



รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

“ความท้าทายของภาคขนส่ง ในการบรรเทา
ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ”

โดย

ดร. ศุภฤกษ์ ถาวรยุติการต์
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง

“การศึกษากลไกที่ยืดหยุ่นของพิธีสารเกียวโตหลัง ค.ศ. 2012
ที่มีนัยต่อการกำหนดมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ภายในประเทศไทย”

พฤษภาคม 2554

ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สารบัญ

หน้า

1. บทนำ.....	1
2. ความสำคัญของปัญหา.....	3
3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง.....	4
4. การเลือกรูปแบบการขนส่ง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก: ต้นทุนที่เกี่ยวข้อง.....	5
5. โครงสร้างของภาคขนส่ง: รูปแบบของการขนส่ง และลักษณะการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	10
5.1 การขนส่งทางบก (land transportation).....	10
5.1.1 การขนส่งทางถนน (road transportation).....	11
5.1.2 การขนส่งระบบราง (rail transportation).....	17
5.1.3 การผสมผสานรูปแบบต่างๆของการขนส่งทางบก.....	18
5.2 การขนส่งทางน้ำ (water transportation).....	21
5.2.1 การขนส่งทางทะเล (maritime transportation).....	21
5.2.2 การขนส่งทางน้ำอื่นๆ.....	23
5.3 การขนส่งทางอากาศ (air transportation).....	23
6. มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง.....	25
6.1 การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก.....	25
6.1.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางบก.....	25
6.1.2 การกำหนดมาตรฐาน.....	27
6.1.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ (efficiency enhancement).....	28
6.1.4 การใช้ภาษี.....	30
6.1.5 การรณรงค์ให้ลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ.....	31
6.1.6 การวางแผนการขนส่ง และการวางแผนผังเมือง.....	32
6.1.7 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก.....	34
6.2 การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำ.....	36
6.2.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางน้ำ.....	36
6.2.2 การกำหนดมาตรฐาน.....	38
6.2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ.....	38
6.2.4 การกำหนดแนวปฏิบัติ.....	39
6.2.5 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำ.....	41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.3 การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศ.....	41
6.3.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางอากาศ.....	42
6.3.2 การกำหนดมาตรฐาน	43
6.3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ.....	45
6.3.4 การกำหนดแนวปฏิบัติ	49
6.3.5 การใช้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอน	50
6.3.6 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศ.....	52
7. สรุป.....	53
บรรณานุกรม.....	64

1. บทนำ

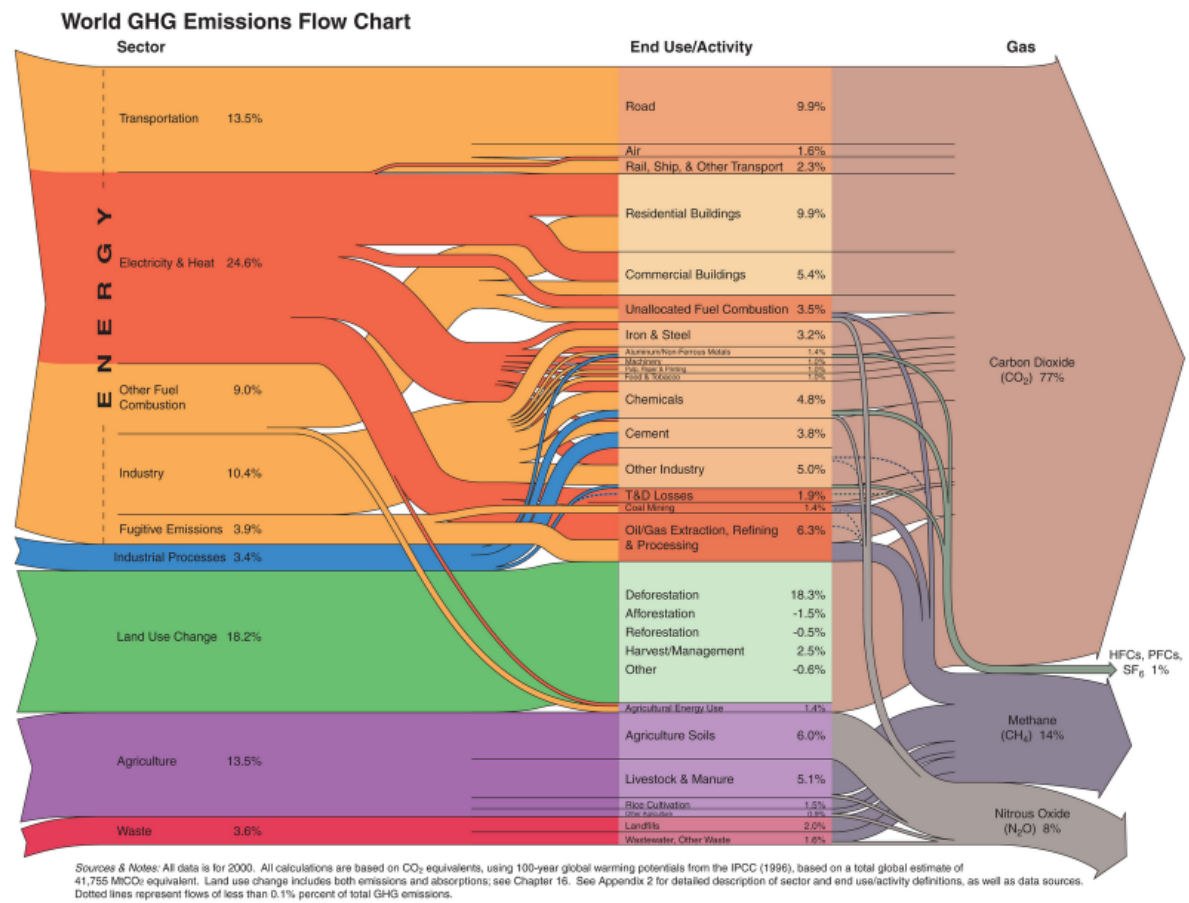
ภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจภาคหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจทุกระบบทั่วโลก ไม่ว่า จะในฐานะภาคเศรษฐกิจที่ทำหน้าที่ขนส่งคนโดยสาร วัตถุดิบ และสินค้าต่างๆ โดยตรง หรือในฐานะ ภาคเศรษฐกิจสนับสนุนภาคธุรกิจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น ภาคอุตสาหกรรม (ขนส่ง สินค้าและวัตถุดิบ และอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์) และภาคบริการ (ท่องเที่ยวและ โรงแรม) หรือแม้กระทั่งภาคพลังงาน (ผู้ใช้พลังงาน) ปัจจุบันนี้ เรามีอาจปฏิเสธได้ว่า ทุกภาคเศรษฐกิจ ต่างก็จำเป็นต้องพึ่งพาภาคขนส่งบ้าง ไม่มากก็น้อย

ในขณะเดียวกัน ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ได้ส่งผลกระทบต่อ ระบบเศรษฐกิจทุกระบบอย่างมีอาจหลีกเลี่ยงได้ และกลายเป็นประเด็นสำคัญในเวทีโลก ซึ่งเชื่อว่าเกิด จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green house gases: GHGs) จากกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์นั่นเอง

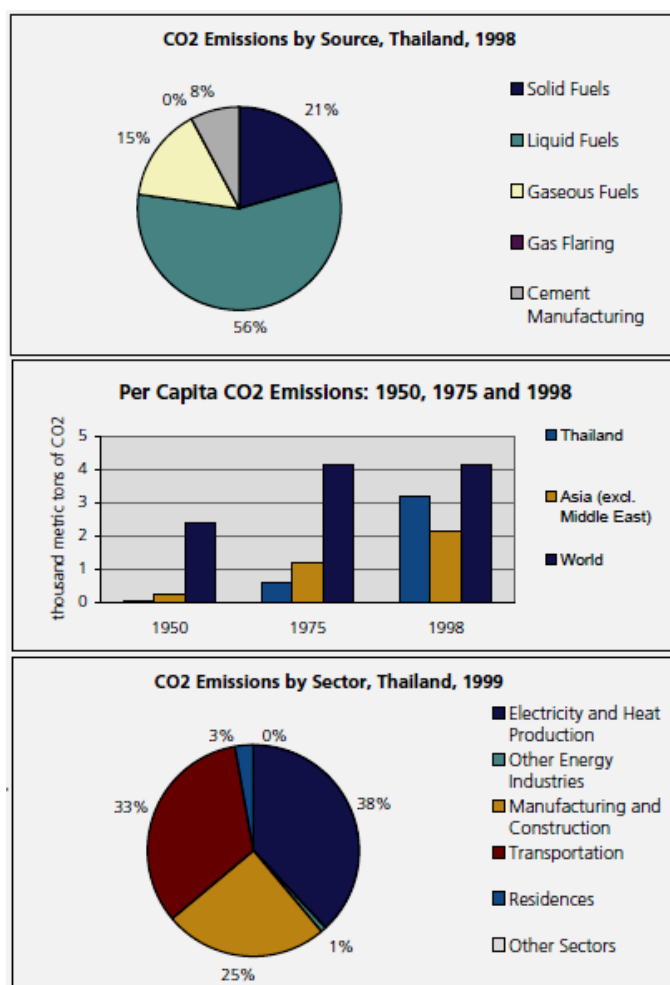
จากภาพ 1 จะเห็นได้ ว่า การขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่มีส่วนปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในสัดส่วนที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่นๆ อันเป็นผลกระทบภายนอกทางลบ (Negative externalities) ของภาคขนส่งที่มีการสร้างต้นทุนภายนอก (External cost) ให้แก่สังคม โดยผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการขนส่งมิได้นำต้นทุนดังกล่าวมาพิจารณา (นิธินันท์, 2552) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ ภาคขนส่งต่อภาคเศรษฐกิจนี้ยิ่งสูงขึ้นไปอีก เมื่อพิจารณาในบริบทของประเทศไทย ดังนั้น ภาคขนส่ง จึงมีศักยภาพอย่างมากในการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ดีตาม ปรากฏว่า ความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งนั้น ขาดพลวัตและ แรงผลักดันอย่างมาก จึงนำไปสู่คำถามที่ว่า เหตุใดภาคการขนส่งจึงขาดแรงจูงใจในการลดก๊าซเรือนกระจก และจะอย่างไร จึงจะสามารถสร้างแรงจูงใจดังกล่าวขึ้นมาได้ ต้องอาศัยผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) ในระดับใดบ้าง เพื่อให้เกิดความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกให้เพิ่มมากขึ้น และมีบทบาทในการ ช่วยแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

ในรายงานนี้ จะได้กล่าวถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ว่าภาคขนส่งมีลักษณะจำเพาะ อย่างไร จึงยังขาดการผลักดันให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้มุมมองทาง เศรษฐศาสตร์ นอกจากนี้จะได้พิจารณาผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง ที่จะทำให้เกิดกระบวนการดังกล่าวขึ้น โดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงสถาบัน (Institutional analysis) ประกอบกับตัวอย่างที่เกิดขึ้นจริง ที่ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง

ภาพ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสาขาทางเศรษฐกิจต่างๆ ของโลก



ภาพ 2 สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย
จำแนกตามแหล่งที่มา เปรียบเทียบกับเอเชียและโลก และรายสาขา



ที่มา: EarthTrends (2003) http://earthtrends.wri.org/pdf_library/country_profiles/cli_cou_764.pdf

2. ความสำคัญของปัญหา

ข้อเท็จจริงที่มีอาจปฏิเสธได้โดยประการหนึ่ง คือภาคขนส่งเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกมากเป็นอันดับต้น เป็นรองเพียงแต่ภาคพลังงานเท่านั้น จึงทำให้ภาคขนส่ง น่าจะเป็นภาคที่มีความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบ และมีเป้าหมายที่ค่อนข้างท้าทาย (ambitious) เช่นเดียวกับที่ปรากฏในภาคพลังงาน อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงแล้ว ภาคขนส่งกลับมีความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกที่ค่อนข้างต่ำ ส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปมาตรฐานต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานไอเสีย (emission standards) แม้ว่ามาตรฐานเหล่านี้จะมีผลโดยตรงในการลดก๊าซเรือนกระจกก็ตาม กล่าวคือ หากมาตรฐานด้านไอเสียที่สูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงขึ้น

เป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปในตัว แต่มาตรฐานเหล่านี้ เกิดจากวัตถุประสงค์ในเชิงนโยบาย ในด้านสุขภาพมากกว่าการลดก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ การใช้มาตรฐาน ยังไม่สร้างแรงจูงใจให้กับ ผู้มีส่วนได้เสียที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก ให้ทำการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเพียงพอ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อเปรียบเทียบ ภาพ 1 และ ภาพ 2 จะเห็นได้ว่าโครงสร้างการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ ภาคขนส่งโดยเฉลี่ยทั้งโลกกับประเทศไทยนั้น แตกต่างกันมาก การขนส่งมีสัดส่วนร้อยละ 18.5 ของ การปล่อยก๊าซฯ ทั้งหมด แต่การขนส่งในประเทศไทยมีสัดส่วนถึงร้อยละ 33

การลดก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง น่าจะมีบทบาทและศักยภาพ ในการร่วมแก้ไขปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลกระทบต่อบรรยากาศโดยรวม แต่ก็ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางเศรษฐกิจของคนเราด้วยเช่นเดียวกัน

ดังนั้น หากต้องการใช้ภาคขนส่งมีบทบาทในการลดก๊าซเรือนกระจกมากกว่านี้ จำเป็นต้อง ศึกษาถึงลักษณะเฉพาะของภาคนี้ในเชิงลึกมากขึ้น และครอบคลุมกว้างขวางมากขึ้น เพื่อให้เห็นถึง สถานะความเป็นจริงของภาคขนส่ง และความสัมพันธ์กับภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ทั้งในบริบททั่วไป และ บริบทที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทย ในขณะเดียวกัน การศึกษาระณีตัวอย่างจากประเทศอื่นๆ ประกอบ จะช่วยให้เห็นถึงประเด็นที่ควรพิจารณาของภาคขนส่งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ว่าประเด็นใดบ้างเป็นประเด็น ที่เกี่ยวข้องกับภาคขนส่ง และประเด็นใดบ้างเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นเฉพาะกับภาคขนส่งในบางประเทศ เท่านั้น แล้วนำเอาความเข้าใจเหล่านี้ไปประมวล เพื่อกำหนดแนวทางในความพยายามลดก๊าซ เรือนกระจกของภาคขนส่งต่อไป

3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง

โดยทั่วไป ภาคขนส่งจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการสันดาปภายใน (internal combustion) ของเครื่องยนต์เป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องยนต์ชนิดใดก็ตาม ซึ่งอยู่ในรูปของ คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ ที่เกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของ เชื้อเพลิงที่ใช้ อันได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbons) คาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide) ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxides) และ ซัลเฟอร์ออกไซด์ (sulphur oxides) (นิธินันท์, 2552) รวมไปถึง โลหะหนักต่างๆ เช่น ตะกั่ว หรือสารปนเปื้อนอื่นๆ (particulate matters) ด้วยนอกจากนี้ยังมีการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกในทางอ้อมอีกจำนวนหนึ่ง เช่น การใช้สารเคมีในชั้นการผลิต (การผลิตยานพาหนะ และเครื่องยนต์ การสร้างทางและโครงสร้างพื้นฐาน) และในขั้นตอนการใช้งาน (การบำรุงรักษา การล้าง หรือการซ่อม)

แม้ว่าก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งจะจำกัดอยู่เพียงไม่กี่ประเภทก็ตาม รูปแบบของการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งนั้น มีลักษณะพิเศษสำคัญ 2 ประการคือ

1) การเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก จะเห็นได้ว่าการขนส่งนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ ย่อมจะกระจายไปตามเส้นทางของการขนส่งนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ในการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น จะทำได้ยากกว่ามาก

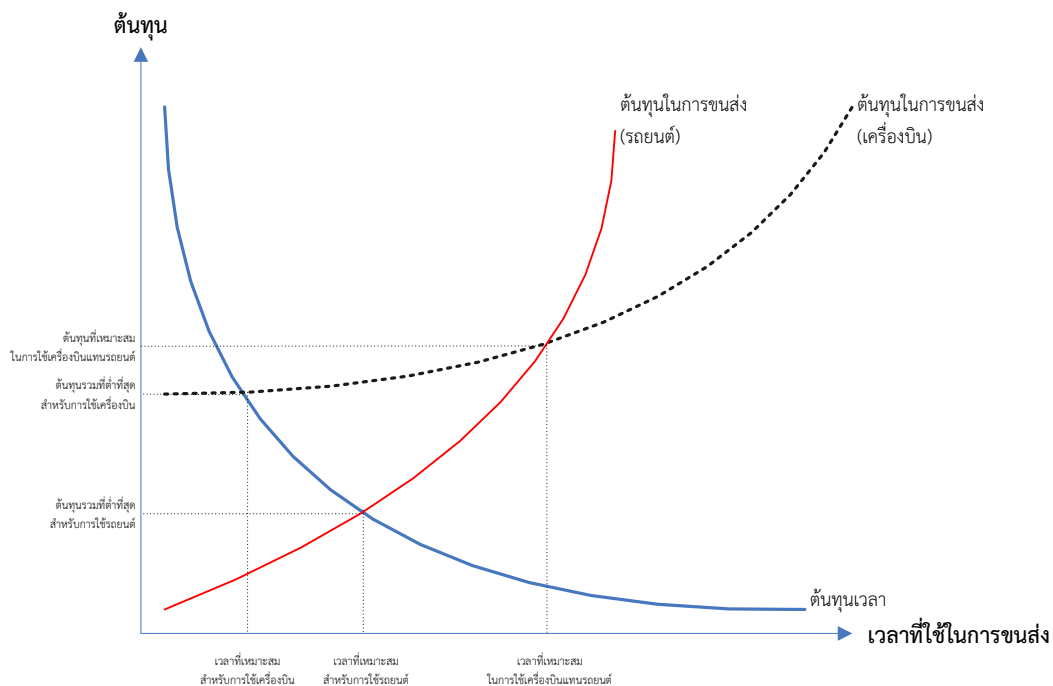
2) ความอ่อนไหวของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อการใช้งานจริง ในระหว่างการขนส่ง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยนั้น นอกจากจะกระจายไปตามเส้นทางแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพของการใช้งานจริง ไม่ว่าจะเป็นเส้นทาง การบรรทุก ลักษณะการบังคับควบคุมของผู้ควบคุมยานพาหนะ สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศด้วย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ยากต่อการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมา

สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมทางอ้อมของการขนส่ง บางส่วนถูกรวมอยู่ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการผลิต (Manufacturing sector) ไปแล้ว เช่น การผลิตรถยนต์ หรือยานพาหนะ แต่ก็ยังมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนอื่นๆ ที่ยังไม่ได้มีการตรวจวัดอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบำรุงรักษายานพาหนะ และโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่ง

4. การเลือกรูปแบบการขนส่ง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก: ต้นทุนที่เกี่ยวข้อง

หากพิจารณาเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการขนส่ง อันเป็นการนำคน หรือสิ่งของจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เป็นหลัก จะเห็นได้ว่า เราสามารถผสมผสานการขนส่งรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดการขนย้ายคนหรือสิ่งของได้ตามต้องการ หรือที่ปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transportation) ประเด็นที่จะต้องพิจารณาต่อไปคือ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง อันจะเป็นปัจจัยที่กำหนดว่า จะใช้การขนส่งในลักษณะใดบ้าง เพื่อการขนคน หรือสิ่งของที่ต้องการ ต้นทุนดังกล่าว ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1) ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขนส่งนั้นโดยตรง ซึ่งถูกกำหนดโดยลักษณะของรูปแบบและเทคโนโลยีในการขนส่งรูปแบบนั้นๆ และ 2) ต้นทุนที่เกิดจากการเสียเวลาในระหว่างการขนส่งนั้น ซึ่งถูกกำหนดโดยความต้องการในการขนส่งของผู้บริโภคโดยตรง ต้นทุนทั้งสองประการจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงในลักษณะที่ผกผันกัน กล่าวคือ หากต้นทุนในการขนส่งนั้นต่ำ ต้นทุนเวลาที่ต้องเสียไปในการขนส่งนั้นจะต้องสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม อัตราการเพิ่มขึ้นของต้นทุนในการขนส่งไม่จำเป็นต้องเป็นสัดส่วนเดียวกับต้นทุนเวลาที่เพิ่มขึ้นก็ได้ เช่น หากต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 มิได้หมายความว่า จะประหยัดเวลาได้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 10 แต่อย่างใด ดังแสดงในภาพ 3

ภาพ 3 เปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งและต้นทุนเวลาที่ใช้ในการขนส่ง



การเลือกประเภทของการขนส่ง จึงขึ้นอยู่กับต้นทุนสองส่วนที่ได้กล่าวไว้แล้วเป็นหลัก หากต้นทุนในการขนส่งที่เพิ่มมากขึ้น คู่มีค่ากับต้นทุนเวลาที่สามารถประหยัดไปได้ การขนส่งรูปแบบที่แพงกว่าย่อมจะเป็นทางเลือก หรือในทางกลับกัน หากต้นทุนในการขนส่งที่สามารถประหยัดไปได้ คู่มีค่ากับเวลาที่ต้องเสียเพิ่ม การขนส่งรูปแบบที่ถูกกว่า ย่อมจะเป็นทางเลือกที่ได้รับเลือกนั่นเอง

นอกจากนี้ การขนส่งในบางรูปแบบ จำเป็นต้องพึ่งพาการขนส่งในรูปแบบอื่นประกอบ เพื่อให้สามารถทำการขนส่งได้ตามต้องการ เช่น การขนส่งทางน้ำ จำเป็นต้องอาศัยการขนส่งทางบกเพื่อนำคนหรือสินค้ามายัง (และออกจาก) ท่าเรือ เว้นเสียแต่ว่า คนหรือสิ่งของนั้นอยู่ในท่าเรืออยู่แล้ว หรืออยู่ใกล้เพียงพอ ซึ่งก็ต้องเป็นประเด็นเพื่อพิจารณาต่อไปว่า การขนส่งทางบกที่จะมาถึงท่าเรือ นั้น จะใช้ลักษณะใด โดยใช้หลักการพิจารณาเช่นเดียวกัน

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งคือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดก็ตาม มีลักษณะเป็น Negative externalities หรือผลกระทบภายนอกในทางลบ ในทางเศรษฐศาสตร์ หรือเป็นมลภาวะ(Pollution) ในทางสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ผู้ที่ใช้บริการ หรือผู้ที่ใช้ยานพาหนะ ไม่ทราบถึงก๊าซเรือนกระจกที่ตนเองปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศว่ามีมากน้อยเพียงใด และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอย่างไรบ้าง ซึ่งเป็นต้นทุนต่อสังคม (social cost) อย่างหนึ่ง ในขณะเดียวกัน เทคโนโลยีทางการขนส่ง ก็ได้มีความพยายามในการพัฒนาเครื่องยนต์ และยานพาหนะให้มีการปล่อยมลพิษ (Pollutant) ลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่เป้าหมายหลักของการพัฒนา อย่างน้อยในช่วงแรก มิได้

พิจารณาถึงผลของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น แต่กลับเป็นเรื่องสุขอนามัย และความปลอดภัย อันประกอบไปด้วยมลพิษที่ยานพาหนะแต่ละประเภทที่ปล่อยออกมา รวมไปถึงมลพิษด้านอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจกด้วย เช่น มลพิษทางด้านเสียง เป็นต้น มลพิษเหล่านี้ เมื่อถูกปล่อยออกมา มากถึงจำนวนหนึ่ง จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ส่วนผลของก๊าซเรือนกระจกต่อสภาพ ภูมิอากาศนั้น ยังไม่ได้รับความสนใจมากเท่าที่ควร ความพยายามในการลดมลภาวะและเพิ่มความ ปลอดภัยของภาคขนส่ง มิได้เป็นความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดแต่อย่างใด

ปัญหาของภาคขนส่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือ

1) มลภาวะที่เกิดขึ้นมีความเกี่ยวพันโดยตรงกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะมลพิษส่วนใหญ่ เป็นก๊าซเรือนกระจก แต่อย่างไรก็ตาม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มิได้เป็นมลพิษโดยตรง แต่ก่อให้เกิด ผลต่อชั้นบรรยากาศของโลก มลภาวะ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงเป็นเรื่องที่คาบเกี่ยวกัน (Intersected/overlapped) ความพยายามในการลดมลภาวะของยานพาหนะ เป็นการลดก๊าซเรือนกระจก ในระดับหนึ่ง แต่มิใช่ทั้งหมด

2) ผู้ที่ทำการปล่อย หรือมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมลพิษ มิอาจทราบได้ว่า ตนมี ส่วนร่วม (Contribution) ต่อปัญหามลภาวะ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มากน้อยเพียงใด ทราบแต่เพียงว่า มีการปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น การตัดสินใจในการใช้รูปแบบการ ขนส่งใด จึงไม่มีการพิจารณาเรื่องมลพิษ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประกอบ

ดังนั้น การตัดสินใจของผู้มีส่วนได้เสียในภาคขนส่ง ไม่ว่าจะเป็นการให้บริการ หรือการใช้ บริการ ต่างตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของต้นทุนในการใช้รูปแบบการขนส่งโดยเปรียบเทียบ กับต้นทุน ของเวลาที่ใช้ในรูปแบบต่างๆ โดยเปรียบเทียบ (Relative costs of transportation modes versus relative costs of modal transit times) โดยมีได้พิจารณาว่า รูปแบบการขนส่งต่างๆ นั้น มีความแตกต่างกันมาก น้อยอย่างไร ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และมีต้นทุน ต่อสังคมโดยรวมอย่างไร หากผู้มีส่วนได้เสียเหล่านี้ ได้รับทราบต้นทุนที่แท้จริงทั้งหมดแล้ว ก็สามารถ ทำการตัดสินใจ โดยการพิจารณาด้านทุนอย่างรอบด้าน (internalise) ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ปัญหาหลักสองประการข้างต้น จึงเป็นความท้าทายในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศสำหรับภาคขนส่ง ไม่ว่าจะเป็นองค์ความรู้สาขาใดๆ ก็ตาม

การแก้ไขปัญหามาประการแรก เป็นความท้าทายหลักในทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบกับการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ประกอบ ว่าจะอย่างไร ให้ปัญหามลภาวะและการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นเป้าหมายสำหรับผู้ที่มีส่วนได้เสียในภาคขนส่งอย่างสมดุล ปัจจุบัน มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นฐานในการคำนวณมลพิษ โดยใช้ตัวคูณ หรือ Pollutant factor ซึ่งอาจ ยังไม่ใช่วิธีการสะท้อนความเป็นจริงที่ดีที่สุดได้ ในขณะเดียวกัน การประเมินผลกระทบต่อสภาพ ภูมิอากาศก็ใช้การเทียบเท่าก๊าซเรือนกระจกกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ equivalence) เช่นเดียวกัน แต่สารพิษและก๊าซเรือนกระจกที่มีใช้คาร์บอนไดออกไซด์ มีผลต่อสุขอนามัยของมนุษย์

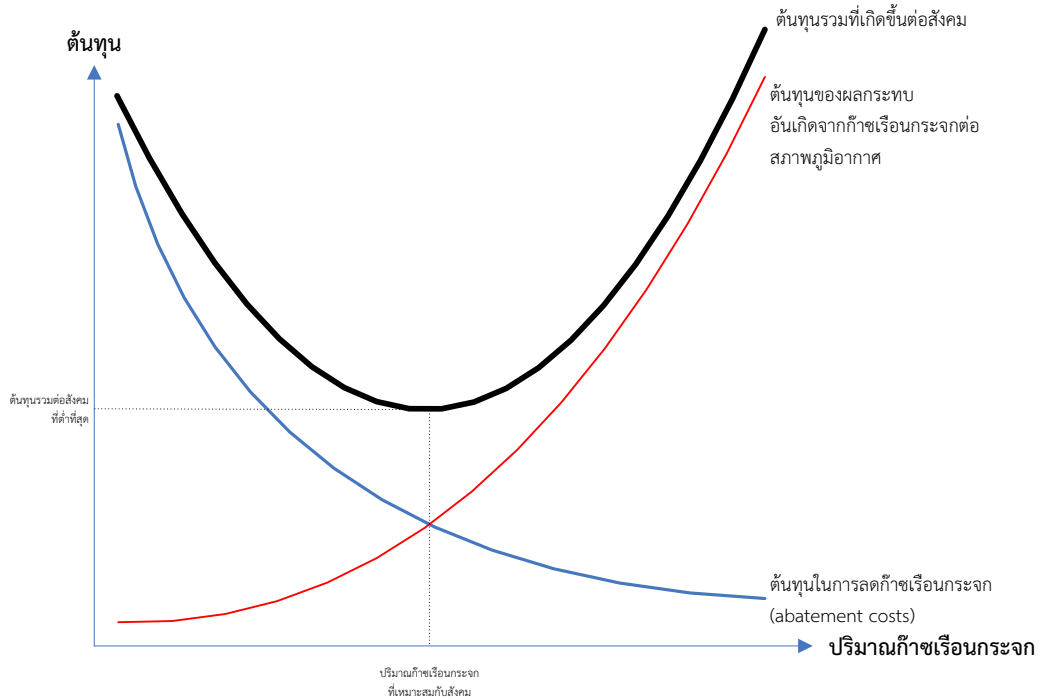
และผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป การศึกษาในอนาคตที่จะช่วยชี้ให้เห็นถึงผลกระทบของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ และวิธีการตรวจวัดก๊าซเหล่านั้นที่มีความชัดเจน แม่นยำ (Accuracy and precision) และมีประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับต้นทุน (Cost-effectiveness) จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการกำหนดเป้าหมายที่เกี่ยวกับภาคขนส่งต่อไปในอนาคต หรืออีกนัยหนึ่ง ปัญหาประการแรก เป็นปัญหาเกี่ยวกับเป้าหมาย (Ends) ของภาคขนส่งในการลดก๊าซเรือนกระจก

สำหรับการแก้ไขปัญหাপระการที่สอง เป็นความท้าทายในเชิงสหวิทยาการ อาศัยความรู้ในหลายสาขา เพื่อสะท้อนผลกระทบที่ภาคขนส่งมีต่อสภาพภูมิอากาศไปถึงผู้ใช้หรือผู้ที่มีส่วนได้เสียในภาคขนส่ง ว่าต้องใช้กลไก และเครื่องมือใดมาดำเนินการ ตลอดจนระบบที่สนับสนุนให้กลไกและเครื่องมือเหล่านั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรืออีกนัยหนึ่ง ปัญหานี้ เป็นปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ (Means) ของภาคขนส่งในการลดก๊าซเรือนกระจก เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้นั่นเอง

