การประเมินผลมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ กรณีศึกษาด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4

Evaluation of Mitigation for Increasing Efficiency of Toll Plaza: A Case Study of Asoke 3 and Asoke 4 Toll Plaza

จิรวัฒน์ เพลิงศรีทอง[1,*] พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม[2] ดวงกมล ชูสิงห์[3] และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]

[1,2,4] กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[3] สาขาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
**Corresponding author; E-mail address: jirawat.exat@gmail.com*

บทคัดย่อ

ปริมาณผู้ใช้ทางพิเศษมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็นก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด มาตรการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษให้มีความสามารถในการให้บริการที่ดียิ่งขึ้น สามารถทำได้โดยการพัฒนาจากระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) ปรับเปลี่ยนเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) และการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษสำหรับระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) แต่การเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินจำเป็นต้องทราบว่าควรเพิ่มจำนวนเท่าไรจึงเหมาะสม การศึกษานี้จึงประเมินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพด่านฯ อโศก 3 และ อโศก 4 โดยการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค AIMSUN เพื่อประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ผลกระทบด้านจราจรต่างๆ ของแต่ละมาตรการ พบว่า มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่อง MTC จำนวน 10 คนต่อช่องทางร่วมกับมาตรการยกเลิกการใช้ไม้กั้น NSL สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับด่านฯ อโศก 3 ในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ทำให้ปริมาณจราจรบริเวณหน้าด่านฯ เพิ่มขึ้นจากเดิม 0.52% และมาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่อง MTC จำนวน 5 คนต่อช่องทางร่วมกับมาตรการยกเลิกการใช้ไม้กั้น NSL สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับด่านฯ อโศก 4 ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ทำให้ปริมาณจราจรบริเวณหน้าด่านฯ เพิ่มขึ้นจากเดิม 12.73% ภายหลังนำมาตรการไปดำเนินงานบริเวณด่านฯ อโศก 3 และ อโศก 4 พบว่า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณหน้าด่านฯ ก็ต่อเมื่อเป็นช่วงที่มีปริมาณจราจรหนาแน่น

คำสำคัญ: การประเมินผลกระทบการจราจร, ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ, แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค

Abstract

Expressway traffic demand tends to be rapidly increased especially during morning and evening rush hour. The main solution is to reduce traffic congestion, especially in front of toll plaza, in order to improve toll plaza capacity. These can be done by developing existing electronic toll collection system (ETC) into electronic toll collection system without barrier (Nonstop lane; NSL) and increasing the number of toll collection staff in front of toll booth for manual toll collection system (MTC). However, it is necessary to know the proper number that should be added in order to apply such method. Therefore, this study evaluates the efficiency of Asoke 3 and Asoke 4 toll plaza. The microscopic simulation model of AIMSUN had been developed to analyze traffic evaluation and efficiency of various scenarios. The results indicated that adding 10 toll collection staff per toll booth accompanied with nonstop lane can be applied for Asoke 3 toll plaza during evening rush hour, as it improves toll plaza flow by 0.52%. While adding 5 toll collection staff per toll booth accompanied with nonstop lane can be applied for Asoke 4 toll plaza during morning rush hour, as it improves toll plaza flow by 12.73%. Afterward, these measures were applied. It was found that the efficiency of toll plaza is increased on the condition that toll plaza has heavy traffic volume.

Keywords: Traffic evaluation, Toll plaza, Traffic micro simulation

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปริมาณผู้ใช้ทางพิเศษมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดบนโครงข่ายทางพิเศษโดยเฉพาะบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ทำให้บริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษมีสภาพการจราจรอยู่ในสภาพหนาแน่นจนไปถึงแออัดเพื่อรอชำระค่าผ่านทางพิเศษ จากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้มีการกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การรณรงค์การเตรียมเงินให้พอดี การเพิ่มพนักงานอำนวยการจราจรเพื่อช่วยจัดการจราจรและจัดระเบียบรถก่อนเข้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ การจัดโปรโมชั่นส่งเสริมการใช้ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) และการให้ส่วนลดค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) อีกทั้ง กทพ. ได้รับดำเนินงานตามแนวนโยบายกระทรวงคมนาคม (คค.) เรื่องแนวปฏิบัติในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บเงินค่าผ่านทางพิเศษ ให้ดำเนินการทดสอบการแก้ไขปัญหาจราจรในห้องปฏิบัติการ (Laboratory modeling) ตามหลักการทางวิศวกรรม และทำการทดสอบในภาคสนามพร้อมประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรับทราบ จากนั้นประมวลผลและปรับแผนการปฏิบัติเพื่อขยายผลนำไปสู่การปฏิบัติจริง โดยทำการพัฒนาจากระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) ปรับเปลี่ยนเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) และการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษสำหรับระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) แต่การเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินจำเป็นต้องทราบว่าควรเพิ่มจำนวนเท่าไรจึงเหมาะสม จึงทำการประเมินมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพด่านฯ อโศก 3 และอโศก 4 โดยการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค AIMSUN เพื่อประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ผลกระทบด้านจราจรต่างๆ ของแต่ละมาตรการ เพื่อเป็นการประกอบการตัดสินใจในการพิจารณามาตรการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อขยายผลนำไปสู่การปฏิบัติจริง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาคของการระบายการจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ทางพิเศษศรีรัช

