การประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน
เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

นางสาวคุณชนก ปรีชาสถิตย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENTS IN ROAD TRANSPORTATION SECTOR FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION

Miss Khunchanok Preechasatit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนนเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
โดย	นางสาวคุณชนก ปรีชาสถิตย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร. วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ดร. วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวณิค)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. ชัยวัฒน์ มั่นเจริญ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คุณชนก ปรีชาสถิตย์ : การประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนนเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ENERGY TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENTS IN ROAD TRANSPORTATION SECTOR FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร. วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์, 128 หน้า.

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาความต้องการเทคโนโลยีพลังงานเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน โดยการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การศึกษานี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ในรูปแบบ Multi-Criteria Analysis (MCA) โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย เกณฑ์ด้านความพร้อม และด้านผลกระทบ และกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญในภาคขนส่งประเมินเพื่อให้คะแนนกับเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่สามารถประเมินได้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ประเด็น ประเด็นแรกคือการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ พบว่าความพร้อม 3 อันดับแรกที่ควรให้ความสำคัญ ได้แก่ ด้านนโยบาย โครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง ด้านการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และด้านต้นทุนและผลประโยชน์ ตามลำดับ สำหรับผลกระทบพบว่าด้านสิ่งแวดล้อมเป็นบริบทที่มีความสำคัญมากที่สุด ประเด็นที่สอง คือ วิเคราะห์ผลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญและจัดลำดับเทคโนโลยี/ทางเลือกที่มีผลกระทบสูง ทั้งในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่า 5 อันดับของเทคโนโลยี/ทางเลือกในภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่มีความพร้อมและผลกระทบสูง ได้แก่ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) ระบบตั๋วร่วม การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้าและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ และการวางผังเมือง ตามลำดับ สำหรับประเด็นที่สาม คือการนำเทคโนโลยี/ทางเลือกที่มีผลกระทบสูงมาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านความพร้อมโดยการวิเคราะห์ช่องว่าง (gap analysis) เพื่อนำไปสู่การกำหนดนโยบายและแผนเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5987112220 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS: TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENT (TNA) / ROAD TRANSPORTATION SECTOR / CLIMATE CHANGE MITIGATION

KHUNCHANOK PREECHASATIT: ENERGY TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENTS IN ROAD TRANSPORTATION SECTOR FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION. ADVISOR: WEERIN WANGJIRANIRAN, Ph.D., 128 pp.

The energy technology needs assessments for climate change mitigation in road transportation sector are studied in this paper by prioritizing suitable technologies for making policy recommendation about guidelines to supporting the energy technology in road transportation sector which can reduce greenhouse gases emission. In this research, the Multi-Criteria Analysis (MCA) was applied to prioritize the energy technologies/options by experts in the transportation sector and readiness and impact criteria are used in the evaluation. The expert assessment is divided into three issues. The first is the priority of the criteria. The top three priorities that should be addressed are existing policy infrastructure including regulation, infrastructure management and benefit and cost. For the impact side, the environment is the most important context. The second is analyzing the results of experts and ranking high-impact technologies/options in terms of economy, society and environment. The results show that the top five technologies/options in road transportation sector that high readiness and impact are mass rapid transit systems (road or rail based), common ticketing system, freight logistics improvement and Geographic Information System (GIS), freight modal shift (road to rail or water-borne) and urban planning respectively. In addition, the third is to analyze the results of experts and select only high-impact technologies/options to analyze gap readiness in order to make the suitable direction on policy and plan of the energy technology in the sector.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Energy Technology and Management	Student's Signature	.....
		Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2017		

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาชี้แนะแนวทางตลอดการวิจัย ฝึกฝนให้ผู้วิจัยรู้จักการคิด วิเคราะห์ และนำเสนอความคิดเห็น ตลอดจนการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นตลอดการดำเนินงานวิจัย จนสามารถเข้าใจในวิธีการดำเนินงานวิจัยที่ดีได้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ญาติพี่น้องและเพื่อนๆ ที่สนับสนุน ให้คำปรึกษา แบ่งเบาภาระและให้กำลังใจตลอดการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาที่กรุณาสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้ของผู้วิจัย ทั้งการให้คำปรึกษาและอนุญาตให้ผู้วิจัยได้แบ่งเวลามาใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาชี้แนะแนวทางและให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ทั้งต่องานวิจัยและต่อผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรสหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจแก่ผู้วิจัยจนสามารถดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งทั้ง 33 ท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านให้ข้อมูลผลการประเมินอันเป็นประโยชน์สูงยิ่งต่องานวิจัย ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยต่อการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของประเทศให้เป็นรูปธรรมและนำไปสู่การใช้งบประมาณของประเทศที่คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สุงสุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ
คำอธิบายอักษรย่อและหน่วยที่ใช้ ..... ฒ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย 5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
1.5 กรอบแนวคิดและสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย 7
1.6 แผนการศึกษาวิจัย 8
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 วิธีการวิเคราะห์ 9
2.2 การประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี (Technology Need Assessment, TNA) 17
2.3 ข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
2.5 การขนส่งและนโยบายที่เกี่ยวข้องของประเทศไทย 29
2.5.1 นิยามและรูปแบบการขนส่ง 29
2.5.2 นโยบายด้านขนส่งของประเทศไทย 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 40
3.1 รวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 40
3.2 กำหนดเกณฑ์และความหมายของคะแนน 42
3.3 การให้คะแนนเทคโนโลยีและค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง 46
3.3.1 เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง 46
3.3.2 ขั้นตอนการประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 47
3.3.3 การจัดทำแบบประเมินให้คะแนนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 48
3.4 วิธีการคำนวณ 51
3.4.1 คำนวณค่าความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ 51
3.4.2 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในแต่ละประเด็น 51
3.4.3 คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินในแต่ละประเด็นของแต่ละเทคโนโลยี 52
3.4.4 คำนวณคะแนนของแต่ละเทคโนโลยีในแต่ละประเด็น 53
3.4.5 ผลรวมคะแนนด้านความพร้อมในแต่ละเทคโนโลยี 53
3.5 การวิเคราะห์ผล 54
3.5.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับผู้ประเมิน 54
3.5.2 วิเคราะห์ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ 54
3.5.3 วิเคราะห์ผลเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 54
3.5.4 เปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยการวิเคราะห์ช่องว่าง (gap analysis) 55
3.5.5 วิเคราะห์ผลเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีในรูปแบบนโยบายต่างๆ 55
บทที่ 4 ผลการวิจัย 56
4.1 สรุปจำนวนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง 56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ 57
4.2.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อม 57
4.2.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบ 60
4.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 63
4.3.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านผลกระทบ 67
4.3.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านความพร้อม 68
4.4 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (gap analysis) 69
4.4.1 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง 69
4.4.2 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้า 70
4.4.3 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียน 71
4.4.4 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มบริหารจัดการ 72
4.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงในรูปแบบนโยบายต่างๆ 73
4.5.1 นโยบายมุ่งเน้นต้นทุนและผลประโยชน์ 73
4.5.2 นโยบายมุ่งเน้นการยอมรับจากสังคม 74
4.5.3 นโยบายมุ่งเน้นความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ 75
4.5.4 นโยบายมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ/ความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า 76
4.5.5 นโยบายมุ่งเน้นด้านสิ่งแวดล้อม 76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 78
5.1 ประเด็นความสำคัญของเกณฑ์ในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 78
5.2 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 79
5.2.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม 79
5.2.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.2.3 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 81
5.2.4 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้กับผลของประเทศอื่นๆ 82
5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (gap analysis)..... 83
บทที่ 6 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 85
6.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมและสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 85
รายการอ้างอิง 88
ภาคผนวก ก ข้อมูลทั่วไปของเทคโนโลยีพลังงาน/ทางเลือก ภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 94
ภาคผนวก ข แบบประเมินให้คะแนนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อดี ข้อเสีย ของวิธีการวิเคราะห์ทางเลือกในรูปแบบต่างๆ 11

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการคิดคะแนนและการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ 14

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างความหมายของคะแนนในแต่ละเกณฑ์ 15

ตารางที่ 2.4 เทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ..... 19

ตารางที่ 2.5 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยี/ทางเลือกในภาคขนส่ง จากงานวิจัย/รายงานที่สืบค้น 24

ตารางที่ 2.6 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานในภาคขนส่ง จากงานวิจัย/รายงานที่สืบค้น 27

ตารางที่ 2.7 ความถี่ของประเด็นเทคโนโลยี/ทางเลือก ของภาคขนส่งที่ปรากฏในรายงาน TNA ของประเทศต่างๆ 29

ตารางที่ 2.8 สรุปข้อดีข้อเสียของการขนส่งรูปแบบต่างๆ 31

ตารางที่ 3.1 เทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ 40

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินและความหมายของคะแนน 42

ตารางที่ 4.1 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และคะแนนของเทคโนโลยีที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ 65

ตารางที่ 4.2 สรุปสถานภาพด้านความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีภาคคมนาคมขนส่ง ทางถนน 67

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม 79

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ 81

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้กับผลของประเทศอื่นๆ.....82

ตารางที่ ก.1 เปรียบเทียบรถยนต์ไฮบริดและปลั๊กอินไฮบริด 95

ตารางที่ ก.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรถไฟฟ้าปลั๊กอิน 95

ตารางที่ ก.3 เปรียบเทียบเซลล์เชื้อเพลิงประเภทต่าง 107

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกรายสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2560 1

รูปที่ 1.2 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของภาคขนส่ง ปี พ.ศ.2536-2559 2

รูปที่ 1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยปี พ.ศ. 2556 3

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีจากรายงานของ สวทน. 14

รูปที่ 2.2 แนวทางพื้นฐานของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง 28

รูปที่ 2.3 มาตรการและเป้าหมายลดการใช้พลังงานของภาคขนส่ง 35

รูปที่ 2.4 ภาพรวมเป้าหมายการพัฒนาด้านขนส่งตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 37

รูปที่ 2.5 สรุปภาพรวมร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) 37

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน 48

รูปที่ 3.2 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 1 “ขั้นตอนการกรอกแบบประเมิน” 48

รูปที่ 3.3 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 2 “เลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้” 49

รูปที่ 3.4 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 3 “ให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์” 49

รูปที่ 3.5 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 4 “ให้คะแนนเทคโนโลยี” 50

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการแสดงผลแบบประเมินออนไลน์ 50

รูปที่ 4.1 สัดส่วนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งที่กรอกแบบประเมินแยกตามภาคส่วนต่างๆ 56

รูปที่ 4.2 สรุปจำนวนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งที่ประเมินผลในแต่ละเทคโนโลยี 57

รูปที่ 4.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อม 58

รูปที่ 4.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญสถาบันการศึกษา 59

รูปที่ 4.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญภาคเอกชน 59

รูปที่ 4.6 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญภาครัฐ 60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

รูปที่ 4.7 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบ 61
รูปที่ 4.8 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญ สถาบันการศึกษา 61
รูปที่ 4.9 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญภาคเอกชน 62
รูปที่ 4.10 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญภาครัฐ 63
รูปที่ 4.11 แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยี โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์เท่ากันทุกประเด็น 64
รูปที่ 4.12 แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยี โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด 66
รูปที่ 4.13 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านผลกระทบ 68
รูปที่ 4.14 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านความพร้อม .. 68
รูปที่ 4.15 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง 69
รูปที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้า 70
รูปที่ 4.17 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียน 71
รูปที่ 4.18 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มบริหารจัดการ 72
รูปที่ 4.19 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นต้นทุนและผลประโยชน์ 74
รูปที่ 4.20 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นการยอมรับจากสังคม 74
รูปที่ 4.21 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ 75
รูปที่ 4.22 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ/ความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า 76
รูปที่ 4.23 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นด้านสิ่งแวดล้อม 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม 80
รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ 81
รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบของ Diesel Particulate Filter (DPF)..... 99
รูปที่ ก.2 ผังเส้นทางรถไฟฟ้าของประเทศไทย 11 สาย 109
รูปที่ ก.3 แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2553-2572)..... 110
รูปที่ ก.4 ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure) 111
รูปที่ ก.5 ผังเมืองจังหวัดยะลา..... 115
รูปที่ ก.6 แผนการดำเนินงานระบบตั๋วร่วม ปี 2560..... 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำอธิบายอักษรย่อและหน่วยที่ใช้

อักษรย่อภาษาไทย

สผ.	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
สวทน.	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

อักษรย่อภาษาอังกฤษ

CBA	Cost/Benefit Analysis	วิธีการวิเคราะห์ต้นทุน/กำไร
CNG	Compressed Natural Gas	ก๊าซธรรมชาติอัด
COP	Conference of the Parties	การประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญา
DIS	Driver Information System	ระบบข้อมูลสารสนเทศของผู้ขับขี่
DMFC	Direct Methanol Fuel Cell	เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนสารเมทานอลโดยตรง
DPF	Diesel Particulate Filter	ตัวกรองอนุภาคดีเซล
EEP	Energy Efficiency Plan	แผนอนุรักษ์พลังงาน
ERP	Electronic Road Pricing	ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์
EV	Electric Vehicles	ยานยนต์ไฟฟ้า
GIS	Geographic Information System	ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
ICE	Internal Combustion Engine	เครื่องยนต์สันดาปภายใน
ITS	Intelligent Transport System	ระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ
LNG	Liquefied Natural Gas	ก๊าซธรรมชาติเหลว
LPG	Liquefied Petroleum Gas	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว
MCA	Multi-Criteria Analysis	วิธีการประเมินทางเลือกหลายเกณฑ์
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis	การวิเคราะห์การตัดสินใจหลายเกณฑ์
MCDM	Multi-Criteria Decision Making	การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์
NAMAs	Nationally Appropriate Mitigation Actions	การดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกตามความเหมาะสมของประเทศ
NDCs	Nationally Determined Contributions	การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนดขึ้นเกี่ยวกับเป้าหมายการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
NGV	Natural Gas for Vehicles	ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อักษรย่อภาษาอังกฤษ (ต่อ)

NMT	Non-Motorized Transport	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์
PEMFC	Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell	เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน
PHEV	Plugin Hybrid Electric Vehicle	รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด
RFC	Regenerative Fuel Cell	เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนกลับ
STDB	Science and Technology Infrastructure Database	ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
TAP	Technology Action Plan	แผนปฏิบัติการเทคโนโลยี
TNA	Technology Needs Assessments	การประเมินความต้องการเทคโนโลยี
TSE	Truck Stop Electrification	ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า
UNDP	United Nations Development Programme	โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ
UNEP	United Nations Environment Programme	โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

หน่วยที่ใช้

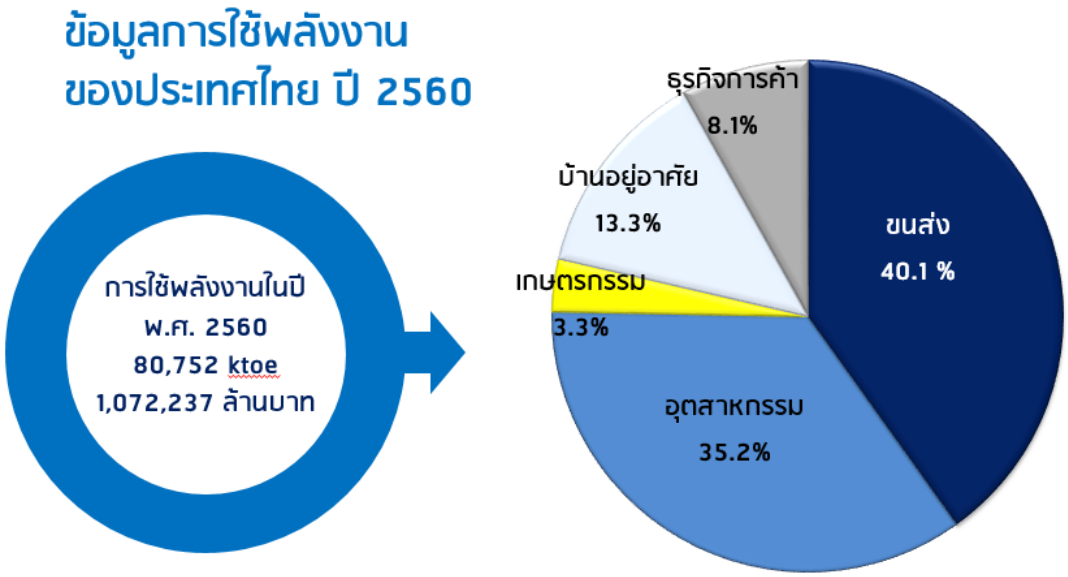
ktoe	kilotonne of oil equivalent	พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
$MtCO_2eq$	Million metric tons of CO_2 equivalent	ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

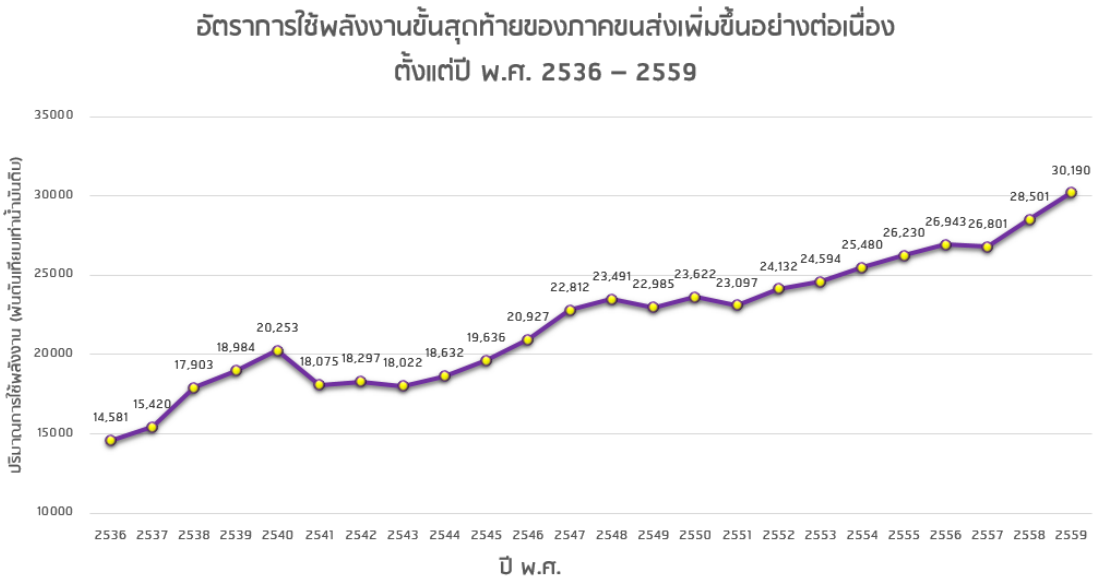
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศที่มีอัตราการใช้ที่สูงขึ้นเช่นเดียวกัน จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พบว่า ประเทศไทยมีการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2560 ปริมาณ 80,752 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 1.0 คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,072,237 ล้านบาท โดยจากข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ พบว่า ภาคขนส่ง เป็นภาคที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงสุด คือ ร้อยละ 40.1 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (ดังรูปที่ 1.1) [1] และมีอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 – 2559 (ดังรูปที่ 1.2) [2] ทั้งนี้ เพื่อลดการนำเข้าพลังงาน ประเทศไทยควรส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่มีประสิทธิภาพย่อมจะส่งผลให้การใช้พลังงานภาพรวมมีประสิทธิภาพตามไปด้วย

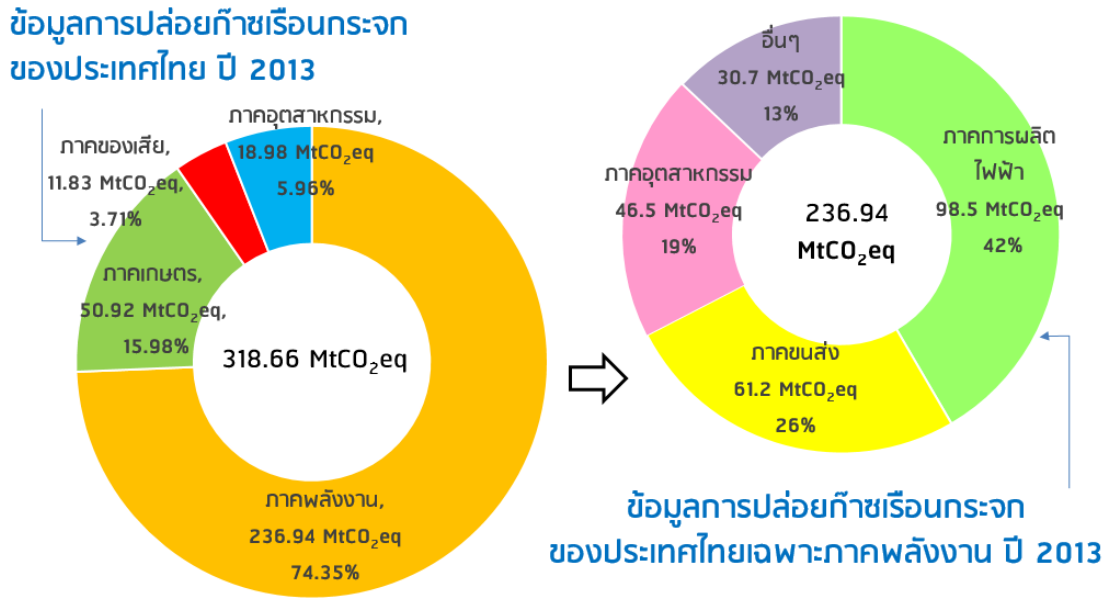


รูปที่ 1.1 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกรายสาขาเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2560



รูปที่ 1.2 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของภาคขนส่ง ปี พ.ศ.2536-2559

นอกจากนี้ ในประเด็นที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมาก นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลส่วนหนึ่งมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป กิจกรรมเหล่านี้ ได้แก่ การทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น นำไปสู่การเกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น จากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2556 ซึ่งรายงานโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) พบว่า ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปริมาณ 318.66 $MtCO_2eq$ (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีสัดส่วนที่สูงที่สุดในภาคพลังงาน คือ 236.94 $MtCO_2eq$ (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) หรือประมาณ 74.35% และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคพลังงาน พบว่าภาคขนส่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สูงถึง 61.2 MtCO2eq (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) หรือประมาณ 26% เป็นอันดับสองรองจากภาคการผลิตไฟฟ้า (ดังรูปที่ 1.3) [3]



รูปที่ 1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยปี พ.ศ. 2556

โดยเหตุข้างต้น จึงนำมาสู่อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change) หรือ อนุสัญญา UNFCCC เมื่อปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) ซึ่งมีประเทศทั่วโลกที่เป็นรัฐภาคีสมาชิกกว่า 196 ประเทศ และประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นรัฐภาคีอนุสัญญาเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 พร้อมทั้งส่งผู้แทนประเทศเข้าร่วมการประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาฯ (Conference of the Parties) หรือ COP มาโดยตลอด ทั้งนี้จากผลการประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 16 (COP 16) ที่เมืองแคนคูน ประเทศเม็กซิโก ได้นำมาสู่มติที่กำหนดให้ประเทศกำลังพัฒนาดำเนินงานลดก๊าซเรือนกระจกตามความเหมาะสมของประเทศ (Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMAs) ในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยได้รับการสนับสนุนทางเทคโนโลยี การเงินและการเสริมสร้างศักยภาพ ประเทศไทยจึงได้เสนอเป้าหมายที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งและภาคพลังงานให้ได้ร้อยละ 7-20 ภายในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) จากปริมาณที่ปล่อยในปี พ.ศ. 2548 ต่อที่ประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 20 (COP 20) ณ กรุงลิม่า ประเทศเปรู เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2557 ต่อมาที่ประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 21 (COP 21) ณ กรุงปารีส สาธารณรัฐฝรั่งเศส ได้รับรองความตกลงปารีส (Paris Agreement) เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2558 กำหนดให้แต่ละภาคีต้องจัดทำ แจ้ง และจัดให้มีการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally determined contributions: NDCs) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยได้เสนอ NDCs ในการประชุมสมัชชาสหประชาชาติ ครั้งที่ 70 ณ สหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ.2558 โดยประเทศไทยจะดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคส่วน (Economy

Wide) ร้อยละ 20-25 ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) [4] ดังนั้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายฯ ดังกล่าว ประเทศไทยจึงได้จัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 (Energy Efficiency Plan; EEP 2015) โดยกระทรวงพลังงานได้จัดทำยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนแผนสู่การปฏิบัติ ใน 4 กลุ่มสาขาเศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ อาคารของรัฐ ภาคบ้านอยู่อาศัย และภาคขนส่ง โดยแบ่งเป็น กลยุทธ์ภาคบังคับ กลยุทธ์ภาคความร่วมมือ และกลยุทธ์สนับสนุน รวมทั้งสิ้น 10 มาตรการ [5]

นอกจากนี้ ในประเด็นของการบรรลุเป้าหมายเรื่องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environment Facility) และ โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) ได้สนับสนุนโครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยี (Technology Needs Assessments) หรือ TNA เพื่อสนับสนุนให้ประเทศที่ถูกคัดเลือกเข้าร่วมโครงการได้พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน่วยประสานงานกลางของประเทศไทยกับฝ่ายเลขานุการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) จึงได้สนับสนุนให้ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ดำเนินโครงการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยีและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี รวมทั้งจัดทำแผนปฏิบัติการเทคโนโลยี (Technology Action Plan: TAP) ใน 4 รายสาขา ได้แก่ การเกษตร การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ แบบจำลอง และพลังงาน ซึ่งโครงการดังกล่าวได้ดำเนินการเสร็จสิ้นและจัดทำเป็นรายงานเรื่อง Thailand Technology Needs Assessments Report for Climate Change Mitigation เสนอต่อ UNFCCC ในนามของประเทศไทย เรียบร้อยแล้วเมื่อเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2555 [6]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการกำหนดนโยบายด้านพลังงาน การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีต่างๆ อาจยังไม่เป็นรูปธรรมชัดเจน เนื่องจากยังขาดความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างหน่วยงาน ผู้ที่เกี่ยวข้อง หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกภาคส่วน ซึ่งหากสามารถรวบรวมข้อมูลจากมุมมองหลายๆมิติ ก็จะสามารถนำไปสู่การกำหนดทิศทางที่เหมาะสมในด้านการกำหนดนโยบายที่เป็นรูปธรรมและเกิดประโยชน์สูงสุดได้ ดังนั้น เพื่อให้การกำหนดนโยบายด้านพลังงานเป็นไปอย่างมีทิศทางและเหมาะสมกับบริบทของประเทศ รวมทั้งเพื่อต่อยอดจากรายงานของประเทศไทยที่เสนอต่อ UNFCCC เมื่อปี พ.ศ. 2555 งานวิจัยเรื่องนี้จึงทำการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยมุ่งเน้นเฉพาะภาคคมนาคมขนส่งทางถนน โดยการกำหนดเทคโนโลยี และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินให้ครอบคลุมในหลายๆบริบท

พิจารณาเปรียบเทียบเกณฑ์ความพร้อม (readiness) ด้านนโยบาย กฎระเบียบข้อบังคับ การสนับสนุนด้านการเงิน ต้นทุนและผลประโยชน์ การยอมรับจากสังคม ทรัพยากรผู้เชี่ยวชาญ ฐานข้อมูลเทคโนโลยี แนวโน้มระยะสั้น การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ความเป็นไปได้ในการผลิตตลอดจนสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีทั้งภายในและภายนอกประเทศ กับเกณฑ์ผลกระทบในมิติต่างๆ (impact) ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน เพื่อนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสนับสนุนการจัดทำรายงาน TNA ในภาพรวมของประเทศไทยฉบับต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาจากความพร้อมและผลกระทบในด้านต่างๆ

1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1.3.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินเทคโนโลยี อ้างอิงจากเอกสาร Thailand Technology Needs Assessments Report for Climate Change Mitigation ของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) [6] และเพิ่มเติมบางประเด็น ประกอบด้วย 2 เกณฑ์หลัก คือ

(1) ความพร้อม (readiness) ซึ่งประกอบด้วย 11 ประเด็น ได้แก่ นโยบาย โครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง การสนับสนุนด้านการเงิน ต้นทุนและผลประโยชน์ การยอมรับจากสังคม และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทรัพยากรบุคคล/ ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง ฐานข้อมูลเทคโนโลยี แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ ตลอดจนสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย และสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

(2) ผลกระทบในมิติต่างๆ (impact) ซึ่งประกอบด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า ด้านสังคม (การจ้างงาน/กระจายรายได้/ เที่ยงธรรม) ด้านสิ่งแวดล้อม (มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ) และการประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3.2 จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน โดยใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA)

1.3.3 เทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อ้างอิงจากเอกสาร Handbook for conducting Technology Needs Assessment for Climate Change ของโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Programme – UNDP) และ ฝ่ายเลขานุการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) จำนวน 19 รายการ [7] และอ้างอิงจากแผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม จำนวน 2 รายการ [8] รวมจำนวนเทคโนโลยีที่ใช้ในการประเมิน 21 รายการ

1.3.4 เทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ครอบคลุมการขนส่งทางถนน 2 ประเภท คือ

(1) การขนส่งผู้โดยสาร (Passenger Transport) ได้แก่ รถยนต์ รถประจำทาง ระบบขนส่งสาธารณะ รถไฟและราง รถจักรยาน รถสามล้อ เป็นต้น

(2) การขนส่งสินค้า (Freight) ได้แก่ รถบรรทุก การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง เป็นต้น

1.3.5 กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้เกี่ยวข้อง ในด้านเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง จำนวนอย่างน้อย 30 คน (เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายที่มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนได้อย่างมีคุณภาพ มีจำนวนจำกัด)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนนเมื่อพิจารณาทั้งในเชิงความพร้อมและผลกระทบ

1.4.2 ได้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1.5 กรอบแนวคิดและสรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

1.6 แผนการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ศึกษา รวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ■ ด้านเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งในและต่างประเทศ ■ วิธีการและเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน									
2. เก็บข้อมูลและรวบรวมผลจากกลุ่มเป้าหมาย ■ จัดทำแบบประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ■ กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญของภาคขนส่ง จำนวนอย่างน้อย 30 คน จัดทำแบบประเมิน									
3. วิเคราะห์และประเมินผล ■ จัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ ■ จัดทำแผนภาพกรณีศึกษาการประเมินความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีภาคคมนาคมขนส่งทางถนน (Scenario analysis) ■ จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ■ เปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (gap analysis) ■ จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงในรูปแบบนโยบายต่างๆ									
4. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ									
5. จัดทำรูปเล่มและสอบวิทยานิพนธ์									

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้เป็นการรวบรวม แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความต้องการทางเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง โดยผู้วิจัยจะทำการรวบรวมข้อมูลของวิธีการวิเคราะห์ในรูปแบบต่างๆ นิยามและความหมายของการประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ตลอดจนนิยามและนโยบายเกี่ยวกับภาคขนส่งในประเทศไทย เพื่อสรุปขอบเขตของงานวิจัยนี้และเหตุผลความจำเป็นในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัย

2.1 วิธีการวิเคราะห์

จากข้อมูลเอกสารการประเมินสิ่งแวดล้อมระดับยุทธศาสตร์ (Strategic Environmental Assessment: SEA) ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) [9] ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลวิธีการวิเคราะห์ในรูปแบบต่างๆ รวมถึงข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธีการวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ โดยมีรายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ที่รวบรวมได้ ดังต่อไปนี้

2.1.1 Matrices of Impacts and Conflicts or Synergies

เป็นวิธีการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเป้าหมายที่อาจจะส่งผลแตกต่างกันในหลายๆมิติ โดยการแสดงผลในรูปแบบของค่าคะแนนหรือเชิงสัญลักษณ์ เช่น สี ขนาดของสัญลักษณ์ เป็นต้น และนำมาสรุปผลเพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบทางเลือกที่เหมาะสมจากการรวมผลรวมของค่าคะแนนทั้งในแนวตั้งและแนวนอนของตารางการประเมินผล

ข้อดี : สามารถใช้ในการบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมแต่ละเรื่อง และใช้ในการพัฒนาและเปรียบเทียบทางเลือกที่เหมาะสม

ข้อเสีย : เนื่องจากส่วนใหญ่นิยมใช้ในการระบุผลกระทบทางตรง อาจทำให้เกิดการมองข้ามผลกระทบทางอ้อมหรือผลกระทบที่ไม่ก่อให้เกิดความรุนแรงมากนักได้

2.1.2 Cost/Benefit Analysis (CBA)

เป็นวิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน กำไร และผลลัพธ์ของกิจกรรม ในรูปแบบของตัวเงินโดยกำหนดเป้าหมายในการเลือกกิจกรรมที่ทำกำไรสูงสุดในขณะที่มีต้นทุนต่ำสุด ทำให้สามารถใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบทางเลือกที่เหมาะสมได้โดยง่าย

ข้อดี : เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลในลักษณะของตัวเงิน ทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม

ข้อเสีย : เนื่องจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นเพียงผู้ให้ข้อมูล แต่การคำนวณหลักๆต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางเศรษฐศาสตร์ อาจทำให้ผลที่ได้ไม่ใช่ทางเลือกที่เหมาะสมอย่างแท้จริง

2.1.3 Trend Analysis and Extrapolation

เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคต จากการดูแนวโน้มที่เกิดขึ้นในอดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่สามารถคาดการณ์ไปจนถึงจุดยุติของแนวโน้มนั้นๆได้ โดยมากวิธีการวิเคราะห์นี้จะใช้คาดการณ์แนวโน้มในระยะสั้น โดยที่ระยะยาวจะใช้วิธีการจัดทำแบบจำลอง เมื่อจัดทำแนวโน้มเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำผลมาใช้พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมต่อไป

ข้อดี : ข้อมูลการคาดการณ์ที่ได้จะใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงในกรณีที่มีการเก็บข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและระยะยาว

ข้อเสีย : เนื่องจากต้องเก็บข้อมูลระยะยาว เมื่อขาดข้อมูลที่มีความจำเป็นในการวิเคราะห์จะส่งผลให้การคาดการณ์ที่ได้มีความผิดพลาด

2.1.4 Collective Expert Judgment – Delphi Technique

วิธีการวิเคราะห์นี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

Collective Expert Judgment เป็นการรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาจเก็บข้อมูลในรูปแบบของการสัมภาษณ์ การเก็บแบบสอบถาม เป็นต้น

Delphi Technique เป็นวิธีการตัดสินใจโดยที่ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ สามารถตัดสินใจได้โดยอิสระ เนื่องจากไม่ต้องพบหน้ากันโดยตรง

ข้อดี : สามารถรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากได้ เนื่องจากไม่ต้องพบหน้ากันโดยตรง ขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน และได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงสูงมากในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินมีความรู้ความเข้าใจในด้านนั้นๆอย่างแท้จริง

ข้อเสีย : หากคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญได้ไม่ตรงกับความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญท่านนั้นๆ อย่างแท้จริง ข้อมูลที่ได้จะมีความคาดเคลื่อน นอกจากนี้อาจจะไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม

2.1.5 Multi-Criteria Analysis (MCA)

Multi-Criteria Analysis (MCA) เป็นวิธีการประเมินผลกระทบของทางเลือกจากเกณฑ์หลายเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์เหล่านั้นอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกันแต่อย่างใด แต่สามารถรวมมาอยู่ในการ

ประเมินชุดเดียวกันได้ และทำให้ได้มาซึ่งทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุดจากการเปรียบเทียบทางเลือกโดยการจัดอันดับค่าคะแนน

ข้อดี : สามารถใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกันในการประเมินทางเลือกได้ซึ่งไม่ได้อยู่ในกระบวนการตัดสินใจตามปกติ อีกทั้งยังสามารถรวบรวมทัศนคติของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาคส่วนที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะสามารถทำให้เกิดการสื่อสารไปสู่สังคมได้โดยง่าย

ข้อเสีย : เนื่องจากวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของกลุ่มบุคคลที่ถูกเลือกมาให้ทำการประเมิน จึงอาจทำให้ผลที่ได้ถูกปรับเปลี่ยนโดยผู้ที่ควบคุมการประเมิน ในขั้นตอนของการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญมาทำการประเมิน

ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบหลักการ ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อดี ข้อเสีย ของวิธีการวิเคราะห์ทางเลือกในรูปแบบต่างๆ [9]

วิธีวิเคราะห์	หลักการ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Matrices of Impacts and Conflicts or Synergies	มุ่งเน้นการนำเสนอผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม และความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกันระหว่างวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหรือกิจกรรมการพัฒนาต่างๆ	ช่วยบ่งชี้ผลกระทบ และความสัมพันธ์เชื่อมโยงของผลกระทบได้อย่างครบถ้วน	■ เทคนิคนี้มักใช้ได้กับการนำเสนอผลกระทบเท่านั้น ■ การวิเคราะห์ข้อมูลซับซ้อน เนื่องจากต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์และกิจกรรมทั้งหมด ทำให้เสียเวลา
2. Cost/ Benefit Analysis (CBA)	เปรียบเทียบต้นทุนกับผลลัพธ์ของกิจกรรมให้อยู่ในรูปของตัวเงิน เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยพิจารณาจากต้นทุนและผลประโยชน์	การตัดสินใจด้วยเทคนิคนี้ช่วยให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เห็นถึงความคุ้มค่า และผลประโยชน์ทางการเงินจากทางเลือกแต่ละทาง	■ การวิเคราะห์ข้อมูลต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางเศรษฐศาสตร์ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นเพียงผู้ให้ข้อมูล ■ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นเพียงการคาดการณ์
3. Trend Analysis and Extrapolation	ใช้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคต จากการดูแนวโน้มที่เกิดขึ้นในอดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่สามารถคาดการณ์ไปจนถึงจุดยุติของแนวโน้มนั้นๆ ได้	■ ข้อมูลการคาดการณ์ที่ได้จะใกล้เคียงกับข้อเท็จจริง ในกรณีที่มีการเก็บข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและระยะยาว ■ เหมาะสมกับการคาดการณ์แนวโน้มในระยะสั้น	■ เนื่องจากต้องเก็บข้อมูลระยะยาว เมื่อขาดข้อมูลที่มีความจำเป็นในการวิเคราะห์จะส่งผลให้การคาดการณ์ที่ได้มีความผิดพลาด ■ การคาดการณ์แนวโน้มระยะยาวจะนิยมใช้วิธีการจัดทำแบบจำลองมากกว่า

วิธีวิเคราะห์	หลักการ	ข้อดี	ข้อเสีย
4. Collective Expert Judgment – Delphi Technique	Collective Expert Judgment เป็นการรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาจเก็บข้อมูลในรูปแบบของการสัมภาษณ์ การเก็บแบบสอบถาม เป็นต้น Delphi Technique เป็นวิธีการตัดสินใจโดยที่ผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ สามารถตัดสินใจได้โดยอิสระ เนื่องจากไม่ต้องพบหน้ากันโดยตรง	สามารถรวบรวมข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากได้ เนื่องจากไม่ต้องพบหน้ากันโดยตรง ขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน และได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงสูงมากในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินมีความรู้ความเข้าใจในด้านนั้นๆ อย่างแท้จริง	หากคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญได้ไม่ตรงกับความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญนั้นๆ อย่างแท้จริง ข้อมูลที่ได้จะมีความคาดเคลื่อน นอกจากนี้อาจจะไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถาม
5. Multi-Criteria Analysis (MCA)	เป็นวิธีการประเมินผลกระทบของทางเลือกจากเกณฑ์หลายเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์เหล่านั้นอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกันแต่อย่างใด แต่สามารถรวมมาอยู่ในการประเมินชุดเดียวกันได้ และทำให้ได้มาซึ่งทางเลือกที่เป็นไปได้มากที่สุดจากการเปรียบเทียบทางเลือก โดยการจัดอันดับค่าคะแนน	สามารถใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกันในการประเมินทางเลือกได้ซึ่งไม่ได้อยู่ภายใต้กระบวนการตัดสินใจตามปกติ อีกทั้งยังสามารถรวบรวมทัศนคติของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาคส่วนที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะสามารถทำให้เกิดการสื่อสารไปสู่สังคมได้โดยง่าย	เนื่องจากวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของกลุ่มบุคคลที่ถูกคัดเลือกมาให้ทำการประเมิน จึงอาจทำให้ผลที่ได้ถูกปรับเปลี่ยนโดยผู้ที่ควบคุมการประเมิน ในขั้นตอนของการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญมาทำการประเมิน

จากข้อมูลวิธีการวิเคราะห์ที่รวบรวมได้ข้างต้น งานวิจัยเรื่องนี้จึงได้เลือกทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ด้านความพร้อม (readiness) และผลกระทบในมิติต่างๆ (impact) โดยใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA) เนื่องจากมีความเหมาะสมกับบริบทของงานวิจัย ที่จะต้องพิจารณาทางเลือกที่มีหลากหลายเกณฑ์มาอยู่ในชุดการประเมินเดียวกัน โดยมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(1) กำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมิน และให้ค่าน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละเกณฑ์

การกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมิน จะต้องไม่ซ้ำซ้อนกัน สามารถวัดได้ และจะต้องมีวัตถุประสงค์ หรือผลกระทบที่เกี่ยวเนื่องกับทางเลือกที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ในการประเมินอ้างอิงจากเอกสาร Thailand Technology Needs Assessments Report for Climate Change Mitigation ของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) [6] เนื่องจากเป็นบริบทที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยเพิ่มเติมในบางประเด็นด้วยการรวบรวมข้อมูลเกณฑ์ต่างๆที่ต่างประเทศใช้ในการประเมิน สำหรับในส่วนของค่าน้ำหนักที่ให้ในแต่ละเกณฑ์ได้มาจากการกำหนดค่าน้ำหนักของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง กับเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่งานวิจัยนี้กำหนด ทั้งนี้จากการศึกษารายงานวิจัยของ สวทน. ได้ทำการประเมินโดยแบ่งเกณฑ์หลักๆ ออกเป็น 2 กลุ่ม และกำหนดเกณฑ์ในการคำนวณคะแนนไว้ดังนี้

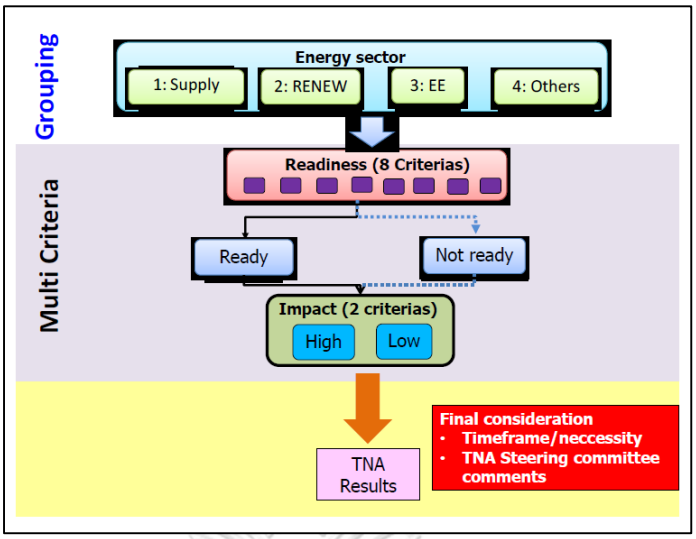
1) ความพร้อมของเทคโนโลยี

ความพร้อมของเทคโนโลยีประกอบด้วย 8 ประเด็น โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งในแต่ละประเด็นจะมีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน โดยการกำหนดค่าน้ำหนักรวมที่ 1.0 และจะทำการประเมินเกณฑ์ด้านความพร้อมของทางเลือกเทคโนโลยีทั้งหมดก่อนแล้วจึงมาคิดผลคะแนน จากนั้นจะคัดเลือกเฉพาะเทคโนโลยีที่ได้รับคะแนนมากกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 ในการนำไปประเมินเกณฑ์ด้านผลกระทบต่อไป รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.2 และ 2.3

2) ผลกระทบ

ผลกระทบประกอบด้วย 2 ประเด็น โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งในแต่ละประเด็นกำหนดค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.5 เท่ากัน จากนั้นจะคัดเลือกเฉพาะเทคโนโลยีที่ได้รับคะแนนรวมทั้งด้านความพร้อมและผลกระทบมากกว่า 8.5 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ให้ถือว่าเป็นเทคโนโลยีพลังงานที่มีความสำคัญสูงในภาคขนส่ง และนำไปวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการ (Technology Action Plan, TAP) ต่อไป รายละเอียดดังรูปที่ 2.1

ตัวอย่างการคิดคะแนนและการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ แสดงรายละเอียดดังตาราง 2.2



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีจากรายงานของ สวทน.
(ที่มา สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2555)

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการคิดคะแนนและการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์

เกณฑ์	(ก) คะแนนเต็มในการประเมิน	(ข) ค่าน้ำหนัก	(ก) x (ข)
1. ความพร้อมของเทคโนโลยี			
1.1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง	5	0.1	0.5
1.2 ต้นทุนและผลประโยชน์	5	0.1	0.5
1.3 แนวโน้มระยะสั้น	5	0.1	0.5
1.4 การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน	5	0.1	0.5
1.5 ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ	5	0.2	1
1.6 การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	5	0.2	1
1.7 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย	5	0.1	0.5
1.8 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว	5	0.1	0.5
		คะแนนรวมด้านความพร้อม	**5**
2. ผลกระทบ			
2.1 ผลกระทบอื่นๆ อาทิ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม	5	0.5	2.5
2.2 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี	5	0.5	2.5
		คะแนนรวมด้านผลกระทบ	**5**
		คะแนนรวมด้านความพร้อมและผลกระทบ	**10**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(2) วิเคราะห์ทางเลือกโดยการให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับแต่ละเกณฑ์หรือแต่ละทางเลือก

ในขั้นตอนนี้จะทำการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง หรือเกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน และทำการสัมภาษณ์พร้อมทั้งขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นและให้คะแนนโดยตรงในเทคโนโลยี/ทางเลือก ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถให้คะแนนได้ ซึ่งในแต่ละเกณฑ์จะมีคะแนนเต็ม 5 คะแนนและกำหนดคำจำกัดความของความหมายในแต่ละคะแนนของแต่ละเกณฑ์ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างความหมายของคะแนนในแต่ละเกณฑ์

คะแนน	เกณฑ์
1.1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง	
5	มีการสนับสนุนด้านนโยบาย งบประมาณ และกฎระเบียบ
4	มีการสนับสนุนด้านนโยบาย งบประมาณ หรือกฎระเบียบ
3	มีการสนับสนุนด้านนโยบายทางตรง แต่ไม่มีงบประมาณสนับสนุน
2	มีการสนับสนุนด้านนโยบายทางอ้อม
1	ไม่มีนโยบายสนับสนุน
1.2 ต้นทุนและผลประโยชน์	
5	เทคโนโลยีมีผลตอบแทนสูงมากในการลงทุนโดยปราศจากกลไกใดๆ
4	เทคโนโลยีมีผลตอบแทนสูงมากในการลงทุนด้วยกลไกบางอย่าง
3	เทคโนโลยีมีผลตอบแทนการลงทุนในทุกระดับด้วยกลไกบางอย่าง
2	เทคโนโลยีไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในบางระดับ
1	เทคโนโลยีไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในทุกระดับ
1.3 แนวโน้มระยะสั้น	
5	มีแนวโน้ม/ความเป็นไปได้สูงมากในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในประเทศไทยภายใน 5 ปีข้างหน้า
4	มีแนวโน้ม/ความเป็นไปได้สูงในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในประเทศไทยภายใน 5 ปีข้างหน้า
3	มีแนวโน้ม/ความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในประเทศไทยภายใน 5 ปีข้างหน้า
2	มีแนวโน้ม/ความเป็นไปได้ต่ำในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในประเทศไทยภายใน 5 ปีข้างหน้า
1	ไม่มีแนวโน้ม/ความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในประเทศไทยภายใน 5 ปีข้างหน้า
1.4 การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน	
5	มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดการที่ดีมากที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีนี้อย่างเป็นระบบ
4	มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดการที่ดีที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีนี้
3	มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดการที่ดีปานกลางที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คะแนน	เกณฑ์
2	มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดการที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีนี้บ้าง
1	ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานการจัดการที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีนี้
1.5 ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ	
5	มีความเป็นไปได้สูงมากในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ
4	มีความเป็นไปได้สูงในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ
3	มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ
2	มีความเป็นไปได้ต่ำในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ
1	ไม่มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ
1.6 การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	
5	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในทุกภาคส่วนให้การยอมรับในเทคโนโลยีนี้
4	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาครัฐและท้องถิ่นให้การยอมรับในเทคโนโลยีนี้
3	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาครัฐและภาคประชาชนให้การยอมรับในเทคโนโลยีนี้
2	มีเพียงภาครัฐเท่านั้นที่ให้การยอมรับในเทคโนโลยีนี้
1	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในทุกภาคส่วนไม่ให้การยอมรับในเทคโนโลยีนี้
1.7 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย	
5	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยอยู่ในระยะเริ่มต้น
4	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยกระจายอยู่ในพื้นที่จำกัดที่มีปัญหา
3	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยกระจายอยู่ในพื้นที่จำกัด
2	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยกระจายอยู่ทั่วทุกภาคส่วน
1	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยแพร่กระจายอย่างรวดเร็วในทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
1.8 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว	
5	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้แพร่กระจายอย่างรวดเร็วในทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งหมด
4	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้แพร่กระจายในทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในประเทศที่พัฒนาแล้วบางประเทศ
3	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้แพร่กระจายในพื้นที่จำกัดในประเทศที่พัฒนาแล้วบางประเทศ
2	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้แพร่กระจายในพื้นที่จำกัดในประเทศที่พัฒนาแล้วบางประเทศ
1	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศที่พัฒนาแล้วอยู่ในระยะเริ่มต้น
2.1 ผลกระทบอื่นๆ อาทิ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม	
5	มีการเพิ่มขึ้นของผลกระทบทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาลโดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4	มีการเพิ่มขึ้นของผลกระทบทางเศรษฐกิจโดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3	มีการเพิ่มขึ้นของผลกระทบทางเศรษฐกิจโดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย
2	ไม่มีผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม
1	มีผลกระทบเชิงลบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

คะแนน	เกณฑ์
2.2 การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี	
5	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมาก
4	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ
3	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้
2	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับต่ำ
1	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับที่ต่ำมาก

(3) คำนวณผลลัพธ์โดยการนำคะแนนของทางเลือกมาคูณด้วยค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ที่กำหนดไว้และนำผลลัพธ์ของทางเลือกทั้งหมดมาเปรียบเทียบและอภิปราย

คำนวณผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกที่มีความสำคัญ และนำไปอภิปรายผลต่อไป

2.2 การประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี (Technology Need Assessment, TNA)

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้มีการกล่าวถึง Technology Need Assessment (TNA) ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอนิยามของ TNA ตามที่สืบค้นข้อมูลจากโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) กล่าวคือ Technology Need Assessment (TNA) เป็นการประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี (TNA) ซึ่งได้มีจุดเริ่มต้นมาจากความต้องการเทคโนโลยี/เครื่องมือ ที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยความเชื่อที่ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ TNA จะช่วยให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทั้งนี้ เนื่องจากงานวิจัยในลักษณะนี้ยังไม่มีความแพร่หลายส่วนใหญ่เป็นในลักษณะของรายงานที่แต่ละประเทศทั่วโลกจัดทำส่ง UNEP ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษานิยาม รวมทั้งขั้นตอนของการประเมินความต้องการ (need assessment) จากเอกสารงานวิจัยและข้อมูลที่รวบรวมได้ ดังนี้

(1) จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นในการบริการสุขภาพของชุมชน [10] พบว่า

การประเมินความต้องการ (need assessment) คือ กระบวนการค้นหาความต้องการของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อทำให้ทราบถึงสิ่งที่จำเป็นแต่อาจจะยังไม่มีการดำเนินการหรือดำเนินการแล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์เพื่อนำไปสู่การดำเนินการที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของบุคคล สังคม ไปจนถึงระดับประเทศ

กระบวนการประเมินความต้องการนี้ควรจะเกิดขึ้นก่อนการกำหนดโครงการต่างๆ เนื่องจากใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ และลำดับก่อน-หลัง ของการดำเนินโครงการ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้กำหนดแผนงานสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนงาน การตัดสินใจการระดมทุน และการลงทุนดำเนินโครงการต่างๆ รวมทั้งการกำหนดยุทธวิธีในการดำเนินโครงการได้เพื่อนำไปสู่การบรรลุผลสำเร็จของการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) จากการศึกษางานวิจัย เรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นการประกันคุณภาพภายในคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [11] พบว่า

การประเมินความต้องการ (need assessment) เป็นการประเมินเพื่อทำให้ทราบถึงสถานภาพปัจจุบันและทราบถึงความต้องการเพื่อนำไปสู่การวางแผนงานขององค์กร ซึ่งหลักการของการประเมินความต้องการ นั่นคือ การจัดลำดับความแตกต่างของสิ่งที่คาดหวังเปรียบเทียบกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การระบุความต้องการทั้งหมด การวิเคราะห์ และการกำหนดแนวทางแก้ไข งานวิจัยได้ทำการประเมินความต้องการจำเป็นของการประกันคุณภาพภายในคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อสำรวจ และรวบรวมสภาพปัญหา นำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา และเทคนิคการสนทนากลุ่มเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

(3) จากการศึกษาบทความทางวิชาการ เรื่อง การประเมินเทคโนโลยีเพื่อเตรียมพร้อมรับมือ Climate Change [12] พบว่า

สวทน. ได้ดำเนินโครงการประเมินเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (Climate Change Technology Needs Assessments for Thailand – TNA Project) โดยแบ่งเป็น 4 สาขา ดังนี้

1. การประเมินเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวของภาคการเกษตร
2. การประเมินเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง
3. การประเมินเทคโนโลยีเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำ
4. การประเมินเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบในภาคพลังงาน

ในการประเมินเทคโนโลยีทั้ง 4 สาขา ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ การสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การจัดทำแผนการดำเนินงานร่วมกัน การปรึกษาหารือเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ รวมทั้งการสร้างขีดความสามารถการประเมิน และการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี การวิเคราะห์อุปสรรคและการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ การจัดทำแผนปฏิบัติงาน การผลักดันให้แผนปฏิบัติเป็นส่วนหนึ่งของแผนและนโยบายด้านพลังงานของประเทศ การจัดทำข้อเสนอโครงการ และดำเนินงานตามแผนที่ได้กำหนดไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง อ้างอิงจากเอกสารของโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Programme – UNDP) และฝ่ายเลขานุการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เรื่อง Handbook for conducting Technology Needs Assessment for Climate Change [7] ได้จัดแบ่งหมวดหมู่ของเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ได้พิสูจน์แล้วว่าช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (mitigation) แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ประเภท	เทคโนโลยี	ขนาดของเทคโนโลยี*	ศักยภาพของเทคโนโลยี**
การประหยัดพลังงานและการเปลี่ยนเชื้อเพลิง	เทคโนโลยีไฮบริด (รถยนต์ / รถประจำทาง) (Hybrid technology (cars, buses))	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
การประหยัดพลังงาน	เทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะ (Vehicle add-on technologies) เช่น น้ำมันลดแรงเสียดทาน (low friction oil) ยางรถยนต์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง (fuel-efficient tires) เป็นต้น	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	เทคโนโลยีควบคุมเขม่าดำ (Black carbon control technologies) เช่น การดักจับอนุภาค (particulate traps) เป็นต้น	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	เทคโนโลยีปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ (Vehicle technology improvements) เช่น การใช้หลักการอากาศพลศาสตร์ในการช่วยลดแรงต้านทานอากาศ (aerodynamics) เป็นต้น	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น ถึง ระยะกลาง
	การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า (Truck Stop Electrification, TSE)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ขับขี่ (Driver information technologies)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภท	เทคโนโลยี	ขนาดของเทคโนโลยี*	ศักยภาพของเทคโนโลยี**
การประหยัดพลังงาน	เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพ (Efficient diesel engines)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	เทคโนโลยีการจัดการ (Management technologies) เช่น เทคโนโลยี traffic signal synchronization เป็นต้น	ขนาดเล็ก	ระยะกลาง ถึง ระยะยาว
การเปลี่ยนเชื้อเพลิง	เทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in technology)	ขนาดเล็ก	ระยะกลาง ถึง ระยะยาว
	เทคโนโลยีการใช้ LNG (LNG technology)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น ถึง ระยะกลาง
การเปลี่ยนเชื้อเพลิงและพลังงานหมุนเวียน	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels) เช่น เอทานอลจากเซลลูโลส (Cellulosic Ethanol) ไบโอดีเซล (Biodiesel) และ สาหร่าย (algae) เป็นต้น	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	พลังงานไฮโดรเจน (Hydogen)	ขนาดเล็ก	ระยะกลาง ถึง ระยะยาว
เซลล์เชื้อเพลิง	เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอมเหลว (molten carbonate fuel cell)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงชนิดเยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells, PEMFC)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนสารเมทานอลโดยตรง (Direct Methanol Fuel Cell, DMFC)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลน์ (alkaline fuel cell)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid fuel cell)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์แข็ง (solid oxide fuel cell)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
	เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนกลับ (Regenerative Fuel Cell: RFC)	ขนาดเล็ก	ระยะยาว
การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit systems (road or rail-based))	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น
	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภท	เทคโนโลยี	ขนาดของเทคโนโลยี*	ศักยภาพของเทคโนโลยี**
การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift: road to rail or water-borne)	ขนาดเล็ก	ระยะกลาง ถึง ระยะยาว
การบริหารจัดการความต้องการการใช้ถนน	ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Road Pricing, ERP)	ขนาดเล็ก	ระยะสั้น ถึง ระยะกลาง
	การวางผังเมือง (Urban planning (mixed use and high density))	ขนาดเล็ก	ระยะกลาง ถึง ระยะยาว

หมายเหตุ

** ขนาดของเทคโนโลยี แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในระดับที่ใหญ่กว่าระดับครัวเรือนหรือชุมชน และ ขนาดเล็ก คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในระดับครัวเรือนหรือชุมชน*

*** ศักยภาพของเทคโนโลยี แบ่งเป็น 3 ระยะ 1) ระยะสั้น หมายถึง เทคโนโลยีที่ได้รับการยืนยันว่าสามารถใช้ในเชิงพาณิชย์ภายใต้สิ่งแวดล้อมทางการตลาดที่คล้ายคลึงกัน 2) ระยะกลาง หมายถึง เทคโนโลยีก่อนใช้ในเชิงพาณิชย์เต็มรูปแบบตามบริบทของตลาด (ใช้เวลาอย่างน้อย 5 ปีนับก่อนเข้าสู่ตลาดอย่างเต็มรูปแบบ) 3) ระยะยาว หมายถึง เทคโนโลยีที่อยู่ในระหว่างวิจัยและพัฒนาหรือเทคโนโลยีต้นแบบ*

ทั้งนี้ งานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานเฉพาะของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน จากตารางดังกล่าวข้างต้น ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยีในขั้นตอนต่อไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัย/รายงานที่มีการใช้วิธีการประเมินทางเลือกของเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเลือกหลายเกณฑ์ เพื่อศึกษาวิธีการ เกณฑ์ที่ใช้ ทางเลือกเทคโนโลยีที่ใช้ในการประเมิน ตลอดจนผลสำเร็จที่ได้ของงานวิจัยนั้นๆ ดังมีรายละเอียดคร่าวๆ ดังนี้

Dhar และ Marpaung (2015) ได้ทำการวิเคราะห์ทางเลือกของยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งจาก 4 ประเทศในทวีปเอเชีย ซึ่งมีการจัดลำดับความสำคัญในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งมาเป็นอันดับแรก ได้แก่ ภูฏาน กัมพูชา เลบานอน และศรีลังกา ภายใต้โครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยี หรือ TNA (Technology Needs Assessments) งานวิจัยนี้จะทำการประเมินทางเลือกของยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์ ได้แก่ 1) ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ หรือ NMT (Non-Motorised Transport) 2) ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง 3) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ 4) การวางแผนและการบริหารจัดการ 5) รถไฟระยะไกล (rail for intercity) และ 6)

เชื้อเพลิงทางเลือก โดยใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA) และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญที่หลากหลาย ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยี ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และด้านต้นทุนของเทคโนโลยี ผลการจัดลำดับความสำคัญพบว่า ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง และ เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ เป็นสามอันดับแรกที่ประเทศเหล่านี้ได้ให้ความสำคัญ [13]

Sehatpour และคณะ (2017) ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหาเชื้อเพลิงสำหรับภาคการขนส่งในประเทศอิหร่าน เพื่อประเมินความหลากหลายของเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซินที่นิยมใช้ในยานยนต์ขนาดเล็ก โดยใช้วิธี Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) ในการประเมิน ซึ่งเชื้อเพลิงทดแทนที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย 8 ทางเลือก ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) น้ำมันดีเซล น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85 (เอทานอล 85% ผสมกับน้ำมันเบนซิน 15%) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ M85 (เมทานอล 85% ผสมกับน้ำมันเบนซิน 15%) ไบโอดีเซล ก๊าซชีวภาพ และ เชื้อเพลิงไฮโดรเจน โดยทำการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญจากเกณฑ์ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านเทคนิค และ ด้านนโยบาย ซึ่งประกอบด้วย 10 เกณฑ์ ได้แก่ 1) ต้นทุนการผลิตและการจัดจำหน่าย 2) ต้นทุนการดำเนินการ 3) ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน 4) องค์ประกอบของเชื้อเพลิง 5) ความปลอดภัย 6) การยอมรับจากสังคม 7) สวัสดิการสังคม 8) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9) ความมั่นคงด้านพลังงาน และ 10) การลักลอบนำเข้าเชื้อเพลิง ผลการจัดลำดับความสำคัญ พบว่า ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) และก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) มีความเหมาะสมที่สุดที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับยานยนต์ขนาดเล็กในประเทศอิหร่าน [14]

National Environment Commission Royal Government of Bhutan (2013) ได้จัดทำรายงานการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยี เสนอต่อโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) โดยใช้วิธี Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) ในการประเมินเทคโนโลยี ซึ่งในภาคขนส่ง ได้ทำการประเมินทางเลือกเทคโนโลยี ประกอบด้วย ระบบขนส่งอัจฉริยะ ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ หรือ NMT (Non-Motorised Transport) ระบบขนส่งสาธารณะ รถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิง การบูรณาการการใช้ที่ดินและการวางแผนระบบขนส่ง ยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฮบริด การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน การปรับปรุงมาตรฐานของเชื้อเพลิงที่มีอยู่ การบริหารจัดการความต้องการด้านการขนส่ง เชื้อเพลิงทางเลือก และ เทคนิคการขับขี่ที่มีประสิทธิภาพ โดยทำการประเมินเกณฑ์ ได้แก่ 1) การสนับสนุนด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ 2) การสนับสนุนด้านการพัฒนาสิ่งแวดล้อม 3) การสนับสนุนด้านการพัฒนาสังคม 4) ศักยภาพด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5) ศักยภาพในการใช้ประโยชน์ 6) ความพร้อมเทคโนโลยีสำหรับภาคอุตสาหกรรม และ 7) ต้นทุน ผลการจัดลำดับความสำคัญพบว่า ระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขนส่งอัจฉริยะ ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ และระบบขนส่งสาธารณะ เป็นสามอันดับแรกที่ควรสนับสนุนในภาคขนส่งของประเทศภูฏาน [15]

Kingdom of Cambodia (2013) ได้จัดทำรายงานการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยี เสนอต่อโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) โดยใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA) ในการประเมินเทคโนโลยี ซึ่งในภาคขนส่ง ได้ทำการประเมินทางเลือกเทคโนโลยี ประกอบด้วย ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มาตรฐานการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เชื้อเพลิงชีวภาพ ระบบราง ระบบขับขี่อย่างประหยัดพลังงาน การจัดการจราจร การจัดการความต้องการเดินทาง การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง (เดินหรือขี่จักรยาน) การปรับปรุงถนน แผนแม่บทระบบขนส่งในเขตเมือง รณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการขนส่งกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฮบริด และการขนส่งทางน้ำในประเทศ โดยทำการประเมินเกณฑ์ 2 ด้านคือ ต้นทุนและผลประโยชน์ ซึ่งเกณฑ์ด้านผลประโยชน์แบ่งเป็น 4 ประเด็นคือ 1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2) เศรษฐกิจ 3) สังคม 4) สิ่งแวดล้อม ผลการจัดลำดับความสำคัญพบว่า ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มาตรฐานการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เป็นสามอันดับแรกที่ควรสนับสนุนในภาคขนส่งของประเทศกัมพูชา [16]

Indonesia National Council on Climate Change (2012) ได้จัดทำรายงานการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยี เสนอต่อโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) โดยใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA) ในการประเมินเทคโนโลยี ซึ่งในภาคขนส่ง ได้ทำการประเมินทางเลือกเทคโนโลยี ประกอบด้วย การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ ระบบขนส่งอัจฉริยะ และก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) โดยทำการประเมินเกณฑ์ 2 ด้านคือ ต้นทุน ประกอบด้วย 1) ต้นทุนของเงินทุน และ 2) ความมั่นคงทางการเงิน และผลประโยชน์ ประกอบด้วย 1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2) โครงสร้างของนโยบายและกฎระเบียบของประเทศ 3) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี 4) ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม 5) การพัฒนาเศรษฐกิจ 6) การพัฒนาทางสังคม ผลการจัดลำดับความสำคัญพบว่า การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ เป็นเทคโนโลยี/ทางเลือกที่ควรสนับสนุนในภาคขนส่งของประเทศอินโดนีเซีย [17]

Montenegro (2012) ได้จัดทำรายงานการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยี เสนอต่อโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) โดยใช้วิธี Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) ในการประเมินเทคโนโลยี ซึ่งในภาคขนส่ง ได้ทำการประเมินทางเลือกเทคโนโลยี ประกอบด้วย การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ การใช้ก๊าซ

ปิโตรเลียมเหลว (LPG) ช่องทางรถจักรยาน ยานยนต์ไฟฟ้า รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด และระบบขนส่งอัจฉริยะ โดยทำการประเมินเกณฑ์ประกอบด้วย 1) ด้านเศรษฐกิจ 2) ด้านสังคม 3) ด้านสิ่งแวดล้อม และ 4) การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการจัดลำดับความสำคัญพบว่า การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ เป็นเทคโนโลยี/ทางเลือกในภาคขนส่งที่ควรสนับสนุนเป็นอันดับแรกในช่วงระยะสั้นของประเทศมอนเตเนโกร [18]

สวทน. (2012) ได้ดำเนินโครงการประเมินเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย (Climate Change Technology Needs Assessments for Thailand – TNA Project) เพื่อจัดทำรายงานการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยี เสนอต่อโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme, UNEP) โดยโครงการได้ใช้วิธี Multi-Criteria Analysis (MCA) ในการประเมินเทคโนโลยี ซึ่งในภาคขนส่ง ได้ทำการประเมินเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพทางพลังงาน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การเดินทางโดยรถสาธารณะ การเดินทางโดยรถส่วนบุคคล และ ระบบการขนส่งสินค้า และทำการประเมินเกณฑ์ 2 กลุ่ม ได้แก่ ความพร้อม และ ผลกระทบ ประกอบด้วย ทั้งหมด 10 เกณฑ์ คือ 1) นโยบายโครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง 2) ต้นทุนและผลประโยชน์ 3) แนวโน้มระยะสั้น 4) การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน 5) ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ 6) การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 7) สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย 8) สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว 9) ผลกระทบอื่นๆ อาทิ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม และ 10) การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี ผลการจัดอันดับความสำคัญพบว่า ประเทศไทยควรสนับสนุนระบบขนส่งสาธารณะมากที่สุด [6]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลจากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยสามารถสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยีพลังงาน/ทางเลือกในภาคขนส่งจากงานวิจัย/รายงานที่สืบค้น ยกเว้นงานวิจัยของ Sehatpour และคณะ ซึ่งเป็นเรื่องของการจัดหาเชื้อเพลิง สรุปดังแสดงในตารางที่ 2.5 และผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งในแต่ละงานวิจัย/รายงาน ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยี/ทางเลือกในภาคขนส่งจากงานวิจัย/รายงานที่สืบค้น

งานวิจัย/รายงานของ	เป้าหมายของงานวิจัย	วิธีวิเคราะห์	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ทางเลือกเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง
Dhar และ Marpaung (2015)	ประเมินทางเลือกของยุทธศาสตร์	Multi-Criteria Analysis	1) ด้านเศรษฐกิจ 2) ด้านสังคม 3) ด้านสิ่งแวดล้อม	1) ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์หรือ NMT (Non-Motorised Transport)

งานวิจัย/ รายงานของ	เป้าหมายของงานวิจัย	วิธีวิเคราะห์	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ทางเลือกเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง
	ด้านเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่งที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก		4) ด้านเทคโนโลยี 5) ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6) ด้านต้นทุนของเทคโนโลยี	2) ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง 3) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ 4) การวางแผนและการบริหารจัดการ 5) รถไฟระยะไกล (rail for intercity) 6) เชื้อเพลิงทางเลือก
National Environment Commission Royal Government of Bhutan (2013)	ประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยีเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี (Technology Action Plan ; TAP) ของประเทศภูฏาน	Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)	1) การสนับสนุนด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ 2) การสนับสนุนด้านการพัฒนาสิ่งแวดล้อม 3) การสนับสนุนด้านการพัฒนาสังคม 4) ศักยภาพด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5) ศักยภาพในการใช้ประโยชน์ 6) ความพร้อมเทคโนโลยีสำหรับภาคอุตสาหกรรม 7) ต้นทุน	1) ระบบขนส่งอัจฉริยะ 2) ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์หรือ NMT (Non-Motorised Transport) 3) ระบบขนส่งสาธารณะ 4) รถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิง 5) การบูรณาการการใช้ที่ดินและการวางแผนระบบขนส่ง 6) ยานยนต์ไฟฟ้าและไฮบริด 7) การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน 8) การปรับปรุงมาตรฐานของเชื้อเพลิงที่มีอยู่ 9) การบริหารจัดการความต้องการด้านการขนส่ง 10) เชื้อเพลิงทางเลือก 11) เทคนิคการขับขี่ที่มีประสิทธิภาพ
Kingdom of Cambodia (2013)	ประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของประเทศกัมพูชา	Multi-Criteria Analysis	<u>ด้านต้นทุน</u> <u>ด้านผลประโยชน์</u> 1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2) เศรษฐกิจ 3) สังคม 4) สิ่งแวดล้อม	1) ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ 2) มาตรฐานการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ 3) รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 4) เชื้อเพลิงชีวภาพ 5) ระบบราง 6) ระบบขับขี่อย่างประหยัดพลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัย/ รายงานของ	เป้าหมาย ของงานวิจัย	วิธี วิเคราะห์	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ทางเลือกเทคโนโลยีพลังงาน ของภาคขนส่ง
				7) การจัดการจราจร 8) การจัดการความต้องการเดินทาง 9) การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง (เดินหรือขี่จักรยาน) 10)การปรับปรุงถนน 11) แผนแม่บทระบบขนส่งในเขตเมือง 12)รณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการขนส่งกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 13)ยานยนต์ไฟฟ้าและยานยนต์ไฮบริด 14)การขนส่งทางน้ำในประเทศ
Indonesia National Council on Climate Change (2012)	ประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของประเทศอินโดนีเซีย	Multi-Criteria Analysis	<u>ด้านต้นทุน</u> 1) ต้นทุนของเงินทุน 2) ความมั่นคงทางการเงิน <u>ด้านผลประโยชน์</u> 3) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 4) โครงสร้างของนโยบายและกฎระเบียบของประเทศ 5) ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี 6) ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม 7) การพัฒนาเศรษฐกิจ 8) การพัฒนาทางสังคม	1) การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ 2) ระบบขนส่งอัจฉริยะ 3) ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG)
Montenegro (2012)	ประเมินความต้องการทางเทคโนโลยี เพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของประเทศมอนเตเนโกร	Multi-Criteria Decision Analysis	1) ด้านเศรษฐกิจ 2) ด้านสังคม 3) ด้านสิ่งแวดล้อม 4) การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก	1) การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ 2) การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 3) ช่องทางรถจักรยาน 4) ยานยนต์ไฟฟ้า 5) รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด 6) ระบบขนส่งอัจฉริยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัย/รายงานของ	เป้าหมายของงานวิจัย	วิธีวิเคราะห์	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน	ทางเลือกเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง
สวทน. (2012)	ประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย	Multi-Criteria Analysis	<u>ความพร้อมของเทคโนโลยี</u> 1) นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง 2) ต้นทุนและผลประโยชน์ 3) แนวโน้มระยะสั้น 4) การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน 5) ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ 6) การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 7) สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย 8) สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว <u>ผลกระทบ</u> 9) ผลกระทบอื่นๆ (สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม) 10) การประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี	1) การเดินทางโดยรถสาธารณะ 2) การเดินทางโดยรถส่วนบุคคล 3) ระบบการขนส่งสินค้า

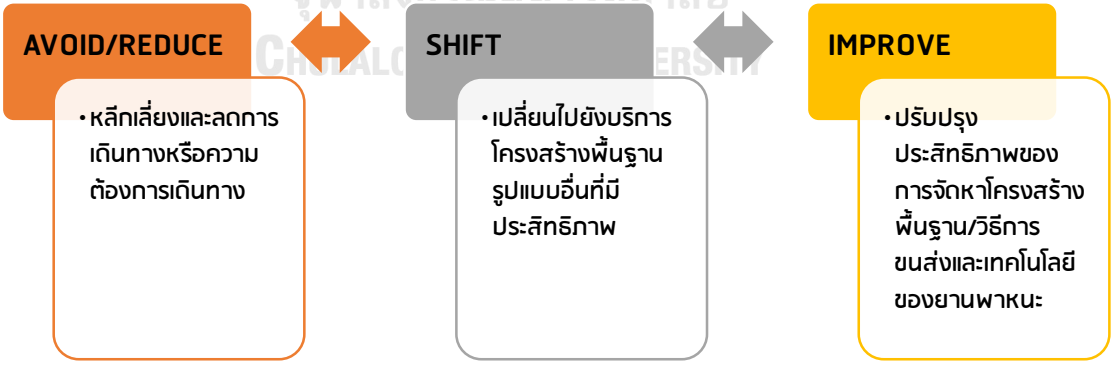
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.6 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานในภาคขนส่งจากงานวิจัย/รายงานที่สืบค้น

งานวิจัย/รายงานของ	ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานในภาคขนส่ง
Dhar และ Marpaung (2015) (4 ประเทศในทวีปเอเชีย ได้แก่ ภูฏาน กัมพูชา เลบานอน และศรีลังกา)	■ ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ หรือ NMT (Non-Motorised Transport) ■ ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง ■ เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์

งานวิจัย/รายงานของ	ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานในภาคขนส่ง
National Environment Commission Royal Government of Bhutan (2013)	■ ระบบขนส่งอัจฉริยะ ■ ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ หรือ NMT (Non-Motorised Transport) ■ ระบบขนส่งสาธารณะ
Kingdom of Cambodia (2013)	■ ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ■ มาตรฐานการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ ■ รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
Indonesia National Council on Climate Change (2012)	■ การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ
Montenegro (2012)	■ การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ
สวทน. (2012)	■ การเดินทางโดยรถสาธารณะ

นอกจากนี้ จากข้อมูลองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ) [19] ได้วิเคราะห์และประเมินผลเกี่ยวกับรายงาน TNA ของประเทศต่างๆ ได้ข้อสรุปใน 2 ประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ แนวทางพื้นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง ออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การหลีกเลี่ยง/ลด (avoid/reduce) การเปลี่ยนแปลง (shift) และการปรับปรุง (improve) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และความถี่ของประเด็นเทคโนโลยี/ทางเลือก ของภาคขนส่งที่ปรากฏในรายงาน TNA ของประเทศต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.7



รูปที่ 2.2 แนวทางพื้นฐานของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง

ตารางที่ 2.7 ความถี่ของประเด็นเทคโนโลยี/ทางเลือก ของภาคขนส่งที่ปรากฏในรายงาน TNA ของประเทศต่างๆ

เทคโนโลยี/ทางเลือก	ความถี่
เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technologies)	31
การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Improvements)	28
การตรวจสอบทางเทคนิค/การกำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิง/การปล่อยมลพิษ (Emission / Fuel Standards,Technical Checks)	16
การจัดการความต้องการใช้ถนน (Traffic and Demand Management)	9
ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport)	6
เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels)	6
การสร้างความตระหนักรู้แก่สาธารณะ (Public Awareness)	4
การวางผังเมือง/การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Planning)	3
เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์/ภาษี (Economic and Fiscal Instruments)	3

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า 3 อันดับแรกที่หลายประเทศให้ความสำคัญว่าเป็นเทคโนโลยี/ทางเลือกที่เหมาะสมต่อการช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภาคขนส่ง ได้แก่ เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technologies) การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Improvements) และ การตรวจสอบทางเทคนิค/การกำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิง/การปล่อยมลพิษ (Emission / Fuel Standards,Technical Checks)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 การขนส่งและนโยบายที่เกี่ยวข้องของประเทศไทย

2.5.1 นิยามและรูปแบบการขนส่ง

การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายคน (People) สินค้า (Goods) หรือบริการ (Services) จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง การขนส่งแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ซึ่งสลิลาทิพย์ (2554) ได้รวบรวมไว้ดังนี้ [20]

1) การขนส่งทางถนน (Road Transportation) หรือการใช้รถยนต์เป็นพาหนะในการขนส่ง ซึ่งการขนส่งรูปแบบนี้นับว่าเป็นรูปแบบที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทย โดยเฉพาะการขนส่งสินค้าภายในประเทศ สาเหตุที่ทำให้การขนส่งทางถนนเป็นที่นิยมนั้น เป็นเพราะบริษัทผู้ผลิตสินค้าสามารถขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าได้โดยตรง รวมถึงสามารถส่งสินค้าไปที่จุดหมายปลายทางที่แตกต่างกันได้อย่างสะดวกและทั่วถึง ประกอบ

กับการขนส่งในรูปแบบอื่นๆนั้น มีข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการขนส่งได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้หากใช้การขนส่งภายในประเทศรูปแบบอื่น ยังต้องมีการขนถ่ายสินค้าหลายเที่ยวจึงอาจทำให้มีต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้น และในปัจจุบันผู้ประกอบการที่ใช้การขนส่งทางถนนนั้น มักจะมีการติดตั้งระบบเชื้อเพลิง NGV โดยเฉพาะในรถหัวลาก ซึ่งยิ่งทำให้ต้นทุนเชื้อเพลิงลดลงได้อย่างมาก

2) การขนส่งทางราง (Rail Transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่เหมาะกับการขนส่งสินค้าคราวละมากๆ และมีน้ำหนักมาก เช่น ข้าว ปูนซีเมนต์ ก๊าซ และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม แต่การขนส่งในรูปแบบนี้ นอกจากต้นทุนการขนส่งสินค้าแล้วยังมีต้นทุนอื่นๆ ที่ต้องพิจารณาด้วย อาทิ ต้นทุนการขนถ่ายสินค้า เพราะต้องมีการขนถ่ายสินค้าจากรางหรือรถไฟไปยังรูปแบบการขนส่งอื่น และยังมีต้นทุนบรรจุภัณฑ์สูง เพราะระวางสินค้าต้องสามารถทนต่อแรงกระแทกได้สูง นอกจากนี้ รางรถไฟยังมีเส้นทางจำกัด... และใช้ระยะเวลาขนส่งนาน จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมในการกระจายสินค้าอุปโภคบริโภคมากนัก เพราะไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างทันเวลาและทันต่อปริมาณความต้องการ แต่ในปัจจุบันทางภาครัฐก็ได้พยายามพัฒนาระบบขนส่งทางรางให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งการขนส่งสินค้าและการขนส่งสาธารณะโดยมีการศึกษาการลงทุนโครงการรถไฟรางคู่ หรือ Double track รวมถึงโครงการรถไฟความเร็วสูง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก

3) การขนส่งทางน้ำ (Water Transportation) ถือได้ว่าเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด เพราะไม่ต้องสร้างเส้นทางใหม่ เนื่องจากอาศัยเส้นทางที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ เช่น คลอง แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร เป็นต้น แต่อาจต้องมีการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน คือ ท่าเรือ ซึ่งการขนส่งทางน้ำนี้ จะใช้เรือขนส่งสินค้าเป็นพาหนะในการขนส่ง โดยจะนิยมขนส่งสินค้าคราวละมากๆ มีมูลค่าต่อหน่วยต่ำและมีข้อจำกัดด้านเวลา ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการขนส่งสินค้าที่เน่าเสียง่าย หรือทนต่อความชื้นไม่ได้ เพราะสินค้าอาจเกิดความเสียหายได้ง่าย

4) การขนส่งทางอากาศ (Air Transportation) นับว่าเป็นรูปแบบการขนส่งที่สามารถขนส่งได้รวดเร็วที่สุด และมีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยสูงที่สุดเช่นกัน ดังนั้นสินค้าที่ขนส่งผ่านรูปแบบนี้ควรเป็นสินค้าที่มีมูลค่าสูง สินค้ามีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีการบรรจุหีบห่อ และอาจเป็นสินค้าประเภทที่เน่าเสียง่าย รวมถึงสินค้าแฟชั่นที่อาจมีการละเมิดลิขสิทธิ์หรือลอกเลียนแบบได้ง่าย เมื่อมีการเผยแพร่หรือเปิดเผยสินค้าและบริการนั้นๆ แล้ว ดังนั้นการกระจายสินค้าเพื่อไปวางจำหน่ายยังต่างประเทศ จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความรวดเร็วเพราะหากล่าช้าอาจเกิดการลอกเลียนแบบก่อนสินค้า

ลิขสิทธิ์จัดจำหน่าย ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อบริษัทอย่างมาก (สลิลาทิพย์ ทิพยไกรศร, 2554 อ้างถึงใน วัชรพล สุขโต, 2552)

5) การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ต้องมีการลงทุนสูงในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานนั่นคือ ท่อขนส่งโดยสินค้าที่ขนส่งต้องอยู่ในรูปของเหลวและก๊าซเท่านั้น และเป็นการขนส่งทางเดียวจากแหล่งผลิตไปยังปลายทาง ไม่มีการขนส่งเที่ยวกลับ และยังมีข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ คือ ในเส้นทางที่มีการวางแนวท่อนั้นต้องไม่มีความชันมาก เพื่อให้ของเหลวและก๊าซที่ไหลผ่านท่อ ไม่ไหลย้อนกลับ ซึ่งในประเทศไทยมีสินค้าที่นิยมขนส่งผ่านทางท่อ ได้แก่ น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เป็นต้น

