

การศึกษาเพื่อจัดทำข้อมูลฐาน (Baseline data) และการประเมิน (Tracking) การลดก๊าซเรือนกระจก จากมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานพาหนะ



การจัดทำข้อเสนอแนะทางเทคนิควิชาการ (Technical Paper)

เรื่องที่ 3 : การทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก
ภายใต้ “แผนปฏิบัติการด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573
NDC Action Plan on Mitigation 2021 - 2030) สาขาคมนาคมขนส่ง ฉบับปรับปรุง”
(ฉบับปรับปรุง)

เสนอโดย



บริษัท พีเอสเค คอนซัลแทนส์ จำกัด

ธันวาคม 2568

การจัดทำข้อเสนอแนะทางเทคนิควิชาการ (Technical Paper)

การศึกษาเพื่อจัดทำข้อมูลฐาน (Baseline data) และการประเมิน (Tracking)
การลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานพาหนะ

เรื่องที่ 3

การทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก
ภายใต้ “แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573
(NDC Action Plan on Mitigation 2021 - 2030) สาขาคมนาคมขนส่ง
ฉบับปรับปรุง”
(ฉบับปรับปรุง)

เสนอ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

กระทรวงคมนาคม

จัดทำโดย

บริษัท พีเอสเค คอนซัลแทนส์ จำกัด

ธันวาคม 2568

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญที่สุดของโลก ในศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยในฐานะสมาชิกของประชาคมโลกได้แสดงความมุ่งมั่นอย่างชัดเจนในการเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหา ผ่านการตั้งเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ในอนาคต ตามแผนยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ (Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy: LT-LEDS)

ภาคคมนาคมขนส่งซึ่งเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emissions) ที่สำคัญของประเทศ มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและเชื่อมโยงสังคม แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Reduction) ในภาคคมนาคมขนส่งอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบขนส่งสีเขียว (Green Transport) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามเป้าหมายที่ประเทศได้กำหนดไว้

การศึกษานี้ครอบคลุมการทบทวนมาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่ในปัจจุบัน การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ ผ่านวิธีการประเมินแบบหลายเกณฑ์ (Multi-criteria Decision Analysis: MCDA) การจัดทำแผนปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม และการวิเคราะห์ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างละเอียด โดยแบ่งมาตรการออกเป็นกลุ่มหลักต่าง ๆ ได้แก่ การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Promotion) การเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Vehicle Efficiency Improvement) การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility) การพัฒนาระบบขนส่งระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics) พลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy for Transport) และโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยสามารถบรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ตามแผนยุทธศาสตร์ระยะยาว ซึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินงานในหลายมาตรการด้านการพัฒนาระบบขนส่งที่ยั่งยืน โดยเฉพาะการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญที่สุดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รองลงมาคือการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง (Modal Shift) และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ

การศึกษานี้ไม่เพียงแต่เป็นการวิเคราะห์ทางเทคนิคเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาภาคคมนาคมขนส่งของประเทศให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally Friendly) สร้างความมั่นคงทางพลังงาน (Energy Security) และเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน (Competitiveness) ของประเทศในระยะยาว การบรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านการพัฒนาแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะเป็นก้าวสำคัญที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืน (Sustainable Transformation) ของระบบคมนาคมขนส่งไทย และเป็นรากฐานสำคัญในการมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศต่อไป

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

กระทรวงคมนาคม

ธันวาคม 2568

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งของประเทศไทยจากการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง และเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดฉบับปรับปรุง (2nd Updated NDC) มุ่งเน้นการตรวจสอบมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 45.61 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ได้อย่างเหมาะสมและไม่เกิดการนับซ้อนระหว่างมาตรการด้านคมนาคม สามารถตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ได้ถูกต้องเป็นไปตามกระบวนการของคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

จากผลการศึกษาของโครงการ "Strengthen Thailand's expertise to support long-term GHG mitigation planning in the transport sector" ที่ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า มาตรการที่มีความสำคัญสูงสุด ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบราง การส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า การพัฒนาพื้นที่โดยรอบระบบขนส่งมวลชน (Transit-oriented Development) และมาตรการจัดการการขนส่ง จึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งออกเป็น 6 กลุ่มมาตรการ ประกอบด้วย (1) มาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport) (2) มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement) (3) มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility) (4) การพัฒนาระบบขนส่งและการจัดการโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics) (5) มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy for Transport) และ (6) มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure and Support)

การวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้แบบจำลองด้านพลังงาน (รายละเอียดของแบบจำลองแสดงในข้อเสนอแนะทางเทคนิควิชาการ (Technical Paper) เรื่องที่ 2 การศึกษาแบบจำลองพลังงานด้วยเครื่องมือ Low Emissions Analysis Platform (LEAP) สำหรับการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งของประเทศไทย) พบว่าจากการประเมินมาตรการภายใต้แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (NDC Action Plan) สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 45.61 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) เทียบกับสถานการณ์ปกติ (Business-as-usual) แสดงให้เห็นว่าแผนปฏิบัติการดังกล่าวมีศักยภาพในการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในภาคขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: มาตรการลดก๊าซเรือนกระจก, แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจก, ภาคคมนาคมขนส่ง, การประเมินศักยภาพ, เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

กระทรวงคมนาคม

ธันวาคม 2568

กิตติกรรมประกาศ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ขอขอบคุณโครงการ "Strengthen Thailand's expertise to support long-term GHG mitigation planning in the transport sector" ที่ดำเนินการโดยศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้การสนับสนุนของ German International Cooperation (GIZ) ที่เป็นแหล่งข้อมูลหลักสำหรับการศึกษานี้

ข้อมูลและองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการดังกล่าว สำหรับทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งของประเทศไทย จากการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง และเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดฉบับปรับปรุง (2nd Updated NDC) ได้เป็นพื้นฐานสำคัญในการดำเนินการวิเคราะห์ในการศึกษารั้งนี้

การศึกษานี้ได้รับประโยชน์จากความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่ง พลังงาน และสิ่งแวดล้อมจากหลากหลายสาขา ข้อเสนอแนะและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้มีส่วนสำคัญในการกำหนดทิศทางการศึกษาและการตีความผลการวิเคราะห์

คุณภาพของการศึกษานี้ขึ้นอยู่กับความถูกต้องและความครบถ้วนของฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นผลมาจากการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งที่เชื่อถือได้และการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลอย่างรอบคอบ ความสมบูรณ์ของฐานข้อมูลดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้การวิเคราะห์และข้อสรุปของการศึกษามีความเที่ยงตรงและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

กระทรวงคมนาคม

ธันวาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย	3
บทที่ 3 แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง)	4
บทที่ 4 ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากมาตรการในภาคขนส่ง	11
4.1 การวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการในภาคขนส่ง	12
4.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขการดำเนินการตามแผน NDC	21
4.2.1 การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)	22
4.2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)	24
4.2.3 การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)	26
4.2.4 การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)	28
4.2.5 การส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy for Transport)	30
4.2.6 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน (Transport Infrastructure and Support)	32
4.2.7 ความเสี่ยงเชิงระบบที่ส่งผลกระทบต่อครอบคลุม (Cross-cutting Risks)	34
4.2.8 สรุป	36
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	43

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2-1 บัญชีก๊าซเรือนกระจกรายสาขา (Sector) ปี ค.ศ. 2000 และ ค.ศ. 2022 (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน)	3
รูปที่ 2-2 บัญชีก๊าซเรือนกระจกสาขาพลังงาน (Energy Sector) ปี ค.ศ. 2000 และ ค.ศ. 2022 (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน)	3
รูปที่ 4.1-1 สถานการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emission 2065	12
รูปที่ 4.1-2 สถานการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคพลังงานเพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emission 2065	13
รูปที่ 4.1-3 ความต้องการใช้พลังงานในภาคคมนาคมขนส่ง	17
รูปที่ 4.1-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่ง	17
รูปที่ 4.1-5 เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งของแผน NDC และแผน LT-LEDS	19
รูปที่ 4.1-6 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของสาขาคมนาคม ปี พ.ศ. 2573 ของแผนปฏิบัติการ ลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง)	20

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 แผนงานและโครงการในมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)	4
ตารางที่ 3-2 แผนงานและโครงการในมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)	5
ตารางที่ 3-3 แผนงานและโครงการในมาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)	6
ตารางที่ 3-4 แผนงานและโครงการในการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)	7
ตารางที่ 3-5 แผนงานและโครงการในมาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง (Future Energy for Transport)	8
ตารางที่ 3-6 แผนงานและโครงการในมาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและ การสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure and Support)	10
ตารางที่ 4.1-1 สมมติฐานในการวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง	14
ตารางที่ 4.1-2 คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคต่าง ๆ	18
ตารางที่ 4.1-3 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งรายกลุ่มมาตรการ	19
ตารางที่ 4.2-1 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (Risks and Solutions - Electric Vehicle Promotion)	22
ตารางที่ 4.2-2 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Risks and Solutions - Energy Efficiency Improvement)	24
ตารางที่ 4.2-3 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Risks and Solutions - Urban Mobility)	26
ตารางที่ 4.2-4 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Risks and Solutions - Inter-urban Transport and Green Logistics)	28
ตารางที่ 4.2-5 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต (Risks and Solutions - Future Energy for Transport)	30
ตารางที่ 4.2-6 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน (Risks and Solutions - Transport Infrastructure and Support)	32
ตารางที่ 4.2-7 ความเสี่ยงเชิงระบบและแนวทางแก้ไข (System-level Risks and Solutions)	34
ตารางที่ 4.2-8: สรุปความเสี่ยงของการดำเนินการตามมาตรการ	37

การทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ “แผนปฏิบัติการลดก๊าซ เรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง ฉบับปรับปรุง” (Review of Greenhouse Gas Reduction Potential in Thailand’s Transport Sector : Under Transport Sector’s NDC Action Plan)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการประชุม COP26 ประเทศไทยได้มีถ้อยแถลงที่จะยกระดับการแก้ไขปัญหาภูมิอากาศอย่างเต็มที่และด้วยทุกวิถีทาง เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี พ.ศ. 2093 (ค.ศ. 2050) และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Greenhouse Gas Emission) ได้ในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) และด้วยการสนับสนุนทางด้านการเงินและเทคโนโลยีอย่างเต็มที่และเท่าเทียม รวมถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถจากความร่วมมือระหว่างประเทศ และกลไกภายใต้กรอบอนุสัญญาฯ ประเทศไทยจะสามารถยกระดับ NDC เป็นร้อยละ 40 ได้ ซึ่งจะทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของไทยเป็นศูนย์ได้ภายในปี พ.ศ. 2093 (ค.ศ. 2050)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทส.) โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ในฐานะหน่วยประสานงานกลางภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC National Focal Point) จึงได้พิจารณา จึงได้ดำเนินโครงการปรับปรุงยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศและเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ NDC (The revision and update of Thailand’s Long - Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy (LT - LEDS) and Thailand’s Nationally Determined Contribution (NDC)) โดยการสนับสนุนจากองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) เพื่อศึกษา ปรับปรุง และจัดทำยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศและกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้ NDC ให้มีความสอดคล้องกับถ้อยแถลงในการประชุม COP26 ดังกล่าว

ภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทยมีบทบาทสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) จึงได้ทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง ฉบับปรับปรุง ขึ้นเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามแผนที่นำทางลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย โดยมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 45.61 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทบทวนศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทยจากการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง และเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดฉบับปรับปรุง (2nd Updated NDC)

2. เพื่อตรวจสอบมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 45.61 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ได้อย่างเหมาะสมและไม่เกิดการนับซ้อนระหว่างมาตรการด้านคมนาคม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้ครอบคลุมการทบทวนและตรวจสอบมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งทั้งหมด โดยได้มีการจำแนกการลดก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

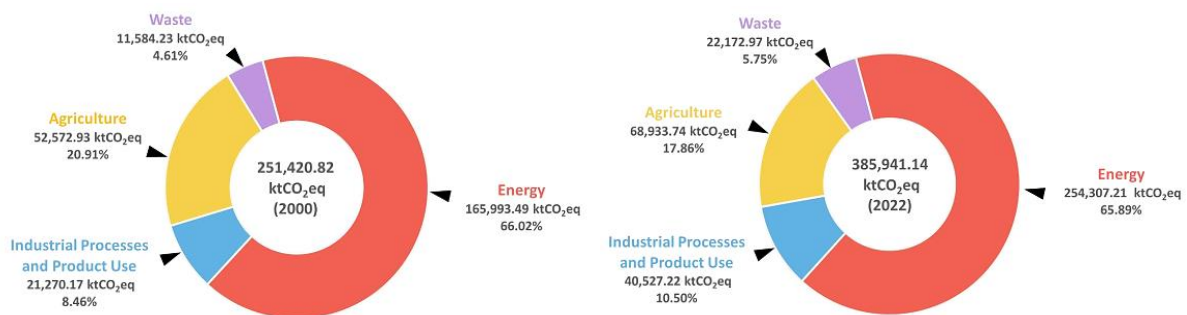
1. กลุ่มที่ 1 โครงการและแผนงานในปัจจุบันที่สามารถประเมินปริมาณลดก๊าซเรือนกระจกและตรวจวัดรายงาน และทวนสอบ
2. กลุ่มที่ 2 โครงการและแผนงานที่เสนอแนะให้ดำเนินการเพิ่มเติม
3. กลุ่มที่ 3 โครงการและมาตรการเสริมที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ด้วยการยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสมของมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่ง ว่าสามารถสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการวางแผนและกำหนดทิศทางการดำเนินงานในระยะต่อไป

บทที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

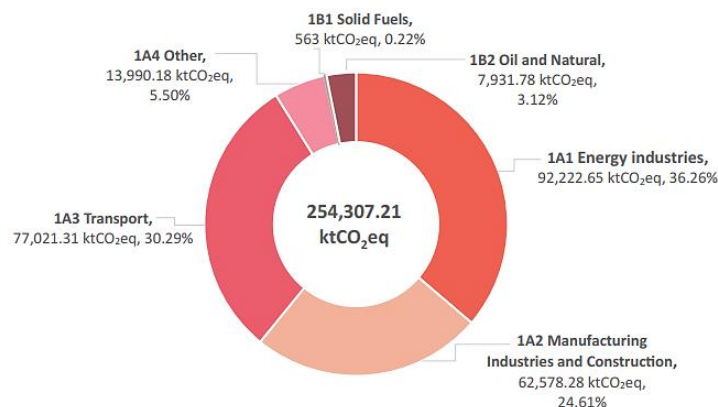
จากรายงานความโปร่งใสรายสองปี ฉบับที่ 1 (Thailand’s First Biennial Transparency Report : BTR1) ได้แสดงบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน: LULUCF) เพิ่มขึ้นจาก 251,420.82 GgCO₂eq ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็น 385,941.14 GgCO₂eq ในปี ค.ศ. 2022 โดยมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 1.97 ขณะที่การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ (Net removal of CO₂) เพิ่มขึ้นจาก 45,321.86 GgCO₂eq ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็น 107,901.43 GgCO₂eq ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2022) ส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ (Net GHG emissions) เพิ่มขึ้นโดยรวมจาก 206,098.92 GgCO₂eq ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็น 278,039.71 GgCO₂eq ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2022) โดยมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 1.37 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในรูปที่ 2-1



ที่มา: รายงานความโปร่งใสรายสองปี ฉบับที่ 1, 2567

รูปที่ 2-1 บัญชีก๊าซเรือนกระจกรายสาขา (Sector) ปี ค.ศ. 2000 และ ค.ศ. 2022 (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน)

ระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2022 แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักของประเทศไทยมาจากสาขาพลังงาน (Energy sector) ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 165,993.49 ktCO₂eq คิดเป็นร้อยละ 66.02 ของการปล่อยทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็น 254,307.21 ktCO₂eq ลดลงเล็กน้อยเหลือร้อยละ 65.89 ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2022) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ในสาขาพลังงานเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะในสาขา 1A1 อุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) ซึ่งมีการปล่อยประมาณ 92,222.65 ktCO₂eq หรือคิดเป็นร้อยละ 36.26 ขณะที่การปล่อยจากภาคขนส่ง (Transport) อยู่ที่ 77,021.31 ktCO₂eq หรือร้อยละ 30.29 ภาคอุตสาหกรรม การผลิตและการก่อสร้าง (Manufacturing Industries and Construction) อยู่ที่ 62,578.28 ktCO₂eq หรือร้อยละ 24.61 และภาคอื่น ๆ (Other Sectors) อยู่ที่ 13,990.18 ktCO₂eq หรือร้อยละ 5.50 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 บัญชีก๊าซเรือนกระจกสาขาพลังงาน (Energy Sector) ปี ค.ศ. 2000 และ ค.ศ. 2022 (ไม่รวมภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน)

บทที่ 3 แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง)

สนช. ได้ศึกษา ทบทวน แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง และจัดทำศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย LT-LEDS ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ ฉบับปรับปรุง (Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy: LT - LEDS (Revised Version)) ที่รายงานไปยัง UNFCCC ยุทธศาสตร์ระยะยาวฯ จะเป็นกรอบเป้าหมายและแนวทางการดำเนินงานของประเทศ เพื่อมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ภายในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) โดยได้ทบทวนมาตรการเดิม ประชุมสถานภาพการดำเนินการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการดำเนินงานมาตรการเดิมที่หน่วยงานต่าง ๆ รับผิดชอบ จากนั้นจึงทำการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการในภาคขนส่งที่มีศักยภาพในการดำเนินงานได้จริง วิเคราะห์และจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง (ฉบับปรับปรุง) โดยแบ่งกลุ่มมาตรการและนโยบาย ออกเป็น 6 กลุ่มมาตรการ โดยแต่ละกลุ่มมาตรการมีขอบเขตและผลกระทบในการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

1) มาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)

พลังงานไฟฟ้าเดิมถูกใช้จำกัดเฉพาะในระบบราง แต่ปัจจุบันเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) ได้กลายเป็นแนวทางหลักของการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่ง เนื่องจากมีประสิทธิภาพพลังงานสูงและปล่อยมลพิษต่ำ มาตรการนี้มุ่งส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้าแทนยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ครอบคลุมทุกประเภทยานพาหนะ ทั้งรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถโดยสาร รถบรรทุก และเรือไฟฟ้า รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น เช่น สถานีอัดประจุไฟฟ้า การจัดการแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ และระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า แผนงานและโครงการมีดังนี้