2. เพื่อประเมินผลมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ทางพิเศษศรีรัช ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

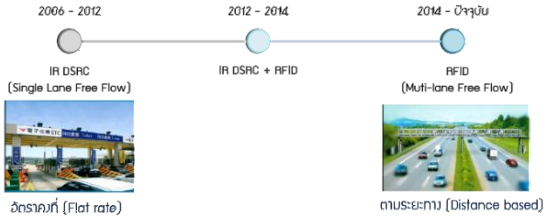
1.3 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรระดับจุลภาค โดยใช้โปรแกรม AIMSUN เพื่อจำลองสภาพการจราจรบริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ทางพิเศษศรีรัช เพื่อประเมินผลกระทบการจราจรจากมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบต่าง ๆ ในด้านปริมาณจราจรบริเวณหน้าด่านฯ ที่ระบายได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

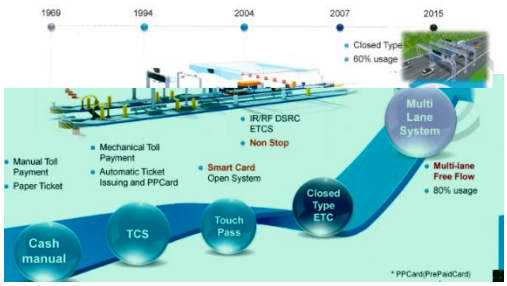
2.1 ระบบเก็บค่าผ่านทางที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ [1]

ประเทศไต้หวันเริ่มใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบยกเลิกไม้กั้น หรือ Single Lane Free Flow (SLFF) ในปี 2006 – 2012 โดยเก็บค่าผ่านทางแบบอัตราคงที่ (Flat rate) จนถึงช่วงปี 2012 – 2014 เป็นช่วงการโอนถ่ายข้อมูลระหว่างแบบ Infrared Dedicated Short Range Communication (IR DSRC) on-board-unit (OBU) ไปเป็นแบบ Radio Frequency Identification (RFID tag) และนำช่องเก็บค่าผ่านทางออกเพื่อเปลี่ยนเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางแบบ Multi-lane Free Flow (MLFF) ตั้งแต่ปี 2014 จนถึงปัจจุบัน โดยเก็บค่าผ่านทางแบบตามระยะทาง (Distance based) แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีระบบเก็บค่าผ่านทางต่างๆ ของประเทศไต้หวัน

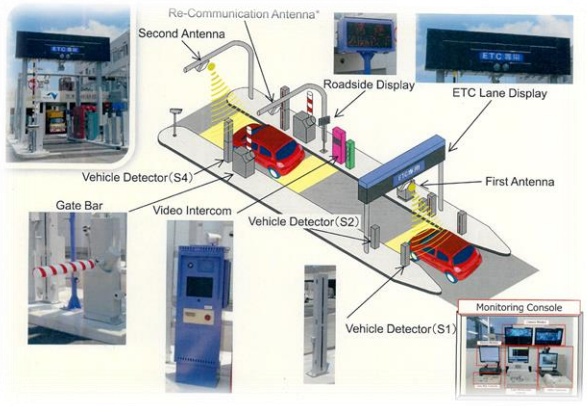
ในปี 1969 ประเทศเกาหลีเริ่มใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบเงินสดและตั๋วต่อมาได้พัฒนาสู่ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติ มีเครื่องชำระค่าผ่านทางอัตโนมัติและระบบออกตั๋วอัตโนมัติ และมีการใช้บัตร Smart Card ในปี 2004 พร้อมเริ่มใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบยกเลิกไม้กั้น หรือ Single Lane Free Flow (SLFF) ที่สามารถใช้ความเร็วได้เพิ่มขึ้นเป็น 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง รองรับปริมาณจราจรได้ 1,100 คัน/ชั่วโมง/ช่องทาง โดยใช้ระบบ Infrared Dedicated Short Range Communication (IR DSRC) และ Radio Frequency Identification (RFID tag) และพัฒนาอย่างต่อเนื่องเปลี่ยนเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางแบบ Multi-lane Free Flow (MLFF) ที่สามารถใช้ความเร็วได้เพิ่มขึ้นเป็น 50 - 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง รองรับปริมาณจราจรได้ถึง 1,500 คัน/ชั่วโมง/ช่องทาง ในปี 2015 จนถึงปัจจุบัน ที่มีผู้ใช้ทางในระบบอัตโนมัติ 80% แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีระบบเก็บค่าผ่านทางต่างๆ ของประเทศเกาหลี

ประเทศญี่ปุ่นเริ่มดำเนินการเปิดใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติตั้งแต่ปี 2001 โดยที่มีผู้ใช้ทางในระบบอัตโนมัติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จนกระทั่งในปี 2018 มีสัดส่วนผู้ใช้ทางในระบบอัตโนมัติสูงถึง 91.2% ด้วยการใช้มาตรการดึงดูดผู้ใช้ทาง อาทิเช่น การให้ส่วนลดค่าผ่านทางผู้ใช้ทางในระบบอัตโนมัติในช่วงกลางคืน ช่วงวันหยุด การเก็บค่าผ่านทางผู้ใช้ทางในระบบอัตโนมัติแบบตามระยะทาง และระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติของประเทศญี่ปุ่นในปัจจุบันยังคงใช้ทั้งระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้นและแบบยกเลิกไม้กั้นหรือ Single Lane Free Flow (SLFF) แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบเก็บค่าผ่านทางแบบอัตโนมัติของประเทศญี่ปุ่น

2.2 การจำลองสภาพจราจร

การจำลองสภาพจราจรเป็นการจำลองลักษณะสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริงบนถนนหนึ่งๆ หรือทำการประยุกต์จำลองสถานการณ์ที่สมมุติขึ้น ทำให้สามารถศึกษาผลกระทบต่อการจราจรเมื่อเกิดอุบัติการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถสมมุติให้เกิดขึ้นจริงได้ในภาคสนาม ทำให้มองเห็นสภาพจราจรและปัญหาจราจรโดยรวมได้อย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินทางเลือกซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาด้านต่าง ๆ การพัฒนาแบบจำลองด้านจราจรสามารถจำแนกได้ 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค (Macroscopic) ระดับกึ่งจุลภาค (Mesoscopic) และระดับจุลภาค (Microscopic) ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการนำไปใช้งาน ที่มีรูปแบบค่อนข้างหลากหลาย

การจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (Microscopic) มักใช้แบบจำลองการเคลื่อนที่ตามกันของยวดยาน (Car-Following Model) แบบจำลองการเปลี่ยนช่องจราจร (Lane-Changing Model) และระยะระหว่างรถที่ยอมรับได้ (Gap Acceptance) เป็นหลักการพื้นฐานในการจำลองการเคลื่อนที่ของยวดยานแต่ละคัน โดยการขับขี่ของยวดยานคันหน้าที่มีการเพิ่มความเร็ว ลดความเร็ว และหยุดรถจะมีผลต่อการขับขี่ของยวดยานที่ขับตามมา ในปัจจุบันมีการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคให้เลือกใช้งานอย่างแพร่หลาย ซึ่งแต่ละแบบจำลองมีสมรรถนะในการจำลองเหตุการณ์ได้แตกต่างกัน ซึ่งโปรแกรมที่นิยมใช้งานกัน ได้แก่ AIMSUN, VISSIM, CORSIM, PARAMICS และ โปรแกรมอื่นๆ ซึ่งมีสมรรถนะในการใช้งานที่แตกต่างกัน [2]

2.3 โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค AIMSUN

AIMSUN (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks) เป็นโปรแกรมสำหรับการจำลองสภาพการจราจรที่ถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 โดยได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการจำลองสภาพจราจรระดับกึ่งจุลภาค (Mesoscopic simulator) และระดับจุลภาค (Microscopic simulator) การจำลองคนเดินเท้า (Pedestrian simulator) ที่มีพื้นฐานแบบจำลองความต้องการเดินทาง (Travel demand modelling) ที่ครอบคลุมการเกิดการเดินทาง (Trip generation) การกระจายการเดินทาง (Trip distribution) และการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split) รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจราจรต่างๆ ที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายหน่วยงานทั่วโลกสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร การจำลองสภาพการจราจร การวางแผนการขนส่ง และการศึกษาอพยพฉุกเฉิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อประเมินแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน การวิเคราะห์เกี่ยวกับมลภาวะ และการวิเคราะห์สภาพจราจรติดขัดในพื้นที่เมือง [3]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lueanpech, P. et al. [4] ได้ประเมินประสิทธิภาพของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ Single lane free flows (SLFF) โดยการพัฒนาการแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค VISSIM ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษสาธุประดิษฐ์ 1 บนทางพิเศษเฉลิมมหานคร เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเก็บค่าผ่านทางพิเศษจากความล่าช้า (Delay) และความยาวแถวคอยหน้าด่านฯ (Queue length) พบว่า ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ Single lane free flows (SLFF) สามารถลดความล่าช้าและความยาวแถวคอยหน้าด่านฯ ช่วยเพิ่มระดับการให้บริการ (Level of service) ของด่านฯ ได้

Poon, N. และ Dia, H. [5] ได้ประเมินประสิทธิภาพของการเก็บค่าผ่านทางบริเวณสะพานเกตเวย์ เมืองบริสเบน รัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ที่มีปริมาณจราจรใกล้เต็มความจุ โดยการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค AIMSUN เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเก็บค่าผ่านทางในสถานการณ์ต่างๆ พบว่า การใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติช่วยเพิ่มอัตราการไหลทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบดีขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนจากระบบปกติเป็นระบบอัตโนมัติจำนวน 4 ช่องจราจร สามารถรองรับปริมาณจราจรที่คาดการณ์ได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษาและการสำรวจข้อมูล

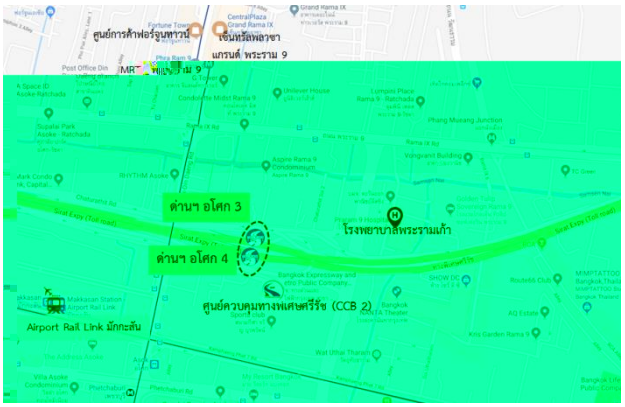
การศึกษานี้พิจารณาเลือกด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ในพื้นที่เส้นทางพิเศษศรีรัช (รูปที่ 4) ซึ่งทั้งสองด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษเป็นด่านฯ ที่มีปริมาณจราจรของผู้ใช้บริการสูง ส่งผลให้บริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 มีสภาพการจราจรอยู่ในสภาพหนาแน่น ประกอบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีความสนใจในการแก้ไขปัญหาความหนาแน่นบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ซึ่งรายละเอียดของทั้ง 2 แห่ง สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1.1 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 เป็นด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่อยู่ระหว่างทางพิเศษที่อยู่ใจกลางเมืองบนทางพิเศษศรีรัชทิศทางขาออกเมือง มีขนาด 9 ช่องจราจร ซึ่งประกอบด้วยช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 6 ช่องจราจร และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 3 ช่องจราจร

3.1.2 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 เป็นด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่อยู่ระหว่างทางพิเศษที่อยู่ใจกลางเมืองบนทางพิเศษศรีรัชเช่นเดียวกันกับด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 แต่มีทิศทางขาเข้าเมือง มีขนาด 9 ช่องจราจร ซึ่งประกอบด้วยช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 5 ช่องจราจร (ไม่รวมช่องทางพิเศษ) และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 4 ช่องจราจร



รูปที่ 4 ตำแหน่งของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ใช้ศึกษา

ในการสำรวจข้อมูลทำการเฉพาะปริมาณจราจรช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ บริเวณหน้าด่านของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ศึกษาเท่านั้น ซึ่งทำการสำรวจในวันทำการ โดยการสำรวจแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง กล่าวคือ ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า เวลา 07:00 ถึง 08:00 น. และด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็น เวลา 17:00 ถึง 18:00 น. เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วน

3.2 การพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค

การศึกษานี้ทำการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรม AIMSUN 8.1.4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพและวิเคราะห์ผลกระทบด้านจราจรต่าง ๆ ของแต่ละมาตรการในการเพิ่มประสิทธิภาพของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ อโศก 3 และ อโศก 4 โดยรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วย

- การนำเข้าแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ทางพิเศษศรีรัชจาก Google Earth
- สร้างแบบจำลองสภาพจราจรที่มีลักษณะกายภาพใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบัน
- สร้างแบบจำลองการให้บริการสำหรับระบบเก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด (MTC) และแบบอัตโนมัติ (ETC) ให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน
- กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่สำคัญสำหรับการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจร เช่น ปริมาณจราจร ประเภทยานพาหนะ และมาตรการควบคุมการจราจร เป็นต้น
- ทำการปรับเทียบแบบจำลองโดยใช้เกณฑ์สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB หรือ Design Manual for Roads and Bridges โดยการคำนวณค่า GEH [6]

3.3 การกำหนดรูปแบบมาตรการ

กำหนดรูปแบบมาตรการจัดการจราจรบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษเพื่อหารูปแบบมาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการระบายปริมาณจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

- **สภาพจราจรปัจจุบัน (Base case)** ที่ยังไม่มีการดำเนินการมาตรการใด ๆ กล่าวคือ ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 ประกอบด้วยช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 6 ช่องจราจร และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 3 ช่องจราจร และด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 ประกอบด้วยช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 5 ช่องจราจร และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 4 ช่องจราจร
- **กรณีที่ 1** มาตรการการเพิ่มพนักงานจัดเก็บและทอนเงินสดก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสดจำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองจะจำกัดการเข้าและออกช่องทางแบบ Metering โดยกำหนดเงื่อนไขตัวแปรอัตราการไหล (Flow) ผ่านแต่ละช่องทางเป็น Platoon แบบ 3 5 และ 10 คัน
- **กรณีที่ 2** มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองจะจำกัดการเข้าและออกช่องทางแบบ Metering โดยกำหนดยกเลิก barrier
- **กรณีที่ 3** การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน

4. ผลการศึกษา

4.1 สภาพจราจรในพื้นที่ศึกษา

สภาพจราจรบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 (ทิศทางขาออกเมือง) ที่มีช่องเก็บค่าผ่านทางจำนวน 9 ช่องจราจร มีปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางในแต่ละช่องเก็บค่าผ่านทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรในแต่ละช่องเก็บค่าผ่านทางด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)
ช่องที่ 1 ระบบ MTC	389
ช่องที่ 2 ระบบ MTC	435
ช่องที่ 3 ระบบ MTC	441
ช่องที่ 4 ระบบ MTC	414
ช่องที่ 5 ระบบ MTC	416
ช่องที่ 6 ระบบ MTC	422
ช่องที่ 7 ระบบ ETC	631
ช่องที่ 8 ระบบ ETC	678
ช่องที่ 9 ระบบ ETC	722

สภาพจราจรบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 (ทิศทางขาเข้าเมือง) ที่มีช่องเก็บค่าผ่านทางจำนวน 9 ช่องจราจร มีปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางในแต่ละช่องเก็บค่าผ่านทางในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ดังนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณจราจรในแต่ละช่องเก็บค่าผ่านทางด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)
ช่องที่ 1 ระบบ MTC	418
ช่องที่ 2 ระบบ MTC	466
ช่องที่ 3 ระบบ MTC	471
ช่องที่ 4 ระบบ MTC	409
ช่องที่ 5 ระบบ MTC	411
ช่องที่ 6 ระบบ ETC	725
ช่องที่ 7 ระบบ ETC	714
ช่องที่ 8 ระบบ ETC	769
ช่องที่ 9 ระบบ ETC	776

จากตารางที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณจราจรบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษทั้งอโศก 3 และ อโศก 4 ในช่องระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) เกินความสามารถในการให้บริการของระบบ (400 คันต่อชั่วโมง) และส่วนช่องระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC) นั้นใกล้เคียงความสามารถในการให้บริการของระบบแล้ว (800 คันต่อชั่วโมง) ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรหนาแน่นบริเวณหน้าด่านฯ

4.2 การปรับเทียบแบบจำลองสภาพจราจร

การสร้างแบบจำลองสภาพจราจรแบบจุลภาคจำเป็นต้องดำเนินการปรับเทียบแบบจำลองให้มีความเสมือนกับสภาพจราจรจริงมากที่สุด โดยจะดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองกับข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม การปรับเทียบแบบจำลองใช้เกณฑ์สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองของ DMRB หรือ Design Manual for Roads and Bridges เป็นเกณฑ์ปรับเทียบจากการคำนวณค่า GEH โดยสูตรการคำนวณค่า GEH มีดังนี้ [6]

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}}$$

เมื่อ M = ค่าจากการประมาณของแบบจำลอง
C = ค่าจากการสำรวจสภาพจราจรจริง

โดยค่า GEH ที่มีค่าน้อยกว่า 5 จะถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งการปรับเทียบปริมาณจราจรเฉลี่ยของช่องเก็บค่าผ่านทางในด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 และ อโศก 4 ได้ดังตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การปรับเทียบปริมาณจราจรด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)		GEH (<5)
	จากสภาพจราจรจริง	จากแบบจำลอง	
ช่องที่ 1 ระบบ MTC	389	342	2.46
ช่องที่ 2 ระบบ MTC	435	364	3.55
ช่องที่ 3 ระบบ MTC	441	391	2.45
ช่องที่ 4 ระบบ MTC	414	364	2.54
ช่องที่ 5 ระบบ MTC	416	398	0.89
ช่องที่ 6 ระบบ MTC	422	349	3.72
ช่องที่ 7 ระบบ ETC	631	586	1.82
ช่องที่ 8 ระบบ ETC	678	583	3.78
ช่องที่ 9 ระบบ ETC	722	699	0.86

ตารางที่ 4 การปรับเทียบปริมาณจราจรด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ	ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คันต่อชั่วโมง)		GEH (<5)
	จากสภาพจราจรจริง	จากแบบจำลอง	
ช่องที่ 1 ระบบ MTC	418	394	1.17
ช่องที่ 2 ระบบ MTC	466	433	1.54
ช่องที่ 3 ระบบ MTC	471	436	1.63
ช่องที่ 4 ระบบ MTC	409	412	0.17
ช่องที่ 5 ระบบ MTC	411	409	0.10
ช่องที่ 6 ระบบ ETC	725	649	2.89
ช่องที่ 7 ระบบ ETC	714	699	0.58
ช่องที่ 8 ระบบ ETC	769	727	1.54
ช่องที่ 9 ระบบ ETC	776	749	0.98

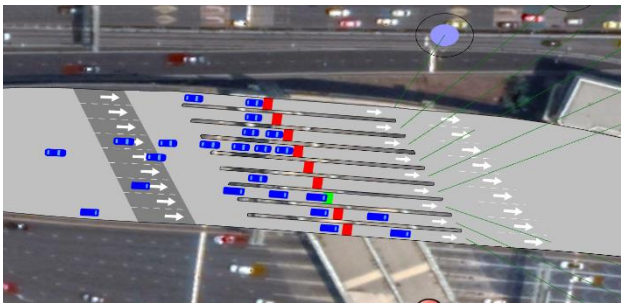
จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่า ปริมาณจราจรเฉลี่ยของช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษทั้ง 9 ช่องจราจร มีค่า GEH น้อยกว่า 5 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวแทนของสภาพจราจรจริงในพื้นที่ศึกษาได้

4.3 แบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินสดก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง

4.3.1 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง ดังรูปที่ 5 และผลการศึกษาแบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและ

ทอนเงินสดก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง ตามลำดับ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 5 แบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษโศก 3

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 3 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.34 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 3 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 3

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,208	2,222	0.63
แบบอัตโนมัติ (ETC)	1,868	1,868	0.00
รวม	4,076	4,090	0.34

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 5 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.32 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 5 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 3

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,208	2,221	0.59
แบบอัตโนมัติ (ETC)	1,868	1,868	0.00
รวม	4,076	4,089	0.32

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 10 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.37 ดังตารางที่ 7

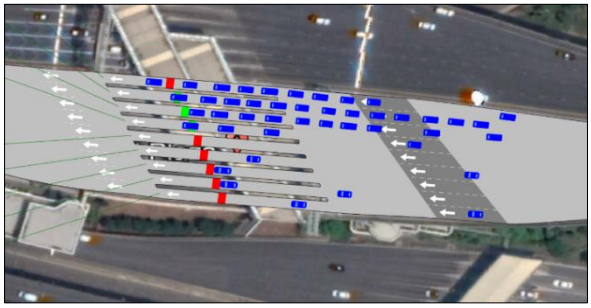
ตารางที่ 7 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 10 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 3

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,208	2,223	0.68
แบบอัตโนมัติ (ETC)	1,868	1,868	0.00
รวม	4,076	4,089	0.37

ดังนั้นมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง พบว่ามาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 10 คนต่อช่องทาง เป็นมาตรการที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 ได้ดี แต่ทั้งนี้การนำมาตรการนี้ไปใช้จริงควรพิจารณาความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของด่านฯ และรายจ่ายที่เกิดขึ้นจากมาตรการที่ใช้ นอกจากการพิจารณาเฉพาะปริมาณจราจร (อัตราการไหล) ที่เพิ่มขึ้นแล้ว

4.3.2 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง ดังรูปที่ 6 และผลการศึกษาแบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินสดก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง ตามลำดับ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 6 แบบจำลองกรณีที่ 1 มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 3 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 5 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 4 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 8.25 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 3 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 4

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,084	2,401	15.21

แบบอัตโนมัติ (ETC)	2,824	2,912	3.12
รวม	4,908	5,313	8.25

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 5 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 5 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 4 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 8.29 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 5 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 4

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,084	2,403	15.31
แบบอัตโนมัติ (ETC)	2,824	2,912	3.12
รวม	4,908	5,315	8.29

ผลการศึกษากรณีช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) ใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 10 คนต่อช่องทาง รวมทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 8.03 ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์จากแบบจำลองกรณีที่ 1 (มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทาง จำนวน 10 คนต่อช่องทาง) ด่านฯ อโศก 4

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,084	2,390	14.68
แบบอัตโนมัติ (ETC)	2,824	2,912	3.12
รวม	4,908	5,302	8.03

ดังนั้นมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทาง พบว่ามาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 5 คนต่อช่องทาง เป็นมาตรการที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 ได้ดี แต่ทั้งนี้การนำมาตรการนี้ไปใช้จริงควรพิจารณาความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของด่านฯ และรายจ่ายที่เกิดขึ้นจากมาตรการที่ใช้ นอกจากการพิจารณาเฉพาะปริมาณจราจร (อัตราการไหล) ที่เพิ่มขึ้น

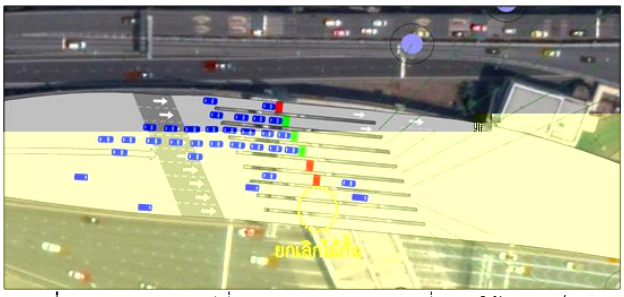
ซึ่งผลการศึกษาการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทางของด่านฯ อโศก 3 และ ด่านฯ อโศก 4 จะเห็นว่า ด่านฯ อโศก 4 มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรของระบบ MTC จากเดิมมากเนื่องด้วยสภาพจราจรปัจจุบันของระบบ MTC ที่นำเข้าแบบจำลองของด่านฯ อโศก 4 มีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อช่องทางที่หนาแน่นกว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อช่องทางของด่านฯ อโศก 3 การเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินฯ จำนวน 3 5 และ 10 คนต่อช่องทางจึงส่งผลให้ด่านฯ อโศก 4 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรที่ดีกว่าด่านฯ อโศก 3

4.4 แบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL)

การปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) โดยการยกเลิกไม้กั้นทุกช่องจราจรของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) ได้ผลดังนี้

4.4.1 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 3 ช่องเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) ดังรูปที่ 8 และผลการศึกษาดังตารางที่ 11



รูปที่ 8 แบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (NSL) ด่านฯ อโศก 3

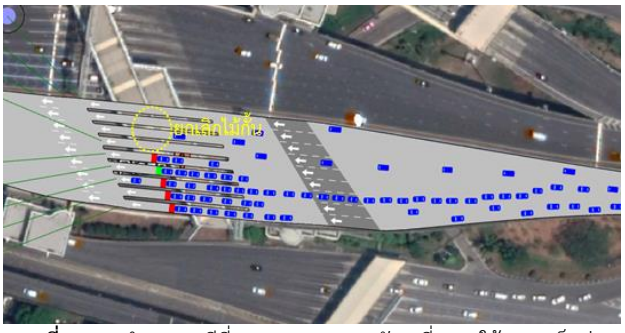
ตารางที่ 11 ผลจากแบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ **(ETC)** เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น **(Nonstop Lane; NSL)** ด่านฯ อโศก 3

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,208	2,208	0.00
แบบอัตโนมัติ (ETC)	1,868	1,874	0.32
รวม	4,076	4,082	0.15

ผลการศึกษาพบว่า การยกเลิกการใช้ไม้กั้นในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ โดยการแบ่งสัดส่วนช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษเป็นช่องเก็บค่าผ่านทางระบบเงินสด (MTC) ทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบแบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) เปลี่ยนเป็นการยกเลิกไม้กั้น (NSL) ทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.15

4.4.2 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 4 ช่องเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) ดังรูปที่ 9 และผลการศึกษาดังตารางที่ 12



รูปที่ 9 แบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (NSL) ด่านฯ อโศก 4

ตารางที่ 12 ผลจากแบบจำลองกรณีที่ 2 มาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ **(ETC)** เป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น **(Nonstop Lane; NSL)** ด่านฯ อโศก 4

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,084	2,093	0.43
แบบอัตโนมัติ (ETC)	2,824	2,876	1.84
รวม	4,908	4,969	1.24

ผลการศึกษาพบว่า การยกเลิกการใช้ไม้กั้นในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ โดยการแบ่งสัดส่วนช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษเป็นช่องเก็บค่าผ่านทางระบบเงินสด (MTC) ทั้งหมด 5 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบแบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) เปลี่ยนเป็นการยกเลิกไม้กั้น (NSL) ทั้งหมด 4 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 1.24

4.5 แบบจำลองกรณีที่ 3 การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน

การนำมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสดและการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) โดยการยกเลิกไม้กั้นทุกช่องจราจรของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) มาใช้ร่วมกัน ได้ผลดังนี้

4.5.1 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 3 โดยการนำมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 10 คนต่อช่องทาง และการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) โดยการยกเลิกไม้กั้นทุกช่องจราจรของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) ดังรูปที่ 10 และผลการศึกษาดังตารางที่ 13



รูปที่ 10 แบบจำลองกรณีที่ 3 การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน ด่านฯ อโศก 3

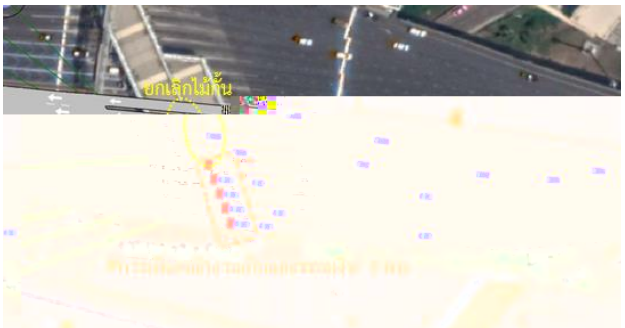
ตารางที่ 13 ผลจากแบบจำลองกรณีที่ **3** การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน ด่านฯ อโศก 3

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,208	2,223	0.68
แบบอัตโนมัติ (ETC)	1,868	1,874	0.32
รวม	4,076	4,097	0.52

ผลการศึกษา พบว่า การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน โดยการแบ่งสัดส่วนช่องเก็บค่าผ่านทางเป็นช่องเก็บค่าผ่านทางระบบเงินสด (MTC) เปลี่ยนเป็นการใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บ และทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 10 คนต่อช่องทาง ทั้งหมด 6 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) เปลี่ยนเป็นการยกเลิกการใช้ไม้กั้นทั้งหมด 3 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.52

4.5.2 ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองกรณีที่ 3 โดยการนำมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 5 คนต่อช่องทาง และการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) โดยการยกเลิกไม้กั้นทุกช่องจราจรของระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) ดังรูปที่ 11 และผลการศึกษาดังตารางที่ 14



รูปที่ 11 แบบจำลองกรณีที่ 3 การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน ด่านฯ อโศก 4

ตารางที่ 14 ผลจากแบบจำลองกรณีที่ **3** การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน ด่านฯ อโศก 4

รูปแบบ	ปริมาณจราจรรวมทุกช่องทาง (คันต่อชั่วโมง)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	สภาพจราจรปัจจุบัน	ผลจากแบบจำลอง	
แบบเงินสด (MTC)	2,084	2,403	15.31
แบบอัตโนมัติ (ETC)	2,824	3,130	10.84
รวม	4,908	5,533	12.73

ผลการศึกษา พบว่า การนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน โดยการแบ่งสัดส่วนช่องเก็บค่าผ่านทางเป็นช่องเก็บค่าผ่านทางระบบเงินสด (MTC) เปลี่ยนเป็นการใช้มาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด จำนวน 5 คนต่อช่องทาง ทั้งหมด 5 ช่องทาง และช่องเก็บค่าผ่านทางระบบอัตโนมัติแบบมีไม้กั้น (ETC) เปลี่ยนเป็นการยกเลิกการใช้ไม้กั้นทั้งหมด 4 ช่องทาง พบว่าสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 12.73

หากพิจารณาผลการนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกัน เมื่อเปรียบเทียบผลของด่านฯ อโศก 3 และ ด่านฯ อโศก 4 จะเห็นว่า ด่านฯ อโศก 3 มีอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของระบบ MTC เปลี่ยนแปลงเท่ากับกรณีพนักงานเก็บและทอนเงินฯ จำนวน 10 คนเพียงอย่างเดียว และในส่วนของระบบ ETC เปลี่ยนแปลงเท่ากับกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) อย่างเดียว ในส่วนของด่านฯ อโศก 4 มีอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของระบบ MTC เปลี่ยนแปลงเท่ากับกรณีพนักงานเก็บและทอนเงินฯ จำนวน 5 คนเพียงอย่างเดียว แต่ระบบ ETC เปลี่ยนแปลงมากกว่ากรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) เพียงอย่างเดียว เนื่องจากในการพัฒนาแบบจำลองนั้นได้จำกัดให้รถที่ใช้ระบบ MTC และรถที่ใช้ระบบ ETC สามารถใช้ได้เพียงระบบเดียวไม่สามารถใช้ข้ามระบบกันได้ ซึ่งปริมาณจราจรในด่านฯ อโศก 4 มีปริมาณหนาแน่นมากกว่าด่านฯ อโศก 3 เมื่อนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกันทำให้ด่านฯ อโศก 4 สามารถระบายปริมาณจราจรได้มากขึ้น ปริมาณจราจรที่ติดขัดตรงคอขวด (บริเวณก่อนถึงระยะผายของด่านฯ) ของรถที่ใช้ระบบ ETC ก็สามารถเข้าด่านฯ อโศก 4 ได้มากขึ้นไม่ถูกกีดขวางจากรถที่ใช้ระบบ MTC

5. สรุปผล

สำหรับด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 3 นั้นการนำมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ จำนวน 3 5 และ 10 คน ในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสดทั้ง 6 ช่องทาง สามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.34 0.32 และ 0.37 ตามลำดับ ในส่วนของมาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 3 ช่องทางเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) สามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.15 และการนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกันนั้นสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบได้เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.52

สำหรับด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอโศก 4 นั้นการนำมาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษ จำนวน 3 5 และ 10 คน ในช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสดทั้ง 5 ช่องทาง สามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 8.25 8.29 และ 8.03 ตามลำดับ ในส่วนของมาตรการการปรับเปลี่ยนระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติ (ETC) จำนวน 3 ช่องทางเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) สามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 1.24 และการนำมาตรการในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2 มาใช้ร่วมกันนั้นสามารถเพิ่มอัตราปริมาณจราจรผ่านช่องทางของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 12.73

ดังนั้นเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณจราจร (อัตราการไหล) ที่เพิ่มขึ้นเท่านั้น มาตรการการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด (MTC) จำนวน 10 คนต่อช่องทางร่วมกับมาตรการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) สามารถนำไปใช้สำหรับด่านฯ อโศก 3 ในชั่วโมงเร่งด่วนเย็น ทำให้ปริมาณจราจรผ่านช่องทางบริเวณหน้าด่านฯ ของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 0.52 และมาตรการเพิ่มพนักงานเก็บและทอนเงินก่อนเข้าสู่ช่อง MTC จำนวน 5 คนต่อช่องทางร่วมกับมาตรการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) สามารถนำไปใช้สำหรับด่านฯ อโศก 4 ในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า ทำให้ปริมาณจราจรผ่านช่องทางบริเวณหน้าด่านฯ ของทั้งระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 12.73

ภายหลังนำมาตรการไปดำเนินงานบริเวณด่านฯ อโศก 3 และ อโศก 4 พบว่า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพบริเวณหน้าด่านฯ ก็ต่อเมื่อเป็นช่วงที่มีปริมาณจราจรหนาแน่น อย่างไรก็ตามการนำมาตรการระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติกรณียกเลิกไม้กั้น (Nonstop Lane; NSL) มาใช้งานจริงแล้วนั้นพบประเด็นผู้ใช้ทางฝ่าด่านฯ ดังนั้นควรมีมาตรการรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยเตรียมการจัดการกับรถฝ่าด่านฯ ด้วยการใช้ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนอัตโนมัติและการบังคับใช้กฎหมายให้เข้มงวดเพื่อรับรองใช้งานระบบเก็บค่าผ่านทางในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2562). ผลการดำเนินงานการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษตามแนวนโยบายกระทรวงคมนาคม.

[2] พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม, นันทวรรณ พิทักษ์พานิช, เอกรินทร์ เหลืองวิลัย, เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร (2561). การประเมินผลกระทบด้านจราจรของด่านเก็บค่าผ่านทางโดยการจำลองสถานการณ์จราจร: กรณีศึกษาด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษวงแหวนรอบนอก (บางแก้ว) ทางออกทางพิเศษบูรพาวิถี. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23*, นครนายก, วันที่ 18 – 20 กรกฎาคม 2561.

[3] TSS-Transport Simulation Systems (2016). *AIMSUN 8.1 User's*

[4] Lueanpech, P., Pleongsrithong, J., Punyim, P., Leangvilai, E. and Ruttanapunyagorn, T. (2019). Evaluation of Single Lane Free Flow (SLFF) for Electronic Toll Collection System. The 9th International Congress on Engineering and Information (ICEAI 2019), Osaka, Japan, 7-9 May 2019.

[5] Poon, N. and Dia, H. (2005). Evaluation of Toll Collection Performance using Traffic Simulation. 27th Conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR 2005), Brisbane, 7-9 December.

[6] The Highways Agency (1996). Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) Vol. 12, Department for Transport, UK.