ทั้งนี้ สามารถ สรุปข้อดีข้อเสียของการขนส่งรูปแบบต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2.8 (ประเภทของการขนส่ง แบ่งออกเป็นกี่ประเภท , 2561) [21]

ตารางที่ 2.8 สรุปข้อดีข้อเสียของการขนส่งรูปแบบต่างๆ [21]

รูปแบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
การขนส่งทางถนน	1) บริการได้ถึงที่โดยไม่ต้องมีการขนถ่าย 2) ขนส่งสินค้าได้ตลอดเวลาตามความต้องการของลูกค้า 3) สะดวก รวดเร็ว 4) เหมาะกับการขนส่งระยะสั้นและระยะกลาง	1) ค่าขนส่งสูงกว่าการขนส่งทางราง 2) มีความปลอดภัยต่ำ เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง 3) ขนส่งสินค้าได้ในปริมาณและขนาดจำกัด 4) กำหนดเวลาแน่นอนไม่ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพจราจรและดินฟ้าอากาศ
การขนส่งทางราง	1) ประหยัด สามารถขนส่งสินค้าได้จำนวนมาก และหลายชนิด 2) รวดเร็ว สามารถขนส่งสินค้าได้ทันตามเวลาที่กำหนด 3) สะดวก เพราะมีตู้หลายชนิดให้เลือกตามความเหมาะสมของสินค้า 4) ปลอดภัยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางอื่น 5) สามารถขนส่งได้ทุกสภาพดินฟ้าอากาศ	1) ไม่สามารถขนส่งสินค้าให้ถึงที่ต้องการขนถ่ายได้ 2) ความยืดหยุ่นต่ำ เนื่องจากมีเส้นทางจำกัด 3) ความคล่องตัวต่ำกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นเพราะมีกฎระเบียบมาก 4) ไม่เหมาะสมกับผู้ส่งสินค้ารายย่อยปริมาณน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
การขนส่งทางน้ำ	1) อัตราค่าขนส่งถูกกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น 2) สามารถขนส่งได้ปริมาณมาก 3) มีความปลอดภัย 4) สามารถขนส่งได้ในระยะไกล	1) มีความล่าช้าในการขนส่งมาก 2) ในฤดูน้ำลดหรือฤดูร้อน น้ำอาจจะมีน้อย เป็นอุปสรรคต่อการขนส่งเนื่องจากเรืออาจเกยตื้น 3) ไม่สามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนในการขนส่งได้ ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ
การขนส่งทางอากาศ การขนส่งทางอากาศ (ต่อ)	1) สะดวก รวดเร็วที่สุด 2) สามารถขนส่งกระจายไปทั่วถึงทั้งในและต่างประเทศ 3) สามารถขนส่งไปในท้องถิ่นที่การขนส่งประเภทอื่นไปไม่ถึงหรือไปอย่างยากลำบาก 4) เหมาะกับการขนส่งระยะไกล 5) เหมาะกับการขนส่งสินค้าที่เสียง่ายจำเป็นต้องถึงปลายทางอย่างรวดเร็ว 6) ขนส่งได้หลายเที่ยวในแต่ละวัน เพราะเครื่องบินขึ้นลงได้รวดเร็ว	1) ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูงกว่าประเภทอื่น 2) จำกัดขนาดและน้ำหนักของสินค้าที่บรรทุกจะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากไม่ได้ 3) บริการขนส่งได้เฉพาะเมืองที่มีท่าอากาศยานเท่านั้น 4) การขนส่งขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ 5) การลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์สูง 6) มีความเสี่ยงภัยอันตรายสูง
การขนส่งทางท่อ	1) ประหยัดต้นทุน เวลาในการขนย้ายสินค้า 2) สามารถขนส่งได้ทุกสภาพภูมิอากาศ 3) สามารถขนส่งได้ไม่จำกัดเวลาและปริมาณ 4) มีความปลอดภัยสูงจากการสูญหายหรือลักขโมย 5) กำหนดเวลาการขนส่งได้แน่นอนชัดเจน 6) ประหยัดค่าแรง เพราะใช้กำลังคนน้อย	1) ใช้ขนส่งได้เฉพาะสินค้าที่เป็นของเหลวหรือก๊าซเท่านั้น 2) ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง 3) ตรวจสอบหาจุดบกพร่องได้ยาก 4) ท่อหลักที่ใช้ขนส่งเมื่อวางแล้วจะเคลื่อนย้ายเปลี่ยนเส้นทางไม่ได้ 5) ไม่เหมาะกับการขนส่งในภูมิประเทศที่มีแผ่นดินไหวบ่อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2 นโยบายด้านขนส่งของประเทศไทย

1) แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 [22]

จากเป้าหมายการลดการใช้พลังงานในภาคการขนส่ง 30 ล้านตัน ในปี 2579 สามารถดำเนินการโดยผ่านมาตรการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่
กลุ่มที่ 1 ส่งเสริมการใช้ยานยนต์ประสิทธิภาพสูง ลดการใช้พลังงาน 14,200,000 ตัน
กลุ่มที่ 2 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประหยัดพลังงาน 11,324,000 ตัน
กลุ่มที่ 3 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในรถบรรทุกและรถโดยสาร ด้วยระบบจัดการและการจูงใจทางการเงินประหยัดพลังงาน 5,139,000 ตัน

การดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง สามารถดำเนินการได้โดยกำกับราคาเชื้อเพลิงในภาคขนส่งให้สะท้อนต้นทุนที่แท้จริง เพื่อส่งผลให้ผู้บริโภคตระหนักเรื่องราคาพลังงานและเปลี่ยนลักษณะการใช้พลังงาน คิดเป็นพลังงานที่ลดลง 456 ktoe พร้อมทั้งสนับสนุนนโยบายของกระทรวงการคลังในการปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์ที่จะเริ่มจัดเก็บตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดความต้องการใช้พลังงานลงร้อยละ 27 คิดเป็นผลประหยัดพลังงาน 13,731 ktoe สะท้อนถึงการสิ้นเปลืองน้ำมันโดยตรงและติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ทุกรุ่นเพื่อให้ประชาชนทราบและใช้เป็นข้อมูลในการเลือกซื้อรถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิงได้ พร้อมทั้งประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนเข้าใจฉลากและจูงใจหรือให้เกิดความนิยมในการเลือกซื้อรถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิง

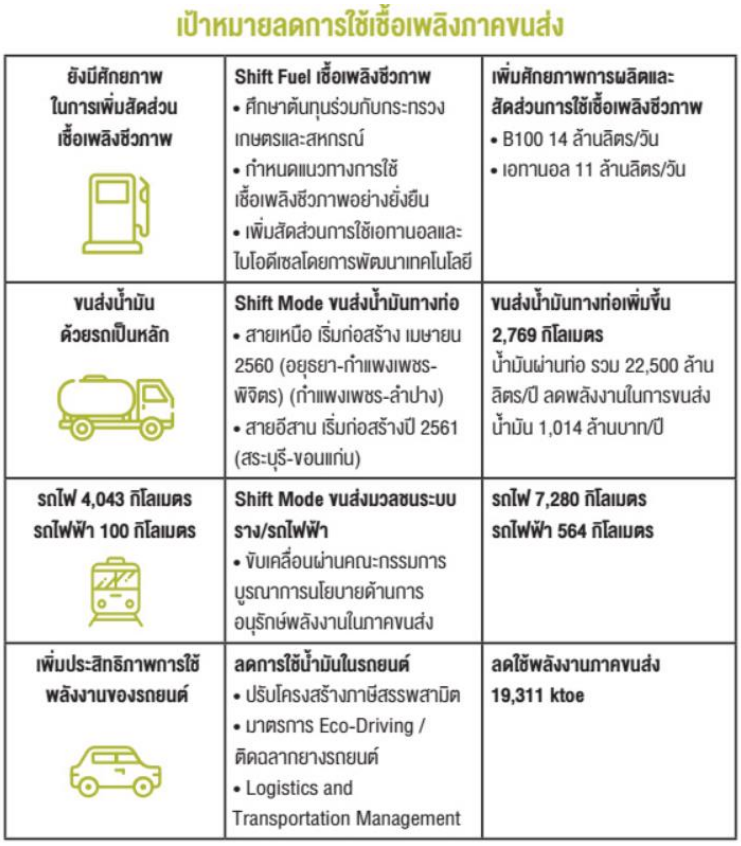
นอกจากมาตรการหลักดังกล่าวแล้ว ยังมีมาตรการย่อยเพื่อการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่งอื่นๆ ดังนี้

- การติดฉลากแสดงประสิทธิภาพพลังงานในยางรถยนต์ โดยการส่งเสริมให้ประชาชนเลือกใช้ยางประหยัดเชื้อเพลิง โดยการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพหรือระดับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ยางรถยนต์ที่จำหน่ายในตลาดเพื่อให้ประชาชนทราบและใช้เป็นข้อมูลในการเลือกซื้อยางที่ประหยัดเชื้อเพลิงได้
- การบริหารจัดการขนส่งเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยพัฒนาการจัดการใช้พลังงานของผู้ประกอบการขนส่งโดยสนับสนุนผู้เชี่ยวชาญให้ความรู้ และแนะนำมาตรการในการจัดการ เทคโนโลยี การขนส่ง และการขับขี่ พร้อมทั้งพัฒนาโปรแกรมรองรับการจัดการพลังงานในการขนส่งระยะยาวทั้งระบบ ด้านความรู้แนะนำมาตรการวิเคราะห์ข้อมูล และการจัดการรถเที่ยวเปล่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การขับขี่เพื่อการประหยัดพลังงาน (ECO Driving) โดยการส่งเสริม ผลักดัน ให้พนักงานขับขี่รถบรรทุกมีความรู้และทักษะในการขับขี่รถบรรทุก และรถโดยสารให้ประหยัดพลังงาน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้เข้าใจและมีทักษะ
- การจัดสรรเงินทุนหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (ภาคขนส่ง)
- การอุดหนุนผลการประหยัดพลังงานสำหรับภาคขนส่ง
- การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานคมนาคมขนส่ง รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเป็นการบูรณาการแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของกระทรวงคมนาคม
- การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานคมนาคมขนส่ง รถไฟรางคู่เป็นการบูรณาการแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของกระทรวงคมนาคม
- การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งน้ำมันของประเทศ โดยพัฒนาระบบขนส่งน้ำมันทางท่อเป็นการบูรณาการแผนขยายระบบขนส่งน้ำมันทางท่อจากภาคกลางไปสู่ภาคเหนือ และภาคอีสาน เพื่อลดการขนส่งน้ำมันทางถนน
- การใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) รถไฟฟ้าส่วนบุคคลที่คาดว่าจะมีการนำมาใช้ในอนาคต ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาแผนการขับเคลื่อนภารกิจ ด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย เพื่อรองรับการพัฒนาและเตรียมความพร้อมในการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย กระทรวงพลังงานจึงได้จัดทำแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ในประเทศไทย โดยให้สอดคล้องกับแนวทางที่บูรณาการการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควบคู่ไปกับการเตรียมการเพื่อรองรับการดำเนินการตามแผนการขับเคลื่อนฯ
- มาตรการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งพัฒนางานวิจัยอย่างเป็นระบบเพื่อการพึ่งพาตนเองและเหมาะสมกับประเทศเริ่มจากประเด็นวิจัยไปจนถึงผลักดันไปสู่เชิงพาณิชย์และมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย รายละเอียดแสดงโดยสรุปดังรูปที่ 2.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.3 มาตรการและเป้าหมายลดการใช้พลังงานของภาคขนส่ง
(ที่มา เจาะลึก 11 มาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง, 2560)

2) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 [23]

การพัฒนาระบบขนส่งของประเทศภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 มุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อวางรากฐานอนาคตประเทศเพื่อเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางรางการพัฒนาด้านขนส่งและทางน้ำ ยกระดับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง เพิ่มขีดความสามารถการขนส่งทางอากาศ รวมไปถึงพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่เกิดจากการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจและพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศโดยมีเป้าหมายว่าภายในปี 2564 ประเทศไทยจะมี (1) ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่ำกว่าร้อยละ 7 ของ GDP (2) สัดส่วนการขนส่งสินค้าทางรางและทางน้ำต่อการขนส่งสินค้าทั้งหมดภายในประเทศสูงขึ้นจากร้อยละ 1.4 เป็นร้อยละ 4 และจากร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 15 ตามลำดับ (3) สัดส่วนผู้ใช้งานระบบขนส่งสาธารณะต่อปริมาณการเดินทางในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล สูงขึ้น จากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 30 และ (4) ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของท่าอากาศยานในกรุงเทพฯ และในภูมิภาค เพิ่มขึ้นเป็น 120 ล้านคนต่อปี

และ 55 ล้านคนต่อปีตามลำดับ สำหรับแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งที่สำคัญในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 โดยสรุปดังนี้

(1) ระบบขนส่งทางราง พัฒนารถไฟขนาดทาง 1 เมตร ให้เป็นโครงข่ายการเดินทางและขนส่งสินค้าหลักของประเทศ โดยการก่อสร้างทางคู่ในรัศมี 500 กิโลเมตรจากกรุงเทพฯ และพัฒนารถไฟสายใหม่เชื่อมโยงประเทศในภูมิภาคอาเซียน รวมทั้งพัฒนาระบบรถไฟความเร็วสูงขนาดทาง 1.435 เมตร เพื่อกระจายความเจริญจากกรุงเทพฯไปยังเมืองหลักในภูมิภาค

(2) ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง โดยการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และอยู่บนหลักการออกแบบเพื่อทุกคน พร้อมทั้งให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมืองและพื้นที่รอบสถานี เพื่อเพิ่มสัดส่วนการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะและการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์

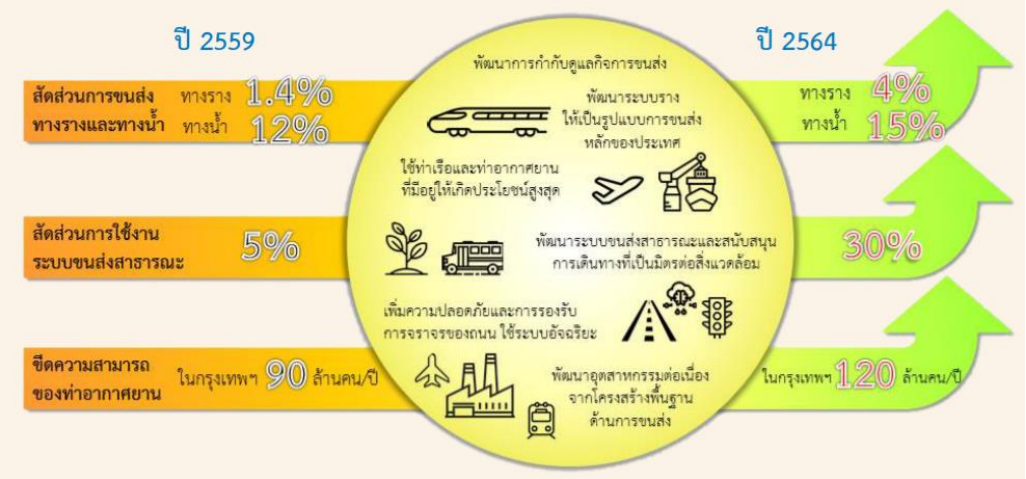
(3) ระบบขนส่งทางถนน โดยการเพิ่มความปลอดภัยในการสัญจร และการพัฒนาโครงข่ายทางพิเศษและทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองเพื่อรองรับปริมาณการเดินทางที่จะเพิ่มขึ้นจากการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน และการนำเทคโนโลยีระบบการขนส่งและจราจรอัจฉริยะมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการจราจรและการจัดเก็บข้อมูลด้านการขนส่งและจราจร

(4) ระบบขนส่งทางอากาศ โดยการพัฒนาบุคลากร อุปกรณ์ ระบบบริหารจัดการและการรับมือเหตุฉุกเฉินให้ได้มาตรฐานสากล การใช้ประโยชน์ท่าอากาศยานที่มีให้เต็มศักยภาพ รวมไปถึงการพัฒนาการจัดการห้วงอากาศอย่างบูรณาการ

(5) ระบบขนส่งทางน้ำ โดยการสนับสนุนให้เกิดการใช้ประโยชน์ท่าเรือภูมิภาคที่มีอยู่ให้เต็มศักยภาพในการสนับสนุนการขนส่งสินค้าต่อเนื่องหลายรูปแบบ และพัฒนาท่าเรือแหลมฉบังสู่การเป็นท่าเรือชั้นนำในภูมิภาค บนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของประชาชน

นอกจากนี้การพัฒนาระบบขนส่งจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยีนวัตกรรม และบุคลากรในภาคขนส่งรวมทั้งปรับปรุงกฎระเบียบเพื่อสนับสนุนให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องภายในประเทศ นอกจากนี้ยังจำ เป็นต้องเร่งปรับปรุงโครงสร้างการบริหารจัดการการขนส่งทางราง โดยการจัดตั้งกรมการขนส่งทางราง เพื่อผู้ใช้บริการและการบริหารสถานการณ์ฉุกเฉินตามมาตรฐานสากล เพื่อให้การพัฒนาระบบขนส่งของประเทศเป็นไปอย่างยั่งยืน ภาพรวมเป้าหมายการพัฒนาด้านขนส่งตามแผนฯ 12 แสดงดังรูปที่ 2.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.4 ภาพรวมเป้าหมายการพัฒนาด้านขนส่งตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (ที่มา สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

3) ร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) [24]

กระทรวงคมนาคมได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) เพื่อเป็นกรอบทิศทางในการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทยในระยะยาว และให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องขับเคลื่อนไปในทิศทางและมุ่งสู่เป้าหมายเดียวกัน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ตลอดจนการก้าวสู่การเป็นประเทศไทย 4.0 ที่มีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาในอนาคตของประเทศในระยะยาวเกิดการบูรณาการแผนงานโครงการร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้สำเร็จ โดยประกอบด้วยยุทธศาสตร์ 5 ด้าน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 สรุปภาพรวมร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) (ที่มา กระทรวงคมนาคม, 2560)

ทั้งนี้ในยุทธศาสตร์ดังกล่าวกำหนดไว้ 4 ช่วงเวลา ระยะละ 5 ปี ซึ่งการพัฒนาทั้ง 4 ระยะ นั้น จะดำเนินการตามแนวคิดการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคมนาคมขนส่ง (Efficiency) ให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งได้อย่างสะดวกทั่วถึง (Inclusive Transport) และปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green and Safe Transport) ตลอดจนการนำนวัตกรรม เทคโนโลยี และการบริหารจัดการมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งในทุกระยะของการพัฒนาโดยในระยะ 5 ปีแรก (พ.ศ. 2560-2564) มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาพื้นฐานเร่งด่วน ด้านคมนาคมขนส่ง (Critical Transport Issues) และเร่งผลักดันการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งในส่วนที่ไม่สมบูรณ์หรือเป็นคอขวด (Missing Link/Bottleneck) ตามแนวเส้นทางหลัก (Main Transport Corridor) โดยมุ่งเน้นการดำเนินการ ดังนี้

1) แก้ไขปัญหาจราจรในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล และเมืองหลักในภูมิภาค ทั้งทางกายภาพและการบังคับใช้กฎหมายเพื่อลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล โดยพิจารณาบังคับใช้มาตรการการบริหารจัดการความต้องการในการเดินทาง เช่น การจำกัดจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลที่เข้าสู่ย่านธุรกิจ การลดจำนวนที่จอดรถยนต์ และการเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนน เป็นต้น

2) เร่งพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล รวมทั้งในเมืองหลัก 6 แห่ง ในภูมิภาค ประกอบด้วย จังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก ขอนแก่น นครราชสีมา ภูเก็ต และสงขลา

3) แก้ไขปัญหาอุบัติเหตุทางถนน จากกรอบปฏิญญามอสโกกำหนดให้ปี พ.ศ. 2554-2563 เป็น “ทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน” (Decade of Action for Road Safety) โดยมีเป้าหมายลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนให้ต่ำกว่า 10 คนต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2563 มาตรการติดตั้ง GPS ควบคุมความเร็วและพฤติกรรมในการขับขี่รถสาธารณะ การฝึกอบรมพนักงานขับรถและการเข้มงวดในกฎระเบียบ เป็นต้น

4) พัฒนาระบบรางระหว่างเมืองเพื่อการขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร ทั้งระบบรางที่มีอยู่เดิมขนาด 1 เมตร (Meter Gauge) และขนาด 1.435 เมตร (Standard Gauge) โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางราง

5) พัฒนาพื้นที่ตามแนวเส้นทางรถไฟและรถไฟฟ้า (Transit-Oriented Development)

6) พัฒนาระบบคมนาคมขนส่งที่ส่งเสริมระบบโลจิสติกส์และการพัฒนาพื้นที่เฉพาะ เช่น เขตเศรษฐกิจพิเศษ และพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7) พัฒนาระบบขนส่งที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาโครงข่ายระบบราง ส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: EV) การจัดซื้อรถโดยสารไฟฟ้า เป็นต้น

8) พัฒนาการเข้าถึงระบบขนส่งของคนทุกกลุ่ม ได้แก่ ผู้สูงอายุ คนพิการ และผู้มีรายได้น้อยกระทรวงคมนาคม

9) พัฒนาและส่งเสริมมาตรฐานคุณภาพการให้บริการระบบคมนาคมขนส่งทุกรูปแบบด้วยการฝึกอบรมผู้ให้บริการขนส่งและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ให้มีความรู้ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีมาตรฐานโดยเน้นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งอย่างเหมาะสมรวมทั้งการปฏิรูป ปรับปรุงบทบาทองค์กร และกฎหมาย เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยอ้างอิงจากเอกสารของ โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (United Nations Development Programme – UNDP) และฝ่ายเลขานุการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เรื่อง Handbook for conducting Technology Needs Assessment for Climate Change จำนวน 19 รายการ [7] และผู้วิจัยได้เพิ่มเติมตามบริบทของประเทศไทยอีก 2 รายการ ซึ่งอ้างอิงจากแผนยุทธศาตร์กระทรวงคมนาคม พ.ศ.2560-2564 [8] รวมจำนวนเทคโนโลยีของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ใช้ในงานวิจัยนี้จำนวน 21 รายการ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

รหัส	ประเภท	เทคโนโลยี/ทางเลือก
T1	การประหยัดพลังงานและการเปลี่ยนเชื้อเพลิง	เทคโนโลยีไฮบริด (รถยนต์ / รถประจำทาง) (Hybrid technology (cars, buses))
T2	การเปลี่ยนเชื้อเพลิง	เทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in technology)
T3		เทคโนโลยีการใช้ LNG/CNG (LNG/CNG technology)
T4	การประหยัดพลังงาน	เทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะ (Vehicle add-on technologies) เช่น น้ำมันลดแรงเสียดทาน (low friction oil) ยางรถยนต์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง (fuel-efficient tires) เป็นต้น
T5		เทคโนโลยีควบคุมเขม่าดำ (Black carbon control technologies)
T6		เทคโนโลยีปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ(Vehicle technology improvements) เช่น หลักการอากาศพลศาสตร์ในการช่วยลดแรงต้านทานอากาศ (aerodynamics) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส	ประเภท	เทคโนโลยี/ทางเลือก
T7	การประหยัดพลังงาน	การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)
T8		ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า (Truck stop electrification, TSE)
T9		ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ขับขี่ (Driver information technologies)
T10		เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพ (Efficient diesel engines)
T11		เทคโนโลยีการจัดการ (Management technologies) เช่น เทคโนโลยี traffic signal synchronization , ระบบ intelligent systems เป็นต้น
T12	การเปลี่ยนเชื้อเพลิงและพลังงานหมุนเวียน	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels) เช่น เอทานอลจากเซลลูโลส (Cellulosic Ethanol) ไบโอดีเซล (Biodiesel) และ สาหร่าย (algae) เป็นต้น
T13		พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen)
T14	เซลล์เชื้อเพลิง	เซลล์เชื้อเพลิงรูปแบบต่างๆ (Fuel cells)
T15	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit systems (road or rail based))
T16		ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport infrastructure)
T17		การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift: road to rail or water-borne)
T18	การบริหารจัดการความต้องการการใช้ถนน	ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Road Pricing, ERP)
T19		การวางผังเมือง (Urban planning (mixed use and high density))
T20	(เพิ่มเติม)	ระบบตั๋วร่วม (Common Ticketing System)
T21		รถโดยสารสาธารณะ NGV (NGV-powered buses)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่คัดเลือกในงานวิจัยนี้แล้วจำนวน 21 รายการ ได้แก่ หลักการทำงานทั่วไปของเทคโนโลยี รวมทั้งหลักการในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมหรือหลักการช่วยประหยัดพลังงานของเทคโนโลยี รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก

3.2 กำหนดเกณฑ์และความหมายของคะแนน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษารวบรวมเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความต้องการเทคโนโลยี (Technology Needs Assessment, TNA) ของประเทศไทยและจากต่างประเทศ ซึ่งโดยหลักการแล้วจะอ้างอิงจากรายงานเรื่อง Thailand Technology Needs Assessments Report for Climate Change Mitigation ของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) [6] และเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมทุกบริบทมากที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 2 เกณฑ์หลัก รวม 15 ประเด็น คือ

(1) ความพร้อมของเทคโนโลยี (Readiness ; R) ประกอบด้วย 11 ประเด็น

(2) ผลกระทบ (Impact ; I) ประกอบด้วย 4 ประเด็น

โดยการกำหนดให้แต่ละประเด็นมีคะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน ซึ่งแต่ละคะแนนจะมีความหมายที่แตกต่างกันเพื่อใช้ประกอบการประเมินให้คะแนนได้ถูกต้องและใกล้เคียงข้อมูลความเป็นจริงมากที่สุด รายละเอียดของเกณฑ์และความหมายของคะแนนแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินและความหมายของคะแนน

รหัส	เกณฑ์	คะแนน	ความหมายของคะแนน
R :	**เกณฑ์ด้านความพร้อมของเทคโนโลยี (11 ประเด็น)**		
R1	นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง	5	มีนโยบายและกฎระเบียบสนับสนุนเทคโนโลยีนี้อย่างแข็งขัน และประกาศเป็นวาระแห่งชาติ
		4	มีนโยบายและกฎระเบียบสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ และมีแผนที่ชัดเจน
		3	มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่สอดคล้องโดยตรง และกำลังพิจารณาเพื่อจัดทำกฎระเบียบรองรับ
		2	มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่สอดคล้องโดยตรง แต่ไม่มีกฎระเบียบรองรับ
		1	ไม่มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้

รหัส	เกณฑ์	คะแนน	ความหมายของคะแนน
R :	**เกณฑ์ด้านความพร้อมของเทคโนโลยี (11 ประเด็น)**		
R2	การสนับสนุนด้านการเงิน	5	มีการสนับสนุนด้านการเงินทางตรง จากทุกแหล่งทุน
		4	มีการสนับสนุนด้านการเงินทางตรง จากทุกแหล่งทุน
		3	มีการสนับสนุนด้านการเงินทางอ้อมจากทุกแหล่งทุน
		2	มีการสนับสนุนด้านการเงินอย่างไม่ต่อเนื่อง
		1	ไม่มีการสนับสนุนด้านการเงินจากแหล่งทุนใดเลย
R3	ต้นทุนและผลประโยชน์	5	เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงมากโดยปราศจากกลไกใดๆ
		4	เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงมากโดยมีกลไกบางอย่าง เช่น adder FIT เป็นต้น
		3	เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนปานกลางโดยมีกลไกบางอย่าง
		2	เทคโนโลยีนี้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ในบางสถานการณ์
		1	เทคโนโลยีนี้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ในทุกสถานการณ์
R4	การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	5	เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐบาล ท้องถิ่น และประชาชน
		4	เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภาครัฐบาลและท้องถิ่น
		3	เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภาครัฐบาลและประชาชน
		2	เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากภาครัฐบาลเพียงภาคเดียว
		1	เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน
R5	ทรัพยากรบุคคล / ผู้เชี่ยวชาญหรือสถาบันเฉพาะทาง	5	มีเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้ เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (มีหลายกลุ่มที่เชื่อมต่อกัน)
		4	มีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้ (≥ 10 คน ที่มีปฏิสัมพันธ์กัน)
		3	มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้น้อย (≥ 10 คน)
		2	มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้น้อยมาก (< 10 คน)
		1	ไม่มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้เลย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส	เกณฑ์	คะแนน	ความหมายของคะแนน
R :	**เกณฑ์ด้านความพร้อมของเทคโนโลยี (11 ประเด็น)**		
R6	ฐานข้อมูลเทคโนโลยี	5	มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้ที่สมบูรณ์ และเปิดให้ผู้ใช้งานทุกคนสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้
		4	มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้ที่สมบูรณ์ และมีผู้ใช้งานแค่บางส่วนสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้
		3	มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้บางส่วน (ไม่สมบูรณ์)
		2	มีข้อมูลเทคโนโลยีนี้บางส่วน
		1	ไม่มีข้อมูลเทคโนโลยีนี้เลย
R7	แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี)	5	ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในอัตราเติบโตสูงมาก
		4	ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในอัตราเติบโต
		3	ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้
		2	ประเทศไทยมีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้น้อย
		1	ประเทศไทยไม่มีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้
R8	การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน	5	มีระบบการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่ดีมาก อย่างครบถ้วน
		4	มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่ดี
		3	มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ปานกลาง
		2	มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานบางส่วนที่สามารถสนับสนุนเทคโนโลยีนี้
		1	ไม่มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้
R9	ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ	5	มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศสูงมาก (100%)
		4	มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศสูง (>90%)
		3	มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศปานกลาง (10-90%)
		2	มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศต่ำ (<10%)
		1	ไม่มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ (0%)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส	เกณฑ์	คะแนน	ความหมายของคะแนน
R :	**เกณฑ์ด้านความพร้อมของเทคโนโลยี (11 ประเด็น)**		
R10	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย	5	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายอย่างเต็มที่ไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		4	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
		3	มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่สอดคล้องโดยตรง และกำลังพิจารณาเพื่อจัดทำกฎระเบียบรองรับ
		2	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในบางพื้นที่ ที่มีปัญหา
		1	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในระยะเริ่มต้น
R11	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว	5	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายอย่างเต็มที่ไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องของทุกประเทศที่พัฒนาแล้ว
		4	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในบางประเทศที่พัฒนาแล้ว
		3	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไป
		2	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในบางพื้นที่ที่มีปัญหาในบางประเทศที่พัฒนาแล้ว
		1	สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้เพิ่งเริ่มมีการกระจายในประเทศที่พัฒนาแล้ว
I :	**เกณฑ์ด้านผลกระทบ (4 ประเด็น)**		
I1	ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า	5	เทคโนโลยีนี้เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการเงินของประเทศโดยมีความเป็นไปได้ในการสร้างมูลค่าทางการตลาดสูงมาก
		4	เทคโนโลยีนี้สามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ โดยมีความเป็นไปได้ในการสร้างมูลค่าทางการตลาดสูง
		3	เทคโนโลยีนี้ไม่มีผลต่อการแข่งขันของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการสร้างมูลค่าทางการตลาดน้อย
		2	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดผลเสียบางประการในด้านเศรษฐกิจของประเทศบางส่วน
		1	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจของประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส	เกณฑ์	คะแนน	ความหมายของคะแนน
I :	เกณฑ์ด้านผลกระทบ (4 ประเด็น)		
I2	ด้านสังคม: การจ้างงาน /กระจายรายได้/ เที่ยงธรรม	5	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นมาก
		4	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นเพิ่มขึ้น
		3	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นอย่างไม่มีนัยสำคัญ
		2	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นน้อย
		1	เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นน้อยอย่างมาก
I3	ด้านสิ่งแวดล้อม : มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ	5	เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่บวก/ลดการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณกว้าง
		4	เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่บวก/ลดการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จำกัด
		3	เทคโนโลยีนี้ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ/ไม่เพิ่มมลพิษทางสิ่งแวดล้อม
		2	เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ลบ และเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จำกัด
		1	เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ลบ และเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณกว้าง
I4	การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี	5	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้สูงมาก
		4	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มาก
		3	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ปานกลาง
		2	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้น้อย
		1	เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้น้อยมาก

3.3 การให้คะแนนเทคโนโลยีและค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง

3.3.1 เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง

งานวิจัยนี้ได้สืบค้นและรวบรวมข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ในด้านเทคโนโลยีพลังงานของภาคขนส่ง จำนวนมากกว่า 200 คนจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลจากการเข้าร่วมงานประชุมสัมมนาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับภาคขนส่ง ข้อมูลจากฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(Science and Technology Infrastructure Database, STDB) ข้อมูลจากเว็บไซต์สถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่ดำเนินงานเกี่ยวข้องกับด้านขนส่งหรืออยู่ในสังกัดกระทรวงคมนาคมทั้งหมด และกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ที่จะทำการประเมินในงานวิจัยนี้คือ จะต้องเป็นผู้ที่มีผลงานวิจัยหรือมีหน้าที่รับผิดชอบที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีประเภทใดประเภทหนึ่งตามรายการเทคโนโลยี 21 รายการที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยจะทำการส่งแบบประเมินให้ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือเดินทางไปสัมภาษณ์ในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าพบได้ ซึ่งจำนวนผู้ประเมินที่งานวิจัยนี้กำหนดไว้ในระดับที่ยอมรับได้คือจะต้องได้ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญรวมจำนวนอย่างน้อย 30 คน

3.3.2 ขั้นตอนการประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

งานวิจัยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งทำการประเมินในแบบฟอร์มที่กำหนด โดยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้ รายละเอียดดังรูปที่ 3.1

(1) ประเมินให้ค่าความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบรวม 15 ประเด็น โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความสำคัญน้อย ปานกลาง และมาก มีการให้คะแนน 1-3 คะแนนตามลำดับ เพื่อใช้เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์และคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ

(2) คัดเลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ ผู้เชี่ยวชาญจะรับทราบรายการเทคโนโลยีจำนวน 21 รายการซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะต้องทำการเลือกตอบเฉพาะเทคโนโลยีที่มีความรู้และประเมินให้คะแนนได้เท่านั้น ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญ 1 คน สามารถประเมินให้คะแนนได้มากกว่า 1 เทคโนโลยี แต่ไม่จำเป็นต้องให้คะแนนกับทั้งหมด 21 เทคโนโลยี

(3) ประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยี โดยเมื่อผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และสามารถประเมินให้คะแนนได้แล้ว จะต้องทำการให้คะแนนในเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบ รวม 15 ประเด็น โดยในแต่ละประเด็นจะมีตั้งแต่ 1-5 คะแนน ตามความหมายของคะแนนที่แสดงในตารางที่ 3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

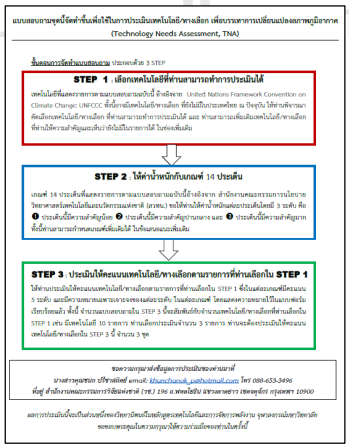
3.3.3 การจัดทำแบบประเมินให้คะแนนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

งานวิจัยนี้จัดทำแบบประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

(1) แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร

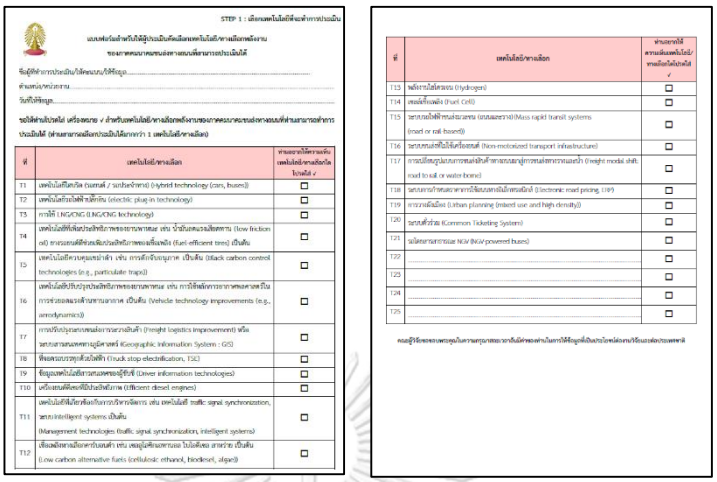
ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินในรูปแบบเอกสารในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญไม่สะดวกทำการประเมินบนระบบออนไลน์ และ/หรือ ในกรณีการเข้าพบเพื่อสัมภาษณ์จะใช้เอกสารให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยจะประกอบด้วย 4 ชุดเอกสาร ได้แก่

(1.1) ขั้นตอนการกรอกแบบประเมิน เพื่อแสดงรายละเอียดวิธีการและลำดับขั้นตอนการกรอกแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 1 “ขั้นตอนการกรอกแบบประเมิน”

(1.2) เลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ เพื่อแสดงรายการเทคโนโลยีให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินให้คะแนนได้ แสดงดังรูปที่ 3.3

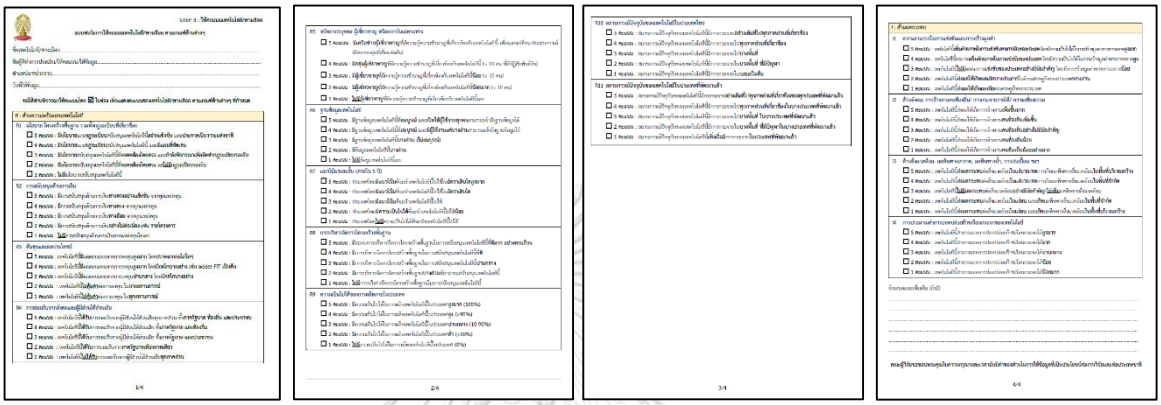


รูปที่ 3.3 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 2 “เลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้”

(1.3) ให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์ เพื่อกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์ 2 ด้าน 15 ประเด็น โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความสำคัญน้อย ปานกลาง และมาก มีการให้คะแนน 1-3 คะแนน ตามลำดับ เพื่อใช้เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์และคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ แสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 3 “ให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์”

(1.4) ให้คะแนนเทคโนโลยี เพื่อกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้โดยจะมีรายละเอียดของความหมายคะแนนชี้แจงอยู่และให้ผู้เชี่ยวชาญทำการกรอกชื่อเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ที่ด้านบนของแบบฟอร์ม ทั้งนี้แบบฟอร์มนี้จะต้องใช้ 1 ชุดต่อ 1 เทคโนโลยี กล่าวคือในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญ 1 คนสามารถประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีได้จำนวน 5 รายการ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องกรอกแบบฟอร์มนี้จำนวน 5 ฉบับ แสดงดังรูปที่ 3.5

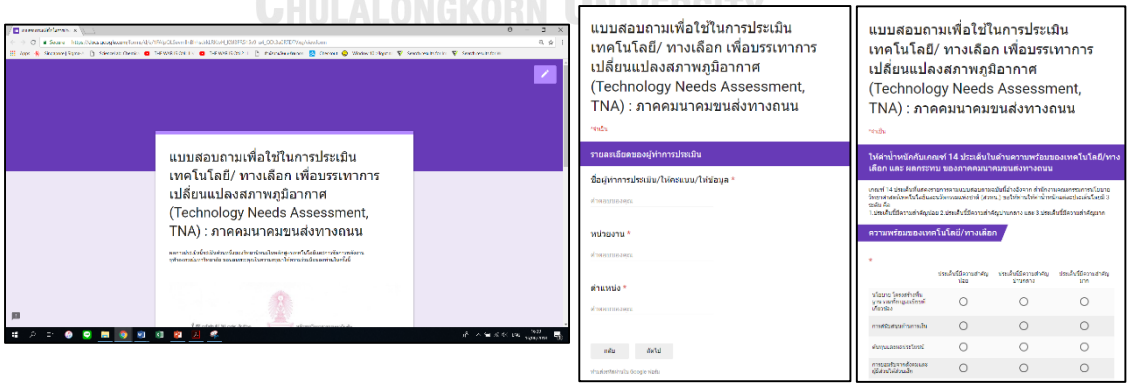


รูปที่ 3.5 แบบประเมินในรูปแบบเอกสาร ชุดที่ 4 “ให้คะแนนเทคโนโลยี”

