# การประเมินความสามารถในการประหยัดระยะเวลาการเดินทางของทางพิเศษ

# The Evaluation of Travel Time Saving on Urban Expressway

**ปิยพงษ์ จันทโชติ[1] วิรภพ เมฆพฤกษาวงศ์[2] กิตติคุณ รอดสกุล[3] ปณิก โพธิสาวัง[4] พรณรงค์ เลื่อนเพ็ชร[5,*] ธนานี ไต่เมฆ[6] และ รวิพันธุ์ เด็ดแก้ว[7]**

*[1,2,3,4,5,6,7] แผนกวางแผนระบบความปลอดภัยและการจราจร กองวางแผนปฏิบัติการ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย*

**Corresponding author; E-mail address: pornnarong_lue@exat.co.th*

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการประหยัดเวลาการเดินทางของทางพิเศษ โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษกับระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดิน ณ จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางเดียวกัน ที่มีลักษณะกายภาพการเดินทางคู่ขนานไปกับทางพิเศษ ซึ่งผู้ใช้ทางสามารถเลือกใช้ทางพิเศษหรือไม่ใช้ทางพิเศษได้ โดยมีปัจจัยจากค่าผ่านทางพิเศษ และมูลค่าการประหยัดเวลาในการเดินทาง การเก็บข้อมูลพิจารณาใช้วิธียานพาหนะทดสอบ ซึ่งติดตั้งระบบ GPS Data Logger สำหรับบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางระหว่างการใช้ทางพิเศษบนเส้นทางการใช้ทางพิเศษในเขตเมืองกับถนนระดับดิน จำนวน 4 เส้นทาง ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น ประกอบด้วย ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9 และ ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา และ ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์ ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษในช่วงเวลาเร่งด่วนสามารถประหยัดระยะเวลาการเดินทางลงได้โดยเฉลี่ยมากกว่า ร้อยละ 40 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจราจรบนทางพิเศษโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน ทั้งนี้ ผลการดำเนินงานสามารถนำไปขยายผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพสำหรับทางพิเศษเส้นทางอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ**: การประหยัดเวลาการเดินทาง, ทางพิเศษ, ถนนระดับดิน, วิธียานพาหนะทดสอบ, GPS Data Logger

## Abstract

The objective of this study aims to evaluate the travel time saving on the expressway by comparing the travel time between using expressway and ordinary road at the same origin and destination which is similar route in terms of physical characteristics and expressway user be able to made an alternative route. The data collection both on expressway and ordinary road using the floating-car technique and collect the trajectory data with GPS data logger. The comparison between 4 sections of urban expressway and ordinary road in morning and evening rush hour period have been used as study area consisting of Ramindra-Rama 9 and Ngamwongwan-Yommarat in morning rush hour and Rama 9-Ramindra and Phaholyothin-Srinagarindra in evening rush hour. After comparing the travel time between using expressway and ordinary road, the result shows that the using of expressway in rush hour period tends to save the travel time more than 40% comparing with the ordinary road. The result can be concluded that the performance of traffic management on the expressway especially during rush hour is efficient enough to operate the exceeded demand in such period. The contribution of this study will be extended to assess the efficiency for other expressway routes in the future.

**Keywords:** Travel Time Saving, Urban Expressway, Ordinary Road, Floating-Car Technique, GPS Data Logger

## 1. คำนำ

ระยะเวลาในการเดินทางเป็นปัจจัยพื้นฐานในการขนส่ง หมายถึง ระยะเวลาทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับยานพาหนะในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งผ่านเส้นทางที่กำหนดภายใต้สภาพการจราจร โดยมีความล่าช้าในการเดินทาง ซึ่งหมายถึง เวลาที่สูญเสียไปในการเดินทาง เนื่องจากการอำนวยการจราจร โดยที่การศึกษาระยะเวลาและความล่าช้าในการเดินทางมักใช้ในการประเมินสภาพการจราจร เช่น การประเมินความติดขัดของกระแสจราจร และ การวิเคราะห์ผลกระทบจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งต่าง ๆ ทั้งนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดระดับการให้บริการและวางแผนสำหรับการปรับปรุงการดำเนินงานในอนาคต

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม มีอำนาจหน้าที่ในการก่อสร้างและจัดการจราจรบนโครงข่ายทางพิเศษในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ตลอดจนดำเนินงานธุรกิจเกี่ยวเนื่องอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์กับทางพิเศษ ปัจจุบันโครงข่ายทางพิเศษที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กทพ. มีทั้งสิ้นรวม 8 สายทาง ระยะทาง

โดยรวมประมาณ 220 กิโลเมตร ทั้งนี้ จะมีการก่อสร้างขยายขอบเขตการให้บริการทางพิเศษเพิ่มขึ้นในอนาคตตามแผนแม่บทของ กทพ. เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สืบเนื่องจากปัญหาการจราจรติดขัดอย่างหนักในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ยังคงเป็นความเดือดร้อนสำหรับคนเมืองในปัจจุบัน ยิ่งไปกว่านั้นมีการคาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2572 จำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลบนโครงข่ายถนนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันที่มีอยู่ประมาณ 8 ล้านคัน ขึ้นเป็น 10 ล้านคัน ส่งผลให้ค่าความเร็วของการเดินทางลดลงจาก 19 กิโลเมตร/ชั่วโมง คงเหลือเพียง 12 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับกรณีทางพิเศษ พบว่า ปัญหาการจราจรติดขัดก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน โดยในปัจจุบันสัดส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของทางพิเศษ มีค่าเข้าสู่ช่วงวิกฤติ ปริมาณจราจรในปัจจุบันมีค่าเข้าใกล้ความจุของทางพิเศษ โดยเฉพาะโครงข่ายทางพิเศษที่พาดผ่านพื้นที่แหล่งธุรกิจ ที่มักพบเห็นสภาพการจราจรติดขัดตลอดทั้งวัน

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงลำดับชั้นของถนน, ลักษณะทางกายภาพ และ การให้บริการของทางพิเศษที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีการควบคุมทางเข้า-ออก และ มีการเก็บค่าผ่านทาง ทำให้ในการเดินทางที่มีจุดต้นทางและปลายทางที่มีความใกล้เคียงกับตำแหน่งทางขึ้น-ลงทางพิเศษ มีความน่าเชื่อถือในแง่ของการคาดการณ์ระยะเวลาการเดินทาง และสามารถวางแผนการเดินทางได้ดีกว่าการใช้ถนนระดับดิน แม้ว่าการเดินทางดังกล่าวจะอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความติดขัดของการจราจรอย่างมาก โดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน

การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อประเมินความสามารถในการประหยัดเวลาการเดินทางของทางพิเศษ โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษกับระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดินในเส้นทางพิเศษที่มีลักษณะกายภาพการเดินทางคู่ขนานไปกับทางพิเศษ ซึ่งผู้ใช้ทางสามารถเลือกใช้ทางพิเศษหรือไม่ใช้ทางพิเศษได้ การเก็บข้อมูลพิจารณาใช้การเก็บข้อมูลด้วยวิธียานพาหนะทดสอบ และ ระบบ GPS Data Logger เพื่อบันทึกเวลาขณะที่ยานพาหนะทดสอบขับผ่านจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนเส้นทางการใช้ทางพิเศษในเขตเมือง จำนวน 4 เส้นทาง ประกอบด้วย ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9 และทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช สำหรับช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา และ ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์ ซึ่งยานพาหนะทดสอบจะต้องขับขี่ด้วยการใช้ความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรขณะนั้น ทั้งนี้ ผลการศึกษาสามารถประเมินผลประสิทธิภาพการจัดการจราจรบนทางพิเศษพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน รวมถึงใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลทางพิเศษเส้นทางอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### *2.1 การศึกษาระยะเวลาในการเดินทาง*

ระยะเวลาการเดินทางถือเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญต่อผู้ขับขี่ส่งผลถึงพฤติกรรมการขับขี่ และ การตัดสินใจวางแผนการเดินทาง รวมถึงเป็นข้อมูลที่ช่วยให้หน่วยงานที่ทำหน้าที่อำนวยการจราจรสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

สำหรับการศึกษาระยะเวลาการเดินทางสามารถทำได้ทั้งในกรณีทางตรงและทางอ้อม สำหรับการศึกษาระยะเวลาการเดินทางกรณีทางตรง Robertson et al. [1] แนะนำวิธีการเก็บข้อมูลระยะเวลาการเดินทางด้วยรถทดสอบ (Test Car) และ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ผู้ขับขี่รถทดสอบจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น Floating Car Technique ผู้ขับขี่จะต้องขับขี่ด้วยค่าเฉลี่ยของกระแสจราจรด้วยการตรวจสอบจำนวนการแซงขึ้นหน้า และ รถที่ถูกแซง, Maximum Car Technique ผู้ขับขี่สามารถขับขี่ได้อย่างอิสระแต่ควรคำนึงถึงความปลอดภัย โดยจะต้องควบคุมการใช้ความเร็วไม่ให้เกินเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ของความเร็วที่เกิดขึ้นภายในกระแสจราจร, Average Car Technique ผู้ขับขี่จะสามารถตัดสินใจขับขี่ได้อย่างอิสระ โดยจะต้องควบคุมการใช้ความเร็วให้อยู่ในค่าเฉลี่ยของกระแสจราจร

ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีสื่อสารที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้การศึกษาระยะเวลาการเดินทางทั้งกรณีทางตรงและกรณีทางอ้อมสามารถทำให้มากขึ้น เช่น การประมาณค่าระยะเวลาการเดินทางจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรต่างๆ ที่ติดตั้งบนโครงข่ายถนน การเก็บข้อมูลระยะเวลาการเดินทางด้วยการรวบรวมข้อมูลดาวเทียม (GPS) และ สำหรับกรณีทางพิเศษระบบปิด (Close System) สามารถประมาณระยะเวลาการเดินทางด้วยการนำข้อมูลเวลาที่ใช้การผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางของระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติ

Macababbad and Regidor [2] นำเสนอการวิเคราะห์ระยะเวลาและความล่าช้าในการเดินทางด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม (GPS) เพื่อรวบรวมระยะเวลาการเดินทางและข้อมูลความล่าช้าที่เชื่อถือได้ของบนโครงข่ายถนน ด้วยการการวิเคราะห์ข้อมูล และ การนำเสนอผ่านการใช้แผนที่ดิจิตอล ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบที่นำเสนอเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการแสดงผลระยะเวลา และ ความล่าช้าในการเดินทาง โดยในการศึกษานี้ข้อมูลการจราจรจะถูกนำเสนอผ่านแผนที่ในลักษณะแถบสีแสดงความเร็วและระยะเวลาในการเดินทางของโครงข่านถนน ทั้งนี้สำหรับการวิเคราะห์การจราจร ในระดับโครงข่ายเป็นแนวคิดใหม่ในประเทศฟิลิปปินส์ แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่มีต่อการพัฒนาระบบ Probe Car โดยจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ GPS เพียงอย่างเดียวสามารถช่วยให้การประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสามารถอัพเดทได้ตามเวลาจริง

ธีระศร [3] ทำการศึกษาระยะเวลาการเดินทางบนโครงข่ายถนนสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยการใช้พิกัดตำแหน่งของรถแท็กซี่มาเป็นตัวแทนของกระแสจราจรในการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระแสจราจรและความเร็วเฉลี่ยบนช่วงถนนต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาการเดินทางที่ได้มีค่าไม่เกินร้อยละ 10

เชาวฤทธิ์ และ คณะ [4] พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางจากการรวบรวมข้อมูลดาวเทียม (GPS) ของรถบรรทุกที่ใช้ทางพิเศษ

กาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) โดยการเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นในการประมาณระยะเวลาการเดินทางกับข้อมูลระบบเก็บค่าผ่านทาง ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลพิกัดดาวเทียม (GPS) ของรถบรรทุก สามารถนำมาใช้ประมาณระยะเวลาในการเดินทางได้ แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการประมาณระยะเวลาการเดินทางในช่วงเวลาที่การจราจรติดขัด

*2.2 การวิเคราะห์มูลค่าของเวลาในการเดินทาง*

แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลประโยชน์ของโครงการด้านการขนส่งสรุปไว้ว่า มูลค่าของเวลาในการเดินทาง หมายถึง มูลค่าเทียบเท่ากับเงินที่ต้องสูญเสียไปในการเดินทาง ซึ่งหากสามารถนำเวลาการเดินทางดังกล่าวไปทำกิจกรรมอย่างอื่นจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจได้ การวิเคราะห์มูลค่าของเวลาในการเดินทางนิยมใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโครงการด้านคมนาคมขนส่งต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลายในสหราชอาณาจักร การวิเคราะห์มูลค่าของเวลาในการเดินทางมักจะถูกประมาณด้วยการใช้ข้อมูลแบบ Stated-Preference [5]