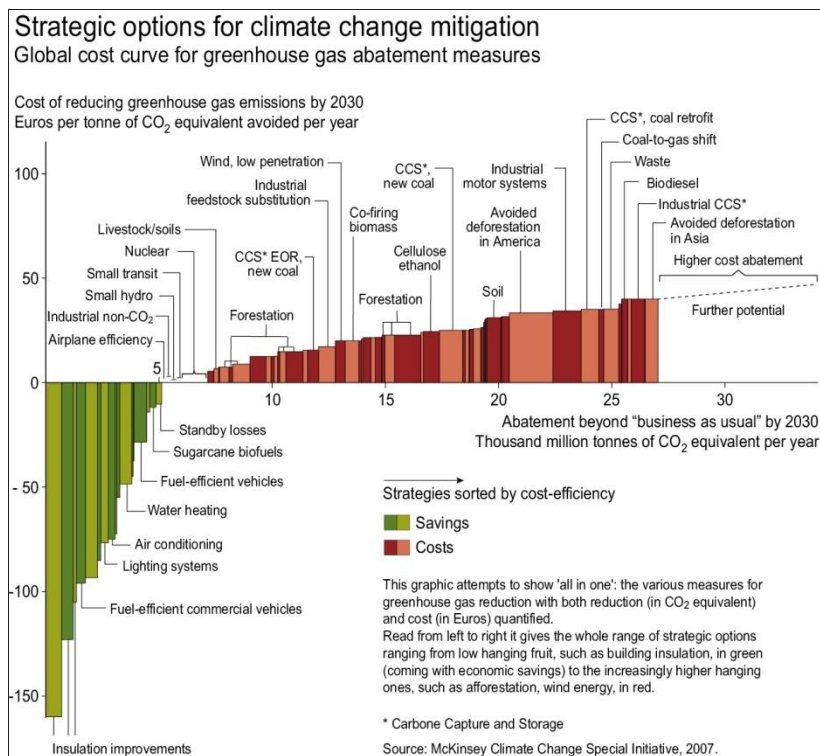
ในปัจจุบันภาคขนส่ง ยังขาดความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบกับแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก และการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นเหตุผลที่ชี้ให้เห็นถึงบทบาทของภาคขนส่งในการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่อย่างจำกัด

การแก้ปัญหทั้งสองประการข้างต้นนั้น ก่อให้เกิดต้นทุนอีกส่วนหนึ่งขึ้น นั่นคือต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก หรือที่เรียกว่า Abatement cost หรือ Avoidance cost อันเป็นต้นทุนในการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การกำหนดเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การออกแบบระบบการลดก๊าซเรือนกระจก และการดำเนินการระบบดังกล่าวสำหรับภาคขนส่ง ต้นทุนส่วนนี้ ต้องนำมาพิจารณาประกอบกับต้นทุนที่เกิดจากผลเสียของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นต้นทุนของสังคมทั้งคู่ (ดูภาพ 4 ประกอบ)

ภาพ 4 ต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจก และต้นทุนของผลกระทบ
อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



ภาพ 5 ต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดจากทางเลือกเชิงยุทธศาสตร์ต่างๆ
เพื่อการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



โดยสรุปแล้ว ภาคขนส่งในบริบทที่มีการพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลกระทบที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีต้นทุนสำคัญที่ต้องทำการตัดสินใจ 4 ชนิดคือ (ก) ต้นทุนในการขนส่งโดยตรง คือทรัพยากรที่ถูกใช้ไปในการก่อให้เกิดการขนส่ง หรือการเคลื่อนที่ของคนหรือสิ่งของจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (ข) ต้นทุนของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง คือค่าเสียโอกาสในรูปของเวลาที่เสียไปในการขนส่ง ทั้ง (ก) และ (ข) เป็นต้นทุนส่วนตัว (private cost) ซึ่งปัจเจกบุคคลสามารถตัดสินใจได้เอง (ค) ต้นทุนทางสังคมที่เกิดขึ้นจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ ทรัพยากรที่เสียไปทางอ้อม อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งทั้งหมด และ (ง) ต้นทุนในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภาคขนส่ง หรือต้นทุนของความพยายามของภาคขนส่งในการลดก๊าซเรือนกระจกนั่นเอง โดย (ค) และ (ง) เป็นต้นทุนทางสังคม ที่ทุกๆ คนในฐานะส่วนได้เสียในภาคขนส่ง (รวมทั้งภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ด้วย) ต้องได้รับผล หรือต้องมีส่วนร่วม ซึ่งปัจเจกบุคคลไม่สามารถตัดสินใจได้เอง

5. โครงสร้างของภาคขนส่ง: รูปแบบของการขนส่ง และลักษณะการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาคขนส่งประกอบไปด้วยรูปแบบการขนส่ง (Modes of transport) แบบต่างๆ ตามลักษณะของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ อันได้แก่ การขนส่งทางบก การขนส่งทางอากาศ และการขนส่งทางน้ำ ในขณะเดียวกัน เราสามารถแบ่งภาคขนส่งออกตามลักษณะการใช้งานได้อีกมิติหนึ่ง ได้แก่ การขนส่งส่วนบุคคล (Private transport) และการขนส่งสาธารณะ (Public transport) ไม่ว่าจะพิจารณาภาคขนส่งในมิติใด รูปแบบการขนส่งและลักษณะการใช้งาน ก็จะมีลักษณะของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันไปด้วย

5.1. การขนส่งทางบก (Land Transportation)

การขนส่งทางบกเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีการใช้มากที่สุด และปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดอีกด้วย (ดูภาพ 1) ไม่เพียงเท่านั้น การขนส่งทางบกยังประสบปัญหาสำคัญสองประการที่ได้กล่าวไว้แล้วใน หัวข้อ 4. อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งทางบกโดยยานยนต์ส่วนบุคคล (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) ซึ่งจะกล่าวต่อไป การขนส่งทางบกสามารถแบ่งออกได้เป็นสองระบบหลักคือการขนส่งทางถนน และการขนส่งระบบราง อย่างไรก็ตาม การขนส่งทางบกก็เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับสูงเช่นเดียวกัน เนื่องจากการขนส่งทางบกขึ้นพื้นฐาน คือ การขนส่งที่ไม่ใช้พาหนะเลย (การเดิน และการวิ่ง) และการขนส่งที่ใช้พาหนะที่ไม่ใช่เครื่องยนต์

(จักรยาน) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำมาก และเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไปในตัว

5.1.1. การขนส่งทางถนน (road transportation)

การขนส่งทางถนน เป็นระบบหนึ่งของการขนส่งทางบก โดยอาศัยถนนเป็นเส้นทางหลัก ในการขนส่ง ถนนจึงเป็นโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) สำหรับการขนส่งรูปแบบนี้ ส่วนใหญ่ การสร้างถนนมักจะเป็นความรับผิดชอบของรัฐ (เว้นทางเดินที่คนใช้กันเป็นปกติ หรือเส้นทางในที่ดินส่วนบุคคล) และเป็นส่วนหนึ่งในการวางผังเมือง (Urban/city planning) ถนนในที่นี้ มิได้หมายถึงถึง ตัวถนน หรือผิวทางเพียงอย่างเดียว ในฐานะสิ่งก่อสร้างทางกายภาพ (Physical assets) แต่ยังหมายถึง สิ่งก่อสร้างทางกายภาพอื่นๆ ที่ใช้ประกอบด้วย อันได้แก่ ทางเดินเท้า ทางระบายน้ำ และระบบ การจราจร (เช่น ไฟ ป้าย และสัญญาณจราจร ทั้งบนพื้นผิวทาง และข้างทาง) นอกจากนี้ ยังรวมไปถึง โครงสร้างพื้นฐานที่มีใช้กายภาพด้วย อันได้แก่ โครงข่ายของถนน ว่าเชื่อมกับจุดใดบ้าง คำนึงถึง การไหลของยานพาหนะที่สัญจรหรือไม่ การออกแบบถนน (ความคดเคี้ยว ความลาดชัน (Gradient) หรือทิศทาง (Alignment) ตลอดจนจุดบอด (Blind spot) และจุดอับ) ว่ามีความเหมาะสมต่อการใช้งาน หรือไม่ และการบำรุงรักษาทาง (Maintenance) ด้วย ซึ่งไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดๆ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป จำเป็นต้องใช้ถนนเป็นพื้นฐานทั้งสิ้น (หากจะกล่าวในมุมมองทางเศรษฐศาสตร์ ถนนคือสินค้าที่ใช้ ประกอบกัน (Complement) นั้นเอง)

การขนส่งทางถนน สามารถแบ่งย่อย ได้เป็น

5.1.1.1. การขนส่งโดยไม่ใช้ยานพาหนะ (Non-vehicle transportation)

การขนส่งรูปแบบพื้นฐานที่สุดในประวัติศาสตร์มนุษย์คือการเดิน นอกจากนี้ยังมีการวิ่ง การว่ายน้ำ และการใช้สัตว์ต่าง ในบรรดาการขนส่งที่ไม่ใช้ยานพาหนะ การเดินเป็นการขนส่งที่เกิดขึ้น มากที่สุด แม้ว่าจะระยะทางที่ได้จากการเดินนั้นจะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การขนส่งรูปแบบอื่นๆก็ตาม (นั่นคือ อย่างน้อย คนเราต้องเดินเพื่อการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง แม้ว่าจะมียานพาหนะ หรือ สัตว์ต่างประกอบก็ตาม เช่น เดินออกจากบ้านไปขึ้นรถประจำทาง เดินจากตัวบ้านไปโรงรถเพื่อ ขับรถยนต์ เป็นต้น) การเดินเป็นการใช้พลังงานของร่างกายเอง ดังนั้น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก การขนส่งด้วยการเดิน จึงเกิดขึ้นจากการมีชีวิตอยู่ของมนุษย์เป็นหลัก มิได้สร้างก๊าซเรือนกระจกหรือใช้ ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มเติมแต่อย่างใด

การเดินจึงเป็นรูปแบบการขนส่งทางบกที่มีศักยภาพในการช่วยลดก๊าซเรือนกระจกและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดี อย่างไรก็ตาม การเดินนั้นทำให้ผู้เดินทางเกิดความเหนื่อยและ เมื่อยล้า นอกจากนี้หากสภาพเส้นทางที่ต้องเดินไม่เอื้ออำนวย ก็จะทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มเติมแก่ผู้เดินทาง ไม่ว่าจะเป็นความร้อน ความไม่สบายร่างกาย ความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากยานพาหนะอื่น ที่ใช้ทางร่วมกัน หรือความไม่เรียบไม่สม่ำเสมอของผิวทาง ประกอบกับการเดินเป็นรูปแบบการขนส่ง

ที่ใช้เวลานานที่สุด เพราะความเร็วในการเดินทางต่ำที่สุด ทำให้การเดินทางเป็นรูปแบบการขนส่งที่ไม่ถูกเลือก หรือหากจำเป็น ก็จะถูกเลือกใช้น้อย ไม่เพียงเท่านั้น ปัญหาเรื่อง Prisoners' Dilemma ยังเกิดขึ้นกับผู้เดินทางมากที่สุดด้วย กล่าวคือ หากในเส้นทางเดียวกัน มีรูปแบบการขนส่งอื่นที่สะดวกสบายกว่า แม้ว่าจะใช้เวลามากกว่า และมีส่วนสร้างปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผู้เดินทางอาจเลือกรูปแบบอื่นที่มีค่าใช้จ่ายการเดินทาง เพราะสามารถผลัดภาระที่แลกความสะดวกสบายมาให้กับสังคมผ่านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ดังนั้นเห็นได้ชัดเจนจากตัวอย่างการจราจรในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการสำรวจว่ามีความเร็วในการเดินทางเฉลี่ย ประมาณ 8 กม./ชม. (สำนักงานการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร, 2551 และไทยรัฐ 23 เมษายน 2553) ในขณะที่การเดินทาง จะมีความเร็วเฉลี่ย 4.8 กม./ชม. ดังนั้น ในช่วงเวลาเร่งด่วนที่การจราจรติดขัดมาก ที่ความเร็วในการเดินทางต่ำกว่าความเร็วในการเดินทาง การเดินทางจะเป็นรูปแบบที่ควรเลือก แต่คนจำนวนมากเลือกที่จะนั่งรถยนต์ส่วนบุคคล เพื่อให้ได้มาซึ่งความสะดวกสบาย แม้ว่าจะไปถึงจุดหมายช้าก็ตาม การเลือกที่ผิดพลาดนี้ เพราะคนมิได้ตระหนักถึงต้นทุนในการเลือกของตนว่าส่งผลไปยังคนอื่นอย่างไร¹ และเมื่อเกิดการเลือกที่ผิดพลาดพร้อมๆ กันจำนวนมาก (เลือกใช้รถ) ก็จะส่งผลให้การจราจรติดขัดเพิ่มขึ้นไปอีก (ดู 5.1.1.2 2) ประกอบ) จนกระทั่งต้นทุนเวลานั้นสูงเพียงพอ (คนเริ่มคิดว่าไปไม่ทันแล้ว) จึงจะเลือกใช้การเดินทาง

การเดินทางยังไม่มีต้นทุนจม (Sunk cost) ยกเว้นผู้เดินทางที่ทุพพลภาพ (Disabled) ทำให้เกิดความยึดหยุ่นและคล่องตัว ทั้งในการเดินทางเอง และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กล่าวคือ หากตัดสินใจจะไม่เดิน สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางได้ตลอดเวลา ส่วนการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลมีต้นทุนจมจำนวนมาก ทั้งราคาของยานพาหนะ และเชื้อเพลิง ประกอบกับการบำรุงรักษา ตลอดจนในการใช้งานแต่ละครั้ง หากเกิดการจราจรติดขัด ผู้ที่ใช้ยานพาหนะไม่อาจจะเลือกใช้การเดินทางหรือรูปแบบการขนส่งอื่นๆ ได้ด้วยการจอดยานพาหนะของตนทิ้งไว้บนถนน

5.1.1.2. การขนส่งโดยใช้ยานพาหนะ (Vehicle transportation)

1) การขนส่งโดยใช้ยานพาหนะที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motor vehicle transportation) เป็นการขนส่งที่มีความใกล้เคียงกับการเดินทางมากที่สุด เพราะไม่พึ่งพาเครื่องยนต์ แต่อาศัยกำลังคนเป็นหลัก สามารถช่วยผ่อนแรงคนได้ส่วนหนึ่ง และเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทาง เช่น จักรยาน และสเก็ทจักรยานสามารถเพิ่มความเร็วในการเดินทางได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยกำลังที่ใช้เดิน (ซึ่งมีความเร็วประมาณ 4.8 กม./ชม.) จักรยานสามารถทำความเร็วได้ ประมาณ 15-25 กม./ชม. เท่ากับเร็วกว่าการเดินประมาณ 3 เท่าขึ้นไป หากจักรยานมีเฟืองทดหลายจังหวะ สามารถทำความเร็วได้สูงกว่านี้ และในระยะสั้นๆ จักรยานอาจทำความเร็วได้ถึง 40 กม./ชม.

¹ ในทางเศรษฐศาสตร์เรียกว่า Adverse Selection หรือ ex ante opportunism ซึ่งเกิดจากอสมมาตรของข้อมูลข่าวสาร (asymmetric information) ผู้เดินทางไม่สามารถทราบได้ว่าตนเองมีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากน้อยเท่าใด แต่ทราบว่า การใช้รถยนต์มีความสะดวกสบายกว่าการเดินทาง

เมื่อจักรยานมิได้ใช้เครื่องยนต์ การปล่อยปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์เอง และกระบวนการผลิต และบำรุงรักษาจักรยานเท่านั้น ทำให้ขณะนี้จักรยานปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพียง 1/10 ของเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด หรือปล่อยน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพที่สุด 10 เท่า (Kifer, 2000)

สิ่งที่ต้องแลกมาจากการใช้จักรยาน คือต้นทุนจมในการใช้จักรยาน ไม่ว่าจะเป็นราคาของจักรยาน การบำรุงรักษา ยังต้องเผชิญกับต้นทุนอื่นๆ อีก เช่น การหาที่จอดที่เหมาะสม ยานพาหนะอื่นๆ บนถนนที่ต้องใช้ร่วมกัน โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ โอกาสที่รถจักรยานจะถูกขโมย และความเหน็ดเหนื่อยจากการปั่นจักรยาน รวมถึงความยากลำบากในการเปลี่ยนไปใช้รูปแบบการขนส่งอื่น (เช่น เดิมซึ่งต้องจูงรถจักรยานแทน แต่ไม่เป็นภาระมากเท่าใด) จักรไฟฟ้าสาธารณะ จักรประจำทาง หรือจักรยานไฟ (ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยยังไม่อนุญาต แต่หลายประเทศอนุญาตแล้ว)

จักรยานนับเป็นรูปแบบการขนส่งอีกวิธีหนึ่งที่มีศักยภาพในการช่วยบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ความเร็วของจักรยานสูงกว่าความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะอื่น ซึ่งรวมถึงกรุงเทพมหานครด้วย แต่ความสะดวกสบายของยานพาหนะอื่นๆ อาจทำให้เกิดการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งที่ไม่เหมาะสมได้ เพราะคนเห็นความสำคัญของความสะดวกสบาย มากกว่าผลที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ก่อให้เกิดปัญหา Adverse Selection เช่นเดียวกับการเดิน เช่น ตัวอย่างของประเทศจีน ทั้งที่เคยมีจักรยานมากที่สุด กว่า 500 ล้านคัน แต่ปัจจุบันมีจำนวนรถยนต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอัตราที่สูงกว่าร้อยละ 28 ต่อปี นอกจากนี้จักรยานสามล้อ ยังใช้เป็นยานพาหนะเพื่อการขนส่งสาธารณะได้ด้วย ซึ่งในปัจจุบันได้รับความนิยมลดน้อยลงอย่างมาก จนในประเทศไทย มีจักรยานสามล้อรับจ้างเหลืออยู่น้อยมาก

2) การขนส่งโดยใช้นยานพาหนะส่วนบุคคล (Passenger motor vehicle transportation) เป็น การขนส่งที่มีจำนวนผู้มีส่วนได้เสียเกี่ยวข้องมากที่สุด ทั้งจำนวนผู้ใช้ (สหรัฐอเมริกา มีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประมาณ 136 ล้านคัน และประชากรกว่าร้อยละ 67 มีรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (BTS, 2009) ส่วนประเทศไทย มีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุกส่วนบุคคลประมาณ 8.8 ล้านคัน และประชากรมีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถบรรทุกส่วนบุคคลประมาณร้อยละ 13.97 มีรถจักรยานยนต์กว่า 14 ล้านคัน หรือคิดเป็นสัดส่วนต่อประชากรร้อยละ 22 (กรมการขนส่งทางบก 2550)) และจำนวนผู้ผลิตยานพาหนะ ตลอดจนผู้ให้บริการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นผู้ศูนย์บริการ ผู้ผลิตชิ้นส่วน หรืออะไหล่ ผู้มีส่วนได้เสียจำนวนมากนี้ ทำให้ต้นทุนธุรกรรม (Transaction cost) สูงมาก ไม่ว่าจะเป็น การตรวจวัด การปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือการใช้นโยบายต่างๆ ในการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะ ต้นทุนที่จะบังคับให้เป็นไปตามที่กำหนด (Enforcement cost) จะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณตามจำนวนผู้เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่มนี้ จะมีความแปรปรวน (Variance) อย่างมาก เพราะมีความอ่อนไหว (Sensitive) ตามวิธีการใช้นยานพาหนะ (สภาพและความพร้อมของยานพาหนะ

วิธีการขับ การบำรุงรักษา (Maintenance) สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และจำนวนยานพาหนะอื่นบนท้องถนน) เช่น (ก) หากรถยนต์เก่า เครื่องยนต์จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่ารถใหม่ หากกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ (ข) แต่หากผู้ขับขี่ ทำการบำรุงรักษารถยนต์อย่างดี และขับอย่างประหยัด อาจทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่ารถยนต์ใหม่ ที่ผู้ขับขี่ที่ขับรถยนต์อย่างรุนแรง ขับรถกระชาก และไม่ได้บำรุงรักษา ก็ได้ (ค) หรือแม้ว่า รถยนต์ใหม่ มีประสิทธิภาพสูง ผู้ขับขี่มีความเข้าใจถูกต้องในการขับ และบำรุงรักษาอย่างดี แต่ใช้อยู่ในสภาพการจราจรที่ติดขัด ในท้ายที่สุด ก็ทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากได้เช่นกัน

ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ยังประสบกับปัญหา Prisoners' Dilemma เมื่อใช้ถนนร่วมกันด้วย เนื่องจากผู้ขับขี่ที่มีพฤติกรรมที่ขัดกับกฎจราจรหรือขัดกับการขับที่ถูกต้อง มักจะเดินทางไปได้รวดเร็วกว่าผู้ที่ทำตามกฎจราจรหรือขับยานพาหนะอย่างถูกต้อง (ในขณะเดียวกัน ก็ทำให้ผู้ที่ขับขี่ดี มีต้นทุนในการเดินทางสูงขึ้นอีก) แต่ทั้งคู่ก็ไม่สามารถทราบต้นทุนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ จึงตัดสินใจโดยปราศจากต้นทุนสังคมของก๊าซเรือนกระจกที่ตนเองปล่อย ทำให้ทุกคนมีแนวโน้มที่จะขับรถที่ขัดกับกฎจราจร หรือขัดกับการขับที่ถูกต้อง เพื่อให้ตนไปถึงที่หมายได้เร็วกว่า แต่สุดท้ายก็จะเสียเวลานานกว่าและปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าปกติ รวมทั้งสร้างต้นทุนให้แก่ผู้ใช้รถใช้ถนนที่ถูกต้องคนอื่นๆ อีกด้วย (ดูตาราง 1 ประกอบ) แต่หากมีการบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด เช่น การจับกุมผู้กระทำความผิดกฎจราจร จะทำให้ผู้ใช้รถตระหนักถึงต้นทุนที่จะเกิดขึ้นหากถูกจับ (แม้ว่าไม่ใช่ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง) และพยายามปฏิบัติตามกฎ ดังนั้นการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งอย่างเต็มที่ (เช่น กฎจราจร กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบสภาพยานยนต์และการดัดแปลงยานยนต์ เป็นต้น) จะส่งผลดีในการลดก๊าซเรือนกระจกในทางอ้อมอีกด้วย

ตาราง 1 พฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะในการเคารพกฎจราจร
ภายใต้เงื่อนไขการบังคับใช้กฎหมายที่แตกต่างกัน

เวลาที่ใช้ในการเดินทาง		ผู้ขับขี่ยานพาหนะ ก	
		ปฏิบัติตามกฎหมาย	ไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย
ผู้ขับขี่ ยานพาหนะ ข	ปฏิบัติตาม กฎหมาย	(ก) ปานกลาง; (ข) ปานกลาง [ไม่บังคับใช้กฎหมาย]	(ก) เร็ว; (ข) ช้า [ไม่บังคับใช้กฎหมาย]
		(ก) ปานกลาง; (ข) ปานกลาง [บังคับใช้กฎหมาย]	(ก) ช้า; (ข) ปานกลาง [บังคับใช้กฎหมาย]
	ไม่ปฏิบัติตาม กฎหมาย	(ก) ช้า; (ข) เร็ว [ไม่บังคับใช้กฎหมาย]	(ก) ช้ามาก; (ข) ช้ามาก [ไม่บังคับใช้กฎหมาย]
		(ก) ปานกลาง; (ข) ช้า [บังคับใช้กฎหมาย]	(ก) ช้ามาก; (ข) ช้ามาก [บังคับใช้กฎหมาย]

ความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับการขนส่งระบบนี้ มีความเป็นไปได้ต่ำที่สุดในบรรดาแบบแผนการขนส่งที่มีอยู่ทั้งหมด เนื่องจากปัญหาด้านทุนธุรกรรมที่สูงตามจำนวนผู้มีส่วนได้เสียเพื่อการวัด และติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมไปถึงการบังคับให้เป็นไปตามเป้าหมาย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดด้วย กอปรกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้ยานพาหนะของผู้ใช้คนหนึ่ง ซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ใช้คนอื่นๆ ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้การขนส่งระบบนี้ อาจเปลี่ยนไปใช้การขนส่งระบบอื่นก็ได้ หากต้นทุนโดยเปรียบเทียบ (Relative cost) ในการใช้การขนส่งระบบอื่นๆ หรือรูปแบบอื่นๆ ต่ำเพียงพอ อันเป็นประเด็นสำคัญสำหรับภาคขนส่งที่จะต้องพิจารณาต่อไปว่า การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งรูปแบบใดๆ หรือระบบใดๆ นั้น จะมีต้นทุนโดยเปรียบเทียบต่ำกว่ากัน และต่ำกว่าต้นทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่

3) การขนส่งโดยใช้ยานพาหนะเพื่อการพาณิชย์ (Commercial vehicle transportation) เป็น การขนส่งอีกระบบหนึ่งที่ใกล้เคียงกับระบบแรก ต่างกันที่ยานพาหนะในระบบนี้ จะนำมาใช้เพื่อ การพาณิชย์ หรืออีกนัยหนึ่ง เพื่อให้บริการแก่ผู้ที่ต้องการการขนส่ง โดยที่ผู้ให้บริการไม่ต้องเป็นเจ้าของ ยานพาหนะเอง แต่ชำระค่าบริการให้แก่ผู้ให้บริการซึ่งเป็นเจ้าของยานพาหนะนั้นอีกต่อหนึ่ง ผู้ที่ใช้ ยานพาหนะในระบบนี้ นำยานพาหนะมาให้บริการขนส่งให้แก่ผู้ให้บริการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของบริษัท รถเช่า บริษัทรับขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ หรือบริษัทรับขนส่งสินค้าเฉพาะอย่าง (เช่น น้ำมัน สารเคมี ปูน ดิน ทราย เป็นต้น) (สหรัฐอเมริกา มีรถประเภทนี้ประมาณ 9 ล้านคัน หรือประมาณร้อยละ 3.9 ของ

ประชากรทั้งหมด (BTS, 2009) ส่วนประเทศไทย มีรถประเภทนี้ประมาณ 9 แสนคัน หรือประมาณร้อยละ 1.43 ของประชากรทั้งหมด (กรมการขนส่งทางบก 2550))

การขนส่งระบบนี้ มีจำนวนผู้มีส่วนได้เสียน้อยกว่ารถยนต์นั่งและบรรทุกส่วนบุคคล เพราะผู้เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ จะมีความเป็นมืออาชีพ (Professionalism) คือมีความเชี่ยวชาญในการใช้ยานพาหนะสูง ประกอบกับมีกฎหมายควบคุมดูแลเป็นพิเศษที่เข้มข้นกว่าผู้ใช้งานพาหนะส่วนบุคคล ทำให้สามารถควบคุมการขับขี่ยานพาหนะได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม การขนส่งทั้งสองระบบนี้มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กล่าวคือมีการใช้ถนนร่วมกัน หากจำนวนผู้ใช้งานพาหนะส่วนบุคคลลดลง ทำให้การขนส่งเพื่อการพาณิชย์มีต้นทุนต่ำลง ทั้งต้นทุนต่อหน่วย และต้นทุนเวลา เพราะถนนโล่งไม่ติดขัด แต่ในขณะเดียวกัน เมื่อการจราจรไม่ติดขัด อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียง หรือ Adverse effect โดยผู้ที่มีรถยนต์ส่วนบุคคลจะกลับมาใช้ถนนมากขึ้น

4) การขนส่งสาธารณะ (Public road transportation) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการขนส่งที่เน้นการขนส่งคนโดยสารเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขนส่งในเขตชุมชนใหญ่ๆ และการขนส่งระหว่างเมือง และมีความคล้ายคลึงกับการขนส่งเพื่อการพาณิชย์อยู่พอสมควร (ดูหัวข้อ 3) ก่อนหน้า) อย่างไรก็ตาม การขนส่งสาธารณะมีประเด็นสำคัญที่แตกต่างจากรูปแบบอื่นๆ ของการขนส่งทางถนนคือ ผู้โดยสารที่มีจำนวนมาก และเวลาที่ใช้ในการเดินทางที่ต้องรวดเร็วพอสมควร รูปแบบการขนส่งสาธารณะทางถนน ประกอบไปด้วย รถยนต์โดยสารประจำทาง (รถเมล์) รถยนต์โดยสารส่วนบุคคลรับจ้าง (รถแท็กซี่) รถสามล้อเครื่อง (รถตุ๊กตุ๊ก) และมอเตอร์ไซค์รับจ้าง

รถยนต์โดยสารประจำทาง จะมีความแตกต่างจากยานพาหนะเพื่อการขนส่งสาธารณะอื่นๆ ตรงที่มีผู้โดยสารจำนวนมาก และการหมุนเวียน (Turnover) ของผู้โดยสารสูง โดยรถยนต์โดยสารประจำทางจะวิ่งในเส้นทางที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และจอดรับส่งผู้โดยสาร ณ จุดต่างๆ ในเส้นทางนั้น ทำให้ต้นทุนในการขนส่งต่อจำนวนผู้โดยสาร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวนั้นลดลงอย่างมาก ไม่เพียงเท่านั้น เส้นทางของรถประจำทางทั้งระบบ จะแสดงออกซึ่งความเป็น “โครงข่าย” หรือ “Network” ของการขนส่งคน ในบางครั้งผู้โดยสารอาจเดินทางจากจุดเริ่มต้น ไปถึงที่หมายโดยไม่ต้องลงจากรถเลย แต่ในบางครั้ง ผู้โดยสารอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนเส้นทาง อย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อเดินทางให้ถึงที่หมาย ดังนั้น ประเด็นเรื่อง Network Effect หรือผลกระทบของโครงข่าย หรือ Economics of Network จึงมีผลต่อการขนส่งด้วยรถโดยสารประจำทางอย่างมาก ผลกระทบของโครงข่าย (Mauboussin, 2004) มีผลในหลายมิติ ดังนี้

(ก) การลงทุนส่วนเพิ่มในการขยายโครงข่ายต่ำ หากเปรียบเทียบการเพิ่มเส้นทางรถประจำทางด้วยการเดินรถไปตามเส้นทางใหม่ตลอดสาย จะใช้ต้นทุนในการเดินรถสูงกว่า การเพิ่มเส้นทางรถประจำทางจากเส้นทางเดิมที่มีอยู่แล้ว

(ข) การใช้โครงข่ายจะมีการประหยัดต่อขนาด หรือการเพิ่มขึ้นของอัตราผลตอบแทน (Increasing return) เพราะโครงข่ายทำให้มีจำนวนผู้โดยสารมาก ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ซึ่งเป็นผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวต่ำลงไปด้วย

(ค) การขยายโครงข่ายสามารถทำได้ง่าย ยังมีโครงข่ายเดิมรองรับมากเท่าใด การขยายโครงข่ายออกไปสามารถทำได้ในเวลาอันรวดเร็ว และความครอบคลุมของโครงข่ายที่ขยายตัวขึ้น จะส่งผลให้ทุกคนที่ใช้โครงข่ายนี้ได้ประโยชน์เพิ่มขึ้นด้วย (สามารถเดินทางได้ไกลขึ้น มีปลายทางมากขึ้น รวดเร็วมากขึ้น) อีกทั้งยังมีผลสร้างแรงจูงใจให้คนที่ใช้รูปแบบการขนส่งอื่นมาใช้โครงข่ายได้ด้วย