ทั้งนี้รายละเอียดของแบบประเมินในรูปแบบเอกสารทั้งหมดแสดงดังภาคผนวก ข

(2) แบบประเมินออนไลน์

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินไว้บนระบบออนไลน์เพื่อความอำนวยความสะดวกให้กับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ระบบ Google Form ซึ่งมีความง่ายและสะดวกในการประมวลผลได้แบบอัตโนมัติ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการแสดงผลแบบประเมินออนไลน์

3.4 วิธีการคำนวณ

3.4.1 คำนวณค่าความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ

เมื่อผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความสำคัญต่อเกณฑ์ทั้ง 15 ประเด็นเรียบร้อยแล้ว จะนำผลคะแนนของแต่ละประเด็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความสำคัญในแต่ละประเด็น ตัวอย่างเช่น ประเด็น R1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง มีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 30 คนให้ค่าความสำคัญในระดับ 3 ทุกคน จะได้ผลรวมของประเด็น R1 เท่ากับ 90 คะแนน และนำไปหาค่าเฉลี่ยโดยหารจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้นค่าเฉลี่ยความสำคัญของประเด็น R1 จึงเท่ากับ 90 หาร 30 หรือ 3 คะแนน

สมการที่ (1) แสดงการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ เพื่อนำไปเปรียบเทียบคะแนนในด้านความพร้อม 11 ประเด็นและจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมต่อไป สำหรับประเด็นด้านผลกระทบใช้วิธีคำนวณเหมือนกันแต่จะจัดลำดับความสำคัญแยกกัน โดยผลกระทบจะเปรียบเทียบใน 4 ประเด็น

$$\overline{V_{R_i}} = \frac{\sum V_{R_i}}{n} \qquad \text{----(1)}$$

เมื่อ V_{R_i} คือ ค่าความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i, คะแนน

$\overline{V_{R_i}}$ คือ ค่าเฉลี่ยความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i, คะแนน

n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินค่าความสำคัญของเกณฑ์, คน

i คือ เกณฑ์ด้านความพร้อมในแต่ละประเด็น (ประเด็นที่ 1-11)

3.4.2 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในแต่ละประเด็น

เนื่องจาก งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบเท่ากัน ซึ่งมีจำนวนประเด็นไม่เท่ากัน จึงต้อง Normalization ตัวอย่างเช่น เกณฑ์ด้านความพร้อม 11 ประเด็น ได้ค่าความสำคัญเฉลี่ยจากสมการที่ (1) ของประเด็น R1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เท่ากับ 3 ได้ผลรวมค่าความสำคัญเฉลี่ยของ 11 ประเด็นเท่ากับ 24 ดังนั้นจะสามารถคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของประเด็น R1 ได้เป็น 3 หาร 24 จึงเท่ากับ 0.125 ทั้งนี้การคำนวณที่ถูกต้องจะเป็นไปต่อเมื่อผลรวมของค่าน้ำหนักความสำคัญทั้ง 11 ประเด็นรวมกันเท่ากับ 1.0 พอดี

สมการที่ (2) แสดงการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ สำหรับประเด็นด้านผลกระทบใช้วิธีคำนวณเหมือนกัน

$$W_{R_i} = \frac{\overline{V_{R_i}}}{\sum \overline{V_{R_i}}} \quad \text{-----(2)}$$

เมื่อ W_{R_i} คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ที่ Normalization แล้ว, คะแนน

$\overline{V_{R_i}}$ คือ ค่าเฉลี่ยความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i, คะแนน

$\overline{\sum \overline{V_{R_i}}}$ คือ ผลรวมค่าเฉลี่ยความสำคัญที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i, คะแนน

3.4.3 คำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินในแต่ละประเด็นของแต่ละเทคโนโลยี

เมื่อผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนเทคโนโลยีเรียบร้อยแล้ว จะนำผลคะแนนของเทคโนโลยีในแต่ละประเด็นที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีไฮบริด มีผู้เชี่ยวชาญทำการให้คะแนนรวมจำนวน 15 คน ในประเด็น R1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐานรวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง ผลรวมจากคะแนนด้านความพร้อมของผู้เชี่ยวชาญ 15 คน คือ 60 คะแนนจากคะแนนเต็ม 75 คะแนน ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนดิบของเทคโนโลยีไฮบริดในประเด็น R1 ได้เท่ากับ 60 หาร 15 หรือเท่ากับ 4 คะแนน ซึ่งต้องทำวิธีเดียวกันนี้กับทุกเทคโนโลยีและทุกประเด็นในแต่ละเกณฑ์เพื่อใช้ค่ากลางในการนำไปคำนวณขั้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการที่ (3) แสดงการหาค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ ของเทคโนโลยีแต่ละรายการ สำหรับประเด็นด้านผลกระทบใช้วิธีคำนวณเหมือนกัน

$$\overline{X_{R_i T_k}} = \frac{\sum X_{R_i T_k}}{n_{T_k}} \quad \text{----(3)}$$

เมื่อ $X_{R_i T_k}$ คือ ค่าคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ของรายการเทคโนโลยีที่ k , คะแนน

$\overline{X_{R_i T_k}}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ของรายการเทคโนโลยีที่ k , คะแนน

T_k คือ รายการเทคโนโลยีที่ k

k คือ เทคโนโลยีแต่ละรายการ

n_{T_k} คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินเทคโนโลยีรายการที่ k, รายการ

3.4.4 คำนวณคะแนนของแต่ละเทคโนโลยีในแต่ละประเด็น

เนื่องจากการคำนวณคะแนนของแต่ละเทคโนโลยีเราต้องพิจารณาประเด็นความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ด้วย ซึ่งทุกประเด็นไม่ได้มีความสำคัญเท่ากันหมด ตัวอย่างเช่น ภาคคมนาคมขนส่งทางถนนอาจให้ความสำคัญกับเรื่องนโยบาย เรื่องการสนับสนุนการเงินมากเป็นอันดับแรกๆ แต่ในกรณีของภาคการผลิตไฟฟ้าอาจให้ความสำคัญกับเรื่องการยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมาเป็นอันดับแรก ดังนั้นการคำนวณคะแนนของเทคโนโลยีจึงต้องนำค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ได้จากสมการที่ (3) มาคูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการคำนวณในสมการที่ (2) ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีไฮบริด ได้ค่าเฉลี่ยคะแนนดิบในประเด็น R1 เท่ากับ 4 คะแนน และค่าน้ำหนักความสำคัญของประเด็น R1 ที่คำนวณได้จากสมการที่ (2) คือ 0.125 ดังนั้น คะแนนของเทคโนโลยีไฮบริดในประเด็น R1 จึงเท่ากับ 4 คูณ 0.125 หรือเท่ากับ 0.5 คะแนน ซึ่งต้องทำวิธีเดียวกันนี้กับทุกเทคโนโลยีและทุกประเด็นในแต่ละเกณฑ์เพื่อใช้เป็นค่ากลางในการนำไปคำนวณขั้นต่อไป

สมการที่ (4) แสดงการคำนวณคะแนนของแต่ละเทคโนโลยีของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นต่างๆ สำหรับประเด็นด้านผลกระทบใช้วิธีคำนวณเหมือนกัน

$$Y_{R_iT_k} = \overline{X_{R_iT_k}} \quad x \quad W_{R_i} \qquad \text{----(4)}$$

เมื่อ $Y_{R_iT_k}$ คือ คะแนนของแต่ละเทคโนโลยีของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ของรายการเทคโนโลยีที่ k , คะแนน

$\overline{X_{R_iT_k}}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนดิบที่ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ของรายการเทคโนโลยีที่ k , คะแนน

W_{R_i} คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ที่ Normalization แล้ว, คะแนน

3.4.5 ผลรวมคะแนนด้านความพร้อมในแต่ละเทคโนโลยี

ผลรวมคะแนนด้านความพร้อมในแต่ละเทคโนโลยี กล่าวคือ งานวิจัยจะแยกเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบออกจากกัน โดยคะแนนของเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบมีคะแนนเต็มเท่ากับ 5 และใช้ในการนำไปเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีในบริบทด้านความพร้อมและผลกระทบแยกจากกัน โดยไม่นำคะแนนมารวมกันเป็น 10 คะแนน ตัวอย่างเช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เทคโนโลยีไฮบริด ได้คะแนนที่คำนวณจากสมการที่ (4) ในประเด็น R1 เท่ากับ 0.5 และเมื่อรวมคะแนนของเกณฑ์ด้านความพร้อม 11 ประเด็น ได้เท่ากับ 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน เทคโนโลยีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ได้คะแนนรวมด้านความพร้อมเท่ากับ 4.5 คะแนน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะพบว่า เทคโนโลยีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีคะแนนด้านความพร้อมมากกว่า เทคโนโลยีไฮบริด

ดังนั้น คะแนนที่ได้จากสมการที่ (5) นี้จะสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกันระหว่างเทคโนโลยีได้เพราะผ่านการคำนวณมาจากการใช้ค่ากลางและการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละประเด็นเรียบร้อยแล้ว สำหรับประเด็นด้านผลกระทบใช้วิธีคำนวณเหมือนกัน

$$Z_{RT_k} = \sum Y_{R_iT_k} \quad \text{----(5)}$$

เมื่อ Z_{RT_k} คือ ผลรวมคะแนนด้านความพร้อมในเทคโนโลยีที่ k, คะแนน

$Y_{R_iT_k}$ คือ คะแนนของแต่ละเทคโนโลยีของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็นที่ i ของรายการเทคโนโลยีที่ k , คะแนน

3.5 การวิเคราะห์ผล

3.5.1 วิเคราะห์เกี่ยวกับผู้ประเมิน

วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เชี่ยวชาญของภาคขนส่งที่ทำการประเมิน โดยพิจารณาในบริบทของหน่วยงานที่สังกัดแบ่งเป็นภาคส่วนต่างๆ และจำนวนเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในการประเมินมากที่สุด เป็นต้น

3.5.2 วิเคราะห์ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์

พิจารณาผลการประเมินให้ค่าความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญทุกภาคส่วน จัดลำดับความสำคัญและอภิปรายผล ทั้งนี้จะทำการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์โดยพิจารณาแยกตามภาคส่วนต่างๆเพื่อดูมุมมองของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละภาคส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5.3 วิเคราะห์ผลเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี

3.5.3.1 จัดทำแผนภาพ scenario analysis

จัดทำแผนภาพ scenario analysis เพื่อแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยี โดยพิจารณาจากตำแหน่งของเทคโนโลยีใน 4 จตุภาค แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบเท่ากันทุกประเด็น และกรณีที่ 2 กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้ค่าน้ำหนักความสำคัญ จากนั้นเปรียบเทียบผลความแตกต่างจาก 2 กรณี

3.5.3.2 จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อมและผลกระทบ

จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีโดยพิจารณาคัดเลือกเฉพาะเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (จากแผนภาพ scenario analysis) จากนั้นจัดลำดับค่าคะแนนที่ได้ 5 อันดับ เพื่อแสดงผลรายชื่อเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง 5 อันดับ และรายชื่อเทคโนโลยีที่มีความพร้อมสูง 5 อันดับ

3.5.4 เปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยการวิเคราะห์ช่องว่าง (gap analysis)

3.5.4.1 จัดกลุ่มเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (จากแผนภาพ scenario analysis)

3.5.4.2 จัดทำกราฟเปรียบเทียบคะแนนด้านความพร้อม 11 ด้านเพื่อดูช่องว่าง (gap) ที่เกิดขึ้นและอภิปรายผล

3.5.5 วิเคราะห์ผลเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีในรูปแบบนโยบายต่างๆ

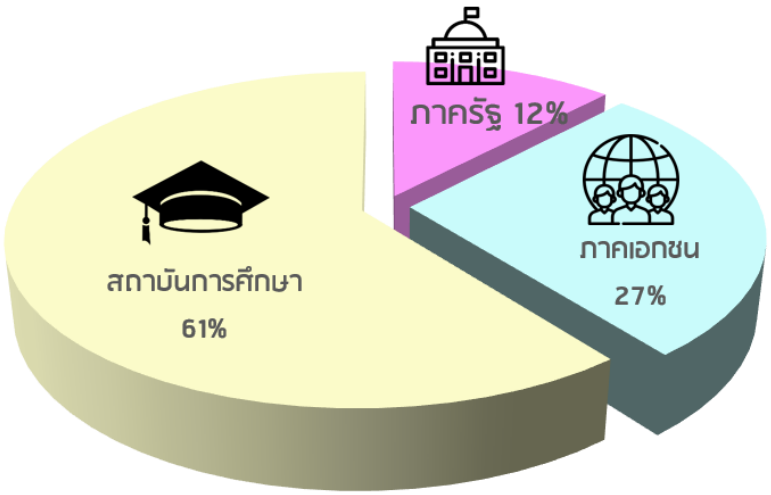
โดยการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 1.0 สำหรับประเด็นด้านความพร้อมและผลกระทบที่สนใจเพื่อใช้เป็นตัวแทนของการตัดสินใจระดับนโยบายรูปแบบต่างๆ โดยพิจารณาประเด็น R3 : ต้นทุนและผลประโยชน์ R4 : การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R9 : ความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ I1 : ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า และ I3 ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ จากนั้นจัดลำดับคะแนนของเทคโนโลยี 5 อันดับเพื่อพิจารณาความเปลี่ยนแปลงของลำดับเทคโนโลยีจากการตัดสินใจระดับนโยบายรูปแบบต่างๆ และอภิปรายผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 สรุปจำนวนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่ง

ผู้เชี่ยวชาญของภาคขนส่งที่ประเมินผลในงานวิจัยนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 33 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษาจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 61 จากภาคเอกชนจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 27 และจากภาครัฐจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 12 ดังรูปที่ 4.1 นอกจากนี้พบว่ามีจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีสูงสุด 3 อันดับแรก คือ เทคโนโลยีไฮบริด จำนวน 21 คน ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) จำนวน 19 คน และเทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน จำนวน 17 คน ดังรูปที่ 4.2



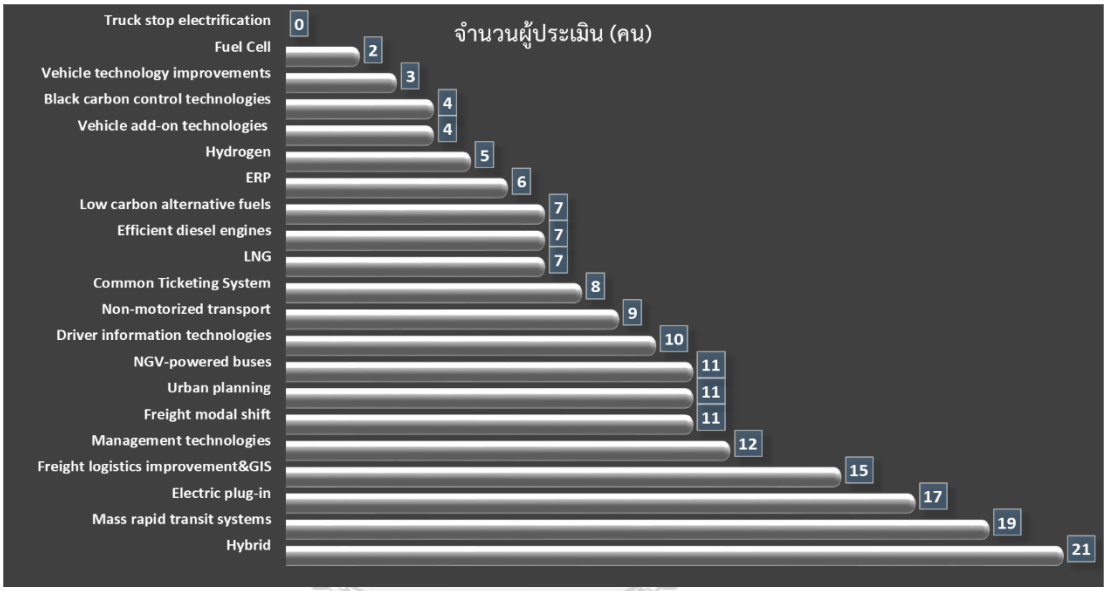
รูปที่ 4.1 สัดส่วนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งที่กรอกแบบประเมินแยกตามภาคส่วนต่างๆ

งานวิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดกรองเทคโนโลยีที่จะนำไปวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไปดังนี้

(1) เทคโนโลยีที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมากกว่า 2 คนขึ้นไป

(2) เทคโนโลยีที่เป็นที่รู้จักในประเทศไทยหรือมีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ หรือมีโครงการสาธิต หรือบทความสนับสนุนการนำเทคโนโลยีนั้นๆ มาใช้ในประเทศไทย

ดังนั้นจากเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้คงเหลือเทคโนโลยีจำนวน 19 รายการ ในการนำไปวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป โดยเทคโนโลยีที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า (Truck stop electrification, TSE) ไม่มีผู้ประเมิน เนื่องจากเทคโนโลยีนี้ไม่เป็นที่รู้จักและยังไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในประเทศไทย รวมทั้งเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ซึ่งมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเพียง 2 คน ทำให้ไม่สามารถนำผลไปใช้ในการประเมินขั้นต่อไปได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้อาจขาดความน่าเชื่อถือ และผลอาจไม่สะท้อนข้อมูลความเป็นจริง ซึ่งเป็นไปได้ว่าในส่วนของภาคขนส่งผู้เชี่ยวชาญอาจมองในประเด็นของรถยนต์พลังงานไฮโดรเจนกับเซลล์เชื้อเพลิงเป็นเรื่องเดียวกัน จึงทำให้มีผลการประเมินน้อยมาก



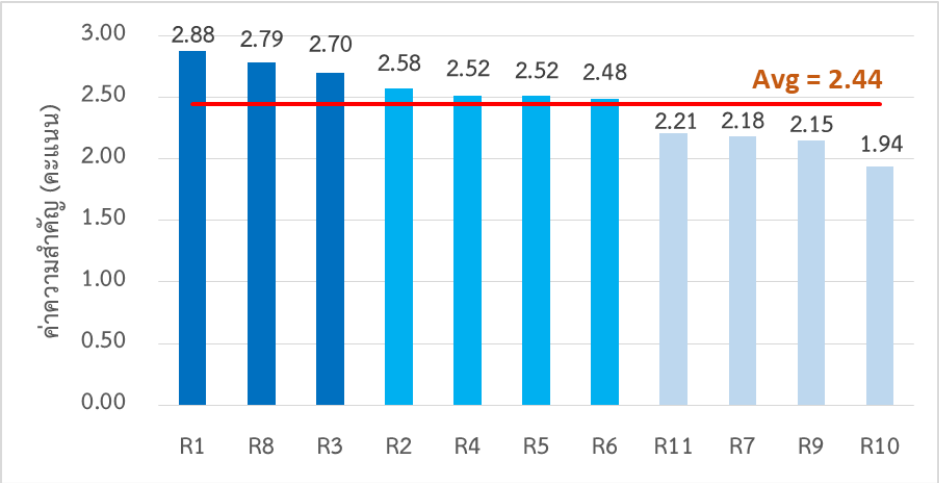
รูปที่ 4.2 สรุปจำนวนผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งที่ประเมินผลในแต่ละเทคโนโลยี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์

4.2.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อม

ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อม จากผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งจำนวน 33 คน พบว่ามี 7 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.44 โดยมี 3 ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดตามลำดับ ได้แก่ R1:นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R8: การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และ R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ สำหรับ 4 ประเด็นที่มีความสำคัญใกล้เคียงกัน ได้แก่ R2: การสนับสนุนด้านการเงิน R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง และ R6: ฐานข้อมูลเทคโนโลยี ตามลำดับ นอกจากนี้ประเด็นที่มีความสำคัญต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมี 4 ประเด็น ได้แก่ R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ และ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.3



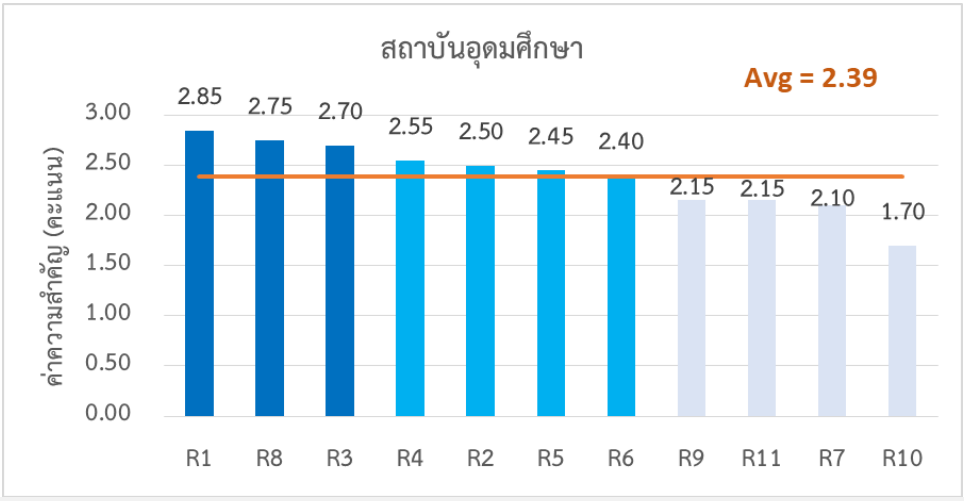
R1: นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R2: การสนับสนุนด้านการเงิน R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง R6: ฐานข้อมูลเทคโนโลยี R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) R8: โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

รูปที่ 4.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อม

เมื่อพิจารณาผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญแยกตามภาคส่วนต่างๆ แสดงผลดังนี้

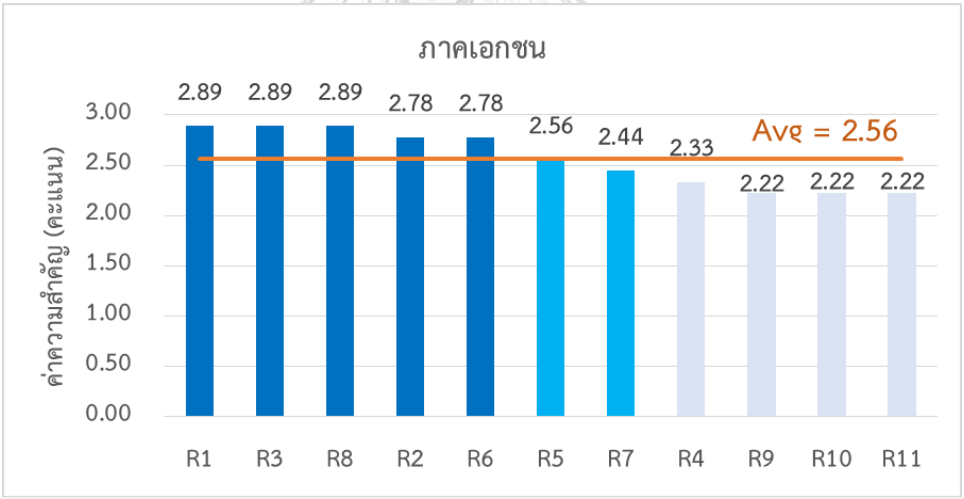
(1) สถาบันการศึกษา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 7 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.39 โดยมี 3 ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดตามลำดับ ได้แก่ R1:นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R8: การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และ R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ และประเด็นที่มีความสำคัญต่ำที่สุดคือ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย แสดงดังรูปที่ 4.4

(2) ภาคเอกชน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 5 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.56 โดยมี 3 ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดเท่ากัน ได้แก่ R1: นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ และ R8: การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และ 3 ประเด็นที่มีความสำคัญต่ำที่สุดเท่ากัน คือ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย และ R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว แสดงดังรูปที่ 4.5



R1: นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R2: การสนับสนุนด้านการเงิน R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง R6: ฐานข้อมูลเทคโนโลยี R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) R8: โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

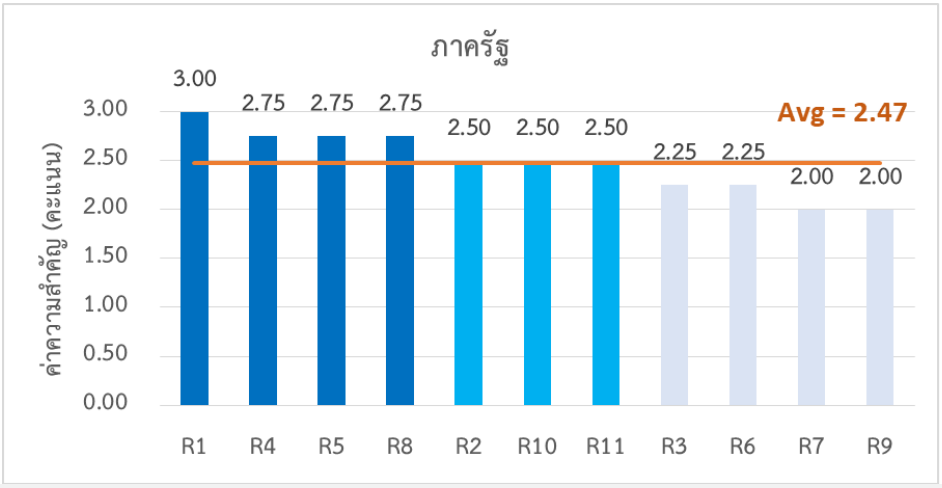
รูปที่ 4.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญสถาบันการศึกษา



R1: นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R2: การสนับสนุนด้านการเงิน R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง R6: ฐานข้อมูลเทคโนโลยี R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) R8: โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

รูปที่ 4.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญภาคเอกชน

(3) ภาครัฐ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 7 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.47 โดยประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดคือ R1:นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง และ 3 ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญเท่ากันเป็นอันดับสอง คือ R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง และ R8: การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน สำหรับประเด็นที่มีความสำคัญต่ำที่สุดคือ R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) และ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ แสดงดังรูปที่ 4.6



R1: นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง R2: การสนับสนุนด้านการเงิน R3: ต้นทุนและผลประโยชน์ R4: การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย R5: ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง R6: ฐานข้อมูลเทคโนโลยี R7: แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี) R8: โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ R9: ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ R10: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย R11: สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

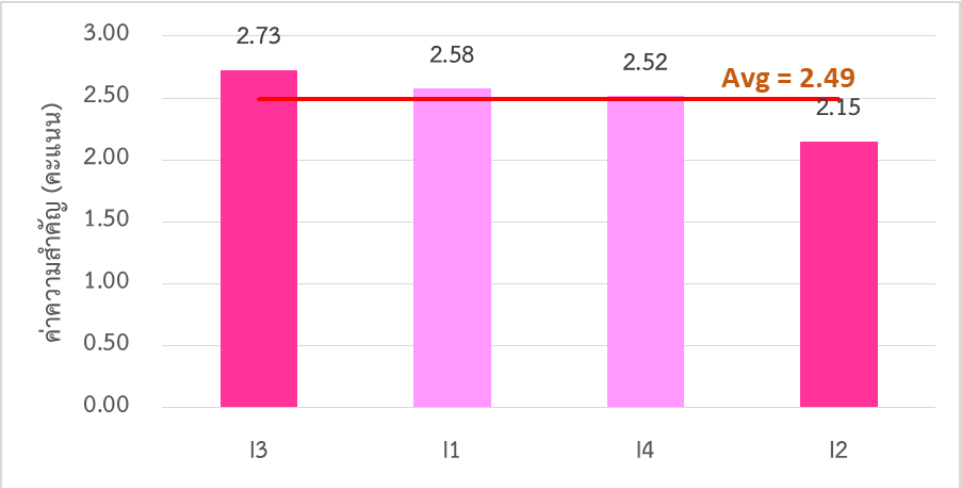
รูปที่ 4.6 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านความพร้อมจากผู้เชี่ยวชาญภาครัฐ

จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาแยกตามผู้เชี่ยวชาญที่มาจากภาคส่วนที่แตกต่างกันพบว่า ทุกภาคส่วนเห็นความสำคัญของนโยบายมาเป็นอันดับแรก โดยภาครัฐจะให้ความสำคัญกับการยอมรับจากสังคม ทรัพยากรบุคคลผู้เชี่ยวชาญ และโครงสร้างพื้นฐาน เป็นอันดับสอง ซึ่งถือเป็นมุมมองโดยปกติของภาครัฐที่นอกจากจะต้องอยู่ในฐานะของผู้กำหนดนโยบายที่ตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาของภาคสังคมแล้ว ยังต้องทำหน้าที่จัดหาจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำหน้าที่วิเคราะห์ วิจัยและประเมินผลความเป็นไปได้ ความคุ้มค่าต่อการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานต่างๆที่รองรับเทคโนโลยีอีกด้วย สำหรับมุมมองภาคเอกชนได้ให้ความสำคัญไปในทิศทางเดียวกับสถาบันอุดมศึกษาแต่จะมองในบริบทของต้นทุนและผลประโยชน์มากที่สุดในระดับความสำคัญเท่ากับนโยบายและโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งถือเป็นมุมมองโดยปกติของภาคเอกชนที่ให้ความสำคัญกับการลงทุนและผลตอบแทนที่คุ้มค่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบ

ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบ จากผู้เชี่ยวชาญภาคขนส่งจำนวน 33 คน พบว่ามี 3 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.49 โดยประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดคือ I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ รองลงมา ได้แก่ I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า และ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี ตามลำดับ สำหรับประเด็น I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม มีความสำคัญต่ำที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.7

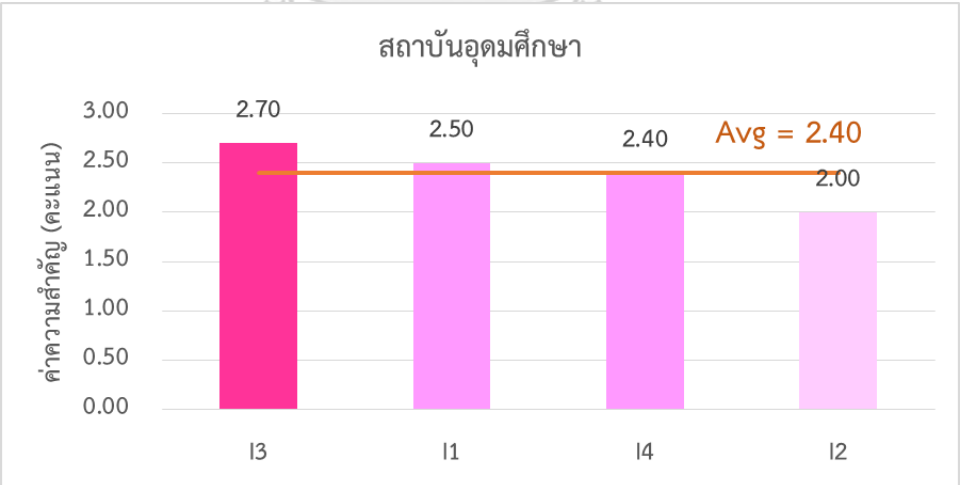


I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม
I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี

รูปที่ 4.7 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบ

เมื่อพิจารณาผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญแยกตามภาคส่วนต่างๆ แสดงผลดังนี้

(1) สถาบันการศึกษา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 2 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.40 โดยประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุด คือ I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ แสดงดังรูปที่ 4.8

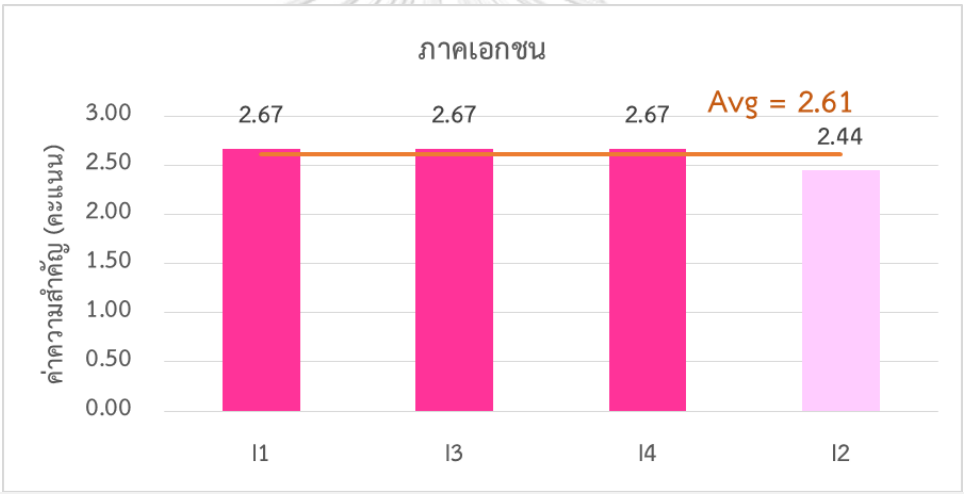


I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม
I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี

รูปที่ 4.8 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญสถาบันการศึกษา

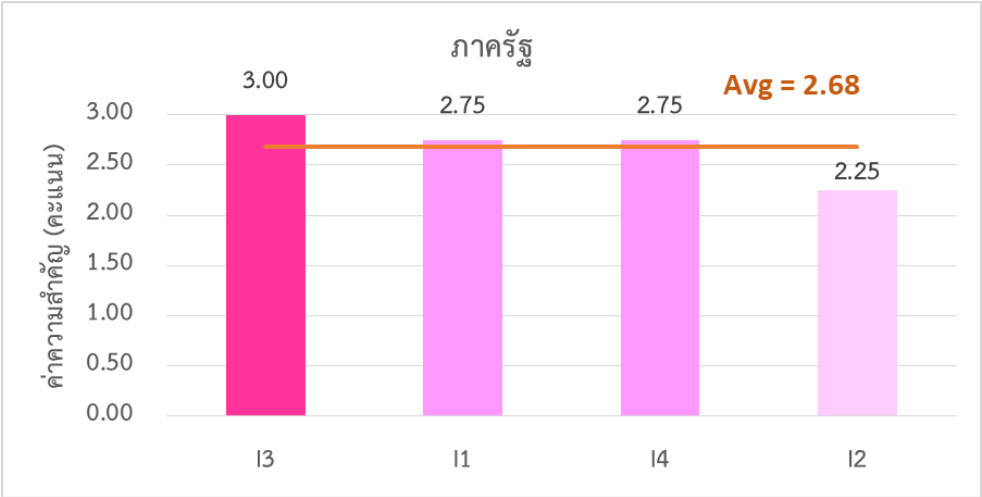
(2) ภาคเอกชน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 3 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.61 และผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดเท่ากัน ได้แก่ I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ และ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี ตามลำดับ สำหรับประเด็น I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม มีความสำคัญต่ำมาก แสดงดังรูปที่ 4.9

(3) ภาครัฐ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12 ประเมินให้ความสำคัญพบว่ามี 3 ประเด็นที่มีคะแนนเกินค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ที่ 2.68 โดยประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุด คือ I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ รองลงมา ได้แก่ I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า และ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี มีความสำคัญเท่ากัน สำหรับประเด็น I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม มีความสำคัญต่ำที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.10



I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม
I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี

รูปที่ 4.9 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญภาคเอกชน



I1: ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า I2: ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ความเที่ยงธรรม
I3: ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ I4: การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี

รูปที่ 4.10 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้านผลกระทบจากผู้เชี่ยวชาญภาครัฐ

จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาแยกตามภาคส่วนต่างๆ ส่วนใหญ่สอดคล้องไปตามทิศทางของภาพรวม แต่ในส่วนของภาคเอกชนก็ยังคงให้ความสำคัญกับความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่ามากที่สุดในระดับความสำคัญเท่ากับด้านสิ่งแวดล้อมและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งถือเป็นมุมมองโดยปกติของภาคเอกชนที่ให้ความสำคัญกับการสร้างมูลค่าเพิ่มและความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจและการสร้างผลกำไร

4.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี

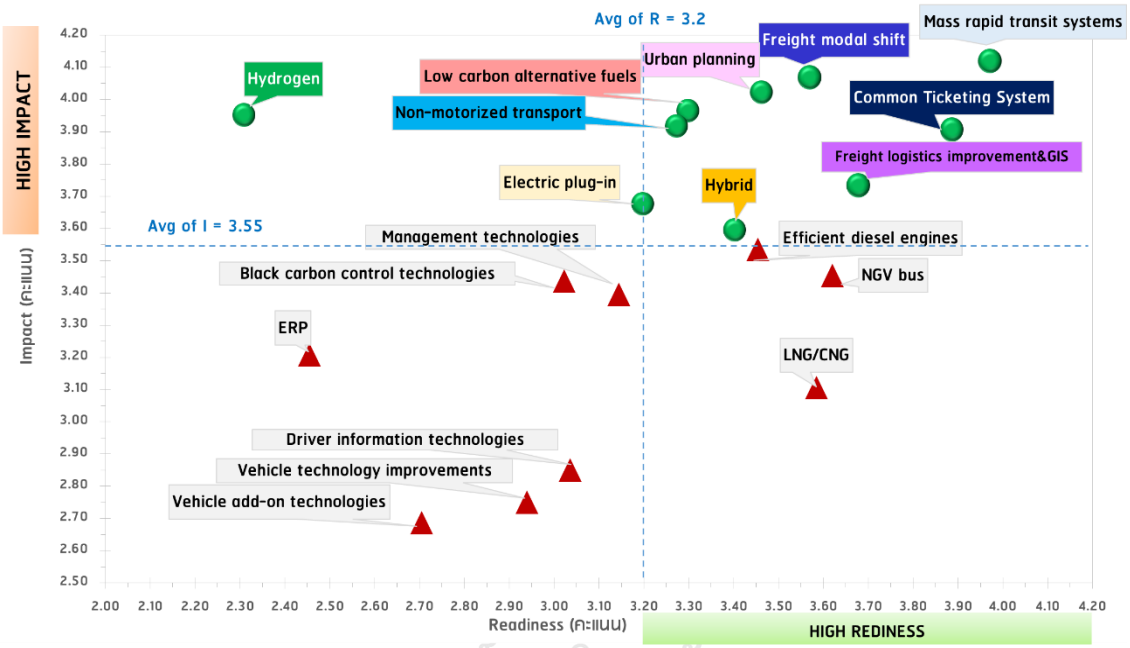
งานวิจัยได้วิเคราะห์ความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีโดยการจัดทำแผนภาพ scenario analysis เพื่อพิจารณาตำแหน่งของเทคโนโลยีแต่ละประเภท โดยใช้ค่าเฉลี่ยด้านความพร้อมและผลกระทบในการแบ่งจตุภาค (quadrant) ออกเป็น 4 จตุภาค 4 scenario โดยมีการแสดงความหมายของแต่ละจตุภาค ดังต่อไปนี้

จตุภาคซ้ายล่าง = มีความพร้อมและผลกระทบต่ำ
จตุภาคขวาล่าง = มีความพร้อมสูงแต่มีผลกระทบต่ำ
จตุภาคซ้ายบน = มีผลกระทบสูงแต่มีความพร้อมต่ำ
จตุภาคขวาบน = มีความพร้อมและผลกระทบสูง

ทั้งนี้ การวิเคราะห์ผลจะจัดทำแผนภาพ 2 แผนภาพ โดยแผนภาพที่ 1 เป็นการกำหนดค่าน้ำหนักที่เท่ากันในทุกประเด็นความพร้อมและผลกระทบ และแผนภาพที่ 2 เป็นการกำหนดค่าน้ำหนักตามที่

ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้ และกำหนดสัญลักษณ์วงกลมสีเขียว แสดงเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง สัญลักษณ์สามเหลี่ยมสีแดงคือเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่ำ ดังนี้

<u>แผนภาพที่ 1</u> แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีโดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์เท่ากันทุกประเด็น โดยค่าน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ของประเด็นเกณฑ์ด้านความพร้อมมีค่า 0.0901 (1.0 หาร 11 ประเด็น) และค่าน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ของประเด็นเกณฑ์ด้านผลกระทบมีค่า 0.25 (1.0 หาร 4 ประเด็น) ค่าเฉลี่ยด้านความพร้อมที่ใช้ในการแบ่งจตุภาค มีค่าเท่ากับ 3.2 และค่าเฉลี่ยด้านผลกระทบมีค่าเท่ากับ 3.55 แสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยี
โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์เท่ากันทุกประเด็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

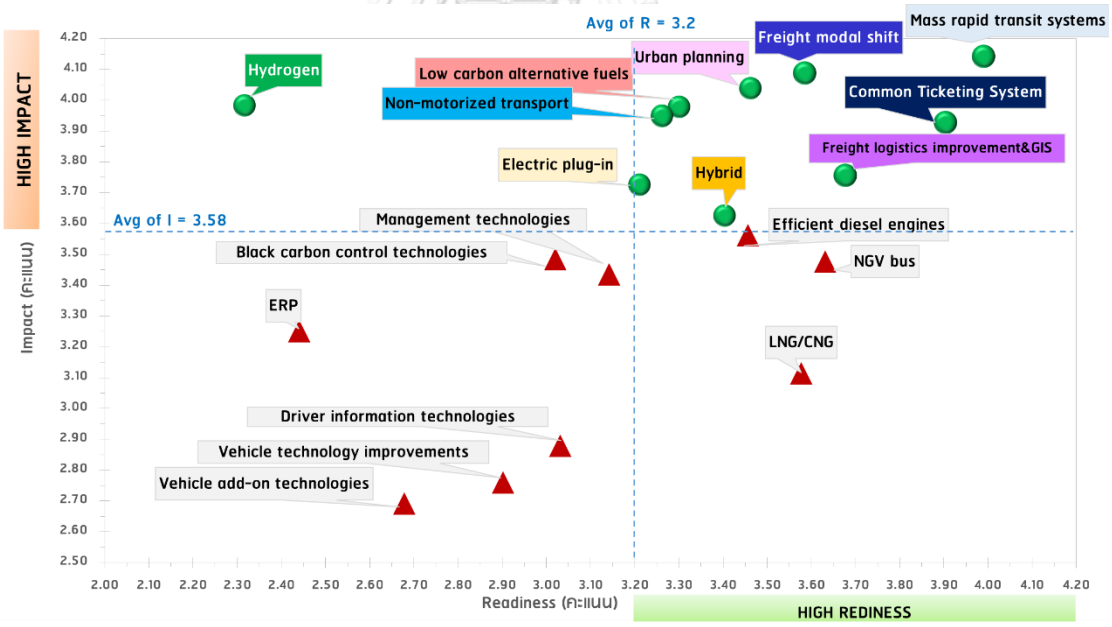
<u>แผนภาพที่ 2</u> แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีโดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด โดยค่าน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ของประเด็นเกณฑ์ด้านความพร้อมและผลกระทบและคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแสดงดังตารางที่ 4.1 สำหรับค่าเฉลี่ยด้านความพร้อมที่ใช้ในการแบ่งจตุภาค มีค่าเท่ากับ 3.2 และค่าเฉลี่ยด้านผลกระทบมีค่าเท่ากับ 3.58 แสดงดังรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.1 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และคะแนนของเทคโนโลยีที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ

รหัส	เทคโนโลยี/ทางเลือก	เกณฑ์ด้านความพร้อม											รวม	เกณฑ์ด้านผลกระทบ				รวม
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11		I1	I2	I3	I4	
ค่าน้ำหนัก		**0.107**	**0.096**	**0.100**	**0.093**	**0.093**	**0.092**	**0.081**	**0.103**	**0.080**	**0.072**	**0.082**	1.0	**0.258**	**0.216**	**0.274**	**0.252**	1.0
T1	รถยนต์ไฮบริด	0.377	0.278	0.334	0.369	0.338	0.321	0.270	0.315	0.266	0.216	0.321	**3.404**	0.947	0.658	1.107	0.913	**3.625**
T2	รถไฟฟ้าปลั๊กอิน	0.346	0.298	0.330	0.362	0.330	0.288	0.262	0.286	0.258	0.157	0.295	**3.211**	1.003	0.584	1.159	0.979	**3.725**
T3	การใช้ LNG/CNG	0.366	0.328	0.315	0.320	0.387	0.356	0.301	0.370	0.297	0.257	0.282	**3.577**	0.849	0.617	0.821	0.829	**3.115**
T4	เทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะ	0.214	0.191	0.275	0.280	0.280	0.231	0.202	0.259	0.299	0.180	0.267	**2.679**	0.710	0.293	0.821	0.568	**2.692**
T5	เทคโนโลยีควบคุมเขม่าดำ	0.374	0.191	0.275	0.350	0.303	0.277	0.202	0.259	0.260	0.180	0.349	**3.021**	0.840	0.593	1.231	0.820	**3.484**
T6	เทคโนโลยีปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ	0.214	0.159	0.300	0.311	0.311	0.338	0.216	0.241	0.266	0.216	0.328	**2.902**	0.775	0.575	0.821	0.589	**2.760**
T7	การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า/ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	0.363	0.300	0.394	0.405	0.361	0.332	0.313	0.352	0.272	0.230	0.356	**3.677**	1.102	0.719	1.076	0.858	**3.755**
T8	ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า																	
T9	ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ขับขี่	0.310	0.239	0.290	0.271	0.327	0.277	0.243	0.321	0.232	0.194	0.328	**3.032**	0.878	0.496	0.848	0.656	**2.879**
T10	เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพ	0.336	0.300	0.400	0.320	0.347	0.343	0.266	0.325	0.251	0.216	0.352	**3.457**	1.033	0.647	1.016	0.865	**3.562**
T11	เทคโนโลยีการจัดการ/ระบบ intelligent systems	0.312	0.247	0.309	0.366	0.327	0.300	0.263	0.285	0.220	0.180	0.335	**3.142**	0.947	0.575	1.071	0.841	**3.435**
T12	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ	0.351	0.273	0.315	0.387	0.347	0.329	0.243	0.296	0.297	0.206	0.258	**3.301**	0.997	0.832	1.211	0.937	**3.977**
T13	พลังงานไฮโดรเจน	0.171	0.191	0.340	0.261	0.261	0.221	0.211	0.186	0.176	0.101	0.197	**2.317**	1.033	0.691	1.149	1.110	**3.983**
T14	เซลล์เชื้อเพลิง																	
T15	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	0.484	0.393	0.358	0.432	0.378	0.350	0.341	0.387	0.248	0.235	0.385	**3.990**	1.074	0.795	1.224	1.049	**4.142**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส	เทคโนโลยี/ทางเลือก	เกณฑ์ด้านความพร้อม											รวม	เกณฑ์ด้านผลกระทบ				รวม
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11		I1	I2	I3	I4	
ค่าน้ำหนัก		0.107	0.096	0.100	0.093	0.093	0.092	0.081	0.103	0.080	0.072	0.082	1.0	0.258	0.216	0.274	0.252	1.0
T16	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์	0.309	0.223	0.378	0.332	0.363	0.287	0.261	0.287	0.293	0.200	0.328	3.262	0.919	0.719	1.216	1.093	3.947
T17	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ	0.427	0.322	0.355	0.382	0.373	0.302	0.250	0.339	0.269	0.216	0.351	3.586	1.010	0.824	1.243	1.009	4.086
T18	ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์	0.178	0.159	0.317	0.218	0.296	0.246	0.186	0.190	0.253	0.108	0.287	2.441	0.861	0.504	1.003	0.883	3.251
T19	การวางผังเมือง	0.398	0.278	0.373	0.289	0.373	0.335	0.265	0.301	0.283	0.223	0.343	3.462	1.033	0.824	1.194	0.986	4.037
T20	ระบบตั๋วร่วม	0.454	0.335	0.400	0.420	0.350	0.334	0.324	0.401	0.309	0.216	0.359	3.904	1.163	0.755	1.094	0.915	3.927
T21	รถโดยสารสาธารณะ NGV	0.427	0.330	0.364	0.348	0.365	0.319	0.302	0.348	0.283	0.216	0.328	3.631	0.939	0.667	1.044	0.826	3.477



รูปที่ 4.12 แผนภาพแสดงสถานภาพความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยี
โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด

ผลที่ได้พบว่าแผนภาพทั้ง 2 รูปแบบมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเทคโนโลยีข้ามจตุภาค และงานวิจัยนี้จะใช้แผนภาพที่ 2 ซึ่งพิจารณาค่าน้ำหนักตามผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ผลเป็นหลัก โดยจากแผนภาพที่ 2 สามารถสรุปสถานภาพด้านความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีภาคคมนาคมขนส่งทางถนนใน 4 สถานภาพ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปสถานภาพด้านความพร้อมและผลกระทบของเทคโนโลยีภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

สถานภาพที่ 1 ความพร้อมต่ำ + ผลกระทบสูง	**สถานภาพที่ 2 ความพร้อมสูง + ผลกระทบสูง**
1. Hydrogen	1. Common ticketing system 2. Electric plug-in 3. Freight logistics improvement & GIS 4. Freight modal shift 5. Hybrid 6. Low carbon alternative fuels 7. Non-motorized transport 8. Mass rapid transit system 9. Urban planning
สถานภาพที่ 3 ความพร้อมต่ำ + ผลกระทบต่ำ	**สถานภาพที่ 4 ความพร้อมสูง + ผลกระทบต่ำ**
1. Black carbon control technologies 2. Driver information technologies 3. Electronic road pricing, ERP 4. Management technologies 5. Vehicle add-on technologies 6. Vehicle technology improvements	1. Efficient diesel engines 2. LNG/CNG 3. NGV bus

หมายเหตุ : การแสดงผลรายชื่อเทคโนโลยีไล่ลำดับตามตัวอักษรเท่านั้นไม่มีการเรียงลำดับจากคะแนนแต่อย่างใด

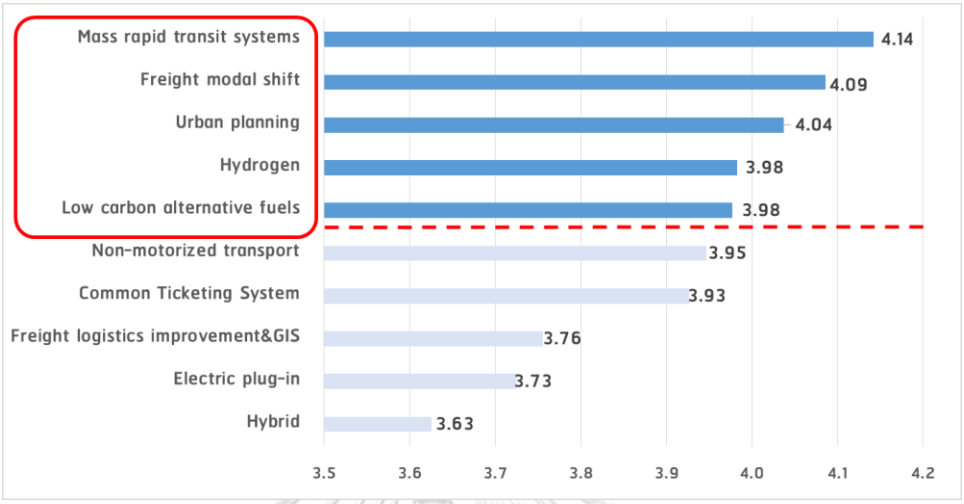
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านผลกระทบ

เมื่อพิจารณาเฉพาะเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ (เกินค่าเฉลี่ยที่ 3.58 คะแนน) สามารถจัดอันดับคะแนนด้านผลกระทบ แสดงดังรูปที่ 4.13 โดยมี 5 อันดับแรก ดังนี้

1. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)
2. การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift)

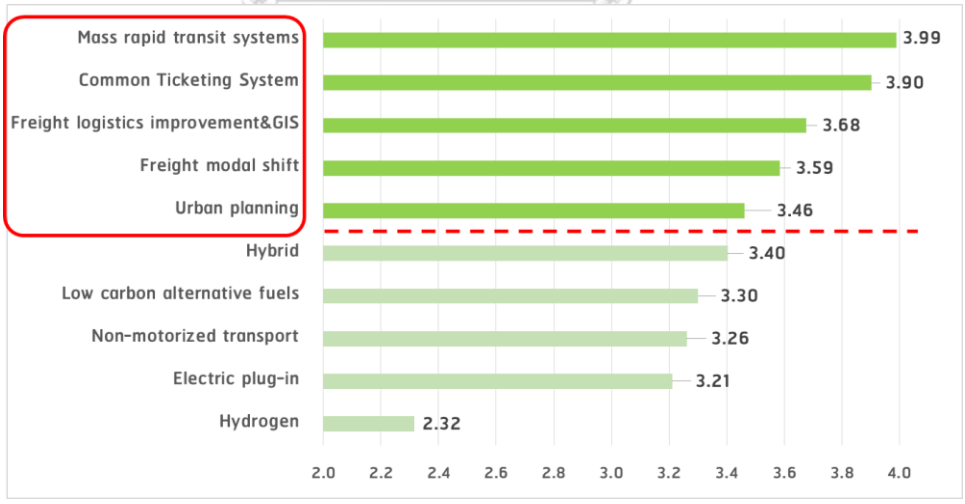
3. การวางผังเมือง (Urban planning)
4. พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen)
5. เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels)



รูปที่ 4.13 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านผลกระทบ

4.3.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านความพร้อม

เมื่อพิจารณาเฉพาะเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ (เกินค่าเฉลี่ยที่ 3.58 คะแนน) สามารถจัดอันดับคะแนนด้านความพร้อม แสดงดังรูปที่ 4.14 โดยมี 5 อันดับแรก ดังนี้



รูปที่ 4.14 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงโดยพิจารณาด้านความพร้อม

1. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)
2. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system)

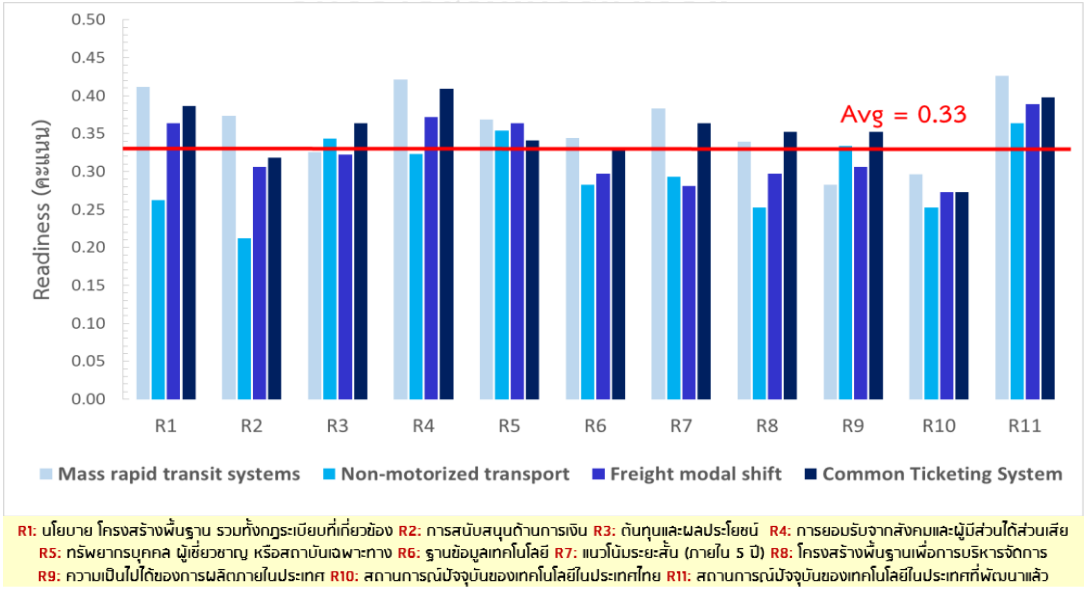
3. การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Freight logistics improvement & GIS)
4. การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift)
5. การวางผังเมือง (Urban planning)

4.4 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (gap analysis)

งานวิจัยได้นำรายการเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการมาจัดกลุ่มเทคโนโลยีได้จำนวน 4 กลุ่ม และวิเคราะห์ผลโดยนำคะแนนด้านความพร้อมเมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักของเกณฑ์เท่ากันทุกประเด็นมาเปรียบเทียบกัน เพื่อพิจารณาสถานภาพความพร้อมของเทคโนโลยีแต่ละกลุ่มและนำไปสู่การหาแนวทางยกระดับด้านความพร้อมของเทคโนโลยีภายในกลุ่มในประเด็นที่ต่ำต่อไป (gap analysis)

4.4.1 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

เทคโนโลยีในกลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งนี้ ประกอบด้วย 4 เทคโนโลยี คือ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system) ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system) การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift) และระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure) ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 4.15

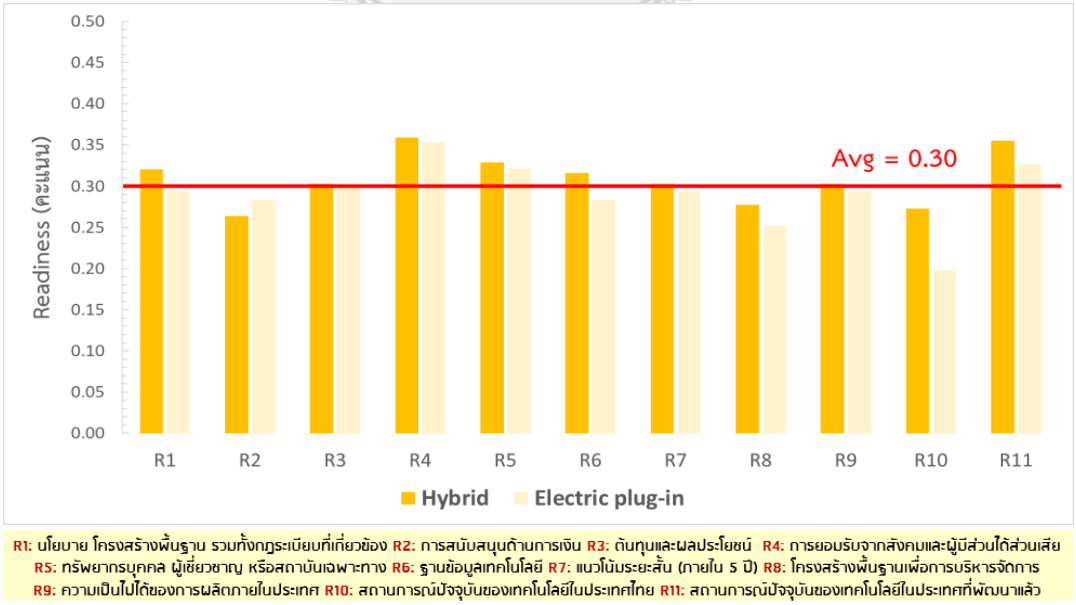


รูปที่ 4.15 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

ผลการเปรียบเทียบพบว่าในภาพรวมเทคโนโลยีกลุ่มนี้อยู่ในระดับความพร้อมปานกลางถึงค่อนข้างสูง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.33 คะแนน มีความพร้อม 5 ด้านที่คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยคะแนนที่ได้แสดงความหมายของสถานภาพด้านความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้ในประเทศ (R10) ยังมีการกระจายของเทคโนโลยีไปบางพื้นที่ อาจเนื่องมาจากเทคโนโลยีเหล่านี้มีการกระจุกตัวในเขตเมืองหรือพื้นที่เศรษฐกิจเป็นส่วนใหญ่ การสนับสนุนด้านการเงิน (R2) ยังเป็นลักษณะทางอ้อม มีฐานข้อมูลเทคโนโลยี (R6) เพียงบางส่วน มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยี (R8) ในระดับปานกลาง และมีความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ (R9) ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าในประเด็น R9 นี้ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีคะแนนที่ต่ำกว่าเทคโนโลยีอื่นภายในกลุ่มเนื่องมาจากประเทศไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเทคโนโลยีชนิดนี้อยู่ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนของเทคโนโลยีภายในกลุ่มพบว่า ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์อยู่ในระดับความพร้อมต่ำที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าในประเด็นด้านนโยบาย (R1) และการสนับสนุนด้านการเงิน (R2) และการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยี (R8) อยู่ในระดับที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่นภายในกลุ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประเทศไทยมีสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินทางด้วยการใช้จักรยานหรือเดินเท้า ทำให้ความพร้อมในส่วนนี้ค่อนข้างต่ำ

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้า

เทคโนโลยีในกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้านี้ ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือเทคโนโลยีไฮบริด (hybrid) และเทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in) ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 4.16

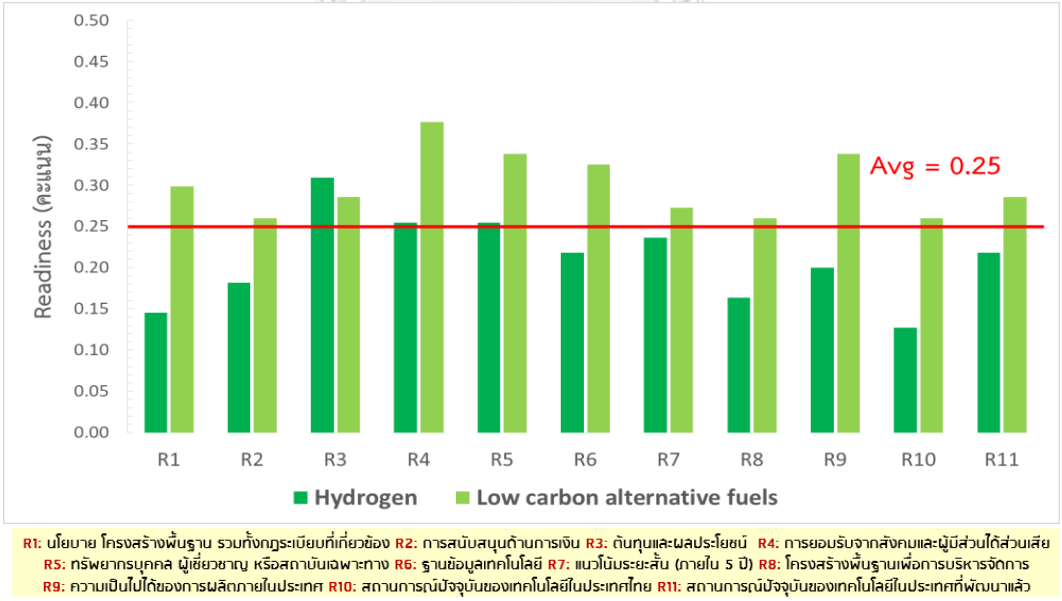


รูปที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มยานยนต์ไฟฟ้า

ผลการเปรียบเทียบพบว่าในภาพรวมเทคโนโลยีกลุ่มนี้อยู่ในระดับความพร้อมปานกลาง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.3 คะแนน โดยมีความพร้อม 3 ด้านที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยคะแนนที่ได้แสดงความหมายของสถานภาพด้านความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย (R10) อยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความพร้อมด้านอื่น คือ มีการกระจายในบางพื้นที่ที่มีปัญหาเท่านั้น ซึ่งจากกราฟสามารถอธิบายได้ว่ารถไฮบริดมีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทยแล้ว และเริ่มมีการใช้อย่างแพร่หลาย ในขณะที่รถไฟฟ้าปลั๊กอินยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยคะแนนความพร้อมด้านนี้จึงต่ำ สำหรับการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน (R8) มีเพียงบางส่วนเนื่องจากสถานีชาร์ตไฟสำหรับรถไฟฟ้ายังมีไม่เพียงพอต่อการรองรับการนำเข้ารถไฟฟ้ามาใช้อย่างแพร่หลาย รวมทั้งเรื่องการสนับสนุนด้านการเงิน (R2) ในลักษณะทางอ้อม ซึ่งรถไฮบริดต่ำกว่ารถไฟฟ้าปลั๊กอินเล็กน้อย ผลที่ได้สะท้อนถึงมาตรการของรัฐเกี่ยวกับการสนับสนุนการผลิตรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยกำหนดภาษีสรรพสามิตนำเข้ารถไฮบริด และรถไฟฟ้าที่ต่ำตามระดับการปลดปล่อยมลพิษ และการยกเว้นอากรนำเข้าเพื่อทดสอบตลาด ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของเทคโนโลยีภายในกลุ่ม พบว่ามีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

4.4.3 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียน

เทคโนโลยีในกลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียนนี้ ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือพลังงานไฮโดรเจน (hydrogen) และเชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels) ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 4.17



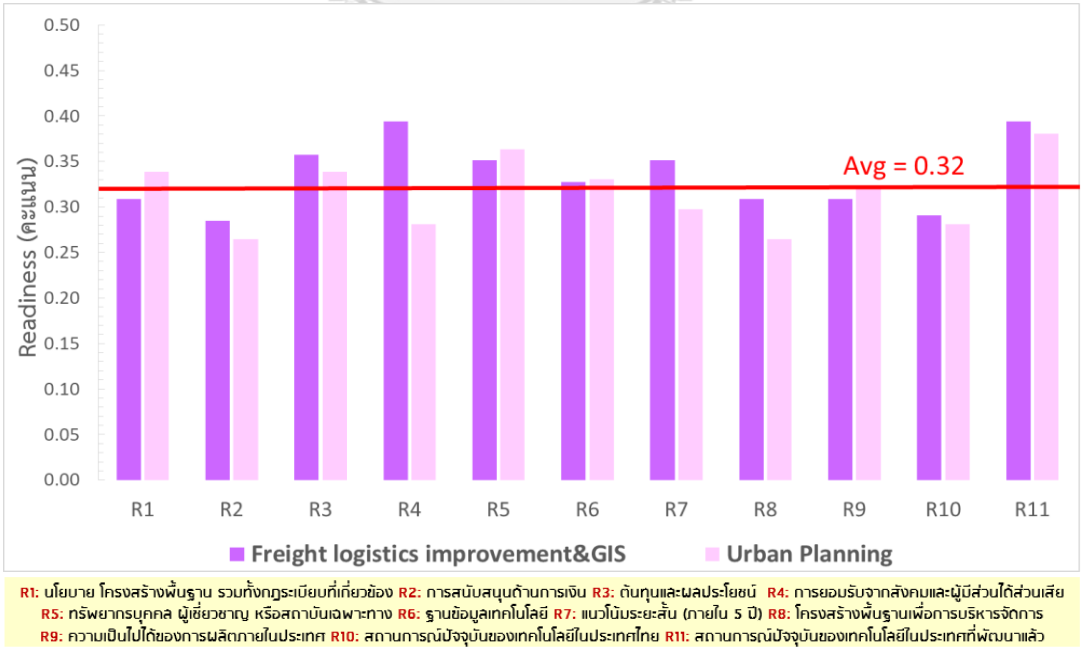
รูปที่ 4.17 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียน

ผลการเปรียบเทียบพบว่าในภาพรวมเทคโนโลยีกลุ่มนี้อยู่ในระดับความพร้อมค่อนข้างต่ำค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.25 คะแนน มีความพร้อม 4 ด้านที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยคะแนนที่ได้แสดงความหมาย

ของสถานภาพด้านความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย (R10) อยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความพร้อมด้านอื่น โดยเฉพาะพลังงานไฮโดรเจนซึ่งยังอยู่ในระดับของโครงการสาธิตหรือการศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่า และความเป็นไปได้ของการนำมาใช้ และประเด็นการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน (R8) ซึ่งคะแนนของพลังงานไฮโดรเจนอยู่ในระดับที่ต่ำมากเช่นเดียวกัน เนื่องจากยังขาดความพร้อมของสถานีจ่ายเชื้อเพลิงไฮโดรเจนต่อการรองรับการใช้งานเทคโนโลยีภายในประเทศ สำหรับประเด็นด้านนโยบาย (R1) อยู่ในระดับต่ำ และการสนับสนุนด้านการเงิน (R2) มีอย่างไม่ต่อเนื่อง เนื่องมาจากประเทศไทยยังไม่มีความพร้อมและความสนใจที่จะส่งเสริมรถพลังงานไฮโดรเจนในระยะสั้นนี้ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนของเทคโนโลยีภายในกลุ่มพบว่าเทคโนโลยีเชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำมีความพร้อมที่มากกว่าโดยเฉพาะด้านนโยบาย (R1) การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (R4) และความสามารถในการผลิตภายในประเทศไทย (R9) เนื่องจากประเทศไทยมุ่งเน้นด้านเกษตรกรรมและมีความพร้อมด้านทรัพยากรเชื้อเพลิงทางเลือกต่างๆที่จะสามารถนำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงได้ และภาครัฐเองก็มีนโยบายสนับสนุนการนำเชื้อเพลิงทางเลือกเหล่านี้มาใช้เช่นเดียวกัน

4.4.4 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มบริหารจัดการ

เทคโนโลยีในกลุ่มบริหารจัดการนี้ ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือ การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และการวางผังเมือง (urban planning) ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของกลุ่มบริหารจัดการ

ผลการเปรียบเทียบพบว่าในภาพรวมเทคโนโลยีกลุ่มนี้อยู่ในระดับความพร้อมปานกลาง ถึงค่อนข้างสูงค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.32 คะแนน มีความพร้อม 3 ด้านที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย โดยคะแนนที่ได้แสดงความหมายของสถานภาพด้านความพร้อม ได้แก่ การสนับสนุนด้านการเงิน (R2) เป็นลักษณะทางอ้อม การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน (R8) มีในระดับปานกลาง และสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย (R10) มีการกระจายไปบางพื้นที่เท่านั้น ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า การวางผังเมืองที่ดียังไม่ครอบคลุมในทุกพื้นที่ โดยจะมีบางเมืองที่พัฒนาและปรับปรุงการวางผังเมืองที่ดี ตัวอย่างเช่น ผังเมืองของจังหวัดยะลา เป็นต้น ในเรื่องของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ก็ยังไม่สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนของเทคโนโลยีภายในกลุ่ม พบว่าเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน โดยการวางผังเมืองจะมีคะแนนที่ต่ำกว่าเล็กน้อย เนื่องจากเป็นเรื่องที่ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก โดยเฉพาะการยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (R4) ซึ่งมีคะแนนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาก อาจเนื่องมาจากมีผลกระทบกับบุคคลบางพื้นที่ที่อาจต้องถูกเวนคืนที่ดินเพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบผังเมืองใหม่

4.5 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงในรูปแบบนโยบายต่างๆ

ภายใต้แนวคิดที่ว่า “ต่างคนต่างความคิด” ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบนโยบายที่อาจเกิดขึ้นจากการตัดสินใจของผู้มีอำนาจตัดสินใจในหลายรูปแบบ ซึ่งย่อมจะต้องมีความแตกต่างกันไปตามบริบทที่แต่ละคนสนใจ บางคนมีแนวคิดที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีที่มีต้นทุนและผลประโยชน์ที่คุ้มค่าเท่านั้น บางคนอาจมีแนวคิดที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีที่สามารถผลิตได้ในประเทศก่อน หรือบางคนอาจมีแนวคิดที่จะสนับสนุนเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

จากแนวความคิดดังกล่าว งานวิจัยจึงทำการวิเคราะห์ผลโดยให้ค่าน้ำหนักกับเกณฑ์ในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง โดยถือเป็นตัวแทนของการตัดสินใจในรูปแบบนโยบายต่างๆ ซึ่งจะนำเสนอรูปแบบนโยบายดังนี้

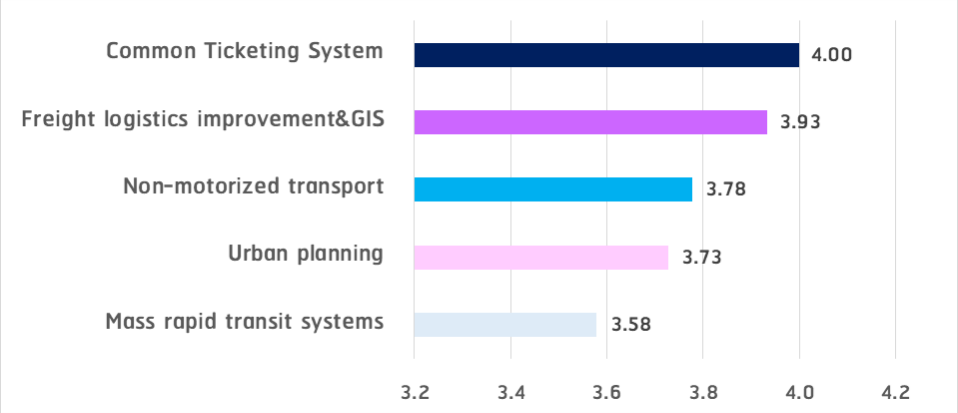
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.5.1 นโยบายมุ่งเน้นต้นทุนและผลประโยชน์

พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ ดังแสดงไว้ในข้างต้น โดยกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็น R3 ต้นทุนและผลประโยชน์ เท่ากับ 1.0 สามารถคำนวณคะแนนด้านความพร้อมและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 5 อันดับได้ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 4.19

1. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system)
2. การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Freight logistics improvement & GIS)

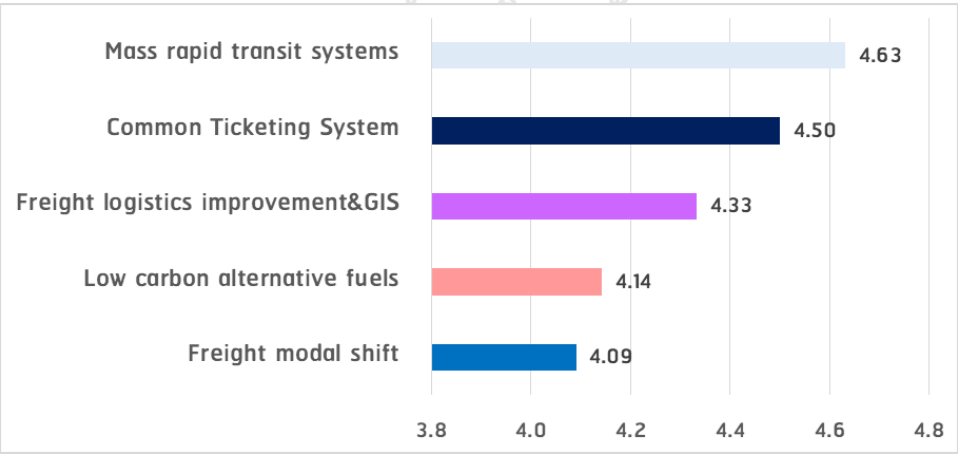
3. ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)
4. การวางผังเมือง (Urban planning)
5. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)



รูปที่ 4.19 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง
ตามนโยบายมุ่งเน้นต้นทุนและผลประโยชน์

4.5.2 นโยบายมุ่งเน้นการยอมรับจากสังคม

พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ ดังแสดงไว้ในข้างต้น โดยกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็น R4 การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เท่ากับ 1.0 สามารถคำนวณคะแนนด้านความพร้อมและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 5 อันดับได้ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 4.20



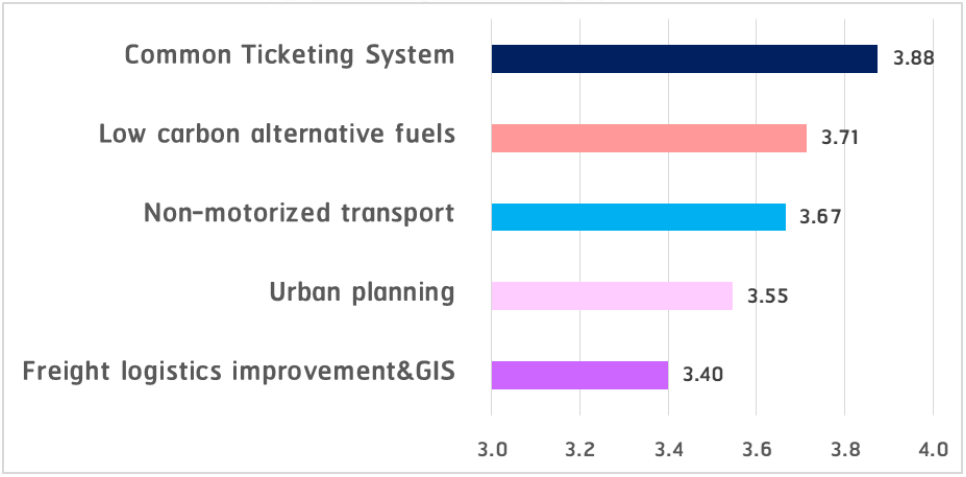
รูปที่ 4.20 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง
ตามนโยบายมุ่งเน้นการยอมรับจากสังคม

1. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)
2. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system)
3. การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Freight logistics improvement & GIS)
4. เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels)
5. การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift)

4.5.3 นโยบายมุ่งเน้นความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ

พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ ดังแสดงไว้ในข้างต้น โดยกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านความพร้อมในประเด็น R9 ความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ เท่ากับ 1.0 สามารถคำนวณคะแนนด้านความพร้อมและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 5 อันดับได้ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 4.21

1. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system)
2. เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels)
3. ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)
4. การวางผังเมือง (Urban planning)
5. การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift)

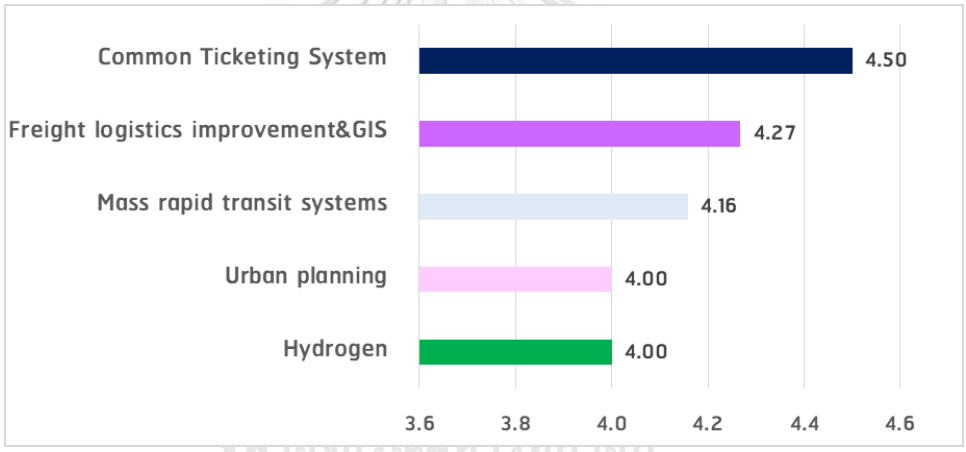


รูปที่ 4.21 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศ

4.5.4 นโยบายมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ/ความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า

พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ ดังแสดงไว้ในข้างต้น โดยกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านผลกระทบในประเด็น I1 ความสามารถในการแข่งขันและการสร้าง เท่ากับ 1.0 สามารถคำนวณคะแนนด้านผลกระทบและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 5 อันดับได้ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 4.22

1. ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system)
2. การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Freight logistics improvement & GIS)
3. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)
4. การวางผังเมือง (Urban planning)
5. พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen)



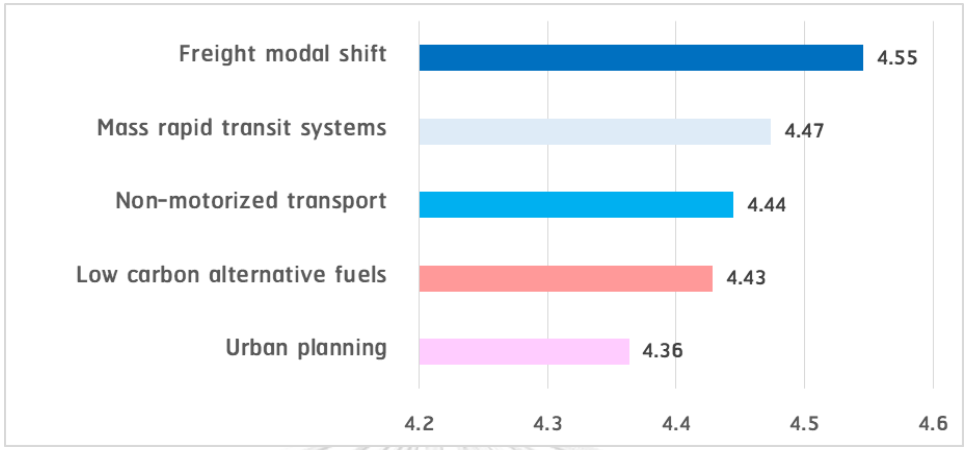
รูปที่ 4.22 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง
ตามนโยบายมุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ/ความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า

4.5.5 นโยบายมุ่งเน้นด้านสิ่งแวดล้อม

พิจารณาจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง จำนวน 10 รายการ ดังแสดงไว้ในข้างต้น โดยกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านผลกระทบในประเด็น I3 ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ เท่ากับ 1.0 สามารถคำนวณคะแนนด้านผลกระทบและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี 5 อันดับได้ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 4.23

1. การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift)
2. ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system)

3. ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)
4. เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels)
5. การวางผังเมือง (Urban planning)



รูปที่ 4.23 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง ตามนโยบายมุ่งเน้นด้านสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 ประเด็นความสำคัญของเกณฑ์ในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

5.1.1 จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าประเด็นของเกณฑ์ด้านความพร้อมที่มีความสำคัญกับภาคคมนาคมขนส่งทางถนนมากที่สุด 3 อันดับ คือ

- *นโยบาย โครงสร้างพื้นฐานและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง* มีความสำคัญมากที่สุด กล่าวคือ ภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงควรมีการกำหนดนโยบาย แผนและยุทธศาสตร์ให้มีความชัดเจน ครอบคลุมทุกบริบทตั้งแต่เริ่มต้น รวมทั้งหากมีกฎระเบียบรองรับก็ยิ่งเพิ่มโอกาสในการส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนได้อย่างเป็นรูปธรรม
- *โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ* ถือว่ามีความสำคัญมากในภาคคมนาคมขนส่งทางถนน ตัวอย่างเช่น การสนับสนุนรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ทางภาครัฐก็ย่อมต้องส่งเสริมให้มีสถานีชาร์ตไฟให้มากขึ้นเพื่อรองรับการขยายตัวของเทคโนโลยี หรือเรื่องการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งทางถนนมาสู่ทางน้ำ ทางราง แต่หากรางยังไม่มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของภาคธุรกิจในการขนส่งสินค้า การที่จะปรับเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีหรือทางเลือกรูปแบบนั้นย่อมเป็นไปได้ยาก
- *ต้นทุนและผลประโยชน์* ความคุ้มค่าต่อการลงทุนรวมทั้งผลประโยชน์ตอบแทนที่ทุกฝ่ายสามารถยอมรับได้เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก

5.1.2 จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่าประเด็นของเกณฑ์ด้านผลกระทบ ที่มีความสำคัญกับภาคคมนาคมขนส่งทางถนนมากที่สุดคือ *ด้านสิ่งแวดล้อมและการช่วยลดมลพิษของเทคโนโลยี* อันเนื่องมาจากประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญระดับโลกที่ทุกประเทศให้ความสำคัญและร่วมมือกันแก้ไขปัญหา ดังจะเห็นได้จากอนุสัญญา แผนยุทธศาสตร์ ตลอดจนเป้าหมายต่างๆ ที่เวทีโลกได้ร่วมกันกำหนดขึ้นเพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบต่อความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลกในยุคปัจจุบัน

5.2 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี

5.2.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม

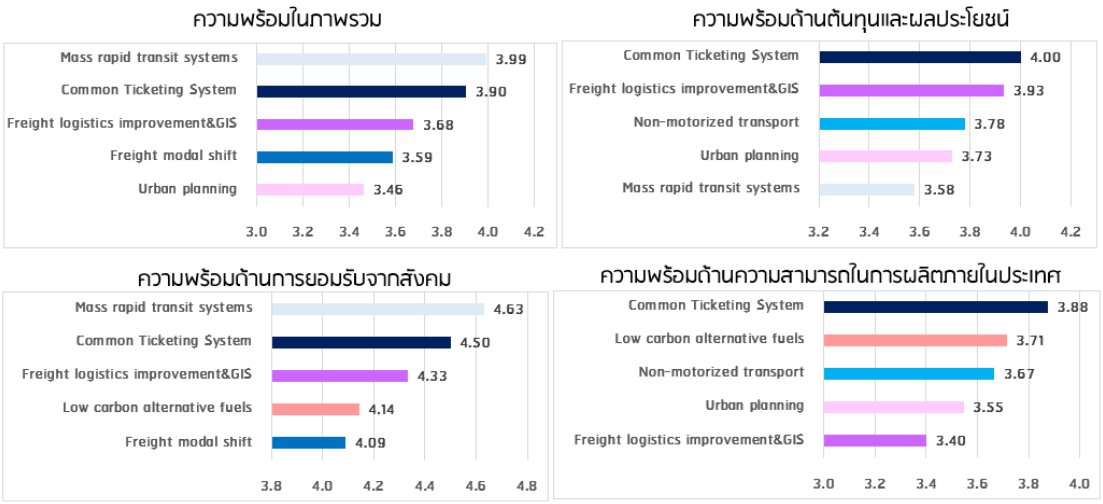
งานวิจัยนี้สามารถจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาด้านความพร้อมทั้ง 11 ประเด็น โดยจะพิจารณาจัดลำดับเฉพาะเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (เกินค่าเฉลี่ย) และเปรียบเทียบกับลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาในประเด็นความพร้อมในด้านใดด้านหนึ่งเพื่อเป็นตัวแทนของนโยบายการตัดสินใจรูปแบบต่างๆ ซึ่งได้เลือกเปรียบเทียบโดยมุ่งเน้นประเด็น 3 ด้าน คือ ด้านต้นทุนและผลประโยชน์ ด้านการยอมรับจากสังคม และด้านความสามารถในการผลิตภายในประเทศ รายละเอียดดังตารางที่ 5.1 โดยคอลัมน์ที่ 2 แสดงลำดับของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาความพร้อมทั้ง 11 ด้าน และคอลัมน์ที่ 3 ถึง 5 แสดงลำดับของเทคโนโลยีตามประเด็นความพร้อมด้านต่างๆ ซึ่งสามารถนำเสนอให้รับทราบถึงสถานภาพด้านความพร้อมของเทคโนโลยี ทั้งนี้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถเลือกพิจารณาตามบริบทที่สนใจได้ หรือสามารถพิจารณาจากรูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบในรูปแบบกราฟ

- จากผลการเปรียบเทียบพบว่า ระบบตั๋วร่วม และ การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS เป็นเทคโนโลยี/ทางเลือก ที่ปรากฏอยู่ใน 5 อันดับแรกของนโยบายในด้านความพร้อมทุกรูปแบบ

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม

ลำดับของเทคโนโลยี	ความพร้อมในภาพรวม(11 ด้าน)	ความพร้อมด้านต้นทุนและผลประโยชน์	ความพร้อมด้านการยอมรับจากสังคม	ความพร้อมด้านความสามารถในการผลิตภายในประเทศ
1	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	ระบบตั๋วร่วม	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	ระบบตั๋วร่วม
2	ระบบตั๋วร่วม	การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS	ระบบตั๋วร่วม	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ
3	การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์	การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์
4	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง	การวางผังเมือง	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ	การวางผังเมือง
5	การวางผังเมือง	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง	การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านความพร้อม

5.2.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ

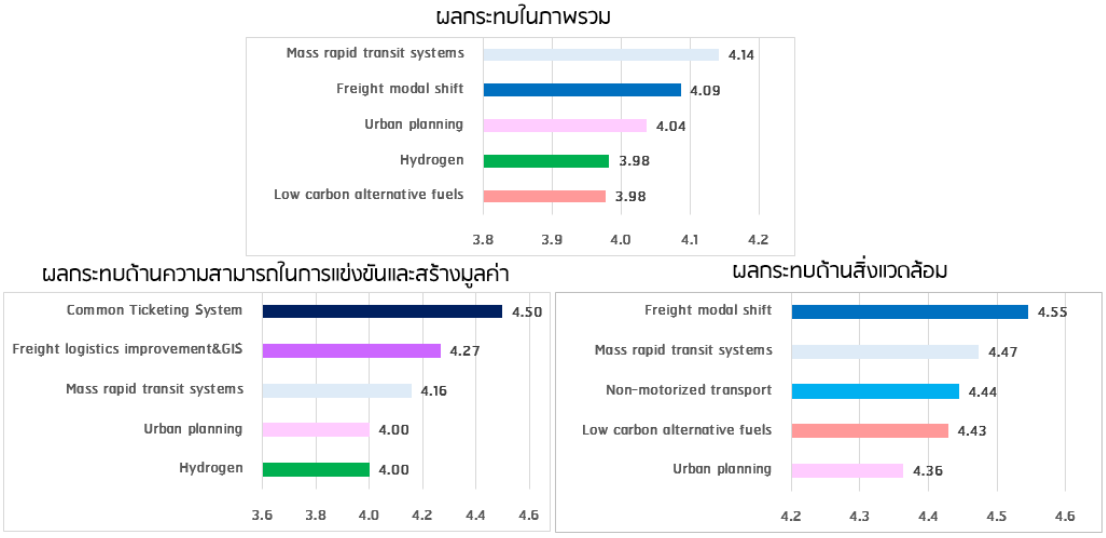
งานวิจัยนี้สามารถจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาด้านผลกระทบทั้ง 4 ประเด็น โดยจะพิจารณาจัดลำดับเฉพาะเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (เกินค่าเฉลี่ย) และเปรียบเทียบกับลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาในประเด็นผลกระทบในด้านใดด้านหนึ่งเพื่อเป็นตัวแทนของนโยบายการตัดสินใจรูปแบบต่างๆ ซึ่งได้เลือกเปรียบเทียบโดยมุ่งเน้นประเด็น 2 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า และ ด้านสิ่งแวดล้อม รายละเอียดดังตารางที่ 5.2 โดยคอลัมน์ที่ 2 แสดงลำดับของเทคโนโลยีเมื่อพิจารณาผลกระทบทั้ง 4 ด้าน และคอลัมน์ที่ 3 ถึง 4 แสดงลำดับของเทคโนโลยีตามประเด็นผลกระทบต่างๆ ซึ่งสามารถนำเสนอให้รับทราบถึงสถานภาพด้านผลกระทบของเทคโนโลยี ทั้งนี้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถเลือกพิจารณาตามบริบทที่สนใจได้ หรือสามารถพิจารณาจากรูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบในรูปแบบกราฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- จากผลการเปรียบเทียบพบว่า ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และ การวางผังเมือง เป็นเทคโนโลยี/ทางเลือก ที่ปรากฏอยู่ใน 5 อันดับแรกของนโยบายในด้านผลกระทบทุกรูปแบบ

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ

ลำดับของเทคโนโลยี	ผลกระทบในภาพรวม (4 ด้าน)	ผลกระทบด้านความสามารถในการแข่งขันและสร้างมูลค่า	ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม
1	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	ระบบตั๋วร่วม	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง
2	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง	การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
3	การวางผังเมือง	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์
4	พลังงานไฮโดรเจน	การวางผังเมือง	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ
5	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ	พลังงานไฮโดรเจน	การวางผังเมือง



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีด้านผลกระทบ

5.2.3 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งที่ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากผลการวิจัยที่ได้ สามารถสรุปเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานในภาคคมนาคมขนส่งที่บรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาคะแนนรวมในประเด็นผลกระทบทั้ง 4 บริบท ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่เกินค่าเฉลี่ยได้จำนวน 10 รายการ จากนั้นวิเคราะห์จัดลำดับคะแนนรวมด้านความพร้อมทั้ง 11 ประเด็น เนื่องจากเทคโนโลยีบางประเภทอาจมีผลกระทบสูงแต่ยังขาดความพร้อมในหลายๆด้านที่ยังไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากปัจจัยจำกัดบางประการ ดังนั้นจึงสามารถสรุปลำดับ

ความสำคัญของเทคโนโลยีที่ภาครัฐควรพิจารณาส่งเสริมและสนับสนุนเป็นอันดับต้นๆ โดยให้ความสำคัญกับความพร้อมทั้ง 11 ประเด็น จำนวน 5 อันดับ ดังนี้

1) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
2) ระบบตั๋วร่วม
3) การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS
4) การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง
5) การวางผังเมือง

สำหรับรายละเอียดของการสนับสนุนด้านความพร้อมของแต่ละเทคโนโลยี/ทางเลือก จะกล่าวในบทที่ 6 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อไป

5.2.4 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้กับผลของประเทศอื่นๆ

จากข้อมูลในบทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้กล่าวถึงผลการจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีในภาคขนส่งของประเทศต่างๆ รายละเอียดดังตารางที่ 2.6 ซึ่งจะพบว่า ทุกประเทศให้ความสำคัญกับการปรับปรุง/พัฒนาระบบขนส่งสาธารณะเป็นสำคัญ รวมถึงผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ก็เช่นเดียวกัน เนื่องมาจากหัวใจสำคัญของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือมลพิษคือการลดจำนวนหรือความต้องการเดินทางโดยรถส่วนบุคคลให้ได้มากที่สุด ซึ่งเมื่อภาครัฐส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพ มีเสถียรภาพ สร้างความเชื่อมั่นและความสะดวกสบายให้กับผู้รับบริการ ประชาชนก็จะหันมาใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น นำไปสู่การลดจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคล ลดปัญหาการจราจรติดขัด และจะนำไปสู่การลดการปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุดนั่นเอง สำหรับในส่วนของเทคโนโลยีที่มีการจัดอันดับที่แตกต่างจากผลของงานวิจัยนี้ คือ ระบบขนส่งแบบไม่ใช้เครื่องยนต์ หรือ NMT (Non-Motorised Transport) ซึ่งอาจเป็นเหตุผลมาจากสภาพอากาศที่ร้อนชื้นของประเทศไทยที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินทางโดยไม่ใช้เครื่องยนต์มากนัก ในขณะที่ประเทศภูฏานมีสภาพอากาศที่เย็นสบายไปจนถึงหนาวแบบเทือกเขาจึงอาจจะเหมาะสมที่จะส่งเสริมการเดินทางในรูปแบบนี้ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ และระบบขนส่งอัจฉริยะ ที่มีการจัดอันดับแตกต่างจากงานวิจัยนี้ เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้จัดเทคโนโลยีเหล่านี้อยู่ในกลุ่มของเทคโนโลยีที่มีความพร้อมและผลกระทบต่ำสำหรับประเทศไทย รายละเอียดสามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 5.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบผลการจัดลำดับเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้กับผลของประเทศอื่นๆ

เทคโนโลยีที่ได้รับการจัดอันดับ	ประเทศไทย (ผลจากงานวิจัย)	ประเทศภูฏาน	ประเทศกัมพูชา	ประเทศอินโดนีเซีย	ประเทศมอนเตเนโกร
เหมือนกัน	■ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน	ระบบขนส่งสาธารณะ	■ ระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ	การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ
ต่างกัน	■ ระบบตั๋วร่วม ■ การปรับปรุงระบบขนส่งระวางสินค้า/GIS ■ การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง ■ การวางผังเมือง	■ ระบบขนส่งอัจฉริยะ ■ ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์	■ มาตรฐานการปล่อยมลพิษของยานพาหนะ ■ รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า		

5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบด้านความพร้อมของเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง (gap analysis)

5.3.1 กลุ่มการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง ประกอบด้วย 4 เทคโนโลยี คือ ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit system) ระบบตั๋วร่วม (Common ticketing system) การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift) และระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure) จากผลการวิจัย พบว่า ความพร้อมในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ยังขาดในประเด็นความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งยังมีการกระจายตัวของเทคโนโลยีในบางพื้นที่ เช่น ในเขตเมืองหรือพื้นที่เศรษฐกิจ โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการเพื่อรองรับการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง เช่น ทางเท้า ทางรถจักรยาน ทางราง และทางน้ำ เป็นต้น การสนับสนุนด้านการเงินหรือกำหนดมาตรการทางการเงินเพื่อความคุ้มค่าของภาคเอกชนผู้ให้บริการเพื่อจูงใจให้หันมาเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง และด้านความเป็นไปได้ในการผลิตภายในประเทศเพื่อลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

5.3.2 กลุ่มยานยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยีไฮบริด (hybrid) และเทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in) จากผลการวิจัย พบว่า ความพร้อมในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ยังขาดในประเด็นความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งยัง

มีการกระจายตัวของเทคโนโลยีน้อย โดยเฉพาะรถไฟฟ้าปลั๊กอิน โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการเพื่อรองรับการนำเข้าเทคโนโลยีมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น สถานีชาร์ตไฟ เป็นต้น การสนับสนุนด้านการเงิน อาทิ มาตรการทางภาษีเพื่อเสริมแรงจูงใจในการนำเข้าเทคโนโลยีมาใช้ในประเทศไทยมากขึ้น

5.3.3 กลุ่มเชื้อเพลิงหมุนเวียน ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือพลังงานไฮโดรเจน (hydrogen) และเชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ (Low carbon alternative fuels) จากผลการวิจัย พบว่า ความพร้อมในภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ยังขาดในประเด็นความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ เพื่อรองรับเทคโนโลยี โดยเฉพาะพลังงานไฮโดรเจน รวมทั้งด้านนโยบายและการสนับสนุนด้านการเงินที่ไม่ต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีเชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำมีความพร้อมมากกว่าพลังงานไฮโดรเจนเกือบทุกด้านโดยเฉพาะด้านนโยบายการยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และความสามารถในการผลิตภายในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีความพร้อมด้านทรัพยากรที่จะสามารถนำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงได้ และภาครัฐก็มีนโยบายสนับสนุนการนำเชื้อเพลิงทางเลือกเหล่านี้มาใช้เช่นเดียวกัน

5.3.4 กลุ่มบริหารจัดการ ประกอบด้วย 2 เทคโนโลยี คือ การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และการวางผังเมือง (urban planning) จากผลการวิจัย พบว่า ความพร้อมในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ยังขาดในประเด็นความพร้อม ได้แก่ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ที่ยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการเทคโนโลยีและการสนับสนุนด้านการเงิน ทั้งนี้มีประเด็นการยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่การวางผังเมืองอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาก อาจเนื่องมาจากเป็นเรื่องที่มีผลกระทบกับบุคคลบางพื้นที่ที่อาจต้องถูกเวนคืนที่ดินเพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบผังเมืองใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความพร้อมในภาพรวมของเทคโนโลยีภาคคมนาคมขนส่งทางถนนของประเทศไทย จากการวิเคราะห์ gap analysis นี้ ทำให้พบว่า ประเทศไทยขาดความพร้อม 3 ด้านเหมือนกันในเทคโนโลยีทุกกลุ่ม คือ สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งยังไม่มีการกระจายตัวของเทคโนโลยีไปทั่วประเทศ การสนับสนุนด้านการเงินและมาตรการทางการเงินซึ่งอาจยังไม่เข้มแข็งหรือจูงใจมากพอ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการที่ยังขาดความพร้อมที่จะรองรับการปรับเปลี่ยนหรือการสนับสนุนเทคโนโลยีในแต่ละประเภท

บทที่ 6
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

6.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมและสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

วัตถุประสงค์สำคัญหลักของงานวิจัยนี้นอกจากเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนโดยพิจารณาด้านความพร้อมและผลกระทบแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลประกอบการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมและสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนอีกด้วย งานวิจัยได้มุ่งเน้นไปที่เทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูงในภาพรวมก่อน แล้วจึงพิจารณาต่อในหลายๆบริบท ส่วนสำคัญคือความพร้อมของเทคโนโลยี เนื่องจากเทคโนโลยีบางประเภทอาจยังขาดความพร้อมในหลายๆด้านที่ยังไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากปัจจัยจำกัดบางประการ ซึ่งผู้วิจัยจะขอนำเสนอในส่วนที่ได้พิจารณาแล้วและคิดว่าเหมาะสมตามบริบทของประเทศไทยมากที่สุด

จากผลการวิจัยที่ได้ ทำให้ได้ลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่ภาครัฐควรพิจารณาส่งเสริมและสนับสนุนเป็นอันดับต้นๆ จำนวน 5 อันดับ ดังนี้

1) ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

ระบบขนส่งสาธารณะถือเป็นหัวใจสำคัญของการลดใช้พลังงานในภาคขนส่งอย่างเป็นรูปธรรมมากที่สุด เนื่องจากเป็นการส่งเสริมให้คนลดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งถือเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก *ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน*เป็นระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบหนึ่งที่มีความสะดวกต่อการใช้บริการเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความรวดเร็วในการเดินทางไม่ต้องผ่านการจราจรทางถนนที่คับคั่ง เมื่อพิจารณาจากผลประเมินด้านความพร้อมที่ได้จากงานวิจัยนี้พบว่า ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ยังขาดในประเด็นความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ และสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งปฏิเสธไม่ได้เลยว่าประเทศไทยยังคงพึ่งพาการนำเข้ารถไฟฟ้าจากต่างประเทศอยู่ ซึ่งภาครัฐควรส่งเสริมให้เกิดการผลิตภายในประเทศมากขึ้น โดยการสนับสนุนทั้งบุคลากร ผู้เชี่ยวชาญงานวิจัยต่างๆ ที่จะช่วยสนับสนุนให้สามารถเกิดขึ้นจริงได้ นอกจากนี้ต้องพิจารณาในด้านของเงินลงทุนและความคุ้มค่า ประเด็นนี้ถือเป็นประเด็นปรึกษาหารือที่หลายๆฝ่ายต้องมีการพูดคุยในเรื่องนี้อย่างจริงจัง สำหรับในส่วนของสถานการณ์ในประเทศนั้น รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนยังคงมีการกระจุกตัวเฉพาะในเขตเมืองอย่างกรุงเทพมหานครเท่านั้น ภาครัฐควรจัดระบบขนส่งสาธารณะให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุมในพื้นที่เขตเมืองต่างจังหวัด รวมทั้งการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายให้เข้าถึงเขตชนบท โดยภาครัฐควรมีนโยบาย

สนับสนุนให้กับภาคเอกชนที่ให้บริการ เพื่อให้ระบบขนส่งสาธารณะช่วยเอื้อประโยชน์ต่อผู้มีรายได้น้อย และลดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล ประเด็นนี้ถือเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ภาครัฐจะต้องเร่งกำหนดนโยบายให้เป็นรูปธรรม รวมทั้งการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีรถไฟฟ้าให้มีการจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม ทั้งที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่สาธารณะต่างๆ เพื่อชักจูงใจให้คนหันมาเดินทางโดยใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มมากขึ้น

2) ระบบตั๋วร่วม

ระบบตั๋วร่วมถือเป็นปัจจัยสนับสนุนระบบขนส่งสาธารณะที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากเป็นส่วนช่วยในการอำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในการเดินทางที่สามารถเชื่อมต่อกับการเดินทางในหลากหลายรูปแบบได้ด้วยการใช้บัตรเพียงบัตรเดียว และยังช่วยลดต้นทุนในการดำเนินการบริหารจัดการบัตรโดยสารอีกด้วย ความคืบหน้าในเรื่องนี้ในปัจจุบัน มีการจัดทำร่างพระราชบัญญัติการบริหารจัดการระบบตั๋วร่วม พ.ศ. .... ซึ่งอยู่ในระหว่างที่กระทรวงคมนาคมจะเสนอร่างพระราชบัญญัติดังกล่าวต่อคณะรัฐมนตรีพิจารณาตามแนวทางการจัดทำและเสนอร่างกฎหมายตามบทบัญญัติตามมาตรา 77 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย เมื่อพิจารณาจากผลประเมินด้านความพร้อมแล้วพบว่า *ระบบตั๋วร่วม* ค่อนข้างมีความพร้อมสูงในหลายประเด็น ประเด็นที่ขาดคือสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งภาครัฐก็ได้เห็นความสำคัญและเร่งพัฒนาให้มีการนำมาใช้อย่างเป็นรูปธรรมโดยเร็วที่สุดอยู่แล้ว ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือควรเร่งดำเนินการให้ครอบคลุมทุกระบบการขนส่งโดยเร็ว

3) การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเรื่องของการบริหารจัดการเส้นทางหรือการจัดการเชิงระบบที่ช่วยในการลดต้นทุน ลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น การหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจากต้นทางไปสู่ปลายทางเพื่อลดการใช้น้ำมันในการขนส่งสินค้า หรือการเดินทางในชีวิตประจำวันและย่อมจะส่งผลต่อการลดการปล่อยมลพิษได้อีกด้วย ปัจจุบันได้มีตัวอย่างของการบริหารจัดการการขนส่งสินค้าสีเขียวหรือ Green logistics ที่หลากหลายบริษัทเริ่มนำมาใช้ในระบบการขนส่งสินค้าของบริษัท โดยการปรับปรุงระบบขนส่งด้วยการจัดการเส้นทางเดินรถหลายรูปแบบ รวมทั้งบริหารจัดการให้สามารถขนส่งสินค้าได้ครั้งละจำนวนมากกว่าเดิมเพื่อลดจำนวนรถที่ต้องส่งสินค้าและรถเที่ยวการเดินรถลง เมื่อพิจารณาจากผลประเมินด้านความพร้อมแล้วพบว่า *การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์* ค่อนข้างมีความพร้อมสูงในหลายประเด็นยังขาดในเรื่องของสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย และการสนับสนุนด้านการเงิน ซึ่งภาครัฐควรเร่งส่งเสริมสนับสนุนด้วย

มาตรการทางการเงินเพื่อจูงใจให้ภาคธุรกิจหันมาปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการขนส่งให้มากขึ้น รวมทั้งเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศให้ครอบคุลมเพื่อรองรับการปรับตัวของภาคธุรกิจต่อไป

4) การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง

ปัจจุบันประมาณร้อยละ 90 ของระบบการขนส่งในประเทศไทยเป็นการขนส่งทางถนน เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในรูปแบบอื่นๆทั้งทางน้ำและทางรางยังไม่มีแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน ข้อดีของการขนส่งทางน้ำและรางคือนอกจากจะช่วยในการขนส่งสินค้าครั้งละมากๆ และต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำแล้ว ยังช่วยลดการปล่อยมลพิษและการใช้พลังงานที่เกิดจากการขนส่งทางถนนอีกด้วย เมื่อพิจารณาจากผลประเมินด้านความพร้อมแล้วพบว่า *การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งมาสู่ทางน้ำและราง* ยังขาดในประเด็นเรื่องแนวโน้มระยะสั้นที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการขนส่ง และสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย เนื่องมาจากความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานที่ภาครัฐจะต้องเร่งปรับตัวโดยการเพิ่มสัดส่วนของการขนส่งทางรางและทางน้ำให้เพิ่มขึ้น และดำเนินการตามยุทธศาสตร์การพัฒนาการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งทางรางและน้ำ โดยภาครัฐต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานให้รองรับการขนส่งสินค้า ปรับปรุงกฎระเบียบที่ยุ่งยาก ลดขั้นตอนและกระบวนการที่ซับซ้อนที่ส่งผลต่อระยะเวลาและต้นทุน การสร้างความน่าเชื่อถือและการบริการที่ดีขึ้น นอกจากนี้ต้องพัฒนาศุนย์เปลี่ยนถ่ายสินค้าตามจุดสำคัญเพื่อให้การขนส่งมีความต่อเนื่อง สะดวกและรวดเร็ว และช่วยลดต้นทุนที่เกิดขึ้น

5) การวางผังเมือง

การวางผังเมืองเป็นเรื่องของการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด จัดระเบียบการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับการคมนาคมและขนส่ง ซึ่งสอดคล้องกับระบบคมนาคมและโครงสร้างพื้นฐาน โดยการกำหนดแนวทางการพัฒนาเมืองการปรับปรุงระบบราง การสร้างรถไฟฟ้าและพัฒนาศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่ออย่างบูรณาการทั้งระบบ เมื่อพิจารณาจากผลประเมินด้านความพร้อมแล้วพบว่า *การวางผังเมือง* ยังขาดในประเด็นเรื่องการสนับสนุนด้านการเงิน ซึ่งอาจจะต้องเพิ่มมาตรการสนับสนุนทางการเงินเพิ่มเติมจากที่ปัจจุบันมีอยู่เช่น มาตรการส่งเสริมการพัฒนา (Incentive Measure) เพื่อยกเว้นและผ่อนปรนสำหรับผู้ประกอบการ โดยมีการให้ Bonus FAR (Floor Area Ratio หรือ อัตราส่วนอาคารต่อพื้นที่ดิน) เพิ่มเติมในพื้นที่สำคัญบางแห่ง และประเด็นการยอมรับจากสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่ภาครัฐจะต้องชี้แจงทำความเข้าใจกับภาคสังคมให้เกิดการยอมรับในการพัฒนาเพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ รวมทั้งประเด็นด้านโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการ และสถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย ที่ภาครัฐจะต้องกำหนดแผนระยะยาวที่ชัดเจน และเร่งขยายผลให้มีการวางระบบผังเมืองที่ครอบคลุมในเขตเมืองทั่วประเทศต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2560). สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม - ธันวาคม 2560. กระทรวงพลังงาน.
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2561). สถิติและข้อมูลพลังงาน (Energy Statistics & Information). กระทรวงพลังงาน.
3. สำนักงานประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (2561). GHG inventory of Thailand. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://climate.onep.go.th/english-ghg-inventory-of-thailand/?lang=en#prettyPhoto [24 มิถุนายน 2561].
4. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2561). สถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=9&s2=175 [30 มิถุนายน 2561].
5. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2559). แผนอนุรักษ์พลังงาน (พ.ศ. 2558 – 2579). กระทรวงพลังงาน.
6. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ. (2555). TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENTS REPORT FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION.
7. United Nations Development Programme (UNDP) and United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2010). Handbook for conducting Technology Needs Assessment for Climate Change.
8. สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม. (2559). แผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม พ.ศ. 2560-2564. กระทรวงคมนาคม.
9. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2554) การประเมินสิ่งแวดล้อมระดับยุทธศาสตร์ (Strategic Environmental Assessment: SEA). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
10. อัญชลี เชี่ยวโสธร ดูวอล. (2557). การประเมินศักยภาพและความต้องการจำเป็นในการบริการสุขภาพของชุมชน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2557): p. 56.
11. อธิเกียรติ ทองเพิ่ม, พินดา วราสุนันท์, อรวรรณ์ ทองเพิ่ม, ทองวาท ราชชารี. (2555). การประเมินความต้องการจำเป็นการประกันคุณภาพภายในคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

12. สุชาต อุดมโสภกิจ. (2555). การประเมินเทคโนโลยีเพื่อเตรียมพร้อมรับมือ Climate Change. วารสารวิชาการสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), ฉบับที่ 38 (กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2555): p. 38.
13. Dhar, S. and C.O.P. Marpaung. (2014). Technology priorities for transport in Asia: assessment of economy-wide CO2 emissions reduction for Lebanon. Climatic Change,131(3): p. 451-464.
14. Sehatpour, M.-H., A. Kazemi, and H.-e. Sehatpour. (2017). Evaluation of alternative fuels for light-duty vehicles in Iran using a multi-criteria approach. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. 72: p. 295-310.
15. National Environment Commission Royal Government of Bhutan. (2013). TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENT AND TECHNOLOGY ACTION PLANS FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION. Bhutan.
16. Ministry of Environment. (2013). TECHNOLOGY NEEDS ASSESSMENT AND TECHNOLOGY ACTION PLANS FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION. Kingdom of Cambodia.
17. Indonesia National Council on Climate Change. (2012). INDONESIA Technology Needs Assessment for Climate Change Mitigation. Indonesia.
18. Montenegro. (2012). Technology Needs Assessment for Climate Change Mitigation and Adaptation for Montenegro National Strategy and Action Plan. Montenegro.
19. Bongardt, D. (2009). Technology Needs Assessment in the Transport Sector, Evaluation of TNA Country Reports and the UNFCCC TNA Handbook. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
20. สลิลาทิพย์ ทิพยไกรศร. (2554). อนาคตระบบขนส่งไทย “ฝันที่เป็นจริงหรือความหวังอันเลื่อนลอย” A Future of Thailand’s Transportation “Dream Becomes True or Drifting Imaginary”. Executive Journal, 3: p. 99-104.
21. ประเภทของการขนส่ง (Transportation) แบ่งออกกี่ประเภท?. (2561). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.logisticafe.com/2009/11/ประเภทของการขนส่ง-transportation-1/ [24 มิถุนายน 2561]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

22. เจาะลึก 11 มาตรการอนุรักษ์พลังงานภาคขนส่ง. (2560). (ออนไลน์) สืบค้นจาก: https://www.mmthailand.com/อนุรักษ์พลังงาน-ขนส่ง/ [24 มิถุนายน 2561].
23. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). โครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์เพื่ออนาคตประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมประจำปี 2560 ของ สศช. เรื่อง “ขับเคลื่อนแผนฯ 12 สู่อนาคตประเทศไทย”.
24. กระทรวงคมนาคม. (2559). แผนงานในภารกิจหลักของกระทรวงคมนาคม ภายใต้ (ร่าง) ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579).
25. พรไพริน ศรีสกุลพิสุทธิ์. (2556). การตัดสินใจของผู้ขับขี่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกรุงเทพมหานครต่อการเลือกใช้รถยนต์พลังงานทางเลือก (รถยนต์ไฮบริด). มหาวิทยาลัยมหิดล.
26. รถ EV คืออะไร (Electric Vehicle) ทำความรู้จักกับรถ Electric Vehicle หรือ รถไฟฟ้า. (2560). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: https://www.modify.in.th/20997 [24 มิถุนายน 2561].
27. ประณต กุลประสูตร. (2551). เชื้อเพลิงทางเลือกสำหรับยานยนต์. Technology Promotion Mag. p. 100-106.
28. ประชา ธารแผ้ว. (2553). ยางประหยัดพลังงาน (ENERGY TIRE). สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
29. Low-friction Engine Oil. (2557). (online). Available from: https://www.rdmag.com/award-winners/2014/08/low-friction-engine-oil [24 June 2018].
30. Diesel Particulate Filter (DPF) คืออะไร. (2561). (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://rungrojcenterservice.blogspot.com/2012/05/diesel-particulate-filter-dpf.html [24 มิถุนายน 2561].
31. ณัฐยศ ชูบรรจง. (2561). Aero Dynamic ได้ยินกันบ่อย...แต่มันคืออะไรนะ...(ออนไลน์) สืบค้นจาก: https://www.autodeft.com/deftanswer/aero-dynamic [24 มิถุนายน 2561].
32. Green Logistics (กรีนโลจิสติกส์) คืออะไร?. (2561). (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://www.logisticafe.com/2009/08/green-logistics/ [24 มิถุนายน 2561]
33. สรวิศ นฤปิติ. (2561). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานระบบขนส่งอัจฉริยะ (ITS) Geographical Information System (GIS) in Intelligent Transport System (ITS). (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~kong/GIS_in_ITS_2.pdf [24 มิถุนายน 2561]
34. Adam, M.-B. (2009). Truck Stop Electrification and Carbon Offsets. Nelson\Nygaard Consulting Associates and E-IPER. Stanford University.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

35. Driver information system with efficiency program. (2018). (online). Available from: http://www.audisxm.com/aola/web/mfen/models/layer/technology/driver-information-system-with-efficiency-program.html [24 June 2018].

36. เครื่องยนต์ดีเซลยุคใหม่ ดูแลอย่างไรให้มีประสิทธิภาพ และยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น. (2560). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://car.boxzaracing.com/knowledge/20858. [24 มิถุนายน 2561]

37. Traffic Signal Synchronization. (2018). (online) Available from: http://www.cityofirvine.org/signal-operations-maintenance/traffic-signal-synchronization [24 June 2018].

38. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2018). โครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.(ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.thailanditsmasterplan.com/index.html#facebook [24 มิถุนายน 2561].

39. วนัช แก้วโกมินทวงษ์. (2549). การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ของการนำพลังงานไฮโดรเจนมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ ในประเทศไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

40. สรุปเซลล์เชื้อเพลิงแต่ละประเภท. (2561). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/electrochemistry/web/5fuel_kind6.htm [24 มิถุนายน 2561].

41. สภาพปัญหาการขนส่งมวลชนของประเทศไทยและแนวการศึกษาวิจัย. (2561). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://library.senate.go.th/document/Ext8001/8001467_0004.PDF [24 มิถุนายน 2561].

42. ศูนย์วิจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีการขนส่งสีเขียว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2557). โครงการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport: NMT) และการปรับปรุงการเชื่อมต่อการเดินทางระบบขนส่งสาธารณะเพื่อการขนส่งอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร.

43. จุฬา สุขมานพ. (2555). การขนส่งที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.freightmaxad.com/magazine/?p=4244 [24 มิถุนายน 2561].

44. นิพันธ์ วิเชียรน้อย. (2552). การผังเมืองและการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย (Urban Land Use Planning in Thailand). วารสารกรมโยธาธิการและผังเมือง, 29: p. 27-38.

45. การวางผังและออกแบบเมืองเขียว. (2559). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.thaiengineering.com/2015/index.php/technology/item/1313-the-layout-and-design-of-green-cities [24 มิถุนายน 2561].

46. ทำความรู้จัก “บัตรแมงมุม” ระบบตั๋วร่วม สามารถใช้กับขนส่งสาธารณะได้ทุกระบบ. (2561). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: https://www.ananda.co.th/blog/thegenc/บัตรแมงมุม/ [24 มิถุนายน 2561].

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ข้อมูลทั่วไปของเทคโนโลยีพลังงาน/ทางเลือก ภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

T1 : เทคโนโลยีไฮบริด (รถยนต์ / รถประจำทาง) (Hybrid technology (cars, buses)) [25]

รถยนต์ไฮบริด (hybrid vehicle)

คือ รถยนต์ที่ใช้แหล่งพลังงาน 2 ส่วน ประสานการทำงานร่วมกัน ได้แก่ น้ำมัน และไฟฟ้า ซึ่งการทำงานของรถยนต์อาจจะขับเคลื่อนได้ทั้งในรูปแบบของน้ำมันอย่างเดียว หรือไฟฟ้าอย่างเดียว หรือทั้ง 2 ส่วนไปพร้อมกันก็ได้ ทั้งนี้ระบบไฮบริดยังคงขับเคลื่อนโดยใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine, ICE) เป็นระบบหลัก แต่จะมีมอเตอร์ไฟฟ้าช่วยเสริมการทำงาน และมีแบตเตอรี่สำหรับเก็บกระแสไฟฟ้าเพิ่มเข้ามาด้วย ดังนั้นรถยนต์ไฮบริดจึงยังต้องเติมน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไป แต่จากการที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าช่วยเสริมการทำงาน จึงทำให้ช่วยประหยัดน้ำมันมากขึ้น และช่วยลดมลพิษจากไอเสียได้อีกส่วนหนึ่ง

เมื่อรถเริ่มออกตัว ในขณะที่รถต้องเร่งความเร็วที่อยู่ในระดับต่ำ มอเตอร์ไฟฟ้าจะดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อช่วยในการออกตัวรถให้รวดเร็ว ในขณะที่รถขับเคลื่อนตามปกติ ทั้ง 2 ระบบจะทำงานผสมผสานกันอย่าง เพื่อให้เกิดการใช้เชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า แต่เมื่อมีการเร่งความเร็ว มอเตอร์ไฟฟ้าก็จะดึงพลังงานจากแบตเตอรี่เพิ่มมากขึ้นเพื่อมาเสริมกำลังรถ ในขณะที่รถเบรก หรือลดความเร็วลง มอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนไปทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม และแปลงพลังงานจลน์ที่เกิดจากการเบรกให้เป็นกระแสไฟฟ้ากลับเข้าไปชาร์จในแบตเตอรี่ และในขณะที่รถจอดนิ่งอยู่กับที่ ทั้ง 2 ระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อไม่ให้สิ้นเปลืองพลังงานและลดการปล่อยไอเสีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด (plugin hybrid vehicle, PHEV)

คือ รถยนต์ไฮบริดที่สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ได้มากขึ้น ด้วยการเพิ่มระบบปลั๊กอินหรือการเสียบปลั๊กชาร์จไฟ เพื่อให้รถสามารถขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวได้ในระยะทางที่มากขึ้น และช่วยลดการใช้น้ำมันให้น้อยลง

ตารางที่ ก.1 เปรียบเทียบรถยนต์ไฮบริดและปลั๊กอินไฮบริด

รถยนต์ไฮบริด	**รถยนต์ปลั๊กอินไฮบริด**
1. ไม่มีปลั๊กเสียบชาร์จ แต่มีสมรรถนะที่ยอดเยี่ยม	1. เสียบปลั๊กชาร์จไฟได้ถ้าต้องการ ถ้าไม่เสียบชาร์จการทำงานจะเหมือนรถยนต์ไฮบริด
2. มีแหล่งพลังงาน 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบน้ำมัน และระบบไฟฟ้า โดยจะมีตัวระบบสวิตช์ไปมาระหว่างใช้น้ำมัน และไฟฟ้า หรือใช้ทั้งสองอย่างในการขับเคลื่อน	2. มีระบบน้ำมัน และไฟฟ้าเหมือนรถยนต์ไฮบริด แต่เพิ่มระบบปลั๊กอินหรือการเสียบปลั๊กชาร์จไฟ ซึ่งมักมาพร้อมกับแบตเตอรี่ความจุสูง ทำให้เมื่อเสียบชาร์จแล้วสามารถวิ่งไปได้ระยะมากกว่า
3. ระบบ regenerative braking เป็นระบบที่มีอยู่ในรถยนต์ทั้งสองรูปแบบ โดยในขณะที่รถพยายามชะลอตัวลง แต่มอเตอร์เครื่องยนต์จะยังคงหมุนอยู่ ระบบจะนำพลังงานสูญเปล่าที่เกิดจากการหมุนนี้มาเป็นตัวผลิตกระแสไฟฟ้า ชาร์จกลับเข้าไปใหม่ในแบตเตอรี่	
4. การชาร์จแบตเตอรี่ทำได้ 2 วิธี คือ ด้วยระบบ regenerative braking และน้ำมัน โดยน้ำมันที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์นั้นจะมีอีกหน้าที่หนึ่งคือ เป็นพลังงานในการปั่นกระแสไฟเพื่อชาร์จกลับเข้าสู่แบตเตอรี่	4. เพิ่มทางเลือกการชาร์จไฟรูปแบบที่ 3 เข้าไปจาก 2 วิธีแรกที่เหมือนกับรถยนต์ไฮบริดคือการเสียบปลั๊กชาร์จไฟโดยตรง

T2 : เทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in technology) [26]

คือ ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแทนการใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้แบบสันดาป กล่าวคือ จะใช้พลังจากไฟฟ้าแทนการใช้น้ำมันหรือพลังงานอื่นๆ ระบบรถไฟฟ้าจะเก็บพลังงานเอาไว้ในแบตเตอรี่ ที่สามารถชาร์จได้ และแปลงพลังงานจากแบตเตอรี่มาขับเคลื่อนรถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของรถไฟฟ้าปลั๊กอิน

ข้อดี	**ข้อเสีย**
■ ค่าเชื้อเพลิงถูกกว่าน้ำมัน ■ เสียงเงียบ เนื่องจากกลไกการขับเคลื่อนที่ไม่ซับซ้อนเหมือนน้ำมันที่ต้องมีการจุดระเบิดเผาไหม้ ■ ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เพราะไม่มีไอเสียจากการเผาผลาญพลังงาน	■ ราคาแพง ■ ใช้เวลาในการชาร์จไฟนานและต้องชาร์จบ่อยครั้งขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายและประเภทของแบตเตอรี่

T3 : เทคโนโลยีการใช้ LNG/CNG (LNG/CNG technology) [27]

Natural Gas for Vehicles (NGV) คือก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ มีส่วนประกอบหลักคือ ก๊าซมีเทนที่มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศ การใช้งานส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะของก๊าซที่ถูกอัดจนมีความดันสูงเก็บไว้ในถัง ที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Compressed Natural Gas หรือก๊าซธรรมชาติอัด สำหรับ LNG ย่อมาจาก Liquefied Natural Gas คือ ก๊าซธรรมชาติเหลว การใช้ประโยชน์ของ LNG มีความแตกต่างจากการใช้ NGV เล็กน้อย กล่าวคือ LNG เป็นการแปลงสภาพของก๊าซธรรมชาติให้เป็นของเหลวเพื่อประโยชน์ในการขนส่ง โดยเฉพาะการขนส่งและซื้อขายก๊าซธรรมชาติระหว่างประเทศที่จะขนส่งก๊าซปริมาณมาก ทั้งนี้การนำ LNG ไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะต้องถูกทำให้ระเหยกลับมาสู่สถานะก๊าซอีกครั้งหนึ่งก่อน

