การศึกษาความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัย : กรณีศึกษาจุดกลับรถหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา

Study Potential Capacity of the U-turn in order to increase efficiency and safety : A case study of U-turn Infront of Rajamangala University of Technology Rattanakosin Salaya Campus

สิริศักดิ์ ยิ้มย่อง[1] ณรงค์ กุหลาบ[2]

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา
[2] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา
E-mail address: bn30008@hotmail.com

บทคัดย่อ

การปรับปรุงขยายถนนมีผลกระทบต่อความต้องการเปลี่ยนทิศทางการจราจรไปยังทิศทางที่ต้องการ ทำให้เกิดปริมาณความต้องการในการกลับรถมาก ซึ่งการกลับรถนั้นจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรทั้งในทิศทางเดียวกันและในฝั่งตรงข้าม งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาความจุที่เป็นไปได้ (Potential Capacity) ของจุดกลับรถบนถนนพุทธมณฑล สาย 5 หรือ ทางหลวงหมายเลข 3414 กิโลเมตรที่ 9+500 บริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา เพื่อเป็นเกณฑ์บ่งชี้ให้ดำเนินการปรับปรุงให้เป็นจุดกลับในลำดับต่อไป โดยใช้หลักในการพิจารณา ความจุที่เป็นไปได้ จากการวิเคราะห์ถึง ช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน (Conflicting Flow) อัตราการไหลของกระแสจราจรสายหลัก (Main flow) และเวลาของการเคลื่อนที่ตามกัน (Follow-up time) จากผลแสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนมีปริมาณรถที่ต้องการกลับรถเกินความจุที่เป็นไปได้และยังเป็นจุดกลับรถที่อันตราย เนื่องจากมีการตัดกระแสของรถทางตรงเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป เห็นควรจะทำการศึกษาผลกระทบด้านจราจรในกรณีเพิ่มความจุในจุดกลับรถ เช่น การเพิ่มจำนวนช่องกลับรถ ในทิศทางขาเข้ากรุงเทพฯ

คำสำคัญ: ความจุที่เป็นไปได้,ช่องว่างวิกฤติ,กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน

Abstract

Improving road expansion is affecting demand to change direction of the traffic to the desired direction. Causing demand to return the car. The car that U-turn will affect traffic in the same direction and the opposite side. This research aims to study the Potential Capacity of U-turn point on Put Ta Monthon 5 road or 3414 Highway at kilometers, 9+500 near the Rajamangala University of Technology Rattanakosin Salaya Campus. As a criterion for indicating improvement in the next step. The main consideration is potential capacity. The analysis of the Critical Gap, Conflicting, Main flow and the Follow-up time. To increases capability the U-turn point design. Resulting in increases the safety of staff and students in the university. The results showed that during peak hours, traffic volume, was over the potential capacity, and also the U-turn point is dangerous because it has to cut the main traffic flow is an amount much. Suggestions for further studies Agreed to study the impact of traffic in case of increasing capacity in the U-turn, such as increasing the number of U-turn In the direction of arrival in Bangkok

Keyword: Potential Capacity, Critical Gap, Conflicting Flow

1.บทนำ

ปัจจุบันมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ย่าน ตำบลศาลายามีความเป็นเมืองที่เจริญเติบโตมาก โดยพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางของย่านนี้มีอาคารพาณิชย์ ห้างร้านท้องถิ่น การค้าขายในแบบชุมชนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงการหมู่บ้านจัดสรรที่เริ่มขยายตัวจะขยับไปยังถนนรองสายต่าง ๆ รองรับการขยายครอบครัว และการเติบโตของชุมชน ย่านนี้จะติดถนนบรมราชชนนีในพิกัดที่สามารถเดินทางเข้าเมืองได้สะดวก ในอดีตที่อยู่อาศัยย่านนี้เป็นบ้านแนวราบ แต่ปัจจุบันรูปแบบคอนโดมิเนียมใกล้สถานศึกษาที่ยังคงเกิดขึ้นต่อเนื่อง มีการขยายตัวของระบบโครงข่ายถนนทั้งถนนสายหลักถนนสายรองตามลำดับเพื่อรองรับการเดินทางเช่น การเดินทางเพื่อไปเรียน ไปทำงาน ไปห้างสรรพสินค้า ไปโรงพยาบาลและอื่น ๆ ล้วนแล้วแต่มีความต้องการในการ ใช้รถ ใช้ถนน เพื่อให้ไปสู่จุดหมายปลายทางจึงเป็นเหตุให้ปริมาณจราจรบนท้องถนนมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้มีการขยาย ถนนพุทธมณฑล สาย 5 หรือ ทางหลวงหมายเลข 3414 เดิมเป็น 2 ช่องทางเป็น 6 ช่องทางโดยแบ่งเป็นทิศทางละ 3 ช่องทางพร้อมร่องน้ำตรงกลาง เนื่องจากสองข้างทางมีสถานที่

