
4. ไส้กรองอากาศ	313.00	-
5. ไส้กรองระบบปรับอากาศ	460.00	430.00
6. หัวเทียน	2,980.00	-
7. น้ำมันเกียร์	1,142.00	-
8. น้ำมันเบรก	220.00	282.00
9. ยาง	9,800.00	11,000.00
10. ผ้าเบรก	2,380.00	1,910.00
11. แบตเตอรี่	2,440.00	2,300.00
12. แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	-	77,350.00

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 4-26: ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม C-Segment

หน่วย: บาท

รายการ	Honda Civic	Hyundai Ioniq	Toyota Prius Prime
1. ค่าแรง (ต่อชั่วโมง)	440.00	520.00	495.00
2. น้ำมันเครื่อง	1,001.00	-	1,038.00
3. กรองน้ำมันเครื่อง	224.00	-	338.00
4. ไส้กรองอากาศ	403.00	-	562.00
5. ไส้กรองระบบปรับอากาศ	486.00	645.00	656.00
6. หัวเทียน	2,440.00	-	2,166.00
7. น้ำมันเกียร์	664.00	-	1,492.00
8. น้ำมันเบรก	260.00	432.00	220.00

ตารางที่ 4-26: ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม C-Segment (ต่อ)

หน่วย: บาท

รายการ	Honda Civic	Hyundai Ioniq	Toyota Prius Prime
9. ยาง	19,200.00	16,200.00	11,000.00
10. ผ้าเบรก	3,740.00	1,929.00	7,471.00
11. แบตเตอรี่	1,800.00	3,557.00	3,557.00
12. แบตเตอรี่ลิเทียมไฮออน	-	145,000.00	153,000

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 4-27: ราคาอะไหล่ของยานยนต์ในกลุ่ม F-Segment

หน่วย: บาท

รายการ	Mercedes Benz S350d	Tesla Model S	BMW 740Le
1. ค่าแรง (ต่อชั่วโมง)	850.00	-	750.00
2. น้ำมันเครื่อง	5,320.00	-	3,008.00
3. กรองน้ำมันเครื่อง	656.00	-	562.00
4. ไส้กรองอากาศ	2,900.00	-	1,156.00
5. ไส้กรองระบบปรับอากาศ	3,697.00	-	3,251.00
6. หัวเทียน	4,267.00	-	2,657.00
7. น้ำมันเกียร์	5,877.00	-	4,735.00
8. น้ำมันเบรก	735.00	-	459.00
9. ยาง	57,200.00	57,200.00	62,000.00
10. ผ้าเบรก	7,284.00	-	12,668.00
11. แบตเตอรี่	9,604.00	7,033.00	11,985.00
12. แบตเตอรี่ลิเทียมไฮออน	-	375,120.00	88,979.00

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

สำหรับการบำรุงรักษา ของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ Tesla Model S นั้น ทางผู้ผลิตกำหนดระยะทางในการซ่อมบำรุงทุก ๆ 20,000 กิโลเมตร โดยการบำรุงรักษาตามระยะทางของ Tesla Model S แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 20,000 กิโลเมตร หรือ 1 ปี ราคา 475 ดอลลาร์สหรัฐ

ระยะที่ 2 40,000 กิโลเมตร หรือ 2 ปี ราคา 725 ดอลลาร์สหรัฐ

ระยะที่ 3 60,000 กิโลเมตร หรือ 3 ปี ราคา 475 ดอลลาร์สหรัฐ

ระยะที่ 4 80,000 กิโลเมตร หรือ 4 ปี ราคา 850 ดอลลาร์สหรัฐ

ทั้งนี้บริษัทเทสลา ได้มีโปรแกรมเหมาจ่ายเพียงครั้งเดียว (Tesla Service Plan) เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคอยู่ 2 แพคเกจ อันได้แก่ แพคเกจ 3 ปี หรือ 60,000 กิโลเมตร ในราคา 1,625 ดอลลาร์สหรัฐ และแพคเกจ 4 ปี หรือ 80,000 กิโลเมตร ในราคา 2,400 ดอลลาร์สหรัฐ โดย บริษัท เทสลา แนะนำว่าโปรแกรมนี้จะช่วยผู้บริโภคประหยัดกว่าการจ่ายเป็นครั้ง ๆ (Tesla Motors, Inc., 2018a)

4.4.7 ค่าประกันภัย (Insurance)

ประกันภัยรถยนต์คือ ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ผู้ใช้รถยนต์ควรจะต้องมี เพราะประกันภัยมีส่วนช่วยบรรเทาภาระค่าใช้จ่ายรวมถึงค่าชดเชยค่าเสียหายต่าง ๆ อันเกิดจากอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด โดยประกันภัยรถยนต์จะประกอบด้วยประกันภัย 2 ประเภท ดังนี้

(1) การประกันภัยรถยนต์ภาคบังคับ (Compulsory Motor Insurance) หรือประกันภัย พรบ. ซึ่งรถยนต์ทุกประเภทต้องทำประกันภัยประเภทนี้ เนื่องจากถูกบังคับโดยพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535 ตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อคุ้มครองและให้ความช่วยเหลือแก่ประชาชนที่ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต เพราะเหตุประสบภัยจากรถยนต์โดยให้ได้รับการรักษาพยาบาลอย่างทันท่วงที กรณีบาดเจ็บหรือช่วยเป็นค่าปลงศพ กรณีเสียชีวิต
2. เป็นหลักประกันให้โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลว่าจะได้รับค่ารักษาพยาบาลในการรักษาพยาบาลผู้ประสบภัยจากรถยนต์
3. เป็นสวัสดิสงเคราะห์ที่รัฐมอบให้แก่ประชาชนผู้ได้รับความเสียหายเพราะเหตุประสบภัยจากรถยนต์
4. ส่งเสริมและสนับสนุนให้การประกันภัยเข้ามามีส่วนร่วมในการบรรเทาความเดือดร้อนแก่ผู้ประสบภัยและครอบครัว

โดยรถยนต์นั้นไม่เกิน 7 คน ที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังเครื่องยนต์ และขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ต้องเสียประกันภัยพรบ.รวมภาษีมูลค่าเพิ่มเป็นมูลค่ารวม 645.21 บาทต่อปี (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย, 2559)

(2) การประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจ (Voluntary Motor Insurance) ประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจนี้จะรับผิดชอบต่อความเสียหายส่วนที่เกินจากความรับผิดชอบของประกันภัยรถยนต์ภาคบังคับ โดยประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 คือ ประกันภัยรถยนต์ที่ให้ความคุ้มครองแบบครบถ้วนที่สุดทั้งค่าเสียหายที่เกิดขึ้นในอุบัติเหตุ ไม่ว่าจะเป็นความสูญเสีย/เสียหายต่อชีวิต อนามัย และ/หรือทรัพย์สิน ค่ารักษาพยาบาล ทั้งของฝ่ายผู้เอาประกันภัยและฝ่ายคู่กรณี

ประเภทที่ 2 คือ ประกันภัยรถยนต์ที่จะรับผิดชอบคุ้มครองค่าเสียหายในกรณีที่รถยนต์ของผู้เอาประกันภัยสูญหาย หรือเสียหายจากไฟไหม้ รวมถึงค่าเสียหายต่อชีวิต/ค่ารักษาพยาบาล และทรัพย์สินของฝ่ายคู่กรณีเท่านั้น

ประเภทที่ 3 คือ ประกันภัยรถยนต์ที่จะรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ ฝ่ายคู่กรณีเท่านั้นไม่ว่าจะเป็นความเสียหายต่อชีวิต / ค่ารักษาพยาบาล และทรัพย์สินประเภท 4 คือ ประกันภัยรถยนต์ ที่จะรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ ทรัพย์สินของฝ่ายคู่กรณีเท่านั้น

ประเภท 4 คือ ประกันภัยรถยนต์ ที่จะรับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นกับ ทรัพย์สินของฝ่ายคู่กรณีเท่านั้น

ประเภทที่ 5 คือ ประกันภัยรถยนต์ที่จะชดเชยค่าเสียหายที่เกิดขึ้นในอุบัติเหตุ ไม่ว่าจะ เป็นความเสียหายต่อชีวิต/ค่ารักษาพยาบาล และทรัพย์สินของทั้ง ฝ่ายผู้เอาประกันภัยและคู่กรณี แต่จะรับผิดชอบต่อค่าเสียหายเฉพาะอุบัติเหตุ ที่มาจากการชนกับยานพาหนะทางบก

เบี้ยประกัน

เบี้ยประกันรถยนต์ หมายถึง จำนวนเงินที่ผู้ทำประกันต้องจ่ายให้กับบริษัทประกัน เพื่อซื้อความคุ้มครอง โดยปกติแล้วเบี้ยประกันของรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) **ทุนประกัน** คือ ค่าสินไหมที่บริษัทประกันต้องจ่ายให้กับผู้เอาประกัน ในกรณีที่ซื้อรถยนต์ด้วยเงินสดเต็มจำนวน ผู้บริโภคจะสามารถเลือกทุนประกันเริ่มต้นได้สูงสุดร้อยละ 90 แต่ถ้าหากซื้อแบบผ่อนชำระ ทุนประกันเริ่มต้นสูงสุด ร้อยละ 80 จากนั้นปีถัดไปทุนประกันจะอยู่ที่ ร้อยละ 90 ของทุนประกันภัยปีที่ก่อนหน้า หรืออาจจะเท่ากับ ร้อยละ 90 ของราคาตลาดกลาง ในขณะนั้น ได้ทั้ง 2 กรณีขึ้นอยู่กับสาเหตุใด เช่น ผู้บริโภคอาจจะจำทุนประกันภัยปีที่แล้วไม่ได้ หรือ ราคารถยนต์ตกอย่างรวดเร็วทำให้ไม่สามารถใช้ราคาทุนของปีที่แล้วเป็นที่ตั้งได้ เป็นต้น

สำหรับการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย บริษัทประกันจะใช้หลัก “ผู้เสี่ยงภัยน้อยและซื่อสัตย์ ควรจ่ายเบี้ยประกันภัยถูกกว่าผู้ที่มีความเสี่ยงภัยสูงกว่า” โดยนำปัจจัยตามหลักสากลที่ใช้กำหนดและคำนวณเบี้ยประกันมาใช้ ได้แก่ ประเภทรถยนต์ ลักษณะการใช้รถยนต์ ขนาดรถยนต์ กลุ่มยี่ห้อ และอายุผู้ขับขี่ เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อผู้เอาประกันภัยกรณีผู้ทำประกันมีประวัติการขับขี่ที่ดี ไม่มีการเรียกร้องสิทธิประกันในช่วงปีที่ผ่านมา หรือมีการเรียกร้องค่าเสียหาย แต่ค่าเสียหายนั้นมิได้เกิดจากความผิดของผู้เอาประกันจะได้รับส่วนลดเบี้ยประกันจากบริษัทประกันเป็น 4 ชั้น (เทวัญ วิจิตรกุล, 2545)

ชั้นที่ 1 : ร้อยละ 20 ของเบี้ยประกันภัยปีที่ต่ออายุ สำหรับรถยนต์คันที่ไม่มีการเรียกร้องค่าเสียหายต่อบริษัท ในการประภัยปีแรก

ชั้นที่ 2 : ร้อยละ 30 ของเบี้ยประกันภัยปีที่ต่ออายุ สำหรับรถยนต์คันที่ไม่มีการเรียกร้องค่าเสียหายต่อบริษัท ในการประภัย 2 ปีติดต่อกัน

ชั้นที่ 3 : ร้อยละ 40 ของเบี้ยประกันภัยปีที่ต่ออายุ สำหรับรถยนต์คันที่ไม่มีการเรียกร้องค่าเสียหายต่อบริษัท ในการประภัย 3 ปีติดต่อกัน

ชั้นที่ 4 : ร้อยละ 50 ของเบี้ยประกันภัยปีที่ต่ออายุ สำหรับรถยนต์คันที่ไม่มีการเรียกร้องค่าเสียหายต่อบริษัท ในการประภัย 4 ปีติดต่อกัน หรือมากกว่า

(2) ประเภทรถยนต์ ราคาจำหน่าย ยี่ห้อ ขนาดเครื่องยนต์ ที่แตกต่างกันถือว่าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลทำให้เปรียบเทียบรถยนต์นั้น ๆ แตกต่างกัน บริษัทประกันได้แบ่งกลุ่มรถยนต์นั่งส่วนบุคคลออกเป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4-28

ตารางที่ 4-28: กลุ่มรถยนต์ในการพิจารณาเบี้ยประกัน

กลุ่มรถยนต์	ประเภทกลุ่มรถยนต์
กลุ่ม 1	กลุ่มรถยนต์จากยุโรปและรถยนต์นำเข้าราคาสูง
กลุ่ม 2	กลุ่มรถยนต์จากยุโรปและรถยนต์นำเข้า (ราคาต่ำกว่ากลุ่มที่ 1)
กลุ่ม 3	กลุ่มรถยนต์จากเอเชียขนาดใหญ่ ที่มีขนาดเครื่อง มากกว่า 1,800 ซีซี
กลุ่ม 4	กลุ่มรถยนต์จากเอเชียขนาดกลาง ที่มีขนาดเครื่อง 1,600-1,800 ซีซี
กลุ่ม 5	กลุ่มรถยนต์จากเอเชียขนาดเล็ก ที่มีขนาดเครื่องต่ำกว่า 1,600 ซีซี

ที่มา: บริษัท ศรีกรุงโบรคเกอร์ จำกัด (2558)

ในการประเมินค่าประกันภัยจากการเป็นเจ้าของรถยนต์ในงานศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลเบี้ยประกันสำเร็จรูป จากเว็บไซต์ srikrungbroker.co.th มาคำนวณค่าประกันภัยต่อปี ภายใต้อัตราเบี้ยที่กำหนดไว้ รายละเอียดการคำนวณค่าประกันภัยรวมกับ พ.ร.บ.ต่อปี อยู่ในภาคผนวก ง

4.4.8 ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี (Annual Tax)

การคำนวณภาษีรถยนต์ประจำปีได้แบ่งการเก็บภาษีออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

- (1) จัดเก็บตามความจุกระบอกสูบ ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน โดยมีอัตราภาษีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-29: อัตราภาษีรถยนต์ประจำปีเก็บตามความจุกระบอกสูบ

จำนวนความจุกระบอกสูบ (ซีซี)	ซีซีละ (บาท)
0-600	0.50
600-1,800	1.50
เกิน 1,800	4.00

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก (2559)

ทั้งนี้หากเป็นรถของนิติบุคคลที่ไม่ได้เป็นผู้ให้เช่าซื้อ จะเก็บในอัตราสองเท่าจากอัตราปกติ นอกจากนี้ หากเป็นรถที่จดทะเบียนมาแล้ว 5 ปี ให้ได้รับการลดหย่อนภาษีประจำปีต่อ ๆ ไป แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-30: อัตราภาษีรถยนต์ของนิติบุคคลที่จดทะเบียนมาเกิน 5 ปี

ปีที่	การลดหย่อนภาษีประจำปี (ร้อยละ)
6	10
7	20
8	30
9	40
10 ปีขึ้นไป	50

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก (2559)

(2) จัดเก็บเป็นรายคัน ได้แก่ จัดเก็บภาษีรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์สาธารณะ ปีละ 100 บาท จัดเก็บภาษีรถพ่วงของรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลและรถแทรกเตอร์ที่ใช้ในการเกษตรปีละ 50 บาท และจัดเก็บภาษีรถบดถนนปีละ 200 บาท

(3) จัดเก็บตามน้ำหนัก ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่งที่ขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้าเฉพาะ ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ค่าภาษีที่จัดเก็บตามน้ำหนักแสดงอยู่ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-31: ค่าภาษีประจำปีจัดเก็บตามน้ำหนัก

น้ำหนักรถ (กิโลกรัม)	รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 ที่นั่ง (บาท)
≤ 500	150
501 - 750	300
751 - 1,000	450
1,001 - 1,250	800
1,251 - 1,500	1,000
1,501 - 1,750	1,300
1,751 - 2,000	1,600
2,001 - 2,500	1,900
2,501 - 3,000	2,200
3,001 - 3,500	2,400
3,501 - 4,000	2,600
4,001 - 4,500	2,800
4,501 - 5,000	3,000
5,001 - 6,000	3,200
6,001 - 7,000	3,400
≥ 7,001	3,600

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก (2559)

โดยสรุปแล้ว ค่าภาษีรถยนต์ประจำปีของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-32

ตารางที่ 4-32: ค่าภาษีรถยนต์ประจำปีของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มและรุ่นของยานยนต์		ภาษีประจำปี (บาท)		
		ปีที่ 1-5	ปีที่ 6 ปี	ปีที่ 7
Eco car	Toyota Yaris	1,168.50	1,051.65	934.80
	Fomm One	300.00	300.00	300.00
C-Segment	Honda Civic	2,098.50	1,888.65	1,678.80
	Hyundai Ioniq	1,000.00	1,000.00	1,000.00
	Toyota Prius Prime	2,097.00	1,887.30	1,677.60
F-Segment	Mercedes Benz S350d	6,708.00	6,037.20	5,366.40
	Tesla Model S	1,900.00	1,900.00	1,900.00
	BMW740Le	2,892.00	2,602.80	2,313.60

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

4.4.9 อัตราคิดลด

การเลือกอัตราคิดลดมาใช้ในการศึกษาอาจจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับแนวคิดทางการเงิน เรื่องผลตอบแทนจากลงทุนที่แตกต่างกัน (Electric Power Research Institute, 2013) ซึ่งเมื่อพิจารณาเลือก อัตราคิดลดโดยใช้แนวคิดต้นทุนค่าเสียโอกาส คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้อัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง (Risk Free Rate) เป็นอัตราคิดลด เพราะสามารถสะท้อนต้นทุนค่าเสียโอกาสในการซื้อยานยนต์ และไม่สามารถนำทรัพยากรที่ใช้เพื่อเป็นเจ้าของยานยนต์ไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่ให้อัตราผลตอบแทนที่แน่นอนได้

คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้อัตราผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง ของอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรออมทรัพย์ของ กระทรวงการคลัง อายุ 10 ปี ชื่อย่อตราสารหนี้ อ.61/1(2.45%7ป) ที่เปิดจำหน่ายเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 2.45 ต่อปี เป็นอัตราคิดลด

4.4.10 ต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost)

ผลกระทบภายนอก (externality) หมายถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับบุคคลที่สาม (Third Parties) ที่ได้รับจากกิจกรรมของหน่วยเศรษฐกิจหนึ่ง ๆ โดยผู้ที่ได้รับผลกระทบนั้นไม่ใช่บุคคลที่ทำกิจกรรมนั้น ในการประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอก (External Cost) จากการใช้นานยนต์ในการศึกษาครั้งนี้จะ พิจารณา ต้นทุนผลกระทบภายนอกเชิงลบ (Negative Externalities) จากการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจากมลพิษทางอากาศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Social cost of carbon dioxide: SC-CO₂)

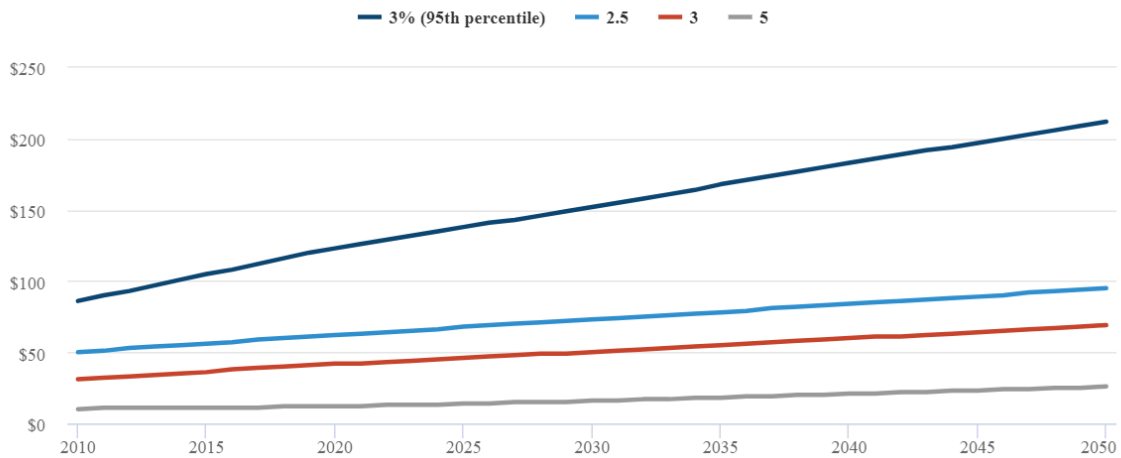
การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การตัดไม้ทำลายป่า ถือเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบในวงกว้างต่อระบบระบบนิเวศวิทยาและระบบเศรษฐกิจ ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพ และส่งผลให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการกิจกรรมดังกล่าวได้รับความเดือดร้อนจากกิจกรรมเหล่านี้ ในทางเศรษฐศาสตร์เรียกความเสียหายเหล่านี้ว่า “ต้นทุนผลกระทบภายนอก” (external costs) ซึ่งถือว่าเป็นผลกระทบภายนอกเชิงลบ

นักวิทยาศาสตร์คาดว่าผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลกระทบภายนอกเชิงลบต่อสังคมอย่างมากจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นไปจนถึงการเกิดปรากฏการณ์คลื่นความร้อนถี่ขึ้น ดังนั้นสังคมควรจะจ่ายราคาเท่าไรเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต วิธีหนึ่งที่มีความนิยมในการตอบคำถามนี้คือ การประเมินต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน (Social cost of carbon: SCC) โดยใช้ “ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” (The social cost of carbon dioxide: SC-CO₂)

นักวิทยาศาสตร์ ได้ประเมินต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการนำความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเศรษฐศาสตร์มาบูรณาการเพื่อวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวให้ครอบคลุมโดยใช้แบบจำลอง Integrated Assessment Models (IAMs) ที่ถูกพัฒนาให้มีคุณสมบัติเชิงพลวัต และทำให้เกิดการพัฒนาแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่และครอบคลุมเศรษฐกิจทุกประเทศในโลก

จากรายงานการปรับปรุงทางเทคนิคด้านการประเมินต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จัดทำโดย United States Government (2016) ได้คำนวณค่า SC-CO₂ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการกำกับดูแล โดยได้คำนวณ SC-CO₂ ทุก ๆ 5 ปี ในระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2050 แบ่งออกเป็น 4 กรณี ในสามกรณีแรกได้ใช้แบบจำลอง IAMs และอัตราคิดลดที่ร้อยละ 5, 3 และ 2.5 จะได้ SC-CO₂ ต่อหน่วยที่สูงขึ้นเมื่ออัตราคิดลดน้อยลง และในกรณีสุดท้าย ได้กำหนดให้เป็นกรณีที่ผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลอย่างร้ายแรงต่อสังคมในอัตราคิดลดที่ร้อยละ 3 ส่งผลให้ได้ SC-CO₂ ต่อหน่วยที่สูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ ง-14 ภาคผนวก ง และรูปที่ 4-6

รูปที่ 4-6: ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ระหว่างปี ค.ศ. 2010 - ค.ศ. 2050



ที่มา: Carbon Brief Ltd (2017)

รูปที่ 4-6 แสดงให้เห็นถึงระดับต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ณ อัตราคิดลดต่าง ๆ ซึ่งในการเลือกอัตราคิดลดเพื่อนำการกำกับดูแลการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นั้นมีผลอย่างมากต่อค่า SC-CO₂ ในปี ค.ศ. 2017 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดนโยบายกำกับดูแลการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนสมมติฐานว่า ณ อัตราคิดลดที่ร้อยละ 3 ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 39 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ขณะที่ประเทศสหราชอาณาจักรใช้อัตราคิดลดที่ร้อยละ 3.5 สำหรับช่วงระยะเวลาเกิน 30 ปี และที่ร้อยละ 1 สำหรับช่วงระยะเวลายาวนานกว่า 300 ปี (Carbon Brief Ltd, 2017)

นอกจากนี้ Drupp et al. (2015) ได้สำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการกำหนดอัตราคิดลดทางสังคม (Social Discount Rate: SDR) จำนวน 197 ตัวอย่าง และพบว่า ค่ามัธยฐานของ SDR ระยะยาวที่กลุ่มแนะนำ คือ ร้อยละ 2.25 และ ร้อยละ 92 ของกลุ่มตัวอย่างแนะนำว่าอัตราคิดลดทางสังคมควรอยู่ระหว่างร้อยละ 1-3

ในการศึกษาครั้งนี้ นอกจากการคำนวณ TCO ของผู้ใช้น้ำมันซึ่งแสดงให้เห็นถึงต้นทุนเอกชน (Private cost) แล้ว คณะผู้วิจัยยังได้คำนึงถึง “ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการใช้น้ำมัน” อีกด้วย โดยจะคำนวณ TCO ซึ่งรวมต้นทุนทางสังคมนี้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างยานยนต์ตัวอย่างใน Segment เดียวกัน

ในการประเมินต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการใช้น้ำมันตลอดระยะเวลา 7 ปี (ค.ศ.2018 – 2024) คณะผู้วิจัยเลือกต้นทุนที่เกิดจากอัตราคิดลดที่ร้อยละ 3 เนื่องจากเป็นอัตราที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเลือกใช้ และเป็นอัตราที่อยู่ในช่วงที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

เพื่อให้การประเมินดังกล่าวสะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม การใช้อัตราแลกเปลี่ยนที่เป็นทางการ (Official Exchange Rate หรือ OER) เป็นตัวปรับค่า SC-CO₂ อาจไม่ใช่ค่าอัตราแลกเปลี่ยนที่แสดงถึงอำนาจซื้อ (Purchasing Power) โดยเปรียบเทียบของเงินตราสกุลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ค่า Official Exchange Rate เป็นค่าที่รวมเอาผลของปัจจัยทางด้านความเสี่ยงที่เกิดจากการเมืองและผลของการกำหนดนโยบายและการดำเนินนโยบายเศรษฐกิจมหภาคของแต่ละประเทศเข้าไว้ด้วย

การเลือกใช้ดัชนีชี้วัดอำนาจซื้อโดยเปรียบเทียบ (Purchasing Power Parity Index: PPPI) ในการกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถสะท้อนต้นทุนผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม คณะผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกใช้ PPPI ปี ค.ศ. 2016 เท่ากับ 12.82 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ (The World Bank Group, 2018) สำหรับแปลงค่า SC-CO₂ เป็นหน่วยบาท และแสดงต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในตลอดช่วงการเป็นเจ้าของยานยนต์ในตารางที่ ง-13 ภาคผนวก ง

คณะผู้วิจัยจะใช้อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์ตัวอย่างในแต่ละกลุ่มตลาดจาก 3 กิจกรรมได้แก่ การใช้งานยานยนต์โดยตรง การกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง และกระบวนการผลิตไฟฟ้ารายละเอียดอยู่ในตารางที่ 4-33

ตารางที่ 4-33: อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์ตัวอย่างใน 3 กิจกรรม

ยานยนต์ตัวอย่าง		กิจกรรม		
		การใช้งาน ¹ (กรัม/กิโลเมตร)	การกลั่นน้ำมัน เชื้อเพลิง ² (กรัม/ลิตร)	การผลิตกระแสไฟฟ้า ² (กรัม/กิโลวัตต์)
Eco car	Toyota Yaris	118	706.9	-
	Fomm One	-	-	609.3
C-Segment	Honda Civic	147	706.9	-
	Hyundai Ioniq	-	-	609.3
	Toyota Prius Prime	28	706.9	609.3
F-Segment	Mercedes Benz S350d	139	328.2	-
	Tesla Model S	-	-	609.3
	BMW740Le	49	706.9	609.3

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ จาก สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2561); United States Environmental Protection Agency (2018)

² จาก คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2559)

คณะผู้วิจัยจะนำข้อมูลใน ตารางที่ ง-14 และ ง-15 ภาคผนวก ง มาคำนวณต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการใช้นานยนต์ตัวอย่างในประเทศไทยต่อไป

(2) ต้นทุนมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Costs)

นอกเหนือจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบในระดับโลกจากห้วงข้อข้างต้นแล้ว มลพิษทางอากาศจากท่อไอเสียรถยนต์ถือเป็นเรื่องสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาเช่นกัน เนื่องจากมลพิษต่าง ๆ ที่ออกมาจากท่อไอเสียเป็นหนึ่งในปัญหามลภาวะที่หลีกเลี่ยงได้ยากและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรที่อาศัยในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งหากได้รับมลพิษมากเกินไปก็อาจจะเป็นอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต

การประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากไอเสียรถยนต์ต่อคัน ในงานศึกษานี้จะเลือกกำหนดขอบเขตสารอันตรายที่น่าพิจารณา ตามมาตรฐานการควบคุมปริมาณสารมลพิษ ECE R.83-05 (EURO 4) ซึ่งตรงกับมาตรฐาน มอก. 2540-2554 และมอก. 2550-2554 โดยแบ่ง การทดสอบรถยนต์ออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะเครื่องยนต์ ได้แก่ รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (สำหรับรถยนต์เบนซิน) และ รถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ที่จุดระเบิดด้วยการอัด (สำหรับรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก) โดยแสดงรายละเอียดค่าปริมาณสารมลพิษไอเสีย ดังตารางที่ 4-34

สำหรับการประเมินมูลค่าของมลพิษทางอากาศที่เกิดจากไอเสียรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน รวมถึงยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน คณะผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลผลการประเมินมูลค่าความเสียหายจากมลพิษทางอากาศจากงานศึกษาของ Song (2016) ภายใต้โครงการ “sustainable and livable cities” ของ World Resources Institute ซึ่งมีเป้าหมายที่จะพัฒนาคู่มือเพื่อใช้ในการประเมินต้นทุนสารพิษจากภาคขนส่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกทางลบต่อสังคม โดยใช้ประเทศจีนเป็นกรณีศึกษา ซึ่งงานศึกษาดังกล่าวได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานประกอบการศึกษาค่อนข้างมากและมีความน่าเชื่อถือสูง อย่างไรก็ตามการนำผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่ประเมินจากพื้นที่หนึ่งมาใช้ประเมินผลกระทบในอีกพื้นที่หนึ่งนั้นไม่สามารถใช้วิธีเดียวกันกับการประเมินผลกระทบจากปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในข้างต้น เนื่องจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลกระทบทั่วโลก แต่มลพิษทางอากาศมีผลกระทบในระดับประเทศหรือเมืองเท่านั้น

ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว การอ้างอิงมูลค่าผลกระทบภายนอกจากงานศึกษาของ Song (2016) เพื่อใช้ในการศึกษารั้งนี้ ต้องอาศัยวิธีการประเมินมูลค่าโดยวิธีทางอ้อมที่มีชื่อเรียกกันในทางวิชาการว่า การประเมินมูลค่าโดยวิธี “Benefit Transfer” มาประยุกต์ใช้ในการประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกจากสารมลพิษทางอากาศ

การประเมินมูลค่าโดยวิธี Benefit transfer คือ การถ่ายโอนมูลค่า (Value) ของผลกระทบภายนอกที่ได้มาจากการวิจัยชิ้นหนึ่งหรือกลุ่มงานวิจัยกลุ่มหนึ่งที่ทำการศึกษาโดยตรงในพื้นที่ (ซึ่งจะเรียกว่า Study Site) เพื่อนำมาใช้ในการประเมินมูลค่าของผลกระทบภายนอกที่มีลักษณะเทียบเคียงกันได้ ที่เกิดขึ้นในอีกพื้นที่

ศึกษาหนึ่ง (เรียกว่า Policy Site) ซึ่งโดยหลักการทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์แล้ว มูลค่าที่ถ่ายโอนนี้จะอยู่ในรูปของ มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) หรือ มูลค่าความเต็มใจที่จะรับ (Willingness to Accept: WTA) เช่น ในกรณีของต้นทุนผลกระทบภายนอกอันเนื่องมาจากมลภาวะนั้นต้นทุนที่จะต้องนำมาใช้ในการพิจารณาก็จะอยู่ในรูปของมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงจากผลกระทบจากมลภาวะ หรือ มูลค่าความเต็มใจที่จะยอมรับค่าชดเชยเพื่อแลกกับการรับผลกระทบจากมลภาวะดังกล่าว

สำหรับวิธีการประเมินมูลค่าผลกระทบในส่วนนี้ คณะผู้วิจัยอ้างอิงวิธีการคำนวณจากงานศึกษาของ ชโลธร แก่นสันติสุขมงคล (2558) ซึ่งใช้วิธีการถ่ายโอนลักษณะ Unit Value Transfer ในการวิเคราะห์มูลค่าต้นทุนผลกระทบภายนอกของสารมลพิษต่าง ๆ จากงานศึกษาของ ของ Song (2016)

เพื่อให้ตัวเลขค่าประมาณการมูลค่าผลกระทบภายนอกที่คำนวณได้มีค่าครอบคลุมความเป็นไปได้ที่ค่อนข้างกว้างขวาง คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการคำนวณขนาดของตัวปรับค่า (Conversion Factor) สำหรับใช้ในการปรับค่าประมาณการมูลค่าผลกระทบภายนอกจากงานศึกษาของ AEA Technology Environment (2005) มาเป็นค่าประมาณการมูลค่าสำหรับกรณีศึกษา โดยการพิจารณาใช้อัตราแลกเปลี่ยนในลักษณะที่เป็นทั้งแบบ PPPI และค่าความยืดหยุ่น Income Elasticity of WTP เท่ากับ 0.5 ซึ่งสามารถแสดงสูตรในการคำนวณตัวปรับค่าได้ ดังต่อไปนี้

$$WTP_T = (WTP_E \times E_{ET}) (Y_T/Y_E \times E_{ET})^E$$

WTP_T คือ ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย ที่ถ่ายโอนมายังพื้นที่ในประเทศไทย หน่วยเป็นบาท

WTP_E คือ ค่าความเต็มใจที่จะจ่าย จากการศึกษาโดยตรงในพื้นที่ในประเทศจีน หน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐ

Y_T คือ รายได้ต่อคนต่อปีของประชากรในประเทศไทย หน่วยเป็นบาท

Y_E คือ รายได้ต่อคนต่อปีของประเทศจีน หน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐ

E_{ET} คือ อัตราแลกเปลี่ยนที่ใช้ในการแปลงสกุลเงินจากดอลลาร์สหรัฐเป็นบาท

E คือ ค่า Income Elasticity of WTP

จากการที่งานศึกษาของ World Resources Institute (2016) ปี ค.ศ. 2016 ดังนั้นในการคำนวณค่า Conversion Factor ที่เหมาะสมจำเป็นต้องอาศัยการอ้างอิงข้อมูลในปี ค.ศ. 2016 เป็นเช่นเดียวกันด้วย ซึ่งจากข้อมูลของ Word Bank Group (2018) พบว่าในปี ค.ศ. 2000 GDP per capita ของประเทศไทยอยู่ที่ 211,047.54 บาทต่อคนต่อปี ในขณะที่ GDP per capita เฉลี่ยของประเทศจีน จะอยู่ที่ 8,117.27 ดอลลาร์สหรัฐต่อคนต่อปี และ PPPI เท่ากับ 12.82 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งส่งผลให้ Conversion Factor ที่ให้ค่าความยืดหยุ่น Income Elasticity of WTP ที่ระดับ 0.5 มีค่าเท่ากับ 17.999 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ

โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษและมูลค่าผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียของยานยนต์ตัวอย่างต่อคัน ที่ใช้วิธีประเมินด้วยการถ่ายโอนมูลค่าได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-35 คณะผู้วิจัยจะนำข้อมูลในตารางที่ ง-16 ในภาคผนวก ง มาคำนวณต้นทุนมลพิษทางอากาศในการใช้อยานยนต์ตัวอย่างในประเทศไทยอีกด้วย

ตารางที่ 4-34: แสดงค่าปริมาณสารมลพิษไอเสีย EURO 4

หน่วย: กรัมต่อกิโลเมตร

ประเภทยานยนต์		มวลอ้างอิง (กิโลกรัม)	คาร์บอนมอนอกไซด์	ไฮโดรคาร์บอน	ออกไซด์ของ ไนโตรเจน	ไฮโดรคาร์บอน รวมกับ ออกไซด์ของไนโตรเจน	สารมลพิษอนุภาค
ยานยนต์เบนซิน	อัตราบรรทุกไม่เกิน 2,500 กิโลกรัม	-	1.00	0.10	0.08	-	-
	อัตราบรรทุกเกิน 2,500 กิโลกรัม	ไม่เกิน 1,305	1.00	0.10	0.08	-	-
		เกิน 1,305 แต่ เกิน 1,760	1.81 2.27	0.13 0.16	0.10 0.11	- -	- -
ยานยนต์ดีเซล	อัตราบรรทุกไม่เกิน 2,500 กิโลกรัม	-	0.50	-	0.25	0.30	0.025
	อัตราบรรทุกเกิน 2,500 กิโลกรัม	ไม่เกิน 1,305	0.50	-	0.25	0.30	0.025
		เกิน 1,305 แต่ เกิน 1,760	0.63 0.74	- -	0.33 0.39	0.39 0.46	0.04 0.06

ที่มา: สถาบันยานยนต์ (2560)

ตารางที่ 4-35: มูลค่าผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียยานยนต์ที่ใช้การศึกษา

ชนิดสารมลพิษ	ผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียยานยนต์ (ต่อคัน)	
	มูลค่าผลกระทบภายนอก (ดอลลาร์สหรัฐ/ตัน)	มูลค่าผลกระทบเมื่อถ่ายโอนมายังกรณีศึกษา (บาท/ตัน)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1,964	35,349.69
ไฮโดรคาร์บอน (HC)	2,985	53,726.49
ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx)	7,565	136,161.12
อนุภาคมวลสาร (PM)	62,702	1,128,562.37

ที่มา: World Resources Institute (2016)

4.5 ผลการศึกษา

ในส่วนนี้จะรายงานผลการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO) ระหว่างยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) กับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) ในกลุ่ม (Segment) รถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A-Segment) และรถยนต์นั่งประหยัดพลังงานหรืออีโคคาร์ (Eco-car) กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก (C-Segment) และ กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ (F-Segment) โดยเริ่มต้นจากกรณีฐานและจะรายงานผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ในลำดับต่อไป

4.5.1 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ: กรณีฐาน

ในการเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของหรือ TCO จะประกอบด้วย “TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” ทั้งในมูลค่ารวมและมูลค่าต่อกิโลเมตรของระยะทางที่ใช้งาน ซึ่งแสดงถึง “ต้นทุนเอกชน (Private cost)” ที่ผู้เป็นเจ้าของและใช้นยานยนต์จ่ายตลอดอายุการใช้งานของยานยนต์

หลังจากนั้น คณะผู้วิจัยได้คำนวณต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษทางอากาศ อันนำมาซึ่ง “TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” ทั้งในมูลค่ารวมและมูลค่าต่อกิโลเมตรของระยะทางที่ใช้งาน ซึ่งแสดงถึง “ต้นทุนรวมจากการเป็นเจ้าของยานยนต์ (Private cost) และจากการใช้นยานยนต์ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก (External cost)” ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า “ในการเป็นเจ้าของและใช้นยานยนต์หนึ่งคัน” จะก่อให้เกิดต้นทุนเอกชนและต้นทุนทางสังคมโดยรวมแล้วเป็นมูลค่าเท่าไรนั่นเอง

ในการเปรียบเทียบ TCO คณะผู้วิจัยจะเปรียบเทียบทั้ง “TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” และ “TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” ระหว่างยานยนต์ประเภทต่าง ๆ ในกลุ่มตลาดเดียวกัน

4.5.1.1 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์

ตารางที่ 4-36 แสดงให้เห็นว่า TCO ของ Fomm One (BEV) ต่ำกว่า Toyota Yaris (ICE) ทั้งที่มีราคาซื้อ (ตารางที่ 4-16) ที่สูงกว่า โดย Fomm One มี TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 71.07 ของราคาซื้อ ในขณะที่ Toyota Yaris มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 106.32

ตารางที่ 4-36: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์ขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีฐาน

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Toyota Yaris (ICE)	Fomm One (BEV)
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01 (42.22)	297,846.59 (63.11)
ค่าเชื้อเพลิง	53,656.38 (3.96)	23,545.66 (4.99)
ค่าบำรุงรักษา	41,852.64 (3.09)	37,028.24 (7.85)
ดอกเบี้ย	135,869.78 (10.03)	51,582.35 (10.93)
ประกันภัย	111,404.71 (8.22)	57,898.75 (12.27)
ภาษีประจำปี	6,361.49 (0.47)	1,908.45 (0.40)
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	469,810.05
TCO ต่อกิโลเมตร ² ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.86	4.60
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08 (1.54)	2,120.12 (0.45)
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91 (0.94)	- -
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54 (100)	471,930.17 (100)
TCO ต่อกิโลเมตร ² รวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.98	4.62

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนร้อยละของต้นทุนประเภทต่าง ๆ

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

สาเหตุที่ TCO ของ Fomm One ต่ำกว่า Toyota Yaris เพราะข้อได้เปรียบด้านต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของ Fomm One ซึ่งทำให้ผู้บริโภคสามารถประหยัดค่าเชื้อเพลิงลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Toyota Yaris ได้ถึงร้อยละ 8.83 อันเนื่องมาจากประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานและราคาเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่า

นอกจากนี้ ค่าบำรุงรักษา Fomm One ยังต่ำกว่า Toyota Yaris อยู่ถึง 21,487.76 บาท ตลอดอายุการใช้งานเนื่องจาก Fomm One มีขั้นตอนการบำรุงรักษาที่น้อยกว่าอันได้แก่การเปลี่ยนกรอง

ระบบปรับอากาศ และตรวจสอบระบบการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเท่านั้น ในขณะที่ระบบช่วงล่างของรถยนต์ทั้งสองคันมีขั้นตอนการบำรุงรักษาที่ไม่แตกต่างกัน

กรมการขนส่งทางบกให้สิทธิประโยชน์จากการสนับสนุนการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าแก่ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ไฟฟ้าที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 450 กิโลกรัม (โดยไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่) และต้องมีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (กรมการขนส่งทางบก, 2560) จึงทำให้ Fomm One ซึ่งมีน้ำหนัก 445 กิโลกรัม ไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่ มีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า 10 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วสูงสุด 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เข้าตามเงื่อนไขการจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ภาษีประจำปี ของ Fomm One ต่ำกว่าของ Toyota Yaris 5,226.62 บาท (จากการใช้วิธีคำนวณภาษีรถยนต์ประจำปีตามน้ำหนักแทนที่วิธีการคำนวณตามความจุกระบอกสูบ)

การใช้ Fomm One ตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี ก่อให้เกิดต้นทุนอันส่งผลกระทบต่อสังคม คิดเป็นมูลค่า 4,846.93 บาท จากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า ปริมาณ 613,808.82 กรัมต่อปี และเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ของ Toyota Yaris พบว่า Fomm One ก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกต่ำกว่า Toyota Yaris คิดเป็นมูลค่า 7,810.06 บาท ดังนั้นหากผู้ใช้นยานยนต์ใน Segment นี้ หันมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้าแทนที่ยานยนต์ ICE ก็จะช่วยลดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกได้เป็นอย่างมาก

4.5.1.2 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ตารางที่ 4-37 แสดงให้เห็นว่า TCO ของ Toyota Prius Prime (PHEV) สูงที่สุด รองลงมาคือ Hyundai Ioniq (BEV) ในขณะที่ Honda Civic (ICE) มี TCO ที่ต่ำที่สุดในกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ตารางที่ 4-37: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์ขนาดเล็ก: กรณีฐาน

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)	Toyota Prius Prime (PHEV)
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50 (57.03)	1,000,578.39 (73.86)	1,023,847.65 (71.78)
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18 (16.34)	53,656.38 (3.96)	54,819.01 (3.84)
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99 (8.65)	41,852.64 (3.09)	77,575.78 (5.44)
ดอกเบี้ย	67,507.62 (7.75)	135,869.78 (10.03)	138,899.46 (9.74)
ประกันภัย	61,972.35 (7.11)	111,404.71 (8.22)	113,388.80 (7.95)
ภาษีประจำปี	12,813.82 (1.47)	6,361.49 (0.47)	12,804.66 (0.90)
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,349,723.38	1,421,335.36
TCO ต่อกิโลเมตร ² ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	8.39	13.21	13.91
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10 (1.11)	4,885.49 (0.36)	4,977.67 (0.35)
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91 (0.55)	- -	- -
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47 8.53	1,354,608.88 13.25	1,426,313.04 13.96
TCO ต่อกิโลเมตร ² รวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	8.53	13.25	13.96

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนร้อยละของต้นทุนประเภทต่าง ๆ

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

จากการเปรียบเทียบราคาซื้อและ TCO พบว่า ถึงแม้ราคาซื้อ Toyota Prius Prime และ Hyundai Ioniq จะสูงกว่า ICE แต่สัดส่วนของ TCO ต่อราคาซื้อคิดเป็นร้อยละ 79.77 และ 77.45 ตามลำดับ เท่านั้น ในขณะที่ ราคาซื้อ Honda Civic ต่ำกว่า แต่สัดส่วนของ TCO ต่อราคาซื้อ กลับสูงกว่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ

100.29 จึงเห็นได้ชัดว่า “ราคาซื้อ” ของยานยนต์ BEV และ PHEV ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ TCO ของยานยนต์ BEV และ PHEV ในกลุ่มนี้สูงกว่ารถยนต์ ICE เป็นอย่างมาก

ราคาซื้อของยานยนต์ BEV และ PHEV ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการคำนวณค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และค่าประกันภัย จึงทำให้ค่าใช้จ่ายทั้ง 3 ประเภนี้ของ Toyota Prius Prime และ Hyundai Ioniq มีมูลค่าสูงกว่า Honda Civic และคิดเป็นเป็นสัดส่วนของ TCO อยู่ที่ ร้อยละ 89.47 และ ร้อยละ 92.12 ตามลำดับ

อย่างไรก็ดี ยานยนต์ BEV ยังมีข้อได้เปรียบทางด้านค่าบำรุงรักษาซึ่งต่ำกว่ายานยนต์ ICE และ PHEV ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก เนื่องจาก Toyota Prius Prime มีระบบขับเคลื่อนหลักไม่แตกต่างกับ ยานยนต์ ICE ทำให้ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามระยะทางของ Toyota Prius Prime และ Honda Civic ไม่แตกต่างกันมากนัก

นอกจากนี้ ยานยนต์ BEV และ PHEV ยังมีข้อได้เปรียบด้านค่าเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่ายานยนต์ ICE ในกลุ่มตัวอย่าง การใช้ Hyundai Ioniq จะสามารถประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 62.31 เมื่อเทียบกับ Honda Civic ตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี ขณะที่ Toyota Prius Prime สามารถประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ ร้อยละ 61.50 เมื่อเทียบกับ Honda Civic

ด้านต้นทุนที่เกิดจากภาษีประจำปีพบว่า Hyundai Ioniq มีต้นทุนที่ต่ำกว่า Toyota Prius Prime และ Honda Civic อยู่ 6,443.17 บาท และ 6,452.33 บาท ตามลำดับ เนื่องจาก Hyundai Ioniq เข้าเกณฑ์ จดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้าตามมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก ขณะที่ Toyota Prius Prime ถูกจัดอยู่ใน ประเภเดียวกับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดซึ่งไม่ได้รับสิทธิพิเศษในการคิดภาษีตามน้ำหนักจึงส่งผลให้ค่าภาษี ประจำปีของ Toyota Prius Prime ไม่แตกต่างกับ Honda Civic

เมื่อพิจารณาต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ตลอดระยะเวลาใช้งาน 7 ปี ของ Hyundai Ioniq และ Toyota Prius Prime ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการกระบวนการผลิต ไฟฟ้าเท่ากับ 1,414,429.02 กรัมต่อปี (คิดเป็นต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 4,885.49 บาท ตลอดอายุการใช้งาน) และ 1,441,116.36 กรัมต่อปี (คิดเป็นต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 4,977.67 บาท ตลอดอายุการใช้งาน)

ขณะที่ Honda Civic ก่อให้ต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกตลอด ระยะเวลาใช้งาน เท่ากับ 14,430.01 บาท แบ่งออกเป็นต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9,636.10 บาท และต้นทุนทางสังคมที่ปล่อยจากท่อไอเสีย 4,793.91 บาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ ภายนอกของยานยนต์ตัวอย่างในกลุ่มพบว่า การเลือกยานยนต์ไฟฟ้าจะช่วยลดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ ภายนอกได้ถึงประมาณร้อยละ 65

4.5.1.3 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่

ตารางที่ 4-38 แสดงให้เห็นว่า TCO ของ Tesla Model S 75D (BEV) ปี ค.ศ. 2018 ต่ำกว่า BMW 740Le (PHEV) รุ่นปี ค.ศ. 2017 และ Mercedes Benz S350d (ICE) รุ่นปี ค.ศ. 2018

ตารางที่ 4-38: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีฐาน

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S 75D (BEV)	BMW 740Le (PHEV)
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97 (79.11)	3,389,866.51 (79.02)	4,402,544.91 (81.12)
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03 (2.24)	70,151.47 (1.64)	111,848.93 (2.06)
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45 (4.65)	230,129.64 (5.36)	162,127.87 (2.99)
ดอกเบี้ย	496,402.44 (8.85)	379,099.21 (8.84)	492,440.55 (9.07)
ประกันภัย	233,218.71 (4.16)	202,551.99 (4.72)	231,056.65 (4.26)
ภาษีประจำปี	40,960.26 (0.73)	12,086.83 (0.28)	17,659.07 (0.33)
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	4,283,885.65	5,417,677.98
TCO ต่อกิโลเมตร ² ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	54.75	41.92	53.01
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39 (0.14)	6,176.00 (0.14)	7,238.23 (0.13)
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14 (0.14)	- -	2,020.62 (0.04)
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39 (100)	4,290,061.65 (100)	5,426,936.83 (100)
TCO ต่อกิโลเมตร ² รวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	54.90	41.98	53.10

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนร้อยละของต้นทุนประเภทต่าง ๆ

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

จาก TCO Model ตารางที่ 4-38 พบว่า ในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ Mercedes Benz S350d มีราคาซื้อ 6,390,000 บาท และมี TCO เท่ากับ 5,611,284.39 บาท คิดเป็นร้อยละ 87.81 ของราคาซื้อ นับว่าเป็นยานยนต์ที่มีต้นทุนสูงที่สุดในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่รองมาคือ BMW 740Le มีราคาซื้อเท่ากับ 6,339,000 บาท และมี TCO เท่ากับ 5,426,936.83 บาท คิดเป็นร้อยละ 85.61 ของราคาซื้อ และ Tesla Model S 75D มีราคาซื้อ 4,880,000 บาท และมี TCO เท่ากับ 4,290,061.65 บาท คิดเป็นร้อยละ 87.91 ของราคาซื้อ ต่ำที่สุดในกลุ่มตามลำดับ

สาเหตุที่ Tesla Model S มี TCO ต่ำที่สุดในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่เนื่องจากความได้เปรียบของราคาซื้อถึงแม้ว่าจะเป็นรถยนต์นำเข้าและต้องเสียภาษีนำเข้า แต่การปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์ที่พิจารณาจากอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แทนการจัดเก็บภาษีตามขนาดของเครื่องยนต์ทำให้ Tesla Model S เสียภาษีสรรพสามิตเพียงร้อยละ 8 จึงทำให้ “ราคาซื้อ” ของ Tesla Model S ต่ำกว่า BMW 740Le และ Mercedes Benz S350d อยู่ที่ 1,459,000 บาท และ 1,510,000 บาท ตามลำดับ

นอกจากนี้ Tesla Model S ยังมีค่าภาษีประจำปีต่ำกว่ายานยนต์รุ่นอื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ เพราะเข้าเกณฑ์การจดทะเบียนยานยนต์ไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบ BMW 740Le และ Mercedes Benz S350d แล้ว พบว่า BMW 740Le มีค่าภาษีประจำปีต่ำกว่า เพราะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินมีมอเตอร์ไฟฟ้าช่วยในการขับเคลื่อน ดังนั้นยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจึงไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบมาก ดังเช่น Mercedes Benz S350d (ICE)

Tesla Model S มีต้นทุนจากค่าเชื้อเพลิงต่ำที่สุด เท่ากับ 70,151.47 บาท หรือ 0.69 บาทต่อกิโลเมตร ขณะที่ BMW 740Le และ Mercedes Benz S350d มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ไม่แตกต่างกันมากนัก โดย BMW 740Le มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง 1.09 บาทต่อกิโลเมตร และ Mercedes Benz S350d มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง 1.23 บาทต่อกิโลเมตร

สาเหตุที่ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของ BMW 740Le กับ Mercedes Benz S350d ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจาก BMW 740Le มีขนาดความจุของแบตเตอรี่ไฟฟ้า 9.2 กิโลวัตต์ และตามข้อสมมติเกี่ยวกับสถานะการใช้งานในกรณีฐาน ทำให้ BMW 740Le สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวในการขับเคลื่อนระยะทางประมาณ 23 กิโลเมตร ซึ่งไม่เพียงพอกับการใช้งานต่อวัน จึงทำให้ต้องอาศัยพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงร่วมด้วย

BMW 740Le มีค่าบำรุงรักษาต่ำที่สุด เพราะ BMW 740Le มีโปรแกรมดูแลรักษารถยนต์ที่ครอบคลุมบริการด้านต่าง ๆ รวมถึงค่าแรงนาน 5 ปี หรือ 100,000 กิโลเมตร เป็นโปรแกรมจ่ายเพิ่มราคา 40,000 บาท ซึ่งผู้บริโภคที่ใช้งาน BMW 740Le จึงมีต้นทุนจากค่าบำรุงรักษาตามระยะทางตลอดอายุการใช้งานต่ำกว่า Tesla Model S และ Mercedes Benz S350d อยู่ที่ 68,001.77 บาท และ 98,580.58 บาท ตามลำดับ

จากการศึกษาในกลุ่มรถยนต์ตัวอย่างอื่น ๆ ที่ผ่านมาข้างต้นพบว่าโดยปกติยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน เนื่องจากมีขั้นตอนใน

การบำรุงรักษาที่น้อยกว่า แต่ในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ Tesla Model S มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่ายานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน เนื่องจากผู้บริโภคจำเป็นต้องซื้อโปรแกรมบำรุงรักษา ตลอดระยะเวลา 8 ปี และจ่ายในครั้งแรก ราคา 4,000 ดอลลาร์สหรัฐ

สำหรับค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มนี้จากการศึกษาพบว่า Tesla Model S มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนชุดแบตเตอรี่ 12,000 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ ประมาณ 375,120 บาท และ BMW 740Le มีค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนชุดแบตเตอรี่แรงดันสูงราคา 2,846.42 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ ประมาณ 89,000 บาท แม้ว่าค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนจะมีราคาสูงแต่บริษัทผู้ผลิตทั้งสองมีการรับประกันแบตเตอรี่ ทำให้ผู้บริโภคหมดความกังวลเรื่องค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนชุดแบตเตอรี่ โดย บริษัท เทสลามอเตอร์ รับประกันแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ระยะเวลา 8 ปี ไม่จำกัดระยะทาง (Tesla motors, Inc.,2018b) และ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด (2561) รับประกันชุดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแรงดันสูงระยะเวลา 10 ปี หรือ 150,000 กิโลเมตร ซึ่งมีอายุการใช้งานที่นานกว่าข้อสมมติในกรณีฐาน ส่งผลให้ในกรณีฐานผู้ขับใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่

เมื่อพิจารณาต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกพบว่าการใช้ Tesla Model S ก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 1,788,051.78 กรัมต่อปี และคิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 6,176.00 บาทตลอดอายุการใช้งาน ขณะที่ BMW 740Le ก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก 2 ประเภท คือ 1) ต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า, จากการใช้งานโดยตรง และกระบวนการกลั่นน้ำมัน รวมเป็น 2,095,584.29 กรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 7,238.23 บาท และ 2) ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศที่ออกจากท่อไอเสียก่อให้เกิดสารพิษต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน, ออกไซด์ของไนโตรเจน รวมกันเป็นปริมาณ 7,261.55 กรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่า 2,020.62 บาทตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี

ส่วนการเลือกใช้ Mercedes Benz S350d นั้นก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกมากที่สุด โดยคิดเป็นมูลค่า 15,557.54 บาท จากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2,282,659.48 กรัมต่อปี (คิดเป็นต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 7,884.39 บาท ตลอดอายุการใช้งาน) และ ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ จากสารมลพิษต่าง ๆ ปริมาณ 12,045 กรัมต่อปี (คิดเป็นต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ เท่ากับ 7,673.14 บาท ตลอดอายุการใช้งาน) นั้นหมายความว่าหากผู้บริโภคเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะช่วยลดมูลค่าผลกระทบภายนอกที่มีต่อสังคมได้ ร้อยละ 60.30 ในกรณีของยานยนต์แบตเตอรี่ไฟฟ้า และร้อยละ 40.49 ในกรณีของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินตลอดอายุการใช้งาน

4.5.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานและสถานะการใช้งาน

ภายหลังจากที่ได้วิเคราะห์กรณีฐานแล้ว คณะผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความอ่อนไหวในสถานการณ์ต่าง ๆ สำหรับในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่หนึ่ง เป็นการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลง “ระยะทางใช้งานรถยนต์ต่อปี” จาก กรณีฐาน (14,600 กิโลเมตรต่อปี) เป็น “กรณีใช้งานน้อย (7,300 กิโลเมตรต่อปี)” และ “กรณีใช้งานมาก (21,900 กิโลเมตรต่อปี)”

การเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานรถยนต์ต่อปีจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนที่เกิดจากระยะทางใช้งาน (Running Cost) อันได้แก่ ค่าเสื่อมราคา ค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษาซึ่งจะแปรผันตรงกับระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก

ส่วนที่สอง เป็นการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลง “สัดส่วนการใช้งานในเมืองต่อนอกเมือง” จาก กรณีฐาน (สัดส่วนการใช้งานในเมืองร้อยละ 40 และการใช้งานนอกเมือง ร้อยละ 60) เป็น “กรณีใช้งานในเมืองเป็นหลัก (สัดส่วนการใช้งานในเมืองร้อยละ 80 และการใช้งานนอกเมือง ร้อยละ 20)” และ “กรณีใช้งานนอกเมืองเป็นหลัก (สัดส่วนการใช้งานในเมืองร้อยละ 20 และการใช้งานนอกเมือง ร้อยละ 80)”

4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางในการใช้งานยานยนต์

ตารางที่ 4-39 แสดงผลการศึกษา TCO ของยานยนต์ตัวอย่างในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด และอีโคคาร์ พบว่าในกรณีใช้งานน้อย เมื่อระยะทางในการใช้งานยานยนต์ลดลง จะส่งผลให้ TCO ของ Fomm One (BEV) และ Toyota Yaris (ICE) ลดลงโดยเปรียบเทียบกับกรณีฐาน และในกรณีใช้งานมาก การที่ระยะทางในการใช้งานยานยนต์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ TCO ของรถยนต์ทั้งสองประเภทเพิ่มขึ้นโดยเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน

การเปลี่ยนแปลงของ TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานมากกว่า BEV เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระยะทางส่งผลต่อต้นทุนค่าเสื่อมราคา ค่าเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา โดยต้นทุนทั้ง 3 ประเภทนี้มีสัดส่วนรวมกันกว่าร้อยละ 72 ใน TCO ของ Toyota Yaris จากตารางที่ 4-39 จะเห็นได้ว่า TCO ก่อนรวมและหลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Toyota Yaris มีอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งในกรณีใช้งานน้อยและใช้งานมากที่สูงกว่าของ Fomm One

เมื่อพิจารณา “TCO ต่อกิโลเมตร” ในกรณีฐาน TCO ต่อกิโลเมตร ของ BEV จะต่ำกว่าของ ICE แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานแล้วพบว่า TCO ต่อกิโลเมตรของ BEV มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า โดยจะเห็นได้ว่า ในกรณีใช้งานน้อย TCO ต่อกิโลเมตรของ BEV กลับสูงกว่า ICE ทั้งก่อนและหลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ในทางกลับกัน ในกรณีใช้งานมาก TCO ต่อกิโลเมตรของ ICE จะสูงกว่าของ BEV แสดงให้เห็นว่าผลจากการเพิ่มระยะทางการใช้งานทำให้ BEV มีความได้เปรียบจาก

Running cost ที่ต่ำกว่า ICE นั้นเอง และหากใช้งานในระยะทางน้อยซื้อได้เปรียบจาก Running cost ที่ต่ำกว่าของ BEV จะไม่สามารถชดเชยราคาซื้อที่สูงกว่าได้

ตารางที่ 4-39: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน

ตารางย่อย ก: Toyota Yaris (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Toyota Yaris (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01	188,946.43	-12.12	242,000.35	12.55
ค่าเชื้อเพลิง	122,478.78	61,239.39	-50.00	183,718.17	50.00
ค่าบำรุงรักษา	58,516.00	29,837.50	-49.01	86,907.15	48.52
ดอกเบี้ย	37,210.76	37,210.76	-	37,210.76	-
ประกันภัย	56,265.94	56,265.94	-	56,265.94	-
ภาษีประจำปี	7,135.07	7,135.07	-	7,135.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	380,635.10	-23.35	613,237.45	23.48
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.86	7.45	53.29	4.00	-17.68
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08	3,931.54	-50.00	11,794.62	50.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	2,396.95	-50.00	7,190.86	50.00
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54	386,963.59	-24.02	632,222.92	24.14
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.98	7.57	51.97	4.12	-17.24

ตารางที่ 4-39: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Fomm One (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Fomm One (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	297,846.59	261,546.54	-12.19	336,008.18	12.81
ค่าเชื้อเพลิง	23,545.66	13,385.85	-43.15	33,917.45	44.05
ค่าบำรุงรักษา	37,028.24	22,428.07	-39.43	52,895.79	42.85
ดอกเบี้ย	51,582.35	51,582.35	-	51,582.35	-
ประกันภัย	57,898.75	57,898.75	-	57,898.75	-
ภาษีประจำปี	1,908.45	1,908.45	-	1,908.45	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	469,810.05	408,750.01	-13.00	534,210.97	13.71
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.60	8.00	74.01	3.48	-24.19
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	2,120.12	1,065.59	-49.74	3,196.77	50.78
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	471,930.17	409,815.60	-13.16	537,407.74	13.87
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4.62	8.02	73.68	3.51	-24.08

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 51,100 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 7,300 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

³ ระยะทางรวม 153,300 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 21,900 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

ผลการศึกษา TCO ทั้งก่อนและหลังรวมต้นทุนทางสังคมในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กดังแสดงในตารางที่ 4-40 พบว่าในกรณีใช้งานน้อย TCO ของ Honda Civic (ICE) Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) ลดลงโดยเปรียบเทียบกับกรณีฐาน และในกรณีใช้งานมาก TCO ของยานยนต์เหล่านี้เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับกรณีฐาน อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างมากของค่าเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา โดย TCO ของ Honda Civic มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานมากกว่า Hyundai Ioniq และ Toyota Prius Prime เพราะ TCO ของ Honda Civic มี Running Cost ซึ่งจะแปรผันตรงกับระยะทางใช้งานอันได้แก่ ค่าเสื่อมราคา ค่าเชื้อเพลิง และค่าบำรุงรักษา เป็นสัดส่วนรวมกันกว่าร้อยละ 82 ของ TCO หลังต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก

เมื่อพิจารณา “TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” ในกรณีฐาน TCO ต่อกิโลเมตรของ ICE จะต่ำกว่าของ BEV และ PHEV และยังคงต่ำกว่าทั้งในกรณีใช้งานน้อยและกรณีใช้งานมาก ข้อสังเกตที่สำคัญคือ ถึงแม้ว่า BEV และ PHEV จะมี TCO ต่อกิโลเมตรที่สูงกว่า ICE แต่ TCO ต่อกิโลเมตร ของยานยนต์ทั้งสองประเภทนี้มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานมากกว่า ICE โดยในกรณีใช้งานน้อย TCO ต่อกิโลเมตรของ Hyundai Ioniq เพิ่มขึ้นร้อยละ 85.63 และ Toyota Prius Prime เพิ่มขึ้นร้อยละ 83.18 ในขณะที่ Honda Civic เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 66.79 และในกรณีใช้งานมาก TCO ต่อกิโลเมตร ของ Hyundai Ioniq ลดลง ร้อยละ 23.87 และ Toyota Prius Prime ลดลงร้อยละ 24.76 ในขณะที่ Honda Civic ลดลงร้อยละ 19.38 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการศึกษาในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ จึงสามารถสรุปได้ว่าข้อได้เปรียบจาก Running Cost จะสามารถช่วยชดเชยส่วนต่างราคาซื้อได้ก็ต่อเมื่อมีการใช้งานยานยนต์มาก ขณะเดียวกันหากผู้ใช้งานรถยนต์น้อยข้อได้เปรียบดังกล่าวจะไม่สามารถชดเชยราคาซื้อที่สูงกว่าได้

ตารางที่ 4-40: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน

ตารางย่อย ก: Honda Civic (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Honda Civic (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	470,039.15	-5.43	561,254.67	12.92
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	71,184.59	-50.00	213,553.77	50.00
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	36,044.02	-52.17	115,131.74	52.77
ดอกเบี้ย	67,507.62	67,507.62	-	67,507.62	-
ประกันภัย	61,972.35	61,972.35	-	61,972.35	-
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,813.82	-	12,813.82	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	719,561.55	-16.04	1,032,233.97	20.44
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	8.39	14.08	67.91	6.73	-19.71
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,818.05	-50.00	14,454.15	50.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	2,396.95	-50.00	7,190.86	50.00
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	726,776.55	-16.61	1,053,878.98	20.93
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	8.53	14.22	66.79	6.87	-19.38

ตารางที่ 4-40: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: TCO Model ของ Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Hyundai Ioniq (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	1,000,578.39	946,593.70	-5.40	1,129,024.73	12.84
ค่าเชื้อเพลิง	53,656.38	26,684.68	-50.27	84,980.67	58.38
ค่าบำรุงรักษา	41,852.64	27,892.64	-33.36	72,008.81	72.05
ดอกเบี้ย	135,869.78	135,869.78	-	135,869.78	-
ประกันภัย	111,404.71	111,404.71	-	111,404.71	-
ภาษีประจำปี	6,361.49	6,361.49	-	6,361.49	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,349,723.38	1,254,806.99	-7.03	1,539,650.19	14.07
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	13.21	24.56	85.94	10.04	-23.95
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,885.49	2,445.82	-49.94	7,337.46	50.19
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,354,608.88	1,257,252.81	-7.19	1,546,987.64	14.20
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	13.25	24.60	85.63	10.09	-23.8

ตารางที่ 4-40: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Toyota Prius Prime (PHEV)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	968,001.42	-5.45	1,154,155.54	12.73
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	27,039.86	-50.67	83,535.95	52.39
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	43,707.57	-43.66	98,384.96	26.82
ดอกเบี้ย	138,899.46	138,899.46	-	138,899.46	-
ประกันภัย	113,388.80	113,388.80	-	113,388.80	-
ภาษีประจำปี	12,804.66	12,804.66	-	12,804.66	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,303,841.77	-8.27	1,635,384.97	15.06
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	13.91	25.52	83.47	10.67	-23.29
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	2,482.69	-50.12	6,636.31	33.32
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	1,982.66	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,426,313.04	1,306,324.46	-8.41	1,644,003.94	12.86
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	13.96	25.56	83.18	10.50	-24.76

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 51,100 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 7,300 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

³ ระยะทางรวม 153,300 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 21,900 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-41 แสดงผลการศึกษา TCO ของยานยนต์ตัวอย่างในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ พบว่า กรณีใช้งานน้อย เมื่อระยะทางในการใช้งานยานยนต์ลดลง จะส่งผลให้ TCO ของ Mercedes Benz S350d (ICE) Tesla Model S (BEV) และ BMW 740Le (PHEV) ลดลงโดยเปรียบเทียบกับกรณีฐาน และในกรณีใช้งานมาก การที่ระยะทางในการใช้งานยานยนต์เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ TCO ของรถยนต์ทั้งสามประเภทเพิ่มขึ้นโดยเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน โดยเมื่อเปรียบเทียบรถยนต์ทั้งสามประเภทพบว่า TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางในการใช้งานมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาในกลุ่มยานยนต์อื่น ๆ ในขณะที่ TCO ของ BEV และ PHEV มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานไม่แตกต่างกันมากนัก

เมื่อพิจารณา “TCO ต่อกิโลเมตร” ในกรณีใช้งานน้อยและใช้งานมาก พบว่ารถยนต์ทั้ง 3 ประเภท มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ในกรณีใช้งานน้อย TCO ต่อกิโลเมตรของ Mercedes Benz S350d จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 87.69, Tesla Model S เพิ่มขึ้นร้อยละ 90.60 และ BMW 740Le เพิ่มขึ้นร้อยละ 90.15 ในขณะที่ในกรณีใช้งานมาก TCO ต่อกิโลเมตรของ Mercedes Benz S350d จะลดลงร้อยละ 28.84, Tesla Model S ลดลงร้อยละ 29.41 และ BMW 740Le ลดลงร้อยละ 29.52

ผลการศึกษาที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับผลการศึกษาความอ่อนไหวของ TCO ต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์อื่น ๆ เพียงแต่ TCO ต่อกิโลเมตรของยานยนต์ในกลุ่มนี้จะอ่อนไหวต่อการเพิ่มระยะทางใช้งานน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ และอ่อนไหวต่อการลดระยะทางใช้งานมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากสัดส่วนต้นทุนใน TCO ของยานยนต์ในกลุ่มนี้กว่าร้อยละ 90 มาจากต้นทุนค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และค่าประกันภัย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานจะไม่กระทบต่อค่าดอกเบี้ยและค่าประกันภัย และกระทบต่อค่าเสื่อมราคายานยนต์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 4-41: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน

ตารางย่อย ก: Mercedes Benz S350d (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Mercedes Benz S350d (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	4,292,713.98	-3.29	4,612,899.07	3.92
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	62,796.01	-50.00	188,388.04	50.00
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	132,018.05	-49.36	394,664.95	51.38
ดอกเบี้ย	496,402.44	496,402.44	-	496,402.44	-
ประกันภัย	233,218.71	233,218.71	-	233,218.71	-
ภาษีประจำปี	40,960.26	40,960.26	-	40,960.26	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	5,258,109.46	-6.03	5,966,533.47	6.63
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	54.75	102.90	87.93	38.92	-28.92
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	3,942.20	-50.00	11,826.59	50.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	3,836.57	-50.00	11,509.72	50.00
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	5,265,888.23	-6.16	5,989,869.78	6.75
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	54.90	103.05	87.69	39.07	-28.84

ตารางที่ 4-41: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Tesla Model S (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	3,389,866.51	3,278,174.04	-3.29	3,522,966.70	3.92
ค่าเชื้อเพลิง	70,151.47	35,219.25	-49.80	109,842.90	56.58
ค่าบำรุงรักษา	230,129.64	178,207.12	-22.56	306,668.65	33.26
ดอกเบี้ย	379,099.21	379,099.21	-	379,099.21	-
ประกันภัย	202,551.99	202,551.99	-	202,551.99	-
ภาษีประจำปี	12,086.83	12,086.83	-	12,086.83	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,283,885.65	4,085,338.44	-4.63	4,533,216.28	5.82
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	41.92	79.95	90.73	29.57	-29.45
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	6,176.00	3,094.15	-49.90	9,282.44	50.30
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,290,061.65	4,088,432.59	-4.70	4,542,498.72	5.88
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	41.98	80.01	90.60	29.63	-29.41

ตารางที่ 4-41: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่กรณี: การเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: BMW 740Le (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	BMW 740Le (PHEV)				
	กรณีฐาน	กรณีใช้งานน้อย		กรณีใช้งานมาก	
	ระยะทางใช้งาน 102,200 กิโลเมตร	ระยะทางใช้งาน 51,100 กิโลเมตร ²	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ) ¹	ระยะทางใช้งาน 153,300 กิโลเมตร ³	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,258,275.47	-3.28	4,575,668.25	3.93
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	53,679.48	-52.01	169,237.44	51.31
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	101,599.58	-37.33	237,706.51	46.62
ดอกเบี้ย	492,440.55	492,440.55	-	492,440.55	-
ประกันภัย	231,056.65	231,056.65	-	231,056.65	-
ภาษีประจำปี	17,659.07	17,659.07	-	17,659.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	5,154,710.80	-4.8	5,723,768.46	5.65
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	53.01	100.87	90.29	37.34	-29.57
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	4,888.57	-32.46	9,117.59	25.96
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	-	-100.00	4,417.03	118.60
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,426,936.83	5,159,599.36	-4.93	5,737,303.07	5.72
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	53.10	100.97	90.15	37.43	-29.52

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 51,100 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 7,300 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

³ ระยะทางรวม 153,300 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 21,900 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน

ผลการศึกษา TCO ของยานยนต์ตัวอย่างในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานจากในกรณีฐาน เป็นกรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก พบว่ายานยนต์ที่นำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงจากการใช้งานในเมืองเป็นหลัก มีความอ่อนไหวต่อในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อพิจารณา TCO ของ Toyota Yaris (ICE) พบว่าเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ TCO ของ Fomm One (BEV) ปรับตัวลดลง เนื่องจากค่าเชื้อเพลิง และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ ICE ปรับตัวสูงขึ้นร้อยละ 12.50 และ ร้อยละ 3.04 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเชื้อเพลิง และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของ BEV ปรับตัวลดลงร้อยละ 6.38 และร้อยละ 7.36 ตามลำดับ

ในกรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก ICE มีต้นทุนจากค่าเชื้อเพลิงลดลงร้อยละ 5.26 และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 1.28 ส่งผลให้ TCO ของ ICE หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ลดลงร้อยละ 1.29 ในทางกลับกัน TCO ของ BEV กลับเพิ่มสูงขึ้นมาจากต้นทุนค่าเชื้อเพลิงร้อยละ 3.87 และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.46 และ TCO ของ BEV หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.21

นอกจากนี้ ในการใช้งาน BEV อาจจะมีอุปสรรคที่จะต้องประจุไฟฟ้าในระหว่างวัน การใช้งาน BEV ในเมืองซึ่งสามารถหาสถานีประจุไฟฟ้าได้ง่ายและสะดวกกว่าการใช้งานนอกเมืองจะสามารถทำให้ผู้ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าบรรเทาความกังวลในเรื่องนี้ได้ จึงกล่าวได้ว่า BEV เหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สถานะในเมืองมากกว่านอกเมือง ในขณะที่ TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานมากกว่า BEV และมีต้นทุนก่อนรวมต้นทุนทางสังคมเพิ่มสูงขึ้นหากงานส่วนใหญ่อยู่ในเมือง

อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดในการศึกษา ส่งผลให้โครงการศึกษาในครั้งนี้ ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ จากการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานได้ เนื่องจากต้องทดสอบด้วยการใช้เครื่องวัดสารมลพิษที่ออกมาจากท่อไอเสีย แต่จากงานศึกษาของ Ramadan and Rashwan (2016) ซึ่งได้ทำการทดลองหาปริมาณสารมลพิษด้วยการใช้เครื่องตรวจวัดยานยนต์จากการใช้งานจริง พบว่า ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน จะปล่อยสารมลพิษสูงสุดใน ณ ที่ความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และในช่วงความเร็ว จาก 60 – 85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ปริมาณการปล่อยสารมลพิษจะค่อย ๆ มีปริมาณลดลง เป็นต้น

จากตารางที่ 4-43 เมื่อพิจารณา TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก พบว่าผลการศึกษาความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ได้จากกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ กล่าวคือ TCO ทั้งก่อนและหลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกของ ICE จะเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้ามกับ BEV และ PHEV และมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานมากกว่า BEV และ PHEV นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า BEV และ PHEV เหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สถานะในเมืองมากกว่านอกเมือง

ในกรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ของ Honda Civic (ICE) เพิ่มขึ้นจากในกรณีฐานร้อยละ 4.43 จากผลของต้นทุนค่าเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.71 และ ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.16 ซึ่งจากผลการศึกษาจะพบว่า ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงของยานยนต์ ICE อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งานมาก เมื่อเทียบกับ BEV และ PHEV ซึ่งเปลี่ยนแปลงจากกรณีฐานเพียง ร้อยละ 9.25 และร้อยละ 9.17

หากเปรียบเทียบเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าในกรณีเดียวกันพบว่า TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทมีความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งานไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากยานยนต์ Toyota Prius Prime (PHEV) มีการเปลี่ยนแปลงอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไปในทิศทางเดียวกันกับ Hyundai Ioniq (BEV) โดย TCO ของ Hyundai Ioniq จะลดลงร้อยละ 0.39 จากผลของต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ลดลงร้อยละ 9.25 และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 7.92 ในขณะที่ TCO ของ Toyota Prius Prime (PHEV) จะลดลงร้อยละ 0.38 จากต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ลดลงร้อยละ 9.17 และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงร้อยละ 7.90

ในกรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก พบว่า TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ของ Honda Civic ลดลงร้อยละ 1.58 เนื่องจากค่าเชื้อเพลิงลดลง ร้อยละ 9.54 และต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงร้อยละ 2.20 ในทางกลับกัน TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ของ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) กลับเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 0.21 และ ร้อยละ 0.17 ตามลำดับ จากผลของต้นทุนค่าไฟฟ้าและต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4-42: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน

ตารางย่อย ก: Toyota Yaris (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสถานะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01	215,008.01	-	215,008.01	-
ค่าเชื้อเพลิง	122,478.78	137,786.91	12.50	116,033.14	-5.26
ค่าบำรุงรักษา	58,516.00	58,516.00	-	58,516.00	-
ดอกเบี้ย	37,210.76	37,210.76	-	37,210.76	-
ประกันภัย	56,265.94	56,265.94	-	56,265.94	-
ภาษีประจำปี	7,135.07	7,135.07	-	7,135.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	511,922.68	3.08	490,168.92	-1.30
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.86	5.01	3.08	4.80	-1.30
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08	8,102.11	3.04	7,762.43	-1.28
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,793.91	-	4,793.91	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54	524,818.70	3.05	502,725.26	-1.29
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.98	5.14	3.05	4.92	-1.29

ตารางที่ 4-42: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Fomm One (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสภาวะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	297,846.59	297,846.59	-	297,846.59	-
ค่าเชื้อเพลิง	23,545.66	22,042.57	-6.38	24,457.90	3.87
ค่าบำรุงรักษา	37,028.24	37,028.24	-	37,028.24	-
ดอกเบี้ย	51,582.35	51,582.35	-	51,582.35	-
ประกันภัย	57,898.75	57,898.75	-	57,898.75	-
ภาษีประจำปี	1,908.45	1,908.45	-	1,908.45	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	469,810.05	468,306.95	-0.32	470,722.29	0.19
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.60	4.582	-0.32	4.606	0.19
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	2,120.12	1,964.03	-7.36	2,214.76	4.46
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	471,930.17	470,270.98	-0.35	472,937.04	0.21
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.618	4.601	-0.35	4.628	0.21

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-43: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน

ตารางย่อย ก: Honda Civic (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสถานะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	497,031.50	-	497,031.50	-
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	180,399.72	26.71	128,793.53	-9.54
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	75,363.99	-	75,363.99	-
ดอกเบี้ย	67,507.62	67,507.62	-	67,507.62	-
ประกันภัย	61,972.35	61,972.35	-	61,972.35	-
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,813.82	-	12,813.82	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	895,089.00	4.44	843,482.81	-1.58
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.39	8.76	4.44	8.25	-1.58
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	10,229.93	6.16%	9,424.12	-2.20
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,793.91	-	4,793.91	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	910,112.84	4.43	857,700.84	-1.58
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.53	8.91	4.43	8.39	-1.58

ตารางที่ 4-43: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสถานะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,000,578.39	1,000,578.39	-	1,000,578.39	-
ค่าเชื้อเพลิง	53,656.38	48,692.89	-9.25	56,232.78	4.80
ค่าบำรุงรักษา	41,852.64	41,852.64	-	41,852.64	-
ดอกเบี้ย	135,869.78	135,869.78	-	135,869.78	-
ประกันภัย	111,404.71	111,404.71	-	111,404.71	-
ภาษีประจำปี	6,361.49	6,361.49	-	6,361.49	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,349,723.38	1,344,759.89	-0.37	1,352,299.79	0.19
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.21	13.16	-0.37	13.23	0.19
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,885.49	4,498.34	-7.92	5,088.29	4.15
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,354,608.88	1,349,258.23	-0.39	1,357,388.07	0.21
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.25	13.20	-0.39	13.28	0.21

ตารางที่ 4-43: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสถานะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	1,023,847.65	-	1,023,847.65	-
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	49,792.92	-9.17	57,097.85	4.16
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	77,575.78	-	77,575.78	-
ดอกเบี้ย	138,899.46	138,899.46	-	138,899.46	-
ประกันภัย	113,388.80	113,388.80	-	113,388.80	-
ภาษีประจำปี	12,804.66	12,804.66	-	12,804.66	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,416,309.28	-0.35	1,423,614.21	0.16
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.91	13.86	-0.35	13.93	0.16
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	4,584.37	-7.90	5,155.88	3.58
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,426,313.04	1,420,893.65	-0.38	1,428,770.09	0.17
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.96	13.90	-0.38	13.98	0.17

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ผลการศึกษาในกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่มีความแตกต่างจากกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์และกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กดังแสดงในตารางที่ 4-44 โดยพบว่า TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ของยานยนต์ทั้ง 3 ประเภทในกลุ่ม รถยนต์หรูขนาดใหญ่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก จะลดลงเมื่อใช้งานนอกเมืองเป็นหลัก และจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานในเมืองเป็นหลัก

แต่เมื่อพิจารณา TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก พบว่า ยานยนต์ตัวอย่าง ทั้ง 3 ประเภทมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นกรณีใช้งานในเมืองเป็นหลัก หรือนอกเมืองเป็นหลัก ซึ่งเมื่อพิจารณารายละเอียดพบว่าค่าเชื้อเพลิง ของ Mercedes Benz S350d (ICE) อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานมากกว่า ยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งในกรณีใช้งานในเมืองเป็นหลักและกรณีใช้งานนอกเมืองเป็นหลัก ส่วนสาเหตุที่ Tesla Model S (BEV) มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงต้นทุนค่าเชื้อเพลิงแตกต่างจาก BEV ใน Segment อื่น ๆ เนื่องจากอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของ Tesla Model S ที่ใช้งานนอกเมืองจะมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าการใช้งานในเมืองนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานในทั้งสองกรณีต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มนี้แล้วพบว่า การเปลี่ยนแปลงสถานะการใช้งานมีผลกระทบต่อ TCO ของยานยนต์ตัวอย่งนั้น ๆ น้อยมากเนื่องจากต้นทุนค่าเชื้อเพลิง และต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกของยานยนต์ตัวอย่งในกลุ่มนี้มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 1-2 ของ TCO เท่านั้น

ตารางที่ 4-44: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งาน

ตารางย่อย ก: Mercedes Benz S350d (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสภาวะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	4,438,844.97	-	4,438,844.97	-
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	143,462.47	14.23	118,228.45	-5.86
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	260,708.45	-	260,708.45	-
ดอกเบี้ย	496,402.44	496,402.44	-	496,402.44	-
ประกันภัย	233,218.71	233,218.71	-	233,218.71	-
ภาษีประจำปี	40,960.26	40,960.26	-	40,960.26	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	5,613,597.30	0.32	5,588,363.27	-0.13
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.75	54.93	0.32	54.68	-0.13
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	8,008.87	1.58	7,833.11	-0.65
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	7,673.14	-	7,673.14	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	5,629,279.31	0.32	5,603,869.52	-0.13
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.90	55.08	0.32	54.83	-0.13

ตารางที่ 4-44: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสภาวะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	3,389,866.51	3,389,866.51	-	3,389,866.51	-
ค่าเชื้อเพลิง	70,151.47	71,236.93	1.55	69,823.02	-0.47
ค่าบำรุงรักษา	230,129.64	230,129.64	-	230,129.64	-
ดอกเบี้ย	379,099.21	379,099.21	-	379,099.21	-
ประกันภัย	202,551.99	202,551.99	-	202,551.99	-
ภาษีประจำปี	12,086.83	12,086.83	-	12,086.83	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,283,885.65	4,284,971.11	0.03	4,283,557.20	-0.01
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	41.92	41.93	0.03	41.91	-0.01
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	6,176.00	6,262.03	1.39	6,151.42	-0.40
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,290,061.65	4,291,233.14	0.03	4,289,708.62	-0.01
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	41.98	41.99	0.03	41.97	-0.01

ตารางที่ 4-44: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: BMW 740Le (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	กรณีฐาน	กรณีใช้ในเมืองเป็นหลัก		กรณีใช้นอกเมืองเป็นหลัก	
สัดส่วนสภาวะการใช้งาน ในเมือง: นอกเมือง (ร้อยละ)	40:60	80:20	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	20:80	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,402,544.91	-	4,402,544.91	-
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	114,944.24	2.77	110,436.52	-1.2
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	162,127.87	-	162,127.87	-
ดอกเบี้ย	492,440.55	492,440.55	-	492,440.55	-
ประกันภัย	231,056.65	231,056.65	-	231,056.65	-
ภาษีประจำปี	17,659.07	17,659.07	-	17,659.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	5,420,773.30	0.06	5,416,265.58	-0.03
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.01	53.04	0.06	53.00	-0.03
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	7,303.54	0.90	7,208.54	-0.41
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	2,079.79	2.93	1,993.62	-1.34
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	5,426,936.83	5,430,156.63	0.06	5,425,467.74	-0.03
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.10	53.13	0.06	53.09	-0.03

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.5.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า จะอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าผู้บริโภคจะเลือกยานยนต์ไฟฟ้าก็ต่อเมื่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้านั้นใกล้เคียงกับยานยนต์ ICE เท่านั้น โดยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน อันได้แก่การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการจูงใจทางการคลัง มาตรการการให้เงินอุดหนุนโดยตรง และการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงินโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.3.1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการจูงใจทางการคลัง (Fiscal Incentive)

เพื่อส่งเสริมและจูงใจให้ผู้ใช้นยานยนต์หันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น มาตรการสนับสนุนทางการเงินเป็นมาตรการหนึ่งที่มีความนิยมในต่างประเทศ โดยเฉพาะมาตรการจูงใจทางการคลัง ในส่วนนี้จะวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ TCO ต่อมาตรการจูงใจทางการคลัง ในการศึกษารุ่นนี้ได้กำหนดสถานการณ์ให้มีการลดภาษีนำเข้า ภาษีสรรพสามิต และภาษีมูลค่าเพิ่มสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดอยู่ในตารางที่ 4-45

นอกจากนี้ ตารางที่ 4-45 ยังแสดงให้เห็นว่ามาตรการจูงใจทางการคลังเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อ “ราคาซื้อ” ยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง BEV และ PHEV ในทุก Segment ในสถานการณ์ที่กำหนดให้อัตราภาษีลดลง จะส่งผลให้ราคาซื้อยานยนต์ไฟฟ้าลดลง ในขณะที่ราคาย่อยยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีฐาน ผลของราคาซื้อที่ลดลงจะทำให้ค่าเสื่อมราคาลดลงและส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนดอกเบี้ยจากการเช่าซื้อและค่าเบี้ยประกันที่จะลดลง

ผลกระทบของมาตรการจูงใจทางการคลังที่มีต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์

ผลกระทบจากการใช้มาตรการภาษีต่อ TCO ของ Fomm One แสดงอยู่ในตารางที่ 4-46 จะเห็นได้ว่าการปรับลดภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่มทำให้ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และเบี้ยประกันภัยเปลี่ยนแปลงไป

ในกรณีฐาน TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมแล้ว ของ Fomm One (BEV) เท่ากับ 471,930.17 บาท หรือ 4.62 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งต่ำกว่า TCO ของ Toyota Yaris (ICE) เท่ากับ 37,341.38 บาทตลอดอายุการใช้งาน เมื่อนำมามาตรการจูงใจทางการคลังมาใช้ในการลดภาษีก็ยิ่งทำให้ TCO ของ BEV ต่ำลงกว่า TCO ของ ICE ในทุกสถานการณ์จำลอง โดยลดลงจากกรณีฐานอยู่ในช่วงร้อยละ 6.54 ถึง 11.09

ตารางที่ 4-45: ราคาซื้อของยานยนต์ตัวอย่างจากการใช้มาตรการภาษี

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาขายปลีกแนะนำ ไม่รวมภาษี (บาท)	ภาษีนำเข้า (ร้อยละ)	ภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ)	ราคาซื้อ (บาท)
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็กกะทัดรัด และอีโคคาร์	Fomm One (BEV)	565,951.40	-	2	7	620,000
					0	593,000
				0	7	606,000
					0	566,000
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Hyundai Ioniq (BEV)	828,186.92	80	2	7	1,630,000
					0	1,527,000
				0	7	1,595,000
					0	1,490,000
			50	2	7	1,270,000
					0	1,187,000
				0	7	1,241,000
					0	1,159,000
			30	2	7	1,125,000
					0	1,052,000
				0	7	1,099,000
					0	1,027,000

ตารางที่ 4-45: ราคาซื้อของยานยนต์ตัวอย่างจากการใช้มาตรการภาษี (ต่อ)

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาขายปลีกแนะนำ ไม่รวมภาษี (บาท)	ภาษีนำเข้า (ร้อยละ)	ภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ)	ราคาซื้อ (บาท)
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Hyundai Ioniq (BEV)	828,186.92	0	2	7	908,000
					0	848,000
				0	7	886,000
					0	828,000
	Toyota Prius Prime (PHEV)	846,654.21	80	4	7	1,702,000
					0	1,598,000
				0	7	1,631,000
					0	1,524,000
			50	4	7	1,329,000
					0	1,242,000
				0	7	1,268,000
					0	1,185,000
			30	4	7	1,177,000
					0	1,100,000
				0	7	1,123,000
					0	1,050,000

ตารางที่ 4-45: ราคาซื้อของยานยนต์ตัวอย่างจากการใช้มาตรการภาษี (ต่อ)

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาขายปลีกแนะนำ ไม่รวมภาษี (บาท)	ภาษีนำเข้า (ร้อยละ)	ภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ)	ราคาซื้อ (บาท)
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Toyota Prius Prime (PHEV)	846,654.21	0	4	7	958,000
					0	896,000
				0	7	906,000
					0	847,000
กลุ่มรถยนต์หรู ขนาดใหญ่	Tesla Model S (BEV)	2,310,778.82	80	2	7	4,548,000
					0	4,251,000
				0	7	4,451,000
					0	4,159,000
			50	2	7	3,555,000
					0	3,322,000
				0	7	3,462,000
					0	3,235,000
			30	2	7	3,150,000
					0	2,944,000
				0	7	3,066,000
					0	2,865,000

ตารางที่ 4-45: ราคาซื้อของยานยนต์ตัวอย่างจากการใช้มาตรการภาษี (ต่อ)

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาขายปลีกแนะนำ ไม่รวมภาษี (บาท)	ภาษีนำเข้า (ร้อยละ)	ภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ)	ภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ)	ราคาซื้อ (บาท)
กลุ่มรถยนต์ห ขนาดใหญ่	Tesla Model S (BEV)	2,310,778.82	0	2	7	2,544,000
					0	2,377,000
				0	7	2,473,000
					0	2,311,000
	BMW 740Le (PHEV)	5,402,960.75	-	4	7	6,060,000
					0	5,663,000
				0	7	5,781,000
					0	5,403,000

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 4-46: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการใช้นโยบายภาษี

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Toyota Yaris	Fomm One (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01	297,846.59	270,854.24	265,269.62	271,785.01	254,100.37
ค่าเชื้อเพลิง	122,478.78	23,545.66	23,545.66	23,545.66	23,545.66	23,545.66
ค่าบำรุงรักษา	58,516.00	37,028.24	37,028.24	37,028.24	37,028.24	37,028.24
ดอกเบี้ย	37,210.76	51,582.35	48,164.24	46,066.77	47,076.66	43,969.29
ประกันภัย	56,265.94	57,898.75	57,466.34	57,140.85	57,140.85	56,919.35
ภาษีประจำปี	7,135.07	1,908.45	1,908.45	1,908.45	1,908.45	1,908.45
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	469,810.05	438,967.18	430,959.60	438,484.89	417,471.37
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	4.86	4.60	4.30	4.22	4.29	4.08
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08	2,120.12	2,120.12	2,120.12	2,120.12	2,120.12
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54	471,930.17	441,087.30	433,079.72	440,605.01	419,591.49
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	4.98	4.62	4.32	4.24	4.31	4.11

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ผลกระทบของมาตรการจูงใจทางการคลังที่มีต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ในกรณีฐาน TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Hyundai Ioniq (BEV) เท่ากับ 1,354,608.88 บาท หรือ 13.25 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งสูงกว่า Honda Civic (ICE) อยู่มาก หากต้องการส่งเสริมให้ผู้ใช้นยานยนต์หันมาใช้ BEV ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก รัฐสามารถใช้มาตรการภาษีในการสร้างแรงจูงใจโดยลดภาษีนำเข้า ภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่ม ผลจากการใช้มาตรการภาษีจะทำให้ราคาซื้อลดลงอันเนื่องมาจากการลดลงของค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และเบี้ยประกันภัย

ตารางที่ 4-47 แสดงผลการคำนวณความอ่อนไหวของ TCO จากการใช้มาตรการทางการคลัง จะเห็นได้ว่า สถานการณ์ที่ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ BEV จะต่ำกว่า ICE ตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี คือ ก) เมื่อรัฐเก็บภาษีนำเข้าในอัตราร้อยละ 30 ร่วมกับการไม่เก็บภาษีสรรพสามิตและมูลค่าเพิ่ม ข) เมื่อรัฐไม่เก็บภาษีนำเข้าเลย (ร้อยละ 0) และรัฐยังสามารถเก็บภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่มได้ตามปกติ

ในกรณีฐาน TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Toyota Prius Prime (PHEV) เท่ากับ 1,426,313.04 บาท หรือ 13.96 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งสูงกว่า TCO ของ Honda Civic อยู่มากเช่นเดียวกับกรณีของ Hyundai Ioniq (BEV) ในสถานการณ์ที่รัฐใช้มาตรการจูงใจทางการคลังโดยการลดภาษี มาตรการที่เหมาะสมที่จะช่วยให้ Toyota Prius Prime (PHEV) สามารถแข่งขันด้าน TCO กับ ICE ได้ คือ มาตรการลดภาษีนำเข้าเหลือร้อยละ 0 และรัฐยังสามารถเก็บภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่มได้ตามปกติ (หรือจะปรับลดภาษีสรรพสามิตและ/หรือภาษีมูลค่าเพิ่มก็ได้) ซึ่งจะทำให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ PHEV ต่ำกว่า ของ ICE ซึ่งจะเห็นได้ว่ามาตรการจูงใจผ่านการลดภาษีนำเข้าเป็นมาตรการที่ส่งผลให้ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าลดลงจนกระทั่งสามารถแข่งขันกับยานยนต์ ICE ได้

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นโยบายภาษี

ตารางย่อย ก: Honda Civic (ICE) และ Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 80			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,000,578.39	932,632.14	873,993.59	913,085.95	852,585.87
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64
ดอกเบี้ย	67,507.62	135,869.78	126,625.35	118,623.87	123,906.40	115,749.55
ประกันภัย	61,972.35	111,404.71	109,040.70	107,413.27	109,040.70	106,305.75
ภาษีประจำปี	12,813.82	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	857,058.46	1,349,723.38	1,270,168.70	1,201,901.24	1,247,903.56	1,176,511.68
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.21	12.43	11.76	12.21	11.51
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	871,488.47	1,354,608.88	1,275,054.19	1,206,786.73	1,252,789.06	1,181,397.17
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.25	12.48	11.81	12.26	11.56

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นโยบายภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 50			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,000,578.39	726,931.83	679,462.53	710,177.96	663,639.43
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64
ดอกเบี้ย	67,507.62	135,869.78	98,659.01	92,211.22	96,406.17	90,036.06
ประกันภัย	61,972.35	111,404.71	103,038.68	101,411.25	103,038.68	100,356.08
ภาษีประจำปี	12,813.82	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,349,723.38	1,030,500.05	974,955.52	1,011,493.33	955,902.08
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.21	10.08	9.54	9.90	9.35
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,354,608.88	1,035,385.54	979,841.01	1,016,378.82	960,787.58
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.25	10.13	9.59	9.94	9.40

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นโยบายภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 30			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,000,578.39	644,093.25	602,208.58	629,200.92	587,316.25
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64
ดอกเบี้ย	67,507.62	135,869.78	87,394.80	81,723.85	85,375.01	79,781.74
ประกันภัย	61,972.35	111,404.71	100,356.08	97,369.56	98,450.59	97,369.56
ภาษีประจำปี	12,813.82	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,349,723.38	933,714.64	883,172.49	914,897.03	866,338.05
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.21	9.14	8.64	8.95	8.48
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,354,608.88	938,600.13	888,057.98	919,782.52	871,223.55
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.25	9.18	8.69	9.00	8.52

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นโยบายภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 0			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,000,578.39	519,369.99	484,931.48	507,269.97	473,762.23
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38	53,656.38
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64	41,852.64
ดอกเบี้ย	67,507.62	135,869.78	70,537.31	65,876.26	68,828.26	64,322.57
ประกันภัย	61,972.35	111,404.71	96,262.04	94,900.46	96,262.04	94,900.46
ภาษีประจำปี	12,813.82	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49	6,361.49
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,349,723.38	788,039.86	747,578.71	774,230.78	734,855.77
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.21	7.71	7.31	7.58	7.19
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49	4,885.49
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,354,608.88	792,925.35	752,464.20	779,116.28	739,741.27
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.25	7.76	7.36	7.62	7.24

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้อนุมาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Honda Civic (ICE) และ Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Toyota Prius Prime (PHEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีใช้มาตรการทางภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 80			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 4		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,023,847.65	974,516.81	914,947.50	933,562.91	872,132.05
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78
ดอกเบี้ย	67,507.62	138,899.46	132,218.62	124,139.45	126,703.03	118,390.82
ประกันภัย	61,972.35	113,388.80	110,121.73	109,040.70	109,040.70	106,305.75
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,421,335.36	1,362,056.61	1,293,327.09	1,314,506.09	1,242,028.07
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.91	13.33	12.65	12.86	12.15
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	871,488.47	1,426,313.04	1,367,034.28	1,298,304.77	1,319,483.76	1,247,005.74
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.96	13.38	12.70	12.91	12.20

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นโยบายภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ข (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Toyota Prius Prime (PHEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นโยบายภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 50			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 4		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,023,847.65	760,439.58	711,108.73	726,001.06	678,531.76
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78
ดอกเบี้ย	67,507.62	138,899.46	103,242.39	96,483.86	98,503.65	92,055.85
ประกันภัย	61,972.35	113,388.80	103,038.68	103,038.68	103,038.68	101,411.25
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,421,335.36	1,111,920.09	1,055,830.72	1,072,742.84	1,017,198.32
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.91	10.88	10.33	10.50	9.95
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,426,313.04	1,116,897.77	1,060,808.39	1,077,720.51	1,022,175.99
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.96	10.93	10.38	10.55	10.00

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้นาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ข (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Toyota Prius Prime (PHEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นาตรการภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 30			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 4		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,023,847.65	673,877.91	629,200.92	642,231.71	601,277.80
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78
ดอกเบี้ย	67,507.62	138,899.46	91,434.38	85,452.69	87,239.43	81,568.48
ประกันภัย	61,972.35	113,388.80	101,411.25	100,356.08	100,356.08	97,369.56
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,421,335.36	1,011,922.99	960,209.14	975,026.66	925,415.29
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.91	9.90	9.40	9.54	9.05
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,426,313.04	1,016,900.66	965,186.81	980,004.33	930,392.96
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.96	9.95	9.44	9.59	9.10

ตารางที่ 4-47: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการใช้น้ำมันดี (ต่อ)

ตารางย่อย ข (ต่อ): Honda Civic (ICE) และ Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Toyota Prius Prime (PHEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้น้ำมันดี			
ภาษีนำเข้า	ร้อยละ 0	ร้อยละ 80	ร้อยละ 0			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 14	ร้อยละ 8	ร้อยละ 4		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,023,847.65	548,223.88	512,854.60	518,439.22	484,931.48
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01	54,819.01
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78	77,575.78
ดอกเบี้ย	67,507.62	138,899.46	74,421.52	69,605.10	70,381.94	65,798.57
ประกันภัย	61,972.35	113,388.80	97,369.56	96,262.04	96,262.04	94,900.46
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66	12,804.66
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	1,421,335.36	865,214.41	823,921.19	830,282.65	790,829.96
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.39	13.91	8.47	8.06	8.12	7.74
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67	4,977.67
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	1,426,313.04	870,192.08	828,898.86	835,260.32	795,807.63
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	8.53	13.96	8.51	8.11	8.17	7.79

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ผลกระทบมาตรการจูงใจทางการคลังที่มีต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดใหญ่

ในกรณีฐาน TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Tesla Model S (BEV) เท่ากับ 4,290,061.65 บาท หรือ 41.98 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งต่ำกว่า Mercedes Benz S350d (ICE) อยู่แล้ว การใช้มาตรการจูงใจทางการเงินโดยการลดภาษีจึงอาจจะไม่จำเป็นสำหรับกลุ่มรถยนต์กลุ่มนี้ที่ผู้ซื้อรถยนต์มีกำลังซื้อสูง

อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้ทดสอบสถานการณ์ที่รัฐใช้มาตรการภาษีดังแสดงผลการคำนวณ TCO ไว้ในตารางที่ 4-48 จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะในสถานการณ์ใด TCO ของ Tesla Model S จะลดลงและต่ำกว่า TCO ของ ICE ลงไปเรื่อย ๆ เมื่อปรับลดภาษีต่าง ๆ ลงเรื่อย ๆ

ในกรณีของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน BMW 740Le (PHEV) ซึ่งเป็นรถยนต์ที่ประกอบภายในประเทศจึงไม่ได้รับสิทธิประโยชน์จากมาตรการลดภาษีศุลกากร แต่จะได้รับประโยชน์จากมาตรการลดภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งในกรณีฐานก่อนที่จะใช้มาตรการภาษี BMW 740Le มี TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมเท่ากับ 5,426,936.83 บาท หรือ 53.10 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งต่ำกว่า Mercedes Benz S350d อยู่แล้ว การใช้มาตรการลดภาษีจึงอาจจะไม่จำเป็นสำหรับผู้ซื้อ PHEV ในกลุ่มนี้ นอกจากนี้หากใช้มาตรการภาษีจะยิ่งทำให้ TCO ลดต่ำกว่า TCO ของ ICE ไปเรื่อย ๆ

จึงสามารถกล่าวได้ว่า การใช้มาตรการลดภาษีกับผู้ซื้อยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดใหญ่จะต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ เนื่องจากผู้ซื้อยานยนต์กลุ่มนี้มีกำลังซื้อสูงและยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มนี้มี TCO ที่ไม่สูงกว่า TCO ของ ICE แต่อย่างใด

ผลกระทบมาตรการส่งเสริมการลงทุนในกิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