ตารางที่ 3-1 แผนงานและโครงการในมาตรการส่งเสริมการใช้นยานยนต์ไฟฟ้า
(Electrification of Transport)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
1.1 การส่งเสริมการใช้หัวรถจักรไฟฟ้า	1.1.1 จัดหารจักรดีเซลไฟฟ้า 1.1.2 ดัดแปลงรถโบกี้ไฟฟ้ากำลัง	ลดการใช้น้ำมันในระบบราง	สนับสนุนระบบขนส่งทางรางพลังงานไฟฟ้า
1.2 การส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า	1.2.1 ส่งเสริมรถโดยสารสาธารณะไฮบริด 1.2.2 ส่งเสริมรถโดยสารไฟฟ้าใน กทม. และภูมิภาค (ภูเก็ต เชียงใหม่ นครราชสีมา พิษณุโลก) 1.2.3 ส่งเสริมรถส่วนบุคคล (จักรยานยนต์ไฟฟ้า และสถานีสลับแบตเตอรี่, มาตรฐานฉลากประสิทธิภาพพลังงาน)	เพิ่มสัดส่วน EV ในตลาดรถยนต์และรถสาธารณะ	บรรลุเป้าหมาย 30@30
1.3 การส่งเสริมการใช้เรือไฟฟ้า	1.3.1 ส่งเสริมการใช้เรือไฟฟ้าขนส่งผู้โดยสาร 1.3.2 ส่งเสริมการใช้เรือไฟฟ้าขนส่งสินค้า 1.3.3 ยกเว้นค่าธรรมเนียมใบอนุญาตใช้เรือไฟฟ้า	ลดการใช้ดีเซลในขนส่งทางน้ำ	สนับสนุน EV water transport ในเมืองใหญ่
1.4 พัฒนโครงสร้างพื้นฐาน EV	1.4.1 ส่งเสริมการติดตั้งสถานีอัดประจุสาธารณะ 1.4.2 จัดตั้งกองทุนบริหารจัดการแบตเตอรี่เสื่อมสภาพ	สร้างความพร้อมด้าน infrastructure และระบบ recycling	รองรับการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้าในทุกภูมิภาค

2) มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)

แม้ว่าปัจจุบันจะมีเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) และยานยนต์พลังงานไฮโดรเจน (FCEV) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น แต่ ยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ยังคงเป็นเทคโนโลยีหลักในภาคคมนาคมขนส่งของประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ ทั้งในส่วนของการผลิตใหม่ และยานยนต์ที่ยังคงอยู่ในระบบ (Vehicle Stock) ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของเทคโนโลยีเครื่องยนต์สันดาปภายในจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะในภาคการขนส่งทางถนน ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใหญ่ที่สุดของภาคขนส่งในประเทศ

เป้าหมายของมาตรการนี้ คือ การส่งเสริมการใช้ยานยนต์สันดาปภายในที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง และปล่อยมลพิษต่ำ ผ่านการปรับปรุงโครงสร้างภาษี มาตรฐานเทคนิค และการกำกับดูแลมาตรฐานมลพิษ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนผ่านอย่างเป็นระบบจากยานยนต์ประสิทธิภาพต่ำไปสู่ยานยนต์สะอาดและมีประสิทธิภาพสูง แผนงานและโครงการมีดังนี้

ตารางที่ 3-2 แผนงานและโครงการในมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์
(Energy Efficiency Improvement)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
2.1 ปรับปรุงระบบภาษีเพื่อสนับสนุนการใช้ยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพพลังงาน	2.1.1 ปรับปรุงอัตราภาษีรถยนต์ประจำปี ตามปริมาณการปล่อย CO ₂ 2.1.2 ปรับปรุงอัตราภาษีรถยนต์สำหรับรถยนต์และรถจักรยานยนต์ใหม่ ตามปริมาณการปล่อย CO ₂	ใช้กลไกทางภาษีจูงใจให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคเลือกใช้รถที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง	โครงสร้างภาษีสะท้อนปริมาณการปล่อย CO ₂ ได้จริง และกระตุ้นตลาดยานยนต์ประสิทธิภาพสูง
2.2 กำหนดมาตรฐานและให้ข้อมูลประสิทธิภาพพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของยานยนต์	2.2.1 จัดทำฉลากแสดงข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและการปล่อย CO ₂ ของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ (Car Labeling) 2.2.2 กำหนดค่าประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (Fuel Economy Standard) หรือค่าการปล่อย CO ₂ ของรถยนต์ใหม่ 2.2.3 ปรับปรุงมาตรฐานการระบายมลพิษจากรถจักรยานยนต์ใหม่ให้เป็นไปตาม EURO 4 2.2.4 ปรับปรุงมาตรฐานการระบายมลพิษจากรถยนต์ใหม่ให้เป็นไปตาม EURO 5 2.2.5 สนับสนุนการจำหน่ายรถยนต์เก่าที่มีอายุเกิน 15 ปี หรือวิ่งเกิน 200,000 กม. ออกจากระบบ	กำหนดและบังคับใช้มาตรฐานเชิงเทคนิคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์และลดมลพิษ	ยานยนต์ใหม่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามมาตรฐาน CO ₂ และ EURO 4-5 มีการทยอยปลดรถเก่าที่ปล่อยมลพิษสูงออกจากระบบ

3) มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)

การขนส่งในเขตเมือง (Urban Mobility) เป็นระบบที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ครอบคลุมการเดินทางของคนและสินค้าในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง โดยประกอบด้วยการเดินทางหลากหลายรูปแบบ เช่น รถโดยสารสาธารณะ รถส่วนบุคคล จักรยานยนต์ การเดิน การปั่นจักรยาน และระบบ shared mobility มาตรการนี้มุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบการเดินทางในเมืองให้มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และยั่งยืน ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และสนับสนุนการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไปสู่ระบบขนส่งสาธารณะ

มาตรการดังกล่าวประกอบด้วย 4 แผนงานหลัก ครอบคลุมการลงทุนในระบบราง การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ การจัดการจราจรอัจฉริยะ และการลดปริมาณการเดินทางในเมือง ผ่านมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ และข้อจำกัดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล โดยแผนงานและโครงการเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มมาตรการนี้ มีดังนี้

ตารางที่ 3-3 แผนงานและโครงการในมาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
3.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งสาธารณะในเมือง	3.1.1 ก่อสร้างรถไฟฟ้าสายใหม่ 14 เส้นทางในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล 3.1.2 พัฒนาระบบรถไฟฟ้าในจังหวัดภูมิภาค 3.1.3 พัฒนาพื้นที่โดยรอบระบบขนส่งมวลชน (Transit Oriented Development – TOD) 3.1.4 พัฒนาจุดจอดแล้วจร (Park & Ride) สำหรับผู้ใช้บริการระบบขนส่งมวลชนทางราง	พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบรางและพื้นที่สนับสนุนการเดินทางสาธารณะ	เพิ่มสัดส่วนการเดินทางด้วยระบบราง ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในเขตเมือง
3.2 ส่งเสริมการเดินทางแบบ Shared Mobility และ Multi-Modal Transport	3.2.1 ส่งเสริมการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport) สำหรับ First-mile/Last-mile และจัดทำ Car Free Zone 3.2.2 จัดตั้งกองทุนสนับสนุนการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ 3.2.3 ปรับเส้นทางเดินรถโดยสารให้เชื่อมต่อระบบราง (Feeder) 3.2.4 พัฒนาการให้ข้อมูลระบบขนส่งสาธารณะแบบ Real-time ผ่าน Mobile Application และป้ายอัจฉริยะ 3.2.5 พัฒนาระบบตัวร่วมสำหรับการเดินทางในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล	ส่งเสริมการเชื่อมต่อการเดินทางหลายรูปแบบ และลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล	ผู้โดยสารสามารถใช้บริการขนส่งสาธารณะได้สะดวกและไร้รอยต่อ
3.3 การจัดการระบบจราจรภายในเมือง	3.3.1 ติดตั้งระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบพื้นที่ (Area Traffic Control – ATC) 3.3.2 พัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น (M-Flow) บนทางหลวงพิเศษ	เพิ่มประสิทธิภาพการจราจร ลดเวลาการเดินทางและการใช้น้ำมัน	การจราจรในเขตเมืองมีความคล่องตัวมากขึ้น ลดการติดขัดและมลพิษจากการจราจร
3.4 การลดปริมาณการเดินทางภายในพื้นที่เขตเมือง	3.4.1 จัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนนในเขตพื้นที่การจราจรหนาแน่น (Road Pricing / Congestion Charge) และเก็บค่าที่จอดรถในเขตศูนย์กลางธุรกิจ (CBD Parking Fee) 3.4.2 รถบรรทุกวิ่งในเขตเมือง (Truck Zone Limit) ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล	ลดความแออัดในเขตเมืองและควบคุมปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคล	ลด Vehicle-km และการปล่อย CO ₂ จากรถในเขตเมือง

4) การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)

มาตรการกลุ่มนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในระดับระหว่างเมือง ระดับประเทศ และระดับภูมิภาค เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งทั้งผู้โดยสารและสินค้า โดยเฉพาะระบบรถไฟ ระยะไกลและการขนส่งทางน้ำ ซึ่งเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานและการปล่อยมลพิษต่ำ มาตรการดังกล่าวครอบคลุมการก่อสร้างและปรับปรุงระบบราง การติดตั้งระบบไฟฟ้าทางราง การจัดซื้อรถไฟใหม่ การพัฒนาเส้นทางขนส่งทางน้ำ รวมถึงการสร้างสถานี ศูนย์กระจายสินค้า และท่าเรือใหม่ เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจากถนนไปสู่ระบบรางและระบบทางน้ำ

ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ได้แก่ ลดสัดส่วนการใช้ระบบขนส่งบนถนนในการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า เช่น รถบรรทุก รถยนต์ส่วนบุคคล และรถบัส ลดระยะทางรวมของการเดินทาง (Vehicle-km) และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) จากภาคขนส่ง ลดมลพิษทางอากาศ เสียง และผลกระทบต่อชุมชน เพิ่มความปลอดภัยบนทางหลวงและยกระดับประสิทธิภาพโลจิสติกส์ของประเทศ แผนงานและโครงการในกลุ่มมาตรการนี้มีดังนี้

ตารางที่ 3-4 แผนงานและโครงการในการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง
(Inter-urban Transport and Green Logistics)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
4.1 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งทางราง	4.1.1 การก่อสร้างรถไฟความเร็วสูง 4.1.2 การก่อสร้างรถไฟฟ้ามหานคร 20 เส้นทาง 4.1.3 การก่อสร้างรถไฟทางคู่ 32 เส้นทาง 4.1.4 การพัฒนาศูนย์ขนส่งตู้สินค้าทางรถไฟ เชื่อมโยงท่าเรือแหลมฉบัง (Single Rail Transfer Operation: SRTO) 4.1.5 การจัดตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้า (Distribution Center: DC)	ส่งเสริมการขนส่งทางรางให้เป็นโครงข่ายหลักของประเทศ	เพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางราง ลดการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก
4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าทางน้ำ	4.2.1 การสร้างเขื่อนยกระดับในแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำน่านเพื่อการเดินเรือ 4.2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพระบบการขนส่งสินค้าในแม่น้ำป่าสัก 4.2.3 การปรับปรุงเส้นทางเดินเรือในแม่น้ำสายหลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง	ยกระดับขีดความสามารถของการขนส่งทางน้ำให้เป็นทางเลือกสำคัญ	ลดการใช้พลังงานและการปล่อย CO ₂ จากการขนส่งทางถนน
4.3 การส่งเสริมระบบบริหารจัดการขนส่งสินค้า (Green Logistics Management)	4.3.1 การส่งเสริมระบบบริหารจัดการขนส่งเพื่อการประหยัดพลังงาน (LTM) และพัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการขนส่งเพื่อการประหยัดพลังงาน (LTM) 4.3.2 พัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อส่งเสริม Shared Mobility ในการขนส่งสินค้า แก้ปัญหาเที่ยวเปล่า (Backhaul Management) และ Double Handling	เพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานในระบบโลจิสติกส์ของประเทศ	ลดระยะทางเที่ยวเปล่าของรถบรรทุก และยกระดับคุณภาพการขนส่งสินค้าให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	4.3.3 ปรับปรุงกฎระเบียบผู้ประกอบการขนส่งสินค้าเพื่อแก้ปัญหา Backhauling 4.3.4 การรับรองมาตรฐานคุณภาพบริการขนส่งด้วยรถบรรทุก (Q Mark)		

5) มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง (Future Energy for Transport)

ในช่วงที่ผ่านมา ประเทศไทยได้ดำเนินนโยบายส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคขนส่ง ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศและสนับสนุนเศรษฐกิจฐานชีวภาพ อย่างไรก็ตาม เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่ 1 (1st Generation Biofuel) ยังมีข้อจำกัดในด้านศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก เมื่อพิจารณาผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตการผลิต (Life Cycle Emission)

ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรมุ่งพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทางเลือกใหม่ที่ยั่งยืนกว่า เช่น พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel) และ เชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) เพื่อเป็นแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะยาว และสร้างระบบขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมภาคการขนส่งทางถนน ทางราง และอากาศยาน แผนงานและโครงการในกลุ่มนี้ มีดังนี้

ตารางที่ 3-5 แผนงานและโครงการในมาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง
(Future Energy for Transport)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
5.1 ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนในภาคขนส่ง	5.1.1 การส่งเสริมการใช้รถบรรทุกและรถโดยสารพลังงานไฮโดรเจน (Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV) 5.1.2 การส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าพลังงานไฮโดรเจน การพัฒนาสถานีเติมไฮโดรเจนสำหรับยานยนต์	พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบขนส่งที่ใช้พลังงานไฮโดรเจน	ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรถขนส่งและระบบราง เพิ่มสัดส่วนพลังงานสะอาด
5.2 ส่งเสริมเชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF)	5.2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต SAF เพื่อใช้ในอากาศยานจากวัตถุดิบภายในประเทศ	ส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงสะอาดในภาคการบิน	ลดการปล่อย CO ₂ จากภาคอากาศยาน และส่งเสริมการผลิต SAF ภายในประเทศ

พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel) และเชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) เป็นสองแนวทางสำคัญในการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบพลังงานและการขนส่งคาร์บอนต่ำของโลก แต่ทั้งสองมีลักษณะและบทบาทที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งในด้านแหล่งที่มา กระบวนการผลิต การใช้งาน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และศักยภาพในอนาคต

พลังงานไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกที่ใช้ ไฮโดรเจนบริสุทธิ์ (H₂) เป็นสารตั้งต้น ซึ่งสามารถผลิตได้จากหลายวิธี เช่น การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) โดยใช้พลังงานหมุนเวียนซึ่งให้ผลผลิตเป็น Green Hydrogen ที่ปลอดการปล่อยคาร์บอน หรือการสกัดจากก๊าซธรรมชาติผ่านกระบวนการ Steam Reforming ซึ่งให้ Grey Hydrogen หรือ Blue Hydrogen หากมีการดักจับและกักเก็บคาร์บอนร่วมด้วย พลังงานไฮโดรเจนมีคุณสมบัติเด่นคือไม่มีคาร์บอนในโมเลกุล จึงไม่ปล่อย CO₂ เมื่อเผาไหม้ และสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของ Fuel Cell สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (FCEV) หรือในเครื่องยนต์สันดาปที่ดัดแปลงพิเศษ อย่างไรก็ตาม ไฮโดรเจนยังคงมีข้อจำกัดสำคัญในด้านการจัดเก็บและขนส่ง เนื่องจากต้องเก็บในสภาพก๊าซแรงดันสูงหรือของเหลวที่อุณหภูมิต่ำมาก รวมถึงต้นทุนการผลิตที่สูงและโครงสร้างพื้นฐานที่ยังไม่พร้อมในระดับเชิงพาณิชย์

ในขณะที่เชื้อเพลิงการบินยั่งยืน หรือ SAF เป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตจากแหล่งชีวมวล เช่น น้ำมันใช้แล้ว ไขมันสัตว์ ของเสียเกษตร หรือการสังเคราะห์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน (CO₂ + H₂) ผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีอย่าง HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) หรือ Fischer-Tropsch (FT)

ซึ่งให้ผลผลิตเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันอากาศยาน (Jet A-1) และสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ของเครื่องบินปัจจุบัน ถือว่าเป็น Drop-in Fuel ที่ใช้โครงสร้างพื้นฐานเดิมได้ทันที แม้ว่า SAF ยังมีการปล่อย CO₂ เมื่อเผาไหม้ แต่เนื่องจากคาร์บอนที่ปล่อยออกมามีแหล่งกำเนิดจากพืชหรือชีวมวล จึงถือว่าเป็นคาร์บอนหมุนเวียน (Carbon-Neutral Cycle) และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 60–80% เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิลดั้งเดิม

เมื่อเปรียบเทียบในด้านของการใช้งาน พลังงานไฮโดรเจนเป็นแนวทางระยะยาวที่มุ่งสู่การปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ (Zero Emission) เหมาะสำหรับระบบขนส่งภาคพื้น เช่น รถบรรทุก รถบัส หรือยานยนต์ไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ ส่วนการนำไปใช้ในภาคการบินยังอยู่ในช่วงการพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบ เช่น เครื่องบินเชื้อเพลิงไฮโดรเจน (Hydrogen Combustion Aircraft) และเครื่องบินไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Hydrogen Fuel Cell Aircraft) ขณะที่ SAF มีความพร้อมเชิงเทคนิคและเชิงพาณิชย์สูงกว่า ใช้ได้ทันทีในเครื่องบินพาณิชย์รุ่นปัจจุบัน และเป็นแนวทางสำคัญในการลดการปล่อยคาร์บอนของภาคการบินในช่วงเปลี่ยนผ่านระหว่างปี ค.ศ. 2025–2040

ในภาพรวม พลังงานไฮโดรเจนจึงถือเป็น พลังงานแห่งอนาคต (Future Energy) ที่มีศักยภาพสูงในการขับเคลื่อนระบบพลังงานแบบปลอดคาร์บอนในระยะยาว แต่ยังต้องการการลงทุนขนาดใหญ่ในเทคโนโลยีการผลิตและโครงสร้างพื้นฐาน ส่วนเชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (SAF) เป็น เชื้อเพลิงแห่งการเปลี่ยนผ่าน (Transitional Solution) ที่พร้อมใช้งานทันทีในภาคอุตสาหกรรมการบิน และมีบทบาทสำคัญในการบรรลุเป้าหมาย NDC 3.0 (ค.ศ. 2030) และ Net Zero 2050 ของประเทศไทย โดยเฉพาะในมิติของการลดการปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมการบิน ซึ่งเป็นภาคส่วนที่ยากต่อการลดคาร์บอนด้วยเทคโนโลยีอื่น ๆ การพัฒนาทั้งสองแนวทางจึงเป็นกลไกสำคัญที่ส่งเสริมกัน โดยไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาดในอนาคต ขณะที่ SAF เป็นสะพานพลังงานที่ช่วยให้ประเทศไทยก้าวไปสู่ระบบคมนาคมและพลังงานที่ยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม

6) มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure and Support)

โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการคมนาคมขนส่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีส่วนในการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของภาคขนส่ง การพัฒนาและยกระดับคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงมีบทบาทสำคัญในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

มาตรการกลุ่มนี้เน้นการปรับปรุงและพัฒนาองค์ประกอบสนับสนุน เช่น Green Port, Green Airport, Green Station และการซ่อมบำรุงถนนด้วยวัสดุรีไซเคิล รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง เช่น ทางวิ่งท่าอากาศยานและท่าเรืออุตสาหกรรม โดยมุ่งสู่ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ลดการใช้พลังงานเพิ่มประสิทธิภาพ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการดำเนินงาน แผนงานและมาตรการกลุ่มนี้มีดังนี้

ตารางที่ 3-6 แผนงานและโครงการในมาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง
 (Transport Infrastructure and Support)

แผนงาน	โครงการ / กิจกรรม	วัตถุประสงค์หลัก	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง
6.1 การพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานด้าน การคมนาคมที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม	6.1.1 การพัฒนา Green Port (ท่าเรือ เครื่องมือ ยกขนสินค้า คลังสินค้า ระบบไฟฟ้าฝั่ง ท่าเรือ พลังงานหมุนเวียน การจัดการพลังงานและของเสีย) 6.1.2 การพัฒนา Green Airport (อาคาร ผู้โดยสาร อุปกรณ์ภาคพื้น (GSE) ระบบ ควบคุมการบิน พลังงานหมุนเวียน การจัด การพลังงานและของเสีย) 6.1.3 การพัฒนา Green Station (สถานีรถไฟ หรือขนส่งสาธารณะประหยัดพลังงาน ใช้ พลังงานหมุนเวียน และจัดการของเสีย อย่างยั่งยืน) 6.1.4 การซ่อมบำรุงถนนโดยใช้วัสดุรีไซเคิล	ลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมและเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้ พลังงานในโครงสร้าง พื้นฐานคมนาคม	โครงสร้างพื้นฐาน คมนาคมของประเทศ มีมาตรฐานด้าน สิ่งแวดล้อมและพลังงาน ที่ยั่งยืน
6.2 การพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานเพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพการ ขนส่ง	6.2.1 การก่อสร้างทางวิ่งเส้นทางที่ 3 และ 4 ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 6.2.2 การพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม มาบตาพุด ระยะที่ 3	เพิ่มศักยภาพและ ประสิทธิภาพการ ขนส่งสินค้าทาง อากาศและทางน้ำ	เพิ่มขีดความสามารถของ ระบบโลจิสติกส์และลด การปล่อย CO ₂ จาก กระบวนการขนส่ง

แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564–2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง) มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้ประเทศไทยเดินหน้าอย่างสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ระยะยาวเพื่อการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ (LT-LEDS) และเป้าหมายระดับประเทศคือความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) แผนฉบับนี้ได้ทบทวนความเหมาะสมของมาตรการเดิมและความคืบหน้าการดำเนินการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 6 กลุ่มมาตรการหลัก และสามารถนำไปสู่การดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรมในระยะสั้นและระยะยาว

บทที่ 4 ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากมาตรการในภาคขนส่ง

ในการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งเพื่อบรรลุเป้าหมาย LT-LEDS ดังกล่าว ครอบคลุมการวิเคราะห์ภาพฉายการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งภายในประเทศ ได้แก่ ภาคการขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ และการขนส่งทางอากาศ โดยจะวิเคราะห์การใช้พลังงานที่ใช้ในภาคขนส่งทั้งหมด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว เชื้อเพลิงชีวภาพ และไฟฟ้า ในขณะที่ก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO₂) ก๊าซมีเทน (Methane: CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O)

ในเบื้องต้น การวิเคราะห์ภาพอนาคตจะจัดทำภาพอนาคต 3 ภาพ คือกรณีฐาน (Baseline Scenario) ปีฐานคือปีที่มีข้อมูลพร้อมสำหรับการคำนวณ (คาดว่าปี พ.ศ. 2561 (ค.ศ. 2018)) ถึงปีเป้าหมาย พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และกรณีทางเลือกการลดก๊าซเรือนกระจก (Alternative Scenario) ปีฐานและปีเป้าหมายเช่นเดียวกับกรณีฐาน โดยกรณีทางเลือกการลดก๊าซเรือนกระจกจะวิเคราะห์เส้นทาง (Pathway) การดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อย 2 เส้นทาง เช่น กรณีการยกระดับความเข้มข้นของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน และกรณีเพิ่มมาตรการหรือเทคโนโลยีใหม่ (Best Available Technology) ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง

ภาพอนาคต (Scenario) ในการศึกษาเป็นการสะท้อนสถานการณ์อนาคตภายใต้เงื่อนไขที่ต่างกัน แต่อยู่บนเป้าหมายร่วมกันคือการมุ่งสู่เป้าหมายตาม NDC และเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)¹ ประกอบไปด้วย

1) ภาพอนาคตกรณีแผนพลังงานชาติ (National Energy Plan) เป็นภาพจำลองสถานการณ์ที่เป็นไปตามเป้าหมายของแผนพลังงานชาติ เป็นภาพที่สะท้อนนโยบายและมาตรการที่ต้องการมุ่งสู่เป้าหมายคาร์บอนเป็นศูนย์ภายในปี ค.ศ.2050 โดยเฉพาะการเติบโตของยานยนต์พลังงานไฟฟ้าตามนโยบาย 30@30 นอกจากนี้ ยังรวมถึงมาตรการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การปรับปรุงอัตราการบริโภคเชื้อเพลิง การปรับเปลี่ยนโหมดการเดินทางและขนส่ง และการใช้พลังงานหมุนเวียน เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับ NDC ในภาคคมนาคมขนส่งได้

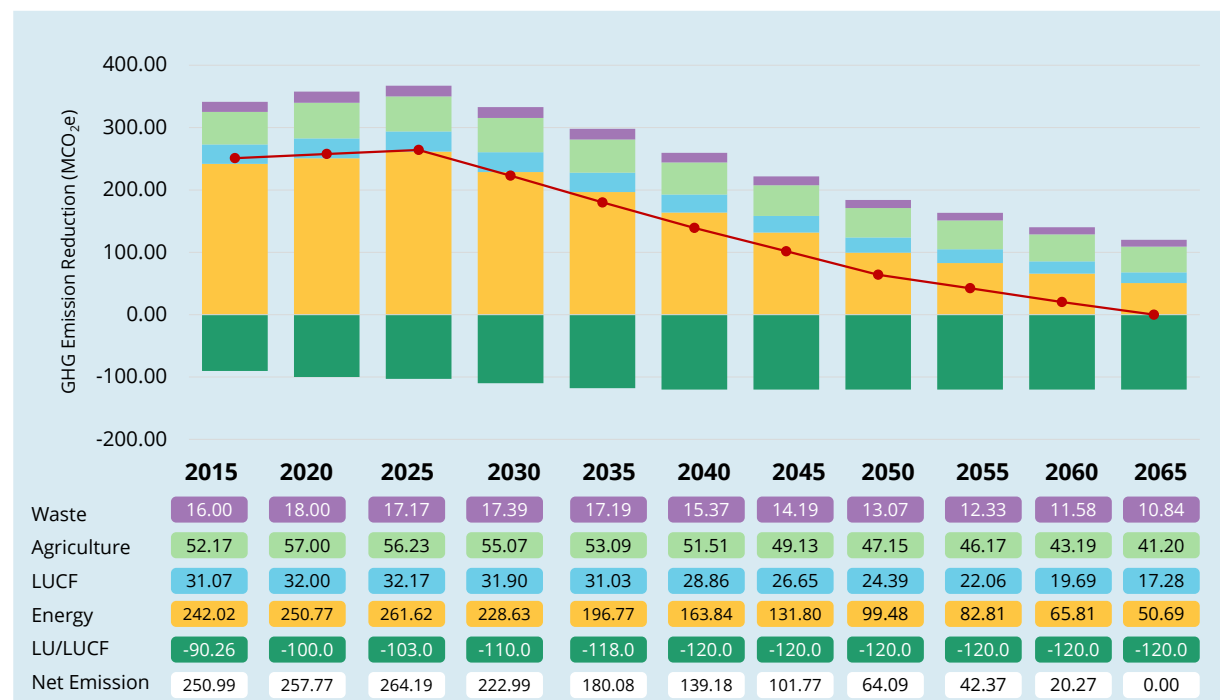
2) ภาพอนาคต Classic เป็นภาพที่สะท้อนสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดในการดำเนินการยกระดับประสิทธิภาพพลังงาน เช่นเดียวกันกับตลาดยานยนต์พลังงานไฟฟ้ามีการเติบโตภายใต้ข้อจำกัดของการผลิต ผู้ใช้ยานยนต์ยังคงมีทางเลือกสำหรับยานยนต์พลังงานไฟฟ้าและเครื่องยนต์สันดาปภายในไปพร้อม ๆ กัน รวมถึงการปรับเปลี่ยนโหมดการเดินทางและพลังงานหมุนเวียนที่มีความคุ้มค่าและความพร้อมในการดำเนินการ ทางเลือกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกถูกให้น้ำหนักไปทางด้านพลังงานทดแทนในภาคคมนาคมขนส่ง และมาตรการภายใต้เงื่อนไขการสนับสนุนมากขึ้น เช่น พลังงานไฮโดรเจนสำหรับยานยนต์ เชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) เป็นต้น

¹ ภาพอนาคต Classic และ Orchestra อ้างอิงจากกรอบการวิเคราะห์ภายใต้โครงการ BCG Framework for Thailand Energy Roadmap towards Carbon Neutrality 2050, Huawei Technologies (Thailand) Co Ltd and ERI (2022) และได้มีการปรับปรุงข้อมูลและสมมติฐานใหม่ภายใต้การศึกษานี้

3) ภาพอนาคต Orchestra เป็นภาพที่สะท้อนสถานการณ์ที่ในการยกระดับประสิทธิภาพพลังงานที่เข้มข้น ตลาดยานยนต์พลังงานไฟฟ้าสามารถขยายตัวได้ตามเป้าหมายของนโยบาย 30@30 รวมถึงการสับเปลี่ยนโหมดการเดินทางและพลังงานหมุนเวียนที่มีความคุ้มค่าและมีความพร้อมในการดำเนินการ นอกจากนี้ยังมีการพิจารณามาตรการภายใต้เงื่อนไขการสนับสนุน เช่น เชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable aviation fuel: SAF) และการใช้ไฮโดรเจนสำหรับยานยนต์ในระยะยาว เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย Carbon Neutrality ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) นอกจากนั้นในภาพอนาคตนี้จะวิเคราะห์แยกทั้งในกรณีดำเนินการเอง (Unconditioned) และกรณีได้รับการสนับสนุน (Conditioned) อีกด้วย

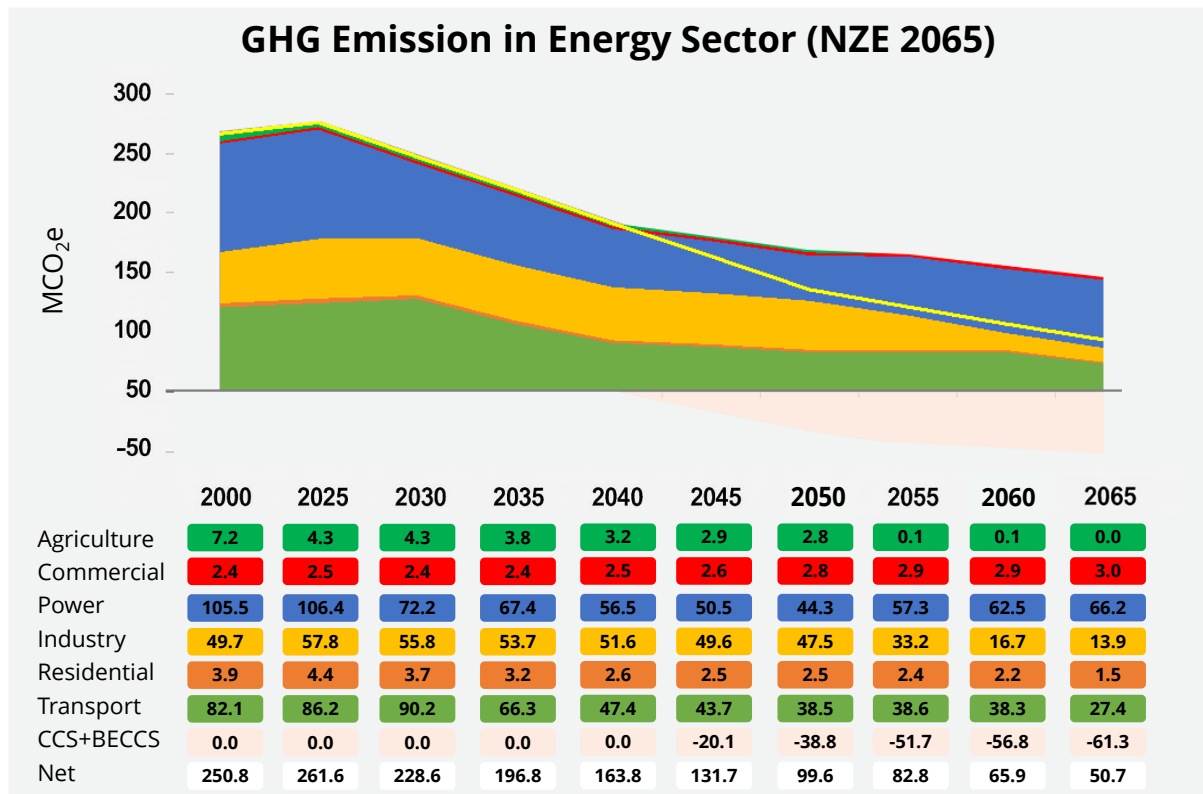
4.1 การวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการในภาคขนส่ง

จากแผนยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำฉบับปรับปรุง (LT-LEDS) ได้ตั้งเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ในปี ค.ศ. 2065 เพื่อบรรลุเป้าหมายดังกล่าว แต่ละภาคเศรษฐกิจได้ถูกกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปี โดยภาคพลังงานกำหนดให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ไม่เกิน 228.63 MtCO₂e และ 99.48 MtCO₂e ในปี พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2030 และ 2050) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1-1 เมื่อพิจารณาภายในภาคพลังงาน พบว่าภาคขนส่งจะต้องปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เกิน 90.2 MtCO₂e ในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) และ 38.5 MtCO₂e ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1-2



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2022)

รูปที่ 4.1-1 สถานการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emission 2065



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2022)

รูปที่ 4.1-2 สถานการณ์จำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคพลังงานเพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emission 2065

จากการประเมินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มมาตรการที่กำหนดไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้ เพื่อบรรลุเป้าหมาย NDC ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ของภาคขนส่ง สามารถแสดงสมมติฐานของเส้นทางการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งได้ดังตารางที่ 4.1-1

ตารางที่ 4.1-1 สมมติฐานในการวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง

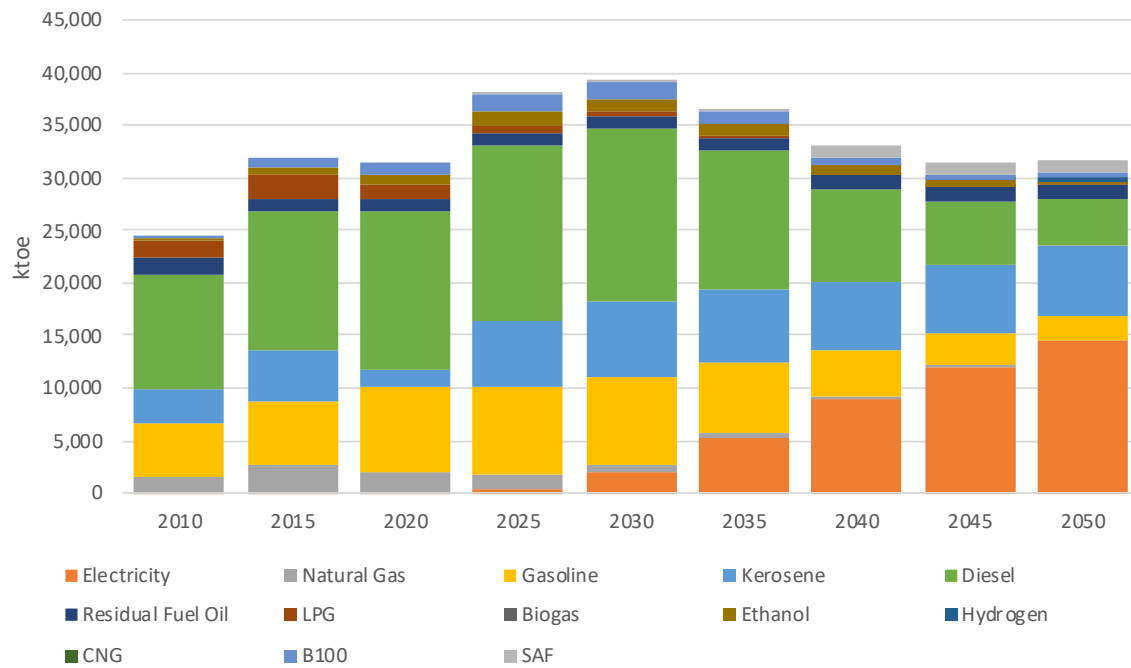
พารามิเตอร์	สมมติฐาน	แหล่งข้อมูล
1. ภาพรวมการใช้และการจัดหาพลังงาน		
การขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP)	อัตราการขยายตัวเฉลี่ยต่อปี 2.6% - 4%	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน อ้างอิงจากสมมติฐานของแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า โดย สศช. เดือน มี.ค. พ.ศ.2565 (ค.ศ. 2022)
การเปลี่ยนแปลงประชากร	อัตราการขยายตัวเฉลี่ยต่อปี = 0.13%, จำนวนประชากรสูงสุดในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน อ้างอิงจากสมมติฐานของแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า โดย สศช. เดือน ส.ค. พ.ศ.2564 (ค.ศ. 2021)
ความเข้มข้นการใช้พลังงานในภาพรวม	ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010)	กรอบของแผนอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
สัดส่วนพลังงานหมุนเวียน	ร้อยละ 50-60 ของพลังงานขั้นต้น	กรอบของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน
2. ด้านภาคคมนาคมขนส่ง		
ประสิทธิภาพพลังงานของรถยนต์ใหม่	มีการพัฒนามากขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 1 ต่อปี	สมมติฐานโดย GFEI (Global fuel economy initiative)
การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและขนส่ง	- ระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ (MRT) ในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑลทำให้ระยะการเดินทาง (VKT) ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ของรถยนต์ส่วนบุคคล รถแท็กซี่ รถจักรยานยนต์ รถตู้และรถโดยสารลดลงสูงสุดร้อยละ 5, 20, 2, 10 และ 5 ตามลำดับ - รถไฟฟ้ารางคู่ระหว่างเมืองทำให้ระยะการเดินทาง (VKT) ของรถยนต์ รถโดยสารลดลงสูงสุดร้อยละ 15 ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) - รถไฟฟ้ารางคู่ระหว่างเมืองและการขนส่งสินค้าทางน้ำทำให้ระยะการเดินทาง (VKT) ของรถโดยสารลดลงสูงสุดร้อยละ 7 ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)	กระทรวงคมนาคม