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการวิเคราะห์มูลค่าของเวลาในการเดินทางด้วยการใช้ข้อมูลแบบ Stated-Preference จะสามารถดำเนินการได้สะดวกกว่าการใช้ข้อมูลแบบ Revealed-Preference แต่ก็มีข้อเสียที่เกิดจากลักษณะหรือรูปแบบที่ระบุไว้ใน Stated-Preference อาจไม่ตรงกับความเป็นจริง [6] ดังนั้น การวิเคราะห์มูลค่าของเวลาในการเดินทาง จึงควรใช้ข้อมูลในเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ในการดำเนินงานได้

Fosgerau and Engleson [7] ทำการศึกษาความแปรปรวนของมูลค่าเวลาในการเดินทางในแต่ละช่วงเวลาซึ่งสามารถอธิบายได้ถึงความแตกต่างของอรรถประโยชน์ (Utility) ที่เกิดขึ้นระหว่างจุดต้นทางและปลายทาง ผลการศึกษาพบว่า ค่าความแตกต่างของเวลาเดินทางไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปร่างการกระจายตัวของเวลาในการเดินทาง แต่จะมีความสัมพันธ์มากกว่าในส่วนของความแปรปรวน (Variance) ของเวลาในการเดินทาง

Mackie et al [8] ศึกษาการนำของเวลาในการเดินทางมาใช้ในการประเมินมูลค่าเวลาในการเดินทาง ทั้งในมิติการเดินทางส่วนบุคคล และ การเดินทางในภาพรวม โดยปัจจัยที่นำมาใช้พิจารณา ประกอบด้วย การประเมินมูลค่าการประหยัดเวลาแบ่งตามวัตถุประสงค์การเดินทาง ระยะเวลาการเดินทาง ขนาดของการประหยัดเวลา รูปแบบการเดินทาง และ ความยืดหยุ่นของรายได้ ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าเวลาเป็นทรัพยากรที่จำกัด และ ควรให้ความสำคัญ นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Willingness to pay โดยตรงนั้นไม่เหมาะสมสำหรับการประเมินมูลค่าเวลาในการเดินทางในภาพรวมโครงการ

*2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง*

Jo et al. [9] ทำการศึกษาวิเคราะห์การประหยัดเวลาการเดินทางที่เกิดจากมาตรการจัดการจราจรแบบกลุ่มรถบรรทุกบนโครงข่ายทางพิเศษขนาด 3 ช่องจราจรขึ้นไป ในประเทศเกาหลีใต้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความจุของทางพิเศษ ด้วยการเปรียบเทียบผลต่างความจุของทางพิเศษผ่านการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค VISSIM และการเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนโครงข่ายทางพิเศษ ผ่านการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับมหภาค TransCAD ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า มาตรการจัดการจราจรแบบกลุ่มรถบรรทุกบนโครงข่ายทางพิเศษ สามารถประหยัดมูลค่าเวลาในการเดินทางบนทางพิเศษได้ประมาณ 167.7 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา

Dixit et al. [10] ศึกษาการรับรู้ถึงความเสี่ยงของเวลาในการเดินทาง และ ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อมูลค่าของเวลาในการเดินทาง ด้วยการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของเวลาการเดินทางที่สามารถรับรู้ได้ รวมถึงการวิเคราะห์กลไกที่สามารถกระตุ้นการรับรู้ความแปรปรวนของเวลาเดินทางจากเวลาการเดินทางที่ระบุไว้ โดยใช้ข้อมูลการขับขี่รถแท็กซี่บนโครงข่ายถนนในเมืองธากา ประเทศบังคลาเทศ เป็นรถทดสอบในภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้เวลาในการเดินทางส่วนบุคคลมีความแตกต่างจากเวลาการเดินทางจริงอย่างมีนัยสำคัญ และ ส่งผลให้ค่าเวลาการเดินทางมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงถึง 17%

Athira et al. [11] ทำการศึกษาเพื่อประมาณค่าเวลาการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางไปทำงานในเมืองกาลิกัต ประเทศอินเดีย ด้วยการประยุกต์ใช้วิธี Willingness to pay สำหรับการวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางที่ลดลง ผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างการเดินทางไปทำงานในเมืองกาลิกัต ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าเวลาในการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางไปทำงานนั้นมีค่าสูงโดยเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้สูง โดยเมื่อรายได้เพิ่มขึ้นมูลค่าเวลาในการเดินทางก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ ยังมีอิทธิพลในเชิงบวกต่อมูลค่าเวลาในการเดินทางที่เกิดขึ้นจากระยะทางของการเดินทาง โดยเมื่อระยะทางของการเดินทางเพิ่มขึ้น มูลค่าเวลาในการเดินทางที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Metz [12] ศึกษาทบทวนแนวคิดที่ว่าประโยชน์หลักของการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งคือการประหยัดเวลาในการเดินทาง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์การขนส่ง ผลการศึกษาทบทวนสามารถสรุปได้ว่า การประหยัดระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทาง โดยเฉพาะในการเดินทางระยะไกล หมายความว่า ผู้ขับขี่จะได้รับประโยชน์ในเชิงความสามารถในการเข้าถึงเพิ่มเติม โดยจะสามารถเดินทางไปยังจุดหมายปลายทางที่อยู่ห่างไกลมากขึ้นด้วยความเร็วที่สูงขึ้น มุมมองดังกล่าวขึ้นอยู่กับการพิจารณาของมูลค่าการเข้าถึงเพิ่มเติม ซึ่งนัยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ การสร้างแบบจำลอง และ การกำหนดนโยบายต่าง ๆ

Kolarova et al [13] วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นกับมูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง ซึ่งเป็นผลมาจากความพร้อมของการใช้ยานยนต์ขับขี่แบบอัตโนมัติ โดยใช้แบบสำรวจออนไลน์ในลักษณะ Stated-Preference และ Revealed-Preference เพื่อพัฒนาแบบจำลอง Mixed Logit Model สำหรับทางเลือกของรูปแบบยานยนต์ ที่กำหนดให้มี 2 รูปแบบ ได้แก่ ยานยนต์ที่ขับขี่ในปัจจุบัน และ ยานยนต์ขับขี่อัตโนมัติในอนาคต ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สำหรับการเดินทางเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ค่าเฉลี่ยของการประหยัดเวลาในการเดินทางมีแนวโน้มลดลง 41% เมื่อขับขี่ยานยนต์แบบอัตโนมัติ และ สำหรับการเดินทางเพื่อวัตถุประสงค์ประเภทท่องเที่ยวไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของการประหยัดเวลาในการเดินทาง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการใช้ยานยนต์อัตโนมัติในลักษณะที่ใช้ร่วมกัน ผลการวิจัย

พบว่าการใช้ยานยนต์อัตโนมัติในลักษณะที่ใช้ร่วมกันนั้นถูกมองว่าเป็นตัวเลือกที่น่าดึงดูดน้อยกว่าการใช้ยานยนต์อัตโนมัติในลักษณะส่วนตัว

## 3. วิธีการศึกษา

*3.1 การคัดเลือกจุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทาง*

การศึกษานี้พิจารณาคัดเลือกจุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางสำหรับการประเมินความสามารถในการประหยัดระยะเวลาการเดินทางเปรียบเทียบระหว่างทางพิเศษและถนนระดับดิน โดยพิจารณาคัดเลือกทางพิเศษเส้นทางที่มีถนนระดับดินอยู่ในจุดต้นทางและจุดปลายทางเดียวกัน เพื่อให้สามารถเดินทางคู่ขนานในระยะทางใกล้เคียงกัน ซึ่งผู้ใช้ทางสามารถเลือกใช้ทางพิเศษหรือไม่ใช้ทางพิเศษได้ นอกจากนี้ ยังพิจารณาเส้นทางที่เกิดความติดขัดโดยเฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจราจรบนทางพิเศษ

จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางบนทางพิเศษสำหรับการประเมินความสามารถในการประหยัดระยะเวลาการเดินทางในการศึกษานี้ประกอบด้วย ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9 และ ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช สำหรับช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และ ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา และทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์ สำหรับช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น รายละเอียดเส้นทางพื้นที่ศึกษาแสดงดัง รูปที่ 1 และ รูปที่ 2

*3.2 การเก็บข้อมูลด้วยวิธีรถทดสอบ (Floating Car Technique)*

การศึกษานี้พิจารณาเก็บข้อมูลพิจารณาใช้การเก็บข้อมูลด้วยวิธียานพาหนะทดสอบ ซึ่งติดตั้งระบบ GPS Data Logger สำหรับบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางระหว่างการใช้ทางพิเศษบนเส้นทางการใช้ทางพิเศษในเขตเมืองกับถนนระดับดิน ทั้งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และ ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น โดยใช้ยานพาหนะทดสอบ จำนวน 2 คัน ดำเนินการขับขี่ตามกระแสจราจรในเส้นทางที่กำหนดคู่ขนานกันไประหว่างการใช้ทางพิเศษ และ การใช้ถนนระดับดิน ทั้งนี้ สำหรับกรณีการคัดเลือกเส้นทางเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดิน พิจารณาใช้การเลือกเส้นทางอัตโนมัติภายใน Google Map โดยมีเงื่อนไขคือต้องเป็นเส้นทางที่มีลักษณะคู่ขนาน และ มีระยะทางใกล้เคียงกันกับการใช้ทางพิเศษ นอกจากนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบและเปรียบเทียบสภาพจราจรในแต่ละเส้นทาง การศึกษานี้พิจารณาติดตั้งกล้องหน้ารถ (Dash Camera) เพื่อบันทึกสภาพการจราจรระหว่างการเดินทาง และ ใช้ในการตรวจสอบวันที่และเวลาที่ดำเนินการสำรวจ สำหรับข้อมูลการสำรวจระยะเวลาการเดินทาง จะพิจารณาใช้ข้อมูลจากการสำรวจในวันจันทร์ เป็นตัวแทนการขับขี่ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และ วันศุกร์ เป็นตัวแทนการขับขี่ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึงกุมภาพันธ์ 2563 รายละเอียดวันที่ดำเนินการสำรวจระยะเวลาการเดินทางแสดงดัง ตารางที่ 1 และ การติดตั้งอุปกรณ์การสำรวจรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 3

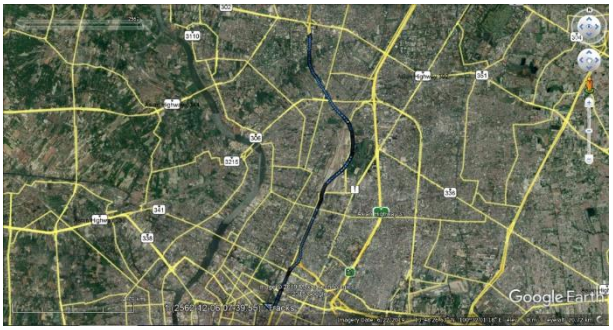
**เส้นทางที่ 1** ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9

**เส้นทางที่ 2** ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช

**รูปที่ 1** การคัดเลือกเส้นทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

**เส้นทางที่ 3** ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา

**เส้นทางที่ 4** ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์




**รูปที่ 2** การคัดเลือกเส้นทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

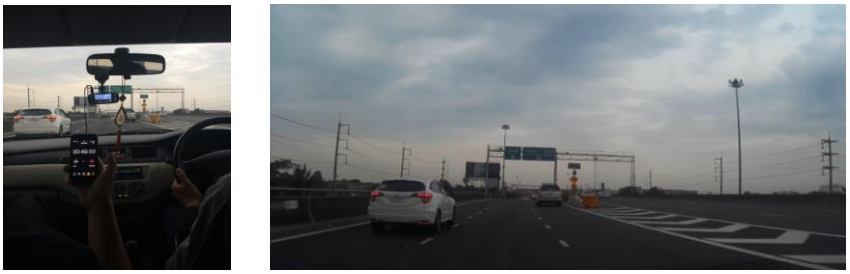
*3.3 การเก็บข้อมูลด้วยวิธีรถทดสอบ (Floating Car Technique)*

การศึกษานี้พิจาณาเก็บข้อมูลพิจารณาใช้การเก็บข้อมูลด้วยวิธียานพาหนะทดสอบ และ ระบบ GPS Data Logger เพื่อบันทึกเวลาขณะที่ยานพาหนะทดสอบขับผ่านจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนเส้นทางการใช้ทางพิเศษในเขตเมือง ทั้งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และ ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น โดยใช้ยานพาหนะทดสอบ จำนวน 2 คัน ดำเนินการขับขี่ตามกระแสจราจรในเส้นทางที่กำหนดคู่ขนานกันไประหว่างการใช้ทางพิเศษ และ การใช้ถนนระดับดิน ทั้งนี้ สำหรับกรณีการคัดเลือกเส้นทางเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดิน พิจารณาใช้การเลือกเส้นทางอัตโนมัติภายใน Google Map โดยมีเงื่อนไขคือต้องเป็นเส้นทางที่มีลักษณะคู่ขนาน และ มีระยะทางใกล้เคียงกันกับการใช้ทางพิเศษ นอกจากนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบและเปรียบเทียบสภาพจราจรในแต่ละเส้นทาง การศึกษานี้พิจารณาติดตั้งกล้องหน้ารถ (Dash Camera) เพื่อบันทึกสภาพการจราจรระหว่างการเดินทาง และ ใช้ในการตรวจสอบวันที่และเวลาที่ดำเนินการสำรวจ สำหรับข้อมูลการสำรวจระยะเวลาการเดินทาง จะพิจาณาใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ถึง กุมภาพันธ์ 2563 รายละเอียดวันที่ดำเนินการสำรวจระยะเวลาการเดินทางแสดงดัง ตารางที่ 1 และ การติดตั้งอุปกรณ์การสำรวจรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 3

**ตารางที่ 1** รายละเอียดการสำรวจข้อมูลระยะเวลาการเดินทาง

| เส้นทาง | จำนวนการวิ่งยานพาหนะทดสอบ (เที่ยว) | | | จำนวนรวม (เที่ยว) | ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร) |
|---|---|---|---|---|---|
| | ธ.ค. 2562 | ม.ค. 2563 | ก.พ. 2563 | | |
| 1. ทางพิเศษฉลองรัช | | | | | |
| ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9 | 3 | 3 | 3 | 9 | 12.76 |
| ถนนระดับดิน (ประดิษฐ์มนูธรรม) | 3 | 3 | 3 | 9 | 12.37 |
| 2. ทางพิเศษศรีรัช | | | | | |
| ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช | 3 | 3 | 3 | 9 | 12.26 |
| ถนนระดับดิน (คลองประปา-เทอดดำริ) | 3 | 3 | 3 | 9 | 14.07 |
| 3. ทางพิเศษฉลองรัช | | | | | |
| ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา | 1 | 4 | 3 | 8 | 10.79 |
| ถนนระดับดิน (ประดิษฐ์มนูธรรม) | 1 | 4 | 3 | 8 | 11.14 |
| 4. ทางพิเศษศรีรัช | | | | | |
| ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์ | 1 | 4 | 3 | 8 | 11.81 |
| ถนนระดับดิน (พระราม 9) | 1 | 4 | 3 | 8 | 13.13 |

ก. ตัวอย่างการติดตั้ง GPS บนยานพาหนะทดสอบ



ข. ตัวอย่างการเก็บข้อมูลบนทางพิเศษ

ค. ตัวอย่างการเก็บข้อมูลบนถนนระดับดิน

**รูปที่ 3** การติดตั้งอุปกรณ์การสำรวจรวมถึงขั้นตอนการดำเนินการสำรวจ

*3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล*

(1) การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบ

การศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลเวลาการเดินทางและระยะทางที่ได้จากอุปกรณ์ GPS Data Logger ผ่านการแสดงผลการเคลื่อนไหวของการจราจรด้วย Time Space Diagram โดยที่สมการพารามิเตริกการเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบสามารถแสดงได้ดังนี้

$$x_p = f(t)$$
$$y_p = f(t)$$

โดยทั่วไป Time Space Diagram จะถูกใช้เพื่ออธิบายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจราจรและขนส่ง โดยแกน x จะแสดงเวลาที่ยานพาหนะใช้เดินทาง และ แกน y จะแสดงระยะทางจากจุดอ้างอิงต่าง ๆ ที่กำหนด ทั้งนี้การเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันจะถูกแสดงในแผนภาพนี้ในลักษณะเส้นลาดเอียง และสำหรับยานพาหนะที่ไม่มีการเคลื่อนที่จะแสดงเป็นเส้นแนวนอน นอกจากนี้ ยังสามารถประมาณความเร็วของยานพาหนะได้จากการวิเคราะห์ความชันของเส้นที่แสดงในแผนภาพ

Time Space Diagram นอกเหนือจากความสามารถในการแสดงตำแหน่งของยานพาหนะในแต่ละคันช่วงเวลา ยังมีประโยชน์อย่างมากสำหรับการอธิบายสภาพการไหลของการจราจรบนเส้นทาง รวมถึงการวิเคราะห์ตำแหน่งติดขัดบนเส้นทางพื้นที่ศึกษา

(2) การวิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะทดสอบ

การศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะทดสอบบนเส้นทางพื้นที่ศึกษาด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลความเร็วจุดของยานพาหนะทดสอบที่ได้จากอุปกรณ์ GPS Data Logger ผ่านการวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ย ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ต่างๆ รวมถึงการวิเคราะห์ความถี่สะสม และ ลักษณะการกระจายตัวของความเร็วที่ยานพาหนะทดสอบใช้บนเส้นทางพื้นที่ศึกษา

(3) การวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาการเดินทาง

การศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาการเดินทาง ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ดังนี้

$\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษ

$\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดิน

ทั้งนี้ สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในลักษณะ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

ทำให้กรณีนี้จะเป็นการทดสอบค่าที่น้อยกว่า (Lower-Tailed Test) ดังนั้น ค่า p-value จะเท่ากับพื้นที่ด้านซ้ายมือของ ค่า -Z หรือ -t ที่คำนวณได้ (T Calculated) โดยในกรณีนี้จะเท่ากับพื้นที่ตั้งแต่ซ้ายมือของค่า T Critical ไปจนสุดขอบ สำหรับการตั้งค่าระดับนัยสำคัญ (Level of Significant) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงข้อผิดพลาดที่ยอมให้ โดยการศึกษานี้พิจารณาเลือกใช้ค่าระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

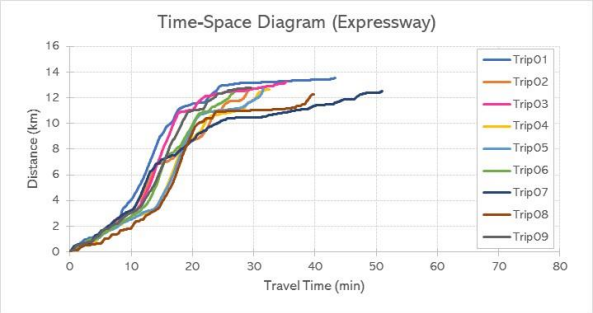
## 4. ผลการศึกษา

*4.1 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบ*

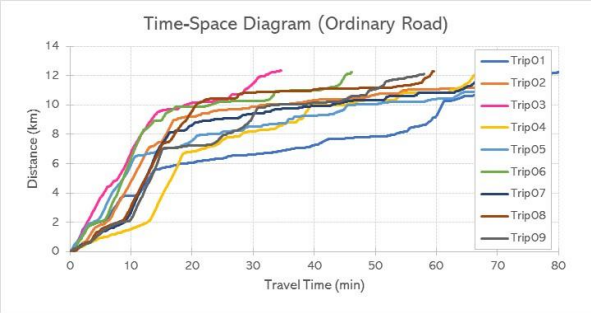
การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะทดสอบด้วยการใช้แผนภูมิ Time-Space Diagram แสดงให้เห็นว่า ณ จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางเดียวกันในชั่วโมงเร่งด่วน การเลือกใช้ทางพิเศษแสดงให้เห็นว่าใช้ระยะเวลาการเดินทางน้อยกว่าการใช้ถนนระดับดิน รวมถึงพบเห็นการเกาะกลุ่มของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนน้อยกว่าการเดินทางด้วยถนนระดับดิน นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความเร็วในการเดินทาง ยังพบว่าความชันของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษจากแผนภูมิ Time-Space Diagram มีค่ามากกว่าการเดินทางด้วยถนนระดับดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ทางพิเศษยานพาหนะสามารถใช้ความเร็วได้มากกว่า รายละเอียดการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ยานพาหนะทดสอบด้วยการใช้แผนภูมิ Time-Space Diagram แสดงดัง รูปที่ 4

*4.2 การวิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะทดสอบ*

การวิเคราะห์ Time-Space Diagram แสดงให้เห็นว่า ณ จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางเดียวกันในชั่วโมงเร่งด่วน การเดินทางด้วยถนนระดับดินมีความติดขัดมากกว่าการเดินทางด้วยทางพิเศษ เนื่องจากต้องเดินทางผ่านทางแยก และเส้นทางระดับดินที่มีการเชื่อมต่อของทางเข้า-ออกตลอดเส้นทาง ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางมากกว่า โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของความเร็วที่ยานพาหนะทดสอบใช้ในการเดินทาง ผลการศึกษาสามารถสรุปว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษกลุ่มของความเร็วส่วนใหญ่ที่ยานพาหนะทดสอบใช้ในการเดินทางมีค่ามากกว่าการใช้ความเร็วในการเดินทางบนถนนระดับดิน โดยความเร็วในการเดินทางบนทางพิเศษมีการกระจายตัวอยู่ในช่วงความเร็ว 10-70 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ 10-60 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับการเดินทางด้วยถนนระดับดิน นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าความเร็วเฉลี่ย ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 พบว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนมีค่าความเร็วอยู่ระหว่าง 30-70 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ 23-30 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับการเดินทางด้วยถนนระดับดิน รายละเอียดการวิเคราะห์ความเร็วของยานพาหนะทดสอบ แสดงดัง รูปที่ 5

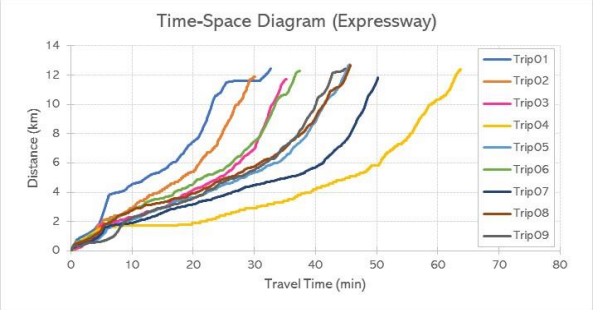



ทางพิเศษ

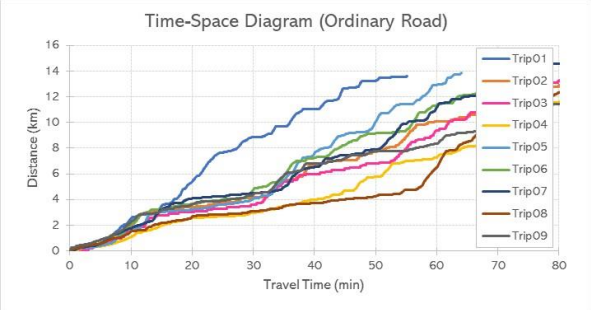



ระดับดิน

ก. เส้นทางที่ 1 ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9

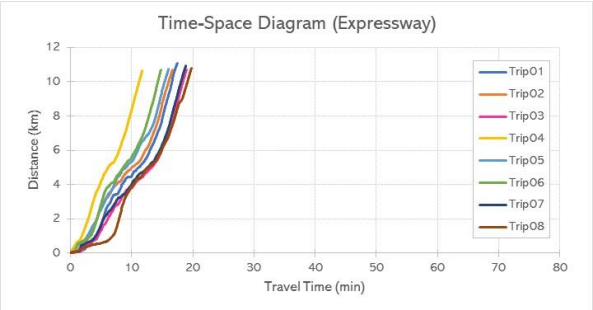



ทางพิเศษ

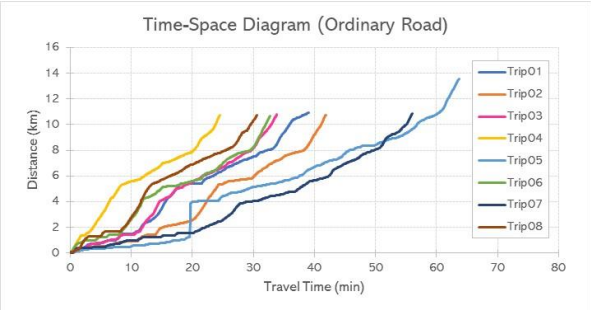



ระดับดิน

ข. เส้นทางที่ 2 ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช

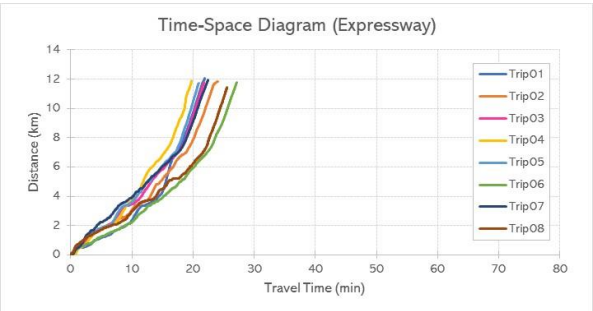



ทางพิเศษ

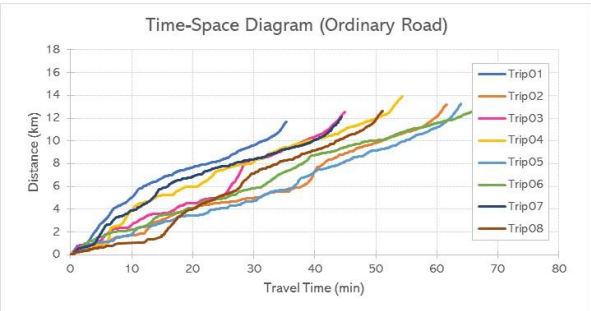



ระดับดิน

ค. เส้นทางที่ 3 ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา



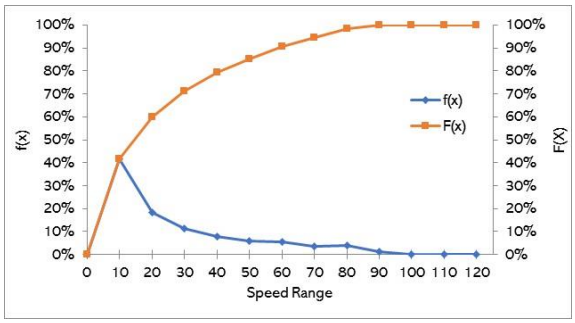

ทางพิเศษ




ระดับดิน

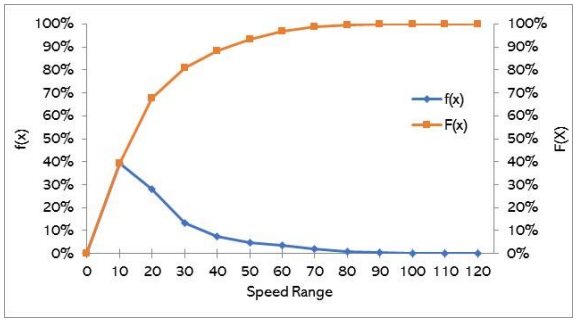
ง. เส้นทางที่ 4 ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์

**รูปที่ 4** Time-Space Diagram ของยานพาหนะทดสอบ



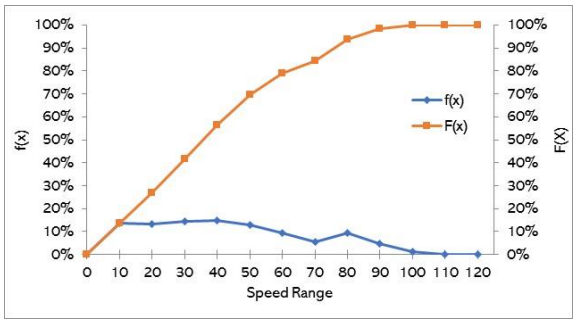

ทางพิเศษ ถนนระดับดิน

ก. เส้นทางที่ 1 ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9



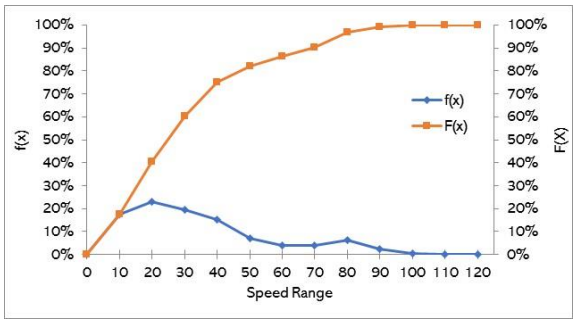

ทางพิเศษ ถนนระดับดิน

ข. เส้นทางที่ 2 ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช




ทางพิเศษ ถนนระดับดิน

ค. เส้นทางที่ 3 ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางพระราม 9-รามอินทรา




ทางพิเศษ ถนนระดับดิน

ง. เส้นทางที่ 4 ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางพหลโยธิน-ศรีนครินทร์

**รูปที่ 5** Speed Profile ของยานพาหนะทดสอบ

*4.3 การวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาการเดินทาง*

การวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาการเดินทาง ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม สามารถสรุปได้ว่า ณ จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางเดียวกันในชั่วโมงเร่งด่วน จากกลุ่มตัวอย่างการเก็บข้อมูลระยะเวลาการเดินทางระหว่างเดือนธันวาคม 2562 ถึง กุมภาพันธ์ 2563 พบว่า ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากการใช้ทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วน มีค่าน้อยกว่า ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยจากการใช้ถนนระดับดินอย่างมีนัยสำคัญ (T-calculated < T-critical และ p-value < 0.05) โดยการเดินทางด้วยทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนสามารถประหยัดเวลาการเดินทางได้มากกว่า ร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยถนนระดับดิน

นอกจากนี้ ยังสามารถสรุปได้ว่าการเดินทางด้วยทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการเดินทางเดินทางด้วยถนนระดับดิน เนื่องจากความแปรปรวนของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษต่ำกว่าการเดินทางด้วยการใช้ถนนระดับดิน

**ตารางที่ 2** การวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาการเดินทาง

| ผลการทดสอบ T-Test | ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทางรามอินทรา-พระราม 9 | | ทางพิเศษศรีรัช ทิศทางงามวงศ์วาน-ยมราช | | ทางพิเศษฉลองรัช ทิศทาง พระราม 9-รามอินทรา | | ทางพิเศษศรีรัช ทิศทาง พหลโยธิน-ศรีนครินทร์ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทางพิเศษ | ระดับดิน | ทางพิเศษ | ระดับดิน | ทางพิเศษ | ระดับดิน | ทางพิเศษ | ระดับดิน |
| Average Travel Time (min) | 35.48 | 64.09 | 42.87 | 80.53 | 16.78 | 40.29 | 22.97 | 53.79 |
| Standard Deviation ($\sigma$) | 7.84 | 16.89 | 10.38 | 13.40 | 2.63 | 13.33 | 2.46 | 12.55 |
| Variance ($\sigma^2$) | 61.41 | 254.91 | 107.74 | 193.77 | 6.92 | 177.57 | 6.03 | 157.60 |
| Observations | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Degree of Freedom | 8 | | 8 | | 7 | | 7 | |
| T-calculated | -5.682 | | -9.140 | | -5.175 | | -7.499 | |
| p-value | 0.0002 | | 0.0000 | | 0.0006 | | 0.0001 | |
| T-critical (Left Side) | -1.860 | | -1.860 | | -1.895 | | -1.895 | |
| Travel time per km (min) | 2.78 | 5.18 | 3.50 | 5.72 | 1.56 | 3.62 | 1.94 | 4.10 |
| Travel time saving per km (min) | 2.40 | | 2.23 | | 2.06 | | 2.15 | |
| Overall travel time save (%) | 44.64 | | 46.77 | | 58.35 | | 57.30 | |

## 5. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถในการประหยัดเวลาการเดินทางของทางพิเศษในช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งเป็นช่วงเวลาวิกฤติที่มีความต้องการเดินทางมากกว่าในช่วงเวลาปกติ โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางบนทางพิเศษกับระยะเวลาการเดินทางบนถนนระดับดิน ณ จุดต้นทางและจุดปลายทางการเดินทางเดียวกัน ที่มีลักษณะกายภาพการเดินทางคู่ขนานไปกับทางพิเศษ ซึ่งผู้ใช้ทางสามารถเลือกใช้ทางพิเศษหรือไม่ใช้ทางพิเศษได้

เมื่อทำการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของยานพาหนะด้วยการใช้แผนภูมิ Time-Space Diagram แสดงให้เห็นว่า การเดินทางในชั่วโมงเร่งด่วนด้วยทางพิเศษใช้ระยะเวลาการเดินทางน้อยกว่าการใช้ถนนระดับดิน รวมถึงพบเห็นการเกาะกลุ่มของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนน้อยกว่าการเดินทางด้วยถนนระดับดิน นอกจากนี้ยังพบว่าความชันของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษจากแผนภูมิ Time-Space Diagram มีค่ามากกว่าการเดินทางด้วยถนนระดับดิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ทางพิเศษยานพาหนะสามารถใช้ความเร็วได้มากกว่า

เมื่อทำการวิเคราะห์ความเร็วในการเดินทาง ผลการศึกษาพบว่า การเดินทางในชั่วโมงเร่งด่วนด้วยถนนระดับดินมีความติดขัดมากกว่าการเดินทางด้วยทางพิเศษ เนื่องจากต้องเดินทางผ่านทางแยก และเส้นทางระดับดินที่มีการเชื่อมต่อของทางเข้า-ออกตลอดเส้นทาง ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางมากกว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของความเร็ว ผลการศึกษาพบว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษกลุ่มของความเร็วส่วนใหญ่ที่ยานพาหนะทดสอบใช้ในการเดินทางมีค่ามากกว่าการใช้ความเร็วในการเดินทางบนถนนระดับดิน โดยเมื่อพิจารณาค่าความเร็วเฉลี่ย ณ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 พบว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษพื้นที่ศึกษาในชั่วโมงเร่งด่วนมีค่าความเร็วอยู่ระหว่าง 30-70 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ 23-30 กิโลเมตร/ชั่วโมง สำหรับการเดินทางด้วยถนนระดับดิน

เมื่อทำการวิเคราะห์การประหยัดระยะเวลาในการเดินทาง ผลการศึกษาพบว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนสามารถประหยัดระยะเวลาการเดินทางได้มากกว่า ร้อยละ 40 โดยเมื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ประกอบด้วย ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยจากการใช้ทางพิเศษ และ ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยจากการใช้ถนนระดับดิน ผลการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 สามารถสรุปได้ว่า การเดินทางด้วยทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนสามารถประหยัดระยะเวลาการเดินทางได้มากกว่าการใช้ถนนระดับดินอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังสามารถสรุปได้ว่าการเดินทางด้วยทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการเดินทางเดินทางด้วยถนนระดับดิน เนื่องจากความแปรปรวนของระยะเวลาการเดินทางด้วยทางพิเศษต่ำกว่าการเดินทางด้วยการใช้ถนนระดับดิน

ผลการศึกษาดังกล่าว สามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจราจรบนทางพิเศษโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน ทั้งนี้ ผลการดำเนินงานสามารถนำไปขยายผลเพื่อประเมินประสิทธิภาพสำหรับทางพิเศษเส้นทางอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินทางและความเร็ว ของยวดยานควรพิจารณาเปรียบเทียบตามช่วงเวลาอื่นๆ นอกเหนือจากช่วงเวลาเร่งด่วน เช่น ช่วงนอกเวลาเร่งด่วน ช่วงวันกลางสัปดาห์ หรือ ช่วงวันหยุด เนื่องจากมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยให้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่สามารถอภิปรายผลได้อย่างรอบคอบ และครอบคลุมทุกเวลา

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ พนักงานและลูกจ้าง แผนกวางแผนระบบความปลอดภัยและการจราจร กองวางแผนปฏิบัติการ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ในการอำนวยความสะดวก และ ร่วมลงสนามเก็บข้อมูลตามเส้นทางในพื้นที่ศึกษา

## เอกสารอ้างอิง

[1] H. Robertson, J. Hummer and D. Nelson, Manual of Traffic Engineering Studies, New Jersey: Institute of Transportation Engineers, Prentice-Hall, 1994.

[2] R. Macababbad and J. Regidor, "A study on travel time and delay survey and traffic data analysis and visualization methodology," in Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.8, 2011.

[3] ธีระศร พิริยมานันท์, “การประมาณเวลาการเดินทางของกระแสจราจรโดยใช้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งแท็กซี่”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548.

[4] เชาวฤทธิ์ บุญช่วย, สโรช บุญศิริพันธ์ และ ชวเลข วณิชเวทิน, “การวัดค่าความเชื่อมั่นของระยะเวลาเดินทางบนทางพิเศษด้วยข้อมูล GPS รถบรรทุก” ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ขอนแก่น, 2557.

[5] P. Mackie, M. Wardman, A. Fowkes, G. Whelan, J. Nellthorp and J. Bates, "Values of travel time savings in the UK," Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, 2003.

[6] P. Bonsall, "Transfer price data-Its use and abuse," in Proceedings of seminar M, PTRC Summer Annual Meeting, Brighton, 1983.

[7] M. Fosgerau and L. Engleson, "The value of travel time variance," Transportation Research Part B, vol. 45, pp. 1-8, 2011.

[8] P. Mackie, S. Jara-Diaz and A. Fowkes, "The value of travel time savings in evaluation," Transportation Research Part E, vol. 37, pp. 91-106, 2001.

[9] Y. Jo, J. Kim, C. Oh, I. Kim and G. Lee, "Benefit of travel time savings by truck platooning in Korean freeway networks," Transport Policy, vol. 83, pp. 37-45, 2019.

[10] V. Dixit, S. Jian, A. Hassan and E. Robson, "Eliciting perceptions of travel time risk and exploring its impact on value of time.," Transport Policy, vol. 82, pp. 36-45, 2019.

[11] I. Athira, C. Muneera, K. Krishnamurthy and M. Anjaneyulu, "Estimation of value of travel time for work trips.," Transportation research Procedia, vol. 17, pp. 116-123, 2016.

[12] D. Metz, "The myth of travel time saving," Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal, vol. 28, no. 3, pp. 321-336, 2008.

[13] V. Kolarova, F. Steck and F. Bahamonde-Birke, "Assessing the effect of autonomous driving on value of travel time savings: A comparison between current and future preferences," Transportation Research Part A, vol. 129, pp. 155-169, 2019.