จากมาตรการส่งเสริมการลงทุนในกิจการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ที่ถือว่าเป็นแนวทางหลักในการส่งเสริมให้เกิดการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้า โดยนอกจากผู้ผลิตจะได้รับสิทธิประโยชน์ด้านการยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร หรือยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลแล้ว ผู้ผลิตที่ได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุนจะได้รับสิทธิประโยชน์ในการลดภาษีสรรพสามิตจากเดิมเหลืออัตราร้อยละ 4 (สำหรับ PHEV) และร้อยละ 2 (สำหรับ BEV)

ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า ยานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งหมดมีการผลิตและจำหน่ายภายในประเทศ (เปรียบเสมือนราคาจำหน่ายกรณียกเว้นภาษีนำเข้า) และมูลค่าผลประโยชน์จากการลดภาษีสรรพสามิตของมาตรการส่งเสริมการลงทุนซึ่งผู้ผลิตได้รับจะถูกส่งผ่านไปยังผู้บริโภค ด้วยการลดราคาจำหน่ายทั้งหมดซึ่งจากมาตรการดังกล่าวจะส่งผลต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ Fomm One (BEV) จะมีราคาซื้อลดลงจากกรณีฐาน 44,000 บาทเหลือ 620,000 บาท ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกของ Fomm One (BEV) ลดลงร้อยละ 6.54 จากผลของต้นทุนค่าเสื่อมราคาที่ลดลง ร้อยละ 9.06 ต้นทุนดอกเบี้ยลดลงร้อยละ 6.63 และต้นทุนค่าประกันภัยลดลงร้อยละ 0.75 ซึ่งหากนำไปเปรียบเทียบกับ

ยานยนต์ ICE ในกลุ่มเดียวกันพบว่า TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกของ Fomm One (BEV) ต่ำกว่ายานยนต์ ICE ร้อยละ 13.39 ตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี

ยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก Hyundai Ioniq (BEV) จะมีราคาซื้อลดลงจากกรณีฐาน 849,000 บาท เหลือ 908,000 บาท ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกลดลง ร้อยละ 41.46 ส่วน Toyota Prius Prime (PHEV) มีราคาซื้อลดลงจากกรณีฐาน 830,000 บาท เหลือ 958,000 บาท ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกลดลง ร้อยละ 38.99 จากผลของต้นทุนค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และค่าประกันภัยที่ลดลง

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ ICE ของกรณีฐานพบว่า TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกของ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) ต่ำกว่า TCO ของยานยนต์ ICE ร้อยละ 9.01 และร้อยละ 0.51 ตามลำดับ

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดใหญ่ Tesla Model S (BEV) จะมีราคาซื้อลดลงจากกรณีฐาน 2,336,000 บาท เหลือ 2,544,000 บาท ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกลดลง ร้อยละ 43.77 ส่วน BMW 740Le (PHEV) จะมีราคาซื้อลดลงจากกรณีฐาน 279,000 บาท เหลือ 6,060,000 บาท ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอกลดลง ร้อยละ 4.05 จากผลของต้นทุนค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และค่าประกันภัยที่ลดลง ซึ่งผลกระทบดังกล่าวส่งผลให้ TCO ตลอดอายุการใช้งานของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทต่ำกว่ายานยนต์ ICE อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV

ตารางที่ 4-48: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการใช้จ่ายมาตรการภาษี

ตารางย่อย ก: Mercedes Benz S350d (ICE) และ Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้จ่ายมาตรการภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 80			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 25	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	3,389,866.51	3,159,035.40	2,952,404.33	3,091,089.15	2,888,181.16
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64
ดอกเบี้ย	496,402.44	379,099.21	353,308.03	330,235.80	345,772.66	323,088.85
ประกันภัย	233,218.71	202,551.99	187,488.20	183,303.59	185,581.99	174,951.40
ภาษีประจำปี	40,960.26	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	4,283,885.65	4,012,199.58	3,778,311.67	3,934,811.74	3,698,589.35
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.75	41.92	39.26	36.97	38.50	36.19
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	4,290,061.65	4,018,375.58	3,784,487.67	3,940,987.74	3,704,765.35
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.90	41.98	39.32	37.03	38.56	36.25

ตารางที่ 4-48: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการใช้มาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Mercedes Benz S350d (ICE) และ Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้มาตรการภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 50			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 25	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	3,389,866.51	2,469,334.39	2,307,380.31	2,404,180.45	2,246,880.22
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64
ดอกเบี้ย	496,402.44	379,099.21	276,167.56	258,067.12	268,942.92	251,308.59
ประกันภัย	233,218.71	202,551.99	156,705.59	146,789.32	156,705.59	146,789.32
ภาษีประจำปี	40,960.26	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	5,595,726.85	4,283,885.65	3,214,575.48	3,024,604.70	3,142,196.90	2,957,346.08
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.75	41.92	31.45	29.59	30.75	28.94
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	4,290,061.65	3,220,751.48	3,030,780.70	3,148,372.90	2,963,522.08
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.90	41.98	31.51	29.66	30.81	29.00

ตารางที่ 4-48: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการใช้นาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Mercedes Benz S350d (ICE) และ Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นาตรการภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 30			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 25	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	3,389,866.51	2,187,310.90	2,044,903.00	2,129,603.12	1,989,987.53
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64
ดอกเบี้ย	496,402.44	379,099.21	244,705.43	228,702.47	238,179.95	222,565.41
ประกันภัย	233,218.71	202,551.99	146,789.32	137,331.32	142,604.71	137,331.32
ภาษีประจำปี	40,960.26	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	5,595,726.85	4,283,885.65	2,891,173.60	2,723,304.74	2,822,755.73	2,662,252.22
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.75	41.92	28.29	26.65	27.62	26.05
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	4,290,061.65	2,897,349.60	2,729,480.74	2,828,931.73	2,668,428.22
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.90	41.98	28.35	26.71	27.68	26.11

ตารางที่ 4-48: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการใช้นาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ก (ต่อ): Mercedes Benz S350d (ICE) และ Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้นาตรการภาษี			
ภาษีนำเข้า	-	ร้อยละ 80	ร้อยละ 0			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 25	ร้อยละ 8	ร้อยละ 2		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	3,389,866.51	1,766,602.59	1,651,187.04	1,717,271.75	1,602,786.96
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47	70,151.47
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64	230,129.64
ดอกเบี้ย	496,402.44	379,099.21	197,628.77	184,655.49	192,113.18	179,528.33
ประกันภัย	233,218.71	202,551.99	129,398.00	123,344.40	126,730.31	122,289.22
ภาษีประจำปี	40,960.26	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83	12,086.83
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	5,595,726.85	4,283,885.65	2,405,997.30	2,271,554.87	2,348,483.19	2,216,972.46
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.75	41.92	23.54	22.23	22.98	21.69
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00	6,176.00
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	4,290,061.65	2,412,173.30	2,277,730.87	2,354,659.19	2,223,148.46
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.90	41.98	23.60	22.29	23.04	21.75

ตารางที่ 4-48: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการใช้มาตรการภาษี (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Mercedes Benz S350d (ICE) และ BMW 740 Le (PHEV)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)	BMW 740Le (PHEV)				
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีการใช้มาตรการภาษี			
ภาษีสรรพสามิต	ร้อยละ 25	ร้อยละ 8	ร้อยละ 4		ร้อยละ 0	
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0	ร้อยละ 7	ร้อยละ 0
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	4,402,544.91	4,208,944.63	3,933,436.54	4,015,344.35	3,752,867.04
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	111,848.93	111,848.93	111,848.93	111,848.93	111,848.93
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	162,127.87	162,127.87	162,127.87	162,127.87	162,127.87
ดอกเบี้ย	496,402.44	492,440.55	470,766.64	439,925.98	449,092.73	419,728.08
ประกันภัย	233,218.71	231,056.65	226,324.54	219,872.90	222,087.93	213,071.23
ภาษีประจำปี	40,960.26	17,659.07	17,659.07	17,659.07	17,659.07	17,659.07
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	5,417,677.98	5,197,671.68	4,884,871.29	4,978,160.88	4,677,302.22
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.75	53.01	50.86	47.797	48.71	45.77
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	7,238.23	7,238.23	7,238.23	7,238.23	7,238.23
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	2,020.62	2,020.62	2,020.62	2,020.62	2,020.62
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	5,426,936.83	5,206,930.53	4,894,130.14	4,987,419.73	4,686,561.07
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ¹	54.90	53.10	50.95	47.89	48.801	45.86

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจาก ระยะทางใช้งาน 7,300 กิโลเมตรต่อปี อายุการใช้งาน 7 ปี

4.5.3.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการการให้เงินอุดหนุนโดยตรง (Direct Subsidies)

โดยทั่วไปมาตรการอุดหนุนโดยตรงที่ใช้สำหรับการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจะถูกใช้ในรูปแบบที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นมาตรการเครดิตภาษี หรือส่วนลดจากการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งมาตรการต่าง ๆ จะมีผลต่อมูลค่าของเงินตามเวลาที่แตกต่างกันเนื่องจากระยะเวลาได้รับเงินอุดหนุนจะแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น มาตรการเครดิตภาษีของประเทศสหรัฐอเมริกาต้องใช้ระยะเวลากว่า 1 ปี ในการได้รับเครดิตเงินคืน หรือ การให้เช็คส่วนลดของรัฐแคลิฟอร์เนียซึ่งผู้บริโภคที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะได้รับภายใน 90 วันนับจากยื่นคำร้อง เป็นต้น (Jin et al. 2014)

คณะผู้วิจัยได้กำหนดให้ “มูลค่าเงินอุดหนุน” ที่ทำให้นยานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างสามารถแข่งขันกับยานยนต์ ICE เท่ากับส่วนต่างของ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์ ICE ใน Segment เดียวกัน และลักษณะเงินอุดหนุนนั้นผู้บริโภคที่ใช้นยานยนต์ไฟฟ้าจะได้รับหลังจากการยื่นคำร้องไม่เกิน 90 วัน อีกทั้งยังกำหนดให้กระแสเงินสดรับจากเงินอุดหนุนจะเกิดขึ้น ณ ปีที่ 0 และพิจารณาเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าที่มี TCO ต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ในกรณีนี้คือยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กเท่านั้น

จากการคำนวณพบว่ามูลค่าเงินอุดหนุนที่ให้แก่ผู้ซื้อ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) เท่ากับ 483,000 และ 555,000 บาทต่อคัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-49: มูลค่าเงินอุดหนุนที่นำมาวิเคราะห์

ยานยนต์ตัวอย่าง	เงินอุดหนุน (บาทต่อคัน)
Hyundai Ioniq (BEV)	483,000
Toyota Prius Prime (PHEV)	555,000

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ผลกระทบต่อ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้า จากมาตรการเงินอุดหนุนโดยตรง ที่แสดงในตารางที่ 4-50 พบว่าเงินอุดหนุนโดยตรงจำนวน 483,000 บาท สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก ส่งผลให้ TCO ของ Hyundai Ioniq ลดลงจาก 1,354,608.88 บาท เหลือ 871,608.88 บาท หรือ TCO มีลดลงจากกรณีฐานคิดเป็นร้อยละ 35.66 หากนำไปเปรียบเทียบกับผลของมาตรการภาษี ที่ทำให้ราคาซื้อของ Hyundai Ioniq ลดลงในมูลค่าใกล้เคียงกับจำนวนเงินจากการใช้มาตรการเงินอุดหนุนโดยตรง คือ มาตรการลดภาษีนำเข้าเหลือร้อยละ 50 ร่วมกับการลดภาษีสรรพสามิตลงเหลือร้อยละ 2 ซึ่งมาตรการภาษีดังกล่าว มีผลทำให้ราคาซื้อลดลงจากเดิม 479,000 บาท และมี TCO เท่ากับ 1,035,385.54 บาท ลดลงจากกรณีฐานร้อยละ 23.57

ขณะที่เงินอุดหนุนโดยตรงมูลค่า 555,000 บาท สำหรับส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินส่งผลให้ TCO ของ Toyota Prius Prime ลดลงจาก 1,426,313.04 บาท เหลือ 871,313.04 บาท หรือลดลงร้อยละ 38.91 อย่างไรก็ตาม หากนำผลจากมาตรการเงินอุดหนุนโดยตรงมาเปรียบเทียบกับมาตรการภาษี ที่ทำให้ราคาซื้อของ Toyota Prius Prime ลดลงใกล้เคียงกับจำนวนเงินจากการใช้มาตรการเงินอุดหนุนโดยตรง พบว่า คือการใช้มาตรการลดภาษีนำเข้าให้เหลือร้อยละ 50 ร่วมกับการยกเว้นภาษีสรรพสามิตและภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งมาตรการดังกล่าวส่งผลทำให้ราคาซื้อลดลงจากเดิม 564,000 บาท และได้ TCO เท่ากับ 1,022,175.99 บาทซึ่งลดลงจากกรณีฐานเพียงร้อยละ 28.33

จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง TCO ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนจากมาตรการเงินอุดหนุนมากกว่ามาตรการภาษี ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า มาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรงเกิดประสิทธิผลทำให้ TCO ของ BEV และ PHEV ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก ลดลงมากกว่า TCO ของ BEV และ PHEV เมื่อใช้มาตรการภาษี

ตารางที่ 4-50: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการใช้จ่ายมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรง

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)	Hyundai Ioniq (BEV)			Toyota Prius Prime (PHEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีฐาน	กรณีใช้มาตรการเงินอุดหนุนโดยตรง	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)	กรณีฐาน	กรณีใช้มาตรการเงินอุดหนุนโดยตรง	การเปลี่ยนแปลง ¹ (ร้อยละ)
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	1,000,578.39	1,000,578.39	-	1,023,847.65	1,023,847.65	-
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	53,656.38	53,656.38	-	54,819.01	54,819.01	-
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	41,852.64	41,852.64	-	77,575.78	77,575.78	-
ดอกเบี้ย	67,507.62	135,869.78	135,869.78	-	138,899.46	138,899.46	-
ประกันภัย	61,972.35	111,404.71	111,404.71	-	113,388.80	113,388.80	-
ภาษีประจำปี	12,813.82	6,361.49	6,361.49	-	12,804.66	12,804.66	-
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	4,885.49	4,885.49	-	4,977.67	4,977.67	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	-	-	-	-	-	-
TCO ก่อนรวมเงินอุดหนุน	871,488.47	1,354,608.88	1,354,608.88	-	1,425,403.77	1,425,403.77	-
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมเงินอุดหนุน ²	8.53	13.25	13.25	-	13.96	13.96	-
เงินอุดหนุน	-	-	483,000	-	-	555,000	-
TCO หลังรวมเงินอุดหนุน	871,488.47	1,354,608.88	871,608.88	-35.66	1,425,403.77	871,313.04	-38.91
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมเงินอุดหนุน ²	8.53	13.25	8.53	-35.66	13.95	8.53	-38.91

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.5.3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน

รถยนต์นั้นถือว่าเป็นสินค้าถาวรและการตัดสินใจซื้อสินค้าเป็นแบบการตัดสินใจซื้อในระยะยาว ผู้บริโภคจะซื้อเงินผ่อนเป็นส่วนใหญ่ อัตราดอกเบี้ยจึงมีส่วนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงความต้องการซื้อรถยนต์ของผู้บริโภคได้

การใช้มาตรการดอกเบี้ยพิเศษซึ่งภาครัฐอาจสามารถทำได้โดยขอความร่วมมือผู้จัดจำหน่ายให้มีส่วนในการช่วยส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า ด้วยเงื่อนไขการผ่อนชำระแบบไม่มีอัตราดอกเบี้ยผ่านสถาบันการเงิน ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่บริษัทผู้จัดจำหน่ายนิยมใช้เพื่อส่งเสริมการจำหน่ายรถยนต์และกระตุ้นการซื้อยานยนต์อยู่แล้ว อีกทั้งยังสามารถลด TCO ของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงแต่มาตรการนี้จะกระทบต่อผู้จัดจำหน่ายโดยตรงเพราะต้องแบกรับต้นทุนดอกเบี้ยไว้เองหรือรัฐอาจจะต้องมีมาตรการเสริมเพื่อช่วยเหลือผู้จัดจำหน่ายในการแบกรับต้นทุนดอกเบี้ยไว้ก็ได้

หากรัฐใช้มาตรการดอกเบี้ยพิเศษ ตารางที่ 4-51 แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ ในกรณีฐาน TCO ของ Fomm One เท่ากับ 471,930.17 บาท ผลจากการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน ส่งผลให้ TCO ของ Fomm One ในกรณีที่ไม่มีต้นทุนดอกเบี้ยลดลงร้อยละ 10.93 และหากพิจารณาผลจากการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงินของยานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างในกลุ่มอื่น ๆ พบว่ามีอ่อนไหวต่อการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงินไม่แตกต่างกันมากนัก ไม่ว่าจะเป็น Tesla Model S, Toyota Prius Prime และ Hyundai Ioniq

จากผลการศึกษาข้างต้นนอกจาก มาตรการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน จะช่วยลด TCO ของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถช่วยแบ่งเบาภาระในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าของภาครัฐได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ในหัวข้อที่ 4.5.3.2 พบว่ามูลค่าเงินอุดหนุนที่ให้แก่มือถือ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) เท่ากับ 483,000 และ 555,000 บาทต่อคัน ซึ่งมูลค่าดังกล่าวถือเป็นจำนวนเงินที่สูงมาก เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ในกรณีศึกษา แต่หากมีมาตรการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงินร่วมกับมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรง จะพบว่า มูลค่าเงินอุดหนุนที่ให้แก่มือถือ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) จะลดลงเหลือ 362,000 และ 416,000.00 บาทต่อคัน

ตารางที่ 4-51: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Fomm One (BEV)			Hyundai Ioniq (BEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีสนับสนุนทางการเงิน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	กรณีฐาน	กรณีสนับสนุนทางการเงิน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	297,846.59	297,846.59	-	1,000,578.39	1,000,578.39	-
ค่าเชื้อเพลิง	23,545.66	23,545.66	-	53,656.38	53,656.38	-
ค่าบำรุงรักษา	37,028.24	37,028.24	-	41,852.64	41,852.64	-
ดอกเบี้ย	51,582.35	-	-100	135,869.78	-	-100
ประกันภัย	57,898.75	57,898.75	-	111,404.71	111,404.71	-
ภาษีประจำปี	1,908.45	1,908.45	-	6,361.49	6,361.49	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	469,810.05	418,227.70	-10.98	1,349,723.38	1,213,853.61	-10.07
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.60	4.09	-10.98	13.21	11.88	-10.07
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	2,120.12	2,120.12	-	4,885.49	4,885.49	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	471,930.17	420,347.82	-10.93	1,354,608.88	1,218,739.10	-10.03
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.62	4.11	-10.93	13.25	11.93	-10.03

ตารางที่ 4-51: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน (ต่อ)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Toyota Prius Prime (PHEV)			Tesla Model S (BEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีสนับสนุนทางการเงิน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	กรณีฐาน	กรณีสนับสนุนทางการเงิน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	1,023,847.65	-	3,389,866.51	3,389,866.51	-
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	54,819.01	-	70,151.47	70,151.47	-
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	77,575.78	-	230,129.64	230,129.64	-
ดอกระเบี่ย	138,899.46	-	-100	379,099.21	-	-100
ประกันภัย	113,388.80	113,388.80	-	202,551.99	202,551.99	-
ภาษีประจำปี	12,804.66	12,804.66	-	12,086.83	12,086.83	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,282,435.90	-9.77	4,283,885.65	3,904,786.45	-8.85
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.91	12.55	-9.77	41.92	38.21	-8.85
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	4,977.67	-	6,176.00	6,176.00	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,426,313.04	1,287,413.57	-9.74	4,290,061.65	3,910,962.45	-8.84
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.96	12.60	-9.74	41.98	38.27	-8.84

ตารางที่ 4-51: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการสนับสนุนทางการเงินผ่านสถาบันการเงิน (ต่อ)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	BMW 740Le (PHEV)		
	กรณีเปรียบเทียบ	กรณีสนับสนุนทางการเงิน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,402,544.91	-
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	111,848.93	-
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	162,127.87	-
ดอกเบี้ย	492,440.55	-	-100
ประกันภัย	231,056.65	231,056.65	-
ภาษีประจำปี	17,659.07	17,659.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	4,925,237.43	-9.09
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.01	48.19	-9.09
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	7,238.23	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	2,020.62	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,426,936.83	4,934,496.28	-9.07
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.10	48.28	-9.07

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.5.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า โดยกำหนดให้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าหันมาใช้สถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะแทนการอัดประจุตามที่พักอาศัย ด้วยอัตราค่าไฟฟ้าที่ทางคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานได้ประกาศใช้อัตราเรียกเก็บค่าไฟฟ้าในลักษณะอัตราชั่วคราวตาม "อัตราการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลา (TOU)" แบ่งเป็นช่วง Peak (ระหว่าง 09:00 น. ถึง 22:00 น.) ที่อัตราค่าไฟฟ้าเท่ากับ 4.1025 บาทต่อหน่วย และช่วง Off-peak (ระหว่าง 22:00 น. ถึง 09:00 น.) คิดอัตราค่าไฟฟ้าเท่ากับ 2.5849 บาทต่อหน่วย (โดยยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม) และกำหนดพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้าไว้สามกรณีดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 คือกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าช่วง Peak ทั้งหมด กรณีที่ 2 คือกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าช่วง Peak และ Off-peak อย่างละครึ่งของระยะเวลาที่ใช้นานยนต์ไฟฟ้า และกรณีที่ 3 คือกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าช่วง Off-peak ทั้งหมด

ตารางที่ 4-52 แสดงผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างในสถานการณ์ที่พฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้าแตกต่างกันไปในสามกรณีที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่ายานยนต์ไฟฟ้าตัวอย่างในแต่ละ Segment มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไม่แตกต่างกันมากนัก โดยหากผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าตามสถานีอัดประจุสาธารณะในช่วง Peak ตลอดอายุการใช้งาน 7 ปี จะส่งผลให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากกรณีฐานเฉลี่ยร้อยละ 10.13 ของต้นทุนค่าไฟฟ้าจากการอัดประจุตามที่พักอาศัย แต่ในกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off-Peak ทั้งหมดจะส่งผลให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าลดลงจากกรณีฐานเฉลี่ยร้อยละ 27.40 ของต้นทุนค่าไฟฟ้าจากการอัดประจุตามที่พักอาศัย และในกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Peak และ Off-Peak อย่างละครึ่งตลอดช่วงอายุการใช้งาน 7 ปี ต้นทุนค่าไฟฟ้าของผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าจะลดลงจากกรณีฐานเฉลี่ยร้อยละ 8.64 ของต้นทุนค่าไฟฟ้าจากการอัดประจุตามที่พักอาศัย

สำหรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้าที่มีต่อ TCO พบว่าในกรณีที่ 1 TCO เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.35 ของ TCO ในกรณีฐาน ส่วนกรณีที่ 3 TCO จะเปลี่ยนแปลงลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.93 ของ TCO ในกรณีฐาน และกรณีที่ 2 TCO จะเปลี่ยนแปลงลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.29 ของ TCO ในกรณีฐาน

จะเห็นได้ว่าด้วยอัตราไฟฟ้าชั่วคราวที่ประกาศใช้จะจูงใจให้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าหันไปเลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะมากกว่าการอัดประจุตามที่พักอาศัยโดยเฉพาะในกรณีที่ผู้ใช้นานยนต์อัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off-Peak ทั้งหมด หรือ อัดประจุไฟฟ้าช่วง Peak และ Off-peak อย่างละครึ่งของระยะเวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้า เพราะจะได้ TCO ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าธุรกิจสถานีอัดประจุไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้ในประเทศไทยก็ต่อเมื่อสามารถพิสูจน์ให้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าเห็นว่าการมาอัดประจุไฟฟ้าที่สถานีสาธารณะจะทำให้ TCO ลดลงโดยตรง การจูงใจให้ผู้ใช้นานยนต์ไฟฟ้าใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะได้ก็จะส่งผลต่อความคุ้มค่าในโครงการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าของผู้ประกอบการและเมื่อปริมาณความต้องการใช้บริการมากขึ้น ก็จะสามารถดึงดูดผู้ประกอบการด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้เข้าสู่ตลาด เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค ส่งผลต่อการขยายตัวของปริมาณสถานีอัดประจุ

การขยายตัวนี้ก็จะส่งผลต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่จะเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในอีกด้วย

ตารางที่ 4-52: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า

ตารางย่อย ก: Fomm One (BEV)

หน่วย: บาท

กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีอัดประจุช่วง Peak ทั้งหมด		กรณีประจุช่วง Peak และ Off-Peak		กรณีอัดประจุช่วง Off-Peak ทั้งหมด	
สัดส่วนการอัดประจุตามช่วงเวลา ช่วง Peak: ช่วง Off-peak ¹	-	100:0	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	50:50	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	0:100	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²
ค่าเสื่อมราคา	297,846.59	297,846.59	-	297,846.59	-	297,846.59	-
ค่าเชื้อเพลิง	23,545.66	25,910.11	10.04	21,117.77	-10.31	16,325.42	-30.66
ค่าบำรุงรักษา	37,028.24	37,028.24	-	37,028.24	-	37,028.24	-
ดอกเบี้ย	51,582.35	51,582.35	-	51,582.35	-	51,582.35	-
ประกันภัย	57,898.75	57,898.75	-	57,898.75	-	57,898.75	-
ภาษีประจำปี	1,908.45	1,908.45	-	1,908.45	-	1,908.45	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	469,810.05	472,174.50	0.50	467,382.16	-0.52	462,589.81	-1.54
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	4.60	4.62	0.50	4.57	-0.52	4.53	-1.54
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	2,120.12	2,120.12	-	2,120.12	-	2,120.12	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	471,930.17	474,294.62	0.50	469,502.27	-0.51	464,709.93	-1.53
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	4.62	4.64	0.50	4.59	-0.51	4.55	-1.53

ตารางที่ 4-52: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีอัดประจุช่วง Peak ทั้งหมด		กรณีประจุช่วง Peak และ Off-Peak		กรณีอัดประจุช่วง Off-Peak ทั้งหมด	
สัดส่วนการอัดประจุตามช่วงเวลา ช่วง Peak: ช่วง Off-peak ¹	-	100:0	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	50:50	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	0:100	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²
ค่าเสื่อมราคา	1,000,578.39	1,000,578.39	-	1,000,578.39	-	1,000,578.39	-
ค่าเชื้อเพลิง	53,656.38	60,583.94	12.91	49,378.31	-7.97	38,172.68	-28.86
ค่าบำรุงรักษา	41,852.64	41,852.64	-	41,852.64	-	41,852.64	-
ดอกเบี้ย	135,869.78	135,869.78	-	135,869.78	-	135,869.78	-
ประกันภัย	111,404.71	111,404.71	-	111,404.71	-	111,404.71	-
ภาษีประจำปี	6,361.49	6,361.49	-	6,361.49	-	6,361.49	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,349,723.38	1,356,650.94	0.51	1,345,445.31	-0.32	1,334,239.68	-1.15
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	13.21	13.27	0.51	13.16	-0.32	13.06	-1.15
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,885.49	4,885.49	-	4,885.49	-	4,885.49	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	1,354,608.88	1,361,536.44	0.51	1,350,330.81	-0.32	1,339,125.18	-1.14
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	13.25	13.32	0.51	13.21	-0.32	13.10	-1.14

ตารางที่ 4-52: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางย่อย ค: Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีอัดประจุช่วง Peak ทั้งหมด		กรณีประจุช่วง Peak และ Off-Peak		กรณีอัดประจุช่วง Off-Peak ทั้งหมด	
สัดส่วนการอัดประจุตามช่วงเวลา ช่วง Peak: ช่วง Off-peak ¹	-	100:0	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	50:50	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	0:100	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	1,023,847.65	-	1,023,847.65	-	1,023,847.65	-
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	61,727.03	12.60	50,309.98	-8.23	38,892.92	-29.05
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	77,575.78	-	77,575.78	-	77,575.78	-
ดอกเบี้ย	138,899.46	138,899.46	-	138,899.46	-	138,899.46	-
ประกันภัย	113,388.80	113,388.80	-	113,388.80	-	113,388.80	-
ภาษีประจำปี	12,804.66	12,804.66	-	12,804.66	-	12,804.66	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,428,243.39	0.49	1,416,826.33	-0.32	1,405,409.28	-1.12
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	13.91	13.97	0.49	13.86	-0.32	13.75	-1.12
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	4,977.67	-	4,977.67	-	4,977.67	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	1,426,313.04	1,433,221.06	0.48	1,421,804.01	-0.32	1,410,386.95	-1.12
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	13.96	14.01	0.48	13.91	-0.32	13.80	-1.12

ตารางที่ 4-52: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางย่อย ง: Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีอัดประจุช่วง Peak ทั้งหมด		กรณีประจุช่วง Peak และ Off-Peak		กรณีอัดประจุช่วง Off-Peak ทั้งหมด	
		100:0	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	50:50	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	0:100	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²
สัดส่วนการอัดประจุตามช่วงเวลา ช่วง Peak: ช่วง Off-peak ¹	-						
ค่าเสื่อมราคา	3,389,866.51	3,389,866.51	-	3,389,866.51	-	3,389,866.51	-
ค่าเชื้อเพลิง	70,151.47	76,587.24	9.17	62,421.64	-11.02	48,256.03	-31.21
ค่าบำรุงรักษา	230,129.64	230,129.64	-	230,129.64	-	230,129.64	-
ดอกเบี้ย	379,099.21	379,099.21	-	379,099.21	-	379,099.21	-
ประกันภัย	202,551.99	202,551.99	-	202,551.99	-	202,551.99	-
ภาษีประจำปี	12,086.83	12,086.83	-	12,086.83	-	12,086.83	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,283,885.65	4,290,321.42	0.15	4,276,155.82	-0.18	4,261,990.21	-0.51
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	41.92	41.98	0.15	41.84	-0.18	41.70	-0.51
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	6,176.00	6,176.00	-	6,176.00	-	6,176.00	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	4,290,061.65	4,295,497.42	0.15	4,282,331.82	-0.18	4,268,166.21	-0.51
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	41.98	42.04	0.15	41.90	-0.18	41.76	-0.51

ตารางที่ 4-52: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์การอัดประจุไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางย่อย จ: BMW 740Le (PHEV)

หน่วย: บาท

กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีอัดประจุช่วง Peak ทั้งหมด		กรณีประจุช่วง Peak และ Off-Peak		กรณีอัดประจุช่วง Off-Peak ทั้งหมด	
สัดส่วนการอัดประจุตามช่วงเวลา ช่วง Peak: ช่วง Off-peak ¹	-	100:0	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	50:50	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²	0:100	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ²
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,402,544.91	-	4,402,544.91	-	4,402,544.91	-
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	118,498.95	5.95	105,531.43	-5.65	92,563.91	-17.24
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	162,127.87	-	162,127.87	-	162,127.87	-
ดอกเบี้ย	492,440.55	492,440.55	-	492,440.55	-	492,440.55	-
ประกันภัย	231,056.65	231,056.65	-	231,056.65	-	231,056.65	-
ภาษีประจำปี	17,659.07	17,659.07	-	17,659.07	-	17,659.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	5,424,328.00	0.12	5,411,360.48	-0.12	5,398,392.96	-0.36
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	53.01	53.08	0.12	52.95	-0.12	52.82	-0.36
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	7,238.23	-	7,238.23	-	7,238.23	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	2,020.62	-	2,020.62	-	2,020.62	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบ	5,482,336.59	5,433,586.85	0.12	5,420,619.33	-0.12	5,407,651.81	-0.36
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ³	53.10	53.71	0.12	53.04	-0.12	52.91	-0.36

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ช่วง Peak คือ ช่วงเวลาระหว่าง 09:00 น. – 22:00 น., ช่วง Off Peak คือ ช่วงเวลาระหว่าง 22:00 น. – 09:00 น.

²ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

³ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.5.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง สามารถแบ่งออกได้เป็นสามกลุ่มตาม Segment ของรถยนต์ อันได้แก่กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก และกลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ ผลการวิเคราะห์อยู่ในตารางที่ 4-53 4-54 และ 4-55 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4-53 แสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงใน กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ จะเห็นได้ว่าเมื่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามข้อสมมติที่กำหนดไว้ พบว่า Toyota Yaris มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากกว่า Fomm One โดยมีต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นสูงขึ้นร้อยละ 6.93 จากกรณีฐาน ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.67 จากกรณีฐาน ขณะที่ Fomm One ซึ่งอ่อนไหวน้อยกว่าต้นทุนจากค่าไฟฟ้าสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.17 และ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.21 จากกรณีฐาน

จากตารางที่ 4-54 ผลการศึกษาใน กลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก มีความอ่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันกับกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ โดย Honda Civic มีต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นสูงขึ้นร้อยละ 6.93 ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมเปลี่ยนแปลงจากกรณีฐาน ร้อยละ 1.13 จากกรณีฐาน ส่วนยานยนต์ไฟฟ้าทั้งสองประเภทในกลุ่มนี้มีต้นทุนจากค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ร้อยละ 4.48 กระทั่งทำให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Hyundai Ioniq และ Toyota Prius Prime เพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.18 และ ร้อยละ 0.17 ตามลำดับ

สำหรับผลการศึกษาใน กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ จากตารางที่ 4-55 พบว่า ยานยนต์ BMW 740Le กลับความอ่อนไหวด้านต้นทุนค่าเชื้อเพลิงจากการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากที่สุด แตกต่างจากรถยนต์กลุ่มอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจาก BMW 740Le ต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานไฟฟ้า ในการใช้งาน รวมถึงราคาน้ำมันเบนซินต่อลิตร มีราคาสูงกว่า น้ำมันดีเซลที่ใช้ใน Mercedes Benz S350d จึงส่งผลให้ BMW 740Le มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน โดย BMW 740Le มีต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าไฟฟ้า เพิ่มขึ้นสูงขึ้น ร้อยละ 7.43 จากกรณีฐาน ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคม เพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.15

นอกจากนี้ Mercedes Benz S350d ที่มีต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เพิ่มขึ้นสูงขึ้น ร้อยละ 6.92 ส่งผลให้ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมเปลี่ยนแปลงจากกรณีฐานร้อยละ 0.15 จากกรณีฐาน และ Tesla Model S มีต้นทุนจากค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.50 และ TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคม เปลี่ยนแปลงจากกรณีฐาน ร้อยละ 0.07

ตารางที่ 4-53 : ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกระทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Toyota Yaris (ICE)			Fomm One (BEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาน้ำมัน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาไฟฟ้า	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01	215,008.01	-	297,846.59	297,846.59	-
ค่าเชื้อเพลิง	122,478.78	130,970.87	6.93	23,545.66	24,526.51	4.17
ค่าบำรุงรักษา	58,516.00	58,516.00	-	37,028.24	37,028.24	-
ดอกเบี้ย	37,210.76	37,210.76	-	51,582.35	51,582.35	-
ประกันภัย	56,265.94	56,265.94	-	57,898.75	57,898.75	-
ภาษีประจำปี	7,135.07	7,135.07	-	1,908.45	1,908.45	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	505,106.65	1.71	469,810.05	470,790.90	0.21
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.86	4.94	1.71	4.60	4.61	0.21
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08	7,863.08	-	2,120.12	2,120.12	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,793.91	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54	517,763.64	1.67	471,930.17	472,911.02	0.21
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.98	5.07	1.67	4.62	4.63	0.21

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-54 : ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Honda Civic (ICE)			Hyundai Ioniq (BEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาน้ำมัน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาไฟฟ้า	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	497,031.50	-	1,000,578.39	1,000,578.39	-
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	152,240.68	6.93	53,656.38	56,059.75	4.48
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	75,363.99	-	41,852.64	41,852.64	-
ดอกเบี้ย	67,507.62	67,507.62	-	135,869.78	135,869.78	-
ประกันภัย	61,972.35	61,972.35	-	111,404.71	111,404.71	-
ภาษีประจำปี	12,813.82	12,813.82	-	6,361.49	6,361.49	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	866,929.96	1.15	1,349,723.38	1,352,126.75	0.18
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจาก ผลกระทบภายนอก ²	8.39	8.48	1.15	13.21	13.23	0.18
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	9,636.10	-	4,885.49	4,885.49	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,793.91	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	881,359.97	1.13	1,354,608.88	1,357,012.24	0.18
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจาก ผลกระทบภายนอก ²	8.53	8.62	1.13	13.25	13.28	0.18

ตารางที่ 4-54 : ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง (ต่อ)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Toyota Prius Prime (PHEV)		
	กรณีเปรียบเทียบ	กรณีเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมัน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	1,023,847.65	-
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	57,275.14	4.48
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	77,575.78	-
ดอกเบี้ย	138,899.46	138,899.46	-
ประกันภัย	113,388.80	113,388.80	-
ภาษีประจำปี	12,804.66	12,804.66	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,423,791.50	0.17
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.91	13.93	0.17
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	4,977.67	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,426,313.04	1,428,769.17	0.17
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.96	13.98	0.17

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-55: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	Mercedes Benz S350d (ICE)			Tesla Model S (BEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาน้ำมัน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาไฟฟ้า	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,438,844.97	4,438,844.97	-	3,389,866.51	3,389,866.51	-
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.03	134,289.00	6.92	70,151.47	73,311.61	4.50
ค่าบำรุงรักษา	260,708.45	260,708.45	-	230,129.64	230,129.64	-
ดอกเบี้ย	496,402.44	496,402.44	-	379,099.21	379,099.21	-
ประกันภัย	233,218.71	233,218.71	-	202,551.99	202,551.99	-
ภาษีประจำปี	40,960.26	40,960.26	-	12,086.83	12,086.83	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,726.85	5,604,423.82	0.16	4,283,885.65	4,287,045.79	0.07
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.75	54.84	0.16	41.92	41.95	0.07
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.39	7,884.39	-	6,176.00	6,176.00	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.14	7,673.14	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,284.39	5,619,981.36	0.15	4,290,061.65	4,293,221.79	0.07
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.90	54.99	0.15	41.98	42.01	0.07

ตารางที่ 4-55: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิง (ต่อ)

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง	BMW 740Le (PHEV)		
กรณีเปรียบเทียบ	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลง ราคาน้ำมัน	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,402,544.91	-
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	120,161.00	7.43
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	162,127.87	-
ดอกเบี้ย	492,440.55	492,440.55	-
ประกันภัย	231,056.65	231,056.65	-
ภาษีประจำปี	17,659.07	17,659.07	-
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	5,425,990.05	0.15
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.01	53.09	0.15
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	7,238.23	-
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	2,020.62	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,426,936.83	5,435,248.90	0.15
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.10	53.18	0.15

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.5.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด

ตารางที่ 4-56 แสดงผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์จากการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดจากเดิมร้อยละ 2.45 ต่อปี ในกรณีฐาน ให้ลดลงเป็นร้อยละ 1.47 ต่อปี พบว่า TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคม ของ Toyota Yaris และ Fomm One เปลี่ยนแปลงในทิศทางที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.47 และ 3.19 ตามลำดับ ในขณะที่เมื่ออัตราคิดลดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3.43 ต่อปี TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ Toyota Yaris และ Fomm One เปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 3.29 และ 3.04 จากกรณีฐาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-57 แสดงผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก และตารางที่ 4-58 แสดงผลการคำนวณ TCO ของยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ ให้ผลการคำนวณเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลที่ได้จากตารางที่ 4-56 กล่าวคือเมื่ออัตราคิดลดเปลี่ยนแปลงไปจากกรณีฐาน TCO ที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงกันข้ามเสมอ แสดงให้เห็นผลกระทบของอัตราการคิดลดต่อ TCO โดยหากใช้อัตราคิดลดในอัตราที่สูง TCO ที่ประเมินได้จะมีค่าต่ำกว่าการใช้อัตราคิดลดในอัตราที่ต่ำ

สาเหตุที่ต้องพิจารณา TCO ด้วยอัตราคิดลดที่ต่างค่ากัน เนื่องจากความพึงพอใจของผู้บริโภคแต่ละรายในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน (การบริโภคข้ามเวลา) บุคคลที่มีความพึงพอใจอย่างมากที่จะเลือกบริโภคในปัจจุบัน หากจะให้ผลการบริโภคในปัจจุบันก็จำเป็นต้องได้รับผลประโยชน์สูงจากการเลื่อนไปบริโภคในอนาคต ซึ่งแสดงออกมาในรูปของอัตราคิดลดในอัตราที่สูง ในทางกลับกัน ถ้าบุคคลมีความพึงพอใจในการบริโภคอนาคตมากกว่าก็จะแสดงออกด้วยอัตราส่วนคิดลดในอัตราที่ต่ำ

การพิจารณาใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสมจะทำให้สามารถออกแบบแนวทางในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าได้ตรงกับความพอใจของผู้ใช้งานยานยนต์ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำไปใช้ในการคำนวณเงินอุดหนุนโดยตรง พบว่ามูลค่าเงินอุดหนุนที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีความพึงพอใจที่เลือกบริโภคในปัจจุบัน (อัตราคิดลดในอัตราที่สูง) จะมีมูลค่าต่ำกว่าผู้บริโภคที่มีความพึงพอใจที่เลือกบริโภคในอนาคต (อัตราคิดลดในอัตราที่ต่ำ) ตัวอย่างเช่น จำนวนเงินอุดหนุนโดยตรงซึ่งทำให้ Hyundai Ioniq สามารถแข่งขันด้าน TCO กับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเท่ากับ 483,000 บาทต่อคัน แต่สำหรับผู้บริโภคมีความพึงพอใจที่เลือกบริโภคในปัจจุบันเงินอุดหนุนจะลดลงเหลือ 446,000 บาทต่อคัน ซึ่งจะช่วยให้รัฐประหยัดงบประมาณในการให้เงินอุดหนุนเพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4-56: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด

ตารางย่อย ก: Toyota Yaris (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Toyota Yaris (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	215,008.01	221,175.52	2.87	209,124.48	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	122,478.78	127,184.52	3.84	118,032.41	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	58,516.00	61,356.41	4.85	55,846.37	-4.56
ดอกเบี้ย	37,210.76	38,106.86	2.41	36,348.11	-2.32
ประกันภัย	56,265.94	58,547.12	4.05	54,108.69	-3.83
ภาษีประจำปี	7,135.07	7,400.94	3.73	6,883.54	-3.53
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	496,614.56	513,771.36	3.45	480,343.61	-3.28
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.86	5.03	3.45	4.70	-3.28
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,863.08	8,170.99	3.92	7,572.29	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,978.09	3.84	4,619.87	-3.63
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	509,271.54	526,920.44	3.47	492,535.77	-3.29
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.98	5.16	3.47	4.82	-3.29

ตารางที่ 4-56: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Fomm One (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Fomm One (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	297,846.59	306,390.32	2.87	289,696.25	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	23,545.66	24,450.31	3.84	22,690.88	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	37,028.24	38,905.89	5.07	35,266.17	-4.76
ดอกเบี้ย	51,582.35	52,824.53	2.41	50,386.52	-2.32
ประกันภัย	57,898.75	60,244.10	4.05	55,680.67	-3.83
ภาษีประจำปี	1,908.45	1,981.77	3.84	1,839.16	-3.63
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	469,810.05	484,796.93	3.19	455,559.66	-3.03
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.60	4.74	3.19	4.46	-3.03
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	2,120.12	2,203.14	3.92	2,041.72	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	471,930.17	487,000.07	3.19	457,601.38	-3.04
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	4.62	4.77	3.19	4.48	-3.04

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-57: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด

ตารางย่อย ก: Honda Civic (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Honda Civic (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50	511,288.85	2.87	483,430.61	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18	147,839.13	3.84	137,200.73	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99	79,122.34	4.99	71,835.25	-4.68
ดอกเบี้ย	67,507.62	69,133.31	2.41	65,942.60	-2.32
ประกันภัย	61,972.35	64,462.37	4.02	60,651.83	-2.13
ภาษีประจำปี	12,813.82	13,291.29	3.73	12,362.10	-3.53
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	885,137.29	3.28	831,423.12	-2.99
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.39	8.66	3.28	8.14	-2.99
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10	10,013.44	3.92	9,279.75	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91	4,978.09	3.84	4,619.87	-3.63
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47	900,128.83	3.29	845,322.74	-3.00
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.53	8.81	3.29	8.27	-3.00

ตารางที่ 4-57: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Hyundai Ioniq (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Hyundai Ioniq (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,000,578.39	1,029,279.99	2.87	973,198.33	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	53,656.38	55,717.91	3.84	51,708.48	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	41,852.64	43,947.22	5.00	39,886.03	-4.70
ดอกเบี้ย	135,869.78	139,141.73	2.41	132,719.92	-2.32
ประกันภัย	111,404.71	115,876.19	4.01	108,915.29	-2.23
ภาษีประจำปี	6,361.49	6,605.91	3.84	6,130.55	-3.63
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,349,723.38	1,390,568.95	3.03	1,312,558.60	-2.75
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.21	13.61	3.03	12.84	-2.75
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,885.49	5,076.81	3.92	4,704.82	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,354,608.88	1,395,645.75	3.03	1,317,263.42	-2.76
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.25	13.66	3.03	12.89	-2.76

ตารางที่ 4-57: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์นั่งขนาดเล็ก: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด (ต่อ)

ตารางย่อย ค: Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Toyota Prius Prime (PHEV)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	1,023,847.65	1,053,216.74	2.87	995,830.85	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	54,819.01	56,925.20	3.84	52,828.90	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	77,575.78	81,308.57	4.81	74,066.20	-4.52
ดอกเบี้ย	138,899.46	142,244.38	2.41	135,679.37	-2.32
ประกันภัย	113,388.80	117,867.21	3.95	109,149.49	-3.74
ภาษีประจำปี	12,804.66	13,281.79	3.73	12,353.27	-3.53
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,421,335.36	1,464,843.88	3.06	1,379,908.09	-2.91
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.91	14.33	3.06	13.50	-2.91
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	4,977.67	5,172.60	3.92	4,793.59	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	1,426,313.04	1,470,016.48	3.06	1,384,701.68	-2.92
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	13.96	14.38	3.06	13.55	-2.92

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

ตารางที่ 4-58: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด

ตารางย่อย ก: Mercedes Benz S350d (ICE)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Mercedes Benz S350d (ICE)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,438,84	4,566,173.30	2.87	4,317,379.38	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	125,592.	130,417.38	3.84	121,032.64	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	260,708.	273,151.70	4.77	249,012.13	-4.49
ดอกเบี้ย	496,402.	508,356.59	2.41	484,894.40	-2.32
ประกันภัย	233,218.	242,346.42	3.91	224,574.57	-3.71
ภาษีประจำปี	40,960.2	42,486.53	3.73	39,516.32	-3.53
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,595,72	5,762,931.91	2.99	5,436,409.43	-2.85
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.75	56.39	2.99	53.19	-2.85
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,884.3	8,193.14	3.92	7,592.82	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	7,673.1	7,967.95	3.84	7,394.59	-3.63
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,611,2	5,779,093.01	2.99	5,451,396.84	-2.85
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	54.90	56.55	2.99	53.34	-2.85

ตารางที่ 4-58: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Tesla Model S (BEV)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	3,389,866.5	3,487,104.87	2.87	3,297,105.41	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	70,151.47	72,846.75	3.84	67,604.75	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	230,129.64	237,963.98	3.40	222,776.18	-3.20
ดอกเบี้ย	379,099.21	388,228.51	2.41	370,310.59	-2.32
ประกันภัย	202,551.99	210,310.11	3.83	195,199.39	-3.63
ภาษีประจำปี	12,086.83	12,551.22	3.84	11,648.04	-3.63
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,283,885.6	4,409,005.45	2.92	4,164,644.37	-2.78
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	41.92	43.14	2.92	40.75	-2.78
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	6,176.00	6,417.85	3.92	5,947.61	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	-	-	-	-	-
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	4,290,061.6	4,415,423.3	2.92	4,170,591.98	-2.78
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	41.98	43.20	2.92	40.81	-2.78

ตารางที่ 4-58: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของรถยนต์หรูขนาดใหญ่: กรณีการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด (ต่อ)

ตารางย่อย ค: BMW 740Le (PHEV)

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	BMW 740Le (PHEV)				
	กรณีฐาน	กรณีเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลด			
	อัตราคิดลด ร้อยละ 2.45 ต่อปี	อัตราคิดลด ร้อยละ 1.47 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹	อัตราคิดลด ร้อยละ 3.43 ต่อปี	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ) ¹
ค่าเสื่อมราคา	4,402,544.91	4,528,831.98	2.87	4,282,072.65	-2.74
ค่าเชื้อเพลิง	111,848.93	116,146.26	3.84	107,788.46	-3.63
ค่าบำรุงรักษา	162,127.87	168,872.18	4.16	155,818.66	-3.89
ดอกเบี้ย	492,440.55	504,299.28	2.41	481,024.35	-2.32
ประกันภัย	231,056.65	240,056.01	3.89	222,532.54	-3.69
ภาษีประจำปี	17,659.07	18,317.09	3.73	17,036.55	-3.53
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,417,677.98	5,576,522.80	2.93	5,266,273.22	-2.79
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.01	54.56	2.93	51.53	-2.79
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	7,238.23	7,521.68	3.92	6,970.55	-3.70
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	2,020.62	2,098.25	3.84	1,947.26	-3.63
TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	5,426,936.83	5,586,142.73	2.93	5,275,191.04	-2.80
TCO ต่อกิโลเมตร หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	53.10	54.66	2.93	51.62	-2.80

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีฐาน

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

4.6 ผลการศึกษาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง คือ การนำยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้งานแล้ว (Used car) มาดัดแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยการยกเครื่องยนต์เก่าออก แล้วใส่ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปแทนที่ ซึ่งถือว่าเป็นอีกทางเลือกของผู้บริโภคในการนำยานยนต์เก่าที่เครื่องยนต์เสื่อมสภาพของตนเองมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีประสิทธิภาพกว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

สำหรับข้อมูลด้านการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยค่อนข้างมีอยู่อย่างจำกัด คณะผู้วิจัยได้มีโอกาสสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่มีส่วนร่วมในโครงการ “สร้างต้นแบบรถยนต์ไฟฟ้าจากการดัดแปลงรถใช้แล้ว” ซึ่งเป็นโครงการร่วมระหว่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสอบถามแนวทางในการพิจารณาประเมินการแปลงยานยนต์เก่าให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

จากการสัมภาษณ์ พบว่ายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงมีขั้นตอนในการแปลงที่ไม่ซับซ้อน แต่มี 2 ประเด็นหลัก ๆ ที่ควรนำมาพิจารณาอันได้แก่ 1) ควรนำยานยนต์รุ่นใดมาแปลง และ 2) อุปกรณ์ในการแปลง

ประเด็นแรก ยานยนต์ที่นำมาแปลงต้องมีขนาดที่เหมาะสม เพราะต้องอาศัยพื้นที่ในการวางชุดแบตเตอรี่ และขนาดของยานยนต์จะต้องไม่ใหญ่จนเกินไป เพราะน้ำหนักของยานยนต์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด เนื่องจากยานยนต์ที่มีน้ำหนักมากต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ กำลังสูง เพื่อให้สอดคล้องกับประสิทธิภาพในการใช้งาน และมอเตอร์ขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับชุดแบตเตอรี่ขนาดใหญ่และระบบควบคุมที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งหมายความว่าค่าใช้จ่ายในการแปลงก็จะเพิ่มสูงขึ้นตาม

ประเด็นที่สอง อุปกรณ์ที่สำคัญในการแปลง ได้แก่ 1) มอเตอร์ไฟฟ้า 2) ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า 3) ชุดแปลงเกียร์ 4) อุปกรณ์สำหรับประจุไฟฟ้า และ 5) ชุดแบตเตอรี่ เพราะ อุปกรณ์เหล่านี้มีค่าใช้จ่ายคิดเป็นสัดส่วนรวมกันกว่าร้อยละ 90 ของค่าใช้จ่ายในการแปลง

4.6.1 ข้อสมมติและข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

เมื่อพิจารณาประเด็นข้างต้นแล้ว คณะผู้วิจัยได้เลือกยานยนต์ Honda Civic อายุการใช้งาน 7 ปี มาเป็นยานยนต์ตัวอย่างในการแปลง โดยกำหนดข้อสมมติในการคำนวณที่แตกต่างจากกรณีฐาน ดังต่อไปนี้

ราคาซื้อรถยนต์ สมมติให้ยานยนต์ที่นำมาแปลงมีมูลค่าก่อนแปลงเท่ากับราคาขายต่อของ Honda Civic จากกรณีฐาน เท่ากับ 335,000 บาท บวกค่าอุปกรณ์ในการแปลง หักด้วยมูลค่าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำออกหลังจากการแปลง เช่น เครื่องยนต์ เกียร์ ท่อไอเสีย กล่องควบคุมต่าง ๆ เป็นต้น

ชุดอุปกรณ์ในการแปลงที่ใช้ในการประเมิน TCO คณะผู้วิจัยเลือกใช้ชุดแปลง จาก EV West (2018) เนื่องจากเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านการแปลงยานยนต์ไฟฟ้า ในประเทศสหรัฐอเมริกา และมีชุดอุปกรณ์ในการแปลงที่ครบถ้วน ราคาประมาณ 594,000 บาทต่อชุด

ตารางที่ 4-59: อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

อุปกรณ์ในการแปลง	ราคา (ดอลลาร์สหรัฐ)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
1. AC Motor kit 96 V	3,950	52.00
2. AC controller 96V 650 AMP	2,150	5.45
3. Battery Monitor	269	0.45
4. Shunt	40	0.91
5. Transmission Adapter	1,155	11.34
6. Charger	729	6.99
7. J1772 Charge Level 1	230	-
8. Chill Plate	155	3.63
9. Cooling System	319	0.91
10. Throttle Control	239	1.81
11. DC Converter 400W 30 Amp	229	2.72
12. Controller Mount	149	2.27
13. Battery pack 22kWh	10,395	170.10
รวม	20,009	258.58
ราคาจำหน่ายเมื่อซื้อครบชุด (ดอลลาร์สหรัฐ)	18,900	
ราคาจำหน่ายเมื่อซื้อครบชุด (บาท) ¹	594,000.00	

ที่มา: EV West (2018)

หมายเหตุ: ¹อัตราแลกเปลี่ยน 31.26 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ

สำหรับมูลค่าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำออกหลังจากการแปลง คณะผู้วิจัยประเมินมูลค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ จากเว็บไซต์ขายอะไหล่มือสอง ซึ่งมีมูลค่าดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-60: มูลค่าอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำออกหลังจากการแปลง

อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่นำออก หลังจากการแปลง	มูลค่า (บาท)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
เครื่องยนต์	29,000	154
เกียร์	12,000	
ท่อไอเสีย	2,000	
กล่องควบคุมเกียร์	5,000	
กล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	6,000	
รวม	54,000	

ที่มา: รุ่งโรจน์ อะไหล่ยนต์ (2561)

“ราคาซื้อสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง” ที่ใช้ในงานศึกษาจึงเท่ากับ $335,000 + 594,000.00 - 54,000 = 875,000$ บาท

ราคาขายต่อ สมมติให้สัดส่วนอ้างอิงคำนวณมาจากรถยนต์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว 14 ปี ด้วยวิธีเดียวกับการคำนวณราคาขายต่อในกรณีฐาน จะมีราคาขายต่อเท่ากับร้อยละ 0.19 ของราคาซื้อ ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง และสาเหตุที่คณะผู้วิจัยเลือกใช้อัตราดังกล่าวมาศึกษา เนื่องจากการคาดการณ์ว่าเมื่อ ยานยนต์ดัดแปลงผ่านการใช้งานครบ 7 ปี อุปกรณ์ที่สำคัญ อย่างเช่น ชุดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนนั้นใกล้ เสื่อมสภาพและไม่มีการรับประกันแบตเตอรี่ ส่งผลให้ผู้ซื้อไปใช้งานต่อจำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยน แบตเตอรี่ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวกับระบบแบตเตอรี่ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้น ราคาขายต่อของยานยนต์ไฟฟ้า ดัดแปลง ควรจะมีราคาใกล้เคียงหรือต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเมื่อผ่านการใช้งานมาแล้ว 14 ปี

อัตราสิ้นเปลืองพลังงาน สมมติให้ ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานจากการใช้ ภายใต้อาหาระในเมืองร้อยละ 40 และสภาวะนอกเมือง ร้อยละ 60 คิดเป็น 0.184 กิโลวัตต์ต่อกิโลเมตร ซึ่งนำ ข้อมูลมาจากค่าเฉลี่ยอัตราสิ้นเปลืองพลังงาน จากยานยนต์ไฟฟ้าที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ได้แก่ Hyundai Ioniq, Nissan Leaf และ Ford Focus EV

ค่าบำรุงรักษา สมมติให้มีขั้นตอนการบำรุงรักษาเปรียบเทียบเสมือนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าใหม่ ที่ใช้ ประเมินในกรณีฐาน

ดอกเบี้ย สมมติให้ยานยนต์ที่นำมาแปลงเป็นยานยนต์เก่าของผู้แปลงจึงส่งผลให้ผู้แปลงไม่มีต้นทุน ค่าดอกเบี้ยเข้าซื้อ

ภาษีประจำปี เนื่องจากภาษีประจำปีของยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่คำนวณจากน้ำหนักยานยนต์ ซึ่งจากตารางที่ 4-59 และ 4-60 พบว่าอุปกรณ์ในการแปลง มีน้ำหนักรวม 258.58 กิโลกรัม ในขณะที่อุปกรณ์

ที่นำออกมาหลังจากการแปลงมีน้ำหนักรวม 154 กิโลกรัม และ Honda Civic ก่อนการแปลงมีน้ำหนักเท่ากับ 1,227 กิโลกรัม ดังนั้นหลังการแปลง จึงคาดว่ายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงจะมีน้ำหนักประมาณ 1,332 กิโลกรัม

สำหรับข้อสมมติหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่ใช้ในการประเมินต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงจะอ้างอิงตามกรณีฐาน

4.6.2 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในกับยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

ตารางที่ 4-61 รายงานผลการคำนวณ TCO ของ Honda Civic (ICE) และยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง หรือ BEV Conversion จะเห็นได้ว่า TCO ของ BEV Conversion ที่คำนวณได้ต่ำกว่า Honda Civic (ICE) อยู่ 8,835.65 บาท อันเนื่องมาจากความได้เปรียบด้านค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษา ภาษีประจำปี ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำกว่า รวมถึงไม่มีค่าดอกเบี้ยและต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศอีกด้วย

เมื่อเปรียบเทียบข้อได้เปรียบของต้นทุนข้างต้น พบว่า BEV Conversion โดยเปรียบเทียบกับ ICE แล้ว จะช่วยให้ผู้ใช้งานลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 55.37 ค่าบำรุงรักษา ร้อยละ 25.50 ดอกเบี้ย ร้อยละ 100 ภาษีประจำปี ร้อยละ 72.91 ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 41.21 และ ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ ร้อยละ 100 ตลอดอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ หากเปรียบเทียบกับ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กอันได้แก่ Hyundai Ioniq (BEV) และ Toyota Prius Prime (PHEV) ดังปรากฏในตารางที่ 4-37 จะเห็นได้ว่า TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมของ BEV Conversion ต่ำกว่า ของ BEV และ PHEV เป็นอย่างมาก

ตารางที่ 4-61: ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

หน่วย: บาท

ประเภทต้นทุน	Honda Civic (ICE)	Honda Civic Conversion (BEV Conversion)
ค่าเสื่อมราคา	497,031.50 (57.03)	659,916.35 (76.50)
ค่าเชื้อเพลิง	142,369.18 (16.34)	63,537.56 (7.37)
ค่าบำรุงรักษา	75,363.99 (8.65)	56,145.69 (6.51)
ดอกรับ	67,507.62 (7.75)	- -
ประกันภัย	61,972.35 (7.11)	73,922.20 (8.57)
ภาษีประจำปี	12,813.82 (1.47)	3,471.24 (0.40)
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	857,058.46	856,993.03
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.39	8.39
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	9,636.10 (1.11)	5,659.79 (0.66)
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4,793.91 (0.55)	- -
TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก	871,488.47 (100.00)	862,652.82 (100.00)
TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ²	8.53	8.44

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนร้อยละของต้นทุนประเภทต่าง ๆ

² ระยะทางรวม 102,200 กิโลเมตร คำนวณจากระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี อายุใช้งาน 7 ปี

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ผลในการคำนวณ TCO ของ BEV Conversion จะมีค่าต่ำกว่า TCO ของ ICE แต่อาจจะเป็นการรวบรัดจนเกินไปที่จะสรุปว่า การเลือกใช้ BEV Conversion แทนการซื้อยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะเป็นสิ่งที่คุ้มค่าเสมอไป เนื่องจากมีข้อจำกัดในการศึกษาหลายประการ ตัวอย่างเช่น ประการที่หนึ่ง ประสิทธิภาพในการใช้งาน เนื่องจากยานยนต์ที่นำมาแปลงนั้นไม่ได้ถูกออกแบบพื้นที่ไว้สำหรับชุดแบตเตอรี่ การติดตั้งชุดแบตเตอรี่ไว้ ฝากระโปรงหน้า หรือหลัง จะมีผลต่อประสิทธิภาพใน

การขับขี่ ประการที่สอง การประเมินค่าบำรุงรักษา โดยยานยนต์ที่นำมาแปลงคือรถยนต์เก่าที่ใช้มาแล้ว 7 ปี เมื่อรวมกับข้อสมมติในด้านการใช้งานอีก 7 ปี เป็น 14 ปี อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากข้อสมมติมีโอกาสชำรุดได้ง่าย ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นไม่สามารถนำมาประเมินได้ว่าจะชำรุดเมื่อไหร่ เป็นต้น ประการที่สาม ในการตัดสินใจว่าจะนำยานยนต์ที่ใช้แล้วมาแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า ผู้ใช้น้ำมันที่มีข้อห่วงใยในเรื่องราคาและคุณภาพการให้บริการแปลงยานยนต์ไฟฟ้าและการให้บริการหลังการแปลงยานยนต์แล้ว ด้วยข้อจำกัดในเรื่องข้อมูลราคาและคุณภาพเนื่องจากเป็นธุรกิจที่ยังไม่เกิดขึ้น จึงไม่ได้รวมต้นทุนเหล่านี้เข้าไปในการคำนวณ TCO ของ BEV Conversion ในการศึกษาครั้งนี้

4.7 ข้อสรุปท้ายบท

ในบทนี้ คณะผู้วิจัยได้คำนวณและเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO) ระหว่างยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน กับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินและยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยเฉพาะในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก และกลุ่มรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่

ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของประกอบด้วย ราคาซื้อ ราคาขายต่อ ค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษา ดอกเบี้ยที่เกิดจากการเช่าซื้อยานยนต์ ค่าประกันภัย ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี โดยกำหนดให้ระยะเวลาการเป็นเจ้าของคือ 7 ปี และใช้อัตราคิดลดคำนวณให้เป็นมูลค่า TCO ปัจจุบัน

TCO ที่คำนวณได้นี้ถือว่าเป็น “ต้นทุนเอกชน” เท่านั้นที่ผู้เป็นเจ้าของและใช้น้ำมันจ่ายตลอดอายุการใช้งานของยานยนต์ อย่างไรก็ตามในการใช้น้ำมันยังก่อให้เกิดผลกระทบภายนอกเชิงลบจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และจากมลพิษทางอากาศ

ยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในจะก่อให้เกิด “ต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์” จากการใช้น้ำมันและจากกระบวนการกลั่นน้ำมัน ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินจะก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากการใช้น้ำมัน กระบวนการกลั่นน้ำมัน และการผลิตกระแสไฟฟ้า และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่จะก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งยานยนต์แต่ละประเภทจะก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณและมูลค่าที่แตกต่างกัน

มลพิษทางอากาศจะเกิดจากไอเสียยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในและยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน มลพิษทางอากาศนี้ประกอบด้วยคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน และอนุภาคมวลสาร คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธี Benefit Transfer ในการประเมินต้นทุนทางสังคมจากสารมลพิษทางอากาศเหล่านี้

คณะผู้วิจัยจะคำนวณ “TCO ทั้งก่อนและหลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” ใน “มูลค่ารวม” และ “มูลค่าต่อกิโลเมตรของระยะทางที่ใช้ใช้งาน” ของยานยนต์ในกลุ่มตัวอย่าง และเปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์ กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก และ

กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่ โดย “TCO ก่อนรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” แสดงถึง “ต้นทุนเอกชน (Private cost)” ที่ผู้เป็นเจ้าของและใช้นยานยนต์จ่ายตลอดอายุการใช้งานของยานยนต์ และ “TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” แสดงให้เห็นว่าในการเป็นเจ้าของและใช้นยานยนต์หนึ่งคัน จะก่อให้เกิดต้นทุนเอกชนและต้นทุนทางสังคมโดยรวมแล้วเป็นมูลค่าเท่าไรนั่นเอง

ผลการศึกษาพบว่าในกรณีฐาน “TCO หลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก” (TCO หลัง SC Externality) ของยานยนต์ไฟฟ้าใน “กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์” และกลุ่ม “รถยนต์หรูขนาดใหญ่” ต่ำกว่า TCO ของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน จึงสามารถกล่าวได้ว่ารัฐไม่จำเป็นต้องเข้ามาแทรกแซงตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าในสองกลุ่มนี้ เนื่องจากกลไกราคาสามารถทำให้ต้นทุนความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้แล้ว

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายังพบว่า TCO หลัง SC Externality ของยานยนต์ไฟฟ้าใน “กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก” สูงกว่า TCO ของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในทั้งก่อนและหลังรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อ TCO คือ “ราคาซื้อ” ของยานยนต์ไฟฟ้าที่ส่งผลโดยตรงต่อ TCO อยู่ 3 ประเภทอันได้แก่ ค่าเสื่อมราคา เบี้ยประกันภัย และดอกเบี้ย และต้นทุนทั้ง 3 ประเภทนี้มีสัดส่วนใน TCO ก่อนและหลัง SC Externality รวมกันกว่าร้อยละ 90

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กยังมี TCO ก่อนและหลัง SC Externality ที่สูงกว่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในกลุ่มเดียวกัน จึงยังไม่สามารถแข่งขันกับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ โดยสาเหตุหลักที่ทำให้ TCO สูงกว่าเกิดจากราคาซื้อของยานยนต์ไฟฟ้าที่สูงกว่ามาก

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อราคาซื้อเกิดจากต้นทุนของชุดแบตเตอรี่ (Battery Pack) ที่แพงกว่าระบบขับเคลื่อนแบบปกติ ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาชุดแบตเตอรี่และยานยนต์ไฟฟ้าจะทำให้ในอนาคตยานยนต์ไฟฟ้ามีต้นทุนที่ลดลงและมีความสามารถในการแข่งขันทั้งในด้านราคาซื้อ และ TCO ก่อนและหลัง SC Externality อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะถึงเวลานั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ ภาครัฐ ผู้จัดจำหน่าย และสถาบันการเงินที่จะช่วยผู้บริโภคในการลด TCO เพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อลดให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งานยานยนต์แล้วพบว่า TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงระยะทางใช้งานมากกว่า BEV และ PHEV ทั้งในกรณีที่ใช้งานยานยนต์น้อยและใช้งานมากโดยเฉพาะในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์และกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก นอกจากนี้ ยังพบว่า BEV และ PHEV เหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาวะในเมืองมากกว่านอกเมือง ในขณะที่ TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งานมากกว่า BEV และ มีต้นทุนเพิ่มสูงขึ้นหากสัดส่วนการใช้งานอยู่ในสภาวะในเมือง

มาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้ามีความสำคัญในการจูงใจให้ผู้ใช้นยานยนต์หันมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าแล้วพบว่า มาตรการ

ส่งเสริมทางการเงินไม่ว่าจะเป็นมาตรการภาษีหรือมาตรการให้เงินอุดหนุนโดยตรงที่ส่งผลโดยตรงต่อ “ราคาซื้อ” ยานยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งมาตรการส่งเสริมการลงทุนในการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้าทำให้ราคาซื้อลดลงอย่างมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้ TCO ลดลงจนสามารถแข่งขันทางด้านราคาได้กับยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในโดยเฉพาะในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์และกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

จากการศึกษาพบว่า TCO ของยานยนต์ไฟฟ้านำเข้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กสามารถลดลงได้ต่ำกว่า TCO ของยานยนต์ ICE เมื่อใช้มาตรการส่งเสริมการลงทุนยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ หรือเน้นการใช้มาตรการทางภาษีที่เหมาะสมแทนก็ได้

อัตราค่าอัดประจุไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานในช่วง Peak และ Off-Peak ในอัตราที่แตกต่างกันเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรม การอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อ TCO ผ่านค่าเชื้อเพลิงซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญต้นทุนหนึ่งใน TCO ทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีที่ผู้ใช้ยานยนต์เลือกใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะอัดประจุไฟฟ้าในช่วง Off-Peak ทั้งหมด หรือ อัดประจุไฟฟ้าช่วง Peak และ Off-peak อย่างละครึ่งของระยะเวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้า เพราะจะได้ TCO ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐานซึ่งกำหนดให้ผู้ใช้ยานยนต์ประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัย การจูงใจให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะได้ก็จะส่งผลต่อความคุ้มค่าในโครงการลงทุนสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าของผู้ประกอบการและเมื่อปริมาณความต้องการใช้บริการมากขึ้นก็จะสามารถดึงดูดผู้ประกอบการด้านสถานีอัดประจุให้เข้าสู่ตลาด เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคและสร้างความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่จะเปลี่ยนมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงราคาเชื้อเพลิงส่งผลกระทบต่อ TCO ผลการศึกษาพบว่า TCO ของ ICE มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากกว่า TCO ของ BEV และ PHEV ส่วนหนึ่งเป็นเพราะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงลอยตัวและปรับตัวตามกลไกตลาดสะท้อนต้นทุนที่แท้จริงในขณะที่อัตราค่าไฟฟ้าถูกกำกับดูแลโดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานและมีการปรับตัวผ่านกลไก Ft เท่านั้นจึงยังไม่สามารถสะท้อนต้นทุนที่แท้จริงได้

คณะผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวจากการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและพบว่า เมื่ออัตราคิดลดเปลี่ยนแปลงไปจากกรณีฐาน TCO ที่คำนวณได้จะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงกันข้ามเสมอ การพิจารณาใช้อัตราคิดลดที่เหมาะสมจะทำให้สามารถออกแบบแนวทางในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าได้ตรงกับ “ความพึงพอใจข้ามเวลา” ของผู้ใช้งานยานยนต์ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำไปใช้ในการคำนวณเงินอุดหนุนโดยตรง พบว่ามูลค่าเงินอุดหนุนที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีความพึงพอใจที่เลือกบริโภคในปัจจุบัน (อัตราคิดลดในอัตราที่สูง) จะมีมูลค่าต่ำกว่าผู้บริโภคที่มีความพึงพอใจที่เลือกบริโภคในอนาคต (อัตราคิดลดในอัตราที่ต่ำ)

รัฐมีนโยบายที่ต้องการส่งเสริมการแปลงยานยนต์ ICE ที่ใช้แล้วให้เป็น BEV หรือที่เรียกว่า BEV Conversion จากการศึกษพบว่า TCO ของ BEV Conversion ที่คำนวณได้ต่ำกว่า ICE ในกลุ่มรถยนต์นั่ง

ขนาดเล็ก และยิ่งต่ำกว่า TCO ของ BEV และ PHEV ในกลุ่มเดียวกัน จึงมีความเป็นไปได้ที่รัฐจะส่งเสริมให้มียานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงอันจะนำไปสู่การเกิดธุรกิจแปลงรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้าต่อไปในอนาคต เพียงแต่จะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังเพราะยังมีการแปลงยานยนต์ที่ใช้แล้วแปลงเป็น BEV ยังมีข้อจำกัดที่งานวิจัยนี้ยังไม่สามารถครอบคลุมได้ทั้งหมดเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูล

บทที่ 5

การวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองที่ศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เนื่องจากเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ายังเป็นเรื่องใหม่ในประเทศไทย จึงมีข้อจำกัดทางด้านข้อมูลทฤษฎีต่าง ๆ เช่น ปริมาณการขาย ปริมาณการใช้ ราคารถยนต์ เป็นต้น การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในงานศึกษานี้จะอาศัยข้อมูลทั้งทฤษฎีที่เก็บรวบรวมได้จากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งจากในและต่างประเทศ รวมถึงข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างของผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ส่วนที่ 5.1 จะกล่าวถึงแนวคิดและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ในส่วนต่อมาจะอธิบายถึงการวิเคราะห์ผลกระทบส่วนเพิ่ม ในส่วนที่ 5.3 คณะผู้วิจัยจะกำหนดปัจจัยและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา อันประกอบด้วยตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอก รวมทั้งทิศทางของผลกระทบคาดหวังของตัวแปรหรือปัจจัยเหล่านี้ที่มีต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิเพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลองและได้รายงานผลสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิไว้ในส่วนที่ 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ ในส่วนที่ 5.6 จะรายงานผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

5.1 แนวคิดและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้จะศึกษาการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Consumer choices) โดยใช้แบบจำลองโลจิต (Logit model) ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility theory) ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้บริโภคแต่ละรายในการเลือกบริโภคสินค้าใด ๆ เพื่อก่อให้เกิดระดับอรรถประโยชน์สูงสุด

แบบจำลองนี้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพอใจ (Preference) ของผู้บริโภคต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ในการตัดสินใจเลือกซื้อหรือไม่ซื้อของผู้บริโภค จากการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคสามารถแบ่งออกได้เป็น “ปัจจัยภายใน (Internal Factors)” ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าเอง อันได้แก่ ราคาซื้อ ราคาแบตเตอรี่ ระยะทางการขับเคลื่อน ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น และ “ปัจจัยภายนอก (External Factors)” ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ได้เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรง อันได้แก่

ราคาเชื้อเพลิง สถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ระยะทางในการเดินทาง มาตรการส่งเสริมของภาครัฐ และลักษณะส่วนบุคคลของผู้บริโภค (เช่น เพศ อายุ รายได้ เป็นต้น)

โดยทั่วไปแบบจำลองโลจิสติกอยู่ในรูปของเงื่อนไขสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic function) ดังต่อไปนี้

$$F(X'\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X'\beta}} \quad (1)$$

โดยที่ $F(\bullet)$ คือ ฟังก์ชันการกระจายแบบโลจิสติก (Logistic distribution) หรือ $F(X'\beta) = P(Y=1|X)$

X คือ เวกเตอร์ของตัวแปรต้น (Independent variables) หรือปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค (ในที่นี้ x จะครอบคลุมตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกทั้งหมดที่มีคุณสมบัติในการกำหนดการตัดสินใจของผู้บริโภค ทั้งนี้ การนิยามความหมายของตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกในแบบจำลองจะกล่าวถึงในส่วนที่ 5.2 ต่อไป)

β คือ เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (Unknown parameter vector) ที่ต้องประมาณค่าด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ

ทั้งนี้ ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y=1|X)$ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P(Y=1|X) = \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} \quad (2)$$

ในขณะที่ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจไม่เลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y=0|X)$ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$P(Y=0) = 1 - P(Y=1) = 1 - \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} = \frac{1}{1 + e^{X'\beta}} \quad (3)$$

ทั้งนี้ ผลรวมความน่าจะเป็นของผู้บริโภคที่มีต่อทางเลือกทั้งหมดจะมีค่าเป็นหนึ่ง หรือ $P(Y=1|X) + P(Y=0|X) = 1$ จากสมการที่ (2) และ (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าแบบวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood Estimation: MLE) เพื่อประมาณเวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (β) ในแบบจำลองได้จากฟังก์ชันความน่าจะเป็นสูงสุดในรูปลอการิทึม (log likelihood function) ดังนี้

$$\ln L = \sum_{Y_i=1} \ln \left[\frac{e^{X_i'\beta}}{1 + e^{X_i'\beta}} \right] + \sum_{Y_i=0} \ln \left[\frac{1}{1 + e^{X_i'\beta}} \right] \quad (4)$$

5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effects)

หลังจากประมาณการแบบจำลองด้วยวิธี Logit แล้วนั้น ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ยังไม่สามารถตีความได้โดยตรง และต้องนำมาคำนวณหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effects) เพื่อพิจารณาว่าหากตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบต่อความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าอย่างไร

การคำนวณหาค่า Marginal effects ของตัวแปรต้นใดๆ ในแบบจำลอง Logit มาจากการหาอนุพันธ์บางส่วน (Partial Derivative) จากค่าคาดหวังของสมการ Logit เทียบกับตัวแปรต้นใด ๆ และสามารถแปลผลได้ดังนี้ เมื่อตัวแปรต้น X_k เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยเฉลี่ยแล้วโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_k}$ โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า Marginal effect ของราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_{Price}}$ “หากค่าดังกล่าวที่ได้มีค่าเป็นลบ” จะสามารถตีความได้ว่า เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) เพิ่มขึ้น 1 หน่วย โดยเฉลี่ยแล้วโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะลดลงร้อยละ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_{Price}}$ หรือเท่ากับค่า Marginal effect “หากค่าที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวก” จะสามารถตีความได้ว่า หากราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) เพิ่มขึ้น 1 หน่วยโดยเฉลี่ยแล้วโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_{Price}}$ หรือเท่ากับค่า Marginal effect

5.3 การกำหนดปัจจัยและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 5-1 แสดงรายละเอียดของ “ตัวแปร” ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งสะท้อนถึง “ปัจจัย” ต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อหรือยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค พร้อมทั้งแสดงทิศทางของ “ผลกระทบคาดหวัง” ในทางทฤษฎีว่าปัจจัยต่างๆ จะส่งผลเชิงบวก (+) หรือเชิงลบ (-) ต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ทั้งนี้ตัวแปรที่ใช้งานศึกษานี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ “ตัวแปรภายใน (Endogenous variable)” ซึ่งเป็นตัวแปรที่เป็นตัวแทนของปัจจัย

ภายในซึ่งสะท้อนถึงคุณสมบัติหรือถูกกำหนดโดยตรงจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าเอง และ “ตัวแปรภายนอก (Exogenous variable)” ซึ่งเป็นตัวแปรที่เป็นตัวแทนของปัจจัยภายนอกซึ่งสะท้อนถึงปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าแต่ปัจจัยเหล่านี้สามารถส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

ในงานศึกษานี้ได้กำหนดตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจำนวน 21 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นตัวแปรภายในจำนวน 8 ตัวแปร และตัวแปรภายนอกจำนวน 13 ตัวแปร ทั้งนี้ ทิศทางของผลกระทบคาดหวังของตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสามารถสรุปได้จากทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้ศึกษามาในอดีต จากตารางที่ 5-1 จะพบว่ากลุ่ม “ตัวแปรภายใน” ที่คาดว่าจะส่ง “ผลเชิงลบ” ต่อโอกาสในการยอมรับและการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ได้แก่ ราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) ราคาแบตเตอรี่ ($X_{Battery}$) ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า (X_{Time}) และต้นทุนในการดูแลรักษา (X_{Mcost}) เนื่องจากราคายานยนต์ไฟฟ้า ราคาแบตเตอรี่ และต้นทุนในการดูแลรักษา จัดเป็นกลุ่มตัวแปรในรูปตัวเงินที่ผู้บริโภคพิจารณาเป็นอันดับต้นๆ ในการเลือกซื้อรถยนต์ หากการลดต้นทุนในการดูแลรักษาสูงยิ่งสะท้อนต้นทุนของการเลือกที่ผู้บริโภคต้องแบกรับและส่งผลกระทบต่อโอกาสในการเลือกซื้อลดลงในที่สุด ในทำนองเดียวกัน หากระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้ามีระยะเวลานาน โดยเฉพาะในช่วงสภาวะเร่งด่วน ระยะเวลาในการประจุไฟฟ้าที่นานย่อมส่งผลกระทบต่อความไม่สะดวกในการเดินทางและส่งผลเชิงลบต่อโอกาสการเลือกซื้อในที่สุด พิจารณากรณีของการเลือกซื้อยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน หากยานยนต์ที่มีราคาอยู่ในระดับเดียวกัน ยานยนต์ที่มีสมรรถนะเครื่องยนต์ดีกว่า (การทำความเร็ว/ความแรงดีกว่า) ประหยัดน้ำมันมากกว่า หรือยานยนต์ที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในที่กว้างมากกว่าย่อมมีโอกาสในการถูกเลือกซื้อที่สูงกว่า ข้อเท็จจริงดังกล่าวสามารถนำมาใช้วิเคราะห์กับกรณีของยานยนต์ไฟฟ้าได้เช่นกัน

สำหรับกลุ่มตัวแปรภายในที่คาดว่าจะส่ง “ผลเชิงบวก” ต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ได้แก่ ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ (X_{Range}) สมรรถนะเครื่องยนต์ (X_{Speed}) และ ขนาดรถยนต์ (X_{Size}) อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวแปรภายในอื่นๆ ที่มี “ทิศทางไม่ชัดเจน” ได้แก่ ค่ายผลิตรถยนต์ (X_{Brand}) ซึ่งอาจส่งผลเชิงบวกหรือลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับภาพลักษณ์ของค่ายรถยนต์นั้น ๆ ค่ายรถยนต์ที่มีภาพลักษณ์ที่ดีจะส่งผลให้โอกาสที่ผู้บริโภคเลือกซื้อรถยนต์สูงขึ้น ในขณะที่ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีหรือแย่กว่าค่ายคู่แข่งจะส่งผลให้โอกาสที่ผู้บริโภคเลือกซื้อต่ำกว่า

สำหรับกลุ่ม “ตัวแปรภายนอก” ที่คาดว่าจะส่ง “ผลเชิงบวก” ต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ได้แก่ ราคาน้ำมัน (D_{Fuel}) ที่เปรียบเสมือนต้นทุนการใช้งานของรถยนต์ทั่วไป หากน้ำมันมีแนวโน้มราคาสูงขึ้นต้นทุนการใช้รถยนต์จะสูงขึ้นตาม ผู้บริโภคจึงมีแนวโน้มลดการใช้รถยนต์ใช้น้ำมันลงและหันมาเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าทดแทน (Substitute good) จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (D_{Charge}) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้สะท้อนถึงโครงสร้างพื้นฐาน จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มากจะสะท้อนต้นทุนการหา

สถานที่อัดประจุไฟฟ้าที่ต่ำ สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มากเพียงพอจะทำให้ผู้บริโภคสามารถคลายความกังวลเกี่ยวกับข้อจำกัดด้านระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องเดินทางออกนอกเส้นทางตามปกติ กลุ่มตัวแปรภายนอกที่ใช้สะท้อนถึงลักษณะเฉพาะของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างที่ใช้ในงานศึกษานี้ ได้แก่ ระดับการศึกษา (D_{Edu}) และรายได้ (D_{Income}) ซึ่งเป็นตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลเชิงบวกต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ผู้บริโภคที่มีการศึกษาและรายได้สูงจะเป็นกลุ่มที่มีอำนาจซื้อที่สูงและยังเป็นกลุ่มที่มีความพร้อมในการเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ตัวแปรภายนอกในกลุ่มนี้ เช่น เพศ (D_{Sex}) อายุ (D_{Age}) และขนาดจำนวนสมาชิกในครอบครัว (D_{F_Size}) อาจมี “ทิศทางไม่ชัดเจน” ตัวแปรเหล่านี้มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับแบบจำลองที่ใช้และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นสำคัญ นอกจากนั้นแล้ว ตัวแปรภายนอกที่สะท้อนมาตรการส่งเสริมที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงินของภาครัฐได้แก่ สิทธิประโยชน์ทางภาษี (D_{Tax}) สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวิ่งและที่จอดรถเฉพาะ (D_{Sub_1} และ D_{Sub_2}) ยังเป็นตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลเชิงบวกต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค มาตรการเหล่านี้เป็นมาตรการที่ช่วยทำให้ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาซื้อถูกลง รวมถึงมีต้นทุนการใช้งานในชีวิตประจำวันที่ถูกลง อย่างไรก็ตาม ตัวแปรภายนอกที่คาดว่าจะส่ง “ผลเชิงลบ” มีเพียงปัจจัยเดียว คือ ระยะเดินทางที่ผู้บริโภคต้องการ (D_{R_Range}) ยานยนต์ไฟฟ้าที่ไม่สามารถวิ่งได้ในระยะทางไกลเพียงพอต่อความต้องการอาจส่งผลต่อการตัดสินใจไม่เลือกซื้อของผู้บริโภคในที่สุด โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ต้องใช้รถยนต์ในระยะทางไกลหรือเดินทางเป็นระยะทางมากต่อวัน

ตารางที่ 5-1: ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

ก. ตัวแปรภายใน

ตัวแปร	คำอธิบาย	ผลกระทบคาดหวัง
X_{Price}	ราคายานยนต์ไฟฟ้า	-
$X_{Battery}$	ราคาแบตเตอรี่	-
X_{Range}	ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ	+
X_{Time}	ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า	-
X_{Speed}	สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว - ความแรงของรถ	+
X_{Size}	ขนาดของตัวรถยนต์	+/-
X_{Brand}	ค่ายรถยนต์	+
X_{Mcost}	ต้นทุนในการดูแลรักษา	-

ตารางที่ 5-1: ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง (ต่อ)

ข. ตัวแปรภายนอก

ตัวแปร	คำอธิบาย	ผลกระทบคาดหวัง
D_{Fuel}	ราคาน้ำมัน	+
D_{Charge}	จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า	+
D_{Tax}	สิทธิประโยชน์ทางภาษี	+
D_{Sub_1}	สิทธิประโยชน์อื่นๆ: ช่องทางวิงเฉพาะ	+
D_{Sub_2}	สิทธิประโยชน์อื่นๆ: ที่จอดรถเฉพาะ	+
D_{R_Range}	ระยะเดินทางที่ผู้บริโภคต้องการ	-
D_{Sex}	เพศ	+/-
D_{Age}	อายุ	+/-
D_{Edu}	ระดับการศึกษา	+
D_{Income}	รายได้ของผู้บริโภค	+
D_{F_Size}	ขนาดครอบครัว	+/-
D_{En_at}	ค่านิยมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	+
D_{Tech_at}	ค่านิยมต่อการรับเทคโนโลยีใหม่	+

สมการที่ (5) ได้แสดงแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกชื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยได้จำแนกปัจจัยต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ให้เห็นอย่างชัดเจน ไว้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ราคา} \quad X' \beta &= \beta_0 + \beta_1 X_{Price} + \beta_2 X_{Battery} + \beta_3 D_{Fuel} + \beta_4 X_{Mcost} \\
 \text{ขนาดและค่ายผลิตรถยนต์} \quad &+ \beta_5 X_{Size} + \beta_6 X_{Brand} \\
 \text{สมรรถนะ} \quad &+ \beta_7 X_{Range} + \beta_8 X_{Speed} + \beta_9 X_{Time} \\
 \text{โครงสร้างพื้นฐาน} \quad &+ \beta_{10} D_{Charge} \\
 \text{การส่งเสริมภาครัฐ} \quad &+ \beta_{11} D_{Tax} + \beta_{12} D_{Sub\_1} + \beta_{13} D_{Sub\_2} \\
 \text{ปัจจัยส่วนบุคคล} \quad &+ \beta_{14} D_{Sex} + \beta_{15} D_{Age} + \beta_{16} D_{Edu} + \beta_{17} D_{Income} + \beta_{18} D_{F\_Size} \\
 &+ \beta_{19} D_{En\_at} + \beta_{20} D_{Tech\_at} + \beta_{21} D_{R\_Range} \\
 \text{ค่าคลาดเคลื่อน} \quad &+ \varepsilon_m
 \end{aligned} \tag{5}$$

5.4 วิธีการเก็บข้อมูลและแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในงานวิจัยนี้จะดำเนินการให้สอดคล้องกับแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (แผนการขับเคลื่อนฯ) ที่มุ่งให้ความสนใจกับยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รวมถึงการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จะดำเนินการติดตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นหลัก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยใช้วิธีการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 3 จังหวัด (ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ตรงตามพื้นที่เป้าหมายภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ

คณะผู้วิจัยได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Cochran (1963)¹ ดังนี้

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2} \quad (6)$$

โดยที่ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

Z คือ ค่ามาตรฐานของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 95% ดังนั้น $Z = 1.96$

E คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (กำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 5% หรือ 0.05)

p คือ ค่าสัดส่วนที่ประมาณไว้ (กำหนดให้เท่ากับ 0.5) ที่ซึ่ง $q = 1 - p$

แทนค่าลงในสมการที่ (6) จะได้

$$\begin{aligned} n &= \frac{1.96^2 (0.5)(1-0.5)}{(0.5)^2} \\ &= 384.16 \end{aligned}$$

จากการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 385 ตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น ในงานศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะดำเนินการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้บริโภคตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 และจะสำรวจผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำมาประมวลผลและวิเคราะห์ถึงผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคต่อไป

ในการสำรวจ คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดแบบสอบถามอยู่ใน ตารางที่ จ-1 ภาคผนวก จ) โดยแบบสอบถามจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน อันได้แก่ คำถามทั่วไป คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า และปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดดังนี้

¹ Cochran, W.G. (1963) Sampling Technique. 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.