ตารางที่ 4.1-1 สมมติฐานในการวิเคราะห์ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง (ต่อ)

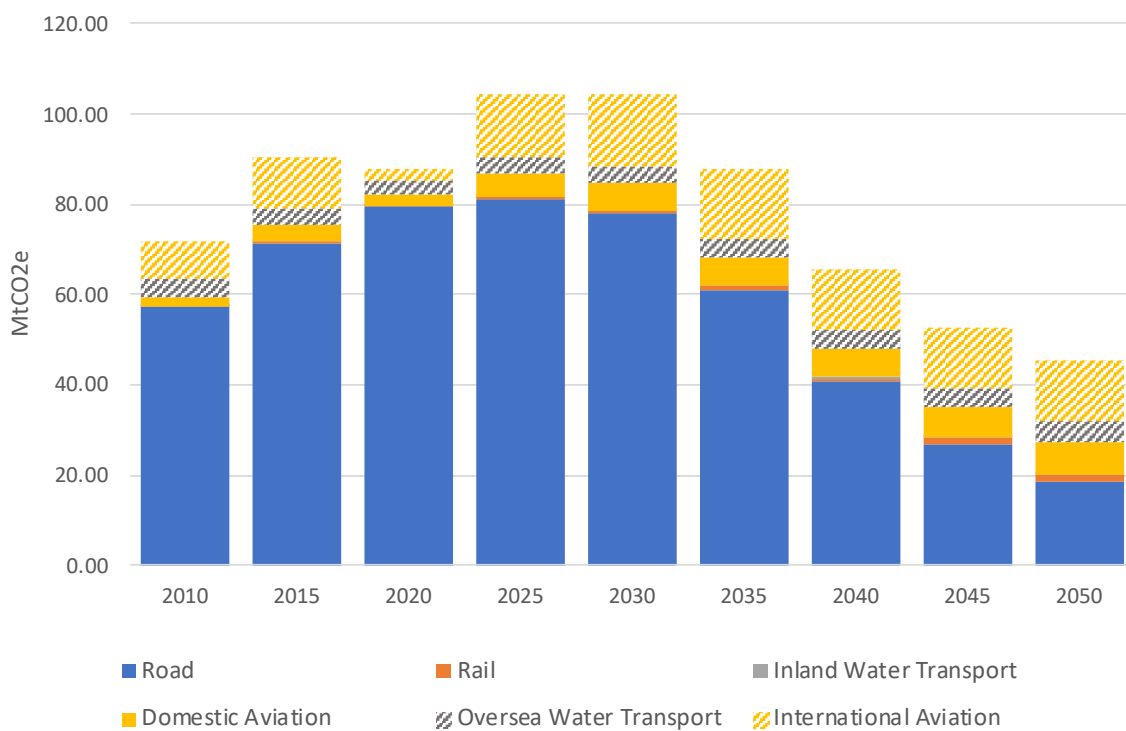
พารามิเตอร์	สมมติฐาน	แหล่งข้อมูล
ยานยนต์ไฟฟ้า (BEV)	สัดส่วนยอดขายจำหน่าย - ยานยนต์ไฟฟ้าร้อยละ 100 ในช่วงปี พ.ศ. 2573 – 2583 (ค.ศ. 2030 – 2040) สำหรับยานยนต์แต่ละประเภท สัดส่วนยานยนต์สะสม - สัดส่วนยานยนต์สะสมในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) เป็นไปตามนโยบาย 30@30 - สัดส่วนยานยนต์สะสมในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) (หน่วย: ร้อยละ): รถยนต์ไฟฟ้า = 70	

รูปที่ 4.1-3 แสดงจากผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานในภาคขนส่งโดยใช้แบบจำลองด้านพลังงาน พบว่าความต้องการพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะสั้นจากการฟื้นตัวของเศรษฐกิจหลัง Covid-19 และคาดว่าจะถึงจุดสูงสุดในราวปี ค.ศ. 2029 ประมาณ 39,487 ktoe หลังจากนั้นความต้องการพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งจะลดลงอย่างรวดเร็ว จากนโยบาย 30@30 ที่ตั้งเป้าหมายให้ยานยนต์ที่จำหน่ายเป็นยานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมดตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2573 – 2583 (ค.ศ. 2030 – 2040) เป็นต้นไป นอกจากนี้ยังได้รับผลกระทบจากมาตรการอื่น ๆ เช่น การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและขนส่ง (Modal Shift) การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำประสิทธิภาพพลังงานของรถยนต์ (Fuel Economy Standard)

- พลังงานไฟฟ้า ยังไม่สามารถสร้างผลกระทบได้ในระยะสั้น ในขณะที่หลังจากปี พ.ศ. 2571 – 2573 (ค.ศ. 2028 – 2030) จะเริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคคมนาคมขนส่งเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดตามการเติบโตของยานยนต์พลังงานไฟฟ้า และได้กลายเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับการใช้พลังงานในภาคคมนาคมขนส่งภายในช่วงเวลา พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050)
- น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญจากการเติบโตของยานยนต์ไฟฟ้ารวมทั้งมาตรการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำประสิทธิภาพพลังงานของรถยนต์ในทุกประเภท อาทิ กลุ่มรถยนต์ส่วนบุคคล จักรยานยนต์ รถกระบะ และรถบรรทุก ซึ่งมีการใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลอย่างมาก
- น้ำมันอากาศยานยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการฟื้นตัวของภาคการบินทั้งในระยะสั้น และระยะยาว ไม่ได้รับผลกระทบจากยานยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่เชื้อเพลิง SAF มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นนับตั้งแต่มีการเริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)
- ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) สำหรับยานยนต์ มีแนวโน้มชะลอตัวอย่างต่อเนื่องจากนโยบายการปรับราคาให้เป็นไปตามกลไกตลาดและการแข่งขันกับยานยนต์พลังงานไฟฟ้า
- ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ มีแนวโน้มชะลอตัวอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกันกับ LPG จากนโยบายการปรับราคาให้เป็นไปตามกลไกตลาด และการแข่งขันกับยานยนต์พลังงานไฟฟ้า
- เชื้อเพลิงชีวภาพได้รับผลกระทบในสัดส่วนที่น้อยกว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลด้วยนโยบายสนับสนุนพลังงานทดแทน โดยสัดส่วนการผสมโดยเฉลี่ยของเชื้อเพลิงชีวภาพ จะมีมากขึ้น (เอทานอลไม่เกินร้อยละ 20 และไบโอดีเซลไม่เกินร้อยละ 10)
- ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุดในปี พ.ศ. 2571 (ค.ศ. 2028) ใกล้เคียงกับช่วงที่มีการใช้พลังงานสูงสุด มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเชื้อเพลิงฟอสซิลหลักได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าดเครื่องบิน ในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) และ พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 104.21 MtCO_{2e} และ 45.58 MtCO_{2e} ตามลำดับ ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการขนส่งภายในประเทศประมาณ 84.86 MtCO_{2e} และ 27.35 MtCO_{2e} ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4



รูปที่ 4.1-3 ความต้องการใช้พลังงานในภาคคมนาคมขนส่ง



รูปที่ 4.1-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่ง

ตารางที่ 4.1-2 แสดงการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคต่าง ๆ ในกรณี Business-as-usual (BAU) พบว่าในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) คาดว่าจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานประมาณ 425.64 MtCO_{2e} ตามลำดับ ปัจจุบัน สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 31.15 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ดังนั้น จึงคาดว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งในกรณี BAU มีค่าประมาณ 132.60 MtCO_{2e} ในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030)

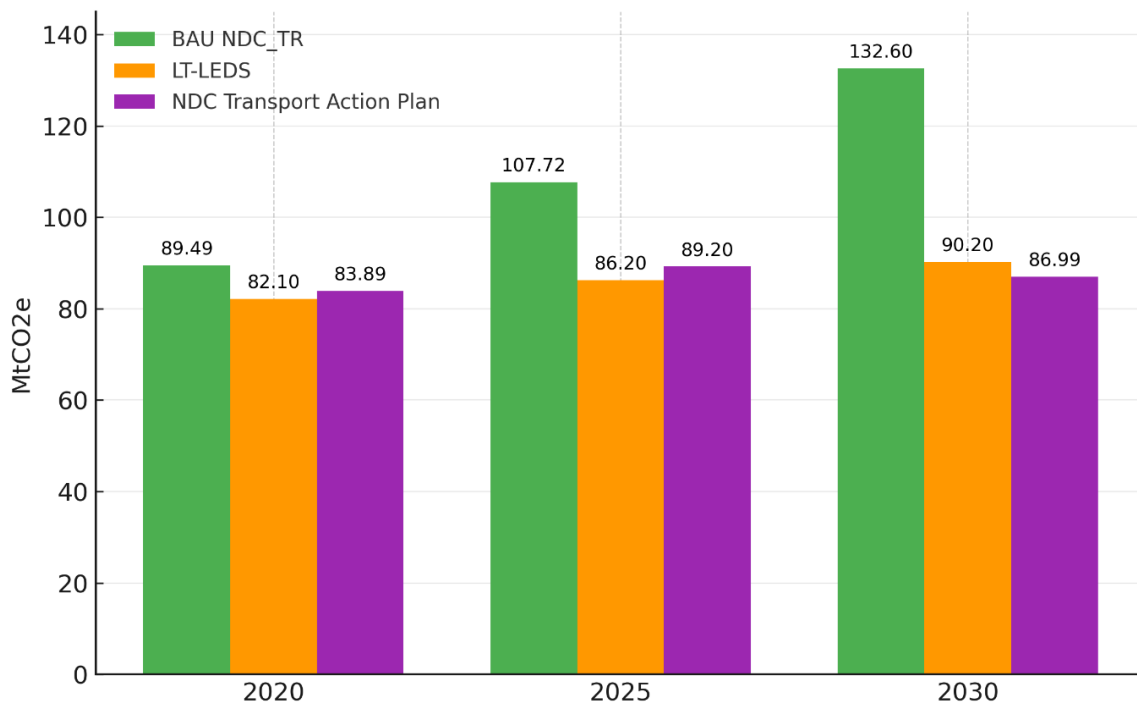
ตารางที่ 4.1-2 คาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคต่าง ๆ

หน่วย: kt-CO_{2eq}

ภาคส่วน	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก					
	พ.ศ. 2548 ค.ศ. 2005	พ.ศ. 2553 ค.ศ. 2010	พ.ศ. 2558 ค.ศ. 2015	พ.ศ. 2563 ค.ศ. 2020	พ.ศ. 2568 ค.ศ. 2025	พ.ศ. 2573 ค.ศ. 2030
ภาคพลังงาน	200,392	220,856	240,332	308,587	362,107	425,649
ภาคกระบวนการ อุตสาหกรรมและการ ใช้ผลิตภัณฑ์	19,565	21,408	23,737	26,304	29,148	32,360
ภาคเกษตรกรรม	46,294	52,316	57,554	63,316	69,656	76,630
ภาคของเสีย	12,878	13,011	14,489	16,135	17,968	20,010
รวม	279,129	307,591	336,112	414,342	478,879	554,649

ที่มา: SIIT-TU

รูปที่ 4.1-5 แสดงการเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณี BAU ตามแผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (NDC) เป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแผนยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำฉบับปรับปรุง (LT-LEDS) และแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง (NDC Action Plan) ในภาคขนส่ง เห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) ตามแผน LT-LEDS กำหนดให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งเกิดขึ้นได้ไม่เกิน 90.20 MtCO_{2e} หรือเท่ากับการตั้งเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้เท่ากับ **42.4 MtCO_{2e}** เมื่อเทียบกับกรณี BAU จากการประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินมาตรการภายใต้แผน NDC Action Plan พบว่าจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 86.99 MtCO_{2e} หรือสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ **45.61 MtCO_{2e}** เทียบกับกรณี BAU ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ตามแผน LT-LEDS **3.21 MtCO_{2e}** รายละเอียดของศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกลุ่มมาตรการแสดงได้ดังตารางที่ 4.1-3 และรูปที่ 4.1-6



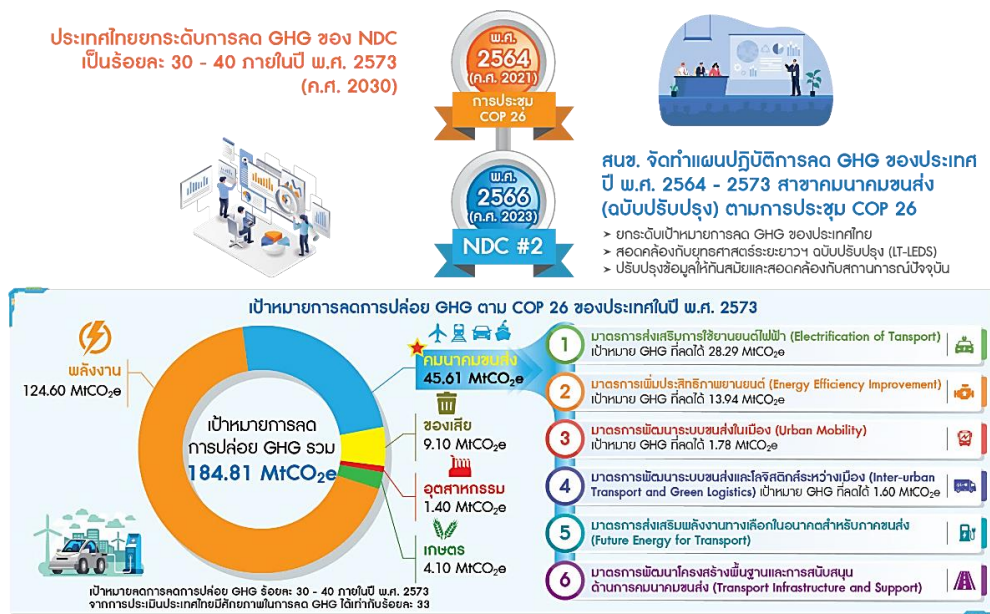
ที่มา: ที่ปรึกษา, 2566

รูปที่ 4.1–5 เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งของแผน NDC และแผน LT-LEDS

ตารางที่ 4.1–3 ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งรายการกลุ่มมาตรการ

มาตรการ	ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก (MtCO ₂ e)									
	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573
(1) กลุ่มมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)						13.3800	16.4800	19.8900	23.5900	28.2900
(2) กลุ่มมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)						8.1000	9.3700	10.7200	12.1500	13.9400
(3) กลุ่มมาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)	0.1394	0.5900	0.6200	0.7000	0.9100	1.0500	1.2100	1.3700	1.5500	1.7800
(4) กลุ่มมาตรการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)	0.1637	0.5200	0.5500	0.6300	0.8100	0.9420	1.0820	1.2320	1.3800	1.6000
(5) กลุ่มมาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง (Future Energy for Transport)	อยู่ระหว่างการพัฒนาวิธีการติดตาม									
(6) กลุ่มมาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure and Support)	โครงการด้านการสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเป็นมาตรการสนับสนุนไม่สามารถคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกได้									
รวม	0.3031	1.1100	1.1700	1.3300	1.7200	23.4720	28.1420	33.2120	38.6400	45.6100

สรุปศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของสาขาคมนาคม ของการจัดทำแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง) แสดงได้ดังรูปที่ 4.1-6



รูปที่ 4.1-6 ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของสาขาคมนาคม ปี พ.ศ. 2573 ของแผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 - 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง)

แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ. 2564 – 2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง) มีการกำหนดมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง ทั้งสิ้น 6 กลุ่มมาตรการ โดยแต่ละกลุ่มมาตรการมีขอบเขตและผลกระทบในการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

1. มาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)
2. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)
3. มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)
4. การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)
5. มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง (Future Energy for Transport)
6. มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุนด้านการคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure and Support)

เมื่อพิจารณาบทบาทของภาคเอกชนที่จะเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจก พบว่ามี 2 กลุ่มมาตรการหลักที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากภาคเอกชนร่วมลงทุน ทั้งในรูปแบบการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกโดยตรงของภาคเอกชน และรูปแบบการร่วมลงทุนจากภาคเอกชนเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของภาครัฐ ซึ่งได้แก่ มาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport) และ มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคตสำหรับภาคขนส่ง (Future Energy for Transport)

เมื่อพิจารณาแนวทางในการขับเคลื่อนการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า หนึ่งในแนวทางที่จะนำมาใช้ คือ การสร้างแรงจูงใจให้ภาคเอกชนเกิดการดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจก โดยการให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ประกอบการ ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีต้นทุน เช่น การยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล การลดอัตราอากรศุลกากรสำหรับเครื่องจักร/วัสดุและอุปกรณ์สำหรับกระบวนการทำงานที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้ เป็นต้น รวมไปถึงการใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกและจูงใจให้เปลี่ยนพฤติกรรมโดยกลไกและแนวทางเหล่านี้มีหน่วยงานรับผิดชอบหลัก คือ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน กรมสรรพากร และกรมศุลกากร