ก๊าซธรรมชาติ (natural gas) ส่วนใหญ่จะเป็นมีเทน (methane) นอกจากนั้นอาจมีก๊าซอื่นปะปนบ้างเล็กน้อย ก๊าซชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับไฮโดรคาร์บอนในฟอสซิลด้วยเช่นกัน จึงสนับสนุนต่อการเพิ่มระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเช่นเดียวกันกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว แต่ในปริมาณเพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ การเก็บรักษาก๊าซชนิดนี้สำหรับการใช้งานจะต้องเก็บรักษาไว้ภายใต้ความดันด้วยเช่นกัน แต่ที่ความดันสูงกว่าที่ใช้เก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่สะอาดที่สุด มีคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำกว่าที่ปล่อยออกจากน้ำมันเบนซินสูงถึง 99% ไม่มีอนุภาค มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยมาก และไฮโดรคาร์บอนที่จะก่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาน้อยกว่าที่เกิดจากการใช้น้ำมันเบนซินถึง 85% แม้ว่าก๊าซธรรมชาติอัดจะมีความดันสูงมาก (ประมาณ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติก็ยังปลอดภัยกว่าการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น เพราะถังเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับก๊าซธรรมชาติอัดจะเป็นถังที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถทนต่อความดันสูงได้

นอกจากนั้นยังต้องสามารถทนต่อการทดสอบการชนอย่างรุนแรง การยิงด้วยปืนโดยตรง การระเบิดของดินระเบิด และการเผาที่เกินความสามารถตามมาตรฐานใด ๆ ของถังน้ำมันเบนซินที่ทำด้วยโลหะแผ่นได้ด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นจากสมบัติของก๊าซที่เบากว่าอากาศ จึงทำให้ก๊าซชนิดนี้กระจายตัวได้อย่างรวดเร็วมาก และอีกทั้งยังมีอุณหภูมิในการจุดติดไฟสูงกว่าน้ำมันเบนซิน จึงทำให้มีความปลอดภัยสูงโดยทั่วไป ค่าบริการและบำรุงรักษาของยานยนต์ที่ใช้ก๊าซชนิดนี้จะต่ำกว่ายานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นเพราะการเผาไหม้ที่สะอาด จึงสามารถช่วยยืดระยะเวลาในการเปลี่ยนน้ำมันเครื่องลงได้โดยทั่วไปจะไม่ต้องเปลี่ยนก่อนถึงระยะทาง 12,000 ไมล์ (19,300

กิโลเมตร) ก๊าซธรรมชาติมีอยู่อย่างมากมาย ข้อเสียที่สำคัญของก๊าซธรรมชาติอัด ในปัจจุบัน คือ การจำกัดการกระจายตัวของโครงข่ายจำหน่ายก๊าซหรือสถานีบริการเครื่องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่ต้องการจำนวนมหาศาลกว่าที่มีอยู่จริงในปัจจุบัน และเนื่องมาจากพิสัยในการใช้งานของยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดนั้นจะสั้นกว่าที่ใช้น้ำมันเบนซินตลอดจนพื้นที่ที่ใช้สำหรับการติดตั้งถังบรรจุก๊าซและน้ำหนักของถังที่หนักประมาณ 300 ปอนด์ (ประมาณ 136 กิโลกรัม) จึงเป็นข้อเสียที่จะต้องนำมาพิจารณาสำหรับการใช้งานทั้งหมด

ก๊าซธรรมชาติอัดได้ถูกฉีดเข้าสู่กระบอกสูบโดยหัวฉีดความดันสูงในทันทีที่เกิดการจุดประกายไฟความดันและอุณหภูมิสูงภายในกระบอกสูบจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการลุกลามของเปลวไฟให้เกิดล่วงหน้า เพื่อเริ่มจุดเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าสู่กระบอกสูบ อากาศร้อนที่อัดตัวอยู่ภายในกระบอกสูบก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยทำให้เชื้อเพลิงระเหยตัวและเผาไหม้อย่างรวดเร็ว

T4 : เทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะ (Vehicle add-on technologies) เช่น น้ำมันลดแรงเสียดทาน (low friction oil) ยางรถยนต์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง (fuel-efficient tires) เป็นต้น

ยางรถยนต์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง (fuel-efficient tires) [28]

ปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดน้ำมันในแง่มุมของประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของรถยนต์ เป็นผลจากการเอาชนะแรงต้านการเคลื่อนที่ต่างๆ อาทิ ความเฉื่อยของรถยนต์ ความเสียดทานจากถนน แรงฉุดของอากาศ (air drag) และแรงต้านทานการหมุนของล้อ (rolling resistance) เป็นต้น

เป็นที่ทราบกันดีว่าหน้าที่สำคัญที่สุดของยางคือการยึดเกาะกับพื้นถนน การที่ยางจะยึดเกาะถนนได้ดีนั้น เนื้อยางจะต้องมีการยืดหดตัวเพื่อสร้างหน้าสัมผัสที่แนบสนิทไปกับพื้นถนน แต่ด้วยคุณสมบัติทางธรรมชาติของยาง พบว่า การยืดหดของยางก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงาน ซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่ หน้ายางเลื่อนตัวเข้าและออกจากจุดสัมผัสกับพื้นถนน โครงยางจะมีการงอตัวเปลี่ยนรูปเพื่อทำให้หน้ายางสามารถสร้างหน้าสัมผัสยึดเกาะไปกับพื้นถนน ดังนั้นจึงต้องออกแบบยางให้เนื้อยางสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากการยืดหดของเนื้อยางต่ำที่สุด คือทำให้เนื้อยางมีคุณสมบัติในการคืนตัวได้ดีกว่า โดยอาศัยเทคโนโลยีโมเลกุลระดับสูง เพื่อสร้างเนื้อยางที่เป็นนวัตกรรมทั้งสมรรถนะการยึดเกาะดี และทนทานแข็งแรง นอกเหนือจากเนื้อยางแล้วยังมีการออกแบบส่วนประกอบ

ต่างๆ เช่น รูปแบบของบล็อกดอกยาง สภาพทางอากาศพลศาสตร์ของยาง ฯลฯ เพื่อช่วยให้มีการใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด สิ้นเปลืองน้ำมันน้อยที่สุด ซึ่งทั้งหมดนี้รวมเรียกว่าเทคโนโลยี กรีนเอ็กซ์ (Radial XSE Green X Technology) นอกจากนี้ยังมีการคิดค้นวิธีลดแรงต้านการหมุนเพื่อประหยัดน้ำมัน พบว่า การผสมซิลิกาลงในเนื้อยางสำหรับผลิตดอกยางสามารถลดแรงด้านทานการหมุนของล้อลงได้มากกว่าล้อยางทั่วไป ประมาณ 20% เนื่องจากซิลิกาเป็นสารตัวเติมเสริมแรงชั้นดี (reinforcement) ให้กับเนื้อยางทำให้ยางแข็งแรงมากขึ้น จึงเกิดการสูญเสียรูปทรงขณะสัมผัสผิวถนนน้อยลง ในขณะที่ยางทั่วไปในปัจจุบันนิยมใช้ผงเขม่าดำ (carbon black) ซึ่งมีราคาถูกกว่า ทั้งนี้จากผลการทดสอบพบว่า การใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมดอกยางช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้เพิ่มขึ้นประมาณ 5%

น้ำมันลดแรงเสียดทาน (low friction oil) [29]

การลดแรงเสียดทานและการสึกหรอเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยประหยัดเชื้อเพลิง ในสหรัฐอเมริกา มาตรฐานเกรดความหนืดของน้ำมันเครื่อง ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงด้วยสารเติมแต่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ Zn (ZDDP) ทำให้เกิดคราบสกปรกในเครื่องยนต์ อย่างไรก็ตามทีมนักวิจัยของ Oak Ridge National Laboratory General Motors Research and Development Center, Shell Global Solutions and Lubrizol Corp ได้พัฒนากลุ่มของไอออนิกเหลว (ILs) เพื่อใช้เป็นสารเติมแต่งหล่อลื่น โดยโมเลกุลของน้ำมันผสมกับฟอสฟอรัสที่ปราศจากฮาโลเจนเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะดูดซับพื้นผิวโลหะด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้า ไอออนที่ดูดซึมเมื่อสัมผัสพื้นผิวโลหะจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับพื้นที่สัมผัสเพื่อสร้าง tribofilm เพื่อป้องกันการสึกหรอและแรงเสียดทานอย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดสอบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้นของ IL ช่วยเพิ่มการประหยัดน้ำมันมากกว่า 2% เมื่อเทียบกับน้ำมันเครื่อง Mobil 1 SAE 5W-30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T5 : เทคโนโลยีควบคุมเขม่าดำ (Black carbon control technologies)

เป็นการศึกษาวิธีการ/เทคโนโลยีที่ช่วยลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นจากการปล่อยอนุภาคเขม่าของรถยนต์ ซึ่งสามารถทำได้หลากหลายวิธี อาทิการออกแบบเครื่องยนต์ การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง และ/หรือ การดักจับอนุภาค (particulate traps) โดยใช้ตัวกรองอนุภาค เป็นต้น

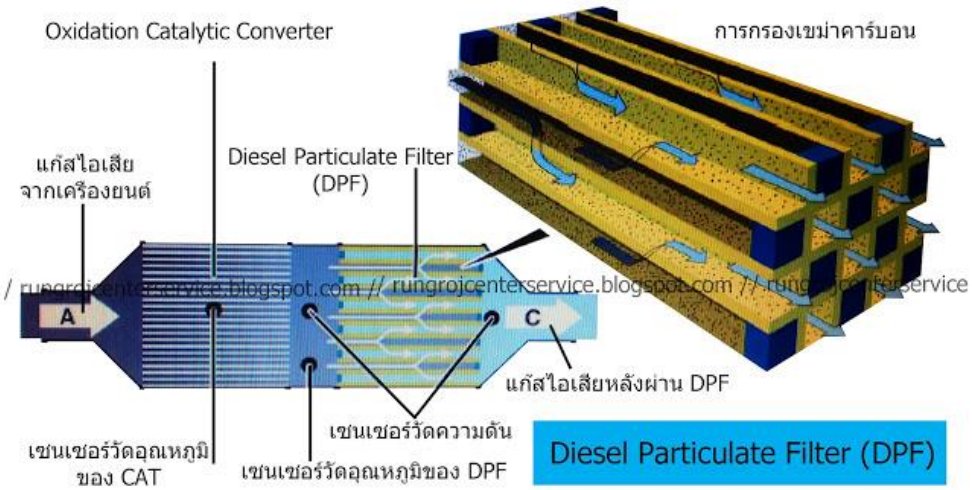
ตัวกรองอนุภาคดีเซล (DPFs) [30]

สำหรับรถยนต์ที่ใช้ BlueTEC(SCR) Diesel Particulate Filter (DPF) จะอยู่ใกล้แผงกันร้อนในห้องเครื่อง โดยรวมอยู่กับ Oxidation Catalytic Converter ซึ่งจะแตกต่างกับ BlueTEC(NSK) ที่ Diesel Particulate Filter (DPF) จะอยู่ใต้พื้นรถ และเป็นชิ้นส่วนที่แยกออกจาก Oxidation Catalytic Converter

Diesel Particulate Filter (DPF) มีหน้าที่

1. กรองและเก็บเขม่าคาร์บอนจากกระบวนการการเผาไหม้ในเครื่องยนต์
2. นำเขม่าคาร์บอนที่เก็บไว้มาเผาไหม้ในช่วง DPF Regeneration

Diesel Particulate Filter (DPF) ประกอบด้วย ชั้นกรองแบบรังผึ้งที่ทำจากซิลิกอนคาร์ไบด์ และเคลือบด้วยแพลตตินัม โดยแต่ละช่องจะมีทางเข้าออกเพียงทางเดียว ซึ่งอาจจะเป็นที่ทางเข้าหรือทางออกก็ได้ เพื่อให้แก๊สไอเสียผ่านผนังชั้นกรองแบบรังผึ้งไป แก๊สไอเสียจะผ่านรูพรุนของชั้นกรองแบบรังผึ้งและถูกดักไว้ กล่องเครื่อง CDI จะวัดค่าจากผลต่างระหว่างความดันของแก๊สไอเสียก่อนเข้าและหลังออกจาก Diesel Particulate Filter (DPF) ในช่วง Regeneration และในช่วง Regeneration นี้ เขม่าคาร์บอนจะถูกเผาไหม้ และกำมะถัน (Sulfur) จะถูกแยกออกมา ในการเผาไหม้เขม่าคาร์บอนนี้ ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 600 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นในช่วงการทำงานตามปกติของเครื่องยนต์ดีเซล ดังนั้นกล่องเครื่อง CDI จึงต้องเพิ่มอุณหภูมิในท่อไอเสียเพื่อเผาไหม้เขม่าคาร์บอน โดยคำนวนจากปริมาณอากาศที่เข้าลิ้นปีกผีเสื้อ, การฉีดน้ำมันในจังหวะที่ 2 และการสร้างความร้อนใน Diesel Particulate Filter (DPF)



รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบของ Diesel Particulate Filter (DPF)
(ที่มา ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง Diesel Particulate Filter (DPF) คืออะไร, 2561)

T6 : เทคโนโลยีปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ เช่น การใช้หลักการอากาศพลศาสตร์ในการช่วยลดแรงต้านทานอากาศ เป็นต้น (Vehicle technology improvements (e.g.,aerodynamics)) [31]

หลักการอากาศพลศาสตร์เป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งในการออกแบบและวิศวกรรมรถ ซึ่งจุดประสงค์ของการออกแบบให้ตรงตามหลักการแรงลมนี้ คือการทำให้รถมีค่าเสียดทานทางอากาศในระหว่างการขับขี่ด้วยความเร็วต่ำลง ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ ถูกเรียกว่า Coefficient Drag (Cd) โดยหากรถคันไหนมีค่า Cd ยิ่งน้อยจะยิ่งดีต่อการขับขี่ด้วยความเร็วและช่วยประหยัดน้ำมัน ในขณะที่หลักการออกแบบตามหลักอากาศพลศาสตร์ในปัจจุบันมีบทบาทมากขึ้นต่อการเก็บเสียงในห้องโดยสาร ซึ่งการลดจุดปะทะลมโดยตรงนั้นมีส่วนช่วยให้การเก็บเสียงดีขึ้น ลดเสียงอู้ของลมในขณะขับขี่ แต่เทคนิคใหม่ที่เริ่มมีบทบาทมากขึ้นในรถบ้าน คือ Dow force หรือการใช้แรงกดจากลมช่วยในการยึดเกาะถนน ซึ่งเดิมทีเป็นเพียงเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบรถแข่ง แต่ปัจจุบัน การออกแบบให้รถมีแรงกดอากาศมากขึ้น ถูกเปลี่ยนออกมาสู่รถบ้านมากขึ้น รถที่มีการออกแบบตามหลักอากาศพลศาสตร์ที่ดีจะช่วยเพิ่มการประหยัดน้ำมันขึ้นสูงสุด 1.06 กิโลเมตร/ลิตร ซึ่งการประหยัดน้ำมันนี้ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ลูกค้าคำนึงถึงเมื่อซื้อรถ การประหยัดที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเทียบเท่ากับระยะทางการขับขี่ที่เพิ่มขึ้น 58 กิโลเมตรของรถที่มีความจุถังน้ำมันมาตรฐาน 55 ลิตร การประหยัดน้ำมันที่ดียิ่งขึ้นยังหมายถึงการปล่อยมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง เครื่องยนต์ไม่ต้องทำงานหนักในการรักษาความเร็วคงที่ เผาผลาญเชื้อเพลิงน้อยกว่า และปล่อยมลพิษลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T7 : การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) [32]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) [33]

การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า หรือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเรื่องของการบริหารจัดการเส้นทางหรือการจัดการเชิงระบบที่ช่วยในการลดต้นทุน ลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด ตัวอย่างเช่น การหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดจากต้นทางไปสู่ปลายทางเพื่อลดการใช้น้ำมันในการขนส่งสินค้า หรือการเดินทางในชีวิตประจำวันและย่อมจะส่งผลต่อการลดการปล่อยมลพิษได้อีกด้วย ปัจจุบันได้มีตัวอย่างของการบริหารจัดการการขนส่งสินค้าสีเขียวหรือ Green logistics ที่หลากหลายบริษัทเริ่มนำมาใช้ในระบบการขนส่งสินค้าของบริษัท ตัวอย่างเช่น บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ได้มีการปรับปรุงระบบขนส่งโดยการจัดการ

เส้นทางเดินรถหลายรูปแบบ รวมทั้งบริหารจัดการให้สามารถขนส่งสินค้าได้ครั้งละจำนวนมากกว่าเดิมเพื่อลดจำนวนรถที่ต้องส่งสินค้าและรถเที่ยวการเดินรถลง [32]

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้รับความนิยมนำมาใช้ในงานระบบขนส่งและถูกนำมาใช้ในงานระบบขนส่งและการจราจรเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาที่มีการพัฒนา GIS ให้แพร่หลายและรองรับกับระบบสารสนเทศที่มีผู้ใช้ทั่วไป เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer หรือ PC) และ ระบบอินเตอร์เน็ต GIS จึงได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมและทรงประสิทธิภาพเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนาและใช้งานระบบขนส่งอัจฉริยะ ระบบ GIS (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Internet GIS)

GIS ใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามรถขนส่งโดยผู้จัดการเดินรถจะสามารถนำข้อมูลของการใช้รถมาตรวจสอบ (ในกรณี offline หรือ ไม่ทันกาล) หรือ สามารถติดตามการเดินทางของรถบรรทุกแต่ละกัน (ในกรณี online หรือทันกาล) ทั้งนี้ผู้จัดการสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการขนส่ง และ/หรือ เส้นทางการเดินทาง เพื่อความเหมาะสม และตรงกับความต้องการขนส่ง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในกรณีการส่งสินค้า (Delivery service) ผู้จัดการสามารถทราบตำแหน่งของรถและปรับเปลี่ยนการเดินทาง เพื่อรับส่งสินค้าของผู้รับบริการที่แจ้งความต้องการได้ทันทีเกิดการบริการที่สะดวกรวดเร็ว [33]

T8 : ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า (Truck Stop Electrification, TSE) [34]

เป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์สำหรับรถบรรทุกที่ต้องจอดติดเครื่องเป็นเวลานานแล้วเปิดเครื่องทำความเย็นหรือความร้อนในรถ การติดเครื่องจะทำให้เกิดการปล่อยไอเสียหรือมลพิษออกมาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จึงมีแนวคิดที่จะติดตั้งเต้าเสียบไฟฟ้าที่ตำแหน่งรถบรรทุก และสถานีชาร์ตไฟสำหรับให้พลังงานแก่รถบรรทุกขณะจอดอยู่กับที่ นอกจากนี้ยังมีการต่อสายยางเข้าที่บริเวณหน้าต่างติดกับคนขับเพื่อระบายความร้อนและให้ความเย็นผ่านสายยาง ทั้งนี้ รถบรรทุกจะต้องติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจาก 12V DC ให้เป็น 120V AC และการใช้งานผู้ขับขี่สามารถจ่ายเงินผ่านบัตรเติมเงินได้ ปัจจุบันมีหลายประเทศใช้งานเทคโนโลยีนี้แล้ว โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา

T9 : ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ขับขี่ (Driver information technologies) [35]

รูปแบบการขับขี่ส่วนบุคคลมักจะมีผลกับการบริโภคน้ำมันถึง 30% ระบบ Driver Information System (DIS) เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพภายใต้ความเชื่อที่ว่าการเลือกเกียร์ใน

เวลาที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการลดการใช้เชื้อเพลิง เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลที่หลากหลายของวิธีการขับขี่และสถานะการขับขี่และแสดงผลให้คนขับทราบผ่านหน้าจอแสดงผล เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปสู่วิธีที่ช่วยประหยัดพลังงานมากที่สุด ผู้ขับขี่จะทราบสถานะของการขับขี่ตลอดเวลาและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

T10 : เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพ (Efficient diesel engines) [36]

เครื่องยนต์ดีเซลยุคใหม่ ได้มีการปรับเปลี่ยน และพัฒนาศักยภาพให้สูงขึ้น ในขณะที่ขนาดเครื่องยนต์มีขนาดความจุที่น้อยลง หรือที่เรียกกันว่า Engine Downsizing ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมไปถึงระบบไฟฟ้าเข้าไปช่วยในเรื่องของการจุดระเบิด ส่งผลให้มีอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงที่น้อยลง และลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่มีประสิทธิภาพ หรือสมรรถนะการขับขี่ที่ดีขึ้น

T11 : เทคโนโลยีการจัดการ (Management technologies) เช่น เทคโนโลยี traffic signal synchronization , ระบบ intelligent systems เป็นต้น

traffic signal synchronization [37]

เป็นเทคนิควิศวกรรมจราจรที่ใช้ในการจับคู่เวลาไฟเขียวสำหรับทางแยกต่างๆเพื่อให้จำนวนยานพาหนะสามารถผ่านไปได้มากที่สุดซึ่งจะช่วยลดความล่าช้าของผู้ขับขี่ ช่วยให้การไหลเวียนของการจราจรดีขึ้นและลดการใช้ก๊าซและการปล่อยมลพิษ

ระบบ intelligent systems [38]

การพัฒนาเมืองแบบอัจฉริยะ หรือ Smart city ซึ่งเป็นรูปแบบเมืองในอนาคตที่นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยบริหารจัดการภายในเมืองโดยนำ ระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System : ITS) เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรและขนส่ง เป็นการพัฒนาระบบที่เน้นการผสมผสานเทคโนโลยีประเภทต่างๆ เช่น เทคโนโลยีการสื่อสาร เทคโนโลยีการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและจราจรให้เกิดความสะดวกสบาย ปลอดภัย และรักษ์สิ่งแวดล้อม

จากแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กำหนดให้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล ทุนมนุษย์ และทรัพยากรอื่นใดเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน กระทรวงคมนาคมโดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้ศึกษาและจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบ ITS กำหนดกรอบการดำเนินการ ขอบเขตการพัฒนาเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ดำเนินการตามยุทธศาสตร์แผนงาน โครงการด้าน ITS เพื่อให้เกิดการบูรณาการและไม่ก่อให้เกิดการลงทุนซ้ำซ้อนตลอดจนนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ประโยชน์ เพื่อการเดินทางของประชาชนและการขนส่งสินค้าให้เกิดความสะดวก ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

ระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System : ITS) แบ่งตามวิธีการใช้งานได้ 6 ประเภท คือ

1. ระบบ ITS สำหรับการจัดการจราจร (Advanced Traffic Management Systems หรือ ATMS) เป็นเทคโนโลยีการประมวลผลการจราจรสู่การบริหารจัดการและแก้ไขทันท่วงที

2. ระบบ ITS สำหรับข้อมูลข่าวสารการเดินทาง (Advanced Traveler Information System หรือ ATIS) เป็นระบบที่คอยประมวลผลและจัดการข้อมูลการเดินทางผ่านช่องทางต่างๆ

3. ระบบ ITS สำหรับสนับสนุนภายในยานพาหนะ (Advanced Vehicle Contro; System หรือ AVCS) ในการควบคุมรถทั้งในด้านของการอำนวยความสะดวกและควบคุมความปลอดภัยของผู้บริโภค

4. ระบบ ITS สำหรับการขนส่งสินค้า (Commercial Vehicle Operations : CVO) เป็นระบบประยุกต์ใช้กับการบริการด้านขนส่ง เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ

5. ระบบ ITS สำหรับรถโดยสารสาธารณะ (Advanced Public Transportation System หรือ APTS) เป็นระบบเพื่อยกระดับการให้บริการของรถโดยสารสาธารณะ

6. ระบบ ITS สำหรับความปลอดภัย (ITS Safety Solution) เป็นระบบที่ข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้เดินทางพร้อมช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T12 : เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ เช่น เซลลูโลซิกเอทานอล ไบโอดีเซล สาหร่าย เป็นต้น (Low carbon alternative fuels (cellulosic ethanol, biodiesel, algae)) [27]

ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล (biodiesel) เป็นคำศัพท์ง่าย ๆ ที่นำมาใช้กับเชื้อเพลิงที่แปลงมาจากน้ำมันพืชหรือสัตว์และไขข้น (grease) เชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถผลิตขึ้นจากวัสดุชนิดต่าง ๆ หลายชนิด สำหรับชนิดที่แปลงมาจากพืชที่รู้จักกันโดยทั่วไปมากที่สุด ได้แก่ เรพสีด (rapeseed) ในทวีปยุโรป ถั่วเหลือง (soya bean) ในประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนั้นน้ำมันจากเมล็ดคาโน (canola) ข้าวโพด (corn) ทานตะวัน (sunflower) ปาล์ม (palm) ไขชนิดที่ใช้ทำสบู่หรือเทียนไข (tallow) หรือน้ำมันทอดใช้แล้ว (used

frying oil) ก็ถูกนำมาแปลงเป็นไบโอดีเซลได้ด้วยเช่นกันแต่ส่วนใหญ่จะถูกใช้ร่วมกับไบโอดีเซลที่แปลงมาจากน้ำมันชนิดอื่น เชื้อเพลิงชนิดนี้จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรงหรือจะผสมกับน้ำมันดีเซลก็ได้ ไบโอดีเซลบริสุทธิ์เป็น เชื้อเพลิงที่ได้จากการลดชั้นทางชีวภาพ (biodegradable) ที่ไม่เป็นพิษ เป็นอิสระจากกำมะถัน (sulfur) และมีกลิ่นหอม (aromatics) ในการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้เครื่องยนต์ไม่ต้องการการดัดแปลงใด ๆ ทั้งสิ้น และก็จะไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักบรรทุกของรถ (payload capacity) หรือพิสัยในการใช้รถ การปล่อยมลพิษจากเชื้อเพลิงชนิดนี้จะต่ำกว่าที่ปล่อยจากน้ำมันดีเซลมากเมื่อเปรียบเทียบกัน

เอทานอล

เอทานอล (ethanol) เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกชนิดหนึ่งที่ได้รับการพิจารณานำมาใช้เร็วขึ้นกว่าเชื้อเพลิงทางเลือกชนิดอื่นโดยนำมาผสมกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งสามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์ในปัจจุบันโดยไม่ต้องมีการดัดแปลงมากนัก เหตุผลที่ได้รับการพิจารณานำมาใช้เร็วขึ้นก็เนื่องมาจากทำมาจากพืชซึ่งเป็นแหล่งที่ผลิตใหม่ได้ (renewable source) กล่าวคือ สามารถปลูกทดแทนใหม่ได้เสมอ เนื่องจากเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตมาจากชีวมวล (biomass) ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดนี้จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่บรรยากาศ และในเวลาเดียวกันพืชที่ใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชนิดนี้ ก็จะดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ จากบรรยากาศเพื่อการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน เชื้อเพลิงจากแอลกอฮอล์ชีวมวลหรือเอทานอลเกือบทั้งหมด ที่ได้รับการเลือกใช้จะกำเนิดมาจากข้าวโพด แม้ว่าข้าวบาร์เลห์และข้าวสาลีจะถูกนำมาใช้ด้วยเช่นกัน เอทานอลจะก่อตัวผ่านทางการหมักและการกลั่นพืชแป้งที่เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงที่ให้คุณภาพสูง เป็นเชื้อเพลิงที่ออกเทนมีราคาถูก และสามารถที่จะลดมลพิษทางอากาศได้ เพราะการเผาไหม้ที่สะอาดกับอัตราของออกเทน 113 เอทานอล ถือเป็นเชื้อเพลิงที่มีสมรรถนะสูงสุดในตลาดในปัจจุบัน ปัจจุบันเอทานอลได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันเบนซิน รถยนต์ที่จำหน่ายทั้งหมดในประเทศสหรัฐอเมริกาประมาณ 18% ที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีเอทานอลเป็นส่วนผสม อธิบายได้เป็นอย่างดีถึงความสำเร็จในการใช้เอทานอล เชื้อเพลิงผสมเอทานอลได้รับการยอมรับภายใต้การรับประกันของผู้ผลิตรถยนต์หลักทั้งหมด การผสมทั่วไป คือ E10 ซึ่งประกอบด้วยเอทานอล 10% และน้ำมันเบนซิน 90% และ E85 ซึ่งถูกใช้โดยรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงหลายชนิดซึ่งจะมีเอทานอลผสมอยู่ 85% เชื้อเพลิงผสมเอทานอลจะช่วยรักษาระบบเชื้อเพลิงให้สะอาด เพราะจะไม่เหลือวาร์นิชหรือยางไว้ในห้องเผาไหม้ แอลกอฮอล์ที่ดำรงอยู่สามารถที่จะดูดกลืนความชื้นในระบบเชื้อเพลิง และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นำออกไปเผาผลาญได้ ถ้าความสกปรกของน้ำสูงมากเอทานอลจะแยกตัวออกแล้วตกลงสู่ด้านล่างของถังเชื้อเพลิงของรถ ถ้าเกิดขึ้นวิธีที่ดีที่สุดในการแก้ไขก็คือ การขจัดเชื้อเพลิงที่มีน้ำปะปนอยู่ และเติมเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลที่ถูกต้องลงไป ซึ่งเอทานอลจะดูดกลืนปริมาณของน้ำจำนวนเล็กน้อยใด ๆ ที่ยังคงหลงเหลืออยู่และนำไปเผาผลาญในห้องเผาไหม้ต่อไป ด้านไม่ดีของการใช้เชื้อเพลิงผสมเอทานอล ก็คือ จะมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นประมาณ 2% เมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน อย่างไรก็ตาม คาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลผลิตจากการเผาไหม้ก็ได้ถูกตั้งข้อสงสัยด้วยเช่นกันว่า เป็นองค์ประกอบของตัวสนับสนุนที่ทำให้โลกร้อนอีกตัวหนึ่ง

เมทานอล

เมทานอล (methanol) เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่นำมาผสมกับน้ำมันเบนซินเหมือนกับเอทานอล ได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมาเป็นเวลาหลายปีพบว่า สามารถนำมาใช้ได้กับเครื่องยนต์ในปัจจุบันแต่จะต้องมีการดัดแปลงค่อนข้างมากเพราะเชื้อเพลิงชนิดนี้มีการกัดกร่อนสูงและมีความเป็นพิษสูงกว่าเอทานอล นอกจากนั้นยังมีต้นทุนการผลิตสูง จึงไม่ค่อยนิยมนำมาใช้มากนัก เมทานอลหรือที่รู้จักกันในชื่อแอลกอฮอล์ไม้(wood alcohol) เป็นเชื้อเพลิงที่สกัดมาจากถ่านหินหรือจากแหล่งที่นำกลับผลิตใช้ใหม่ได้ แต่ที่ใช้ในปัจจุบันกำเนิดมาจากก๊าซธรรมชาติ ผู้ผลิตรถยนต์หลายรายได้เตือนผู้ใช้รถอย่างต่อเนื่องว่า การใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเมทานอลเกินกว่า 10%จะเป็นอันตรายต่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบเชื้อเพลิงมากกว่าการใช้เอทานอล เพราะการกัดกร่อนสูง นอกจากนั้นความเป็นพิษสูงของเมทานอลยังเป็นอันตรายต่อดวงตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจเมื่อสัมผัสและสูดดมอีกด้วยแม้เมทานอลจะสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ได้โดยตรง แต่เครื่องยนต์ก็จะต้องได้รับการดัดแปลงเสียก่อน เชื้อเพลิงชนิดนี้ยังสามารถใช้กับรถที่ใช้เชื้อเพลิงหลายชนิด เช่น M85 ซึ่งมีเมทานอลผสมอยู่ 85% และน้ำมันเบนซิน 15% แต่เนื่องจากข้อเสียดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้ผลิตรถยนต์ไม่ผลิตรถที่ใช้กับเชื้อเพลิงชนิดนี้อีกต่อไป อย่างไรก็ตามในอนาคตเมทานอลอาจจะเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกชนิดหนึ่ง ที่ใช้ผลิตไฮโดรเจนเพื่อขับเคลื่อนรถเซลล์เชื้อเพลิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T13 : พลังงานไฮโดรเจน [27]

ไฮโดรเจน (hydrogen) เป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่กำลังจะมีบทบาทสำคัญต่อการขนส่งในอนาคต สามารถผลิตได้ในปริมาณอันเกือบจะไม่จำกัด โดยใช้แหล่งพลังงานที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ไฮโดรเจนสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิผลในเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในในรูปของไฮโดรเจนบริสุทธิ์หรือไฮโดรเจนผสมกับก๊าซธรรมชาติ ไฮโดรเจนบริสุทธิ์หรือผลิตภัณฑ์ไฮโดรเจนที่ดัดแปลงจากเชื้อเพลิงตัวอื่นได้ถูกนำมาใช้ในรถเซลเชื้อเพลิง ซึ่งเมื่อไฮโดรเจนเกิดการเผาไหม้ ผลิตผลขั้นสุดท้ายก็มีเพียงน้ำเท่านั้น บริษัทบีเอ็มดับเบิลยูได้ผลิตรถยนต์ใช้เครื่องยนต์สูบวี 12 สูบ ที่ทำงานด้วยไฮโดรเจนระบายความร้อนพิเศษ (supercooled hydrogen) รถยนต์ดังกล่าวเป็นรถที่ใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด โดยใช้น้ำมันเบนซินควบคู่ไปกับไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงซึ่งระบบฉีดเชื้อเพลิงทั้ง 2 ระบบ จะช่วยให้ผู้ขับสามารถเปลี่ยนจากการใช้ไฮโดรเจนไปเป็นการใช้น้ำมันเบนซินหรือกลับกันก็ได้ บริษัทมาสด้า ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์โรตารีสำหรับการทดลองให้ใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ เพราะห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ชนิดนี้จะอยู่ตรงกันข้ามกับช่องไอดี จึงสามารถลดโอกาสในการชิงจุดระเบิดลงได้ เชื้อเพลิงชนิดนี้เป็นเชื้อเพลิงที่จุดระเบิดง่ายมาก

สำหรับวิธีที่ธรรมดาที่สุดที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจนมี 2 วิธี คือ การแปลงพลังงานของก๊าซธรรมชาติและการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้าการแยกสลายน้ำด้วยไฟฟ้าจะใช้พลังงานไฟฟ้าในการแยกโมเลกุลของน้ำให้กลายเป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการแยกสลายน้ำนี้สามารถนำมาจากแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าใด ๆ ก็ได้รวมไปถึงเชื้อเพลิงที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ไฮโดรเจนที่ได้จากการผลิตสามารถเก็บรักษาไว้ในรูปของก๊าซอัดไฮโดรเจนเหลว หรือโดยการเกาะติดกับซับสเตรท (substrate) (เช่น เมทัลไฮไดร์ด)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่ไม่มีพิษจึงไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมหากเกิดการรั่วไหล แต่จะลุกไหม้ได้ง่ายมากและมีโอกาสที่จะระเบิดได้ง่ายคล้าย ๆ กับน้ำมันเบนซิน ไฮโดรเจนจะเข้าแทนที่อากาศได้อย่างรวดเร็วเพราะอยู่ในสถานะก๊าซ ดังนั้นถ้าเกิดการรั่วไหลออกมาในพื้นที่ที่ถูกปิดล้อมก็สามารถที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดการสลบได้เพราะไม่มีอากาศหายใจ นอกจากนั้นสถานะก๊าซดังกล่าวยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพในการบรรจุก๊าซเข้าสู่กระบอกสูบมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นในการเก็บรักษาไฮโดรเจนจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรกจึงทำให้ต้องใช้ถังเก็บที่มีความหนามากและต้องการถังขนาดใหญ่เพื่อให้มีพื้นที่บรรจุก๊าซได้อย่างเพียงพอ นอกจากนั้นผนังยังต้องเคลือบด้วยฉนวนอย่างดีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ก๊าซชนิดนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้กันอย่างจริงจังเพียง

อยู่ในขั้นทดลองเท่านั้น เนื่องจากปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ความยุ่งยากต่อการเติมเชื้อเพลิงและราคาของเชื้อเพลิงในปัจจุบันยังมีราคาสูง

T14 : เซลล์เชื้อเพลิง [39]

เซลล์เชื้อเพลิงใช้สำหรับผลิตไฟฟ้า เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงและประหยัดพลังงานมากกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งเผาผลาญเชื้อเพลิงอย่างมาก เซลล์เชื้อเพลิงทำงานตามหลักการของปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ดังนั้นจึงทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบแตกต่างจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน ภายในเซลล์เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงจำพวกไฮโดรเจน ก๊าซอินทรีย์ เช่น มีเทน หรือก๊าซธรรมชาติ หรือแอลกอฮอล์ เช่นเมทานอล จะถูกนำเข้าสู่ขั้วไฟฟ้าบวก ขั้วบวกเชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าลบในลักษณะวงจรไฟฟ้าแบบปิด กระแสอากาศที่ให้ออกซิเจนที่จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีจะถูกนำเข้าสู่ขั้วแคโทด ในขั้วบวกเชื้อเพลิงจะถูกย่อยสลายเป็นไอออนบวกและอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าลบโดยกระบวนการออกซิเดชั่น ไอออนเช่น H+ จะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแคโทดผ่านเมทริกซ์ที่เป็นของแข็งเรียกว่าอิเล็กโทรไลต์ อิเล็กตรอนไหลผ่านวงจรจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ ในแคโทดไอออนบวกกับอิเล็กตรอนจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเพื่อให้ได้น้ำ (เมื่อใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง) หรือคาร์บอนไดออกไซด์ (เมื่อใช้ก๊าซอินทรีย์เป็นเชื้อเพลิง) ไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นโดยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนผ่านวงจรไฟฟ้า

ตารางที่ ก.3 เปรียบเทียบเซลล์เชื้อเพลิงประเภทต่าง [40]

ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	อิเล็กโทรไลต์	ทำงานที่อุณหภูมิ (°C)	การประยุกต์	ข้อดี	ข้อเสีย
เยื่อแลกเปลี่ยนโปรตอน	พอลิเมอร์	60 - 80	- การขนส่ง - ยานพาหนะ - โรงไฟฟ้า - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก	- ไม่ต้องใช้เวลาอุ่นเครื่อง - ใช้อุณหภูมิต่ำ - ไม่มีปัญหาการสึกกร่อนของอิเล็กโทรไลต์	- ไวต่อเชื้อเพลิงที่มีสิ่งปนเปื้อน
แอลคาไลน์	โพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์ (KOH)	90 - 100	- การขนส่ง - การทหาร - ยานอวกาศ - เรือดำน้ำ	- ปฏิกิริยาที่แอโนดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว	

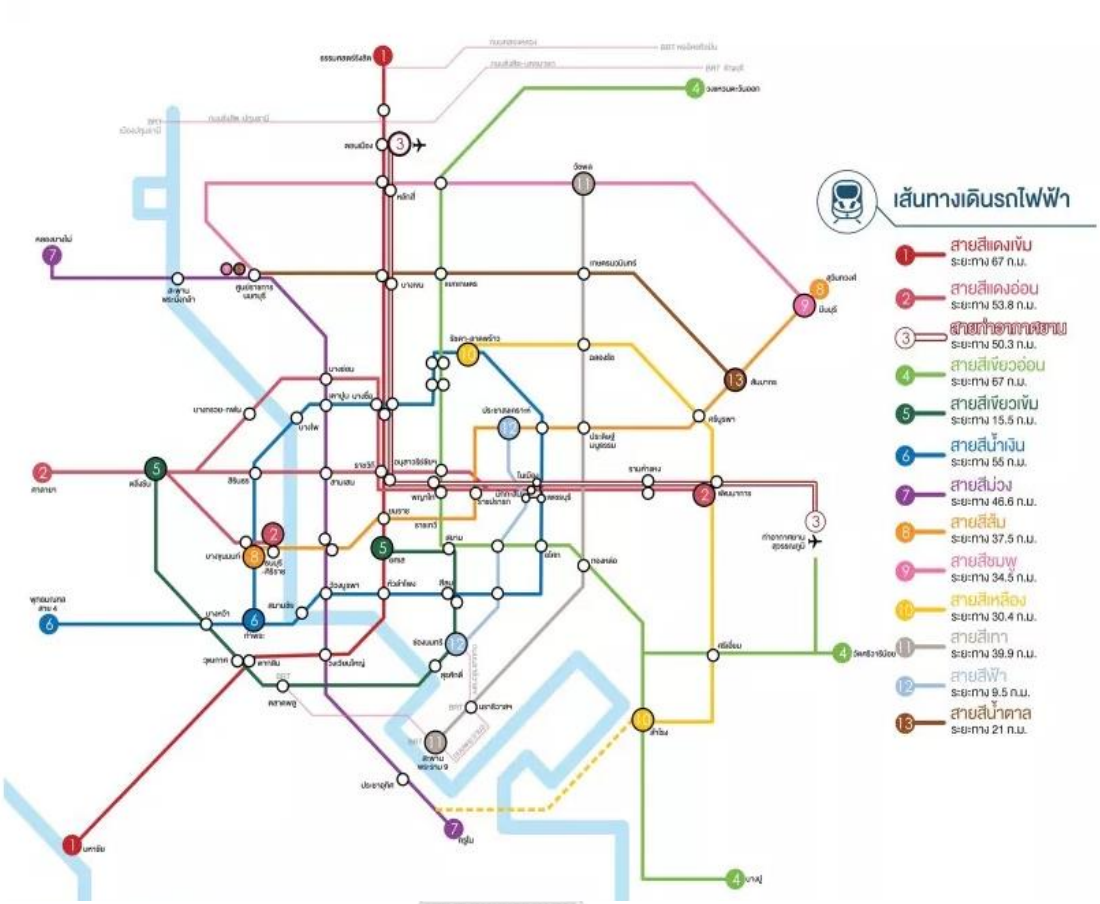
ประเภทของเซลล์เชื้อเพลิง	อิเล็กโทรไลต์	ทำงานที่อุณหภูมิ (°C)	การประยุกต์	ข้อดี	ข้อเสีย
กรดฟอสฟอริก	กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)	175 - 200	- การขนส่ง - โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพ 85% - ใช้ H_2 ที่มีสิ่งเจือปนเป็นเชื้อเพลิงได้	- ใช้ Pt ซึ่งมีราคาแพงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - ให้กระแสไฟฟ้าน้อย - ขนาดใหญ่
คาร์บอเนตหลอมเหลว	โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	600 - 800	- โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพสูง - ปรับชนิดของเชื้อเพลิงได้หลายแบบ	- ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป
ออกไซด์แข็ง	เซอร์โคเนียม-ออกไซด์ (ZrO_2)	600 - 1000	- โรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม	- ประสิทธิภาพสูง - ตัวเร่งปฏิกิริยาราคาถูก	- ใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการสึกกร่อนและสารประกอบของเซลล์เชื้อเพลิงเสียไป