รถยนต์โดยสารประจำทางจึงเป็นรูปแบบการขนส่งอีกอันหนึ่ง ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากมีการออกแบบเส้นทางเดินรถ ที่เอื้อต่อการเกิด Network Effect ประกอบกับผู้เกี่ยวข้องมีความเป็นมืออาชีพ (Professionalism) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ดูหัวข้อ 3) ประกอบ) อย่างไรก็ดี ผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน เมื่อผู้เดินทางเลือกใช้รถประจำทางมากขึ้น การจราจรที่ติดขัดจะลดลง แต่ความแออัดและความสะดวกสบายของรถประจำทางจะลดลง ส่งผลให้ผู้เดินทางบางคน ตัดสินใจกลับไปใช้รถยนต์ส่วนบุคคลแทน

5.1.2. การขนส่งระบบราง (rail transportation)

การขนส่งระบบราง เป็นรูปแบบการขนส่งทางบกที่เก่าแก่กว่าการใช้ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal combustion) โดยการใช้กำลังคนและสัตว์ลากจูงยานพาหนะที่วางไว้บนราง (อาจมีล้อ หรือไม่มีล้อก็ได้) เนื่องจากรางมีแรงเสียดทานต่ำ ทำให้สามารถใช้กำลังคนและสัตว์ที่จำกัด เคลื่อนยานพาหนะที่มีน้ำหนักมากได้ ต่อมาจึงมีการพัฒนาใช้เครื่องยนต์สันดาปภายนอก (เครื่องจักรไอน้ำ) เครื่องยนต์สันดาปภายใน (เครื่องยนต์ดีเซล และเครื่องยนต์กังหันก๊าซ) และการใช้ไฟฟ้า (ตลอดจนแม่เหล็ก) เพื่อทำการขับเคลื่อน

การเคลื่อนที่ไปบนราง มีแรงเสียดทาน (Friction) ระหว่างทางกับตัวยานพาหนะต่ำมาก ทำให้สามารถลดต้นทุนค่า หรือคนโดยสารได้จำนวนมากๆ และใช้พลังงานต่ำมาก ในการรักษายานพาหนะคงเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วเดิม ทำให้การขนส่งระบบรางเป็นการขนส่งทางบกแบบที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในเชิงต้นทุนต่อหน่วยสำหรับการขนส่ง และในการใช้พลังงาน สูงมากอีกอันหนึ่ง AAR (2008) กล่าวว่ารถไฟใช้เชื้อเพลิงดีเซลเพียง 7 แกลลอนในการบรรทุกสินค้าหนัก 1 ตัน ในขณะที่รถบรรทุกใช้เชื้อเพลิงถึง 27 แกลลอน เท่ากับว่า รถไฟสามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่ารถยนต์ถึง 4 เท่า โดยเฉลี่ย ส่วนการศึกษาของ Spielmann and Scholz (2004) พบว่าการใช้พลังงานของรถไฟจะอยู่ที่ประมาณ 0.22-0.23 เมกกะจูลต่อตันกิโลเมตร (MJ/tkm) ในขณะที่รถบรรทุกจะมีการใช้พลังงานประมาณ 3.08-3.81 เมกกะจูลต่อตันกิโลเมตร สำหรับรถบรรทุกขนาด 16 ตัน และ 1.54-1.63 เมกกะจูลต่อตันกิโลเมตร สำหรับรถบรรทุกขนาด 40 ตัน เท่ากับว่าการใช้พลังงานของรถไฟต่ำกว่ารถบรรทุก

ประมาณ 1.5 ถึง 3 เท่า ดังนั้น การขนส่งระบบราง จึงเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในระดับที่สูง

แม้ว่าจะมีแรงเสียดทานต่ำมากเมื่อเทียบกับถนน การขนส่งระบบรางมีแรงเฉื่อย (Inertia) ที่สูงมากเช่นกัน กล่าวคือ การจะเริ่มให้ยานพาหนะบนรางเคลื่อนที่ไปได้จากจุดหยุดนิ่ง และการทำยานพาหนะที่เคลื่อนที่แล้วบนรางให้หยุดนิ่ง ต่างก็เป็นสิ่งที่ยากลำบาก และสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก การออกแบบราง และก่อสร้างราง และระบบอื่นๆ ประกอบราง (เช่น หมอนรองราง การปรับพื้นที่เพื่อวางราง (อันรวมถึงสะพาน และอุโมงค์) และสัญญาณจราจร) ในฐานะเป็นโครงสร้างพื้นฐาน จึงเป็นการลงทุนที่ต้องใช้ความเข้มข้นของทุนสูง (Capital intensive) อันเนื่องมาจากธรรมชาติของรางเอง รางต้องมีวงในแนวตรงเป็นส่วนใหญ่ ทางโค้งของรางต้องมีความโค้งที่เหมาะสม ซึ่งมีรัศมีความโค้ง (Turning radius) กว้างกว่าถนนมาก² นอกจากนี้รางจะต้องเรียบ ได้ระดับที่เสมอกัน (Leveled) ความชันของรางต้องมีน้อยมาก (Gradient)³ การก่อสร้างรางจึงมีความยุ่งยากซับซ้อน และมีต้นทุนที่สูงกว่าการสร้างถนน การขยายโครงข่ายของราง จึงมีต้นทุนสูงมาก ส่วนใหญ่จึงเป็นการลงทุนจากภาครัฐ

การตัดสินใจใช้การขนส่งระบบราง จึงขึ้นอยู่กับว่า โครงข่ายของรางนั้นครอบคลุมพื้นที่ที่มากน้อย กว้างขวาง เพียงใด ยังมีโครงข่ายที่ครอบคลุม (Extensive network) ก็จะทำให้การใช้การขนส่งระบบรางเป็นที่น่าสนใจ อย่างน้อยในเชิงต้นทุน และจะทำให้ศักยภาพในการดำเนินนโยบายลดก๊าซเรือนกระจกสูงตามไปด้วย

5.1.3. การผสมผสานรูปแบบต่างๆ ของการขนส่งทางบก

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ทางเลือกต่างๆ ของการขนส่งทางบก มีลักษณะจำเพาะที่แตกต่างกัน (ดังสรุปได้ในตาราง 2) และมีรูปแบบในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งทำให้สามารถเลือกใช้รูปแบบต่างๆ ผสมผสานกัน เพื่อให้ได้เป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ หากมีการวางแผนที่ดี และมีการประสานงาน (Coordination) ระหว่างผู้เกี่ยวข้องต่างๆ อย่างดีพอควร แต่การขนส่งทางบกทั้งหมด จำเป็นต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานทั้งในเชิงกายภาพและในเชิงระบบที่รัฐต้องมีบทบาทในการลงทุน หรือ ชี้นำ หรือกำหนด “แนวทาง” หากรัฐไม่ลงทุนเอง เพราะไม่ว่าจะเป็นถนนหรือราง ต่างก็ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการสร้างเมือง หรือกำหนดการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่ต่างๆ หากขาดการวางแผนที่ดี จะนำมาสู่ปัญหาการจราจร ต้นทุนทางเศรษฐกิจที่สูงเกินควร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากเกินไปจนเกินความจำเป็น

² ยานพาหนะในระบบราง มีรัศมีวงโค้งตั้งแต่ 50 ฟุต ไปจนถึง 100 ฟุต (แล้วแต่ความยาวของขบวนรถ) ในขณะที่รถบัส หรือรถประจำทาง จะใช้รัศมีประมาณ 30-40 ฟุตเท่านั้น

³ ความชันของรางส่วนใหญ่ประมาณ 1 ใน 40 (นั่นคือ ถ้าระดับของรางสูงห่างกัน 1 เมตร (ในแนวตั้ง) ระหว่างสองจุดใดๆ สองจุดนี้ ต้องห่างกันไม่ต่ำกว่า 40 เมตร (ในแนวนอน) แต่ความชันของถนน อาจสูงถึง 1 ใน 6 ได้

ในการลดก๊าซเรือนกระจก การวางแผนการขนส่งทางบก จะช่วยให้มีการใช้รูปแบบการขนส่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำเพิ่มมากขึ้น ผ่านการลดต้นทุนเปรียบเทียบ (Relative costs) ที่เกี่ยวข้องของรูปแบบที่ต้องการ ในขณะเดียวกันก็เพิ่มต้นทุนเปรียบเทียบของรูปแบบที่ต้องการให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนในทางตรงหรือทางอ้อม ต้นทุนที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน (คูตฉาง

ตาราง 2 ลักษณะจำเพาะของทางเลือกต่างๆ ในการขนส่งทางบก

คุณสมบัติ/ลักษณะ จำเพาะ	ทางเลือก					
	เดิน	จักรยาน	จักรยานยนต์	รถยนต์	รถประจำ ทาง	รถไฟ/ รถไฟฟ้า
ความเร็ว	★	★★	★★★	★★★★	★★	★★
ความสะดวกสบาย	★	★★	★★	★★★★	★★	★★
ความยืดหยุ่น/คล่องตัว	★★★	★★	★★	★★	★	★
ระยะทาง	★	★★	★★	★★★★	★★	★★★★
การพึ่งพาโครงข่าย	-	★	★	★★	★★	★★★★
การพึ่งพาทางเลือกอื่นๆ	★	★★	★	★	★★	★★★★
การบำรุงรักษา	★	★★	★★★★	★★★★	★	★
การปล่อยก๊าซเรือน กระจก	★	★	★★★★	★★★★	★★	★
ความสามารถในการ บรรทุก (payload)	★	★	★★	★★	★★★★	★★★★
ต้นทุนในการใช้ต่อหัว	★★	★★	★★★★	★★★★	★	★
ผลกระทบต่อผู้เดินทาง คนอื่นๆ	★	★	★★	★★★★	★	★
ระยะทางที่เหมาะสม (กิโลเมตร)	<0.8-1.0*	<3*	>3-13* หรือ มากกว่า	>3-13* หรือ มากกว่า	10-40**	<500***

หมายเหตุ: ★ ต่ำ; ★★ ปานกลาง; ★★★ สูง; - ไม่มี

ที่มา: *http://www.fairfaxcounty.gov/planning/tod_docs/walking_distance_abstracts.pdf

** ระยะทางของสายรถประจำทางไม่ควรใช้เวลาเกิน 1 ชั่วโมง ตลอดสาย

***จากภาพ (ด้านล่าง)

ตาราง 3 ต้นทุนที่เกี่ยวข้องของการขนส่งทางบกในทางเลือกต่างๆ

ต้นทุน	ทางเลือก					
	เดิน	จักรยาน	จักรยานยนต์	รถยนต์	รถประจำทาง	รถไฟ/รถไฟฟ้า
ต้นทุนในการเข้าถึงทางเลือก	★	★★	★★	★★★	★★	★★
ต้นทุนคงที่ในการใช้ทางเลือก	-/★ (ในกรณีผู้พิการ)	★★	★★★	★★★	★	★
ต้นทุนเวลา	★★★	★★	★	★	★★	★★
ต้นทุนแปรผันในการใช้ทางเลือก	★	★★	★★★	★★★	★★	★★
ต้นทุนในการพัฒนาโครงข่ายและโครงสร้างพื้นฐาน	-	★	★★	★★	★★	★★★
ต้นทุนในการเปลี่ยนไปใช้ทางเลือกอื่น	-	★★	★★	★★★	★	★
ต้นทุนที่เกิดจากความแออัด	★	★	★★	★★	★★	★★
ความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ	★	★★	★★★	★★★	★★	★
ความเสี่ยงต่อยานพาหนะสูญหาย	-	★	★★★	★★★	-	-

หมายเหตุ: ★ ต่ำ; ★★ ปานกลาง; ★★★ สูง; - ไม่มี

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงต้นทุนโดยเปรียบเทียบของรูปแบบการขนส่งอันหนึ่ง ย่อมจะมีผลต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งรูปแบบอื่นๆ ไปโดยปริยาย อีกทั้งยังมีความน่าจะเป็นในการเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ด้วย ดังนั้นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางบก จึงควรได้รับการพิจารณาและวางแผนจากสถาบัน (Institution) ที่มีความเป็นเอกภาพ หรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีเอกภาพในการร่วมมือและประสานงานกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และป้องกันการเกิดผลข้างเคียงที่ไม่

พึงประสงค์ นอกจากนั้นวัตถุประสงค์ของการขนส่งนั้นมีหลายประการ ตั้งแต่ความสะดวกสบายของผู้โดยสาร ซึ่งมีความสำคัญในอันดับต้นๆ ยังต้องพยายามบรรลุวัตถุประสงค์ในการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ หรือภูมิภาคนั้น อีกทั้งยังต้องตระหนักถึงบทบาท (Contribution) ของการขนส่งทางบกทั้งหมด ต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย วัตถุประสงค์เหล่านี้ มีอาจบรรลุได้พร้อมกัน ประเด็นที่สำคัญที่สุดคือ การ Trade-off หรือการแลกเปลี่ยนระหว่างเป้าหมายต่างๆ ว่ามีเหตุผลสนับสนุน (Justification) ที่สังคมโดยรวมรับได้หรือไม่

5.2. การขนส่งทางน้ำ (Water transportation)

การขนส่งทางน้ำ เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจอย่างมาก ตั้งแต่ช่วงศตวรรษที่ 15 เป็นต้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งทางทะเล เนื่องจาก 3 ใน 4 ของผิวโลกเป็นน้ำ ไม่ว่าจะเป็นน้ำทะเล หรือน้ำในแม่น้ำ หรือทะเลสาบก็ตาม อนึ่งแรงลอยตัว (Buoyancy) ของน้ำ ซึ่งต้านแรงดึงดูด (Gravity) ของโลก ทำให้เรือสามารถบรรทุกของและผู้โดยสารได้เป็นจำนวนมากในแต่ละเที่ยว ขนาดของสินค้าก็ไม่ใช่ข้อจำกัด เพราะโครงสร้างพื้นฐาน นอกจากเรือและท่าเรือแล้ว ก็คือทะเล หรือพื้นน้ำเท่านั้น ต้นทุนต่อหน่วยในการขนส่งจึงต่ำมาก ทำให้สินค้าส่วนใหญ่ในโลก กว่าร้อยละ 90 มีการขนส่งทางน้ำ (OECD, 2008) อย่างไรก็ตาม น้ำเป็นสารที่มีแรงต้านสูงมาก การเคลื่อนที่ไปในน้ำจึงต้องอาศัยพลังงานสูง และไม่สามารถทำความเร็วได้เสมือนหนึ่งการขนส่งด้วยรางหรือถนน Spielmann and Scholz (2005) พบว่าการใช้พลังงานของการขนส่งทางน้ำโดยเรือ อยู่ที่ประมาณ 0.38 เมกกะจูลต่อตันกิโลเมตร (MJ/tkm) สูงกว่ารถไฟเล็กน้อย อันเนื่องมาจากแรงต้านของน้ำ แต่ก็ยังใช้พลังงานต่ำกว่ารถบรรทุกมาก

การขนส่งทางน้ำอาจแบ่งออกได้เป็น การขนส่งทางทะเล และการขนส่งทางน้ำอื่นๆ ทำให้ความนิยมการขนส่งทางน้ำสำหรับผู้โดยสารลดลงอย่างรวดเร็ว การเดินทางด้วยเรือเดินสมุทร ถูกแทนที่ด้วยสายการบิน ที่เหลืออยู่เป็นการท่องเที่ยวเป็นหลัก (Holiday cruises) และการเดินทางด้วยเรือในลักษณะการเดินทางในระยะสั้น (เช่น เรือประจำทางตามแม่น้ำ เรือข้ามฟาก เรือประจำทางตามชายฝั่ง เป็นต้น)

5.2.1. การขนส่งทางทะเล (Maritime transportation)

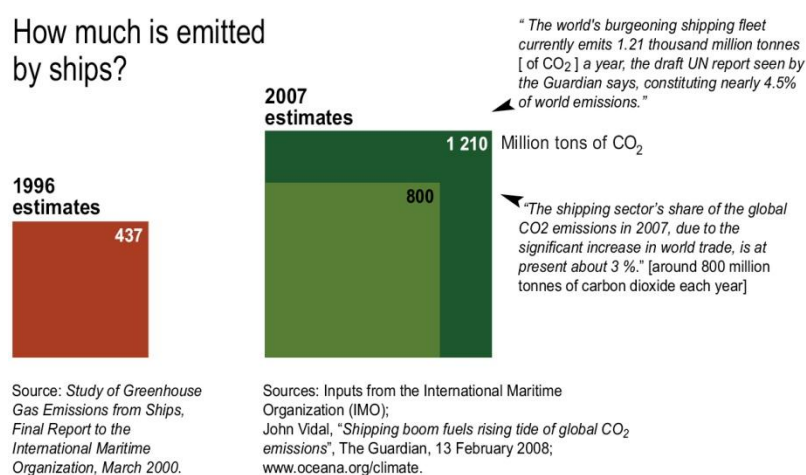
การขนส่งทางทะเลนับได้ว่าเป็นกระดูกสันหลังของการค้าระหว่างประเทศเลยทีเดียว เพราะสินค้าส่วนใหญ่ จะได้รับการขนส่งด้วยทางทะเล เว้นเสียแต่สินค้าที่ต้องการความรวดเร็ว การขนส่ง

⁴ รอยนต์ส่วนบุคคล บรรทุกผู้โดยสารได้ประมาณ 7 คน รถบัสส่วนใหญ่ บรรทุกได้ประมาณ 100 คน (ขึ้นและนั่ง) รถไฟ บรรทุกผู้โดยสารได้ 500-1,000 คน เครื่องบินโดยสาร บรรทุกได้ประมาณ 100-500 คน ในขณะที่เรือเดินสมุทร อาจมีผู้โดยสารได้สูงถึง 3,000 คน หรือมากกว่านั้น (เราสามารถอนุมานในลักษณะเดียวกันสำหรับสินค้า)

ทางทะเลใช้ระยะเวลายาวนานกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากข้อจำกัดด้านความเร็ว ที่มีประมาณ 15-20 knot (ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง)⁵

ด้วยความสามารถในการขนส่งปริมาณมาก การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยของการขนส่งทางทะเล จึงต่ำที่สุดในบรรดาการขนส่งที่ใช้เครื่องจักร OECD (2008) ระบุว่าจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับ 10-15 กรัมต่อตัน-กิโลเมตรในขณะที่รถไฟจะอยู่ในช่วง 19-41 กรัมต่อตัน-กิโลเมตร รถบรรทุก 51-91 กรัมต่อตัน-กิโลเมตร และการบิน 673-867 กรัมต่อตัน-กิโลเมตร แต่เมื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด การขนส่งทางทะเลปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 1,120 เมตริกตัน หรือเป็นสามเท่าของการขนส่งทางอากาศ และอยู่ในระดับที่สูงกว่าประเทศเยอรมนีทั้งประเทศ แต่ยังคงต่ำกว่าประเทศอินเดีย นอกจากนี้ Corbett and Fischbeck (1997) ยังระบุว่า การขนส่งทางทะเลปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนถึงร้อยละ 14 ของการสันดาปเชื้อเพลิงทั้งหมดในโลก และปล่อยออกไซด์ของซัลเฟอร์มากถึงร้อยละ 16 ของการใช้ปิโตรเลียมของทั้งโลก

ภาพ 6 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเรือเดินทะเล



รูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางทะเลมีความคล้ายคลึงกันมาก ส่วนใหญ่คือเรือขนส่งสินค้าและขนส่งน้ำมัน ความเร็วของเรือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อย หากเพิ่มความเร็วอีกร้อยละ 4 จะเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกถึงร้อยละ 13 ประเด็นที่น่าสนใจเป็นพิเศษอีกประเด็นหนึ่งคือ การขนส่งทางทะเลส่วนใหญ่กระทำในทะเลหลวง (High sea)

⁵ 1 knot เทียบเท่ากับความเร็วประมาณ 1.151 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ 1.852 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้นเรือเดินสมุทรส่วนใหญ่มีความเร็วประมาณ 20-40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งเป็นความเร็วในระดับจักรยาน ช้ากว่ารถยนต์และรถไฟอย่างน้อยประมาณ 2 เท่าตัว และช้ากว่าเครื่องบินประมาณ 100 ถึง 200 เท่า

⁶ หน่วย ตัน-กิโลเมตร (Tonne-Kilometre หรือ TK หรือ tkm) หมายถึง การเคลื่อนที่ของวัตถุน้ำหนัก 1 ตัน ไปในระยะทาง 1 กิโลเมตร

หรือน่านน้ำสากล (International waters) ซึ่งมีได้อยู่ในเขตอำนาจรัฐของรัฐใดเป็นพิเศษ การขนส่งรูปแบบนี้จึงตกอยู่ในบังคับของกฎหมายระหว่างประเทศว่าด้วยกฎหมายทะเล

ต้นทุนในการขนส่งด้วยการขนส่งทางทะเล อยู่ในระดับต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนที่เป็นค่าขนส่ง (Freight charge) จริงๆ เนื่องด้วยความจุ (Capacity) ในระดับมหาศาล นอกจากนี้ต้นทุนในการดำเนินการขนส่งก็ลดลงอย่างมาก ภายหลังการคิดค้นระบบคอนเทนเนอร์ (Container) หรือตู้บรรทุกสินค้ามาตรฐาน ซึ่งทำให้การขนย้ายสินค้าภายในคอนเทนเนอร์ขึ้นลงเรือ และไปสู่รูปแบบการขนส่งอื่นๆ (รถบรรทุก และรถไฟ) เป็นไปด้วยความรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ต้นทุนที่มีใช้ตัวเงินในการนำสินค้าให้ไปถึงเรือ และขึ้นจากเรือมาถึงจุดหมายนั้น เป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผ่านตัวแทนขนส่งสินค้า (Shipping) ที่ต้องมีความยุ่งยากและมีเอกสารจำนวนมาก เวลาที่ต้องเสียไปในขั้นตอนต่างๆ และความฉุกเฉินที่เกิดขึ้น และต้นทุนที่สูงที่สุด คือต้นทุนเวลา ที่จะต้องเสียไประหว่างการเดินทาง (Transit time)

5.2.2 การขนส่งทางน้ำอื่นๆ

นอกจากการขนส่งทางทะเล การขนส่งทางน้ำอื่นๆ มักจะเกิดขึ้นในพื้นที่น้ำภายในแต่ละประเทศ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง และทะเลสาบ รวมทั้งการขนส่งชายฝั่ง (Coastal shipping) ด้วย รวมไปถึงการเดินทางจากแผ่นดินใหญ่ไปสู่เกาะต่างๆ ด้วย ซึ่งจะมีระยะทางที่สั้นกว่าการขนส่งทางทะเล และมีปริมาณสินค้าและผู้โดยสารในจำนวนที่จำกัด ข้อได้เปรียบประการหนึ่งของการขนส่งทางน้ำ คือชุมชนต่างๆ มักเกิดขึ้นริมน้ำ การขนส่งทางน้ำ จึงมีโอกาเข้าหาพื้นที่ที่มีความต้องการการขนส่งได้ดี โดยไม่ต้องพึ่งพาการสร้างโครงสร้างพื้นฐานอย่างขนานใหญ่ เพียงแค่ท่าเรือ หรือจุดจอดเรือที่เหมาะสมก็สามารถทำการขนส่งได้แล้ว และไม่ต้องวางแผนการขนส่งอย่างซับซ้อนเช่นการขนส่งทางบก

การขนส่งทางน้ำจึงเป็นทางเลือกรูปแบบหนึ่งในการขนส่งที่จะช่วยบรรเทาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ รวมทั้งใช้ร่วมกับการขนส่งรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้านการขนส่ง (เช่น การลดการจราจรติดขัด) ได้ด้วยเช่นกัน

5.3. การขนส่งทางอากาศ (Air transportation)

การขนส่งทางอากาศ เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีความเร็วในการขนส่งสูงที่สุด นั่นคือสามารถไปยัง ณ ที่ใดในโลกก็ได้ ภายในเวลาเพียงไม่เกิน 48 ชั่วโมง การขนส่งทางอากาศมีการขยายตัวในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งผู้โดยสารเพื่อการท่องเที่ยวและธุรกิจ และการขนส่งสินค้าที่ต้องการความรวดเร็ว หรือต้องการความปลอดภัยสูง (Exotic goods) อย่างไรก็ตามการขนส่งทางอากาศก็มีต้นทุนสูงมากที่สุดในบรรดาแบบการขนส่งต่างๆ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเทคนิคของอากาศยานและท่าอากาศยาน ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยนั้นสูง

อย่างไรก็ตาม การขนส่งทางอากาศนั้นอยู่ภายใต้กฎระเบียบเงื่อนไขหลายประการ เกี่ยวข้องกับหน่วยงานต่างๆ มากมาย ทั้งระดับชาติ และระดับนานาชาติ ซึ่งมีความซับซ้อนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในระดับสูง จึงมีมาตรการต่างๆ มากมาย ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อคุ้มครองอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้โดยสาร สินค้า ผู้ปฏิบัติงาน และสาธารณชน แม้ว่าในปัจจุบันความเสี่ยงเหล่านี้จะลดลงเป็นอย่างมากก็ตาม หากพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย การขนส่งทางอากาศมีการปล่อยมลพิษต่างๆ ในระดับสูง ซึ่งรวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย และมลพิษที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เช่น มลพิษทางเสียง เป็นต้น การขนส่งทางอากาศจึงยังมีมาตรการด้านต่างๆ ที่มากอຍก้ากับดูแลอย่างเข้มข้น และมีแนวโน้มที่จะมีมาตรการด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้นในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านสิ่งแวดล้อม อันเป็นผลจากการขยายตัวของการขนส่งทางอากาศ และข้อกังวลเกี่ยวกับบทบาทของการบินต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ต้นทุนด้านค่าขนส่งของการขนส่งทางอากาศซึ่งอยู่ในระดับสูง จึงเป็นผลจากต้นทุนโดยตรง ประกอบกับต้นทุนอันเกิดจากมาตรการต่างๆ ที่ใช้บังคับอยู่ อย่างไรก็ตาม ความรวดเร็วของการขนส่งทางอากาศ ทำให้ต้นทุนที่มีใช้ตัวเงิน โดยเฉพาะเวลาขนส่งนั้นสั้นลงมาก ยิ่งเส้นทางนั้นไกลขึ้น เวลาที่ประหยัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการขนส่งอื่นๆ จะยิ่งเด่นชัด (เช่น เส้นทางที่มีระยะทางเกินกว่า 1,000 กิโลเมตร ขึ้นไป) ต้นทุนที่มีใช้ตัวเงินที่เพิ่มสูงขึ้นของการขนส่งทางอากาศ คือการเดินทางไปและมายังท่าอากาศยาน และช่วงก่อนและหลังการบิน ภายหลังจากเหตุการณ์ 9/11 ในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2001 ทำให้ขั้นตอนความปลอดภัยมีความเข้มงวดขึ้นมาก ไม่ว่าจะเป็นผู้โดยสารหรือสินค้า เวลาที่ต้องเสียไปและความไม่สะดวกสบายของผู้เดินทาง เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันการขยายตัวของการขนส่งทางอากาศ ทำให้ต้องมีการขยายท่าอากาศยานที่มีพื้นที่กว้างขวางกว่าเดิม ส่งผลให้ท่าอากาศยานที่มีขีดความสามารถในการรองรับผู้โดยสารและสินค้าได้สูง ต้องอยู่ห่างไกลจากเมืองและศูนย์กลางธุรกิจ ส่งผลให้ต้นทุนที่แท้จริงในการขนส่งทางอากาศสูงมาก เมื่อรวมการเดินทางไปและมายังท่าอากาศยาน Fallow (2001) กล่าวว่า การบินที่มีระยะทางต่ำกว่า 500 ไมล์ (800 กิโลเมตร) มีต้นทุนเวลาในการเดินทางสูงกว่าการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลมาก

โครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางอากาศ มีความจำเป็นต้องอาศัยการลงทุนสูง เพื่อให้สอดคล้องและไม่ขัดต่อกฎระเบียบต่างๆ (Compliance) กับมาตรการด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความปลอดภัยในการเดินอากาศ อันรวมไปถึงบริการด้านวิทยุการบินและควบคุมการจราจรทางอากาศด้วย แม้ว่ารัฐจะมีได้เป็นผู้ลงทุนเองในโครงสร้างพื้นฐาน รัฐจำเป็นต้องมีบทบาทอย่างมากในการกำกับดูแลกิจการหรือธุรกิจที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางอากาศ

6. มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง

ภาคขนส่งประกอบไปด้วยรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกันไป มีต้นทุนในการขนส่งทางตรงที่หลากหลาย ในขณะที่เดียวกัน ก็มีต้นทุนทางอ้อม ทั้งที่เป็นตัวเงิน และมีใช้ตัวเงินแตกต่างกันออกไปอีกมากมายหลายลักษณะ จึงเป็นโอกาส (Opportunity) ที่เอื้อให้เกิดการวางแผนการขนส่งได้มากมาย โดยการผสมผสานรูปแบบการขนส่งที่ต่างกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจต่างๆ เช่น การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transport หรือ Combined transport) นำรูปแบบการขนส่งตั้งแต่สองรูปแบบขึ้นไปมาผสมกัน เพื่อทำการขนส่งสินค้าให้รวดเร็วขึ้นกว่าการใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในต้นทุนค่าขนส่งที่รับได้ (คุ้มค่ากับเวลาที่ประหยัดได้) และมีต้นทุนธุรกรรม (Transaction cost) ในการดำเนินการที่ต่ำที่สุด โดยการใช้เอกสารหรือหลักฐานทางกฎหมายเพียงชุดเดียว

เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็นต้นทุน เวลา หรือความสะดวกสบายในการขนส่ง ที่สามารถเลือกผสมผสานรูปแบบการขนส่งให้เหมาะสมได้ การลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดผลกระทบทางลบของภาคขนส่งต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก็สามารถทำได้ด้วยการวางแผนผสมผสานรูปแบบการขนส่งให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับที่ต้องการ ทางเลือกทางนโยบาย (policy options) ของภาคขนส่งมีอยู่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม บทบาทของภาครัฐในภาคขนส่งเป็นสิ่งที่ไม่อาจปฏิเสธได้ ความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งโดยเอกชนจะมีสัมฤทธิ์ผลในระดับที่จำกัดมาก หากรัฐมิได้ทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่เหมาะสม

6.1. การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก

การขนส่งทางบกเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีผู้มีส่วนได้เสียเกี่ยวข้องจำนวนมากที่สุด เพราะทุกคนจำเป็นต้องใช้การขนส่งทางบก ไม่รูปแบบใดก็รูปแบบหนึ่ง ไม่มากก็น้อยทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาในบริบทของประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่ใช้การขนส่งทางบกเป็นรูปแบบการขนส่งหลัก เมื่อพิจารณาลักษณะของต้นทุนการขนส่งทางบกในรูปแบบต่างๆ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้ว จะเห็นได้ว่า การขนส่งทางบกมีศักยภาพ (Potential) และโอกาส (Opportunity) ในการลดก๊าซเรือนกระจกที่สูงมาก

6.1.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางบก

เมื่อพิจารณาในเชิงพื้นที่ จะเห็นได้ว่า ภายในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะมีผู้ใช้บริการการขนส่งทางบกอยู่จำนวนมาก และแต่ละราย จะตัดสินใจเลือกรูปแบบของการขนส่งทางบกตามลักษณะต้นทุนและความพอใจของตนเอง ภายในพื้นที่นั้น จะมีโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งที่หลากหลาย บางโครงสร้างพื้นฐานสามารถใช้ร่วมกันได้มากกว่าหนึ่งรูปแบบ เช่น ถนน สามารถให้คนเดิน

