การศึกษาค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของการเดินทางแต่ละรูปแบบ: กรณีศึกษาเส้นทางสะพานใหม่-สีลม

วีรพันธ์ รุจิเกียรติกำจร[1] และ วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์[2]

[1]สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

weerapan_j_@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของราคาพลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของการเดินทาง 3 รูปแบบ คือ 1) รถยนต์ส่วนบุคคล 2) จอดแล้วจร และ 3) ระบบขนส่งสาธารณะ โดยใช้เส้นทางขาเข้าเมืองของกรุงเทพมหานครในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าเวลา 6.00 - 9.00 น. เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะแทนรถยนต์ส่วนบุคคล จากการวิเคราะห์พบว่าค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลในปัจจุบันมีค่าแตกต่างจากการใช้ระบบขนส่งสาธารณะไม่มากนัก แต่รถยนต์ส่วนบุคคลใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยกว่าอย่างชัดเจน ในส่วนของการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานพบว่ารถโดยสารประจำทางมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล แต่การเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากดีเซลเป็นก๊าซธรรมชาติสามารถลดความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานของรถโดยสารประจำทางและทำให้ต้นทุนการเดินรถต่ำลง ส่วนของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้จัดทำกรณีเสนอแนะ 2 กรณี โดยเน้นการเพิ่มความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลและระบบขนส่งสาธารณะให้มากขึ้นด้วยการ 1) ลดค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะลง 2) เพิ่มค่าใช้จ่ายของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลขึ้น ซึ่งภาครัฐสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินนโยบายโครงสร้างราคาค่าโดยสารและโครงสร้างราคาพลังงานสำหรับภาคการขนส่งได้

คำสืบค้น

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน, ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง, การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

The Study of Energy Cost and Commuting Expenditure in Different Transportation Modes : Case Study on Saphan Mai – Silom Route

Weerapan Rujikiatkumjorn[1] and Weerin Wangjiranirun[2]

[1]Interdisciplinary Program of Energy Technology and Management, Graduate School, Chulalongkorn University

[2]Energy Research Institute, Chulalongkorn University

[1]weerapan_j_@hotmail.com

ABSTRACT

This paper is prepared for the study of the impact of Transportation Energy Price on Commuting and Energy Expenditure of Bangkok Residents who travel daily from outside to inside City Center in the morning rush hour 6.00 – 9.00 am. The optimum routes were selected to conduct real-world commuting test by three available modes. The use of Driving, Park and Ride, and Public Transit routes showed that the people are pushed to drive due to the expenditure difference and the travelling time variation of the three modes. Sensitivity analysis between energy expenditure and energy price showed that Metro Bus is the most affected followed by Passenger Car and Heavy Rail respectively.

Two policy frameworks of Energy and Fare Pricing were proposed to enlarge the difference between the car and public transit, and the improvement guidelines were also proposed to reduce the operating cost of the Metro Bus.

KEYWORDS

Commute Expenditure, Energy Expenditure, Sensitivity Analysis

1. บทนำ

ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศประมาณร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศทุกปี ซึ่งพลังงานนำเข้าที่มีสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ น้ำมันดิบ เพื่อนำมาใช้ในการกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูปและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีสัดส่วนการใช้น้ำมันสำเร็จรูปสูงถึง 1 ใน 3 ของประเทศ สาเหตุมาจากมีปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลและรถกระบะจำนวนร้อยละ 36 ของประเทศถูกใช้งานอยู่ การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพื่อลดการใช้พลังงานเป็นนโยบายที่ภาครัฐให้การสนับสนุน แต่ในปัจจุบันปริมาณผู้โดยสารของรถโดยสาร ขสมก. ลดลงอย่างต่อเนื่อง และปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ประชาชนนิยมใช้รถยนต์ส่วนบุคคล เนื่องจากราคาเชื้อเพลิงในภาคการขนส่งของไทยในปัจจุบันมีลักษณะโครงสร้างราคาที่ส่งเสริมการใช้พลังงานที่ผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้น้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลราคาต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่น ซึ่งรถยนต์ส่วนบุคคลที่มีจำหน่ายในประเทศไทยสามารถใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ในอัตราร้อยละ 10 ได้ตั้งแต่ปี 2539 และในอัตราร้อยละ 20 ได้ตั้งแต่ปี 2551 นอกจากนี้การควบคุมราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลไว้ให้ไม่เกินลิตรละ 30 บาท เนื่องจากใช้ในการขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภค ส่งผลให้ประชาชนนิยมใช้รถบรรทุกส่วนบุคคลขนาดเล็ก (รถกระบะ) ในการเดินทางมากตามไปด้วยเพราะราคาเชื้อเพลิงต่ำ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยที่สำคัญต่อการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนบุคคลและระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่ ค่าใช้จ่าย เวลาที่ใช้ และความสะดวกสบาย ซึ่งการศึกษาถึงผลกระทบของราคาพลังงานต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลที่ผ่านมาพบว่าประชาชนจะเปลี่ยนไปใช้ระบบขนส่งมวลชนเมื่อราคาพลังงานเพิ่มสูงขึ้น โดยมีเงื่อนไขว่าต้องสามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะได้โดยง่าย แต่เลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทางเนื่องจากสามารถรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลได้ จนกระทั่งราคาพลังงานปรับตัวสูงขึ้นถึงระดับหนึ่งจึงยอมเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทาง ขณะเดียวกันถ้าเป็นผู้ที่อาศัยห่างไกลและเข้าถึงระบบขนส่งสาธาณะได้ยากจะยังคงใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทางและไปลดค่าใช้จ่ายในการดำรงชีวิตส่วนอื่นแทน นอกจากนี้การปรับตัวสูงขึ้นของราคาพลังงานจะส่งผลให้ประชาชนมีแนวโน้มเปลี่ยนรถยนต์ส่วนบุคคลให้มีอัตราการใช้พลังงานดีขึ้น [28, 31]

การศึกษาพฤติกรรมการเดินทางของประชากรในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ผ่านมาพบว่าประชาชนที่ไม่ใช้ระบบขนส่งสาธารณะในการเดินทางเนื่องมาจากเส้นทางการให้บริการของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสั้นเกินไป และการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะอื่นสะดวกสบายน้อยกว่าการใช้รถยนต์ ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์นั้นไม่สูงจนเกินไป นอกจากนี้ ผู้ที่เป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนบุคคลมักเป็นผู้ที่มีรายได้ในระดับที่การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลไม่เป็นภาระมากจนเกินไป ทำให้การส่งเสริมการใช้ระบบสาธารณะโดยเฉพาะรถโดยสารประจำทางไม่เป็นไปตามที่ภาครัฐคาดหมาย [7, 8, 27]

3. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อศึกษาผลกระทบของราคาพลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางแต่ละรูปแบบ เพื่อวิเคราะห์และจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงราคาพลังงานและอัตราค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะ

4. วิธีดำเนินการ

4.1 รูปแบบการศึกษา

โดยปกติการสำรวจพฤติกรรมและค่าใช้จ่ายในการเดินทางของประชากรในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนิยมเลือกสถานที่จุดหมายปลายทางสำคัญ เช่น สถานีรถไฟฟ้า หรือย่านศูนย์กลางธุรกิจ เป็นจุดเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่เดินทางมาจากแหล่งที่อยู่อาศัยรอบกรุงเทพมหานครเนื่องจากมีจำนวนประชากรมากและหลากหลาย แต่ขณะเดียวกันข้อมูลที่ได้จะไม่มีความละเอียดของการเดินทางในแต่ละเส้นทางมากนัก ซึ่งในต่างประเทศมีการวิจัยที่พิจารณารูปแบบการเดินทางหลายประเภทเพื่อเดินทางไปยังจุดหมายเดียวกันที่สามารถแสดงข้อมูลเชิงลึกของการเดินทางแต่ละประเภทว่ามีข้อได้เปรียบ-เสียเปรียบกันอย่างไร [29] การศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีการเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งด้วยเส้นทางที่แตกต่างกันแต่ละรูปแบบการเดินทาง เพื่อเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เกิดขึ้น และรวบรวม ข้อมูลการใช้พลังงานและจำนวนผู้โดยสารของระบบขนส่งสาธารณะจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น อันเป็นการประหยัดการใช้พลังงานในด้านการขนส่งของประเทศ

4.2 เส้นทางที่ใช้

เนื่องจากลักษณะการเติบโตของกรุงเทพมหานครเป็นเมืองแบบศูนย์กลาง ซึ่งมีลักษณะที่ย่านธุรกิจการค้าที่สำคัญตั้งอยู่ในใจกลางเมือง และบริเวณที่พักอาศัยของประชาชนจะล้อมรอบออกไปทุกทิศทางและมีความหนาแน่นลดหลั่นกันไป ซึ่งเส้นทางกรุงเทพตอนเหนือตามแนวถนนพหลโยธิน โดยเฉพาะในเขตบางเขน เขตสายไหม เขตหลักสี่ และเขตดอนเมือง สืบเนื่องถึงอำเภอลำลูกกา และอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยมาก และมีประชากรตามทะเบียนราษฎร์รวมกว่า 900,000 คน และปริมาณประชากรแฝงที่เช่าที่พักอาศัยอยู่อีกมาก มีความน่าสนใจที่จะใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทาง สำหรับจุดหมายปลายทางนั้นผู้ศึกษาเลือกที่จะใช้ย่านสีลม เขตบางรัก ที่อยู่ในบริเวณศูนย์กลางธุรกิจการค้าของกรุงเทพมหานคร

4.3 การทดลองเดินทาง

การทดลองกระทำโดยใช้วิธีเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Point-to-Point) เฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าตั้งแต่เวลา 6.00-9.00 น. ของวันจันทร์-ศุกร์ ในเส้นทางสะพานใหม่ (จุด A) –สีลม (จุด B) ด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลประหยัดพลังงาน (Eco Car) รถโดยสารประจำทาง ขสมก. และรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS)

4.3.1 การเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล

ใช้เส้นทางถนนพหลโยธิน-ถนนแจ้งวัฒนะ-ถนนวิภาวดีรังสิต-ทางพิเศษฉลองรัช-ถนนพระรามสี่-ถนนสีลม รวมระยะทาง 25.9 กิโลเมตร (รูปที่ 1 (ก))

4.3.2 การเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (จอดแล้วจร)

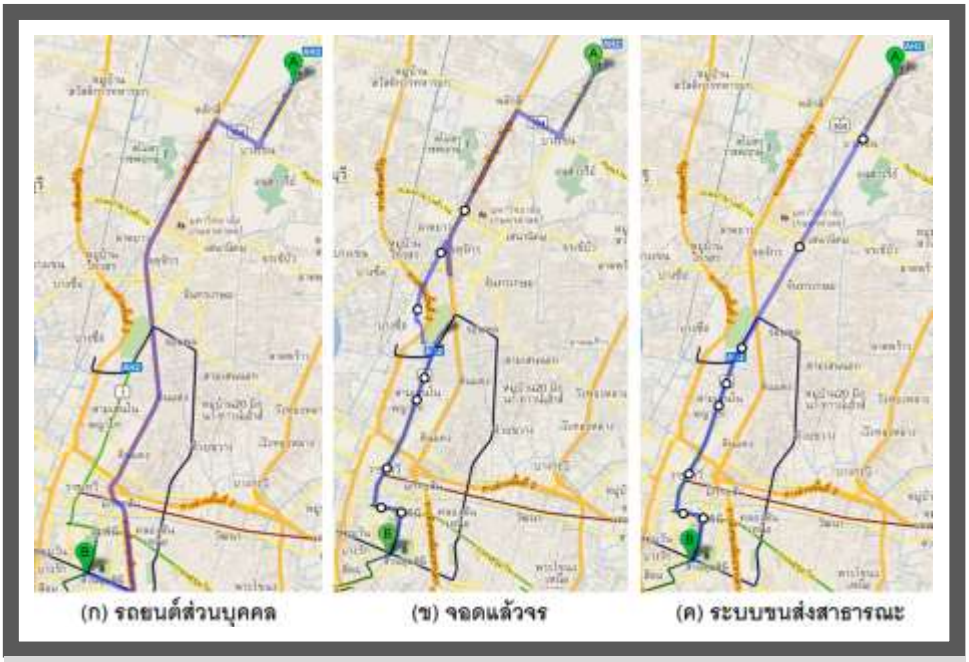
ใช้เส้นทางถนนพหลโยธิน-ถนนแจ้งวัฒนะ-ถนนวิภาวดีรังสิต-ถนนกำแพงเพชร 2-ถนนกำแพงเพชร 4-ถนนกำแพงเพชร 3 เข้าสู่ลานจอดรถสวนจตุจักร รวมระยะทาง 18 กิโลเมตร และเดินจากลานจอดรถไปยังสถานี

รถไฟฟ้าเพื่อเดินทางด้วยรถไฟฟ้า BTS จากสถานีหมอชิต-ศาลาแดง ระยะทาง 10 กิโลเมตร รวมระยะทางทั้งสิ้น 28 กิโลเมตร (รูปที่ 1 (ข))

4.3.3 การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ

โดยสารรถโดยประจำทางตามเส้นทางเดินรถถนนพหลโยธินไปยังสถานีรถไฟฟ้าหมอชิต ระยะทาง 12 กิโลเมตร และโดยสารรถไฟฟ้า BTS จากสถานีหมอชิตถึงสถานีศาลาแดง ระยะทาง 10 กิโลเมตร รวมระยะทาง 22 กิโลเมตร (รูปที่ 1 (ค))

การทดลองจะทำการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทาง และอัตราการใช้พลังงานของรถยนต์ส่วนบุคคล โดยมีการทดลองเดินทางซ้ำรูปแบบละ 5 รอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ระดับค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง



รูปที่ 1 เส้นทางที่ใช้ในการทดลองเดินทางจากสะพานใหม่ (A) ถึง สีลม (B)

4.4 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

4.4.1 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานแบ่งเป็นสองประเภทคือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของยานพาหนะ (Vehicle Energy Expenditure) มีตัวแปรสำคัญคือราคาเชื้อเพลิง (Fuel Price) และอัตราการใช้พลังงาน (Fuel Economy) ของยานพาหนะ ซึ่งยานพาหนะในการศึกษานี้ใช้พลังงานหลายรูปแบบทั้งแก๊สโซฮอล์ ดีเซล และไฟฟ้า ผู้ศึกษาจึงใช้หน่วยพลังงานกลางเพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบ ได้แก่ บาทต่อเมกะจูล (THB/MJ) สำหรับราคาพลังงาน และเมกะจูลต่อกิโลเมตร (MJ/km) สำหรับอัตราการใช้พลังงาน สูตรในการหาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของยานพาหนะเป็นดังนี้

$$V.Energy_i = P_i \times F.E._i \qquad (1)$$

โดยที่ V.Energy = ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของยานพาหนะ (บาท/กิโลเมตร)
i = รูปแบบการเดินทาง
P = ราคาเชื้อเพลิง (บาท/เมกะจูล)
F.E. = อัตราการใช้พลังงาน (เมกะจูล/กิโลเมตร)

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานประเภทต่อมา คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผู้โดยสาร (Passenger Energy Expenditure) มีตัวแปรสำคัญเช่นเดียวกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของยานพาหนะ แต่หารด้วยปริมาณผู้โดยสารที่โดยสารยานพาหนะอยู่ด้วย โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P.Energy_i = \frac{P_i \times F.E._i}{C.L.} \qquad (2)$$

โดยที่ P.Energy = ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผู้โดยสาร (บาท/ผู้โดยสาร-กิโลเมตร)
C.L. = จำนวนผู้โดยสาร (คน)

จากสมการที่ (2) จะเห็นได้ว่าปริมาณของผู้โดยสารมีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานต่อผู้โดยสารเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้จำนวนมาก

4.4.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเดินทางมีตัวแปรเพิ่มเติมจากค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ได้แก่ ค่าโดยสาร ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ค่าเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (เฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล) ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินทางแบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Commuting Expenditure) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายตามอัตรา ค่าโดยสารที่เรียกเก็บของระบบขนส่งสาธารณะนั้น ๆ โดยผู้ศึกษาได้นำค่าใช้จ่ายมาหารด้วยระยะทางเพื่อสามารถเปรียบเทียบ กับการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลได้ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Exp_{PT} = \left(\frac{Fare_i}{D_i}\right) \qquad (3)$$

โดยที่ ExpPT = ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ (บาท/กิโลเมตร)
Fare = ค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะ (บาท)
i = ระบบขนส่งสาธารณะนั้น ๆ
D = ระยะทาง (กิโลเมตร)

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางประเภทที่สอง ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล (Personal Car Commuting Expenditure) มีส่วนประกอบของค่าใช้จ่ายมากกว่าระบบขนส่งสาธารณะ คือ ราคาเชื้อเพลิง อัตราการใช้พลังงาน ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ และปริมาณผู้โดยสาร ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Exp_{Car} = \frac{(P \times F.E.) + C.E. + \left(\frac{O.E.}{D}\right)}{C.L.} \qquad (4)$$

โดยที่ ExpCar = ค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล (บาท/กิโลเมตร)

P = ราคาเชื้อเพลิง (บาท/เมกะจูล)

F.E. = อัตราใช้พลังงาน (เมกะจูล/กิโลเมตร)

O.E. = ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (บาท)

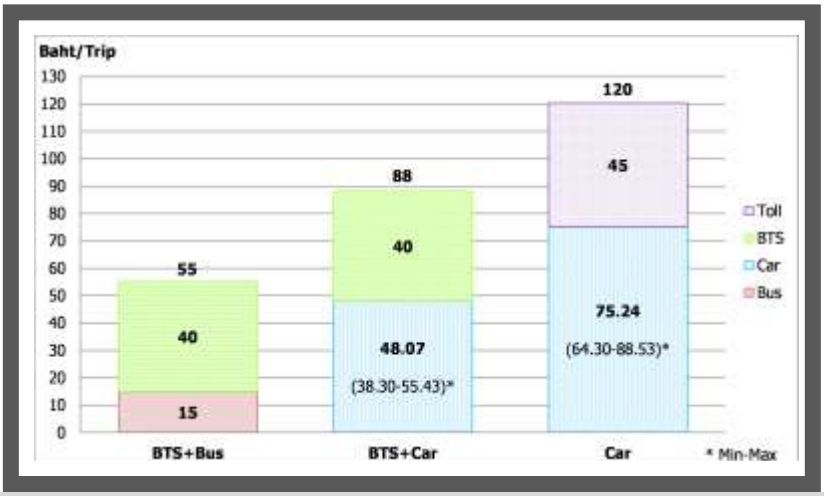
C.E. = ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (บาท/กิโลเมตร)

5. ผลการทดลองเดินทาง

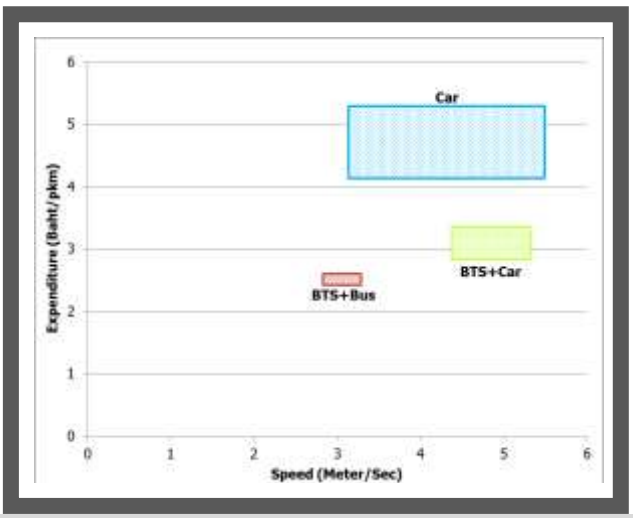
ผลการทดลองเดินทางพบว่าระบบขนส่งสาธารณะมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด (55 บาท) แต่ใช้เวลาในการเดินทางมากที่สุด (114 นาที) รถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าระบบขนส่งสาธารณะไม่มาก (120 บาท) แต่เวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยรวดเร็วกว่า (96 นาที) และการจอดแล้วจรใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ยต่ำที่สุด (87 นาที) แต่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางปานกลาง (88 บาท) แสดงว่ารถโดยสารประจำทางเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะในภาพรวมล่าช้า ซึ่งเห็นได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการเดินทางและเวลาที่ใช้ (รูปที่ 3)