T15 : ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง)

(Mass rapid transit systems (road or rail based)) [41]

ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (mass rapid transit system) หมายถึง ระบบขนส่งมวลชนที่ใช้รถรางไฟฟ้าความเร็วสูงหรือปานกลางในการขนส่งผู้โดยสาร ตามทางวิ่งเฉพาะไม่ปะปนกับทางวิ่งของยานพาหนะอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเป็นทางวิ่งในอุโมงค์ใต้ดินทางวิ่งแบบยกระดับเหนือดินหรือทางวิ่งบนดินก็ได้ เพื่อให้สามารถขนส่งผู้โดยสารได้เที่ยวละจำนวนมาก ๆ อย่างสะดวก รวดเร็ว ใช้เวลาแน่นอน ปลอดภัย ประหยัด และมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นที่แพร่หลายในนานาประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น ฯลฯ

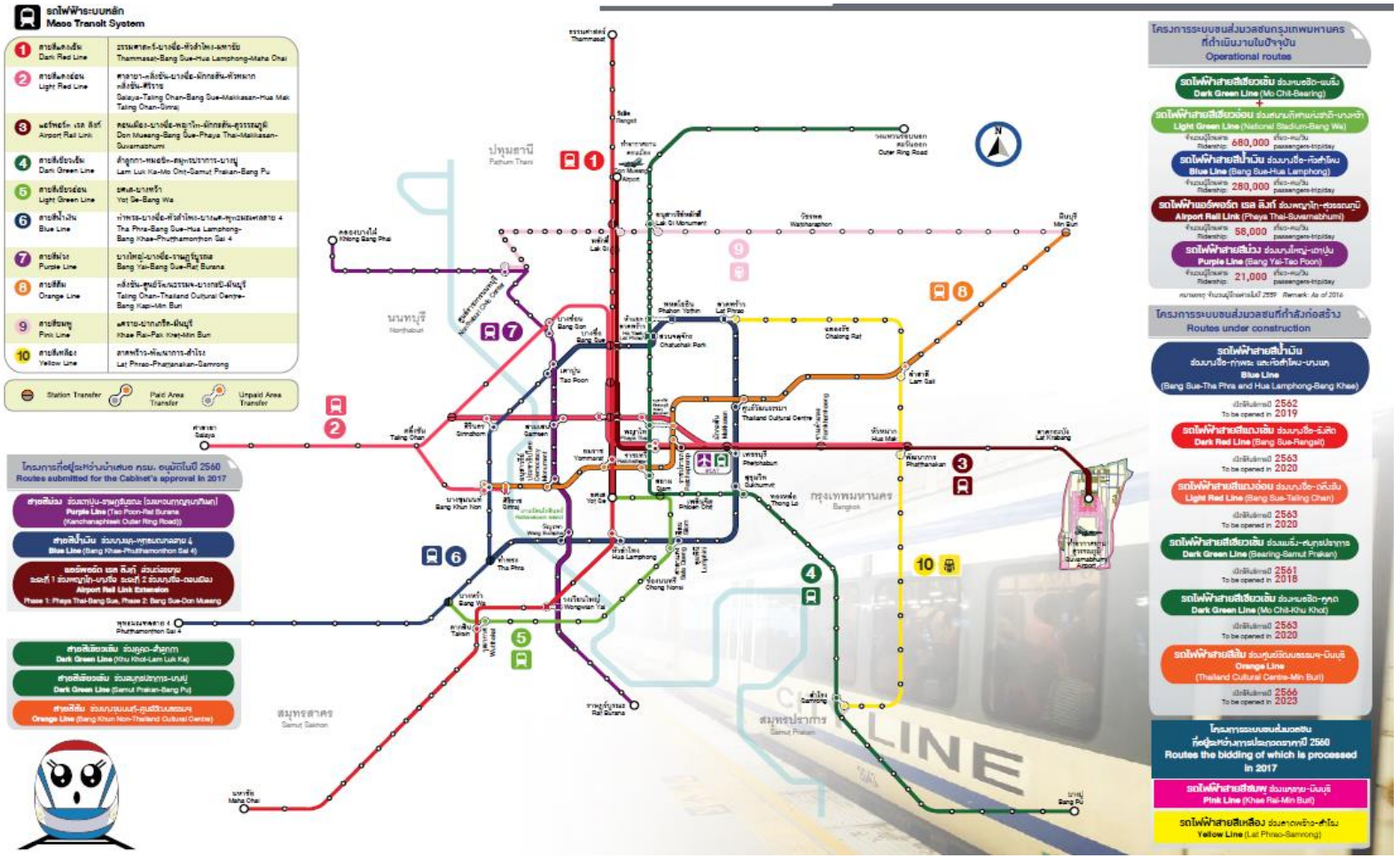
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ ก.2 ผังเส้นทางรถไฟฟ้าของประเทศไทย 11 สาย

(ที่มา ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง สรุปผังรถไฟฟ้า-อัพเดตความคืบหน้า 11 สายหลัก, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ ก.3 แผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2553-2572)

ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2560

T16 : ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure) [42]

การเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Transport: NMT) ถือเป็นหนึ่งในระบบขนส่งที่ยั่งยืน (Sustainable Transport System) และเป็นหนึ่งในมาตรการการบริหารจัดการปริมาณการเดินทาง (Travel Demand Management: TDM) ซึ่งเป็นมาตรการสำหรับการควบคุมปริมาณจราจรบนท้องถนน เพื่อแก้ปัญหาการจราจร โดยมาตรการเกี่ยวกับการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์จะส่งเสริมการเดินทางโดยแรงมนุษย์ (Human Force) หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น การเดิน การวิ่ง การใช้รองเท้าติดล้อ การปั่นจักรยาน สามล้อ รถม้า รถเข็น การเดินทางรูปแบบต่างๆ เหล่านี้ จะช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ถือว่าเป็นการเดินทางลักษณะนี้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดนอกจากจะช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงและแก้ไขปัญหาจราจรแล้ว การเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ ยังมีประโยชน์ต่อผู้เดินทาง เนื่องจากเป็นการเดินทางประเภทที่มีนันทนาการควบคู่ไปด้วย ซึ่งมีทั้งความสนุกและได้สุขภาพที่แข็งแรงโดยจะเห็นว่าผู้เดินทางบางคนเลือกที่จะเดินทางโดยจักรยาน หรือการเดิน แทนการขับรถเนื่องจากเห็นว่าเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่สนุกและเป็นการออกกำลังกายไปในตัว

รูปที่ ก.4 ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)
(ที่มา สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2557)

T17 : การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift: road to rail or water-borne) [43]

การจูงใจให้หันมาใช้การเดินทางและขนส่งสินค้าทางรางและน้ำมีความสำคัญ โดยจะต้องมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการขนส่ง รวมถึงการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเดิมที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพการเชื่อมโยงการขนส่งทางรางและน้ำกับการขนส่งรูปแบบอื่น (ทางถนนและอากาศ) อย่างบูรณาการจนเกิดเป็นการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบที่มีความสะดวกและรวดเร็ว การปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อเอื้อให้ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางน้ำเพิ่มมากขึ้น

การส่งเสริมและสนับสนุนการขนส่งทางน้ำ จะมีการพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางลำน้ำและชายฝั่งเพิ่มมากขึ้นให้เพียงพอและรองรับการขยายตัวของการขนส่งสินค้า เพื่อให้สามารถแข่งขันได้กับการขนส่งทางถนน การปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน เพื่อลดขั้นตอน กระบวนการที่ซับซ้อนยุ่งยากที่จะทำให้เกิดความล่าช้า และก่อให้เกิดต้นทุน พร้อมกันนี้จะต้องมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการบริหารจัดการ และพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องไปพร้อมๆ กัน และต้องมีการปรับปรุงกฎระเบียบ ข้อบังคับในการกำกับดูแล และส่งเสริมผู้ประกอบการให้หันมาดำเนินธุรกิจการขนส่งทางน้ำมากขึ้น การส่งเสริมกิจการพาณิชยนาวีที่เกี่ยวข้องต่างๆ

การส่งเสริมและสนับสนุนการขนส่งทางราง จะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางราง เพื่อให้การขนส่งทางรางมีการให้บริการที่ดีขึ้น มีความตรงต่อเวลาและมีความน่าเชื่อถือ โดยการเพิ่มหัวรถจักร ล้อเลื่อน และแคร่ ให้เพียงพอและสามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่ มีโรงซ่อมบำรุงที่ได้มาตรฐานรองรับการใช้งาน การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบราง (ระบบรางคู่) เพื่อเพิ่มความเร็วในการขนส่ง และมีการเชื่อมโยงกับการขนส่งรูปแบบอื่น โดยพัฒนาศูนย์เปลี่ยนถ่ายสินค้า ณ บริเวณจุดสำคัญที่สามารถขนส่งต่อเนื่องได้ สะดวกรวดเร็ว และลดต้นทุน และที่สำคัญต้องมีการปฏิรูปโครงสร้างองค์กรรถไฟ เพื่อสามารถดำเนินกิจการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การควบคุมดูแล และการยกระดับการให้บริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

T18 : ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic road pricing, ERP)

ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องมือทางเศรษฐกิจที่มีประสิทธิภาพในการลดความแออัดและจำกัดความต้องการในการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว ปัจจุบันประเทศที่ใช้ระบบนี้แล้ว ได้แก่สิงคโปร์ อังกฤษ และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ระบบนี้ช่วยส่งผลต่อการลดสภาพการจราจรที่คับคั่งและช่วยลดมลภาวะที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อุปสรรคสำคัญของระบบ ERP คือ การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เนื่องจากเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายสำหรับประชาชน และความไม่ไว้วางใจว่าจะเป็นการเพิ่มรายได้ของหน่วยงานรัฐ ในประเทศกำลังพัฒนาระบบนี้เป็นไปได้ยาก เนื่องจากประชาชนที่ขับรถยนต์ส่วนตัวเป็นคนกลุ่มน้อยที่มักมีอิทธิพลต่อการเมือง ทำให้การสนับสนุนโครงการนี้เป็นไปได้ยาก อย่างไรก็ตามการยอมรับมักจะเพิ่มขึ้นหลังจากการใช้งานระบบไปสักระยะหนึ่ง ปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญคือการสื่อสารที่ชัดเจนเกี่ยวกับผลประโยชน์ต่อสังคมในภาพรวมและนโยบายในการส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะ

รายละเอียดการทำงานของระบบ

รถทุกคันที่วิ่งบนท้องถนนจะติดบัตรอาร์เอฟไอดี (RFID) ไว้สำหรับจ่ายค่าผ่านทางตามจุดต่างๆ เมื่อรถยนต์วิ่งผ่านพื้นที่ที่มีการเก็บค่าผ่านทางจะหักค่าผ่านทางทันทีจากบัตรที่ติดไว้ที่รถ โดยไม่ต้องหยุดรถเพื่อจ่ายเงินค่าผ่านทางกับเจ้าหน้าที่ให้เสียเวลา บริเวณจุดที่เก็บค่าผ่านทางจะมีป้ายตัวอักษรวิ่งตลอดเวลา เพื่อแจ้งรายละเอียดของราคารถแต่ละประเภทในแต่ละเวลา เนื่องจากช่วงเวลาแต่ละช่วงราคาไม่เท่ากัน ถนนแต่ละสายก็คิดราคาไม่เท่ากันขึ้นกับสภาพจราจร การจดทะเบียนรถแต่ละคันจะมีความแตกต่างกันตามความต้องการ บางคันจดทะเบียนวิ่งเฉพาะเสาร์-อาทิตย์ บางคันวิ่งเฉพาะจันทร์-ศุกร์ และที่ราคาแพงที่สุดคือรถที่จดทะเบียนวิ่งทุกวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T19 : การวางผังเมือง (Urban planning (mixed use and high density))

> “การผังเมือง” หมายถึง การวางจัดทำและดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองรวมและผังเมืองเฉพาะในบริเวณเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท เพื่อสร้างหรือพัฒนาเมืองขึ้นใหม่หรือแทนเมืองหรือส่วนของเมืองที่ได้รับความเสียหาย เพื่อให้มีหรือทำให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสุขลักษณะความสะดวกสบายความเป็นระเบียบ ความสวยงาม การใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน ความปลอดภัยของประชาชนและสวัสดิภาพของสังคม เพื่อส่งเสริมการเศรษฐกิจสังคม และสภาพแวดล้อม เพื่อดำรงรักษาหรือบูรณะสถานที่และวัตถุที่มีประโยชน์หรือคุณค่าในทางศิลปกรรม สถาปัตยกรรม ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดีหรือเพื่อบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิประเทศที่งดงาม หรือมีคุณค่าในทางธรรมชาติ

การวางผังเมืองเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาในการจัดประเภทของการใช้ที่ดินในตัวเมืองให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยสวยงาม มีความเป็นอยู่ที่ถูกสุขลักษณะ มีการใช้ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยประกอบการอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และสาธารณสถาน อยู่ในบริเวณหรือผ่านที่เหมาะสมไม่ปะปนกันจนก่อให้เกิดผลเสียซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ก็ได้จัดให้มีระบบคมนาคมและขนส่ง ระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการที่เพียงพอและตั้งอยู่ในที่เหมาะสมกับความต้องการของประชาชนในชุมชนเมือง (เทศบาล) นั้น ๆ ทั้งนี้ก็เพราะจุดประสงค์ที่จะขจัดหรือลดปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นในเมืองให้ลดน้อยลงหรือหมดไป ซึ่งจะนำไปสู่ความผาสุกของประชาชนในเมืองนั้น ๆ [44]

ปัญหาสภาวะโลกร้อนได้ถูกกล่าวถึงอย่างมากในกลุ่มประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา โดยการศึกษาพบว่าหลายๆ เมืองใหญ่ได้บรรจุแนวทางการลดปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของสภาวะโลกร้อนไว้ในวิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ ดังที่เรียกว่า “ยุทธศาสตร์เมืองเขียว (Greenest City Strategy)” ซึ่งยุทธศาสตร์นี้ได้ใช้แนวนโยบายการวางผังทางกายภาพให้เกิดความกระชับเป็นเครื่องมือในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ ออกสู่ชั้นบรรยากาศ และใช้เกณฑ์ทางกายภาพของการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth) เป็นกลยุทธ์การวางผังเพื่อหยุดยั้งการกระจัดกระจายของเมือง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองของเมือง และเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ โดยมีเมืองที่ประสบความสำเร็จในการใช้ยุทธศาสตร์เมืองเขียวได้แก่ เมืองแวนคูเวอร์ ประเทศแคนนาดา เมืองนิวยอร์ค เมืองพอร์ตแลนด์ และเมืองเจอร์ซี่ ประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งประเทศสิงค์โปร์

ประเทศไทย แม้จะมีหลายหน่วยงานได้ริเริ่มโครงการวางผังกายภาพเพื่อลดสภาวะโลกร้อนไปบ้างแล้ว แต่ยังนับว่าไม่แพร่หลายมากนักโดยหน่วยงานระดับท้องถิ่นส่วนใหญ่ซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการนำแนวคิด การลดโลกร้อนลงสู่การปฏิบัติยังไม่ได้บรรจุยุทธศาสตร์นี้ลงในแผนวิสัยทัศน์ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากยังมี ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ขาดความตระหนักต่อปัญหาและขาดองค์ความรู้ด้านการวางผังเมืองและการกระชับรูปทรงเมืองที่ถูกต้อง

สำหรับแนวทางการวางผังเมืองและออกแบบเมืองเขียวเกิดขึ้นจากการพยายามในการลดการใช้ทรัพยากร ที่ไม่มีความคุ้มค่าและปัจจัยกระตุ้นการทำลายสภาวะแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำลายทรัพยากรดิน น้ำ อากาศ และแหล่งผลิตอาหารที่มี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แนวโน้มนับวันจะแผ่ขยายมากขึ้นจากการเติบโตของเมืองที่ไม่ได้มีการวางแผนพัฒนาเมืองอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าการวางผังเมืองและออกแบบเมืองเขียวสามารถช่วยลดการใช้ทรัพยากรและการแก้ไขปัญหาสภาวะแวดล้อม และเป็นการวางแผนพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน [45]

รูปที่ ก.5 ผังเมืองจังหวัดยะลา
(ที่มา เทศบาลนครยะลา, 2561)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

T20 : ระบบตั๋วร่วม (Common Ticketing System) [46]

ระบบตั๋วร่วม หรือบัตรแมงมุม ออกแบบให้รองรับกับระบบการจ่ายเงินสวัสดิการสังคมและช่วยเหลือผู้มีรายได้น้อย ภายใต้โครงการระบบการชำระเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ (National e-Payment) ของรัฐบาล ระบบรถไฟฟ้าสายใหม่ๆ ที่กำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดให้บริการ ก็จะสามารถใช้ระบบตั๋วร่วมในการเดินทางในรถไฟฟ้าสายต่างๆเหล่านั้นได้ด้วย

นอกจากนี้อีกไม่นานเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการคมนาคม ระบบรถไฟฟ้าหลายเส้นทาง การพกบัตรโดยสารหลายใบอาจจะสร้างปัญหาความสับสนให้กับผู้ใช้เส้นทางต่างๆ ได้ ดังนั้นสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) จึงดำเนินการพัฒนาระบบตั๋วร่วม (Common Ticketing System) ในชื่อ “บัตรแมงมุม”

เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเชื่อมต่อการเดินทางทุกรูปแบบให้กับประชาชน ด้วยบัตรเพียงใบเดียวนั้นล่าสุดได้จัดทำระบบศูนย์บริหารจัดการรายได้กลาง (Central Clearing House: CCH) ในภาคขนส่งแล้วเสร็จเมื่อเดือนสิงหาคม 2559 ขณะนี้อยู่ระหว่างการเจรจากับผู้ประกอบการรถไฟฟ้าที่เปิดให้บริการในปัจจุบัน 4 สาย ประกอบด้วย ระบบรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล (รถไฟฟ้าใต้ดิน สายสีน้ำเงิน) ระบบรถไฟฟ้ามหานครสายฉลองรัชธรรม (รถไฟฟ้า สายสีม่วง) ระบบรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (รถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิงค์) และระบบรถไฟฟ้าเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา สายที่ 1 และ สายที่ 2 (รถไฟฟ้า สายสีเขียว) เพื่อดำเนินการปรับปรุงระบบจัดเก็บค่าโดยสารให้สามารถรองรับการใช้ระบบตั๋วร่วม และเจรจากับผู้ประกอบระบบขนส่งรายใหม่ ให้มีการติดตั้งระบบจัดเก็บค่าโดยสารตามมาตรฐานกลางระบบตั๋วร่วมเพื่อรองรับการใช้งาน “บัตรแมงมุม” เมื่อเปิดให้บริการโดยแบ่งบัตรออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1. บุคคลทั่วไป สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป สามารถซื้อบัตรได้ตามจุดจำหน่ายของผู้ให้บริการหรือสถานที่จำหน่ายตัวแทนผู้ให้บริการ

2. ลงทะเบียน สำหรับผู้ใช้งานที่ต้องการร่วมใช้สิทธิของบัตรโดยต้องลงทะเบียนเพื่อใส่ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ถือบัตรเข้าไปในระบบเพื่อใช้เป็นข้อมูลระบุตัวตนเจ้าของบัตร ซึ่งผู้ถือบัตรจะได้รับสิทธิต่างๆตามที่กำหนด เช่น สามารถแจ้งระงับการใช้บัตรหรือขอคืนมูลค่าเงินคงเหลือในบัตรได้กรณีบัตรหาย

3. ส่วนบุคคล ออกแบบสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานหรือองค์กรเฉพาะเพราะจะมีการบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลในระบบและในบัตร รวมทั้งจะมีการพิมพ์ลายหรือรูปที่ต้องการลงบนตัวบัตร ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์เป็นแบบต่างๆได้ เช่น บัตรพนักงาน

ประเภทลงทะเบียนและส่วนบุคคลจำเป็นที่ผู้ถือบัตรต้องให้ข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อจัดเก็บในศูนย์บริหารจัดการรายได้กลางสำหรับการใช้ระบุตัวตนในการใช้บริการเพื่อรับสิทธิพิเศษหรือบริการที่กำหนดไว้สำหรับบัตรแต่ละประเภทครับ และในแต่ละประเภทของผู้ถือบัตรสามารถกำหนดประเภทย่อยของบัตรได้สูงสุดถึง 64 ประเภทด้วยกัน เช่น ประเภทนักเรียน ผู้สูงอายุ คนพิการ ผู้มีรายได้น้อย นักท่องเที่ยว เป็นต้น

รูปแบบการใช้งานบัตรแมงมุม สามารถใช้ได้กว้างขวางถึง 4 รูปแบบ คือ

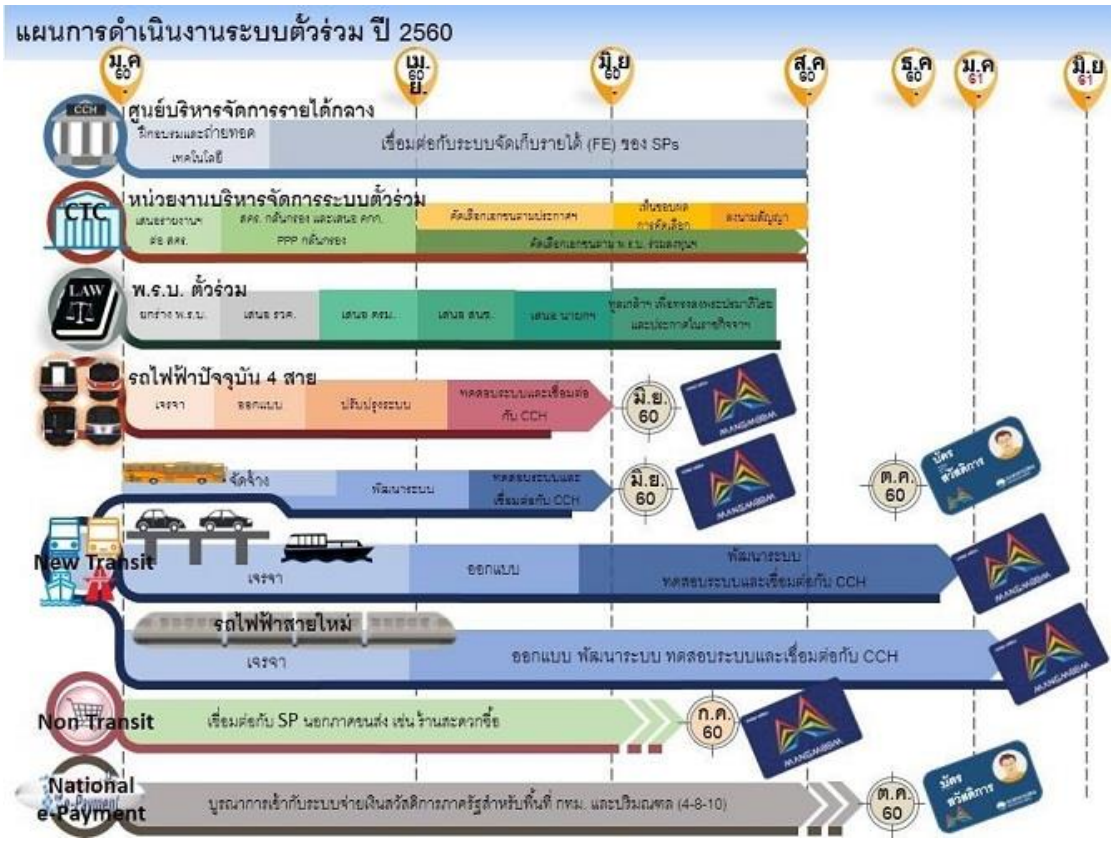
1. รูปแบบกระเป๋าร่วม ซึ่งมีความยืดหยุ่นในการใช้งานได้หลากหลายทั้งชำระค่าโดยสารในธุรกิจขนส่งและชำระค่าสินค้าร้านค้าปลีก โดยสามารถเติมเงินภายในบัตรได้สูงสุดไม่เกิน 10,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. รูปแบบเที่ยวการเดินทางร่วม ใช้กับระบบขนส่งที่สามารถตัดค่าโดยสารเป็นเที่ยวได้ ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 รูปแบบ คือ แบบจำกัดจำนวนเที่ยวและวัน และ แบบไม่จำกัดจำนวนเที่ยวแต่จำกัดจำนวนวัน

3. รูปแบบเที่ยวการเดินทางแบบเจาะจงเส้นทาง เป็นรูปแบบเที่ยวการเดินทางที่กำหนดให้ผู้ใช้งานต้องเข้าและออกจากสถานีที่ได้ซื้อไว้เท่านั้น จึงจะได้ราคาส่วนลดในการซื้อ

4. รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการขาย เป็นรูปแบบที่ผู้ใช้ชำระค่าโดยสารหรือซื้อสินค้าซึ่งจะได้รับแต้มสะสมเพื่อนำมาแลกของรางวัลหรือผลิตภัณฑ์



รูปที่ ก.6 แผนการดำเนินงานระบบตั๋วร่วม ปี 2560

(ที่มา ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง เตรียมใช้ระบบตั๋วร่วม “บัตรแมงมุม” มิ.ย.60 นี้, 2561)

T21 : รถโดยสารสาธารณะ NGV (NGV-powered buses)

โครงการสนับสนุนรถโดยสารสาธารณะใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (NGV) เป็นโครงการที่เป็นไปตามแผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม พ.ศ.2560-2564 ภายใต้กลยุทธส่งเสริมและพัฒนาระบบขนส่งที่ลดการใช้พลังงาน พึ่งพิงพลังงานที่สะอาด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green) โครงการดังกล่าวอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพในการจัดซื้อรถโดยสารปรับอากาศใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หรือ NGV จำนวน 489 คัน พร้อมซ่อมแซมและบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข
แบบประเมินให้คะแนนเทคโนโลยีพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนน

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินในรูปแบบเอกสารในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญไม่สะดวกทำการประเมินบนระบบออนไลน์ และ/หรือ ในกรณีการเข้าพบเพื่อสัมภาษณ์จะใช้เอกสารให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยจะประกอบด้วย 4 ชุดเอกสาร ได้แก่

(1) ขั้นตอนการกรอกแบบประเมิน เพื่อแสดงรายละเอียดวิธีการและลำดับขั้นตอนการกรอกแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังรูปที่ ข.1

(2) เลือกเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ เพื่อแสดงรายการเทคโนโลยีรายละเอียดวิธีการและลำดับขั้นตอนการกรอกแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังรูปที่ ข.2 ถึง ข.3

(3) ให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์ เพื่อกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักต่อเกณฑ์ 2 ด้าน 15 ประเด็น โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ความสำคัญน้อย ปานกลาง และมาก มีการให้คะแนน 1-3 คะแนน ตามลำดับ เพื่อใช้เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์และคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ แสดงดังรูปที่ ข.4

(4) ให้คะแนนเทคโนโลยี เพื่อกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ โดยจะมีรายละเอียดของความหมายคะแนนชี้แจงอยู่และให้ผู้เชี่ยวชาญทำการกรอกชื่อเทคโนโลยีที่สามารถประเมินได้ที่ด้านบนของแบบฟอร์ม ทั้งนี้แบบฟอร์มนี้จะต้องใช้ 1 ชุดต่อ 1 เทคโนโลยี กล่าวคือในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญ 1 คนสามารถประเมินให้คะแนนกับเทคโนโลยีได้จำนวน 5 รายการ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องกรอกแบบฟอร์มนี้จำนวน 5 ฉบับ แสดงดังรูปที่ ข.5 ถึง ข.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ ข.1 ขั้นตอนการกรอกแบบประเมิน

STEP 1 : เลือกเทคโนโลยีที่จะทำการประเมิน

แบบฟอร์มสำหรับให้ผู้ประเมินคัดเลือกเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงาน
ของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่สามารถประเมินได้

ชื่อผู้ที่ทำการประเมิน/ให้คะแนน/ให้ข้อมูล.....

ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

วันที่ให้ข้อมูล.....

ขอให้ท่านโปรดใส่ เครื่องหมาย √ สำหรับเทคโนโลยี/ทางเลือกพลังงานของภาคคมนาคมขนส่งทางถนนที่ท่านสามารถทำการประเมินได้ (ท่านสามารถเลือกประเมินได้มากกว่า 1 เทคโนโลยี/ทางเลือก)

ที่	เทคโนโลยี/ทางเลือก	ท่านอยากให้ความเห็นเทคโนโลยี/ทางเลือกใด โปรดใส่ √
T1	เทคโนโลยีไฮบริด (รถยนต์ / รถประจำทาง) (Hybrid technology (cars, buses))	☐
T2	เทคโนโลยีรถไฟฟ้าปลั๊กอิน (electric plug-in technology)	☐
T3	การใช้ LNG/CNG (LNG/CNG technology)	☐
T4	เทคโนโลยีที่เพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะ เช่น น้ำมันลดแรงเสียดทาน (low friction oil) ยางรถยนต์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง (fuel-efficient tires) เป็นต้น	☐
T5	เทคโนโลยีควบคุมเขม่าดำ เช่น การดักจับอนุภาค เป็นต้น (Black carbon control technologies (e.g., particulate traps))	☐
T6	เทคโนโลยีปรับปรุงประสิทธิภาพของยานพาหนะ เช่น การใช้หลักการอากาศพลศาสตร์ในการช่วยลดแรงต้านทานอากาศ เป็นต้น (Vehicle technology improvements (e.g., aerodynamics))	☐
T7	การปรับปรุงระบบขนส่งการระวางสินค้า (Freight logistics improvement) หรือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)	☐
T8	ที่จอดรถบรรทุกด้วยไฟฟ้า (Truck stop electrification, TSE)	☐
T9	ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ขับขี่ (Driver information technologies)	☐
T10	เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพ (Efficient diesel engines)	☐
T11	เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ เช่น เทคโนโลยี traffic signal synchronization, ระบบ intelligent systems เป็นต้น (Management technologies (traffic signal synchronization, intelligent systems)	☐
T12	เชื้อเพลิงทางเลือกคาร์บอนต่ำ เช่น เซลลูโลซิกเอทานอล ไบโอดีเซล สาหร่าย เป็นต้น (Low carbon alternative fuels (cellulosic ethanol, biodiesel, algae))	☐

รูปที่ ข.2 เลือกเทคโนโลยีที่จะทำการประเมิน หน้า 1

ที่	เทคโนโลยี/ทางเลือก	ท่านอยากให้ความเห็นเทคโนโลยี/ทางเลือกใดโปรดใส่ √
T13	พลังงานไฮโดรเจน (Hydrogen)	☐
T14	เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)	☐
T15	ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ถนนและราง) (Mass rapid transit systems (road or rail-based))	☐
T16	ระบบขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport infrastructure)	☐
T17	การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนมาสู่การขนส่งทางรางและน้ำ (Freight modal shift: road to rail or water-borne)	☐
T18	ระบบการกำหนดราคาการใช้ถนนทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic road pricing, ERP)	☐
T19	การวางผังเมือง (Urban planning (mixed use and high density))	☐
T20	ระบบตั๋วร่วม (Common Ticketing System)	☐
T21	รถโดยสารสาธารณะ NGV (NGV-powered buses)	☐
T22	.....	☐
T23	.....	☐
T24	.....	☐
T25	.....	☐

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและต่อประเทศชาติ

รูปที่ ข.3 เลือกเทคโนโลยีที่จะทำการประเมิน หน้า 2

STEP 2 : ให้ค่าน้ำหนักกับเกณฑ์

แบบฟอร์มการให้ค่าน้ำหนักกับเกณฑ์ด้านต่างๆที่ใช้ในการประเมิน

ชื่อผู้ที่ทำการประเมิน/ให้คะแนน/ให้ข้อมูล.....

ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

วันที่ให้ข้อมูล.....

ขอให้ท่านโปรดใส่เครื่องหมาย √ ในช่องน้ำหนักที่เหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์	ค่าน้ำหนัก		
	1 (ประเด็นนี้มีความสำคัญน้อย)	2 (ประเด็นนี้มีความสำคัญปานกลาง)	3 (ประเด็นนี้มีความสำคัญมาก)
R : ความพร้อมของเทคโนโลยี			
R1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง			
R2 การสนับสนุนด้านการเงิน			
R3 ต้นทุนและผลประโยชน์			
R4 การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย			
R5 ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง			
R6 ฐานข้อมูลเทคโนโลยี			
R7 แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี)			
R8 การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน			
R9 ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ			
R10 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย			
R11 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว			
I : ผลกระทบ			
I1 ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า			
I2 ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ ความเที่ยงธรรม			
I3 ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ			
I4 การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและต่อประเทศชาติ

รูปที่ ข.4 ประเมินให้ค่าน้ำหนักกับเกณฑ์

STEP 3 : ให้คะแนนเทคโนโลยี/ทางเลือก

แบบฟอร์มการให้คะแนนเทคโนโลยี/ทางเลือก ตามเกณฑ์ด้านต่างๆ

ชื่อเทคโนโลยี/ทางเลือก.....

ชื่อผู้ที่ทำการประเมิน/ให้คะแนน/ให้ข้อมูล.....

ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

วันที่ให้ข้อมูล.....

ขอให้ท่านพิจารณาให้คะแนนโดย ☑ ในช่อง เพื่อแสดงคะแนนของเทคโนโลยี/ทางเลือก ตามเกณฑ์ด้านต่างๆ ที่กำหนด

R : ด้านความพร้อมของเทคโนโลยี

R1 นโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

- ☐ 5 คะแนน : มีนโยบายและกฎระเบียบสนับสนุนเทคโนโลยีนี้อย่างแข็งขัน และประกาศเป็นวาระแห่งชาติ
- ☐ 4 คะแนน : มีนโยบายและกฎระเบียบสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ และมีแผนที่ชัดเจน
- ☐ 3 คะแนน : มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่สอดคล้องโดยตรง และกำลังพิจารณาเพื่อจัดทำกฎระเบียบรองรับ
- ☐ 2 คะแนน : มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่สอดคล้องโดยตรง แต่ไม่มีกฎระเบียบรองรับ
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีนโยบายสนับสนุนเทคโนโลยีนี้

R2 การสนับสนุนด้านการเงิน

- ☐ 5 คะแนน : มีการสนับสนุนด้านการเงินทางตรงอย่างแข็งขัน จากทุกแหล่งทุน
- ☐ 4 คะแนน : มีการสนับสนุนด้านการเงินทางตรง จากทุกแหล่งทุน
- ☐ 3 คะแนน : มีการสนับสนุนด้านการเงินทางอ้อม จากทุกแหล่งทุน
- ☐ 2 คะแนน : มีการสนับสนุนด้านการเงินอย่างไม่ต่อเนื่อง เช่น รายโครงการ
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีการสนับสนุนด้านการเงินจากแหล่งทุนใดเลย

R3 ต้นทุนและผลประโยชน์

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงมาก โดยปราศจากกลไกใดๆ
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงมาก โดยมีกลไกบางอย่าง เช่น adder FIT เป็นต้น
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้มีผลตอบแทนจากการลงทุนปานกลาง โดยมีกลไกบางอย่าง
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ในบางสถานการณ์
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ในทุกสถานการณ์

R4 การยอมรับจากสังคมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐบาล ท้องถิ่น และประชาชน
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งภาครัฐบาล และท้องถิ่น
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทั้งภาครัฐบาล และประชาชน
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ได้รับการยอมรับจากภาครัฐบาลเพียงภาคเดียว
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน

1/4

รูปที่ ข.5 ประเมินให้คะแนนเทคโนโลยี หน้า 1

R5 ทรัพยากรบุคคล ผู้เชี่ยวชาญ หรือสถาบันเฉพาะทาง

- ☐ 5 คะแนน : มีเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้ เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (มีหลายกลุ่มที่เชื่อมต่อกัน)
- ☐ 4 คะแนน : มีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้ (≥ 10 คน ที่มีปฏิสัมพันธ์กัน)
- ☐ 3 คะแนน : มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้น้อย (≥ 10 คน)
- ☐ 2 คะแนน : มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้น้อยมาก (< 10 คน)
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้เลย

R6 ฐานข้อมูลเทคโนโลยี

- ☐ 5 คะแนน : มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้ที่สมบูรณ์ และเปิดให้ผู้ใช้งานทุกคนสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้
- ☐ 4 คะแนน : มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้ที่สมบูรณ์ และมีผู้ใช้งานแค่บางส่วนสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลได้
- ☐ 3 คะแนน : มีฐานข้อมูลเทคโนโลยีนี้บางส่วน (ไม่สมบูรณ์)
- ☐ 2 คะแนน : มีข้อมูลเทคโนโลยีนี้บางส่วน
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีข้อมูลเทคโนโลยีนี้เลย

R7 แนวโน้มระยะสั้น (ภายใน 5 ปี)

- ☐ 5 คะแนน : ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในอัตราเติบโตสูงมาก
- ☐ 4 คะแนน : ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในอัตราเติบโต
- ☐ 3 คะแนน : ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้
- ☐ 2 คะแนน : ประเทศไทยมีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้น้อย
- ☐ 1 คะแนน : ประเทศไทยไม่มีความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้

R8 การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน

- ☐ 5 คะแนน : มีระบบการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่ดีมาก อย่างครบถ้วน
- ☐ 4 คะแนน : มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ที่ดี
- ☐ 3 คะแนน : มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้ปานกลาง
- ☐ 2 คะแนน : มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานบางส่วนที่สามารถสนับสนุนเทคโนโลยีนี้
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในการสนับสนุนเทคโนโลยีนี้

R9 ความเป็นไปได้ของการผลิตภายในประเทศ

- ☐ 5 คะแนน : มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศสูงมาก (100%)
- ☐ 4 คะแนน : มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศสูง (>90%)
- ☐ 3 คะแนน : มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศปานกลาง (10-90%)
- ☐ 2 คะแนน : มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศต่ำ (<10%)
- ☐ 1 คะแนน : ไม่มีความเป็นไปได้ในการผลิตเทคโนโลยีนี้ในประเทศ (0%)

2/4

รูปที่ ข.6 ประเมินให้คะแนนเทคโนโลยี หน้า 2

R10 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศไทย

☐ 5 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายอย่างเต็มที่ไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

☐ 4 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

☐ 3 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปบางพื้นที่

☐ 2 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในบางพื้นที่ ที่มีปัญหา

☐ 1 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในระยะเริ่มต้น

R11 สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีในประเทศที่พัฒนาแล้ว

☐ 5 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายอย่างเต็มที่ไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องของทุกประเทศที่พัฒนาแล้ว

☐ 4 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในบางประเทศที่พัฒนาแล้ว

☐ 3 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายไปบางพื้นที่ ในบางประเทศที่พัฒนาแล้ว

☐ 2 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้มีการกระจายในบางพื้นที่ ที่มีปัญหาในบางประเทศที่พัฒนาแล้ว

☐ 1 คะแนน : สถานการณ์ปัจจุบันของเทคโนโลยีนี้เพิ่งเริ่มมีการกระจายในประเทศที่พัฒนาแล้ว

3/4

รูปที่ ข.7 ประเมินให้คะแนนเทคโนโลยี หน้า 3

I : ด้านผลกระทบ

I1 **ความสามารถในการแข่งขันและการสร้างมูลค่า**

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางการเงินของประเทศ โดยมีความเป็นไปได้ในการสร้างมูลค่าทางการตลาดสูงมาก
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ โดยมีความเป็นไปได้ในการสร้างมูลค่าทางการตลาดสูง
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ไม่มีผลต่อการแข่งขันของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการสร้างมูลค่าทางการตลาดน้อย
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดผลเสียบางประการในด้านเศรษฐกิจของประเทศบางส่วน
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อเศรษฐกิจของประเทศ

I2 **ด้านสังคม: การจ้างงานคนท้องถิ่น/ การกระจายรายได้/ ความเที่ยงธรรม**

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้นมาก
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นเพิ่มขึ้น
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นอย่างไม่มีนัยสำคัญ
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นน้อย
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลให้เกิดการจ้างงานคนท้องถิ่นน้อยอย่างมาก

I3 **ด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ, มลพิษทางน้ำ, การปนเปื้อน ฯลฯ**

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่บวก/ลดการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณกว้าง
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่บวก/ลดการเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จำกัด
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ/ไม่เพิ่มมลพิษทางสิ่งแวดล้อม
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ลบ และเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่จำกัด
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ลบ และเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณกว้าง

I4 **การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยี**

- ☐ 5 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้สูงมาก
- ☐ 4 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มาก
- ☐ 3 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ปานกลาง
- ☐ 2 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้น้อย
- ☐ 1 คะแนน : เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้น้อยมาก

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและต่อประเทศชาติ

4/4

รูปที่ ข.8 ประเมินให้คะแนนเทคโนโลยี หน้า 4

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวคุณชนก ปรีชาสถิตย์ เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในปี พ.ศ.2555 จากภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เริ่มรับราชการเมื่อปี พ.ศ.2557 ในตำแหน่งนักวิเคราะห์นโยบายและแผน ระดับปฏิบัติการ สังกัดกองมาตรฐานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY