

วิธีประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้นถนนในระหว่างการก่อสร้าง

A METHOD FOR CALCULATING ROAD USER COSTS DURING CONSTRUCTION

วิศณุ ทรัพย์สมพล¹ และ ศาสวัต ภูวิภัสสรกุล²

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

² เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 3

กองประสานระบบการจราจร สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.)

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้นถนนเนื่องมาจากการก่อสร้างบนสภาพพื้นผิวจราจรเดิมนับเป็นความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างใหญ่หลวง โดยทั่วไปผลกระทบดังกล่าวมักถูกละเลยในการพิจารณาการก่อสร้างโครงการ บทความนี้กล่าวถึงวิธีการคำนวณมูลค่าของผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้นถนนในระหว่างการก่อสร้างโครงการที่ประเมินจากมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นและความสูญเสียด้านเวลาในการเดินทางที่เพิ่มขึ้น ผลกระทบดังกล่าวควรจะนำมาประกอบในการพิจารณาเลือกเทคนิคและวิธีการก่อสร้าง โดยเฉพาะโครงการที่ส่งผลกระทบต่อการจราจร

Abstract

The impacts to road users due to construction on existing roads have not been well addressed in the conventional project delivery system. This paper describes a method to calculate the impact to road users during construction. The impact is based on the increasing vehicle operating costs and driver delay costs. This impact should be aware in selecting the appropriate construction technique, especially for the project that causes impact to traffic.

1. บทนำ

การปรับปรุงซ่อมแซมหรือขยายระบบสาธารณูปโภคเพื่อรองรับกับความต้องการของชุมชนมีให้เห็นอยู่ทั่วไปตามเมืองใหญ่ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานคร โครงการก่อสร้างต่างๆมักใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนาน บางโครงการจำเป็นต้องก่อสร้างภายใต้สภาวะการจราจรที่คับคั่งอันส่งผลกระทบต่อจราจรและประชาชน ซึ่งต้องใช้เส้นทางเดินทางผ่านสถานที่ก่อสร้างนั้นๆ ทำให้เกิดการจราจร

ติดขัดเพิ่มขึ้นจากเดิมกลายเป็นปัญหาใหญ่ของกรุงเทพมหานคร ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงโดยสูญเปล่า และความสูญเสียทางด้านเวลาที่ผู้ใช้รถต้องเสียไป เป็นต้น ในอนาคตแนวโน้มการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคในเขตกรุงเทพมหานครที่มีพื้นที่จำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถนนหรือระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ จะมีลักษณะเป็นการขยายระบบเดิม หรือเป็นการปรับปรุงซ่อมแซมระบบเดิมที่มีอยู่แล้วเป็นส่วนใหญ่ หลายโครงการจำเป็นต้องปิดช่องจราจรเพื่อดำเนินการก่อสร้างซึ่งจะส่งผลกระทบต่อจราจรหรือพื้นที่ถนนที่มีอยู่เดิมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การก่อสร้างเฉพาะในเวลา กลางคืน เป็นตัวอย่างหนึ่งในความพยายามที่จะลดผลกระทบต่อจราจรที่คับคั่งในเวลากลางวัน [1] ดังนั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้นถนนในระหว่างการก่อสร้าง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เพื่อให้ผู้รับจ้างตระหนักและให้ความสำคัญต่อเทคนิคและวิธีการจัดการงานก่อสร้างที่ดี เพื่อหลีกเลี่ยงให้เกิดผลกระทบต่อจราจรน้อยที่สุด

โดยส่วนใหญ่ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้นถนนจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและการลงทุนของการก่อสร้างโครงการ โดยจะอยู่ในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คือ ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้นถนนที่ประหยัดได้ (Road User Savings) เช่น การประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Time Savings) การประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (Vehicle Operating Cost Savings) และการประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการลดลงของอุบัติเหตุ (Accident Savings) จากการเปรียบเทียบในกรณีมีโครงการก่อสร้าง กับไม่มีโครงการก่อสร้าง การวิเคราะห์เหล่านี้จะไม่ได้พิจารณาถึงมูลค่าของผลกระทบที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างโครงการ ในบทความนี้จะวิเคราะห์ในมุมมองของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างโครงการ (Construction Impact) ต่อผู้ใช้นถนนเมื่อโครงการก่อสร้างนั้นกระทบต่อผิวจราจร นั่นคือในบางครั้งอาจต้องมีการปิดช่องทางการจราจร หรือลดความกว้างของช่องทางการจราจร เพื่อให้การก่อสร้างดำเนินไปได้สะดวก แต่ผลที่เกิดขึ้น คือ ช่องทางหรือ

ความกว้างของช่องทางการจราจรลดน้อยลง ทำให้ยานพาหนะเคลื่อนตัวด้วยความเร็วที่ต่ำลง ส่งผลให้การจราจรติดขัดเพิ่มขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นที่เห็นได้ชัด คือค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น จากความสูญเสียทางด้านเวลาในการเดินทางที่เพิ่มขึ้น และความสูญเสียค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น แนวทางการหาค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนจะคล้ายกับกรณีที่มีการลงทุนใหม่ แต่ปัจจัยที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการคิดผลกระทบนั้นแตกต่างกัน โดยคิดจากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเร็วของยานพาหนะก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้างโครงการ และนำความแตกต่างของความเร็วที่ได้ไปหาค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น

2. แบบจำลองในการคำนวณหาความเร็วของยานพาหนะ

แบบจำลองต่างๆที่ใช้ในการคำนวณหาความเร็วของยานพาหนะ โดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางเรขาคณิตของถนน (Road Geometry) เช่น Geometric Model [2], HDM III Model [3] หรือแม้แต่แบบจำลองของกรมทางหลวง [4] ก็คือ อัตราเร็วที่คิดจะคิดที่อัตราเร็วอิสระ (Free Speed) โดยตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ความโค้ง (Curve) ความลาดชัน (Gradient) สภาพของผิวถนน (Roughness Surface) ดังนั้นเมื่อมีการวิเคราะห์การลงทุนในโครงการใหม่ ค่าของตัวแปรดังกล่าวย่อมเปลี่ยนไปทำให้อัตราความเร็วใหม่เปลี่ยนแปลงไป แต่การพิจารณาความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปจะผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการก่อสร้างที่อยู่บนถนนเดิม จะสมมติให้ค่าของตัวแปรเหล่านั้นไม่เปลี่ยนแปลง แต่ตัวแปรที่จะมีการเปลี่ยนแปลงคือ ความกว้างของถนน จำนวนช่องจราจร ถ้าการก่อสร้างนั้นมีการเปิดช่องจราจร เป็นต้น ดังนั้นในการพิจารณาหาอัตราเร็ว จะพิจารณาจากลักษณะการจราจรแทน โดยดูที่อัตราส่วนระหว่างปริมาณรถต่อความจุของถนน (Volume to Capacity Ratio: V/C) เป็นพื้นฐานในการคิด โดยอ้างอิงจาก Highway Capacity Manual (HCM) [5, 6] ซึ่งใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความหนาแน่นของยานพาหนะและปริมาณการจราจร โดยสามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์พื้นฐานทางการจราจร ดังนี้

1. ความเร็ว (Speed) ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยหรืออัตราเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่วิ่งผ่านบนถนนในช่วงที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีหน่วยวัดเป็นระยะทางต่อเวลา (กม. ชม.)
2. ปริมาณการจราจร (Volume) ได้แก่ จำนวนยานพาหนะที่วิ่งผ่านบนถนนในช่วงที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีหน่วยวัดเป็นจำนวนรถต่อเวลา (PCU/ ชม. หรือ คัน ชม.)
3. ความหนาแน่นของยานพาหนะ (Density) ได้แก่ จำนวนยานพาหนะบนช่วงความยาวของถนนที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีหน่วยวัดเป็นจำนวนรถต่อความยาวถนน (PCU/ กม. หรือ คัน/ กม.)

การหาความหนาแน่นของยานพาหนะในสภาพถนนจริง ทำได้ยากในการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้นความหนาแน่นของยานพาหนะสามารถหาได้จาก ความเร็วเฉลี่ย และปริมาณการจราจร นอกจากนี้ยังได้

มีการพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับความหนาแน่นของยานพาหนะ [5] ซึ่งใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเป็นรูปแบบที่ใช้ง่ายและเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน ความสัมพันธ์ดังกล่าวใช้สำหรับการไหลของยานพาหนะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือการขัดจังหวะ (Uninterrupted Flow) ดังสมการที่ 1

$$S = Sf(1 - D/Dj) \quad (1)$$

เมื่อ S = ความเร็วเฉลี่ย (กม./ ชม.)