ส่วนที่ 1 คือคำถามทั่วไปที่สอบถามคุณลักษณะของผู้บริโภค อาทิเช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ที่อยู่ สถานภาพ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้รถยนต์ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้จะถูกนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อให้เข้าใจถึงคุณลักษณะภาพรวม และพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 คือคำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อสอบถามการรับรู้เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าและมุมมองต่อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เช่น ความสนใจในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เหตุผลที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ/หรือไม่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีประจุไฟฟ้า เป็นต้น

คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบนโยบายเพื่อสนับสนุนให้เกิดการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค นอกจากนี้เพื่อประมาณการแบบจำลองการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จึงได้ออกแบบสอบถามในประเด็นเรื่องความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในส่วนนี้จะถูกนำไปกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ในแบบจำลองต่อไป

ส่วนที่ 3 คือปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดเป็นตัวแปรต้น (Independent Variable) ในแบบจำลองการประมาณการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยคณะผู้วิจัยได้แบ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคออกเป็น ปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยเกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิ ราคาของยานยนต์ไฟฟ้า ราคาแบตเตอรี่ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น และปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิเช่น ราคาน้ำมัน จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า นโยบายของภาครัฐ เป็นต้น

5.5 ผลการสำรวจ

ในส่วนนี้ คณะผู้วิจัยจะรายงานผลการสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อมูลที่ได้มาจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 567 ราย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯร้อยละ 73.4 ผู้ที่อาศัยอยู่ในปริมณฑล (ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ) และอื่น ๆ อีกร้อยละ 23.5 และ 3.1 ตามลำดับ เมื่อจัดข้อมูลที่มีความไม่คงเส้นคงวาออกไปทำให้เหลือตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 463 ราย ซึ่งเพียงพอต่อจำนวนที่เหมาะสมตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้ (ผลทางสถิติจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถามทั้งหมดถูกแสดงไว้ในภาคผนวก จ ตาราง จ-2)

ในส่วนนี้ คณะผู้วิจัยจะรายงานผลการสำรวจโดยแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อย อันได้แก่ ส่วนแรกคือการสรุปภาพรวมข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความสนใจและไม่สนใจที่มีต่อยานยนต์ไฟฟ้า ส่วนที่สองคือภาพรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อความสนใจในยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าและนโยบายของรัฐที่ผู้ซื้อให้ความสนใจ จากนั้นข้อมูลจะถูกสังเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปใช้เป็นค่าในการคำนวณในแบบจำลอง

5.5.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 60 มีช่วงอายุอยู่ในช่วง 20-30 และ 31-40 ปี และอีกร้อยละ 37 เป็นกลุ่มที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย ผู้บริโภคที่เป็นเพศชายและหญิงอย่างละครึ่ง (รูปที่ 5-1) ข้อมูลช่วงอายุและการศึกษาในรูปที่ 5-2 สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคเป็นกลุ่มที่อยู่ในวัยทำงานและส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 25,000-50,000 บาท รองลงมาคือกลุ่มที่มีรายได้สูงกว่า 50,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 42.5 และ 37 ของตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนสะท้อนถึงกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีและโท คิดเป็นสัดส่วนรวมร้อยละ 90 นอกจากนี้ข้อมูลในรูปที่ 5-3 แสดงให้เห็นว่ามีเพียงร้อยละ 3.7 เท่านั้นของตัวอย่างทั้งหมดที่มียานยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามสัดส่วนของผู้ที่กำลังสนใจยานยนต์ไฟฟ้ากลับสูงถึงร้อยละ 61 (ร้อยละ 64 หากพิจารณาเฉพาะผู้ที่มีรถยนต์แล้ว) สะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้ากำลังเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจของผู้บริโภคในวงกว้าง

ตารางที่ 5-2 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยสัดส่วนเพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา และจำนวนสมาชิกในครอบครัว ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มผู้บริโภคที่มีความสนใจและไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ตามลำดับ จากตารางจะพบว่ากลุ่มเพศชายมีความสนใจมากกว่ากลุ่มเพศหญิงอยู่ราวร้อยละ 10 และช่วงอายุที่มีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้ามากจะกระจุกตัวอยู่ในกลุ่มผู้ที่มีอายุในช่วง 31-40 ปี, 41-50 ปี และ 51-60 ปี คิดเป็นสัดส่วนในแต่ละกลุ่มร้อยละ 64.4 67 และ 64.5 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสัดส่วนของผู้ที่สนใจในกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าที่มีสัดส่วนผู้สนใจคิดเป็นร้อยละ 52.8 ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะผู้บริโภคกลุ่มนี้เป็นวัยที่ยังเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ๆ และมีกำลังซื้อเพียงพอเนื่องจากเป็นช่วงอายุที่ทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งต่างจากกลุ่มผู้ที่มีอายุน้อยซึ่งเป็นวัยเริ่มต้นการทำงานและอาจยังไม่มีรายได้มากเพียงพอ ในขณะที่กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 พบว่าไม่ค่อยมีความสนใจกับเทคโนโลยีใหม่เท่าใดนักเนื่องจากมีสัดส่วนของผู้ที่สนใจในกลุ่มนี้คิดเป็นเพียงร้อยละ 25 เท่านั้น

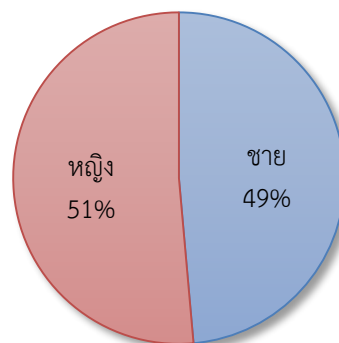
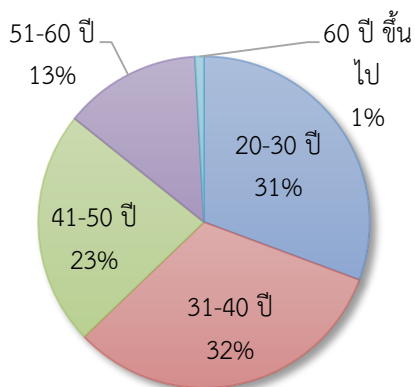
เมื่อพิจารณาจากปัจจัยด้านรายได้โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามชั้นรายได้ต่างๆ พบว่ายานยนต์ไฟฟ้านับเป็นทางเลือกที่ทุกกลุ่มระดับรายได้ให้ความสนใจ เห็นได้จากสัดส่วนความสนใจที่สูงกว่าร้อยละ 50 ในผู้บริโภคทุกกลุ่มรายได้ นอกจากนี้สัดส่วนยังเพิ่มขึ้นเมื่อระดับรายได้สูงขึ้น และสูงมากถึงร้อยละ 80.8 สำหรับผู้ที่มีรายได้เกินกว่า 80,000 บาทขึ้นไป ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความต้องการและระดับรายได้ที่พบอาจกล่าวได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ (Normal goods) ในสายตาของผู้บริโภค ทำนองเดียวกัน ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างสัดส่วนของผู้สนใจกับระดับการศึกษา จากตารางที่ 5-2 แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีการศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่ามีความสนใจสูงกว่าผู้ที่มีการศึกษต่ำกว่าปริญญาตรีถึงร้อยละ 20 อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ของจำนวนสมาชิกในครอบครัวและความสนใจมีทิศทางที่ไม่ชัดเจนนักไม่ว่าจำนวนสมาชิกในครอบครัวจะมีจำนวนมากหรือน้อย พิจารณาจากสัดส่วนของผู้ที่สนใจที่มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพียง 1 คน กับ 5 คน ที่แทบจะไม่แตกต่างกัน

รูปที่ 5-1: โครงสร้างอายุและเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ก) จำแนกตามอายุ

ข) จำแนกตามเพศ

หน่วย: ร้อยละ



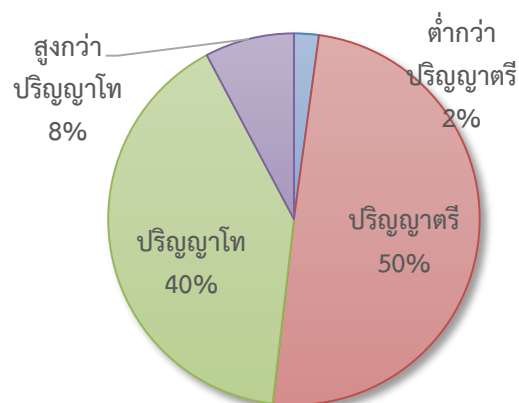
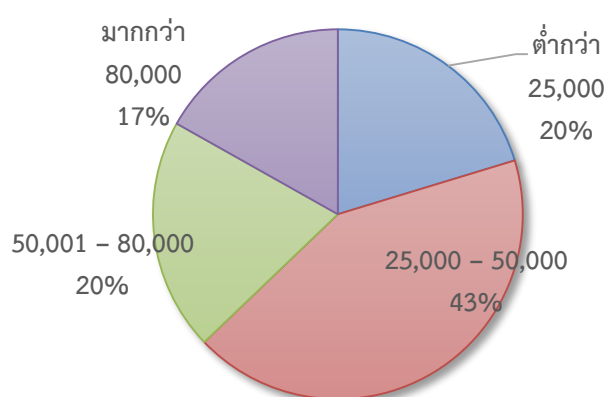
ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-2: โครงสร้างรายได้และการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ก) รายได้

ข) การศึกษา

หน่วย: ร้อยละ



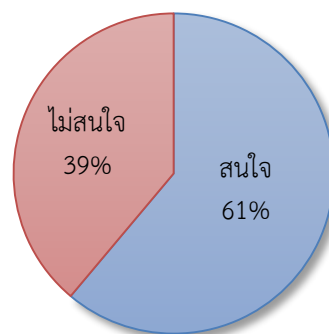
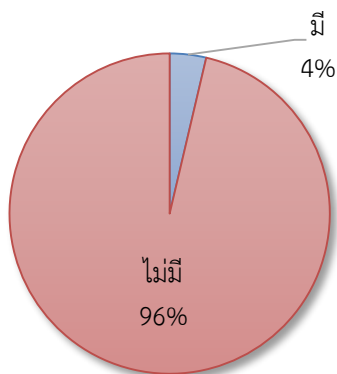
ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-3: สัดส่วนยานยนต์ไฟฟ้าในครอบครองและความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง

ก) สัดส่วนการครอบครองยานยนต์ไฟฟ้า

ข) สัดส่วนความสนใจยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 5-2: ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ

ลักษณะทั่วไป	ผู้ที่สนใจ	ผู้ที่ไม่สนใจ
1.1 เพศ		
- ชาย	66.2	33.8
- หญิง	56.3	43.7
1.2 อายุ		
- 20-30 ปี	52.8	47.2
- 31-40 ปี	64.4	37.3
- 41-50 ปี	67.0	33.0
- 51-60 ปี	64.5	35.5
- มากกว่า 60 ปี	25.0	75.0
1.3 รายได้		
- ต่ำกว่า 25,000 บาท	54.3	45.7
- 25,000 – 50,000 บาท	56.9	43.1
- 50,001 – 80,000 บาท	60.6	39.4
- มากกว่า 80,000 บาท	80.8	19.2

ตารางที่ 5-2: ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

หน่วย: ร้อยละ

ลักษณะทั่วไป	ผู้ที่สนใจ	ผู้ที่ไม่สนใจ
1.4 ระดับการศึกษา		
- ต่ำกว่าปริญญาตรี	40.0	60.0
- ปริญญาตรี	56.5	43.5
- ปริญญาโท	66.8	33.2
- สูงกว่าปริญญาโท	66.7	33.3
1.5 จำนวนสมาชิกในครอบครัว		
- 1 คน	66.7	33.3
- 2 คน	64.7	35.3
- 3 คน	61.8	38.2
- 4 คน	58.1	41.9
- 5 คน	57.1	42.9
- มากกว่า 5 คน	66.1	33.9

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 5-3 แสดงสัดส่วนการครอบครองรถยนต์ของผู้ที่สนใจและไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มที่มีรถยนต์อยู่แล้วมีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าร้อยละ 69.4 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีรถยนต์ที่มีสัดส่วนของผู้สนใจอยู่ร้อยละ 45.7 สัดส่วนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้าถูกมองว่าเป็นรถยนต์ทางเลือกคันที่สองที่ใช้วิ่งในระยะที่ไม่ไกลนัก หรือวิ่งในระยะที่ไม่ต้องกังวลถึงการหาสถานีประจุไฟฟ้า สัดส่วนที่ต่ำในกลุ่มผู้ที่ยังไม่มีรถยนต์อาจเป็นผลจากความไม่แน่ใจในทิศทางของเทคโนโลยีใหม่ ความยากง่ายในการเข้าถึงสถานีประจุไฟฟ้าตามที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้น ความต้องการในยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีไม่มากนักเท่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้ผู้ที่เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าอยู่แล้วร้อยละ 94.1 ยังสนใจที่จะใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อ ขณะที่ร้อยละ 60 ของผู้ที่ยังไม่ได้เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 5-3: ลักษณะการครอบครองรถยนต์ของกลุ่มตัวอย่างที่สนใจและไม่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ

ลักษณะการครอบครองรถยนต์	ผู้สนใจ	ผู้ที่ไม่สนใจ
2.1 จำนวนรถยนต์ในครอบครอง		
- ไม่มี	45.7	54.3
- 1 คัน	61.1	38.9
- 2 คัน	67.9	32.1
- มากกว่า 2 คัน	69.4	30.6
2.2. เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า		
- ใช่	94.1	5.9
- ไม่ใช่	59.9	40.1

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

5.5.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 5-4 แสดงสัดส่วนการเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้รถเผชิญ จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ต้องการยานยนต์ไฟฟ้าเป็นกลุ่มผู้ที่เดินทางในระยะทางระหว่าง 10,000-20,000 กิโลเมตรต่อปี หรือกลุ่มที่เดินทางภายในระยะทางระหว่าง 20-80 กิโลเมตรต่อวัน โดยมีสัดส่วนของผู้สนใจสูงถึงร้อยละ 69 สูงกว่ากลุ่มที่เดินทางน้อยกว่า 10,000 และมากกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อปี (หรือน้อยกว่า 20 และมากกว่า 80 กิโลเมตรต่อวัน) ที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกันอยู่ที่ร้อยละ 60 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาระดับความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญแล้วพบว่าไม่ว่ากลุ่มตัวอย่างจะต้องเดินทางในสภาวะที่การจราจรหนาแน่นหรือเบาบางก็มีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกัน

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า จากการสำรวจพบว่าปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า เป็น “ปัจจัยสนับสนุน” เป็นอันดับแรกในสายตาของผู้ซื้อคือความสามารถในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงซึ่ง มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 21.3 ในขณะที่ปัจจัยสนับสนุนรองลงมาคือประสิทธิภาพที่สูง (ร้อยละ 19.7) การเป็นเทคโนโลยีใหม่ (ร้อยละ 19.3) ความสมเหตุสมผลของราคา (ร้อยละ 16.5) การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 15.9) ขณะที่การส่งเสริมจากรัฐ มีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยที่ร้อยละ 6.3 เท่านั้นที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเป็น ปัจจัยสนับสนุนการเลือกซื้อ สอดคล้องกับที่สะท้อนให้เห็นว่ามาตรการของรัฐในปัจจุบันอาจยังมีน้อยและ ยังไม่แพร่หลายในมุมมองของผู้บริโภค และอาจต้องการมาตรการเชิงรุกที่มากขึ้นทั้งจากรัฐและ/หรือ ค่ายรถยนต์ผู้ผลิตเพิ่มเติม ข้อเท็จจริงนี้สามารถยืนยันได้หากพิจารณาจากความสามารถในการรับรู้ข้อมูล เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีเพียงร้อยละ 54.2 เท่านั้นที่ตอบว่ารู้จักรถยนต์ไฟฟ้า ขณะที่อีกร้อยละ 45.8 ไม่รู้จักยานยนต์ไฟฟ้าเลย อย่างไรก็ตามการรับรู้ใน กลุ่มที่ตอบว่ารู้จักยานยนต์ไฟฟ้าเป็นเพียงการรับรู้เพียงผิวเผิน

รูปที่ 5-5 แสดงความสามารถในการรับรู้เกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบคำถามแยกประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เพื่อทดสอบความสามารถในการแยกแยะลักษณะเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า กลุ่มที่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่าง EV กับ PHEV เหลือเพียงร้อยละ 36.1 และกลุ่มที่สามารถแยกแยะยานยนต์ไฟฟ้าทุกประเภท (EV, PHEV และ BEV) ได้ลดเหลือเพียงร้อยละ 32.1 เท่านั้น สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคที่รู้จักยานยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นการรับรู้เพียงผิวเผินเท่านั้น

อย่างไรก็ตามมาตรการที่ผู้บริโภคในกลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเป็นมาตรการที่สำคัญ (รูปที่ 5-6) ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามจะถูกกำหนดให้เลือกลำดับของมาตรการที่เป็นไปได้ของรัฐ 5 มาตรการ ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยให้เรียงลำดับที่เห็นว่าสำคัญมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อมาตรการส่งเสริมที่ได้รับการเลือกเป็นอันดับ 1 คิดเป็นสัดส่วนจากมาตรการที่ถูกเลือกเป็นอันดับ 1 ทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 58.5 คือ การได้รับสิทธิลดหย่อนภาษี รองลงมาอันดับที่ 2 คือ การให้เงินอุดหนุน (ร้อยละ 47.2) มาตรการอันดับที่ 3 ได้แก่ การช่วยเหลือทางด้านสินเชื่ออื่นๆ (ร้อยละ 33.8) ขณะที่มาตรการอันดับที่ 4 และ 5 ได้แก่ การอุดหนุนด้านพลังงานและมาตรการจูงใจที่มีใช้ตัวเงิน เช่น ที่จอดรถพิเศษโดยเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า ช่องทางวีจีพีเอส คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 34.9 และ 35.9 ตามลำดับ

ในกรณีที่มีการแปลงจากยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในที่ผู้บริโภคเคยชินมายาวนานไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าที่เป็นเรื่องใหม่ เรื่องดังกล่าวสามารถพิจารณาจากข้อมูลในรูปที่ 5-7 และ 5-8 ที่พบว่าถึงร้อยละ 49 ที่ผู้บริโภคจะยอมจ่ายสูงสุดเพียงไม่เกิน 200,000 บาท เพื่อเปลี่ยนจากการขับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้าในรุ่นเดียวกัน หรือหากมีทางเลือกให้ผู้บริโภคสามารถนำรถยนต์ที่มีอยู่เดิมไปแปลงสภาพเพื่อเปลี่ยนเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีค่าใช้จ่ายไม่เกิน 200,000 ที่สัดส่วนผู้ที่สนใจเข้าร่วมสูงถึงร้อยละ 65 แต่ผลของการตอบแบบสอบถามนี้เป็นเพียงก่อนที่โครงการดังกล่าวจะเกิดขึ้นจริง² (Ex ante) สัดส่วนดังกล่าวอาจไม่ได้ตามที่สอบถามเนื่องจากผู้บริโภคมักกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่ใช้แปลงยานยนต์ (ร้อยละ 26.9) เนื่องจากค่าใช้จ่ายที่ตั้งไว้ตามแผนเป็นค่าใช้จ่ายที่ยังไม่รวมค่าแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ยังมีราคาค่อนข้างสูงในปัจจุบัน นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างเกิดความไม่มั่นใจในการแปลงรถยนต์เนื่องจากมาตรฐานการแปลงเครื่องยนต์ (ร้อยละ 24.5) เทคโนโลยีที่ใช้ (ร้อยละ 22.2) และมาตรฐานความปลอดภัย (ร้อยละ 18.8)

รูปที่ 5-4 แสดงถึง “ปัจจัยถ่วงดุล” ต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์อันดับแรกคือสถานีประจุไฟฟ้าที่มีน้อย (ร้อยละ 23) รองลงมาคือราคาที่สูง (ร้อยละ 22.3) และต้นทุนการรักษารักษา (ร้อยละ 20.3) ปัจจัยอื่น ๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการประจุไฟฟ้าและระยะทางที่วิ่งได้ต่อการประจุไฟหนึ่งรอบมีสัดส่วนใกล้เคียงกันที่ร้อยละ 11.3 และ 10.8 ตามลำดับ

² โครงการวิจัยพัฒนาชุดประกอบยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงและคู่มือการดัดแปลง (EV Kit & Blueprint Project) ระหว่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่อยู่ในระหว่างศึกษาต้นทุนการเปลี่ยนรถยนต์เก่าที่ใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปมาเป็นยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งคาดว่าจะแล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2562

จากการสำรวจพบว่าผู้บริโภคกว่าร้อยละ 78.2 มีความเห็นว่าระยะเวลาในการประจุไฟฟ้าที่สถานีไม่ควรเกิน 20 นาที และร้อยละ 48.3 มีความเห็นว่าไม่ควรใช้เวลาเกิน 15 นาที โดยที่ระยะทางที่ควรวิ่งได้ต่อหนึ่งรอบการประจुरूอยู่ระหว่าง 200-400 กิโลเมตร (ร้อยละ 52.4) ทั้งนี้ร้อยละ 65.2 ของผู้ที่สนใจมีความเห็นว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าไม่ควรอยู่ไกลมากนักและควรอยู่ในระยะทางไม่เกิน 10 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5-9 โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่ผู้บริโภคมีความเห็นว่าควรเข้าถึงได้ตามสถานที่ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รูปที่ 5-10 แสดงสัดส่วนของสถานที่ต่างๆ ที่ผู้ตอบแบบสอบถามมองว่าควรจัดเตรียมสถานีอัดประจุไฟฟ้าเพื่อรองรับผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า ตำแหน่งที่ถูกเลือกมากที่สุดคือการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามปั้มน้ำมันที่คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 25 ของจำนวนตัวเลือกทั้งหมด รองลงมาคือสถานีอัดประจุไฟฟ้าในห้างสรรพสินค้า คอมมูนิตีมอลล์ และสถานที่ทำงาน คิดเป็น ร้อยละ 22 และ 21 ตามลำดับ ผลที่ได้เป็นสิ่งที่ไม่น่าแปลกใจเนื่องจากเป็นสถานที่ที่คนทั่วไปต้องเดินทางไปมาบ่อยครั้งในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสถานที่เหล่านี้จึงถูกเลือกเป็นอันดับต้น ๆ

จากผลสำรวจข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องสมรรถนะและการใช้งานของยานยนต์ไฟฟ้าอยู่มาก โดยเฉพาะเรื่องระยะทางที่วิ่งได้ต่อการประจุไฟหนึ่งครั้ง queผู้บริโภคต้องการให้ใช้งานได้ในระดับที่สูงเทียบเท่ายานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน อีกทั้งผู้บริโภคต้องการให้สถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วกระจายอยู่ในพื้นที่ที่ต้องการ เช่น คอมมูนิตีมอลล์ และห้างสรรพสินค้า และยังต้องการให้เข้าถึงได้ง่ายโดยอยู่ในระยะทางไม่เกิน 10 กิโลเมตร ทั้งๆ ที่โดยแท้จริงแล้ว ณ ขณะนี้ ดำเนินงานวิจัย ความสามารถในการประจุไฟฟ้าถูกออกแบบให้เหมาะสำหรับการอัดประจุไฟฟ้าแบบช้า และเป็นการอัดประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยในเวลากลางคืน

ทั้งนี้จากการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 5-11 เมื่อกำหนดให้ 0 คะแนนหมายถึงไม่มีผลกระทบต่อ การตัดสินใจ และ 4 คะแนนคือมีผลกระทบต่อ การตัดสินใจมากที่สุด ให้ผลที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ สำหรับ “ปัจจัยภายใน” ราคาของยานยนต์ไฟฟ้ายังมีผลต่อการตัดสินใจมากที่สุด คิดเป็น คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบลงมากคือการบำรุงรักษาอื่น ๆ และระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้าที่คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 3.34 และ 3.31 ตามลำดับ และสำหรับ “ปัจจัยภายนอก” ที่มีผลกระทบสูงสุดสามอันดับแรกได้แก่ จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (3.46) อะไหล่ทดแทน (3.35) และบริการหลังการขายและราคาค่าไฟสำหรับการอัดประจุไฟฟ้า (3.25) ที่ผู้บริโภคอาจยังเป็นกังวลอยู่ขณะนี้ ซึ่งผลของปัจจัยเหล่านี้ต่อการตัดสินใจจะกล่าวถึงในรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 5-4: การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้รถเผชิญ
จำแนกตามความสนใจและไม่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ

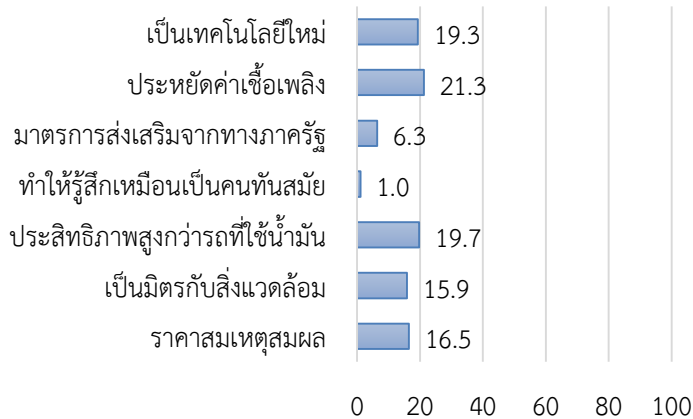
การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนน	ผู้ที่สนใจ	ผู้ที่ไม่สนใจ
3.1. ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อปี		
- น้อยกว่า 10,000 km.	61.8	38.2
- ระหว่าง 10,000 – 20,000 km.	68.9	31.1
- มากกว่า 20,000 km.	60.0	40.0
3.2. ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อวัน		
- น้อยกว่า 20 km.	61.6	38.4
- ระหว่าง 20 – 50 km.	65.7	34.3
- ระหว่าง 50 – 80 km.	67.9	32.1
- มากกว่า 80 km.	62.5	37.5
3.3. ความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญ		
- น้อย (น้อยกว่า 40%)	63.8	36.2
- กลาง (40%-60%)	62.3	37.7
- มาก (มากกว่า 70%)	68.0	32.0

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

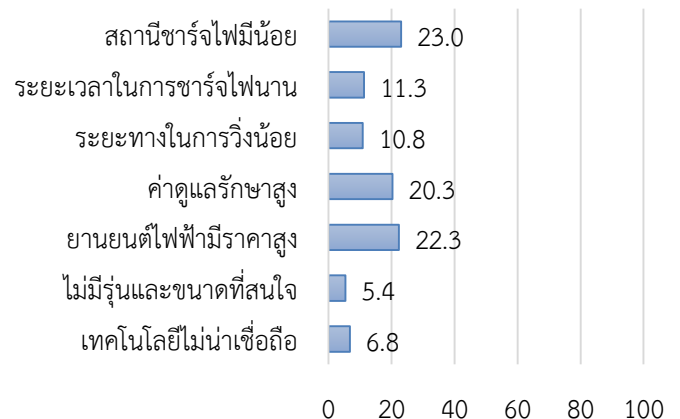
รูปที่ 5-4: ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยถ่วงดุลที่ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ

ก) ปัจจัยสนับสนุน



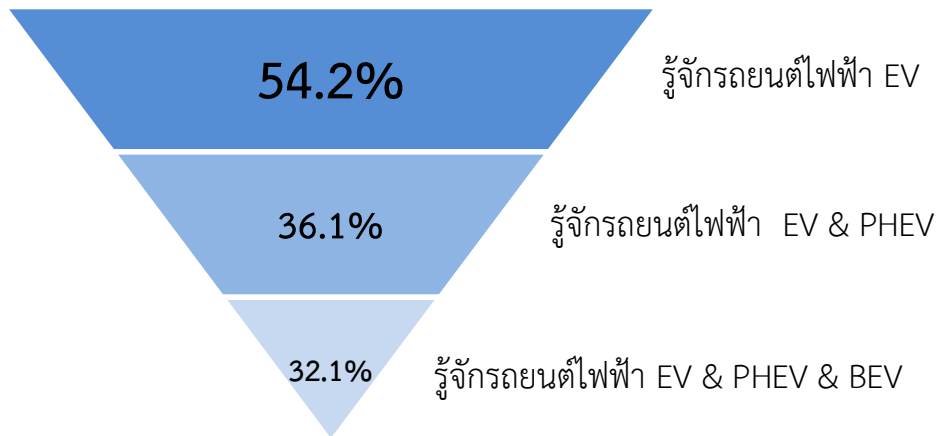
ข) ปัจจัยถ่วงดุล



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-5: การรับรู้เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่าง

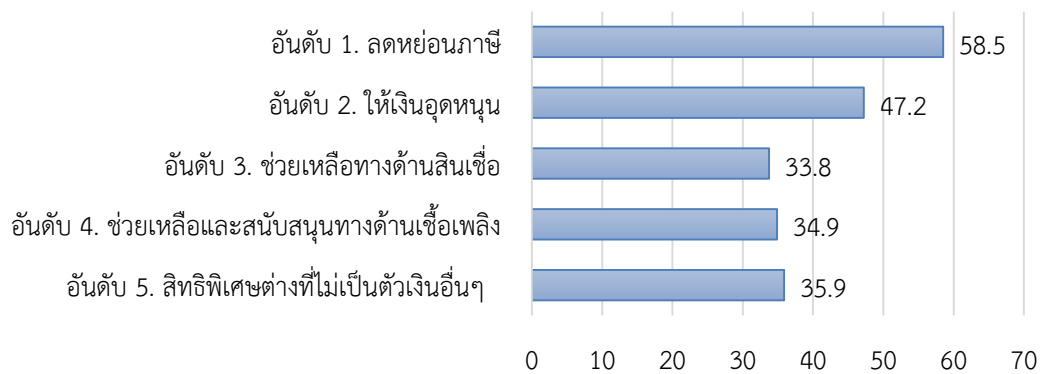
หน่วย: ร้อยละ



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-6: มาตรการส่งเสริมภาครัฐที่ได้รับความสนใจจากกลุ่มตัวอย่าง

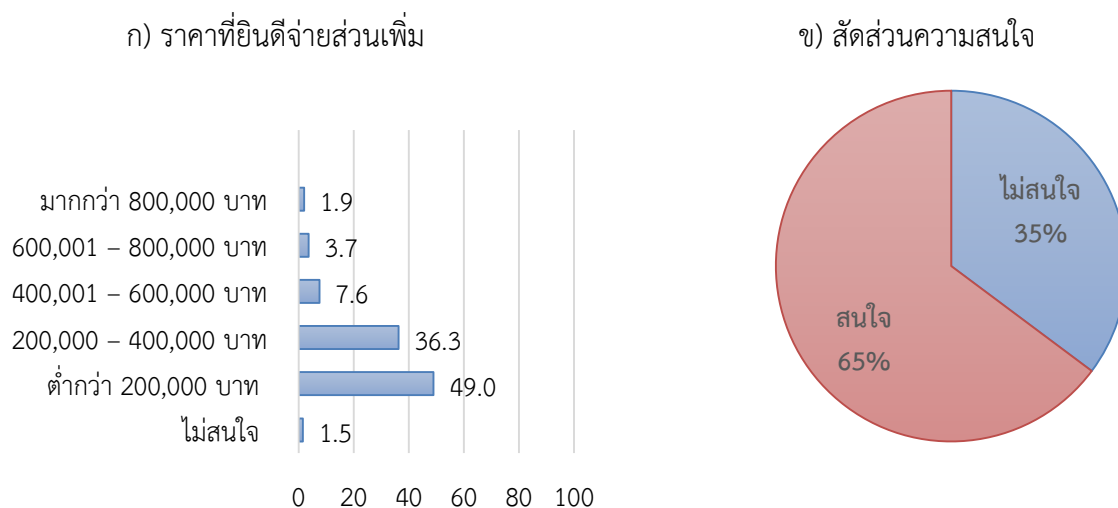
หน่วย: ร้อยละ



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-7: ช่วงราคาที่กลุ่มตัวอย่างยินดีจ่ายเพื่อแปลงยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้า

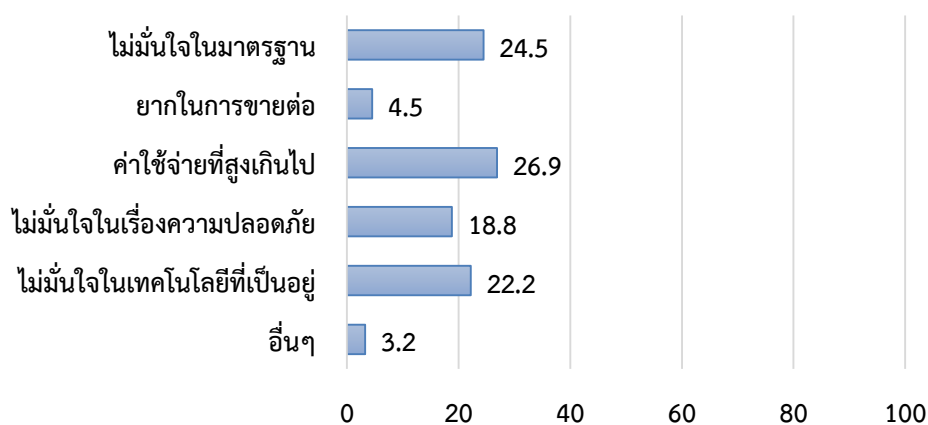
หน่วย: ร้อยละ



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-8: ปัจจัยใดที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความไม่มั่นใจในการนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า

หน่วย: ร้อยละ



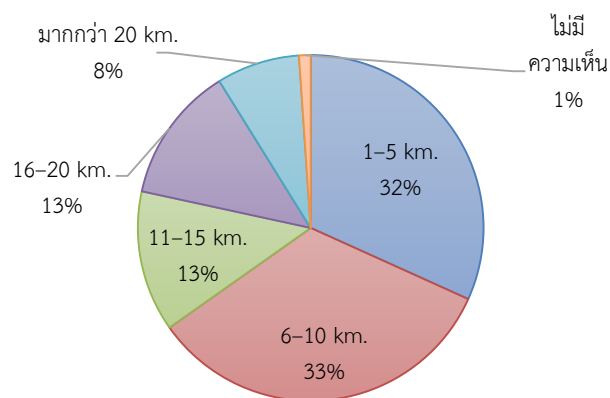
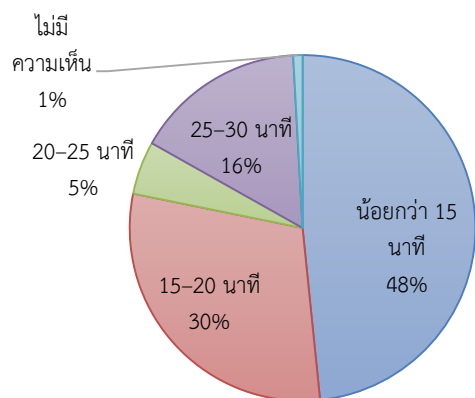
ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ 5-9: คุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าที่ควรจะเป็นในมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง

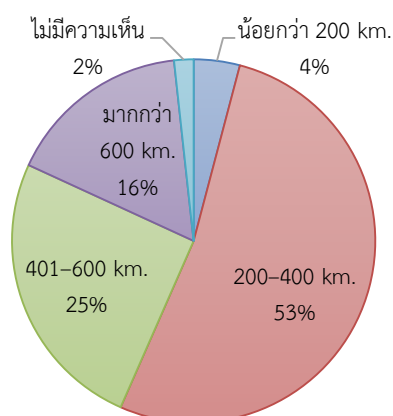
หน่วย: ร้อยละ

ก) เวลาที่เหมาะสมในการประจุไฟฟ้า

ข) ระยะทางที่เข้าถึงสถานีอัดประจุ



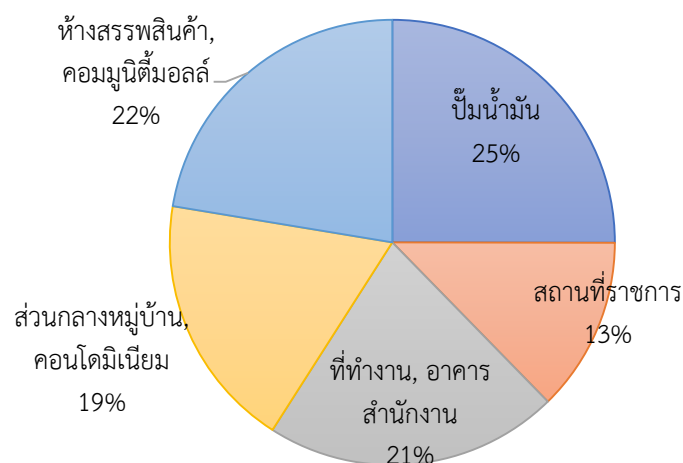
ค) ระยะทางที่คาดหวังต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

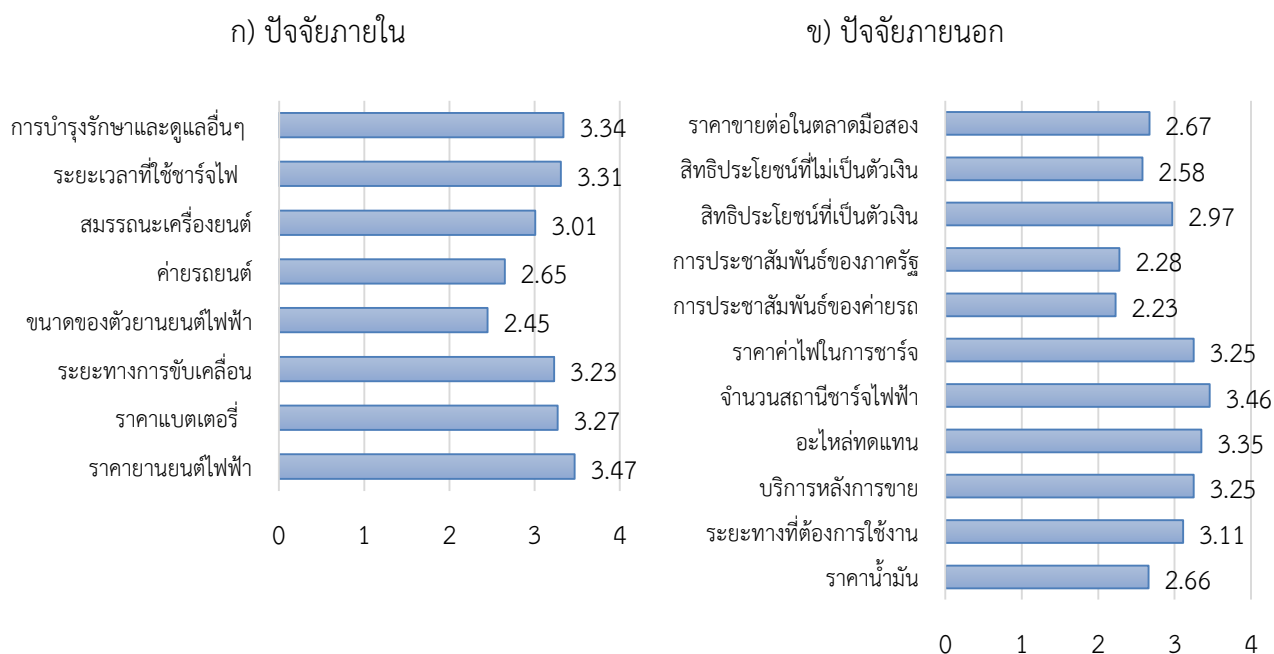
รูปที่ 5-10: ตำแหน่งของสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมในมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง

หน่วย: ร้อยละ



รูปที่ 5-11: ค่าเฉลี่ยคะแนนของปัจจัยภายในและภายนอกที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง

หน่วย: ระดับคะแนน 0-4



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: คะแนน = 0 หมายถึง ปัจจัยไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเลย; คะแนน = 1 หมายถึง ปัจจัยมีผลต่อการตัดสินใจซื้อน้อย; คะแนน = 2 หมายถึง ปัจจัยมีผลต่อการตัดสินใจซื้อปานกลาง; คะแนน = 3 หมายถึง ปัจจัยมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมาก; คะแนน = 4 หมายถึง ปัจจัยมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด

5.6 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

ในส่วนนี้ คณะผู้วิจัยได้ประมาณการผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้แบบจำลอง Logit รวมไปถึงการนำไปใช้คำนวณอัตราการยอมรับ (Adoption rate) ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

จากการทดสอบว่าค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (homoscedasticity) ในทุก ๆ ตัวอย่างหรือไม่ พบว่าผลการประมาณแบบจำลอง Logit นี้ไม่มีปัญหาดังกล่าวและได้ผลการประมาณการดังแสดงในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5: ผลกระทบส่วนเพิ่มของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

ตัวแปร	ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect)
ระดับการศึกษา	0.05226289
รายได้	0.04226087
อายุ	-0.01571067
เพศ	-0.05535016
จำนวนสมาชิกในครอบครัว	-0.02392491
ราคายานยนต์ไฟฟ้า	0.06966662
ราคาแบตเตอรี่	-0.05399673
ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ	-0.03413824
ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า	-0.01389365
ค่ายรถยนต์ที่ผลิตรานยนต์ไฟฟ้า	0.03745866
สมรรถนะเครื่องยนต์/ความเร็ว-ความเร่งของรถ	0.02230696
ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า	0.0036606
การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ	-0.00238817
ราคาน้ำมัน	-0.06508682
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน	-0.00576451
บริการหลังการขาย	0.04782609
อะไหล่ทดแทน	-0.04238874
จำนวนสถานีประจุไฟฟ้า	-0.00396584
ราคาค่าไฟในการอัดประจุไฟฟ้า	-0.00979554

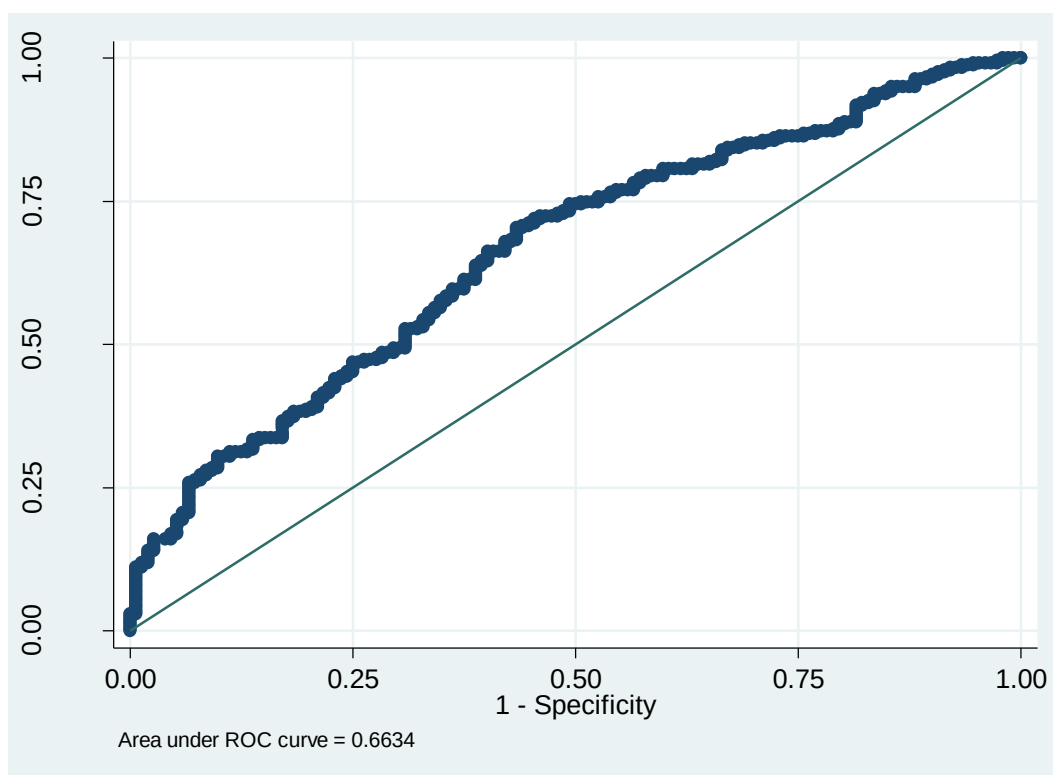
ตารางที่ 5-5: ผลกระทบส่วนเพิ่มของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีการตัดสินใจชื้อยานยนต์ไฟฟ้า (ต่อ)

ตัวแปร	ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal effect)
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า	-0.0905939
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	0.09777853
นโยบายของภาครัฐ	0.00528235
สิทธิประโยชน์อื่นๆ	-0.04407924
อัตราการยอมรับ (Adoption rate)	0.6155575

ที่มา: จากการประมาณค่าแบบจำลอง Logit ของคณะผู้วิจัย

นอกจากนี้ งานศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบการพยากรณ์ของตัวแบบให้ถูกต้องด้วยเส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC) โดยแกนตั้งแสดงค่า Sensitivity และแกนนอนแสดงค่า 1- Specificity โดยจากการคำนวณพบว่า ร้อยละ 66.3 มีการจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องในภาพรวม ภายใต้ ROC Curve ซึ่งแสดงความไวได้ค่อนข้างสูง ดังนั้นเราสามารถนำแบบจำลองนี้ไปพยากรณ์และตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจชื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้

รูปที่ 5-12: เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC)



ที่มา: จากการประมาณเส้นโค้ง ROC ของผู้วิจัย

ผลที่ได้จากการนำข้อมูลจากแบบสอบถามไปประมาณการจะเป็นการคาดการณ์ถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคก่อนที่การตัดสินใจซื้อดังกล่าวจะเกิดขึ้นจริง (Ex ante) โดยการวิเคราะห์ผลการประมาณค่าจะพิจารณาตัวแปรที่ละตัวโดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆคงที่ (Ceteris Paribus) จากผลการประมาณแบบจำลอง Logit สามารถตีความได้ว่า หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็น “บวก” หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ในทางตรงกันข้าม หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็น “ลบ” หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

จากการประมาณการแบบจำลองสามารถสรุปผลปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคได้ดังนี้

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า	ปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า
ลักษณะของผู้บริโภค - ระดับการศึกษา - รายได้	ลักษณะของผู้บริโภค - อายุ - เพศ - จำนวนสมาชิกในครอบครัว
ปัจจัยภายใน - ราคายานยนต์ไฟฟ้า - ค่าयरยนต์ที่ผลิตรานยนต์ไฟฟ้า - สมรรถนะเครื่องยนต์/ความเร็ว-ความเร่งของรถ - ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า - การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ	ปัจจัยภายใน - ราคาแบตเตอรี่ - ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ
ปัจจัยภายนอก - บริการหลังการขาย - การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	ปัจจัยภายนอก - ราคาน้ำมัน - ระยะทางที่ต้องการใช้งาน - อะไหล่ทดแทน - จำนวนสถานีประจุไฟฟ้า - ราคาค่าไฟในการอัดประจุไฟฟ้า - นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ สิทธิประโยชน์ทางภาษี - การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายานยนต์ไฟฟ้า - สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า

5.6.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

5.6.1.1 ปัจจัยที่แสดงถึงคุณลักษณะของผู้บริโภค

ผลการประมาณการแบบจำลองของงานศึกษานี้ พบว่า ปัจจัยที่แสดงถึงลักษณะของผู้บริโภค ได้แก่ ระดับการศึกษา รายได้ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

ระดับการศึกษา

จากผลการประมาณการแบบจำลองพบว่า ระดับการศึกษาส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยหากผู้บริโภคมียกระดับการศึกษาสูงขึ้นโอกาสในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

รายได้

จากผลการประมาณการแบบจำลองพบว่า เมื่อปัจจัยอื่นๆคงที่ ระดับรายได้ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยหากผู้บริโภคมียกระดับรายได้สูงขึ้นโอกาสในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความต้องการและระดับรายได้ที่พบอาจกล่าวได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ (Normal good) ในสายตาของผู้บริโภค

5.6.1.2 ปัจจัยภายใน

หากพิจารณาถึงปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ผลการประมาณการแบบจำลอง พบว่า ราคาของยานยนต์ไฟฟ้า ค่าธรรมเนียมที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะเครื่องยนต์/ความเร็ว-ความแรงของรถ ระยะเวลาอัดประจุไฟฟ้า และ การบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ราคายานยนต์ไฟฟ้า

จากผลการประมาณการ พบว่า เมื่อปัจจัยอื่นๆคงที่ ราคายานยนต์ไฟฟ้าส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Carley et al. (2013) ที่ศึกษาความตั้งใจที่จะซื้อยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินโดยสำรวจผู้ใช้เริ่มแรกในเมืองใหญ่ของสหรัฐอเมริกา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 50 เชื่อว่าราคาของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอินเป็นอุปสรรคหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อหรือเช่า และงานศึกษาที่ผ่านมาทุกงานศึกษาพบข้อสรุปที่เหมือนกัน คือ ราคายานยนต์ไฟฟ้าส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยหากราคายานยนต์ไฟฟ้ายิ่งสูงขึ้น จะทำให้โอกาสในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าลดลง

ค่าธรรมเนียมที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า

ค่าธรรมเนียมที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคมั่นใจในยานยนต์ไฟฟ้าของแต่ละค่ายรถยนต์ที่แตกต่างกัน ซึ่งมาจากชื่อเสียงหรือมาจากความมั่นใจในยานยนต์ไฟฟ้า ค่ายรถยนต์ที่เป็นที่ยอมรับหรือมีชื่อเสียงที่ดีจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของ

ผู้บริโภคสูงกว่าค่ายรถยนต์ที่มีชื่อขึ้นรองลงมา (Bolduc et al., 2008 และ Helveston et al., 2015) แสดงให้เห็นว่าการที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่ ผู้บริโภคจะพิจารณาถึงค่ายรถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเป็นสำคัญ นอกจากนี้ การที่จำนวนค่ายรถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทำให้มีความหลากหลายในตลาดรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ส่งผลให้โอกาสในการตัดสินใจของผู้ซื้อมากขึ้น (Sikes et al., 2010, Hackbarth & Madlener, 2013, Hoen & Koetse, 2014 และ Valeri & Danielis, 2015)

สมรรถนะเครื่องยนต์

สมรรถนะเครื่องยนต์เป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคคำนึงเมื่อมีการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ผู้บริโภคมีความกังวลเรื่องสมรรถนะเครื่องยนต์ทั้งเรื่องของความเร็วและความเร่งของยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจาก ผู้บริโภคต้องใช้รถยนต์เกือบทุกวันจึงมีความกังวลว่าอาจมีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุหรืออันตรายที่เกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับงานของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Bolduc et al. (2008), Sikes et al. (2010), Rasouli & Timmermans (2013), Lee et al. (2013), Helveston et al. (2015), และ Valeri & Danielis (2015) ที่พบว่า หากกรณีสมรรถนะในการทำความเร็ว/ความเร่งดีกว่า ย่อมส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อได้สูงกว่า

ระยะเวลาอัดประจุไฟฟ้า

การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่ ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ต้องการเสียเวลานานในการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ในสาธารณะ สิ่งที่สำคัญอีกประเด็นหนึ่งคือพฤติกรรมของผู้บริโภค โดยต้องยอมรับว่าในประเทศไทย คนไทยมีความอนุรักษ์นิยมในการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ โดยจะนิยมซื้อรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นหลักซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคชาวไทยยังกังวลเรื่องเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่นำเข้ามาในประเทศไทย ดังนั้น ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้าจะเป็นปัจจัยที่เข้ามาส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสำคัญ โดยงานศึกษาของ Hackbarth & Madlener (2013), Bočkarjova et al. (2013), Rasouli & Timmermans (2013) และ Hoen & Koetse (2014) พบว่า หากระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้าสูงขึ้น จะทำให้โอกาสในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าลดลง

การบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ

การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่ ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ เนื่องจากผู้บริโภคยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าที่มากพอว่าจะต้องดูแลรวมทั้งการบำรุงรักษายานยนต์ไฟฟ้าอย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงต้นของการเปลี่ยนผ่านจากยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้า งานศึกษาของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Helveston et al. (2015) และ Glerum et al. (2014) พบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างโอกาสในการเลือกซื้อและต้นทุนการบำรุงรักษา กล่าวคือ หากต้นทุนการบำรุงรักษาสูง (เช่น ค่าบำรุงรักษาต่อปี) จะส่งผลทำให้โอกาสในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้าลดลง

5.6.1.3 ปัจจัยภายนอก

บริการหลังการขาย

บริการหลังการขายเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค หากค่ายรถมีบริการหลังการขายจะทำให้ผู้บริโภคมีความอุ่นใจว่าภายหลังจากที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าไปหากเกิดปัญหาขึ้น ผู้บริโภคสามารถนำยานยนต์ไฟฟ้ามาซ่อมหรือเช็คสภาพกับทางบริษัทได้ อย่างไรก็ตามผลของบริการหลังการขายอาจถูกมองว่ารวมอยู่ในต้นทุนการดูแลรักษา มีเพียงงานศึกษาของ Jensen et al. (2013) ที่แยกบริการหลังการขายออกมาอย่างชัดเจนและพบผลเชิงบวกต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อ

การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ

จากงานศึกษานี้ พบว่า ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่ ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐในการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า โดยหากภาครัฐประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นจะเป็นปัจจัยสำคัญในการจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าจนในที่สุดอาจตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้ งานศึกษาของ Krause et al. (2013) และ Freyschlag (2016) พบว่า การประชาสัมพันธ์ (เช่น การให้ข้อมูล หรือการจัดตั้งโซนสำหรับการทดลองใช้) เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามีผลทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น

5.6.2 ปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

จากผลการประมาณแบบจำลอง พบว่า คุณลักษณะของผู้บริโภคอันได้แก่ อายุ เพศ และจำนวนสมาชิกในครอบครัวไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ปัจจัยภายในอันได้แก่ ราคาแบตเตอรี่และระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ ไม่ได้ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่ปัจจัยภายนอกอันได้แก่ ราคาน้ำมัน ระยะทางที่ต้องการใช้งาน อะไหล่ทดแทน จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า อัตราค่าไฟในการประจุไฟฟ้า นโยบายของภาครัฐ การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถและผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และสิทธิประโยชน์อื่น ๆ ไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.6.2.1 ปัจจัยภายใน

ราคาแบตเตอรี่

ราคาแบตเตอรี่ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอาจเนื่องมาจากราคาแบตเตอรี่จัดอยู่ในส่วนของการดูแลรักษาเนื่องจากปัจจุบันอายุการใช้งานของแบตเตอรี่มีอายุค่อนข้างนาน (Santini DJ & Vyas AD, 2005)

ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ

ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบไม่ได้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าหลายรุ่นมีระยะทางที่ทางผู้ผลิตระบุว่าสามารถขับได้ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่ง

ครั้งอยู่ที่ระดับ 150 - 200 ไมล์ หรือประมาณ 240 กิโลเมตร – 320 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง ไม่ว่าจะเป็น Tesla Model S หรือ BMW i3 ที่ถือว่าเป็นระดับบน (Luxury/Premium Segment) หรืออย่าง Nissan Leaf ที่ได้มีการเปิดตัวไปพร้อมกับระยะทางการขับเคลื่อนที่ได้ไกลขึ้น เป็นต้น และในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีพัฒนาต่อไปอีก ระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้าที่วิ่งได้ก็จะมากขึ้นอีก ซึ่งแม้ว่าระยะทางจะยังน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันแต่ก็ช่วยลดประเด็นความกังวลของผู้บริโภคที่ว่ายานยนต์ไฟฟ้าจะวิ่งไปไม่ถึงจุดหมายได้เป็นอย่างมาก

5.6.2.2 ปัจจัยภายนอก

ราคาน้ำมัน

ผลการศึกษาพบว่า ราคาน้ำมันเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากผู้บริโภคเข้าใจว่าภาครัฐมีการอุดหนุนราคาน้ำมันในประเทศ ราคาน้ำมันจึงไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เป็นที่ทราบกันดีว่าราคาน้ำมันของประเทศไทยไม่ได้สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง ภาครัฐมีการอุดหนุนโดยใช้เงินทุนของภาครัฐในการสนับสนุนทางด้านภาษีทำให้ราคาน้ำมันบิดเบือนและไม่สะท้อนถึงราคาที่แท้จริง อย่างไรก็ตามงานศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับผลของราคาน้ำมันต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า พบว่า ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อโอกาสที่ผู้บริโภคจะหันมาให้ความสนใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

ระยะทางที่ต้องการใช้งาน

ผลการศึกษาพบว่า ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ระยะทางที่ต้องการใช้งานเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการใช้รถยนต์ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลไม่ได้ใช้รถในระยะทางไกลประกอบกับปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้ามีความสามารถในการเดินทางอยู่ที่ระยะทาง 200 - 300 กิโลเมตร โดยเป็นระยะทางที่เพียงพอต่อการใช้งานในชีวิตประจำวัน

งานศึกษาของ Sikes et al. (2010), Hackbarth & Madlener (2013), Bočkarjova et al. (2013) และ Hoen & Koetse (2014) พบว่าหากระยะทางที่ต้องการใช้งานมากจะส่งผลให้โอกาสในการตัดสินใจซื้อลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อระยะทางที่ต้องการใช้งานสูงกว่าระยะทางสูงสุดที่ยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งได้ และผลดังกล่าวจะลดลง เมื่อระยะทางที่ใช้งานไม่เกินระยะทางสูงสุดที่ยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งได้

อะไหล่ทดแทน

ผลการศึกษาพบว่า ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ อะไหล่ทดแทนเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากค่าใช้จ่ายนี้รวมอยู่ในต้นทุนการดูแลรักษาแล้ว

จำนวนสถานีประจุไฟฟ้า

ผลการศึกษาพบว่า ขณะที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ จำนวนสถานีประจุไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่เดินทางอยู่ในตัวเมืองเป็นหลักซึ่งการเดินทางในแต่ละวันเพียงพอต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบ จึงไม่มีความจำเป็นต้องหาสถานีประจุไฟฟ้า

อัตราค่าอัดประจุไฟฟ้า

อัตราค่าอัดประจุไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากผู้บริโภคตัดสินใจที่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้ค่านึงแล้วว่าราคาน้ำมันแพงกว่าราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเมื่อเทียบเป็นบาทต่อกิโลเมตร

นโยบายของภาครัฐ

นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐและสิทธิประโยชน์ทางภาษี ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากผู้บริโภคเห็นว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังจึงไม่ว่าจะเป็นนโยบายที่เกี่ยวกับผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งหากดูจากยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันจะพบว่าร้อยละ 95 ของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากระจุกตัวอยู่ใน 10 ประเทศ ได้แก่ จีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา นอร์เวย์ อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน ซึ่งทุกประเทศรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง

นอกจากนี้ ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถและผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และสิทธิประโยชน์อื่น ๆ เช่น ช่องทางวีซีพีพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จดทะเบียนของยานยนต์ไฟฟ้าไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

นโยบายของภาครัฐไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากผู้บริโภคคิดว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังจึงไม่ว่าจะเป็นนโยบายที่เกี่ยวกับผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งหากพิจารณาจากยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันจะพบว่ากว่า 95% ของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากระจุกตัวอยู่ใน 10 ประเทศ ได้แก่ จีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา นอร์เวย์ อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน ซึ่งทุกประเทศรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้อยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง

นอกจากนี้ ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และสิทธิประโยชน์อื่น ๆ เช่น ช่องทางวีซีพีพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จดทะเบียนของยานยนต์ไฟฟ้าไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า

หลังจากการประมาณการแบบจำลองข้างต้น งานศึกษานี้ได้คำนวณหา “อัตราการยอมรับ (Adoption rate)” โดยเป็นการคำนวณหาโอกาสที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ย โดยมีสมมติฐานว่าปัจจัยต่าง ๆ จะส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคตาม Logistic function ในสมการที่ (5) การศึกษานี้คำนวณอัตราการยอมรับ (Adoption rate) จากค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค หลังจากนั้นได้ประมาณสมการเพื่อหาโอกาส

ที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยซึ่งจะได้ค่า marginal benefit ณ ระดับค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัว ซึ่ง marginal benefit ที่ประมาณการได้นี้สามารถใช้สะท้อนถึงอัตราการยอมรับ (Adoption rate) ดังนี้

$$\text{อัตราการยอมรับ} = F(X' \hat{\beta}) = \frac{1}{1 + e^{-X' \hat{\beta}}}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} X' \hat{\beta} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{Price} + \hat{\beta}_2 X_{Battery} + \hat{\beta}_3 D_{Fuel} + \hat{\beta}_4 X_{Mcost} + \hat{\beta}_5 X_{Size} + \hat{\beta}_6 X_{Brand} \\ & + \hat{\beta}_7 X_{Range} + \hat{\beta}_8 X_{Speed} + \hat{\beta}_9 X_{Time} + \hat{\beta}_{10} D_{Charge} + \hat{\beta}_{11} D_{Tax} + \hat{\beta}_{12} D_{Sub\_1} + \hat{\beta}_{13} D_{Sub\_2} \\ & + \hat{\beta}_{14} D_{Sex} + \hat{\beta}_{15} D_{Age} + \hat{\beta}_{16} D_{Edu} + \hat{\beta}_{17} D_{Income} + \hat{\beta}_{18} D_{F\_Size} + \hat{\beta}_{19} D_{En\_at} + \hat{\beta}_{20} D_{Tech\_at} \\ & + \hat{\beta}_{21} D_{R\_Range} \end{aligned}$$

และเวกเตอร์ X แทนค่าเฉลี่ยของตัวแปร

จากการคำนวณ พบว่าอัตราการยอมรับ (Adoption rate) อยู่ที่ร้อยละ 60 หมายความว่า เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยทุกตัวโดยเฉลี่ยแล้ว ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้นจะส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ร้อยละ 60 โดยประมาณ ซึ่งค่าประมาณดังกล่าวนี้จะถูกนำไปใช้วิเคราะห์ถึงผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในบทย่อยต่อไป

5.7 ข้อสรุปท้ายบท

งานศึกษานี้ได้พัฒนาแบบจำลองโลจิสต์ (Logit model) เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอันประกอบด้วยปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงและปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ได้เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรง โดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 รายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 ราย พบว่าร้อยละ 70 มีอายุอยู่ในช่วง 30-60 ปี และร้อยละกว่า 80 ของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างอยู่ในวัยทำงานและมีรายได้มากกว่า 25,000 บาทขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สะท้อนถึงผู้บริโภคที่กำลังซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี โดยมีเพียงร้อยละ 3.7 ของตัวอย่างทั้งหมดที่มียานยนต์ไฟฟ้า และมีสัดส่วนของผู้ที่กำลังสนใจยานยนต์ไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 61

ผลสำรวจแสดงให้เห็นว่า “ปัจจัยสนับสนุน” ที่ทำให้ผู้บริโภคสนใจยานยนต์ไฟฟ้า 3 อันดับแรก ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง มีประสิทธิภาพเครื่องยนต์สูง และเป็นเทคโนโลยีใหม่ ในขณะที่การส่งเสริมจากรัฐเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในเกณฑ์ต่ำ สะท้อนให้เห็นว่ามาตรการของรัฐในปัจจุบันอาจยังมีน้อยและยังไม่แพร่หลายในมุมมองของผู้บริโภค และอาจต้องการมาตรการ

เชิงรุกที่มากขึ้นทั้งจากภาครัฐและ/หรือค่ายรถยนต์ผู้ผลิตเพิ่มเติม ทั้งนี้ มาตรการส่งเสริมภาครัฐที่ผู้บริโภคให้ความสนใจมากที่สุด ได้แก่ การได้รับสิทธิลดหย่อนภาษี รองลงมา คือ การให้เงินอุดหนุน การช่วยเหลือทางด้านสินเชื่ออื่นๆ การอุดหนุนด้านพลังงานและมาตรการจูงใจที่มีใช้ตัวเงิน เช่น ที่จอดรถพิเศษโดยเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า ช่องทางวีซีพีพิเศษ ตามลำดับ ในขณะที่ “ปัจจัยถ่วงดุล” ที่ทำให้ผู้บริโภคสนใจยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค 3 อันดับแรก ได้แก่ ราคาที่สูงเกินไป สถานีอัดประจุไฟมีน้อย และค่าดูแลรักษาที่สูง

นอกจากนั้นแล้ว ผลสำรวจยังแสดงให้เห็นว่าการรับรู้เกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคเป็นการรับรู้เพียงผิวเผิน ผู้บริโภคสามารถแยกประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าได้เพียงร้อยละ 32.1 เท่านั้น ผู้บริโภคกว่าร้อยละ 78.2 เห็นว่าระยะเวลาในการประจุไฟที่สถานีไม่ควรเกิน 20 นาที โดยกว่าร้อยละ 52.4 เห็นว่าระยะทางที่วิ่งได้ต่อหนึ่งรอบการประจุควรอยู่ที่ระหว่าง 200-400 กิโลเมตร และร้อยละ 65.2 เห็นว่าสถานีอัดประจุไฟฟ้าไม่ควรอยู่ไกลมากนักและควรอยู่ในระยะทางไม่เกิน 10 กิโลเมตร

ผลสำรวจแสดงว่าผู้บริโภคมีความต้องการสถานีชาร์จไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน โดยตำแหน่งที่ถูกเลือกมากที่สุดคือ การตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามปั้มน้ำมันคิดเป็นร้อยละ 25 รองลงมา ได้แก่ ห้างสรรพสินค้าหรือคอมมูนิตีมอลล์ และสถานที่ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 22 และ 21 ตามลำดับ

นอกจากนั้นแล้ว ร้อยละกว่า 65 ของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างมีความสนใจเข้าร่วมโครงการแปลงยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในไปเป็นยานยนต์ไฟฟ้า โดยร้อยละ 49 ของผู้บริโภคมีความเต็มใจที่จะจ่ายสูงสุดเพียงไม่เกิน 200,000 บาท นอกจากค่าใช้จ่ายที่ใช้แปลงยานยนต์แล้ว ผู้บริโภคยังมีความไม่มั่นใจต่อปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ มาตรฐานการแปลงเครื่องยนต์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปลง และมาตรฐานความปลอดภัย

งานศึกษานี้ยังได้สำรวจถึงปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ผลสำรวจแสดงให้เห็นว่า “ปัจจัยภายใน” ที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคมากที่สุด คือ ราคายานยนต์ไฟฟ้า รองลงมาคือ การบำรุงรักษา และระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และสำหรับ “ปัจจัยภายนอก” ที่มีผลกระทบสูงสุดสามอันดับแรกได้แก่ จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า อะไหล่ทดแทน และราคาค่าไฟสำหรับอัดประจุไฟฟ้า

ผลจากการประมาณแบบจำลองเศรษฐมิติพบว่า “อัตราการยอมรับ (Adoption rate)” ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอยู่ที่ร้อยละ 60 โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าแบ่งตาม “ปัจจัยภายใน” ได้แก่ ราคายานยนต์ไฟฟ้า ค่ายรถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะเครื่องยนต์/ความเร็ว-ความแรงของรถ ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และ การบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ สำหรับ “ปัจจัยภายนอก” ที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ บริการหลังการขาย และการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ นอกจากนี้ “ลักษณะของผู้บริโภค” อันได้แก่ ระดับการศึกษาและรายได้ ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบว่านโยบายอุดหนุนด้านสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคเห็นว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่เริ่มใช้อย่างจริงจัง ถึงแม้จะมีแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ ระหว่าง

ปี พ.ศ. 2559 – 2579 แต่การส่งเสริมมุ่งเน้นไปที่การสร้างโครงสร้างพื้นฐานเป็นหลัก โดยไม่ได้มีการกำหนดมาตรการสนับสนุนทางด้านอุปสงค์ของผู้บริโภคอย่างชัดเจน

นัยยะเชิงนโยบายจากผลการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกคือบทบาทของรัฐในการใช้มาตรการส่งเสริมทางด้านราคา เนื่องจากราคายังเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญอันดับแรกต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันราคาของยานยนต์ไฟฟ้ายังอยู่ในระดับสูง ราคาในความหมายนี้จะพิจารณารวมทั้งราคาของตัวยานยนต์ไฟฟ้าและราคาของต้นทุนการดูแลรักษา ดังนั้น บทบาทของรัฐที่เหมาะสมในเรื่องนี้คือการใช้มาตรการที่ทำให้ราคาของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำลงผ่านนโยบายทางการเงินและไม่ใช้ตัวเงินต่าง ๆ

ในปัจจุบันมาตรการที่ส่งผลต่อราคายานยนต์ไฟฟ้าของไทยมีเพียงการลดอัตราภาษีสรรพสามิตเท่านั้น ซึ่งยังสามารถขยายสิทธิให้ครอบคลุมไปยังภาษีประเภทอื่น ๆ เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีสรรพสามิต นอกจากนี้เครื่องมือการให้เงินอุดหนุนหรือการให้คูปองส่วนลดหากผู้บริโภคเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการทางภาษีเช่นกัน โดยกำหนดสัดส่วนของมูลค่าการช่วยเหลือตามประเภทของยานยนต์ เช่น การสนับสนุนจำนวนตัวเงินให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV มากที่สุดและรองลงมาคือประเภท PHEV ซึ่งทั้งสองมาตรการนี้สอดคล้องกับมาตรการที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเป็นอันดับแรก ในขณะที่มาตรการอื่นสามารถนำมาใช้ประกอบเพิ่มเติม เช่น มาตรการช่วยเหลือด้านสินเชื่อ การอุดหนุนราคาไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดต้นทุนการเป็นเจ้าของของผู้บริโภค

กลุ่มที่ 2 คือการส่งเสริมด้านปัจจัยภายนอกที่สำคัญ ได้แก่ การเร่งประชาสัมพันธ์ของภาครัฐด้วยการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับข้อดีของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าว่ามีประโยชน์ในแง่ของการประหยัดค่าเชื้อเพลิงและส่งผลกระทบเชิงบวก (Positive Externalities) ต่อสังคมอย่างไร รวมถึงการจัดงานนิทรรศการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเปิดให้ประชาชนสามารถเข้าถึงหรือทดลองใช้ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างความตระหนักรู้ถึงสมรรถนะที่แท้จริงและเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจคุณสมบัติและการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ามากนัก

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ผลสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกัน ความต้องการสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วในสถานที่ต่าง ๆ เหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องสมรรถนะและการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งถูกออกแบบให้เหมาะกับการอัดประจุไฟฟ้าในที่ที่อาศัยจึงมีลักษณะเป็นการอัดประจุไฟฟ้าแบบช้า การดำเนินการติดตั้งตำแหน่งสถานีอัดประจุไฟฟ้าให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า ส่วนกลางหมู่บ้าน สถานที่ราชการ และอาคารสำนักงานต่าง ๆ ควรดำเนินงานเพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคหากจำเป็นที่จะต้องหาที่อัดประจุไฟฟ้าแบบฉุกเฉินมากกว่าที่จะเน้นใช้งานเป็นหลัก

นอกจากนี้กลุ่มผู้บริโภคยังได้แสดงความสนใจในโครงการแปลงสภาพยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 65 โดยผู้บริโภคแสดงความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการแปลงยานยนต์อยู่ในช่วงไม่เกิน 200,000 บาท อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับมาตรฐานการแปลงและความปลอดภัยเป็นปัจจัยหลักในการเลือกที่จะเข้าร่วมโครงการ ดังนั้น ภาครัฐจึงควรเร่งสร้างความมั่นใจเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยเป็นอันดับแรก รองลงมาคือการพัฒนา Blue print การแปลงเครื่องยนต์ให้มีต้นทุนที่ต่ำลงเพื่อขยายฐานของผู้บริโภคให้เข้าร่วมโครงการมากยิ่งขึ้น

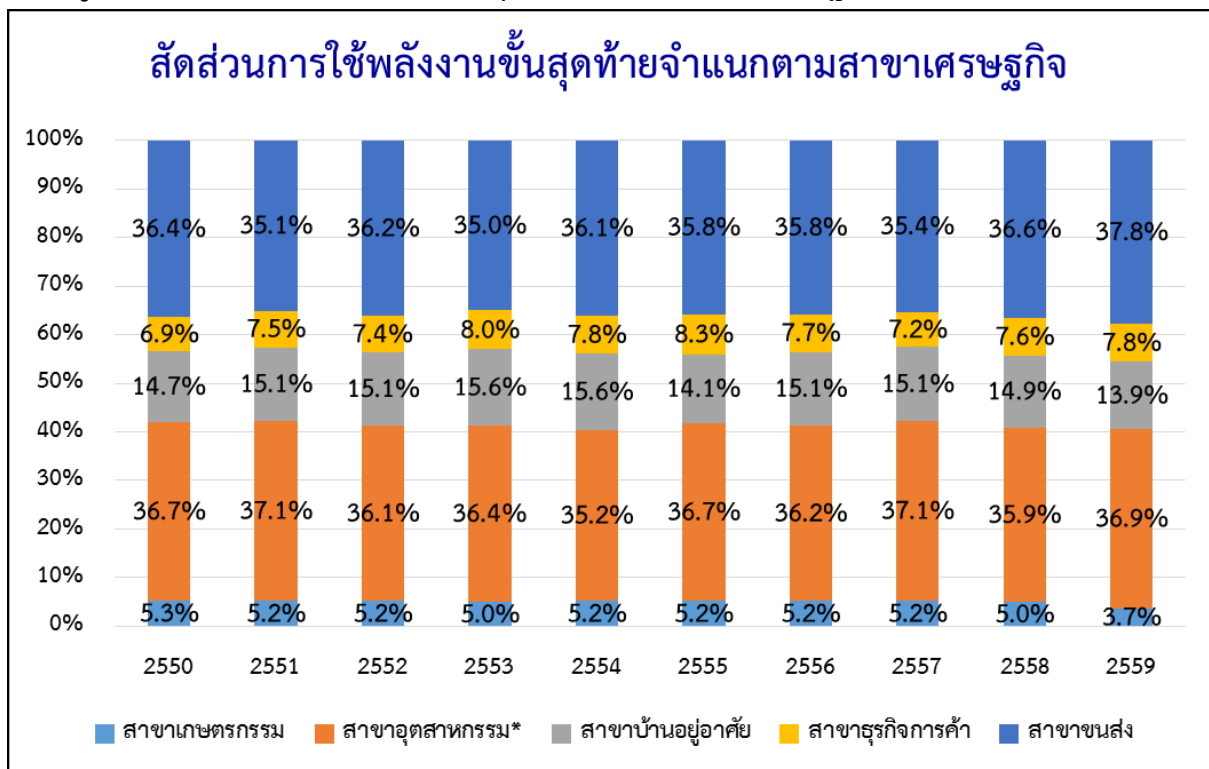
บทที่ 6

การประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่ง จากการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้า

6.1 ภาพรวมการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งของประเทศไทย

จากข้อมูลในรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ. 2559 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานตามแสดงในรูป 6-1 พบว่า ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ภาคขนส่งของประเทศไทยถือเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความต้องการใช้พลังงานในระดับสูง โดยมีความต้องการใช้พลังงานถึงหนึ่งในสามของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2559 ภาคขนส่งใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเป็นปริมาณ 30.2 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 37.8 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ ส่งผลให้ภาคขนส่งเป็นสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานเป็นลำดับที่หนึ่ง ตามมาด้วยภาคอุตสาหกรรมของประเทศ (ร้อยละ 36.9) ในขณะที่สาขาบ้านที่อยู่อาศัย สาขารัฐกิจการค้า และสาขาเกษตรกรรม มีสัดส่วนการใช้พลังงานรวมกันประมาณร้อยละ 25.4

รูปที่ 6-1: สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2550 – 2559

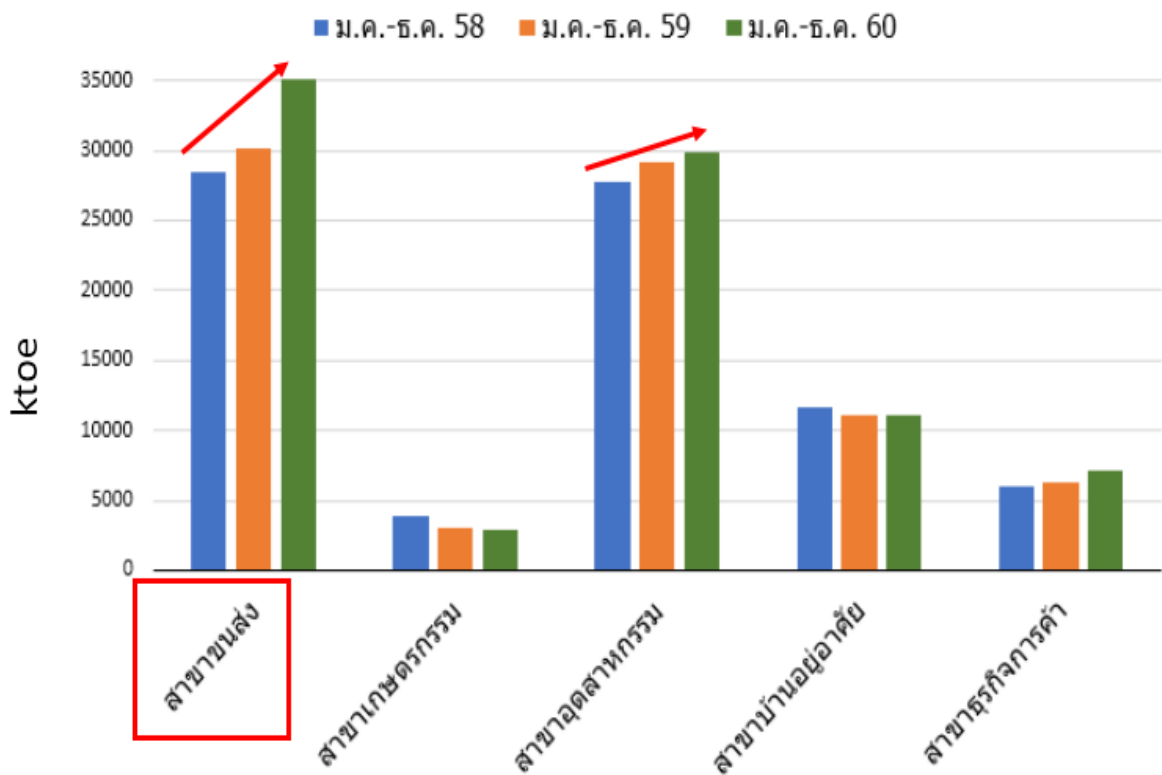


ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หมายเหตุ: * สาขาอุตสาหกรรม หมายถึง อุตสาหกรรมการผลิต เหมืองแร่ และก่อสร้าง

เมื่อพิจารณาจากการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจในระยะสั้นโดยเทียบกับหน่วยวัดปริมาณพลังงานที่เทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันดิบจำนวน 1 ตัน หรือ kilo ton of oil equivalent (ktoe) พบว่าสาขาขนส่งและสาขาอุตสาหกรรมมีการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาขนส่งที่ในช่วงครึ่งปีแรกของปี พ.ศ. 2560 มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายถึง 35,000 ktoe ในขณะที่สาขาอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานที่ 30,000 ktoe ในช่วงเวลาเดียวกัน ส่วนสาขาเกษตรกรรม และสาขาที่อยู่อาศัยมีแนวโน้มการใช้พลังงานลดลงเล็กน้อย ส่วนสาขาธุรกิจการค้ามีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

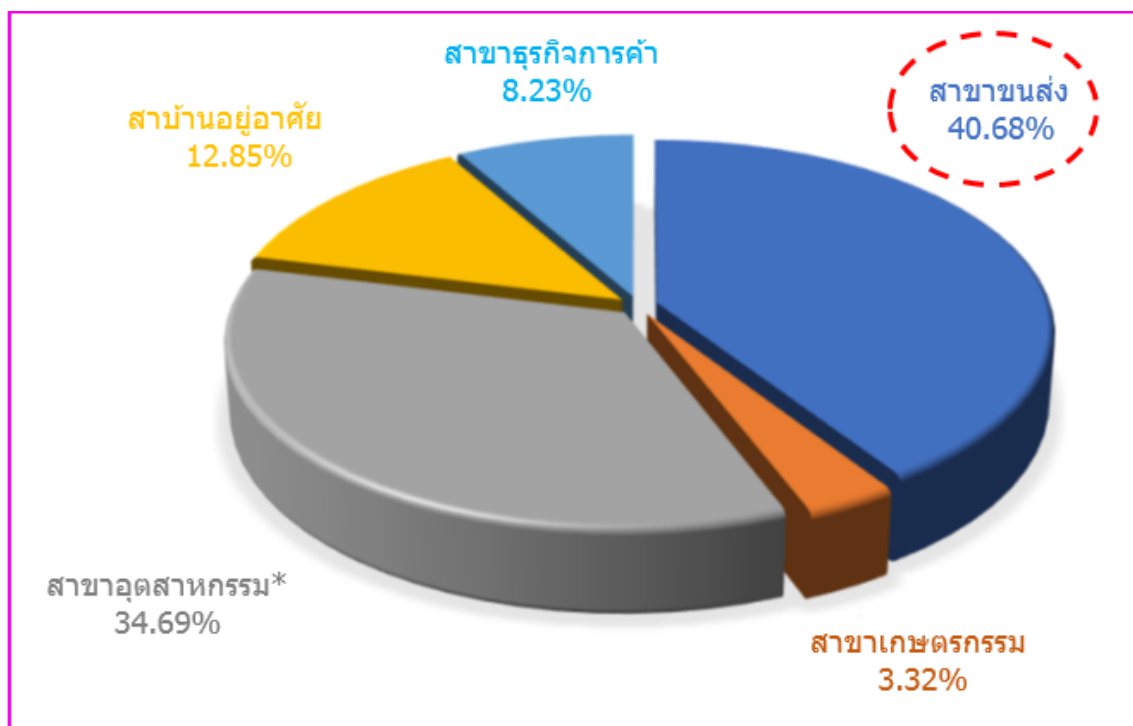
รูปที่ 6-2: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2558 – 2560



ที่มา: สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม - ธันวาคม 2560, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และตารางดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย มกราคม - ธันวาคม 2560/ เบื้องต้น

สำหรับสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแยกตามสาขาเศรษฐกิจระหว่างเดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ. 2560 แสดงดังรูปที่ 6-3 พบว่า สาขาขนส่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเป็นอันดับหนึ่งที่ร้อยละ 40.68 ตามมาด้วยอันดับสองคือสาขาอุตสาหกรรมที่ร้อยละ 34.69 ตามมาด้วยสาขานำอยู่อาศัย สาขาธุรกิจการค้า และสาขาเกษตรกรรม ที่ร้อยละ 12.85 ร้อยละ 8.23 และร้อยละ 3.32 ตามลำดับ

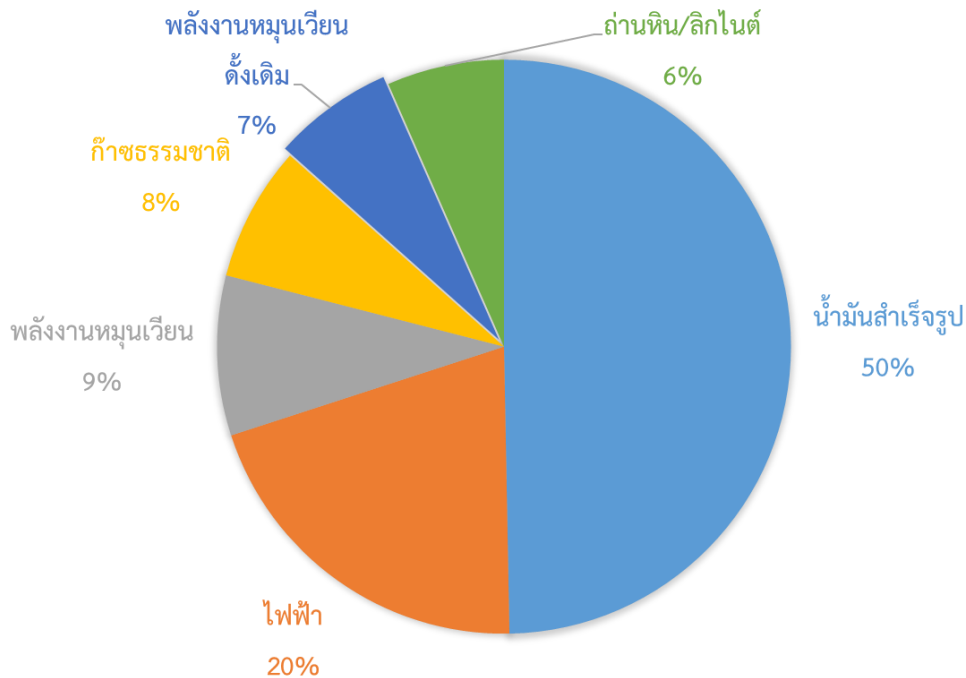
รูปที่ 6-3: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายแยกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2560



ที่มา: สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย เดือนมกราคม - ธันวาคม 2560, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และตารางดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย มกราคม - ธันวาคม 2560/ เบื้องต้น

รูปที่ 6-4 แสดงภาพรวมการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยจำแนกตามแหล่งพลังงานในปี พ.ศ. 2559 โดยพบว่าน้ำมันสำเร็จรูปเป็นแหล่งพลังงานที่มีสัดส่วนการใช้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด ตามมาด้วยไฟฟ้ามีการใช้อยู่ที่ร้อยละ 20 ในขณะที่พลังงานหมุนเวียนก๊าซธรรมชาติ พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม และถ่านหิน ลิกไนต์ มีสัดส่วนการใช้แต่ละประเภทไม่ถึงร้อยละ 10

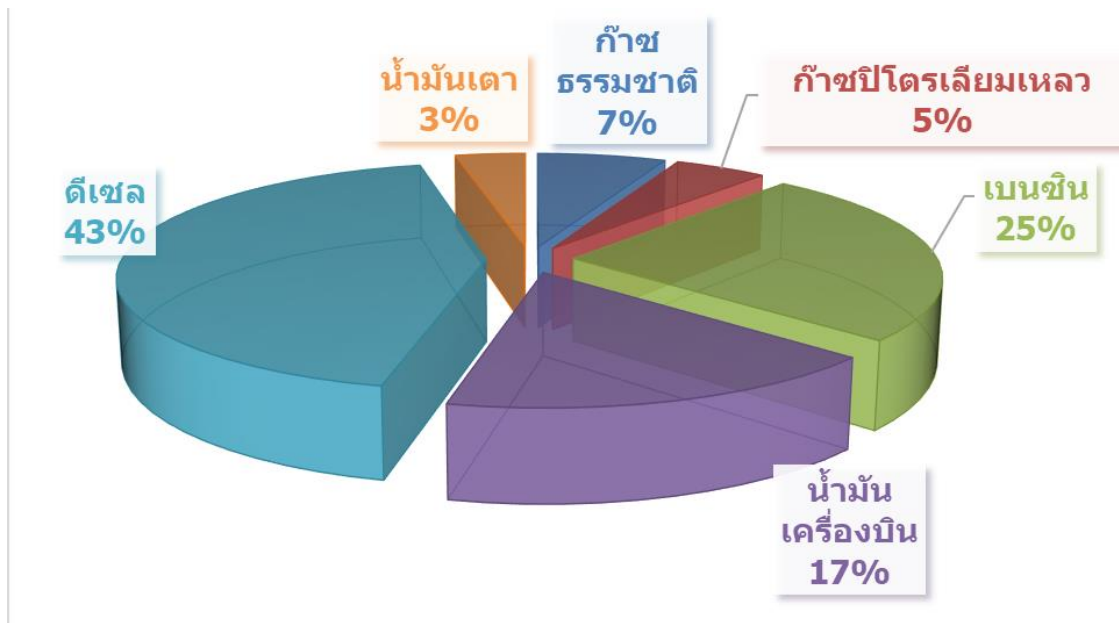
รูปที่ 6-4: ภาพรวมการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยจำแนกตามแหล่งพลังงาน ปี พ.ศ. 2559



ที่มา: คำนวณจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ถ้าพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานในภาคขนส่งแบ่งตามชนิดเชื้อเพลิงใน ปี พ.ศ. 2559 ตามรูปที่ 6-5 พบว่าภาคขนส่งมีการใช้น้ำมันดีเซลในสัดส่วนสูงสุดที่ร้อยละ 43 ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้าที่มีสัดส่วนการใช้งานค่อนข้างสูง เช่น รถบรรทุก รถกระบะ เรือยนต์ เป็นต้น ในขณะที่น้ำมันเบนซินมีสัดส่วนเป็นอันดับสองที่ร้อยละ 25 ที่ส่วนใหญ่เป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน หรือ รย.1 ตามมาด้วยอันดับสามที่ร้อยละ 17 ซึ่งเป็นสัดส่วนของการใช้น้ำมันเครื่องบินที่มีบทบาทสำคัญในช่วงปัจจุบัน โดยสะท้อนจากการที่ประชาชนนิยมเดินทางด้วยสายการบินต้นทุนต่ำมากขึ้น เนื่องจากมีราคาใกล้เคียงกับการเดินทางด้วยรถโดยสารขนาดใหญ่ หรือรถไฟ นอกจากนั้นพลังงานประเภทอื่น ๆ มีสัดส่วนการใช้งานไม่ถึงร้อยละ 10 ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และน้ำมันเตา

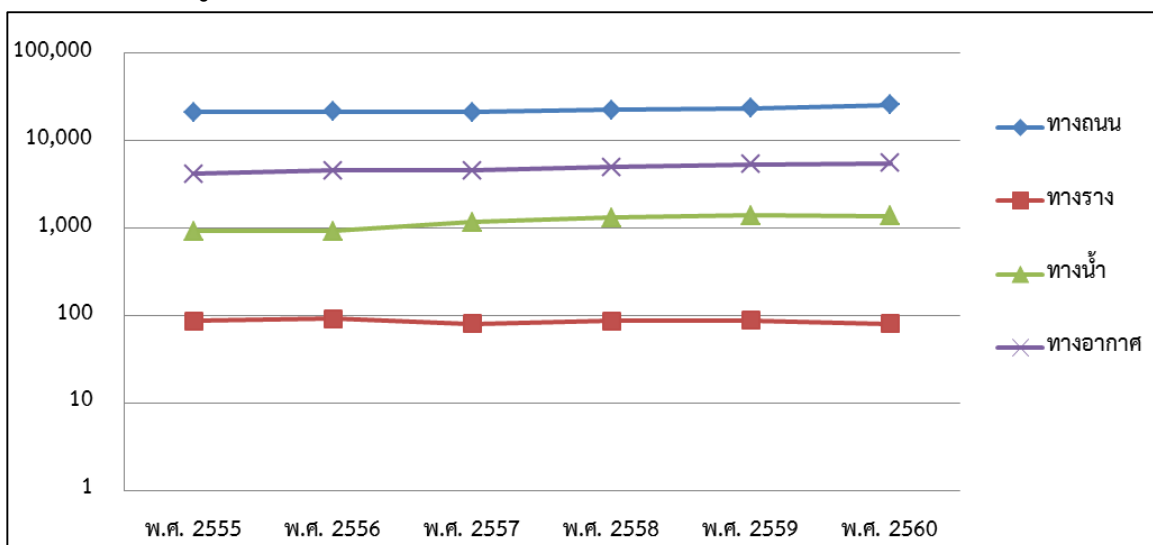
รูปที่ 6-5: สัดส่วนการใช้พลังงานในภาคขนส่งแบ่งตามชนิดเชื้อเพลิง ปี พ.ศ. 2559



ที่มา: คำนวณจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศจำแนกตามวิธีการขนส่ง ระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2560 ตามรูปที่ 6-6 พบว่า การใช้พลังงานในแต่ละวิธีการขนส่งมีสัดส่วนค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะเวลา 6 ปี ที่ผ่านมา โดยการขนส่งทางถนนมีการใช้พลังงานมากที่สุดประมาณ 20,000 ktoe ตามมาด้วยการขนส่งทางอากาศที่ประมาณ 7,000 ktoe สำหรับการขนส่งทางน้ำมีการใช้พลังงานค่อนข้างน้อยที่ประมาณ 1,000 ktoe และการขนส่งทางรางมีการใช้พลังงานน้อยที่สุดประมาณ 100 ktoe ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าการขนส่งทางถนนมีการใช้พลังงานด้วยสัดส่วนที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการขนส่งประเภทอื่น ๆ

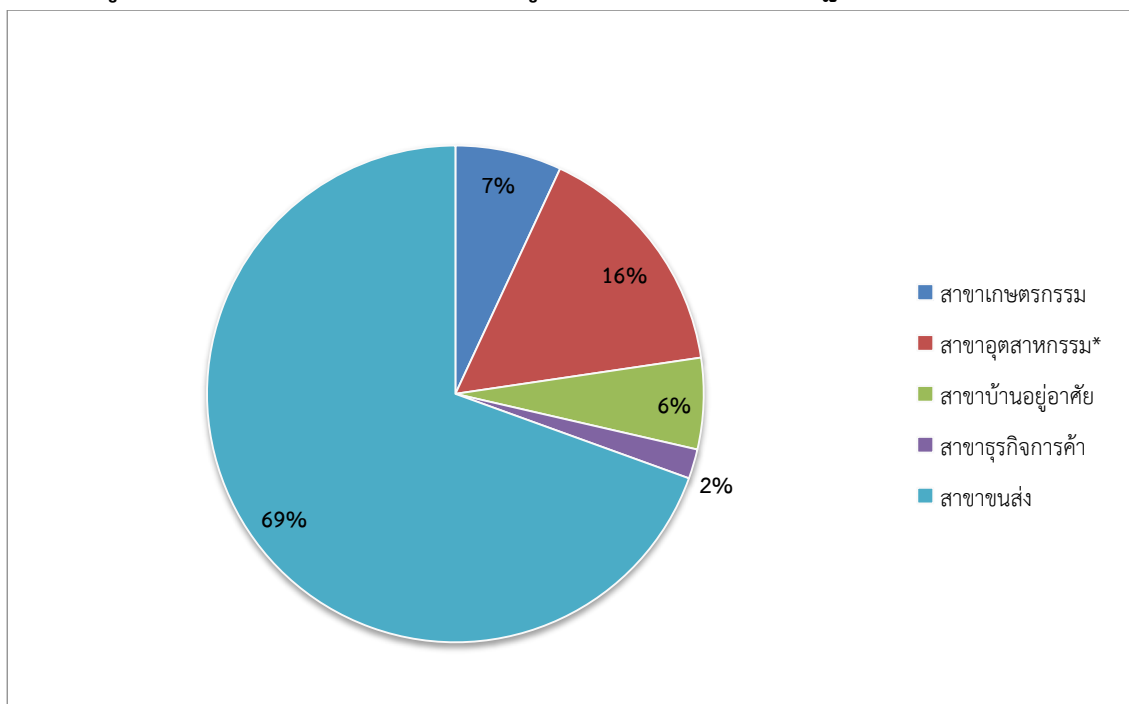
รูปที่ 6-6: การใช้พลังงานในสาขาการขนส่งจำแนกตามวิธีการขนส่ง



ที่มา: คำนวณจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

จากรายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ. 2559 ตามรูปที่ 6-7 พบว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนของการใช้น้ำมันสำเร็จรูปของประเทศไทย (รวมการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ Liquefied Petroleum Gas (LPG)) ภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปมากที่สุด โดยมีปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูปจำนวน 34,559 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 66.1 ของการใช้น้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมดของประเทศ ดังนั้นน้ำมันสำเร็จรูปถือเป็นพลังงานประเภทหลักที่ถูกใช้ในภาคขนส่ง ถ้าหากผู้ใช้พลังงานสามารถปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานในภาคขนส่งได้ก็จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้น้ำมันสำเร็จรูปของประเทศเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก

รูปที่ 6-7: สัดส่วนการใช้น้ำมันสำเร็จรูป จำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2559



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

หมายเหตุ: * สาขาอุตสาหกรรม หมายถึง อุตสาหกรรมการผลิต เหมืองแร่ และก่อสร้าง

6.2 แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

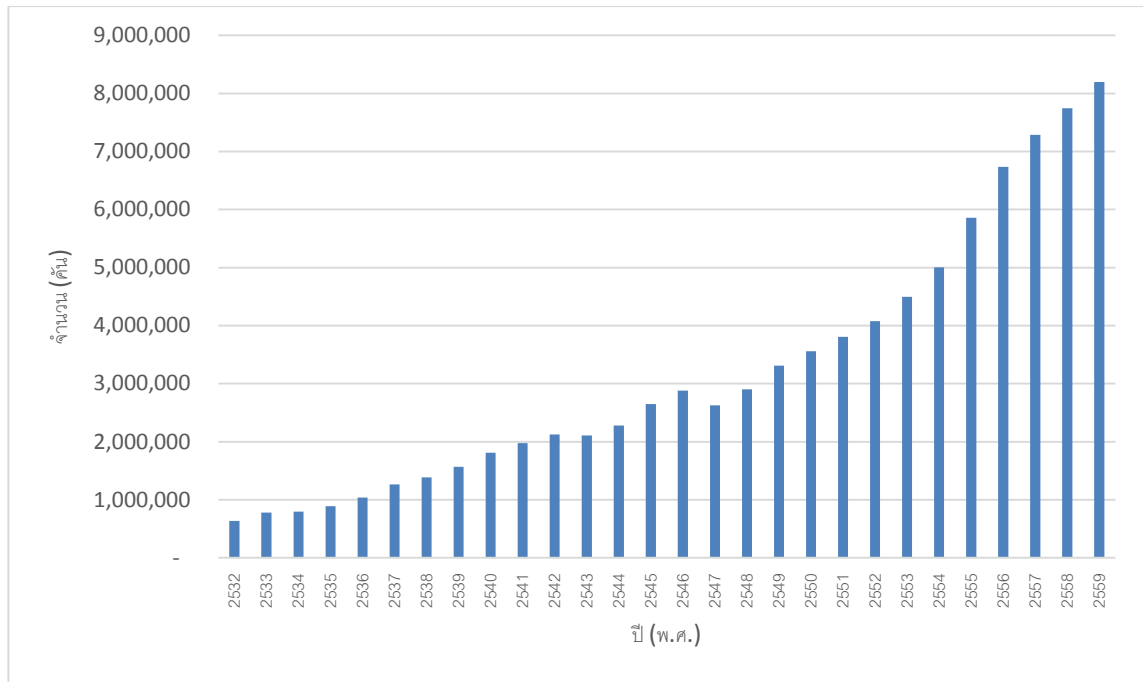
ในหัวข้อนี้เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศไทย มุ่งเน้นไปยัง รถยนต์ส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ซึ่งเป็นประเภทยานยนต์ที่จะมีการปรับตัวไปสู่การใช้น้ำมันดีฟฟ้ามากที่สุดภายใต้แผนการขับเคลื่อนการกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ดีฟฟ้าในประเทศไทย (แผนการขับเคลื่อนฯ)

แบบจำลองพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งที่พัฒนาขึ้นในงานศึกษานี้จะเป็นแบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model) หรือแบบจำลองที่ผู้ใช้งานกำหนดขึ้นไป (Bottom-up model)

ซึ่งมาจากการสร้างแบบจำลองแยกตามประเภทผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม จากนั้นจึงรวบรวมขึ้นเป็นความต้องการใช้พลังงานทั้งหมด (Swan and Ugursal, 2009) แบบจำลองรูปแบบนี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้จริงในการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งของประเทศไทย และสามารถไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลไปสู่ยานยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย โดยใช้วิธีการจำลองเหตุการณ์ในเงื่อนไขต่าง ๆ กัน จนนำไปสู่การประเมินผลกระทบต่อปริมาณการใช้พลังงานของภาคขนส่งของประเทศไทย ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะสามารถลดได้ รวมทั้งต้นทุนทางสังคมที่ลดลงจากการเปลี่ยนไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

งานศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปยังรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ซึ่งเป็นรถที่มีขนาดกว้างไม่เกิน 2.50 เมตร และยาวไม่เกิน 12 เมตร เช่น เก๋งตอนเดียว เก๋งสองตอน เก๋งสองตอนแวน รถนั่งสองตอนท้ายบรรทุก เป็นต้น และเป็นรถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมีโอกาสปรับเปลี่ยนไปสู่ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นหลัก โดยจะทำการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานผ่านการประยุกต์ใช้ข้อมูลยานยนต์ที่จดทะเบียนสะสมของกรมการขนส่งทางบก รูปที่ 6-8 แสดงข้อมูลรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ ในช่วงปี พ.ศ. 2532 – 2559 จากกลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากมหาอุทกภัยที่รัฐบาลขณะนั้นใช้นโยบายรถคันแรก ส่งผลให้ยอดสะสมของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) พุ่งสูงขึ้นกว่า 3 ล้านคัน ระหว่างปี พ.ศ. 2554 – 2559

รูปที่ 6-8: จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ ในช่วงปี พ.ศ. 2532 – 2559



ที่มา: กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก

6.2.1 แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในปัจจุบัน

ในรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556) ได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในภาคขนส่งที่หน่วยงานภาครัฐประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน สำหรับการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในกรณีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) นั้นมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 6-9 จากรูปจะพบว่า การพยากรณ์ความต้องการพลังงานของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนแรก คือ แบบจำลอง SES Data Analysis เป็นการนำเอาข้อมูลการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน (Socio-Economic Survey: SES) มาสร้างการกระจายตัวของครัวเรือนตามชั้นรายได้และอัตราการครอบครองยานยนต์ของครัวเรือนในแต่ละชั้นรายได้ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของครัวเรือนและอัตราการครอบครองยานยนต์ของครัวเรือน

ส่วนที่สอง คือ แบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting เป็นการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ทั้งหมดในแต่ละประเภทและอัตราการใช้ประโยชน์เฉลี่ยของยานยนต์แต่ละประเภท โดยอาศัยข้อมูลการกระจายตัวของครัวเรือนและอัตราการครอบครองยานยนต์ของครัวเรือนที่ได้จากแบบจำลอง SES Data Analysis โดยแบบจำลองในส่วนนี้จะมีขั้นตอนของการปรับปรุงค่าพยากรณ์เพื่อให้ค่าพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงในช่วงรอยต่อระหว่างค่าพยากรณ์กับข้อมูลจริง

ส่วนสุดท้าย คือ แบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting เป็นขั้นตอนการพยากรณ์จำนวนยานยนต์แยกตามประเภทเชื้อเพลิง และพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงของยานยนต์แต่ละกลุ่ม ค่าพยากรณ์ข้างต้นที่ได้จากแบบจำลอง Vehicle Fleet Forecasting จะถูกนำมาใส่ในแบบจำลอง Vehicle Stock/Fuel Consumption เพื่อจำแนกพาหนะทั้งหมดออกตามประเภทพลังงานที่ใช้ ก่อนที่จะนำไปคำนวณปริมาณความต้องการพลังงานแต่ละประเภทของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน

รูปที่ 6-9: สรุปแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงานของภาคขนส่งในปัจจุบัน

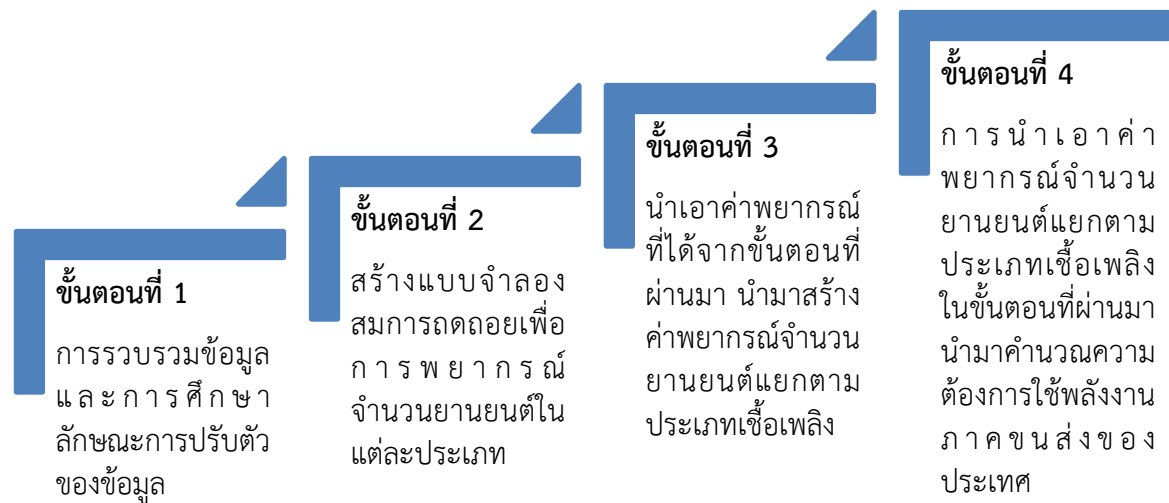


ที่มา: รวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

6.2.2 แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความต้องการพลังงาน

ในงานศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจะพยากรณ์ความต้องการพลังงานในระหว่างปี พ.ศ. 2561 – 2580 (ค.ศ. 2018 – 2037) ผ่านการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีส่วนผสมของการประมาณค่าสมการถดถอย (Regression equation) และการขยายขอบเขตการประมาณค่าผ่านข้อมูลแวดล้อมต่าง ๆ รูปที่ 6-10 แสดงขั้นตอนการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในยานยนต์แต่ละประเภท

รูปที่ 6-10: ขั้นตอนการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในยานยนต์แต่ละประเภท



ที่มา: รวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูลและการศึกษาลักษณะการปรับตัวของข้อมูล

ในการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความต้องการพลังงานของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จะเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลและการศึกษาลักษณะการปรับตัวของข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมจากกรมการขนส่งทางบก รวมทั้งข้อมูลประกอบอื่น ๆ ดังนี้ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) จำนวนประชากรของประเทศไทย จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สสช.) และข้อมูลค่าพยากรณ์จำนวนประชากรของประเทศจาก สศช. จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสม แยกตามประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง จากกรมการขนส่งทางบก ข้อมูลสำรวจการเดินทางเฉลี่ยของยานยนต์ และ การใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่อระยะทางของยานยนต์ จากงานศึกษาต่าง ๆ อาทิ โครงการการพัฒนาแบบจำลองการใช้พลังงานในระดับผู้ใช้ (End-use model) เพื่อคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานและวิเคราะห์นโยบายในภาคขนส่งของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นต้น และข้อมูลประกอบเพิ่มเติมอื่น ๆ โดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวและกระบวนการทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป

ขั้นตอนที่ 2 การพยากรณ์จำนวนยานยนต์ในแต่ละประเภท

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแบบจำลองสมการถดถอยเพื่อการพยากรณ์จำนวนยานยนต์แต่ละประเภท โดยใช้สมการถดถอยซึ่งเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต สำหรับการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ดังกล่าวจะคำนึงถึงความสอดคล้องกับการปรับตัวของข้อมูลในอดีต และคำนึงถึงการปรับตัว

ที่ผิดปกติในบางช่วงเวลาอันมีสาเหตุมาจากปัจจัยในระดับมหภาคของประเทศ เช่น เหตุการณ์มหาอุทกภัย
ของประเทศ รวมไปถึงนโยบายรถยนต์คันแรกของรัฐบาลหลังจากเกิดมหาอุทกภัย เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การพยากรณ์จำนวนยานยนต์แยกตามประเภทเชื้อเพลิง

ขั้นตอนนี้เป็นกรนำเอาค่าพยากรณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมา มาสร้างค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์แยกตามประเภทเชื้อเพลิง โดยอาศัยแนวโน้มการปรับตัวของข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมแยกตามประเภทเชื้อเพลิงในอดีต ค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์แยกตามประเภทเชื้อเพลิง จะถูกใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญเพื่อใช้ในการพยากรณ์ความต้องการพลังงานในภาคขนส่งของประเทศในอนาคต

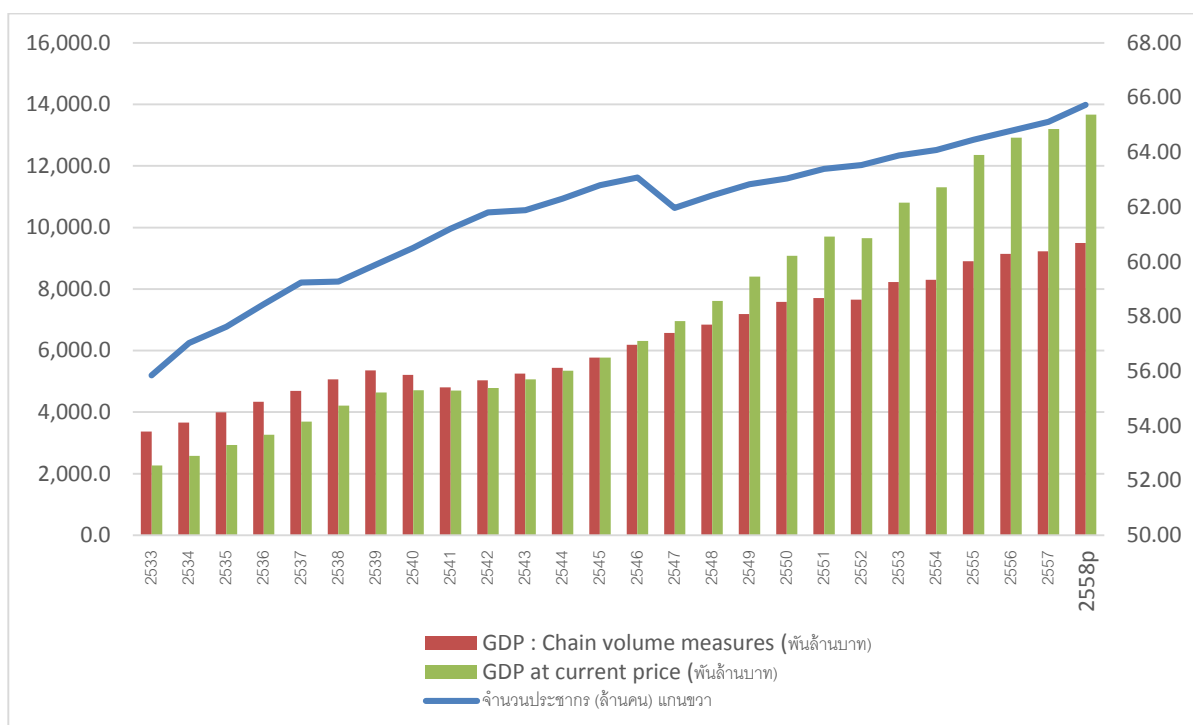
ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานภาคขนส่งของประเทศ

ขั้นตอนนี้เป็น การนำเอาค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์แยกตามประเภทเชื้อเพลิงที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาคำนวณความต้องการใช้พลังงานของภาคขนส่งของประเทศ โดยนำเอาข้อมูลจากงานศึกษาในอดีต รวมถึง ข้อมูลสถิติภูมิต่าง ๆ มาประกอบในการคำนวณ ซึ่งกระบวนการในการคำนวณค่าพยากรณ์ความต้องการพลังงานอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทยานยนต์ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของการคำนวณและความสอดคล้องกับค่าความต้องการพลังงานในอดีต

6.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานศึกษา

ข้อมูลหลักที่ใช้ในงานศึกษานี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ประกอบไปด้วยจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ ดังที่แสดงในรูปที่ 6-3 ข้างต้น ในขณะที่ตัวแปรต้นหลักเพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ในอนาคตประกอบด้วย ข้อมูลผลผลิตมวลรวมในประเทศที่แท้จริง (Gross Domestic Products, Chained-Volume Measures: GDP CVM) ข้อมูลผลผลิตมวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน (Gross Domestic Products, Current Market Price: GDP Cur P) และจำนวนประชากรของประเทศไทย ที่เก็บรวบรวมจากจาก สดช. ตามรูปที่ 6-11

รูปที่ 6-11: ข้อมูลตัวแปรต้นหลักที่ใช้ในการพยากรณ์



ที่มา: ฐานข้อมูลของ World bank และ สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

หมายเหตุ: ปี พ.ศ. 2547 สำนักบริหารการทะเบียน ได้มีการปรับปรุงข้อมูลตัดข้อมูลในส่วนที่ซ้ำซ้อนออกไป จึงทำให้ประชากรลดลงจากปี พ.ศ. 2546

งานศึกษานี้อาศัยข้อมูลยานพาหนะจดทะเบียนสะสมจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง จากกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม โดยได้เก็บข้อมูลดังกล่าวของทั้งประเทศย้อนหลัง และอาศัยแนวโน้มการปรับตัวของข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์สัดส่วนจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ของทั้งประเทศในอนาคต แยกตามประเภทเชื้อเพลิงในอนาคต ตารางที่ 6-1 แสดงข้อมูลยานพาหนะจดทะเบียนสะสม จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิงดังกล่าว ระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2559

ตารางที่ 6-1: รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) สะสมจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง

หน่วย: คัน

ปี	2555	2556	2557	2558	2559
รวม	5,856,454	6,736,562	7,284,259	7,742,434	8,197,012
เบนซิน	3,514,859	3,981,198	4,249,501	4,518,749	4,816,950
ดีเซล	1,372,720	1,618,069	1,787,286	1,944,907	2,134,364
LPG	3,086	2,722	2,465	2,238	1,847
LPG และเบนซิน	790,315	900,688	988,839	1,004,537	962,190
LPG และดีเซล	1,432	1,518	1,562	1,484	1,236
CNG	190	170	158	152	135
CNG และเบนซิน	127,423	169,514	180,849	186,159	184,267
CNG และดีเซล	775	823	842	785	692
ไฟฟ้า	17	29	36	50	54
ไม่ใช่เชื้อเพลิง	-	-	-	-	-
ไฮบริด	37,455	53,600	62,629	69,816	79,058
อื่น ๆ	8,182	8,231	10,092	13,557	16,219

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม

นอกจากนั้น เพื่อแปลงค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสม จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง เป็นค่าพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ งานศึกษานี้อาศัยข้อมูลการสำรวจระยะเดินทาง โดยเฉลี่ยและอัตราการสิ้นเปลืองการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ปรากฏอยู่ในงานศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556) ตารางที่ 6-2 แสดงข้อมูลดังกล่าวในกรณีของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1)

ตารางที่ 6-2: ระยะเดินทางเฉลี่ยและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง กรณีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1)

ระยะทางวิ่งเฉลี่ย	Km	อัตราสิ้นเปลือง เชื้อเพลิง (Km/L)	เบนซิน	ดีเซล	LPG	NGV
Distance < 2554	19,787	Efficiency < 2554	12.29	13	10.74	10.98
Distance 2554	19,787	Efficiency 2554	12.37	13	10.74	10.98
Distance 2555	19,787	Efficiency 2555	13.43	13	10.74	10.98

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556)

6.4 ผลการพยากรณ์จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1)

งานศึกษาในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการพยากรณ์จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) โดยใช้ข้อมูลในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 – 2559 (ค.ศ. 1993 – 2016) เพื่อพยากรณ์จำนวนยานยนต์ รย.1 สำหรับอนาคตในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579 (ค.ศ. 2017 – 2036) แบบจำลองที่เลือกใช้ใช้เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีตอย่างเหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่าสถิติต่าง ๆ โดยจำนวนรถยนต์ที่ต้องการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนสะสมในปีก่อนหน้า และมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน ดังนี้¹

$$vh1_t = f(vh1_{t-1}, ngdp_t)$$

โดยที่

$vh1_t$ หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในปี t

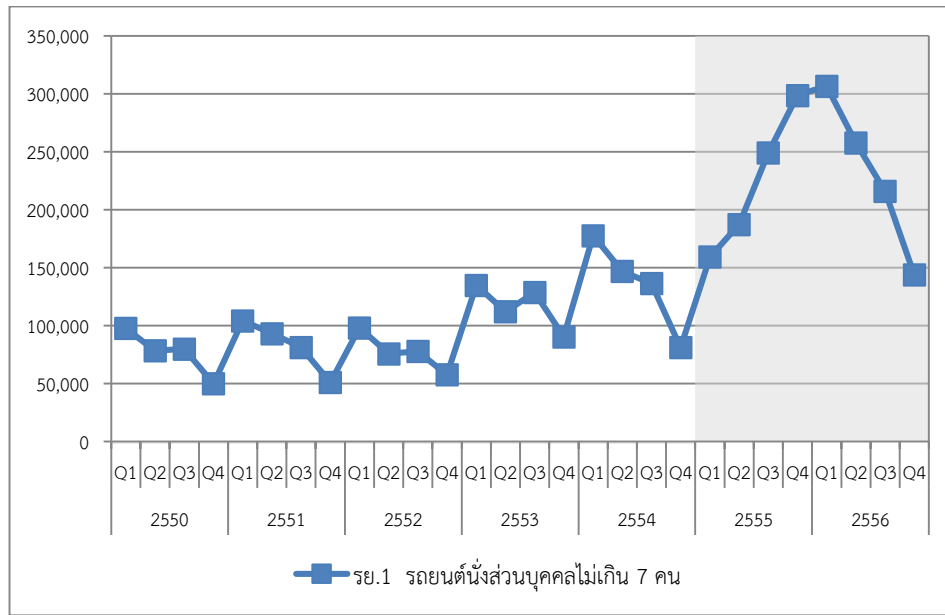
$vh1_{t-1}$ หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในปี t-1

$ngdp_t$ หมายถึง มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน ในปี t

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนประเภท รย. 1 จากรูปที่ 6-12 ในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2556 พบว่า ยอดจดทะเบียนปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยทั่วไปจำนวนการจดทะเบียน รย.1 จะสูงที่สุดในไตรมาสแรกของแต่ละปี ในขณะที่ยอดจดทะเบียนสะสมจะต่ำที่สุดในช่วงปลายปี แต่สำหรับในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2556 พบว่า การจดทะเบียนเพิ่มสูงขึ้นตลอดทั้งปี อันเป็นผลมาจากนโยบายรถยนต์คันแรกของรัฐบาลในขณะนั้น