ให้จักรยานวิ่ง รวมทั้งให้รถยนต์และรถจักรยานยนต์วิ่งได้ด้วย บางโครงสร้างพื้นฐานจำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานอื่นรองรับในลักษณะเป็นโครงข่าย เช่น รถไฟ หรือรถไฟฟ้าใต้ดิน มีเส้นทางที่แน่นอน ผู้ใช้บริการที่อยู่ห่างจากเส้นทาง จำเป็นต้องเดิน หรือโดยสารรถประเภทอื่นๆ ก่อน เพื่อจะไปใช้รถไฟ หรือรถไฟฟ้าดังกล่าวได้

การตัดสินใจของแต่ละคน จึงมีผลต่อรูปแบบการขนส่งที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ รวมทั้งการตัดสินใจของบุคคลอื่นๆ ในพื้นที่เดียวกันด้วย เช่น การเลือกเดินทางด้วยการเดินของคนๆ หนึ่ง จะลดปริมาณรถยนต์ที่ถนน นั้นอาจใช้ ทำให้ถนนโล่งขึ้น ส่งผลให้คนอื่นๆ ที่เหลือ หันมาเลือกใช้รถยนต์ เพราะถนนว่าง หรือ ในกรณีที่ทุกๆ คนเลือกใช้รถยนต์ ทำให้เกิดการจราจรแออัด (Congestion) ทำให้ต้นทุนในการเดินทางด้านเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมาก คนอื่นๆ ที่เหลืออยู่ อาจตัดสินใจใช้การเดิน หรือรูปแบบการขนส่งอื่นๆ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ถนน การตัดสินใจเหล่านี้ ส่งผลไปถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันด้วย

จะเห็นได้ว่า การตัดสินใจของผู้โดยสารแต่ละคน จะมีผลต่อการตัดสินใจของบุคคลอื่นด้วย ผลดีที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของคนๆ หนึ่ง ย่อมเป็นประโยชน์ต่อผู้โดยสารคนอื่นๆ ด้วย (ดังตัวอย่างข้างต้น คนที่ไม่ใช้รถ ทำให้ถนนว่าง ทำให้คนใช้รถยนต์คนอื่นๆ ได้ประโยชน์) ในขณะเดียวกัน ผลเสียที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจของคนๆ หนึ่ง ย่อมส่งผลเสียไปยังบุคคลอื่นๆ ด้วย จึงอาจเกิดพฤติกรรมการเป็นกาฝาก (Free-riding) นั่นคือต่างคนต่างก็คิดว่า ถ้ารถติดมากๆ คนอื่นๆ ก็จะเลือกไปใช้รูปแบบการขนส่งอื่นเอง อย่างไรก็ตาม หากทุกคนคิดแบบเดียวกันหมด จะเกิดเหตุการณ์ที่เรียกว่า Prisoners' Dilemma ที่แย่ที่สุด ทุกคนก็ได้รับผลเสียจากการจราจรแออัดทั้งหมด รวมทั้งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมากมายเกินจำเป็น

ผู้โดยสารหรือผู้ที่เดินทางของการขนส่งทางบก มีจำนวนมากมายมหาศาล และมีการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับต้นทุนโดยเปรียบเทียบ ทำให้พฤติกรรมการเดินทางของคนจำนวนมากเช่นนี้ ยากแก่การกำกับดูแล และยากที่จะทำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แม้ว่าการประชาสัมพันธ์ในเรื่องดังกล่าวยังคงเป็นสิ่งจำเป็นก็ตาม ผู้ที่มีความเข้าใจและพยายามลดก๊าซเรือนกระจก จะถูกเอาเปรียบด้วยผู้ที่ไม่สนใจเรื่องนี้โดยปริยาย

อย่างไรก็ตาม การขนส่งทางบก มีจำนวนผู้มีส่วนได้เสียจำกัด (เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้โดยสาร) ในส่วนของผู้ผลิตยานพาหนะ ไม่ว่าจะเป็น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก หรือรถไฟ รวมไปถึงผู้ให้บริการ (Operator) ของรูปแบบต่างๆ ผู้ผลิต (Manufacturer) รถยนต์ทุกประเภท มีจำกัดอยู่ในเพียง 56 ประเทศทั่วโลก (OICA, 2010) และไม่น่าจะมีเกิน 300 ราย (ยี่ห้อย) ซึ่งหากรวมกับจักรยานยนต์ และรถไฟ (รวมรถจักรสำหรับระบบราง) ไม่น่าจะมีเกิน 400 ราย ซึ่งเป็นโอกาสให้เกิดความร่วมมือในการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขาได้ องค์การนานาชาติของผู้ผลิตยานยนต์ หรือ OICA หรือ Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles เป็นตัวอย่างหนึ่งในการรวมตัวของผู้ผลิตรถยนต์ทั่วโลก และได้มีการเสนอแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกออกมาเช่นกัน

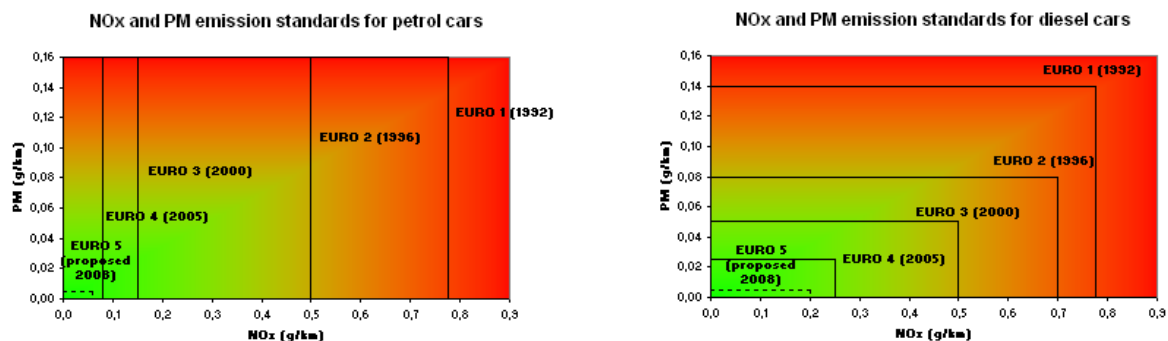
นอกจากผู้ผลิตยานยนต์แล้ว สินค้าที่ใช้ประกอบกันที่สำคัญที่สุด คือ เชื้อเพลิง ในโลกนี้มีผู้ผลิตเชื้อเพลิงน้อยรายมาก น้อยกว่าผู้ผลิตยานยนต์เสียอีก มีผู้ผลิตรายใหญ่เพียง 5 ราย และมีทั้งสิ้นประมาณ 139 ราย (EconomyWatch, 2010) การผลิตเชื้อเพลิง ซึ่งอยู่ในภาคพลังงาน จึงเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่จะมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งได้เกือบทั้งหมด

6.1.2 การกำหนดมาตรฐาน

การกำหนดมาตรฐาน เป็นแนวทางปฏิบัติของการขนส่งทางบกอยู่แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานที่เกี่ยวกับความปลอดภัย ซึ่งมาตรฐานการปล่อยมลพิษ เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานในลักษณะนี้อยู่แล้ว การกำหนดมาตรฐาน มีแนวความคิดเบื้องหลังทางเศรษฐศาสตร์อยู่ นั่นคือ การหาจุดที่เหมาะสมที่สุดในการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์นั้นทำได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความอ่อนไหวของการปล่อยมลพิษ จากการจับจ่ายยานยนต์และสภาพแวดล้อม ต้นทุนธุรกรรม (Transaction cost) ต้นทุนในการติดตาม (Monitoring cost) และต้นทุนในการบังคับใช้ (Enforcement cost) จึงอยู่ในระดับที่สูงมาก ทำให้ต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากในการติดตามให้ได้มาซึ่งจุดที่เหมาะสมที่สุดในการปล่อยมลพิษ (ดู นิธินันท์, 2552 หน้า 187) อย่างไรก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศที่ก้าวหน้า การติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายบุคคลอาจเป็นไปได้ในอนาคต เพราะต้นทุนในการติดตามต่ำลง ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบก๊าซเรือนกระจก และมลพิษต่างๆ ที่มีขนาดเล็กลง และราคาต่ำลง รวมทั้งการสื่อสารไร้สาย และระบบดาวเทียมที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย (ดูตัวอย่างของประเทศสวีเดนและแลนด์ได้ ใน นิธินันท์, 2552 หน้า 183-184 หรือปัจจุบันมีผู้ประกอบการหลายรายใช้ระบบการนำทางและติดตามด้วยดาวเทียม (GPS) มาควบคุมการขนส่งของตนเองมากขึ้นเรื่อยๆ)

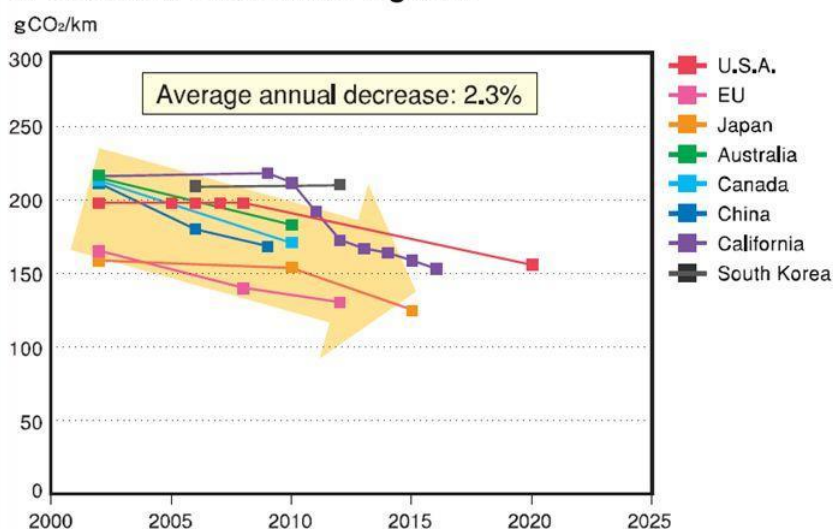
มาตรฐานจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถบังคับใช้ได้ง่าย โดยไม่ต้องมีการติดตามในภายหลัง และสามารถตรวจสอบก่อนนำไปใช้งานจริงว่า เครื่องยนต์ต่างๆ นั้นได้มาตรฐานหรือไม่ แม้ในความเป็นจริง บางสถานการณ์เครื่องยนต์เดียวกันนั้น อาจปล่อยมลพิษมากหรือน้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนดนั้นก็ได้อีก มาตรฐานจึงจำเป็นต้องตั้งไว้ที่ระดับที่ต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมที่สุด (Suboptimal) หรือเท่ากับจุดที่เหมาะสมที่สุด หากตั้งมาตรฐานไว้ที่ระดับที่สูงกว่าจุดที่เหมาะสมที่สุด มาตรฐานจะกลายเป็นต้นทุนที่ทำให้สูญเสียทรัพยากรไปในการมลพิษ มากกว่าผลเสียที่เกิดจากมลพิษนั่นเอง ด้วยการอนุมานเช่นเดียวกัน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก ก็อยู่ในบริบทเดียวกันนี้ อนึ่งการหาจุดที่เหมาะสมที่สุด เป็นไปได้ยาก และจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชี้ว่าเป็นจุดใด

ภาพ 7 มาตรฐานเครื่องยนต์เบนซินและดีเซลของยุโรป



ภาพ 8 แนวโน้มของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรถยนต์ในประเทศต่างๆ

Projected CO₂ Emissions for New Passenger Cars in Selected Countries/Regions



Source: Adapted from Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and Greenhouse Gas Emission Standards Around the World by Feng An and A. Sauer, Pew Center on Global Climate Change (2007)

6.1.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ (Efficiency enhancement)

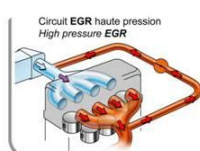
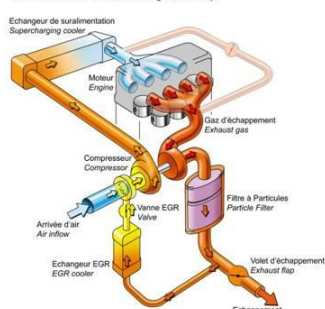
การวิจัยและพัฒนา (research and development) ด้านวิศวกรรมยานยนต์ มีส่วนอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ในปัจจุบัน ทำให้อายุการใช้งานมีประสิทธิผลมากขึ้น ใช้เชื้อเพลิงน้อยลง ผลิตรถยนต์ได้มากกว่าเดิม รวมทั้งปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงด้วย ไม่ว่าจะเป็นด้านเครื่องยนต์ ด้านอากาศยานศาสตร์ ด้านวัสดุศาสตร์ หรือนวัตกรรมใหม่ๆ ด้านยานยนต์ แต่การวิจัยและพัฒนาเป็นกิจกรรมที่มีต้นทุนสูง ซึ่งอาจต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐ ไม่เพียงเท่านั้น ความต้องการของผู้บริโภค จำเป็นต้องสะท้อนให้ผู้ผลิตเห็นว่า ยานยนต์ที่ผลิตขึ้นด้วยการตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการประสิทธิภาพของยานยนต์ที่เพิ่มขึ้น อาจส่งผลทางลบต่อสิ่งแวดล้อมได้ หากผู้เดินทางเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการใช้

ยานพาหนะ เมื่อเห็นว่ายานยนต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น อาจมีการเปลี่ยนพฤติกรรมมาใช้รถยนต์ส่วนตัวมากขึ้น (มิได้หมายความว่าถึงซื้อรถยนต์ใหม่เท่านั้น แต่หมายถึงการใช้งานที่ถี่หรือบ่อยครั้งขึ้น และมีระยะทางไกลขึ้น) ในท้ายที่สุด ประสิทธิภาพยานยนต์เพียงอย่างเดียว อาจไม่สามารถช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมได้

นอกจากประสิทธิภาพของยานยนต์แล้ว การพัฒนาคุณภาพของเชื้อเพลิงเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง ที่ช่วยลดมลภาวะและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยเฉพาะพลังงานทดแทน และพลังงานหมุนเวียน ตลอดจนวิธีการขนส่งและกระจายเชื้อเพลิงที่เหมาะสม (เช่น การใช้ท่อ และการจำหน่ายเชื้อเพลิงในราคาสูง สำหรับบริเวณที่ต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น) ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ OICA ให้การสนับสนุน

ภาพ 9 ตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกในเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

EGR basse pression - Low pressure EGR
Recirculation des gaz d'échappement par une boucle froide
Exhaust Gas Recirculation through Cold Loop

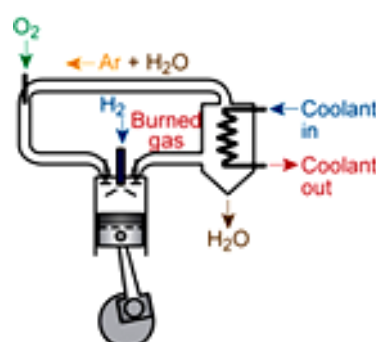
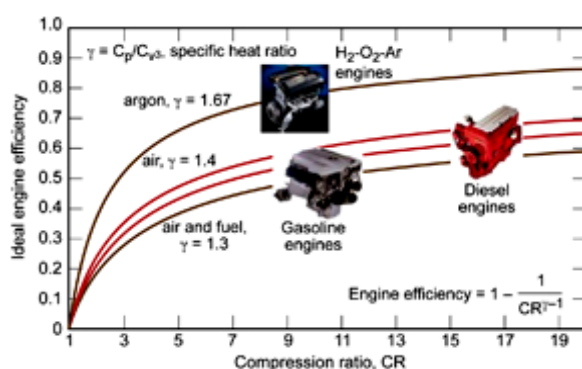


EGR basse pression : moins d'émissions polluantes, meilleur rendement de combustion donc moins de CO₂ émis.
Low pressure EGR: less polluting emissions, improved combustion, thus less CO₂.



ที่มา: Renault (2010); Green Car Congress (2005)

ภาพ 10 ตัวอย่างของการพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้ไฮโดรเจน ออกซิเจน และอาร์กอน ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง



ที่มา: https://www-eng.llnl.gov/spec_cap_fac/spec_cap_engine.html

6.1.4 การใช้ภาษี

การใช้ภาษีในการลดมลพิษ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นเครื่องมือทางนโยบายที่ใช้มานาน ตั้งแต่การเสนอความคิดของ A.C. Pigou ในปี ค.ศ. 1912 เป็นต้นมา โดยเชื่อว่า หากเราสามารถหาอัตราภาษีที่เหมาะสมต่อการขนส่งทางบกแล้ว นั่นคือ อัตราภาษีที่เทียบเท่ากับความแตกต่างของต้นทุนส่วนบุคคล และต้นทุนสังคม ปริมาณการใช้รถใช้ถนนจะอยู่ในระดับที่สังคมปรารถนา เพราะผลของภาษี ทำให้ผู้ที่สัญจรด้วยการขนส่งทางบกตระหนักถึงผลกระทบทางอ้อมที่ตนเองได้ก่อขึ้นแก่สังคม หรือที่เรียกกันว่า Internalisation การใช้ภาษีย่อมมีลักษณะคล้ายกับการกำหนดมาตรฐาน แต่สามารถกำหนดอัตราภาษีเป็นขั้นบันได ไม่ว่าจะเป็น Progressive (อัตราก้าวหน้า – เช่น ยิ่งใช้รถในระยะทางไกล ยิ่งต้องเสียภาษีในอัตราที่สูงขึ้น) หรือ Regressive (อัตราถดถอย – เช่น รถที่ผ่านการตรวจสอบแล้วประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ก็ได้รับลดหย่อนอัตราภาษี หรือรถที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือก จะเสียภาษีในอัตราต่ำลง) ก็ได้ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงนโยบาย ในขณะที่มาตรฐานไม่สามารถกำหนดเช่นนั้นได้

การจัดเก็บภาษีดังกล่าว สามารถปรากฏอยู่ในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บภาษีสรรพสามิต (Excise tax) การเก็บค่าผ่านทาง (Toll) การเก็บค่าธรรมเนียมการจราจรแออัด (Congestion charge) ซึ่งเป็นการเก็บโดยตรงจากการใช้โครงสร้างพื้นฐาน หรืออาจเป็นการเก็บภาษีทางอ้อม เช่น การกำหนดอายุการใช้งานของรถในประเทศญี่ปุ่น ทำให้ต้นทุนในการใช้รถสูงขึ้น (Iwata and Arimura, 2008)

ประเทศนิวซีแลนด์มีแนวคิดในการเก็บภาษี โดยพิจารณาจากห่วงโซ่มูลค่า (Value chain) ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ และเห็นว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งนั้น เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การเก็บภาษีจึงควรไปเก็บที่เชื้อเพลิง ซึ่งอยู่ในภาคพลังงาน มากกว่าที่จะมาเก็บจากภาคขนส่ง หรืออีกนัยหนึ่ง เชื่อว่า หากราคาของเชื้อเพลิงสะท้อนถึงต้นทุนทั้งหมด ตลอดจนต้นทุนสังคม (Social cost) ที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือมลพิษ ผู้บริโภค หรือผู้เดินทางจะสามารถทำการตัดสินใจให้ตนเองได้อย่างถูกต้องว่าควรใช้รูปแบบใดในการเดินทาง แนวความคิดนี้จึงปรากฏใน New Zealand Emissions Trading Scheme (NZ-ETS) ว่าภาคขนส่งที่จะเข้าร่วมกับตลาดซื้อขายคาร์บอนเครดิต จะมีเฉพาะการบินเท่านั้น แนวความคิดนี้สอดคล้องกับคำอธิบายของสหภาพยุโรป ภายหลังจากการนำระบบ European Union Emission Trading Scheme (EU-ETS) มาใช้เฉพาะกับการบิน⁷

OICA นำเสนอแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ภาษีไว้ด้วย โดยเสนอให้การจัดเก็บภาษีนั่นสะท้อนถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริง โครงสร้างของภาษีต้องสร้างแรงจูงใจ (incentive) แก่ผู้ขับขี่ หรือผู้เดินทางมีพฤติกรรมในการขับขี่และเดินทางที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งการเลือกต่างๆ

⁷ อย่างไรก็ตาม แนวความคิดพื้นฐานของ NZ-ETS และ EU-ETS มีความแตกต่างกันอย่างมาก กล่าวคือ NZ-ETS เห็นว่าควรจะใช้ Upstream approach คือกำหนดเป้าหมายหรือจำกัดการปล่อยคาร์บอน (cap) ณ จุดที่เริ่มห่วงโซ่มูลค่า แล้วให้โครงสร้างเศรษฐกิจทั้งหมด ทำการจัดสรรว่าภาระในการปฏิบัติตามให้ได้ตามเป้าหมายนั้น มีภาคส่วนใดแบกรับบ้าง นั่นคือ เริ่มต้นที่ภาคพลังงานก่อน แล้วภาคเศรษฐกิจอื่นๆ จะปรับตัวตามราคาของพลังงานที่เปลี่ยนไปอันเนื่องจากการกำหนดเป้าหมาย ส่วน EU-ETS เห็นว่าควรจะใช้ Downstream approach กล่าวคือควรจะให้ผู้บริโภคเป็นผู้ตัดสินใจว่า จะเลือกใช้ชีวิตอย่างไร การกำหนดเป้าหมายการปล่อยคาร์บอน จึงควรเป็นการกำหนดในทุกๆ ภาคเศรษฐกิจ (extensive coverage)

ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งด้วย ซึ่งในปัจจุบันอาจยังเป็นไปได้ยาก แต่มีความเป็นไปได้ในอนาคตด้วย เทคโนโลยีสารสนเทศ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

6.1.5 การรณรงค์ให้ลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ

การตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคล เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างจิตสำนึก และพฤติกรรมในการใช้บริการการขนส่งรูปแบบต่างๆ ที่ถูกต้อง และประสิทธิผลของนโยบายต่างๆ ในการลดก๊าซเรือนกระจก แม้ว่าปัจเจกบุคคลอาจเสี่ยงต่อการเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดปัญหา Prisoners' Dilemma ขึ้น การที่มีข้อมูลข่าวสารและความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังคงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ผู้เดินทางมีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมที่เหมาะสมในระยะยาว อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างสองเรื่องนี้ อาจทำให้การสร้าง ความเข้าใจที่ถูกต้องเป็นไปได้ยาก การนำข้อเท็จจริงในเรื่องดังกล่าวมาทำการสรุปให้สามารถเข้าใจได้ง่าย และมีการเผยแพร่ในระดับกว้าง เช่น ประสิทธิภาพของประเทศนิวซีแลนด์ และสหภาพยุโรป ที่มีเอกสาร และสื่อต่างๆ หลากหลายรูปแบบ ช่วยในการเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยรวม (ไม่จำเป็นต้องเป็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเอกสารสั้นๆ และใช้ภาษา รวมทั้งตัวอย่างที่เข้าใจได้ง่าย

สิ่งสำคัญประการต่อมา คือการสร้างระบบที่เอื้อต่อการลดก๊าซเรือนกระจกโดยสมัครใจ หรืออีกนัยหนึ่งคือการสนับสนุนผู้เดินทางหรือการขนส่งที่มีลักษณะเอื้อต่อการลดก๊าซเรือนกระจก ระบบดังกล่าวไม่จำเป็นต้องเป็นระบบใหม่ที่ได้รับการออกแบบเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ (เช่น การซื้อขายคาร์บอนเครดิต หรือการลดภาษีสรรพสามิตและภาษีนำเข้าเพื่อยานพาหนะที่มีการปล่อยมลภาวะต่ำ) แต่อย่างไรก็ตาม เพราะจะส่งผลให้เกิดต้นทุนธุรกรรม (Transaction cost) และต้นทุนการบังคับใช้ (Enforcement cost) เพิ่มขึ้นอย่างมาก รวมไปถึงต้นทุนในการสร้างระบบใหม่ และการสร้างขีดความสามารถ (Capacity building) ของระบบนั้นให้เพียงพอด้วยด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบการขนส่งที่มีผู้เกี่ยวข้องหรือมีส่วนได้เสียจำนวนมาก (เช่น รถยนต์และรถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล เป็นต้น) ระบบที่ควรนำมาใช้ที่สุด คือการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางบกที่มีอยู่แล้วอย่างเคร่งครัด ไม่ว่าจะเป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจดทะเบียนยานพาหนะ การตรวจสภาพประจำปี ตลอดจนกฎจราจร ซึ่งมีเป้าหมายเชิงนโยบายอย่างอื่นอยู่แล้ว การบังคับใช้กฎหมายเหล่านี้อย่างเคร่งครัด นอกจากการบรรลุเป้าหมายเชิงนโยบายที่แท้จริงของกฎระเบียบนั้นๆ แล้ว ยังได้ผลพลอยได้เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกด้วย⁸ อนึ่ง ยังสามารถประหยัดต้นทุนในการสร้างและพัฒนาระบบใหม่ๆ ขึ้นมาได้อีกด้วย

⁸ ยกตัวอย่าง เช่น การขับรถช้าจนเป็นเหตุให้การจราจรติดขัด (build up traffic) เช่นการขับในช่องจราจรด้านขวาด้วยความเร็วต่ำ เป็นการฝ่าฝืนกฎจราจร เพราะทำให้อัตราการไหลเวียนของปริมาณการจราจร (flow) ช้าลงเกินควร ซึ่งในขณะเดียวกันเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมา มากเกินความจำเป็น หรือในทางกลับกัน การขับรถเร็วเกินกำหนด (speeding) ซึ่งฝ่าฝืนกฎจราจร เพราะทำให้เพิ่มความน่าจะเป็น หรือความเสี่ยง

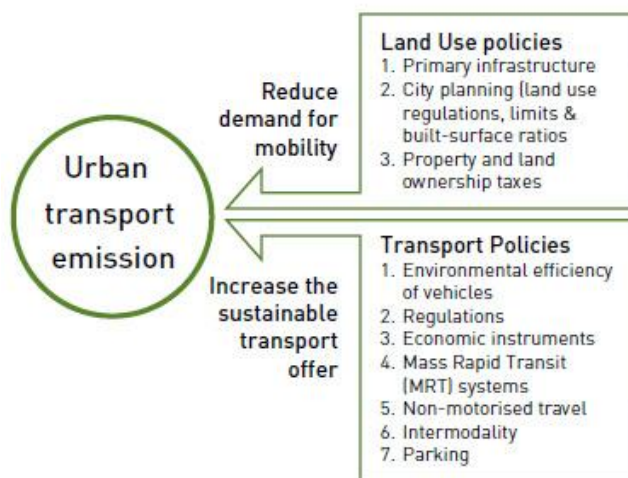
6.1.6 การวางแผนการขนส่ง และการวางผังเมือง

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น (ดู 5.1.3) การขนส่งทางบกมีหลากหลายรูปแบบ และแต่ละรูปแบบมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้นทุนในการใช้ ต้นทุนเวลา และต้นทุนของโครงสร้างพื้นฐานที่แตกต่างกัน การวางแผนการขนส่ง จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะประสานรูปแบบต่างๆ ของการขนส่งทางบก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเคลื่อนย้ายคนและสิ่งของในบริเวณหนึ่ง ในขณะเดียวกันต้องประสานวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมประกอบไปด้วย แนวคิดเรื่องการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transportation) ซึ่งเป็นการประสานการขนส่งหลายรูปแบบเพื่อขนส่งคนและสินค้าในระดับนานาชาติ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้สำหรับการขนส่งทางบก เนื่องด้วยความหลากหลาย และคุณสมบัติที่แตกต่างกันของการขนส่งทางบกประเภทต่างๆ

ในเขตเมือง ซึ่งมีประชากรหนาแน่น และมีการจราจรคับคั่ง การไหลเวียนของการจราจร(Traffic flow) เป็นสิ่งสำคัญ ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่และระยะเวลา การพัฒนาระบบขนส่งมวลชน (Mass transportation or mass transit system) เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นของเขตเมือง (Urban area) เพื่อให้สามารถรักษาการไหลเวียนของการจราจรในรูปแบบต่างๆ มิให้ส่งผลกระทบทางลบ(Negative externalities) ซึ่งกันและกัน อันเนื่องมาจากการตัดสินใจของคนในเขตเมืองที่เสี่ยงต่อการเกิด Prisoners' Dilemma ได้ง่าย และสามารถจำกัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ในเวลาเดียวกัน การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนต้องการการลงทุนมหาศาล เนื่องจากระบบขนส่งมวลชน จำเป็นต้องมีขีดความสามารถ หรือศักยภาพในการรองรับคน (Capacity) มากพอในระดับหนึ่ง (มีความจุคนเพียงพอ มีเวลาเดินทางที่แน่นอน และมีความสม่ำเสมอ) จนก่อให้เกิด การประหยัดจากขนาด (Economies of scale) และจำเป็นต้องมี การประหยัดจากโครงข่าย (Network externalities หรือ Network economy) หรือความครอบคลุม (Coverage) ในระดับหนึ่งด้วย เพื่อส่งสัญญาณให้กับประชาชนทราบว่า การเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชนเป็นทางเลือก จะเป็นการคุ้มค่าที่สุด ในบรรดาทางเลือกต่างๆ ของการขนส่งทางบกที่มี แล้วประชาชนผู้เดินทางจะได้พิจารณาเลือกทางเลือกรูปแบบในการเดินทางที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของแต่ละคนเอง

ในการเกิดอุบัติเหตุในท้องถนน และปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมามากโดยไม่จำเป็นเช่นกัน การบังคับใช้กฎจราจรทั้งสองนี้ นอกจากจะแก้ไขปัญหารถติดแล้ว ยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจก และลดการบริโภคเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่แล่นช้า/เร็วเกินควรด้วย

ภาพ 11 กรอบแนวคิดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งในเขตเมือง



ที่มา: Lefèvre (2010)

แม้จะมีการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนแล้ว การเดินทางโดยยานพาหนะส่วนบุคคล เป็นสิ่งที่ไม่อาจจะปฏิเสธได้เลย ไม่ว่าระบบขนส่งมวลชนจะรวดเร็วและสะดวกเท่าใดก็ตาม การใช้ระบบขนส่งมวลชน ยังคงมีต้นทุนในการเข้าถึง (Access cost) จากบ้าน หรือที่ทำงานของแต่ละคน ซึ่งเป็นความสะดวกสบายที่จะต้องเสียไป การจัดการจราจรของยานพาหนะส่วนบุคคล จึงเป็นอีกเครื่องมือในการจัดการการไหลเวียนของการจราจรในเขตเมือง เพื่อให้เกิดต้นทุนแก่ผู้ที่ใช้อยานพาหนะส่วนบุคคล (ที่นำยานพาหนะของตนออกมาใช้ ทำให้เสียพื้นที่จราจรไป) ได้ตระหนักว่า ความสะดวกสบายในการใช้อยานพาหนะส่วนบุคคลต้องแลกมาด้วยบางอย่าง ในขณะที่เดียวกันต้องรักษาความสามารถในการไหลเวียนของการจราจรด้วย หนึ่ง ยานพาหนะส่วนบุคคลมีหลายประเภท การจัดการจราจรของแต่ละประเภทให้มีความแตกต่างกัน จะมีผลต่อการไหลเวียนของการจราจรในเมือง และมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปในตัว

ตัวอย่างของการจัดการจราจร โดยคำนึงถึงประเด็นนี้ คือ การจัดให้ทางเดินเท้า (ผู้โดยสารที่ไม่มียานพาหนะ) มีความสะดวกสบายที่สุด (มีหลังคา หรืออยู่ใต้ร่มเงาต้นไม้) เส้นทางตรงที่สุด (เพราะต้องออกแรงเดินเอง) เรียบและสม่ำเสมอที่สุด ปลอดภัยจากสิ่งกีดขวางที่สุด (ไม่ตัดกับการจราจรรูปแบบอื่น) และได้สิทธิในทาง (Right of way) เหนือรูปแบบอื่นๆ ในขณะที่รถจักรยาน จะมีความสะดวกสบายรองลงมา ไปจนถึงรถยนต์ส่วนตัวที่มีความสะดวกสบายในการใช้ทางน้อยที่สุด เช่น ห้ามจอดรถในถนน หรือการเดินรถทางเดียว การใช้ทางร่วมกันของรถยนต์ส่วนตัวกับยานพาหนะอื่นๆ (รถโดยสารประจำทาง รถยนต์สาธารณะ (รถตู้โดยสาร รถแท็กซี่ ฯลฯ) และรถราง) โดยให้สิทธิแก่รถยนต์ในการใช้ทางต่ำที่สุด หรือแม้แต่มีกการจัดเก็บค่าธรรมเนียมในพื้นที่ใจกลางเมือง (Congestion charge) รวมไปถึงการกำหนดจำนวนผู้โดยสาร

ขั้นต่ำที่จะต้องมียานพาหนะแต่ละคัน จึงจะสามารถเข้าไปในเขตเมืองได้ เพื่อลดจำนวนยานพาหนะลง ซึ่งทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยผู้โดยสารลดลงไปด้วย

ส่วนในภูมิภาค การวางแผนเมืองและการวางแผนการขนส่ง เป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดพัฒนาการทางเศรษฐกิจของภูมิภาคที่สำคัญ เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดแบบแผนการใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจของที่ดินในภูมิภาค (นิรันดร์, 2552, บทที่ 5) การวางแผนดังกล่าว เป็นหน้าที่สำคัญของรัฐที่จะมีส่วนชี้นำและสนับสนุน แม้ว่าแรงผลักดันส่วนใหญ่จะเป็นภาคเอกชนก็ตาม รัฐมีอำนาจในการกำหนดว่าในพื้นที่ต่างๆ จะมีโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งอย่างไร และมีการเชื่อมโยงในเชิงโครงข่าย กับส่วนอื่นๆ ของประเทศอย่างไร ซึ่งเอกชนไม่สามารถกำหนดได้เอง การพิจารณาของรัฐในการพัฒนาเศรษฐกิจโดยอาศัยการวางแผนเมืองและวางแผนการขนส่งเป็นเครื่องมือ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ในฐานะเป็นเป้าหมายสาธารณะอีกประการหนึ่งที่เป็นหน้าที่ของรัฐ การคำนึงถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงมิใช่ปัญหาที่อยู่อย่างเป็นเอกเทศที่รัฐจะต้องแก้ไข แต่เป็นส่วนหนึ่งของโจทย์ที่ใหญ่กว่าในการพัฒนาเศรษฐกิจให้มีสมดุลระหว่างการเจริญเติบโตและสิ่งแวดล้อม

6.1.7 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก

โอกาสหรือศักยภาพของการขนส่งทางบกในการลดก๊าซเรือนกระจก แม้จะมีอยู่ในระดับสูง เพราะเป็นรูปแบบที่มีคนใช้มากที่สุด และมีทางเลือกที่หลากหลาย แต่ก็มีข้อจำกัดในการลด เนื่องจากปัญหาด้านทุนธุรกรรม อันเป็นผลจากจำนวนผู้ที่เกี่ยวข้อง หรือผู้มีส่วนได้เสียจำนวนมากนั่นเอง ซึ่งทำให้บทบาทของรัฐด้านการขนส่งทางบกในระดับต่างๆ เป็นสิ่งที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาการขนส่งทางบกในบริบทที่กว้างขึ้น จะพบว่า ในห่วงโซ่อุปทานของการขนส่งทางบกนั้น มีบางส่วนที่มีผู้มีส่วนได้เสียในจำนวนที่จำกัด อันได้แก่

- (1) ผู้ผลิตยานพาหนะ ซึ่งมีจำนวนไม่มาก ไม่ว่าจะเป็นยานพาหนะที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง (ประมาณ 500 ราย) หรือยานพาหนะที่ใช้กำลังคนก็ตาม ต้นทุนธุรกรรมในการจัดการกับผู้ผลิตยานพาหนะจึงอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการผู้ใช้รถใช้ถนน หรือผู้เดินทางทั้งระบบ
- (2) เชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง ในฐานะเป็นสินค้าประกอบ(Complement) ซึ่งมีจำนวนผู้ผลิตน้อยมาก (ไม่เกิน 100 ราย) มีลักษณะเป็นตลาดผู้ขายน้อยราย (Oligopoly) และเป็นสินค้าที่มีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ต้นทุนธุรกรรมในส่วนนี้ย่อมต่ำกว่าการจัดการการขนส่งทางบกโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิตยานพาหนะ หรือผู้เดินทาง

ดังนั้น ทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางบก จึงมีความยืดหยุ่น และหลากหลาย สามารถเลือกใช้ประกอบกันและปรับให้สอดคล้องกับเงื่อนไขของแต่ละพื้นที่ได้ดี กล่าวคือ รัฐสามารถทำการชี้นำการพัฒนาเมืองโดยการกำหนดโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งทางบกตั้งแต่ต้น ตลอดจนทำการวางแผนการจราจร หรือแผนการขนส่ง เพื่อปรับเปลี่ยนต้นทุน โดยเปรียบเทียบของผู้เดินทางให้

สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงนโยบาย (ทั้งนโยบายเศรษฐกิจ และนโยบายสิ่งแวดล้อม แต่มีอาจบรรลุเป้าหมายทั้งสองได้พร้อมกัน) การบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจราจร และการขนส่ง ซึ่งเน้นไปยังความปลอดภัย แต่ได้ผลพลอยได้ด้านสิ่งแวดล้อมด้วย นับเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งของรัฐในการลดก๊าซเรือนกระจก การรณรงค์ให้ความรู้และกระตุ้นพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางที่พึงปรารถนา เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่รัฐสามารถใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ แต่การให้แรงจูงใจแก่ผู้เดินทางรายบุคคล อาจเป็นสิ่งที่มียุทธศาสตร์สูงเกินไป เว้นเสียแต่นำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ประกอบ เช่น RFID (Radio Frequency Identification) หรือ GPS (Global Positioning System) เพื่อตรวจสอบว่าผู้โดยสารยานยนต์ มีพฤติกรรมที่เหมาะสมหรือไม่

รัฐยังสามารถใช้นโยบายโดยตรงต่อผู้ผลิตยานยนต์ เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม และปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยการให้แรงจูงใจ การกำหนดมาตรฐานต่างๆ และการใช้มาตรการทางเศรษฐกิจต่างๆ (ภาษี และเงินอุดหนุน) เป็นการส่งสัญญาณให้แก่ผู้ผลิตเหล่านั้นให้ทำการผลิตยานยนต์ที่สังคมต้องการได้อย่างถูกต้อง ในขณะเดียวกัน รัฐมีทางเลือกที่จะใช้นโยบายโดยตรงต่อผู้ผลิต หรือจำหน่ายเชื้อเพลิง ในลักษณะเดียวกัน

ประเทศนิวซีแลนด์ ไม่มีอุตสาหกรรมยานยนต์ภายในประเทศ และทำการนำเข้ารถยนต์มือสองจากต่างประเทศ (ญี่ปุ่น) เป็นส่วนใหญ่ (จากการสัมภาษณ์) จึงทำให้ไม่สามารถใช้นโยบายต่อผู้ผลิตยานยนต์ได้ รัฐบาลนิวซีแลนด์จึงใช้แนวทางการจัดการก๊าซเรือนกระจก ด้วยการซื้อขายคาร์บอนเครดิต โดยเน้นที่อุตสาหกรรมต้นน้ำ นั่นคืออุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน แล้วปล่อยให้ผลจากระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในภาคพลังงานส่งผ่านมายังภาคขนส่งเอง

สำหรับสหภาพยุโรป ซึ่งมีอุตสาหกรรมยานยนต์ขนาดใหญ่ เลือกที่จะไม่ใช้นโยบายสิ่งแวดล้อมต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ ยกเว้นการกำหนดมาตรฐานไอเสีย (Emission standards) และมาตรฐานยานยนต์ด้านอื่นๆ (เช่น ความปลอดภัย) และไม่ใช้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตกับอุตสาหกรรมนี้ด้วย แต่เลือกใช้การเก็บภาษีเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ในระดับสูงแทน เพื่อควบคุมการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล ให้มีต้นทุนในการใช้ที่สูง ประกอบกับการกำหนด และบังคับใช้กฎระเบียบการจราจรที่เข้มงวด ที่สร้างต้นทุนทั้งทางตรงและทางอ้อมให้แก่ผู้ใช้นายพาหนะส่วนบุคคล ในขณะเดียวกัน รายได้จากภาษีเชื้อเพลิง และภาษียานยนต์ต่างๆ นี้ จะถูกนำไปลงทุนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งทางบก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งมวลชนสาธารณะ และการขนส่งระบบราง

จะเห็นได้ว่า การลดก๊าซเรือนกระจกในทางปฏิบัติแล้ว จะไม่มุ่งใช้นโยบายโดยตรงต่อผู้เดินทาง เพราะมีจำนวนผู้มีส่วนได้เสียมาก และมีความพอใจ (Preference) ที่หลากหลายต่อรูปแบบการขนส่งต่างๆ ทำให้ต้นทุนธุรกรรมสูงมาก นโยบายที่เหมาะสมจึงเป็นการจัดการ ณ จุดที่มีต้นทุนธุรกรรมต่ำ และมีความยืดหยุ่นกับการขนส่งสูง ไม่ว่าจะเป็นนโยบายด้านพลังงาน หรือเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ และนโยบายที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินทาง แต่มีผลพลอยได้ต่อการลดก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ ยังจะเห็นถึง

ความเชื่อมโยงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง ซึ่งรัฐสามารถใช้เครื่องมือทางอ้อมได้อีกหลากหลาย ในต้นทุนการบังคับใช้ (Enforcement cost) ที่ต่ำเพียงพอ

6.2. การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำ

การขนส่งทางน้ำ โดยเฉพาะการขนส่งสินค้าทางทะเล (Maritime transportation) มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโลกอย่างมากในด้านการค้าระหว่างประเทศมาเป็นเวลานาน การขนส่งทางทะเลได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การขนส่งสินค้าเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งสินค้าด้วยคอนเทนเนอร์ หรือการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ที่อาศัยการขนส่งรูปแบบอื่นประกอบด้วย สินค้าส่วนใหญ่ในโลกนี้ ถูกขนส่งทางน้ำเกือบทั้งสิ้น แม้แต่การขนส่งภายในประเทศ สินค้าที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก (Bulky) ต้องได้รับการขนส่งทางน้ำเช่นเดียวกัน อันได้แก่ ข้าว และน้ำตาล ในกรณีของประเทศไทย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำ จึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณสินค้ามากกว่าจำนวนผู้เดินทาง เช่น ในกรณีการขนส่งทางบก

6.2.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางน้ำ

เนื่องจากการขนส่งทางน้ำเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีพัฒนาการมายาวนาน ตั้งแต่มีอารยธรรมของมนุษย์ ซึ่งเกิดตามริมฝั่งแม่น้ำต่างๆ มาเลทีเดียว ประกอบกับการขยายตัวของการค้าระหว่างประเทศ ในช่วงยุคล่าอาณานิคม หรือยุคพาณิชยนิยม (Mercantilism) ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีการขนส่งทางน้ำ จึงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นการต่อเรือ (Shipbuilding) หรือการเดินเรือ (Naval navigation) ตลอดจนการจัดการท่าเรือ (Ports) เรื่อยมาจนถึงการใช้คอนเทนเนอร์ (Containerisation) เพื่อบรรจุสินค้าให้ได้ขนาดมาตรฐาน สะดวกในการขนถ่าย และจัดการสินค้า และการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal transportation) ที่ใช้ประโยชน์จากระบบคอนเทนเนอร์

การขนส่งทางน้ำ จึงมีสถาบันที่เกี่ยวข้องชัดเจน และมีความชัดเจนในบทบาทของแต่ละภาคส่วน เนื่องจากการดำเนินการมาเป็นเวลานาน อันได้แก่

(ก) ผู้ต่อเรือและซ่อมเรือ (Shipbuilders and shipyards) เป็นผู้ผลิตยานพาหนะสำหรับการขนส่งทางน้ำ มีจำนวนไม่มาก กระจายอยู่ในทุกทวีป โดยเฉพาะในเอเชีย ยุโรป และอเมริกา ตามลำดับ ผู้ต่อเรือรายใหญ่ และมีบทบาทในการขนส่งสินค้ามีเพียงไม่กี่รายในเกาหลีใต้ จีน สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น และเวียดนาม ตามลำดับ ซึ่งคิดเกินกว่าร้อยละ 90 ของการต่อเรือทั้งโลก เช่นเดียวกับเครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับเรือ นั้น มีผู้ผลิตจำนวนจำกัดมาก

(ข) ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางทะเล ประกอบไปด้วยผู้รับขน (Carrier) ผู้ว่าจ้างระวางเรือ (Charterer) เจ้าของเรือ (Ship owner) ตัวแทนหรือนายหน้าเรือ (Shipbroker) ผู้ส่งและผู้รับสินค้า (Consignor and consignee) นายเรือ (Ship manager) ตัวแทน (Shipper) และผู้ขนถ่ายสินค้าขึ้นลงจากเรือ

การประสานงานของบุคคลต่างๆ เหล่านี้เป็นหัวใจของการขนส่งทางทะเลเลยก็ว่าได้ เนื่องจากความจุ (Capacity) ของเรือเดินสมุทรสูงกว่าความต้องการขนส่งสินค้าเป็นอย่างมาก การจะขนส่งสินค้าทางทะเลแต่ละครั้ง จำเป็นต้องบรรทุกสินค้าให้เต็มระวางมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จึงต้องมีตัวกลางคอยประสานให้มีปริมาณสินค้าที่เหมาะสมได้ ซึ่งเหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นทั้งจากด้านต้นทางไปยังปลายทาง และจากกลับอีกด้วย รวมถึงการประสานกับผู้ขนส่งทางบก หรือทางอากาศ เพื่อให้รับส่งของที่ผ่านการขนส่งทางน้ำอย่างต่อเนื่อง ไม่ขาดตอนอีกด้วย ความได้เปรียบในธุรกิจขนส่งทางทะเลเกิดจากเครือข่ายของกลุ่มคนเหล่านี้ที่กว้างขวาง เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการประหยัดจากขนาด (Economies of scale) และผลกระทบภายนอกจากเครือข่าย (Network externalities) เครือข่ายของสถาบันในกลุ่มนี้ จึงมีจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วโลกตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ แต่เชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม ประมาณร้อยละ 60 ของสินค้าที่ขนส่งทางทะเลทั้งหมด จะผ่านมือผู้ขนส่งสินค้าจำนวนไม่เกิน 10 รายเท่านั้น

(ค) กฎหมายทางทะเล และสถาบันที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีทั้งกฎหมายที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเอกชน ในกิจกรรมการขนส่งทางทะเล ในประเทศและระหว่างประเทศ หรือ Admiralty Law หรือ Maritime Law และกฎหมายระหว่างประเทศมหาชน หรือ Law of the Sea อันเป็นผลจากการพัฒนาการค้าระหว่างประเทศ ในอดีต จนได้รับการยอมรับ กฎหมายเหล่านี้ครอบคลุมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางทะเลอย่างรอบด้าน ไม่ว่าจะเป็นการชำระค่าสินค้า การประกันภัย การจดทะเบียนเรือ การจ้างเรือ รวมถึงการออกเอกสารการขนส่งที่เกี่ยวข้อง เช่น Bill of Lading หรือใบตราส่งสินค้า ไปจนถึงเขตอำนาจรัฐในทะเล สิทธิในการใช้ประโยชน์จากทะเลทางเศรษฐกิจ สนธิสัญญา และองค์การระหว่างประเทศ สำหรับองค์การระหว่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางทะเลคือ องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ หรือ International Maritime Organisation (IMO) เป็นองค์การภายใต้สหประชาชาติ ซึ่งมีหน้าที่หลักในการพัฒนารอบการกำกับดูแล การเดินเรือระหว่างประเทศให้เอื้อประโยชน์ต่อมนุษยชาติมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นความปลอดภัย สภาพแวดล้อม ประเด็นด้านกฎหมาย ความร่วมมือทางเทคนิค และการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งทางเรือ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม มีคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมทางทะเล (Marine Environment Protection Committee หรือ MEPC) ทำหน้าที่พิจารณาในประเด็นของการป้องกันและควบคุมมลภาวะจากเรือ ผ่านการกำหนดมาตรการและข้อบังคับ ในอดีตที่ผ่านมาความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมยังคงเน้นไปในเรื่องการป้องกันการรั่วไหลของเชื้อเพลิงและสารพิษ รวมทั้งสารอันตราย จากเรือบรรทุก การทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลจากเรือ มากกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(ง) เชื้อเพลิง ในฐานะเป็นสินค้าประกอบ ซึ่งมีจำนวนผู้ผลิตน้อยมาก (ไม่เกิน 100 ราย) มีลักษณะเป็นตลาดผู้ขายน้อยราย (Oligopoly) และเป็นสินค้าที่มีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่นเดียวกับการขนส่งรูปแบบอื่นๆ นอกจากนี้ เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการขนส่งทางทะเล หรือที่เรียกว่า Bunker Fuel นั้น ไม่อยู่ในกรอบของการลดก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโต และยังคงไม่อยู่ในการเจรจาที่โคเปนเฮเกน ที่ผ่านมามีความคืบหน้าเร็ว นี้ด้วย แม้ว่าจะมีแรงกดดันจากหลายภาคส่วนที่เห็นว่า การขนส่งทางทะเล (และทางอากาศ)

ควรมีบทบาทในการลดก๊าซเรือนกระจกให้มากกว่านี้ และควรมีมาตรการที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งทั้งสองรูปแบบด้วย

โครงสร้างของการขนส่งทางทะเลนั้นจะมีความเป็นสากลสูงมาก บทบาทของแต่ละประเทศมีน้อย กฎระเบียบที่ควบคุมการดำเนินการขนส่งทางทะเลเหมือนจะก้าวข้ามเส้นแบ่งเขตแดนในเชิงภูมิศาสตร์และการเมืองไปมาก สถาบันที่ควรจะมีบทบาทในเรื่องนี้คงไม่พ้น IMO และการจัดการกับเชื้อเพลิงในรูปของ Bunker Fuel

6.2.2 การกำหนดมาตรฐาน

การขนส่งทางเรือมีการกำหนดมาตรฐานมากมาย ตั้งแต่มาตรฐานเครื่องยนต์ และการต่อเรือ ไปจนถึงการเดินเรือ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหลาย ส่วนใหญ่จะอยู่ในกรอบของกฎหมายทะเล และความตกลงตาม IMO ส่วนมาตรฐานที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ยังขาดความสมบูรณ์อยู่ มีเพียงการกำหนดดัชนีชี้วัดการออกแบบที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน (Energy Efficiency Design Index: EEDI) สำหรับเรือที่ต่อใหม่ และการวางแผนจัดการประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Ship Energy Efficiency Management Plan: SEEMP) ซึ่งยังไม่มีผลในเชิงบังคับแต่อย่างใด

มาตรฐานเครื่องยนต์สำหรับเรือเดินทะเล เป็นมาตรฐานที่ใช้บังคับกันมานาน อยู่ทั้งในกรอบการควบคุมดูแลของ IMO ภายใต้ความตกลง MARPOL (International Convention on the Prevention of Pollution from Ship) และประเทศต่างๆ ก็มีการบังคับใช้มาตรฐานที่สอดคล้องกัน เช่น สหรัฐอเมริกา โดย EPA (Environmental Protection Agency) เป็นต้น สำหรับเครื่องยนต์เรือขนาดเล็ก (Category 1) และเล็กกว่านั้น จะใช้มาตรฐานเดียวกับรถยนต์และรถบรรทุก ส่วนเครื่องยนต์สำหรับเรือขนาดกลาง (Category 2) จะใช้มาตรฐานเดียวกับเครื่องยนต์ของหัวรถจักรดีเซล ส่วนเครื่องยนต์สำหรับเรือขนาดใหญ่ (Category 3) จะเป็นมาตรฐานเฉพาะสำหรับเรือเดินทะเล ในแต่ละประเภทก็จะมีระดับความเข้มข้นของมาตรฐาน (Tier) ที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งขณะนี้กำหนดไว้ถึง Tier 4 ที่จะมีผลบังคับ ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 2014-2017 เป็นต้นไป นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานกำหนดสำหรับเครื่องยนต์อื่นๆ ที่ใช้ในเรือเดินสมุทรอีกด้วย เช่น เครื่องปั่นไฟ เป็นต้น

T&E (2009) ระบุว่า การกำหนดมาตรฐานเป็นแนวทางหลักที่ IMO ใช้ และ IMO ก็อ้างอีกด้วยว่าเป็นแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ขาดแรงจูงใจในการพิจารณาแนวทางอื่น และการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นรูปธรรม

6.2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ

การเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งทางทะเลในส่วนของกรอบการออกแบบตัวเรือนั้นมีพัฒนาการที่ค่อนข้างช้า เพราะเทคโนโลยีในการออกแบบเรือได้พัฒนามาจนถึงขีดจำกัดแล้ว เรือเดินทะเลส่วนใหญ่ได้รับอานิสงส์จากความก้าวหน้าในการต่อเรือรบ แต่ในกระบวนการต่อเรือและซ่อมเรือยังคงมีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง การใช้เวลาที่สั้นลงในการต่อและซ่อมเรือ การปล่อยของเสียที่เกี่ยวข้องจาก

การต่อและซ่อมเรือลดลง โดยการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้เลเซอร์เชื่อมชิ้นส่วนและใช้วัดระยะต่างๆ การใช้สีที่ไม่ลอกเป็นขุยด้านน้ำช่วยลดแรงเสียดทาน ทำให้ก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 3-4 (Wright, 1996 อ้างถึงใน OECD, 1997) และการบำรุงรักษาใบจักร เพิ่มประสิทธิภาพในการขับเคลื่อน (Propulsive efficiency) ลดก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณร้อยละ 5 (Wright, 1996 อ้างถึงใน OECD, 1997) เป็นต้น

ในการเดินเรือก็เช่นกัน มีการนำเทคโนโลยีในการเดินเรือ (Navigational technology) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีที่ใช้ดาวเทียม ที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการเดินเรือ มาใช้มากขึ้น ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 เป็นต้นมา มีระบบนำร่องเพื่อการเดินเรือโดยใช้ดาวเทียมกว่าสามระบบ อีกทั้งการใช้ระบบ GPS (Global Positioning System) ที่ใช้ได้กับการเดินทางทุกรูปแบบ มาจนถึงการพัฒนา GNSS (Global Navigation Satellite System) ในปัจจุบัน (Thurston, 2011) เทคโนโลยีเหล่านี้นอกจากเพิ่มความปลอดภัย (ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ ไม่ว่าจะเป็นเรือชนกันเอง เรือเกยหินโสโครกและอัปปาง) ยังช่วยลดระยะเวลาในการเดินเรือ ไม่ว่าจะเป็นด้านระยะทางและการเดินเรือในเส้นทางที่อากาศและคลื่นลม “เป็นใจ” เท่ากับว่าช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 2.5 และร้อยละ 4 ตามลำดับ (Wright, 1996 อ้างถึงใน OECD, 1997)

นอกเหนือจากขั้นตอนการเดินเรือแล้ว การจัดการขณะเรือเทียบท่า ผ่านการประสานงานระหว่างเรือ การขนส่งรูปแบบอื่นที่เกี่ยวข้อง และคลังสินค้า รวมถึงการตรวจปล่อยสินค้าตามพิธีการศุลกากร ก็สามารถพัฒนาประสิทธิภาพ และช่วยเพิ่มความเร็วในการขนถ่ายสินค้าได้ด้วย อันจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลกระทบต่อธรรมชาติจากกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวกับการขนส่งลดลงด้วย ไม่จะเป็นการใช้เครื่องปั่นกระแสไฟฟ้าในเรือ การทิ้งของเสียออกจากเรือในเขตท่าเรือ และการใช้น้ำระหว่างการจอดเรือที่ทำ

DNV ของประเทศนอร์เวย์ได้ระบุว่า การขนส่งทางทะเลสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้กว่าร้อยละ 15 โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มต้นทุนใดๆ เลย เพียงแต่ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ช่วยให้เกิดการเดินเรือที่เหมาะสม (Optimal navigation)⁹ และมีแนวโน้มว่าจะสามารถลดได้ถึงร้อยละ 30 ภายในปี ค.ศ. 2030 ด้วยการดำเนินการในลักษณะเดียวกัน¹⁰

6.2.4 การกำหนดแนวปฏิบัติ

ที่ผ่านมา ความพยายามของ IMO ในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางทะเลนั้น ยังขาดความชัดเจน ในลักษณะที่บังคับได้ มีแต่เพียงแนวปฏิบัติที่เสนอเพื่อนำไปใช้ตามความสมัครใจเท่านั้น แนวปฏิบัติที่มีการเสนอ มีดังต่อไปนี้

(ก) การลดความเร็วของเรือ แต่อาจไม่คุ้มกับเวลาที่ต้องเสียไปเพิ่ม และต้นทุนค่าเสียหายของสินค้าที่ขนส่ง รวมทั้งแนวปฏิบัติในการขนส่งทางน้ำ ที่จะช่วยลดก๊าซเรือนกระจก และประหยัดพลังงานได้ (Best practice guidelines) (Wright, 1996 อ้างถึงใน OECD, 1997)

⁹ www.dnv.com/press_area/press_releases/2009/15emissionreductionforexistingfleetwithimprovedbottomline.asp

¹⁰ www.dnv.com/press_area/press_releases/2009/shippingcouldby2030cutemissionsby30atzerocost.asp

(ข) การเลือกแหล่งเชื้อเพลิงทางเลือก แทนที่จะใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นหลัก อาจใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และก๊าซธรรมชาติประกอบด้วย (OECD, 1997)

(ค) การตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ในเชิงนโยบายต่อไป และมีต้นทุนในการติดตามหรือตรวจวัดต่ำเพียงพอ (IISD, 2007)

(ง) การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้กลไกราคาเข้ามาช่วยสร้างแรงจูงใจในการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งขณะนี้ยังอยู่ระหว่างการศึกษาว่า แนวทางใด จะเหมาะสมกับการขนส่งทางน้ำมากที่สุด โดยมีสองแนวทางหลัก คือ

- **แนวทาง Cap and Trade** ตามระบบ EU-ETS ของสหภาพยุโรป หรือที่เรียกว่า *Maritime Emission Trading Scheme (METS)* โดยกำหนดสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่เคยเป็นมาในอดีต (Grandfathering) แล้วลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะได้สิทธินั้นลงเรื่อยๆ หากผู้ขนส่งทางน้ำสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ไม่ว่าวิธีใด ก็สามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้ แต่หากปล่อยก๊าซดังกล่าว มากกว่าที่ได้รับอนุญาต จะต้องไปประมูลใบอนุญาตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งต่างๆ เพื่อชดเชยกับสิ่งที่ขาดไป

- **แนวทาง Charge and Cap** ที่เรียกว่า *International Maritime Emission Reduction Scheme (IMERS)* ซึ่งพิจารณาลักษณะเฉพาะของการขนส่งทางทะเล ที่ไม่ต้องมีพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโต มีความเป็นสากลสูง มีความยากลำบากในการกำหนดเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกรายสาขา (คือสาขาการขนส่งทางทะเล) สำหรับประเทศสมาชิกที่มีระดับการพัฒนาที่แตกต่างกัน ทั้งที่ปฏิบัติการอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกัน (ในทะเล) และข้อจำกัดด้านการเงินสำหรับความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา เป็นแนวทางผสม (hybrid) โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บภาษีคาร์บอนจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่งทางทะเล ภาระในการเสียภาษีตกเป็นของเรือ โดยไม่ต้องพิจารณาถึงสัญชาติของเรือ หรือสัญชาติของเจ้าของเรือ หรือแหล่งที่ซื้อเชื้อเพลิงมา การบังคับใช้แนวทางนี้จะกระทำที่ท่าเรือที่เรือเข้ามาถึง รายได้จากภาษีที่จัดเก็บ จะนำไปใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเศรษฐกิจต่างๆ ส่วนอัตราภาษีนี้นั้น จะเท่ากับราคาซื้อขายคาร์บอนเครดิตเฉลี่ยที่มีการซื้อขายกันอยู่แล้ว แนวทางนี้เชื่อว่าจะทำให้ผู้เดินเรือแต่ละลำ ตลอดจนสายการเดินเรือจะปรับพฤติกรรมขนส่งสินค้าทางทะเลอย่างเหมาะสม เพื่อลดภาระภาษี และภาระภาษีดังกล่าวจะกระจายไปยังสินค้าที่เรือขนส่งมา และมีผลต่อราคาสินค้าเพียงเล็กน้อย เพราะการขนส่งสินค้าทางน้ำมีปริมาณมาก ภาระภาษีต่อหน่วยสินค้าก็จะลดลงไปด้วย นอกจากนี้โครงสร้างทางสถาบันของการเดินเรือทะเลที่มีอยู่ สามารถบังคับใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องรอให้มีการกำหนดเป้าหมายการปล่อยก๊าซรายสาขา และมีการเจรจารายประเทศอีกต่อไป ส่วนประเทศกำลังพัฒนาจะได้รับการคืนเงินภาษี โดยมีวิธีการคำนวณที่แน่นอน

6.2.5 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำ

การขนส่งทางน้ำมีแนวโน้มที่จะสามารถหาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกได้เอง โดยอาศัยโครงสร้างทางสถาบันที่มีอยู่ ขอเพียงมีความชัดเจนในทิศทาง เนื่องจากขณะนี้ยังขาดแรงกระตุ้นที่เพียงพอให้เกิดการผลักดันจากสาขาของตนเองเท่านั้น อันเป็นผลมาจากการที่ไม่มีพันธกรณีที่จำเป็นต้องลดก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโต และสภาพของ Bunker Fuel ที่ไม่ต้องเสียภาษี อุปสรรคประการสำคัญที่จะเกิดขึ้นในต่อไปอนาคต คือ บางประเทศที่เข้ามาแทรกแซงการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำที่มีมิติในระดับนานาชาติ ทำให้และขีดความสามารถของ IMO จึงเป็นตัวกำหนดทิศทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางน้ำต่อไป และเมื่อแนวทางในระดับนานาชาติมีความชัดเจน การขนส่งทางน้ำในทุกๆ ประเทศ และภายในแต่ละประเทศ จะเปลี่ยนแปลงตามไปในทิศทางเดียวกันด้วย เพราะการขนส่งทางน้ำภายในประเทศขาดการประหยัดต่อขนาด (Economies of scale) การจะใช้นโยบายที่แตกต่างกันไปจากกติกาสากล ย่อมมีผลที่ไม่ชัดเจน (เรือ และอุปกรณ์ต่างๆ ถูกออกแบบมาเพื่อมาตรฐานหรือแนวทางในระดับนานาชาติ เช่นเดียวกับบุคลากร จึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้นโยบายภายในประเทศที่แตกต่างกันออกไป)