4.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขการดำเนินการตามแผน NDC

บริบทและความสำคัญ

ประเทศไทยได้ประกาศยกระดับความมุ่งมั่นด้านภูมิอากาศในการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 26 (COP26) โดยตั้งเป้าหมายเพื่อบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2050) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) ภายใต้เงื่อนไขการสนับสนุนที่เพียงพอ การดำเนินการในภาคคมนาคมขนส่งจึงถูกกำหนดให้มีบทบาทสำคัญในการบรรลุเป้าหมายดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกที่คาดการณ์ไว้ภายใต้แผนปฏิบัติการและ NDC ฉบับปรับปรุง ยังคงเผชิญกับความเสี่ยงของการดำเนินการในแต่ละมาตรการ หัวข้อนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงที่สำคัญที่อาจเป็นอุปสรรคการดำเนินงาน พร้อมนำเสนอแนวทางแก้ไขที่เป็นรูปธรรมเพื่อเพิ่มโอกาสในการบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

ความเสี่ยงในระดับมาตรการของภาคคมนาคมขนส่ง

จากการวิเคราะห์มาตรการต่าง ๆ พบว่ามีความเสี่ยงสำคัญเกิดขึ้นในระดับการกำหนดรายละเอียดของมาตรการ โดยเฉพาะมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ซึ่งเผชิญกับการยอมรับของตลาดที่ยังต่ำ เนื่องจากราคายานยนต์ยังสูง การสนับสนุนด้านภาษีและเงินอุดหนุนยังไม่เพียงพอ และโครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้ายังไม่ครอบคลุม สำหรับมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ ความเสี่ยงอยู่ที่การบังคับใช้มาตรฐานด้านการประหยัดน้ำมันยังไม่เข้มงวด และรถเก่าที่ปล่อยมลพิษสูงยังคงอยู่ในระบบ ส่วนมาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมืองมีความเสี่ยงจากความล่าช้าในการดำเนินโครงการระบบราง และมาตรการจัดการความต้องการเดินทาง (TDM) มีโอกาสเผชิญแรงต้านจากสังคม ขณะที่การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ระหว่างเมืองยังมีความเสี่ยงที่สัดส่วนการขนส่งทางรางอาจไม่เพิ่มขึ้นตามที่คาดหวัง

ความเสี่ยงเชิงระบบ (Cross-cutting Risks) ที่กระทบทุกมาตรการ

นอกจากความเสี่ยงของแต่ละมาตรการแล้ว ยังพบความท้าทายในระดับนโยบายและระบบการทำงาน โดยรวมของหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ ความไม่แน่นอนของทิศทางนโยบายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรัฐบาล ข้อจำกัดด้านงบประมาณและการลงทุนที่ต้องใช้เงินทุนจำนวนมากจากทั้งภาครัฐและเอกชน และความเสี่ยงจากปัจจัยภายนอก เช่น ราคาก๊าซธรรมชาติที่ผันผวน หรือเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ทำลายโครงสร้างพื้นฐาน ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่ง จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการบริหารจัดการปัจจัยเสี่ยงและความท้าทายต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

องค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อนแผน NDC ภาคคมนาคมขนส่ง

การดำเนินการตามแผน NDC เพื่อบรรลุเป้าหมาย Carbon Neutrality และ Net Zero Emissions จำเป็นต้องอาศัย 5 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

- (1) การจัดการความเสี่ยงอย่างเป็นระบบจากทั้งปัจจัยภายในและภายนอก
- (2) การประสานงานระหว่างหลายหน่วยงานเพื่อลดความซ้ำซ้อนและช่องว่าง
- (3) การลงทุนต่อเนื่องจากทั้งภาครัฐและเอกชน
- (4) ความชัดเจนของเป้าหมาย มาตรฐาน และกลไกบังคับใช้
- (5) การพัฒนาระบบตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (MRV) ที่โปร่งใสและน่าเชื่อถือ

ความจำเป็นของการลงรายละเอียดเชิงปฏิบัติของมาตรการ

การจัดการความเสี่ยงที่ซับซ้อนเหล่านี้ให้เกิดผลลัพธ์จำเป็นต้องดำเนินการลงรายละเอียดของแต่ละมาตรการอย่างเป็นระบบ ศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกที่คาดการณ์ไว้ภายใต้แผนปฏิบัติการและ NDC ฉบับปรับปรุงยังคงเผชิญกับความท้าทาย ซึ่งได้สรุปรายละเอียดในตารางที่ 4.2-8 และได้นำเสนอประเด็นสำคัญและแนวทางการแก้ไขของแต่ละมาตรการไว้ดังนี้

4.2.1 การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการเปลี่ยนผ่าน (Transition) จากยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ไปสู่นานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emissions) จากภาคขนส่ง โดยครอบคลุมทั้งรถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Vehicle) รถโดยสารสาธารณะ (Public Transport) และยานพาหนะเชิงพาณิชย์ (Commercial Vehicle)

มาตรการนี้มีศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกสูง แต่ยังเผชิญความท้าทายในหลายมิติที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบและครอบคลุม ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย ราคายานยนต์ไฟฟ้าที่ยังสูงกว่ายานยนต์สันดาปภายใน โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) สถานีอัดประจุไฟฟ้าที่มีความพร้อมไม่เพียงพอ ความจุของระบบจ่ายไฟฟ้า (Grid Capacity) ที่มีข้อจำกัด ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) วัตถุดิบแบตเตอรี่ที่มีความผันผวนสูง และความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่ยังไม่เพียงพอ ดังแสดงในตารางที่ 4.2-1 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-1 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า
(Risks and Solutions - Electric Vehicle Promotion)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
ราคายานยนต์ไฟฟ้ายังสูงกว่ายานยนต์สันดาปภายใน (High Purchase Price)	- ปรับปรุงกลไกแรงจูงใจทางการเงิน (Financial Incentive) โดยมุ่งเป้าหมายไปยังรถยนต์ที่มีความนิยมนสูงและมีระยะทางการใช้งานปานกลาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (Efficiency) การใช้งบประมาณและสร้างผลกระทบสูงสุดต่อการลดก๊าซเรือนกระจก - พัฒนามาตรการจัดเก็บค่าธรรมเนียมพิเศษ (Surcharge) จากยานยนต์ที่มีอัตราการใช้พลังงานสูง เพื่อสร้างความเท่าเทียมทางเศรษฐกิจระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์สันดาปภายใน - จัดทำกลไกสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ (Low-Interest Loan) ร่วมกับสถาบันการเงิน (Financial Institution) เพื่อลดภาระต้นทุนถือครองรวม (Total Cost of Ownership: TCO) ให้แก่ผู้บริโภค
โครงสร้างพื้นฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้ามีความพร้อมไม่เพียงพอ (Insufficient Charging Infrastructure)	- เร่งรัดการเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐานระบบไฟฟ้า ได้แก่ หม้อแปลง (Transformer) สายเมน และจุดเชื่อมต่อ ในพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพสูง เพื่อรองรับการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้า (Charging Station) อย่างทัน่วงที่ - ปรับปรุงกระบวนการอนุญาตให้เป็นแบบเร่งด่วน (Fast-track Approval) และจัดตั้งหน่วยงานบริการเบ็ดเสร็จ (One-Stop Service) เพื่อลดระยะเวลาและความซับซ้อนของขั้นตอนการขออนุญาต

ตารางที่ 4.2–1 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า
(Risks and Solutions - Electric Vehicle Promotion) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
	กำหนดเป้าหมายอัตราส่วนหัวชาร์จต่อยานยนต์ไฟฟ้า (EV-to-Charger Ratio) ที่เหมาะสม และกระจายสถานีอัดประจุในพื้นที่ยุทธศาสตร์ (Strategic Location) เพื่อลดความกังวลด้านระยะทางวิ่ง (Range Anxiety)
ความจุของระบบจ่ายไฟฟ้ามีข้อจำกัด (Limited Grid Capacity)	- พัฒนาโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบแปรผันตามช่วงเวลา (Time-of-Use Tariff) เพื่อกระจายภาระการใช้ไฟฟ้าและสนับสนุนการอัดประจุในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (Off-Peak Period) ซึ่งจะช่วยลดความกดดันต่อระบบจ่ายไฟฟ้า (Grid) - ปรับลดหรือยกเว้นค่าความต้องการพลังงานสูงสุด (Demand Charge) สำหรับสถานีอัดประจุเร็ว (DC Fast Charger) ในระยะเริ่มต้น เพื่อส่งเสริมการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเดินทางระยะไกลและการใช้งานเชิงพาณิชย์
ห่วงโซ่อุปทานวัตถุดิบแบตเตอรี่มีความผันผวนสูง (Battery Supply Chain Volatility)	- พัฒนารูปแบบธุรกิจแบตเตอรี่เป็นบริการ (Battery as a Service: BaaS) ซึ่งแยกการซื้อขายตัวยานยนต์ออกจากแบตเตอรี่ เพื่อลดต้นทุนเริ่มต้นและความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาแบตเตอรี่ - ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการนำแบตเตอรี่กลับมาใช้ใหม่ (Battery Reuse and Recycling) ในระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS) เพื่อยืดอายุการใช้งานและสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Addition) - สนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตและประกอบแบตเตอรี่ในประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและสร้างความมั่นคงด้านห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Security)
ความเชื่อมั่นและการยอมรับของผู้บริโภคยังไม่เพียงพอ (Low Consumer Confidence)	- จัดทำแคมเปญสื่อสารเชิงรุก (Proactive Communication Campaign) เพื่อให้ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับต้นทุนการใช้งานที่แท้จริง ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี และผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) - กำหนดมาตรฐานการรับประกันแบตเตอรี่ระดับชาติ (National Battery Warranty Standard) เพื่อสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับอายุการใช้งานและมูลค่าคงเหลือ (Residual Value) ของยานยนต์ไฟฟ้า - พัฒนาเครื่องมือคำนวณต้นทุนถือครองรวม (TCO Calculator) แบบออนไลน์ และจัดตั้งศูนย์ทดลองขับ (Test Drive Center) เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประสบการณ์จริงและข้อมูลที่ครบถ้วนในการตัดสินใจ

4.2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง (Fuel Efficiency) ของยานยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในและรถยนต์ไฮบริด (Hybrid Vehicle) ซึ่งยังคงครองสัดส่วนหลักของตลาดในระยะกลางถึงยาว มาตรการนี้มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากสามารถครอบคลุมยานยนต์จำนวนมากในระยะสั้นถึงกลางก่อนที่ยานยนต์ไฟฟ้าจะเข้ามามีบทบาทเด่น

การดำเนินการจำเป็นต้องมีความเข้มข้นและต่อเนื่องเพื่อให้มั่นใจว่ายานยนต์ใหม่ที่เข้าสู่ระบบจะมีมาตรฐานการใช้พลังงานที่สูงที่สุด และลดการปล่อยก๊าซต่อกิโลเมตรได้อย่างเป็นรูปธรรม ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย การบังคับใช้มาตรฐาน (Standard Enforcement) ที่ยังไม่เข้มงวดเพียงพอ การตรวจสอบยานยนต์ที่ไม่ครอบคลุม ยานยนต์เก่าที่ปล่อยมลพิษสูงยังคงอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก ผลกระทบย้อนกลับ (Rebound Effect) จากการประหยัดเชื้อเพลิง และการขาดมาตรการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4.2-2 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-2 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์
(Risks and Solutions - Energy Efficiency Improvement)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
การบังคับใช้มาตรฐานด้านการประหยัดเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษไม่เข้มงวดเพียงพอ (Weak Standard Enforcement)	- ยกระดับโครงสร้างภาษีสรรพสามิต (Excise Tax) อิงตามคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปรับปรุงโครงสร้างภาษีให้สะท้อนปริมาณการปล่อย CO₂ อย่างชัดเจน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ผลิตพัฒนายานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและให้ผู้บริโภคเลือกซื้อยานยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - กำหนดเป้าหมายแบบเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Fleet-average Target) โดยกำหนดให้ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ารับผิดชอบต่อค่าเฉลี่ยการปล่อย CO₂ ของยานยนต์ทั้งหมดที่จำหน่ายในแต่ละปี ซึ่งให้ความยืดหยุ่นในการกำหนดกลยุทธ์ผลิตภัณฑ์ - กำหนดค่าปรับ (Penalty) สำหรับผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายค่าเฉลี่ยการปล่อย CO₂ เพื่อสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ในการปฏิบัติตามมาตรฐาน
การตรวจสอบสภาพยานยนต์ไม่ครอบคลุมและไม่เข้มงวด (Inadequate Vehicle Inspection)	- ดำเนินการตรวจสอบการปล่อยมลพิษจริงบนถนน (Real Driving Emissions: RDE) เพื่อตรวจจับยานยนต์ที่มีการปรับแต่งหรือมีระบบควบคุมมลพิษที่ใช้งานไม่ปกติ และป้องกันการหลีกเลี่ยงมาตรฐาน (Defeat Device) - เชื่อมโยงข้อมูลจากระบบวินิจฉัยการทำงานของเครื่องยนต์ (On-Board Diagnostics: OBD) กับระบบตรวจสอบของกรมการขนส่งทางบก เพื่อติดตามสภาพการทำงานของระบบควบคุมมลพิษแบบเรียลไทม์ (Real-time Monitoring) - พัฒนาระบบบันทึกเลขไมล์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Odometer) ที่เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลส่วนกลาง เพื่อตรวจสอบระยะทางการใช้งานจริงและป้องกันการปรับแต่งเลขไมล์

ตารางที่ 4.2-2 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์
(Risks and Solutions - Energy Efficiency Improvement) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
ยานยนต์เก่าที่ปล่อยมลพิษสูงยังคงอยู่ในระบบเป็นจำนวนมาก (Old Vehicle Retention)	- เร่งรัดโครงการปลดระวางยานยนต์เก่า (Scrappage Program) โดยจัดทำโครงการสนับสนุนให้เจ้าของยานยนต์เก่าที่มีอายุมากหรือไม่ผ่านมาตรฐานการปล่อยมลพิษ นำยานยนต์มาปลดระวางและรับเงินชดเชย (Compensation) หรือส่วนลดพิเศษ (Discount) สำหรับการซื้อยานยนต์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง - จัดทำกลไกสินเชื่อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Loan) สำหรับการเปลี่ยนยานยนต์ โดยพัฒนาสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำพิเศษสำหรับผู้ที่ยานยนต์เก่ามาแลกเปลี่ยนกับยานยนต์ใหม่ที่มีมาตรฐานสูง เพื่อลดภาระทางการเงินและเร่งการเปลี่ยนแปลงสู่ยานยนต์ที่สะอาดกว่า
ผลกระทบย้อนกลับจากการประหยัดเชื้อเพลิง (Rebound Effect)	- พัฒนามาตรการจัดการที่จอดรถยานยนต์ (Parking Management) โดยจัดเก็บค่าจอดยานยนต์แบบแปรผันตามเวลาและทำเลที่ตั้ง โดยเฉพาะในเขตใจกลางเมืองและช่วงเวลาเร่งด่วน เพื่อลดความถี่ในการใช้รถส่วนตัวและส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ - จัดเลนจราจรพิเศษสำหรับยานยนต์ที่มีผู้โดยสารสูง (High-Occupancy Vehicle Lane: HOV Lane) เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้คนใช้ยานยนต์ร่วมกัน (Carpool) และลดจำนวนยานยนต์ส่วนตัวต่อผู้เดินทาง (Vehicle-Kilometer Traveled per Capita) - กำหนดเขตควบคุมความเร็ว (Zone Speed Limit) และบังคับใช้อย่างเข้มงวดด้วยกล้องวัดความเร็วอัตโนมัติ (Automated Speed Camera) เพื่อลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษ
การขาดมาตรการสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพ (Lack of Effective Support Measures)	- ให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี (Tax Incentive) สำหรับยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อลดช่องว่างราคากระหว่างยานยนต์ประหยัดเชื้อเพลิงและยานยนต์ทั่วไป - จัดทำแคมเปญรณรงค์การขับขี่อย่างประหยัดเชื้อเพลิง (Eco-driving Campaign) เพื่อให้ความรู้แก่ผู้ขับขี่เกี่ยวกับเทคนิคการขับขี่ที่ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิง เช่น การเร่งความเร็วอย่างนุ่มนวล การรักษาความเร็วคงที่ และการดูแลรักษายานยนต์อย่างสม่ำเสมอ - พัฒนาแอปพลิเคชัน (Application) คำนวณต้นทุนการใช้งานยานยนต์แต่ละรุ่น เพื่อช่วยให้ผู้บริโภคเปรียบเทียบและเลือกซื้อยานยนต์ที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงต้นทุนระยะยาว (Long-term Cost)

4.2.3 การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองเพื่อลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคล โดยครอบคลุมการพัฒนาระบบราง (Rail System) เช่น รถไฟฟ้า (Mass Rapid Transit) การพัฒนาพื้นที่โดยรอบ สถานีขนส่งมวลชน (Transit-Oriented Development: TOD) การส่งเสริมระบบเชื่อมต่อ (Feeder System) และการเชื่อมต่อการเดินทางในต้นทางและปลายทาง (First-mile and Last-mile Connectivity) รวมถึงมาตรการบริหารจัดการความต้องการเดินทาง (Travel Demand Management: TDM)

การพัฒนาระบบขนส่งในเมืองเป็นกลไกสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง โดยเฉพาะในเขตเมืองขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย ความล่าช้าในการก่อสร้าง โครงการระบบราง การพัฒนาพื้นที่รอบสถานีที่ไม่เป็นไปตามแผน มาตรการจัดการความต้องการเดินทางที่อาจเผชิญแรงต้านจากสังคม ระบบขนส่งสาธารณะที่ยังไม่สะดวกเพียงพอ และการขาดการเชื่อมต่อระหว่างบ้านกับสถานี ดังแสดงในตารางที่ 4.2-3 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-3 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง
(Risks and Solutions - Urban Mobility)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
โครงการระบบรางมีความล่าช้าในการก่อสร้าง (Rail Project Delays)	- จัดบริการสำรองแบบยืดหยุ่น (Flexible Transit Service) เช่น รถโดยสารด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit: BRT) เพื่อให้บริการในเส้นทางเดียวกันกับโครงการระบบรางที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคลและสร้างนิสัยการใช้ขนส่งสาธารณะ - จัดระบบขนส่งขนาดเล็ก (Microtransit) แนวเส้นทางหลักเดียวกัน เพื่อให้บริการที่ยืดหยุ่นและตอบสนองความต้องการของผู้โดยสารระหว่างที่โครงการระบบรางยังไม่แล้วเสร็จ - ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะทางเลือก (Alternative Public Transport) เช่น รถโดยสารไฟฟ้า (Electric Bus) เพื่อสร้างความคุ้นเคยและความเชื่อมั่นให้แก่ประชาชนก่อนที่ระบบรางจะเปิดให้บริการ
การพัฒนาพื้นที่รอบสถานีไม่เป็นไปตามแผน (TOD Implementation Failure)	- ปรับอัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio: FAR) ของผังเมือง เพื่ออนุญาตให้มีการพัฒนาอาคารที่มีความหนาแน่นสูงขึ้นในพื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน ซึ่งจะเพิ่มจำนวนผู้อยู่อาศัยและผู้ใช้บริการในรัศมีการเดินเท้า (Walkable Distance) - จัดเก็บมูลค่าเพิ่มขึ้นของที่ดิน (Land Value Capture) ในพื้นที่รอบสถานี เพื่อนำรายได้มาใช้ในการพัฒนาพื้นที่สาธารณะ โครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งอำนวยความสะดวกที่ส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยาน - พัฒนาชุดเครื่องมือ TOD (TOD Toolkit) ร่วมกับมาตรการจัดเก็บมูลค่าที่ดินเพิ่ม เพื่อให้คำแนะนำและสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับหลักการ TOD