Sf = ความเร็วอิสระ (กม./ ชม.)

D = ความหนาแน่นของยานพาหนะ (PCU/ กม. หรือ คัน/ กม.)

Dj = ความหนาแน่นของยานพาหนะเมื่อเกิดการติดขัด (Jam

Density), (คัน/ กม.)

สมการที่ 1 ใช้ในการพิจารณาหาความเร็วก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้าง โดยต้องกำหนดค่าความเร็วอิสระ ความหนาแน่นของยานพาหนะเมื่อเกิดการติดขัด และหาความหนาแน่นของยานพาหนะจากปริมาณการจราจรต่อพื้นที่ถนน (V/C) ขั้นตอนการหาความเร็วมีดังต่อไปนี้

ความเร็วอิสระ คือ ความเร็วสูงสุดโดยเฉลี่ยที่ยานพาหนะสามารถวิ่งได้โดยสะดวกปลอดภัยบนถนนที่มีสภาพดี และมีปริมาณการจราจรต่ำ โดยที่คนขับรถไม่มีความเครียดที่เกิดจากยานพาหนะคันอื่นๆ หรือจากสัญญาณไฟจราจร ซึ่งเป็นความเร็วอิสระในสภาพถนนที่สมบูรณ์ (Ideal Condition) คือ ระดับความลาดเอียงของถนน ไม่เกิน 1 - 2%, ความกว้างช่องจราจร (Lane Widths) 12 ฟุต, ผลรวมระยะจากขอบถนนถึงขอบทางหรือเกาะกลางถนน (Lateral Clearances) 12 ฟุต, ไม่คิดจุดทางเข้าถนน (Access Points) แบ่งเกาะกลางถนน (Divided Highway) คิดเป็นรถยนต์นั่ง (Passenger Cars) ในกระแสการจราจรเท่านั้น โดยถนนในเมืองกำหนดความเร็วอิสระของถนนที่สมบูรณ์ที่ 40 กม.ต่อชม. [6] แต่ในสภาพของถนนจริงมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลทำให้ความเร็วอิสระลดลง ที่เห็นได้ชัดเจน คือ ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ความกว้างช่องจราจร ชนิดของเกาะกลางถนน (Median Type) ระยะจากขอบถนนถึงขอบทาง และจุดทางเข้าถนน ดังนั้นในการหาความเร็วอิสระจึงต้องมีการปรับแก้ต่างๆ ดังสมการที่ 2

$$Sf = Sf_i - F_m - F_w - F_{LC} \quad (2)$$

เมื่อ Sf = ความเร็วอิสระ (กม. ชม.)

Sf_i = ความเร็วอิสระที่สภาพถนนสมบูรณ์ (กม. ชม.)

F_m = ค่าปรับแก้สำหรับ ชนิดของเกาะกลางถนน (จากตารางที่ 1)

F_w = ค่าปรับแก้สำหรับ ความกว้างช่องจราจร (จากตารางที่ 2)

F_{LC} = ค่าปรับแก้สำหรับ ระยะจากขอบถนนถึงขอบทาง

(จากตารางที่ 3)

ตารางที่ 1: ค่าปรับแก้สำหรับชนิดเกาะกลางถนน (Median Type)

Median Type	Reduction in Free - Flow Speed (mph)
Undivided Highways	1.6
Divided Highways	0.0

ที่มา: Highway Capacity Manual (1994) [6]

ตารางที่ 2: ค่าปรับแก้ สำหรับความกว้างช่องจราจร

Lane Width (Ft)	Reduction in Free - Flow Speed (mph)
10	6.6
11	1.9
12	0.0

ที่มา: Highway Capacity Manual (1994) [6]

ตารางที่ 3: ค่าปรับแก้สำหรับผลรวมระยะจากขอบถนนถึงไหล่ทางและเกาะกลางถนน (Lateral Clearance)

Four - Lane Highways		Six - Lane Highways	
Total Lateral Clearance (FT)	Reduction in Free - Flow Speed (mph)	Total Lateral Clearance (FT)	Reduction in Free - Flow Speed (mph)
12	0.0	12	0.0
10	0.4	10	0.4
8	0.9	8	0.9
6	1.3	6	1.3
4	1.8	4	1.7
2	3.6	2	2.8
0	5.4	0	3.9