¹ ถึงแม้ว่าจุดประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาผลกระทบการใช้พลังงานภายใต้แผนส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่การนำตัวแปรต้นที่สำคัญคือผลิตภัณฑ์มวลรวมของทั้งประเทศมาทำการพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ของทั้งประเทศ จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่า นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 โดยรวมของทั้งประเทศ เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่ประหยัดได้แล้วจะให้ผลไม่ต่างกับการใช้ข้อมูลจำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากเป็นการคำนวณผลต่างของการประหยัดพลังงานจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนคงที่ จากรายงานของกรมขนส่งทางบกพบว่าสัดส่วนของยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลคิดเป็นร้อยละ 60 ของทั้งประเทศ

รูปที่ 6-12: จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รถ. 1 รายไตรมาส ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2556



ที่มา: กรมการขนส่งทางบก

จากลักษณะของข้อมูลที่ผิดปกติดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น งานศึกษานี้จึงได้เพิ่มตัวแปรหุ่นที่แสดงถึงอิทธิพลของโครงการรถยนต์คันแรกเข้าไปในแบบจำลองด้วย โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 สำหรับช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555 – 2557 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการส่งมอบรถยนต์ให้กับผู้ซื้อ และกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 สำหรับช่วงเวลาอื่น ๆ รวมทั้งในอนาคตด้วย เพราะผู้วิจัยคาดหมายว่าโครงการในลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นอีกในอนาคต ดังนั้นแบบจำลองจึงมีการเพิ่มตัวแปรหุ่น ดังนี้

$$vh1_t = f(vh1_{t-1}, ngdp_t, dum1_t)$$

โดยที่

$vh1_t$ หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รถ. 1 ในปี ที่ t

$vh1_{t-1}$ หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รถ. 1 ในปี ที่ $t-1$

$ngdp_t$ หมายถึง มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน ในปี ที่ t

$dum1_t$ หมายถึง ตัวแปรหุ่นที่มีค่า 1 สำหรับปี พ.ศ. 2555 – 2557 และมีค่า 0 สำหรับปีอื่น ๆ

แบบจำลองข้างต้นได้สมมติให้ตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับตัวแปรตาม และสำหรับตัวแปรมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน จะทำการใส่ค่า logarithm เพื่อปรับให้มีความเรียบของข้อมูลมากขึ้น ดังนี้

$$vh1_t = \beta_0 + \beta_1 vh1_{t-1} + \beta_2 \ln(ngdp_t) + \beta_3 dum1_t + u_t$$

โดยที่

$vh1_t$	หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รถ. 1 ในปี t
$vh1_{t-1}$	หมายถึง จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รถ. 1 ในปี t-1
$\ln(ngdp_t)$	หมายถึง logarithm ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาตลาดปัจจุบัน ในปี t
$dum1_t$	หมายถึง ตัวแปรหุ่นที่มีค่า 1 สำหรับปี พ.ศ. 2555-2557 และมีค่า 0 สำหรับปีอื่น ๆ
u_t	หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ในปี t

โดยผลการประมาณค่าแบบจำลองเพื่อพยากรณ์จำนวนยานยนต์ประเภท รถ. 1 เป็นดังนี้

$$vh1_t = -4,175,610 + 0.99 vh1_{t-1} + 282,460 \ln(ngdp_t) + 372,863 dum1_t$$

(-1.93*) (33.18***) (-1.97*) (3.72***)

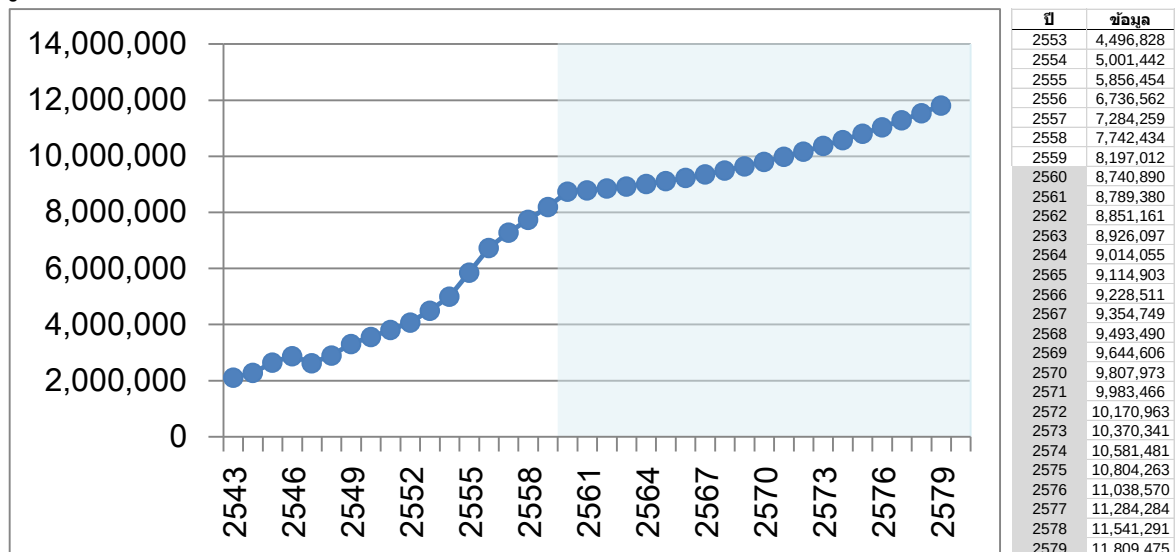
$$R^2 = 0.995 \quad F-Stat = 3,278***$$

หมายเหตุ	ตัวเลขในวงเล็บแสดงค่าสถิติตัว t (t-statistics)
	* แสดงการมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1
	** แสดงการมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
	*** แสดงการมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สำหรับการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ประเภท รถ.1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2579 จะใช้ค่าพยากรณ์อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของธนาคารแห่งประเทศไทย ในระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2561 ที่ระดับร้อยละ 3.4 และ 3.6 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าคาดการณ์อัตราเงินเฟ้อในช่วงเดียวกันอยู่ที่ร้อยละ 1.2 และ 1.9 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินอัตราการเติบโตของประเทศไทยพบว่า การประเมินอัตราการเติบโตดังกล่าวได้มีการปรับลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากงานศึกษาของ Chuenchoksan and Nakornthab (2008) ที่ประเมินอัตราการเติบโตทางศักยภาพของประเทศไทยไว้ที่ร้อยละ 5.5 – 6.1 และต่อมา Nakornthab (2013) ประเมินไว้ที่ร้อยละ 4.5 ในขณะที่เอกสารของ IMF (2013) ประเมินอัตราการเติบโตที่ร้อยละ 4.75 ส่วนงานศึกษาของ Anand et al. (2014) ประเมินอัตราการเติบโตทางศักยภาพไว้ที่ร้อยละ 3.0 โดยงานศึกษานี้จะใช้ผลการประเมินจากงานศึกษาหลังสุดนี้ ส่งผลให้ค่าพยากรณ์อัตราการเติบโตผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศจะถูกปรับให้เป็นร้อยละ 3.0 เพื่อสะท้อนอัตราการเติบโตตามศักยภาพของประเทศไทย ในขณะที่อัตราเงินเฟ้อในระยะยาวปรับเป็นร้อยละ 2.0

แบบจำลองข้างต้นเมื่อนำมาพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579 จะได้ผลลัพธ์ดังที่แสดงในรูปที่ 6-13 โดยพบว่าจำนวนยานยนต์จะเพิ่มจาก 8.2 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2559 เป็น 11.8 ล้านคันในปี พ.ศ. 2579 หรือเพิ่มขึ้นกว่า 3.6 ล้านคันในช่วง 20 ปี โดยการเพิ่มขึ้นดังกล่าวเป็นไปอย่างช้า ๆ เมื่อเทียบกับในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2557 ที่มีอัตราการเติบโตอยู่ในระดับสูง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วดังกล่าวเป็นผลมาจากโครงการรถคันแรกซึ่งเป็นนโยบายของรัฐบาลในขณะนั้น

รูปที่ 6-13: ค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579²



ที่มา: กรมการขนส่งทางบกและการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

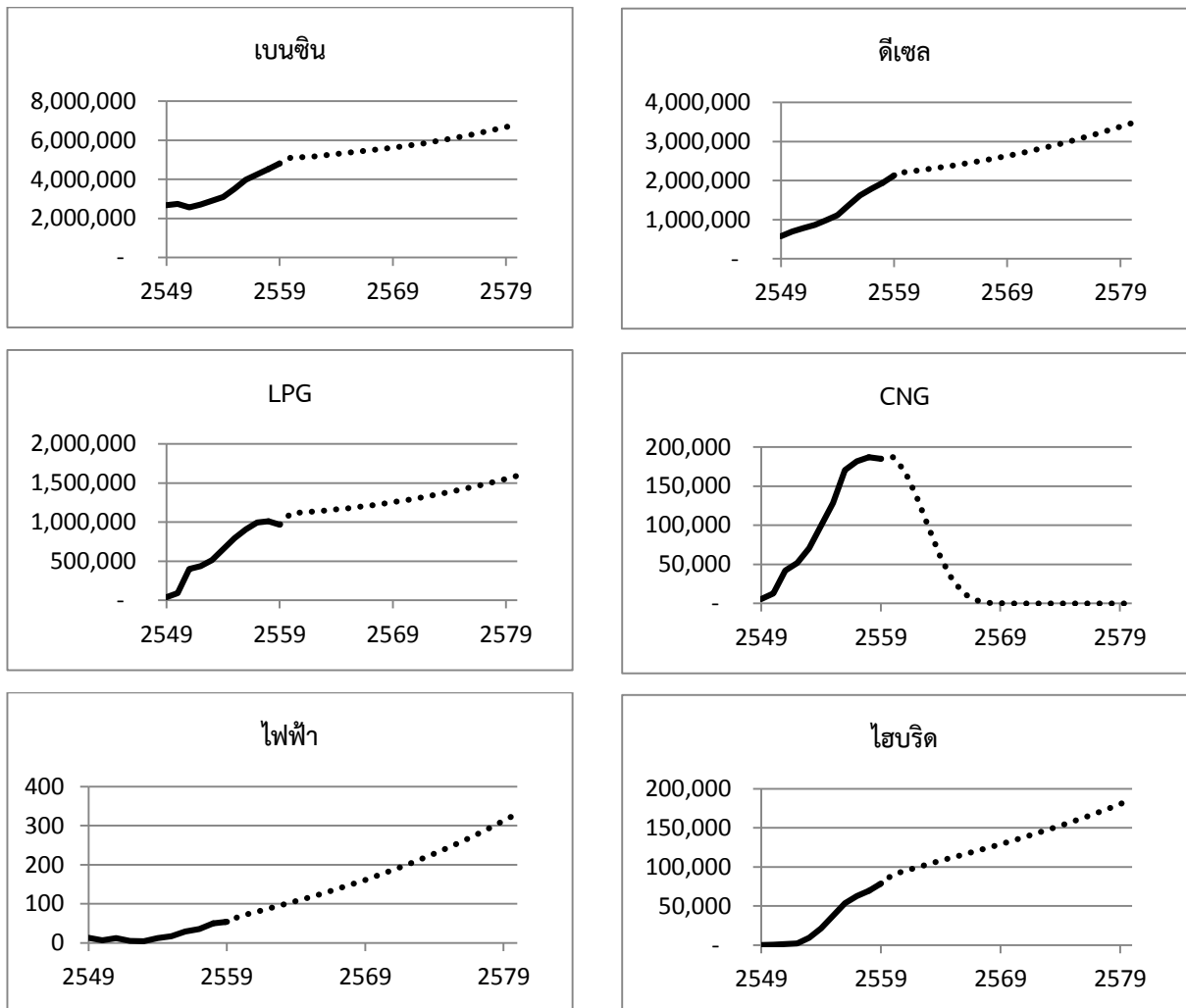
เนื่องจากการพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ข้างต้น ได้อาศัยข้อมูลยานยนต์จดทะเบียนสะสมมาใช้ในการพยากรณ์ ดังนั้นค่าพยากรณ์ดังกล่าวจึงได้คำนึงถึงผลกระทบจากการปลดระวางการใช้งานยานยนต์เอาไว้แล้ว เพราะฉะนั้นจึงอนุมานได้ว่าค่าพยากรณ์ไปในอนาคตอาศัยข้อสมมติฐานที่ว่าพฤติกรรมการปลดระวางยานยนต์ประเภท รย. 1 ของไทยอยู่ในลักษณะเดียวกันกับที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

ผลลัพธ์ของการพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579 จะถูกนำมาจำแนกตามประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ที่มีการปรับปรุงตามค่าแนวโน้มที่เกิดขึ้นในช่วงอดีตที่ผ่านมา ยกเว้นในกรณีของ CNG ที่คณะผู้วิจัยกำหนดให้มีสัดส่วนลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2569 และมีค่าเป็นศูนย์ในปี พ.ศ. 2570

² การพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 เป็นการใช้อัตราการเพิ่มขึ้นของทั้งประเทศ โดยสัดส่วนปริมาณรถยนต์ รย.1 ในเขต กทม และปริมณฑล ต่อจังหวัดอื่น ๆ ในปี 2561 อยู่ที่ 51: 49

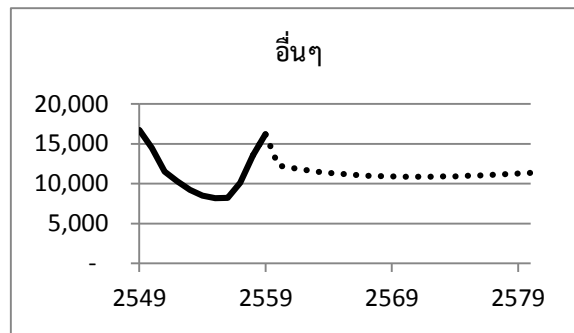
รูปที่ 6-14 แสดงผลของการพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2579³ โดยเชื้อเพลิงแต่ละประเภทแสดงข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2559 โดยจำนวนยานยนต์ทั้งหมดในทุกประเภทของเชื้อเพลิงยกเว้น CNG มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอีก 20 ปีข้างหน้าอย่างเห็นได้ชัด โดยจำนวนยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เมื่อเทียบกับในอดีต ในขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าและไฮบริดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามการใช้น้ำมันไฟฟ้าและไฮบริดยังคงมีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซ LPG

รูปที่ 6-14: ผลการพยากรณ์จำนวนยานยนต์สะสมประเภท รย. 1 จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง



³ อย่างไรก็ตาม ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยภายนอกที่เกิดขึ้นจากการที่ราคาน้ำมันเบนซินปรับตัวลดลง ส่งผลทำให้ความต้องการใช้ LPG ซึ่งเป็นสินค้าทดแทนของน้ำมันเบนซิน ในช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2560 ลดลงอย่างมาก ผลพยากรณ์จำนวนยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง LPG ที่แสดงในรูปที่ 6-14 ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าการใช้ LPG ที่มีการปรับตัวลดลงในช่วงปี 2558-60 เกิดขึ้นในระยะสั้นเท่านั้น จากสมมติฐานดังกล่าวส่งผลทำให้จำนวนยานยนต์ที่ใช้ LPG ที่พยากรณ์ได้ในอนาคตมีเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เมื่อเทียบกับในอดีต ทั้งนี้ คณะวิจัยได้จำลองสถานการณ์กรณีที่ความต้องการใช้ LPG ลดลงอย่างต่อเนื่องในอนาคต ค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์ของเชื้อเพลิงประเภท LPG ภายใต้สถานการณ์ที่ LPG ลดลงอย่างต่อเนื่องในอนาคตถูกแสดงไว้ในภาคผนวก รูปที่ ฉ-1

รูปที่ 6-14: ผลการพยากรณ์จำนวนยานยนต์สะสมประเภท รถ. 1 จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง (ต่อ)



ที่มา: กรมการขนส่งทางบกและการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

6.5 ผลการประมาณค่าความต้องการเชื้อเพลิงของยานยนต์ในกรณีฐาน

ในขั้นตอนนี้จะนำผลที่ได้จากการพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิงในหัวข้อก่อนหน้านี้มาแปลงเป็นค่าความต้องการเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลการแปลงค่าจากงานศึกษาของ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2556) ความต้องการพลังงานที่ถูกแปลงค่าจะมีหน่วยเทียบเท่าฟัสนลิตรน้ำมันเบนซิน โดยค่าพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงดังกล่าวถูกกำหนดให้เป็นค่าในกรณีฐาน (Base case) ซึ่งมีข้อสมมติว่าประชาชนภายในประเทศมีพฤติกรรมการใช้นานยนต์ไม่ต่างไปจากอดีต เนื่องจากการวิเคราะห์ผลกระทบในกรณีฐานดังกล่าวเป็นการสะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยผลิตเฉพาะยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเท่านั้น ในขณะที่ต่างประเทศมีการผลิตและใช้นานยนต์ไฟฟ้า ดังนั้นผลการศึกษาในกรณีฐานนี้จึงเป็นการสะท้อนผลกระทบที่เกิดขึ้นก่อนที่จะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้งานยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปสู่นานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สำหรับการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนไปใช้นานยนต์ไฟฟ้าในยานยนต์ประเภทต่าง ๆ จะพิจารณาถึงแผนการขับเคลื่อนฯ ที่แบ่งออกได้เป็น 6 ระยะดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 จากแผนการขับเคลื่อนฯ พบว่าในระยะที่ 1 เป็นช่วงเตรียมความพร้อมพื้นฐานด้านกฎระเบียบต่าง ๆ และในระยะที่ 2 เป็นช่วงเตรียมความพร้อมพื้นฐานด้านเทคนิคซึ่งยังไม่มีเป้าหมายการเพิ่มจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งจะอยู่ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 2563 โดยในระยะที่ 3 (ช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2566) จะเป็นช่วงเริ่มต้นทดลองส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า จากแผนการขับเคลื่อนฯ ได้ตั้งเป้าไว้ว่าจะมีการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละปีจำนวน 2,000 คัน ในเวลาดังกล่าว ในระยะที่ 4 (ช่วงปี พ.ศ. 2567 – 2569) เป็นช่วงดำเนินการจริงโดยตั้งเป้าไว้ว่าจะมีการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละปีจำนวน 15,000 คัน ในเวลาดังกล่าว ในขณะที่ ระยะที่ 5 (ช่วงปี พ.ศ. 2570 – 2574) เป็นช่วงดำเนินการต่อเนื่องโดยตั้งเป้าไว้ว่าจะมีการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละปีจำนวน 80,000 คัน ในช่วงดังกล่าว และในระยะที่ 6 (ช่วงปี พ.ศ. 2575 – 2579) เป็นช่วงที่ตลาดยานยนต์ไฟฟ้ามีการเติบโตเต็มที่โดยตั้งเป้าไว้ว่าจะมีการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละปีจำนวน 150,000 คัน ในเวลาดังกล่าว จากแผนการขับเคลื่อนฯ ได้ตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะมียานยนต์ไฟฟ้าสะสมบนท้องถนนจำนวน 1.2 ล้านคันในปี พ.ศ. 2579

นอกจากนี้งานวิจัยฉบับนี้ได้จำแนกสถานการณ์ออกเป็น 3 กรณีตามตารางที่ 6-3 ได้แก่ **กรณีที่ 1** สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยสามารถดำเนินการเป็นไปตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ ได้ตามเป้าหมายทุกปี (เป้าหมาย 100%) **กรณีที่ 2** สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ภายใต้ผลการยอมรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคที่ได้ศึกษาไว้ในบทที่ 5 จึงได้กำหนดให้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าดำเนินการเป็นไปตามแผนการขับเคลื่อนฯ ได้เพียงร้อยละ 60 เท่านั้น (เป้าหมาย 60%) และ**กรณีที่ 3** สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยประสบผลสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ สามารถผลิตยานยนต์ไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 25 ของการผลิตรถยนต์ทั้งหมดในประเทศภายในปี 2579 จึงได้กำหนดให้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าดำเนินการสูงกว่าแผนการขับเคลื่อนฯ ร้อยละ 40 (เป้าหมาย 140%) โดยเป้าหมายของการดำเนินการดังกล่าวมีตัวชี้วัดเป็นจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งผลกระทบการใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่งจะใช้ผลการคำนวณทั้งสองสถานการณ์ประกอบกัน

ตารางที่ 6-3: เป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละสถานการณ์จำลอง

เป้าหมาย	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4	ระยะที่ 5	ระยะที่ 6
	2559-2560	2561-2563	2564-2566	2567-2569	2570-2574	2575-2579
	เตรียมความพร้อม พื้นฐานด้าน กฎระเบียบ ต่างๆ	เตรียมความพร้อม พื้นฐานด้าน เทคนิค	ช่วงเริ่มต้น (demonstration project)	ช่วงดำเนินการ จริง (Up-Scaling)	ช่วงดำเนินการ ต่อเนื่อง (Continued Roll-Out)	ช่วงตลาด เติบโต (Mature Market)
กรณีที่ 1: เป้าหมาย 100% (จำนวนคันต่อปี)			2,000	15,000	80,000	150,000
กรณีที่ 1: เป้าหมาย 100% (จำนวนสะสมบนท้องถนน)			6,000	51,000	451,000	1,201,000
กรณีที่ 2: เป้าหมาย 60% (จำนวนคันต่อปี)			1,200	9,000	48,000	90,000
กรณีที่ 2: เป้าหมาย 60% (จำนวนสะสมบนท้องถนน)			3,600	30,600	270,600	720,600
กรณีที่ 3: เป้าหมาย 140% (จำนวนคันต่อปี)			2,800	21,000	112,000	210,000
กรณีที่ 3: เป้าหมาย 140% (จำนวนสะสมบนท้องถนน)			8,400	71,400	631,400	1,681,400

ที่มา: คณะผู้วิจัยปรับจากแผนการขับเคลื่อนฯ

ตารางที่ 6-4 แสดงผลจากการพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) สำหรับกรณีฐานซึ่งสะท้อนถึงสถานการณ์ที่รัฐบาลไม่มีการใช้นโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันดีเซลไฟฟ้าในประเทศไทย โดยในช่วงต้นของตารางจะแสดงผลการพยากรณ์เฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และในส่วนท้ายของตารางจะแสดงอัตราการเติบโตความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ต่อปี ส่วนรายละเอียดของผลการพยากรณ์ในแต่ละปีจะถูกแสดงไว้ในตารางภาคผนวกท้ายบท สำหรับผลการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลาตามตารางที่ 6-4 พบว่าความต้องการเชื้อเพลิงสะสมทั้งเบนซิน ดีเซล LPG และไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี สอดคล้องกับผลของค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2579 ในขณะที่ความต้องการเชื้อเพลิงสะสม CNG ลดลงเรื่อย ๆ จนเป็นศูนย์ในปี พ.ศ. 2570 ตามข้อสมมติของงานศึกษานี้ นอกจากนั้นความต้องการเบนซิน ดีเซล และ LPG ในช่วง 20 ปี ข้างหน้านั้น มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 2 ต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้ามีอัตราการเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 2 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ายังคงมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ ซึ่งค่าพยากรณ์ในตารางนี้เป็นตัวแทนในกรณีฐานที่รัฐบาลไม่มีการใช้นโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันดีเซลไฟฟ้าในประเทศไทย

ตารางที่ 6-4: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน¹

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (พันลิตร เบนซิน)
2559-2563	7,503,529	3,423,663	2,021,455	279,507	77
2564-2566	7,898,165	3,690,974	2,167,779	60,076	117
2567-2569	8,177,698	3,923,462	2,269,858	2,676	150
2570-2574	8,653,838	4,301,792	2,448,174	-	200
2575-2579	9,465,957	4,881,742	2,732,480	-	277
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.7%	9.2%
2567-2569	1.2%	2.2%	1.7%	-85.6%	8.0%
2570-2574	1.6%	2.4%	2.1%	0.0%	7.1%
2575-2579	2.0%	2.7%	2.4%	0.0%	6.4%

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-1

6.6 ผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่ง

ในการวิเคราะห์ถึงผลกระทบการใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่งนั้น ขั้นตอนแรกคณะผู้วิจัยจะนำค่าพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในกรณีฐานที่ได้จากตารางที่ 6-4 มาทำการแปลงค่าในส่วนของการความต้องการพลังงานไฟฟ้า โดยเปลี่ยนจากการความต้องการพลังงานเทียบเท่าน้ำมันเบนซิน (พันลิตรเบนซิน) ไปเป็นความต้องการพลังงานไฟฟ้า (MWh) ตามตารางที่ 6-5 สำหรับการคำนวณดังกล่าวได้ใช้อัตราความต้องการไฟฟ้าที่ 21 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (Kilowatt-hour; kWh) ต่อระยะทางวิ่ง 100 กิโลเมตร ซึ่งการแปลงผลดังกล่าวเป็นการสะท้อนค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าประเภทรถยนต์นั่งขนาดกลางในช่วงเวลาปัจจุบัน

ตารางที่ 6-5: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน¹

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559-2563	7,503,529	3,423,663	2,021,455	279,507	322
2564-2566	7,898,165	3,690,974	2,167,779	60,076	486
2567-2569	8,177,698	3,923,462	2,269,858	2,676	622
2570-2574	8,653,838	4,301,792	2,448,174	-	833
2575-2579	9,465,957	4,881,742	2,732,480	-	1,152
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.7%	9.2%
2567-2569	1.2%	2.2%	1.7%	-85.6%	8.0%
2570-2574	1.6%	2.4%	2.1%	0.0%	7.1%
2575-2579	2.0%	2.7%	2.4%	0.0%	6.4%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-2

สำหรับกรณีศึกษาเปรียบเทียบ จะเริ่มต้นด้วยการคำนวณความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ สำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 ตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยทั้งสองกรณี โดยความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ทั้งสองกรณีถูกคำนวณโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์จากข้อมูลในตารางที่ 6-5 ที่กำหนดให้พฤติกรรมการใช้งานยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ปรับตัวไปสู่การใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ในขณะที่ความต้องการใช้นานยนต์ในภาพรวมยังคงทรงตัวอยู่ในระดับเดิม ส่งผลให้สัดส่วนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของยานยนต์ประเภทนี้ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นเพื่อทดแทนการใช้ยานยนต์ที่อาศัยเชื้อเพลิงประเภทอื่น และความต้องการใช้ไฟฟ้าก็ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น

สอดคล้องกับจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าดังกล่าว โดยผลลัพธ์สำหรับเป้าหมาย 100% และเป้าหมาย 60% เป็นไปตามตารางที่ 6-6 และตารางที่ 6-7 ตามลำดับ⁴

จากตารางที่ 6-6 พบว่าตั้งแต่ในช่วงปี พ.ศ. 2564 เป็นต้นมา ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในยานยนต์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของช่วงขยายผลการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าไปสู่กลุ่มยานยนต์ส่วนบุคคลตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย โดยในระยะที่ 1 และ 2 (พ.ศ. 2559–2563) ที่อยู่ในช่วงเตรียมการมีอัตราการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าที่ร้อยละ 15.8 ต่อปี เท่านั้น ในขณะที่ตลอดระยะที่ 3 ระหว่างปี พ.ศ. 2564 – 2566 การเติบโตสูงอย่างก้าวกระโดดถึงร้อยละ 70.5 ต่อปี โดยในช่วงเวลาดังกล่าวมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์เฉลี่ยในแต่ละปีเท่ากับ 17,107 MWh สำหรับในช่วงที่ 4 ระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2569 อัตราการเติบโตยังคงอยู่ในระดับที่สูงอยู่ที่ร้อยละ 55.6 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์เฉลี่ยในแต่ละปีเท่ากับ 150,209 MWh และสำหรับระยะที่ 5 และ 6 การเติบโตในความต้องการใช้ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ยังคงเพิ่มขึ้นแต่ไม่เท่ากับช่วงก่อนหน้านี้ที่ร้อยละ 36.2 และ 18.9 ต่อปี และมีความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยแต่ละปีเท่ากับ 1,209,992 และ 3,744,958 MWh ตามลำดับ

ตารางที่ 6-6: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1
ในกรณีที่ 1 ตามเป้าหมาย 100%¹

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559-2563	7,503,529	3,423,663	2,021,455	279,507	322
2564-2566	7,894,701	3,689,351	2,166,827	60,056	17,107
2567-2569	8,146,729	3,908,566	2,261,251	2,669	150,209
2570-2574	8,406,921	4,178,539	2,378,162	-	1,209,992
2575-2579	8,711,456	4,491,886	2,514,451	-	3,744,958
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.8%	70.5%
2567-2569	1.0%	2.0%	1.5%	-85.7%	55.6%
2570-2574	0.8%	1.7%	1.3%	0.0%	36.2%
2575-2579	0.7%	1.4%	1.1%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-3

⁴ การพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ สำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากการปรับเปลี่ยนไปใช้น้ำมันไฟฟ้าในงานศึกษานี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า สัดส่วนการใช้น้ำมันไฟฟ้าต่อการใช้น้ำมันสันดาปภายใน (ICE) สำหรับเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ เป็นไปในลักษณะที่ทดแทนกันอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม หากผู้บริโภคปรับตัวมาใช้น้ำมันไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลให้ ICE มีสองมีราคาต่ำลงอย่างมาก จนอาจทำให้เกิดผู้ใช้น้ำมันกลุ่มใหม่ขึ้นมาได้ หากในอนาคตสถานการณ์ดังกล่าวได้เกิดขึ้นจริง การพยากรณ์ความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ อาจจะต้องมีการปรับค่าพยากรณ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

ตารางที่ 6-7 แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 สำหรับกรณีที่ 2 ซึ่งสะท้อนถึงสถานการณ์ที่ผู้บริโภคมียานยนต์ไฟฟ้าเพียงร้อยละ 60 จากแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (เป้าหมาย 60%) จากตารางพบว่าอัตราการเติบโตของปริมาณการใช้ไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับกรณีเป้าหมาย 60% มีค่าใกล้เคียงกับกับกรณีที่ 1 ที่การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าเป็นไปตามเป้าหมาย 100% แต่ต่างกันในส่วนของการเติบโตการใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ ที่เป้าหมาย 60% มีค่าสูงกว่ากรณีเป้าหมาย 100%

ตารางที่ 6-7: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1
ในกรณีที่ 2 ตามเป้าหมาย 60%¹

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559-2563	7,503,529	3,423,663	2,021,455	279,507	322
2564-2566	7,896,086	3,690,001	2,167,208	60,064	10,459
2567-2569	8,159,117	3,914,524	2,264,694	2,672	90,374
2570-2574	8,505,688	4,227,840	2,406,167	-	726,328
2575-2579	9,013,256	4,647,828	2,601,663	-	2,247,436
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.8%	68.9%
2567-2569	1.1%	2.1%	1.6%	-85.7%	55.4%
2570-2574	1.2%	2.0%	1.6%	0.0%	36.2%
2575-2579	1.3%	1.9%	1.6%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-4

ตารางที่ 6-8 แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 สำหรับกรณีที่ 3 ซึ่งสะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยประสบผลสำเร็จในการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าในประเทศ การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าดำเนินการสูงกว่าแผนการขับเคลื่อนฯ ร้อยละ 40 (เป้าหมาย 140%) ผลการคำนวณพบว่าอัตราการเติบโตของปริมาณการใช้ไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับกรณีเป้าหมาย 140% มีค่าใกล้เคียงกับกับกรณีที่ 1 และ 2 แต่ต่างกันในส่วนของการเติบโตการใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ ภายใต้กรณีเป้าหมาย 140% จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อดำเนินการต่ำกว่าในกรณีอื่น ๆ

ตารางที่ 6-8: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1

ในกรณีที่ 3 ตามเป้าหมาย 140%¹

	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า
	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(ตัน)	(MWh)
2559-2563	7,503,529	3,423,663	2,021,455	279,507	322
2564-2566	7,893,315	3,688,702	2,166,447	60,048	23,756
2567-2569	8,134,341	3,902,607	2,257,808	2,667	210,044
2570-2574	8,308,154	4,129,238	2,350,158	-	1,693,655
2575-2579	8,409,656	4,335,944	2,427,240	-	5,242,480
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.3%	-54.8%	71.3%
2567-2569	1.0%	2.0%	1.5%	-85.7%	55.6%
2570-2574	0.5%	1.3%	1.0%	0.0%	36.2%
2575-2579	0.2%	0.8%	0.5%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-5

ตารางที่ 6-9 แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่น้ำมันไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140% ตามลำดับ โดยคณะผู้วิจัยได้คำนวณค่าส่วนต่างความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ระหว่างกรณีฐานกับอีกสองกรณีดังกล่าว พร้อมทั้งคำนวณปริมาณการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปีระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2579

จากตารางที่ 6-9 ภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ ตามเป้าหมาย 100% พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงสะสมของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ระหว่างกรณีฐานกับกรณีตามเป้าหมาย 100 % เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2564 โดยความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลทุกประเภทปรับตัวลดลงและถูกทดแทนโดยพลังงานไฟฟ้า โดยระหว่างปี พ.ศ. 2564-2566 ความต้องการน้ำมันเบนซินจากรถยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉลี่ย 3.5 ล้านลิตรต่อปี ความต้องการน้ำมันดีเซลลดลงเฉลี่ย 1.6 ล้านลิตรต่อปี ความต้องการ LPG ลดลงเฉลี่ย 9.5 แสนลิตรต่อปี และความต้องการ NGV ลดลง 20.0 ตันต่อปี ในขณะที่ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 16.62 กิกะวัตต์ชั่วโมง (Gigawatt-hour; GWh) ต่อปี

ในระยะเวลาที่ 4 ของแผนการขับเคลื่อนฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2569 พบว่าความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 31.0 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 14.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 8.6 ล้านลิตรต่อปี ส่วน NGV ลดลงเฉลี่ย 6.8 ตันต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 149.6 GWh

ต่อปี ในขณะที่แผนการขับเคลื่อนฯ ในระยะที่ 5 ช่วงปี พ.ศ. 2570 – 2574 พบว่าความต้องการเชื้อเพลิงสะสมจะเปลี่ยนแปลงในระดับสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 246.9 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 123.3 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 70.0 ล้านลิตรต่อปี ส่วนยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง NGV ถูกกำหนดให้ออกจากท้องถนนไปหมดสิ้นแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2570 ในขณะที่ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 1,209 GWh ต่อปี

ในระยะที่ 6 ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ ตามเป้าหมาย 100 % พบว่าช่วงปี พ.ศ. 2575 – 2579 ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมจะเปลี่ยนแปลงในระดับสูงสุด โดยความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 754.5 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 389.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 218.0 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 3,743.8 GWh ต่อปี

จากตารางที่ 6-9 ภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ กรณีเป้าหมาย 60 % พบว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทเบนซิน ดีเซล LPG และ CNG จะลดลงคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับกรณีเป้าหมาย 100% ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงความต้องการไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับกรณีเป็นไปตามแผน 100% เช่นเดียวกัน โดยสุดท้ายในระยะที่ 6 ระหว่างปี พ.ศ. 2575 – 2579 พบว่า ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 452.7 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 233.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 130.8 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 2,246.3 GWh ต่อปี

สำหรับกรณีเป้าหมาย 140 % พบว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทเบนซิน ดีเซล LPG และ CNG จะลดลงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีเป้าหมาย 100% คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงความต้องการไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีเป้าหมาย 100% คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 เช่นเดียวกัน โดยสุดท้ายในระยะที่ 6 ระหว่างปี พ.ศ. 2575 – 2579 พบว่า ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 1,056.3 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 545.8 ล้านลิตรต่อปี และ LPG ลดลงเฉลี่ย 305.2 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 5,241.3 GWh ต่อปี

รูปที่ 6-15 แสดงผลของการพยากรณ์การประหยัดและการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงสะสมแต่ละประเภทของยานยนต์ประเภท รถ.1 ในแต่ละปีอนาคตจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%

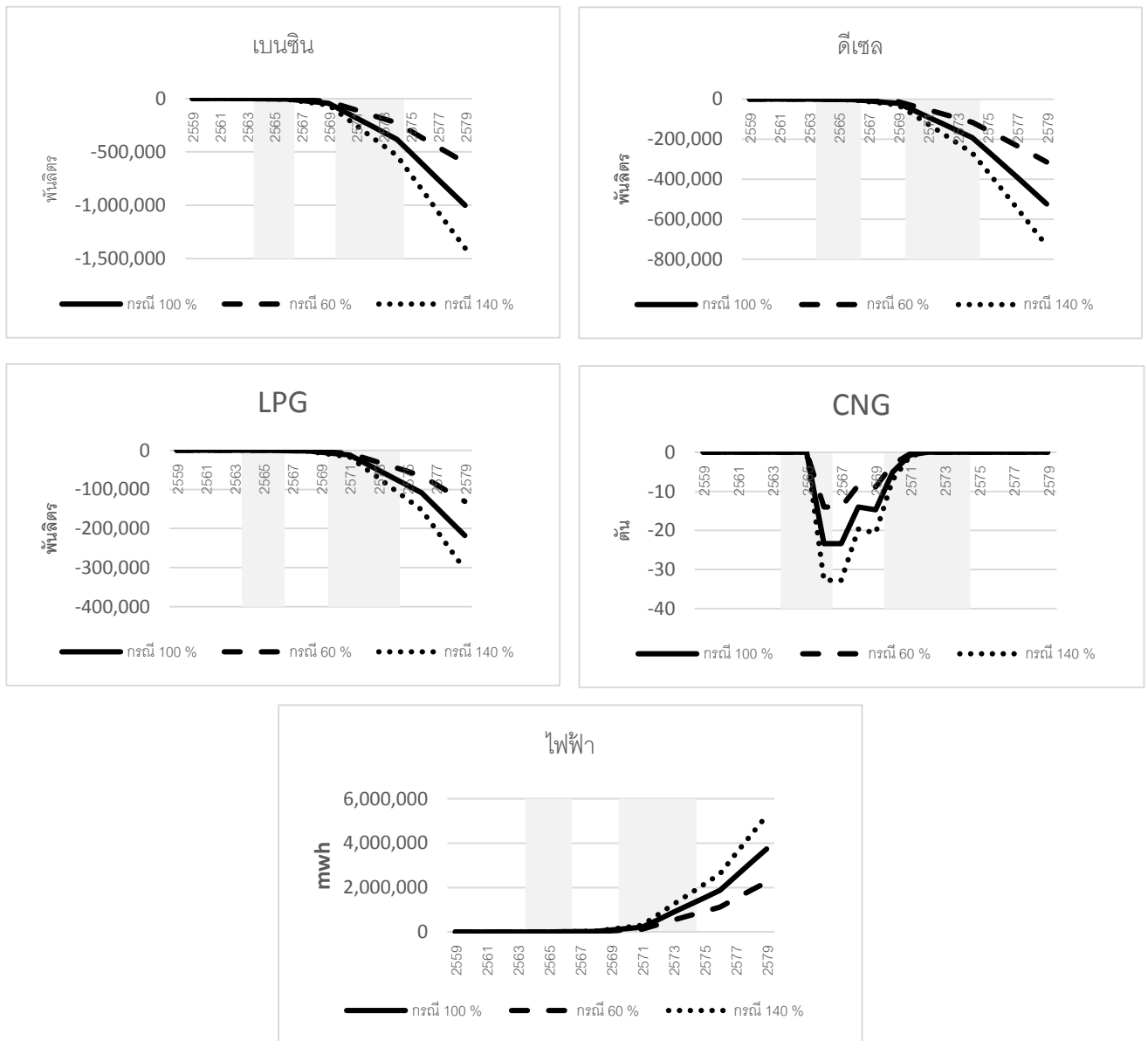
ตารางที่ 6-9: ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ เฉลี่ยต่อปี
ของยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่ยานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%¹

กรณีที่ 1เป้าหมาย 100%	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า
	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(ตัน)	(MWh)
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(3,464)	(1,622)	(951)	(20)	16,620
2567-2569	(30,969)	(14,896)	(8,607)	(7)	149,587
2570-2574	(246,916)	(123,253)	(70,011)	-	1,209,159
2575-2579	(754,500)	(389,855)	(218,028)	-	3,743,805
กรณีที่ 2เป้าหมาย 60%	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า
	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(ตัน)	(MWh)
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(2,079)	(974)	(571)	(12)	9,973
2567-2569	(18,582)	(8,938)	(5,165)	(4)	89,752
2570-2574	(148,150)	(73,952)	(42,007)	-	725,496
2575-2579	(452,700)	(233,914)	(130,817)	-	2,246,283
กรณีที่ 3เป้าหมาย 140%	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า
	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(พันลิตร)	(ตัน)	(MWh)
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(4,850)	(2,272)	(1,332)	(28)	23,269
2567-2569	(43,357)	(20,855)	(12,051)	(10)	209,422
2570-2574	(345,683)	(172,554)	(98,016)	-	1,692,823
2575-2579	(1,056,301)	(545,798)	(305,240)	-	5,241,327

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-6 ฉ-7 และ ฉ-8

รูปที่ 6-15: การประหยัดและการเพิ่มขึ้นของเชื้อเพลิงสะสมแต่ละประเภทของยานยนต์ประเภท รถ.1
จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%



ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

นอกจากการปรับเปลี่ยนปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ แล้ว คณะผู้วิจัยยังได้คำนวณหามูลค่าของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในรูปตัวเงิน เพื่อให้ทราบถึงมูลค่าการประหยัดต้นทุนการใช้พลังงานของประเทศจากการปรับเปลี่ยนไปสู่เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า โดยคณะผู้วิจัยอาศัยข้อมูล “ราคาเชื้อเพลิงที่สะท้อนต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์” สามส่วน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนแรก ราคาน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG ใช้ราคา ณ โรงกลั่นรวมกับค่าการตลาด โดยทำการเฉลี่ยย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี ระหว่างไตรมาสที่ 2 ปี พ.ศ. 2558 ถึง ไตรมาสที่ 1 ปี พ.ศ. 2561 ส่วนที่

สอง คือราคา NGV โดยใช้ราคาขายปลีกและทำการเฉลี่ยย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี ระหว่างไตรมาสที่ 2 ปี พ.ศ. 2558 ถึง ไตรมาสที่ 1 ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งสูตรการคำนวณราคาขายปลีก NGV น่าจะสามารถสะท้อนต้นทุนการผลิตได้ และส่วนที่สามคืออัตราค่าไฟฟ้า โดยใช้ราคาที่เหมาะสมการกำกับกิจการพลังงานประกาศสำหรับ ขาร์จยานยนต์ไฟฟ้า อันได้แก่ อัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Peak และ Off-peak เป็นมูลค่า 4.1 และ 2.6 บาทต่อหน่วยตามลำดับ และรวมค่า Ft เฉลี่ยย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี ระหว่างเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2558 ถึง เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2561 โดยกำหนดให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีพฤติกรรมในการประจุไฟฟ้าในช่วง Peak และ Off-peak เป็นสัดส่วนร้อยละ 30 และ 70 ตามลำดับ

คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลราคาค้างที่ปรากฏอยู่ในตารางที่ 6-10 ซึ่งเป็นตัวอย่างข้อมูลโครงสร้างราคาน้ำมันเชื้อเพลิง และได้คำนวณ “ราคาซึ่งสะท้อนต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์” หรือ “COST” ซึ่งแสดงอยู่ในคอลัมน์สุดท้ายของตาราง จากนั้นได้นำข้อมูล “COST” ดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG ในขณะที่ ข้อมูลราคาขายปลีก NGV นำมาจากธนาคารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 6-10: ตัวอย่างข้อมูลโครงสร้างราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ณ วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

หน่วย: บาท/ลิตร

UNIT:BAHT/LITRE	EX-REFIN.	TAX	M. TAX	OIL	CONSV.	WHOLESALE	VAT	WS&VAT	MARKETING	VAT	RETAIL*	COST
	(AVG)	B./LITRE	B./LITRE	FUND	FUND	PRICE (WS)			MARGIN			
	(1)								(2)			(1)+(2)
ULG	18.18	6.5	0.65	6.31	0.1	31.74	2.22	33.96	2.39	0.17	36.52	20.57
GASOHOL95 E10	18.66	5.85	0.59	0.35	0.1	25.55	1.79	27.34	1.79	0.13	29.25	20.45
GASOHOL91	18.25	5.85	0.59	0.35	0.1	25.14	1.76	26.9	1.94	0.14	28.98	20.2
GASOHOL95 E20	19.2	5.2	0.52	-3	0.1	22.02	1.54	23.57	2.97	0.21	26.74	22.17
GASOHOL95 E85	22.24	0.98	0.1	-9.35	0.1	14.06	0.98	15.04	5.7	0.4	21.14	27.93
H-DIESEL	18.76	5.85	0.59	0.01	0.1	25.3	1.77	27.07	1.61	0.11	28.79	20.36
FO 600 (1) 2%S	14.46	0.64	0.06	0.06	0.07	15.29	1.07	16.36				
FO 1500 (2) 2%S	13.78	0.64	0.06	0.06	0.07	14.62	1.02	15.64				
LPG (BAHT/KILO)	19.45	2.17	0.22	-4.66	0	17.18	1.2	18.38	3.26	0.23	21.87	22.71

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัยโดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานและธนาคารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 6-11 แสดงมูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสม สำหรับยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ซึ่งอาศัย “ราคาเชื้อเพลิงที่สะท้อนต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์” ที่ได้กล่าวถึงไว้ข้างต้น และเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน มูลค่าต้นทุนเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ปรับตัวลดลง ในขณะที่ต้นทุนพลังงานไฟฟ้าปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงเริ่มตั้งแต่ในปี พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป

คอลัมน์สุดท้ายของตารางที่ 6-11 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมสุทธิของยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) ซึ่งเกิดจากการคำนวณผลรวมของการเปลี่ยนแปลง

ต้นทุนเชื้อเพลิงทุกประเภทเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าภายหลังการเข้ามาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า ส่งผลให้ต้นทุนสุทธิสำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ประเภทนี้ปรับตัวลดลง นั่นคือประเทศสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงลงไปได้

การประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยระหว่างระยะที่ 3 และ 4 ยังคงมีไม่มากนัก โดยในระยะที่ 3 (พ.ศ. 2564 – 2566) ต้นทุนสุทธิปรับตัวลดลงเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 39.9 ล้านบาท ในขณะที่ช่วงที่ 4 ระหว่างปี พ.ศ. 2565 – 2569 ประเทศสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงได้เฉลี่ย 359.2 ล้านบาทต่อปี

สำหรับในช่วงถัดไปของแผนการขับเคลื่อนฯ ประเทศสามารถประหยัดต้นทุนสุทธิได้มากขึ้น โดยในช่วงปี พ.ศ. 2570 – 2574 ประเทศสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงได้เฉลี่ย 4,830.9 ล้านบาทต่อปี และในช่วงปี พ.ศ. 2575 – 2579 ประเทศสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงได้เฉลี่ยถึง 14,932.7 ล้านบาทต่อปี ภายหลังจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศมากขึ้น

รูปที่ 6-16 แสดงผลของการพยากรณ์ต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยที่ประหยัดได้ของยานยนต์ประเภทร.1 ในแต่ละปีอนาคตจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140% จากรูปจะพบว่าหากมีการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ตามเป้าหมายเพียง 60% ประเทศสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงสุทธิได้เพียงร้อยละ 60 จากเป้าหมาย 100% เท่านั้น ในขณะที่ถ้าดำเนินการเกินเป้าหมายไปที่ 140% ก็จะสามารถประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงสุทธิได้มากกว่าร้อยละ 140 จากเป้าหมาย 100% ดังนั้นการดำเนินนโยบายเพื่อให้ประชาชนหันมาใช้ยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศมากขึ้นย่อมส่งผลดีต่อการประหยัดต้นทุนทางด้านพลังงานของประเทศได้

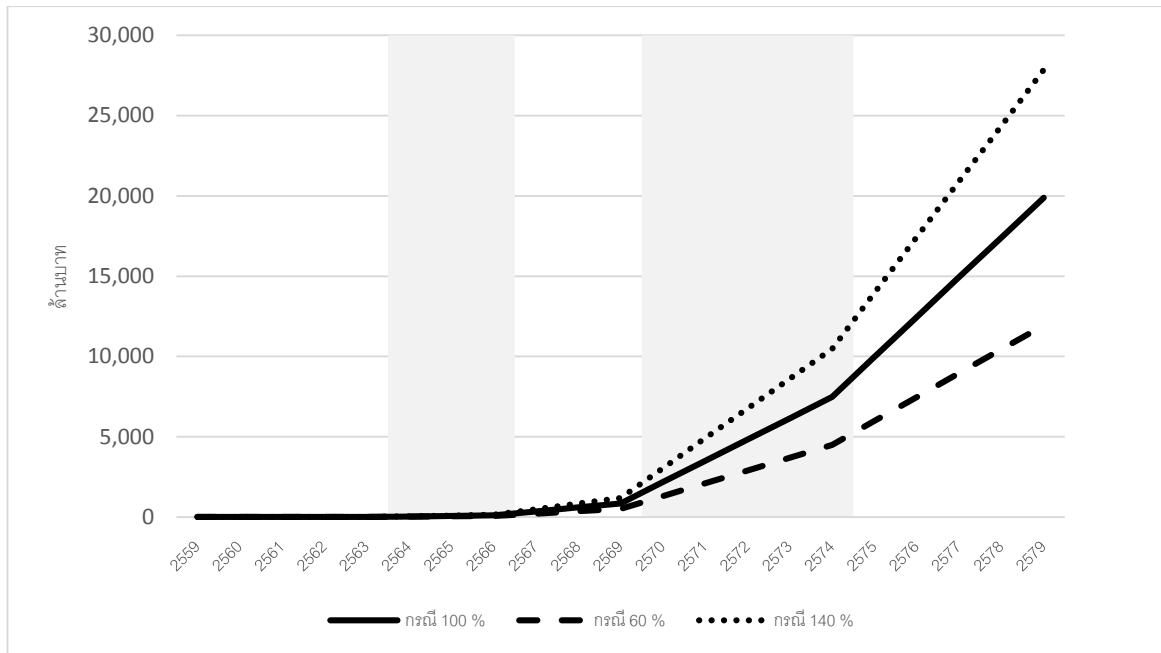
ตารางที่ 6-11: มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยต่อปี ของยานยนต์ประเภท รย.1
จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100%, 60% และ 140%¹

กรณีที่ 1 เป้าหมาย 100 %	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า	สุทธิ
	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(71,266)	(33,043)	(10,031)	(266)	48,051	(39,933)
2567-2569	(637,041)	(303,289)	(90,745)	(90)	432,457	(359,225)
2570-2574	(5,079,076)	(2,509,434)	(738,101)	-	3,495,679	(4,830,933)
2575-2579	(15,520,082)	(7,937,465)	(2,298,588)	-	10,823,341	(14,932,793)
กรณีที่ 2 เป้าหมาย 60 %	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า	สุทธิ
	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(42,760)	(19,826)	(6,019)	(160)	28,831	(23,960)
2567-2569	(382,225)	(181,973)	(54,447)	(54)	259,474	(215,535)
2570-2574	(3,047,446)	(1,505,661)	(442,861)	-	2,097,408	(2,898,560)
2575-2579	(9,312,049)	(4,762,479)	(1,379,153)	-	6,494,005	(8,959,676)
กรณีที่ 3 เป้าหมาย 140 %	เบนซิน	ดีเซล	LPG	CNG	ไฟฟ้า	สุทธิ
	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)	(พันบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(99,773)	(46,260)	(14,043)	(372)	67,271	(55,906)
2567-2569	(891,858)	(424,604)	(127,044)	(126)	605,440	(502,915)
2570-2574	(7,110,707)	(3,513,208)	(1,033,342)	-	4,893,951	(6,763,306)
2575-2579	(21,728,114)	(11,112,451)	(3,218,023)	-	15,152,678	(20,905,911)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-9 ฉ-10 และ ฉ-11

รูปที่ 6-16: ต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยที่ประหยัดได้ของยานยนต์ประเภท รถ.1
จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%



ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

6.7 การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า

อัตราการลดลงของความต้องการใช้พลังงานที่ประเมินได้ในหัวข้อ 6.6 จะนำไปใช้เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า โดยคำนวณในรูปแบบของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงและมูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) ที่สามารถประหยัดได้จากแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ทั้งนี้ การประเมินผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 3 เหตุการณ์ สามารถคำนวณหาได้โดยการนำข้อมูลปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ เฉลี่ยต่อปี ที่แสดงในตารางภาคผนวก ฉ-6 ฉ-7 และ ฉ-8 มาคูณกับค่า Emission factor ในตารางที่ 6-12 ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2549 ของคณะกรรมการการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) สำหรับเชื้อเพลิงประเภท ดีเซล เบนซิน LPG และ CNG ในขณะที่ค่า Emission factor สำหรับไฟฟ้า จะใช้ข้อมูลจาก Thai National LCI Database 2009 ของ MTEC ที่เก็บรวบรวมโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ตารางที่ 6-12: ค่า Emission factor ของเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ

การเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่	หน่วย	emission factor	ที่มา
ดีเซล (Diesel)	ลิตร	2.7446	IPCC 2006 Vol.2 table 3.2.1
เบนซิน (Gasoline)	ลิตร	2.2376	IPCC 2006 Vol.2 table 3.2.1
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	ลิตร	1.5362	IPCC 2006 Vol.2 table 3.2.1
ก๊าซธรรมชาติ (CNG)	กิโลกรัม	2.2472	IPCC 2006 Vol.2 table 3.2.1
ไฟฟ้า	กิโลวัตต์ชั่วโมง	0.5813	Thai National LCI Database 2009 / MTEC

ที่มา: Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2552).

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140% แสดงในตารางที่ 6-13 โดยหน่วยที่ได้จะเป็นกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kilogram carbon dioxide equivalent: kgCO₂e) และพบว่าถึงแม้ว่าในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้ายังคงมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาอยู่ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานประเภทอื่นๆ ได้แก่ เบนซิน ดีเซล LPG และ CNG แล้ว การเปลี่ยนไปใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ตั้งแต่ระยะที่ 3 เป็นต้นไป

ในระยะที่ 3 และ 4 เป็นช่วงที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ไม่มากนัก โดยในระยะที่ 3 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2564 - 2566 สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ย 2,152,028 kgCO₂e ต่อปี สำหรับกรณีเป้าหมาย 100 % และ 1,291,217 kgCO₂e ต่อปี สำหรับกรณีเป้าหมาย 60 % แต่สำหรับกรณีเป้าหมาย 140% จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 3,012,840 kgCO₂e ต่อปี ในระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2569 จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปได้เฉลี่ย 19,365,760 kgCO₂e ต่อปี และ 11,619,456 kgCO₂e ต่อปี ภายใต้กรณีเป้าหมาย 100 % และ 60 % ตามลำดับ ในขณะที่จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 27,112,064 kgCO₂e ต่อปี ภายใต้กรณีเป้าหมาย 140%

หากพิจารณาถึงช่วงการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในระยะที่ 5 และ 6 ตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ พบว่า ภายใต้กรณีเป้าหมาย 100 % ประเทศไทยจะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ยสูงถึง 261,592,100 kgCO₂e ต่อปี kgCO₂e ต่อปี (พ.ศ. 2570 – 2574) และ 812,104,253 kgCO₂e ต่อปี (พ.ศ. 2575 – 2579) แต่ภายใต้กรณีเป้าหมาย 60% จะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในระยะที่ 5 และ 6 โดยเฉลี่ยต่อปีที่ 156,955,260 kgCO₂e และ 487,262,552 kgCO₂e ตามลำดับ ในขณะที่ประเทศไทยจะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในระยะที่ 5 และ 6 โดยเฉลี่ยต่อปีที่ 366,228,940 kgCO₂e และ 1,136,945,955 kgCO₂e ตามลำดับ ภายใต้กรณีเป้าหมาย 140%

รูปที่ 6-17 แสดงผลของการประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปีทีลดลงในแต่ละปีอนาคตจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%

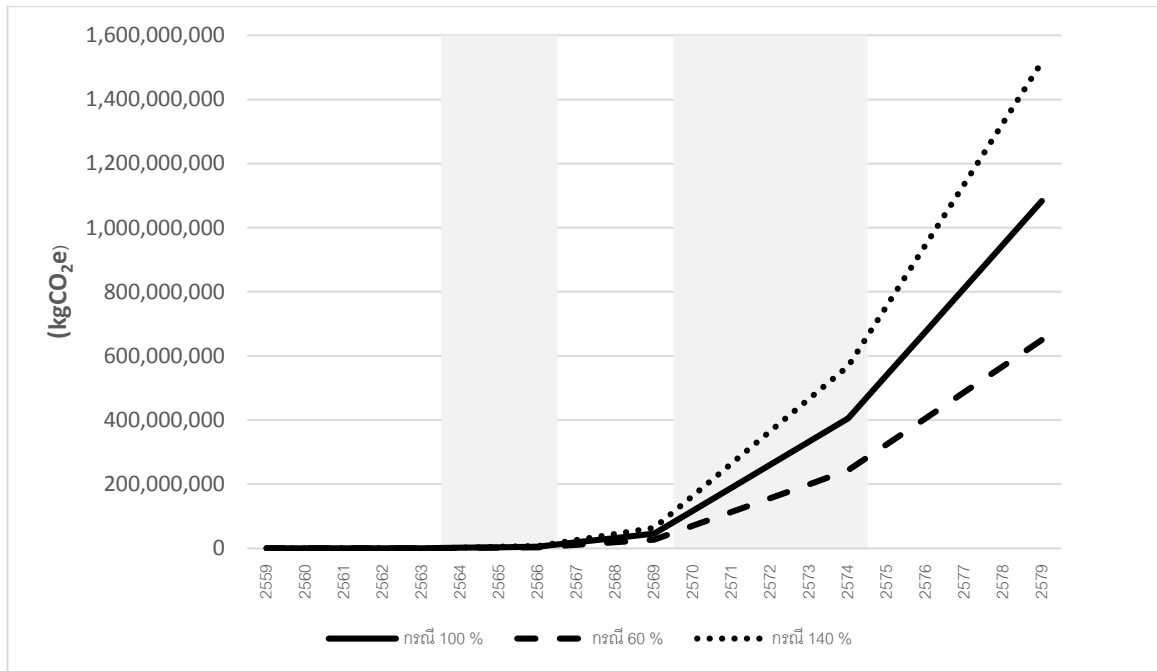
ตารางที่ 6-13: ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมเฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า
กรณี 100% 60% และ 140%¹

กรณี 100 %	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(7,752,333)	(4,454,291)	(1,461,646)	(45,535)	10,127,091	(2,152,028)
2567-2569	(69,297,225)	(40,884,398)	(13,222,847)	(15,352)	91,143,556	(19,365,760)
2570-2574	(552,500,794)	(338,280,609)	(107,551,380)	-	736,740,684	(261,592,100)
2575-2579	(1,688,271,003)	(1,069,998,363)	(334,935,458)	-	2,281,100,571	(812,104,253)
กรณี 60 %	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(4,651,399)	(2,672,574)	(876,988)	(27,321)	6,076,255	(1,291,217)
2567-2569	(41,578,335)	(24,530,639)	(7,933,708)	(9,211)	54,686,134	(11,619,456)
2570-2574	(331,500,477)	(202,968,365)	(64,530,828)	-	442,044,410	(156,955,260)
2575-2579	(1,012,962,602)	(641,999,018)	(200,961,275)	-	1,368,660,342	(487,262,552)
กรณี 140 %	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(10,853,267)	(6,236,007)	(2,046,304)	(63,749)	14,177,927	(3,012,840)
2567-2569	(97,016,115)	(57,238,158)	(18,511,986)	(21,493)	127,600,979	(27,112,064)
2570-2574	(773,501,112)	(473,592,853)	(150,571,932)	-	1,031,436,958	(366,228,940)
2575-2579	(2,363,579,404)	(1,497,997,708)	(468,909,642)	-	3,193,540,799	(1,136,945,955)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-12 ฉ-13 และ ฉ-14

รูปที่ 6-17: การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมเฉลี่ยต่อปีที่ลดลงจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%



ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ในการคำนวณต้นทุนทางสังคม (Social cost) งานศึกษานี้จะใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประเมินได้คูณด้วยสัมประสิทธิ์ต้นทุนทางสังคมที่ได้จากรายงานของ United States Government (2013) การประเมินต้นทุนทางสังคมในที่นี้จะพิจารณาจากการวัดต้นทุนทางสังคมที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ตัน หรือเรียกต้นทุนดังกล่าวนี้ว่า “ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากคาร์บอน (Social Cost of Carbon: SCC)” โดยต้นทุนดังกล่าวถูกประมาณการจากต้นทุนสุทธิของผลิตภาพทางการผลิต (Productivity) สุขภาพของมนุษย์ (Human health) ความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม (Property damages from increased flood risk) และบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem service) ที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change)

ทั้งนี้ รายงานของ United States Government (2013) ได้ประเมินต้นทุนทางสังคมออกมาเป็นตัวเงินที่อยู่ในหน่วยดอลลาร์สหรัฐ ภายใต้อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่กำหนดค่าต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 6-14 โดยในงานศึกษานี้จะนำต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากคาร์บอนที่กำหนด ณ อัตราคิดลดร้อยละ 3 และอัตราแลกเปลี่ยนย้อนหลังเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2558 – 2560 คิดเป็น 34.48 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ มาใช้ในการประเมินผลกระทบทางสังคมที่เกิดขึ้นจากการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าภายใต้แผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ตารางที่ 6-15 แสดงผลการประเมินมูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) เฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140% จากตารางพบว่า ถ้าภายใต้กรณีเป้าหมาย 100 % จะสามารถลดต้นทุนทางสังคมลงได้ตั้งแต่ระยะที่ 3 ใน ปี พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป โดยในระยะที่ 5 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2570 – 2574 ที่มีเป้าหมายการเพิ่มยานยนต์ไฟฟ้าเป็น 80,000 คันต่อปี สามารถลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 22,362 ล้านบาท และในระยะที่ 6 ระหว่าง ปี พ.ศ. 2575 – 2579 ที่มีเป้าหมายการเพิ่มยานยนต์ไฟฟ้าเป็น 150,000 คันต่อปี จะสามารถลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยถึงปีละประมาณ 82,705 ล้านบาทต่อปี ในขณะที่ภายใต้กรณีเป้าหมาย 60% แต่ถ้าดำเนินการไปได้ 60% ของแผนขับเคลื่อนฯ จะสามารถลดต้นทุนทางสังคมได้ 13,417 ล้านบาทต่อปีในระยะที่ 5 และ 49,623 ล้านบาทต่อปีในระยะที่ 6 และภายใต้กรณีเป้าหมาย 140% จะสามารถลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ย 31,306 ล้านบาทต่อปีในระยะที่ 5 และ 115,787 ล้านบาทต่อปีในระยะที่ 6

รูปที่ 6-18 แสดงผลการประเมินมูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) เฉลี่ยต่อปีที่ลดลงในแต่ละปี อนาคตจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%

ตารางที่ 6-14: ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากคาร์บอน

หน่วย: ดอลลาร์สหรัฐต่อเมตริกตันคาร์บอนไดออกไซด์¹

พ.ศ.	ค.ศ.	อัตราคิดลดที่ 5%	อัตราคิดลดที่ 3%	อัตราคิดลดที่ 2.5%
2553	2010	10	31	50
2558	2015	11	36	56
2563	2020	12	42	62
2568	2025	14	46	68
2573	2030	16	50	73
2578	2035	18	55	78

ที่มา: United States Government (2013).

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-15

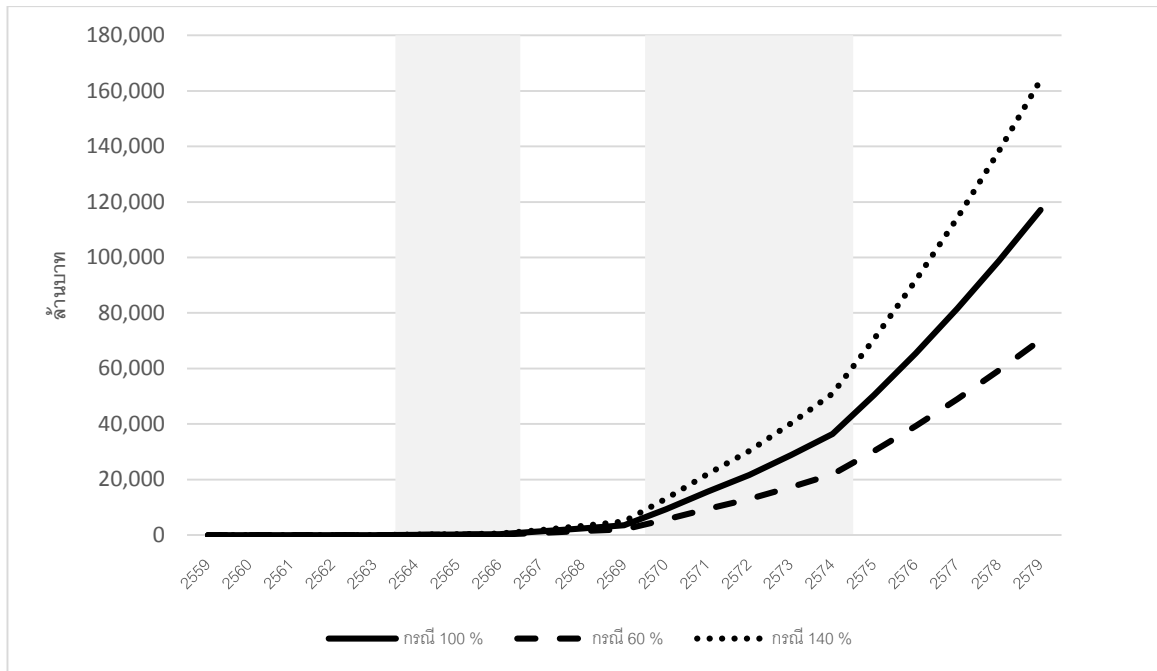
ตารางที่ 6-15: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมเฉลี่ยต่อปี สำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จาก
กรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า 100% 60% และ 140%¹

กรณี 100 %	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(502)	(288)	(95)	(3)	656	(139)
2567-2569	(5,117)	(3,020)	(977)	(1)	6,731	(1,430)
2570-2574	(47,221)	(28,923)	(9,194)	-	62,977	(22,362)
2575-2579	(171,897)	(108,996)	(34,111)	-	232,300	(82,705)
กรณี 60 %	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(301)	(173)	(57)	(2)	393	(84)
2567-2569	(3,070)	(1,812)	(586)	(1)	4,039	(858)
2570-2574	(28,332)	(17,354)	(5,516)	-	37,786	(13,417)
2575-2579	(103,138)	(65,397)	(20,467)	-	139,380	(49,623)
กรณี 140 %	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(703)	(404)	(133)	(4)	918	(195)
2567-2569	(7,164)	(4,228)	(1,367)	(2)	9,424	(2,002)
2570-2574	(66,109)	(40,493)	(12,872)	-	88,167	(31,306)
2575-2579	(240,656)	(152,594)	(47,756)	-	325,219	(115,787)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ข้อมูลรายปีทั้งหมดอยู่ในตารางภาคผนวก ฉ-16 ฉ-17 และ ฉ-18

รูปที่ 6-18: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมเฉลี่ยต่อปีที่ลดลงจากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% 60% และ 140%



ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ สำหรับความต้องการเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รถ.1 ในกรณีฐาน ภายใต้สถานการณ์ที่ใช้ LPG ลดลงอย่างต่อเนื่องในอนาคต (ภาคผนวก ข รูปที่ ข-1) ถูกแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข-19 ในขณะที่ มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงของยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% โดยเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้น (รูปที่ 6-14) และลดลงในอนาคต (รูปที่ ข-1) ถูกแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข-20 สำหรับปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100% โดยเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้น (รูปที่ 6-14) และลดลงในอนาคต (รูปที่ ข-1) ดังแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข-21 และมูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100 % โดยเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้น (รูปที่ 6-14) และลดลงในอนาคต (รูปที่ ข-1) ถูกแสดงไว้ในตารางภาคผนวก ข-22 จากผลการวิเคราะห์พบว่า ในปี พ.ศ. 2579 ภายใต้สถานการณ์ที่ LPG ลดลงในอนาคต จะประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิงได้มากกว่าร้อยละ 8.6 รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าร้อยละ 6.8 และประหยัดต้นทุนทางสังคมได้มากกว่าร้อยละ 6.8 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้น

6.8 ข้อสรุปท้ายบท

ในบทนี้ได้ประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) เนื่องจากเป็นประเภทของยานยนต์ที่มีแนวโน้มปรับตัวไปสู่การใช้นานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย การพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทยอาศัยแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง (Transport model) ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model) แยกตามประเภทของยานพาหนะและเชื้อเพลิงที่ใช้ ขั้นตอนการพยากรณ์เริ่มต้นจากการพยากรณ์จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) หลังจากนั้นพยากรณ์จำนวนยานยนต์ รย. 1 แยกตามประเภทเชื้อเพลิง และพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานแต่ละประเภทของยานยนต์ รย. 1 สำหรับกรณีฐานซึ่งสะท้อนถึงสถานการณ์ที่รัฐบาลไม่มีการใช้นโยบายส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย หลังจากนั้นได้กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสัดส่วนการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับกรณีต่าง ๆ

งานศึกษานี้ได้จำแนกสถานการณ์ออกเป็น 3 เหตุการณ์ คือ กรณีที่ 1 สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยสามารถดำเนินการเป็นไปตามแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ ได้ตามเป้าหมายทุกปี (เป้าหมาย 100%) กรณีที่ 2 สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ ภายใต้อัตราการยอมรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคร้อยละ 60 (เป้าหมาย 60%) และกรณีที่ 3 สะท้อนถึงสถานการณ์ที่ประเทศไทยประสบผลสำเร็จในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ จึงได้กำหนดให้การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าดำเนินการสูงกว่าแผนการขับเคลื่อนฯ ร้อยละ 40 (เป้าหมาย 140%)

ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้อัตราการยอมรับความต้องการเชื้อเพลิงทั้งเบนซิน ดีเซล LPG และไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี สอดคล้องกับผลของค่าพยากรณ์จำนวนยานยนต์จดทะเบียนสะสมประเภท รย. 1 ในช่วงปี พ.ศ. 2559 – 2579 ในขณะที่ความต้องการเชื้อเพลิง CNG ลดลงเรื่อย ๆ จนเป็นศูนย์ในปี พ.ศ. 2570 นอกจากนั้นความต้องการเบนซิน ดีเซล และ LPG ในช่วง 20 ปี ข้างหน้านี้ มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 2 ต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้ามีอัตราการเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 2 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ายังคงมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการใช้พลังงานประเภทอื่น ๆ

จากการประเมินผลกระทบด้านพลังงานจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าพบว่า ภายใต้อัตราการขับเคลื่อนฯ ตามเป้าหมาย 100% ความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลทุกประเภทปรับตัวลดลงและถูกทดแทนโดยพลังงานไฟฟ้า โดยระหว่างปี พ.ศ. 2564-2566 ความต้องการน้ำมันเบนซินจากรถยนต์ประเภทนี้ปรับตัวลดลงเฉลี่ย 3.5 ล้านลิตรต่อปี ความต้องการน้ำมันดีเซลลดลงเฉลี่ย 1.6 ล้านลิตรต่อปี ความต้องการ LPG ลดลงเฉลี่ย 9.5 แสนลิตรต่อปี และความต้องการ NGV ลดลง 20.0 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 16.62 กิกะวัตต์ชั่วโมง (Gigawatt-hour; GWh) ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 39.9 ล้านบาท สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปได้เฉลี่ย 2,152,028 kgCO₂e ต่อปี และลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 139 ล้านบาท

ในระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2569 พบว่าความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 31.0 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 14.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 8.6 ล้านลิตรต่อปี ส่วน NGV ลดลงเฉลี่ย 6.8 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 149.6 GWh ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 359.2 ล้านบาท สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปได้เฉลี่ย 19,365,760 kgCO₂e ต่อปี และลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 1,430 ล้านบาท

ในขณะที่ปี พ.ศ. 2570 – 2574 พบว่าความต้องการเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนแปลงในระดับสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 246.9 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 123.3 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 70.0 ล้านลิตรต่อปี ส่วนยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง NGV ถูกกำหนดให้ออกจากท้องถนนไปหมดสิ้นแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2570 ในขณะที่ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 1,209 GWh ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 4,830.9 ล้านบาท สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ยสูงถึง 261,592,100 kgCO₂e ต่อปี และลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 22,362 ล้านบาท

โดยในช่วงปี พ.ศ. 2575 – 2579 ความต้องการเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนแปลงในระดับสูงสุด ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 754.5 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 389.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 218.0 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 3,743.8 GWh ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 14,932.7 ล้านบาท ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ยสูงถึง 812,104,253 kgCO₂e ต่อปี และสามารถลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 82,705 ล้านบาท

หากดำเนินการตามเป้าหมายของแผนการขับเคลื่อนฯ เพียงร้อยละ 60 พบว่าในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2575 – 2579 พบว่า ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 452.7 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 233.9 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 130.8 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 2,246.3 GWh ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 8,959.7 ล้านบาท สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ยสูงถึง 487,262,552 kgCO₂e ต่อปี และลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 49,623 ล้านบาท

หากดำเนินการสูงกว่าเป้าหมายของแผนการขับเคลื่อนฯ ร้อยละ 40 พบว่าในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2575 – 2579 ความต้องการน้ำมันเบนซินจะลดลงเฉลี่ย 1,056.3 ล้านลิตรต่อปี ดีเซลลดลงเฉลี่ย 545.8 ล้านลิตรต่อปี LPG ลดลงเฉลี่ย 305.2 ล้านลิตรต่อปี ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 5,241.3 GWh ต่อปี โดยต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 20,905.9 ล้านบาท สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ยสูงถึง 1,136,945,955 kgCO₂e ต่อปี และลดมูลค่าต้นทุนทางสังคมได้เฉลี่ยปีละประมาณ 115,787 ล้านบาท

กล่าวโดยสรุปได้ว่าผลกระทบด้านต่างๆ ได้แก่ พลังงาน สิ่งแวดล้อม และสังคม จากการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าภายใต้สถานการณ์จำลองต่างๆ สามารถสรุปได้ตามตารางดังนี้

ผลกระทบด้านต่างๆ	หน่วย	ปริมาณการใช้ ปี พ.ศ. 2560	ผลพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2579		
			กรณี 60%	กรณี 100%	กรณี 140%
เบนซิน	(พันลิตร)	7,534,223	-600,907	-1,001,511	-1,402,116
ดีเซล	(พันลิตร)	3,382,110	-313,881	-523,135	-732,389
LPG	(พันลิตร)	2,054,067	-174,693	-291,154	-407,616
ไฟฟ้า	(MWh)	289	2,994,208	4,990,347	6,986,486
ต้นทุนเชื้อเพลิง	(ล้านบาท)		-11,936	-19,894	-27,852
การปล่อยก๊าซเรือน กระจกเทียบเท่า CO ₂	(พันkgCO ₂ e)		-650,059	-1,083,431	-1,516,804
ต้นทุนทางสังคม	(ล้านบาท)		-70,279	-117,132	-163,985

หากดำเนินการตามเป้าหมายของแผนการขับเคลื่อนฯ จะพบว่า ในปี พ.ศ. 2579 จะสามารถประหยัดเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ เบนซิน 1,001.5 ล้านลิตร ดีเซล 523.1 ล้านลิตร LPG 291.1 ล้านลิตร แต่ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะสูงขึ้นประมาณ 5 ล้าน MWh ทั้งนี้ ต้นทุนเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้คิดเป็นมูลค่า 19,894 ล้านบาท สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นปริมาณ 1,083,431 ตัน CO₂e และต้นทุนทางสังคมที่สามารถประหยัดได้คิดเป็นมูลค่า 117,132 ล้านบาท

บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

- A Berkshire Hathaway Company. (2017). "Global EV Batteries and Materials Report 2017: Technology, Trends, and Market Forecasts - Research and Markets" Retrieved from <https://www.businesswire.com/news/home/20170228006305/en/Global-EV-Batteries-Materials-Report-2017-Technology>
- Accenture, GreenFlux, Antea Group, RVO, Natuur & Milieu (2015). Electric Mobility: Charged to Maturity.
- Ahman, M. (2006) "Government Policy and the Development of Electric Vehicles in Japan", Energy Policy, 34, pp. 433-443.
- Al-faris, Abdul-razak F. (1997). "Demand for Oil Products in the Gcc Countries." Energy Policy 25, no. 1, pp. 55-61.
- Anable, J., Schuitema, G., Skippon, S., and Kinnear, N. (2011). 'Who will adopt electric vehicles? A segmentation approach of UK consumers', ECEEE 2011 Summer Study, Energy Efficiency First: the Foundation of a Low-Carbon Society.
- Anand, R., Mishra, S., and Peiris, S. (2013). "Inclusive Growth; Measurement and Determinants, "IMF Working Papers 13/135, International Monetary Fund.
- Arcus, C., (2016). Battery Lifetime: How Long Can Electric Vehicle Batteries Last?. <https://cleantechnica.com/2016/05/31/battery-lifetime-long-can-electric-vehicle-batteries-last/>
- Ardagna, D., Francalanci, C., & Trubian, M. (2005). A Cost-Oriented Approach for Infrastructural Design of IT architectures. Journal of information Technology. 20, Issue 1, 32-51.
- Auto Parts Prime, Inc. (2018). 2017 Hyundai Ioniq Electric Parts. Retrieved from: <https://www.hyundaipartsdeal.com/2017-hyundai-ioniq-electric-parts.html>
- Bandivadekar, A. (2008). Evaluating the impact of advanced vehicle and fuel technologies in US light-duty vehicle fleet. Massachusetts Institute of Technology.
- Becker, T. (2009). Electric vehicles in the United States: a new model with forecasts to 2030. Center for Entrepreneurship and Technology Technical Brief.
- Berman, B. (2014). "The Ultimate Guide to Electric Car Charging Networks" Retrieved from <http://www.plugincars.com/ultimate-guide-electric-car-charging-networks-126530.html>

- BioAge Group, LLC. (2016) “Volkswagen, a partner in SLAM fast charging project, shows “Golden Test Device” at Hannover Messe” Retrieved from <http://www.greencarcongress.com/2016/04/20160427-volkswagen.html>
- Bloomberg New Energy Finance. (2017). The Latest Bull Case for Electric Cars: the Cheapest Batteries Ever Retrieved from: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-05/latest-bull-case-for-electric-cars-the-cheapest-batteries-ever>
- Bockarjova, M., Knockaert, J., Rietveld, P., & Steg, L. (2014). Dynamic consumer heterogeneity in electric vehicle adoption. Transportation Research Board Annual Meeting 2014 Paper.
- Bolduc D, Boucher N, Alvarez-Daziano R. (2008). “Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, pp. 63-71.
- Brady, J., O’Mahony, M. (2011). Travel to Work in Dublin: The Potential Impacts of Electric Vehicles on Climate Change and Urban Air Quality. Transportation Research Part D 16, pp. 188-193.
- Bubeck, S., Tomaschek, J. and Fahl, U. (2016). ‘Perspectives of electric mobility: Total cost of ownership of electric vehicles in Germany’, Transport Policy, Vol.50, pp. 63-77.
- Bureau of Transportation Statistics (2017). “National Transportation Statistics”. Retrieved from: http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/publications/national_
- California Environmental Protection Agency (2013). eligible vehicle list single occupant car pool lane sticker. Retrieved from: <https://www.arb.ca.gov/msprog/carpool.htm>
- California Environmental Protection Agency Air Resources Board (2016). Clean Vehicle Rebate Project. Retrieved from: <https://cleanvehiclerebate.org>
- Carbon Brief Ltd. (2017). The social cost of carbon. Retrieved from: <https://www.carbonbrief.org/qa-social-cost-carbon>
- Carley, S., Krause, R., Lane, B., Graham, J. (2013). Intent to Purchase a Plug-In Electric Vehicle: A Survey of Early Impressions in Large US Cities. Transportation Research Part D 18, 39-45.
- Central Intelligence Agency (2017). “The World Factbook”. Retrieved from: <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook>

- Chakravorty, Ujjayant, Fereidun Fesharaki, and Shuoying Zhou. "Domestic Demand for Petroleum in Opec Countries." OPEC Review 24, no. 1 (2000): 23-52.
- ChargePoint, Inc. (2018) "Chargenow DC fast Terms and Condition." Retrieved from <http://chargenow.chargepoint.com/terms>
- Chevrolet Media (2016). 2016 Chevrolet Volt Specifications. Retrieved from <http://media.chevrolet.com/content/media/us/en/chevrolet/vehicles/volt/2016.tab1.html>
- China Daily. (2018). Top 10 best-selling electric vehicles in 2017. Retrieved from: http://www.chinadaily.com.cn/a/201802/08/WS5a7b829ca3106e7dcc13b653_10.html
- China Statistics Press (2016). "China Statistical Yearbook 2015". Retrieved from: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2015/indexeh.htm>
- China Statistics Press (2017). "China Statistical Yearbook 2016". Retrieved from: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexeh.htm>
- Chuenchoksan, Sra and Nakornthab, Don, (2008), Past, Present, and Prospects for Thailand's Growth: A Labor Market Perspective, No 2008-07, Working Papers, Monetary Policy Group, Bank of Thailand.
- Coffman, M., Bernstein, P., and Wee, S. (2015). 'Factors Affecting EV Adoption: A Literature Review and EV Forecast for Hawaii', Electric Vehicle Transportation Center, April.
- Dhakal, Shobhakar (2003). "Implications of Transportation Policies on Energy and Environment in Kathmandu Valley, Nepal." Energy Policy 31, no. 14, pp. 1493-507.
- Diamond, D. (2009). The Impact of Government Incentives for Hybrid-Electric Vehicles: Evidence from US States. Energy Policy 37, pp. 972-983.
- Drupp, M., Freeman, M., Groom, B., and Nesje, F. (2015). Discounting disentangled: an expert survey on the determinants of the long-term social discount rate. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 172
- Dutton, A. G., and M. Page (2007). "The Thesis Model: An Assessment Tool for Transport and Energy Provision in the Hydrogen Economy." International Journal of Hydrogen Energy 32, no. 12, pp. 1638-54.
- Electric Power Research Institute. (2013). Total cost of ownership Model for Current Plug-in Electric Vehicles.

- Electric Vehicles Initiative and International Energy Agency (2017). Global EV Outlook 2017 Two million and counting. Retrieved from: https://www.iea.org/publications/free_publications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf
- Ellram, L.M. (1995). Total cost of ownership: An analysis approach for purchasing, International Journal Physical Distribution & Logistics Management . 25, Issue: 8, 4-23.
- Eltony, M. N., and N. H. Al-Mutairi (1995). "Demand for Gasoline in Kuwait: An Empirical Analysis Using Cointegration Techniques." Energy Economics 17, no. 3, pp. 249-53.
- Eppstein, M., Grover, D., Marshall, J., Rizzo, D. (2011). An Agent-Based Model to Study Market Penetration of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. Energy Policy 39, pp. 3789-3802.
- European Alternative Fuels Observatory. (2016). "Country incentives Netherlands". Retrieved from: <http://www.eafo.eu/content/netherlands>
- European Commission (2016). EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications –Opportunities and Actions. JRC Science for Policy Report
- European Commission (2017). EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications –Opportunities and Actions. JRC Science for Policy Report
- EV West (2018). EV CONVERSION KITS. Retrieved from: <http://www.evwest.com/catalog/index.ra20c3jf33ot37jcvk9d35spd1>
- Fastned (2018) "Choose the price plan that suits you" Retrieved from <https://fastned.nl/en/choose-your-priceplan>
- Federal Ministry for Economic affairs and Energy (2014). Electric mobility, One of the keys to sustainable, low-carbon and environmentally-compatible mobility.
- Federal Ministry for Economic affairs and Energy (2018). "Electric mobility in Germany" Retrieved from <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/electric-mobility.html>
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety. (2014a). Kabinett verabschiedet Elektromobilitätsgesetz. Retrieved from www.bmu.bund.de/N51149/

- Figenbaum, E. and Kolbenstvedt, M. (2013). Summary: Electromobility in Norway - Experiences and Opportunities with Electric Vehicles. TØ Report 1276/2013. Oslo: Transportøkonomisk Institutt.
- FOMM (ASIA) Co., Ltd. (2018). Fomm ONE Putting “WOW” in Compact Mobility [Brochure].
- Freyschlag, A. (2016). Drive Electric Northern Colorado – A community-wide approach to EV adoption. Retrieved from <http://evroadmapconference.com/program/presentations16/AnnieFreyschlag.pdf>
- Gao, P., Malorny, Ch., Sha, S., Guan, M., Wu, T., Luk, Th., Yang, L., Lin, D. and Xu, X., (2015). Supercharging the Development of Electric Vehicles in China, McKinsey&Company, April.
- Germany trade & invest (2018) “Automotive Industry Germany – The World’s Automotive Hub of Innovation” Retrieved from <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Mobility/automotive.html>
- Glerum, A., Stankovikj, L., & Bierlaire, M. (2014). Forecasting the demand for electric vehicles: Accounting for attitudes and perceptions. Transportation Science, 48(4), 483–499.
- GO4SEM. (2015). “Japan: Electric Vehicle Supply Chain and Opportunities for European SMEs”. Retrieved from: <http://www.go4sem.eu/public/global-opportunities/japan>
- Hackbarth, A., and Madlener, R. (2013). “Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis.” Transportation Research Part D: Transport and Environment, 25, pp. 5–17.
- Hagman, J., Ritzen, S., Stier, J.J., and Susilo, Y. (2016). ‘Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion’, Research in Transportation Business & Management, Vol.18, pp.11-17.
- Hall, D. and Lutsey, N. (2017) Emerging Best Practices For Electric Vehicle Charging
- Hall, D., Noultak, M., and Lutsey, N. (2017). Electric Vehicle Capitals of The World Demonstrating The Path to Electric Drive. ICCT White Paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Hall, J., Lin, T., Brown, G., Bonhomme, F. (2006). Decay Processes and Life Predictions for Lithium Ion Satellite Cells. Satellite Development Center The Boeing Company, SAFT.

- Haugneland, P., Lorentzen, E., Bu, C., Hauge, E. (2017). Put a price on carbon to fund EV incentives – Norwegian EV policy success
- Helveston, J.P., Liu, Y., Feit, E.M., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the U.S. and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 73, pp. 96-112.
- Higgins, A., Paevere, P., Gardner, J., Quezada, G. (2012). Combining Choice Modeling and Multi-Criteria Analysis for Technology Diffusion: An Application to the Uptake of Electric Vehicles. *Technological Forecasting and Social Change* 79, 1399–1412.
- Hoen, A., and Koetse, M. J. (2014). A choice experiment on alternative fuel vehicle preferences of private car owners in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 199–215.
- Howell, S., Lee, H., and Heal, A. (2014). Leapfrogging or Stalling Out? Electric Vehicles in China, Harvard Kennedy School of Government, HKS Faculty Research Working Paper Series, RWP14-035, July. Infrastructure. White paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- International Energy Agency (2015). Hybrid and Electric Vehicles: The Electric Drive Delivers. IA-HEV 2014 Annual Report.
- International Energy Agency (2016). Hybrid and Electric Vehicles: The Electric Drive Drive. IA-HEV 2015 Annual Report
- International Energy Agency (2017a). “IA-HEV: The Netherlands”. Retrieved from: <http://www.ieahev.org/by-country/the-netherlands>
- International Energy Agency (2017b). “IA-HEV: United States”. Retrieved from: <http://www.ieahev.org/by-country/united-states>
- International Energy Agency (2017c). Hybrid and Electric Vehicles: The Electric Drive Chauffeurs. IA-HEV 2016 Annual Report.
- International Energy Agency (2017d). World energy balances: Overview (2017 edition)

- International Energy Agency (2018). “Statistics Search, Germany 2011 - 2015” Retrieved from <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2015&country=GERMANY&product=Balances>
- Japan Automobile Manufacturers Association (2017). “Japanese Automobile and Motorcycle Industry Statistics” Retrieved from <http://www.jama.org/japanese-automobile-and-motorcycle-industry-statistics/>
- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). “On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32.
- Jeon, S.Y. (2010). Hybrid and Electric vehicle technology and its market feasibility. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Jillian, A., Skippon, S., Schuitema, G., & Kinnear, N. (2010). Who will adopt electric vehicles? A segmentation approach of UK Consumers. ECEE 2011 Summer study. Energy Efficiency First: The Foundation of A Low-carbon Society, Panel4: Transport and Mobility, 1015-1026.
- Jin, L., Searle, S., and Lutsey, N. (2014). Evaluation of State-Level U.S. Electric Vehicle Incentives. ICCT White Paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Karlsruhe Institute of Technology (2018). ProLemo – Innovative Electric Motor Production Technologies to Produce Efficient Lightweight Motors for Electric Vehicles. The Research University in the Helmholtz Association
- Kemfert, C., (2016). Promoting Electric Vehicles in Germany via Subsidies – an Efficient Strategy?. CESifo DICE Report 4/2016 (December). DIW Berlin.
- Kim, J., Rasouli, S., & Timmermans, H. (2014). “Expanding scope of hybrid choice models allowing for mixture of social influences and latent attitudes: Application to intended purchase of electric cars.” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, pp. 71–85.
- Krause, R.M., Carley, S.R., Lane, B.W., Graham, J.D. (2013) Perception and reality: Public knowledge of plug-in electric vehicles in 21 U.S. cities. *Energy Policy* (63): 433–440.

- Lebeau, K., Lebeau, P., Macharis, C., and Mierlo, J.V. (2013). "How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis." EVS27. Vrije Universiteit Brussel.
- Levay, P.Z., Drossinos, Y., & Thiel, C. (2017). The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership. Energy Policy, Vol.105, pp.524-533.
- Li, Zheng, John M. Rose, and David A. (2010). Hensher. "Forecasting Automobile Petrol Demand in Australia: An Evaluation of Empirical Models." Transportation Research Part A: Policy and Practice 44, no. 1, pp. 16-38.
- Limpitpanich, P., P. Suksuntornsiri, W. Tia, and B. Limmeechokchai (2011). "Economy-wide Impacts of Policy on Promotion of Electric Motorcycles in Thailand", The Second TSME International Conference on Mechanical Engineering, Krabi, Thailand.
- Lorentzen, E., Haugneland, P., Bu, C., and Hauge, E. (2017). Charging infrastructure experiences in Norway - the worlds most advanced EV market. EVS30 Symposium Stuttgart, Germany, October 9 - 11, 2017.
- Lutsey, N. (2014). Transition to a Global Zero-Emission Vehicle Fleet: A Collaborative Agenda for Governments. ICCT White Paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Malvik, H. V., Hannisdahl, O. H., and Wensaas, G. B. (2013). "The Future Is Electric! The EV Revolution in Norway - Explanations and Lessons Learned", ECEEE Summer Study Proceedings, pp. 995-1005.
- Manzini, Fabio (2006). "Inserting Renewable Fuels and Technologies for Transport in Mexico City Metropolitan Area." International Journal of Hydrogen Energy 31, no. 3, pp. 327-35.
- Masiero, G., Ogasavara, H. M., Jussani, A. C. and Risso, M. L. (2016). 'Electric Vehicles in China: BYD Strategies and Government Subsidies'. Revista de Administracao e Inovacao, Vol. 13, no. 1, pp. 3-22, January-March.
- Mau PCW., 2005. "Modelling consumer preferences and technological change: Survey of attitudes to hybrid vehicles." Simon Fraser University, Burnaby.
- Mazraati, Mohammad, and Osama M. Alyousif (2009). "Aviation Fuel Demand Modelling in Oecd and Developing Countries: Impacts of Fuel Efficiency." OPEC Energy Review 33, no. 1, pp. 23-46.

- McKinsey & Company (2012). Profiling Japan's Early EV Adopters: A Survey of the Attitudes and Behaviors of Early Electric Vehicle Buyers in Japan.
- McKinsey & Company (2018). "The global electric-vehicle market is amped up and on the rise". Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/the-global-electric-vehicle-market-is-amped-up-and-on-the-rise>
- McManus, W. and R. Senter (2009). Market Models for Predicting PHEV Adoption and Diffusion. University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan, June.
- Ministry of Economic affairs (2017). Vision on the charging infrastructure for electric transport. Policy agenda looking ahead to 2020.
- Ministry of Economy, Trade and Industry (2015). "METI-Related FY 2016 Budget" Retrieved from: http://www.meti.go.jp/english/aboutmeti/policy/fy2016/160329related_budget.pdf
- Ministry of Infrastructure and the Environment (2014). A Vision on Sustainable Fuels for Transport: Key Findings of the SER Vision Programme, Towards a Sustainable Fuel Mix for Transport in the Netherlands. The Hague: Ministry of Infrastructure and the Environment.
- Minnesota Pollution Control Agency (2018). Internal combustion engines emission calculations. Retrieved from: <https://www.pca.state.mn.us/air/internal-combustion-engines-emission-calculations>
- Mitsubishi Motors Corporation (2014). "Japan Automakers Advance Electric Charging Infrastructure With New Company, Nippon Charge Service" Retrieved from http://www.mitsubishimotors.com/publish/pressrelease_en/corporate/2014/news/detail530.html
- Mitsubishi Motors Corporation. (2018). The Plug-in Hybrid EV System. Retrieved from: <https://www.mitsubishi-motors.com/en/innovation/technology/library/phev.html>
- Mock, P. and Yang, Z. (2014). 'Driving electrification: A global comparison of fiscal incentive policy for electric vehicles', The International Council on Clean Transportation, White paper, May.
- Moloughney, T. (2016) How Much Does It Cost To Charge An Electric Car <https://pluginamerica.org/how-much-does-it-cost-charge-electric-car/>

- Morris, C. (2016) "Volkswagen demonstrates Golden Test Device for EV charging interoperability" Retrieved from <https://chargedevs.com/newswire/volkswagen-demonstrates-golden-test-device-for-ev-charging-interoperability/>
- Nakornthab,D. (2014). "The international transmission of monetary policy in recent years: Thailand's perspectives," BIS Papers chapters, in: Bank for International Settlements (ed.), The transmission of unconventional monetary policy to the emerging markets, volume 78, pages 333-345, Bank for International Settlements.
- National Platform for Electric Mobility (2010). Interim Report of the National Platform for Electric Mobility.
- National Platform for Electric Mobility (2015). Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Germany, Progress Report and Recommendations 2015
- National Platform for Electric Mobility (2018). "Find more about motivation and goals" Retrived from <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/en/background/the-approach/>
- Netherlands Enterprise Agency (2015). Electromobility in the Netherlands: Highlights 2014. Utrecht: Netherlands Enterprise Agency.
- Netherlands Enterprise Agency (2016). Electromobility in the Netherlands Highlights 2015. Utrecht: Netherlands Enterprise Agency.
- Netherlands Enterprise Agency (2017a). Electric transport in the Netherlands 2016 highlights. Utrecht: Netherlands Enterprise Agency.
- Netherlands Enterprise Agency (2017b). "Nederland Elektrisch". Retrieved from: <http://nederlandelektrisch.nl/economic-potential>
- Nissan North America, Inc. (2013) "Nissan no Charge to Charge Program" Retrieved from <https://www.nissanusa.com/content/dam/nissan/vehicles/2015/leaf/charging-range/no-charge-to-charge-page/NCTC-program-details.pdf>
- Office of Energy Analysis. "Transportation Sector Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation 2011". Energy Information Administration, Department of Energy, Washington DC, USA, (2012).
- Ou, S., Lin, Z., Wu, Z.,Zheng, J., Lyu, R., Przesmitzki, S., and He, X. (2017). A Study of China's Explosive Growth in the Plug-in Electric Vehicle Market. The Energy and Transportation Science Division. Oak Ridge National Lboratory.

- Pelican Parts, LLC. (2017a). 2017 BMW 740e xDrive iPerformance Sedan. https://www.pelicanparts.com/catalog/SuperCat/11293_catalog.htm
- Pelican Parts, LLC. (2017b). 2017 Mercedes Benz S-Class Parts. https://www.pelicanparts.com/catalog/SuperCat/9902_catalog.htm
- Ramadan, I, & Rashwan, N.K. (2016). Calibration of vehicle emissions speed Relationships for the greater Cairo roads. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Volume 7, 74-82.
- Ramanathan, R. (1999). "Short- and Long-Run Elasticities of Gasoline Demand in India: An Empirical Analysis Using Cointegration Techniques." Energy Economics 21, no. 4, pp. 321-30.
- Rasouli, S., and Timmermans, H. (2013). Influence of social networks on latent choice of electric cars: A mixed logit specification using experimental design data. Networks and Spatial Economics, 13, 1–32.
- Reed, P. (2014). How to Use Edmunds True Cost to Own. Retrieved from: <https://www.edmunds.com/car-buying/true-cost-to-own-tco.html>
- Saisirirat, P., M. Tongroon, and N. Chollacoop (2013). "Scenario Analysis of Electric Vehicle Technology Penetration: Case Study for Bangkok Road Transportation." Journal of Science and Technology MSU 32, no. 5, pp. 679-685.
- Samimi, Rodney (1995). "Road Transport Energy Demand in Australia a Cointegration Approach." Energy Economics 17, no. 4, pp. 329-39.
- Santini DJ, Vyas AD. (2005) "Suggestions for a new vehicle choice model simulating advanced vehicles introduction decisions (AVID): structure and coefficients." Oak Ridge, TN: Argonne National Laboratory.
- Schmitt, B. (2016). "Japan, The Land Of The Setting Sun: Car Sales Down Hard In 2015" Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/bertelschmitt/2016/01/05/japan-the-land-of-the-setting-sun-car-sales-down-hard-in-2015/>
- Serafimova, T. (2015). Electric Vehicles: The Norwegian Experience in Overcoming Barriers. Brussels: Bellona Europa

- Shaha, Z. (2014) CURIOUS CASE OF PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES IN THE NETHERLANDS FEBRUARY SALES REPORT. Retrieved from: <https://evobsession.com/curious-case-plug-hybrid-electric-vehicles-netherlands-february-sales-report/>
- Shepherd, S., Bonsall, P., Harrison, G. (2012). Factors Affecting Future Demand for Electric Vehicles: A Model Based Study. Transport Policy 20, 62-74.
- Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., and van Wee, B. (2014). ‘The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption’, Energy Policy, Vol.68, pp.183-194.
- Sikes K., Gross, T., Lin, Z., Sullivan, J., Cleary, T., Ward, J. (2010). Plug-in hybrid electric vehicle market introduction study: final report. Oak Ridge National Laboratory (ORNL).
- Slowik, P. and Lutsey, N. (2017) Expanding The Electric Vehicle Market In U.S. Cities. White paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.
- Song, S. (2016). Transport Emissions & Social Cost Assessment: Methodology Guide. World Resources Institute.
- State Grid Corporation of China (2013). “EV infrastructure and standardization in China” Retrieved from <https://www2.unece.org/wiki/download/attachments/12058681/EVE-07-14e.pdf>
- Statistics Bureau (2016a). “Japan Statistical Yearbook 2016: Chapter 11 Energy and Water”. Retrieved from: <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/65nenkan/1431-11.htm>
- Statistics Bureau (2016b). Statistical Handbook of Japan 2016. Tokyo: Statistics Bureau.
- Statistics Bureau (2017a). “Japan Statistical Yearbook 2017: Chapter 11 Energy and Water”. Retrieved from: <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/66nenkan/1431-11.htm>
- Statistics Bureau (2017b). Statistical Handbook of Japan 2017. Tokyo: Statistics Bureau.
- Statistics Netherlands (2016a). “Electricity and Heat; Production and Input by Energy Commodity”. Retrieved from: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLEN&PA=80030ENG>
- Statistics Netherlands (2016b). “Energy Balance Sheet; Supply, Transformation and Consumption”. Retrieved from: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLEN&PA=83140ENG>
- Statistics Netherlands (2016c). “Transport and Mobility 2016”. The Hague: Statistics Netherlands.

- Statistics Norway (2015). "Production and Consumption of Energy, Energy Balance, 2013-2016, Final Figures". Retrieved from: <https://www.ssb.no/en/energi-og-industri/statistikker/energibalanse>
- Statistics Norway (2016). "Production and Consumption of Energy, Energy Balance, 2014-2015, Final Figures". Retrieved from: <https://www.ssb.no/en/energi-og-industri/statistikker/energibalanse/aar-endelige/2016-10-18>
- Statistics Norway (2017). "Domestic Transport Performances, 2016". Retrieved from: <https://www.ssb.no/en/transport-og-reiseliv/statistikker/transpinn>
- Statistisches Bundesamt. (2018). "Transport, 2012 - 2016". Retrieved from: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/TransportTraffic/Transport.html>
- Sullivan, J., Salmeen, I., Simon, C. (2009). PHEV Marketplace Penetration: An Agent Based Simulation. Working Paper of the University of Michigan Research Institute.
- Tao, W. (2013). Recharging China's Electric Vehicle Policy, Policy Outlook, Carnegit-Tsinghua Center for Global Policy, August.
- Technical Support Document (2013). Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866 Interagency Working Group on the Social Cost of Carbon, United States Government, May 2013.
- Tesla Motors, Inc. (2016). General Warranty Provisions. Retrieved from: https://www.tesla.com/sites/default/files/pdfs/ModelS_New_Vehicle_Limited_Warranty_201602_en_NA.pdf
- Tesla Motors, Inc. (2018a). "Maintenance Plans | Model S and Model X" Retrieved from: <https://www.tesla.com/support/maintenance-plans-ms-mx?redirect=no>
- Tesla Motors, Inc. (2018b). Vehicle Warranty | Model S and Model X. Retrieved from: <https://www.tesla.com/support/vehicle-warranty-ms-mx>
- Tharby, R.D., W. Vandenhengel, and S. Panich. (1992). "Transportation Emissions and Fuel Quality Specification for Thailand." Monenco Consultants. Oakville, Canada.
- The Internal Revenue Service (2016). Plug-In Electric Drive Vehicle Credit (IRC 30D) Retrieved from: <https://www.irs.gov/businesses/plug-in-electric-vehicle-credit-irc-30-and-irc-30d>

The International Council on Clean Transportation (2016). Proposed temporary management regulation for corporate average fuel consumption and new – energy vehicle credits for new passenger cars in china. Policy update. Washington DC: International Council on Clean Transportation.

The International Council on Clean Transportation (2017). Adjustment to Subsidies for New Energy Vehicles in China. ICCT White Paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation.

The International Council on Clean Transportation (2018). China’s New Energy Vehicle Mandate Policy (Final Rule). Policy update. Washington DC: International Council on Clean Transportation.