WWF (2009) ซึ่งร่วมกับองค์กรพัฒนาเอกชน (Non-governmental Organisations: NGOs) อื่นๆ ได้ผลักดันข้อเสนอให้มีการรวมเอา Bunker Fuel เข้าสู่กระบวนการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นระบบ โดยใช้ทั้งการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ประกอบกับการจัดเก็บภาษีเชื้อเพลิง ณ จุดขาย ระบบนี้ควรจะสร้างแรงจูงใจให้มีการลดก๊าซเรือนกระจกในการขนส่งทางทะเลและอากาศอย่างไม่เลือกปฏิบัติ (ไม่มีการแบ่ง Annex I และ Non-Annex I) และเลือกสัญชาติ (Flag) ในขณะเดียวกันภาษีและรายได้ที่ได้จากการดำเนินการระบบ ควรนำไปช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาในการยกระดับการขนส่งทั้งสองทางในประเทศเหล่านั้น เพราะประเทศกำลังพัฒนาถือว่าเป็นผู้เสียสละช่วยลดก๊าซเรือนกระจก ทำให้ระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจอาจเติบโตช้ากว่าในกรณีที่เขาไม่ต้องลดก๊าซเรือนกระจก (และประเทศพัฒนาแล้วได้เปรียบที่มีการพัฒนาไปก่อนหน้านี้ในช่วงเวลาที่ยังไม่มีพันธกรณีลดก๊าซเรือนกระจก) แนวทางนี้ใกล้เคียงกับ IMERS ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น อย่างไรก็ตาม IISD (2007) ชี้ให้เห็นว่า อุปสรรคที่สำคัญในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางทะเลและอากาศคือการจัดเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการนำข้อมูลเหล่านั้นมาคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้สะท้อนความเป็นจริงให้มากที่สุด

6.3 การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศ

การขนส่งทางอากาศเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีความรวดเร็วสูงที่สุด และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แม้ในช่วงเวลาที่ต้นทุนเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก การเดินทางทางอากาศเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของมนุษย์ไปมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังคริสต์ทศวรรษที่ 1960 การเดินทางทางอากาศกลายเป็นรูปแบบหลักในการเดินทางระยะไกล (Long distance) หรือข้ามทวีป (Intercontinental) ทดแทนการเดินทางทางเรือเดินสมุทรอย่างสมบูรณ์ แม้ว่าในช่วงแรกจะเป็นการเดินทางสำหรับผู้ที่มีรายได้สูงเท่านั้น

การขยายตัวของการเดินทางทางอากาศยังคงขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่มีชั้นโดยสารประหยัด (Economy/coach/tourist class) มาจนถึงการเกิดขึ้นของสายการบินต้นทุนต่ำ (Low-cost carriers) ทำให้จำนวนผู้โดยสารเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากค่าโดยสารที่ถูกลง ไม่เพียงเท่านั้น การขนส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ทางอากาศก็ขยายตัวตามไปด้วย สินค้าเน่าเสียง่าย (Perishable goods) และสินค้าที่มีมูลค่าสูง (Valuable goods) สามารถขนส่งได้ง่ายขึ้น ทำให้การค้าระหว่างประเทศในสินค้าเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นอย่างมาก เช่น ผลไม้เมืองร้อน (Exotic fruits) อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูง (High precision equipment) เป็นต้น เอกสารหรือพัสดุภัณฑ์ด่วนก็กลายมาเป็นสิ่งที่ต้องขนส่งทางอากาศด้วย จนมีสายการบินเฉพาะการขนส่งด่วนเหล่านี้ (Express couriers) ปัจจุบันเหล่านี้ส่งผลให้การขนส่งทางอากาศมีแนวโน้มที่จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาในปริมาณที่มาก ในอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงมลพิษทางอากาศอื่นๆ ด้วย การขนส่งทางอากาศจึงเป็นเป้าหมายสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย

6.3.1 โครงสร้างเชิงสถาบันของการขนส่งทางอากาศ

โครงสร้างทางสถาบันของการขนส่งทางอากาศมีความคล้ายคลึงกับการขนส่งทางน้ำ แต่ด้วยเหตุผลที่ต่างกัน การขนส่งทางอากาศ แม้จะมีประวัติความเป็นมาไม่นาน แต่เป็นการขนส่งรูปแบบที่มีความอันตรายสูง โดยเฉพาะในช่วงแรกๆ ทำให้มีแนวทางในการรักษาความปลอดภัยอย่างเข้มงวด และมีผู้มีส่วนได้เสียเกี่ยวข้องกับการขนส่งทางอากาศจำนวนมาก ตลอดจนมีมาตรการ และมาตรฐานต่างๆ มากตามไปด้วย ผู้ที่เกี่ยวข้องหลักๆ ในการขนส่งทางอากาศมีดังนี้

(ก) ผู้ผลิตอากาศยาน และผู้ผลิตเครื่องยนต์ (Airframe and Engine Manufacturers) มีจำนวนที่จำกัดมากสำหรับเครื่องบินพาณิชย์ขนาดใหญ่มีเพียง Airbus ของสหภาพยุโรป และ Boeing ของสหรัฐอเมริกา ส่วนเครื่องบินขนาดพาณิชย์สำหรับการบินในภูมิภาค (Regional aircraft) ก็มีเพียงสามรายหลัก คือ ATR ของสหภาพยุโรป Bombardier ของแคนาดา และ Embraer ของบราซิลเท่านั้น อย่างไรก็ตามนโยบายที่จะมีผลต่อผู้ผลิตเหล่านี้ในระดับนานาชาติโดยตรง (นอกเหนือจากมาตรฐานต่างๆ) คงเป็นไปได้ยาก เพราะทั้งหมดมีข้อพิพาททางการค้าระหว่างประเทศในเวทีองค์การการค้าโลกทั้งสิ้น (ยกเว้น ATR) แสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่ขัดแย้งกันอย่างรุนแรง ส่วนเครื่องยนต์สำหรับอากาศยาน มีผู้ผลิตหลักน้อยรายเช่นเดียวกัน อันได้แก่ General Electric (GE) และ Pratt and Whitney (PW) ของสหรัฐอเมริกา กับ Rolls-Royce (RR) ของสหราชอาณาจักร¹¹

(ข) สายการบิน เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ขนส่งทางอากาศที่แท้จริง เป็นกลุ่มที่มีจำนวนมาก ซึ่งทำให้มีต้นทุนธุรกรรมในการจัดการสูง หากมีนโยบายหรือมาตรการที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มนี้โดยตรง เพราะเป็น

¹¹ นอกจากนี้ยังผู้ผลิตร่วมทุนอีกสามราย ได้แก่ IAE (International Aero Engine) ร่วมทุนระหว่าง RR, PW, MTU ของเยอรมนี และ Japanese Aero Engines Corporation; CFM International ร่วมทุนระหว่าง GE และ SNECMA ของฝรั่งเศส และ Engine Alliance ร่วมทุนระหว่าง GE กับ PW จะสังเกตได้ว่า ผู้ผลิตรายใหญ่มักมีบทบาทในบริษัทร่วมทุนเหล่านี้

อุตสาหกรรมที่มีลักษณะตลาดที่ค่อนข้างเปิด เข้าออกได้ง่าย หรือที่เรียกว่า Contestable Market (ศุพฤณี, 2552) ทำให้มีสายการบินเกิดขึ้นจำนวนมาก เชื่อว่ามีจำนวนในหลักพันเลยทีเดียว

(ค) ตัวแทนต่างๆ (Agents) เป็นสถาบันหลักสำคัญของอุตสาหกรรมการบินส่งทางอากาศเลยทีเดียวได้ เพราะว่าเป็นจุดเชื่อมประสานความต้องการกับตัวสายการบิน ลำพังสายการบินไม่สามารถหาผู้โดยสารและ/หรือสินค้าเพื่อขนส่งได้เองโดยง่าย อันมีลักษณะคล้ายคลึงกับการขนส่งทางทะเลอยู่มาก แต่จะมีมิติของผู้โดยสารและการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นอีก แม้ว่าตัวแทน (ไม่ว่าจะเป็นตัวแทนจำหน่ายบัตรโดยสาร ตัวแทนท่องเที่ยว หรือตัวแทนรับขนส่งสินค้า) จะมีจำนวนมากก็ตาม ตัวแทนเหล่านี้มีความเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิดและเหนียวแน่น ผ่านเครือข่ายที่ซับซ้อน หากพิจารณาเฉพาะบัตรโดยสารสายการบินและบริการท่องเที่ยว จะมีเครือข่ายเพียง 9 เครือข่ายหลักเท่านั้น (จะเห็นว่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับจำนวนสายการบิน) เช่น Amadeus, Sabre, และ Galileo เป็นต้น

(ง) องค์กรระดับชาติ และนานาชาติ (National and international organisations) เนื่องจากการขนส่งทางอากาศต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก เกือบทุกประเทศต่างก็มีการตั้งหน่วยงานเฉพาะในการควบคุมให้การใช้อากาศยานและการบินมีความปลอดภัย และเนื่องจากธรรมชาติของการบิน เป็นการเดินทางระหว่างประเทศ ทำให้มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องมีความเป็นสากลด้วย ส่วนใหญ่จะยอมรับมาตรฐานของ FAA (Federal Aviation Authority) ของสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานระดับนานาชาติที่ครอบคลุมทุกด้านของการบิน ภายใต้การกำกับดูแลขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO: International Civil Aviation Authority) ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานของท่าอากาศยาน เส้นทางบิน อุปกรณ์การเดินอากาศ บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านคุณสมบัติ การฝึก และชั่วโมงการทำงาน ไม่เพียงเท่านั้น ยังมีอีกหน่วยงานหนึ่งคือ สมาคมการขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (IATA: International Air Transport Association) ที่กำหนดและกำกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการบนเครื่องบิน การจำหน่ายบัตรโดยสาร การจัดการกับสัมภาระและสินค้า การกำหนดค่าโดยสาร และค่าระวางสินค้า วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องบิน (ศุพฤณี, 2552)

(จ) เชื้อเพลิง ในฐานะเป็นสินค้าประกอบ เชื้อเพลิงอากาศยานมีสองประเภทหลัก คือ AvGas ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับน้ำมันเบนซิน แต่มีออกเทนสูงกว่า ใช้สำหรับเครื่องยนต์ลูกสูบ และ Jet Fuel ใช้กับเครื่องยนต์เทอร์โบ ซึ่งเครื่องยนต์ส่วนใหญ่ของเครื่องบินเพื่อการพาณิชย์ ซึ่งจำนวนผู้ผลิตก็มีจำกัด เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงของยานพาหนะอื่นๆ นอกจากนี้เชื้อเพลิงอากาศยานยังมีลักษณะเช่นเดียวกับเรือเดินสมุทรด้วย นั่นคือไม่ต้องเสียภาษี ในฐานะเป็น Bunker Fuel เช่นเดียวกัน อีกทั้งยังไม่อยู่ในบังคับของพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโตอีกด้วย

6.3.2 การกำหนดมาตรฐาน

มาตรฐานถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของการขนส่งทางอากาศก็ว่าได้ มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางอากาศมีหลากหลายมาก และครอบคลุมทุกด้าน สาเหตุสำคัญคือความปลอดภัยในการบินเป็นหลัก

และขยายไปสู่มิติอื่นๆ ด้วย มาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมก็เป็นหนึ่งในนั้นด้วย โดยเริ่มจากมาตรฐานด้านเสียงก่อน แล้วค่อยมาเน้นการปล่อยสารที่ก่อให้เกิดมลภาวะ (Emission control) ของเครื่องยนต์ (ทั้งเครื่องยนต์ที่ให้อำนาจขับเคลื่อน (Propulsion) และเครื่องยนต์ที่ให้พลังงานสำหรับการใช้ในอากาศยาน (Auxiliary power unit: APU) ซึ่งเริ่มที่การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก่อน และเพิ่มมาตรฐานเกี่ยวกับออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) สารไฮโดรคาร์บอน (HC) เชื้อเพลิงที่ไม่ถูกสันดาป เขม่า คาร์บอน และอนุภาคอื่นๆ และเพิ่มความเข้มงวดขึ้นตามลำดับ โดยเน้นที่การควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เพราะก่อให้เกิดผลกระทบกับโอโซน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 และเพิ่มความเข้มงวดในปี ค.ศ. 1993 (ลดก๊าซเรือนกระจกชนิดนี้ได้ ร้อยละ 20) และในปี ค.ศ. 1999 (ลดก๊าซเรือนกระจกชนิดนี้ลงอีก ประมาณร้อยละ 16) ปัจจุบันใช้มาตรฐานที่กำหนด ณ ปี ค.ศ. 2003 และมีแผนจะปรับให้เข้มงวดขึ้นอีกใน ปี ค.ศ. 2008 (CAO, 2011a) แต่ ณ ขณะนี้ยังไม่มีมาตรฐานใหม่ออกมาแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม มีความกังวลถึงผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของสิ่งที่เรียกว่า Contrail ซึ่งถูกปล่อยจากเครื่องบินที่บินในระดับสูง อันเกิดจากอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นผลจากการสันดาปแล้วมีไอน้ำมาเกาะตัว ทำให้ดูเหมือนเมฆ และทาง NASA ทำการทดสอบแล้ว ปรากฏว่ามีผลทำให้โลกร้อนขึ้นจริง เพราะมันทำตัวเป็น Thermal blanket ทำให้การคายความร้อนสู่ชั้นบรรยากาศด้านบนต่ำลง อุณหภูมิจึงสูงขึ้น (EPA, 2005)

ภาพ 12 Contrail ที่เกิดจากเครื่องบินที่บินอยู่ในระดับสูง



ที่มา: <http://governancefocus.blogspot.com/2009/07/biofuel-worked-well-in-test-flight.html>

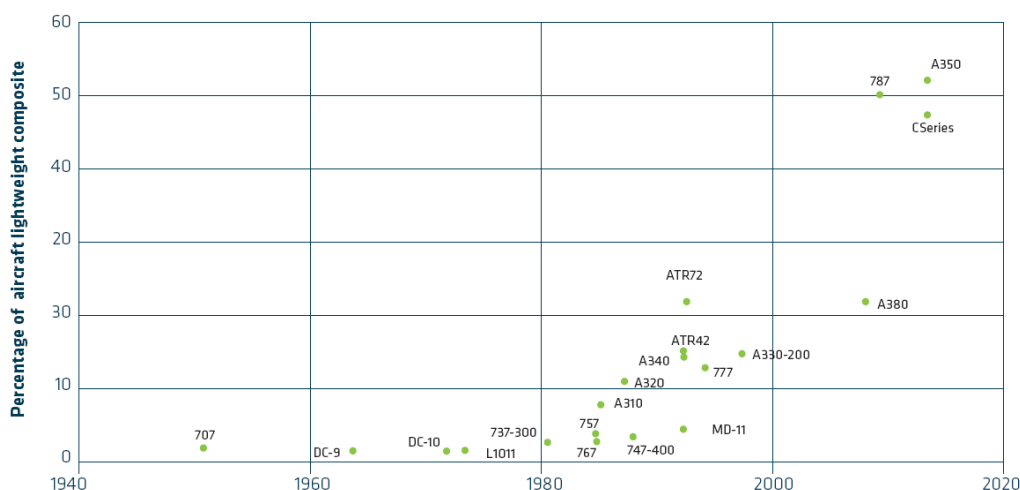
ธรรมชาติของการบินทำให้การตรวจวัดสารต่างๆ ทำได้ยาก ที่ผ่านมา ICAO และ FAA ใช้มาตรฐานเดียวกันโดยตรวจวัดจากวงจรการบินมาตรฐาน (Landing Take-Off (LTO) Cycle) ที่ระดับความสูงไม่เกิน 3,000 ฟุต ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด แม้ว่ามาตรฐานเหล่านี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง (High altitude) ได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังคงขาดการตรวจวัดที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง (IISD, 2007; ICAO, 2011a) การใช้เทคโนโลยีช่วย

ในการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสารที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับความถูกต้องของการประเมินสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางอากาศ ปัจจุบันมีการริเริ่มนำเทคโนโลยีการตรวจวัดระยะไกล (Remote sensing) เช่น FTIR (Fourier Transform Infrared) Spectroscopy และ LII (Laser Induced Incandescence)¹² มาใช้ แต่ยังคงอยู่ในขั้นการทดลองและวิจัยอยู่ จะเห็นได้ว่า การตรวจวัดสารที่ก่อให้เกิดมลภาวะ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญในการระบุว่าการขนส่งรูปแบบนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลักษณะใด และมากน้อยเพียงใด อันส่งผลไปถึงนโยบายและเครื่องมือที่จะใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพต่อไปด้วย ICAO นั้นยังคงมีท่าทีที่ไม่ชัดเจนว่าจะพัฒนามาตรฐานและการตรวจวัดไปในทางใด และยังอ้างว่าการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์นั้นสัมพันธ์กับความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่แล้ว ซึ่งทุกสายการบินได้พยายามลดการใช้เชื้อเพลิงลงอย่างเต็มที่แล้วเช่นกัน

6.3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีอากาศยานยังคงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าจะมีอัตราที่ลดลง การออกแบบอากาศยานและปีกให้มีประสิทธิภาพทางวิศวกรรมมากขึ้น ใช้วัสดุสังเคราะห์ (Composite materials) ที่มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบามากขึ้น ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในใช้พลังงานมากขึ้น การใช้วัสดุน้ำหนักเบาสำหรับอุปกรณ์ส่วนควบของอากาศยาน เช่น ฝาเบรก เก้าอี้ รถเข็นใส่อาหาร คอนเทนเนอร์ เป็นต้น ก็มีผลในการลด น้ำหนักบรรทุกของอากาศยานได้กว่าร้อยละ 20 ทำให้ใช้เชื้อเพลิงน้อยลง จึงปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงด้วย (ATAG, 2010; ภาพ 13 ประกอบ)

ภาพ 13 สัดส่วนการใช้วัสดุสังเคราะห์ในอากาศยานแบบต่างๆ

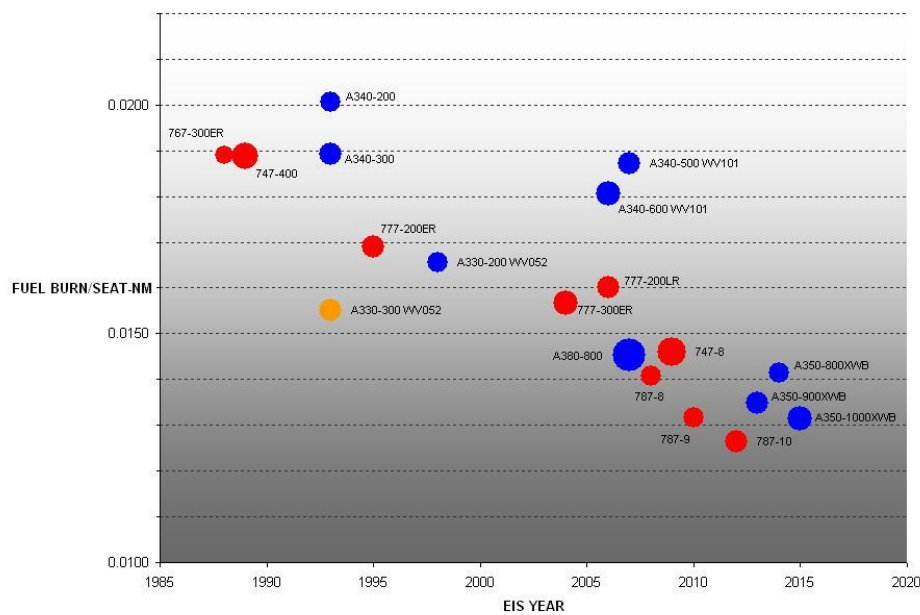


ที่มา: ATAG (2010)

¹² http://ec.europa.eu/research/transport/projects/article_3682_en.html

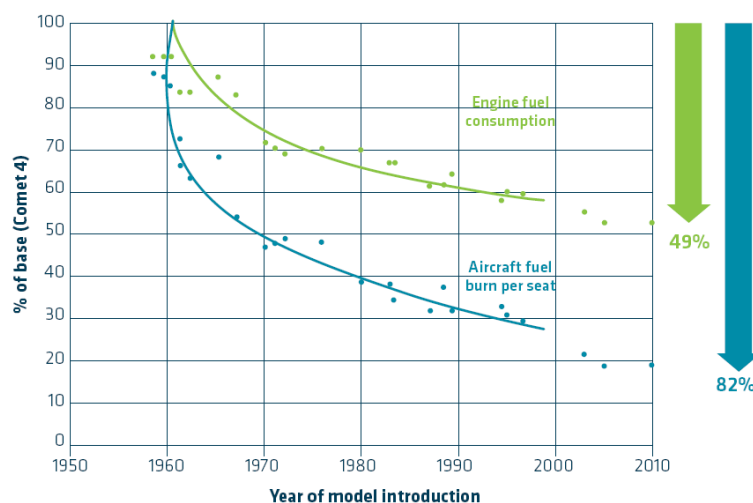
การออกแบบเครื่องยนต์ก็เช่นเดียวกัน อัตราการบริโภคเชื้อเพลิงมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่เครื่องยนต์มีกำลังขี้นมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการบรรทุกผู้โดยสารและสินค้า (Payload) เพิ่มขึ้น (ตัวหารของต้นทุนในการดำเนินการเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยผู้โดยสารหรือสินค้าลดลง) และระยะทางที่เดินทางไกลขึ้น (ต้นทุนเท่าเดิมสามารถขนส่งคนและสินค้าได้ไกลขึ้น)

ภาพ 14 อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อที่นั่ง-ไมล์ทะเลของอากาศยานแบบต่างๆ



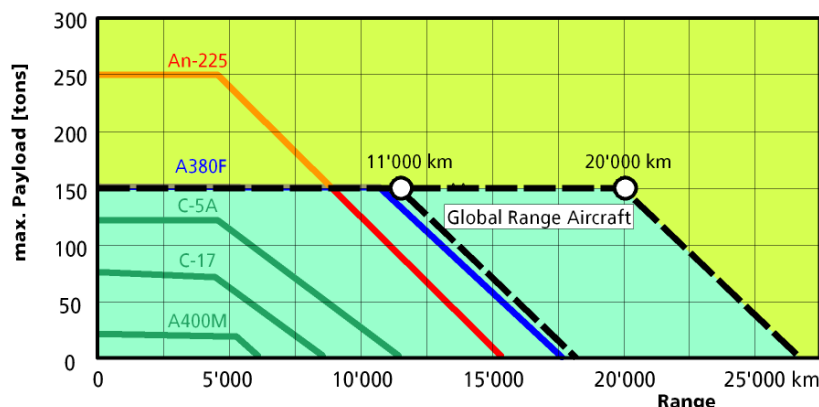
ที่มา: http://www.airliners.net/aviation-forums/tech_ops/read.main/230377/

ภาพ 15 แนวโน้มและร้อยละของอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อเครื่องยนต์ และต่อจำนวนผู้โดยสาร



Source: Plane Simple Truth 2008 / IPCC 1999

ภาพ 16 พิสัยการบินและความสามารถบรรทุกของอากาศยานบางแบบต่างๆ



ที่มา: Hepperle (2003) http://www.mh-aerotools.de/company/paper_9/global_transport_aircraft.htm

ยกตัวอย่างเช่น เครื่องบิน Boeing 737 ซึ่งเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 ในรุ่นแรกๆ (737-200) มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 2.827 ตัน/ชั่วโมง ต่อมาในรุ่น 737-400 ที่ผลิตในปี ค.ศ. 1988 (20 ปีต่อมา) มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 2.377 ตัน/ชั่วโมง ในขณะที่บรรทุกผู้โดยสารได้เพิ่มขึ้นประมาณ 60 คน และในรุ่น 737-800 ที่ผลิตในปี ค.ศ. 1997 (ราว 10 ปีต่อมา) มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 2.187 ตัน/ชั่วโมง¹³ หรือคิดเป็นอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ลดลงประมาณร้อยละ 0.77 ต่อปีจากช่วงเวลาการผลิตเครื่องบินชนิดเดิม 29 ปี) ตัวอย่างนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ATAG (2010) ดังที่ปรากฏในภาพ 15 ว่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของอากาศยานลดลง ร้อยละ 49 เมื่อเทียบกับเครื่องบิน de Havilland Comet 4 ที่เริ่มบินในปี ค.ศ. 1958 นั่นคือในระยะเวลาประมาณ 50 ปี เท่ากับการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลงในอัตราประมาณร้อยละ 0.94 ต่อปี อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีด้านอากาศยานสามารถเพิ่มความสามารถในการบรรทุก (น้ำหนักบรรทุกหรือจำนวนผู้โดยสารเพิ่มขึ้น (Payload/Passenger capacity)) และระยะทางการบิน (Range) ทำให้อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อที่นั่ง หรือต่อหัวผู้โดยสารลดลงถึงร้อยละ 82 ในเวลาประมาณ 50 ปี เท่ากับ มีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่อผู้โดยสารในอัตราประมาณร้อยละ 1.58 ต่อปี

อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีอากาศยาน ยังคงพัฒนาในอัตราที่ต่ำกว่าการขยายตัวของการขนส่งทางอากาศ หากนำตัวอย่างข้างต้นว่า อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงดีขึ้นปีละประมาณร้อยละ 0.77 (ต่อชั่วโมงที่เครื่องยนต์เครื่องบินทำงาน สำหรับเครื่อง Boeing 737) ร้อยละ 0.94 (ต่อชั่วโมงทำงานของเครื่องยนต์ สำหรับเครื่องบินไอพ่นตั้งแต่ de Havilland Comet 4) หรือร้อยละ 1.58 (ต่อผู้โดยสาร 1 คน ตั้งแต่เครื่องบิน de Havilland Comet 4s) แต่อัตราการขยายตัวของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่

¹³ <http://www.b737.org.uk/techspecs/techspecs.htm>

ประมาณร้อยละ 3-4 ต่อปี (ICAO, 2011a) แสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นต้องจัดการกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งทางอากาศไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง

เทคโนโลยีสำหรับการขนส่งทางอากาศในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ยังมีอีกหลายด้าน เช่น

- **การติดตั้งอุปกรณ์เสริม** เช่น Blended Winglet ของ Boeing ที่อ้างว่าช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงประมาณร้อยละ 2.5 – 4.4 ซึ่งอาศัยหลักการทำงานด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) ที่ลดแรงเสียดทานของอากาศอันเกิดจากแรงยกที่ปีก (Induced Drag)

ตาราง 4 การประหยัดเชื้อเพลิงจากการติดตั้งอุปกรณ์ Blended Winglet

MODEL	LOAD (PASSENGERS)	MISSION (NAUTICAL MILES)	FUEL USE WITHOUT WINGLETS (LBS)	FUEL USE WITH WINGLETS (LBS)	ESTIMATED FUEL SAVINGS
737-800	162	500	7,499	7,316	2.5%
		1,000	13,386	12,911	3.5%
757-200	200	1,000	16,975	16,432	3.2%
767-300ER	218	3,000	65,288	62,419	4.4%

ที่มา: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_03_09/article_03_1.html

-**การพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือก**¹⁴ เป็นแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยความสนใจในลักษณะของการริเริ่มของอุตสาหกรรมเอง (industrial initiative) เชื้อเพลิงทางเลือกนี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือ

- (1) Fossil Fuel ซึ่งใช้พลังงานจากถ่านหินและแก๊ส เช่น แก๊สธรรมชาติ
- (2) Biological Fuel ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานทางชีวภาพ เช่น Biomass จากพืชและขยะเชื้อเพลิงประเภทนี้ อาจแบ่งได้อีกเป็นสองกลุ่ม คือ
 - (2.1) Biofuel เช่นพืช Camelina, Castor, Jathropa, Safflower, น้ำมันปาล์ม, สาหร่าย และขยะชีวภาพ (เศษไม้)
 - (2.2) Synthetic Fuel ที่ใช้กระบวนการ Fischer-Tropsch ในการสังเคราะห์ โดยใช้ถ่านหินและถ่านโค้กหรือกระบวนการ HRJ (Hydrotreated Renewable Jet)

นอกจากเชื้อเพลิงทางเลือกเหล่านี้ จะลดการใช้เชื้อเพลิงตามปกติแล้ว ยังแนวโน้มที่จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคอื่นๆ ต่ำกว่าเชื้อเพลิงปกติด้วย ซึ่งจำเป็นต้องทำการวิจัยและพัฒนาต่อไป

¹⁴ รายละเอียดดูได้จาก <http://www.icao.int/icao/en/env/AlternativeFuels/BiofuelProjectSummary.pdf>

(Altman, 2009) อนึ่ง มีความพยายามในการใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจน (โครงการ Phantom Eye ของ Boeing) และพลังงานแสงอาทิตย์ (โครงการ Solar Impulse) เพื่อขับเคลื่อนอากาศยานด้วย

-การพัฒนาการเดินอากาศ (air navigation) เป็นส่วนสำคัญในการบินและมีบทบาทในลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ ที่ผ่านมามีความแออัดและล่าช้าในการเข้าออกจากรังอากาศยานทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเป็นจำนวนมาก เพราะจำเป็นต้องทำการบินตามเส้นทางที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และปฏิบัติตามผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศที่อยู่ภาคพื้นดิน (Ground-based air traffic controller) เป็นหลัก แนวคิดใหม่ในการเดินอากาศ คือการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมช่วยในการเดินอากาศ (Satellite-based navigation) และการเดินอากาศภายในพื้นที่ (Area Navigation Procedures หรือ RNAV) ทดแทนเครื่องช่วยเดินอากาศแบบเดิม (Conventional navigational aids) ภายใต้นโยบายที่เรียกว่า PBN หรือ Performance-based Navigation เพื่อให้การเดินอากาศมีความแม่นยำ ปลอดภัย ระยะทางสั้นลง และลดการใช้เชื้อเพลิง ความแออัดในอากาศและท่าอากาศยาน จนถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุด สายการบิน Qantas ได้ทำการทดสอบแนวคิดดังกล่าวที่บรีสเบน พบว่าสามารถลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 650 ตัน จาก 1,612 ตัน เที่ยวบินที่ทดสอบ IATA เชื่อว่าหากใช้ระบบการเดินอากาศตามแนวคิดนี้จะลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 13 ล้านตันต่อปี ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาระบบ NextGen และสหภาพยุโรปได้พัฒนาระบบ SESAR อยู่ ซึ่งทั้งสองระบบนำแนวคิดนี้มาปรับใช้¹⁵

6.3.4 การกำหนดแนวปฏิบัติ

แนวปฏิบัติ (Guidelines) หรือแนวทางที่ดีที่สุด (Best practices) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีต้นทุนค่อนข้างต่ำ กล่าวคือไม่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนสิ่งที่เป็นอยู่อย่างขนานใหญ่ แต่ปรับเปลี่ยนแต่ละขั้นตอนหรือแต่ละกิจกรรมของการขนส่งทางอากาศเพียงเล็กน้อย ซึ่งก่อนหน้านี้มักจะถูกมองข้ามไป เพื่อให้เกิดความประหยัดและปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงนั่นเอง