รูปแบบการเดินทาง	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย		เวลาที่ใช้		ระยะทาง (กม.)
	เฉลี่ยต่อเที่ยว	ต่อกิโลเมตร	เฉลี่ยต่อเที่ยว	ต่อกิโลเมตร	
ระบบขนส่งมวลชน	55	2.50	114	5.46	22.0
จอดแล้วจร	88	3.15	87	3.50	28.0
รถยนต์ส่วนบุคคล	120	4.64	96	3.69	25.9

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเดินทางจริง



รูปที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากการทดลอง



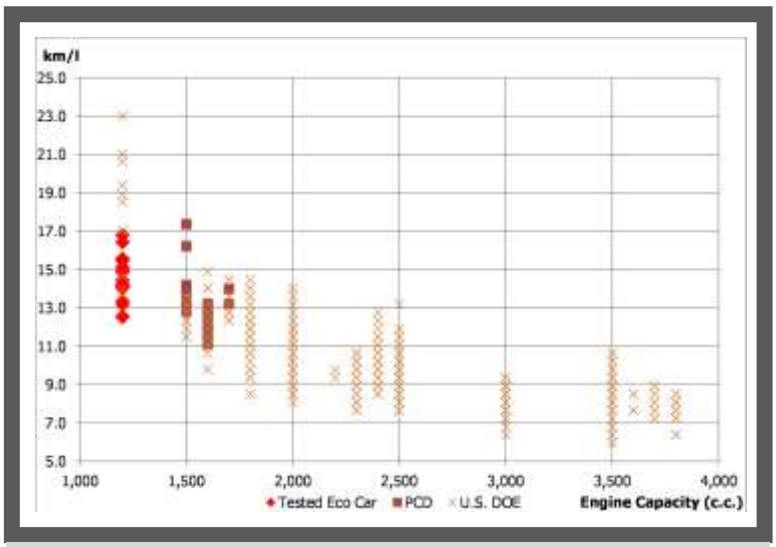
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่าย

6. การทดลองเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

6.1 อัตราการใช้พลังงานของยานพาหนะ

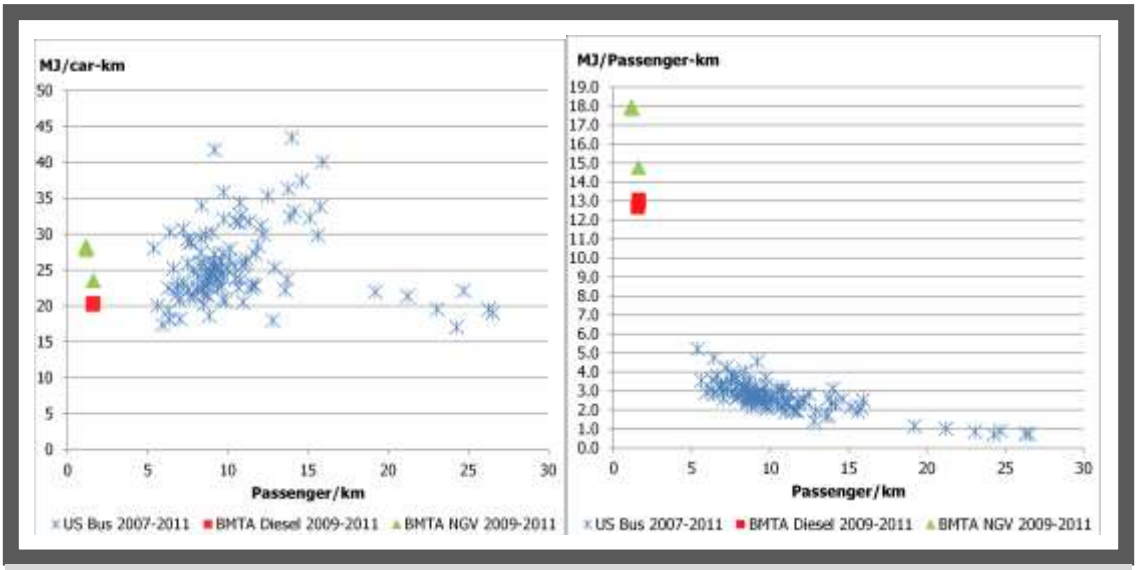
จากข้อมูลการทดลองเดินทาง ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลอัตราการใช้พลังงานของรถยนต์ประหยัดพลังงาน อัตราการใช้พลังงานของรถโดยสารประจำทางจากองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ และอัตราการใช้พลังงานของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจากบริษัทรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจำกัด (มหาชน) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ และกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ (เฉพาะรุ่นที่มีจำหน่ายในประเทศไทย) ฐานข้อมูลระบบขนส่งสาธารณะแห่งสหรัฐฯ และองค์การขนส่งแห่งลอนดอน พบว่าการใช้พลังงานของรถยนต์ประหยัดพลังงานที่ใช้ทดสอบอยู่ในระดับดี การใช้พลังงานของรถโดยสาร ขสมก. อยู่ในระดับปกติ แต่ด้วยปริมาณผู้โดยสารที่น้อยทำให้การใช้พลังงานต่อผู้โดยสารมีค่าสูงมาก และการใช้พลังงานของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) อยู่ในระดับใกล้เคียงกับระบบอื่นที่นำมาเปรียบเทียบ

อัตราการใช้พลังงานของรถยนต์ประหยัดพลังงานที่ใช้งานจริงโดยเติมแก๊สโซฮอล์ E 20 (12.5 – 16.8 กิโลเมตรต่อลิตร) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราสิ้นเปลืองของรถยนต์ขนาดความจุกระบอกสูบ 1,500 – 1,700 ซี.ซี. ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงหลากหลายชนิด ได้แก่ เบนซิน 95 เบนซิน 91 แก๊สโซฮอล์ 95 แก๊สโซฮอล์ 91 (11.1 – 17.4 กิโลเมตรต่อลิตร) พบว่าการใช้พลังงานจากการทดลองอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้พลังงานของรถยนต์ที่จำหน่ายในสหรัฐอเมริกาย้อนหลัง 10 ปี ในยี่ห้อและรุ่นเดียวกับที่จำหน่ายในประเทศไทยรวมถึงอัตราสิ้นเปลืองจากแหล่งอื่น ๆ (5.9 – 23.0 กิโลเมตรต่อลิตร) พบว่าอัตราสิ้นเปลืองของรถยนต์ประหยัดพลังงานอยู่ในระดับดี (รูปที่ 4)