The Japantimes (2018) “Electric vehicles are here, but are they practical and economical?” Retrieved from: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/01/12/national/electric-vehicles-practical-economical/#.WnlV6KiWY2w>

The Norwegian EV Association. (2016). “Norwegian EV policy”. Retrieved from: <http://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>

The Norwegian EV Association. (2017). “Norwegian EV market”. Retrieved from: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-market/>

The Statista Portal (2018). Large luxury car sales in the United States in 2017, by key model (in units). Retrieved from: <https://www.statista.com/statistics/287753/large-luxury-vehicles-sales-by-make-in-the-united-states/>

The Statistics Portal (2015) “Average electricity prices globally in 2015, by select country” Retrieved from: <https://www.statista.com/statistics/477995/global-prices-of-electricity-by-select-country/>

The World Bank Group (2018). World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. Retrieved from: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?end=2017&locations=TH&start=2000&year_high_desc=false

Tietge, U. and Lutsey, N. (2016) “Germany, sleeping giant of electric vehicles, awakes” Retrieved from <https://www.theicct.org/blog/staff/germany-sleeping-giant-electric-vehicles-awakes>

- Tietge, U., Mock, P., Lutsey, N., and Campestrini, A. (2016). Comparison of Leading Electric Vehicles Policy and Deployment in Europe. ICCT White Paper. Washington DC: International Council on Clean Transportation. [transportation_statistics/index.html](https://www.transportation_statistics/index.html)
- Toyota Motor Sales, U.S., Inc. (2018a). 2017 Toyota Prius Prime Parts. Retrieved from: https://parts.toyota.com/productSearch.aspx?&ukey_driveline=0&ukey_trimlevel=0ran
- Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. (2018b). THE 2018 PRIUS PRIME Let's imagine the new possible Full Specs <https://www.toyota.com/priusprime/features/mpg/1235/1237/1239>
- Trip, J. J., Lima J., and Bakker, S. (2012). Electric mobility policies in the North Sea Region countries. E-Mobility NSR Project. Delft: Delft University of Technology.
- U.S. Department of Commerce (2017). Market Brief: Electric Mobility in Germany (2016).
- U.S. Department of Energy (2015). Costs Associated With Non – Residential Electric Vehicle Supply Equipment.
- U.S. Department of Energy (2016). Federal Tax Credits for All-Electric and Plug-in Hybrid Vehicles. Retrieved from: <https://www.fueleconomy.gov/>
- U.S. Department of Energy (2017). “U.S. Plug-in Electric Vehicles Sales by Model” Retrieved from <https://www.afdc.energy.gov/data/10567>
- U.S. Department of Energy (2018) “Alternative Fuels and Advanced Vehicles” <https://www.afdc.energy.gov/fuels/>
- U.S. Energy Information Administration (2018a). Annual Energy Outlook 2018 with projections to 2050.
- U.S. Energy Information Administration (2018b). Number and Capacity of Petroleum Refineries. Retrieved from: https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_p_np_cap1_dcu_nus_a.htm
- U.S. Environmental Protection Agency. (2005). Average Carbon Dioxide Emissions Resulting from Gasoline and Diesel Fuel.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2018a). Compare Side-by-Side. Retrieved from: <http://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?a=38431>
- U.S. States Environmental Protection Agency (2018b). Greenhouse Gas Reporting Program (GHGRP), GHGRP Refineries. Retrieved from: <https://www.epa.gov/ghgreporting/ghgrp-refineries>

- United States Energy Information Administration. (2017). "Total Energy". Retrieved from: <https://www.eia.gov/totalenergy>
- United States Government. (2013). Technical update of the social cost of carbon for regulatory impact analysis--under executive order 12886, United States & Council of Economic Advisers.
- United States Government (2016). Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866
- Valeri, E., and Danielis, R. (2015). Simulating the market penetration of cars with alternative fuel powertrain technologies in Italy. *Transport Policy*, 37, 44–56.
- Van der Steen, M., Van Schelven, R., Mulder, J., and Van Twist, M. (2014). Introducing E-Mobility: Emergent Strategies for an Emergent Technomlogy. E-Mobility NSR Project. The Hague: Nederlandse School voor Openbaar Bestuur.
- Wietschel, M., Plotz, P., Kuhn A. and Gnann, T. (2011). 'Market Evolution Scenarios for Electric Vehicles: Summary', Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI.
- Wu, G., Inderbitzin, A., and Bening, C. (2015). "Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market." *Energy Policy*, Vol.80, pp.196-214.
- Zhang, X., Xie, J., Rao, R., and Liang, Y. (2014). "Policy Incentives for the Adoption of Electric Vehicles Across Countries", *Sustainability*, 2014(6), pp. 8056-8078.
- Zhao, Li-xiang, Yi-long Xiong, Wan-qiu Wang, Wei Song, and Tian-hao Wu (2012). "A Study of Energy Consumption and Exhaust Emissions from Beijing's Civil Vehicles from Years 2008 to 2020." *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 18, no. 2, pp. 412-34.
- Zhou, Nan, Michael A. McNeil, David Fridley, Jiang Lin, Lynn Price, Stephane de la Rue du Can, Jayant Sathaye, and Mark Levine (2008). "Energy Use in China: Sectoral Trends and Future Outlook."
- Zhu, J.J. (2016). Analysis of New Zealand Specific Electric Vehicle Adoption Barriers and Government Policy. Victoria University of Wellington. Retrieved from: <http://researcharchive.vuw.ac.nz/xml/bitstream/handle/10063/6190/paper.pdf>

ภาษาไทย

กรณีฐ ธรรมศิริ (2557). การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการเงินระหว่างการใช้รถยนต์ไฮบริดกับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย. (ค้นคว้าอิสระปริญญาโท). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ.

กรมการขนส่งทางบก (2560ก). สถิติจำนวนรถยนต์ใหม่ (ป้ายแดง) ทั่วประเทศ. สืบค้นจาก http://apps.dlt.go.th/statistics_web/brandcar1.html

กรมการขนส่งทางบก. (2559). อัตราภาษีรถตาม พ.ร.บ.รถยนต์ พ.ศ. 2522 . สืบค้นจาก: www.dlt.go.th/th/early-tax/view.php_did=75

กรมการขนส่งทางบก. (2560ข). กลุ่มสถิติการขนส่งจำแนกตามการใช้ชนิดเชื้อเพลิง. สืบค้นจาก: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/fuel.html

กรมการขนส่งทางบก. (2560ค). กรมขนส่งทางบก สนับสนุนการใช้รถไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยต้องเป็นรถที่จดทะเบียนถูกต้องเป็นไปตามกรมการขนส่งทางบกประกาศข้อกำหนด หลักเกณฑ์ และใช้แผ่นป้ายทะเบียนตรงตามประเภทรถ. สืบค้นจาก: https://www.dlt.go.th/th/public-news/view.php?_did=1714

กรมการขนส่งทางบก. (2560ง). คำนิยาม. สืบค้นจาก http://apps.dlt.go.th/statistics_web/.html

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2558). รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย 2557. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559). รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย 2558. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560). รายงานคุณภาพพลังงานของประเทศไทย 2559. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.

กรมศุลกากร. (2555). ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง การลดอัตราอากรและยกเว้นอากรศุลกากร ตามมาตรา 12 แห่ง พระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530.

กรมสรรพสามิต (2560). ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง ลดอัตราภาษีสรรพสามิต (ฉบับที่ 138). กระทรวงการคลัง.

กรมสรรพสามิต. (2556). ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่องลดอัตราและยกเว้นภาษีสรรพสามิต.

กรมสรรพากร. (2555). ภาษีมูลค่าเพิ่มกันก่อน...ดีมี (มิถุนายน 2555).

กระทรวงการคลัง (2555) การปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์. สืบค้นจาก: <http://thaipublica.org/wp-content/uploads/2015/12/%E0%B8%55.pdf>

กระทรวงการคลัง (2560). ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง ลดอัตราภาษีสรรพสามิต ฉบับที่ 138

การไฟฟ้านครหลวง. (2558). องค์ประกอบค่าไฟฟ้า โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าปี 2558. สืบค้นจาก: <http://www.mea.or.th/profile/2989/2991>

การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, การไฟฟ้านครหลวง, และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2559). รายงานแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2558). ประกาศ เรื่อง โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า ปี 2558. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). ความรู้เกี่ยวกับค่าไฟฟ้า, ค่า Ft ประจำเดือน มกราคม - ธันวาคม 2560. สืบค้นจาก: <http://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/ArticleID/40065/>

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2560). ความรู้เกี่ยวกับค่าไฟฟ้า, ค่า Ft ประจำเดือน มกราคม - ธันวาคม 2560. สืบค้นจาก: <http://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/ArticleID/40065/>

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (2560). เอกสารประชาสัมพันธ์ค่าไฟฟ้าและค่า Ft พ.ค.-ส.ค.60

คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (2560). ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 5/2560 เรื่อง นโยบายส่งเสริมการลงทุนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า ชิ้นส่วน และอุปกรณ์.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2559). ค่า Emission Factor โดยแบ่งตามประเภทกลุ่มอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก: http://www.en.mahidol.ac.th/EI/Downloads/EF_Update.pdf

ชโลธร แก่นสันติสุขมงคล (2558). การประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกของสารมลพิษโดยวิธี Benefit Transfer. Discussion Paper No.37. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์.

ชลิต คงศักดิ์ไพบูลย์ (2551). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดเพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทย. (งานวิจัยเฉพาะเรื่องปริญาญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ.

ชัยวัฒน์ ศิริพจนากุล (2559). การประเมินต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าในกรุงเทพมหานคร. (ค้นคว้าอิสระปริญาญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ.

ชูชาติ อัครโรจน์ (2541). คำอธิบายกฎหมายศุลกากร (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ วิญญูชน.

ตามมาตรา 12 แห่ง พระราชกำหนดพิกัดอัตราศุลกากร พ.ศ. 2530.

เทวัญ วิชิตะกุล. (2545). การวิเคราะห์โครงสร้างตลาดและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำประกันภัยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลภาคสมัครใจในเขตกรุงเทพมหานคร. (งานวิจัยเฉพาะเรื่องปริญาญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ.

ธนาคารธนชาต จำกัด (มหาชน). (2561). Thanachart Blue Book, มาตรฐานสากลรถยนต์ใช้แล้ว. สืบค้นจาก: <https://www.thanachartbluebook.com/aboutus.asp>

บริษัท ทิวานนท์ยางยนต์ จำกัด. (2559). ราคาขายรถยนต์. สืบค้นจาก: <http://tivanon.com/index.php?mod=webpage&act=base&file=webmode&rec=>

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย). (2561ก). รายการอะไหล่เปลี่ยนตามระยะทาง Maintenance Lookup. สืบค้นจาก: https://www.toyota.co.th/customerservice/maintenance_lookup

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย). (2561ข). สเปค, ข้อมูลทางเทคนิค Toyota Yaris. สืบค้นจาก: <https://www.toyota.co.th/model/yaris/specification>

บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. (2561). Nissan Almera ค่าบำรุงรักษา. สืบค้นจาก <https://www.nissan.co.th/owners/maintenance-costs/almera.html>

บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด. (2560). BMW 7 Series Seadan, TECHNICAL DATA [แผ่นพับ] สืบค้นจาก: https://www.bmw.co.th/content/dam/bmw/marketTH/common/All%20Models/Technical%20Data/TH/BMW%207%20Series%20Technical%20Data_TH.pdf

บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด. (2561). เทคโนโลยี BMW EfficientDynamics. สืบค้นจาก: <https://www.bmw.co.th/th/topics/fascination-bmw/efficient-dynamics/edrives.html>

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2556). โครงสร้างราคาน้ำมันในประเทศไทยเป็นอย่างไร?. สืบค้นเมื่อจาก <http://www.pttplc.com/th/Media-Center/ptt-hot-/B8%A3.pdf>

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2561). ราคาขายปลีก กทม. และปริมณฑล ประจำปี พ.ศ. 2560. สืบค้นจาก: <http://www.pttplc.com/th/media-center/oil-price/pages/bangkok-oil-price.aspx>

บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด (2561). การดูแลรักษาตามระยะทาง, ตารางแสดงรายการอะไหล่ที่ต้องเปลี่ยนพร้อม ค่าบริการตามระยะทาง. สืบค้นจาก: https://www.mitsubishi-motors.co.th/th/after_sales/periodical-maintenance

บริษัท เมอร์เซเดส-เบนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด. (2559). สเปคซีท S-Class PLUG-IN HYBRID . สืบค้นจาก http://www.mercedes-benz.co.th/content/mp/S-ClassSpecsheet_Oct2016.pdf

บริษัท ศรีกรุงโบรคเกอร์ จำกัด. (2558). การแบ่งกลุ่มรถในการทำประกันภัย. สืบค้นจาก: <http://www.srikrung-broker.com/default.asp>

บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (2559). Honda Civic, SPECIFICATIONS & STANDARD & EQUIPMENT. สืบค้นจาก: <https://www.honda.co.th/civic/#specification>

บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (2560). ตารางรายการอะไหล่ All-New CIVIC. สืบค้นจาก: <https://www.honda.co.th/service/periodical/detail>.

บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (2560). ตารางรายการอะไหล่ All-New CIVIC.

บริษัท ฮุนได มอเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด. (2561). Hyundai, Driving innovation IONIQ electric [แผ่นพับ] สืบค้นจาก: <https://www.hyundai.co.th/th/shopping-tools/brochure/ioniq-electric>

พรรณา ฐนนิมิตรกุล (2558). การเงินธุรกิจ (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ภู่ริ สิริสุนทร, ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์, ศุภฤทธิ ธารยุติการต์, พระพิพัฒน์ ภาสบุตร, วรรัตน์ ปัตตประกร, ภาวิน ศิริประภาณุกุล, เฉลิมพงศ์ คงเจริญ, ภาณุวัฒน์ เทียนศรี และ โชคชัย แสนสีละ (2558). โครงการศึกษาและพัฒนาแนวทางในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles) : รายงานฉบับสมบูรณ์. เสนอต่อ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2556). การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย. รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม ฉบับสมบูรณ์.

รุ่งโรจน์ อะไหล่ยนต์ (2561). สินค้า-เครื่องยนต์. สืบค้นจาก: <https://www.rungroat.com/product-category/%E0%>

วรรณ สุขสมบูรณ์ (2560). มาตรฐาน EURO 4 กับการทดสอบสารมลพิษจากรถยนต์. สืบค้นจาก: <http://data.thaiauto.or.th/lu3/images/stories/PDF/Law/TAI/EURO%204.pdf>

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2560). บทวิเคราะห์ SME ไทยก้าวทันกระแสนยนต์ยุค 4.0 แล้วหรือยัง. สืบค้นเมื่อ: 31 สิงหาคม 2560. สืบค้นจาก: https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Thai-Automotive_4-0.aspx

สถาบันยานยนต์. (2561). สถิติปริมาณจดทะเบียนภายในประเทศ. สืบค้นจาก: <http://data.thaiauto.or.th>

สมาคมยานยนต์ไฟฟ้าไทย (2560). แนวทางและหลักเกณฑ์การพิจารณาการสนับสนุนโครงการสนับสนุนการลงทุนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station). สืบค้นจาก: https://drive.google.com/file/d/14mTGCSWxr3SQ_DhjGx8K_Wxd4Fdn9UAU/view

สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง. (2548). เศรษฐศาสตร์นำรู้, ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) สืบค้นจาก: <http://www2.fpo.go.th/S-I/Source/ECO/ECO23.htm>

สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (2561). เรื่อง “การแก้ไขปรับปรุงกฎหมายการประกอบกิจการพลังงาน.” การสัมมนารับฟังความคิดเห็น, ณ ห้องคราวน์ 1-4 ชั้น 21 โรงแรมคราวน์พลาซ่า ลุมพินี กรุงเทพฯ, 19 มกราคม 2561.

สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. (2559). สารระสำคัญการประกันภัย
รถภาคบังคับ. สืบค้นจาก: www.oic.or.th/th/consumer AA%E0% B2%E0%A A3%E0%

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2560). การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) จากการใช้พลังงาน 6 เดือนแรก 2560, กระทรวงพลังงาน.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2559). “เรื่อง การส่งเสริมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเพื่อ
การขนส่งสาธารณะ.” การสัมมนาระดมสมอง, ณ ห้องประชุม 401 ชั้น 4 อาคาร สำนักนโยบายและ
แผนการขนส่งและจราจร, 1 กันยายน 2559.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2560). สมุดปกขาว เรื่อง อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า
อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า. [https://waa.inter.nstda.or.th/prs/pub/whitepaper EVV2.pdf](https://waa.inter.nstda.or.th/prs/pub/whitepaper_EVV2.pdf)

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561ก). เปรียบเทียบรถยนต์. สืบค้นจาก <http://www.car.go.th/new /compareCar>

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561ข). อัตราภาษีสรรพสามิตรถยนต์ปัจจุบัน.
สืบค้นจาก: <http://www.car.go.th/new/Excisecar>

สำนักสิทธิประโยชน์ทางภาษีอากร, กรมศุลกากร. (2555). คู่มือผู้ประกอบการ. สืบค้นจาก: <http://ctat.or.th/FileUpload/B8%9B%E0.pdf>

“อีวี”ป้ายแดงบุก! ‘ฟอรัม’เคาะราคา 5.5 แสน” ฐานเศรษฐกิจออนไลน์, 16 มิถุนายน 2560.
<http://www.thansettakij.com/content/162574>

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2552).
http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/products_emission/products_emission.pnc

เอกสิทธิ์ อัสวชาติธงชัย (2556). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ยานพาหนะพลังงานไฟฟ้าทดแทนยานพาหนะพลังงานปิโตรเลียม กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สาขา เทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม.

เฮดไลท์แมก แมกกาซีน. (2558). Sales Report เจาะลึกยอดขายรถยนต์รวมปี 2557 ที่ละเอียดที่สุดในไทย.
สืบค้นจาก: http://www.headlightmag.com/salesreport_total2014/

เฮดไลท์แมก แมกกาซีน. (2559). Exclusive Sales Report เจาะลึกยอดขายรถยนต์รวม ปี 2558 / 2015
ที่ละเอียดที่สุดในไทย. สืบค้นจาก: http://www.headlightmag.com/salesreport_total2015/

เฮดไลท์แมก แมกกาซีน. (2560). Sales Report เจาะลึกยอดขายรถยนต์ ธันวาคม 59 – สรุปยอดรวมปี 2559 / 2016 แบ่งตาม Segment. สืบค้นจาก: <http://www.headlightmag.com/sales-report-december-2016/>

เฮดไลท์แมก แมกกาซีน. (2561). Sales Report เจาะลึกยอดขายรถยนต์ ธันวาคม 60 – สรุปยอดรวมปี 2560 / 2017 แบ่งตาม Segment. สืบค้นจาก: <http://www.headlightmag.com/sales-report-december-2017/>

“ผุด 1 พันสถานีชาร์จ EA ลุยรถยนต์ไฟฟ้า” ฐานเศรษฐกิจ, 22 มกราคม 2561. <http://www.thansettakij.com/content/252136> (สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มกราคม 2560).

“อีวี ป้ายแดงบุก! ‘พอมม์’ เคาะราคา 5.5 แสน” ฐานเศรษฐกิจออนไลน์, 16 มิถุนายน 2560. <http://www.thansettakij.com/content/162574>

“เคาะรถยนต์ไฟฟ้า ชงกรม.เห็นชอบ 28 มี.ค.” โพสต์ทูเดย์, 25 มีนาคม 2560. <http://www.posttoday.com/biz/gov/486866> (สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2560).

ภาคผนวก ก
ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการขนส่งและการใช้อยานยนต์ในต่างประเทศและ
ประเทศไทย

ก.1 ประเทศนอร์เวย์

ก.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศนอร์เวย์ มีชื่อทางการว่า ราชอาณาจักรนอร์เวย์ (Kingdom of Norway) ตั้งอยู่ในภูมิภาคยุโรปเหนือ มีพรมแดนติดกับประเทศสวีเดน ประเทศฟินแลนด์ และประเทศรัสเซีย มีอาณาเขตทางทะเลติดกับทะเลนอร์วีเจียนและทะเลเหนือ มีพื้นที่ 323,802 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 5,320,045 คน (Central Intelligence Agency, 2017)

ประเทศนอร์เวย์ปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข (Constitutional Monarchy) มีเมืองหลวงคือ กรุงออสโล ใช้ระบบเศรษฐกิจแบบผสมที่มีภาครัฐขนาดใหญ่และมีการพัฒนาโครงข่ายความปลอดภัยทางสังคม (Social Safety Net) อย่างกว้างขวางและรอบด้าน ในปี ค.ศ. 2016 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ของประเทศนอร์เวย์ มีมูลค่า 364.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ; Purchasing Power Parity: PPP) และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real GDP Growth Rate) อยู่ที่ร้อยละ 1 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.1.2 ภาคขนส่งและการใช้นานยนต์ทางถนน

ข้อมูลสถิติภาคขนส่งที่เผยแพร่โดย Statistics Norway (2017a) ได้แบ่งภาคขนส่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้า ในการขนส่งผู้โดยสารนั้นการขนส่งทางถนนถือเป็นช่องทางที่มีความสำคัญและมีสัดส่วนสูงที่สุดมาโดยตลอด โดยในปี ค.ศ. 2016 การขนส่งผู้โดยสารเป็นระยะทางรวม 80,600 ล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร (Passenger-Kilometers) เป็นการขนส่งทางถนนทั้งสิ้นถึง 70,928 ล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 88.0 ของระยะทางในการขนส่งผู้โดยสารทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ ก-1

ในระหว่างปี ค.ศ. 2011 – 2016 การขนส่งผู้โดยสารทั้งหมด และการขนส่งทางถนนในประเทศนอร์เวย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการขนส่งผู้โดยสารทั้งหมดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.6 ต่อปี ขณะที่การขนส่งทางถนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.7 ต่อปี

เมื่อพิจารณาเฉพาะการขนส่งทางถนนนี้ จะพบว่า รถยนต์ส่วนตัว (Private Cars) เป็นยานยนต์ที่มีความสำคัญมากที่สุดมาโดยตลอด ทั้งในแง่ของจำนวนผู้โดยสารและระยะทางที่วิ่ง โดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 เป็นต้นมา การขนส่งด้วยรถยนต์ส่วนตัวมีสัดส่วนถึงประมาณร้อยละ 89 ของระยะทางการขนส่งทางถนนในแต่ละปี รองลงมาคือ รถประจำทาง (Scheduled Road Transport) รถเช่า (Rental Cars) รถจักรยานยนต์ (Motorcycles และ Mopeds) และรถแท็กซี่ (Taxis) ตามลำดับ ทั้งนี้สำหรับกรณีของรถเช่านั้น เริ่มจะมี

ระยะทางวิ่งมากกว่ารถจักรยานยนต์ภายหลังปี ค.ศ. 2011 เป็นต้นไป (Statistics Norway, 2017a) และแม้ว่าระยะทางวิ่งจะมากกว่า แต่ก็ถือว่ายังมีจำนวนผู้โดยสารรวมในแต่ละปีน้อยกว่ารถจักรยานยนต์อยู่มาก

เมื่อพิจารณาเฉพาะการขนส่งสินค้าบนแผ่นดินใหญ่ (Transport mainland) จากตารางที่ ก-2 ระหว่าง ปี ค.ศ. 2011 – 2016 พบว่า การขนส่งทางถนนยังคงมีบทบาทสำคัญที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านระยะทางโดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.4 ต่อปี ถึงแม้จะเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าระยะทางของการขนส่งผู้โดยสาร กล่าวคือ ระหว่างปี ค.ศ. 2011 – 2016 มีการขนส่งสินค้าบนแผ่นดินใหญ่คิดเป็นระยะทางเฉลี่ยทั้งสิ้น 25,184 ล้านตัน-กิโลเมตร (Tonne-kilometre) โดยเป็นการขนส่งทางถนนเฉลี่ยถึง 18,730 ล้านตัน-กิโลเมตร ซึ่งตัวเลขดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 74.4 ของการขนส่งสินค้าบนแผ่นดินใหญ่เฉลี่ยระหว่างปีดังกล่าว รองลงมาเป็นการขนส่งทางน้ำและทางรถไฟ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม การขนส่งทางถนนของประเทศนอร์เวย์นั้นอาศัยเชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น ในปี ค.ศ. 2016 ประเทศนอร์เวย์มีการใช้การขนส่งทางถนนเป็นระยะทางทั้งสิ้น 45,203.6 ล้านกิโลเมตร โดย ร้อยละ 66.1 ของระยะทางวิ่งทั้งหมดอาศัยน้ำมันดีเซล ขณะที่ร้อยละ 27.4 ใช้น้ำมันเบนซิน นอกนั้นเป็นการใช้เชื้อเพลิงอื่น ๆ อยู่ที่ร้อยละ 6.6 และกว่าร้อยละ 77 ของระยะทางวิ่งทั้งหมดเกิดจากการใช้รถยนต์

หากพิจารณาเฉพาะรถยนต์โดยสาร (Passenger Cars) ตารางที่ ก-3 แสดงให้เห็นว่า ในปี ค.ศ. 2011 มีการใช้น้ำมันดีเซลคิดเป็นร้อยละ 49.1 ในขณะที่น้ำมันเบนซินคิดเป็นร้อยละ 50.8 ของระยะทางวิ่งของรถยนต์ จากนั้นสัดส่วนของระยะทางวิ่งที่อาศัยน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและน้ำมันเบนซินมีมีแนวโน้มลดลง จนในปี ค.ศ. 2016 สัดส่วนการใช้น้ำมันดีเซลคิดเป็นร้อยละ 57.8 และที่น้ำมันเบนซินคิดเป็นเพียงร้อยละ 34.3 อย่างไรก็ตาม การลดการใช้น้ำมันเบนซินในการขนส่งทางถนนของนอร์เวย์ ถูกแทนที่ด้วยเชื้อเพลิงทางเลือกประเภทอื่น ๆ เช่น การใช้พลังงานจากยานยนต์ไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งเชื้อเพลิงทางเลือกเหล่านี้มีการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ตลอดหลายปีที่ผ่านมา โดยในปี ค.ศ. 2011 ได้ใช้เชื้อเพลิงทางเลือกเป็นระยะทาง 29.8 ล้านกิโลเมตร หรือคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.1 ของระยะทางวิ่งของรถยนต์ แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 2016 มีการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก เป็นระยะทางเพิ่มขึ้นเป็น 2,817.5 ล้านกิโลเมตร คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8 ของระยะทางวิ่งของรถยนต์โดยสาร

ตารางที่ ก-1: การขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศนอร์เวย์

ปริมาณการขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศ	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
จำนวนผู้โดยสารทั้งหมด (หน่วย: ล้านคน)	5,159	5,236	5,317	5,474	5,595	5,639
• การขนส่งทางน้ำ	51	52	52	52	53	53
• การขนส่งทางรถไฟ	195	201	211	219	233	245
• การขนส่งทางถนน	4,902	4,973	5,043	5,193	5,299	5,331
– รถประจำทาง ¹	322	332	340	344	356	369
– รถแท็กซี่	55	54	54	52	52	46
– รถเช่า ²	93	103	110	117	126	133
– รถยนต์ส่วนตัว ³	4,267	4,316	4,368	4,506	4,588	4,605
– รถจักรยานยนต์ ⁴	165	168	171	174	178	178
• การขนส่งทางอากาศ	11	11	11	11	10	10
ระยะทางการโดยสารทั้งหมด (หน่วย: ล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร)	74,411	75,186	76,309	78,475	80,045	80,600
• การขนส่งทางน้ำ	867	850	778	803	847	869
• การขนส่งทางรถไฟ	3,644	3,703	3,943	4,148	4,318	4,527
• การขนส่งทางถนน	65,105	65,934	66,702	68,786	70,387	70,928
– รถประจำทาง	3,798	3,778	3,711	3,793	4,089	4,331
– รถแท็กซี่	532	516	511	494	495	436

ตารางที่ ก-1: การขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศนอร์เวย์ (ต่อ)

ปริมาณการขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศ	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
– รถเช่า	1,342	1,487	1,595	1,698	1,830	1,926
– รถยนต์ส่วนตัว	58,029	58,701	59,407	61,288	62,391	62,630
– รถจักรยานยนต์	1,404	1,442	1,478	1,513	1,581	1,640
• การขนส่งทางอากาศ	4,795	4,710	4,896	4,738	4,494	4,725

ที่มา: Statistics Norway

หมายเหตุ: ¹รถประจำทาง หมายถึง Scheduled Road Transport

²รถเช่า หมายถึง Rental Cars

³รถยนต์ส่วนตัว หมายถึง Private Cars

⁴รถจักรยานยนต์ หมายถึง Motorcycles และ Mopeds

ตารางที่ ก-2: การขนส่งสินค้าภายในประเทศนอร์เวย์ พิจารณาเฉพาะการขนส่งบนแผ่นดินใหญ่

ปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศ	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ปริมาณสินค้าบนแผ่นดินใหญ่ทั้งหมด (หน่วย: ล้านตัน)	308	305	325	347	324	323
• การขนส่งทางน้ำ	20	21	21	21	21	34
• การขนส่งทางรถไฟ	7	8	9	8	9	9
• การขนส่งทางถนน	269	264	284	306	282	280
• การขนส่งทางอากาศ	0	0	0	0	0	0
ระยะทางการขนส่งสินค้าบนแผ่นดินใหญ่ทั้งหมด (หน่วย: ล้านตัน-กิโลเมตร)	23,307	24,111	25,402	25,987	26,030	26,264
• การขนส่งทางน้ำ	4,711	4,560	4,452	4,438	4,863	5,009
• การขนส่งทางรถไฟ	1,614	1,718	1,770	1,666	1,841	1,984
• การขนส่งทางถนน	16,965	17,816	19,166	19,867	19,310	19,255
• การขนส่งทางอากาศ	16	16	13	16	16	15

ที่มา: Statistics Norway

ตารางที่ ก-3: การขนส่งทางถนนในประเทศนอร์เวย์ จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง

หน่วย: ล้านกิโลเมตร

ปริมาณการขนส่งทางถนน	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
• รถยนต์ ¹	33,032.0	33,876.2	33,930.5	33,841.1	34,434.8	35,348.1
– น้ำมันเบนซิน	16,776.7	15,799.0	14,922.5	14,048.1	13,416.1	12,110.2
– น้ำมันดีเซล	16,225.5	18,009.8	18,889.2	19,478.4	20,097.3	20,420.4
– เชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ	29.8	67.4	118.8	314.5	921.4	2,817.5
• รถโดยสาร ²	611.0	596.9	583.1	572.1	564.4	570.3
– น้ำมันเบนซิน	7.5	5.8	4.4	3.2	2.6	1.7
– น้ำมันดีเซล	587.1	566.1	546.2	536.0	525.6	526.7
– เชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ	16.4	25.0	32.6	32.9	36.2	41.9
• รถตู้ ³	7,382.2	7,541.0	7,466.6	7,364.4	7,286.9	7,307.4
– น้ำมันเบนซิน	639.4	541.7	453.8	375.9	316.9	268.4
– น้ำมันดีเซล	6,738.7	6,993.8	7,004.6	6,971.2	6,933.5	6,983.9
– เชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ	1.6	1.9	2.6	3.8	5.4	6.4

ตารางที่ ก-3: การขนส่งทางถนนในประเทศนอร์เวย์ จำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง (ต่อ)

หน่วย: ล้านกิโลเมตร

ปริมาณการขนส่งทางถนน	ปี ค.ศ.					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
รวมยานยนต์ทุกประเภท	42,903.5	43,952.0	43,913.1	43,738.2	44,250.2	45,203.6
– น้ำมันเบนซิน	17,423.8	16,346.6	15,380.8	14,427.3	13,735.7	12,380.4
– น้ำมันดีเซล	25,428.0	27,505.6	28,370.1	28,942.3	29,515.1	29,902.1
– เชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ	51.7	99.8	162.2	368.6	999.4	2,992.1

ที่มา: Statistics Norway

หมายเหตุ ¹ รถยนต์ หมายถึง Passenger Cars

² รถโดยสาร หมายถึง Buses

³ รถตู้ หมายถึง Vans และ Small Lorries

⁴ รถบรรทุก หมายถึง Heavy Lorries และ Road Tractors

ก.2 ประเทศเนเธอร์แลนด์

ก.2.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีชื่อทางการว่า ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ (Kingdom of Netherlands) ตั้งอยู่ในภูมิภาคยุโรปตะวันตก มีพรมแดนติดกับประเทศเยอรมนีและประเทศเบลเยียม มีอาณาเขตทางทะเลติดกับทะเลเหนือ มีพื้นที่ 41,543 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 17,084,719 คน (กรกฎาคม ค.ศ. 2017)

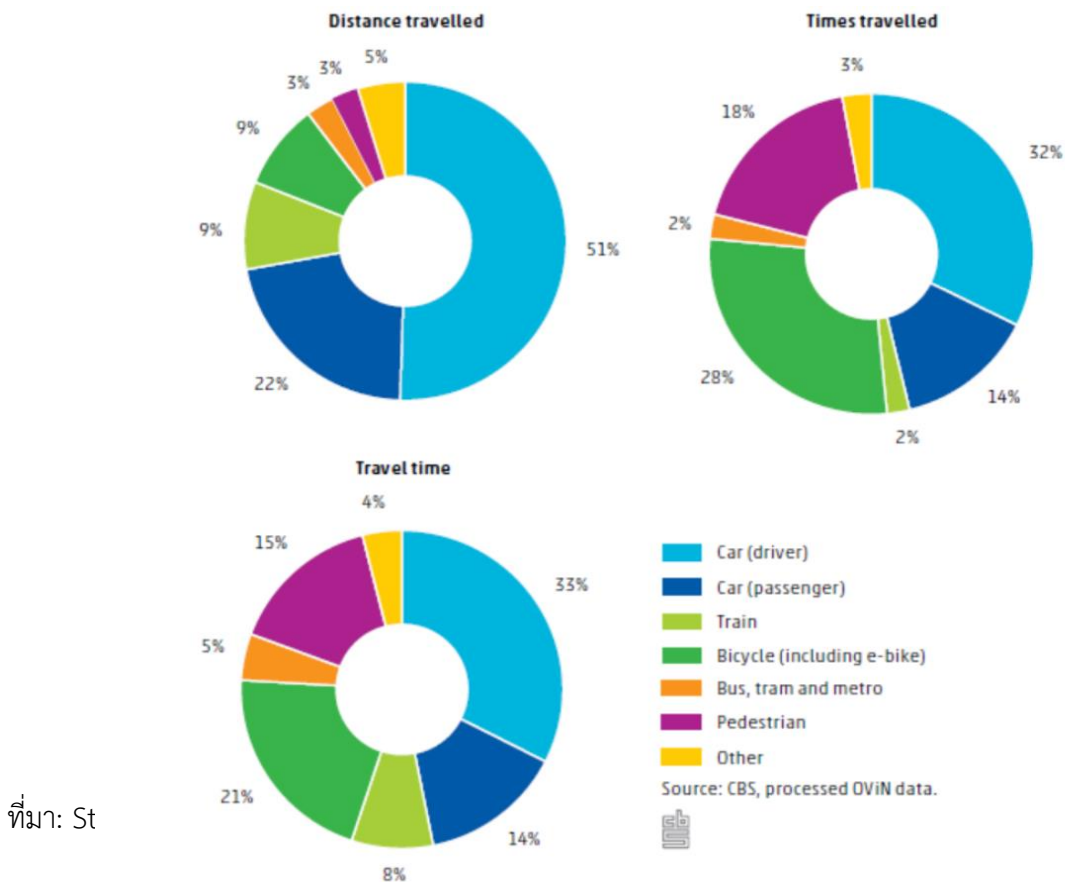
ประเทศเนเธอร์แลนด์ปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีเมืองหลวงคือ กรุงอัมสเตอร์ดัม มีขนาดเศรษฐกิจใหญ่เป็นลำดับที่ 6 ของสหภาพยุโรป มีบทบาทเป็นศูนย์กลางการคมนาคมขนส่งแห่งหนึ่งในทวีปยุโรป และมีดุลการค้าเกินดุลอย่างต่อเนื่อง ในปี ค.ศ. 2015 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ของประเทศนอร์เวย์ มีมูลค่า 869.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ) และ มีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริงอยู่ที่ร้อยละ 2.1ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.2.2 ภาคขนส่งและการใช้ยานยนต์ทางถนน

จากข้อมูลที่เคยเผยแพร่โดย Statistics Netherlands (2016c) พบว่า ในปี ค.ศ. 2014 ประเทศเนเธอร์แลนด์มีการใช้ระยะทางในการเดินทางรวมทั้งสิ้น 185 พันล้านกิโลเมตร เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าร้อยละ 26.7 แบ่งเป็นการเดินทางโดยใช้รถยนต์ ร้อยละ 73 รถไฟ (Train) ร้อยละ 9 จักรยาน (Bicycle) และ

จักรยานไฟฟ้า (e-bike) ร้อยละ 9 รถโดยสารประจำทาง (Bus), รถราง (Tram) และ รถไฟใต้ดิน (Metro) ร้อยละ 3 ของระยะทางในการเดินทางรวมทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ ก-1

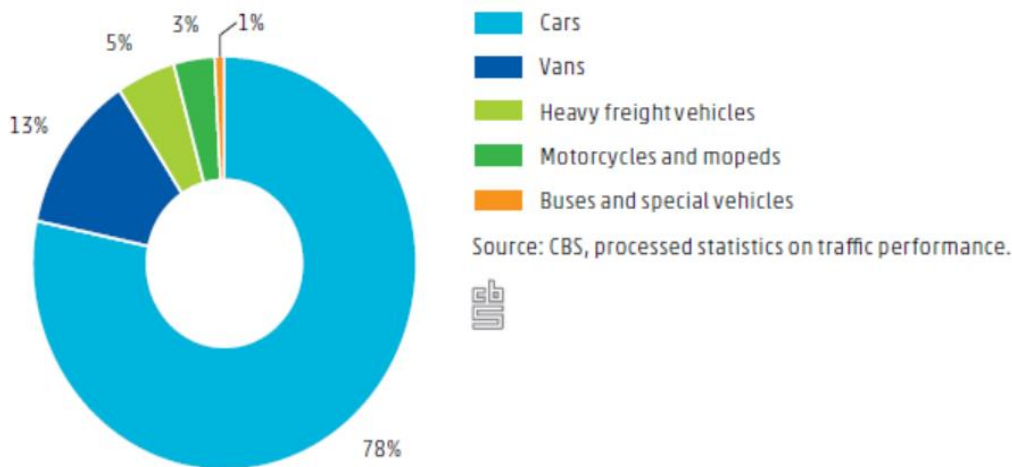
รูปที่ ก-1: รูปแบบการเดินทางโดยใช้นานพาหนะแต่ละประเภทในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2014



ด้านการใช้นานยนต์ทางถนน รูปที่ ก-2 แสดงให้เห็นว่าในปี ค.ศ. 2014 มีระยะทางรวมเกือบ 141 พันล้านกิโลเมตร ลดลงจากปี 2013 ประมาณ 5 พันล้านกิโลเมตร โดยกว่า 114 พันล้านกิโลเมตร (ร้อยละ 78) เกิดจากการใช้รถยนต์ ซึ่งถือเป็นสัดส่วนที่มากกว่ายานยนต์ทางถนนอื่น ๆ ทั้งนี้ รถยนต์นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ รถยนต์ส่วนตัว (Privately Owned Cars) และรถยนต์บริษัท (Company Cars)

โดยรถยนต์ส่วนตัววิ่งเป็นระยะทางทั้งหมดประมาณ 90 พันล้านกิโลเมตร หรือ คิดเป็นร้อยละ 79 ของระยะทางที่เกิดจากการใช้รถยนต์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเมื่อปี ค.ศ. 2005 ร้อยละ 5.9 โดยการเพิ่มของระยะทางใช้งานรถยนต์ส่วนตัว เกิดจากปริมาณรถยนต์ส่วนตัวที่เพิ่มขึ้นจาก 6.9 ล้านคัน ในปี ค.ศ. 2005 เป็น 7.9 ล้านคัน ในปี ค.ศ. 2014 ขณะที่ระยะทางวิ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 700 กิโลเมตรต่อปี เป็น 11.5 พันกิโลเมตรต่อปี

รูปที่ ก-2: ระยะทางการใช้น้ำมันทางถนนแต่ละประเภทในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2014



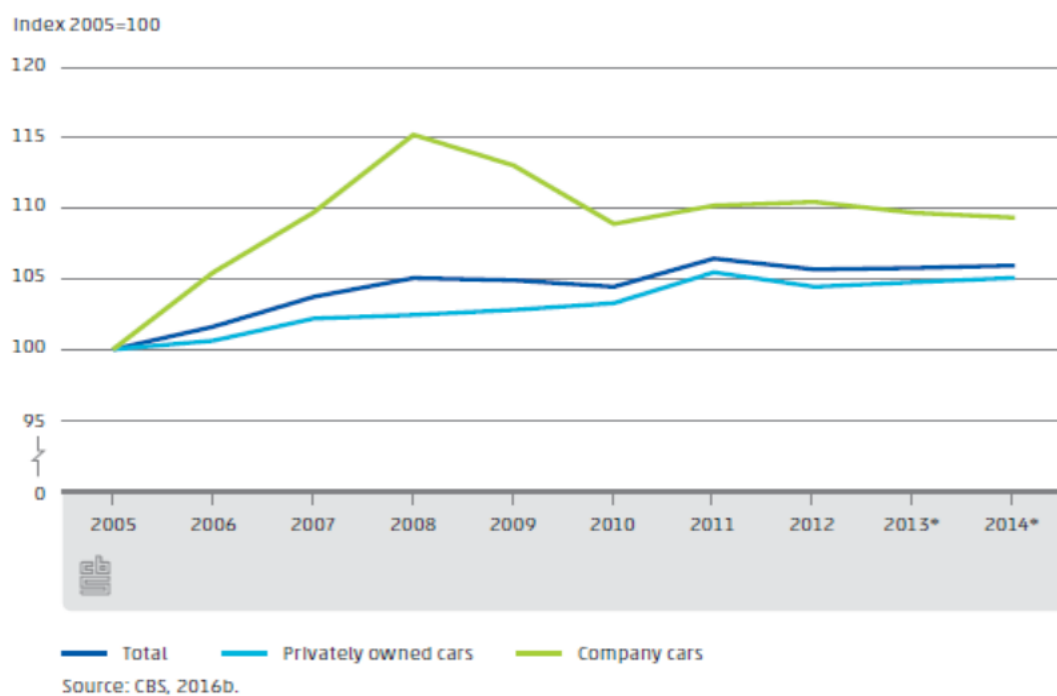
ที่มา: Statistics Netherlands (2016c)

สำหรับรถยนต์บริษัท ในปี ค.ศ. 2014 พบว่ามีปริมาณกว่า 1 ล้านคัน เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2005 ร้อยละ 14 จากรูปภาพที่ ก-3 จะพบว่าในช่วงปี ค.ศ. 2005 ถึง ค.ศ. 2008 ระยะทางวิ่งเฉลี่ยของรถยนต์บริษัทเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจ เมื่อปี ค.ศ. 2008 ทำให้รถยนต์บริษัทมีการใช้น้อยลง ทั้งในแง่ของจำนวนรถและระยะทางเฉลี่ยต่อคัน โดยระยะทางที่เฉลี่ยที่รถยนต์บริษัทวิ่ง ในปี ค.ศ. 2014 จะอยู่ที่คันละ 24 พันกิโลเมตรต่อปี มากกว่ารถยนต์ส่วนตัวเกือบ 2 เท่า และในส่วนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถยนต์ทั้ง 2 ประเภทนั้น พบว่ารถยนต์บริษัท และรถยนต์ส่วนตัวที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมีการวิ่งในสัดส่วนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่น ๆ (Statistics Netherlands, 2016c: 51-56)

ส่วนรถจักรยานยนต์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือรถจักรยานยนต์ธรรมดา และรถจักรยานยนต์ขนาดเล็ก โดยระยะทางรวมของรถจักรยานยนต์ธรรมดามักจะมากกว่ารถจักรยานยนต์ขนาดเล็กเล็กน้อย และจะเป็นที่นิยมมากกว่าสำหรับการขับขี่ทางไกล เนื่องจากสามารถใช้ความเร็วได้สูงกว่านั่นเอง

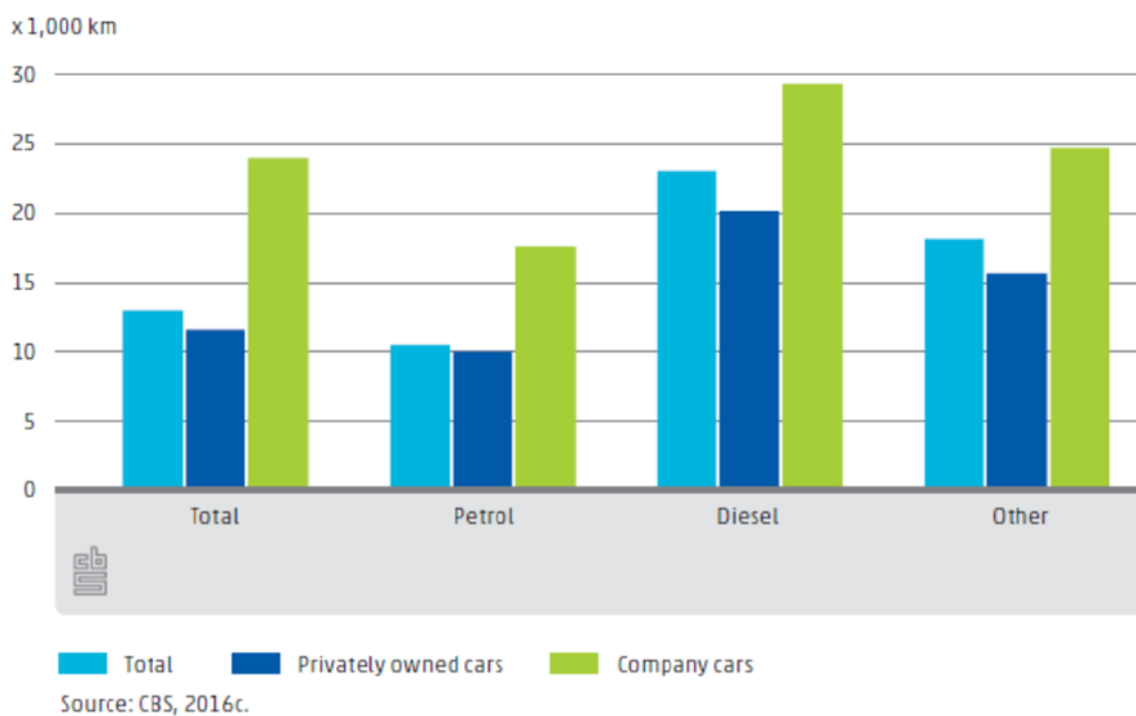
ในส่วนของรถโดยสาร (Buses) นั้น มีการวิ่งเป็นระยะทางรวม 706 ล้านกิโลเมตรในปี ค.ศ. 2013 โดยเกือบร้อยละ 75 เป็นการวิ่งของรถโดยสารประจำทางสาธารณะ (Public Transport Buses) และส่วนที่เหลือคือรถโดยสารไม่ประจำทาง (Coaches) เช่น รถโรงเรียน หรือรถโดยสารสำหรับเดินทางท่องเที่ยวในวันเดียว ทั้งนี้ รถโดยสารประจำทางสาธารณะมีระยะทางวิ่งเฉลี่ยถึงคันละ 74 พันกิโลเมตรต่อปี ซึ่งคิดเป็นเกือบ 2 เท่าของรถโดยสารไม่ประจำทาง

รูปที่ ก-3: ระยะทางการใช้รถยนต์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ ระหว่างปี ค.ศ. 2005 – 2014



ที่มา: Statistics Netherlands (2016c)

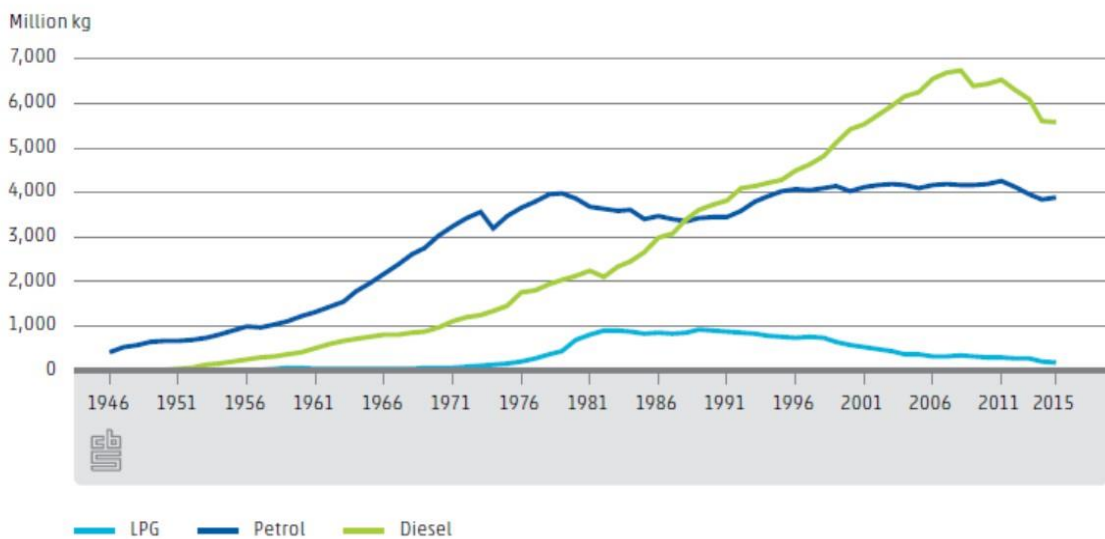
รูปที่ ก-4: ระยะทางวิ่งเฉลี่ยของรถยนต์แต่ละประเภทในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2014



ที่มา: Statistics Netherlands (2016c)

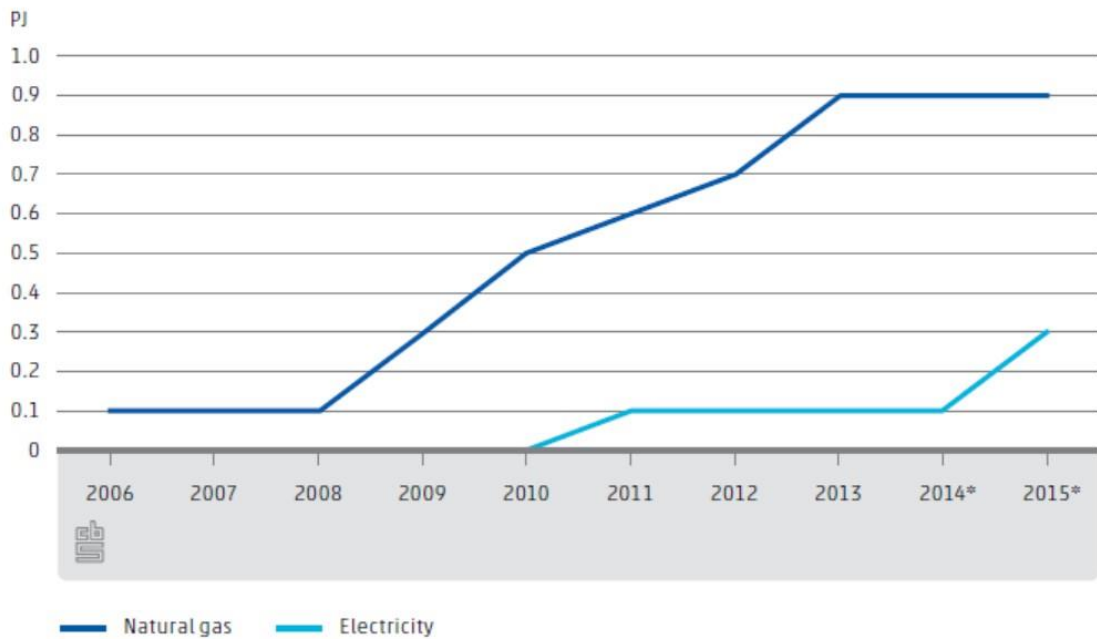
เมื่อพิจารณาการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทในยานยนต์ทางถนน จะพบว่า ก่อนปี ค.ศ. 1990 นั้น น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด แต่ต่อมารายการขยายตัวของการขนส่งสินค้าทางถนนและการหันไปใช้เครื่องยนต์ดีเซลของรถยนต์บริษัทได้ผลักดันให้น้ำมันดีเซลกลายเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากขึ้น เห็นได้จากการที่สัดส่วนของยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเพิ่มขึ้นจากประมาณร้อยละ 17 เมื่อปี ค.ศ. 1990 เป็นกว่าร้อยละ 25 ในปี ค.ศ. 2015 นอกจากนี้ จะพบว่าปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของยานยนต์ในประเทศ เนเธอร์แลนด์ ลดลงอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 ซึ่งปัจจัยหลักที่ทำให้ปริมาณการใช้ลดลง เกิดจากการสนับสนุนให้ประชาชนหันมาใช้น้ำมันที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า หรือยานยนต์ที่ใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ

รูปที่ ก-5: การใช้พลังงานจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในยานยนต์ทางถนนของประเทศเนเธอร์แลนด์



ที่มา: Statistics Netherlands (2016c)

รูปที่ ก-6: การใช้พลังงานจากไฟฟ้าและก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ทางถนนของประเทศเนเธอร์แลนด์



ที่มา: Statistics Netherlands (2016c)

ก.3 ประเทศญี่ปุ่น

ก.3.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศญี่ปุ่น ตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก มีลักษณะเป็นเกาะ อยู่ทางตะวันออกของคาบสมุทรเกาหลี ระหว่างทะเลญี่ปุ่นกับตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก มีพื้นที่ 377,915 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 126,451,398 คน ในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2017

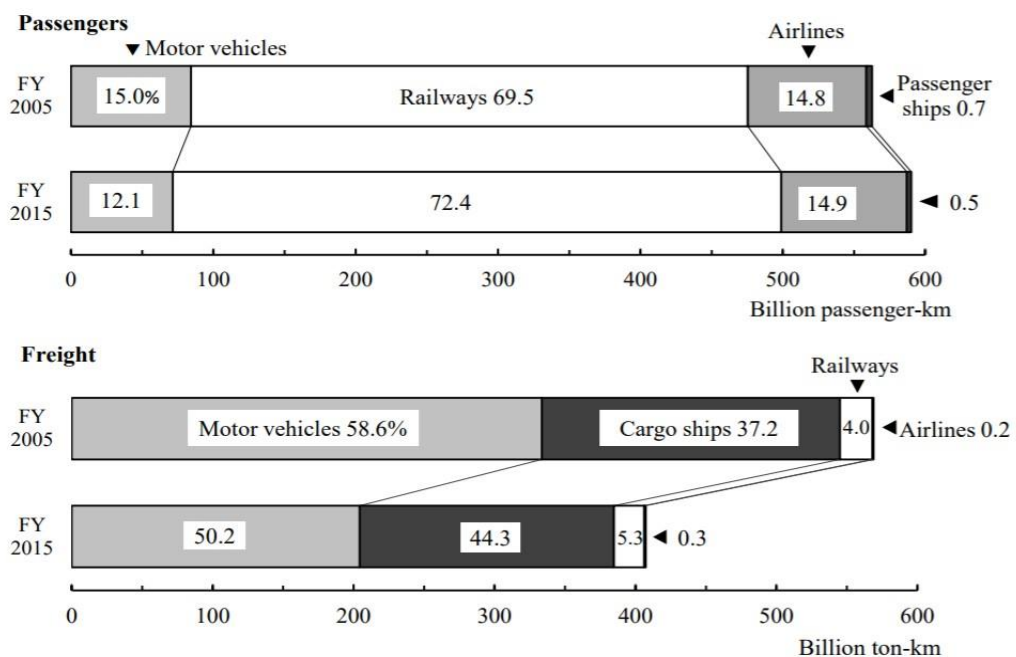
ประเทศญี่ปุ่นปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีเมืองหลวงคือ กรุงโตเกียว นับเป็นประเทศที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจอยู่ในระดับสูง อันเป็นผลมาจากความร่วมมืออันดีระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ความเคร่งครัดในวินัยและจริยธรรมในการทำงาน และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แม้ว่าจะมีความจำกัดในแง่ของทรัพยากรธรรมชาติและต้องพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบหลายอย่างจากต่างประเทศก็ตาม ในปี ค.ศ. 2016 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศญี่ปุ่น มีมูลค่า 5,238 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ) และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real GDP Growth Rate) อยู่ที่ร้อยละ 1 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.3.2 ข้อมูลภาคขนส่งและการใช้ยานยนต์ทางถนน

การขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศของญี่ปุ่นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในแง่ของจำนวนผู้โดยสารและระยะทางในการเดินทาง โดยจากข้อมูลระหว่างปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 – 2015 ค.ศ. 2015 จากตารางที่ ก-4 พบว่า จำนวนผู้โดยสารทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากประมาณ 28.86 พันล้านคนในปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 ไปเป็น 29.29 พันล้านคน และ 29.93 พันล้านคน ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2013 และ ค.ศ. 2014 ตามลำดับ จากนั้นลดลงเหลือ 29.83 พันล้านคนในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 และเพิ่มขึ้นเป็น 30.50 พันล้านคนในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015

ขณะที่ระยะทางในการขนส่งผู้โดยสารทั้งหมดก็เพิ่มขึ้นจาก 543.19 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 ไปเป็น 561.07 และ 576.36 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2012 และ 2013 ตามลำดับ จากนั้นลดลงเหลือ 576.23 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 และเพิ่มขึ้นเป็น 590.28 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตรในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015 ด้วยเช่นกัน

รูปที่ ก-6: องค์ประกอบของการขนส่งภายในประเทศญี่ปุ่น



ที่มา: Statistics Bureau (2017b)

เมื่อพิจารณารูปแบบในการขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศญี่ปุ่น ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 – 2015 จากตารางที่ ก-5 พบว่า การขนส่งผู้โดยสารของประเทศญี่ปุ่นจะอาศัยรถไฟเป็นสำคัญ โดยมีสัดส่วนถึงประมาณร้อยละ 72 ของระยะทางโดยสารทั้งหมดในแต่ละปีงบประมาณ ในขณะที่การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนนมีสัดส่วนไม่ถึงร้อยละ 15 ของระยะทางโดยสารทั้งหมด อีกทั้งในช่วงปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 – 2015

การขนส่งผู้โดยสารโดยยานยนต์ทางถนนยังมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ ทั้งในแง่ของระยะทางรวมและสัดส่วนในการขนส่งทั้งหมดอีกด้วย

สำหรับการขนส่งสินค้าภายในประเทศญี่ปุ่นในระหว่างช่วง ปีงบประมาณ ค.ศ. 2011 – 2015 นั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งในแง่ของปริมาณสินค้าและระยะทางขนส่งสินค้า โดยในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015 มีการขนส่งสินค้าทั้งสิ้นประมาณ 4.69 พันล้านตัน คิดเป็นระยะทางทั้งหมดประมาณ 407.27 พันล้านตัน-กิโลเมตร ซึ่งปริมาณสินค้าที่ทำการขนส่งนั้นลดลงจากปีงบประมาณก่อนหน้าประมาณร้อยละ 0.7 และระยะทางรวมลดลงร้อยละ 1.9 ของตัวเลขในปีงบประมาณก่อนหน้า ทั้งนี้ ปริมาณสินค้าที่ถูกขนส่งโดยยานยนต์ทางถนนคิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณสินค้าที่ถูกขนส่งทั้งหมด ในขณะที่ระยะทางของการขนส่งโดยยานยนต์ดังกล่าวคิดเป็นสัดส่วนเพียงประมาณร้อยละ 50 ของระยะทางการขนส่งทั้งหมดเท่านั้น

ตารางที่ ก-4: การขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศญี่ปุ่น

ปริมาณการขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศ	ปีงบประมาณ ค.ศ.				
	2011	2012	2013	2014	2015
จำนวนผู้โดยสารทั้งหมด (หน่วย: พันคน)	28,868,966	29,291,761	29,939,987	29,838,333	30,505,204
• การขนส่งโดยรถไฟ	22,632,362	23,041,825	23,606,410	23,599,851	24,289,894
• การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนน	6,073,486	6,076,806	6,152,915	6,057,426	6,031,303
– รถโดยสาร	4,413,757	4,437,253	4,505,190	4,500,163	4,565,210
– รถแท็กซี่และสิมูเซ็น	1,659,729	1,639,553	1,647,725	1,557,263	1,466,093
• การขนส่งโดยเครื่องบิน	79,052	85,996	92,488	95,197	96,063
• การขนส่งโดยเรือโดยสาร	84,066	87,134	88,018	85,859	87,944
ระยะทางการโดยสารทั้งหมด (หน่วย: ล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร)	543,195	561,071	576,367	576,235	590,284
• การขนส่งโดยรถไฟ	395,067	404,394	414,387	413,970	427,486
• การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนน	73,916	75,668	74,571	72,579	71,443
– รถโดยสาร	66,696	68,458	67,527	65,649	64,936
– รถแท็กซี่และสิมูเซ็น	7,221	7,210	7,044	6,930	6,508
• การขนส่งโดยเครื่องบิน	71,165	77,917	84,144	86,763	88,216
• การขนส่งโดยเรือโดยสาร	3,047	3,092	3,265	2,923	3,139

ที่มา: Statistics Bureau (2016b; 2017b)

ตารางที่ ก-5: การขนส่งสินค้าภายในประเทศญี่ปุ่น

ปริมาณการขนส่งสินค้า ภายในประเทศ	ปีงบประมาณ ค.ศ.				
	2011	2012	2013	2014	2015
ปริมาณสินค้าทั้งหมด (หน่วย: พันตัน)	4,898,783	4,775,236	4,769,204	4,729,581	4,698,710
- การขนส่งโดยรถไฟ - การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนน - การขนส่งโดยเครื่องบิน - การขนส่งโดยเรือบรรทุกสินค้า	39,886 4,496,954 960 360,983	42,340 4,365,927 977 365,992	44,101 4,345,753 1,016 378,334	43,424 4,315,836 1,019 369,302	43,210 4,289,000 1,014 365,486
ระยะทางการขนส่งสินค้าทั้งหมด (หน่วย: ล้านตัน-กิโลเมตร)	426,951	409,235	421,072	415,207	407,272
- การขนส่งโดยรถไฟ - การขนส่งโดยยานยนต์ทางถนน - การขนส่งโดยเครื่องบิน - การขนส่งโดยเรือบรรทุกสินค้า	19,998 231,061 992 174,900	20,471 209,956 1,017 177,791	21,071 214,092 1,049 184,860	21,029 210,008 1,050 183,120	21,519 204,316 1,056 180,381

ที่มา: Statistics Bureau (2016b; 2017b)

หากพิจารณายานยนต์ทางถนนแต่ละประเภท ดังแสดงตามตารางที่ ก-6 จะพบว่า รถยนต์ (Passenger Cars) เป็นยานยนต์ที่มีจำนวนมากที่สุดมาโดยตลอด และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทั้งในแง่ของจำนวนและสัดส่วน โดยเมื่อปีงบประมาณ ค.ศ. 2005 ประเทศญี่ปุ่นมีรถยนต์ทั้งสิ้นประมาณ 57 ล้านคัน คิดเป็นประมาณร้อยละ 72 ของยานยนต์ทางถนนทั้งหมด แต่ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015 จำนวนรถยนต์เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 60 ล้านคัน ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนถึงประมาณร้อยละ 75 ของจำนวนยานยนต์ทางถนนทั้งหมดในประเทศญี่ปุ่น สำหรับยานยนต์ทางถนนที่มีจำนวนรองลงมาคือรถบรรทุก (Trucks และ Trailers) และรถจักรยานยนต์ (Two-Wheeled Vehicles) ตามลำดับ

ตารางที่ ก-6: จำนวนยานยนต์ในประเทศญี่ปุ่น จำแนกตามประเภทยานยนต์

หน่วย: คัน

ประเภทยานยนต์	ปีงบประมาณ				
	2005	2010	2013	2014	2015
รถบรรทุก ¹	16,707,445	15,137,641	14,749,266	14,652,701	14,539,289
รถโดยสาร	231,696	226,839	226,542	227,579	230,603
รถยนต์ ²	57,097,670	58,139,471	60,051,338	60,517,249	60,831,892
รถจักรยานยนต์ ³	3,336,551	3,510,804	3,575,746	3,589,551	3,598,932
Special Purpose Vehicles	1,618,698	1,646,018	1,669,679	1,683,313	1,700,014

ที่มา: Statistics Bureau (2017b)

หมายเหตุ: ¹ รถบรรทุก หมายถึง Trucks และ Trailers

² รถยนต์ หมายถึง Passenger Cars

³ รถจักรยานยนต์ หมายถึง Two-Wheeled Vehicles

ก.4 ประเทศจีน

ก.4.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศจีน มีชื่อทางการว่า สาธารณรัฐประชาชนจีน (People's Republic of China) ตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก มีพรมแดนติดกับประเทศคาซัคสถาน ประเทศคีร์กีซสถาน ประเทศทาจิกิสถาน ประเทศอัฟกานิสถาน ประเทศปากีสถาน ประเทศอินเดีย ประเทศเนปาล ประเทศภูฏาน ประเทศเมียนมาร์ ประเทศลาว ประเทศเวียดนาม ประเทศเกาหลีเหนือ ประเทศมองโกเลีย และประเทศรัสเซีย มีอาณาเขตทางทะเลติดกับทะเลเหลือง ทะเลจีนตะวันออก และทะเลจีนใต้ มีพื้นที่ 9,596,960 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 1,379,302,771 คน ในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2017

ประเทศจีนปกครองระบอบคอมมิวนิสต์ (Communist State) มีเมืองหลวงคือ กรุงปักกิ่ง ในช่วง 40 ปีมา จีนเริ่มเปลี่ยนจากระบบเศรษฐกิจแบบปิดที่เน้นการวางแผนจากส่วนกลาง มาเป็นระบบเศรษฐกิจที่พึ่งพาตลาดมากขึ้น มีการกระจายอำนาจทางการคลัง เพิ่มความเป็นอิสระให้กับรัฐวิสาหกิจ สนับสนุนการขยายตัวของภาคเอกชน พัฒนาระบบธนาคารและตลาดหุ้นให้ทันสมัย รวมถึงเปิดให้มีการค้าการลงทุนกับต่างประเทศ จนกระทั่งเมื่อปี ค.ศ. 2010 จีนได้กลายเป็นประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ที่สุดในโลก ทั้งยังมีบทบาทสำคัญบนเวทีเศรษฐกิจโลกอย่างต่อเนื่องเรื่อยมา โดยในปี ค.ศ. 2016 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศจีน มีมูลค่า 21.29 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ) นับเป็นประเทศที่มีผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสูงที่สุดในโลก และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริงอยู่ที่ร้อยละ 6.7 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.4.2 ภาคขนส่งและการใช้ยานยนต์ทางถนน

จากข้อมูลสถิติของ China Statistics Press (2016, 2017) พบว่าการขนส่งผู้โดยสารในประเทศจีน อาศัยการขนส่งทางถนนเป็นสำคัญ โดยระหว่าง ปี ค.ศ. 2010 – 2015 จำนวนผู้โดยสารที่ใช้การขนส่งทางถนน มีจำนวนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 8.4 ต่อปี ซึ่งในปี ค.ศ. 2015 มีจำนวนผู้โดยสารจากการขนส่งทางถนนถึง 16,190.97 ล้านคน จากผู้โดยสารทั้งหมด 19,432.71 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 83.3 นอกจากนี้ยังมีระยะทาง โดยสารทั้งสิ้น 1,074.27 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร จากระยะทางโดยสารทั้งหมด 3,005.89 พันล้านผู้โดยสาร-กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 35.7 ซึ่งถือว่ามีส่วนสูงเป็นอันดับสองในแง่ระยะทางการโดยสารรองจากการขนส่งทางรถไฟ การขนส่งผู้โดยสารที่มีความสำคัญรองลงมา ได้แก่ การขนส่งทางอากาศ และทางน้ำ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ก-7

ตารางที่ ก-7: การขนส่งผู้โดยสารของประเทศจีน

ปริมาณการขนส่งผู้โดยสาร	ปี ค.ศ.					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
จำนวนผู้โดยสารทั้งหมด (หน่วย: ล้านคน)	32,695.08	35,263.19	38,040.35	21,229.92	22,032.18	19,432.71
- การขนส่งทางรถไฟ - การขนส่งทางถนน - การขนส่งทางน้ำ - การขนส่งทางอากาศ	1,676.09 30,527.38 223.92 267.69	1,862.26 32,862.20 245.56 293.17	1,893.37 35,570.10 257.52 319.36	2,105.97 18,534.63 235.35 353.97	2,304.60 17,362.70 262.93 391.95	2,534.84 16,190.97 270.72 436.18
ระยะทางการโดยสารทั้งหมด (หน่วย: พันล้านผู้โดยสาร กิโลเมตร)	2,789.43	3,098.40	3,338.31	2,757.17	2,864.71	3,005.89
- การขนส่งทางรถไฟ - การขนส่งทางถนน - การขนส่งทางน้ำ - การขนส่งทางอากาศ	876.22 1,502.08 7.23 403.90	961.23 1,676.02 7.45 453.70	981.23 1,846.75 7.75 502.57	1,059.56 1,125.09 6.83 565.68	1,124.19 1,099.68 7.43 633.42	1,196.06 1,074.27 7.31 728.26

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

หมายเหตุ: ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2013 China Statistics Press ได้ปรับขอบเขตข้อมูลจำนวนผู้โดยสารและระยะทางการโดยสาร

ด้านการขนส่งสินค้า ระหว่างปี ค.ศ. 2010–2015 จากตารางที่ ก-8 พบว่าประเทศจีนใช้การขนส่งทางถนนเป็นหลัก โดยปริมาณการขนส่งสินค้าที่ขนส่งทางถนนของประเทศจีนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.4 ต่อปี ซึ่งในปี ค.ศ. 2015 มีปริมาณสินค้าที่ขนส่งทางถนนถึง 31,500.19 ล้านตัน จากสินค้าทั้งหมด 41,758.86 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 75.4 แต่ทว่าเมื่อพิจารณาถึงระยะทางในการขนส่งแล้ว พบว่า มีระยะทางในการขนส่งทางถนน

5,795.57 พันล้านตัน-กิโลเมตร จากทั้งหมด 17,835.6 พันล้านตัน-กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.5 ซึ่งเป็นรองการขนส่งทางน้ำ ที่มีสัดส่วนระยะทางโดยสารสูงถึงร้อยละ 51.5

ตารางที่ ก-8: การขนส่งสินค้าของประเทศจีน

ปริมาณการขนส่งสินค้า	ปี ค.ศ.					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ปริมาณสินค้าทั้งหมด (หน่วย: ล้านตัน)	32,418.07	36,969.61	41,004.36	40,989.00	41,672.96	41,758.86
• การขนส่งทางรถไฟ	3,642.71	3,932.63	3,904.38	3,966.97	3,813.34	3,358.01
• การขนส่งทางถนน	24,480.52	28,201.00	31,884.75	30,766.48	31,133.34	31,500.19
• การขนส่งทางน้ำ	3,789.49	4,259.68	4,587.05	5,597.85	5,982.83	6,135.67
• การขนส่งทางอากาศ	5.63	5.58	5.45	5.61	5.94	6.29
• การขนส่งทางท่อ	499.72	570.73	622.74	652.09	737.52	758.7
ระยะทางการขนส่งทั้งหมด (หน่วย: พันล้านตัน-กิโลเมตร)	14,183.7	15,932.4	17,380.4	16,801.4	18,166.8	17,835.6
• การขนส่งทางรถไฟ	2,764.41	2,946.58	2,918.71	2,917.39	2,753.02	2,375.43
• การขนส่งทางถนน	4,338.97	5,137.47	5,953.49	5,573.81	5,684.69	5,795.57
• การขนส่งทางน้ำ	6,842.75	7,542.38	8,170.76	7,943.57	9,277.46	9,177.25
• การขนส่งทางอากาศ	17.89	17.39	16.39	17.03	18.78	20.81
• การขนส่งทางท่อ	219.7	288.5	321.1	349.6	432.8	466.

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

ยานยนต์ทางถนนที่ใช้กันในประเทศจีน ระหว่างปี ค.ศ. 2010 – 2015 นั้นมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉลี่ยร้อยละ 17.2 ต่อปี หากพิจารณาเฉพาะยานยนต์ขนส่งผู้โดยสาร (Passenger Vehicles) พบว่ามีจำนวนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 19.3 ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2010 ยานยนต์บรรทุกผู้โดยสารมีจำนวนทั้งสิ้น 111,136.3 พันคัน คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 80.9 ของยานยนต์ทางถนนทั้งหมด ขณะที่ในปี ค.ศ. 2015 ยานยนต์ขนส่งผู้โดยสารมีจำนวนเพิ่มเป็น 268,331.1 พันคันคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 88.3 ของยานยนต์ทางถนนทั้งหมด ซึ่งยานยนต์ขนส่งผู้โดยสารส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 96 เป็นรถยนต์ขนาดเล็ก

ตารางที่ ก-9: จำนวนยานยนต์ในประเทศจีน จำแนกตามประเภทยานยนต์

หน่วย: พันคัน

ประเภทยานยนต์	ปี ค.ศ.					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ยานยนต์บรรทุกผู้โดยสาร ¹	111,136.3	137,158.3	165,808.8	197,600.1	232,720.9	268,331.1
• ขนาดใหญ่	1,257.8	1,365.3	1,363.9	1,383.3	1,473.1	1,483.4
• ขนาดกลาง	2,070.7	2,097.5	1,872.1	1,640.1	1,541.6	1,185.5
• ขนาดเล็ก	100,918.2	126,511.6	155,291.1	187,619.7	223,389.4	260,127.4
• มินิคาร์	6,889.5	7,184.0	7,281.8	6,957.0	6,316.7	5,534.7
รถบรรทุก ²	25,290.7	28,554.2	30,703.8	32,861.1	34,782.4	33,862.7
อื่น ๆ	978.3	1,118.6	1,204.2	1,257.0	1,871.5	1,541.7
รวม	137,405.4	166,831.1	197,716.9	231,718.2	269,374.7	303,735.5

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

หมายเหตุ: ¹ ยานยนต์บรรทุกผู้โดยสาร หมายถึง Passenger Vehicles

² รถบรรทุก หมายถึง Trucks

ก.5 ประเทศสหรัฐอเมริกา

ก.5.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งอยู่ในภูมิภาคอเมริกาเหนือ มีพรมแดนติดกับประเทศแคนาดาและประเทศเม็กซิโก มีอาณาเขตทางทะเลติดกับตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรแอตแลนติก มีพื้นที่ 9,833,517 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 326,625,791 คน (กรกฎาคม ค.ศ. 2017)

ประเทศสหรัฐอเมริกาปกครองระบอบสหพันธรัฐประชาธิปไตย (Constitution-Based Federal Republic) โดยมีประธานาธิบดีเป็นประมุขของประเทศ ประกอบด้วยมลรัฐต่าง ๆ รวม 50 มลรัฐ และเมืองหลวงคือ กรุงวอชิงตัน ดีซี ซึ่งเป็นเขตปกครองพิเศษ สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง และเป็นระบบเศรษฐกิจที่ใหญ่ที่สุดในโลกมากกว่า 1 ศตวรรษ อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 เป็นต้นมา ประเทศจีนได้ก้าวขึ้นมาเป็นระบบเศรษฐกิจที่ใหญ่ที่สุดในโลกแทนที่สหรัฐอเมริกา สำหรับปี ค.ศ. 2016 นั้น ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศสหรัฐอเมริกา มีมูลค่า 18.57 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ; Purchasing Power Parity: PPP) ซึ่งมากเป็นอันดับ 2 ของโลก และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริงอยู่ที่ร้อยละ 1.6 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.5.2 ภาคขนส่งและการใช้ยานยนต์ทางถนน

จากข้อมูลสถิติภาคขนส่งที่เผยแพร่โดย Bureau of Transportation Statistics (2017) พบว่าการขนส่งทางถนนเป็นวิธีการขนส่งที่มีความสำคัญที่สุดของประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากการขนส่งที่มีระยะทางวิ่งรวมสูงสุด ซึ่งจากข้อมูลระหว่างปี ค.ศ. 2010 - 2015 พบว่าระยะทางการใช้ยานยนต์ทางถนนของยานยนต์ทุกประเภทเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.1 ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2015 มีระยะทางวิ่งสูงสุดที่ประวัติศาสตร์ถึงประมาณ 3.13 ล้านล้านไมล์ และมีการขนส่งผู้โดยสารทั้งสิ้นประมาณ 4.47 ล้านล้านผู้โดยสาร-ไมล์ (Passenger-Miles)

เมื่อพิจารณาการขนส่งทางถนนแยกตามประเภทยานยนต์ พบว่า รถยนต์ (Light Duty Vehicles) เป็นยานยนต์ที่มีระยะทางวิ่งทางถนนสูงสุด คือประมาณ 2.81 ล้านล้านไมล์ คิดเป็นร้อยละ 89.9 ของระยะทางวิ่งของยานยนต์ทางถนนทั้งหมดในปี ค.ศ. 2015 รองลงมาคือรถบรรทุก (Trucks) ร้อยละ 9 รถจักรยานยนต์ (Motorcycles) ร้อยละ 0.6 และรถโดยสาร (Buses) ร้อยละ 0.5 (Bureau of Transportation Statistics, 2017)

ตารางที่ ก-10: การใช้ยานยนต์ทางถนนในประเทศสหรัฐอเมริกา

หน่วย: ล้านไมล์

การใช้ยานยนต์ทางถนน	ปี ค.ศ.					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ระยะทางวิ่งทั้งหมด	2,967,266	2,950,402	2,969,433	2,988,323	3,025,656	3,130,509
• รถยนต์ ¹	2,648,456	2,650,458	2,664,060	2,677,771	2,710,556	2,814,830
• รถจักรยานยนต์	18,513	18,542	21,385	20,366	19,970	19,606
• รถบรรทุก ²	286,527	267,594	269,207	275,018	279,131	279,843
• รถโดยสาร	13,770	13,807	14,781	15,167	15,999	16,230

ที่มา: Bureau of Transportation Statistics (2017)

หมายเหตุ: ¹ รถยนต์ หมายถึง Light Duty Vehicles หรือ Passenger Cars คือ ยานยนต์ที่มี Max Gross Vehicle Weight Rating น้อยกว่า 8,500 ปอนด์

² รถบรรทุก หมายถึง Trucks

ก.6 ประเทศเยอรมนี

ก.6.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศเยอรมนี มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (Federal Republic of Germany) ตั้งอยู่กลางทวีปยุโรป ทำให้เรียกว่าเป็นประเทศที่เป็นศูนย์กลางของทวีปยุโรป โดยมีพรมแดนทางทิศเหนือติดกับทะเลเหนือ ทะเลบอลติก และประเทศเดนมาร์ก ทางทิศตะวันออกติดประเทศเช็กเกีย และประเทศโปแลนด์ ทางทิศใต้ติดประเทศออสเตรีย และประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ทางตะวันตกติด ประเทศฝรั่งเศส ประเทศลักเซมเบิร์ก ประเทศเบลเยียม และประเทศเนเธอร์แลนด์ มีพื้นที่ 357,022 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้น 80,594,017 คน (กรกฎาคม 2017) (Central Intelligence Agency, 2017)

ประเทศเยอรมนีปกครองด้วยระบบประชาธิปไตยแบบรัฐสภา มีนายกรัฐมนตรีเป็นผู้นำฝ่ายบริหาร และมีประธานาธิบดีเป็นประมุขแห่งรัฐ มีเมืองหลวงคือ กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมนีมีขนาดเศรษฐกิจใหญ่เป็นอันดับที่ 5 ของโลก และใหญ่ที่สุดในทวีปยุโรป โดยในปี ค.ศ. 2016 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ของประเทศนอร์เวย์ มีมูลค่า 4.066 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ; Purchasing Power Parity: PPP) และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real GDP Growth Rate) อยู่ที่ร้อยละ 1.9 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.6.2 ภาคขนส่งและการใช้ยานยนต์ทางถนน

จากข้อมูลสถิติภาคขนส่งที่เผยแพร่โดย Statistisches Bundesamt (2018) ได้แบ่งภาคขนส่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การขนส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้า ตารางที่ ก-11 แสดงถึงการขนส่งผู้โดยสาร โดยพบว่า การขนส่งส่วนบุคคล ได้แก่ รถยนต์ส่วนตัว และรถจักรยานยนต์ ถือเป็นช่องทางที่มีความสำคัญมาโดยตลอด โดยในปี ค.ศ. 2016 การขนส่งผู้โดยสารส่วนบุคคล มีจำนวนถึง 59,512 ล้านผู้โดยสาร คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 82.6 ของจำนวนของผู้โดยสารทั้งหมด และหากพิจารณาอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้โดยสาร ระหว่างปี ค.ศ. 2012 – 2016 พบว่า ปริมาณการขนส่งผู้โดยสาร มีจำนวนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.07 ต่อปี ขณะที่การขนส่งส่วนบุคคล เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 1.11 ต่อปี

ตารางที่ ก-11: การขนส่งผู้โดยสารของประเทศเยอรมนี

หน่วย: ล้านผู้โดยสาร

ประเภท	ปี ค.ศ.				
	2012	2013	2014	2015	2016
การขนส่งส่วนบุคคล ¹	56,948	57,318	57,586	58,297	59,512
การขนส่งทางอากาศ	179	181	187	194	201
การขนส่งทางรถไฟ	2,550	2,613	2,693	2,707	2,793
รถโดยสารไม่ประจำทาง	74	74	76	82	8
รถโดยสารประจำทาง และรถราง (Trams)	9,253	9,306	9,364	9,379	9,491
รวม	69,004	69,492	69,906	70,659	72,005

ที่มา: Statistisches Bundesamt (2018)

หมายเหตุ ¹ การขนส่งส่วนบุคคล ประกอบด้วย รถยนต์ และรถจักรยานยนต์

ด้านการขนส่งสินค้า จากตารางที่ ก-12 พบว่า ระหว่างปี ค.ศ. 2012 – 2016 การขนส่งทางถนนยังคงมีบทบาทสำคัญที่สุดในด้านปริมาณสินค้าและระยะทางขนส่ง โดยในปี ค.ศ. 2016 มีปริมาณขนส่งสินค้าทั้งหมด 4,242.62 ล้านตัน เป็นการขนส่งสินค้าทางถนนถึง 3,561.00 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 83.9 ของปริมาณสินค้าทั้งหมด นอกจากนี้การขนส่งสินค้าทางถนน มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากปี ค.ศ. 2012 เฉลี่ย ร้อยละ 2.02 ต่อปี ส่วนระยะทางขนส่งสินค้าพบว่า ในปี ค.ศ. 2016 ประเทศเยอรมนีมีการขนส่งสินค้าเป็นระยะทั้งสิ้น 654.81 พันล้านตัน - กิโลเมตร และเป็นการขนส่งสินค้าทางถนน 432 พันล้านตัน - กิโลเมตร คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 65.97 ของระยะทางขนส่งสินค้าทั้งหมด รองมาเป็นการขนส่งสินค้าทางรถไฟ และทางน้ำตามลำดับ

ตารางที่ ก-12: การขนส่งสินค้าของประเทศเยอรมนี

ปริมาณการขนส่งสินค้า	ปี ค.ศ.				
	2012	2013	2014	2015	2016
ปริมาณสินค้าทั้งหมด (หน่วย: ล้านตัน)	3,968.23	4,054.35	4,175.12	4,163.54	4,242.62
• การขนส่งทางรถไฟ	366.14	373.74	365.00	367.31	363.51
• การขนส่งทางถนน	3,286.7	3,362.10	3,489.50	3,479.80	3,561.00
• การขนส่งทางน้ำ	223.17	226.86	228.49	221.37	221.35
• การขนส่งทางอากาศ	4.32	4.32	4.40	4.40	4.55
• การขนส่งทางท่อ	87.90	87.33	87.73	90.66	92.21
ระยะทางการขนส่งทั้งหมด (หน่วย: พันล้านตัน-กิโลเมตร)	618.13	635.97	643.6	651.32	654.81
• การขนส่งทางรถไฟ	110.01	112.61	112.63	116.63	116.16
• การขนส่งทางถนน	432.00	443.70	452.90	460.20	464.00
• การขนส่งทางน้ำ	58.49	60.07	59.09	55.32	54.37
• การขนส่งทางอากาศ	1.42	1.41	1.44	1.46	1.52
• การขนส่งทางท่อ	16.21	18.18	17.54	17.71	18.76

ที่มา: Statistisches Bundesamt (2018)

เมื่อพิจารณาปริมาณยานยนต์ ที่ใช้การขนส่งทางถนนทุกประเภท ระหว่างปี ค.ศ. 2012 – 2016 พบว่าปริมาณยานยนต์สะสมในประเทศเยอรมนี มีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 1.36 ต่อปี ซึ่งในปี ค.ศ. 2016 มีปริมาณยานยนต์สะสมทั้งสิ้น 54,602.4 พันคัน โดยรถยนต์นั่ง (Passenger cars) มีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็น สัดส่วน ร้อยละ 82.5 ของปริมาณยานยนต์สะสมในประเทศเยอรมนี รองมาเป็น รถพ่วง ร้อยละ 12.55 และ รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 7.74 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ก-13

ตารางที่ ก-13: จำนวนยานยนต์ในประเทศเยอรมนี จำแนกตามประเภทยานยนต์

หน่วย: พันคัน

ประเภทยานยนต์	ปีงบประมาณ				
	2012	2013	2014	2015	2016
รถจักรยานยนต์ (Motorcycles)	3,908.1	3,983.0	4,055.0	4,145.4	4,228.2
รถยนต์นั่ง (Passenger cars)	42,927.6	43,431.1	43,851.2	44,403.1	45,071.2
รถโดยสาร (Buses and coaches)	76.0	76.0	76.8	77.5	78.3
รถบรรทุก (Lorries)	2,528.7	2,578.6	2,629.2	2,701.3	2,800.8
รถแทรกเตอร์ (Tractors)	2,028.1	2,052.7	2,081.8	2,111.1	2,141.5
รถพ่วง (Trailers)	6,213.9	6,358.6	6,500.4	6,674.3	6,854.2
อื่น ๆ	266.7	269.6	272.9	277.1	282.4
รวม	51,735.2	52,391.0	52,966.8	53,715.6	54,602.4

ที่มา: Statistisches Bundesamt (2018)

ก.7 ประเทศไทย

ก.7.1 ข้อมูลทั่วไป

ประเทศไทย มีชื่ออย่างเป็นทางการว่า ราชอาณาจักรไทย (Kingdom of Thailand) ตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีพรมแดนติดกับประเทศลาว ประเทศกัมพูชา ประเทศพม่า และประเทศมาเลเซีย มีอาณาเขตทางทะเลติดกับทะเลอันดามันและอ่าวไทย มีพื้นที่ 513,120 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรทั้งสิ้นประมาณ 68,414,135 คน (กรกฎาคม ค.ศ. 2017)

ประเทศไทย ใช้ระบบเศรษฐกิจแบบผสม และพึ่งพาการค้าระหว่างประเทศเป็นอย่างมาก โดยมีการส่งออกคิดเป็นสัดส่วนประมาณ สองในสามของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ซึ่งในปี ค.ศ. 2016 GDP ของประเทศไทย มีมูลค่า 1,165 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (คำนวณอัตราแลกเปลี่ยนตามหลักความเท่าเทียมกันของอำนาจซื้อ (Purchasing Power Parity: PPP) และมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real GDP Growth Rate) อยู่ที่ร้อยละ 3.2 ต่อปี (Central Intelligence Agency, 2017)

ก.7.2 ภาคขนส่งและการใช้น้ำมันทางถนน

จากข้อมูลสถิติภาคขนส่งที่เผยแพร่โดย กระทรวงคมนาคม (2560) ได้แบ่งภาคขนส่งออกเป็น 2 ประเภทคือการขนส่งผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า ถึงแม้ว่าข้อมูลจำนวนผู้โดยสารทางถนนของกระทรวงคมนาคมจะนับเฉพาะรถโดยสารสาธารณะก็ตาม แต่การขนส่งผู้โดยสารทางถนนถือว่าเป็นช่องทางที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยจากการขนส่งผู้โดยสารรวมทั้งสิ้น 625,502 พันคน ในปี พ.ศ. 2555 และ 654,848 พันคน ในปี พ.ศ. 2556 เป็นการขนส่งทางถนนทั้งสิ้นถึง 365,246 และ 351,139 พันคน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 58.4 และ ร้อยละ 53.6 ของจำนวนผู้โดยสารทั้งหมด ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ก-14

ตารางที่ ก-14: การขนส่งผู้โดยสารภายในประเทศไทย

หน่วย: พันผู้โดยสาร

ประเภท	ปี พ.ศ.				
	2552	2553	2554	2555	2556
ทางถนน	417,413	393,516	385,451	365,246	351,139
ทางราง	111,358	109,088	113,556	122,363	122,023
ทางน้ำ	114,322	110,943	112,115	101,568	138,354
ทางอากาศ	26,420	26,935	31,184	36,325	43,331
รวม	669,513	640,480	642,305	625,502	654,848

ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2560)

ตารางที่ ก-15 แสดงให้เห็นว่าการขนส่งทางถนนยังคงมีบทบาทสำคัญที่สุด กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2554 – 2556 มีการขนส่งสินค้าคิดเป็นปริมาณทั้งสิ้น 505,541, 520,174 และ 529,708 พันตัน โดยเป็นการขนส่งทางถนนถึง 406,538, 425,804 และ 426,086 พันตัน ซึ่งตัวเลขดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 80.4, 81.9 และ 80.4 ของการขนส่งสินค้าทั้งหมด ตามลำดับ รองลงมาเป็นการขนส่งทางน้ำภายในประเทศและชายฝั่งทะเล

ตารางที่ ก-15: การขนส่งสินค้าภายในประเทศไทย

หน่วย: พันตัน

ประเภท	ปี พ.ศ.				
	2552	2553	2554	2555	2556
ทางถนน	423,677	420,449	406,538	425,804	426,086
ทางราง	11,517	11,288	10,667	11,849	11,817
ทางน้ำภายในประเทศ	41,561	48,185	46,932	47,423	47,422
ชายฝั่งทะเล	35,692	36,731	41,273	34,968	44,261
ทางอากาศ	104	121	131	130	122
รวม	512,551	516,774	505,541	520,174	529,708

ที่มา: กระทรวงคมนาคม (2560)

จากข้อมูลของกรมขนส่งทางบก (2561) พบว่าในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีปริมาณรถยนต์จดทะเบียนสะสมรวมทั้งสิ้น 38,308,763 คัน แบ่งเป็น “รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์” (รย.1 - รย.17) จำนวน 37,059,245 คัน คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 96.74 ของรถยนต์จดทะเบียนสะสมทั้งหมด และ “รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่ง” เช่น รถโดยสาร, รถบรรทุก เป็นต้น อีกจำนวน 1,249,518 คัน คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 3.26 ของรถยนต์จดทะเบียนสะสมทั้งหมด

สำหรับปริมาณรถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ข้างต้นนั้น พบว่าเป็นรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคลมากที่สุดมีจำนวน 20,501,439 คัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 55.32 ของรถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ รองมาคือรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จำนวน 8,740,890 คัน และรถบรรทุกส่วนบุคคล จำนวน 6,437,291 คัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 23.59 และ 17.37 ของรถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเฉพาะรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จากตารางที่ ก-16 พบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2556 – 2560 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน มีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.73 ต่อปี ซึ่งในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รวมทั้งสิ้น 8,740,890 คัน โดยมีปริมาณรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินสะสมมากที่สุด จำนวน 5,206,862 คัน คิดเป็นร้อยละ 59.57 ของปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รองมาคือรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล จำนวน 2,355,844 คัน คิดเป็นร้อยละ 26.95

สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าพบว่ามีปริมาณสะสมเพียง 82 คัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.001 ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คนทั้งหมด

ตารางที่ ก-16: จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง แยกตามชนิดเชื้อเพลิงสะสม ระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2560 ในประเทศไทย

ประเภทเชื้อเพลิง	ปี พ.ศ .2556		ปี พ.ศ .2557		ปี พ.ศ .2558		ปี พ.ศ .2559		ปี พ.ศ .2560	
	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)	จำนวน (คัน)	สัดส่วน (ร้อยละ)
เบนซิน	3,981,198	59.098	4,249,501	58.338	4,518,749	58.363	4,816,950	58.765	5,206,862	59.569
ดีเซล	1,618,069	24.019	1,787,286	24.536	1,944,907	25.12	2,134,364	26.038	2,355,844	26.952
LPG	2,722	0.040	2,465	0.034	2,238	0.029	1,847	0.023	1,439	0.016
LPG และ เบนซิน	900,688	13.37	988,839	13.575	1,004,537	12.974	962,190	11.738	886,038	10.137
LPG และ ดีเซล	1,518	0.023	1,562	0.021	1,484	0.019	1,236	0.015	927	0.011
CNG	170	0.003	158	0.002	152	0.002	135	0.002	119	0.001
CNG และ เบนซิน	169,514	2.516	180,849	2.483	186,159	2.404	184,267	2.248	180,861	2.069
CNG และ ดีเซล	823	0.012	842	0.012	785	0.010	692	0.008	580	0.007
ไฟฟ้า	29	0.0004	36	0.0005	50	0.001	54	0.001	82	0.001
ไฮบริด	53,600	0.796	62,629	0.860	69,816	0.902	79,058	0.964	101,499	1.161
อื่น ๆ	8,231	0.122	10,092	0.139	13,557	0.175	16,219	0.198	6,639	0.076
รวม	6,736,562	100	7,284,259	100	7,742,434	100	8,197,012	100	8,740,890	100

ที่มา: กรมขนส่งทางบก (2561)

ภาคผนวก ข
ข้อมูลคุณภาพพลังงาน และการจัดหาและการใช้พลังงานในต่างประเทศและ
ประเทศไทย

ข.1 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศนอร์เวย์

แหล่งพลังงานขั้นต้น (Primary Energy) ที่สำคัญของประเทศนอร์เวย์ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันดิบ ตารางที่ ข-3 และ ข-4 แสดงให้เห็นว่าการผลิตก๊าซธรรมชาติภายในประเทศสูงถึง 4,306 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2015 และ 4,284.6 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 49.8 และ ร้อยละ 49 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมดในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ ในส่วนของพลังงานจากน้ำมันดิบนั้น มีการผลิตภายในประเทศ 3,752 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2015 และ 3,852.4 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2016 คิดเป็น ร้อยละ 43.3 และร้อยละ 44.1 ของการจัดพลังงานขั้นต้นทั้งหมดในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ

ทั้งนี้ พลังงานที่ผลิตได้ส่วนใหญ่นั้นจะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ กล่าวคือ ร้อยละ 95.1 และ ร้อยละ 94.6 ของพลังงานจากก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้ในประเทศนอร์เวย์ในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ ถูกนำไปใช้เพื่อการส่งออก ส่งผลให้ประเทศนอร์เวย์ เป็นผู้ส่งออกก๊าซธรรมชาติ รายใหญ่เป็นอันดับที่สาม รองจากประเทศรัสเซีย และประเทศกาตาร์ ในทำนองเดียวกัน ร้อยละ 94.1 และร้อยละ 94.5 ของพลังงานจากน้ำมันดิบที่ผลิตได้ในประเทศนอร์เวย์ในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ ถูกใช้ไปในการส่งออก โดยการส่งออกส่วนใหญ่นั้นจะส่งไปยังประเทศพัฒนาแล้วในทวีปยุโรป อันได้แก่ สหราชอาณาจักร เยอรมนี เนเธอร์แลนด์ สวีเดน และฝรั่งเศส เป็นสำคัญ ด้วยเหตุนี้ทำให้ประเทศนอร์เวย์เป็นประเทศผู้ส่งออกพลังงานสุทธิที่สำคัญของยุโรป

หลังจากหักการส่งออกพลังงานสุทธิแล้ว บางส่วนของการจัดหาพลังงานขั้นต้น (Total Primary Energy Supply: TPES) จะถูกนำไปแปรรูปเป็นพลังงานรูปอื่น ถูกใช้ในภาคพลังงานเอง หรือสูญเสียไปในระหว่างการขนส่งและการแจกจ่ายพลังงาน ส่วนที่เหลือจากกิจกรรมเหล่านี้จะถือเป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย

โดยในปี ค.ศ. 2016 นั้น จากตัวเลขสถิติเบื้องต้นพบว่า ประเทศนอร์เวย์มีการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด 8,741 เพตะจูล เหลือเป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด 1,174.5 เพตะจูล โดยเป็นการการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ไม่เป็นพลังงาน (Non-energy use) ร้อยละ 10.9 เช่น การใช้น้ำมันเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตพลาสติก หรือการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบในการผลิตเมทานอล ใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่ ร้อยละ 29.1 และใช้ในภาคขนส่งร้อยละ 22.8 และส่วนที่เหลือถูกใช้ไปในภาคเศรษฐกิจอื่น เช่น ภาคประมง ภาคเกษตรกรรม และภาคครัวเรือน ดังแสดงในตารางที่ ข-4

เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานในภาคขนส่ง พบว่า ในปี ค.ศ. 2016 ภาคการขนส่งทางถนนมีสัดส่วนการใช้พลังงานถึงประมาณ 3 ใน 4 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่งทั้งหมด และกว่าร้อยละ 95 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนในประเทศนอร์เวย์อาศัยแหล่งพลังงานจากน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ในทางกลับกัน หากพิจารณาการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจากเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทั้งหมดของประเทศนอร์เวย์ก็จะพบว่า พลังงานจากเชื้อเพลิงประเภทนี้ถูกใช้ไปในภาคการขนส่งทางถนนในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง นั่นคือ ร้อยละ 58 และ 60 ในปี ค.ศ. 2013 และ 2014 ตามลำดับ อนึ่ง สำหรับเชื้อเพลิง

ฟอสซิลบางประเภท เช่น น้ำมันเบนซิน นั้น การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจากน้ำมันเบนซินในภาคการขนส่งทางถนนมีส่วนสูงถึงประมาณร้อยละ 93 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจากน้ำมันเบนซินทั้งหมดในประเทศ

ตารางที่ ข-5 แสดงให้เห็นว่าประเทศนอร์เวย์มีปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตลอดหลายปีที่ผ่านมา จากการผลิตด้วยพลังน้ำ (Hydro Power) เป็นสำคัญ โดยในปี ค.ศ. 2015 มีการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งสิ้น 145,021 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 1.9 เป็นการผลิตโดยอาศัยพลังน้ำถึง 139,014 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 95.9 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด และในปี ค.ศ. 2016 การผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งสิ้น 149,989 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2015 ร้อยละ 2.7 เป็นการผลิตโดยอาศัยพลังน้ำ 143,417 กิกะวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 96.3 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด

ตารางที่ ข-1: ดุลยภาพพลังงานของประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2013

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	น้ำมันดิบและ น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังน้ำและ ลม	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	8,153	52	59	3,224.	4,347	470	0	30
บวก การนำเข้า	347	43	7	250	11	0	36	0
หัก การส่งออก	7,250	60	2	3,064	4,070	0	55	0
หัก International Bunkers	40	0	0	40	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	4	10	0	-7	1	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	1,214	45	64	363	290	470	-18	0
การแปรรูปพลังงาน	-15	-3	21	40	-42	470	-479	-22
การใช้ในภาคพลังงาน	219	0	0	12	177	0	30	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	36	0	0	0	2	0	29	5
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	865	46	44	254	101	0	402	18
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	239	26	15	14	31	0	151	2
• ภาคขนส่ง	207	0	5	195	4	0	3	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	338	0	24	46	4	0	248	16
• Non-Energy Use	82	20	0	0	62	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	1,105	44	64	306	238	470	-18	0
ส่วนต่างทางสถิติ	109	1	0	57	51	0	0	0

ที่มา: Statistics Norway

ตารางที่ ข-2: ดุลยภาพพลังงานของประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2014

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	น้ำมันดิบและ น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังน้ำและ ลม	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	8,224	47	53	3,290	4,334	500	0	0
บวก การนำเข้า	274	49	7	185	10	0	23	0
หัก การส่งออก	7,353	48	1	3,148	4,078	0	79	0
หัก International Bunkers	36	0	0	36	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	26	-1	0	26	2	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	1,135	47	59	317	268	0	-56	0
การแปรรูปพลังงาน	-19	-2	23	23	-31	500	-509	-23
การใช้ในภาคพลังงาน	226	0	0	11	184	0	32	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	39	0	0	0	2	0	31	6
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	833	45	36	244	101	0	390	17
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	240	27	10	12	30	0	159	2
• ภาคขนส่ง	203	0	5	190	5	0	3	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	310	0	21	41	4	0	229	15
• Non-Energy Use	80	18	0	0	62	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	1,079	43	59	278	255	500	-56	0
ส่วนต่างทางสถิติ	56	4	0	39	13	0	0	0

ที่มา: Statistics Norway

ตารางที่ ข-3: ดุลยภาพพลังงานของประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2015

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	น้ำมันดิบและ น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานจาก ขยะ	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	8,652.1	31	36.9	3,752	4,306	18.7	507.5	0
บวก การนำเข้า	339.2	31	9.2	272.3	0	0	26.7	0
หัก การส่งออก	7,718.1	31	0.8	3,556.3	4,050.7	0	79.3	0
หัก International Bunkers	31.1	0	0	-14.8	1.4	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-8.6	3	0	-14.8	3.2	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	1,233.5	34	45.3	423.5	257.1	18.7	454.8	0
การแปรรูปพลังงาน	13.2	-2	-7	20	-14.2	-13.8	9.7	20.5
การใช้ในภาคพลังงาน	274.3	0	0	44.9	193.3	0	36.1	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	33	0	0	1.9	1.9	0	26.9	2.3
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	842.5	29	38.1	333.3	17.4	4.9	401.6	18.2
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	252.8	27	10.1	36.7	10.8	4.6	162	1.6
• ภาคขนส่ง	197.4	0	6.2	183.9	5	0	2.3	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	312.1	0	21.8	34.6	1.6	0.3	237.2	16.6
• Non-Energy Use	102.2	2	0	77.2	2.3	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	1,163	27	31.1	400.1	198.4	-8.9	474.3	41
ส่วนต่างทางสถิติ	73.3	2.3	0.2	63.4	7.4	0	0	0

ที่มา: Statistics Norway

ตารางที่ ข-4: ดุลยภาพพลังงานในประเทศนอร์เวย์ ปี ค.ศ. 2016

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	น้ำมันดิบและ น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานจาก ขยะ	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	8,741	23	36.7	3,852.4	4,284.6	18.3	526	0
บวก การนำเข้า	337.3	30.5	18.7	267.4	0	0	20.7	0
หัก การส่งออก	7,890.9	25.6	2	3,732.2	4,051.4	0	79.7	0
หัก International Bunkers	25.8	0	0	23.8	2	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-10.8	3.7	0	-15.3	0.8	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	1,150.9	31.6	53.4	348.5	232.1	18.3	467	0
การแปรรูปพลังงาน	1	-2.5	-8	8	-14.3	-13.4	9	22.2
การใช้ในภาคพลังงาน	264.9	0	0	40.5	190.5	0	33.9	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	40.5	0.1	0	1.8	3.1	0	33	2.5
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	868.1	30.2	45.4	323.7	35.5	4.9	408.7	19.7
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	252.7	28	8.7	34.8	10.4	4.6	164.7	1.5
• ภาคขนส่ง	197.8	0	14.5	176.5	4.5	0	2.3	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	322.8	0	22.2	38.6	1.7	0.3	241.7	18.3
• Non-Energy Use	94.8	2.2	0	73.8	18.8	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	1,174.5	58	37.4	374	214.8	-8.5	484.6	44.4
ส่วนต่างทางสถิติ	-21.6	-1.2	0	-9.5	-11.3	0	0.4	0