ตารางที่ 4.2-3 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งในเมือง
(Risks and Solutions - Urban Mobility) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
มาตรการจัดการความต้องการเดินทางเผชิญแรงต้านจาก สังคม (TDM Resistance)	- ดำเนินการแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradual Implementation) เริ่มจากค่าธรรมเนียมจอดยานยนต์ในเขตปล่อยมลพิษต่ำ (Low Emission Zone: LEZ) ซึ่งเป็นมาตรการที่อ่อนและยอมรับได้ง่ายกว่า ก่อนที่จะขยายไปสู่มาตรการที่เข้มงวดขึ้น - จัดโครงการนำร่องในพื้นที่เล็ก (Pilot Project) เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์เชิงบวก เช่น การลดการจราจรติดขัด (Traffic Congestion) คุณภาพอากาศที่ดีขึ้น และการเพิ่มความปลอดภัย (Safety) ก่อนขยายผลไปยังพื้นที่อื่น - จัดมาตรการชดเชยกลุ่มเปราะบาง (Vulnerable Group Compensation) เช่น ผู้มีรายได้น้อย ผู้สูงอายุ และผู้พิการ เพื่อลดผลกระทบและสร้างความเป็นธรรม (Equity) ในการใช้มาตรการ
ระบบขนส่งสาธารณะยังไม่สะดวกเพียงพอ (Inadequate Public Transport Service)	- บูรณาการค่าโดยสารหรือจัดตัวร่วม (Integrated Fare System) ที่ใช้ได้กับทุกระบบขนส่งสาธารณะ เพื่ออำนวยความสะดวกและลดต้นทุนการเดินทางสำหรับผู้โดยสารที่ต้องเปลี่ยนถ่ายระหว่างระบบ - จัดให้มีข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Information) เกี่ยวกับเวลารถมาถึง เส้นทาง และสถานการณให้บริการ เพื่อช่วยให้ผู้โดยสารวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ - ยกระดับประสบการณ์ผู้โดยสาร (Passenger Experience) ผ่านการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก (Amenity) เช่น ที่นั่งที่สะดวกสบาย ระบบปรับอากาศ ความสะอาด และความปลอดภัย เพื่อสร้างการยอมรับและส่งเสริมการใช้บริการ
การขาดการเชื่อมต่อระหว่างบ้านกับสถานี (First-mile and Last-mile Gap)	- จัดระบบรถรับส่งขนาดเล็กเชื่อมบ้านกับสถานี (Feeder Service) เช่น รถตุ้ รถโดยสารขนาดเล็ก หรือรถสามล้อไฟฟ้า เพื่อให้บริการในรัศมีที่เดินเท้าไม่สะดวก - ส่งเสริมการใช้จักรยาน (Bicycle) โดยจัดทางจักรยานที่ปลอดภัย (Protected Bike Lane) และจัดที่จอดจักรยานที่สถานี รวมถึงระบบจักรยานสาธารณะ (Public Bicycle System) เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเดินทาง - พัฒนาทางเท้าที่ปลอดภัยและสะดวกสบาย (Safe and Comfortable Pedestrian Path) พร้อมร่มเงา แสงสว่าง และพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับทุกกลุ่มคน เพื่อส่งเสริมการเดินเท้าไปยังสถานีขนส่งมวลชน

4.2.4 การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบโลจิสติกส์สีเขียว (Green Logistics) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าระหว่างเมือง โดยส่งเสริมการเปลี่ยนผ่าน (Modal Shift) จากการขนส่งทางถนนมาเป็นทางรางหรือทางน้ำ การพัฒนารถไฟทางคู่ (Double-track Railway) ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) ศูนย์การขนส่งตู้สินค้าทางรถไฟ (Single Rail Transfer Operator: SRTO) ที่ท่าเรือแหลมฉบัง และระบบโลจิสติกส์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาระบบโลจิสติกส์สีเขียวไม่เพียงเป็นมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ยังเป็นยุทธศาสตร์การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ เนื่องจากประเทศไทยมีโอกาพัฒนาให้เป็นศูนย์กลางการขนส่งสินค้า (Logistics Hub) ของภูมิภาค ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย สัดส่วนการขนส่งทางรางที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย โครงการโครงสร้างพื้นฐานที่ล่าช้า การขนส่งทางถนนที่ยังคงครองตลาด ต้นทุนการขนส่งทางรางที่ยังสูง และการขาดการประสานงานระหว่างหน่วยงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2-4 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-4 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง
(Risks and Solutions - Inter-urban Transport and Green Logistics)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
สัดส่วนการขนส่งทางรางไม่เพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย (Low Rail Modal Share)	- จัดเงินอุดหนุนรายระยะทางขนส่ง (Freight Grant) แบบเป้าหมายเฉพาะสินค้าหรือเส้นทาง เพื่อลดช่องว่างต้นทุนระหว่างการขนส่งทางรางและทางถนน ทำให้การขนส่งทางรางมีความสามารถในการแข่งขันมากขึ้น - รับประกันช่วงเวลาเดินรถหรือเทียบท่า (Slot Guarantee) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการให้บริการและสร้างความมั่นใจให้กับผู้ประกอบการโลจิสติกส์ในการวางแผนการขนส่งสินค้า - พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลจับคู่ (Digital Matching Platform) เพื่อลดเที่ยวเปล่า (Empty Trip) และการจัดการซ้ำซ้อน (Double Handling) ในระบบการขนส่งสินค้า ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน
โครงการรถไฟทางคู่ ศูนย์กระจายสินค้า และ SRTO มีความล่าช้า (Infrastructure Project Delays)	- ใช้กลไกความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public-Private Partnership: PPP) เพื่อกระจายความเสี่ยงทางการเงินและเร่งการดำเนินโครงการโดยใช้ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญของภาคเอกชน - เร่งรัดการอนุมัติและเปิดใช้เป็นช่วง (Modular Commissioning) โดยไม่รอให้โครงการเสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด เพื่อให้สามารถเริ่มให้บริการและสร้างผลประโยชน์ได้เร็วขึ้น - จัดสัญญาที่ผูกตัวชี้วัดความสำเร็จ (Key Performance Indicator: KPI) ด้านเวลา และงบประมาณอย่างชัดเจน พร้อมกลไกจูงใจและบทลงโทษ (Incentive and Penalty) เพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินโครงการให้เป็นไปตามแผน

ตารางที่ 4.2-4 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง
(Risks and Solutions - Inter-urban Transport and Green Logistics) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
การขนส่งทางถนนยังคงครองตลาด (Road Transport Dominance)	- ส่งเสริมการขับขี่อย่างประหยัดพลังงาน (Eco-driving) สำหรับรถบรรทุก โดยจัดอบรมพนักงานขับรถเกี่ยวกับเทคนิคการขับขี่ที่ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิง เช่น การรักษาความเร็วคงที่ การเร่งและหยุดอย่างนุ่มนวล - รณรงค์การดูแลแรงดันลมยางให้เหมาะสม (Proper Tire Pressure Maintenance) เนื่องจากแรงดันลมยางที่ไม่เหมาะสมเป็นสาเหตุสำคัญของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเกินจำเป็น - ปรับปรุงการออกแบบรถบรรทุกให้มีความต้านลมต่ำ (Aerodynamic Design) เช่น การติดตั้งแผ่นกันลม (Wind Deflector) และการปรับปรุงรูปทรงตัวถังเพื่อลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างการเดินทาง
ต้นทุนการขนส่งทางรางยังสูง (High Rail Transport Cost)	- พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ (Digital Platform for Efficiency) โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อปรับปรุงการวางแผนเส้นทาง การจัดการตู้สินค้า (Container Management) และการติดตามสินค้า (Cargo Tracking) - ลดการจัดการซ้ำซ้อนในระบบบรรทุก (Reduce Double Handling) โดยพัฒนาระบบที่ลดจำนวนครั้งในการยกและย้ายสินค้า ซึ่งจะช่วยลดเวลา ต้นทุน และความเสี่ยงต่อความเสียหายของสินค้า - สร้างเครือข่ายผู้ใช้บริการเพื่อเพิ่มปริมาณการขนส่ง (User Network for Volume Increase) โดยรวมกลุ่มผู้ส่งสินค้าเพื่อเพิ่มปริมาณการขนส่งและลดต้นทุนต่อหน่วยผ่านการประหยัดจากขนาด (Economy of Scale)
การขาดการประสานงานระหว่างหน่วยงาน (Lack of Inter-agency Coordination)	- จัดตั้งคณะทำงานร่วมระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (Inter-agency Task Force) เช่น กระทรวงคมนาคม กระทรวงอุตสาหกรรม กรมศุลกากร และหน่วยงานท่าเรือ เพื่อประสานงานและแก้ไขปัญหาร่วมกัน - กำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดร่วมกัน (Common Goal and KPI) เพื่อให้ทุกหน่วยงานมีทิศทางเดียวกันและสามารถวัดผลความสำเร็จได้อย่างชัดเจน - จัดระบบติดตามความก้าวหน้าแบบรายไตรมาส (Quarterly Progress Monitoring) ผ่านแดชบอร์ด (Dashboard) ที่แสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อเร่งการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่

4.2.5 การส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy for Transport)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกในอนาคต ได้แก่ เชื้อเพลิงไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel) และเชื้อเพลิงการบินยั่งยืน (Sustainable Aviation Fuel: SAF) เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับภาคขนส่งที่ยานยนต์ไฟฟ้าอาจไม่เหมาะสม เช่น การบินพาณิชย์ (Commercial Aviation) การขนส่งทางเรือ (Maritime Transport) และการขนส่งระยะไกล (Long-haul Transport)

การพัฒนาพลังงานทางเลือกเหล่านี้ต้องอาศัยการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน การวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีการผลิต และการสร้างระบบนิเวศด้านอุตสาหกรรมพลังงานสะอาด เพื่อให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงจนอยู่ในระดับที่แข่งขันได้และเป็นทางเลือกที่ยั่งยืน ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย ราคาที่สูงและอุปทานที่จำกัด มาตรฐานและโครงสร้างพื้นฐานที่ล่าช้า การยอมรับของภาคการบินและภาคขนส่ง วัตถุดิบที่มีจำกัดและราคาผันผวน และความเสี่ยงทางเทคโนโลยี ดังแสดงในตารางที่ 4.2-5 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-5 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต
(Risks and Solutions - Future Energy for Transport)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
ราคาเชื้อเพลิงไฮโดรเจนและ SAF สูงมากและอุปทานจำกัด (High Cost and Limited Supply)	- จัดกลไกชดเชยส่วนต่างราคาแบบชั่วคราว (Contracts for Difference: CfD) เพื่อลดความเสี่ยงด้านราคาให้กับผู้ผลิตและสร้างความมั่นใจในการลงทุนระยะยาว โดยรัฐบาลจะชดเชยส่วนต่างระหว่างราคาตลาดกับราคาที่รับประกัน - ใช้การประมูลแบบราคาต่ำสุด (Reverse Auction) เพื่อคัดเลือกโครงการที่มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด ซึ่งจะช่วยให้ได้ราคาที่แข่งขันได้และใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ - จัดทำสัญญาซื้อขายระยะยาว (Long-term Offtake Agreement) เพื่อรับประกันความต้องการเชื้อเพลิง สร้างความมั่นใจให้ผู้ผลิตในการลงทุนโรงงานขนาดใหญ่ที่จะช่วยลดต้นทุนต่อหน่วยผ่านการประหยัดจากขนาด (Economy of Scale)
วัตถุดิบในการผลิตมีจำกัดและราคาผันผวน (Feedstock Limitation and Price Volatility)	- กระจายความเสี่ยงวัตถุดิบ (Feedstock Diversification) โดยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตที่สามารถใช้วัตถุดิบหลากหลายชนิด เช่น น้ำมันพืชใช้แล้ว (Used Cooking Oil) ไขมันสัตว์ (Animal Fat) และเศษวัสดุการเกษตร (Agricultural Residue) - ดัดแปลงเงินทุนผสม (Blended Finance) จากหลายแหล่ง ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และกองทุนระหว่างประเทศ เพื่อลดความเสี่ยงของการลงทุนและเพิ่มความมั่นคงทางการเงิน - พัฒนาโรงงานผลิตในประเทศ (Local Production Facility) เพื่อลดความเสี่ยงของการจัดหาห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Risk) และสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน (Energy Security)

ตารางที่ 4.2-5 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต
(Risks and Solutions - Future Energy for Transport) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
มาตรฐานและโครงสร้างพื้นฐานล่าช้า (Standards and Infrastructure Delays)	- เร่งกำหนดมาตรฐานความปลอดภัย (Safety Standard) ของสถานีเติมไฮโดรเจนและสถานีขนส่งไฮโดรเจน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ประกอบการและผู้ให้บริการ - จัดโครงการนำร่องในสนามบินหรือนิคมอุตสาหกรรม (Pilot Project in Airport or Industrial Estate) ที่มีความต้องการเชื้อเพลิงสูงและสามารถควบคุมความปลอดภัยได้ดี เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐกิจ - พัฒนาโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel Production Plant) ที่ใช้กระบวนการไฮโดรโปรเซสของเอสเตอร์และกรดไขมัน (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids: HEFA) และกระบวนการฟิชเชอร์-ทรอปช์ (Fischer-Tropsch: FT) เพื่อผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic Fuel)
การยอมรับของภาคการบินและภาคขนส่งยังจำกัด (Limited Aviation and Transport Sector Acceptance)	- ออกมาตรการบังคับให้โรงกลั่นและผู้นำเข้าน้ำมัน (Refinery and Fuel Importer) ต้องผสมเชื้อเพลิงชีวภาพในน้ำมันที่จำหน่ายตามสัดส่วนที่ภาครัฐกำหนด (Blending Mandate) เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก - จัดระบบกลไกทางบัญชีและการรับรองสิทธิ์ (Book-and-Claim Mechanism) สำหรับสายการบิน ที่อนุญาตให้สายการบินซื้อสิทธิ์การใช้เชื้อเพลิงสะอาดโดยไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงนั้นจริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและลดต้นทุน - จัดเงินอุดหนุนและกำหนดข้อกำหนดการผสมเชื้อเพลิงแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradual Blending Requirement) เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมมีเวลาปรับตัวและพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน
ความเสี่ยงทางเทคโนโลยีและการลงทุน (Technology and Investment Risk)	- ดึงเงินทุนจากกลไกเครดิตคาร์บอนระหว่างประเทศ (Joint Crediting Mechanism: JCM) และกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) เพื่อลดต้นทุนการลงทุนและเพิ่มความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของโครงการ - ร่วมมือกับต่างประเทศในการพัฒนาเทคโนโลยี (International Technology Cooperation) เพื่อแบ่งปันความรู้ ประสบการณ์ และลดความเสี่ยงในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ - จัดการรับประกันจากภาครัฐ (Government Guarantee) เพื่อลดความเสี่ยงด้านการลงทุนและดึงดูดภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานทางเลือก

4.2.6 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน (Transport Infrastructure and Support)

มาตรการนี้มุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ท่าเรือสีเขียว (Green Port) สนามบินสีเขียว (Green Airport) และสถานีสีเขียว (Green Station) แม้มาตรการนี้จะไม่ใช่มาตรการหลักในการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ก็มีความสำคัญในการสร้างระบบสนับสนุนที่เอื้อต่อการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืน (Sustainable Transport)

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเป็นการวางรากฐานให้ประเทศมีความสามารถในการแข่งขันและสอดคล้องกับมาตรฐานสากล (International Standard) ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการเป็นศูนย์กลางการขนส่งและโลจิสติกส์ของภูมิภาค ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย การใช้งานเทคโนโลยีสีเขียวต่ำ มาตรฐานวัสดุนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ชัดเจน โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ล่าช้า ต้นทุนเทคโนโลยีสีเขียวสูง และการขาดแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยน ดังแสดงในตารางที่ 4.2-6 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-6 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน
(Risks and Solutions - Transport Infrastructure and Support)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
การใช้งานเทคโนโลยีสีเขียวยังอยู่ในระดับต่ำ (Low Green Technology Adoption)	- ปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบแปรผันตามช่วงเวลา (Time-of-Use Tariff) หรือกำหนดอัตราพิเศษสำหรับท่าเรือที่ใช้ไฟฟ้าฝั่ง (Shore Power) เพื่อสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐกิจให้เรือใช้ไฟฟ้าจากฝั่งแทนการเดินเครื่องยนต์ - เชื่อมโครงสร้างค่าธรรมเนียมท่าเรือกับการใช้ไฟฟ้าจากฝั่ง โดยให้ส่วนลดค่าธรรมเนียมท่าเทียบเรือ (Port Fee Discount) สำหรับเรือที่ใช้ไฟฟ้าจากฝั่ง เพื่อสร้างแรงจูงใจต่อผู้ประกอบการเดินเรือ - จัดให้มีมาตรการจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Incentive) เช่น ส่วนลดค่าธรรมเนียมท่าเทียบเรือสำหรับเรือที่ใช้ไฟฟ้าจากฝั่ง เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสะอาดอย่างแพร่หลาย
มาตรฐานวัสดุนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ชัดเจน (Unclear Recycled Material Standards)	- กำหนดข้อบังคับขั้นต่ำการใช้วัสดุนำกลับมาใช้ใหม่ (Minimum Recycled Content Requirement) ในข้อกำหนดของโครงการ (Terms of Reference: TOR) โครงการภาครัฐ เพื่อสร้างตลาดและส่งเสริมการใช้วัสดุรีไซเคิล (Recycled Material) - พัฒนามาตรการตรวจรับงานที่โปร่งใสและตรวจสอบได้ (Transparent Quality Assurance) เพื่อยืนยันคุณภาพของวัสดุนำกลับมาใช้ใหม่และสร้างความมั่นใจให้กับผู้ที่เกี่ยวข้อง - จัดทำมาตรฐานแห่งชาติ (National Standard) สำหรับวัสดุรีไซเคิลที่ใช้ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาถนน เพื่อให้มีมาตรฐานที่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ

ตารางที่ 4.2-6 ความเสี่ยงและแนวทางแก้ไข - มาตรการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน
 (Risks and Solutions - Transport Infrastructure and Support)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่มีความล่าช้า (Large Construction Project Delays)	- เปิดใช้โครงการเป็นระยะ (Phased Implementation) โดยไม่รอให้โครงการเสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด ควบคู่กับสัญญาที่ผูกตัวชี้วัดความสำเร็จ (KPI-based Contract) ด้านเวลาและงบประมาณ เพื่อให้สามารถเริ่มให้บริการได้เร็วขึ้น - ใช้กลไกการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public-Private Partnership: PPP) เพื่อกระจายความเสี่ยงทางการเงินและใช้ประสบการณ์ของภาคเอกชนในการบริหารโครงการ - จัดระบบติดตามความก้าวหน้าแบบแดชบอร์ด (Dashboard Monitoring System) รายไตรมาส เพื่อเร่งการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาได้ทันเวลาที่ ซึ่งจะช่วยให้โครงการดำเนินไปตามแผนที่วางไว้
ต้นทุนเทคโนโลยีสีเขียวยังสูง (High Green Technology Cost)	- ให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี (Tax Incentive) สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีสีเขียว เช่น การยกเว้นภาษีนำเข้าอุปกรณ์ (Import Tax Exemption) หรือ การลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล (Corporate Income Tax Deduction) - จัดสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ (Low-Interest Loan) สำหรับโครงการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดภาระต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นและส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ - หาแหล่งเงินทุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ (International Environmental Fund) เช่น กองทุนสภาพภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Fund: GCF) เพื่อสนับสนุนการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว
การขาดแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยน (Lack of Incentive for Transformation)	- กำหนดมาตรฐานบังคับ (Mandatory Standard) สำหรับโครงสร้างพื้นฐานใหม่ เช่น การก่อสร้างท่าเรือหรือสนามบินใหม่ต้องมีระบบประหยัดพลังงานและใช้พลังงานทดแทนตามสัดส่วนที่กำหนด - ให้รางวัลหรือการรับรอง (Award or Certification) สำหรับท่าเรือและสนามบินที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การรับรอง Green Port หรือ Green Airport เพื่อสร้างชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือ - เผยแพร่ตัวอย่างความสำเร็จ (Best Practice Showcase) และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เทคโนโลยีสีเขียว เช่น การประหยัดพลังงาน การลดต้นทุนระยะยาว และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้กับองค์กรอื่น ๆ

4.2.7 ความเสี่ยงเชิงระบบที่ส่งผลกระทบต่อครอบคลุม (Cross-cutting Risks)

นอกจากความเสี่ยงเฉพาะของแต่ละมาตรการแล้ว ยังมีความเสี่ยงในระดับระบบ (System-level Risk) ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานทุกมาตรการ ความเสี่ยงเหล่านี้เกิดจากปัจจัยด้านนโยบาย การบริหารจัดการงบประมาณ ข้อมูล และสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการจัดการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเพื่อให้การดำเนินงานตาม NDC บรรลุเป้าหมาย

ความเสี่ยงเชิงระบบมีลักษณะพิเศษคือส่งผลกระทบแบบซ้อนทับ (Cascading Effect) ต่อหลายมาตรการพร้อมกัน หากไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงที อาจทำให้ความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกล้มเหลวแม้ว่ามาตรการเฉพาะจะมีการวางแผนที่ดี ความเสี่ยงหลักประกอบด้วย ความต่อเนื่องของนโยบายและการประสานงานระหว่างหน่วยงาน ข้อจำกัดด้านการเงินและการลงทุน ช่องว่างของข้อมูลและระบบ MRV การประสานงานระหว่างหน่วยงาน และความเสี่ยงจากบริบทภายนอก ดังแสดงในตารางที่ 4.2-7 ซึ่งนำเสนอประเด็นความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขอย่างละเอียด

ตารางที่ 4.2-7 ความเสี่ยงเชิงระบบและแนวทางแก้ไข (System-level Risks and Solutions)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
ความต่อเนื่องของนโยบายและการประสานงานระหว่างหน่วยงาน (Policy Continuity and Inter-agency Coordination)	- จัดตั้งคณะทำงานหลักถาวรระหว่างหน่วยงาน (Permanent Inter-agency Core Committee) เพื่อทำหน้าที่บูรณาการแผน กำกับการดำเนินมาตรการ และบริหารจัดการระบบ MRV ที่ใช้มาตรฐานเดียวกันทั่วทั้งภาคส่วน โดยคณะทำงานนี้จะทำงานต่อเนื่องไม่ว่ารัฐบาลใดจะเข้ามา - จัดทำกรอบนโยบายระยะยาว (Long-term Policy Framework) ที่มีความต่อเนื่องและได้รับการเห็นชอบจากทุกฝ่าย เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) และลดความไม่แน่นอนจากการเปลี่ยนแปลงรัฐบาล - พัฒนากลไกการติดตามและประเมินผล (Monitoring and Evaluation Mechanism) ที่โปร่งใสและมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน เพื่อให้สามารถปรับปรุงนโยบายได้อย่างทันท่วงทีและตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง
ข้อจำกัดด้านการเงินและการลงทุน (Financial and Investment Constraints)	- พัฒนามาตรการแรงจูงใจทางการเงิน (Financial Incentive) เช่น สิทธิประโยชน์ทางภาษี (Tax Incentive) และสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ (Low-interest Loan) เพื่อส่งเสริมการลงทุนจากภาคเอกชนและลดภาระงบประมาณภาครัฐ - ส่งเสริมกลไกการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public-Private Partnership: PPP) เพื่อกระจายความเสี่ยงทางการเงินและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการโครงการ

ตารางที่ 4.2-7 ความเสี่ยงเชิงระบบและแนวทางแก้ไข (System-level Risks and Solutions) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
	- จัดหาแหล่งเงินทุนทางเลือก (Alternative Funding) เช่น พันธบัตรสีเขียว (Green Bond) กองทุนสภาพภูมิอากาศ (Climate Fund) และกลไกเครดิตคาร์บอน (Carbon Credit Mechanism) เพื่อเพิ่มความหลากหลายของแหล่งเงินทุนและลดการพึ่งพางบประมาณแผ่นดิน - จัดสรรงบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient Budget Allocation) ตามลำดับความสำคัญของโครงการและศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สูงสุดจากงบประมาณที่จำกัด
ช่องว่างของข้อมูลและระบบตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ (Data Gap and MRV System)	- พัฒนาฐานข้อมูลดิจิทัลรวมศูนย์ (Centralized Digital Database) ที่ครอบคลุมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์และติดตามผล เช่น ข้อมูลระยะการเดินทางเฉลี่ย (Vehicle Kilometer Traveled: VKT) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumption) และปริมาณการขนส่งแต่ละประเภทและโหมดการขนส่ง - จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล (Digital Data Collection) ภายใต้ศูนย์กลางเดียว และเชื่อมโยงกับระบบวิเคราะห์เชิงแบบจำลอง (Modeling System) เช่น LEAP, eBUM หรือ Cube เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินผล - ทบทวนสมมติฐานและปรับปรุงข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ (Regular Data Update) เพื่อให้สะท้อนสถานการณ์จริง และเพิ่มความน่าเชื่อถือของการประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก - พัฒนาระบบ MRV กลาง (Centralized MRV System) ที่มีมาตรฐานเดียวกันเพื่อให้การรายงานผลการลดก๊าซมีความโปร่งใส (Transparency) และตรวจสอบได้ (Verifiable) ตามมาตรฐานสากล
ช่องว่างในการประสานงานระหว่างหน่วยงาน (Integration Gap among Organization)	- จัดตั้งคณะทำงานร่วมที่มีอำนาจในการตัดสินใจ (Decision-making Authority) เพื่อลดความซ้ำซ้อนและความล่าช้าในการประสานงาน โดยคณะทำงานควรมีผู้แทนจากหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง - กำหนดบทบาทและความรับผิดชอบที่ชัดเจน (Clear Role and Responsibility) ของแต่ละหน่วยงาน เพื่อหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนและช่องว่างในการดำเนินงาน - จัดประชุมติดตามความก้าวหน้าอย่างสม่ำเสมอ (Regular Progress Meeting) เช่น รายเดือนหรือรายไตรมาส เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล แก้ไขปัญหา และปรับแผนการดำเนินงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์ - พัฒนาระบบแดชบอร์ดติดตามผล (Performance Dashboard) ที่แสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์สำหรับทุกหน่วยงาน เพื่อให้สามารถติดตามความก้าวหน้าและระบุปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 4.2-7 ความเสี่ยงเชิงระบบและแนวทางแก้ไข (System-level Risks and Solutions) (ต่อ)

ประเด็นความเสี่ยง	แนวทางแก้ไข
ความเสี่ยงจากบริบทภายนอก (External Context Risks)	- จัดทำแผนบริหารความเสี่ยงและแผนฉุกเฉิน (Risk Management and Contingency Plan) เพื่อรับมือกับเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด เช่น ความผันผวนของเศรษฐกิจโลก (Global Economic Volatility) ราคาน้ำมันและวัตถุดิบที่ผันผวน หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Natural Disaster) - สร้างความหลากหลายของแหล่งวัตถุดิบและห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Diversification) เพื่อลดความเสี่ยงจากการพึ่งพาแหล่งเดียวและเพิ่มความมั่นคงด้านวัตถุดิบ - พัฒนาอุตสาหกรรมและการผลิตในประเทศ (Local Industry Development) เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าและสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ - เสริมสร้างความยืดหยุ่นของโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Resilience) ให้สามารถรับมือกับภัยพิบัติและฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว เช่น การออกแบบโครงสร้างที่ทนทานต่อน้ำท่วมและแผ่นดินไหว - จัดทำกลไกการเงินเพื่อรองรับความผันผวน (Financial Buffer Mechanism) เช่น กองทุนสำรองฉุกเฉิน (Emergency Reserve Fund) หรือประกันภัยความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (Disaster Risk Insurance) เพื่อลดผลกระทบทางการเงินจากเหตุการณ์ไม่คาดคิด

4.2.8 สรุป

การดำเนินการตามแผนการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (NDC) เพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) จำเป็นต้องอาศัยการจัดการความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ การประสานงานระหว่างหลายหน่วยงาน การลงทุนต่อเนื่องจากทั้งภาครัฐและเอกชน ความชัดเจนของเป้าหมาย มาตรฐาน และกลไกบังคับใช้ ตลอดจนการพัฒนาระบบตรวจวัด รายงาน และทวนสอบที่โปร่งใสและน่าเชื่อถือ

แนวทางแก้ไขที่นำเสนอในแต่ละมาตรการมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุ (Root Cause) โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง (Feasibility) ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Viability) และความยอมรับของสังคม (Social Acceptance) การดำเนินการอย่างต่อเนื่องและมีการติดตามประเมินผลอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคคมนาคมขนส่งได้อย่างยั่งยืน

สรุปความเสี่ยงและแนวทางแก้ไขของทั้ง 6 มาตรการหลัก ครอบคลุมตั้งแต่การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า การเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง การส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน โดยระบุระดับความเสี่ยง โอกาสเกิด ผลกระทบ ช่องว่างของข้อมูล และแนวทางการบรรเทาความเสี่ยงที่เป็นรูปธรรมสำหรับแต่ละมาตรการ แสดงดังตารางที่ 4.2-8

ตารางที่ 4.2-8 สรุปความเสี่ยงของการดำเนินการตามมาตรการ

มาตรการ	ความเสี่ยงหลัก	รายละเอียด	โอกาสเกิด	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง	ช่องว่างของข้อมูล	แนวทางการบรรเทาความเสี่ยง
1. การส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport)	ราคายังสูงกว่ายานยนต์ทั่วไป	ผู้บริโภคลังเลเพราะราคาและต้นทุนถือครอง	กลาง	สูง	M-H	ข้อมูลระยะทางและต้นทุนถือครองจริง	- ให้เงินอุดหนุนเป้าหมาย - จัดสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ - เก็บค่าธรรมเนียมรถปล่อยมลพิษสูง
	สถานีอัดประจุไม่เพียงพอ	หัวชาร์จไม่พอและระบบไฟฟ้ามีข้อจำกัด	กลาง	สูง	M-H	จำนวนหัวชาร์จและความต้องการไฟฟ้าสูงสุด	- กำหนดเป้าอัตราส่วนรถต่อหัวชาร์จ - ปรับอัตราค่าไฟตามช่วงเวลา
	ห่วงโซ่อุปทานผันผวน	ราคาวัตถุดิบแบตเตอรี่ไม่แน่นอน	กลาง	สูง	M-H	ต้นทุนแบตเตอรี่ตลอดอายุการใช้งาน	- พัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ - ส่งเสริมการใช้เซลล์
	ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่น	กังวลความทนทานและมูลค่าคงเหลือ	กลาง	สูง	M-H	ข้อมูลประสิทธิภาพแบตเตอรี่จริง	- กำหนดมาตรฐานรับประกัน - จัดแคมเปญให้ความรู้
	ความพร้อมของระบบไฟฟ้า	ระบบจ่ายไฟรองรับการชาร์จพร้อมกันไม่ได้	กลาง	สูง	M-H	ข้อมูลกำลังไฟฟ้าตามพื้นที่	ผ่อนปรนค่าความต้องการพลังงานสูงสุด
2. การเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement)	การบังคับใช้ไม่เข้มงวด	ภาษีและการตรวจสภาพไม่เข้มข้น	กลาง	สูง	M-H	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจริง	- ปรับโครงสร้างภาษีตามคาร์บอน - ตรวจสอบจริงบนถนน
	รถเก่าอยู่ในระบบมาก	อายุเฉลี่ยรถสูงกว่า 15 ปี	สูง	สูง	M-H	ฐานข้อมูลทะเบียนและไมล์สะสม	- จัดโครงการปลดระวางรถเก่า - ให้สินเชื่อพิเศษ
	คนขับรถมากขึ้นเมื่อประหยัด	รถประหยัดแต่ระยะทางเพิ่ม	กลาง	กลาง	M	ระยะทางวิ่งตามประเภทรถ	ใช้มาตรการจัดการความต้องการเดินทาง
	มาตรฐานไม่เข้มงวด	เป้าหมายการปล่อยไม่ชัดเจน	กลาง	สูง	M-H	ข้อมูลการปล่อยเฉลี่ยทั้งกลุ่ม	กำหนดเป้าแบบเฉลี่ยและค่าปรับ

ตารางที่ 4.2-8 สรุปความเสี่ยงของการดำเนินการตามมาตรการ (ต่อ)

มาตรการ	ความเสี่ยงหลัก	รายละเอียด	โอกาสเกิด	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง	ช่องว่างของข้อมูล	แนวทางการบรรเทาความเสี่ยง
3.	การตรวจสอบไม่ครอบคลุม	ไม่มีการตรวจวัดจริงบนถนน	สูง	กลาง	M-H	ข้อมูลการปล่อยมลพิษจริง	เชื่อมข้อมูลจากระบบตรวจสอบอัตโนมัติ
4. การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง (Urban Mobility)	โครงการระบบรางล่าช้า	รถไฟฟ้าสร้างไม่เสร็จตามกำหนด	สูง	สูง	H	ตารางก่อสร้างและจำนวนผู้โดยสาร	จัดบริการสำรองเช่นรถเมล์ด่วน
	พื้นที่รอบสถานีไม่พัฒนา	ผังเมืองไม่สนับสนุนการพัฒนา	สูง	สูง	H	ความหนาแน่นและการใช้ที่ดิน	ปรับอัตราส่วนพื้นที่จัดเก็บมูลค่าที่ดินเพิ่ม
	มาตรการจำกัดรถเจอด้าน	ค่าจอดและค่าผ่านทางถูกคัดค้าน	สูง	สูง	M-H	การยอมรับของสังคม	เริ่มจากโครงการนำร่อง ชดเชยกลุ่มเปราะบาง
	ระบบขนส่งยังไม่สะดวก	การเชื่อมต่อและข้อมูลไม่ดี	สูง	กลาง	M-H	ข้อมูลเวลารถมาถึงจริง	บูรณาการค่าโดยสาร ให้ข้อมูลเรียลไทม์
	เชื่อมต่อบ้าน-สถานีไม่ดี	ขาดระบบรับส่งและทางเท้า	สูง	กลาง	M	ระยะทางเดินเท้าสู่สถานี	- จัดรถรับส่งเล็ก - ส่งเสริมจักรยาน
5. การพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ระหว่างเมือง (Inter-urban Transport and Green Logistics)	ขนส่งทางรางยังน้อย	ผู้ประกอบการเลือกใช้ถนน	สูง	สูง	H	สัดส่วนบรรทุกและความเชื่อถือ	- ให้เงินอุดหนุนตามระยะทาง - จัดระบบจับคู่
	โครงการรถไฟล่าช้า	ก่อสร้างเกินงบและเวลา	สูง	สูง	H	ความก้าวหน้าจริงของโครงการ	- ใช้ความร่วมมือภาครัฐ-เอกชน - เปิดใช้เป็นช่วง
	ขาดข้อมูลโลจิสติกส์	ไม่ทราบเที่ยวเปล่าและการจัดการซ้ำ	สูง	กลาง	M	การสำรวจการขนส่งสินค้า	พัฒนาระบบดิจิทัลติดตาม
	ต้นทุนทางรางยังสูง	ราคาไม่แข่งขันกับถนน	กลาง	สูง	M-H	ต้นทุนการให้บริการจริง	- เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการ - สร้างเครือข่าย
	ประสานงานไม่ราบรื่น	หลายหน่วยงานทำงานไม่ลงตัว	กลาง	กลาง	M	ข้อมูลความคืบหน้าร่วม	- ตั้งคณะทำงานร่วม - กำหนดตัวชี้วัดชัด

ตารางที่ 4.2-8 สรุปความเสี่ยงของการดำเนินการตามมาตรการ (ต่อ)

มาตรการ	ความเสี่ยงหลัก	รายละเอียด	โอกาสเกิด	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง	ช่องว่างของข้อมูล	แนวทางการบรรเทาความเสี่ยง
6. การส่งเสริมพลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy for Transport)	ราคาสูงและหายาก	ไฮโดรเจนและเชื้อเพลิงการบินแพง	สูง	สูง	H	ต้นทุนการผลิตตลอดอายุ	- ขุดเจาะส่วนต่างราคา - วิจัยพัฒนา
	โครงสร้างพื้นฐานซ้ำ	สถานีเติมและมาตรฐานยังไม่พร้อม	สูง	สูง	H	ความพร้อมของสถานี	- จัดโครงการนำร่อง - กำหนดมาตรฐาน
	ภาคการบินไม่ยอมรับ	ต้นทุนสูงทำให้ตัวแพง	สูง	กลาง	M-H	ความต้องการของสายการบิน	- บังคับผสมเชื้อเพลิง - ให้เงินอุดหนุน
	วัตถุดิบจำกัดและผันผวน	แหล่งวัตถุดิบและราคาไม่แน่นอน	กลาง	สูง	M-H	ห่วงโซ่อุปทานวัตถุดิบ	- กระจายแหล่งวัตถุดิบ - ผลิตในประเทศ
	เทคโนโลยียังมีความเสี่ยง	เป็นเทคโนโลยีใหม่และยังไม่พิสูจน์	กลาง	สูง	M-H	ประสิทธิภาพเทคโนโลยีจริง	- ร่วมมือระหว่างประเทศ - รับประกันจากรัฐ
7. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและการสนับสนุน (Transport Infrastructure and Support)	ใช้เทคโนโลยีสีเขียวน้อย	ท่าเรือและสนามบินไม่ใช้ระบบสะอาด	กลาง	กลาง	M	การใช้ไฟฟ้าฝั่งท่าเรือ	- ปรับอัตราค่าไฟ - ให้ส่วนลดค่าธรรมเนียม
	มาตรฐานวัสดุไม่ชัด	ถนนไม่ใช้วัสดุรีไซเคิล	กลาง	กลาง	M	ข้อกำหนดวัสดุในโครงการ	- กำหนดมาตรฐานบังคับ - พัฒนาวิธีตรวจสอบ
	โครงการใหญ่ล่าช้า	เส้นทางวิ่งและท่าเรือก่อสร้างช้า	กลาง	สูง	M-H	ความก้าวหน้าโครงการ	- ใช้ภาคเอกชนร่วม - เปิดใช้เป็นช่วง
	ต้นทุนสูง	เทคโนโลยีสะอาดมีราคาแพง	สูง	กลาง	M	ต้นทุนการลงทุน	- ให้สิทธิทางภาษี - จัดสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ
	ขาดแรงจูงใจ	ไม่มีกฎบังคับและรางวัล	สูง	กลาง	M	ระดับการปฏิบัติตาม	- กำหนดมาตรฐานบังคับ - ให้การรับรอง

หมายเหตุ:

- ระดับความเสี่ยง: H = สูง (High), M-H = ปานกลาง-สูง (Medium-High), M = ปานกลาง (Medium)
- โอกาสเกิด/ผลกระทบ: สูง, กลาง, ต่ำ

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทบทวนผลการดำเนินงานของการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดครั้งแรกและการปรับปรุงครั้งที่สอง ร่วมกับการวิเคราะห์ฉากทัศน์ (Scenario Analysis) และการประเมินความเสี่ยงและความไม่แน่นอน (Risk Analysis) พบว่า การออกแบบและประเมินศักยภาพของมาตรการในภาคคมนาคมขนส่งมีความครบถ้วน เพียงตรง และตรวจสอบย้อนกลับได้ อีกทั้งยังสะท้อนถึงการวิเคราะห์เชิงระบบที่หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนของมาตรการ ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการกำหนดขอบเขตและแนวทางปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อบรรลุ Carbon Neutrality ปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และ Net Zero ปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) รวมถึงการประกาศนโยบายปรับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก Net Zero เร็วขึ้น 15 ปี จากเดิมปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) เป็นปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) อย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินยังยืนยันว่า มาตรการที่มีศักยภาพสูงโดยเฉพาะการใช้อยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification of Transport) และมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพยานยนต์ (Energy Efficiency Improvement) รวมถึงพลังงานทางเลือกในอนาคต (Future Energy) ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนอย่างจริงจัง รวมถึงการจัดให้มีเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์และมาตรการภาษีที่เหมาะสม เพื่อจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด ในขณะที่มาตรการด้านประสิทธิภาพพลังงาน การพัฒนาระบบขนส่งในเมือง และระบบโลจิสติกส์ระหว่างเมือง จำเป็นต้องอาศัยความต่อเนื่องของการลงทุนและการบูรณาการนโยบายและแผนงานด้านคมนาคมอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผลการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นไปตามที่คาดหวัง

ทั้งนี้ ผลการศึกษานี้ก็นำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญ ดังนี้

1. การจัดทำ Roadmap ภาคขนส่งมุ่งสู่ Carbon Neutrality และ Net Zero 2050 ให้บูรณาการ LT-LEDS, NDC และแผนพลังงานแห่งชาติให้เดินไปในทิศทางเดียวกัน พร้อมจัดตั้งคณะทำงานหลักถาวรระหว่างหน่วยงาน เพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนของมาตรการและกำกับระบบ MRV กลางที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

การวาง Roadmap ระดับชาติสำหรับภาคขนส่งต้องบูรณาการกรอบนโยบายหลักของประเทศ ได้แก่ LT-LEDS (Long-Term Low Emission Development Strategy), NDC (Nationally Determined Contribution) และ แผนพลังงานแห่งชาติ (National Energy Plan) ให้สอดคล้องกันทั้งเป้าหมายและวิธีการดำเนินงาน เพื่อให้ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีทิศทางเดียวกันในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง นอกจากนี้ ควรมีการจัดตั้ง “คณะทำงานหลักถาวรระหว่างหน่วยงาน (Inter-Agency Core Committee)” เพื่อทำหน้าที่บูรณาการแผน กำกับ การดำเนินมาตรการ และบริหารจัดการระบบ MRV กลาง (Measurement, Reporting and Verification) ที่ใช้มาตรฐานเดียวกันทั่วทั้งภาคส่วน เพื่อให้การรายงานผลการลดก๊าซมีความโปร่งใสและตรวจสอบได้

2. การพัฒนาฐานข้อมูลดิจิทัลรวมศูนย์ ให้ครอบคลุมข้อมูลกิจกรรมสำคัญ เช่น ระยะการเดินทางเฉลี่ยของยานยนต์ (VKT) การใช้เชื้อเพลิง การจดทะเบียน EV/SAF/H₂ และปัจจัยการปล่อย (Emission Factors) โดยมีการทบทวนและปรับปรุงสมมติฐานแบบจำลองอย่างสม่ำเสมอ

การวิเคราะห์และติดตามความก้าวหน้าด้านการลดก๊าซเรือนกระจกจำเป็นต้องมี ฐานข้อมูลกิจกรรมที่ครบถ้วนและเชื่อถือได้ โดยเฉพาะข้อมูลหลัก เช่น ระยะการเดินทางเฉลี่ยของยานยนต์ (Vehicle Kilometer Travelled: VKT) ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรายประเภท สัดส่วนการจดทะเบียนของเทคโนโลยีใหม่ (EV, SAF, Hydrogen Fuel) และ ปัจจัยการปล่อย CO₂ (Emission Factors) ที่อ้างอิงตามแนวทาง IPCC ข้อมูลเหล่านี้ควรจัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลภายใต้ศูนย์กลางเดียว เพื่อเชื่อมโยงกับระบบวิเคราะห์เชิงแบบจำลอง เช่น LEAP eBUM หรือ Cube และควรมี

การทบทวนสมมติฐานและปรับปรุงข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

3. การออกแบบมาตรการแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน เช่น BOI, Tax credit, Soft loan, Green bond และ PPP เพื่อดึงภาคเอกชนเข้ามาร่วมลงทุนในมาตรการหลัก โดยเฉพาะ Electrification และ Future Energy

การบรรลุเป้าหมาย Net Zero ต้องอาศัยการลงทุนขนาดใหญ่จากภาคเอกชน รัฐบาลจึงควรออกแบบ มาตรการแรงจูงใจที่เหมาะสม เช่น สิทธิประโยชน์ BOI, Tax Credit สำหรับผู้ประกอบการที่ลงทุนในเทคโนโลยีสะอาด Soft Loan หรือ Green Bond สำหรับโครงการลดคาร์บอน รวมถึงการใช้กลไกการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและ ภาคเอกชน Public-Private Partnership (PPP) เพื่อแบ่งปันความเสี่ยงและผลตอบแทน การสนับสนุนทางการเงิน เหล่านี้ควรเน้นในสองกลุ่มหลักคือ มาตรการยานยนต์ไฟฟ้า (Electrification) และ Future Energy (เช่น SAF และ Hydrogen) ที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงและยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนา

4. การเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางราง โดยใช้มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐาน กฎระเบียบ และแรงจูงใจ ทางเศรษฐศาสตร์ควบคู่กัน จำเป็นต้องมีการยกระดับระบบรางทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐาน การบริหารจัดการ และมาตรการสนับสนุนที่ครอบคลุม เนื่องจากการขนส่งทางรางเป็นมาตรการสำคัญที่ช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ฟอสซิล ลดต้นทุนโลจิสติกส์ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางรางเป็นมาตรการสำคัญในการขับเคลื่อนภาคคมนาคมขนส่งสู่เป้าหมาย Carbon Neutrality และ Net Zero เนื่องจากระบบรางมีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงกว่า ใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่า และปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการขนส่งต่ำกว่าระบบถนนอย่างมีนัยสำคัญ การขยายบทบาทของระบบราง จึงต้องเริ่มจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้มีความพร้อมเพียงพอ ทั้งการเร่งก่อสร้างรถไฟทางคู่ การยกระดับ ศักยภาพสถานีขนส่งสินค้า การพัฒนาศูนย์รวบรวม-กระจายสินค้า (Logistics Hubs และ ICDs) รวมถึง Spur line เชื่อมกับสถานีขนส่งสินค้าทางราง และการสร้างระบบขนส่งมวลชนในเมืองที่เชื่อมโยงด้วยบริการ Feeder เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางรูปแบบผสมผสาน (Seamless Mobility) ควบคู่กับการพัฒนาระบบสัญญาณ ความเร็ว และความปลอดภัยของขบวนรถไฟ เพื่อลดเวลาเดินทางและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบรางให้สามารถแข่งขัน กับถนนได้จริง

นอกจากนี้ การเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางรางจำเป็นต้องอาศัยมาตรการเชิงเศรษฐศาสตร์ควบคู่กับ การปรับปรุงกฎระเบียบเพื่อจูงใจให้ภาคเอกชนเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง เช่น การออกแบบโครงสร้างราคาและ ค่าระวางที่สะท้อนต้นทุนจริงและมีสิทธิประโยชน์ด้านภาษี การสนับสนุนการลงทุนด้านอุปกรณ์และเทคโนโลยีผ่าน BOI, Tax Credit, Soft Loan หรือ Green Bond รวมถึงการร่วมลงทุนรูปแบบ PPP สำหรับโครงสร้างพื้นฐานหลัก การบูรณาการระบบข้อมูลโลจิสติกส์ระหว่างถนน-ราง-ท่าเรือ การส่งเสริมการขนส่งรูปแบบผสมผสาน (Multimodal Transport) และการสร้างแรงจูงใจด้านสิ่งแวดล้อม เช่น Carbon Credit for Modal Shift จะช่วยเพิ่มความสามารถ ในการแข่งขันของระบบรางในห่วงโซ่อุปทาน และขยายปริมาณการขนส่งทางรางให้เติบโตได้อย่างยั่งยืน พร้อมทั้ง ขับเคลื่อนควบคู่กับการสื่อสารและการสร้างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้ใช้งาน ทั้งในภาคธุรกิจและภาคประชาชน ผ่านการประชาสัมพันธ์ การเผยแพร่ข้อมูล Carbon Footprint การสนับสนุนงานวิจัยด้านการพยากรณ์ความต้องการ เดินทาง และการพัฒนาชุมชนรอบสถานีรถไฟแบบ Transit-Oriented Development (TOD) เพื่อให้ระบบราง กลายเป็นรูปแบบหลักในการเดินทางและขนส่งสินค้าในระยะยาว การดำเนินมาตรการเหล่านี้อย่างบูรณาการจะช่วย เพิ่มบทบาทของระบบรางอย่างเป็นรูปธรรม ลดภาระของถนน ลดการใช้พลังงาน และทำให้ภาคคมนาคมขนส่งมีส่วน สำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ระบบคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

5. **การจัดลำดับความสำคัญโครงการ (Project Pipeline)** โดยใช้เกณฑ์ผลการลดก๊าซเรือนกระจกต่อต้นทุน (Cost per tCO₂e) และความพร้อมของโครงการ พร้อมเร่งจัดเก็บข้อมูลฐานสำหรับโครงการเสริมที่ยังไม่สามารถประเมินได้ เพื่อขยายศักยภาพการลดก๊าซในอนาคต

เพื่อให้การลงทุนในมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกเกิดประสิทธิผลสูงสุด ควรมีระบบประเมินและจัดลำดับความสำคัญของโครงการตามเกณฑ์ ต้นทุนต่อการลดก๊าซหนึ่งตัน (Cost per tCO₂e) ความพร้อมด้านเทคนิคและโครงสร้างพื้นฐาน และความสอดคล้องกับเป้าหมายระยะยาวของประเทศ การจัดทำ Project Pipeline จะช่วยให้รัฐบาลสามารถวางแผนงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพและชี้เป้าการสนับสนุนไปยังโครงการที่ให้ผลตอบแทนด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุด พร้อมทั้งควรเร่งจัดเก็บข้อมูลฐานของโครงการเสริม (Supporting Measures) ที่ยังไม่สามารถประเมินศักยภาพได้ เพื่อใช้ขยายขอบเขตการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

6. **การบูรณาการเครื่องมือเชิงวิเคราะห์** ควรเชื่อมโยงแบบจำลองพลังงาน คมนาคม และมลพิษเข้าด้วยกัน พร้อมทำการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) ของสมมติฐานหลัก เพื่อตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างยืดหยุ่น

การตัดสินใจเชิงนโยบายด้านพลังงานและคมนาคมควรอาศัยข้อมูลที่มาจากแบบจำลองที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ เช่น การเชื่อมโยงแบบจำลองพลังงาน (LEAP) เข้ากับแบบจำลองคมนาคม (Cube, eBUM) และแบบจำลองมลพิษ (GAINS หรือ MRV Platform) เพื่อให้สามารถประเมินผลกระทบในมิติต่าง ๆ ได้พร้อมกันทั้งด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ นอกจากนี้ ควรมีการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) เพื่อประเมินความอ่อนไหวของผลลัพธ์ต่อสมมติฐานหลัก เช่น ราคาพลังงาน อัตราการเจาะตลาด EV หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้ใช้นายพาหนะ เพื่อให้สามารถวางนโยบายที่ยืดหยุ่นและปรับตัวได้ตามสถานการณ์

7. **การสื่อสารและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย** ต้องมีกลไกการสื่อสารกับผู้ประกอบการขนส่งและโลจิสติกส์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาครัฐด้าน MRV เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีดิจิทัล

ภาคขนส่งเป็นภาคที่มีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมาก ตั้งแต่หน่วยงานกำกับดูแล ผู้ประกอบการโลจิสติกส์ ภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ จนถึงผู้บริโภคปลายทาง ดังนั้น การสร้างกลไกการสื่อสารและมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง (Continuous Stakeholder Engagement Mechanism) เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันในทิศทางนโยบาย การสร้างแรงจูงใจ และผลประโยชน์ร่วมระหว่างภาครัฐและเอกชน ควบคู่กับการพัฒนาศักยภาพบุคลากรของภาครัฐในด้าน MRV เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม การจัดทำแบบจำลองข้อมูล และเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้สามารถบริหารจัดการข้อมูล วิเคราะห์ผล และตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การดำเนินการตาม NDC ของภาคคมนาคมขนส่งจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ ก็ต่อเมื่อสามารถจัดการความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ใช้หลักการ “ไม่ซ้ำซ้อน” ของกิจกรรมเป็นหัวใจสำคัญ และสร้างความเชื่อมั่นในผลการลดก๊าซเรือนกระจกที่สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ระยะยาวของประเทศ

บรรณานุกรม

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.). (2566). *Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy (LT-LEDS): Revised Version*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.). (2565). *รายงานความก้าวหน้ารายสองปี ฉบับที่ 4 ของประเทศไทย (Fourth Biennial Update Report: BUR4)*. กรุงเทพฯ: สผ.

กระทรวงพลังงาน; สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2564). *สมมติฐานของแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP) – ฉบับเดือนสิงหาคม 2564*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน

กระทรวงพลังงาน; สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2565). *สมมติฐานของแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้า (PDP) – ฉบับเดือนมีนาคม 2565*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน

กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). *โครงการศึกษาผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าต่อการขับเคลื่อนนโยบายด้านน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.). (2566). *โครงการจัดทำแผนกลยุทธ์การนำไฮโดรเจนไปใช้ภาคพลังงาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). (2566). *แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ พ.ศ. 2564–2573 สาขาคมนาคมขนส่ง (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงคมนาคม

Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), Thailand. (2022). *Thailand's Second Updated Nationally Determined Contribution (NDC)*. Bangkok: MONRE/ONEP.

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP) & Thammasat University. (2022). *Modelled pathways and sectoral targets supporting Thailand's LT-LEDS and Net Zero 2065*. Bangkok: ONEP & TU.

Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University (SIIT-TU). (2022). *Energy and transport sector modelling inputs for Thailand's LT-LEDS and NDC analysis*. Pathum Thani: SIIT-TU.

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2566). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ “Strengthen Thailand's expertise to support long-term GHG mitigation planning in the transport sector”*. German International Cooperation (GIZ).

APEC Energy Research Centre. (2016). *APEC Energy Demand and Supply Outlook (6th ed.)*. Asia-Pacific Economic Cooperation.

Environmental Protection Agencies of Germany, Switzerland and Austria. *Handbook of Emission Factors for Road Transport (HBEFA)*.

EMISIA. COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport (COPERT).

Institute for Transport and Development Policy & Clean Air Initiative for Asian Cities.
Transport Emissions Evaluation Models for Projects (TEEMP).

Intergovernmental Panel on Climate Change. (1995). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2000). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.*

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

National Institute for Environmental Studies (NIES). Asia-Pacific Integrated Model (AIM). Japan.

Stockholm Environment Institute. Low Emissions Analysis Platform (LEAP). Sweden.

The Energy Technology Systems Analysis Programme of the International Energy Agency (IEA-ETSAP). TIMES/MARKAL.

UK Department of Energy and Climate Change. UK 2050 Calculator.

German International Cooperation (GIZ). (2021–2023). *Support to the revision and update of Thailand’s LT-LEDS and NDC under the UNFCCC framework.* Bangkok: GIZ Thailand.