ที่มา: Highway Capacity Manual (1994) [6]

ความหนาแน่น (D) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญ แต่การหาความหนาแน่นของยานพาหนะในถนนโดยตรงนั้นทำได้ยาก ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณจราจร นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับความจุของถนนด้วย ในสภาพเป็นจริงของถนนที่ไม่มีปริมาณการจราจรบนถนน ความหนาแน่นของยานพาหนะจะเป็น

ศูนย์ เมื่อมีปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลง แต่ความหนาแน่นของยานพาหนะจะเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งปริมาณการจราจรมีจำนวนเท่ากับความจุของถนนที่จะรับได้ ทำให้ยานพาหนะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ความเร็วเป็นศูนย์ ความหนาแน่นของยานพาหนะจะมากที่สุด สภาวะเช่นนี้เรียกว่า ความหนาแน่นของยานพาหนะเมื่อเกิดการติดขัด (Jam Density) แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับความจุของถนน หรืออัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรต่อความจุของถนน (V/C) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$V/C = V / [C \times N \times PHF \times F_{hw}] \quad (3)$$

- เมื่อ V = ปริมาณการจราจร PCU/ ชม.
 C = ความจุสูงสุดของถนน PCU/ ชม. ช่องจราจร
 N = จำนวนช่องจราจร
 PHF = ค่าปรับแก้ ของปริมาณการจราจร
 F_{hw} = ค่าปรับแก้ สำหรับยานพาหนะที่มีน้ำหนักมาก

ปริมาณการจราจรของถนนช่วงใดช่วงหนึ่งที่เก็บข้อมูลมาพบว่าการจราจรมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะสูงหรือต่ำกว่าข้อมูลเฉลี่ยพื้นฐาน ดังนั้นต้องมีค่าปรับแก้ข้อมูลให้อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกัน ค่าปรับแก้ คือ ค่า Peak Hour Factor (PHF) ในถนนหลายช่องจราจร กำหนดค่า PHF เท่ากับ 0.85 สำหรับถนนชนบท และ 0.92 สำหรับถนนในเมืองและปริมณฑล [6]

ในถนนช่วงหนึ่งๆจะมียานพาหนะหลายประเภทในกระแสนการจราจร โดยแบ่งแยกประเภทการจราจรตามขนาดและขนาดล้อของตัวที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งการคิดให้รถทุกประเภทมีขนาดล้อของตัวเท่ากันหมด ทำให้มีขนาดล้อใกล้เคียงจากสภาพที่เป็นจริง จึงต้องมีรถตั้งตัวแทนของยานพาหนะโดยใช้รถยนต์นั่งเป็นมาตรฐาน และกำหนดเป็นตัวแทนของรถยนต์นั่ง ดังนั้นในการคำนวณที่ต้องมีการแปลงค่ายานพาหนะต่างๆให้อยู่ในรูปของรถยนต์นั่ง (Passenger - Car Equivalent) จึงต้องมีค่าปรับแก้สำหรับรถที่มีน้ำหนักมาก ได้แก่ รถบรรทุก และรถโดยสารประจำทาง ค่าปรับแก้ คำนวณได้จากสมการที่ 4

$$F_{hw} = 1 + P_t(E_t - 1) + P_b(E_b - 1) \quad (4)$$

- เมื่อ P_t, P_b = เปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุก และรถโดยสารประจำทาง
 E_t, E_b = ค่าตัวคูณเทียบเท่ารถยนต์นั่งของรถบรรทุกและรถโดยสารประจำทาง

ค่าตัวคูณเทียบเท่ารถยนต์นั่งของรถบรรทุกและรถโดยสารประจำทาง HCM [6] กำหนดให้มีค่า 1.5 เมื่อวิ่งอยู่บนถนนในแนวระดับ นอกจากนี้ความจุสูงสุดของถนน โดยทั่วไปมีความจุ 2,000 คัน/ ชม. ช่องจราจร เมื่อได้ V/C ratio แล้วจึงนำไปหาค่าความหนาแน่น D จากตารางที่ 4 แสดงระดับการให้บริการของถนนหลายช่องจราจร ที่ให้เกิดความเร็ว

อิสระ หรือ Average Desired Speed ในช่วง 40 - 60 mph ในการศึกษานี้ จะหาค่าความหนาแน่นจากตาราง โดยสมมติความเร็วอิสระจำกัดที่ 45 mph ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดที่มีอยู่ใน Highway Capacity Manual [6] ส่วนค่าความหนาแน่นเมื่อเกิดการจราจรติดขัด (Dj) เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ ปริมาณการจราจรเท่ากับความจุสูงสุดของถนน นั่นคือ ค่า V/C ratio มีค่าเท่ากับ 1 จากตารางที่ 4 ทำให้กำหนดค่า ความหนาแน่นเมื่อเกิดการจราจรติดขัด (Dj) มีค่า 45 PCU/mi ln

ตารางที่ 4: ระดับการให้บริการสำหรับถนนหลายช่อง

ทางจราจร

LOS	Free - Flow Speed			
	Max Density	Average Speed (mph)	Max v/c	Max Service Flow Rate (pcphpl)
A	12	45	0.28	540
B	20	45	0.47	900
C	28	45	0.66	1,260
D	34	44	0.79	1,500
E	45	42	1.00	1,900

ที่มา : Highway Capacity Manual (1994)

3. แบบจำลองในการคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน

โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs) มูลค่าเวลาของผู้ใช้รถ (Time Costs) และค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ (Accident Costs) อย่างไรก็ตามแบบจำลองในการศึกษานี้จะไม่คิดค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ เพราะการประมาณค่าใช้จ่ายในการเกิดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นกระทำได้อย่างทั้งในรูปแบบของอัตราการเพิ่มขึ้นของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate) และค่าใช้จ่ายเนื่องจากอุบัติเหตุ (Accident Costs) เมื่ออยู่ในระหว่างการก่อสร้างโครงการ ดังนั้นบทความนี้จะนำเสนอแบบจำลองในการคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน โดยคิดจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของยานพาหนะก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้างที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่เพิ่มขึ้น และความสูญเสียด้านเวลาในการเดินทางของผู้ใช้รถ ซึ่งเป็นรูปแบบสมการที่ง่ายต่อการนำไปใช้

3.1 การคิดค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่เพิ่มขึ้น

(Vehicle Operating Costs)

การคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยที่มีผลกระทบ คือ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการดำเนินงานก่อสร้างโครงการ ปริมาณการจราจร และระยะทางที่มีผลกระทบต่อจราจร ดังสมการที่ 5

$$\Delta VOC = L \times ADT \times (VOC_a - VOC_n) \quad (5)$$

เมื่อ ΔVOC = ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่เพิ่มขึ้น (บาท ชม.)
 L = ระยะทางที่มีผลกระทบต่อจราจร (กม.)
 ADT = ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน / กม. หรือ PCU / กม.)
 VOC_a = ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ที่ความเร็วระหว่างการก่อสร้าง (บาท คัน - กม. หรือ บาท / PCU - กม.)
 VOC_n = ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ ที่ความเร็วก่อนการก่อสร้าง (บาท คัน - กม. หรือ บาท / PCU - กม.)

กรมทางหลวงได้เสนอรายงาน มูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ระดับความเร็วต่างๆ โดยใช้แบบจำลอง Thailand Road User Effects (THAI - RUE) [7] โดยประมาณค่าใช้จ่ายของยานพาหนะแต่ละประเภท ที่คิดจากอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเครื่อง อัตราการบำรุงรักษายานพาหนะ และการสึกหรอของยาง โดยมีมูลค่าตามประเภทของยานพาหนะที่ระดับความเร็วต่างๆ หรือมีมูลค่าเฉลี่ยเป็น PCUs การใช้ค่าใดในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยที่หน่วยงานรัฐจัดเก็บข้อมูลเป็น คันต่อชม. หรือแปลงค่าเป็น PCU ต่อชม. ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างการกำหนดมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ โดยอ้างอิงจากโครงการทางหลวงพิเศษสายบางใหญ่ - บ้านโป่ง (2540) [8] ซึ่งกำหนดมูลค่าแยกตามประเภทของยานพาหนะที่ระดับความเร็วต่างๆ และกำหนดมูลค่าเฉลี่ยเป็น PCUs ในการวิจัยนี้ได้นำค่าใช้จ่ายของยานพาหนะดังกล่าวเป็นกรณีตัวอย่างเพื่อใช้ในการคำนวณ ดังนั้นในการนำไปประยุกต์ใช้จริงจึงเป็นต้องประเมินค่าใช้จ่ายของยานพาหนะให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของการก่อสร้างโครงการ

3.2 การคำนวณความสูญเสียด้านเวลาในการเดินทาง

เมื่อมีการก่อสร้างโครงการ ทำให้เกิดการจราจรติดขัด ผู้ใช้ที่ยานพาหนะต้องสูญเสียเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้น มูลค่าของเวลาที่สูญเสียไปสามารถคำนวณได้หลายวิธี เช่น กำหนดจากอัตราค่าแรงงานเฉลี่ยหรืออัตราค่าแรงขั้นต่ำ หรือพิจารณาจากพฤติกรรมของผู้ใช้รถว่าจะยอมจ่ายเพิ่มขึ้นเพื่อให้เดินทางเร็วขึ้นหรือจ่ายลดลงแต่ใช้เวลาในการเดินทางนานขึ้น สำหรับประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่กำหนดมูลค่าของเวลาเพื่อใช้ในการประเมินโครงการ ซึ่งมีมูลค่าแตกต่างกันตามลักษณะของโครงการและสถานที่ก่อสร้างโครงการ ตัวอย่างการกำหนดมูลค่าของเวลาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แสดงไว้ในตารางที่ 6

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสูญเสียด้านเวลาของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น คือ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการก่อสร้างโครงการ ปริมาณการจราจร และระยะทางที่มีผลกระทบต่อจราจร ดังสมการที่ 6

$$DDC = (I \cdot S_a - I \cdot S_n) \times ADT \times W \quad (6)$$

- เมื่อ DDC = ความสูญเสียด้านเวลาในการเดินทาง (Driver Delay Cost)
- L = ระยะทางที่มีผลกระทบกับจราจร (กม.)
- ADT = ปริมาณการจราจร (คัน/ ชม. หรือ PCU/ ชม.)
- Sa = ความเร็วระหว่างก่อสร้าง (กม./ ชม.)
- Sn = ความเร็วก่อนการก่อสร้าง (กม./ ชม.)
- W = มูลค่าของเวลา (บาท/ คัน - ชม หรือ บาท/ PCU - ชม.)

ตารางที่ 5: ตัวอย่างค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ ของโครงการทางหลวงพิเศษ สายบางใหญ่ – บ้านโป่ง (บาท/ 1000 กม.)

Speed (km hr)	Passenger Car & Pickup	Mini - Bus	Heavy Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Weighted Average for PCUs
5	7,370	9,819	31,792	10,287	15,030	19,364	15,788
10	6,485	6,548	23,003	6,884	10,792	13,874	11,836
15	5,725	5,210	19,068	5,555	9,138	11,737	10,054
20	5,194	4,523	17,019	4,883	8,241	10,579	9,051
25	4,791	4,079	15,777	4,457	7,699	9,880	8,410
30	4,477	3,788	14,866	4,172	7,307	9,374	7,937
35	4,236	3,579	14,133	3,972	7,051	9,042	7,592
40	4,029	3,429	13,543	3,832	6,858	8,792	7,318
45	3,863	3,315	13,034	3,716	6,752	8,654	7,119
50	3,739	3,219	12,606	3,643	6,651	8,522	6,951
55	3,636	3,159	12,355	3,579	6,577	8,425	6,832
60	3,641	3,113	12,146	3,530	6,528	8,360	6,777
65	3,647	3,100	11,971	3,491	6,507	8,331	6,743
70	3,654	3,105	11,915	3,465	6,500	8,320	6,733
75	3,671	3,108	11,856	3,452	6,526	8,351	6,745
80	3,694	3,141	11,863	3,451	6,612	8,458	6,801

ที่มา : กรมทางหลวง (2540) [8]

มูลค่าของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น (Road User Costs: RUC) สามารถคำนวณได้จากผลรวมของมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่เพิ่มขึ้นและความสูญเสียด้านเวลาของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้น ดังสมการที่ 7

$$RUC = \Delta VOC + DDC \quad (7)$$

ในกรณีนี้ คิดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของยานพาหนะก่อนการก่อสร้างและระหว่างก่อสร้างโครงการ ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้ความเร็วของยาน

พาหนะเปลี่ยนแปลงไป คือ ความหนาแน่นของการจราจร จำนวนช่องทางจราจร ความกว้างช่องทางการจราจร ชนิดของเกาะกลางถนน ระยะจากขอบถนนถึงขอบทาง และจากการทดสอบความเร็ว โดยใช้ข้อมูลกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร [10] โดยการเปลี่ยนแปลงความกว้างช่องจราจร และปริมาณการจราจรที่ผ่านบริเวณที่ก่อสร้าง พบว่า ความกว้างช่องจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ถนนเปลี่ยนแปลงมากกว่าปริมาณการจราจรที่ผ่านบริเวณที่ก่อสร้าง เช่น ในโครงการก่อสร้างสะพานข้ามทางแยก มีผลลดความกว้างช่องจราจรลง 5 % มีผลทำให้ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 48.8 % และเมื่อลดปริมาณการจราจรลง 5 % มีผลทำให้ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนนลดลงโดยเฉลี่ย 7.2 % เป็นต้น ดังนั้น จำนวนช่องทางจราจร และความกว้างช่องทางการจราจรที่เหลือในระหว่างก่อสร้าง จึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง โดยควรมีการกำหนดให้เหมาะสม เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ถนนให้น้อยที่สุด

4. ข้อจำกัดของแบบจำลอง

แบบจำลองที่กล่าวข้างต้นเป็นแนวคิดเบื้องต้นในการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ถนนให้สามารถวัดค่าเป็นตัวเงินได้ ซึ่งการสร้างแบบจำลองนี้ได้มีวิธีการคิดของต่างประเทศมาประยุกต์ โดยการสมมติค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มีการจัดเก็บไว้แล้ว แต่ยังมีได้ทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับประเทศไทย เนื่องจากเรวิจันนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลใหม่และจะพิจารณาจากข้อมูลที่มืออยู่เดิม ทำให้การประเมินมูลค่าของผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น เพื่อให้การนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ได้อย่างถูกต้องในการทำวิจันครั้งต่อไปจึงควรจัดเก็บข้อมูลและปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สมมติขึ้นให้ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของโครงการก่อสร้างโครงการที่อยู่ในเขตเมืองและปริมณฑล เช่น แบบจำลองในการคำนวณความเร็วของยานพาหนะที่ใช้สำหรับกรไหลของยานพาหนะที่ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือการขัดจังหวะ มิได้รวมถึงการคิดค่าของจราจรซึ่งเป็นข้อจำกัดของกรวิจันนี้ ดังนั้นกรนำแบบจำลองดังกล่าวไปประยุกต์ใช้จึงจำเป็นต้องพัฒนาแบบจำลองให้สามารถคำนวณความเร็วของยานพาหนะที่รวมถึงการคิดค่าของจราจรด้วย นอกจากนี้กรปรับแก้ข้อมูลปริมาณการจราจรให้อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกัน เช่น ค่า PHF และ ค่า Fhv ค่าปรับแก้ต่างๆ ในการหาความเร็วอิสระ เช่น ค่า Fm Fw F_{LC} ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในเขตเมืองและปริมณฑลของประเทศไทย และค่าใช้จ่ายของยานพาหนะ ที่อ้างอิงจากกรมทางหลวงนั้นใช้ในการวางแผนทางหลวงนอกเขตเมือง จึงควรปรับปรุงโดยการประมาณค่าใช้จ่ายของยานพาหนะที่รวมถึงการคิดค่าของจราจรด้วยเพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ถนนในระหว่างก่อสร้างในเขตเมือง เป็นต้น

ตารางที่ 6: แสดงมูลค่าของเวลาของบุคคล (บาท/ ชม.)

	Car	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Articulated Truck	Light Bus	Heavy Bus
Driver Cost	-	27.27	51.99	64.20	76.42	31.82	50.57
Assistant Cost	-	-	21.14	27.56	27.56	-	42.27
No. of Assistants	-	-	1	1	1	-	2
Total Hourly Crew Cost	-	27.27	73.13	91.76	103.98	31.82	135.11
Passenger Work Time	144.23	57.69	-	-	-	57.69	57.69
Passenger Non Work	36.06	14.42	-	-	-	14.42	14.42
Percentage Work Time	45.5	36.4	-	-	-	36.4	36.4
Average Passenger Time Cost	85.28	30.17	-	-	-	30.17	15
Average Vehicle Occupancy	1.8	2	-	-	-	7	34
Total Hourly Passenger Cost	153.5	60.35	-	-	-	211.21	510
Total Average Hourly Cost	153.5	87.62	73.13	91.76	103.98	243.03	645.11

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) (มกราคม 2541) [9]

5. บทสรุป

บทความนี้ได้กล่าวถึงวิธีการคำนวณค่าใช้จ่ยของผู้ใช้ถนน ซึ่งค่าใช้จ่ยที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้ถนน มีปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่ลดลงของผู้ใช้ถนนที่วิ่งผ่านบริเวณการก่อสร้างโครงการ มีผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ยในการใช้รถที่เพิ่มขึ้น และความสูญเสียเวลาในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการนำวิธีการประเมินค่าใช้จ่ยที่เกิดขึ้นต่อผู้ใช้ถนนในระหว่างการก่อสร้างไปประยุกต์ใช้ ควรทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เหมาะสมกับประเทศไทย โดยมูลค่าของค่าใช้จ่ยที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้ถนนที่ได้จากการประเมินดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาเทคนิคและวิธีการก่อสร้างประกอบกับข้อเสนอแนะราคาในการคัดเลือกข้อเสนอโครงการ ที่แต่เดิมมักจะคัดเลือกจากข้อเสนอราคาต่ำที่สุดเพียงอย่างเดียว โดยอาจใช้รูปแบบของการทำสัญญาแบบใหม่ เช่น การประมูลแบบราคาและเวลา การคิดค่าธรรมเนียมในการใช้ถนน และการทำสัญญาแบบแรงจูงใจหรือค่าปรับ [11] เพื่อให้เงินก่อสร้างส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ถนนน้อยที่สุด

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนเพื่อใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมทางหลวง และสจร. ที่

ให้ความร่วมมือและช่วยเหลืออย่างดีในเรื่องข้อมูลตลอดจนความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Hinze, and D.L. Carlisle (1992). "Variables affected by nighttime construction project." in *Transportation Research Record 1282*. Transportation Research Board, Washington, D.C., 95-103.
- [2] Watanatada, T., Dhareshwer, A.M., and Rezende Lima, P.R.S. (1987). "Vehicle Speeds and Operating Costs: Models for Road Planning and Management." *The Highway Design and Maintenance Standard Study*, Transportation Department, The World Bank, Washington, D.C.
- [3] Harrison, R., and Chesher, A. (1987). "Vehicle Operating Costs: Evidence from Developing Countries." *The Highway Design and Maintenance Standard Study*, Transportation Department, The World Bank, Washington, D.C.
- [4] กองวางแผน กรมทางหลวง "ค่าใช้จ่ยในการใช้รถของประเทศไทย" พ.ศ. 2536.
- [5] Transportation Research Board (TRB) (1985). *Highway Capacity Manual*. 2nd Ed., Spec. Rep. 209, National Research Council, Washington, D.C.

- [6] Transportation Research Board (TRB) (1994). Highway Capacity Manual. 3rd Ed., Spec. Rep. 209, National Research Council, Washington, D. C.
- [7] Department of Highways (1996). "Thailand Road User Effects Model", Bangkok, November.
- [8] กรมทางหลวง "การศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นทางเศรษฐกิจ: โครงการทางหลวงพิเศษ สายบางใหญ่ - ปั่นโป่ง" กรุงเทพฯ 2540.
- [9] สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก "ยุทธศาสตร์ด้านการจราจร: ชุด IMF " ในเอกสารประกอบการสัมมนา 30 มกราคม 2541 ณ สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก.
- [10] ศาสตราจารย์ ฤทธิศาสตร์กุล "การประเมินความเสียหายจากควมล่าช้าในการก่อสร้างที่ส่งผลกระทบต่อผู้จราจร" วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2542.
- [11] วิศณุ ทรัพย์สมบัติ และศาสตราจารย์ ฤทธิศาสตร์กุล "แนวทางการลดผลกระทบและวิธีประเมินผลกระทบจากการก่อสร้างต่อผู้ใช้ถนน" หนังสือรวบรวมบทความทางวิชาการในการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5 หน้า TRP 46 - 51 ชลบุรี มีนาคม 2542.