ที่มา: Statistics Norway

ตารางที่ ข-5: การผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศนอร์เวย์

หน่วย: กิกะวัตต์ชั่วโมง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี ค.ศ.		
	2014	2015	2016
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	142,327	145,021	148,989
• ผลิตด้วยพลังน้ำ	136,636	139,014	143,417
• ผลิตด้วยพลังความร้อน	3,475	3,492	3,456
• ผลิตด้วยพลังลม	2,216	2,515	2,116

ที่มา: Statistics Norway

ข.2 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศเนเธอร์แลนด์

ประเทศเนเธอร์แลนด์อาศัยแหล่งพลังงานขั้นพื้นฐานจากก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเป็นสำคัญ ตารางที่ ข-8 – ข-10 แสดงให้เห็นว่าการจัดหาก๊าซธรรมชาติคิดเป็นร้อยละ 39.6, ร้อยละ 40.1 และ ร้อยละ 41.3 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นในปี ค.ศ. 2014, ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ ส่วนการจัดหาน้ำมันคิดเป็นร้อยละ 39, ร้อยละ 38.7 และ ร้อยละ 39.5 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นในปี ค.ศ. 2014, ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ

ประเทศเนเธอร์แลนด์มีบทบาทสำคัญด้านความมั่นคงของอุปทานก๊าซธรรมชาติในทวีปยุโรป ทั้งในแง่ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการกักเก็บ ด้านการขนส่ง และในแง่ปริมาณการผลิตที่มีมากกว่าความต้องการใช้ภายในประเทศ (International Energy Agency, 2014: 319, 328-329) ทำให้เนเธอร์แลนด์เป็นประเทศผู้ส่งออกก๊าซธรรมชาติสุทธิ โดยในปี ค.ศ. 2016 ประเทศเนเธอร์แลนด์สามารถผลิตก๊าซธรรมชาติได้ 1,511 เพตะจูล (PJ) และมีการส่งออกสุทธิ 455 เพตะจูล ซึ่งจากข้อมูลดุลยภาพพลังงานของประเทศเนเธอร์แลนด์ระหว่าง ปี ค.ศ. 2012 - ค.ศ. 2016 (ตารางที่ ข-6 – ข-10) จะพบว่าการผลิตก๊าซธรรมชาติของประเทศเนเธอร์แลนด์ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ผ่านมาและมีแนวโน้มที่จะลดลงตลอดระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าในประมาณปี ค.ศ. 2030 ประเทศเนเธอร์แลนด์จะผันตัวไปเป็นผู้นำเข้าก๊าซธรรมชาติสุทธิในที่สุด (Energy Research Centre of the Netherlands, 2015: 12)

สำหรับน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมนั้น พบว่าประเทศเนเธอร์แลนด์มีการผลิตภายในประเทศรวมทั้งสิ้น 112 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2014, 98 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2015, และ 77 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 9.4, ร้อยละ 8.4 และร้อยละ 6.4 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นประเภทน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในปี ค.ศ. 2014, ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 (ตามลำดับ) เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ น้ำมันส่วนใหญ่จึงมาจากการนำเข้า โดย International Energy Agency (2014: 319-321) ยังระบุด้วยว่า การขุดเจาะน้ำมันในประเทศเนเธอร์แลนด์มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อย ๆ โดยแม้ว่าการนำเทคนิคการขุดเจาะใหม่ ๆ เข้ามาใช้จะสามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตน้ำมันดิบภายในประเทศได้ แต่ในอนาคตเนเธอร์แลนด์จะค่อย ๆ มุ่งสู่การเป็นประเทศที่อาศัยน้ำมันดิบจากการนำเข้าทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ประเทศเนเธอร์แลนด์

กลับเป็นศูนย์กลางในการกลั่นน้ำมันของภูมิภาคและจัดได้ว่ามีบทบาทสำคัญต่ออุปทานน้ำมันในทวีปยุโรป โดยมีสาเหตุมาจากความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านต่าง ๆ เช่นเดียวกับกรณีของก๊าซธรรมชาติ

ในด้านอุปสงค์นั้น พบว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2,324 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2014 เป็น 2,331 เพตะจูล และ 2,397 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ โดยการบริโภคน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลดลงจาก 1,059 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2014 เป็น 1,032 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2015 และเพิ่มขึ้นเป็น 1,080 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2016 ทั้งนี้ ภาคขนส่งมีการใช้พลังงานทั้งสิ้น 429 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2014, 433 เพตะจูล ในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 18.5, ร้อยละ 18.6 และร้อยละ 18.1 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี ค.ศ. 2014, ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2016 ตามลำดับ

การใช้พลังงานในภาคขนส่งนี้ กว่าร้อยละ 98 มาจากน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และหากมองในมุมของการใช้พลังงานจากน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทั้งหมดแล้ว พบว่าน้ำมันถูกใช้ไปในภาคขนส่ง กว่าร้อยละ 40 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายประเภทน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทั้งหมด และสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์นั้น มีการผลิตทั้งสิ้น 372,304 เทระจูล (TJ) ในปี ค.ศ. 2014, 396,311 ในปี ค.ศ. 2015 และ 413,674 เทระจูล ในปี ค.ศ. 2016 ในการนี้ กว่าร้อยละ 81 ผลิตโดยอาศัยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ก๊าซธรรมชาติและถ่านหินเป็นสำคัญ โดยพบว่าในปี ค.ศ. 2014 นั้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าของเนเธอร์แลนด์อาศัยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็น ร้อยละ 49.7 ร้อยละ 27.8 และร้อยละ 0.3 ตามลำดับ

ตารางที่ ข-11 แสดงให้เห็นว่า ในปี ค.ศ. 2015 การผลิตไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์อาศัยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นร้อยละ 41.7 ร้อยละ 35.9 และร้อยละ 0.1 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2016 อาศัยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้าคิดเป็น ร้อยละ 45.5 ร้อยละ 32.3 และร้อยละ 0.1 ตามลำดับ นอกเหนือจากการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว ประเทศเนเธอร์แลนด์ยังทำการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน อาทิ พลังงานลม ชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์อีกด้วย

ตารางที่ ข-6: ดุลยภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2012

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงานทุกประเภท	ถ่านหิน	น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานหมุนเวียน	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	2,683	0	78	2,404	126	0	0
บวก การนำเข้า	9,986	775	8,284	783	24	116	0
หัก การส่งออก	8,644	488	6,277	1,812	11	54	0
หัก International Bunkers	716	0	716	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-51	56	-103	-4	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	3,259	343	1,265	1,371	139	62	0
การแปรรูปพลังงาน	509	316	49	526	124	-355	-224
การใช้ในภาคพลังงาน	165	0	82	46	0	16	21
การสูญเสียระหว่างแจกจ่ายพลังงาน	24	0	0	2	0	19	3
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2,530	25	1,127	784	16	373	199
• ภาคอุตสาหกรรม	553	21	114	164	3	126	123
• ภาคขนส่ง	479	0	471	1	0	6	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	904	0	33	537	13	241	77
• Non-Energy Use	595	4	509	82	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	3,228	341	1,258	1,358	140	53	0
ส่วนต่างทางสถิติ	31	1	8	13	0	9	0

ที่มา: Statistics Netherlands

ตารางที่ ข-7: ดุลยภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2013

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงานทุกประเภท	ถ่านหิน	น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานหมุนเวียน	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	2,858	0	81	2,586	128	0	0
บวก การนำเข้า	9,925	1,087	7,879	810	22	120	0
หัก การส่งออก	8,839	706	6,058	2,007	12	54	0
หัก International Bunkers	695	0	695	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-30	-38	2	6	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	3,219	343	1,210	1,395	137	66	0
การแปรรูปพลังงาน	493	319	42	517	120	-350	-221
การใช้ในภาคพลังงาน	166	0	76	51	0	20	19
การสูญเสียระหว่างแจกจ่ายพลังงาน	24	0	0	2	0	19	4
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2,524	23	1,100	805	17	375	198
• ภาคอุตสาหกรรม	545	20	107	165	3	125	122
• ภาคขนส่ง	466	0	458	1	0	6	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	929	0	35	557	14	244	76
• Non-Energy Use	585	4	500	82	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	3,206	343	1,219	1,375	137	63	0
ส่วนต่างทางสถิติ	13	0	-9	20	0	2	0

ที่มา: Statistics Netherlands

ตารางที่ ข-8: ดุลยภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2014

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงานทุกประเภท	ถ่านหิน	น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานหมุนเวียน	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	2,422	0	112	2,099	135	0	0
บวก การนำเข้า	10,494	1,454	8,027	874	14	118	0
หัก การส่งออก	9,109	1,040	6,227	1,763	13	65	0
หัก International Bunkers	692	0	692	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-69	-34	-32	-3	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	3,045	379	1,188	1,207	136	53	0
การแปรรูปพลังงาน	531	357	56	477	118	-355	-200
การใช้ในภาคพลังงาน	161	0	81	43	0	20	18
การสูญเสียระหว่างแจกจ่ายพลังงาน	23	0	0	2	0	18	3
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2,324	22	1,059	677	19	365	180
• ภาคอุตสาหกรรม	534	20	111	164	3	119	114
• ภาคขนส่ง	436	0	429	1	0	6	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	783	0	32	429	16	240	65
• Non-Energy Use	571	2	487	83	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	3,039	379	1,196	1,199	136	48	0
ส่วนต่างทางสถิติ	6	0	-8	9	0	5	0

ที่มา: Statistics Netherland

ตารางที่ ข-9: ดุลยภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2015

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงานทุกประเภท	ถ่านหิน	น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานหมุนเวียน	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	1,878	0	98	1,633	147	0	0
บวก การนำเข้า	11,344	1,506	8,579	1,137	11	111	0
หัก การส่งออก	9,279	974	6,684	1,529	13	79	0
หัก International Bunkers	685	0	685	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-243	-71	-142	-30	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	3,015	461	1,166	1,211	145	32	0
การแปรรูปพลังงาน	472	441	48	428	123	-377	-191
การใช้ในภาคพลังงาน	170	0	94	43	0	17	16
การสูญเสียระหว่างแจกจ่ายพลังงาน	24	0	0	1	0	19	4
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2,331	21	1,032	714	22	370	172
• ภาคอุตสาหกรรม	530	21	108	170	5	122	104
• ภาคขนส่ง	441	0	433	2	0	6	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	818	0	36	455	17	242	68
• Non-Energy Use	542	0	455	87	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	2,997	462	1,174	1,186	137	29	0
ส่วนต่างทางสถิติ	18	0	-8	25	0	2	1

ที่มา: Statistics Netherlands

ตารางที่ ข-10: ดุลยภาพพลังงานในประเทศเนเธอร์แลนด์ ปี ค.ศ. 2016

หน่วย: เพตะจูล

รายการ	รวมพลังงานทุกประเภท	ถ่านหิน	น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ	พลังงานหมุนเวียน	ไฟฟ้า	ความร้อน
การผลิตภายในประเทศ	1,737	0	77	1,511	149	0	0
บวก การนำเข้า	11,34	1,457	8,494	1,254	12	87	0
หัก การส่งออก	9,578	1,068	6,724	1,699	17	70	0
หัก International Bunkers	685	0	685	0	0	0	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	284	39	47	198	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	3,062	428	1,209	1,264	144	17	0
การแปรรูปพลังงาน	449	399	43	467	123	-399	-184
การใช้ในภาคพลังงาน	182	8	94	42	0	22	16
การสูญเสียระหว่างแจกจ่ายพลังงาน	24	0	0	1	0	19	4
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2,397	21	1,080	732	22	377	165
• ภาคอุตสาหกรรม	550	21	126	173	5	126	99
• ภาคขนส่ง	442	0	433	2	0	7	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	838	0	36	475	17	244	66
• Non-Energy Use	567	0	485	82	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	3,052	428	1,217	1,242	145	19	1
ส่วนต่างทางสถิติ	10	0	-8	21	0	-2	0

ที่มา: Statistics Netherlands

ตารางที่ ข-11: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศเนเธอร์แลนด์

หน่วย: เทระจูล

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี ค.ศ.				
	2012	2013	2014	2015	2016
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	369,020	363,151	372,304	396,311	413,674
- ผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล - ก๊าซธรรมชาติ 194,607 - ถ่านหิน 87,203 - น้ำมัน 117 - อื่น ๆ 15,310 - ผลิตด้วยพลังงานหมุนเวียน - พลังงานแสงอาทิตย์ 914 - พลังงานลม 17,935 - พลังน้ำ 376 - พลังงานเชื้อเพลิงชีวมวล 25,933 - ผลิตด้วยพลังงานนิวเคลียร์ 14,093 - ผลิตด้วยพลังงานอื่น ๆ 12,533	297,237 194,607 87,203 117 15,310 45,157 914 17,935 376 25,933 14,093 12,533	297,716 194,503 88,417 324 14,473 43,961 1,857 20,258 412 21,434 10,407 11,067	304,409 184,878 103,536 1,145 14,850 42,147 2,825 20,870 404 18,047 14,729 11,019	322,020 165,173 142,324 344 14,179 49,300 4,037 27,180 335 17,748 14,681 10,311	335,726 184,228 133,495 197 13,806 53,586 5,598 29,372 360 18,256 14,257 10,105
ร้อยละของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- ผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล - ก๊าซธรรมชาติ 52.7 - ถ่านหิน 23.6 - น้ำมัน 0.0 - อื่น ๆ 4.1 - ผลิตด้วยพลังงานหมุนเวียน - พลังงานแสงอาทิตย์ 0.2 - พลังงานลม 4.9 - พลังน้ำ 0.1 - พลังงานเชื้อเพลิงชีวมวล 7.0 - ผลิตด้วยพลังงานนิวเคลียร์ 3.8 - ผลิตด้วยพลังงานอื่น ๆ 3.4	80.5 52.7 23.6 0.0 4.1 12.2 0.2 4.9 0.1 7.0 3.8 3.4	82.0 53.6 24.3 0.1 4.0 12.1 0.5 5.6 0.1 5.9 2.9 3.0	81.8 49.7 27.8 0.3 4.0 11.3 0.8 5.6 0.1 4.8 4.0 3.0	81.3 41.7 35.9 0.1 3.6 12.4 1.0 6.9 0.1 4.4 3.7 2.6	81.2 45.5 32.3 0.1 3.3 13.0 1.4 7.1 0.1 4.0 3.4 2.4

ที่มา: Statistics Netherland

ข.3 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศญี่ปุ่น

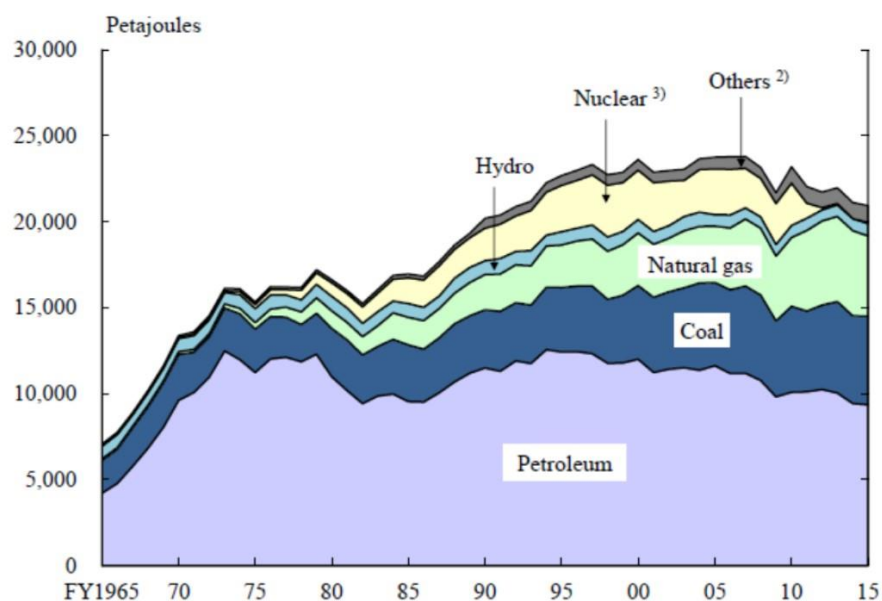
ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่พึ่งพาพลังงานจากการนำเข้าในสัดส่วนที่สูงมาก กล่าวคือ กว่าร้อยละ 90.5 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นมาจากการนำเข้า โดยในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015 ประเทศญี่ปุ่นมีการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด 21,973 เพตะจูล ในจำนวนนี้ ร้อยละ 45.7 มาจากน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ร้อยละ 24.2 มาจากถ่านหิน ร้อยละ 22.5 มาจากก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 3.1 มาจากพลังน้ำ และร้อยละ 0.4 มาจากพลังงานนิวเคลียร์ ดังแสดงในตารางที่ ข-12

จะเห็นว่า การจัดหาพลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียมมีสัดส่วนสูงที่สุด แม้ว่าตั้งแต่วิกฤตการณ์น้ำมันเมื่อประมาณ 40 กว่าปีที่ผ่านมา ประเทศญี่ปุ่นจะพยายามส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและลดการบริโภคน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งสัดส่วนของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในการจัดหาพลังงานขั้นต้นลดลงจากร้อยละ 75.5 ในปีงบประมาณ ค.ศ. 1973 ไปเป็นร้อยละ 43.5 ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2010 แต่เหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่ทางตะวันออกของญี่ปุ่นเมื่อปี ค.ศ. 2011 (The Great East Japan Earthquake) ซึ่งได้ก่อให้เกิดวิกฤตการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศญี่ปุ่นนั้น ก็ได้ทำให้ญี่ปุ่นต้องหันกลับมาเพิ่มการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อทดแทนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ที่ลดลงอย่างมาก (Statistics Bureau, 2017b: 75) กล่าวคือ การจัดหาพลังงานขั้นต้นจากพลังงานนิวเคลียร์ลดลงจาก 2,465 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2010 เหลือเพียง 137 เพตะจูลในปี ค.ศ. 2012 อันมีผลให้สัดส่วนของการจัดหาพลังงานขั้นต้นจากเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันปิโตรเลียมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 47.2 ในปี ค.ศ. 2012

ในส่วนของอุปสงค์ต่อพลังงานในประเทศญี่ปุ่น พบว่า ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศญี่ปุ่นมีแนวโน้มลดลง (Statistics Bureau, 2017b: 78) โดยการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 อยู่ที่ 13,558 เพตะจูล ลดลงจาก 13,984 เพตะจูลในปีก่อนหน้า นั่นคือลดลง 426 เพตะจูล หรือคิดเป็นร้อยละ 3.04 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปี ค.ศ. 2013 โดยการใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม รองลงมาคือภาคธุรกิจการค้าและบ้านอยู่อาศัย ดังแสดงในตารางที่ ข-13

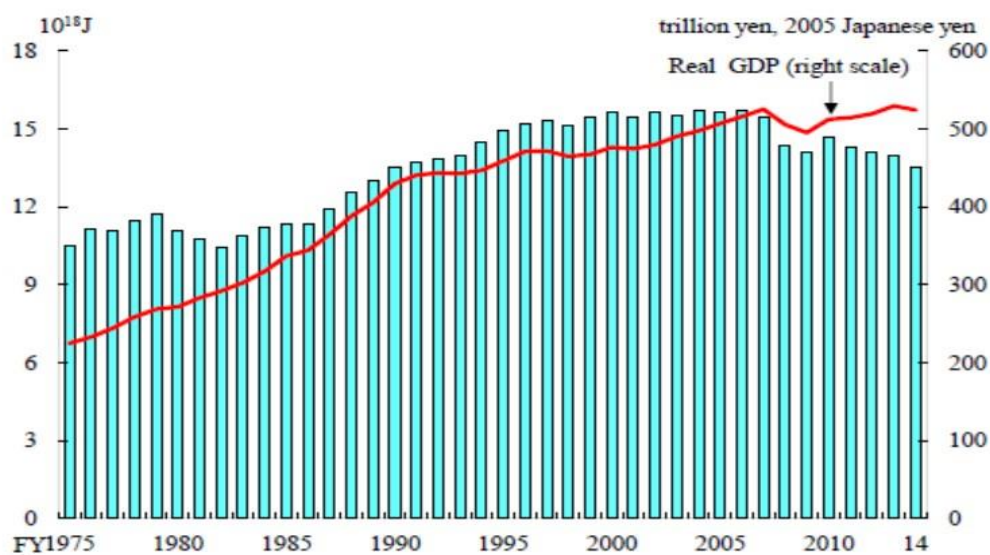
เมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 ประเทศญี่ปุ่นมีการใช้พลังงานในภาคขนส่งทั้งสิ้น 3,125 เพตะจูล คิดเป็นร้อยละ 23.05 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับปีงบประมาณ ค.ศ. 2013 ที่มีการใช้พลังงานในภาคขนส่งทั้งสิ้น 3,235 เพตะจูล คิดเป็นร้อยละ 23.13 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในปีงบประมาณนั้น จะเห็นได้ว่า การใช้พลังงานในภาคขนส่งและสัดส่วนของภาคขนส่งในการใช้พลังงานทั้งหมดลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้ พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในภาคขนส่งอาศัยเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 98 และส่วนที่เหลือนั้นได้จากพลังงานไฟฟ้า เป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 2 (Statistics Bureau, 2016a; 2017a)

รูปที่ ข-1: การจัดหาพลังงานขั้นต้นในประเทศญี่ปุ่น



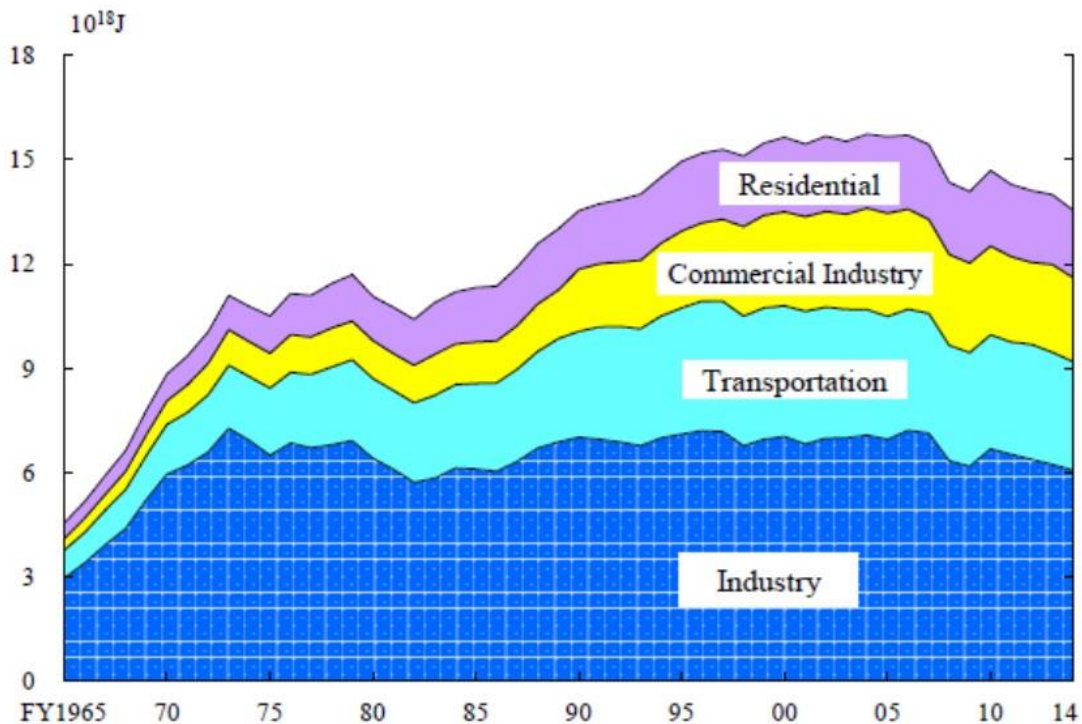
ที่มา: Statistics Bureau (2017b)

รูปที่ ข-2: แนวโน้มการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่แท้จริง (Real GDP) ของประเทศญี่ปุ่น



ที่มา: Statistics Bureau (2017b)

รูปที่ ข-3: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศญี่ปุ่น



ที่มา: Statistics Bureau (2017b)

สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่นนั้น ตารางที่ ข-14 แสดงให้เห็นว่าในระหว่างปีงบประมาณ ค.ศ. 2000 – 2010 ญี่ปุ่นผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังความร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลประมาณร้อยละ 60 – 65 รองลงมาคือการผลิตด้วยพลังนิวเคลียร์ ประมาณร้อยละ 25-30 และพลังน้ำ ประมาณร้อยละ 7-10 แต่ภายหลังจากวิกฤตการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปี ค.ศ. 2011 นั้น การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังนิวเคลียร์ของญี่ปุ่นตั้งแต่ปีงบประมาณ ค.ศ. 2012-2013 ได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 1-2 จากนั้น การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังนิวเคลียร์ของญี่ปุ่นในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 ถูกกระبحการผลิต และอนุญาตให้เปิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2015 จึงทำให้สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์เหลือเพียงร้อยละ 0.9 และการผลิตโดยอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้นเป็นประมาณร้อยละ 90 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด ในขณะที่การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักทั้งในแง่ของจำนวนและสัดส่วน

ตารางที่ ข-12: การจัดหาพลังงานขั้นต้นในประเทศญี่ปุ่น

หน่วย: เพตะจูล

การจัดหาพลังงานขั้นต้น	ปีงบประมาณ ค.ศ.						
	2000	2005	2010	2012	2013	2014*	2015
การจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	23,622	23,755	23,200	21,730	21,973	21,119	21,973
ร้อยละของการพึ่งพาตนเองในด้านพลังงาน	19.6	18.3	19.4	8.9	8.6	8.8	8.6
• น้ำมันปิโตรเลียม	12,008	11,634	10,088	10,258	10,045	9,436	10,045
• ถ่านหิน	4,286	4,829	4,997	4,903	5,314	5,088	5,314
• ก๊าซธรรมชาติ	3,061	3,288	4,002	4,891	4,953	4,963	4,953
• พลังน้ำ	778	668	703	648	672	687	672
• พลังนิวเคลียร์	2,873	2,662	2,465	137	80	0 ¹	80
• อื่น ๆ	616	674	944	893	909	944	909
ร้อยละของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
• น้ำมันปิโตรเลียม	50.8	49.0	43.5	47.2	45.7	47.2	45.7
• ถ่านหิน	18.1	20.3	21.5	22.6	24.2	22.6	24.2
• ก๊าซธรรมชาติ	13.0	13.8	17.2	22.5	22.5	22.5	22.5
• พลังน้ำ	3.3	2.8	3.0	3.0	3.1	3.0	3.1
• พลังนิวเคลียร์	12.2	11.2	10.6	0.6	0.4	0.6	0.4
• อื่น ๆ	2.6	2.8	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

ที่มา: Statistics Bureau (2016a; 2017a)

หมายเหตุ: *ในปีงบประมาณ ค.ศ. 2014 การจัดหาพลังงานขั้นต้นจากพลังนิวเคลียร์ เท่ากับ 0 เนื่องจากรัฐบาลญี่ปุ่นระงับการผลิตไฟฟ้าจากพลังนิวเคลียร์

ตารางที่ ข-13: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศญี่ปุ่น

หน่วย: เพตะจูล

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย	ปีงบประมาณ ค.ศ.					
	2012		2013		2014	
	เพตะจูล	ร้อยละ	เพตะจูล	ร้อยละ	เพตะจูล	ร้อยละ
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	14,347	100.00	13,984	100.00	13,558	100.00
ภาคอุตสาหกรรม	6,113	42.61	6,210	44.41	6,078	44.83
– อุตสาหกรรมการผลิต	5,666	39.49	5,929	42.40	5,813	42.88
– เกษตร ประมง เหมืองแร่ และอื่น ๆ	447	3.12	281	2.01	265	1.95
ภาคธุรกิจการค้าและบ้านอยู่อาศัย	4,917	34.27	4,539	32.46	4,355	32.12
– ธุรกิจการค้า	2,870	20.00	2,527	18.07	2,418	17.83
– บ้านอยู่อาศัย	2,047	14.27	2,012	14.39	1,937	14.29
ภาคขนส่ง	3,317	23.12	3,235	23.13	3,125	23.05
Non-Energy Use	1,656	11.54	1,627	11.63	1,599	11.79

ที่มา: Statistics Bureau (2016a; 2017a)

ตารางที่ ข-14: การผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศญี่ปุ่น

หน่วย: ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปีงบประมาณ ค.ศ.						
	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	1,091,500	1,157,926	1,156,888	1,093,950	1,090,723	1,053,717	1,024,179
• ผลิตด้วยพลังความร้อน	669,177	761,841	771,306	986,758	987,586	955,352	908,779
• ผลิตด้วยพลังน้ำ	96,817	86,350	90,681	83,645	84,885	86,942	91,383
• ผลิตด้วยพลังนิวเคลียร์	322,050	304,755	288,230	15,939	9,303	0	9,437
• อื่น ๆ	3,456	4,980	6,671	7,608	8,349	11,423	14,580
ร้อยละของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
• ผลิตด้วยพลังความร้อน	61.3	65.8	66.7	90.2	90.5	90.7	88.7
• ผลิตด้วยพลังน้ำ	8.9	7.5	7.8	7.6	7.8	8.3	8.9
• ผลิตด้วยพลังนิวเคลียร์	29.5	26.3	24.9	1.5	0.9	0	0.9
• อื่น ๆ	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.1	1.4

ที่มา: Statistics Bureau (2016a; 2017)

ข.4 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศจีน

ประเทศจีนอาศัยแหล่งพลังงานขึ้นต้นจากถ่านหินเป็นสำคัญ โดยกว่าร้อยละ 70 ของพลังงานทั้งหมดที่จีนผลิตได้มาจากถ่านหิน ตัวอย่างเช่นในปี ค.ศ. 2014 จากพลังงานทั้งหมด 3,618.66 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน (Tons of Standard Coal Equivalent: Tons of SCE) ที่ผลิตได้ มาจากถ่านหินร้อยละ 73.6 มาจากน้ำมันดิบร้อยละ 8.4 จากก๊าซธรรมชาติร้อยละ 4.7 และจากพลังงานไฟฟ้าขึ้นต้นและพลังงานอื่น ๆ (Primary Electricity and Other Energy) ร้อยละ 13.3 อนึ่ง พลังงานทั้งหมดที่จีนผลิตได้นี้ คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 85 ของการจัดหาพลังงานขึ้นต้นทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นประเทศจีนจึงต้องพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 18 ของการจัดหาพลังงานขึ้นต้นทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ ข-15 และ ข-16

ในส่วนของการใช้พลังงานของประเทศจีนนั้น พบว่า ในปี ค.ศ. 2014 จากการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 4,258.06 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน เป็นการใช้ในภาคอุตสาหกรรมถึง 2,956.86 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 69.4 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุด รองลงมาคือการใช้ในภาคครัวเรือน 472.12 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน และภาคขนส่งและกักเก็บสินค้า และไปรษณีย์ 363.6 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.1 และร้อยละ 8.5 ของการใช้พลังงานทั้งหมด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานในภาคขนส่งในปี ค.ศ. 2014 พบว่า จากพลังงานที่ใช้ไปทั้งสิ้น 363.36 ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน เป็นพลังงานจากน้ำมันเบนซินประมาณ 46.65 ล้านตัน และจากน้ำมันดีเซลถึง 110.42 ล้านตัน (China Statistics Press, 2017)

ตารางที่ ข-15: การผลิตพลังงานในประเทศจีน

การผลิตพลังงาน	ปี ค.ศ.				
	2011	2012	2013	2014	2015
การผลิตพลังงานทั้งหมด (หน่วย: ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน)	3,401.78	3,510.41	3,587.84	3,618.66	3,620.00
ร้อยละของการผลิตพลังงานทั้งหมด	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
• พลังงานจากถ่านหิน	73.2	75.4	76.2	73.6	72.1
• พลังงานจากน้ำมันดิบ	8.4	8.4	8.5	8.4	8.5
• พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ	4.8	4.4	4.1	4.7	4.9
• พลังงานจากไฟฟ้าขึ้นต้นและอื่น ๆ	13.7	11.8	11.2	13.3	14.5

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

ตารางที่ ข-16: ดุลยภาพพลังงานในประเทศจีน

หน่วย: ล้านตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน

รายการ	ปี ค.ศ.		
	2012	2013	2014
การผลิตภายในประเทศ	3,510.41	3,587.84	3,618.66
บวก การนำเข้า	687.01	734.20	773.25
หัก การส่งออก	73.74	80.05	82.71
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-47.73	-67.84	-48.25
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	4,075.94	4,174.15	4,260.95
ภาคเกษตร	78.04	80.55	80.94
ภาคอุตสาหกรรมการผลิต	2,847.12	2,911.31	2,956.86
ภาคก่อสร้าง	63.37	70.17	75.2
ภาคขนส่งและกักเก็บสินค้า	325.61	348.19	363.36
ภาคธุรกิจการค้าและบริการ	100.12	105.98	108.73
ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	184.07	197.63	200.84
ภาคครัวเรือน	423.06	455.31	472.12
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	4,021.38	4,169.13	4,258.06
ส่วนต่างทางสถิติ	54.56	5.02	2.89

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศจีนนั้น ตารางที่ ข-17 แสดงให้เห็นว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศจีนทั้งสิ้น 5,431.64 พันล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี ค.ศ. 2013 และ 5,649.58 พันล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงในปี ค.ศ. 2014 เป็นการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังความร้อนร้อยละ 78.2 และร้อยละ 75.6 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีนั้น ๆ ตามลำดับ รองลงมาคือพลังน้ำร้อยละ 16.9 ในปี ค.ศ. 2013 และร้อยละ 18.8 ในปี ค.ศ. 2014 นอกจากนี้ยังมีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังนิวเคลียร์และพลังงานลม แต่ก็เป็นส่วนที่ไม่มากนัก ทั้งนี้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังความร้อนของประเทศจีนนั้นจะอาศัยถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักสำหรับให้ความร้อนในโรงไฟฟ้า

ตารางที่ ข-17: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศจีน

หน่วย: พันล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี ค.ศ.		
	2012	2013	2014
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	4,987.55	5,431.64	5,649.58
• ผลิตด้วยพลังน้ำ	872.11	920.29	1,064.34
• ผลิตด้วยพลังความร้อน	3,892.81	4,247.01	4,268.65
• ผลิตด้วยพลังนิวเคลียร์	97.39	111.61	132.54
• ผลิตด้วยพลังลม	95.98	141.20	156.08

ที่มา: China Statistics Press (2016; 2017)

ข.5 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศสหรัฐอเมริกา

จากตารางที่ ข-18 จะเห็นได้ว่าในระหว่างปี ค.ศ. 2010 - 2016 ปริมาณการจัดหาพลังงานขั้นต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2016 มีการผลิตพลังงานขั้นต้นทั้งสิ้น 84,225.57 ล้านล้านปีทิว (British Thermal Unit: BTU) และอาศัยแหล่งพลังงานขั้นต้นจากเชื้อเพลิงฟอสซิลถึง 65,618.64 ล้านล้านปีทิว คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 77.9 รองลงมาคือการผลิตพลังงานขั้นต้นจากพลังงานหมุนเวียน 10,180.81 ล้านล้านปีทิว คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 12.1 และ พลังงานนิวเคลียร์ 8,426.75 ล้านล้านปีทิว คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 10 ตามลำดับ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พลังงานที่ประเทศสหรัฐอเมริกาผลิตได้นั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการ ใช้พลังงานภายในประเทศ ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำเข้าพลังงานสุทธิ โดยในปี ค.ศ. 2016 มีการนำเข้าพลังงานสุทธิทั้งสิ้น 11,237.69 ล้านล้านปีทิว แต่เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปีค.ศ.2010 - 2016 จะพบว่าการนำเข้าพลังงานสุทธิในประเทศสหรัฐอเมริกามีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยร้อยละ 10.4 ต่อปี เนื่องจากมีการนำเข้าพลังงานขั้นต้นลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2.7 ต่อปี ขณะที่การส่งออกพลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 9.5 ต่อปี

ตารางที่ ข-18: การจัดหาพลังงานขั้นต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา

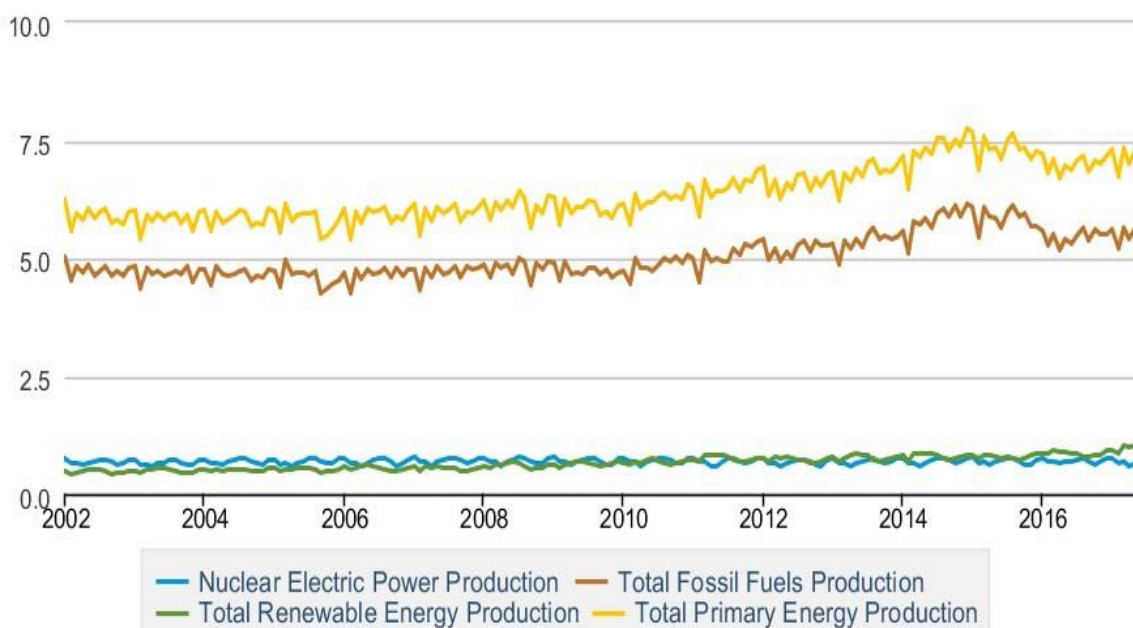
หน่วย: ล้านล้านบีทียู

ปริมาณพลังงานขั้นต้น	ปี ค.ศ.						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
การผลิตภายในประเทศ	74,763.82	77,955.34	79,154.75	81,747.43	87,400.47	88,030.87	84,225.57
• เชื้อเพลิงฟอสซิล	58,217.06	60,531.41	62,279.47	64,173.14	69,378.59	70,206.57	65,618.64
• พลังนิวเคลียร์	8,434.43	8,268.70	8,061.82	8,244.43	8,329.59	8,336.89	8,426.75
• พลังงานหมุนเวียน	8,112.33	9,155.23	8,813.46	9,329.86	9,692.29	9,487.41	10,180.81
การนำเข้าสุทธิ	21,689.88	18,375.31	15,800.79	12,838.86	10,913.02	10,891.52	11,237.69
• การนำเข้า	29,865.91	28,748.03	27,068.15	24,626.34	23,220.68	23,793.67	25,367.53
• การส่งออก	8,176.03	10,372.72	11,267.35	11,787.48	12,307.66	12,902.15	14,129.84

ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

รูปที่ ข-4: การผลิตพลังงานขั้นต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา

Quadrillion Btu



ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศสหรัฐอเมริกา ในระหว่างปี ค.ศ. 2010 - 2016 ค่อนข้างคงที่ โดยในปี ค.ศ. 2016 มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งสิ้น 97,470.07 ล้านล้านบีทียู ซึ่งหากพิจารณาแยกตาม

ประเภทเศรษฐกิจ จะพบว่า ภาคอุตสาหกรรมมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมากที่สุดเป็นจำนวน 30,973.45 ล้านล้านบีทียู คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 31.8 รองมาได้แก่ ภาคขนส่ง 27,859.38 ล้านล้านบีทียู (ร้อยละ 28.6) ภาคบ้านอยู่อาศัย 20,422.83 ล้านล้านบีทียู (ร้อยละ 21) และภาคธุรกิจการค้า 18,214.41 ล้านล้านบีทียู (ร้อยละ 18.7) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ข-19

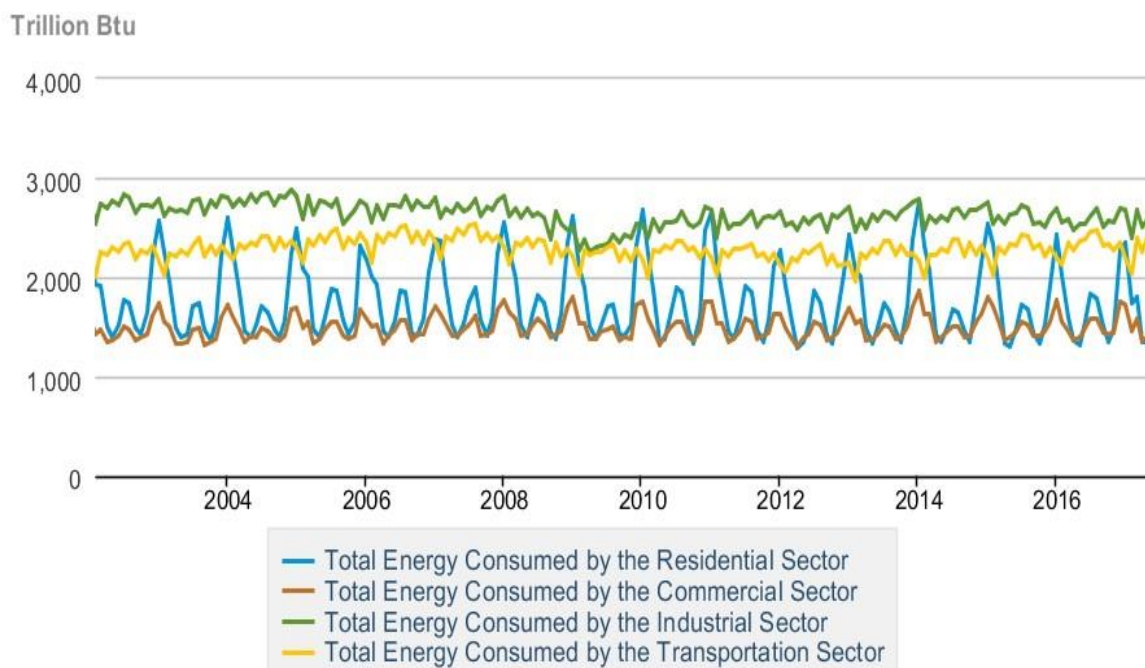
ตารางที่ ข-19: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศสหรัฐอเมริกา

หน่วย: ล้านล้านบีทียู

การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย	ปี ค.ศ.						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	97,473.08	96,894.54	94,484.47	97,242.77	98,465.86	97,348.87	97,470.07
• ภาคบ้านอยู่อาศัย	21,843.99	21,404.01	19,965.34	21,196.12	21,558.35	20,512.23	20,422.83
• ภาคธุรกิจการค้า	18,046.91	17,965.95	17,391.71	17,895.11	18,195.43	18,152.04	18,214.41
• ภาคอุตสาหกรรม	30,523.11	30,812.46	30,908.16	31,402.75	31,622.21	31,329.36	30,973.45
• ภาคขนส่ง	27,059.07	26,712.12	26,219.26	26,748.79	27,089.87	27,355.24	27,859.38

ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

รูปที่ ข-5: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศสหรัฐอเมริกา



ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี ค.ศ. 2010 - 2016 ตารางที่ ข-20 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการผลิตค่อนข้างคงที่ โดยอาศัยการผลิตด้วยพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก ซึ่งเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 1 ในปี ค.ศ. 2016 คือก๊าซธรรมชาติ ซึ่งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33.8 รองมาคือ ถ่านหิน ร้อยละ 30.4 นอกจากนี้ยังมีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 และผลิตด้วยพลังงานหมุนเวียน อันได้แก่ พลังน้ำ เชื้อเพลิงชีวมวล พลังงานลม อีกประมาณร้อยละ 13 ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละปี

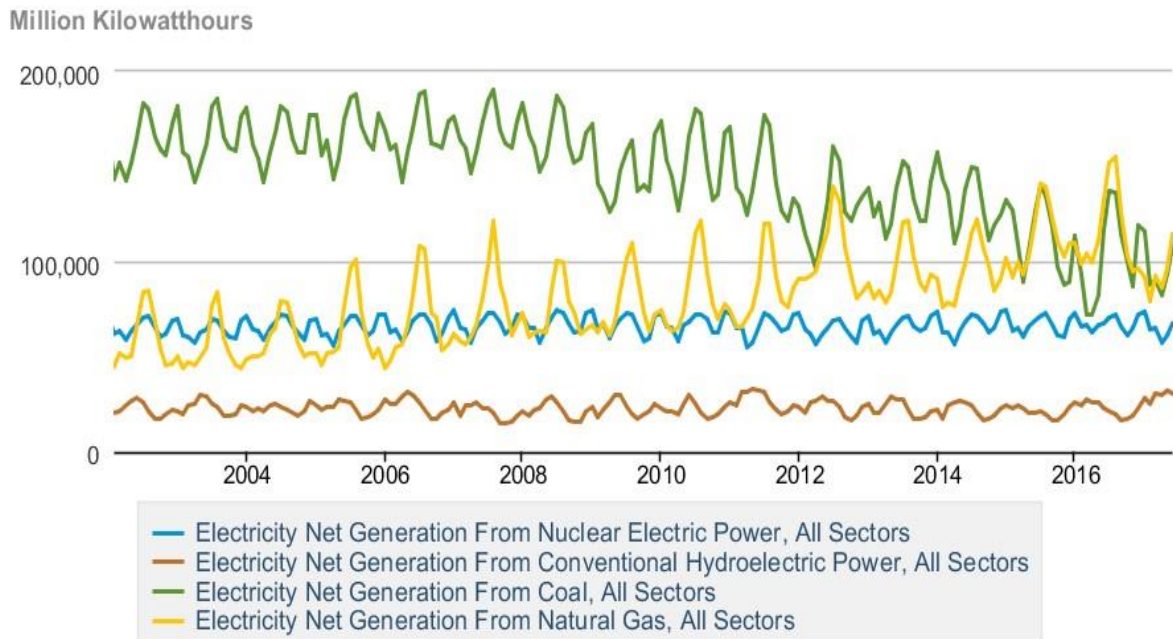
ตารางที่ ข-20: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา

หน่วย: ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี ค.ศ.				
	2012	2013	2014	2015	2016
ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด	4,047,765.26	4,065,964.07	4,093,606.01	4,077,600.94	4,079,078.76
• ผลิตด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล					
– ถ่านหิน	1,514,042.95	1,581,114.72	1,581,710.35	1,352,398.20	1,240,108.38
– ปิโตรเลียม	23,189.54	27,164.44	30,231.86	28,248.75	23,906.45
– ก๊าซธรรมชาติ	1,225,894.18	1,124,835.56	1,126,608.96	1,333,482.11	1,380,294.64
• ผลิตด้วยพลังนิวเคลียร์	769,331.25	789,016.47	797,165.98	797,165.98	805,327.22
• ผลิตด้วยพลังงานหมุนเวียน					
– พลังน้ำ	276,240.22	268,565.38	259,366.62	249,080.09	265,829.33
– เชื้อเพลิงชีวมวล	57,622.17	60,858.03	63,989.44	63,631.88	62,572.17
– พลังลม	140,821.70	167,839.75	181,655.28	190,718.55	226,872.11

ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

รูปที่ ข-6: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา



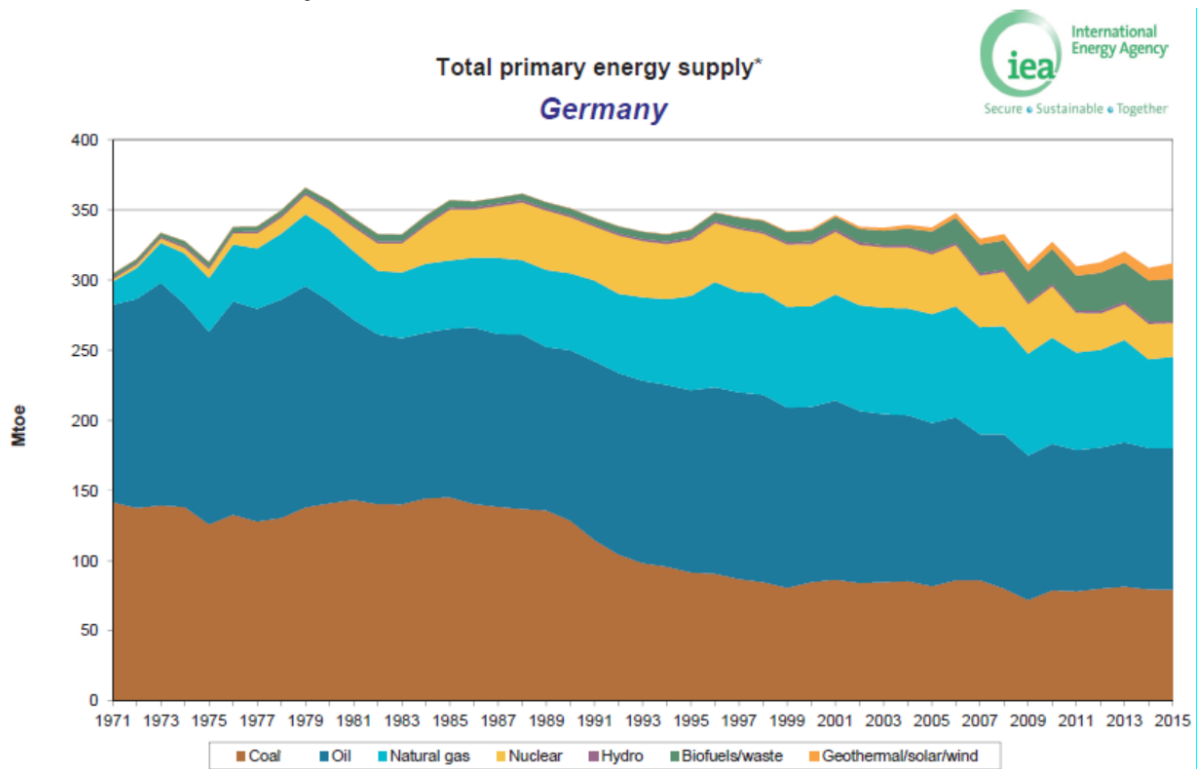
ที่มา: US Energy Information Administration (2017)

ข.6 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศเยอรมนี

ประเทศเยอรมนีอาศัยแหล่งพลังงานขั้นต้นจากถ่านหิน, พลังงานนิวเคลียร์, เชื้อเพลิงชีวมวล และพลังงานขยะเป็นสำคัญ โดยในปี ค.ศ. 2015 ประเทศเยอรมนีจัดหาพลังงานได้ทั้งหมด 119,571 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ มาจากถ่านหิน ร้อยละ 36 พลังงานนิวเคลียร์ ร้อยละ 20 เชื้อเพลิงชีวมวล และพลังงานขยะรวมกัน ร้อยละ 25.5 และแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น น้ำมันดิบ, ก๊าซธรรมชาติ, พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานน้ำรวมกัน ร้อยละ 18.5 ดังแสดงในตารางที่ ข-21

อย่างไรก็ตามการผลิตพลังงานภายในประเทศเยอรมนี คิดเป็นสัดส่วนเพียง ร้อยละ 38.8 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศคิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 83.9 ของการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด ซึ่งพลังงานหลักที่นำเข้า ได้แก่ น้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35.9 ของการนำเข้าพลังงานทั้งหมด รองมา คือ ก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 33.3 น้ำมันปิโตรเลียม ร้อยละ 14.7 และถ่านหิน ร้อยละ 14.5 ตามลำดับ

รูปที่ ข-7: การจัดหาพลังงานขั้นต้นของประเทศเยอรมนี

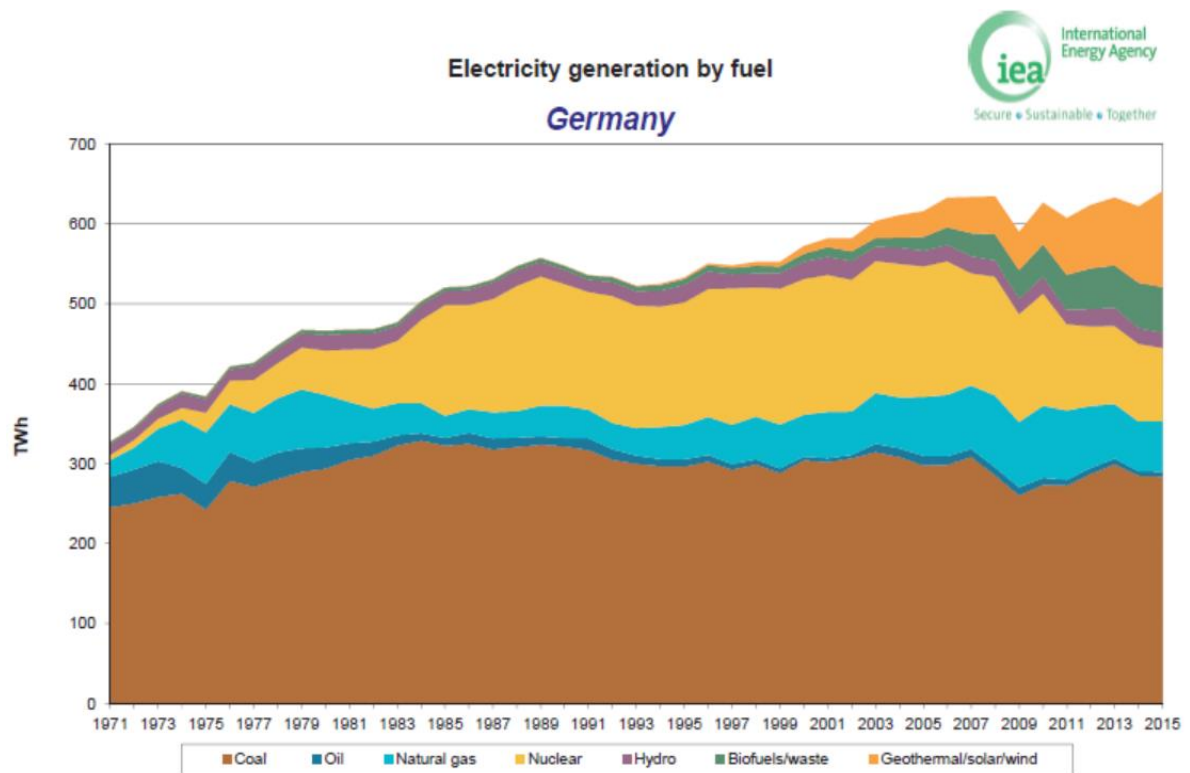


ที่มา: International Energy Agency (2018)

ตารางที่ ข-22 แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศเยอรมนี ในระหว่างปี ค.ศ. 2011 – 2015 มีแนวโน้มคงที่ ประมาณร้อยละ 75 ของการใช้พลังงานทั้งหมด เกิดจากการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และบ้านอยู่อาศัย ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน ยกตัวอย่างในปี ค.ศ. 2015 มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายรวมทั้งสิ้น 220,168 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เป็นการใช้พลังงานจากภาคขนส่งมากที่สุด 55,693 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 25.3 ของการใช้พลังงานทั้งหมด รองมาคือภาคอุตสาหกรรม 55,275 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ร้อยละ 25.1) และ บ้านพักอาศัย 53,122 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ร้อยละ 24.1) ตามลำดับ

การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศเยอรมนีในระหว่างปี ค.ศ. 2011 – 2015 พบว่ามีการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 1.35 ต่อปี โดยในปี ค.ศ. 2015 ถ่านหินคือเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.7 รองลงมาคือ พลังงานนิวเคลียร์ ร้อยละ 14.1 และพลังงานจากลม ร้อยละ 12.2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ข-23

รูปที่ ข-8: การผลิตไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี



ที่มา: International Energy Agency (2018)

ตารางที่ ข-21: การจัดหาพลังงานขั้นต้นประเทศเยอรมนี

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)

การจัดหาพลังงานขั้นต้น	ปี ค.ศ.									
	2011		2012		2013		2014		2015	
	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)
การจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	122,495	100.0	122,543	100.0	120,421	100.0	119,734	100.0	119,571	100.0
• ถ่านหิน	46,697	38.1	47,596	38.8	45,055	37.4	44,133	36.9	43,004	36.0
• น้ำมันดิบ	3,443	2.8	3,361	2.7	3,365	2.8	3,110	2.6	3,180	2.7
• น้ำมันปิโตรเลียม	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
• ก๊าซธรรมชาติ	10,890	8.9	9,566	7.8	8,863	7.4	6,862	5.7	6,333	5.3
• พลังนิวเคลียร์	28,138	23.0	25,920	21.2	25,354	21.1	25,312	21.1	23,920	20.0
• พลังน้ำ	1,520	1.2	1,871	1.5	1,978	1.6	1,684	1.4	1,632	1.4
• พลังงานความร้อนใต้พิภพ, พลังงาน แสงอาทิตย์, อื่น ๆ	6,521	5.3	7,292	6.0	7,843	6.5	8,842	7.4	11,027	9.2
• เชื้อเพลิงชีวภาพ, พลังงานขยะ	25,286	20.6	26,936	22.0	27,963	23.2	29,790	24.9	30,476	25.5
• ไฟฟ้า	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
• ความร้อน										

ที่มา: International Energy Agency (2018)

ตารางที่ ข-22: การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศเยอรมนี

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)

การจัดหาพลังงานขั้นต้น	ปี ค.ศ.									
	2011		2012		2013		2014		2015	
	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)	ktoe	สัดส่วน (ร้อยละ)
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	218,496	100.0	220,065	100.0	225,334	100.0	216,322	100.0	220,168	100.0
ภาคอุตสาหกรรม	55,965	25.6	55,119	25.0	55,176	24.5	54,882	25.4	55,275	25.1
ภาคขนส่ง	53,647	24.6	53,240	24.2	54,222	24.1	54,998	25.4	55,693	25.3
บ้านอยู่อาศัย	54,492	24.9	56,534	25.7	59,613	26.5	51,287	23.7	53,122	24.1
ธุรกิจการค้า และบริการสาธารณะ	31,864	14.6	33,201	15.1	34,438	15.3	32,907	15.2	34,691	15.8
อื่น ๆ	162	0.1	158	0.1	147	0.1	129	0.1	121	0.1
Non-Energy Use	22,366	10.2	21,813	9.9	21,738	9.6	22,120	10.2	21,266	9.7

ที่มา: International Energy Agency (2018)

ตารางที่ ข-23: การผลิตไฟฟ้าของประเทศเยอรมนี

หน่วย: กิกะวัตต์ชั่วโมง (GWh)

การผลิตไฟฟ้า	ปี ค.ศ.									
	2011		2012		2013		2014		2015	
	GWh	สัดส่วน (ร้อยละ)	GWh	สัดส่วน (ร้อยละ)	GWh	สัดส่วน (ร้อยละ)	GWh	สัดส่วน (ร้อยละ)	GWh	สัดส่วน (ร้อยละ)
การผลิตไฟฟ้าทั้งหมด	613,068	100.0	629,812	100.0	638,729	100.0	627,795	100.0	646,888	100.0
ถ่านหิน	272,380	44.4	287,013	45.6	299,011	46.8	284,911	45.4	283,710	43.7
น้ำมัน	7,162	1.2	7,627	1.2	7,198	1.1	5,659	0.9	6,209	1.0
แก๊ส	87,229	14.2	77,602	12.3	68,737	10.8	62,270	9.9	63,017	9.7
เชื้อเพลิงชีวมวล	32,846	5.4	39,678	6.3	41,154	6.4	43,345	6.9	44,555	6.9
พลังงานขยะ	11,156	1.8	11,504	1.8	11,994	1.9	13,503	2.2	12,824	2.0
พลังนิวเคลียร์	107,971	17.6	99,460	15.8	97,290	15.2	97,129	15.5	91,786	14.1
พลังน้ำ	23,511	3.8	27,849	4.4	28,782	4.5	25,444	4.1	24,898	3.8
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	19	0.0	25	0.0	80	0.0	98	0.0	134	0.0
เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar PV)	19,599	3.2	26,380	4.2	31,010	4.9	36,056	5.7	38,726	6.0
พลังลม	48,883	8.0	50,670	8.0	51,708	8.1	57,357	9.1	79,206	12.2
อื่น ๆ	2,312	0.4	2,004	0.3	1,765	0.3	2,023	0.3	1,823	0.3

ที่มา: International Energy Agency (2018)

ข.7 ภาคพลังงาน การจัดหาและการใช้พลังงานในภาคขนส่งในประเทศไทย

ประเทศไทยอาศัยแหล่งพลังงานขั้นต้น (Primary Energy) จากปิโตรเลียมเป็นสำคัญ โดยกว่าร้อยละ 59 ของพลังงานทั้งหมดที่ประเทศไทยผลิตได้มาจาก ปิโตรเลียม อันได้แก่ น้ำมันดิบ คอนเดนเสท และ ก๊าซธรรมชาติ โดยในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีการผลิตพลังงานภายในประเทศทั้งสิ้น 78,795 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 3.9 โดยมีการผลิตพลังงานจากปิโตรเลียมคิดเป็นร้อยละ 58.2 ของการผลิตพลังงานทั้งหมด รองลงมาได้แก่พลังงานหมุนเวียน พลังงานหมุนเวียนดั้งเดิม ถ่านหิน เชื้อเพลิงชีวภาพ และพลังงานอื่น ๆ ในสัดส่วนร้อยละ 22.1, 11.9, 5.5, 2.1 และ 0.3 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ ข-26

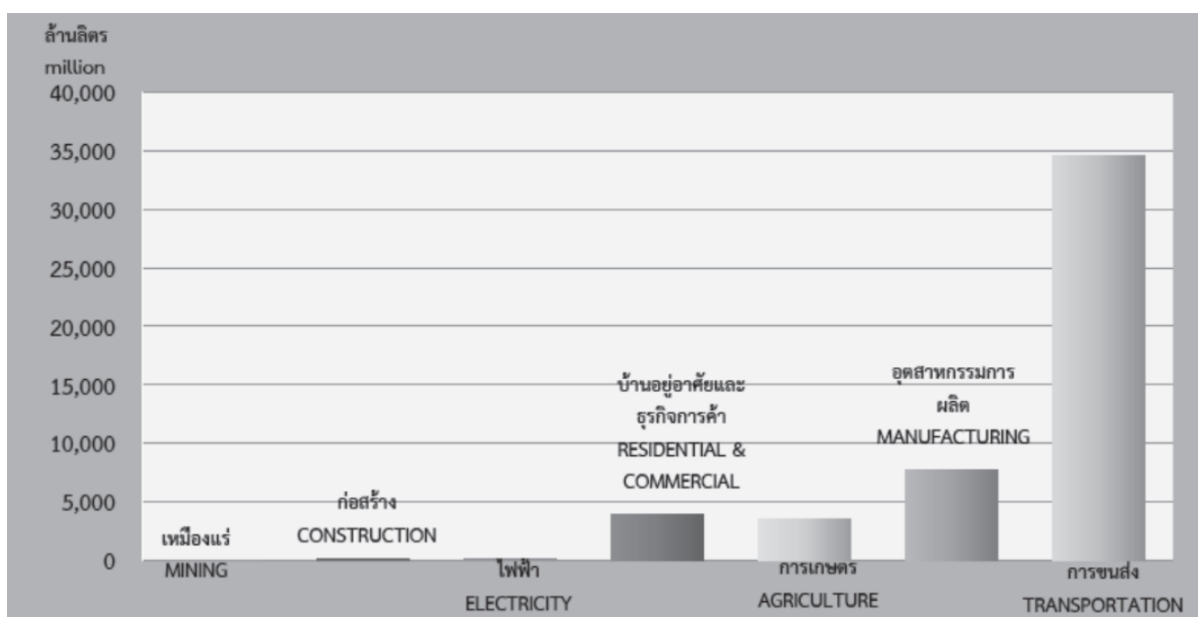
เมื่อพิจารณาเฉพาะการผลิตปิโตรเลียม ซึ่งถือว่าแหล่งพลังงานขั้นต้นที่สำคัญที่สุด จะพบว่าในปี พ.ศ. 2559 การผลิตในประเทศไทยมีปริมาณ 45,838 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ประกอบไปด้วยก๊าซธรรมชาติ 33,408 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ น้ำมันดิบ 8,124 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ และ คอนเดนเสท 4,306 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 72.9, 17.7, และ 9.4 ของการผลิตพลังงานจากปิโตรเลียม ตามลำดับ

ในปี พ.ศ. 2559 มีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 91,854 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 ร้อยละ 3.1 โดยเป็นการใช้ในภาคขนส่ง 30,190 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ใช้ในภาคการผลิตและเหมืองแร่ 29,456 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ใช้ในภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ 20,283 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ และเป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ไม่เป็นพลังงาน 11,925 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ หรือ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32.9, 32.1, 22.1 และ 13 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ตามลำดับ

สำหรับการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2555 – 2559 แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภาคขนส่ง โดยในปี พ.ศ. 2559 การใช้พลังงานในภาคขนส่ง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 ร้อยละ 5.9 ซึ่งเมื่อพิจารณาการใช้พลังงานภาคขนส่ง จากข้อมูลปี พ.ศ. 2555 – 2559 จะพบว่า การขนส่งทางถนนมีสัดส่วนในการใช้พลังงานเกือบร้อยละ 80 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่ง และกว่าร้อยละ 87 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนในประเทศไทยอาศัยแหล่งพลังงานจากน้ำมันสำเร็จรูป โดยน้ำมันดีเซลจะถูกใช้ในภาคขนส่งมากที่สุดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 43 ของการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในภาคขนส่ง ดังแสดงในตารางที่ ข-27

ด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น ตารางที่ ข-29 แสดงให้เห็นถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งสิ้น 37,530, 37,422 และ 45,358 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ในปี พ.ศ. 2557 2558 และ 2559 ตามลำดับ โดยผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหินเป็นสำคัญ และพบว่า ในปี พ.ศ. 2557 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยอาศัยพลังงานจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน และพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64.6, 22.4 และ 11.2 ตามลำดับ สัดส่วนนี้ได้เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญโดยในปี พ.ศ. 2559 โดยพบว่า การผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหินมีสัดส่วนลดลงเหลือร้อยละ 59.1 และ 17.7 ตามลำดับ ในขณะที่การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 22.5

รูปที่ ข-9: การใช้น้ำมันสำเร็จรูปจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทย พ.ศ. 2559



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

จากข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าใน ปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีการผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าระบบ เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาถึงร้อยละ 21.2 ซึ่งส่วนไฟฟ้าที่ผลิตเพิ่มขึ้นนี้เป็นไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานหมุนเวียน โดยเพิ่มขึ้นจาก 4,305 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2558 เป็น 10,209 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบในปี พ.ศ. 2559 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 137.1 และเมื่อพิจารณาประเภทย่อยของพลังงานหมุนเวียนพบว่าการผลิตไฟฟ้าจาก วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกากอ้อยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 สูงถึงร้อยละ 59.3 และ ร้อยละ 48.5 ตามลำดับ

ตารางที่ ข-24: ดุลยภาพพลังงานในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2557

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	ปิโตรเลียมและ ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม	ไฟฟ้า	พลังงาน หมุนเวียน	พลังงาน หมุนเวียน ดั้งเดิม	อื่น ๆ
การผลิตภายในประเทศ	79,314	4,622	1,799	48,266	0	10,619	13,740	268
บวก การนำเข้า	69,248	13,188	0	54,911	1,045	0	104	0
หัก การส่งออก	10,716	18	3	10,534	136	0	25	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	1,014	-4,750	60	3,676	0	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	136,832	13,042	1,856	96,319	909	10,619	13,819	268
การแปรรูปพลังงาน	-38,083	-8,413	-1,856	-32,703	14,866	-4,211	-5,849	-268
การใช้ในภาคพลังงาน	-11,080	0	0	-10,575	-505	0	0	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	-1,081	0	0	-182	-899	0	0	0
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	86,588	4,629	0	52,859	14,371	6,408	8,321	0
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	27,990	4,629	0	8,685	5,939	6,396	2,341	0
• ภาคขนส่ง	26,801	0	0	26,792	9	0	0	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	21,013	0	0	6,598	8,423	12	5,980	0
• Non-Energy Use	10,784	0	0	10,784	0	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	36,344	-3,784	-1,856	9,399	27,833	2,197	2,472	-268
ส่วนต่างทางสถิติ	100,488	16,826	3,712	86,920	-26,924	8,422	11,347	536

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2558)

ตารางที่ ข-25: ดุลยภาพพลังงานในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	ปิโตรเลียมและ ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม	ไฟฟ้า	พลังงาน หมุนเวียน	พลังงาน หมุนเวียน ดั้งเดิม	อื่น ๆ
การผลิตภายในประเทศ	75,838	3,858	1,941	46,008	0	11,097	12,912	22
บวก การนำเข้า	74,928	13,846	0	59,767	1,228	0	87	0
หัก การส่งออก	11,971	16	0	11,732	193	0	30	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	3,299	-5,878	33	2,546	0	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	135,496	11,810	1,974	96,589	1,035	11,097	12,969	22
การแปรรูปพลังงาน	-35,378	-7,407	-1,974	-31,654	15,708	-4,518	-5,511	-22
การใช้ในภาคพลังงาน	-9,790	0	0	-9,506	-284	0	0	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	-1,202	0	0	-198	-1,004	0	0	0
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	89,126	4,403	0	55,231	15,455	6,579	7,458	0
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	27,829	4,403	0	9,070	6,554	6,578	1,224	0
• ภาคขนส่ง	28,501	0	0	28,491	10	0	0	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	21,551	0	0	6,425	8,891	1	6,234	0
• Non-Energy Use	11,245	0	0	11,245	0	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	45,160	-3,004	-1,974	13,873	29,875	2,061	1,947	-22
ส่วนต่างทางสถิติ	90,336	14,814	-3,948	82,716	-28,840	9,036	11,022	44

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2559)

ตารางที่ ข-26: ดุลยภาพพลังงานในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2559

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

รายการ	รวมพลังงาน ทุกประเภท	ถ่านหิน	เชื้อเพลิง ชีวภาพ	ปิโตรเลียมและ ผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม	ไฟฟ้า	พลังงาน หมุนเวียน	พลังงาน หมุนเวียน ดั้งเดิม	อื่น ๆ
การผลิตภายในประเทศ	78,795	4,306	1,682	45,838	0	17,391	9,358	220
บวก การนำเข้า	74,452	13,604	0	59,096	1,689	0	63	0
หัก การส่งออก	10,904	26	0	10,733	122	0	23	0
บวก ส่วนเปลี่ยนของสต็อก	-1,748	-4,558	60	2,750	0	0	0	0
รวมการจัดหาพลังงานขั้นต้นทั้งหมด	140,595	13,326	1,742	96,951	1,567	17,391	9,398	220
การแปรรูปพลังงาน	-40,102	-8,013	-1,742	-31,959	15,988	-10,209	-3,947	-220
การใช้ในภาคพลังงาน	-7,403	0	0	-7,122	-281	0	0	0
การสูญเสียระหว่างการขนส่งและแจกจ่าย	-1,236	0	0	-195	-1,041	0	0	0
การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	91,854	5,313	0	57,675	16,233	7,182	5,451	0
• ภาคอุตสาหกรรมการผลิตและเหมืองแร่	29,456	5,313	0	10,133	6,835	7,175	0	0
• ภาคขนส่ง	30,190	0	0	30,180	10	0	0	0
• ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ	20,283	0	0	5,437	9,388	7	5,451	0
• Non-Energy Use	11,925	0	0	11,925	0	0	0	0
รวมการใช้พลังงานทั้งหมด	43,113	-2,700	-1,742	18,399	30,899	-3,027	1,504	-220
ส่วนต่างทางสถิติ	97,482	16,026	-3,484	78,552	-29,332	20,418	7,894	440

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

ตารางที่ ข-27: การใช้พลังงานในภาคขนส่งจำแนกตามวิธีขนส่งในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2555 – 2559

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

รูปแบบการขนส่ง	ปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
ทางถนน	21,072	21,385	21,056	22,180	23,439
● น้ำมันสำเร็จรูป	18,614	18,676	18,262	19,498	20,996
● ก๊าซธรรมชาติ	2,458	2,709	2,794	2,682	2,443
● ไฟฟ้า	-	-	-	-	-
ทางราง	86	92	80	86	87
● น้ำมันสำเร็จรูป	77	78	71	76	77
● ก๊าซธรรมชาติ	-	-	-	-	-
● ไฟฟ้า	9	14	9	10	10
ทางน้ำ	911	920	1,159	1,303	1,377
● น้ำมันสำเร็จรูป	911	920	1,159	1,303	1,377
● ก๊าซธรรมชาติ	-	-	-	-	-
● ไฟฟ้า	-	-	-	-	-
ทางอากาศ	4,161	4,546	4,506	4,932	5,287
● น้ำมันสำเร็จรูป	4,161	4,546	4,506	4,932	5,287
● ก๊าซธรรมชาติ	-	-	-	-	-
● ไฟฟ้า	-	-	-	-	-
รวม	26,230	26,943	26,801	28,501	30,190

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

ตารางที่ ข-28: การใช้น้ำมันสำเร็จรูปในภาคขนส่งจำแนกตามประเภทน้ำมันในประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2555 – 2559

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ประเภทน้ำมัน	ปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
ก๊าสปิโตเลียมเหลว	1,238	2,071	2,304	2,020	1,711
เบนซินพิเศษไร้สารตะกั่วออกเทน 91	2,254	24	25	42	53
เบนซินพิเศษไร้สารตะกั่วออกเทน 95	31	459	371	374	362
แก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 91	1,579	2,482	2,678	2,986	3,017
แก๊สโซฮอล์ อี 10 ออกเทน 95	1,418	2,231	2,038	2,421	2,904
แก๊สโซฮอล์ อี 20 ออกเทน 95	260	702	1,001	1,120	1,306
แก๊สโซฮอล์ อี 85	26	104	249	237	242
ดีเซลหมุนเร็ว	12,307	10,836	9,807	10,514	11,633
อื่น ๆ	4,920	5,311	5,525	6,095	6,509
รวม	23,763	24,220	23,998	25,809	27,737

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

ตารางที่ ข-29: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2555 – พ.ศ. 2559

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
● ถ่านหิน	7,819	7,865	8,413	7,407	8,013
- แอนทราไซต์	19	499	-	-	-
- บิทูมินัส	2,702	2,310	4,080	2,672	3,393
- ลิกไนต์	4,150	4,182	4,216	3,588	4,064
- ถ่านอัดและอื่น ๆ	948	874	117	1,147	556
● น้ำมันสำเร็จรูป	470	364	381	208	108
- น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	28	59	18	24	33
- น้ำมันเตา	442	305	363	184	75

ตารางที่ ข-29: การผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยปี พ.ศ. 2555 – 2559 (ต่อ)

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	ปี พ.ศ.				
	2555	2556	2557	2558	2559
● ก๊าซธรรมชาติ	24,148	23,097	24,257	25,267	26,808
● พลังงานหมุนเวียน	3,168	387	4,211	4,305	10,209
- แสงอาทิตย์	42	107	164	203	288
- ลม	12	4	34	28	29
- พลังน้ำขนาดเล็ก	28	23	26	25	27
- พลังน้ำขนาดใหญ่	731	455	427	305	284
- พลังงานความร้อนใต้พิภพ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
- แกลบ	681	679	434	427	802
- กากอ้อย	1,241	1,732	2,160	2,144	3,184
- ขยะ	10	14	14	137	29
- ก๊าซชีวภาพ	131	175	179	209	196
● พลังงานอื่น ๆ	140	284	268	235	220
รวม	35,745	35,417	37,530	37,422	45,358

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560)

ภาคผนวก ค

รายละเอียดโครงการวิจัยและพัฒนานานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

โครงการเกี่ยวกับการพัฒนาต้นแบบ รวมถึงดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีชาร์จไฟฟ้า

1. โครงการวิจัยและพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงจากรถยนต์ใช้แล้ว ในปี พ.ศ. 2553 โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้มีแนวคิดริเริ่มการพัฒนาเครื่องยนต์นั่งส่วนบุคคลให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรถยนต์เก่าของตนเองให้รองรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เนื่องจากในขณะนั้นเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้ายังไม่เป็นที่นิยม กฟผ. ได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าที่จะมีบทบาทสำคัญต่ออนาคตของประเทศ จึงได้ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) พัฒนาด้านแบบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลจากการดัดแปลงรถยนต์ใช้แล้วภายใต้ “โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาอุปกรณ์หลัก สำหรับติดตั้งทดแทนในรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงให้สามารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าได้ เพื่อการนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยขยายผลให้เกิดการพัฒนาชุดดัดแปลงเชิงพาณิชย์ผลิตขึ้นภายในประเทศ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใช้งานรถยนต์น้ำมันที่ต้องการปรับเปลี่ยนเป็นรถยนต์ไฟฟ้า โดยในโครงการนี้ได้ดำเนินการดัดแปลงรถยนต์ 2 รุ่น คือ Honda Jazz และ Toyota Vios

2. โครงการพัฒนาต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กประสิทธิภาพสูง (High Performance City Electric Car Prototype Development Project) โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคร่วมกับ สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบยานยนต์ไฟฟ้า ที่เป็นรถขนาดเล็กมี 4 ที่นั่ง แบบ 5 ประตู เพื่อใช้ในเมือง เพื่อลดต้นทุนการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และสามารถนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ ระยะเวลาโครงการ ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2555 ด้วยงบประมาณสนับสนุน 20 ล้านบาท

3. โครงการวิจัยเพื่อจัดสร้างต้นแบบเครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบธรรมดาสำหรับเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โครงการนี้เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2557 โดยการไฟฟ้านครหลวง มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างต้นแบบเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดาสำหรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เครื่องควบคุมการอัดประจุไฟฟ้า การเชื่อมต่อกับระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว รวมถึงระบบอัดประจุไฟฟ้าที่สามารถตอบสนองต่อระบบไฟฟ้า และจัดทำรายงานผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบไฟฟ้าให้เป็นระบบสมาร์ตกริด ที่สอดคล้องกับธุรกิจและการบริการ การสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรและธุรกิจใหม่ต่อไป

4. โครงการวิจัยสถานีบริการชาร์จแบตเตอรี่ต้นแบบสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ารองรับมาตรฐาน GHAdeMO เปิดตัวเมื่อวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2556 มีระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี โดย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มอบทุนสนับสนุนแก่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อพัฒนาระบบไฟฟ้าอัจฉริยะของ กฟภ. จะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ 1) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบ Quick Charger 2) ระบบการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 3) ระบบสะสมพลังงาน หรือ Energy Storage System 4) ระบบบริหารจัดการพลังงานภายในสถานี หรือ Energy management System ที่ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ภายใน 20 นาที มีวัตถุประสงค์ เพื่อมุ่งเน้นการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ และ

ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งเพื่อสร้างเครื่องชาร์จที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการนำไปใช้กับยานยนต์ไฟฟ้า และรองรับการทำงานร่วมกับไฟฟ้าอัจฉริยะ

5. โครงการวิจัยเพื่อจัดสร้างระบบบริหารจัดการเครื่องชาร์จไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกันเป็นโครงข่าย
โดย กพน. มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษา ออกแบบ และจัดสร้างต้นแบบระบบบริหารจัดการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกันเป็นโครงข่าย เชื่อมต่อระหว่างเครื่องอัดประจุไฟฟ้ากับศูนย์กลาง เพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็วแต่ละตัว การเชื่อมต่อกับระบบเก็บเงินสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และจัดทำรายงานผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบไฟฟ้าให้เป็นระบบสมรรถกิริยาที่สอดคล้องกับธุรกิจและการบริการ การสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรและธุรกิจใหม่ต่อไป

โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

1. โครงการวิจัยและศึกษาแนวโน้มการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2553 โดยการไฟฟ้านครหลวง เพื่อศึกษาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แบตเตอรี่ สถานีชาร์จไฟฟ้า รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานที่จะต้องจัดเตรียมในการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า เช่นการชาร์จไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัยหรือตามที่สาธารณะ นโยบายเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศ และผลกระทบของการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อ กฟน. ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความสามารถในการรองรับภาระทางไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของระบบไฟฟ้าของกฟน. รวมทั้งการเตรียมการในด้านมาตรการรองรับและแผนการดำเนินการในอนาคต

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

ส่วนแรก ประเมินภาพรวมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด ตลอดจนนำเสนอแนวทางและทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ ระบบการชาร์จไฟฟ้า ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ และการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ ซึ่งโดยสรุปพบว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าจะสามารถเติบโตได้ในอนาคต จะต้องมียะยะทางวิ่งต่อการชาร์จไฟฟ้า 1 ครั้งใกล้เคียงกับระยะทางของการเติมเชื้อเพลิงในยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน ดังนั้น เทคโนโลยีแบตเตอรี่จะเป็นตัวแปรหลักที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบัน ราคา ขนาด น้ำหนัก และอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยังเป็นข้อจำกัด นอกจากนี้ โครงสร้างพื้นฐานการอัดประจุไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเกิดความมั่นใจในการอัดประจุไฟฟ้าในที่สาธารณะ

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

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

3. การศึกษาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมการผลิตและใช้จักรยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กในประเทศไทย โครงการนี้เกิดจากความร่วมมือของ 4 หน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สนับสนุนโดย “โครงการร่วมสนับสนุนวิจัยและพัฒนา กฟผ.-สวทช.” ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2557 – 2559 มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเทคโนโลยีรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ศึกษาพฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าของผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเทคโนโลยีของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยหวังว่า จะมีส่วนสำคัญที่จะร่วมผลักดันให้มีมาตรการในการสนับสนุนเพื่อให้มีการผลิตและใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย รวมทั้งโอกาสและความเป็นไปได้ของยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กในอนาคต

ในการศึกษาพฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ได้มีการตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าใน 3 พื้นที่ คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (กรุงเทพมหานคร) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (จ.ปทุมธานี) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น (จ.ขอนแก่น) กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการทดสอบประกอบด้วยกลุ่มบุคคลทั่วไป อันได้แก่นักศึกษาและบุคลากรในมหาวิทยาลัย และกลุ่มจักรยานยนต์รับจ้าง โดยศึกษาพฤติกรรมการใช้รถของผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ รวมทั้งเน้นการทดสอบการใช้งานจริงของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า และเก็บข้อมูลจากการทำแบบสอบถาม สัมภาษณ์ และการหารือกลุ่มย่อยของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษามีขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 500 W ซึ่งสามารถนำไปจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้ ซึ่งผลการศึกษาพบว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมีสมรรถนะไม่สูงเท่ากับที่ผู้ผลิตรับไว้ ทั้งจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการและบนถนนจริง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

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

5. โครงการจัดเก็บฐานข้อมูลรถยนต์ไฟฟ้าและประเมินผลกระทบด้านคุณภาพไฟฟ้าของเครื่องชาร์จไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าของ กฟน. เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2558 โครงการนี้มีจุดประสงค์ของการศึกษาหลักคือ เก็บข้อมูลการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและการอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบเร็วและแบบธรรมดา รวมถึงการตรวจวัดเชิง

คุณภาพไฟฟ้าในการอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบเร็วและแบบธรรมดา พร้อมวิเคราะห์ผลกระทบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

6. โครงการศึกษาผลกระทบของการชาร์จไฟรถยนต์ไฟฟ้าในปริมาณมากต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า
โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กปน. ทั้งด้านคุณภาพไฟฟ้า เช่น Harmonic, Voltage Flicker, Voltage Unbalance และความพอเพียงของแหล่งจำหน่าย พร้อมศึกษาหาแนวทางเตรียมความพร้อมของระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กปน. เพื่อรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้น

โครงการสาธิตและทดลองการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีชาร์จไฟฟ้า

1. โครงการนำร่องสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้ารถยนต์มินิบัสไฟฟ้า และสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อรับส่งผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ กฟผ. สืบเนื่องจากนโยบายของรัฐที่สนับสนุนให้เกิดการส่งเสริมและสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีและการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า จึงนำมาซึ่งแผนจัดทำโครงการนำร่องสาธิตการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า โดยการจัดหายานยนต์ไฟฟ้าชนิดรถยนต์มินิบัสไฟฟ้าจำนวน 1 คัน พร้อมสถานีอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 1 สถานี สำหรับใช้งานนำร่องสาธิตในศูนย์นวัตกรรมและการเรียนรู้ กฟผ. (สำนักงานกลาง) เพื่อศึกษาผลกระทบด้านการใช้พลังงานและสมรรถนะการใช้งาน และศึกษาแนวทางพัฒนาระบบ Smart Charging

2. โครงการศึกษาและทดสอบรถยนต์ไฟฟ้าในการใช้งานในเขต กทม. เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2554 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการทำบันทึกข้อตกลงร่วมวิจัย (MOU) ระหว่าง กฟผ. และ บริษัท มิตรพิชิตมอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อร่วมกันศึกษาและทดลองใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร โดยบริษัทฯ ส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Mitsubishi i-MiEV จำนวน 1 คัน ให้ กฟผ. เป็นระยะเวลา 9 เดือน เพื่อดำเนินการศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น สมรรถนะ อัตราการใช้พลังงานผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าของ กฟผ. จากการอัดประจุไฟฟ้า และความพึงพอใจของผู้ใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า

3. โครงการสาธิตเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าและสถานีชาร์จไฟฟ้า กฟผ. ได้ดำเนินการในลักษณะการว่าจ้างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2554 เพื่อศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศทั้งในเอเชีย ยุโรป และอเมริกา มาตรฐานการอัดประจุไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์การอัดประจุไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าของ กฟผ. ซึ่งในโครงการเป็นการจัดซื้อรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล 1 คัน เครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว 1 เครื่อง และเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบธรรมดา 1 เครื่อง พร้อมก่อสร้างสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธิตเพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลรูปแบบการใช้งานจริงของสถานีอัดประจุไฟฟ้าและยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ศึกษาและออกแบบระบบอัดประจุไฟฟ้าทั้งแบบธรรมดาและแบบเร็วให้มีความปลอดภัยและเป็นไปตามมาตรฐานสากล ศึกษาและให้คำแนะนำในการกำหนดมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์การอัดประจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย รวมทั้งจัดทำแผนที่นำทางสำหรับ กฟผ. ในการเตรียมการรองรับการเกิดขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

4. โครงการร่วมมือในการทดลองใช้รถยนต์พลังงานไฟฟ้า เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2556 รูปแบบการดำเนินงานในลักษณะการทำบันทึกข้อตกลงร่วมวิจัย โดยเป็นการทำข้อตกลง (MOU) ระหว่าง กฟผ. และ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อร่วมกันศึกษาและทดลองใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร โดยบริษัทฯ ส่งมอบรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรุ่น Nissan Leaf จำนวน 1 คันให้ กฟผ. เป็นระยะเวลา 8 เดือน เพื่อดำเนินการศึกษาในด้านอัตราการใช้พลังงาน และการอัดประจุไฟฟ้ากับผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าของ กฟผ.

5. โครงการจัดหารถยนต์โดยสารไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในกิจการของ กฟผ. เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2559 จากนโยบายของรัฐบาลด้านยานยนต์ไฟฟ้า กฟผ. ในฐานะของผู้รับผิดชอบในการจำหน่ายไฟฟ้าในเขต

กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี ให้เพียงพอและมีความเชื่อถือได้สูงควรมีการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับนโยบายของรัฐบาลในอีก 2-3 ปีข้างหน้า กฟน. จึงมีโครงการจัดการโดยสารไฟฟ้าเพื่อส่งเสริมให้มีการนำรถโดยสารไฟฟ้ามาใช้งาน และเผยแพร่ให้องค์กรต่าง ๆ และภาคประชาชน ให้มีความรู้ ความเข้าใจ และได้ทดลองสัมผัสในเทคโนโลยีรถโดยสารไฟฟ้า รวมถึงการศึกษาทดลองสภาพการใช้งานจริง ประสิทธิภาพ และผลกระทบต่อระบบจำหน่าย และเพื่อเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ของกฟน.

6. การศึกษาวิจัยโครงการสาธิตรถยนต์โดยสารไร้มลพิษสำหรับ กฟภ. เป็นโครงการวิจัยเพื่อนำเสนอเทคโนโลยีและส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้าประเภทรถโดยสารขนส่งมวลชน ที่สามารถวิ่งให้บริการรับส่งประชาชนในเมืองและเส้นทางระหว่างเมืองในสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล และสามารถจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบกได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เพื่อประเมินศักยภาพของผู้ผลิตไทยเปรียบเทียบกับผู้ผลิตในต่างประเทศ ในด้านราคาต้นทุน ติดตั้ง รวมถึงการประเมินค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษา และต้นทุนรวมทั้งโครงการเพื่อเปรียบเทียบกับรถโดยสารที่ใช้น้ำมัน

7. โครงการสาธิตรถโดยสารไร้มลพิษสำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.) และบริษัท อู๋เชิดชัยอุตสาหกรรม จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมของบุคลากรของ กฟภ. ให้มีความรู้ความเข้าใจในระบบการเดินรถโดยสารพลังงานไฟฟ้า และวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการรถโดยสารพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบกับรถโดยสารที่ใช้น้ำมัน โดยในการดำเนินการศึกษาวิจัยโครงการสาธิตรถโดยสารไร้มลพิษสำหรับของ กฟภ. นั้น รถโดยสารไร้มลพิษ ถือเป็นรถโดยสารไฟฟ้าใช้งานจริงเชิงพาณิชย์คันแรกของไทยที่สร้างโดยคนไทย ซึ่ง กฟภ. ได้ใช้งบประมาณในการสร้างรถบัสดังกล่าวภายใต้ชื่อ PEA ZE-Bus จำนวน 19 ล้านบาท ดำเนินการวิจัยทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 และเปิดใช้ตัวเมื่อวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2557 สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ ร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันทั่วไป โดยสามารถขับเคลื่อนได้จริงในระยะ 100 กิโลเมตรต่อประจุแบตเตอรี่ (ชาร์จ) 3 ชั่วโมง ซึ่งขับเคลื่อนได้เร็วสูงสุด 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

โครงการพัฒนาศานีชาร์จไฟฟ้าและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง

1. โครงการนำร่องการใช้เทคโนโลยีสมาร์ตกริดเพื่อจัดการการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า (Smart Grid for EV Demand Management) การอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมากพร้อมกันในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง จะทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นมาก และทำให้การไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องลงทุนเพื่อเสริมระบบไฟฟ้าและสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มเติม เพื่อรองรับปริมาณโหลดจากการอัดประจุไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นภาระต่อผู้ใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ดังนั้น การประยุกต์ใช้ความสามารถของเทคโนโลยีสมาร์ตกริดเพื่อบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าให้หลีกเลี่ยงการอัดประจุไฟฟ้าพร้อมกันในช่วงเวลาที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง จะช่วยให้ภาครัฐลดการลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าและสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มเติมได้ โครงการนำร่องการใช้เทคโนโลยีสมาร์ตกริดเพื่อจัดการการใช้ไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้าของ กฟผ. จะเป็นการพัฒนาระบบสื่อสารเพื่อรับ-ส่งข้อมูลและสัญญาณควบคุมที่จำเป็นในการบริหารจัดการระบบอัดประจุไฟฟ้า ระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากับศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ต กริด (Smart Grid for EV Demand Management) โดยจะประสานงานกับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อติดตั้งระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) เพื่อเตรียมความพร้อมด้านระบบบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้ารองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าจำนวนมากในอนาคต โดยที่มีการลงทุนเสริมระบบไฟฟ้าน้อยที่สุด

2. โครงการศึกษาพัฒนามาตรฐานและเกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นสูงรองรับการติดฉลากเบอร์ 5 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดย กฟผ. ได้ผลักดันให้มีการพัฒนาประสิทธิภาพของยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า โดยการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นสูงรองรับการติดฉลากเบอร์ 5 สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้า เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีมาตรฐานและคุณภาพ ตลอดจนป้องกันไม่ให้มียานยนต์ไฟฟ้าและสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีคุณภาพต่ำเข้ามาจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งในการดำเนินงานโครงการนี้ กฟผ. จะหารือรายละเอียดการดำเนินงานร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีหน้าที่ในการศึกษากำหนดค่ามาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน (MEPS และ HEPS) เพื่อวางกรอบแนวทางร่วมกันต่อไป

3. โครงการวิจัยจัดทำระบบเก็บเงินสำหรับสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2556 โดย การไฟฟ้านครหลวง ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบเก็บเงินทั้งแบบ Postpaid และ Prepaid สำหรับการใช้บริการเครื่องอัดประจุไฟฟ้าแบบเร็ว โดยมีการยืนยันตัวตน (Authenticate) ด้วย RFID card กรณีระบบเก็บเงินแบบ Prepaid เมื่ออัดประจุไฟฟ้าเสร็จสิ้น หรือระบบหยุดการอัดประจุไฟฟ้ากะทันหันไม่ว่าด้วยกรณีใด ๆ ระบบจะหักค่าบริการออกจากวงเงินคงเหลือ โดยที่ผู้ใช้บริการต้องมีเงินคงเหลือมากกว่าเงินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ก่อนการขออัดประจุไฟฟ้า กรณีระบบเก็บเงินแบบ Postpaid ในแต่ละครั้งที่มีการอัดประจุไฟฟ้า ระบบจะเก็บข้อมูลค่าบริการไว้ในฐานข้อมูลแยกตามหมายเลขผู้ใช้บริการ เมื่อครบรอบเดือน ระบบจะส่งค่าบริการการอัดประจุไฟฟ้าไปให้ระบบ SAP เพื่อพิมพ์ค่าบริการไว้ในใบแจ้งค่าไฟฟ้าต่อไป

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

5. แผนยุทธศาสตร์การจัดการสถานีจำหน่ายพลังงานและระบบจัดการอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับยานพาหนะไฟฟ้า เริ่มปี พ.ศ. 2556 โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อกำหนดทิศทางการจัดตั้งสถานีจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น โดยจะดำเนินการประเมินจำนวนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีศักยภาพในส่วนภูมิภาค เพื่อกำหนดตำแหน่งติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า ในช่วงเริ่มต้นจะเป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล ศึกษาภาระเปรียบที่เกี่ยวกับการใช้งานและการให้บริการกับยานยนต์ไฟฟ้าและจักรยานยนต์ไฟฟ้า จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพในการจัดตั้งสถานี และนำผลที่ได้มากำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งต่อไป

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนรวมในความเป็นเจ้าของในกรณีฐาน

ตารางที่ ง-1: ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของยานยนต์ตัวอย่าง: กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์

ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค		Toyota Yaris (2017)	Fomm ONE (2018)
			
เครื่องยนต์	ความจุ (ซีซี)	1,197	-
	กำลังสูงสุด (แรงม้า)	86	13.4
	แรงบิดสูงสุด (นิวตันเมตร)	108	560
มิติรถยนต์	ความยาว (มม.)	4,145	2,585
	ความกว้าง (มม.)	1,730	1,295
	น้ำหนัก (กก.)	1,040	630
	ขนาดยาง	185/60 R15	145/65 R15
	ความจุถังน้ำมัน (ลิตร)	42	-
ความจุแบตเตอรี่ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		-	2.96 kWh × 4
ปริมาณการปล่อย CO ₂ (กรัมต่อกิโลเมตร)		118	-
ระยะทางด้วยพลังงานไฟฟ้าต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง (กิโลเมตร)		-	160
ระยะเวลาอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (ชั่วโมง)		-	6

ที่มา: บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) (2561), FOMM (ASIA) Co., Ltd. (2018)

ตารางที่ ง-2: ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคของยานยนต์ตัวอย่าง: กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค		Honda Civic 1.8 EL (2016)	Hyundai IONIQ Electric (2018)	Toyota Prius Prime (2018)
				
เครื่องยนต์	ความจุ (ซีซี)	1,799	-	1,798
	กำลังสูงสุด (แรงม้า)	141	120	121
	แรงบิดสูงสุด (นิวตันเมตร)	174	295	
มิติรถยนต์	ความยาว (มม.)	4,630	4,470	4,645
	ความกว้าง (มม.)	1,799	1,820	1,760
	น้ำหนัก (กก.)	1,242	1,420	1,526
	ขนาดยาง	215/55 R16	205/55 R16	195/65 R15
	ความจุถังน้ำมัน (ลิตร)	47	-	43
ความจุแบตเตอรี่ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		-	28	8.8
ปริมาณการปล่อย CO ₂ (กรัมต่อกิโลเมตร)		147	-	28
ระยะทางด้วยพลังงานไฟฟ้าต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง (กิโลเมตร)		-	280	40
ระยะเวลาอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (ชั่วโมง)		-	12	5.5

ที่มา: บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด (2559), ฮุนได มอเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด (2561), Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. (2018)

ตารางที่ ง-3: ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคยานยนต์ตัวอย่าง: กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่

ข้อมูลจำเพาะทางเทคนิค		Mercedes Benz S350d (2018)	BMW 740Le (2017)	Tesla Model S 75 kWh (2017)
				
เครื่องยนต์	ความจุ (ซีซี)	2,925	1,998	-
	กำลังสูงสุด (แรงม้า)	210	เครื่องยนต์ 258, มอเตอร์ไฟฟ้า 113	315
	แรงบิดสูงสุด (นิวตันเมตร)	600	500	325
มิติรถยนต์	ความยาว (มม.)	5,271	5,238	4,970
	ความกว้าง (มม.)	1,905	1,902	1,963
	น้ำหนัก (กก.)	1,810	2,155	2,108
	ขนาดยาง	หน้า 245/45 R19, หลัง 275/40 R19	หน้า 245/40 R20, หลัง 275/35 R20	245/45 R19
	ความจุถังน้ำมัน (ลิตร)	70	46	-
ความจุแบตเตอรี่ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		-	9.2	75
ปริมาณการปล่อย CO ₂ (กรัมต่อกิโลเมตร)		139	49	-
ระยะทางด้วยพลังงานไฟฟ้าต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง (กิโลเมตร)		-	37	386
ระยะเวลาอัดประจุไฟฟ้าแบบปกติ (ชั่วโมง)		-	2.75	11.75

ที่มา: บริษัท เมอร์เซเดส-เบนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด (2561), บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู (ประเทศไทย) จำกัด (2560), Tesla Motors, Inc. (2017)

ตารางที่ ง-4: ราคาน้ำมันขายปลีกในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

หน่วย: บาท/ลิตร

วันที่	ราคาน้ำมันขายปลีกย้อนหลัง ปี พ.ศ.2560					
	เบนซิน95	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E85	ดีเซล
05 ม.ค. 2560	35.06	27.95	27.68	25.44	20.29	26.69
13 ม.ค. 2560	34.46	27.35	27.08	24.84	19.89	26.39
16 ม.ค. 2560	34.46	27.35	27.08	24.84	19.89	26.39
19 ม.ค. 2560	34.76	27.65	27.38	25.14	19.89	26.39
04 ก.พ. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.29	26.59
16 ก.พ. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.29	26.59
23 ก.พ. 2560	34.96	27.85	27.58	25.34	20.09	26.59
04 มี.ค. 2560	34.46	27.35	27.08	24.84	19.79	26.59
11 มี.ค. 2560	34.16	27.05	26.78	24.54	19.64	26.09
16 มี.ค. 2560	34.16	27.05	26.78	24.54	19.64	26.09
16 มี.ค. 2560	33.66	26.55	26.28	24.04	19.34	25.49
24 มี.ค. 2560	33.66	26.55	26.28	24.04	19.34	25.09
29 มี.ค. 2560	33.66	26.55	26.28	24.04	19.34	24.69
01 เม.ย. 2560	33.96	26.85	26.58	24.34	19.34	25.09
06 เม.ย. 2560	34.36	27.25	26.98	24.74	19.54	25.49
08 เม.ย. 2560	34.76	27.65	27.38	25.14	19.74	25.89
16 เม.ย. 2560	34.76	27.65	27.38	25.14	19.74	25.89
22 เม.ย. 2560	34.46	27.35	27.08	24.84	19.74	25.49
27 เม.ย. 2560	34.16	27.05	26.78	24.54	19.74	25.19
04 พ.ค. 2560	33.76	26.65	26.38	24.14	19.54	24.79
06 พ.ค. 2560	33.46	26.35	26.08	23.84	19.54	24.49
13 พ.ค. 2560	33.96	26.85	26.58	24.34	19.84	24.99
16 พ.ค. 2560	33.96	26.85	26.58	24.34	19.84	24.99
23 พ.ค. 2560	34.46	27.35	27.08	24.84	20.14	25.49
31 พ.ค. 2560	33.96	26.85	26.58	24.34	19.84	25.09
06 มิ.ย. 2560	33.36	26.25	25.98	23.74	19.44	24.59
10 มิ.ย. 2560	33.06	25.95	25.68	23.44	19.44	24.29
16 มิ.ย. 2560	33.06	25.95	25.68	23.44	19.44	24.29
16 มิ.ย. 2560	32.66	25.55	25.28	23.04	19.24	23.89
24 มิ.ย. 2560	32.16	25.05	24.78	22.54	18.94	23.49

ตารางที่ ง-4: ราคาน้ำมันขายปลีก ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (ต่อ)

หน่วย: บาท/ลิตร

วันที่	ราคาน้ำมันขายปลีกย้อนหลัง ปี พ.ศ.2560					
	เบนซิน95	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E85	ดีเซล
01 ก.ค. 2560	32.66	25.55	25.28	23.04	19.24	23.99
05 ก.ค. 2560	32.66	25.55	25.28	23.04	19.24	24.49
16 ก.ค. 2560	32.66	25.55	25.28	23.04	19.24	24.49
22 ก.ค. 2560	33.16	26.05	25.78	23.54	19.54	24.79
02 ส.ค. 2560	33.76	26.65	26.38	24.14	19.94	25.19
16 ส.ค. 2560	33.76	26.65	26.38	24.14	19.94	25.19
19 ส.ค. 2560	33.76	26.65	26.38	24.14	19.94	24.69
30 ส.ค. 2560	34.26	27.15	26.88	24.64	20.24	24.99
07 ก.ย. 2560	34.56	27.45	27.18	24.94	20.24	25.49
16 ก.ย. 2560	34.56	27.45	27.18	24.94	20.24	25.49
27 ก.ย. 2560	34.56	27.45	27.18	24.94	20.24	25.79
29 ก.ย. 2560	34.96	27.85	27.58	25.34	20.44	26.19
05 ต.ค. 2560	34.56	27.45	27.18	24.94	20.24	26.19
12 ต.ค. 2560	34.16	27.05	26.78	24.54	20.04	25.79
16 ต.ค. 2560	34.16	27.05	26.78	24.54	20.04	25.79
03 พ.ย. 2560	34.76	27.65	27.38	25.14	20.44	26.39
08 พ.ย. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.84	26.39
16 พ.ย. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.84	26.39
23 พ.ย. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.84	26.79
08 ธ.ค. 2560	34.96	27.85	27.58	25.34	20.64	26.39
16 ธ.ค. 2560	34.96	27.85	27.58	25.34	20.64	26.39
21 ธ.ค. 2560	34.96	27.85	27.58	25.34	20.64	26.79
26 ธ.ค. 2560	35.36	28.25	27.98	25.74	20.84	27.19
30 ธ.ค. 2560	35.06	27.95	27.68	25.44	20.64	27.19
ราคาเฉลี่ย	34.20	27.09	26.82	24.58	19.93	25.58

ที่มา: บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) (2561).