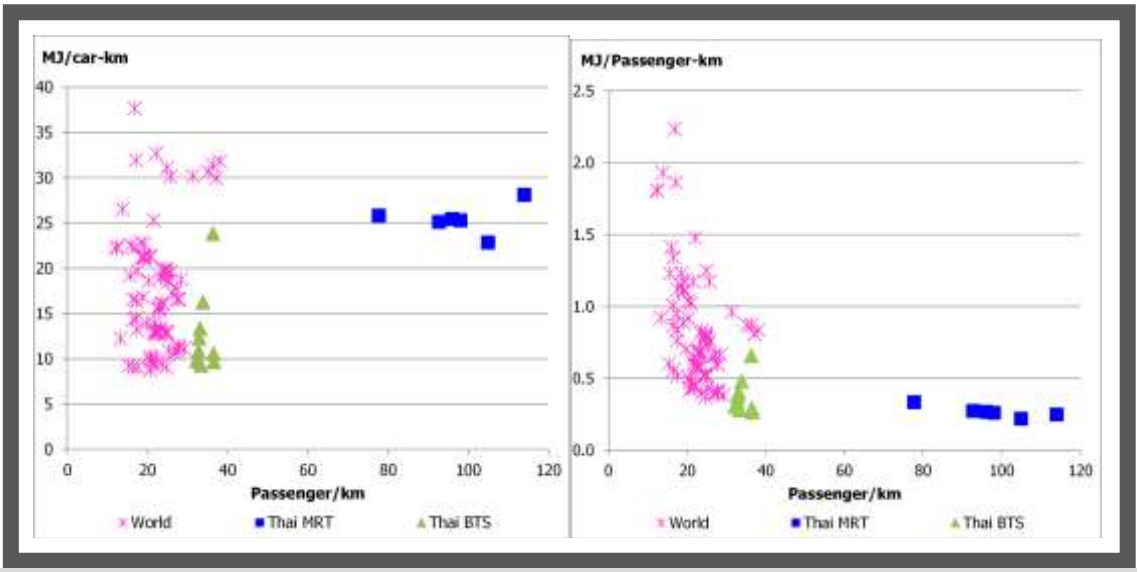
รูปที่ 4 การใช้พลังงานของรถยนต์ส่วนบุคคล

การใช้พลังงานของรถโดยสารประจำทางจากข้อมูลขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพพบว่ารถโดยสารประจำทางยูโรทูสีส้ม และรถโดยสารประจำทางใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงมีอัตราการใช้พลังงานในช่วง 20.2 – 20.4 และ 23.5 – 28.3 เมกะจูลต่อกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบรถโดยสารประจำทาง 50 อันดับแรกของสหรัฐอเมริกา (17.0 – 43.4 เมกะจูลต่อกิโลเมตร) พบว่ามีความใกล้เคียงกัน แต่จากปริมาณผู้โดยสารของ ขสมก. มีจำนวนน้อย (ร้อยละ 3ของความจุ) ทำให้การใช้พลังงานต่อผู้โดยสารสูงมากคือ 12.7 – 13.1 และ 14.8 – 17.9 เมกะจูลต่อผู้โดยสาร-กิโลเมตร (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 การใช้พลังงานของรถโดยสารประจำทาง

การใช้พลังงานของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจากข้อมูลของบริษัท รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) และบริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) พบว่ารถไฟฟ้า BTS และ MRT ใช้พลังงาน 9.3 – 23.8 และ 22.8 – 28.1 เมกะจูลต่อกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนของสหรัฐอเมริกาและอังกฤษ (8.7 – 37.6 เมกะจูลต่อกิโลเมตร) อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน และปริมาณผู้โดยสารของรถไฟฟ้า BTS และ MRT มีจำนวนมาก (ร้อยละ 10 ของความจุ) ทำให้อัตราการใช้พลังงานต่อผู้โดยสารอยู่ที่ 0.26 – 0.66 และ 0.22 – 0.33 เมกะจูลต่อผู้โดยสาร-กิโลเมตร (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 การใช้พลังงานของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

6.2 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานนั้นจะปรับเปลี่ยนตัวแปรสำคัญ 3 ตัว ได้แก่ ราคาพลังงาน อัตราการใช้พลังงาน และปริมาณผู้โดยสาร ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเพียงตัวแปรเดียวต่อการวิเคราะห์ โดยใช้สมการที่ (2) ในการคำนวณ และค่าที่ได้เป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผู้โดยสาร (บาท/ผู้โดยสาร-กิโลเมตร) สามารถนำมาเปรียบเทียบ กันได้ชัดเจน สมมติฐานของแนวโน้มราคาพลังงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวเป็นไปดังตารางที่ 4

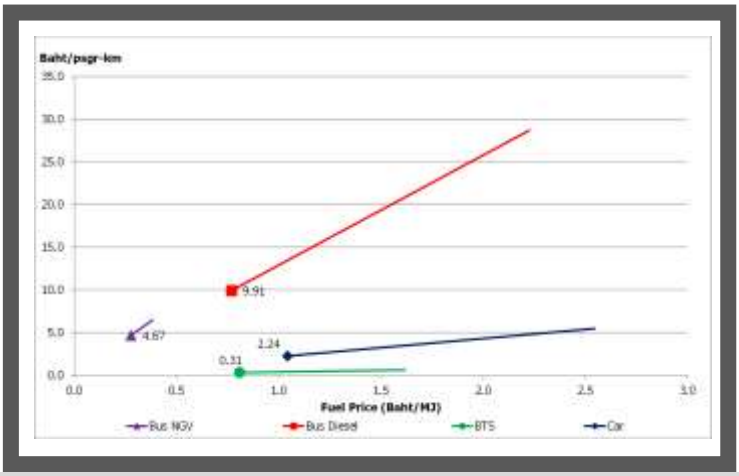
เชื้อเพลิง	ราคาปัจจุบัน	แนวโน้มราคา*	ที่มา/หมายเหตุ
แก๊สโซฮอล์ E20	32.38 บาทต่อลิตร	35-79 บาท/ลิตร ที่ราคาน้ำมันดิบ 99-315 เหรียญสหรัฐต่อบาเรล และเอทานอล 3.15-4.04 เหรียญสหรัฐต่อแกลลอน	IEA–World Energy Outlook 2011, EIA-Annual Energy Outlook 2012, สนพ. / ราคาตามตลาดโลก
ดีเซล	29.79 บาทต่อลิตร	32-86 บาทต่อลิตร ที่ราคาน้ำมันดิบ 99-315 เหรียญสหรัฐต่อบาเรล	
ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์**	10.50 บาทต่อกิโลกรัม	14.50 บาทต่อกิโลกรัม***	**กำหนดราคาโดยภาครัฐ/ ***มติ กพช. 30 ก.ย. 2554
ไฟฟ้า**	2.91 บาทต่อหน่วย	สมมติให้เพิ่มขึ้น 1 เท่าตัว	
*โครงสร้างราคาขายปลีก ณ 28 ธันวาคม 2555			

ตารางที่ 2 แนวโน้มราคาพลังงานที่ใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

6.2.1 ผลกระทบของราคาพลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

การวิเคราะห์ผลกระทบของราคาพลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะปรับเปลี่ยนราคาพลังงานโดยให้อัตราการใช้พลังงาน และปริมาณผู้โดยสารคงที่ ซึ่งจากแนวโน้มราคาพลังงานของตารางที่ 2 ราคาพลังงานปัจจุบันอยู่ในจุดต่ำสุดอันเป็นจุดเริ่มต้นของกราฟ แต่ละเส้นทางซ้ายสุด (ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด) และมีกรอบในการปรับตัวสูงขึ้นตามแนวเส้น มีความชันของเส้นเป็นความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงาน ซึ่ง

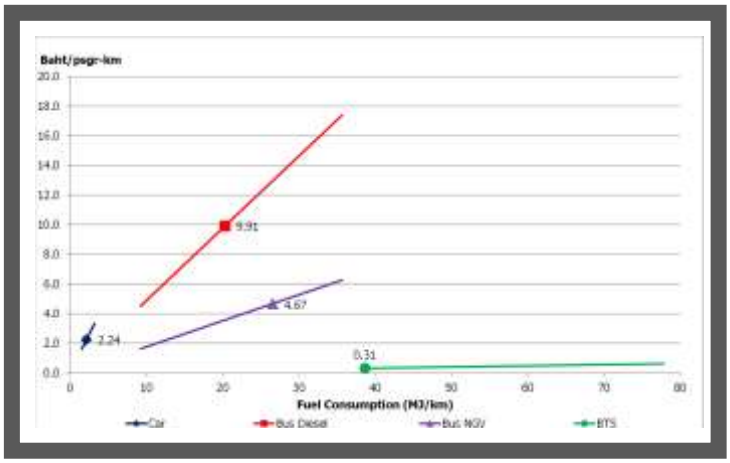
รถโดยสารประจำทาง มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากที่สุดทั้งดีเซลและก๊าซธรรมชาติ (เส้นกราฟชันที่สุด) รองลงมา คือรถยนต์ส่วนบุคคล และรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงานต่ำ



รูปที่ 7 ผลกระทบของราคาพลังงานต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

6.2.2 ผลกระทบของอัตราการใช้พลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

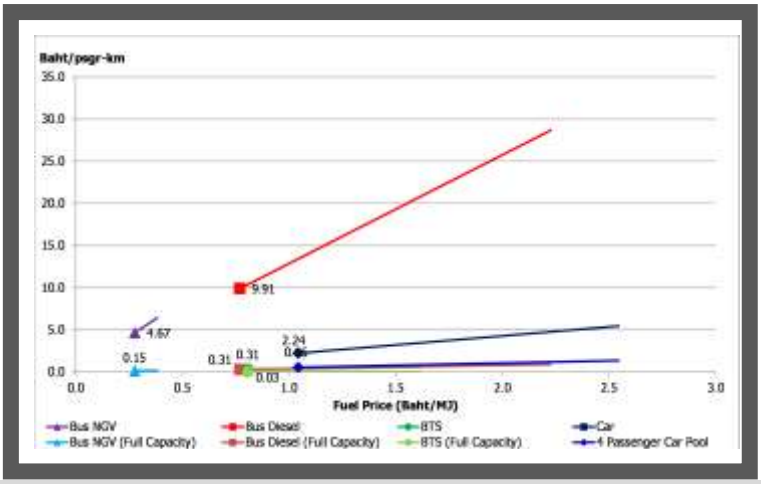
การวิเคราะห์ผลกระทบของอัตราการใช้พลังงานที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะปรับเปลี่ยนอัตราการใช้พลังงานโดยให้ราคาพลังงาน และปริมาณผู้โดยสารคงที่ ซึ่งอัตราการใช้พลังงานของยานพาหนะมีแนวโน้มดีขึ้นตลอดเวลาตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป ปัจจุบันค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจึงอยู่ในช่วงกลางของกรอบในการปรับตัวตามแนวเส้นในรูปที่ 7 มีความชันของเส้นเป็นความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้พลังงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการใช้พลังงานมากที่สุด (เส้นกราฟชันที่สุด) แต่เนื่องจาก ช่วงของอัตราการใช้พลังงาน อยู่ในช่วงแคบเพราะมีการปรับปรุงการปลดปล่อยมลพิษให้เป็นไปตามที่ภาครัฐกำหนด อันส่งผล ต่ออัตราการใช้พลังงานด้วย ส่วนรถโดยสารประจำทางที่ใช้ดีเซลและก๊าซธรรมชาติแม้จะมีความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ออัตราการใช้พลังงานน้อย (เส้นกราฟมีความชันน้อยกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล) แต่เนื่องจากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพ การใช้พลังงานน้อยกว่า ทำให้มีช่วงของอัตราการใช้พลังงานมากกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล สำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนได้รับผลกระทบจากอัตราการใช้พลังงานต่ำที่สุดเนื่องจากมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง



รูปที่ 8 ผลกระทบของอัตราการใช้พลังงานต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

6.2.3 ผลกระทบของปริมาณผู้โดยสารที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบของปริมาณผู้โดยสารที่มีต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจะปรับเปลี่ยนปริมาณผู้โดยสารโดยให้ราคาพลังงาน และอัตราใช้พลังงานคงที่ ซึ่งเมื่อทำการทดลองเพิ่มจำนวนผู้โดยสารจากปัจจุบันเป็นเต็มความจุที่ยานพาหนะแต่ละประเภทรองรับได้ พบว่ามีส่วนทำให้ความอ่อนไหวต่อราคาพลังงานลดลง (ความชันเส้นลดลง) โดยรถยนต์ส่วนบุคคลจะมีความอ่อนไหวต่อการ เปลี่ยนแปลงราคาพลังงานมากที่สุด แต่รถโดยสารประจำทางที่ใช้ดีเซลจะมีโอกาสที่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผู้โดยสารสูงกว่า รถยนต์ส่วนบุคคลที่ทำการเดินทางร่วมกันหากราคาน้ำมันดีเซลปรับตัวขึ้นแต่แก๊สโซฮอล์ E20 ไม่ปรับราคา ขณะที่รถโดยสาร ประจำทางใช้ก๊าซธรรมชาติมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าชัดเจน สำหรับความอ่อนไหวต่ออัตราการใช้พลังงานพบว่าปริมาณผู้โดยสารจะส่งผลให้ความอ่อนไหวลดลงเช่นเดียวกัน



รูปที่ 9 ผลกระทบของปริมาณผู้โดยสารต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

6.3 การปรับปรุงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

การปรับปรุงค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะรวมค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ประหยัดพลังงานที่ 1.84 บาทต่อกิโลเมตรตาม (ตารางที่ 3)

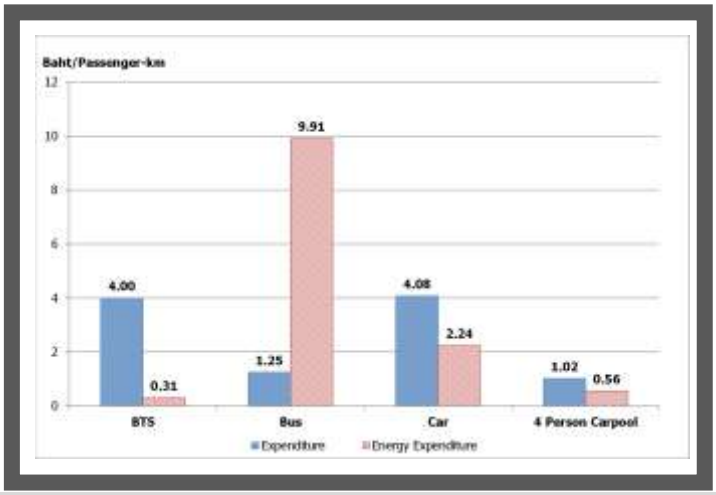
Mitsubishi Mirage 1.2 GLX MT	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ค่าใช้จ่ายต่อกิโลเมตร* (บาท)
ราคารถยนต์	426,000	1.28
ประกันภัยภาคสมัครใจชั้น 1	13,124	0.39
ประกันภัยภาคบังคับ	645	0.02
ค่าบำรุงรักษา**		0.15
รวม		**1.84**

*คำนวณที่ระยะทางใช้งานเฉลี่ย 33,333 กิโลเมตรต่อปี

**คำนวณที่การใช้งาน 160,000 กิโลเมตร (5 ปี)

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ประหยัดพลังงาน

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยใช้อัตราค่าโดยสารจริง และจากการคำนวณได้ดังรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่ารถโดยสารประจำทางเป็นรูปแบบที่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำแต่มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงมาก ซึ่งภาครัฐต้องแบกรับภาระในส่วนนี้ และการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน 4 คน มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด



รูปที่ 10 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางปัจจุบัน

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางแต่ละรูปแบบในเส้นทางที่ทำการทดลองจะเห็นได้ว่าในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลเพียงคนเดียวมีค่าใช้จ่ายมากที่สุด 151 บาท รองลงมาคือการจอดแล้วจร 113 บาท และการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด 55 บาท สำหรับการเดินทางพร้อมกันหลายคน ได้แก่ จอดแล้วจร ร่วมกัน 4 คนมีค่าใช้จ่าย 58 บาท และการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน 4 คน (4 Person Carpool) เดินทางทั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับการเดินทางทุกรูปแบบคือ 38 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานพบว่าการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธาณะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน สูงที่สุด 122 บาท โดยค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของรถโดยสารประจำทางอยู่ที่ 119 บาท สำหรับค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของการ เดินทางรูปแบบอื่น มีลักษณะลดหลั่นสอดคล้องกับค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล 58 บาท จอดแล้วจร 43 บาท รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน 4 คน (4 Person Carpool) 14.5 บาท และจอดแล้วจรร่วมกัน 4 คน 13 บาท (รูปที่ 11)

รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางปัจจุบัน

จากสถานการณ์ที่เป็นอยู่ สามารถสรุปปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข และแนวทางแก้ไขแบ่งเป็นกรณีเสนอแนะ 2 กรณี ได้ดังตารางที่ 6

ปัญหาในปัจจุบัน	แนวทางแก้ไข	การแก้ไขของกรณีเสนอแนะที่ 1	การแก้ไขของกรณีเสนอแนะที่ 2
1. การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกันหลายคนมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้ระบบขนส่งมวลชน	ปรับค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งสองรูปแบบให้เท่ากัน	เพิ่มค่าใช้จ่ายของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกันหลายคนขึ้น	ลดค่าใช้จ่ายของการใช้ระบบขนส่งมวลชนลง
2. การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าใช้จ่ายไม่แตกต่างจากระบบขนส่งมวลชนมากนัก	เพิ่มความแตกต่างของค่าใช้จ่ายให้มากขึ้น	เพิ่มค่าใช้จ่ายของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลขึ้น	
3. ต้นทุนการเดินรถโดยสารประจำทางในปัจจุบันสูงมาก	ปรับลดต้นทุนในการเดินรถลง	เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติและเพิ่มจำนวนผู้โดยสารให้มากขึ้น	

ตารางที่ 4 แนวคิดการปรับปรุงโครงสร้างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

เนื่องจากต้นทุนของรถโดยสารประจำทางในปัจจุบันมีค่าสูง จากผลของการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เสนอไปแล้ว พบว่าการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของรถโดยสารประจำทางจากดีเซล เป็นก๊าซธรรมชาติเพื่อลดต้นทุนเชื้อเพลิงและส่งเสริมให้ประชาชนใช้รถโดยสารประจำทางมากขึ้นจนเต็มความจุของปริมาณ ผู้โดยสารที่รองรับได้ตามกฎหมายขนส่ง (50 คน/คัน/กม.) จะสามารถลดต้นทุนต่อผู้โดยสารลงจากเดิม 119 บาท เหลือ 6.1 บาทต่อผู้โดยสาร และทำให้อัตราค่าโดยสารในปัจจุบันมีความคุ้มทุน

กรณีเสนอแนะที่ 1 เน้นเพิ่มค่าใช้จ่ายของรถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกันให้เท่ากับการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเพียงคนเดียวเพิ่มขึ้นไปด้วย และลดต้นทุนการเดินรถโดยสารประจำทางพร้อมปรับค่าใช้จ่ายของการเดินทางรูปแบบอื่น ๆ ให้สอดคล้องกัน

กรณีเสนอแนะที่ 2 เน้นปรับลดค่าใช้จ่ายของการใช้ระบบขนส่งสาธารณะลงให้เท่ากับการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน โดยเน้นลดค่าโดยสารรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนและลดต้นทุนรถโดยสารประจำทางเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 สำหรับค่าใช้จ่ายของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นจากเดิมใกล้เคียงกับกรณีเสนอแนะที่ 1 แต่ประชาชนที่เดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนจะได้ประโยชน์ในส่วนของค่าใช้จ่ายที่ลดลงครึ่งหนึ่ง เป็นการลดภาระค่าครองชีพของประชาชน

รูปแบบ	ค่าใช้จ่ายปัจจุบัน		ค่าใช้จ่ายใหม่ กรณีที่ 1		ค่าใช้จ่ายใหม่ กรณีที่ 2		เวลาที่ใช้
	บาท*	%**	บาท*	%**	บาท*	%**	นาที
ระบบขนส่งสาธารณะ	55	100	55	100	38	100	114
จอดแล้วจร	113	205	161	293	96	252	87
รถยนต์ส่วนบุคคล	151	275	220	400	151	397	96
จอดแล้วจรร่วมกัน 4 คน	58	105	70	127	41	108	87
รถยนต์ส่วนบุคคลร่วมกัน 4 คน	38	69	55	100	38	100	96
*บาทต่อเที่ยว / **% ของค่าใช้จ่ายเทียบกับการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ							

ตารางที่ 5 สรุปค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปของแต่ละกรณีเสนอแนะ (บาท/เที่ยว)

7. สรุปผล

การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน (Energy Expenditure) และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Commuting Expenditure) ของการเดินทางเข้าสู่กรุงเทพมหานครพบว่า รถโดยสารประจำทางมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงจากปริมาณผู้โดยสารน้อย ซึ่งปริมาณผู้โดยสารต่อความจุรวมของระบบ (Capacity Loading) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผู้โดยสารของระบบขนส่งสาธารณะลดลงไม่ว่าราคาพลังงานจะเป็นเท่าใด

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อการเปลี่ยนแปลงราคาพลังงาน พบว่ารถโดยสารประจำทางมีความอ่อนไหวมากที่สุด และการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติสามารถลดความอ่อนไหวลงได้ดี ขณะที่รถยนต์ส่วนบุคคลและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีความอ่อนไหวต่อราคาพลังงานลดหลั่นกันตามลำดับ

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปัจจัยอื่นที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ได้แก่ อัตราการใช้พลังงาน และปริมาณผู้โดยสาร พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลมีความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายต่ออัตราการใช้พลังงานมากที่สุด รองลงมาคือ รถโดยสารประจำทาง โดยการใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงจะมีความอ่อนไหวต่ำกว่าการใช้ดีเซล

ผลกระทบของปริมาณผู้โดยสารต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทางนั้นสูงมาก โดยเฉพาะกับรูปแบบการเดินทางที่สามารถรองรับผู้โดยสารได้มาก คือ รถโดยสารประจำทาง และรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยปริมาณผู้โดยสารส่งผลดีทั้งการลดการใช้พลังงานต่อผู้โดยสาร และลดความอ่อนไหวของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่มีต่อราคาพลังงานและอัตราการใช้พลังงานลงด้วย

กรณีเสนอแนะทั้งสองมีจุดมุ่งหมายคือ การสร้างความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการเดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลและระบบขนส่งสาธารณะให้มากขึ้น ซึ่งภาครัฐสามารถนำข้อเสนอแนะทั้งสองกรณีไปปรับใช้ในการกำหนดราคาพลังงานและอัตราค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะได้

บรรณานุกรม

[1] กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. 2555. ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับจำนวนประชากร ปี 2555 : http://stat.bora.dopa.go.th/hpstat9/people2.htm

[2] กรมควบคุมมลพิษ. 2555. รายงานผลการดำเนินงานห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะประจำปีงบประมาณ 2551-2554. http://www.pcd.go.th/info_serv/air_diesel_autolab.html

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. ข้อมูลE20. : http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/gasohol_2008/510208_____E20.doc

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564). : http://www.dede.go.th/dede/images/stories/aedp25.pdf

[5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555. สถิติพลังงานของประเทศไทย 2554 เบื้องต้น. : http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/up_16_mar_55/Thailand%20Energy%20Statistics-2011(preliminary)-update16%20M%2012.pdf

[6] กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน. 2555. จำนวนรถที่จดทะเบียนสะสม ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555. กรมการขนส่งทางบก : http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html

[7] ชนินทร์ เขียวสนั่น. 2547. การส่งเสริมระบบขนส่งมวลชนในเขตเมืองชั้นใน กรณีศึกษา พฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในย่านธุรกิจถนนสีลม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวางแผนชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[8] ธเนศ ขุมทรัพย์. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายด้านที่อยู่อาศัยค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าสู่แหล่งงาน และที่ตั้งที่อยู่อาศัย : กรณีศึกษา ผู้ที่ทำงานในอาคารสำนักงานย่านถนนสาทร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคหการ ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[9] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2549. รายงานประจำปี 2548. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/ar2005_th.pdf

[10] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2550. รายงานประจำปี 2549. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/ar2006_th.pdf

[11] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2551. รายงานประจำปี 2550. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/AR2007TH.pdf

[12] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2552. รายงานประจำปี 2551. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/ar2008_th.pdf

[13] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2553. รายงานประจำปี 2552. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/ar2009_th.pdf

[14] บริษัท บีทีเอส กรุ๊ป โฮลดิ้งส์ จำกัด (มหาชน). 2553. รายงานประจำปี 2552/2553. : http://bts.listedcompany.com/misc/ar/20092010.pdf

[15] บริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2554. รายงานประจำปี 2553. : http://bmcl.listedcompany.com/misc/ar/ar2010_TH.pdf

[16] บริษัท บีทีเอส กรุ๊ป โฮลดิ้งส์ จำกัด (มหาชน). 2554. รายงานประจำปี 2553/2554. : http://bts.listedcompany.com/misc/ar/20102011.pdf

[17] บริษัท บีทีเอส กรุ๊ป โฮลดิ้งส์ จำกัด (มหาชน). 2555. รายงานประจำปี 2554/2555. : http://bts.listedcompany.com/misc/ar/20120629-BTS-AR2011-TH-03.pdf

[18] ส่วนเศรษฐกิจภาค สำนักงานภาค. 2555. รายงานราคาเอทานอลของไทย. ธนาคารแห่งประเทศไทย: http://www.bot.or.th/Thai/EconomicConditions/Thai/Northeast/commodities/Pages/Commodiry_Monthly.aspx

[19] สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. 2549. แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2549. กรุงเทพมหานคร: http://cpd.bangkok.go.th/files/001/DOC_04.pdf

[20] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2549. โครงการศึกษาปรับแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. : http://www.otp.go.th/Bkk_mrt/

[21] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. รายงานข้อมูลการเดินทาง 2555. : http://www.otp.go.th/images/stories/PDF/ReportDatatransport/travel_2555.pdf

[22] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555. โครงการศึกษาการบริหารจัดการระบบรถโดยสารประจำทางและการเดิน ทางเชื่อมต่อในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.

[23] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2554. แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554-2573). : http://www.eppo.go.th/encon/ee-20yrs/EEDP_Thai.pdf

[24] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2555. มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ครั้งที่ 4/2555 (ครั้งที่ 143) วันที่ 4 ตุลาคม 2555. : http://www.eppo.go.th/nepc/kpc/kpc-143.htm

[25] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. ข้อมูลพลังงาน. : http://www.eppo.go.th/info/index-statistics.html

[26] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2556. Price Structure of Petroleum Products in Bangkok. : http://www.eppo.go.th/petro/price/index.html

[27] อรอนงค์ กฤตยาเกียรณ์. 2545. การจัดทำพื้นที่จอดรถยนต์เพื่อสนับสนุนโครงการระบบขนส่งมวลชน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวางผังเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[28] Burke, Paul J. and Nishitateno, Shuhei. 2013. Gasoline Prices, Gasoline Consumption, and New-Vehicle Fuel Economy: Evidence for a large sample of countries. Energy Economics 36 (2013) : 363-370.

[29] Christopher B. Harto. 2009. Exploring the Tradeoffs of Daily Commute Choice. 2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology. (2009) : 1-5

[30] International Energy Agency. 2011. World Energy Outlook 2011.

[31] Lane, B. W. 2010. The relationship between recent gasoline price fluctuations and transit ridership in major US cities. Journal of Transport Geography 18 (2010) : 214-225.

[32] Transport for London. 2012. Tube. : www.tfl.co.uk/modalpages/2625.aspx

[33] U.S. Energy Information Agency. 2012. Annual Energy Outlook 2012.

[34] U.S. Federal Transit Administration. 2012. National Transit Database. : http://www.ntdprogram.gov/ntdprogram/data.htm