(ก) แนวปฏิบัติในการบิน เพื่อให้ประหยัดเชื้อเพลิง และปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้น้อยลง นักบินควรใช้ประโยชน์จากระบบควบคุมการบินของเครื่องบิน (Flight Management Computer/System: FMC/FMS) ให้มากที่สุด ในการคำนวณการบินขึ้น การไต่ความสูงอย่างต่อเนื่อง (Continuous ascent) การบินระดับ การเลือกความสูงและความเร็วที่เหมาะสมกับเส้นทางและน้ำหนักของเครื่องบินในแต่ละขณะ ตลอดจนการบินที่ใช้ประโยชน์จากลมส่งท้ายหรือเฉียงลมด้าน ซึ่งเชื่อว่าจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 32,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี นอกจากนี้เทคนิคการลดระดับที่เรียกว่า Continuous Descent Operation (CDO) โดยใช้กำลังเครื่องยนต์แต่น้อย และลดระดับความสูงอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องรักษาระดับความสูงเป็นขั้นๆ เช่นแต่เดิม จะช่วยลดการใช้เชื้อเพลิง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกกว่า 500,000 ตันต่อปี และระดับเสียงได้อย่างมาก (ATAG, 2010)

¹⁵ <http://www2.icao.int/en/pbn/Miscellaneous%20Items/Industry%20Declaration%20SIGNED.pdf>

(ข) แนวปฏิบัติภาคพื้นดิน การวางแผนการบินล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลต่างๆ ประกอบกัน ไม่ว่าจะเป็นสภาพอากาศ สภาพการจราจรทางอากาศ จำนวนและน้ำหนักของผู้โดยสารและสินค้า จะช่วยให้แผนการบินมีความเหมาะสมที่สุด สามารถคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง มีเชื้อเพลิงสำรองเพียงพอในกรณีฉุกเฉินหรือล่าช้า แต่ไม่ได้บรรทุกเชื้อเพลิงมากเกินไป นอกจากนี้การใช้กระแสไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศของท่าอากาศยานแทนที่จะใช้เครื่องปั่นไฟของเครื่องบิน ก็จะช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย หรือการใช้เครื่องยนต์ให้น้อยเครื่องในการนำเครื่องเข้าสู่และออกจากทางวิ่ง

(ค) แนวปฏิบัติเกี่ยวกับลูกเรือและผู้โดยสาร มีสายการบินจำนวนไม่น้อย ทั้งสายการบินปกติและสายการบินต้นทุนต่ำ ที่มีแนวความคิดที่ค่อนข้างแหวกแนวในการปฏิบัติต่อลูกเรือและผู้โดยสาร เพื่อให้น้ำหนักบรรทุกในแต่ละเที่ยวบินไม่สูงจนเกินไป ช่วยประหยัดเชื้อเพลิง และลดก๊าซเรือนกระจกได้ ไม่ว่าจะเป็นการคิดค่าบริการสำหรับสัมภาระที่เกินกว่าสัมภาระติดตัว (เช่น Ryanair และ Air Asia) การขอให้ผู้โดยสารปีสวาระและอุจจาระก่อนขึ้นเครื่อง (ANA) การให้ลูกเรือลดน้ำหนัก (การบินไทย) แนวความคิดที่จะติดตั้งสูทหอยอดเหรียญ (Ryanair) การเก็บค่าโดยสารเพิ่มสำหรับผู้โดยสารที่มีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์หรือการบังคับให้ต้องออกบัตรโดยสารสำหรับสองที่ (Air France และ JetBlue) การออกแบบชุดของลูกเรือให้มีน้ำหนักน้อยและไม่ต้องเปลี่ยนชุดในระหว่างเที่ยวบิน หรือแม้แต่การงดบริการอาหารและเครื่องดื่ม แต่จะจำหน่ายในจำนวนจำกัด หากต้องการต้องสั่งล่วงหน้า (สายการบินต้นทุนต่ำส่วนใหญ่) แนวปฏิบัติเหล่านี้เป็นความพยายามในการลดน้ำหนักบรรทุกทั้งสิ้น

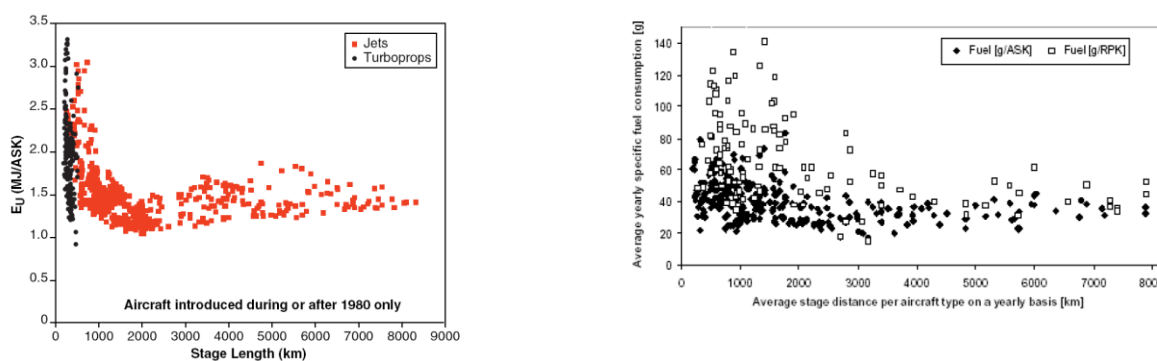
6.3.5 การใช้การซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอน

การซื้อขายคาร์บอนเครดิตเป็นการนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์มาใช้ในการสร้างแรงจูงใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สหภาพยุโรปได้นำระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิต หรือ EU-ETS (European Union Emission Trading System) มาบังคับใช้กับการขนส่งทางอากาศด้วย โดยไม่เลือกว่าเป็นอากาศยานของชาติใด หรือผู้ประกอบการขนส่งทางอากาศรายใด หากมีจุดหมาย หรือจุดเริ่มต้นในสหภาพยุโรปแล้ว ต้องเข้าสู่ระบบ EU-ETS ทันที และคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดเส้นทาง (เริ่มบิน จนถึงลงจอด) โดยสหภาพยุโรปให้เหตุผลว่า เชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งทางอากาศไม่ต้องเสียภาษี จึงไม่มีกลไกใดที่จะสะท้อนต้นทุนต่อสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจากการขนส่งทางอากาศได้ ถือได้ว่า EU-ETS เป็นความพยายามแรกการนำการขนส่งทางอากาศเข้าสู่ระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิต โดยเริ่มจากการขนส่งทางอากาศที่มียุโรปเป็นจุดหมาย หรือจุดเริ่มต้น อย่างไรก็ตามการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ EU-ETS สำหรับการขนส่งทางอากาศ มีการบิดเบือนด้านราคาอยู่บ้าง (Price distortion) ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น หากผู้ประกอบการขนส่งทางอากาศต้องการหลีกเลี่ยงการซื้อขายคาร์บอนเครดิต (ในกรณีที่คาร์บอนเครดิตมีราคาสูง) อนึ่ง สหรัฐอเมริกากำลังอยู่ระหว่างการฟ้องร้องสหภาพยุโรปถึงความไม่ชอบด้วยกฎหมายของ EU-ETS เนื่องจากไปขัดกับกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งระหว่างประเทศที่มีอยู่แล้ว อนึ่ง ICAO กำลังอยู่ระหว่างการศึกษาแนวทางในการลดก๊าซ

เรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศโดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งอาศัยระบบตลาด หรือกลไก ราคา ในลักษณะเดียวกับ EU-ETS นั้นเอง แต่ขณะนี้ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนว่า จะนำแนวทางนี้มาใช้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม การที่สหภาพยุโรปนำ EU-ETS มาใช้กับการขนส่งทางอากาศเท่ากับว่าเป็นการปูทางในการใช้ระบบนี้ไปในตัว (Pre-emptive movement) และบีบให้ ICAO ยอมรับแนวทางนี้โดยปริยายเพื่อให้ได้เปรียบในการเจรจา ต่อรองในอนาคต (First mover advantage) เพราะเมื่อเวลาผ่านไป เมื่อผู้ประกอบการขนส่งทางอากาศใช้ EU-ETS การจะใช้ระบบใหม่ของ ICAO ที่แตกต่างกัน จะทำให้มีต้นทุนสำหรับผู้ประกอบการในระดับสูง เชื่อได้ในระดับหนึ่งว่า ICAO คงต้องรับแนวทางของ EU-ETS ไปใช้แน่นอน ส่วนจะมีประเด็นใดที่แตกต่างออกไปนั้น เป็นสิ่งที่ต้องติดตามต่อไป

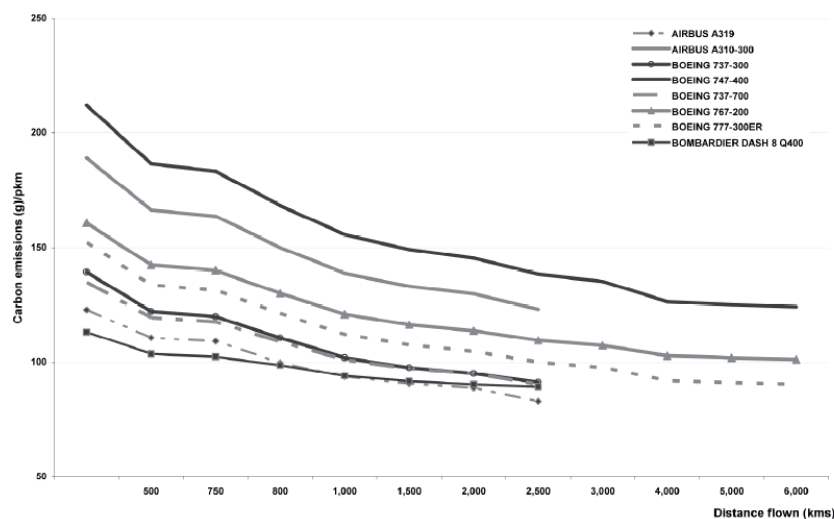
อย่างไรก็ตาม EU-ETS มีสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่บิน เพราะยังขาดการติดตาม รายงาน และตรวจสอบ (Monitoring, Reporting, and Verification (MRV) ที่ดี) ทั้งที่การศึกษาของ Ross (2007) และ Miyoshi and Mason (2009) ชี้ว่าระยะทางที่เพิ่มขึ้นมิได้ทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด (ดูภาพ 17 และ 18) ทำให้แรงจูงใจตามโครงสร้าง EU-ETS ลงโทษการบินในระยะไกลมากเกินไป และให้แรงจูงใจแก่การบินระยะสั้น ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่า อีกทั้งยังมีผลภาวะด้านอื่นๆ สูงกว่าด้วย (ATAG, 2010)

ภาพ 17 การใช้พลังงานของอากาศยานเมื่อเทียบกับระยะทางที่บิน



ที่มา: Ross (2007)

ภาพ 18 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอากาศยานบางแบบ



ที่มา: Miyoshi and Mason (2009)

นอกจากนี้ยังมีมาตรการสมัครใจที่สายการบินหลายสายได้พยายามทำ คือการทำ Carbon Offsetting โดยการให้ข้อมูลและสารสนเทศแก่ผู้โดยสาร ให้ตระหนักถึงการมีส่วนร่วมทำลายสิ่งแวดล้อมของเขา ในการเดินทางทางอากาศในรูปตัวเงิน และเปิดโอกาสให้ผู้โดยสารสามารถบริจาคเงินจำนวนดังกล่าวแก่สายการบินในการไปดำเนินโครงการที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป (Environmental Audit Committee, 2006)

6.3.6 แนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศ

ATAG (2010) ระบุว่า การลดก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทางอากาศจะเป็นผล เมื่ออาศัยเสาหลัก 4 ด้านประกอบกัน คือ (ก) การพัฒนาเทคโนโลยีและประสิทธิภาพ ทั้งด้านอากาศยาน เครื่องยนต์ อุปกรณ์ การเดินอากาศ และเชื้อเพลิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อเพลิงทางเลือก (ข) การปรับปรุงด้านการปฏิบัติการ สำหรับกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางอากาศ ตั้งแต่ภาคพื้นดิน และภาคอากาศ รวมทั้งการลดน้ำหนักบรรทุก (ค) การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเน้นไปยังระบบการควบคุมการจราจรทางอากาศ และท่าอากาศยาน และ (ง) มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ ในฐานะเป็นมาตรการในระยะกลาง เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้มีส่วนได้เสียตระหนักถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ความสำเร็จของการขนส่งทางอากาศในการลดก๊าซเรือนกระจกน่าจะอยู่ที่การใช้มาตรการและมาตรฐานผ่านองค์กรระหว่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ICAO ซึ่งในขณะนี้ยังมีท่าทีที่ไม่ค่อยชัดเจน แต่เป็นองค์กรที่ผู้มีส่วนได้เสียยอมรับและปฏิบัติตามเป็นอย่างมาก ความไม่ชัดเจนนี้เชื่อว่าเกิดจากปัญหา

เรื่องการตรวจวัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญอยู่ หรือในทางเศรษฐศาสตร์คือ ปัญหาเรื่องการตรวจสอบ หรือ Verification นั้นเอง ว่าต้นทุนในการตรวจวัดดังกล่าวสำหรับการขนส่งทางอากาศจะต่ำกว่าประโยชน์ที่ได้จากการลดก๊าซเรือนกระจกมากน้อยเพียงใด และต้นทุนเช่นนั้นใครจะเป็นผู้แบกรับ ทำให้ทำให้ในเชิงนโยบายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังไม่ลงตัว

อีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญคือ เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยาน ที่มีการพัฒนาเชื้อเพลิงทดแทนหรือ เชื้อเพลิงทางเลือกไปค่อนข้างรวดเร็ว แต่ยังไม่สามารถมีผลในเชิงพาณิชย์ได้ และปัญหาเรื่อง Bunker Fuel ที่ยังไม่สามารถตกลงกันได้ ทำให้แรงจูงใจในการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกยังมีไม่เพียงพอ ด้วยว่าค่าใช้จ่ายของ เชื้อเพลิงปกติเป็นต้นทุนที่แท้จริง ไม่มีมาตรการทางภาษีมาควบคุม

7. สรุป

ความท้าทายของภาคขนส่งในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น หากมองมิติ ภายในแต่ละประเทศและมิติระหว่างประเทศนั้น มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ในมิติระหว่างประเทศ การขนส่งทางทะเลและการขนส่งทางอากาศเป็นรูปแบบการขนส่งที่ต้องการความร่วมมือในการลดก๊าซเรือนกระจก และมาตรการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับนานาชาติ ผ่านองค์การระหว่างประเทศที่มีอำนาจบังคับผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเท่าที่ผ่านมากระทำการบังคับใช้มาตรฐานและมาตรการ อย่างไรก็ตามการใช้มาตรฐานหรือมาตรการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามเป็นเพียงความพยายามขั้นต่ำเท่านั้น สิ่งท้าทายในการขนส่งทางทะเลและทางอากาศคือ แรงจูงใจที่จะทำให้ดีกว่ามาตรฐานที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะยังลดก๊าซเรือนกระจกได้มากเท่าใด ยังมีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากเท่านั้น ควบเท่าที่ต้นทุนในการลดยังต่ำกว่าประโยชน์ที่ได้ และอุปสรรคที่สำคัญคือ วิธีการติดตามและตรวจสอบ (Monitoring and verification) ที่เชื่อถือได้ และมีต้นทุนต่ำเพียงพอที่จะนำไปใช้ ซึ่งปัจจุบันยังขาดอยู่มาก ด้วยธรรมชาติของการเดินเรือทะเลและการเดินอากาศที่ผ่านหลายประเทศ หลายเขตอำนาจรัฐ และมีปัจจัยอื่นมีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก ในระยะสั้นและระยะกลาง จำเป็นอย่างยิ่งที่นานาชาติต้องกำหนดแนวทางในการตรวจวัดและตรวจสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งสองรูปแบบนี้ เพื่อนำไปกำหนดแนวทางและนโยบายต่อไป

การขนส่งทางทะเลและทางอากาศ ยังมีประเด็นเรื่องเชื้อเพลิง ที่มีลักษณะเป็น Bunker Fuel โดยไม่ ต้องเสียภาษีแต่อย่างใด ทำให้มาตรการทางภาษีนี้นั้นไม่มีประสิทธิภาพ แม้ว่าภาษีอื่นๆ ถูกนำมาใช้ก็ตาม ไม่ว่าจะ เป็นภาษีสนามบินที่จัดเก็บกับผู้โดยสาร หรือภาษีที่จัดเก็บกับสายการบิน เพราะภาษีเหล่านี้มิได้สะท้อนถึงต้นทุนสังคมที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง

ส่วนมิติในประเทศนั้น การขนส่งทางบกและการขนส่งทางน้ำภายในประเทศเป็นรูปแบบการขนส่ง ที่มีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งทางบกที่มีทางเลือก

ที่หลากหลาย แต่ละทางเลือกมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ซึ่งสามารถนำมาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการแลกเปลี่ยนระหว่างเวลาในการเดินทางกับต้นทุนที่เกิดจากการเดินทางที่แท้จริง (อันรวมต้นทุนที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งแล้ว)

การพิจารณาภาคขนส่งทั้งหมดอย่างบูรณาการ (Integrated) มีความสำคัญในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างยิ่ง การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multimodal Transportation) การจัดการด้านโลจิสติกส์ และความเชื่อมโยงของผู้บริโภคและผู้ผลิตกับการขนส่ง ควรถูกพิจารณาในฐานะกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่มีอาจแยกออกจากภาคเศรษฐกิจโดยรวมได้อย่างเด็ดขาด เนื่องจากมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ดังเช่นตัวอย่างจาก Hawkins and Dente (2010) ที่พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการบริโภคของภาคครัวเรือนในฝรั่งเศสนั้น กว่าร้อยละ 13 เกิดจากการขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภคที่ภาคครัวเรือนใช้นั่นเอง ยุทธศาสตร์การใช้มาตรฐานและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ในการกำกับดูแลนั้นยังไม่เพียงพอ Rondinelli and Berry (2000) ได้เสนอว่า การจัดการปัญหาทางสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องให้ผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) มีบทบาทในการระบุ (ก) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจที่มีการขนส่งเข้าไปเกี่ยวข้องนั้น มีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรบ้าง (ข) บทบาทของภาคขนส่งในการก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ว่ามีลักษณะและรูปแบบอย่างไร และ (ค) ทางเลือกในการควบคุมและหลีกเลี่ยงการก่อปัญหาแก่สิ่งแวดล้อมโดยรวม

ความท้าทายของภาคขนส่งในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอยู่ที่การจัดการในลักษณะภาพรวมของรูปแบบการขนส่งต่างๆ ว่ามีการแลกเปลี่ยน หรือ trade-off ในแต่ละรูปแบบอย่างไร ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนในเชิงผลประโยชน์และต้นทุนจากมุมมองของผู้เดินทาง (Commuter) ของการพัฒนาเมือง ชุมชน (Urbanisation) ของการพัฒนาเศรษฐกิจ (Economic development) และของสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (environment and sustainability) เพราะแต่ละกรอบนั้นคาบเกี่ยวกันและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างใกล้ชิด เช่น การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเขตเมืองที่มีประสิทธิภาพและเครือข่ายที่ครอบคลุมทำให้ความต้องการยานยนต์ในเขตเมืองลดลง (เช่น รถยนต์ขนาดเล็กในลักษณะ Eco car หรือจักรยานยนต์ขนาดเล็ก) ความต้องการในการขยายถนนในเขตเมืองลดลง สิ่งแวดล้อมดีขึ้น ความแออัดลดลง คุณภาพชีวิตของคนดีขึ้น แต่ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมยานยนต์และอุตสาหกรรมก่อสร้างลดลง ปัจจุบันนโยบายที่เกี่ยวข้องมีการกระจายตัวไปตามหน่วยงานต่างๆ ทำให้ยากแก่การประสานงานในเชิงนโยบายและการปฏิบัติ รวมทั้งปัญหาในการเชื่อมโยงเชิงงบประมาณด้วย การมองภาคขนส่งในภาพรวมจึงไม่อาจเกิดขึ้นได้โดยง่าย การริเริ่มการใช้การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศจึงเกิดขึ้นได้อย่างจำกัด

ประเด็นที่สำคัญในการพัฒนาระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้นั้นยังคงอยู่ที่การติดตามและตรวจสอบ (Monitoring and verification) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบของการขนส่ง เพื่อนำมาวางแผน ประมาณการ และออกนโยบาย รวมทั้งประเมินสัมฤทธิ์ผลของนโยบายที่ได้ออกไปแล้ว ในขณะเดียวกันการตรวจวัดนั้นไม่ควรให้

ความสำคัญกับการวัดแต่คาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว¹⁶ เพราะก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีผลต่อสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันและมีต้นทุนในการลดปริมาณ (Abatement cost) ที่แตกต่างกัน ในขณะที่เกี่ยวกับการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลต้นทุนของการขนส่งรูปแบบต่างๆ และจำนวนผู้ใช้บริการหรือผู้ที่มีส่วนได้เสียทั้งหมด เป็นสิ่งที่จำเป็นไม่แพ้กัน เพราะต้องใช้เพื่อการวางแผนด้านการขนส่งประกอบกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเรือนกระจกที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อมีนโยบายอย่างหนึ่งอย่างใดออกมาแล้ว ย่อมมีผลต่อต้นทุนในการขนส่งทั้งระบบและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งมีผลย้อนกลับ (Adverse effect) อันเกิดจากพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปหลังการใช้นโยบาย (Moral hazard) ดังตัวอย่างข้างต้นในย่อหน้าที่แล้ว การใช้ระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพในเมืองทำให้จำนวนยานพาหนะบนถนนลดลง จนการจราจรติดขัดเบาบางลง ผู้ใช้ยานยนต์อาจมีแรงจูงใจกลับมาใช้รถยนต์มากขึ้นก็ได้ ในภายหลัง หรือผู้ที่กำลังตัดสินใจว่าจะมีรถยนต์หรือจักรยานยนต์อาจมีแนวโน้มอยากซื้อเพิ่มขึ้น จากความไม่แออัดของถนนนั่นเอง การติดตามและตรวจสอบที่ดีสำหรับทั้งสองส่วน จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินได้ว่านโยบายนั้นมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลเพียงพอหรือไม่ เป็นนโยบายที่เหมาะสมหรือไม่ และทำให้สามารถปรับนโยบายอย่างละเอียด (Fine tuning) เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อการขนส่งและสิ่งแวดล้อมได้ในระดับที่เหมาะสมในแต่ละขณะ

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือรายได้ รายจ่าย และงบประมาณที่เกี่ยวกับการจัดการการขนส่ง ซึ่งปัจจุบันกลไกด้านการเงินการคลัง ยังไม่สนับสนุนการพัฒนาระบบการขนส่งอย่างยั่งยืนเท่าที่ควร อันเป็นผลมาจากการแยกการกำหนดนโยบายที่เชื่อมโยงกันสู่หน่วยงานต่างๆ กัน โครงการหรือนโยบายบางอย่างจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากติดขัดด้านงบประมาณในหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่นการเก็บภาษีรถยนต์ จะนำมาใช้พัฒนารถไฟ หรือทางจักรยาน ก็จะเป็นสิ่งที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วนเพื่อให้เป็นไปได้

เครื่องมือทางนโยบายในระดับระหว่างประเทศไม่ว่าจะเป็นกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) หรือ NAMA หรือแม้แต่การซื้อขายคาร์บอนเครดิต อาจมีประโยชน์ในการลดก๊าซเรือนกระจกได้แต่ไม่อาจจะทดแทนนโยบายภายในประเทศของแต่ละประเทศได้เลย (ADB, 2009) เพราะการขนส่งระหว่างประเทศมีส่วนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับขนส่งทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละประเทศ เครื่องมือที่ยังคงมีผลและมีต้นทุนในการบังคับใช้ต่ำ คือ มาตรฐาน ในระดับระหว่างประเทศ และภาษี สำหรับภายในประเทศ แต่ปัญหาของเครื่องมือทั้งสองคือการรับรู้ถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการขนส่งในรูปแบบต่างๆ มาตรฐานขาดการให้แรงจูงใจสำหรับผู้ที่ทำได้ “ดีกว่า” มาตรฐาน ส่วนภาษีอาจบิดเบือนกลไกราคามากจนเกินไป หากการคำนวณอัตราภาษีขาดข้อมูลสนับสนุนที่ดี เครื่องมืออีกอันที่มีประโยชน์คือการให้ข้อมูลสารสนเทศและประชาสัมพันธ์ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับการขนส่งและผลต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการตัดสินใจหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ถูกต้องโดยสมัครใจเอง (voluntary) ไม่ว่าจะอยู่ใน

¹⁶ แม้ว่าการเปรียบเทียบก๊าซเรือนกระจกจะอ้างอิงโดยเทียบเท่ากับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ equivalent) เพื่อความง่ายก็ตาม

รูปแบบใด เช่น การติดตั้งมาตรวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในรถยนต์ แทนที่จะประชาสัมพันธ์ว่าควรขับรถไม่เกิน 90 กม/ชม จะประหยัดเชื้อเพลิงที่สุด หรือการแนะนำเส้นทางจราจรในเขตเมืองผ่านสื่อต่างๆ

ดังนั้น การปฏิรูปโครงสร้างเชิงสถาบัน (Institutional reform) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบาย และการติดตามและตรวจสอบ ให้มีการทำงานเชิงบูรณาการและมองปัญหาในภาพรวม จึงเป็นความจำเป็นอย่างเร่งด่วนสำหรับการขนส่ง อย่างไรก็ตาม การปฏิรูปโครงสร้างทางสถาบันมิได้หมายความว่าต้องตั้งหน่วยงานใหม่หรือคณะกรรมการใหม่ขึ้นมาแต่อย่างใด แต่หมายถึงวิธีการประสานงานและทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่างๆ ที่มีอยู่แล้ว เพื่อเป้าหมายร่วมกัน

โอกาสของประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนาในเอเชียในการพัฒนาระบบขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมยังมีสูง เพราะการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของการคมนาคมทางบกยังอยู่ในระดับต่ำ และประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่มีวัฒนธรรมที่ต้องพึ่งพายานพาหนะส่วนตัว (ADB, 2009) อย่างไรก็ตามอัตราการเพิ่มของยานพาหนะส่วนตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก โดยเฉพาะในประเทศไทยและเอเชีย ADB (2009) เสนอแนวทาง A-S-I (Avoid-Shift-Improve) อันได้แก่ หลีกเลี่ยงการพัฒนาการขนส่งรูปแบบที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง ชักจูงให้เปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจากรูปแบบที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงไปสู่รูปแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และพัฒนาการขนส่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำให้มีเครือข่ายที่ครอบคลุมประชากรให้มากขึ้น

หน้าที่สำคัญประการหนึ่งของรัฐต่อภาคขนส่ง คือ การทำขึ้นผู้เดินทาง (หมายความว่า ผู้โดยสารและผู้ขนส่งสินค้า) ให้ทำการเลือกรูปแบบการขนส่งที่ “เหมาะสม” (Optimal) ต่อประโยชน์สาธารณะของประเทศ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมด้วย การเลือกรูปแบบการขนส่งที่ผ่านมาในอดีต อาจขึ้นอยู่กับต้นทุนสุทธิเปรียบเทียบในการขนส่งรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เดินทาง ทั้งที่เป็นต้นทุนทางตรง (ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง) และต้นทุนทางอ้อม (ค่าเสียโอกาสด้านเวลา และความสะดวกสบาย) แต่มิได้พิจารณาต้นทุนที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศจากทางเลือกของการขนส่งที่เลือก

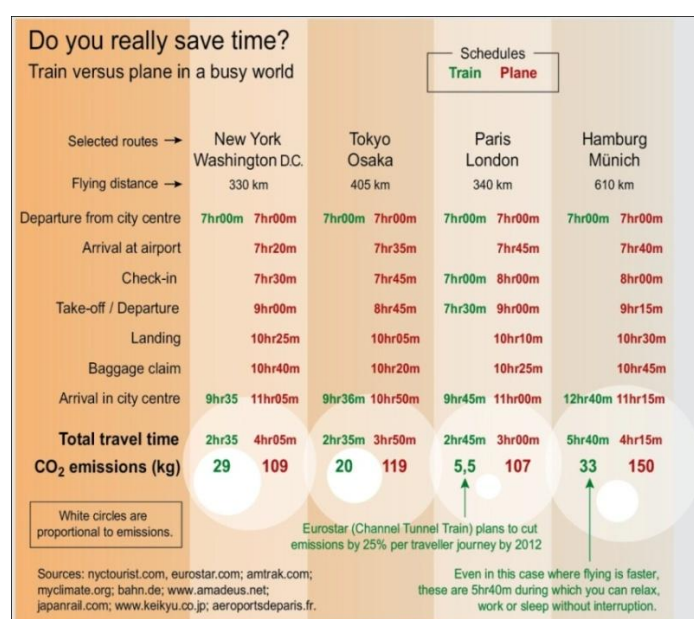
ในเบื้องต้น รัฐจำเป็นต้องชี้ให้เห็นถึงต้นทุนที่ชัดเจนที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศ ในการขนส่งรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ผู้เดินทางได้รับรู้ อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจเลือกรูปแบบการขนส่งแบบใดแบบหนึ่งของปัจเจกบุคคลใดๆ ย่อมมีผลกระทบกับผู้เดินทางคนอื่นๆ ไปด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น การไม่ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เป็นการลดก๊าซปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ดี แต่ทำให้ถนนว่าง การจราจรไหลเวียนได้ดี ผู้ที่ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลคนอื่นๆ ได้รับประโยชน์จากการไม่ใช้รถยนต์ในครั้งนี้ไปด้วย ดังนั้นจึงจะเกิดพฤติกรรมที่เรียกว่า Prisoners' Dilemma นั่นคือ ผู้เดินทางจะไม่เลือกรูปแบบการขนส่งที่มีผลดีต่อตนเอง และสังคมโดยรวม รัฐจึงต้องมีหน้าที่ในเชิงรุก (Proactive) ในการปรับต้นทุนในการเดินทางแต่ละรูปแบบให้สะท้อนถึงผลดีต่อสังคมโดยรวมด้วย

ตัวอย่างที่ชัดเจนที่เกิดขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก คือ การจัดการการขนส่งมวลชน (Mass transit) ในเขตเมืองใหญ่ เพื่อให้ผู้เดินทางหลีกเลี่ยงการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล และหันมาใช้รูปแบบการขนส่ง

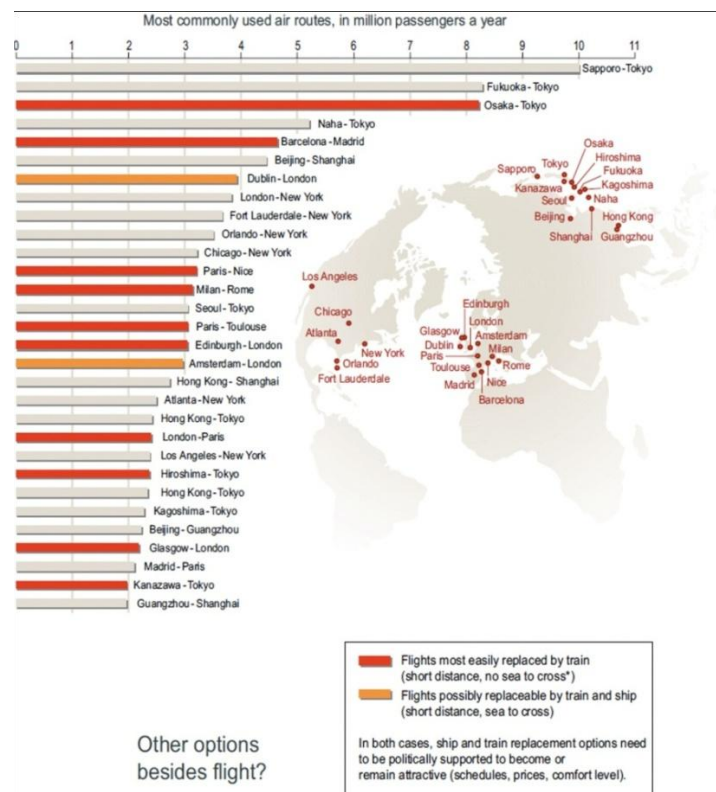
สาธารณะแทน ไม่ว่าจะเป็นใช้แท็กซี่ รถประจำทาง รถราง หรือรถไฟ รวมทั้งการจัดระบบการขนส่งเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงเป็นโครงข่าย (Networking) ระหว่างการขนส่งรูปแบบต่างๆ เช่นการผสมผสานการใช้ระบบขนส่งสาธารณะทางบก กับทางน้ำ และการพัฒนาการขนส่งระบบราง เพื่อทดแทนการขนส่งด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล และการขนส่งทางอากาศ

ตัวอย่างที่สามารถเห็นได้อย่างเป็นรูปธรรม คือการทดแทนกันระหว่างการใช้รถไฟกับเครื่องบินในการเดินทางระยะไกล ดังปรากฏในภาพ 19 หรือระหว่างการใช้รถไฟและเรือกับเครื่องบิน ในภาพ 20

ภาพ 19 การเปรียบเทียบต้นทุนเวลาระหว่างการเดินทางทางอากาศและทางรถไฟในเส้นทางต่างๆ



ภาพ 20 ตัวอย่างเส้นทางการขนส่งทางอากาศ ที่สามารถทดแทนได้ด้วยการขนส่งด้วยรถไฟ (สีแดง) และทดแทนได้ด้วยการรถไฟและเรือ (สีส้ม)



บริบทของประเทศไทย

ภาคขนส่งของไทยมีลักษณะเด่นคือ ใช้การขนส่งทางบก โดยเฉพาะการใช้ถนน เป็นหลัก หากวัดด้วยปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ มีสัดส่วนเกือบร้อยละ 76 ในปี พ.ศ. 2551 มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากปี พ.ศ. 2543 ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 79 ที่ผ่านมา การเพิ่มขึ้นของการขนส่งทางน้ำและทางอากาศ มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ถึงเฉลี่ยร้อยละ 11 ต่อปี และร้อยละ 3.9 ต่อปี ตามลำดับ (เฉลี่ย 9 ปี ดูภาพ 2) โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมา อย่างไรก็ตาม การขนส่งทางบกด้วยทางถนน ยังคงเป็นรูปแบบการขนส่งหลักของระบบเศรษฐกิจไทย ในขณะที่การขนส่งระบบราง มีสัดส่วนต่อภาคขนส่งทั้งหมดต่ำมาก และมีอัตราการเติบโตที่ต่ำมาก เช่นเดียวกับการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ

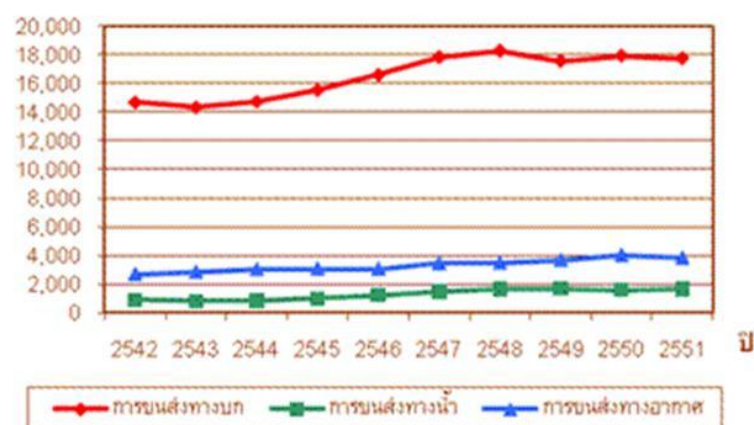
ภาพ 21 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่งของไทย

ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการคมนาคมขนส่ง แยกตามประเภทการขนส่ง

หน่วย : พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ประเภทการขนส่ง	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551
การขนส่งทางบก	14,342	14,743	15,561	16,617	17,865	18,312	17,602	17,973	17,788
- การคมนาคมขนส่งทางถนน	14,244	14,638	15,442	16,509	17,767	18,209	17,499	17,868	17,684
- การคมนาคมขนส่งทางรถไฟ	98	105	119	108	98	103	103	105	104
การขนส่งทางน้ำ	824	851	987	1,236	1,480	1,670	1,689	1,618	1,645
- ทางน้ำภายในประเทศ	60	57	65	70	79	67	63	53	66
- ทางน้ำต่างประเทศ	764	794	922	1,166	1,401	1,603	1,626	1,565	1,579
การขนส่งทางอากาศ	2,856	3,038	3,088	3,074	3,467	3,509	3,694	4,031	3,847
- ภายในประเทศ	306	307	275	396	281	265	249	253	245
- ระหว่างประเทศ	2,550	2,731	2,813	2,678	3,186	3,244	3,445	3,778	3,602
รวม	18,022	18,632	19,636	20,927	22,812	23,491	22,985	23,622	23,280

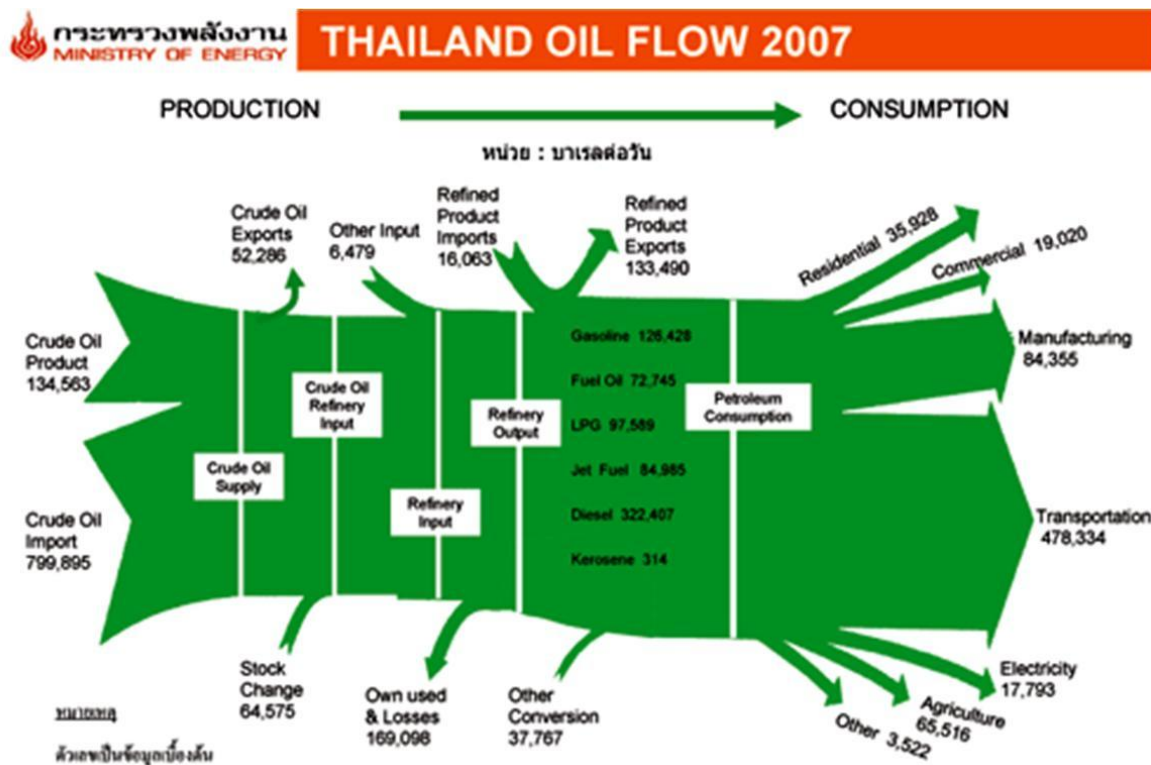
พิสัยเทียบเท่าน้ำมันดิบ



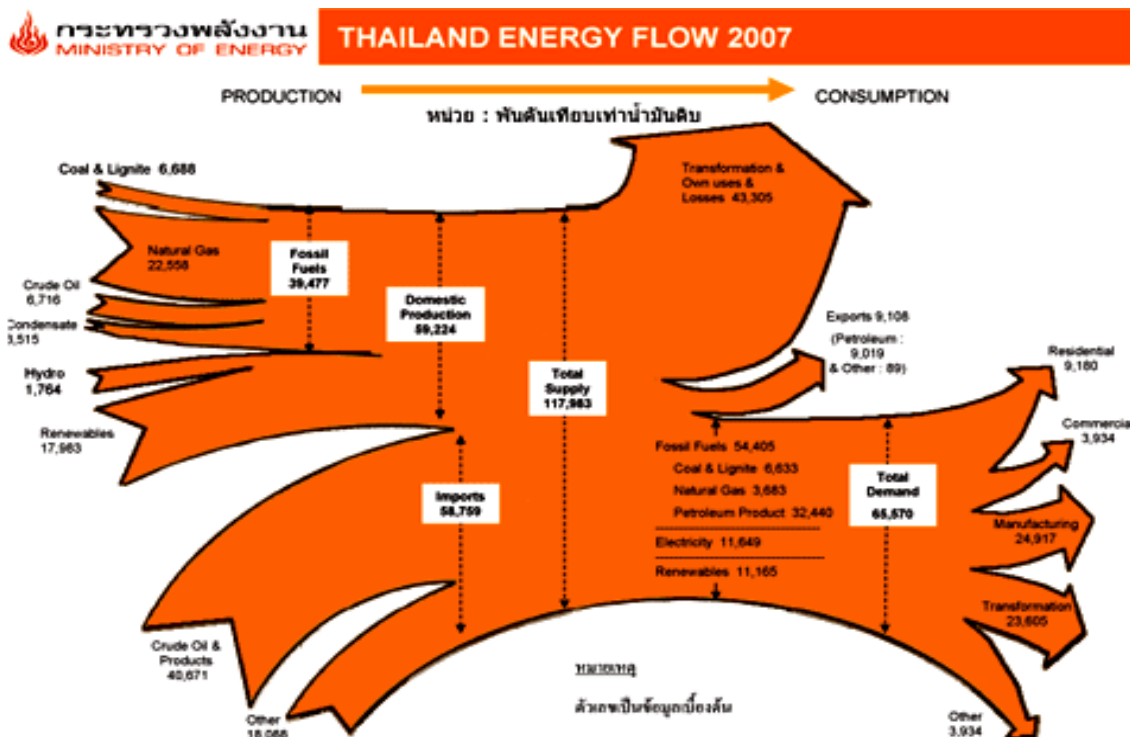
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

รวบรวมโดย : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม

ภาพ 22 กระแสของเชื้อเพลิงจากการผลิตเชื้อเพลิงไปสู่การบริโภคของไทย ในปี ค.ศ. 2007



ภาพ 23 กระแสของพลังงานจากการผลิตพลังงานไปสู่การบริโภคของไทย ในปี ค.ศ. 2007



สำหรับภาคขนส่งของไทยเมื่อเปรียบเทียบกับสาขาเศรษฐกิจอื่นๆ จะเห็นได้ว่ามีความสำคัญมาก มีส่วนในการบริโภคเชื้อเพลิงสูงถึงร้อยละ 67.9 ของการบริโภคเชื้อเพลิงทั้งหมด (ดูภาพ 2) หากพิจารณาเป็นการบริโภคพลังงาน จะมีสัดส่วนร้อยละ 35.9 ของการบริโภคพลังงานทั้งหมด (ดูภาพ 23) เมื่อพิจารณาจากสถานการณ์ในการลดก๊าซเรือนกระจกของรูปแบบการขนส่งต่างๆ ข้างต้น จะพบว่า การขนส่งทางน้ำในต่างประเทศ และการขนส่งทางอากาศ จะอยู่ในกรอบของการกำกับดูแลขององค์กรระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือ IMO และ ICAO ตามลำดับ ไม่ว่าประเทศไทยจะมีท่าเรืออย่างไรต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสองรูปแบบการขนส่งนี้ แท้ที่สุด เมื่อ IMO และ ICAO มีความชัดเจนเกี่ยวกับมาตรการการควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเทศไทยย่อมต้องปฏิบัติตาม นอกจากนี้ ประเทศไทยยังมีสายการบินเรือ และสายการบินของตนเองในจำนวนที่จำกัด การบังคับใช้นโยบายฝ่ายเดียว (Unilateral implementation) ของไทย อาจมีผลกระทบในทางลบต่อผู้ประกอบการสายการบินเรือ และสายการบิน ที่ส่วนใหญ่มีสัญชาติอื่นทั้งสิ้น อย่างน้อย ก็เป็นการเพิ่มต้นทุนธุรกรรมให้แก่ผู้ประกอบการทางเลือกเชิงนโยบายของรัฐที่สามารถทำได้ในการลดก๊าซเรือนกระจก คือการขนส่งทางบก และการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ จากภาพ 2-1 จะเห็นได้ว่า การขนส่งระบบราง และการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ มีบทบาทน้อย และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำอยู่แล้ว อีกทั้งยังมีต้นทุนส่วนเพิ่มในการขนส่งคนและสิ่งของในระดับที่ต่ำ การปรับเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งให้หันมาใช้ในการขนส่งทั้งสอง จึงมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ในระดับที่สูงมาก แต่รัฐจำเป็นต้องพัฒนาการขนส่งทั้งสองรูปแบบให้มีต้นทุนต่อผู้เดินทางที่ต่ำลง ทั้งต้นทุนทางตรงและทางอ้อม ด้วยการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานซึ่งต้องใช้ทรัพยากรมาก เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้การขนส่งทางถนน มาใช้การขนส่งระบบรางและทางน้ำเพิ่มขึ้น

ปัญหาประการต่อมาคือเงินลงทุนที่จะใช้ในการพัฒนารูปแบบการขนส่งที่ต้องการดังกล่าว หรือเรื่อง financing ว่าจะหาแหล่งเงินทุนจากที่ใด การเพิ่มต้นทุนให้แก่ผู้ใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลที่ใช้เครื่องยนต์ ซึ่งเป็นผู้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่สูง เพราะมีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่มาก อาจอยู่ในรูปของภาษี (ภาษีเชื้อเพลิง และภาษียานพาหนะ) และการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจราจรทางบก (ค่าปรับต่างๆ) จะถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาการขนส่งที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ และการสร้างต้นทุนทางอ้อม (เช่นการห้ามเข้าเขตเมือง การห้ามจอด หรือการจัดการจราจรทางเดียว) จะมีส่วนช่วยผลักดันให้ผู้เดินทางในการคมนาคมทางถนนหันไปใช้รูปแบบอื่นๆ มากขึ้น นอกจากนี้ รัฐต้องตระหนักถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับการลดก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และนำผลประโยชน์เหล่านั้นมาใช้เป็นงบประมาณในการพัฒนาการขนส่งรูปแบบที่เหมาะสม

รัฐยังมีหน้าที่ที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยผลกระทบของสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ของภาคเศรษฐกิจ ไม่เฉพาะแต่เรื่องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่านั้น ผลจากการวิจัยต้องได้รับการเผยแพร่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เป็นสารสนเทศที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ อีกทั้งยังต้องมีแนวทาง หรือแนวปฏิบัติ (Guidelines) ที่ชัดเจน เพื่อให้ประชาชนสามารถมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย

(1) ความเข้าใจที่ถูกต้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและมาตรการที่เกี่ยวข้อง ประเทศไทยยังขาดวิสัยทัศน์ทางนโยบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาพรวม ที่ตระหนักถึงผลกระทบ และบทบาทของสาขาเศรษฐกิจต่างๆ อย่างรอบด้าน เพราะขาดความเข้าใจที่ถูกต้องและครอบคลุม ว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาระดับนานาชาติ และมีผลกระทบกับทุกภาคส่วน อีกทั้งยังเป็นปัญหาที่ต้องทำความเข้าใจในลักษณะสหวิทยาการ ใช้ความรู้ในหลายศาสตร์หลายสาขาร่วมกันแก้ไข ปัจจุบันมีการเน้นการลดก๊าซเรือนกระจกไปที่สาขาพลังงาน และสาขาการผลิต (Manufacturing sector) แต่ยังขาดการคำนึงถึงภาคขนส่ง และภาคการบริโภค ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก รัฐไม่สามารถทำให้ประชาชนส่วนใหญ่เข้าใจได้ว่าปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความสำคัญที่แท้จริงอย่างไร และประชาชนจะมีส่วนร่วมได้อย่างไร เพราะความรู้ในเรื่องนี้มีกระจายและขาดการเชื่อมโยงกัน เช่น ในขณะนี้ประชาชนเข้าใจแต่เพียงว่า การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกได้ช่วยลดโลกร้อนแล้ว การเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ไบโอดีเซลหรือการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) แทนการใช้เชื้อเพลิงตามปกติ เพียงพอต่อการรักษาสีเขียวแล้ว โดยมีได้ตระหนักถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า พฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะ และการบำรุงรักษายานพาหนะ หรือการใช้ชีวิตประจำวันที่สามารถช่วยลดโลกร้อนได้อีกมาก

(2) ข้อจำกัดด้านสถาบัน ภาครัฐของประเทศไทย ยังมีการแบ่งงานตามหน้าที่เป็นหลัก มากกว่าแบ่งงานตามปัญหา หรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะบรรลุ ดังนั้นการประสานงาน (Co-ordination) เพื่อบรรลุเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นได้ยาก เพราะอยู่ในวิสัยและขอบเขตของหลายกระทรวง เช่น กระทรวงพลังงาน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงคมนาคม เป็นต้น จึงไม่สามารถสร้างความเชื่อมโยง และทิศทางที่ชัดเจนของนโยบายสิ่งแวดล้อมได้ อีกทั้งยังมีการตั้งองค์กรอิสระต่างๆ ขึ้นมาอีกเป็นจำนวนมาก ทำให้ขาดการสร้างพลังประสาน (Synergy) ในภาคส่วนต่างๆ เพื่อนำไปปรับใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง

(3) ความขัดแย้งของเป้าหมายเชิงนโยบาย การลดก๊าซเรือนกระจก มีแนวโน้มจะเป็นพันธกรณีสำหรับประเทศต่างๆ ในอนาคต แต่ประเทศไทย ยังมิได้มีการประสานแนวนโยบายของประเทศว่า จะมีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม (แม้ว่าจะระบุไว้ในรัฐธรรมนูญ พ.ศ. 2550 ก็ตาม) ได้อย่างไร มีนโยบายจำนวนมากที่มีความขัดแย้งกันอยู่ ทำให้ความพยายามของรัฐในการบรรลุเป้าหมายที่แตกต่างกัน เกิดความขัดแย้งกันเอง และเกิดความไม่ชัดเจน (Discrepancy) ขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ประเทศไทยมีเป้าหมายในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ให้ไปถึงระดับเป็น “ Detroit of Asia” โดยยังไม่มีเป้าหมายว่ายานยนต์ที่จะผลิตนั้น จะมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก และรักษาสีเขียวอย่างไร ผู้ผลิตรายหนึ่ง ซึ่งเป็นบริษัทข้ามชาติยังคงมิได้เปลี่ยนแนวทางในการผลิตรายหนึ่ง ที่ตอบสนองต่อความต้องการด้านสิ่งแวดล้อม รัฐยังคงให้งบประมาณในการขยายโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการคมนาคมโดยใช้ถนนเป็นหลัก และอำนวยความสะดวกให้แก่การใช้ยานยนต์เช่นเดิม ในขณะเดียวกัน ประเทศไทยก็มีเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการปลูกป่า การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคส่วนต่างๆ

แต่ไม่มีเป้าหมายของภาคขนส่งเลย นโยบายที่ขาดความชัดเจนและขาดการประสานงานกันในบริบทของประเทศไทยและ/หรือ นโยบายทางเศรษฐกิจที่ขัดแย้งกัน มีผลอย่างมากต่อความล้มเหลวของภาคขนส่งในการลดก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังมีผลข้างเคียงในทางลบต่ออุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น นโยบาย “Detroit of Asia” ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ส่งผลให้ขาดนโยบายที่มีการลดแรงจูงใจในการใช้รถยนต์ มีแต่ นโยบายส่งเสริม ไม่ว่าจะเป็นมาตรการส่งเสริมการลงทุน ไปจนถึงการจัดงานแสดงรถยนต์ถึงปีละสองครั้ง แม้ว่าการส่งออกรถยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์จะมีสัดส่วนสูงมากในการส่งออก แต่ผลประโยชน์ส่วนใหญ่กลับตกอยู่ในมือของผู้ผลิตรถยนต์ที่เป็นบริษัทข้ามชาติไม่กี่ราย จำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการจราจรที่ติดขัดโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ มีการปล่อยมลภาวะจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์และการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในอัตราที่สูง ทำให้ต้องมียุทธศาสตร์ด้านเชื้อเพลิงและพลังงานออกมา เพื่อมิให้ประชาชนต้องแบกรับภาระมากจนเกินควร ในรูปของเชื้อเพลิงทดแทน เช่น ไบโอดีเซล และแก๊สโซฮอล์ อันต้องอาศัยผลผลิตจากภาคเกษตร เท่ากับเป็นการแย่งทรัพยากรของภาคเศรษฐกิจอื่นๆ มาสนับสนุนภาคพลังงานและภาคขนส่ง จนเกิดปัญหาความขาดแคลนน้ำมันปาล์มและน้ำตาลทรายเร็วๆ นี้ (อันเป็นผลกระทบในทางลบต่อภาคเศรษฐกิจอื่นๆ) รวมถึงการตรึงราคาน้ำมันดีเซล โดยใช้ภาษีของประชาชนทั้งประเทศเพื่อสนับสนุนผู้ใช้รถยนต์ดีเซล แทนที่จะทำให้ผู้ใช้รถยนต์ตระหนักถึงต้นทุนของเชื้อเพลิงกลับทำให้คงพฤติกรรมการใช้รถยนต์ต่อไป เพราะเชื่อว่ารัฐบาลคงให้การอุดหนุนต่อไป ในทางตรงข้าม นโยบายของรัฐในการสนับสนุนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของระบบนิเวศมีเป้าหมายและวิธีการที่ขัดแย้งกับนโยบายด้านอื่นที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ไม่มีการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในเขตเมืองที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ โครงข่ายของรถประจำทางมีความซ้ำซ้อนและใช้ระยะเวลานาน จนมีปรากฏการณ์รถตู้โดยสารที่สะท้อนความขาดแคลนระบบขนส่งมวลชนที่ดี ขนส่งมวลชนระบบรางก็มีโครงข่ายที่จำกัด เป็นต้น

ดังนั้น ประเทศไทยจึงยังมีศักยภาพอีกมากในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขนส่งทางบก ซึ่งต้องลดจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลลง ทดแทนความต้องการดังกล่าวด้วยการขนส่งสาธารณะ ระบบขนส่งมวลชนสำหรับในเขตเมือง การขนส่งระบบราง และการขนส่งทางน้ำทั่วประเทศ ความเร่งด่วนของปัญหาสิ่งแวดล้อมอยู่ที่ความเข้าใจที่ถูกต้องของผู้มีส่วนได้เสียทั้งหมดในสังคมว่า การขนส่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร และมีแนวทางที่ทุกคนจะมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาได้อย่างไร ซึ่งต้องการการศึกษาวิจัยอย่างเร่งด่วนเพื่อให้ปัญหาชัดเจนยิ่งขึ้น และการแก้ไขเป็นไปได้ง่ายดายยิ่งขึ้น แล้วจึงค่อยขยายผลไปสู่การกำหนดนโยบายและวางแผนรอบด้าน ตลอดจนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้อย่างเคร่งครัด โดยยึดเอาผลประโยชน์สาธารณะเป็นที่ตั้ง มิใช่ต้องการการขยายตัวของอุตสาหกรรม หรือการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว

บรรณานุกรม

นิรันดร์ วิสเวศวร, 2552, **เศรษฐศาสตร์วิเคราะห์ด้วยเมืองและภูมิภาค**, กรุงเทพฯ, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ADB. 2009. *Promoting Sustainable, Low Carbon Transport in Asia*. Manila, Philippines: Asian Development Bank.

Altman, Richard, 2009, 'The Age of Aviation: Alternative Fuels is Now Accelerating Process via the CAAFI Coalition, Presented to University of California Davis, Revolution in Aviation, Magical Mystery Flight of Environmental Sustainability, Palm Springs, California, 27 February 2009

Association of American Railroad (AAR), 2008, 'Railroads are four times more fuel efficient than trucks,' Progressive Railroading,

<http://www.progressiverailroading.com/news/article.asp?id=16740>

ATAG. 2010. *Beginner's Guide to Aviation Efficiency*. Geneva: Air Transport Action Group

Bureau of Transportation Statistics (BTS), 2009, National Transportation Statistics, http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_11.html, retrieved 20 May 2010

Corbett, James J and Paul Fischbeck, 1997, 'Emissions from Ships,' *Science*, 31 October 1997: Vol. 278 no. 5339 pp. 823-824

Environmental Audit Committee. 2006. *Reducing Carbon Emissions from Transport*. Ninth Report of Session 2005-2006, House of Commons. London: Stationary Office.

EPA. 2005. *Emission Standards and Test Procedures for Aircraft and Aircraft Engines: Summary and Analysis of Comments*. EPA420-R-05-004. United States Environmental Protection Agency.

European Federation for Transport and Environment (T&E). 2009. *Bunker Fules and the Kyoto Protocol: How ICAO and the IMO failed the Climate Change Test*. Brussels: T&E

Fallows, James. 2001. *Free Flight: From Airline Hell to a New Age of Travel*. USA: PublicAffairs

Hawkins, T.R. and S.M.R. Dente, 2010, 'Greenhouse Gas Emissions Driven by the Transportation of Goods Associated with French Consumption,' *Environmental Science & Technology*, No. 44, pp. 8656-8664

Kifer, Ken, 2000, 'How Much Do Bicycles Pollute?'

http://www.kenkifer.com/bikepages/advocacy/bike_co2.htm

ICAO, 2011a, 'Aircraft Engine Emission,' Air Transport Bureau (ATB), Environment (ENV) Branch, <http://www.icao.int/icao/en/env/aee.htm>

ICAO, 2011b, 'Biofuel Milestone Summary,' Global Framework for Aviation Alternative Fuels, <http://www.icao.int/icao/en/env/AlternativeFuels/BiofuelProjectSummary.pdf>

ICSTD, 2009, 'Deadlock in UN Climate Talks Leaves Bunker Fuel Decision in the Air,' *Bridges Trade BioRes*, Vol. 9 No. 18, p. 7, 16 October 2009

IISD, 2007, 'A Summary Report of the Technical Workshop on Emissions from Aviation and Maritime Transport,' *IISD Reporting Services*, Vol. 146, No.1 pp. 1-7.

Iwata, Kazuyuki and Toshi H Arimura, 2008, 'Economic Analysis of a Japanese Air Pollution Regulation: An Optimal Retirement Problem under Vehicle Type Regulation in the NO_x-Particulate Matter Law,' *RFF Discussion Paper*, RFF DP 08-15, Resources for Future

Leather, James and the Clean Air Initiative for Asian Cities Center Team, 2009, 'Rethinking Transport and Climate Change,' *ADB Sustainable Development Working Paper Series No. 10*, Asian Development Bank.

Lefèvre, Benoit, 2010, 'Urban transport energy consumption: determinants and strategies for its reduction – An analysis of the literature,' *SAPIENS*, Vol. 2, Issue 3, <http://sapiens.revues.org/index914.html>

Mauboussin, Michael J., 2004, 'Exploring Network Economics,' *Mauboussin on Strategy*, 11 October 2004, Legg Mason Capital Management.

Miyoshi, C, and K J Mason, 2009, 'The carbon emissions of selected airlines and aircraft types in three geographic markets,' *Journal of Air Transport Management*, Vol. 15, Issue 3, pp. 138-147

OECD, 2008, "Sea fairer: Maritime transport and CO₂ emissions," *OECD Observer No. 267*, http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/2600/Sea_fairer:_Maritime_transport_and_CO2_emissions.html

OECD, 1997, 'Special Issues in Carbon/Energy Taxation: Marine Bunker Fuel Charges,' *Annex I Expert Group on the United Nations Framework Convention on Climate Change Working Paper No. 11*, OCDE/GD(97)77, Paris: OECD.

Rondinelli, Dennis and Michael Berry, 2000, 'Multimodal Transportation, Logistics, and the Environment: Managing Interactions in a Global Economy,' *European Management Journal*, Vol. 18, No. 4, pp. 398-410.

Ross, D. 2007. *GHG Emissions resulting from Aircraft Travel*. Sydney: Carbon Planet

Soos, Andy, 2010, 'Ships to embrace Energy Efficiency, Not Bunker Fuel,' *Environmental News Network*, 7 April 2010, <http://blog.cleantechies.com/2010/04/07/ships-energy-efficiency-bunker-fuel/>

Spielmann, Michael and Roland W Scholz, 2005, 'Life Cycle Inventories of Transport Services: Background Data for Freight Transport,' *International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 10, No. 1, pp. 85-94.

Thurston, Jeff, 2011, 'GNSS and Maritime Navigation Technology,' *Asian Survey and Mapping*, 10 February 2011, <http://www.asmmag.com/features/feature/gnss-and-maritime-navigation-technology-1002628>

WWF, 2009, 'International Bunkers – Briefing Paper,' NGO's Copenhagen Climate Treaty Version 1.0 http://assets.panda.org/downloads/ngo_treaty_bunker_briefing_fully_final.pdf

พิมพ์ข่าวการเมือง หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ “จับรถหลบมือบ เผลี่ย 8 กม.ต่อ ชม” 23 เมษายน 2553

<http://www.thairath.co.th/today/view/78566>

สถิติจราจร ปี 2551 จัดทำโดยสำนักงานการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร

<http://www.economywatch.com/companies/petroleum-companies.html>

www.oica.net

http://www.shipbuilding.or.kr/Report/Foreign/Foreign_Review/Foreign_Review.html

<http://www.marinetalk.com/articles-marine-companies/art/WORLD-SHIPBUILDING-The-Challenges-Ahead-52234O.html>

www.maritimeeconomics.com/downloads/Thesis_LuZ.pdf

<http://www.transportweekly.com/pages/en/news/articles/37367/>

<http://www.wsdonline.com/default.aspx>

<http://e-ships.net/>