ตารางที่ ง-5: การคำนวณค่าเสื่อมราคายานยนต์:กรณีฐาน

หน่วย: บาท

รุ่นยานยนต์ตัวอย่าง	Toyota Yaris (ICE)	Fomm One (BEV)	Honda Civic (ICE)	Hyundai IONIQ (BEV)	Toyota Prius Prime (PHEV)	MB S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)	BMW 740Le (PHEV)
ราคาซื้อ	479,000	664,000	869,000	1,749,000	1,788,000	6,390,000	4,880,000	6,339,000
ราคาขายต่อ	248,000	344,000	335,000	674,000	688,000	1,621,000	1,238,000	1,609,000
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 1	57,750	80,000	133,500	268,750	275,000	1,192,250	910,500	1,182,500
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 2	49,500	68,571	114,429	230,357	235,714	1,021,929	780,429	1,013,571
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 3	41,250	57,143	95,357	191,964	196,429	851,607	650,357	844,643
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 4	33,000	45,714	76,286	153,571	157,143	681,286	520,286	675,714
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 5	24,750	34,286	57,214	115,179	117,857	510,964	390,214	506,786
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 6	16,500	22,857	38,143	76,786	78,571	340,643	260,143	337,857
ค่าเสื่อมของ ปีที่ 7	8,250	11,429	19,071	38,393	39,286	170,321	130,071	168,929
รวมค่าเสื่อม	231,000	320,000	534,000	1,075,000	1,100,000	4,769,000	3,642,000	4,730,000

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-6: การคำนวณค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า: กรณีฐาน

รายการ	กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและ อีโคคาร์	กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก		กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่	
	Fomm One (BEV)	Hyundai IONIQ (BEV)	Toyota Prius Prime (PHEV)	Tesla Model S (BEV)	BMW 740Le (PHEV)
จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน (kWh)	83.95	193.50	197.10	244.60	223.87
ค่าพลังงาน 150 หน่วยแรก	272.7	487.26	487.26	487.26	487.26
ค่าพลังงาน 250 หน่วยต่อไป	-	183.65	198.85	399.38	311.86
รวม (บาท)	272.7	670.91	686.11	886.64	799.12
ค่าบริการ	38.22	38.22	38.22	38.22	38.22
ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft = 26.99)	-20.18	-52.23	-53.2	-66.02	-60.42
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	20.18	45.98	46.98	60.12	54.38
รวมค่าไฟฟ้าต่อเดือน (บาท)	308.44	702.88	718.11	918.96	831.3
จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	1,007.4	2,321.40	2,365.20	2,934.60	2,686.40
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	c	8,434.56	8,617.32	11,027.52	9,975.60

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-7: การคำนวณค่าเชื้อเพลิง: กรณีฐาน

ตารางย่อย ก: กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์และกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ปีที่	กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์		กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก			
	Toyota Yaris (ICE)	Fomm One (BEV)	Honda Civic (ICE)	Hyundai IONIQ (BEV)	Toyota Prius Prime (PHEV)	
	ประเภทพลังงาน					
	แก๊สโซฮอล์ E20	ไฟฟ้า	แก๊สโซฮอล์ E20	ไฟฟ้า	เบนซิน 95	ไฟฟ้า
	ปริมาณที่ใช้/ปี (ลิตร)	ปริมาณที่ใช้/ปี (kWh)	ปริมาณที่ใช้/ปี (ลิตร)	ปริมาณที่ใช้/ปี (kWh)	ปริมาณที่ใช้/ปี (ลิตร)	ปริมาณที่ใช้/ปี (kWh)
	783.26	1,007.4	910.46	2,321.40	-	2,365.20
1	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
2	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
3	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
4	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
5	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
6	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
7	19,253.16	3,701.28	22,379.84	8,434.56	-	8,617.32
รวมค่าพลังงาน (บาท)	134,772.09	25,908.96	156,658.90	59,041.92	60,321.24	

ตารางที่ ง-7: การคำนวณค่าเชื้อเพลิง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่

ปีที่	กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่			
	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)	BMW 740Le (PHEV)	
	ประเภทพลังงาน			
	ดีเซล	ไฟฟ้า	เบนซิน 95	ไฟฟ้า
	ปริมาณที่ใช้/ปี (ลิตร)	ปริมาณที่ใช้/ปี (kWh)	ปริมาณที่ใช้/ปี (ลิตร)	ปริมาณที่ใช้/ปี (kWh)
	771.66	2,934.60	222.41	2,686.40
1	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
2	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
3	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
4	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
5	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
6	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
7	19,742.54	11,027.52	7,606.59	9,975.60
รวมค่าพลังงาน (บาท)	138,197.81	77,192.64	123,075.33	

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน

ตารางย่อย ก: Toyota Yaris (ICE)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
น้ำมันเครื่อง	1,062.00	1,062.00	2,124.00	1,062.00	2,124.00	1,062.00	2,124.00
กรองน้ำมันเครื่อง	225.00	225.00	450.00	225.00	450.00	225.00	450.00
ไส้กรองอากาศ	-	313.00	313.00	-	313.00	313.00	313.00
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	460.00	460.00	-	460.00	460.00	460.00
หัวเทียน	-	-	-	-	2,980.00	-	-
น้ำมันเกียร์	-	-	1,142.00	-	-	1,142.00	-
น้ำมันเบรก	-	-	220.00	-	-	220.00	-
แบตเตอรี่	-	-	2,440.00	-	-	2,440.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	2,380.00	-	-	2,380.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	9,800.00	-	-	9,800.00
ค่าแรง	-	-	2,128.50	2,227.50	2,673.00	2,128.50	3,267.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	90.09	144.20	649.43	412.62	630.00	559.34	629.58
รวมค่าบำรุงรักษา	1,377.09	2,204.20	9,613.93	16,107.12	9,317.00	8,236.84	19,110.58

ที่มา: บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) (2561ก), บริษัท ดีวานนท์ยานยนต์ จำกัด. (2559).

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: Fomm One (BEV)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	423.00	423.00	-	423.00	423.00	423.00
น้ำมันเบรก	-	-	282.00	-	-	282.00	-
แบตเตอรี่	-	-	2,300.00	-	-	2,300.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	-	-	-	1,910.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	1,910.00	-	-	11,000.00
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรง	-	644.00	1,242.00	11,000.00	644.00	1,242.00	2,024.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	74.69	297.29	262.50	74.69	210.35	304.99
รวมค่าบำรุงรักษา	-	1,141.69	4,544.29	15,012.50	1,141.69	4,457.35	15,661.99

ที่มา: บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) (2561ก), บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (2561), บริษัท มิซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด (2561), บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (2560), บริษัท ดิวนยนต์ยานยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: Honda Civic (ICE)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
น้ำมันเครื่อง	1,001.00	1,001.00	2,002.00	1,001.00	2,002.00	1,001.00	2,002.00
กรองน้ำมันเครื่อง	224.00	224.00	448.00	224.00	448.00	224.00	448.00
ไส้กรองอากาศ	-	403.00	403.00	-	403.00	403.00	403.00
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	486.00	486.00	-	486.00	486.00	486.00
หัวเทียน	-	-	-	-	2,440.00	-	-
น้ำมันเกียร์	-	-	664.00	-	-	664.00	-
น้ำมันเบรก	-	-	260.00	-	-	260.00	-
แบตเตอรี่	-	-	1,800.00	-	-	1,800.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	3,740.00	-	-	3,740.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	19,200.00	-	-	19,200.00
ค่าแรง	-	-	2,552.00	1,980.00	2,376.00	1,892.00	2,002.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	85.75	147.98	603.05	486.15	570.85	471.10	698.81
รวมค่าบำรุงรักษา	1,310.75	2,261.98	9,218.05	26,631.15	8,725.85	7,201.10	29,881.81

ที่มา: บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. (2560), บริษัท ดิวานนท์ยางยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ง: Hyundai IONIQ (BEV)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	645.00	645.00		645.00	645.00	645.00
น้ำมันเบรก	-	-	432.00	-	-	432.00	-
แบตเตอรี่	-	-	3,557.00	-	-	3,557.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	1,929.00	-	-	1,929.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	11,000.00	-	-	11,000.00
แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรง	-	728.00	1,404.00	2,080.00	728.00	1,404.00	2,288.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	96.11	422.66	280.63	96.11	422.66	340.34
รวมค่าบำรุงรักษา	-	1,469.11	6,460.66	15,289.63	1,469.11	6,460.66	16,202.34

ที่มา: Auto Parts Prime, Inc (2018), บริษัท ตีวานนท์ยานยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย จ: Toyota Prius Prime (PHEV)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
น้ำมันเครื่อง	1,038.00	1,038.00	2,076.00	1,038.00	2,076.00	1,038.00	2,076.00
กรองน้ำมันเครื่อง	338.00	338.00	676.00	338.00	676.00	338.00	676.00
ไส้กรองอากาศ	-	562.00	562.00	-	562.00	562.00	562.00
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	656.00	656.00	-	656.00	656.00	656.00
หัวเทียน	-	-	-	-	2,166.00	-	-
น้ำมันเกียร์	-	-	1,492.00	-	-	1,492.00	-
น้ำมันเบรก	-	-	220.00	-	-	220.00	-
แบตเตอรี่	-	-	7,471.00	-	-	7,471.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	4,141.00	-	-	4,141.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	11,000.00	-	-	11,000.00
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรง	-	-	2,128.50	2,227.50	2,673.00	2,128.50	3,267.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	96.32	181.58	1,069.71	542.12	616.63	973.39	796.46
รวมค่าบำรุงรักษา	1,472.32	2,775.58	16,351.21	19,286.62	9,425.63	14,878.89	23,174.46

ที่มา: Toyota Motor Sales, U.S., Inc (2018), บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) (2561ก), บริษัท ดีวานนท์ยานยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ซ: Mercedes Bnez S350d (ICE)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
น้ำมันเครื่อง	5,320.00	5,320.00	10,640.00	5,320.00	10,640.00	5,320.00	10,640.00
กรองน้ำมันเครื่อง	656.00	656.00	1,312.00	656.00	1,312.00	656.00	1,312.00
ไส้กรองอากาศ	-	2,900.00	2,900.00	-	2,900.00	2,900.00	2,900.00
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	3,697.00	3,697.00	-	3,697.00	3,697.00	3,697.00
หัวเทียน	-	-	-	-	4,267.00	-	-
น้ำมันเกียร์	-	-	5,877.00	-	-	5,877.00	-
น้ำมันเบรก	-	-	735.00	-	-	735.00	-
แบตเตอรี่	-	-	9,604.00	-	-	9,604.00	-
ผ้าเบรก	-	-	-	7,284.00	-	-	7,284.00
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	57,200.00	-	-	57,200.00
ค่าแรง	1,275.00	1,785.00	4,930.00	3,825.00	4,590.00	3,655.00	3,168.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	507.57	1,005.06	2,778.65	1,195.95	1,918.42	2,271.08	2,030.07
รวมค่าบำรุงรักษา	7,758.57	15,363.06	42,473.65	75,480.95	29,324.42	34,715.08	88,231.07

ที่มา: Pelican Parts, LLC (2017b), บริษัท ตีวานนท์ยางยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ซ: Tesla Model S (BEV)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันเบรก	-	-	-	-	-	-	-	-
แบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	-	-
ผ้าเบรก	-	-	-	-	-	-	-	-
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	-	57,200.00	-	-	57,200.00
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	-	-	-	-	-	-	-	-
โปรแกรมบำรุงรักษา (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	80,275.00	-	-	-	15,888.00	24,250.00	15,888.00	-
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	-	-	-	-	-	-	-
รวมค่าบำรุงรักษา	80,275.00	-	-	-	73,088.00	24,250.00	15,888.00	57,200.00

ที่มา: Tesla Motors, Inc. (2018a), บริษัท ดิวานนท์ยานยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-8: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ณ: BMW 740Le (PHEV)

หน่วย: บาท

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7
น้ำมันเครื่อง	-	-	-	-	-	-	3,008.00	3,008.00
กรองน้ำมันเครื่อง	-	-	-	-	-	-	562.00	562.00
ไส้กรองอากาศ	-	-	-	-	-	-	-	1,156.00
ไส้กรองระบบปรับอากาศ	-	-	-	-	-	-	-	3,251.00
หัวเทียน	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันเกียร์	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันเบรก	-	-	-	-	-	-	-	-
แบตเตอรี่	-	-	-	-	-	-	-	-
ผ้าเบรก	-	-	-	-	-	-	-	-
ยาง (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	-	-	-	-	-	-	-	62,000.00
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าแรง	-	-	-	-	62,000.00	-	1,125.00	2,325.00
โปรแกรมบำรุงรักษา (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)	40,000	-	-	-	-	-	-	-
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	-	-	-	-	-	-	328.65	558.39
รวมค่าบำรุงรักษา	40,000	-	-	-	62,000.00	-	5,023.65	72,860.39

ที่มา: Pelican Parts, LLC (2017a), บริษัท ดิวานนท์ยางยนต์ จำกัด. (2559)

ตารางที่ ง-9: การคำนวณค่าบำรุงรักษาของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน

หน่วย: บาท

ยานยนต์ตัวอย่าง		ราคาซื้อ	เงินดาวน์	เงินกู้	ดอกเบี้ยต่อปี (อัตรา ร้อยละ 2.75)			
					ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
กลุ่มยานยนต์นั่ง ประหยัดพลังงาน	Toyota Yaris (ICE)	479,000	119,750	359,250	9,879.38	9,879.38	9,879.38	9,879.38
	Fomm ONE (BEV)	664,000	166,000	498,000	13,695.00	13,695.00	13,695.00	13,695.00
กลุ่มยานยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Honda Civic (ICE)	869,000	217,250	651,750	17,923.13	17,923.13	17,923.13	17,923.13
	Hyundai ioniq (BEV)	1,749,000	437,250	1,311,750	36,073.13	36,073.13	36,073.13	36,073.13
	Toyota Prius Prime (PHEV)	479,000	119,750	359,250	36,877.50	36,877.50	36,877.50	36,877.50
กลุ่มยานยนต์นั่ง ขนาดใหญ่	MB S350d (ICE)	6,390,000	1,597,500	4,792,500	131,793.75	131,793.75	131,793.75	131,793.75
	Tesla Model S (BEV)	4,880,000	1,220,000	3,660,000	100,650.00	100,650.00	100,650.00	100,650.00
	BMW 740Le (PHEV)	6,339,000	1,584,750	4,754,250	130,741.88	130,741.88	130,741.88	130,741.88

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-10: การคำนวณค่าประกันภัยของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน

ตารางย่อย ก: กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัดและอีโคคาร์

ยานยนต์ตัวอย่าง	รายการ	ปีที่						
		1	2	3	4	5	6	7
Toyota Yaris (ICE)	ทุนประกัน	383,200.00	344,880.00	310,392.00	279,352.80	251,417.52	226,275.77	203,648.19
	เบี้ยประกัน	-	16,500.00	16,500.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00	16,000.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	13,200.00	11,550.00	9,600.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)		13,845.21	12,195.21	10,245.21	8,645.21	8,645.21	8,645.21
Fomm ONE (BEV)	ทุนประกัน	531,200.00	478,080.00	430,272.00	387,244.80	348,520.32	313,668.29	282,301.46
	เบี้ยประกัน	-	17,000.00	17,000.00	16,500.00	16,500.00	17,000.00	16,000.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	13,600.00	11,900.00	9,900.00	8,250.00	8,500.00	8,000.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)		14,245.21	12,545.21	10,545.21	8,895.21	9,145.21	8,645.21

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-10: การคำนวณค่าประกันภัยของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข: กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ยานยนต์ตัวอย่าง	รายการ	ปีที่						
		1	2	3	4	5	6	7
Honda Civic (ICE)	ทุนประกัน	695,200.00	625,680.00	563,112.00	506,800.80	456,120.72	410,508.65	369,457.78
	เบี้ยประกัน	-	19,000.00	18,000.00	18,000.00	17,500.00	17,500.00	17,000.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	15,200.00	12,600.00	10,800.00	8,750.00	8,750.00	8,500.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)	-	15,845.21	13,245.21	11,445.21	9,395.21	9,395.21	9,145.21
Hyundai IONIQ (BEV)	ทุนประกัน	1,399,200.00	1,259,280.00	1,133,352.00	1,020,016.80	918,015.12	826,213.61	743,592.25
	เบี้ยประกัน	-	34,500.00	34,500.00	34,500.00	32,000.00	32,000.00	29,500.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	24,150.00	27,600.00	20,700.00	16,000.00	16,000.00	14,750.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)	-	24,795.21	28,245.21	21,345.21	16,645.21	16,645.21	15,395.21

ตารางที่ ง-10: การคำนวณค่าประกันภัยของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ข (ต่อ): กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก

ยานยนต์ตัวอย่าง	รายการ	ปีที่						
		1	2	3	4	5	6	7
Toyota Prius Prime (PHEV)	ทุนประกัน	1,430,400.00	1,287,360.00	1,158,624.00	1,042,761.60	938,485.44	844,636.90	760,173.21
	เบี้ยประกัน	-	37,000.00	34,500.00	34,500.00	32,000.00	32,000.00	29,500.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	29,600.00	24,150.00	20,700.00	16,000.00	16,000.00	14,750.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)	-	30,245.21	24,795.21	21,345.21	16,645.21	16,645.21	15,395.21

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-10: การคำนวณค่าประกันภัยของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค: กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่

ยานยนต์ตัวอย่าง	รายการ	ปีที่						
		1	2	3	4	5	6	7
Mercedes Benz S350d (ICE)	ทุนประกัน	5,112,000.00	4,600,800.00	4,140,720.00	3,726,648.00	3,353,983.20	3,018,584.88	2,716,726.39
	เบี้ยประกัน	-	76,500.00	76,500.00	71,500.00	66,500.00	66,500.00	58,000.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	61,200.00	53,550.00	42,900.00	33,250.00	33,250.00	29,000.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)		61,845.21	54,195.21	43,545.21	33,895.21	33,895.21	29,645.21
Tesla Model S (BEV)	ทุนประกัน	3,904,000.00	3,513,600.00	3,162,240.00	2,846,016.00	2,561,414.40	2,305,272.96	2,074,745.66
	เบี้ยประกัน	-	71,500.00	66,500.00	61,500.00	58,000.00	51,000.00	47,500.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	57,200.00	46,550.00	36,900.00	29,000.00	25,500.00	23,750.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)	-	57,845.21	47,195.21	37,545.21	29,645.21	26,145.21	24,395.21

ตารางที่ ง-10: การคำนวณค่าประกันภัยของยานยนต์ตัวอย่าง: กรณีฐาน (ต่อ)

ตารางย่อย ค (ต่อ): กลุ่มรถยนต์หรูขนาดใหญ่

ยานยนต์ตัวอย่าง	รายการ	ปีที่						
		1	2	3	4	5	6	7
BMW 740Le (PHEV)	ทุนประกัน	5,071,200.00	4,564,080.00	4,107,672.00	3,696,904.80	3,327,214.32	2,994,492.89	2,695,043.60
	เบี้ยประกัน	-	76,500.00	76,500.00	71,500.00	66,500.00	61,500.00	58,000.00
	ส่วนลด	-	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50	ร้อยละ 50
	เบี้ยหลังหักส่วนลด	-	61,200.00	53,550.00	42,900.00	33,250.00	30,750.00	29,000.00
	พ.ร.บ.	-	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21	645.21
	รวมค่าประกันภัย (บาท)	-	61,845.21	54,195.21	43,545.21	33,895.21	31,395.21	29,645.21

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-11: การคำนวณค่าภาษีประจำปี

วิธีเก็บภาษีประจำปี		กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด และอีโคคาร์		กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก	
		Toyota Yaris (ICE)	Fomm ONE (BEV)	Honda Civic (ICE)	Hyundai IONIQ (BEV)
ตามความจุกระบอกสูบ		✓	×	✓	×
ขนาดความจุ		1,179		1,799	
จำนวน ซีซี	บาท/ซีซี				
0600	0.5	300.00		300.00	
601-1,800	1.5	868.50		1,798.50	
ค่าภาษีประจำปีต่อปี (บาท)		1,168.50		2,098.50	
ตามน้ำหนัก		×	✓	×	✓
น้ำหนัก (กิโลกรัม)			630		1,420
ค่าภาษีประจำปีต่อปี (บาท)			300		1,000.00
1		1,168.50	300.00	2,098.50	1,000.00
2		1,168.50	300.00	2,098.50	1,000.00
3		1,168.50	300.00	2,098.50	1,000.00
4		1,168.50	300.00	2,098.50	1,000.00
5		1,168.50	300.00	2,098.50	1,000.00
6		1,051.65	300.00	1,888.65	1,000.00
7		934.80	300.00	1,678.80	1,000.00
รวมภาษีประจำปี (บาท)		7,828.95	2,100.00	14,059.95	7,000.00

ตารางที่ ง-11: การคำนวณค่าภาษีประจำปี (ต่อ)

วิธีเก็บภาษีประจำปี		กลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็ก	กลุ่มรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่		
		Toyota Prius Prime (PHEV)	Mercedes Benz S350d (ICE)	Tesla Model S (BEV)	BMW 740Le (PHEV)
ตามความจุกระบอกสูบ		✓	✓	×	✓
ขนาดความจุ		1,798	2,952		1,998
จำนวน ซีซี	บาท/ซีซี				
0600	0.5	300.00	300.00		300.00
601-1,800	1.5	1,797.00	1,800.00		1,800.00
> 1,800	4.0	-	4,608.00		792.00
ตามน้ำหนัก		×	×	✓	×
น้ำหนัก (กิโลกรัม)				2,100	
ค่าภาษีประจำปีต่อปี (บาท)				1,900	
1		2,097.00	6,708.00	1,900.00	2,892.00
2		2,097.00	6,708.00	1,900.00	2,892.00
3		2,097.00	6,708.00	1,900.00	2,892.00
4		2,097.00	6,708.00	1,900.00	2,892.00
5		2,097.00	6,708.00	1,900.00	2,892.00
6		1,887.30	6,037.20	1,900.00	2,602.80
7		1,677.60	5,366.40	1,900.00	2,313.60
รวมภาษีประจำปี (บาท)		14049.9	16,849.90	13,300.00	19,376.40

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-12 ต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ระหว่างปี ค.ศ.2010 – 2050

หน่วย: ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ปี (ค.ศ.)	อัตราคิดลด			
	ร้อยละ 5	ร้อยละ 3	ร้อยละ 2.5	กรณีส่งผลกระทบต่อ อย่างร้ายแรง (ร้อยละ 3)
2010	10	31	50	86
2015	11	36	56	105
2020	12	42	62	123
2025	14	46	68	138
2030	16	50	73	152
2035	18	55	78	168
2040	21	60	84	183
2045	23	64	89	197
2050	26	69	95	212

ที่มา: United States Government (2016)

ตารางที่ ง-13: ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างปี ค.ศ.2018 – 2024

ปี	มูลค่าต้นทุนที่เกิดขึ้น	
	(USD/ tCO ₂ e)	(THB/ tCO ₂ e) ¹
2018	40	512.80
2019	41	525.62
2020	42	538.44
2021	42	538.44
2022	43	551.26
2023	44	564.08
2024	45	576.90

ที่มา: United States Government (2016)

หมายเหตุ: ¹ใช้ Purchasing Power Parity Index เท่ากับ 12.82 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ

ตารางที่ ง-14: ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีของยานยนต์ตัวอย่าง

ยานยนต์ตัวอย่าง		อัตราการปล่อย CO ₂ ของ ยานยนต์ตัวอย่าง (กรัม/กิโลเมตร)	การปล่อย CO ₂ จาก 3 กิจกรรม (กรัม) (ระยะทางใช้งาน 14,600 กิโลเมตรต่อปี)			รวม (กรัม)
			จากการใช้งาน ยานยนต์โดยตรง	จากกระบวนการ กลั่นน้ำมัน	จากกระบวนการ ผลิตไฟฟ้า	
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็กเกะทัดรัด และอีโคคาร์	Toyota Yaris (ICE)	118	1,722,800.00	553,687.77	-	2,276,487.77
	Fomm ONE (BEV)	-	-	-	613,808.82	613,808.82
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Honda Civic (ICE)	147	2,146,200.00	643,605.96	-	2,789,805.96
	Hyundai ioniq (BEV)	-	-	-	1,414,429.02	1,414,429.02
	Toyota Prius Prime (PHEV)	28	-	-	1,441,116.36	1,441,116.36
กลุ่มรถยนต์หรู ขนาดใหญ่	MB S350d (ICE)	139	2,029,400.00	253,259.48	-	2,282,659.48
	Tesla Model S (BEV)	-	-	-	1,788,051.78	1,788,051.78
	BMW 740Le (PHEV)	49	301,539.14	157,221.63	1,636,823.52	2,095,584.29

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ง-15 : การคำนวณต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยานยนต์ตัวอย่าง

ยานยนต์ตัวอย่าง		ปริมาณการปล่อย CO ₂ ต่อปี (ตัน)	ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์						
			ปีที่ 1 512.80 ¹	ปีที่ 2 525.62	ปีที่ 3 538.44	ปีที่ 4 538.44	ปีที่ 5 551.26	ปีที่ 6 564.08	ปีที่ 7 576.90
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก กะทัดรัดและอี โคคาร์	Toyota Yaris (ICE)	2.27649	1,167.38	1,196.57	1,225.75	1,225.75	1,254.94	1,284.12	1,313.31
	Fomm ONE (BEV)	0.61381	314.76	322.63	330.50	330.50	338.37	346.24	354.11
กลุ่มรถยนต์นั่ง ขนาดเล็ก	Honda Civic (ICE)	2.78981	1,430.61	1,466.38	1,502.14	1,502.14	1,537.91	1,573.67	1,609.44
	Hyundai IONIQ (BEV)	1.41443	725.32	743.45	761.59	761.59	779.72	797.85	815.98
	Toyota Prius Prime (PHEV)	1.44112	739.00	757.48	775.95	775.95	794.43	812.90	831.38
กลุ่มรถยนต์หรู ขนาดใหญ่	MB S350d (ICE)	2.28266	1,170.55	1,199.81	1,229.08	1,229.08	1,258.34	1,287.60	1,316.87
	Tesla Model S (BEV)	1.78805	916.91	939.84	962.76	962.76	985.68	1,008.60	1,031.53
	BMW 740Le (PHEV)	2.09558	1,074.62	1,101.48	1,128.35	1,128.35	1,155.21	1,182.08	1,208.94

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

หมายเหตุ: ¹ ตัวเลข หมายถึง ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ตัน (หน่วย: บาท)

ตารางที่ ง-16 : ปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากท่อไอเสียของยานยนต์ตัวอย่าง

ยานยนต์ตัวอย่าง	ประเภทสารมลพิษ	ปริมาณมลพิษจากการใช้งานต่อปี (ตัน)	ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทาง อากาศ 1 ตัน (บาท)	ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทาง อากาศจากการใช้งานต่อปี (บาท)
Toyota Yaris (ICE)	คาร์บอนมอนอกไซด์	0.014600	35,349.69	516.11
	ไฮโดรคาร์บอน	0.001460	53,726.49	78.44
	ออกไซด์ของไนโตรเจน	0.001168	136,161.12	159.04
Honda Civic (ICE)	คาร์บอนมอนอกไซด์	0.014600	35,349.69	516.11
	ไฮโดรคาร์บอน	0.001460	53,726.49	78.44
	ออกไซด์ของไนโตรเจน	0.001168	136,161.12	159.04
Mercedes Benz S350d (ICE)	คาร์บอนมอนอกไซด์	0.007300	35,349.69	258.05
	ไฮโดรคาร์บอน	0.000730	53,726.49	39.22
	ออกไซด์ของไนโตรเจน	0.003650	136,161.12	496.99
	อนุภาคมลสาร	0.000365	1,128,562.37	411.93
BMW 740Le (PHEV)	คาร์บอนมอนอกไซด์	0.004208	35,349.69	148.75
	ไฮโดรคาร์บอน	0.000421	53,726.49	22.61
	ออกไซด์ของไนโตรเจน	0.000337	136,161.12	45.84

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยและ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถาม

ตารางที่ จ-1: แบบสำรวจที่ใช้ในโครงการ



แบบสอบถามโครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและ
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ส่วนที่ 1 คำถามทั่วไป

1) อายุ

- ☐ 20-30 ปี
☐ 41-50 ปี
☐ มากกว่า 60 ปี

- ☐ 31-40 ปี
☐ 51-60 ปี

2) เพศ ☐ ชาย

☐ หญิง

3) ระดับการศึกษา

- ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท

- ☐ ปริญญาตรี
☐ สูงกว่าปริญญาโท

4) อาชีพ

- ☐ พนักงานเอกชน
☐ ธุรกิจส่วนตัว

- ☐ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ
☐ อื่นๆ โปรดระบุ

5) รายได้ต่อเดือน

- ☐ ต่ำกว่า 25,000 บาท
☐ 25,000 – 50,000 บาท
☐ 50,001 – 80,000 บาท
☐ มากกว่า 80,000 บาท

6) จังหวัดที่อาศัยอยู่

- ☐ กรุงเทพฯ
☐ ปริมณฑล (ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ)
☐ อื่นๆ

7) สถานภาพ

☐ โสด

☐ สมรส

8) จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด

☐

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

มากกว่า 5

9) ปัจจุบันเดินทางไปทำงานด้วยวิธีใดเป็นหลัก

☐

รถยนต์ส่วนตัว

☐

รถโดยสารสาธารณะ

☐

รถไฟฟ้า

☐

รถใต้ดิน

☐

เรือ

☐

อื่น โปรดระบุ _____

10) ท่านมีรถยนต์ในครอบครองกี่คัน (ไม่รวมรถจักรยานยนต์)

☐

ไม่มี

(ข้ามไปตอบข้อ 18)

☐

1

☐

2

☐

มากกว่า 2

11) รถยนต์ที่ท่านใช้ในปัจจุบันเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

☐

ใช่

☐

ไม่ใช่

12) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันคือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____

รุ่น _____

13) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงชนิดใดเป็นหลัก

☐

ดีเซล

☐

เบนซิน

☐

แก๊สโซฮอล์ 95

☐

แก๊สโซฮอล์ 91

☐

E20

☐

E85

☐

NGV

☐

LPG

☐

ไฟฟ้า

14) ท่านใช้รถยนต์เป็นระยะทางกี่กิโลเมตรต่อปี

☐

น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตรต่อปี

☐

ระหว่าง 10,000 – 20,000 กิโลเมตรต่อปี

☐

มากกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อปี

15) ในแต่ละวัน ท่านใช้รถยนต์เพื่อเดินทางประมาณกี่กิโลเมตรต่อวัน

☐

น้อยกว่า 20 กิโลเมตรต่อวัน

☐

ระหว่าง 20 – 50 กิโลเมตรต่อวัน

☐

ระหว่าง 50 – 80 กิโลเมตรต่อวัน

☐

มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อวัน

- 16) การใช้รถยนต์ในแต่ละวัน ท่านต้องเผชิญกับการจราจรที่หนาแน่นในสัดส่วนอย่างไร (การจราจรหนาแน่น หมายถึง การจราจรที่ใช้ความเร็วในการขับขี่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

☐ มาก (มากกว่า 70%)
☐ กลาง (40%-60%)
☐ น้อย (น้อยกว่า 40%)

- 17) ท่านเปลี่ยนหรือคาดว่าจะเปลี่ยนเมื่อรถยนต์ของท่านมีอายุกี่ปี

☐ 3-5 ปี ☐ 6-8 ปี
☐ 9-10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี

- 18) หากท่านยังไม่มีรถยนต์ ท่านมีแผนจะซื้อรถยนต์หรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

- 19) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคตเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

- 20) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคต คือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____
รุ่น _____

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

- 1) ปัจจุบันท่านเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

- 2) ท่านรู้จักยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเหล่านี้หรือไม่

- ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV)

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV)

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

3) ท่านคิดว่ารถยนต์เป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ Tesla Model S	☐ Nissan Leaf
☐ Mitsubishi Outlander	☐ Toyota Prius Prime
☐ Honda Accord	☐ Chevy Spark
☐ Chevy Volt	☐ BMW i3

4) ท่านมีความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

- ☐ มี ☐ ไม่มี (ข้ามไปข้อ 6)

5) ปัจจัยที่ทำให้ท่านสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

☐ ราคาสมเหตุสมผล	☐ มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ
☐ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	☐ ประหยัดค่าเชื้อเพลิง
☐ ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน	☐ เป็นเทคโนโลยีใหม่
☐ ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย	

6) ปัจจัยที่ทำให้ท่านไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

- ☐ เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ
- ☐ ระยะทางในการวิ่งต่อการชาร์จไฟ 1 ครั้ง น้อยเกินไป
- ☐ ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง
- ☐ ระยะเวลาในการชาร์จไฟค่อนข้างนาน
- ☐ ค่าดูแลรักษายานยนต์ไฟฟ้าสูง
- ☐ จำนวนสถานีชาร์จไฟมีน้อย/หายาก
- ☐ ไม่มีรุ่นและขนาดยานยนต์ไฟฟ้าที่สนใจ (เช่นไม่มีรถกะบะแบบใช้ไฟฟ้า)

7) ท่านคิดว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการชาร์จไฟที่สถานีชาร์จควรใช้เวลาเท่าไร

☐ น้อยกว่า 15 นาที	☐ 15-20 นาที
☐ 20-25 นาที	☐ 25-30 นาที

8) สถานีชาร์จควรอยู่ในระยะทางที่เข้าถึงได้ในกี่กิโลเมตร

☐ 1-5	☐ 6-10	
☐ 11-15	☐ 16-20	☐ มากกว่า 20

9) ท่านคิดว่าเมื่อชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าเต็มที่แล้ว ยานยนต์ไฟฟ้าควรวิ่งได้ระยะทางเท่าใด

☐ น้อยกว่า 200 กม.	☐ 200-400 กม.
☐ 401-600 กม.	☐ มากกว่า 600 กม.

- 10) หากสามารถนำรถยนต์คันเก่าของท่านไปแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ท่านมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าแปลงนี้เท่าไร

☐ ต่ำกว่า 300,000 บาท	☐ 300,000 – 600,000 บาท
☐ 600,001 – 900,000 บาท	☐ 900,001 – 1,200,000 บาท
☐ มากกว่า 1,200,000 บาท	

- 11) ถ้าหากรัฐบาลมีนโยบายนำรถคันเก่าไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท ท่านมีความสนใจหรือไม่

☐ สนใจ	☐ ไม่สนใจ

- 12) ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านไม่สนใจนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ยังไม่มั่นใจในเทคโนโลยีที่เป็นอยู่
☐ ไม่มั่นใจในเรื่องความปลอดภัย
☐ ค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไป
☐ การขายต่อลำบาก
☐ ไม่สนใจเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
☐ ไม่มั่นใจในมาตรฐานการแปลงสภาพรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

- 13) หากท่านจะซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ท่านยินดีที่จะจ่ายราคาส่วนต่างจากรถยนต์รุ่นที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นราคาเท่าไร

☐ ต่ำกว่า 200,000 บาท	☐ 200,000 – 400,000 บาท
☐ 400,001 – 600,000 บาท	☐ 600,001 – 800,000 บาท
☐ มากกว่า 800,000 บาท	

- 14) กรุณาเรียงลำดับนโยบายต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่าน กรุณาระบุหมายเลขจาก 1 ถึง 5 โดยที่ 1 = มีผลต่อการตัดสินใจมากที่สุด และ 5 = มีผลต่อการตัดสินใจน้อยที่สุด

.....รัฐบาลลดภาษีรถยนต์ เช่น ภาษีนำเข้า, ภาษีสรรพสามิต

.....รัฐบาลให้เงินอุดหนุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ส่วนลดราคายานยนต์ไฟฟ้า หรือ ให้เงินคืน

.....รัฐบาลช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ เช่น กำหนดอัตราดอกเบี้ยเช่าซื้ออัตราพิเศษ

.....รัฐบาลช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านเชื้อเพลิง เช่น ฟรีค่าชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า

.....รัฐบาลให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น ยกเว้นค่าผ่านทางด่วน อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องเดินรถประจำทาง, ที่จอดรถเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ในสถานที่สำคัญต่าง ๆ

- 15) สถานที่ใดที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า กรุณาเรียงลำดับจากหมายเลข 1 ถึง 4 โดยที่ 1 = คือสถานที่ที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จมากที่สุด รองลงมาคือ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

☐ ปั้มน้ำมัน / สถานีชาร์จไฟ

☐ สถานที่ราชการ

☐ สถานที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน

☐ ส่วนกลางของหมู่บ้าน, คอนโดมิเนียม

☐ ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ _____

ส่วนที่ 3 ปัจจัยต่อไปนี้ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่านหรือไม่

โดยที่ มากที่สุด คือ ปัจจัยนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ 100% รองลงมาคือ มาก ปานกลาง น้อย ตามลำดับ และ ไม่มี คือ ปัจจัยนี้ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเลย

	ไม่มี	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ราคายานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาแบตเตอรี่					
ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบ					
ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า					
ค่ายรถยนต์ที่ผลิตรายานยนต์ไฟฟ้า					
สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว-ความแรงของรถ					
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ					
การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ					
ราคาน้ำมัน					
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน					
บริการหลังการขาย					
อะไหล่ทดแทน					
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า					
ราคาค่าไฟในการชาร์จ					
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า					
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ					
นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ สิทธิประโยชน์ทางภาษี					
สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาขายต่อในตลาดรถยนต์มือสอง					

ตารางที่ จ-2: ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ส่วนที่ 1 คำถามทั่วไป

คำถาม	ร้อยละ
1. อายุ	
20-30 ปี	30.67
31-40 ปี	32.18
41-50 ปี	22.89
51-60 ปี	13.39
มากกว่า 60 ปี	0.86
2. เพศ	
ชาย	48.60
หญิง	51.40
3. ระดับการศึกษา	
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2.16
ปริญญาตรี	49.68
ปริญญาโท	40.39
สูงกว่าปริญญาโท	7.78
4. อาชีพ	
พนักงานเอกชน	42.12
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	37.37
ธุรกิจส่วนตัว	9.50
อื่นๆ	11.02
5. รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 25,000 บาท	20.30
25,000 – 50,000 บาท	42.55
50,001 – 80,000 บาท	20.30
มากกว่า 80,000 บาท	16.85
6. จังหวัดที่อาศัยอยู่	
กรุงเทพฯ	73.43
ปริมณฑล (ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ)	23.54
อื่นๆ	3.02
7. สถานภาพ	
โสด	60.04
สมรส	39.96
8. จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด	
1 คน	5.18

คำถาม	ร้อยละ
2 คน	11.02
3 คน	23.76
4 คน	34.56
5 คน	12.10
มากกว่า 5 คน	13.39
9. ปัจจุบันเดินทางไปทำงานด้วยวิธีใดเป็นหลัก	
รถยนต์ส่วนตัว	64.79
รถโดยสารสาธารณะ	18.36
รถไฟฟ้า	9.50
รถใต้ดิน	1.51
เรือ	1.30
อื่นๆ	4.54
10. ท่านมีรถยนต์ในครอบครองกี่คัน (ไม่รวมรถจักรยานยนต์)	
ไม่มี (ข้ามไปตอบข้อ 18)	17.49
1 คัน	45.57
2 คัน	23.54
มากกว่า 2 คัน	13.39
11. รถยนต์ที่ท่านใช้ในปัจจุบันเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่	
ใช่	6.53
ไม่ใช่	93.47
13. รถยนต์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงชนิดใดเป็นหลัก	
ดีเซล	16.41
เบนซิน	8.85
แก๊สโซฮอล์ 95	27.86
แก๊สโซฮอล์ 91	18.23
E20	21.09
E85	3.91
NGV	1.04
LPG	2.08
ไฟฟ้า	0.52
14. ท่านใช้รถยนต์เป็นระยะทางกี่กิโลเมตรต่อปี	
น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตรต่อปี	31.77
ระหว่าง 10,000 – 20,000 กิโลเมตรต่อปี	43.23
มากกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อปี	25.00
15. ในแต่ละวัน ท่านใช้รถยนต์เพื่อเดินทางประมาณกี่กิโลเมตรต่อวัน	

คำถาม	ร้อยละ
น้อยกว่า 20 กิโลเมตรต่อวัน	32.73
ระหว่าง 20 – 50 กิโลเมตรต่อวัน	44.16
ระหว่าง 50 – 80 กิโลเมตรต่อวัน	14.81
มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อวัน	8.31
16. การใช้รถยนต์ในแต่ละวัน ท่านต้องเผชิญกับการจราจรที่หนาแน่นในสัดส่วนอย่างไร (การจราจรหนาแน่น หมายถึง การจราจรที่ใช้ความเร็วในการขับขี่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	
มาก (มากกว่า 70%)	33.25
กลาง (40%-60%)	51.69
น้อย (น้อยกว่า 40%)	15.06
17. ท่านเปลี่ยนหรือคาดว่าจะเปลี่ยนเมื่อรถยนต์ของท่านมีอายุกี่ปี	
3-5 ปี	8.33
6-8 ปี	35.42
9-10 ปี	22.14
มากกว่า 10 ปี	34.11
18. หากท่านยังไม่มีรถยนต์ ท่านมีแผนจะซื้อรถยนต์หรือไม่	
มี	57.45
ไม่มี	42.55
19. รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคตเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่	
ใช่	44.49
ไม่ใช่	55.51

หมายเหตุ: ตารางผลสถิตินี้ไม่รวมคำถามข้อมูลทั่วไปในข้อที่ 12 และ 20

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

คำถาม	ร้อยละ
1. ปัจจุบันท่านเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่	
ใช่	96.33
ไม่ใช่	3.67
2. ท่านรู้จักยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเหล่านี้หรือไม่	
- ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV)	
รู้จัก	54.21
ไม่รู้จัก	45.79
- ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV)	
รู้จัก	45.14

คำถาม	ร้อยละ		
ไม่รู้จักร	54.86		
- ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)			
รู้จัก	45.36		
ไม่รู้จักร	54.64		
3. ท่านคิดว่ารถยนต์ใดเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			
Tesla Model S	59.40		
Nissan Leaf	26.57		
Mitsubishi Outlander (PHEV)	2.38		
Toyota Prius Prime (PHEV)	34.99		
Honda Accord	12.53		
Chevy Spark	6.70		
Chevy Volt	13.82		
BMW i3	20.30		
4. ท่านมีความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่			
มี	61.12		
ไม่มี (ข้ามไปข้อ 6)	38.88		
5. ปัจจัยที่ทำให้ท่านสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)			
ปัจจัย	อันดับ		
	1	2	3
ราคาสมเหตุสมผล	12.86	5.31	2.92
มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ	1.06	3.32	3.71
เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	6.37	6.37	7.56
ประหยัดค่าเชื้อเพลิง	9.02	10.88	7.29
ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน	3.18	3.85	4.77
เป็นเทคโนโลยีใหม่	1.59	2.79	5.84
ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย	0.40	0.40	0.53
6. ปัจจัยที่ทำให้ท่านไม่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)			
ปัจจัย	อันดับ		
	1	2	3
เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ	2.85	0.98	1.87
ระยะทางในการวิ่งต่อการชาร์จไฟ 1 ครั้ง น้อยเกินไป	4.01	4.99	4.37
ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง	15.33	4.63	3.65
ระยะเวลาในการชาร์จไฟค่อนข้างนาน	1.43	5.97	5.35

คำถาม	ร้อยละ		
ค่าดูแลรักษายานยนต์ไฟฟ้าสูง	3.92	10.16	5.17
จำนวนสถานีชาร์จไฟมีน้อย/หาลำบาก	5.53	5.53	10.52
ไม่มีรุ่นและขนาดยานยนต์ไฟฟ้าที่สนใจ (เช่นไม่มีรถกะบะแบบใช้ไฟฟ้า)	1.43	0.71	1.60
7. ท่านคิดว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการชาร์จไฟที่สถานีชาร์จควรใช้เวลาเท่าไร			
น้อยกว่า 15 นาที	48.38		
15-20 นาที	29.81		
20-25 นาที	4.97		
25-30 นาที	15.98		
8. สถานีชาร์จควรอยู่ในระยะทางที่เข้าถึงได้ในกิโลเมตร			
1-5 กิโลเมตร	31.75		
6-10 กิโลเมตร	33.48		
11-15 กิโลเมตร	13.17		
16-20 กิโลเมตร	12.74		
มากกว่า 20 กิโลเมตร	7.78		
9. ท่านคิดว่าเมื่อชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าเต็มที่แล้ว ยานยนต์ไฟฟ้าควรวิ่งได้ระยะทางเท่าใด			
น้อยกว่า 200 กิโลเมตร	4.10		
200-400 กิโลเมตร	52.48		
401-600 กิโลเมตร	25.27		
มากกว่า 600 กิโลเมตร	16.41		
10. หากสามารถนำรถยนต์คันเก่าของท่านไปแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ท่านมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าแปลงนี้เท่าไร			
ต่ำกว่า 300,000 บาท	76.03		
300,000 – 600,000 บาท	18.79		
600,001 – 900,000 บาท	3.02		
900,001 – 1,200,000 บาท	0.65		
มากกว่า 1,200,000 บาท	0.00		
11. ถ้าหากรัฐบาลมีนโยบายนำรถคันเก่าไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท ท่านมีความสนใจหรือไม่			
สนใจ	64.79		
ไม่สนใจ	35.21		
12. ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านไม่สนใจนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			

คำถาม	ร้อยละ				
ยังไม่มั่นใจในเทคโนโลยีที่เป็นอยู่	22.15				
ไม่มั่นใจในเรื่องความปลอดภัย	18.81				
ค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไป	26.85				
การขายต่อลำบาก	4.49				
ไม่สนใจเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า	3.24				
ไม่มั่นใจในมาตรฐานการแปลงสภาพรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า	24.45				
13. หากท่านจะซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ท่านยินดีที่จะจ่ายราคาส่วนต่างจากรถยนต์รุ่นที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นราคาเท่าไร					
ต่ำกว่า 200,000 บาท	49.78				
200,000 – 400,000 บาท	36.84				
400,001 – 600,000 บาท	7.68				
600,001 – 800,000 บาท	3.73				
มากกว่า 800,000 บาท	1.97				
14. กรุณาเรียงลำดับนโยบายต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่าน กรุณาระบุหมายเลขจาก 1 ถึง 5 โดยที่ 1 = มีผลต่อการตัดสินใจมากที่สุด และ 5 = มีผลต่อการตัดสินใจน้อยที่สุด					
ตัวเลือก	อันดับ				
	1	2	3	4	5
รัฐบาลลดภาษีรถยนต์ เช่น ภาษีนำเข้า, ภาษีสรรพสามิต	9.56	4.49	2.38	1.84	1.89
รัฐบาลให้เงินอุดหนุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ส่วนลดราคา ยานยนต์ไฟฟ้า หรือ ให้เงินคืน	3.28	10.37	3.01	2.51	0.81
รัฐบาลช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ เช่น กำหนดอัตราดอกเบี้ยเช่าซื้ออัตราพิเศษ	0.94	2.56	7.18	4.18	5.16
รัฐบาลช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านเชื้อเพลิง เช่น ฟรีค่าชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า	1.57	3.14	6.06	7.05	2.25
รัฐบาลให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น ยกเว้นค่าผ่านทางด่วน อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องเดินรถประจำทาง, ที่จอดรถเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ในสถานที่สำคัญต่าง ๆ	0.99	1.39	2.65	4.63	10.10
15. สถานที่ใดที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า กรุณาเรียงลำดับจากหมายเลข 1 ถึง 5 โดยที่ 1 = คือสถานที่ที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จมากที่สุด รองลงมาคือ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ					
ตัวเลือก	อันดับ				
	1	2	3	4	5
ปั้มน้ำมัน / สถานีชาร์จไฟ	7.64	3.15	1.95	1.95	0.34

คำถาม	ร้อยละ				
สถานที่ราชการ	0.63	2.06	3.61	5.27	1.09
สถานที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน	3.32	6.07	6.64	5.21	0.11
ส่วนกลางของหมู่บ้าน, คอนโดมิเนียม	1.95	4.07	5.78	6.19	0.57
ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์	2.00	9.34	6.30	4.58	0.17
อื่น ๆ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ส่วนที่ 3 ปัจจัยต่อไปนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่านหรือไม่

หน่วย: ร้อยละ

	ไม่มี	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ราคายานยนต์ไฟฟ้า	0.65	1.31	8.93	28.98	60.13
ราคาแบตเตอรี่	0.65	1.31	13.07	40.31	44.66
ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบ	0.00	1.53	10.24	49.02	39.22
ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า	2.18	8.93	8.93	37.91	10.24
ค่ายรถยนต์ที่ผลิตรายานยนต์ไฟฟ้า	1.31	7.63	33.99	39.22	17.86
สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว-ความแรงของรถ	0.65	2.61	21.57	45.10	30.07
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ	0.00	0.87	12.42	41.18	45.53
การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ	0.22	2.18	10.02	38.56	49.02
ราคาน้ำมัน	3.49	8.28	30.07	34.64	23.53
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน	0.00	2.83	17.21	46.19	33.77
บริการหลังการขาย	0.87	1.74	13.07	39.65	44.66
อะไหล่ทดแทน	0.65	1.09	9.37	40.74	48.15
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า	0.00	1.09	7.41	36.38	55.12
ราคาค่าไฟในการชาร์จ	0.22	3.05	14.60	35.29	46.84
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า	1.74	17.86	44.88	27.02	8.50
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	2.61	17.21	40.52	28.54	11.11
นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ สิทธิประโยชน์ทางภาษี	1.09	4.14	22.44	41.39	30.94
สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดรถเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า	4.14	10.24	29.85	34.86	20.92
ราคาขายต่อในตลาดรถยนต์มือสอง	3.80	5.06	51.90	32.91	6.33

ที่มา: จากการคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ฉ
ผลการวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงจากการใช้
ยานยนต์ไฟฟ้าในภาคขนส่ง

ตารางที่ ฉ-1: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (พันลิตร เบนซิน)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	54
2560	7,534,223	3,382,110	2,054,067	337,904	70
2561	7,558,835	3,436,937	2,070,971	305,801	79
2562	7,620,580	3,494,722	2,090,664	246,360	88
2563	7,706,985	3,555,879	2,113,186	173,912	97
2564	7,803,583	3,620,741	2,138,565	105,376	107
2565	7,899,595	3,689,577	2,166,817	53,277	117
2566	7,991,317	3,762,605	2,197,955	21,577	127
2567	8,081,372	3,840,002	2,231,981	6,562	138
2568	8,175,037	3,921,917	2,268,897	1,332	150
2569	8,276,686	4,008,468	2,308,697	135	161
2570	8,388,448	4,099,756	2,351,376	-	174
2571	8,510,806	4,195,862	2,396,924	-	186
2572	8,643,617	4,296,854	2,445,329	-	200
2573	8,786,646	4,402,786	2,496,579	-	214
2574	8,939,673	4,513,702	2,550,659	-	228
2575	9,102,489	4,629,636	2,607,553	-	244
2576	9,274,901	4,750,616	2,667,245	-	260
2577	9,456,722	4,876,663	2,729,718	-	277
2578	9,647,776	5,007,789	2,794,952	-	294
2579	9,847,896	5,144,006	2,862,931	-	312
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.7%	9.2%
2567-2569	1.2%	2.2%	1.7%	-85.6%	8.0%
2570-2574	1.6%	2.4%	2.1%	0.0%	7.1%
2575-2579	2.0%	2.7%	2.4%	0.0%	6.4%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-2: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	224
2560	7,534,223	3,382,110	2,054,067	337,904	289
2561	7,558,835	3,436,937	2,070,971	305,801	326
2562	7,620,580	3,494,722	2,090,664	246,360	364
2563	7,706,985	3,555,879	2,113,186	173,912	404
2564	7,803,583	3,620,741	2,138,565	105,376	444
2565	7,899,595	3,689,577	2,166,817	53,277	486
2566	7,991,317	3,762,605	2,197,955	21,577	529
2567	8,081,372	3,840,002	2,231,981	6,562	574
2568	8,175,037	3,921,917	2,268,897	1,332	621
2569	8,276,686	4,008,468	2,308,697	135	670
2570	8,388,448	4,099,756	2,351,376	-	721
2571	8,510,806	4,195,862	2,396,924	-	774
2572	8,643,617	4,296,854	2,445,329	-	830
2573	8,786,646	4,402,786	2,496,579	-	888
2574	8,939,673	4,513,702	2,550,659	-	949
2575	9,102,489	4,629,636	2,607,553	-	1,013
2576	9,274,901	4,750,616	2,667,245	-	1,079
2577	9,456,722	4,876,663	2,729,718	-	1,149
2578	9,647,776	5,007,789	2,794,952	-	1,222
2579	9,847,896	5,144,006	2,862,931	-	1,298
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.7%	9.2%
2567-2569	1.2%	2.2%	1.7%	-85.6%	8.0%
2570-2574	1.6%	2.4%	2.1%	0.0%	7.1%
2575-2579	2.0%	2.7%	2.4%	0.0%	6.4%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-3: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1
ในกรณีที่ 1 ตามเป้าหมาย 100%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	224
2560	7,534,223	3,382,110	2,054,067	337,904	289
2561	7,558,835	3,436,937	2,070,971	305,801	326
2562	7,620,580	3,494,722	2,090,664	246,360	364
2563	7,706,985	3,555,879	2,113,186	173,912	404
2564	7,803,583	3,620,741	2,138,565	105,376	8,754
2565	7,899,595	3,689,577	2,166,817	53,277	17,107
2566	7,991,317	3,762,605	2,197,955	21,577	25,461
2567	8,081,372	3,840,002	2,231,981	6,562	87,834
2568	8,175,037	3,921,917	2,268,897	1,332	150,209
2569	8,276,686	4,008,468	2,308,697	135	212,585
2570	8,388,448	4,099,756	2,351,376	-	545,052
2571	8,510,806	4,195,862	2,396,924	-	877,520
2572	8,643,617	4,296,854	2,445,329	-	1,209,990
2573	8,786,646	4,402,786	2,496,579	-	1,542,462
2574	8,939,673	4,513,702	2,550,659	-	1,874,936
2575	9,102,489	4,629,636	2,607,553	-	2,498,274
2576	9,274,901	4,750,616	2,667,245	-	3,121,614
2577	9,456,722	4,876,663	2,729,718	-	3,744,956
2578	9,647,776	5,007,789	2,794,952	-	4,368,299
2579	9,847,896	5,144,006	2,862,931	-	4,991,645
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.8%	70.5%
2567-2569	1.0%	2.0%	1.5%	-85.7%	55.6%
2570-2574	0.8%	1.7%	1.3%	0.0%	36.2%
2575-2579	0.7%	1.4%	1.1%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-4: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1

ในกรณีที่ 2 ตามเป้าหมาย 60%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	224
2560	7,534,223	3,382,110	2,054,067	337,904	289
2561	7,558,835	3,436,937	2,070,971	305,801	326
2562	7,620,580	3,494,722	2,090,664	246,360	364
2563	7,706,985	3,555,879	2,113,186	173,912	404
2564	7,802,544	3,620,259	2,138,280	105,362	5,430
2565	7,897,515	3,688,606	2,166,247	53,263	10,458
2566	7,988,199	3,761,137	2,197,097	21,568	15,488
2567	8,070,487	3,834,830	2,228,975	6,553	52,930
2568	8,156,437	3,912,993	2,263,734	1,329	90,374
2569	8,250,426	3,995,750	2,301,372	135	127,819
2570	8,321,223	4,066,901	2,332,533	-	327,320
2571	8,402,880	4,142,655	2,366,529	-	526,822
2572	8,495,236	4,223,092	2,403,352	-	726,326
2573	8,598,040	4,308,280	2,442,990	-	925,832
2574	8,711,059	4,398,273	2,485,431	-	1,125,341
2575	8,798,687	4,475,119	2,520,524	-	1,499,369
2576	8,896,295	4,556,694	2,558,367	-	1,873,400
2577	9,003,676	4,643,035	2,598,944	-	2,247,433
2578	9,120,635	4,734,171	2,642,240	-	2,621,468
2579	9,246,989	4,830,125	2,688,238	-	2,995,507
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.4%	-54.8%	68.9%
2567-2569	1.1%	2.1%	1.6%	-85.7%	55.4%
2570-2574	1.2%	2.0%	1.6%	0.0%	36.2%
2575-2579	1.3%	1.9%	1.6%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-5: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1
ในกรณีที่ 3 ตามเป้าหมาย 140%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	224
2560	7,534,223	3,382,110	2,054,067	337,904	289
2561	7,558,835	3,436,937	2,070,971	305,801	326
2562	7,620,580	3,494,722	2,090,664	246,360	364
2563	7,706,985	3,555,879	2,113,186	173,912	404
2564	7,801,159	3,619,616	2,137,900	105,343	12,079
2565	7,894,742	3,687,310	2,165,486	53,245	23,755
2566	7,984,043	3,759,180	2,195,954	21,557	35,433
2567	8,055,974	3,827,934	2,224,967	6,541	122,737
2568	8,131,637	3,901,095	2,256,851	1,325	210,044
2569	8,215,412	3,978,793	2,291,606	134	297,351
2570	8,231,591	4,023,094	2,307,408	-	762,784
2571	8,258,980	4,071,711	2,326,002	-	1,228,218
2572	8,297,395	4,124,743	2,347,381	-	1,693,654
2573	8,346,566	4,182,272	2,371,538	-	2,159,091
2574	8,406,240	4,244,368	2,398,461	-	2,624,530
2575	8,393,618	4,269,096	2,404,486	-	3,497,178
2576	8,391,487	4,298,130	2,413,196	-	4,369,828
2577	8,399,614	4,331,531	2,424,580	-	5,242,478
2578	8,417,781	4,369,346	2,438,624	-	6,115,130
2579	8,445,780	4,411,617	2,455,314	-	6,987,784
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	2.1%	2.3%	4.4%	-15.0%	15.8%
2564-2566	1.2%	1.9%	1.3%	-54.8%	71.3%
2567-2569	1.0%	2.0%	1.5%	-85.7%	55.6%
2570-2574	0.5%	1.3%	1.0%	0.0%	36.2%
2575-2579	0.2%	0.8%	0.5%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-6: ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ
ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-
2564	(1,731)	(803)	(474)	(23)	8,310
2565	(3,467)	(1,619)	(951)	(23)	16,621
2566	(5,196)	(2,446)	(1,429)	(14)	24,931
2567	(18,141)	(8,620)	(5,010)	(15)	87,259
2568	(31,000)	(14,872)	(8,604)	(5)	149,587
2569	(43,767)	(21,196)	(12,208)	(1)	211,915
2570	(112,040)	(54,758)	(31,406)	-	544,331
2571	(179,875)	(88,679)	(50,659)	-	876,746
2572	(247,301)	(122,937)	(69,963)	-	1,209,160
2573	(314,343)	(157,510)	(89,315)	-	1,541,573
2574	(381,023)	(192,381)	(108,713)	-	1,873,986
2575	(506,337)	(257,529)	(145,048)	-	2,497,261
2576	(631,010)	(323,204)	(181,464)	-	3,120,534
2577	(755,077)	(389,380)	(217,956)	-	3,743,807
2578	(878,568)	(456,031)	(254,520)	-	4,367,077
2579	(1,001,511)	(523,135)	(291,154)	-	4,990,347
ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(3,464)	(1,622)	(951)	(20)	16,620
2567-2569	(30,969)	(14,896)	(8,607)	(7)	149,587
2570-2574	(246,916)	(123,253)	(70,011)	-	1,209,159
2575-2579	(754,500)	(389,855)	(218,028)	-	3,743,805

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-7: ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ
ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 60%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-
2564	(1,039)	(482)	(285)	(14)	4,986
2565	(2,080)	(971)	(571)	(14)	9,973
2566	(3,117)	(1,468)	(857)	(8)	14,959
2567	(10,885)	(5,172)	(3,006)	(9)	52,356
2568	(18,600)	(8,923)	(5,162)	(3)	89,752
2569	(26,260)	(12,718)	(7,325)	(0)	127,149
2570	(67,224)	(32,855)	(18,844)	-	326,598
2571	(107,925)	(53,208)	(30,395)	-	526,047
2572	(148,381)	(73,762)	(41,978)	-	725,496
2573	(188,606)	(94,506)	(53,589)	-	924,944
2574	(228,614)	(115,429)	(65,228)	-	1,124,392
2575	(303,802)	(154,517)	(87,029)	-	1,498,357
2576	(378,606)	(193,923)	(108,878)	-	1,872,321
2577	(453,046)	(233,628)	(130,774)	-	2,246,284
2578	(527,141)	(273,619)	(152,712)	-	2,620,246
2579	(600,907)	(313,881)	(174,693)	-	2,994,208
ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(2,079)	(974)	(571)	(12)	9,973
2567-2569	(18,582)	(8,938)	(5,165)	(4)	89,752
2570-2574	(148,150)	(73,952)	(42,007)	-	725,496
2575-2579	(452,700)	(233,914)	(130,817)	-	2,246,283

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-8: ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ
ของยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 140%

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-
2564	(2,424)	(1,125)	(664)	(33)	11,635
2565	(4,853)	(2,267)	(1,331)	(33)	23,269
2566	(7,274)	(3,425)	(2,001)	(20)	34,904
2567	(25,398)	(12,068)	(7,015)	(21)	122,163
2568	(43,400)	(20,821)	(12,045)	(7)	209,422
2569	(61,273)	(29,675)	(17,092)	(1)	296,681
2570	(156,856)	(76,662)	(43,969)	-	762,063
2571	(251,826)	(124,151)	(70,922)	-	1,227,444
2572	(346,222)	(172,111)	(97,948)	-	1,692,824
2573	(440,080)	(220,514)	(125,042)	-	2,158,203
2574	(533,433)	(269,334)	(152,199)	-	2,623,581
2575	(708,872)	(360,541)	(203,068)	-	3,496,165
2576	(883,414)	(452,486)	(254,049)	-	4,368,748
2577	(1,057,108)	(545,132)	(305,138)	-	5,241,329
2578	(1,229,996)	(638,443)	(356,329)	-	6,113,908
2579	(1,402,116)	(732,389)	(407,616)	-	6,986,486
ปริมาณการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	-	-	-	-	-
2564-2566	(4,850)	(2,272)	(1,332)	(28)	23,269
2567-2569	(43,357)	(20,855)	(12,051)	(10)	209,422
2570-2574	(345,683)	(172,554)	(98,016)	-	1,692,823
2575-2579	(1,056,301)	(545,798)	(305,240)	-	5,241,327

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-9: มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมของยานยนต์ประเภท รย.1

จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100%

	เบนซิน (พันบาท)	ดีเซล (พันบาท)	LPG (พันบาท)	CNG (พันบาท)	ไฟฟ้า (พันบาท)	สุทธิ (พันบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(35,615)	(16,356)	(5,002)	(307)	24,025	(33,256)
2565	(71,309)	(32,966)	(10,025)	(307)	48,051	(66,556)
2566	(106,874)	(49,806)	(15,066)	(184)	72,076	(99,854)
2567	(373,170)	(175,508)	(52,823)	(193)	252,267	(349,427)
2568	(637,677)	(302,798)	(90,707)	(66)	432,457	(598,791)
2569	(900,278)	(431,561)	(128,706)	(9)	612,647	(847,907)
2570	(2,304,666)	(1,114,879)	(331,102)	-	1,573,660	(2,176,987)
2571	(3,700,037)	(1,805,511)	(534,076)	-	2,534,672	(3,504,952)
2572	(5,086,988)	(2,502,991)	(737,592)	-	3,495,681	(4,831,890)
2573	(6,466,039)	(3,206,906)	(941,616)	-	4,456,689	(6,157,872)
2574	(7,837,652)	(3,916,884)	(1,146,120)	-	5,417,694	(7,482,962)
2575	(10,415,348)	(5,243,291)	(1,529,186)	-	7,219,581	(9,968,243)
2576	(12,979,880)	(6,580,439)	(1,913,101)	-	9,021,465	(12,451,955)
2577	(15,531,939)	(7,927,774)	(2,297,821)	-	10,823,345	(14,934,190)
2578	(18,072,151)	(9,284,791)	(2,683,308)	-	12,625,221	(17,415,030)
2579	(20,601,089)	(10,651,031)	(3,069,524)	-	14,427,094	(19,894,549)
มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(71,266)	(33,043)	(10,031)	(266)	48,051	(39,933)
2567-2569	(637,041)	(303,289)	(90,745)	(90)	432,457	(359,225)
2570-2574	(5,079,076)	(2,509,434)	(738,101)	-	3,495,679	(4,830,933)
2575-2579	(15,520,082)	(7,937,465)	(2,298,588)	-	10,823,341	(14,932,793)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-10: มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมของยานยนต์ประเภท รย.1

จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 60%

	เบนซิน (พันบาท)	ดีเซล (พันบาท)	LPG (พันบาท)	CNG (พันบาท)	ไฟฟ้า (พันบาท)	สุทธิ (พันบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(21,369)	(9,814)	(3,001)	(184)	14,415	(19,953)
2565	(42,786)	(19,779)	(6,015)	(184)	28,831	(39,934)
2566	(64,124)	(29,884)	(9,039)	(110)	43,246	(59,912)
2567	(223,902)	(105,305)	(31,694)	(116)	151,360	(209,656)
2568	(382,606)	(181,679)	(54,424)	(40)	259,474	(359,274)
2569	(540,167)	(258,936)	(77,224)	(6)	367,588	(508,744)
2570	(1,382,799)	(668,928)	(198,661)	-	944,196	(1,306,192)
2571	(2,220,022)	(1,083,307)	(320,446)	-	1,520,803	(2,102,971)
2572	(3,052,193)	(1,501,795)	(442,555)	-	2,097,409	(2,899,134)
2573	(3,879,623)	(1,924,144)	(564,970)	-	2,674,013	(3,694,723)
2574	(4,702,591)	(2,350,130)	(687,672)	-	3,250,617	(4,489,777)
2575	(6,249,209)	(3,145,974)	(917,511)	-	4,331,749	(5,980,946)
2576	(7,787,928)	(3,948,263)	(1,147,860)	-	5,412,879	(7,471,173)
2577	(9,319,164)	(4,756,664)	(1,378,693)	-	6,494,007	(8,960,514)
2578	(10,843,291)	(5,570,875)	(1,609,985)	-	7,575,133	(10,449,018)
2579	(12,360,653)	(6,390,618)	(1,841,714)	-	8,656,256	(11,936,730)
มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(42,760)	(19,826)	(6,019)	(160)	28,831	(23,960)
2567-2569	(382,225)	(181,973)	(54,447)	(54)	259,474	(215,535)
2570-2574	(3,047,446)	(1,505,661)	(442,861)	-	2,097,408	(2,898,560)
2575-2579	(9,312,049)	(4,762,479)	(1,379,153)	-	6,494,005	(8,959,676)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-11: มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมของยานยนต์ประเภท รย.1
จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 140%

	เบนซิน (พันบาท)	ดีเซล (พันบาท)	LPG (พันบาท)	CNG (พันบาท)	ไฟฟ้า (พันบาท)	สุทธิ (พันบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(49,862)	(22,899)	(7,003)	(430)	33,636	(46,558)
2565	(99,833)	(46,152)	(14,035)	(430)	67,271	(93,178)
2566	(149,624)	(69,729)	(21,092)	(258)	100,907	(139,796)
2567	(522,438)	(245,711)	(73,953)	(271)	353,174	(489,198)
2568	(892,748)	(423,917)	(126,989)	(93)	605,440	(838,307)
2569	(1,260,389)	(604,185)	(180,189)	(13)	857,706	(1,187,070)
2570	(3,226,532)	(1,560,831)	(463,543)	-	2,203,124	(3,047,781)
2571	(5,180,052)	(2,527,715)	(747,706)	-	3,548,540	(4,906,933)
2572	(7,121,784)	(3,504,188)	(1,032,628)	-	4,893,953	(6,764,646)
2573	(9,052,454)	(4,489,668)	(1,318,263)	-	6,239,364	(8,621,021)
2574	(10,972,713)	(5,483,638)	(1,604,568)	-	7,584,772	(10,476,147)
2575	(14,581,487)	(7,340,607)	(2,140,860)	-	10,107,414	(13,955,540)
2576	(18,171,832)	(9,212,614)	(2,678,341)	-	12,630,051	(17,432,737)
2577	(21,744,715)	(11,098,883)	(3,216,950)	-	15,152,682	(20,907,865)
2578	(25,301,012)	(12,998,708)	(3,756,631)	-	17,675,309	(24,381,041)
2579	(28,841,525)	(14,911,443)	(4,297,333)	-	20,197,931	(27,852,369)
มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(99,773)	(46,260)	(14,043)	(372)	67,271	(55,906)
2567-2569	(891,858)	(424,604)	(127,044)	(126)	605,440	(502,915)
2570-2574	(7,110,707)	(3,513,208)	(1,033,342)	-	4,893,951	(6,763,306)
2575-2579	(21,728,114)	(11,112,451)	(3,218,023)	-	15,152,678	(20,905,911)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-12: ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
สะสมสำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100 %

	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(3,874,238)	(2,204,887)	(728,920)	(52,540)	5,063,552	(1,797,034)
2565	(7,757,026)	(4,443,893)	(1,460,757)	(52,540)	10,127,094	(3,587,122)
2566	(11,625,736)	(6,714,092)	(2,195,261)	(31,524)	15,190,626	(5,375,986)
2567	(40,593,334)	(23,659,072)	(7,697,070)	(33,100)	53,167,141	(18,815,437)
2568	(69,366,347)	(40,818,217)	(13,217,189)	(11,349)	91,143,581	(32,269,520)
2569	(97,931,994)	(58,175,906)	(18,754,282)	(1,608)	129,119,947	(45,743,842)
2570	(250,701,011)	(150,289,658)	(48,246,067)	-	331,660,719	(117,576,018)
2571	(402,489,207)	(243,389,254)	(77,822,133)	-	534,201,096	(189,499,498)
2572	(553,361,454)	(337,412,062)	(107,477,127)	-	736,741,078	(261,509,564)
2573	(703,374,243)	432,302,257)	(137,206,275)	-	939,280,667	(333,602,108)
2574	(852,578,057)	(528,009,814)	(167,005,300)	-	1,141,819,861	(405,773,310)
2575	(1,132,979,213)	(706,814,135)	(222,823,131)	-	1,521,581,083	(541,035,395)
2576	(1,411,948,473)	(887,066,410)	(278,764,749)	-	1,901,341,566	(676,438,066)
2577	(1,689,560,870)	(1,068,691,942)	(334,823,770)	-	2,281,101,310	(811,975,272)
2578	(1,965,884,597)	(1,251,622,721)	(390,994,379)	-	2,660,860,315	(947,641,382)
2579	(2,240,981,861)	(1,435,796,607)	(447,271,263)	-	3,040,618,580	(1,083,431,151)
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(7,752,333)	(4,454,291)	(1,461,646)	(45,535)	10,127,091	(2,152,028)
2567-2569	(69,297,225)	(40,884,398)	(13,222,847)	(15,352)	91,143,556	(19,365,760)
2570-2574	(552,500,794)	(338,280,609)	(107,551,380)	-	736,740,684	(261,592,100)
2575-2579	(1,688,271,003)	(1,069,998,363)	(334,935,458)	-	2,281,100,571	(812,104,253)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-13: ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
สะสม สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 60 %

	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(2,324,543)	(1,322,932)	(437,352)	(31,524)	3,038,131	(1,078,220)
2565	(4,654,216)	(2,666,336)	(876,454)	(31,524)	6,076,256	(2,152,273)
2566	(6,975,441)	(4,028,455)	(1,317,157)	(18,914)	9,114,376	(3,225,592)
2567	(24,356,001)	(14,195,443)	(4,618,242)	(19,860)	31,900,284	(11,289,262)
2568	(41,619,808)	(24,490,930)	(7,930,314)	(6,809)	54,686,149	(19,361,712)
2569	(58,759,196)	(34,905,543)	(11,252,569)	(965)	77,471,968	(27,446,305)
2570	(150,420,607)	(90,173,795)	(28,947,640)	-	198,996,431	(70,545,611)
2571	(241,493,524)	(146,033,552)	(46,693,280)	-	320,520,657	(113,699,699)
2572	(332,016,872)	(202,447,237)	(64,486,276)	-	442,044,647	(156,905,739)
2573	(422,024,546)	(259,381,354)	(82,323,765)	-	563,568,400	(200,161,265)
2574	(511,546,834)	(316,805,888)	(100,203,180)	-	685,091,917	(243,463,986)
2575	(679,787,528)	(424,088,481)	(133,693,878)	-	912,948,650	(324,621,237)
2576	(847,169,084)	(532,239,846)	(167,258,849)	-	1,140,804,940	(405,862,839)
2577	(1,013,736,522)	(641,215,165)	(200,894,262)	-	1,368,660,786	(487,185,163)
2578	(1,179,530,758)	(750,973,633)	(234,596,627)	-	1,596,516,189	(568,584,829)
2579	(1,344,589,117)	(861,477,964)	(268,362,758)	-	1,824,371,148	(650,058,691)
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(4,651,399)	(2,672,574)	(876,988)	(27,321)	6,076,255	(1,291,217)
2567-2569	(41,578,335)	(24,530,639)	(7,933,708)	(9,211)	54,686,134	(11,619,456)
2570-2574	(331,500,477)	(202,968,365)	(64,530,828)	-	442,044,410	(156,955,260)
2575-2579	(1,012,962,602)	(641,999,018)	(200,961,275)	-	1,368,660,342	(487,262,552)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-14: ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
สะสม สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 140 %

	เบนซิน (kgCO ₂ e)	ดีเซล (kgCO ₂ e)	LPG (kgCO ₂ e)	CNG (kgCO ₂ e)	ไฟฟ้า (kgCO ₂ e)	สุทธิ (kgCO ₂ e)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(5,423,934)	(3,086,842)	(1,020,488)	(73,556)	7,088,973	(2,515,847)
2565	(10,859,836)	(6,221,450)	(2,045,060)	(73,556)	14,177,932	(5,021,971)
2566	(16,276,030)	(9,399,729)	(3,073,365)	(44,134)	21,266,877	(7,526,381)
2567	(56,830,668)	(33,122,701)	(10,775,899)	(46,340)	74,433,997	(26,341,612)
2568	(97,112,886)	(57,145,503)	(18,504,065)	(15,888)	127,601,013	(45,177,329)
2569	(137,104,791)	(81,446,268)	(26,255,995)	(2,251)	180,767,926	(64,041,378)
2570	(350,981,416)	(210,405,522)	(67,544,494)	-	464,325,006	(164,606,425)
2571	(563,484,889)	(340,744,955)	(108,950,986)	-	747,881,534	(265,299,297)
2572	(774,706,035)	(472,376,887)	(150,467,977)	-	1,031,437,510	(366,113,390)
2573	(984,723,941)	(605,223,159)	(192,088,784)	-	1,314,992,933	(467,042,951)
2574	(1,193,609,280)	(739,213,739)	(233,807,420)	-	1,598,547,805	(568,082,634)
2575	(1,586,170,898)	(989,539,790)	(311,952,383)	-	2,130,213,516	(757,449,554)
2576	(1,976,727,862)	(1,241,892,974)	(390,270,649)	-	2,661,878,193	(947,013,292)
2577	(2,365,385,218)	(1,496,168,718)	(468,753,278)	-	3,193,541,834	(1,136,765,380)
2578	(2,752,238,436)	(1,752,271,810)	(547,392,130)	-	3,725,204,440	(1,326,697,935)
2579	(3,137,374,606)	(2,010,115,249)	(626,179,768)	-	4,256,866,012	(1,516,803,612)
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปี						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(10,853,267)	(6,236,007)	(2,046,304)	(63,749)	14,177,927	(3,012,840)
2567-2569	(97,016,115)	(57,238,158)	(18,511,986)	(21,493)	127,600,979	(27,112,064)
2570-2574	(773,501,112)	(473,592,853)	(150,571,932)	-	1,031,436,958	(366,228,940)
2575-2579	(2,363,579,404)	(1,497,997,708)	(468,909,642)	-	3,193,540,799	(1,136,945,955)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-15: ต้นทุนทางสังคมที่เกิดจากคาร์บอน

(หน่วย: ดอลลาร์สหรัฐ ต่อ เมตริกตันคาร์บอนไดออกไซด์)

พ.ศ.	ค.ศ.	อัตราคิดลดที่ 5%	อัตราคิดลดที่ 3%	อัตราคิดลดที่ 2.5%	ผลกระทบสูงสุด เปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 95 อัตราคิดลด 3%
2553	2010	10	31	50	86
2554	2011	11	32	51	90
2555	2012	11	33	53	93
2556	2013	11	34	54	97
2557	2014	11	35	55	101
2558	2015	11	36	56	105
2559	2016	11	38	57	108
2560	2017	11	39	59	112
2561	2018	12	40	60	116
2562	2019	12	41	61	120
2563	2020	12	42	62	123
2564	2021	12	42	63	126
2565	2022	13	43	64	129
2566	2023	13	44	65	132
2567	2024	13	45	66	135
2568	2025	14	46	68	138
2569	2026	14	47	69	141
2570	2027	15	48	70	143
2571	2028	15	49	71	146
2572	2029	15	49	72	149
2573	2030	16	50	73	152
2574	2031	16	51	74	155
2575	2032	17	52	75	158
2576	2033	17	53	76	161
2577	2034	18	54	77	164
2578	2035	18	55	78	168
2579	2036	19	56	79	171

ที่มา: Technical Support Document: - Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866 Interagency Working Group on the Social Cost of Carbon, United States Government, May 2013

ตารางที่ ฉ-16: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมสำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐาน
มาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100 %

	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(236)	(134)	(44)	(3)	308	(109)
2565	(494)	(283)	(93)	(3)	646	(229)
2566	(776)	(448)	(147)	(2)	1,014	(359)
2567	(2,834)	(1,652)	(537)	(2)	3,712	(1,314)
2568	(5,060)	(2,978)	(964)	(1)	6,649	(2,354)
2569	(7,458)	(4,430)	(1,428)	(0)	9,833	(3,484)
2570	(19,913)	(11,937)	(3,832)	-	26,344	(9,339)
2571	(33,315)	(20,146)	(6,442)	-	44,218	(15,686)
2572	(45,804)	(27,929)	(8,896)	-	60,983	(21,646)
2573	(60,621)	(37,259)	(11,825)	-	80,953	(28,752)
2574	(76,449)	(47,346)	(14,975)	-	102,385	(36,385)
2575	(105,616)	(65,889)	(20,771)	-	141,841	(50,435)
2576	(136,732)	(85,903)	(26,995)	-	184,124	(65,506)
2577	(169,848)	(107,433)	(33,659)	-	229,315	(81,626)
2578	(205,014)	(130,526)	(40,775)	-	277,490	(98,825)
2579	(242,278)	(155,227)	(48,356)	-	328,729	(117,132)
มูลค่าต้นทุนทางสังคมเฉลี่ยต่อปี (ล้านบาท)						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(502)	(288)	(95)	(3)	656	(139)
2567-2569	(5,117)	(3,020)	(977)	(1)	6,731	(1,430)
2570-2574	(47,221)	(28,923)	(9,194)	-	62,977	(22,362)
2575-2579	(171,897)	(108,996)	(34,111)	-	232,300	(82,705)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ จ-17: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมสำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐาน
มาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 60 %

	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(141)	(80)	(27)	(2)	185	(66)
2565	(297)	(170)	(56)	(2)	387	(137)
2566	(466)	(269)	(88)	(1)	608	(215)
2567	(1,700)	(991)	(322)	(1)	2,227	(788)
2568	(3,036)	(1,787)	(579)	(0)	3,989	(1,412)
2569	(4,475)	(2,658)	(857)	(0)	5,900	(2,090)
2570	(11,948)	(7,162)	(2,299)	-	15,806	(5,603)
2571	(19,989)	(12,088)	(3,865)	-	26,531	(9,411)
2572	(27,482)	(16,757)	(5,338)	-	36,590	(12,988)
2573	(36,373)	(22,355)	(7,095)	-	48,572	(17,251)
2574	(45,870)	(28,408)	(8,985)	-	61,431	(21,831)
2575	(63,369)	(39,533)	(12,463)	-	85,104	(30,261)
2576	(82,039)	(51,542)	(16,197)	-	110,475	(39,303)
2577	(101,909)	(64,460)	(20,195)	-	137,589	(48,976)
2578	(123,008)	(78,316)	(24,465)	-	166,494	(59,295)
2579	(145,367)	(93,136)	(29,013)	-	197,237	(70,279)
มูลค่าต้นทุนทางสังคมเฉลี่ยต่อปี (ล้านบาท)						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(301)	(173)	(57)	(2)	393	(84)
2567-2569	(3,070)	(1,812)	(586)	(1)	4,039	(858)
2570-2574	(28,332)	(17,354)	(5,516)	-	37,786	(13,417)
2575-2579	(103,138)	(65,397)	(20,467)	-	139,380	(49,623)

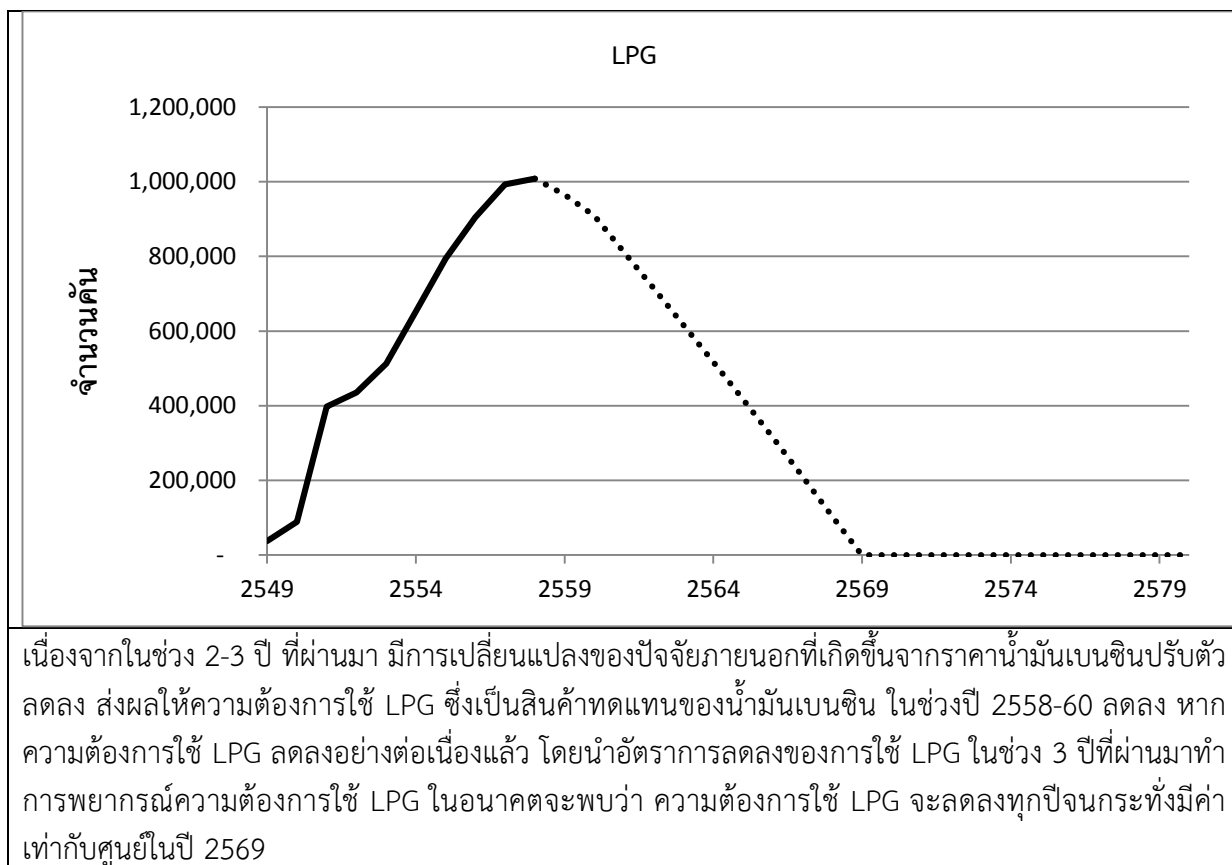
ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-18: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมสำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐาน
มาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 140 %

	เบนซิน (ล้านบาท)	ดีเซล (ล้านบาท)	LPG (ล้านบาท)	CNG (ล้านบาท)	ไฟฟ้า (ล้านบาท)	สุทธิ (ล้านบาท)
2559	-	-	-	-	-	-
2560	-	-	-	-	-	-
2561	-	-	-	-	-	-
2562	-	-	-	-	-	-
2563	-	-	-	-	-	-
2564	(330)	(188)	(62)	(4)	431	(153)
2565	(692)	(397)	(130)	(5)	904	(320)
2566	(1,086)	(627)	(205)	(3)	1,419	(502)
2567	(3,967)	(2,312)	(752)	(3)	5,196	(1,839)
2568	(7,084)	(4,169)	(1,350)	(1)	9,308	(3,296)
2569	(10,441)	(6,202)	(2,000)	(0)	13,766	(4,877)
2570	(27,878)	(16,712)	(5,365)	-	36,881	(13,075)
2571	(46,642)	(28,205)	(9,018)	-	61,905	(21,960)
2572	(64,125)	(39,100)	(12,455)	-	85,376	(30,305)
2573	(84,870)	(52,162)	(16,555)	-	113,335	(40,253)
2574	(107,029)	(66,284)	(20,965)	-	143,339	(50,939)
2575	(147,862)	(92,244)	(29,080)	-	198,577	(70,609)
2576	(191,425)	(120,264)	(37,793)	-	257,774	(91,708)
2577	(237,787)	(150,407)	(47,123)	-	321,040	(114,277)
2578	(287,019)	(182,737)	(57,085)	-	388,486	(138,356)
2579	(339,189)	(217,318)	(67,698)	-	460,220	(163,985)
มูลค่าต้นทุนทางสังคมเฉลี่ยต่อปี (ล้านบาท)						
2559-2563	-	-	-	-	-	-
2564-2566	(703)	(404)	(133)	(4)	918	(195)
2567-2569	(7,164)	(4,228)	(1,367)	(2)	9,424	(2,002)
2570-2574	(66,109)	(40,493)	(12,872)	-	88,167	(31,306)
2575-2579	(240,656)	(152,594)	(47,756)	-	325,219	(115,787)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

รูปที่ ฉ-1: ผลการพยากรณ์จำนวนยานยนต์ประเภท รย. 1 สะสมจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิง ภายใต้สถานการณ์ที่ LPG ลดลงอย่างต่อเนื่องในอนาคต



ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-19: ความต้องการเชื้อเพลิงสะสมประเภทต่าง ๆ ของยานยนต์ประเภท รย.1 ในกรณีฐาน
ภายใต้สถานการณ์ที่ LPG ลดลงอย่างต่อเนื่องในอนาคต

	เบนซิน (พันลิตร)	ดีเซล (พันลิตร)	LPG (พันลิตร)	CNG (ตัน)	ไฟฟ้า (MWh)
2559	7,097,021	3,248,666	1,778,385	333,557	224
2560	7,838,232	3,382,110	1,673,914	337,904	289
2561	8,019,751	3,436,937	1,494,611	305,801	326
2562	8,240,720	3,494,722	1,315,201	246,360	364
2563	8,489,392	3,555,879	1,134,812	173,912	404
2564	8,750,072	3,619,938	952,373	105,352	8,754
2565	9,014,541	3,687,958	767,331	53,254	17,107
2566	9,279,782	3,760,158	578,847	21,562	25,461
2567	9,535,812	3,831,382	385,559	6,547	87,834
2568	9,801,458	3,907,044	187,745	1,327	150,209
2569	10,069,426	3,987,271	-	135	212,585
2570	10,131,692	4,044,998	-	-	545,052
2571	10,207,244	4,107,183	-	-	877,520
2572	10,295,901	4,173,917	-	-	1,209,990
2573	10,397,397	4,245,276	-	-	1,542,462
2574	10,511,479	4,321,320	-	-	1,874,936
2575	10,565,423	4,372,107	-	-	2,498,274
2576	10,631,776	4,427,412	-	-	3,121,614
2577	10,710,306	4,487,283	-	-	3,744,956
2578	10,800,797	4,551,758	-	-	4,368,299
2579	10,903,040	4,620,871	-	-	4,991,645
อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี					
2559-2563	4.6%	2.3%	-10.6%	-15.0%	15.8%
2564-2566	3.0%	1.9%	-22.0%	-54.8%	70.5%
2567-2569	2.8%	2.0%	-100.0%	-85.7%	55.6%
2570-2574	0.9%	1.7%	0.0%	0.0%	36.2%
2575-2579	0.8%	1.4%	0.0%	0.0%	18.9%

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-20: มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมของยานยนต์ประเภท รย.1
จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้าตามเป้าหมาย 100% โดยเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG
เพิ่มขึ้นและลดลงในอนาคต

	กรณีปกติ (พันบาท)	กรณีปรับผลพยากรณ์ LPG (พันบาท)
2559	-	-
2560	-	-
2561	-	-
2562	-	-
2563	-	-
2564	(33,256)	(34,810)
2565	(66,556)	(70,183)
2566	(99,854)	(106,071)
2567	(349,427)	(373,901)
2568	(598,791)	(645,394)
2569	(847,907)	(920,025)
2570	(2,176,987)	(2,362,511)
2571	(3,504,952)	(3,804,208)
2572	(4,831,890)	(5,245,181)
2573	(6,157,872)	(6,685,482)
2574	(7,482,962)	(8,125,161)
2575	(9,968,243)	(10,825,083)
2576	(12,451,955)	(13,523,911)
2577	(14,934,190)	(16,221,714)
2578	(17,415,030)	(18,918,552)
2579	(19,894,549)	(21,614,478)
มูลค่าการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเชื้อเพลิงสะสมเฉลี่ยต่อปี		
2559-2563	-	-
2564-2566	(39,933)	(42,213)
2567-2569	(359,225)	(387,864)
2570-2574	(4,830,933)	(5,244,509)
2575-2579	(14,932,793)	(16,220,748)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ ฉ-21: ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
สะสม สำหรับยานยนต์ประเภท รถ.1 จากกรณีฐานมาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100 % โดย
เปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้นและลดลงในอนาคต

	กรณีปกติ (kgCO ₂ e)	กรณีปรับผลพยากรณ์ LPG (kgCO ₂ e)
2559	-	-
2560	-	-
2561	-	-
2562	-	-
2563	-	-
2564	(1,797,034)	(1,863,664)
2565	(3,587,122)	(3,742,597)
2566	(5,375,986)	(5,642,476)
2567	(18,815,437)	(19,864,499)
2568	(32,269,520)	(34,267,165)
2569	(45,743,842)	(48,835,131)
2570	(117,576,018)	(125,528,471)
2571	(189,499,498)	(202,327,007)
2572	(261,509,564)	(279,225,139)
2573	(333,602,108)	(356,217,970)
2574	(405,773,310)	(433,300,979)
2575	(541,035,395)	(577,763,579)
2576	(676,438,066)	(722,387,169)
2577	(811,975,272)	(867,164,646)
2578	(947,641,382)	(1,012,089,420)
2579	(1,083,431,151)	(1,157,155,370)
ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อปี		
2559-2563	-	-
2564-2566	(2,152,028)	(2,249,748)
2567-2569	(19,365,760)	(20,593,359)
2570-2574	(261,592,100)	(279,319,913)
2575-2579	(812,104,253)	(867,312,037)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ จ-22: มูลค่าต้นทุนทางสังคม (Social cost) สะสมสำหรับยานยนต์ประเภท รย.1 จากกรณีฐาน มาสู่กรณียานยนต์ไฟฟ้า กรณี 100 % โดยเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ LPG เพิ่มขึ้นและลดลงใน

อนาคต

	กรณีปกติ (ล้านบาท)	กรณีปรับผลพยากรณ์ LPG (ล้านบาท)
2559	-	-
2560	-	-
2561	-	-
2562	-	-
2563	-	-
2564	(109)	(113)
2565	(229)	(239)
2566	(359)	(377)
2567	(1,314)	(1,387)
2568	(2,354)	(2,500)
2569	(3,484)	(3,719)
2570	(9,339)	(9,971)
2571	(15,686)	(16,747)
2572	(21,646)	(23,112)
2573	(28,752)	(30,701)
2574	(36,385)	(38,853)
2575	(50,435)	(53,859)
2576	(65,506)	(69,955)
2577	(81,626)	(87,174)
2578	(98,825)	(105,546)
2579	(117,132)	(125,103)
มูลค่าต้นทุนทางสังคมเฉลี่ยต่อปี (ล้านบาท)		
2559-2563	-	-
2564-2566	(139)	(146)
2567-2569	(1,430)	(1,521)
2570-2574	(22,362)	(23,877)
2575-2579	(82,705)	(88,328)

ที่มา: การคำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ข

การสัมมนารับฟังความคิดเห็น

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภค
และประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

จัดโดย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

1. วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษา 1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย 2) เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้นานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 3) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล 4) เพื่อประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้า ตลอดจนแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีส่วนได้เสียเกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินนโยบายและมาตรการเพื่อสนับสนุน การใช้นานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

2. วัน เวลา และสถานที่

จัดประชุมเผยแพร่ผลการศึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อผลการศึกษาโครงการ ฯ ในวันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น. ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ฯ

3. หน่วยงานผู้เข้าร่วม

มีผู้เข้าร่วมการสัมมนา จำนวนทั้งสิ้น 31 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้แทนจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะด้านพลังงาน อาทิ กรมธุรกิจพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฯ การไฟฟ้านครหลวง และสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 2) ผู้แทนจากโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย – สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 3) ผู้แทนจากสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน 4) ผู้แทนจากหน่วยงานเอกชน อาทิ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย บริษัท ไมน์ โมบิลิตี รีเสิร์ช จำกัด และบริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และ 5) ผู้แทนจากสถาบันการศึกษา

4. กำหนดการ

กำหนดการการสัมมนาเผยแพร่ผลการศึกษา
เรื่อง “โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภค
และประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง”
วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.
ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6
โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok ถ.พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

เวลา	กำหนดการ
8.30 – 9.30 น.	ลงทะเบียน
9.30 - 10.45 น.	นำเสนอผลการศึกษาของโครงการ ฯ
10.45 – 11.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
11.00 – 12.30 น.	รับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อผลการศึกษาของโครงการ ฯ
12.30 – 13.30 น.	ร่วมรับประทานอาหารกลางวัน

5. เอกสารประกอบการบรรยาย

โดยคณะผู้วิจัย



โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

เสนอ
คณะกรรมการอำนวยการ
โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี-สภา

สนับสนุนโดย
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)



วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total cost of ownership: TCO) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการหันมาใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
4. เพื่อประเมินผลกระทบทางด้านการพลังงานในภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า



วัตถุประสงค์ที่ 1

ศึกษาและสังเคราะห์มาตรการในการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าในต่างประเทศและในประเทศไทย

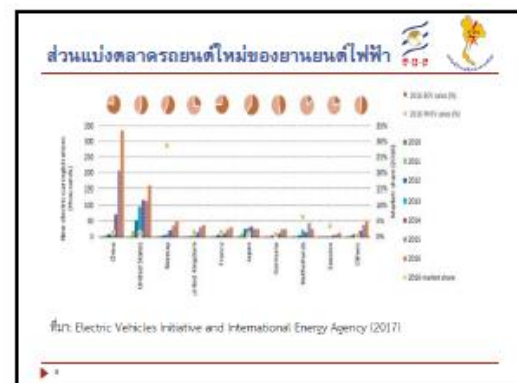


เกณฑ์ในการคัดเลือกประเทศที่เป็นกรณีศึกษา

ในปี 2016

- ▶ ประเทศที่มีจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าต่อคนมากที่สุด 3 อันดับแรกในโลก (จีน, สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น)
- ▶ ประเทศที่ยานยนต์ไฟฟ้ามีสัดส่วนต่อตลาดรถยนต์ไม่สูงที่สุด 3 อันดับแรกในโลก (นอร์เวย์, เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน)
- ▶ ประเทศที่มีจำนวนจุดประจุไฟฟ้าสาธารณะต่อหัวคนมีแนวโน้มสูงที่สุด 3 อันดับแรกในโลก (จีน, สหรัฐอเมริกา และเนเธอร์แลนด์)
- ▶ Market EVI (นอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์) และ Industry EVI (จีน, ญี่ปุ่น และเยอรมนี)
- ▶ เกณฑ์อื่น ๆ: ทำเลที่ตั้ง และระดับการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ

นอร์เวย์ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี



การเปรียบเทียบเป้าหมาย มาตรการ และผลสัมฤทธิ์ ในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า		อันดับชาติ ในปี 2018		
ประเทศ	เป้าหมาย	จำนวน EV สมบูรณ์	จำนวนจุดชาร์จไฟฟ้า	ส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้า
นอร์เวย์	รถทุกคันที่ขายน่าจะไม่มีเครื่องยนต์ ภายใน 2025	133,260	8,157	ร้อยละ 28.76
เดนมาร์ก	1 ล้านคันในปี 2025	112,010	25,799	ร้อยละ 5.39
จีน	8 ล้านคันในปี 2025	648,770	141,554	ร้อยละ 1.37
USA	3.3 ล้านคันในปี 2025	563,710	40,473	ร้อยละ 0.91
เยอรมนี	1 ล้านคันในปี 2020 8 ล้านคันในปี 2030	48,120	17,509	ร้อยละ 0.73
ญี่ปุ่น	ส่วนแบ่งตลาดยานยนต์ไฟฟ้า 20-30% ปี 2030	151,250	23,250	ร้อยละ 0.59
ไทย	1.2 ล้านคัน ปี 2036	54	52	ร้อยละ 0.00036

การเปรียบเทียบเป้าหมาย มาตรการ และผลสัมฤทธิ์ ในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า	
ประเทศ	มาตรการ
นอร์เวย์	การเว้น (ยกเว้นภาษีจดทะเบียนและภาษีมูลค่าเพิ่ม) ลดภาษีรถยนต์ และให้เงินอุดหนุน / มีมาตรการ (สิทธิพิเศษทางด้านภาษีและลดเวลาในการใช้) ยกเว้นค่าผ่านทาง Jernban Bus and taxi lanes ลดรถไฟฟ้าสาธารณะ / โครงการริเริ่มฐาน (สนับสนุนการติดตั้งโซลาร์ที่ปั๊มน้ำมัน สนับสนุนสถานีประจําไฟฟ้าแบบปกติและระบบเร็ว)
เนเธอร์แลนด์	การเว้น (ยกเว้นภาษีจดทะเบียน) การลด ลดภาษีมูลค่าเพิ่มลดทุนและยกเว้นภาษีและสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษี EV / รัฐบาลท้องถิ่น (ให้ทางจักรยานและรถจักรยาน ให้เงินอุดหนุนในการสร้างสถานีจักรยาน) / เช่น การสร้างสถานีการชาร์จและให้ทุน
จีน	การเว้น (การยกเว้นภาษีบริโภค ภาษีซื้อ ลดค่าธรรมเนียม การให้บริการลูกค้า เฉพาะ EV ลดค่าขึ้นทะเบียน) / มีมาตรการ (การยกเว้นภาษี การลดภาษีมูลค่าเพิ่ม ให้สิทธิการนำเข้า) / การสร้างและใช้แบบ / สถานีชาร์จไฟฟ้า / ความร่วมมือจาก รัฐบาลท้องถิ่น / ส่งเสริมการเติบโตและเพิ่มขีดความสามารถ EV และการสร้างที่ยั่งยืน

การเปรียบเทียบเป้าหมาย มาตรการ และผลสัมฤทธิ์ ในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า		 	
ประเทศ	มาตรการ		
USA	การจูงใจ (การลดหย่อนภาษีและการจูงใจอื่น ๆ) การลดต้นทุน ยานยนต์ และเทคโนโลยีสื่อสาร EV และ EVSE การตลาดเชิงรุกและประชาสัมพันธ์) ฝึกอบรม (การแนะนำผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า) การสนับสนุนทางการเงิน (เงินอุดหนุน) สถาบันประกันสินเชื่อ EVSE (การรับประกันภัย) การให้บริการลูกค้าหรือผู้ขับขี่ (ศูนย์บริการ) รัฐบาลกลางและของรัฐ / การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา EV		
เยอรมนี	การจูงใจแบบรายคัน EV และเทคโนโลยีอื่นที่เกี่ยวข้อง EVSE เชื่อมโยงเครือข่ายการชาร์จสาธารณะ การบูรณาการ EVSE กับโครงข่ายไฟฟ้า การเพิ่มขีดความสามารถในการเข้าถึงของ EVSE การสนับสนุนทางการเงิน (เงินอุดหนุน) การฝึกอบรม (การแนะนำการขับขี่) การให้บริการลูกค้าหรือผู้ขับขี่ (ศูนย์บริการ) รัฐบาลกลางและของรัฐ / การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา EV		
ญี่ปุ่น	การจูงใจ (การลดหย่อนภาษีและการจูงใจอื่น ๆ) การลดต้นทุนยานยนต์และเทคโนโลยีสื่อสาร EV) การสนับสนุนทางการเงิน (เงินอุดหนุน) การฝึกอบรม (การแนะนำผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้า) การให้บริการลูกค้าหรือผู้ขับขี่ (ศูนย์บริการ) รัฐบาลกลางและของรัฐ / การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา EV		



เป้าหมายและมาตรการในการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าประเทศไทย	
	 
มาตรการ	รายละเอียด
มาตรการส่งเสริมทางตรง	อัตราการจัดเก็บภาษีรถยนต์ไฟฟ้าที่ต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิง
มาตรการส่งเสริมทางอ้อม	มาตรการยกเว้นการจดทะเบียนภาษีไฟฟ้า ซึ่งส่วนแบ่งกำไร และมาตรการลดภาษีรถยนต์ ซึ่งถือเป็นมาตรการที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศ และส่งผลให้ผู้ใช้บริการสามารถซื้อยานยนต์ไฟฟ้าในราคาที่ถูกลง
การส่งเสริมโครงสร้างพื้นฐาน	การสนับสนุนให้สถานีประจุไฟฟ้าแบบ Quick Charge แบบ Normal Charge
การส่งเสริมด้านการศึกษาและการพัฒนาบุคลากร	ความร่วมมือระหว่างภาครัฐไฟฟ้าผ่านเครือข่ายประเทศไทย การไฟฟ้าส่วนหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในท้องถิ่น (สาขานวัตกรรม) ในการฝึกอบรมบุคลากรที่ผ่าน และสนับสนุนให้เกิดนิคมอุตสาหกรรมไฟฟ้า (ความเชี่ยวชาญในการใช้งาน และลดต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศ) (โครงการลดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า) (โครงการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการด้านยานยนต์ไฟฟ้า) (โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านยานยนต์ไฟฟ้า)

ปัจจัยสู่ความสำเร็จในต่างประเทศ

- ▶ **เป้าหมายในระยะเวลาที่ชัดเจน** (เป้าหมาย EV, การลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ, การลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล) / การวางนโยบายเป็นขั้นเป็นตอน / การบังคับตัวของผู้ชำนานเทศ
- ▶ **ระดมเงินทุน:** เปิดตลาด EV เช่นเดนมาร์ก / ใช้มาตรการทางด้านการเงิน (ลดภาษีเครื่องใช้ไฟฟ้า, เงินอุดหนุน) / ระดมเงินในการเข้ามาทำการค้าขายกับภาครัฐ (ลดภาษี EV, โครงสร้างสถานีประจุไฟฟ้า, แร่ธาตุลิเทียมของผู้อยู่ เช่นเดนมาร์กใช้เข้ามาทำการค้าในระดัมนานาชาติใช้ในระยะยาว)
- ▶ **ผลักดันข้อต่อ:** พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ไปพร้อมกัน การพัฒนาอุตสาหกรรม EV (โดยเอกชน) ไปพร้อมกับอุตสาหกรรมยานยนต์ดั้งเดิมที่เข้มแข็ง) แล้วยัง การพัฒนาตลาด EV
- ▶ การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น แบตเตอรี่ และผู้ให้บริการ

ปัจจัยสู่ความสำเร็จในต่างประเทศ



- ▶ การเลือกใช้มาตรการที่สอดคล้องกับขีดความสามารถในการเป็นเจ้าตลาดรถยนต์ เช่น เทคโนโลยีของรถภายใต้ข้อ EV / เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อวิถีชีวิตและสังคม อยู่ภายใต้หัวเมืองใน EV ทั้งนี้ → ช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้มาตรการทางด้านภาษี
- ▶ การเลือกใช้มาตรการที่สอดคล้องกับขีดความสามารถในการใช้รถยนต์ เช่น การอนุญาตให้รถ EV ใช้น้ำเชื้อเพลิง / การอนุญาตให้วิ่งบน Bus Lane / การอนุญาตให้ EV วิ่งในเขตเมืองที่ไม่อนุญาตให้รถ ICE เข้าในพื้นที่ → ช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้มาตรการทางด้านภาษี
- ▶ การทำตลาด EV ของค่ายรถยนต์ในประเทศ และต่างประเทศ เช่น ในรัฐบาลที่สนับสนุน ประเทศสหรัฐอเมริกา เยอรมนี
- ▶ ความร่วมมือของรัฐบาลกลางและหรือรัฐบาลของรัฐและหรือรัฐบาลท้องถิ่นในการใช้มาตรการทางด้านภาษี มีข้อทางด้านภาษี และโครงสร้างพื้นฐานที่พร้อมกัน



ปัจจัยสู่ความสำเร็จในต่างประเทศ

- ▶ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน
- ▶ การเปิดเสรีจากการลดภาษีนำเข้าไฟฟ้า การลดค่าอัตรากาชาฟรี การกำกับอัตราค่าไฟฟ้า / ผู้ใช้สามารถเลือกซื้อ EV ได้หลากหลายกลุ่มและมีชื่อ เช่น USA
- ▶ ความร่วมมือระหว่างค่ายรถยนต์ในการส่งเสริมการติดตั้งเครื่องชาร์จไฟฟ้า ครัวเรือนช่วยประจุไฟฟ้าผ่านเครื่องชาร์จที่ถนน และกำหนดมาตรฐานให้ช่วยเพื่อไว้ร่วมกันใช้จากบริษัทผู้ให้บริการไฟฟ้า เช่น ญี่ปุ่น
- ▶ ความร่วมมือของภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาในการวิจัยและพัฒนาขยายผลไฟฟ้าใช้ตั้งแต่เทคโนโลยีพื้นฐาน โครงการสาธิตและโครงการต้นแบบ ไปจนถึงการผลิตและการเปิดตลาดยานยนต์ไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์
- ▶ ความตระหนักในภาคส่วนสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของประชาชน และความคุ้นเคยและความพร้อมที่ช่วยเสริมเทคโนโลยีใหม่ ๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับประเทศไทย

- ▶ แผนการขับเคลื่อนการกวดำเนินงานเพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย พ.ศ. 2563-2579 => ครบถ้วนทุกด้าน
- ▶ มาตรการด้านอุปสงค์: การเงิน / มีใช้การเงิน / สร้างความสะดวกให้กับผู้ใช้
- ▶ มาตรการด้านอุปทาน: ส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อสร้างความหลากหลายในประเภทและรุ่น (Market broadening) / สนับสนุน Low cost EVs
- ▶ มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐาน: สร้าง Network / Public charging / การเงิน / กำหนดมาตรฐาน / Smart grid / กำหนดจุดดูแลสถานี / พัฒนา EVSE / ราคาค่า charge / พฤติกรรมของผู้ใช้ในการ charge

```

graph TD
    A[การประเมินผลโครงการตามเกณฑ์ 30:30] --> B[การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30]
    A --> C[การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30]
    B --> D[การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30]
    C --> D
    D --> E[การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30]
    E --> F[การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30]
  
```

The flowchart illustrates the methodology for evaluating the 30:30 program. It begins with 'การประเมินผลโครงการตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 program), which branches into 'การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 criteria) and 'การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria). Both of these lead to 'การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria). This then leads to 'การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria). Finally, this leads to 'การประเมินผลตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30 และตามเกณฑ์ 30:30' (Evaluation of the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria and the 30:30 criteria).

กรอบแนวคิด: TCO

- ▶ แนวคิดในการวิเคราะห์ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership: TCO): “ความคุ้มค่าของมูลค่าที่ทางผลิตภัณฑ์หรือสิ่ง”
- ▶ Ellram (1996): TCO คือการวัดถึงความเข้าใจต้นทุนด้วยตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในการจัดการ เป็นเจ้าของ และใช้สินค้าโดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ผู้ให้บริการกับลูกค้าและบริษัทอื่น ๆ ด้วย
- ▶ แนวคิด TCO ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีประโยชน์สำหรับธุรกิจในการใช้ข้อมูลในลักษณะเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับเป็นเจ้าของสินค้าหนึ่ง ไม่ใช้แค่พิจารณาเพียงของเท่านั้น
- ▶ TCO หมายถึงในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบภายใต้ ICE และ EV เพราะ EV เป็นสินค้าใหม่กับยุคสมัยได้แทนที่ของเก่าและมีการใช้ทดแทนจาก ICE (เช่นตัวอักษร ความปลอดภัย ระดับของการบริการ การปลดปล่อยให้) วิธีการใช้ใหม่(อนาคต) และโครงสร้างพื้นฐานใหม่(ใหม่ (สถาปัตย์))

ภาพรวมตลาดรถยนต์ในประเทศไทย

▶ กรมขนส่งทางบกได้แบ่งรถยนต์ที่ (จ.ม.) ออกเป็น 17 ประเภท

- ▶ ในปี 2560 จากจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนไว้ทั้งหมด รถซีดานมากที่สุด (ร.น.ย) มีสัดส่วนสูงสุด (ร้อยละ ๓๘.๓) รองลงมาคือรถยนต์ที่มีส่วนเบรคส์ไม่กันกระชอก (ร.น.ย) (ร้อยละ 21.2) และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (ร.น.ย) (ร้อยละ ๘.7%)
- ▶ การวิจัยที่ “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลไม่กันกระชอก” ผลิตของบริษัท “ยานยนต์ไฟฟ้า” บริษัทที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลที่ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย” (เป้าหมายในปี 2575, EV Passenger 1.2 ล้านคัน)
- ▶ สถาบันยานยนต์: รถยนต์ที่มีส่วนเบรคส์ อำนาจการผลิตเครื่องจักร ออกเป็น 6 ประเภท
- ▶ ในปี 2560 จากจำนวนรถส่วนบุคคลที่จดทะเบียนทั้งหมด รถยนต์ส่วนบุคคลที่มีส่วนเบรคส์ 1,501-1,800 คัน มี: 1,801 - 2,000 คัน มีสัดส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 72.82, 16.87 และ ๘.๘ ตามลำดับ)
- ▶ มีกำลังการผลิตสูง: ยานยนต์ส่วนบุคคลที่มีส่วนเบรคส์ที่ผลิตโดยบริษัทที่ผลิตเครื่องจักร

ภาพรวมตลาดรถยนต์ในประเทศไทย

- ▶ **Headlightmag.com:** ข้อมูลยอดขายยานยนต์ทั้งหมดที่จำหน่ายในตลาดเฉพาะข้อมูลรถยนต์ใหม่ "ตลาดทั่วไป (Mass Market)" (จำหน่ายตลาดรถใหม่ ของรถยนต์ใหม่ Mass Market คือรถยนต์ 93 ที่เหลือเป็น "ตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market)")
- ▶ **Niche Market:** รถยนต์หรู เช่น Mercedes Benz BMW และ Volvo เป็นต้น
- ▶ **Mass Market:** การแบ่งกลุ่มรถยนต์ ตามขนาด ลักษณะการใช้งาน และภาคธุรกิจของมือถือนเป็น 7 กลุ่ม (รุ่นและยี่ห้อรถยนต์ที่มียอดขายจำหน่ายสูงสุดในปี 2560)

ภาพรวมตลาดรถยนต์ในประเทศไทย

▶ **Mass Market:**

- ▶ กลุ่ม Eco car (100% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง): Toyota Yaris, Nissan Almera, Toyota ATTV
- ▶ กลุ่มรถยนต์ขนาดเล็กเบาะนั่ง 4-5 ที่นั่ง (Subcompact Car): Honda City, Mazda 2, Honda Jazz, Toyota Vios
- ▶ กลุ่มรถยนต์ขนาดกลาง (C-Segment) หรือ Compact Car: Honda Civic, Toyota Corolla Altis, Mazda 3
- ▶ กลุ่มรถยนต์ขนาดกลาง 2 ประตู (D Segment) หรือ Mid-size car: Toyota Camry, Honda Accord, Nissan Teana
- ▶ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก (Mini Multi-purpose vehicle: Mini MPV): Toyota Glia, Honda Mobilio, Suzuki Ertiga
- ▶ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็กหรือรถอเนกประสงค์ (Sub Compact Sport Utility Vehicle: Sub Compact SUV): Honda MR-V, Honda BR-V, Mazda CX-3
- ▶ กลุ่มรถยนต์อเนกประสงค์ขนาดใหญ่หรือรถอเนกประสงค์ (Compact Sport Utility Vehicle: Compact SUV): Honda CR-V, Mazda CX-5, MG GS

▶ 24

กลุ่มตัวอย่าง: รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน

กลุ่มรถยนต์	ICE	BEV	PHEV
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (A Segment / Eco car)	Toyota Yaris	Renault ONE	-
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (C Segment)	Honda Civic	Hyundai IONIQ Electric	Toyota Prius Prime
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกินเจ็ดคน (F Segment)	Mercedes-Benz S350d	Tesla Model S 75DWH	BMW 740Le

วิธีการคำนวณ TCO

$$TCO \text{ ณ ปีที่ } n = \frac{\text{Remaining useful life of the asset} \times (P-R) \times (1+2+...+T)}{(1+i)^n} + F_n + M_n + I_n + S_n + T_n$$

▶ **ต้นทุนเอกชน**

- ▶ ตัวแปรในการคำนวณ TCO: ราคาซื้อ ราคาขายต่อ
- ▶ ค่าเสื่อมเพิก ค่าบำรุงรักษา ค่าดอกเบี้ยจากการเช่าซื้อยานยนต์
- ▶ ค่าประกันภัย ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี และจัดจาดควด

วิธีการคำนวณ TCO: ต้นทุนเอกชน

- ▶ **ราคาซื้อ - ราคาขายต่อ = ค่าเสื่อมราคา**
- ▶ **ค่าเสื่อมเพิก:**
 - ▶ ICE (น้ำมันเชื้อเพลิง); EV (ค่าไฟฟ้า); PHEV (น้ำมันเชื้อเพลิงร่วมกับพลังงานไฟฟ้า)
- ▶ **ค่าบำรุงรักษา:** ตามลักษณะเฉพาะของ ICE, EV และ PHEV
- ▶ **ดอกเบี้ย:** อัตราดอกเบี้ยคงที่
- ▶ **ค่าประกันภัย:** ค่าประกันภัยยานยนต์ภาคบังคับ และภาคสมัครใจ
- ▶ **ค่าภาษีรถยนต์ประจำปี:** ICE และ PHEV (ตามกฎกระทรวง) และ EV (ห้าหลัก)

วิธีการคำนวณ TCO: ต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก

- ▶ **ต้นทุนทางสังคมจากการปลดปล่อย CO₂ (SC-CO₂)**
 - ▶ ICE: การใช้ยานยนต์ และ กระบวนการกลั่นน้ำมัน
 - ▶ BEV: การผลิตกระแสไฟฟ้า
 - ▶ PHEV: การใช้ยานยนต์ กระบวนการกลั่นน้ำมัน และ การผลิตกระแสไฟฟ้า
- ▶ **ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ**
 - ▶ มลพิษทางอากาศประกอบด้วยฝุ่นละออง, NOx, Sox, VOCs

คำนวณ TCO รวมแล้ว TCO ต่อกิโลเมตร ก่อนแล้วจึงรวมต้นทุนทางสังคมจากผลกระทบภายนอก (SC-Externality)

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO

- ▶ **การซื้อยานยนต์**
 - ▶ การซื้อ ณ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ไม่มีส่วนลด
 - ▶ ระบบเช่าซื้อโดยใช้เงินสด 25 เดือนชำระจำนวน 48 งวด อัตราดอกเบี้ยแบบคงที่ (ร้อยละ 2.75 ต่อปี) และชำระค่าประกันภัย
 - ▶ ราคาซื้อรถยนต์ที่มีการจำหน่ายในประเทศไทย: ราคาขายปลีกอ้างอิงจากผู้ผลิตรถยนต์
 - ▶ ราคาซื้อรถยนต์ที่ไม่มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย: ราคา MSRP (Manufacturer's Suggested Retail Price จาก Edmunds.com) รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ 80 ของราคา CIF) ภาษีสรรพสามิต (ร้อยละ 4 สำหรับ PHEV และ ร้อยละ 2 สำหรับ EV) ภาษีเพิ่มจากไทย (ร้อยละ 10 ของมูลค่าภาษีสรรพสามิต) และภาษีมูลค่าเพิ่ม (ร้อยละ 7)

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO

- ▶ **ราคาขายต่อ**
 - ▶ แหล่งข้อมูล: เว็บไซต์ขายรถมือสอง และ Thailand Blue Book
 - ▶ กรณีรถยนต์ใหม่ที่ยังไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล: ประเมินราคาขายต่อจาก "สัดส่วนอ้างอิง" ของราคาขายรถมือใหม่ (โดย "สัดส่วนอ้างอิง" มาจากค่าเฉลี่ยของ "อัตราส่วนราคาขายมือสอง" ทุกๆปีใน segment เดียวกันที่มีอายุใช้งาน 7 ปีต่อราคาขายมือสองรุ่นเดียวกัน)
- ▶ **พฤติกรรมการใช้ยานยนต์ (จากผลการสำรวจพฤติกรรมการขับขี่)**
 - ▶ ระยะทางการใช้งานเฉลี่ย: 14,600 กิโลเมตรต่อปี
 - ▶ อายุการใช้งาน: 7 ปี
 - ▶ อัตราส่วนการการใช้งานในเวลากลางวัน: ร้อยละ 40.60 ของเวลาตามปกติ
 - ▶ ผู้ใช้รถยนต์มีประวัติการขับขี่ที่ดี จึงได้รับส่วนลดเบี้ยประกันภัยจากการใช้งาน

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO

- ▶ **การใช้พลังงานของยานยนต์**
 - ▶ ICE: สามารถรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงได้หลายประเภท ซึ่งมีราคาและอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่แตกต่างกัน => เลือกค่าเฉลี่ยจากการใช้ที่ใกล้เคียงกับประเภทยานยนต์ที่ใช้ยาน้ำมันมากที่สุด
 - ▶ PHEV: สมมติว่ารถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน EV Mode จากการขับขี่ประเภทยานยนต์เต็มความจุแบตเตอรี่ / หลังจากขับขี่ด้วย EV Mode จนพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่หมดลงเหลือร้อยละ 20 / เปลี่ยนมาใช้ Hybrid Mode ซึ่งใช้เฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนระหว่างวัน / จะประเภทยานยนต์ที่ใกล้เคียงกับ ICE ไม่มีการประเภทยานยนต์ไฟฟ้าในช่วงวันใด
 - ▶ BEV: สมมติว่ารถยนต์ไฟฟ้าเต็มความจุแบตเตอรี่จากที่หักภาษี / หากพลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอที่จะใช้ในวันหนึ่ง ผู้ใช้จะขับขี่ประเภทยานยนต์ไฟฟ้าในแบตเตอรี่ของเหลือร้อยละ 20 ของความจุแบตเตอรี่ / ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและให้บริการสถานีอัดประเภทยานยนต์ได้เมื่อต้องการอัดประเภทยานยนต์

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO

- ▶ **ค่าเชื้อเพลิง**
 - ▶ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงขายปลีกในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560
 - ▶ อัตราค่าไฟฟ้า: ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตรา 1.2 (อัตราปกติ แบบก้าวหน้า) ใช้พลังงานเกิน 150 หน่วยต่อเดือน และ ค่าไฟฟ้า Fi เฉลี่ยของปี พ.ศ. 2560
- ▶ **อัตราารเงินเปลี่ยนพลังงาน (Fuel Economy)**
 - ▶ รถยนต์ที่มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทยและมีข้อมูลอยู่ในเว็บไซต์ www.car.go.th: ข้อมูลจาก Eco Rider โดยกระทรวงอุตสาหกรรม
 - ▶ ยานยนต์ไฟฟ้าที่ยังไม่มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย: ข้อมูลจาก EPA
- ▶ **การเปลี่ยนแบตเตอรี่ของ EV และ PHEV**
 - ▶ อายุการใช้งานแบตเตอรี่เฉลี่ยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2,200 วัฏจักร ตามพฤติกรรมการใช้ EV
 - ▶ การเปลี่ยนแบตเตอรี่อยู่ในการรับประกันของผู้ผลิต จึงไม่มีการจ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO			
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโลก			
ยานยนต์	การใช้น้ำมัน (ลิตร/100 กม.)	การปล่อย CO ₂ (กิโลกรัม/ลิตร)	การปล่อย CO ₂ (กิโลกรัม/ลิตร)
Eco car	Toyota Yaris	118	2,321.80
	Form One	-	-
	Honda Civic	147	2,321.80
C-Segment	Hyundai Ioniq	-	-
	Toyota Prius Prime	28	2,321.80
	Mercedes-Benz S350	139	2,663.95
F-Segment	Tesla Model S	-	-
	BMW i743L	49	2,321.80

ข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อม (SEI), United States Environmental Protection Agency (EPA)

* จากสำนักงานสิ่งแวดล้อม (SEI)

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO			
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ			
- มลพิษจากปล่อยไอเสียของ ICE และ PHEV ประกอบด้วยสารอันตราย อันได้แก่ สารประกอบไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxide: NOx), สารประกอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO₂), สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) และฝุ่นละออง (Particle Matter: PM) - ใช้ข้อมูลการประเมินผลกระทบจากมลพิษทางอากาศในกลุ่มสหภาพยุโรป 25 ประเทศ (EU25) ของ AEA Technology Environment (2005) - วิธี Benefit transfer แบบ Unit Value Transfer ในการคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียของยานยนต์แต่ละคันในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล			

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO			
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ			
ยานยนต์	ประเภท	ปริมาณมลพิษ (กรัม/ลิตร)	ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษ (บาท)
Toyota Yaris (ICE)	PIV	0.004381503	260,689.24
	SOV	0.005230385	84,170.55
	NOx	0.097359956	62,745.32
	VOCs	0.19209892	16,068.92
Honda Civic (ICE)	PIV	0.007581645	360,689.24
	SOV	0.006214636	84,170.55
	NOx	0.115670038	62,745.32
	VOCs	0.227039254	16,068.92

กรณีฐาน: ข้อสมมติในการคำนวณ TCO			
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ			
ยานยนต์	ประเภท	ปริมาณมลพิษ (กรัม/ลิตร)	ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษ (บาท)
Mercedes-Benz S350 (ICE)	PIV	0.013568631	160,689.24
	SOV	0.01325451	84,170.55
	NOx	0.50265707	62,745.32
	VOCs	0.04788066	16,068.92
BMW i743L (PHEV)	PIV	0.005391309	160,689.24
	SOV	0.004419228	84,170.55
	NOx	0.082252974	62,745.32
	VOCs	0.161447634	16,068.92

ผลการศึกษา: กรณีฐาน A segment และ Ecocar			
ประเภทต้นทุน (บาท)	Toyota Yaris (ICE)	Form One (BEV)	
ค่าเช่ารถ	215,008.01	287,945.59	
ค่าเช่ารถ	122,478.78	22,545.86	
ค่าเช่ารถ	56,516.00	27,028.24	
ค่าเช่ารถ	27,210.75	51,562.35	
ค่าเช่ารถ	55,255.94	57,262.75	
ค่าเช่ารถ	7,125.07	1,908.45	
TCO กรณีฐาน ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	495,514.55	459,510.05	
TCO กรณีฐาน ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	4.85	4.5	
ต้นทุนทางสังคมจากการปล่อย CO ₂	12,232.05	1,732.64	
ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	57,720.47	-	
TCO กรณีฐาน ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	578,567.08	471,542.69	
TCO กรณีฐาน ต้นทุนทางสังคมจากมลพิษทางอากาศ	5.64	4.51	

ผลการศึกษา: กรณีฐาน			
ค่าเช่ารถ	ICE	BEV	PHEV
รถคันใหม่จากบริษัทเช่ารถ			
TCO per km ที่ 0.00	4.85	4.50	-
TCO per km ที่ 0.00	5.64	4.51	-
รถคันใหม่จากบริษัทเช่ารถ			
TCO per km ที่ 0.00	8.39	12.21	12.91
TCO per km ที่ 0.00	9.32	12.25	12.95
รถคันใหม่จากบริษัทเช่ารถ			
TCO per km ที่ 0.00	56.75	41.82	53.01
TCO per km ที่ 0.00	57.43	41.97	53.64

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว: การกำหนดสถานการณ์การจำลอง			
ตัวแปร	กรณีฐาน	สถานการณ์จำลอง	กรณี
มูลค่าเช่ารถ	14,000 บาท/คัน/ปี	กรณีฐาน: 21,000 บาท/คัน/ปี กรณีจำลอง: 7,000 บาท/คัน/ปี	A1 A2
มูลค่าเช่ารถ	40.00	กรณีฐาน: 10.00 บาท/คัน/ปี กรณีจำลอง: 20.00 บาท/คัน/ปี	B1 B2
ค่าเช่ารถ	30% (กรณีฐาน) 14% (ICE) 8% (BEV) (กรณีจำลอง) 7% (PHEV)	กรณีฐาน: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณีจำลอง: 0.0% และ ค่าเช่ารถ: 2% (BEV) กรณี: 80% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV)	C1 C2 C3
ค่าเช่ารถ	-	กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV)	D

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว: การกำหนดสถานการณ์การจำลอง			
ตัวแปร	กรณีฐาน	สถานการณ์จำลอง	กรณี
ค่าเช่ารถ	-	กรณีฐาน: 2% (BEV), 4% (PHEV)	E
ค่าเช่ารถ	10.00	กรณีฐาน: 10.00 บาท/คัน/ปี กรณีจำลอง: 20.00 บาท/คัน/ปี	F1 F2 F3
ค่าเช่ารถ	30% (กรณีฐาน) 14% (ICE) 8% (BEV) (กรณีจำลอง) 7% (PHEV)	กรณีฐาน: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณีจำลอง: 0.0% และ ค่าเช่ารถ: 2% (BEV) กรณี: 80% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV)	G
ค่าเช่ารถ	-	กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV) กรณี: 100% ค่าเช่ารถ: 2% (BEV), 4% (PHEV)	H1 H2

ผลการศึกษา: การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

TOO per km หรือ SC-Externality	Base	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D
A Segment / Eco car									
ICE	5.64	4.75	5.22	5.5	5.55	-	-	-	-
BEV	4.81	3.5	5.12	4.5	4.52	4.312	4.19	4.312	-
C Segment									
ICE	9.32	7.86	15.01	9.35	9.55	-	-	-	-
BEV	13.25	10.06	24.5	13.19	13.27	12.426	9.775	7.75	9.32
PHEV	13.95	10.87	25.56	13.09	13.87	13.387	9.941	9.995	9.32
F Segment									
ICE	57.43	41.59	105.57	58.41	57.25	-	-	-	-
BEV	41.97	29.62	90	41.98	41.96	39.308	21.892	39.308	-
PHEV	53.64	34.32	100.99	53.43	53.80	51.491	46.399	51.491	-

ผลการศึกษา: การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

TOO per km หรือ SC-Externality	Base	E	F1	F2	F3	G	H1	H2
A Segment / Eco car								
ICE	5.64	-	-	-	-	5.72	5.94	5.45
BEV	4.81	4.11	4.54	4.39	4.54	4.52	4.75	4.47
C Segment								
ICE	9.32	-	-	-	-	9.41	9.63	9.03
BEV	13.25	11.82	13.31	13.2	13.09	13.27	13.85	12.88
PHEV	13.95	12.56	14.01	13.9	13.79	13.97	14.37	13.54
F Segment								
ICE	57.43	-	-	-	-	57.51	58.17	55.77
BEV	41.97	36.25	42.03	41.89	41.75	42	43.19	40.80
PHEV	53.64	46.42	53.71	53.56	53.45	53.72	55.22	52.14

ผลการศึกษา: ยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

▶ ยานยนต์ดัดแปลงและใช้ลมมกค้ำค้ำค้ำ

- ▶ นำ Honda Civic อายุ 7 ปี มาดัดแปลง และใช้ ชุดแปลง EV จาก EV West (2018)
- ▶ ราคาจากชุดแปลง EV รวม Battery Pack 22 kWh เมื่อซื้อชุดแปลง 594,000 บาท
- ▶ ราคาซื้อขายดัดแปลง = ราคาชุดแปลงรถยนต์ที่นำมาแปลง + ชุดแปลง EV - มูลค่าส่วนที่นำออกจากการแปลง

▶ ผลการศึกษา: รถยนต์ดัดแปลงขนาดเล็ก

หน่วย: บาทต่อลิตร	Honda Civic (ICE)	Honda Civic Conversion (BEV)
TOO per km หรือ SC-Externality	9.39	9.39
TOO per km หรือ SC-Externality	9.32	9.42

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- ▶ กรณีฐาน: TOO ของ BEV และ PHEV สูงกว่า ICE ในกรณีของรถยนต์ขนาดเล็ก เพราะ "ราคาซื้อ" ของ ICE ในกลุ่มนี้ต่ำกว่ามาก ส่งผลต่อค่าต้นทุนการเป็นเจ้าของ และส่งผลต่อ ค่าการคำนวณ TOO
- ▶ ราคาซื้อสูงเพราะต้นทุนชุดแปลงยังมีราคาแพง คาดพัฒนาชุดแปลงและ EV ให้มีราคาถูกลง
- ▶ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว: ปัจจัยที่ทำให้ TOO ของ EV ต่ำกว่า ICE
- ▶ พฤติกรรมการใช้ยานยนต์ EV เหมาะที่จะใช้ภายใต้ภาวะในเมืองมากกว่าชนบท
- ▶ มาตรการส่งเสริมการใช้ EV มีอยู่โดยทั่วไป "ราคาซื้อ EV" ยังได้แก่ภาษีและเงินอุดหนุนโดยตรง โดยเฉพาะในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก และรถยนต์ขนาดเล็กจะดีกว่าและดีกว่า
- ▶ มาตรการส่งเสริมการรวมกลุ่ม BOI ทำให้ EV ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็กสามารถแข่งขันได้กับ ICE

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- ▶ การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (ต่อ): ปัจจัยที่ทำให้ TOO ของ EV ต่ำกว่า ICE
- ▶ การสนับสนุนทางการเงินผ่านสถานีชาร์จ: ส่งผลให้ TOO ลดลง แต่มีค่าใช้จ่ายเป็นเครื่องมือส่งเสริมการขายของผู้จำหน่ายค่ายรถยนต์อยู่แล้ว
- ▶ ความเข้มงวดของราคาซื้อและเงินอุดหนุนส่งผลต่อ TOO ของ ICE มากกว่า EV / การทำในชุดและค่าไฟฟ้าและพฤติกรรมในการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสถานีอัดประจุไฟฟ้าสาธารณะ
- ▶ TOO ของ BEV Conversion ต่ำกว่า TOO ของ ICE, BEV และ PHEV ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก จึงมีความเป็นไปได้ที่จะส่งเสริมให้เกิดธุรกิจแปลงรถยนต์ให้เป็น BEV ในอนาคต

วัตถุประสงค์ที่ 3

ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ระเบียบวิธีวิจัย

- ▶ ทบทวนงานศึกษาจากต่างประเทศเกี่ยวกับการเข้าถึงของเทคโนโลยีใหม่ในภาคขนส่งและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า
- ▶ ออกแบบ "แบบสอบถาม" และดำเนินการสัมภาษณ์ผู้บริโภคในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
- ▶ พัฒนาแบบจำลองเศรษฐมิติเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและปัจจัยสำคัญต่างๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
- ▶ ประมวลผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์และวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Technology adoption) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

แนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่

- ▶ แบบจำลองภาคี (Agent-Based Model)
 - อธิบายการจำลองระบบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์และการตัดสินใจของบุคคล (agents) โดยสมมติสถานการณ์ต่างๆ (Scenarios) เข้าไปในแบบจำลองและสังเกตพฤติกรรมการตอบสนองของบุคคลว่ามีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ อย่างไร
- ▶ แบบจำลองการแพร่กระจาย (Diffusion Model)
 - อธิบายการเปลี่ยนใจของผู้บริโภคโดยเริ่มจากการที่เทคโนโลยีใหม่ถูกยอมรับในครัวเรือนและค่อยๆ ขยายตัวออกไป จนเป็นที่ยอมรับในวงกว้างมากขึ้นผ่านการตัดสินใจของครัวเรือน
- ▶ แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model)
 - ศึกษาพฤติกรรมการเลือกของผู้บริโภคโดยอาศัยวิธีการประมาณการความน่าจะเป็นเพื่อประเมินโอกาสในการเลือกของผู้บริโภคที่ตัดสินใจรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือไม่ ภายใต้ปัจจัยกำหนดต่างๆ ที่พิจารณา

งานศึกษาในอดีต

▶ งานศึกษาในกลุ่ม Consumer Choice Model

- Coffman et al. (2015) ได้แบ่งกลุ่มปัจจัยกำหนดออกเป็น
 - ปัจจัยภายใน (Internal factor): ปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยธรรมชาติภายนอกที่ให้อำนาจ เช่น ราคาซื้อ ความแตกต่างในระยะเวลาการขึ้นเคสก่อน เวลาที่ใช้ในการชำระหนี้ล่วงหน้า เป็นต้น
 - ปัจจัยภายนอก (External factor): ปัจจัยทางอื่นที่มีได้กำหนดโดยคนจากหน่วยงานอื่นที่ให้อำนาจ ได้แก่ ราคาหลังงานเสร็จหลังโครงการขึ้นฐาน สิทธิประโยชน์อื่นๆ

งานศึกษาในอดีต

▶ งานศึกษาในกลุ่ม Consumer Choice Mode

- ปัจจัยภายใน (Internal factor)

Kategori indikator		Indikator 1 (a. 10. 2002)	Indikator 2 (a. 10. 2002)	Indikator 3 (a. 10. 2002)	Indikator 4 (a. 10. 2002)	Indikator 5 (a. 10. 2002)	Indikator 6 (a. 10. 2002)	Indikator 7 (a. 10. 2002)	Indikator 8 (a. 10. 2002)
Kategori indikator	1. indikator 1								
	2. indikator 2								
	3. indikator 3								
	4. indikator 4								
	5. indikator 5								
	6. indikator 6								
	7. indikator 7								
	8. indikator 8								

งานศึกษาในอดีต

▶ งานศึกษาในกลุ่ม Consumer Choice Mode

- ปัจจัยภายนอก (External factor)

[illegible]

แบบจำลองเศรษฐกิจมิติที่ใช้ในการศึกษา

- ฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic function) ที่ใช้มีรูปแบบดังนี้

$$P(Y = 1|X) = F(X'\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X'\beta}}$$

- ▶ X คือ เวกเตอร์ของตัวแปรต้น (Independent variables) ที่ช่วยทำนายค่าของตัวแปรตาม
- ▶ β คือ เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (Unknown parameter vector) ที่ต้องประมาณค่าด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ
- ▶ $F(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันการกระจายแบบโลจิสติก (Logistic distribution) หรือสถิติของค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะเลือกซื้อสินค้า j

วิธีการประมาณค่า β

- เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในแบบจำลอง สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าแบบวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood Estimation: MLE)
- ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสูงสุดในรูปลอการิทึม (log likelihood function) ดังนี้

$$\ln L = \sum_{j=0}^{\infty} \ln \left[\frac{e^{x^j \beta}}{1 + e^{x^j \beta}} \right] + \sum_{j=0}^{\infty} \ln \left[\frac{1}{1 + e^{x^j \beta}} \right]$$

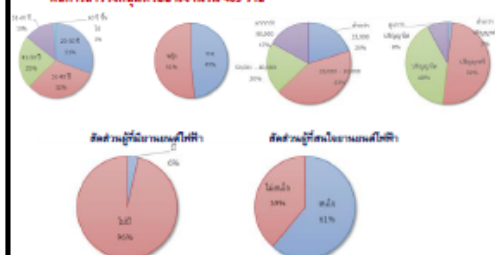
องค์ประกอบของแบบสอบถาม

แบบสอบถามจะประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วนหลักดังนี้

- ▶ **ส่วนที่ 1** คำถามเกี่ยวกับลักษณะของผู้นำไทย
 - ▶ ใช้วิธีการเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อให้เข้าใจลักษณะภาพรวมและพฤติกรรมของผู้นำไทยโดยรวม
- ▶ **ส่วนที่ 2** คำถามเกี่ยวกับการรับรู้และมุมมองต่อ EV
 - ▶ ถ้าเป็นข้อมูลแบบมีสาเหตุเพื่อค้นหาสิ่งที่เกิดภาวะผู้นำตามพลังที่หาของผู้นำไทย และถ้าเป็นค่าตามเป็นตัวพหุ (Dependent variable) ในแบบจำลอง
- ▶ **ส่วนที่ 3** คำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของ EV
 - ▶ ถ้าเป็นให้สังเกตตามตัวแปรอิสระ (Independent variable) ในแบบจำลองการประมาณค่าตามพลังที่หาของผู้นำไทย

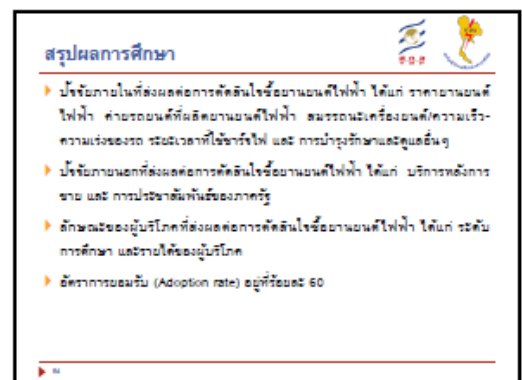
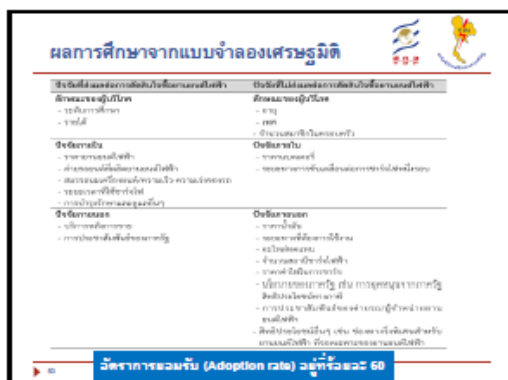
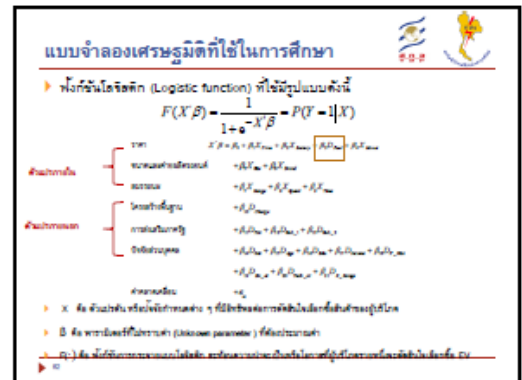
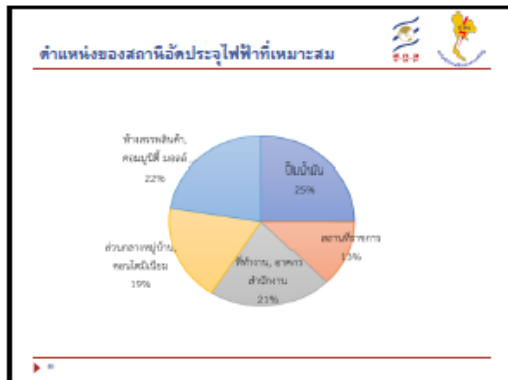
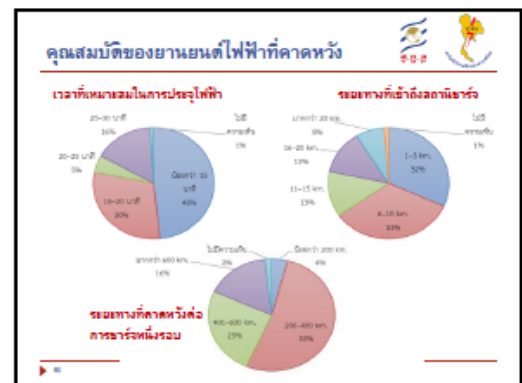
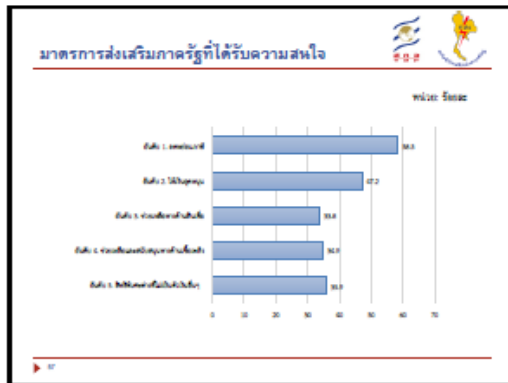
ภาพรวมและพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่าง

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 ราย



ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยกีดขวางของผู้บริโภค
ที่มีต่อยานยนต์ไฟฟ้า





นโยบายเชิงนโยบาย

- ▶ มาตรการส่งเสริมทางด้านราคา ผ่านนโยบายทางการเงินและไม่ใช่ตัวเงินต่างๆ
 - ▶ ลดอัตราภาษีรถยนต์ และลดอัตราดอกเบี้ยรถยนต์ไปอีกรายการอื่น ๆ เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีนำเข้า
 - ▶ เงินอุดหนุนหรือการให้ปลอดภาษีตามประเภทของยานยนต์ เช่น รถยนต์ BEV ภาษี 0% และรถยนต์ PHEV
 - ▶ มาตรการช่วยเหลือด้านสินเชื่อ การอุดหนุนภาคค่าไฟ
- ▶ มาตรการส่งเสริมด้านอื่นๆ เช่น การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ จัดงานนิทรรศการ หรือทดสอบใช้
- ▶ ภาครัฐควรวางแผนดำเนินการด้านค่าไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าให้กับการขยายตัวของพื้นที่ต่างๆ เช่น ปริมณฑล ห้างสรรพสินค้า ส่วนกลางหมู่บ้าน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานต่าง ๆ
- ▶ ส่งเสริมโครงการแปลงสภาพยานยนต์ธรรมดาให้เป็น EV โดยเร่งสร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัย และพัฒนา Plug-in การแปลงเครื่องยนต์ให้มีความทันสมัย

วัตถุประสงค์ที่ 4

ศึกษามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมในภาคขนส่งจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า รวมถึงผลกระทบต่อสุขภาพและการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ระเบียบวิธีวิจัย

- ▶ ศึกษาแนวคิดของการพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่ง และปัจจัยสำคัญต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในภาคขนส่งในระดับผู้ใช้ (End-user)
- ▶ รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และปรับปรุงค่าพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมต่างๆ
- ▶ กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อประเมินสัดส่วนการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับกรณีต่างๆ
- ▶ พยากรณ์การใช้ไฟฟ้าและการประหยัดเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพจากการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า
- ▶ ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

ความสำคัญของการใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย

▶ ภาคขนส่งของไทยมีความต้องการใช้พลังงานถึงหนึ่งในสามของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ

ปี	ภาคขนส่ง	ภาคอุตสาหกรรม	ภาคครัวเรือน	ภาคบริการ	ภาคเกษตร
2010	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2011	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2012	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2013	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2014	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2015	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2016	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2017	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2018	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2019	21.8%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%

ความสำคัญของการใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย

▶ การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ปี 2558 - 2580

ปี	ภาคขนส่ง	ภาคอุตสาหกรรม	ภาคครัวเรือน	ภาคบริการ	ภาคเกษตร
2010	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2011	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2012	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2013	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2014	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2015	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2016	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2017	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2018	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2019	21.8%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%

ความสำคัญของการใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย

▶ ภาพรวมการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศโดยจำแนกตามแหล่งพลังงาน ปี พ.ศ. 2580

ปี	ภาคขนส่ง	ภาคอุตสาหกรรม	ภาคครัวเรือน	ภาคบริการ	ภาคเกษตร
2010	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2011	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2012	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2013	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2014	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2015	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2016	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2017	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2018	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2019	21.8%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%

ความสำคัญของการใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย

▶ ภาคขนส่งเป็นภาคที่มีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปมากที่สุด

สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทย ปี 2580

ปี	ภาคขนส่ง	ภาคอุตสาหกรรม	ภาคครัวเรือน	ภาคบริการ	ภาคเกษตร
2010	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2011	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2012	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2013	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2014	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2015	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2016	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2017	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2018	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2019	21.8%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%

ความสำคัญของการใช้พลังงานในภาคขนส่งของไทย

▶ สัดส่วนการใช้พลังงานในภาคขนส่งแบ่งตามชนิดเชื้อเพลิง ปี 2580

ปี	ภาคขนส่ง	ภาคอุตสาหกรรม	ภาคครัวเรือน	ภาคบริการ	ภาคเกษตร
2010	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2011	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2012	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2013	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2014	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2015	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2016	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2017	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2018	15.1%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%
2019	21.8%	31.1%	35.1%	14.1%	3.5%

แนวคิดการพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงาน
(Energy demand forecasting)

- ▶ 1. **แบบจำลองเศรษฐกิจมิติ (Econometric model)** เป็นการพยากรณ์ผลอาศัยกระบวนการจากบนลงล่าง (Top-down model) ซึ่งใช้พยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในระดับสาขารวม (aggregate sector) ทั้งนี้ ความต้องการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะพิจารณาจากพฤติของตัวแปรเศรษฐกิจในระดับมหภาค
- ▶ 2. **แบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model)** เป็นการพยากรณ์ผลอาศัยกระบวนการจากล่างขึ้นบน (Bottom-up model) ซึ่งใช้พยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานจากผู้ใช้รายสุดท้าย (end user) เป็นหลัก ทำให้สามารถคำนวณหาการใช้พลังงานในสาขาย่อย ๆ (disaggregate sector) ที่มีลักษณะทางกายภาพและเทคโนโลยีที่แตกต่างกันได้

ทบทวนวรรณกรรม

- ▶ การพยากรณ์การใช้พลังงานในภาคขนส่งด้วยแบบจำลอง End-use จะแยกคำนวณตามประเภทการขนส่ง และประเภทของเชื้อเพลิง

refId	VDM	stochastic normal (Thompson 1998)	gaussian normal (Gibbs type)	gaussian normal (Iterative type)	stochastic gaussian normal (Gibbs type)	stochastic gaussian normal (Gibbs-iterative type)	stochastic normal (Flat type)
Reiss (2008)	0.0%				●	●	●
Thompson (1998)	0.0%						●
Tobias and Lipp (2005)	0.0% 0.0-6%	●	●	●	●		●
Reiss et al. (2005)	5%	●	●	●	●	●	●
Reiss et al. (2009)	0.0-100%		●	●	●	●	●

- ▶ ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งประเภทในรูปแบบใด สุดท้ายจะต้องทราบประเภทของเชื้อเพลิง (Fuel type) ที่ใช้ใยานพาหนะ เพื่อนำไปคำนวณความต้องการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภทได้

▶

ทบทวนวรรณกรรม

- ▶ ตัวอย่าง การแบ่งประเภทยานพาหนะและเชื้อเพลิงในฐานของ Zhao et al. (2007)

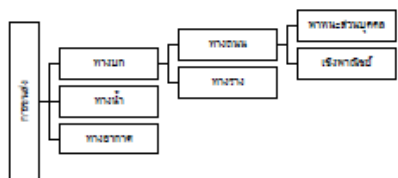
[illegible]

แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงาน
ในภาคขนส่งของไทย

- ▶ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ร่วมกับ Mononoo Consultants Limited ภายใต้หน่วยงาน Canadian International Development Agency ได้พัฒนาแบบจำลองขนส่ง (Transport model) ขึ้นในปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992)
- ▶ แบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-use model) หรือแบบจำลองที่ใช้อำนาจกันขึ้นปี (Bottom-up model) ซึ่งเป็นโครงสร้างภาคขนส่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การเดินทางแบบ การขนส่งทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ

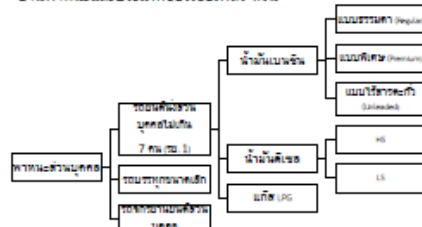
แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงาน
ในภาคขนส่งของไทย

- ▶ สำหรับการขนส่งทางบกสามารถแยกย่อยออกได้เป็นการขนส่งทางถนนและทางราง นอกจากนี้การขนส่งทางถนนยังสามารถแบ่งออกได้เป็น พาหนะส่วนบุคคล และเชิงพาณิชย์



แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงาน
ในภาคขนส่งของไทย

- ▶ สำหรับการแบ่งยานพาหนะส่วนบุคคลประกอบไปด้วยประเภทของยานพาหนะและประเภทของเชื้อเพลิง ดังนี้



แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงาน
ในภาคขนส่งของไทย

- ▶ แบบจำลองขนส่งดังกล่าวสามารถพยากรณ์การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากกลุ่ม
ผู้ใช้งานสุดท้ายที่แตกต่างกันในแต่ละสาขาของการขนส่ง โดยความ
ต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละสาขาขนส่งในแต่ละปีจะมีค่าเท่ากับ

$$D_i = S_i^* R_i^* U_i$$

โดยที่

D, คือ ความต้องการใช้ไม้กันเชื้อเพลิงในแต่ละปี

S₁ คือ สหกิจของยานพาหนะ

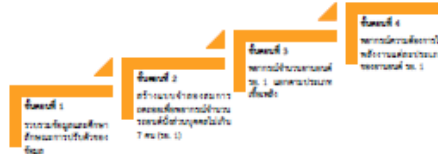
R, คือ อัตราการใช้ยานพาหนะต่อปี (กิโลเมตรต่อปี)

U, คือ ประสิทธิภาพหรืออัตราการผลิตพลังงาน (ดีครต่อกิโลเมตร)

การประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานใน
ภาคขนส่งจากการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า

- ▶ ประเมินผลกระทบทางด้านพลังงานจากการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเฉพาะทาง
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รป.1) ตาม "แผนขับเคลื่อนการกีดด้าน
พลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าในประเทศไทย"

- ▶ อาศัยแบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้ (End-user model) โดยมีขั้นตอนดังนี้



—

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา		
ประเภทของตัวแปร	ตัวแปร	ที่มาของข้อมูล
ตัวแปรตามแบบจำลองการยอมรับ	จำนวนรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รถ. 1) จดทะเบียนสะสมทั่วประเทศ	กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม
ตัวแปรต้นแบบจำลองการยอมรับ	ข้อมูลรถโดยสารสาธารณะในประเทศ	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.)
ตัวแปรต้นแบบจำลองการยอมรับ	ข้อมูลรถโดยสารสาธารณะในประเทศ ณ ระดับอำเภอ/จังหวัด	
ตัวแปรต้นแบบจำลองการยอมรับ	จำนวนประชากรของประเทศไทย	
ข้อมูลเชิงใช้เพื่อปัจจัยควบคุมสถิติปริมาณเชิงพื้นที่	ข้อมูลการสำรวจระยะทางโดยเฉลี่ยและอัตราการขึ้นเครื่องการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)



ผลพยากรณ์ความต้องการใช้เชื้อเพลิง

ยานยนต์ประเภท ร.ย.1

กรณีฐาน (ไม่พบนโยบายใด ๆ)

ปี	เบนซิน (ลิตร/ปี)	ดีเซล (ลิตร/ปี)	แก๊ส (ลิตร/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ชั่วโมง/ปี)	รวม (ลิตร/ปี)
2559	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2560	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2561	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2562	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2563	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2564	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2565	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2566	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2567	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2568	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2569	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2570	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2571	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2572	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2573	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2574	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2575	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2576	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2577	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2578	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291
2579	1,387,207	1,778,989	955,887	238	4,162,291

การกำหนดเหตุการณ์จำลอง

กรณีฐาน จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สมมติฐาน 1 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สมมติฐาน 2 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สมมติฐาน 3 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

เป้าหมายการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าในแต่ละเหตุการณ์จำลอง

สมมติฐาน 1 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สมมติฐาน 2 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

สมมติฐาน 3 จะพิจารณากรณีที่ประเทศไทยจะมีการปรับเปลี่ยนจากการใช้ยานยนต์เชื้อเพลิงฟอสซิลไปใช้ยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคต

ผลการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้เชื้อเพลิง

ยานยนต์ประเภท ร.ย.1

กรณีฐาน

สมมติฐาน 1

สมมติฐาน 2

สมมติฐาน 3

ผลการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้เชื้อเพลิง

ยานยนต์ประเภท ร.ย.1

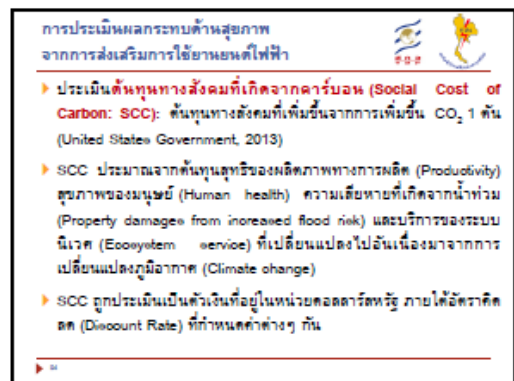
กรณีฐาน

สมมติฐาน 1

สมมติฐาน 2

สมมติฐาน 3

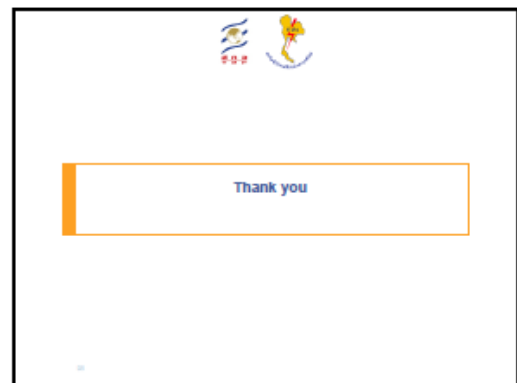
- ▶ นอกจากนั้นยังได้ศึกษาความเหมาะสมของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในรูปแบบอื่น เพื่อใหทราบถึงมูลค่าการประหยัดต้นทุนการให้พลังงานของประเทศจากการปรับเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
- ▶ ข้อมูล
 - ▶ ราคาไฟฟ้าแบบพิเศษ น้ำมันดีเซล และ LPG ใช้ราคาหน้าโรงกลั่นรวมกับการคิดค่าขนส่งจากการเฉลี่ยค่าอื่นหลังเป็นเวลา 3 ปี โดยนำมาจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
 - ▶ ราคา NGV ใช้ราคาขายปลีก โดยทำการเฉลี่ยค่าอื่นหลังเป็นเวลา 3 ปี ซึ่งข้อมูลนำมาจากจากกรมพลังงานของไทย
 - ▶ อัตราค่าไฟฟ้า ใช้ราคาเฉลี่ยกรมการไฟฟ้าซึ่งการพลังงานแห่งประเทศไทยมาคิดค่าไฟฟ้า โดยได้ อัตราค่าไฟฟ้าในช่วง Peak และ Off-peak และรวมค่า Ft เฉลี่ยหลังเป็นเวลา 3 ปี



สรุปผลการศึกษา

ผลกระทบด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และสุขภาพ จากการส่งเสริมการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า

		ปี 2561			
		2560	เป้าหมาย 90%	เป้าหมาย 100%	เป้าหมาย 140%
แอมโมเนีย	(กิโลวัตต์)	7,534,223	-500,967	-1,001,511	-1,402,115
ดีเซล	(กิโลวัตต์)	3,342,113	-313,881	-627,762	-732,389
LPG	(กิโลวัตต์)	2,054,067	-174,093	-348,186	-467,516
ไฟฟ้า	(กิโลวัตต์)	209	2,864,208	4,365,347	5,366,486
สิ่งของอื่น	(กิโลวัตต์)	-11,806	-	-19,894	-27,852
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ CO ₂	(kgCO ₂ e)	-450,058	-1,083,431	-1,516,804	-1,516,804
สิ่งของอื่น	(กิโลวัตต์)	-79,279	-117,132	-163,885	-163,885



6. ภาพจากการประชุม





7. ประเด็นและข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุม

คุณประสงค์ อินทรหนองไผ่

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

- ในกลุ่มรถยนต์นั่งอีโคคาร์ รุ่นรถยนต์ที่นำมาเปรียบเทียบ ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน ควรที่จะนำรุ่นที่ใกล้เคียงกันกว่านี้มาเปรียบเทียบ

ผศ.ดร. ฐรี

- คณะผู้วิจัยได้พยายามคัดเลือกรถยนต์จากรถยนต์ที่มีการผลิตภายในประเทศไทยเป็นหลัก ขณะที่ดำเนินงานวิจัยยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) ที่ผลิตในประเทศไทยและสามารถนำมาเปรียบเทียบได้มีอยู่ค่อนข้างจำกัด ผู้วิจัยเห็นด้วยกับข้อคิดเห็นและยอมรับว่าเป็นข้อจำกัดของการทำวิจัย
- การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการผลิตไฟฟ้าเป็นค่าเฉลี่ยจากหน่วยงานภาครัฐที่เป็น CO₂ จากการใช้ไฟฟ้า คิดเฉพาะการปลดปล่อย CO₂ ที่เกิดขึ้นที่โรงไฟฟ้า ด้วยสัดส่วนที่เฉลี่ยของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบันหรือไม่ เนื่องจากถ้าพิจารณาแนวโน้มในอนาคต อาจจะมีการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลว (Liquefied natural gas: LNG) ซึ่งหากพิจารณาทั้งห่วงโซ่อาจจะมีการใช้พลังงานที่ปลดปล่อย CO₂ จากต้นน้ำ ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ได้อยู่ในประเทศไทย หากจะคำนวณต้นทุนการปลดปล่อย CO₂ ของทั้งห่วงโซ่อาจจะต้องคำนวณรวมไปถึงในส่วนของต้นน้ำที่อยู่ในต่างประเทศ

ผศ.ดร. ฐรี

- ในเรื่องของต้นทุน CO₂ คำนวณจากกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และกิจกรรมแต่ละประเภทโดยส่วนใหญ่ใช้ข้อมูลอิงกับอเมริกา เช่น ข้อมูลการใช้งานรถ ข้อมูลการถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากประเทศไทยมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน สำหรับในเรื่องของกระแสไฟฟ้าที่ปลดปล่อย CO₂ ทางคณะผู้วิจัยใช้ข้อมูลของกระทรวงพลังงาน โดยหากเป็น EV จะใช้ข้อมูลการปลดปล่อย CO₂ จากการผลิตกระแสไฟฟ้า และยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) จะใช้ข้อมูลการปลดปล่อย CO₂ จากกระบวนการถ่วงน้ำหนัก และจากการใช้งานยานยนต์ ICE
- ในสไลด์หน้าที่ 37 การเปรียบเทียบราคาค่าเชื้อเพลิงเป็นราคาที่รวมภาษีและกองทุนต่าง ๆ โดยเฉพาะภาษีสรรพสามิต ในมุมมองผู้บริโภค เพื่อที่จะคำนวณหาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (Total Cost of Ownership: TCO) ยานยนต์ไฟฟ้า แต่ราคาค่าเชื้อเพลิงนี้เป็นราคาที่รวมภาษีสรรพสามิตในภาคของราคาค่าเชื้อเพลิง หรือในราคาตัวรถที่มีการเก็บภาษี ในส่วนของต้นทุนทางสังคม ได้นำมาส่วนนี้มารวมด้วยหรือไม่ หากพิจารณาว่าภาษีก็นับเป็นต้นทุนทางสังคมแบบหนึ่งที่จะกลายมาเป็นรายได้ของรัฐ ช่องว่างระหว่างการเปรียบเทียบอาจจะลดลง

ผศ.ดร. ภูรี

- ในการคำนวณ TCO คณะผู้วิจัยพิจารณาจากมุมมองผู้บริโภคว่ามีค่าเชื้อเพลิงเป็นต้นทุนเอกชนในมูลค่าเท่าใด ผู้บริโภคจะคำนวณค่าเชื้อเพลิงจากราคาขายปลีกซึ่งมีภาษีสรรพสามิตจะถูกคำนวณรวมอยู่ในราคาขายปลีกแล้ว แต่สำหรับต้นทุนผลกระทบภายนอกเชิงลบที่เกิดขึ้นจากการใช้นานยนต์พิจารณาจากปริมาณการปลดปล่อย CO₂ และการสร้างมลพิษทางอากาศและนำมาคำนวณเป็นมูลค่าต้นทุนที่สังคมได้รับจากการใช้นานยนต์ จะเห็นได้ว่ามูลค่าภาษีที่ผู้บริโภครายจ่ายในค่าเชื้อเพลิง และมูลค่าต้นทุนที่สังคมได้รับจากการใช้นานยนต์เป็นการบิดเบือนของตลาดในรูปแบบที่แตกต่างกัน หากจะนำภาษีที่ผู้บริโภครายจ่ายในค่าเชื้อเพลิงมาหักลบกับต้นทุนที่สังคมได้รับจากการใช้นานยนต์ ก็จะต้องสามารถพิสูจน์ได้ว่าการเก็บภาษีสรรพสามิตส่งผลทำให้ปริมาณการปลดปล่อย CO₂ และการสร้างมลพิษทางอากาศลดลงและนำปริมาณที่ลดลงได้นี้มาคิดเป็นต้นทุนผลกระทบภายนอกเชิงลบที่ลดลงจากการเก็บภาษีสรรพสามิต คณะผู้วิจัยตระหนักถึงข้อจำกัดในการคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกเชิงลบนี้
- เมื่อพิจารณาไปในอนาคต จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่จะมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ดีเซล ที่ดีขึ้น แต่เรื่องการปลดปล่อย CO₂ อาจจะเป็นข้อเสีย เป็นอีกปัจจัยที่ควรนำมาเปรียบเทียบ

ผศ.ดร. ภูรี

- เห็นด้วยกับข้อเสนอแนะ

คุณกาญจน์ กุลวาไชย

กรมธุรกิจพลังงาน

- ในสไลด์หน้าที่ 83 การทำนายการเติบโตของจำนวนรถที่แบ่งตามประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ เหตุใดการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) ในภาคขนส่งทางบกยังมีการเติบโตอยู่

ศ.ดร. ศุภวัจน์

- ในการพยากรณ์รถในแต่ละประเภท โดยหลักการคือพิจารณาแนวโน้มในอดีตเป็นหลัก และพิจารณาจากข้อมูลตามแผนการใช้ LPG ในอนาคต ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) แล้วนำมาปรับสัดส่วนการพยากรณ์ เช่น Compressed Natural Gas (CNG) ถ้าหากพยากรณ์โดยอิงข้อมูลในอดีตและไม่พิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เลย ก็ยังมีการเติบโตของจำนวนรถอยู่ แต่จากแผนการใช้พลังงานที่ว่าจะไม่มีการใช้ CNG ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ปรับให้การใช้ CNG ลดลง จนกระทั่งในปี 2570 จะไม่มี CNG อยู่ในตลาดอีกเลย

คุณอาวุธ นิติน

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

- ในสไลด์หน้าที่ 33 ในส่วนของการคิดปริมาณการปลดปล่อย CO₂ อาจมีการสับสนในการเลือกใช้ข้อมูล เนื่องจากระบุว่าการคำนวณการปล่อย CO₂ จากกระบวนการกลั่นน้ำมัน 1 ลิตร ปล่อยประมาณ 2,300 กรัม หรือ 2.3 กิโลกรัม แต่ 2.3 กิโลกรัม คือ การปลดปล่อย CO₂ จากการเผา น้ำมัน 1 ลิตร ถ้าเป็นกระบวนการกลั่นอาจจะเป็นอีกตัวเลขหนึ่ง
- ในสไลด์หน้าที่ 35 ปริมาณมลพิษทางอากาศจากการใช้งานต่อปีใช้หน่วยเป็นตัน ตัวอย่างเช่น รถยนต์รุ่น Yaris ปล่อยไอเสียออกมาเป็นสารประกอบซัลเฟอร์ออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO_x) 5 กิโลกรัม ซึ่งในน้ำมันประมาณ 500 กิโลกรัม ถ้าปล่อย SO_x 5 กิโลกรัม หมายถึง 1% ของน้ำมัน ทั้ง ๆ ที่น้ำมันในปัจจุบันเป็น ยูโร 4 ซึ่งมี SO_x 50 ppm เท่านั้น ดังนั้นตัวเลขน่าจะผิดไปในระดับ 100 - 1,000 เท่า ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลการศึกษามาก
- ในสไลด์หน้าที่ 37 ต้นทุนของการปลดปล่อย CO₂ ของรถยนต์รุ่น Yaris กับ Fomm one เท่ากัน ประมาณ 6 เท่า เพราะรถทั่วไปขนาดเล็กจะปล่อย CO₂ ประมาณ 100 กรัมต่อกิโลเมตร ถ้าเท่ากับ 6 เท่า แสดงว่า รถไฟฟ้าปล่อย CO₂ ประมาณ 10 กรัมต่อกิโลเมตร ทั้งที่โดยแท้จริงแล้วควรจะต่างกันประมาณ 2-3 เท่า เท่านั้น ผู้วิจัยควรจะตรวจสอบข้อมูลในเรื่องนี้
- ในกระบวนการผลิตไฟฟ้ามีการปล่อยมลพิษทางอากาศอันได้แก่ สารประกอบไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxide: NO_x), สารประกอบซัลเฟอร์ออกไซด์ (Sulfur dioxide: SO_x), สารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) อยู่บ้าง ถึงแม้ว่าจะน้อยมาก แต่ควรจะให้มีค่าเท่ากับศูนย์หรือไม่
- ในสไลด์หน้าที่ 60 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคยังขาดความเข้าใจในเรื่องของรถ EV โดยสิ้นเชิง โดยเฉพาะในประเด็นที่ผู้บริโภคมองเกี่ยวกับเวลาในการชาร์จไฟฟ้า ซึ่งคาดหวังเวลา 15-30 นาที เป็นส่วนใหญ่ สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคพิจารณาว่าการเติมไฟฟ้าเหมือนการเติมน้ำมัน NGV หรือ LPG ทั้งที่ธรรมชาติของเชื้อเพลิงเหล่านี้แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยในเรื่องประเด็นจุดชาร์จดูเหมือนไม่ค่อยมีความเห็นในเรื่องชาร์จที่บ้าน ยังคิดว่าการชาร์จรถไฟฟ้าต้องออกไปเติมไฟฟ้าสาธารณะ สำหรับส่วนนี้ข้อสรุป คือ ผู้บริโภคยังขาดความเข้าใจในเรื่องของการเติมพลังงานให้กับ EV
- ในสไลด์หน้าที่ 83 หากคณะผู้วิจัยไปทบทวนปริมาณการใช้ LPG รวมทั้ง ปริมาณรถ LPG ในช่วงสองสามปีที่ผ่านมา จากเดิมที่ปริมาณ LPG ที่ใช้ในภาคการขนส่งเคยขึ้นไปสูงสุด 5,500 กิโลกรัมต่อวัน ในปี 2558 ในขณะที่ปัจจุบันเหลืออยู่ประมาณ 3,300 กิโลกรัมต่อวัน จำนวนรถเคยขึ้นไปถึง 1 ล้านคัน ตอนนี้เหลือ 9 แสนคัน เพราะฉะนั้นแล้ว ข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า ปริมาณการใช้ต่อวันลดลงจาก 5,500 เหลือ 3,300 กิโลกรัมต่อวัน แสดงว่าจำนวนรถที่ต้องใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ลดลงค่อนข้างมาก ดังนั้นการพยากรณ์ไปในอนาคต ปริมาณรถ LPG คงไม่เพิ่มขึ้น มีแต่

แนวโน้มลดลง ซึ่งในปัจจุบันนี้ก็ลดลง และคาดว่าปริมาณรถ LPG จะลดลงปีละ 100,000 คัน ในช่วง 3 - 5 ปี ข้างหน้า ดังนั้นเส้นการเติบโตของรถ LPG ควรจะคล้ายกับรถ NGV

- ในสไลด์หน้าที่ 97 การลดการปลดปล่อย CO₂ ในกรณีฐาน ที่คาดว่าจะมีรถ EV 1.2 ล้านคัน แต่ลดปลดปล่อย CO₂ ได้ 1 ล้านกิโลกรัม แสดงว่ารถ EV 1 คัน สามารถลดการปลดปล่อย CO₂ ได้ 1 กิโลกรัม แล้วรถ EV 1.2 ล้านคัน ลดต้นทุนทางสังคมได้ 117 ล้านบาท คือ 1 คัน ลดไปได้ คันละประมาณ 100 บาท คาดว่าคงมีปัญหาในเชิงตัวเลข เพราะในสไลด์หน้าที่ 37 กล่าวถึงผลประโยชน์ในด้าน CO₂ ว่า ผลประโยชน์ของรถหนึ่งคันประมาณ 10,000 บาท ซึ่งดูขัดแย้งกัน

ผศ.ดร. ฐรี

- ทางคณะผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะนี้กลับไปทบทวนในการคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกเชิงลบ และการพยากรณ์ปริมาณรถและการใช้ LPG ต่อไป
- ในราคาน้ำมันขายปลีกประกอบด้วยภาษีสรรพสามิต ซึ่งการเสียภาษีสรรพสามิตเกิดขึ้นเพื่อชดเชยมลพิษจากการปล่อยไอเสียจากรถยนต์ ดังนั้นการนำ TCO ซึ่งเป็นราคาน้ำมันที่รวมภาษี ซึ่งมีความเชื่อว่าจะสามารถนำไปชดเชยเรื่องสิ่งแวดล้อมจากการเสียภาษี จึงทำให้เป็นการคิดสองครั้ง และการที่ใช้ TCO เพื่อศึกษาการตัดสินใจของผู้บริโภคแล้วนั้น หากพิจารณาจากมุมมองของผู้บริโภคมันก็ไม่ควรมีต้นทุนทางสังคมหรือในเรื่องสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการตัดสินใจของผู้บริโภคคงจะไม่มีการพิจารณาในเรื่องนี้ แต่พิจารณาแค่ว่าจ่ายผ่านภาษีแล้ว แต่สามารถจะมีบทวิเคราะห์ว่า รถ EV จะสามารถช่วยประเทศได้อย่างไร

ผศ.ดร. ฐรี

- จะนำข้อเสนอแนะไปทบทวนผลการศึกษา
- จากข้อมูลที่ให้มา แสดงให้เห็นว่าราคาขายต่อของรถ EV แตกต่างจากรถ ICE ไม่มากนัก แต่สำหรับรถ EV อาจจะขายแล้วมีมูลค่าหรือไม่ เนื่องจากหากใช้รถไปแล้ว 7 ปี แบตเตอรี่เสื่อมก็ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ ในขณะที่รถ ICE ราคาขายต่ออาจจะมีมูลค่าอยู่

ผศ.ดร. ฐรี

- ราคาขายต่อของรถ EV ยังไม่ชัดเจนเพราะยังไม่มีตลาดรถ EV มือสองที่เกิดขึ้นจริง แต่ในการศึกษาหากจะสมมติให้ราคาขายต่อเท่ากับศูนย์ ก็จะไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากไม่มีหลักฐานที่จะสนับสนุนว่าจะไม่มีมูลค่าเลยเมื่อขายต่อ และพฤติกรรมของผู้บริโภคในการใช้รถ EV อาจจะเปลี่ยนแปลงยากเกินกว่าที่จะคาดเดา จึงควรอ้างราคาขายต่อของรถ EV ให้ไม่แตกต่างจากรถ ICE ภายในประเทศมากนักเพราะอย่างน้อย ก็ยังสามารถสะท้อนพฤติกรรมการใช้รถยนต์ของผู้ใช้น้ำมันในประเทศไทยได้

คุณดร.พร กมลกุล

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

- อัตราค่าไฟฟ้าที่นำมาคำนวณ TCO ควรคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ ไม่ควรเป็นอัตราเดียวกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ถูกล็อกกับดูแลอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากในปัจจุบัน ได้มีการลอยตัวราคาน้ำมัน ดังนั้นก็ควรจะลอยตัวอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้กับรถยนต์ด้วยเช่นกัน และยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการคำนวณอัตราค่าไฟอีกด้วย
- ในการคำนวณ TCO ควรแยกมุมมองของผู้บริโภคและภาครัฐออกจากกัน

ผศ.ดร.บุรี

- งานศึกษานี้ไม่ได้ครอบคลุมไปถึงการศึกษาในเรื่องของสถานีชาร์จและการคิดอัตราค่าไฟฟ้าในการชาร์จรถ EV ดังนั้น ในงานวิจัยจึงได้อ้างอิงอัตราค่าไฟฟ้าที่ประกาศโดยคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) เพื่อใช้ในการคำนวณ TCO สำหรับในกรณีที่ประจุไฟฟ้าในที่พักอาศัยงานวิจัยนี้ได้ใช้อัตราค่าไฟฟ้าในกลุ่มผู้ใช้ประเภทที่อยู่อาศัยในการคำนวณ TCO ในกรณีฐาน

ตัวแทนจากสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน

- ในสไลด์หน้าที่ 56 เกี่ยวกับเรื่องจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า ซึ่งผลการศึกษาพบว่าจำนวนสถานีมีน้อย อยากจะสอบถามว่ามันสะท้อนปัญหาเรื่องสถานีมีจำนวนน้อยหรือไม่

ศ.ดร. ศุภวัจน์

- ทางคณะผู้วิจัยได้สอบถามผู้บริโภคถึงข้อกังวลที่มีต่อการยอมรับรถยนต์ EV และจากการสอบถามได้ทราบว่าปัจจัยที่ถ่วงให้ผู้บริโภคไม่ต้องการลงทุนซื้อใน EV คือความกังวลว่าหากสถานีชาร์จมีกระจายอยู่ไม่มาก จะทำให้เติมพลังงานได้ยาก
- ในปัจจุบัน โครงสร้างพื้นฐานได้ถูกวางรองรับไว้หมดแล้ว แต่ไม่มีคนใช้บริการ จึงควรขับเคลื่อนนโยบายด้านอื่น ๆ ไปพร้อม ๆ กัน เจ้าของธุรกิจที่ให้บริการขอให้ลดอัตราค่าไฟฟ้าในการชาร์จเพื่อลดต้นทุนในการให้บริการเพราะไม่มีผู้ใช้บริการ

ศ.ดร. ศุภวัจน์

- ผลการศึกษาเป็นการสะท้อนความคิดเห็นจากผู้บริโภคทั่ว ๆ ไปซึ่งพบว่าผู้ใช้ยังขาดความเข้าใจ อาจจะเป็นเพราะมาตรการการประชาสัมพันธ์และการสร้างความตระหนักรู้ยังมีค่อนข้างน้อย ถึงจะมีการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานไว้แล้ว แต่ผู้ใช้น้ำมันก็ยังใช้บริการน้อยอยู่

ผศ.ดร. ฐรี

- ไม่ใช่แค่ประเทศไทยที่มีปัญหาในเรื่องนี้ ในต่างประเทศก็มีปัญหานี้เช่นกัน ที่มีการวางโครงสร้างพื้นฐานสร้างสถานีชาร์จไว้แต่ไม่มีผู้ใช้บริการ การขยายตัวของโครงสร้างพื้นฐานอย่างรวดเร็วเนื่องจากรัฐมีมาตรการส่งเสริมและช่วยเหลือในการสร้างสถานีชาร์จ ไม่ได้เกิดจากทุนของเอกชนโดยทั้งหมด เมื่อสร้างสถานีชาร์จแล้วกลับพบว่าผู้บริโภคไม่หันไปใช้รถ EV จึงทำให้ไม่มีการใช้บริการสถานีชาร์จ ผลสุดท้ายจึงต้องปิดสถานีชาร์จไป

รศ.ดร.ศุภชาติ จงไขบุญพัฒนะ

โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. - สกว.

- รัฐบาลควรจะมีเงินไปสนับสนุน fleet ก่อนดีหรือไม่ ให้ประชาชนเห็นก่อน ต้องใช้เงินเท่าไร อาจจะเป็นอีกเรื่องที่ฝากให้คณะผู้วิจัยศึกษา

ผศ.ดร.ฐรี

- เห็นด้วยกับข้อเสนอที่ควรให้ fleet ของบริษัทของเอกชน หรือหน่วยงานราชการเป็นผู้นำในการนำใช้รถ EV จากการศึกษากฎหมายของต่างประเทศ พบว่าในระยะเริ่มต้น หลายประเทศได้ใช้วิธีการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้นยานยนต์หันมาใช้รถ EV ในระยะเริ่มต้นผ่าน fleet ของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ใช้นยานยนต์โดยทั่วไปมากขึ้น สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2559 มีรถ EV อยู่ประมาณ 50 คัน สะท้อนให้เห็นว่าภาครัฐยังไม่ได้จูงใจให้หน่วยงานของรัฐและเอกชนหันมาร่วมมือกันสร้าง fleet รถ EV เท่าใดนัก

คุณชเรศน์ อัครบรรเทงใจ

บริษัท ไมน์ โมบิลิตี รีเสิร์ช จำกัด

- อัตราค่าไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการชาร์จ รวมทั้งกฎระเบียบบางอย่าง เช่น การนำรถที่ชาร์จไฟด้วยกำลังไฟสูง ๆ เข้ามาชาร์จ จึงทำให้สถานีที่ชาร์จด้วยกำลังไฟสูง ๆ จะมีค่า surcharge เพิ่มขึ้นมาเป็นอุปสรรคในการสร้างรายได้ให้แก่ผู้ให้บริการ
- ในการเปรียบเทียบยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงโดยใช้รถเก่าอายุ 7 ปี มาทำการดัดแปลง และเปรียบเทียบกับรถยนต์ใหม่โดยใช้ TCO ยังมีข้อจำกัดในการเปรียบเทียบเพราะไม่ใช่การนำ apple มาเปรียบเทียบกับ apple ความแตกต่างที่สำคัญคือเรื่องความสะดวกสบายและความใหม่ของรถยนต์

ผศ.ดร. ฐรี

- เห็นด้วยกับข้อคิดเห็น จากการศึกษาพบว่า ประเทศไทยได้จัดทำโครงการสาธิตเรื่องการแปลงรถยนต์เก่าให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า โดยโจทย์ที่คณะผู้วิจัยได้รับมาคือ ถ้าจะมีค่าใช้จ่ายอะไรบ้างหากนำรถยนต์เก่ามาแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยศึกษาจากมุมมองของผู้บริโภค ในการรถยนต์เก่ามาแปลง ได้สมมติว่ารถยนต์เก่ามีอายุ 7 ปี และนำมาดัดแปลง ผู้ซื้อยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงทราบว่ามีค่าธรรมเนียมว่ายานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงไม่ได้มีคุณลักษณะเดียวกับการซื้อรถยนต์ ICE ใหม่ หรือ EV ใหม่ การจะตีมูลค่าความแตกต่างในเรื่องนี้ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยจึงคำนวณ TCO ของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงโดยการนำราคาขายต่อของรถ ICE มือสอง บวกกับต้นทุนชุดแปลง แล้วหักด้วยมูลค่าขึ้นส่วนที่สามารถนำออกไปขายได้หลังการที่แปลง
- แบตเตอรี่ที่ใช้ในการสมมติของการแปลง คือ 22 kwhr ใช่หรือไม่ เพราะในการเทียบ EV แบบอื่นน่าจะใช้แบตเตอรี่ที่ขนาดแตกต่างกันไป

ผศ.ดร. ฐรี

- ทางคณะผู้วิจัยนำข้อมูลของ EV Kit มาจาก EV West.com ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่จำหน่ายชิ้นส่วนเพื่อนำมาแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ชุด EV Kit จะประกอบด้วยแบตเตอรี่แพ็คเกจอยู่ในชุด โดยในกรณีนี้ผู้วิจัยได้เลือก Honda Civic มาแปลง จึงใช้หีบ EV Kit ชุดนี้ แต่หากว่าเป็นรถยนต์รุ่นอื่นก็สามารถเข้าไปเลือกใช้ EV kit ที่เหมาะสมกับแต่ละรุ่นได้
- ในสไลด์หน้าที่ 56 และ 63 มีข้อสงสัยในเรื่องปัจจัยถ่วงดุลกับปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจ เพราะจำนวนสถานีที่มีน้อยอยู่ในปัจจัยถ่วงดุล แต่พอเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อหรือไม่ กลับกลายเป็นว่าจำนวนสถานีเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ขอสอบถามว่าได้มีการวิเคราะห์ประเด็นนี้เพิ่มเติมหรือไม่ ว่าเหตุใดผลการศึกษาจึงเป็นเช่นนั้น
- จากผลของแบบสอบถามพบว่าผู้ที่สนใจจะทำการแปลงรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงสูงถึง 65% ได้มีการสอบถามปัจจัยหรือเงื่อนไขที่ทำให้มีผู้สนใจเป็นจำนวนมากหรือไม่ และมีเงื่อนไขหรือต้นทุนใดที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาในการแปลงรถยนต์

ศ.ดร. ศุภวัจน์

- ในส่วนของสถานีชาร์จไฟในตัวสไลด์ เป็นการสอบถามผู้บริโภค คำถามที่สอบถามไปก่อนว่าอะไรคือปัจจัยที่ทำให้ไม่อยากจะซื้อ EV โดยผู้บริโภคตอบว่า กังวลเรื่องสถานีชาร์จที่มีน้อย สำหรับอีกสไลด์ที่บอกว่าสถานีชาร์จนี้เป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผล ส่วนนี้เป็นผลที่ได้จากแบบจำลองทางสถิติที่ไม่สรุปว่าเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผล เนื่องจากใช้เกณฑ์ที่ 5% นัยสำคัญทางสถิติ แต่ขยายเป็น 10% นัยสำคัญทางสถิติ จะให้ผลลัพธ์สลับมาอีกแบบหนึ่ง

- ในเรื่องของต้นทุนที่ไปสอบถามสำหรับเรื่องการแปลงยานยนต์ คณะผู้วิจัยได้สอบถามผู้บริโภคในภาพรวม ไม่ได้สอบถามเรื่องเงื่อนไขหรือปัจจัยโดยละเอียด แต่จะสอบถามว่า ผู้ใช้ยานยนต์มีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าแปลงจากรถยนต์ ICE เป็น EV เป็นมูลค่าเท่าใด และให้ผู้บริโภคกรอกข้อมูล ดังนั้นความเต็มใจจ่ายนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ยินดีจ่ายเพื่อแปลงรถยนต์ ICE เป็น EV

คุณมนต์ชัย ชุ่มอินทรจักร์

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

- ในการเปรียบเทียบความต้องการใช้พลังงาน โดยจำแนกตามประเภทผู้ใช้ และการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ากับความแตกต่างระหว่างการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ขอทราบว่าสัดส่วนของยานยนต์ไฟฟ้ากับยานยนต์ประเภทอื่นเป็นอย่างไร และปัจจัยหรือตัวแปรใดที่มีความสำคัญต่อการทำให้การใช้เชื้อเพลิงเบนซิน ดีเซล NGV และ LPG มีสัดส่วนที่ลดลง เช่นจำนวนยานพาหนะที่ลดลง ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น หรือระยะการเดินทางที่ลดลง

ศ.ดร.ศุภวัจน์

- แบบจำลองที่กำหนดตามระดับผู้ใช้อาจจะไม่ได้แยกผลการวิเคราะห์เป็นลักษณะนั้น จะมุ่งไปที่ผู้ใช้งานแล้วพยากรณ์ออกมาด้วยกระบวนการจากล่างขึ้นบน แต่ไม่ได้วิเคราะห์ว่าปัจจัยอะไรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ ซึ่งไม่ได้อยู่ในขอบเขตของงานวิจัยนี้

คุณเรืองชัย กาศิโรจน์

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

- หากมีการศึกษาต่อไป แนะนำเรื่อง public transport อยากให้มีมาตรการส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าต่อการขนส่งสาธารณะต่อการยอมรับของผู้บริโภคและผู้ประกอบการ

ผศ.ดร.ภูรี

- รับทราบและเห็นด้วยต่อข้อเสนอแนะ

คุณสทิษฐ์ สุขอนันต์

โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. - สกว.

- ในความเห็นส่วนตัว การที่จะพัฒนาการใช้รถ ICE ไปเป็นรถ EV ภายในขั้นเดียว อาจจะเป็นไปได้ยาก ควรจะมีการส่งเสริมการใช้รถยนต์ Hybrid ในช่วงเปลี่ยนผ่านก่อนที่จะไปเป็นรถไฟฟ้า อยากจะให้คณะผู้วิจัยลองศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องนี้

ผศ.ดร.ฐรี

- เห็นด้วยกับข้อเสนอแนะ และควรเป็นการศึกษาในโครงการต่อ ๆ ไป

คุณนิธิพล ตันสกุล

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

- มีศึกษาเรื่องเกี่ยวกับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม แต่ว่าตัวรถไฟฟ้า เหมือนแบตเตอรี่ เวลาเสื่อมสภาพ ค่อนข้างย่อยสลายและแยกส่วนได้ยาก ไม่แน่ใจว่าได้ศึกษาตรงนี้ด้วยหรือไม่

ผศ.ดร.ฐรี

- โครงการวิจัยนี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงประเด็นไปจนถึงภายหลังจากการใช้แบตเตอรี่หมดแล้วว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และเห็นด้วยว่าควรเป็นการศึกษาในโครงการต่อ ๆ ไป

คุณชเรศน์ อัครบรรเทงใจ

บริษัท ไมน์ โมบิลิตี รีเสิร์ช จำกัด

- เรื่อง end of life ของ แบตเตอรี่ ในปัจจุบัน สามารถนำไปใช้ในการเป็นตัวเก็บไฟได้ และกระบวนการรีไซเคิล ก็มีการพัฒนาขึ้น โดยอัตราของการรีไซเคิลขึ้นอยู่กับชนิดของของแบตเตอรี่ และโครงสร้างการออกแบบของแบตเตอรี่ โดยโครงการศึกษาและพัฒนาของแบตเตอรี่ที่ทำอยู่ มีอัตราการรีไซเคิลประมาณ 99%

ผศ.ดร.ฐรี

- ขอบขอบคุณสำหรับข้อมูล

รายชื่อผู้เข้าร่วม การสัมมนารับฟังความคิดเห็น

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภค
และประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

จัดโดย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

สงวน

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง
วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-สกุล	โทรศัพท์	Email Address	ลายเซ็น
1	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ศ.ดร. กุรี สิริสุนทร			VF
2	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ศ.ดร. ศุภวัฒน์ รุ่งสุริยวิบูลย์			VF
3	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ดร. รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร			Bonon
4	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คุณเพชรรินทร์ วงศ์เจริญ			Mr.
5	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คุณพิชญ์ จงวัฒนากุล			ไพจิตร
6	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คุณกฤติเดช วงษ์พูล			ไพจิตร
7	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	คุณณัฐตรา อนุตรภา			ไพจิตร

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 - 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-สกุล	โทรศัพท์	Email Address	ลายเซ็น
1	กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	คุณวราภรณ์ อรุณศิริ			
2	กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	คุณมานิภา กุศล	๐๒-๖๖๖๖๖๖	maninipa.k@epd.go.th	
3	กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน	คุณกาญจนา ใจกลาย	๐๒-๖๖๖๖๖๖	kanjane@doe.go.th	
4	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	คุณวิภากร ศิริคำ			
5	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	คุณสาธิต ครอบสัย	0๙๖๖๖๖๖๖	sathitke@egat.co.th	
6	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	คุณศรียา สกลอนารัตน์	๐๒-๖๖๖๖๖๖	Sincc-stek@nectec.or.th	
7	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	คุณเรณูพร เกิดทรัพย์	๐๒-๖๖๖๖๖๖	binth.k@nec.go.th	
8	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม	คุณเรืองชัย กาสิรัตน์	๐๒-๖๖๖๖๖๖	rc.kadeeroj@gmail.com	
9	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม	คุณณณตชัย รุ่งอินทร์จักร	๐๒-๖๖๖๖๖๖	mr.mondhai3@gmail.com	
10	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม	คุณปัทมากร พรายภูมิ			
11	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม	คุณอุษณีย์ ว่องวัฒนากุล			
12	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	คุณชนานันท์ บัวเขียว			
13	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	คุณณณต อินทร์รักษ์			
14	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	คุณสุรพงษ์ เพชรภักดิ์ประสิทธิ์	๐๒-๖๖๖๖๖๖	surapong.pra@epo.go.th	
15	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	คุณเสกสรรค์ พันธุ์บุญมี			
16	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	คุณลลิตา วานิชอนันต์			
17	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	คุณปวีณา ตันกุล	๐๒-๖๖๖๖๖๖	nitigun.tan@ndsc.or.th	
18	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	คุณวิภากร ศิริคำ	๐๒-๖๖๖๖๖๖	ladthann.k@mea.or.th	

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้งลังงานในภาคขนส่ง
วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-สกุล	โทรศัพท์	Email Address	ลายเซ็น
1	Green Energy (บริษัท โกลด์โคโมโลยี จำกัด)	คุณลิตา ทิพย์สุวรรณ	0818322553	sonachai@polytech.co.th	Nu
2	บริษัท ไมน์ โมบิลิตี้ รีเสิร์ช จำกัด	คุณชเรศน์ อัครบรรเทิงใจ	0897708461	charef.a@energyinsolite.co.th	
3	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	คุณดรอุพร งามสุส	0891415256	darunporn@opttpe.com	รณ
4	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	คุณมينا ศุภวิรัตน์			
5	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	คุณอาวุธ นิติน	0950505009	ARWU.N@ptt.co.th	Ok
6	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	คุณประสงค์ อินทรทองไผ่	0811743107	prasadung@ptt.co.th	Prasong
7	บริษัท รถไฟฟ้า (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	คุณธิติ มานะญิตสงส์	0820086678	thiti@ethai.com	U.2
8	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	คุณธิติ ชาญประเสริฐ			
9	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	คุณรุ่งเรือง สายพรรณ	081-8220633		S.R.
10	BKW Thailand	อนันต์เดช อภิชาติชัย	065-518-6441	anantdech.intravisi@bkw.co.th	an

วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 - 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

[illegible]

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการไหลของพลังงานในภาคขนส่ง

วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 - 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam@Siam Design Bangkok

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-สกุล	โทรศัพท์	Email Address	ลายเซ็น
1	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน	คุณคมกฤช ตันตระวาณิช			
2	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน	คุณวีระศักดิ์ วีระธรรมโม			
3	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน	คุณกรรณิการ์ ทองสุข	893	kannika@exc.or.th	น.ร. นว
	_____	นายไกรวัจน์ นนธิชิตานนท์	894	kadekham@exc.or.th	น.ว.
	_____	วิภากรัตน์ สุวรรณโชติ		tidawat@exc.or.th	ธ.น.

โครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใชพลังงานในภาคขนส่ง
วันอังคารที่ 4 ธันวาคม 2561 เวลา 8.30 – 12.30 น.

ณ ห้องประชุม Function Six Room A ชั้น 6 โรงแรม Siam Design Bangkok

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-สกุล	โทรศัพท์	Email Address	ลายเซ็น
1	สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	คุณจักรพงศ์ พงศ์โนศรย์	081588101	jakpong.p@chula.ac.th	

ภาคผนวก ซ

คำชี้แจงต่อ

มติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว.

คำชี้แจงต่อ มติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว.

ในการประชุมคณะกรรมการอำนวยการฯ ครั้งที่ 13/2561

วันที่ 27 กันยายน 2561

- 1) การวิเคราะห์ต้นทุน กรณี External Cost ที่คิดค่าการปล่อย CO₂ ของทั้ง ICE และ EV นั้น หากสามารถครอบคลุมถึงมลพิษทางอากาศ (เช่น HC CO NOx และ PM) ด้วยจะเป็นประโยชน์ต่อ EV มาก โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้ในเมืองใหญ่ ซึ่งมักมีมลพิษในอากาศเกินค่ามาตรฐานที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน ผลวิเคราะห์ที่ได้จะทำให้ความคุ้มค่าของ EV เพิ่มขึ้น และทำให้ผู้กำหนดนโยบายเห็นความสำคัญ

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 2) การกำหนดห้ามรถดีเซลวิ่งในหลายๆเมืองในต่างประเทศภายในตั้งแต่ปี 2020 เป็นต้นไป เพราะผลจากมลพิษทางอากาศ นอกเหนือจาก CO₂ ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการหาตัวเลขค่าใช้จ่ายดังกล่าวอย่างเป็นทางการที่เชื่อถือได้นั้นค่อนข้างยาก นักวิจัยควรทำความเข้าใจในเรื่องนี้ไว้ด้วยให้ชัดเจนว่า ยังไม่ได้รวมค่าใช้จ่ายดังกล่าวในการวิเคราะห์ หากพอประมาณการตัวเลขได้ควรเพิ่มอีกหนึ่งกรณี คือ SC-Air pollution เพื่อเปรียบเทียบ

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 3) ราคา BEV ของ C Segment ถ้าเลือกรถ MINE Mobility (ของบริษัท EA) ที่กำลังผลิตในประเทศและกำลังจะจำหน่ายในท้องตลาดภายในต้นปีหน้า ราคาขายจะลดลงมาก จากตัวเลข 1,700,000 ของรถ Hyundai ที่นำเข้ามา เป็นเหลือเพียงประมาณ 900,000 บาทตามที่บริษัทให้ข่าวไว้ตามงาน Motor Show ที่เพิ่งผ่านมา ดังนั้น ความคุ้มค่าของรถ BEV ใน C Segment คงไม่แตกต่างจาก Segment อื่น ซึ่งประเด็นนี้ จะเป็นประโยชน์ในการพิจารณากำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆของรัฐได้อย่างเหมาะสมทันต่อแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

คำชี้แจง: ณ วันที่คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและรายงานผลการศึกษาในเดือนกันยายน 2561 คณะผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลรายละเอียดทางด้านสมรรถนะ สเปค ราคาอะไหล่ และราคาจำหน่ายของยานยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตภายในประเทศอันได้แก่ MINE Mobility และ Veera ซึ่งเป็นยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A segment) และจนกระทั่งบัดนี้ คณะผู้วิจัยก็ยังไม่สามารถหาข้อมูลเหล่านี้ได้คณะผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลของ MINE Mobility และ Veera ซึ่งเป็นยานยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A segment) จึงได้เลือกศึกษา Fomm One เป็นตัวแทนในกลุ่มนี้

นอกจากนี้ ณ วันที่คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและรายงานผลการศึกษาในเดือนกันยายน 2561 คณะผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลรายละเอียดทางด้านสมรรถนะ สเปค ราคาอะไหล่ และราคาจำหน่ายของยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่งออกจำหน่ายในเดือนพฤศจิกายน 2561 อันได้แก่ Nissan Leaf ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก (C segment)

สำหรับประโยชน์ในการพิจารณากำหนดนโยบายและมาตรการต่าง ๆ ของรัฐ ทางคณะผู้วิจัยได้รายงานผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากมาตรการทางภาษีต่างๆ ไว้อย่างครบถ้วน อีกทั้งยังได้วิเคราะห์ในกรณีที่มีการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศแล้ว จึงสามารถนำผลการศึกษาเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

- 4) หากภาครัฐจะมีมาตรการส่งเสริมการลงทุนตั้งโรงงานผลิต BEV ในประเทศ ภาษีต่าง ๆ จะลดลงมาก ทำให้ราคา BEV แข่งขันกับ ICE ได้ ควรนำประเด็นนี้ เพิ่มเข้าไปในการวิเคราะห์ด้วย

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 5) จากนโยบายรัฐที่กำหนดราคาเชื้อเพลิงดีเซลไว้ลิตรละไม่เกิน 30 บาท อาจทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่สะท้อนให้สังคมเห็นข้อเท็จจริงตามกลไกตลาด ควรทำ sensitivity ในกรณีนี้ด้วย

คำชี้แจง: คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโดยอาศัยข้อมูลจาก International Energy Outlook 2018 ของ Energy Information Administration (EIA) ซึ่งสมมติให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงปรับเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 2.3 ต่อปี เพื่อทดสอบว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงจะส่งผลต่อ TCO อย่างไร จากการคาดการณ์ของ EIA พบว่า ราคาน้ำมันดีเซลตลอดระยะเวลาในการคำนวณยังคงมีราคาไม่เกิน 30 บาทต่อลิตรอยู่แล้ว

- 6) ให้เพิ่มตัวอย่างของรถนิสสัน ลีฟ ที่เป็นรถนำเข้า กับรถ VEERA ที่ผลิตในประเทศเข้าไปด้วย

คำชี้แจง: ณ วันที่คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและรายงานผลการศึกษาในเดือนกันยายน 2561 คณะผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลรายละเอียดทางด้านสมรรถนะ สเปค ราคาอะไหล่ และราคาจำหน่ายของยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่งออกจำหน่ายในเดือนพฤศจิกายน 2561 อันได้แก่ Nissan Leaf ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก (C segment) จึงได้เลือกยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ได้มีการจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย อันได้แก่ Hyundai Ioniq เป็นตัวแทนในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก (C segment) นอกจากนี้ ราคาจำหน่าย Nissan Leaf ที่เปิดตัวมาภายหลังไม่ได้แตกต่างจาก Hyundai Ioniq อย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีความแตกต่างทางด้านเทคโนโลยีในการขับเคลื่อน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นควรให้เลือกยานยนต์ที่มีเทคโนโลยีขับเคลื่อนที่แตกต่างกันซึ่งจะทำให้ผลการศึกษาที่มีประโยชน์ต่อนโยบาย

จากคำชี้แจงในข้อที่ 3) Veera อยู่ในกลุ่มรถยนต์นั่งขนาดเล็กกะทัดรัด (A segment) จึงไม่สามารถนำมาเทียบเคียงกับ Nissan Leaf และ Hyundai Ioniq ซึ่งอยู่ในกลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก (C segment) ได้

7) ตรวจสอบความถูกต้องของอัตราการสิ้นเปลืองรถ Hybrid ในหน้า 4-49 และ 4-51

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

8) ตรวจสอบความถูกต้องของ Consumption รถยนต์ใน F Segment ว่าเหตุใดการขับในเมืองกับนอกเมืองถึงไม่ต่างกัน

คำชี้แจง: คณะผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของอัตราสิ้นเปลืองพลังงานแล้ว ผลการศึกษาที่ได้พบว่ายานยนต์ ICE และยานยนต์ไฟฟ้า PHEV ใน F-Segment ให้ผลที่แตกต่างกันเมื่ออยู่ใน สภาวะการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในกลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตาม สำหรับ Tesla Model S (BEV) จะพบว่าความแตกต่างของ Consumption จากการเปลี่ยนแปลงสภาวะการใช้งาน นั้นน้อยมาก สาเหตุจากประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนนั้นแตกต่างจาก BEV ในกลุ่มอื่น ๆ

9) ในรายงานฉบับสมบูรณ์ ควรมีบทสรุปที่กระชับและชัดเจนสำหรับผู้บริหารระดับสูง ซึ่งมักใช้เวลาอ่านไม่นาน โดยบอกเงื่อนไขต่าง ๆ ของนโยบายให้ครบ เช่น ถ้าต้องการจะให้มีการใช้ EV อย่างแพร่หลาย จะต้องทำอย่างไรบ้าง

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

10) นักวิจัยยังไม่อัปเดตมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การยกเว้นภาษีอะไหล่ที่สำคัญ แบตเตอรี่ มาตรการส่งเสริมการลงทุน

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

11) การเปลี่ยนแปลงต้นทุนให้แสดงเป็นปริมาณเชื้อเพลิง (ktoe) แทนราคาเชื้อเพลิง และให้ระมัดระวังการ convert ปริมาณไฟฟ้า (MWh) เป็น ktoe เพราะจะมีเรื่องประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว โดยได้นำเสนอในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงต้นทุนจำแนกตามประเภทเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

- 12) หากนักวิจัยไม่นำเอา Demographic factor มาคิด ให้ระบุเป็นหมายเหตุไว้ด้วย รวมถึงการเกิดขึ้นของสายรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่กำลังเพิ่มขึ้นอย่างมาก ก็จะส่งผลต่อการซื้อรถใหม่เช่นกัน

คำชี้แจง: งานศึกษานี้ได้กำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็นปัจจัยภายในและภายนอก โดยได้กำหนดปัจจัยภายนอกจำนวน 13 ตัวแปร ซึ่งสะท้อนถึงปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าแต่ปัจจัยเหล่านี้สามารถส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ปัจจัยภายนอกอื่นๆ จำนวนมาก เช่น ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (Shocks) ปัจจัยทางประชากรศาสตร์ (Demographic factor) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของนวัตกรรม การเกิดขึ้นของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เป็นต้น สามารถส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคได้เช่นกัน แต่ไม่ได้ถูกนำมารวมไว้ในงานศึกษานี้

- 13) ปรับเส้นกราฟการพยากรณ์รถยนต์ในหน้า 35 ให้สามารถมองเห็นได้หากผลิตเป็นเอกสารแบบไม่มีสี

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 14) ปรับยอดประมาณการการใช้ EV เป็น 2 ล้านคันในปี 2579 เพิ่มอีก 1 กรณี (เพราะถ้าแบตเตอรี่พัฒนาได้เร็ว ตัวเลขอาจสูงกว่าที่รัฐประมาณการไว้) โดยอาจอ้างถึงผลิตภัณฑ์บางตัวที่ผ่านมาในอดีตที่มียอดขายสูงขึ้นมากอย่างคาดไม่ถึง เช่น โทรศัพท์มือถือ

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมผลพยากรณ์ให้ครบทั้ง 3 กรณีในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 15) ให้เพิ่มบทสรุปในตอนท้ายของแต่ละบทด้วย เนื่องจากเนื้อหาในแต่ละบทนั้นค่อนข้างยาวและมีประเด็นปลีกย่อยที่สำคัญเชื่อมโยงกันอยู่ค่อนข้างมาก ทั้งนี้ ไม่ควรตัดทอนเนื้อหาที่เป็นอยู่ปัจจุบันเพราะมีรายละเอียดค่อนข้างดีและเป็นประโยชน์ต่อการอ้างอิงอยู่แล้ว

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 16) ให้นักวิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมตามความเห็นของคณะกรรมการให้ครบถ้วนพร้อมคำชี้แจงไว้ในตัวรายงานฉบับสมบูรณ์ที่จะส่งในคราวต่อไป

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในร่างรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

คำชี้แจงต่อ มติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว.

ในการประชุมคณะกรรมการอำนวยการฯ ครั้งที่ 1/2562

วันที่ 16 มกราคม 2562

- 1) ข้อสรุปและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดัดแปลงรถ ICE เป็น BEV ต้องรัดกุมกว่านี้เพราะผู้อ่านอาจเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ ให้ระบุเพิ่มเติมว่ามีความเป็นไปได้แค่ไหน เช่น ข้อจำกัดด้านเทคนิคที่ยังพัฒนาได้ไม่ได้มีรูปแบบ การบำรุงรักษา และการให้บริการที่ยังไม่ครอบคลุม

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 2) ในการสรุปผลการศึกษา ผลกระทบด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และสุขภาพ จากการส่งเสริมการใช้น้ำมันไฟฟ้า ให้หมายเหตุเพิ่มเติมลงไปด้วยว่าตัวเลขเป้าหมายร้อยละ 60 100 140 นั้นเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณแบบสะสมจนถึงปี 2579

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 3) ใน ภาคผนวก ง. ให้ระบุระยะทางการวิ่งต่อการชาร์จหนึ่งครั้งของ EV ใน Segment A, C, E ว่าเป็นเท่าใด พร้อมทั้งชี้แจงเพิ่มเติมด้วยว่าระยะทางที่วิ่งได้ต่อการชาร์จหนึ่งครั้งนั้นส่งผลต่อ Initial cost ของ EV โดยตรงเนื่องจากขนาดของแบตเตอรี่ ซึ่งไม่เกี่ยวกับระยะทางที่วิ่งรวมต่อปี

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 4) การลดลงของรถ ICE ที่ใช้เชื้อเพลิง เบนซิน ดีเซล LPG ต่อการใช้ EV อาจจะไม่ใช่ 1:1 เช่น เมื่อ EV เป็นที่นิยมใช้มากขึ้นอาจส่งผลให้รถ ICE มือสองมีราคาต่ำลงมากจนเกิดผู้ใช้รถกลุ่มใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งนักวิจัยควรระบุสมมุติฐานดังกล่าวไว้ด้วย

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 5) รวบรวมคำชี้แจงต่าง ๆ ของนักวิจัยต่อความคิดเห็นของคณะกรรมการอำนวยการไว้ในภาคผนวก เพราะเป็นเหมือนกับสิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องต้องการทราบคำตอบ เพื่อให้รายงานฉบับนี้มีคุณสมบัติยิ่งขึ้น

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 6) ทำการสรุปเนื้อหาเป็น 4 ส่วนตามวัตถุประสงค์: (1) การศึกษางานวิจัยของต่างประเทศ (2) Total Cost of Ownership และ (3) ความคิดเห็นผู้บริโภคที่ได้สำรวจมา (4) ผลกระทบด้านพลังงานในภาคขนส่ง สำหรับนำมาจัดทำเป็นสื่อ/เอกสารเผยแพร่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายในแต่ละภาคส่วน เช่น กระทรวงพลังงาน สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) กระทรวงคมนาคม กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงการคลัง หรือผู้ที่มีความสนใจเฉพาะด้านได้อ่านในส่วนสรุปที่เป็นเนื้อหาสำคัญ โดยแยกออกมาจากรายงานฉบับสมบูรณ์

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว

- 7) ให้นักวิจัย แก๊ซ ปรับปรุง เพิ่มเติมรายงานตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของการคิดค่าการปล่อย CO₂ หรืออื่น ๆ ที่ได้จากการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์และยานยนต์ไฟฟ้าที่ดำเนินการจัดไปก่อนหน้านี้ ในรายงานฉบับสมบูรณ์ด้วย

คำชี้แจง: ได้ดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์แล้ว