ราชการ อาคารร้านค้าและที่อยู่อาศัยจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องเปิดเป็นจุดกลับรถในเส้นทาง ถนนพุทธมณฑล สาย 5 หรือ ทางหลวงหมายเลข 3414 เป็นถนนที่มีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมากอีกทั้งยังมีถนนสายรองหรือซอยอีกเป็นจำนวนมากและมีทางแยกที่ค่อนข้างอยู่ห่างกัน จึงอาจไม่สามารถเข้าถึงจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางในการเดินทางได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นรถที่ออกมาจากถนนสายรองหรือซอยอาจต้องมีการกลับรถเพื่อเปลี่ยนทิศทางการจราจรไปยังทิศทางที่ต้องการ ทำให้เกิดปริมาณความต้องการในการกลับรถมาก ซึ่งการกลับรถนั้นจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรทั้งในทิศทางเดียวกันและในฝั่งตรงข้าม ดังนั้นการออกแบบจุดกลับรถที่ดีและมีประสิทธิภาพจะช่วยลดความล่าช้าและเพิ่มการไหลอิ่มตัวในการกลับรถได้

จึงเกิดเป็นจุดกลับรถกิโลเมตรที่ 9+500 บริเวณมหาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา ซึ่งจะมีนักเรียน นักศึกษาใช้เป็นจำนวณมากและในการใช้งานจริง ทั้งนักศึกษาและบุคลากรจำเป็นที่จะต้องชิดซ้ายทันทีหลังจากกลับรถเพื่อเข้ามหาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา จึงส่งผลให้เกิดการตัดกระแสของรถทางตรงและยังเป็นอันตรายต่อผู้ใช้รถในทางตรงและผู้ที่กลับรถเพื่อที่จะเข้ามหาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา โดยส่วนใหญ่ นิสิต นักศึกษา จะใช้รถจักยานยนต์เป็นยานพาหนะเป็นจำนวณมาก จึงเพิ่มความอันตรายในการตัดกระแสรถทางตรงมากขึ้น ในด้านกลับกันของจุดกลับรถนี้ยังเป็นจุดกลับที่รับปริมาณรถจาก ถนนบรมราชชนนี ขาเข้าเพื่อไปยัง ถนนเพชรเกษม ในเขตตำบลอ้อมน้อย อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร บนถนนบรมราชชนนี ขาเข้าช่วงนี้จะมีห้างสรรพสิ้นค้า เซ็นทรัลพลาซ่า ศาลายา และ สถานีขนส่งสินค้า พุทธมณฑล สาย 5 ตั้งอยู่ก่อนถึง ส่งผลให้มีปริมาณรถมากตลอดทั้งวัน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาและพัฒนาปรับปรุงจุดกลับรถ จากการพิจารณา ความจุที่เป็นไปได้ เป็นการวิเคราะห์ถึงการยอมรับช่องวาง (Accepted gap) การปฏิเสธช่องว่าง (Rejected gap) อัตราการไหลของกระแสจราจรสายหลัก (Main flow) และเวลาของการเคลื่อนที่ตามกัน (Follow-up time) เพื่อเป็นเกณฑ์บ่งชี้ให้ดำเนินการปรับปรุงให้เป็นจุดกลับในลำดับต่อไป

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลกระทบของจุดกลับรถ

การกลับรถบนเกาะกลางถนนจะเป็นรูปแบบที่สร้างผลกระทบจราจรสูงที่สุดในทั้งสองทิศทาง กล่าวคือทำให้เกิดคอขวดจากการไหลที่ลดลงของช่องจราจรที่ใช้กลับรถและการเปลี่ยนช่องจราจรก่อนถึงจุดกลับรถในทิศทางของยวดยานที่กลับรถ และกระทบต่อความจุของกระแสจราจรในทิศทางที่ถูกตัดกระแสจราจร ทั้งนี้ผลกระทบจะแตกต่างกันตามขนาดของของเกาะกลาง โดยจุดกลับรถบนเกาะกลางที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบน้อยกว่าเนื่องจากการตัดกระแสจราจรจะน้อยกว่า

ผลการศึกษาของธีรพล (2548) พบว่ายวดยานที่กลับรถจะมีค่าเทียบเท่ารถยนต์ขณะกลับรถ (EU) ดังตารางที่ 2.1-1 โดยช่องกลับรถ 1 ช่องจราจรทั่วไปสามารถกลับรถได้ประมาณ 400 Passenger Car Equivalent Factor /ชั่วโมง หรือคิดเป็น 100 EU/ชั่วโมง (เทียบจากรถยนต์ขณะขับรถกลับรถมีค่าเป็น 4 เท่าของรถยนต์วิ่งทางตรง)

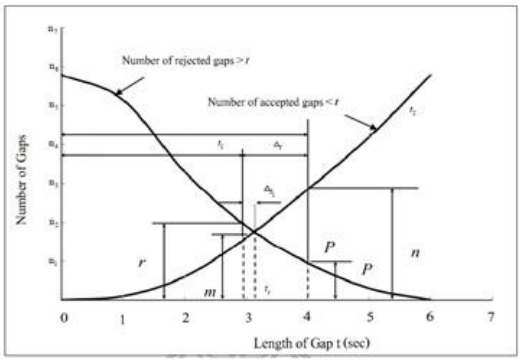
ตารางที่ 2.1-1 ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งของยวดยานที่กลับรถ

ชนิดของยานพาหนะ	U-turn (EU)
รถจักยานยนต์ (MC)	0.4
รถยนต์ 4 ล้อและรถบรรทุกขนาดเล็ก (SU)	1.0
รถบรรทุกขนาดกลาง (M)	1.2
รถบรรทุกขนาดใหญ่ (T)	1.5
รถ trailer (WB)	3

ที่มา : ธีรพล (2548)

2.2 ช่องว่างวิกฤติ(Critical Gap) และการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance)

ยานพาหนะที่จะทำการแทรกตัวเข้าร่วมกระแสจราจรสายหลัก (merge) จะต้องประเมินว่าช่องว่าง (gap) ระหว่างยานพาหนะมีความกว้างมากพอที่สามารถรองรับการ merge ได้หรือไม่ยอมรับ โดยการตัดสินใจเลือกเข้าร่วมกระแสจราจรในช่องว่างหนึ่งเรียกว่า Gap Acceptance ช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) คือ ช่องว่างหรือความยาวของ Gap ที่น้อยที่สุดโดยเฉลี่ยที่รถตัดสินใจใช้ในการเข้าร่วมกระแสจราจร Raff ได้กำหนดให้ critical gap เป็น gap ที่มีจำนวน 10 accepted gap ที่สั้นกว่าเท่ากับจำนวน rejected gap ที่ยาวกว่า Critical gap สามารถหาได้จากการพล็อตกราฟหรือการคำนวณโดยวิธีกราฟฟิค ดังรูปที่ 2.2-1



ที่มา : วิลาสินี (2554)

รูปที่ 2.2-1 กราฟการกระจายตัวที่เหมาะของการยอมรับและการปฏิเสธช่องว่าง

ซึ่งแนวแกน X ของกราฟแสดงค่าขนาดของช่องว่าง t วินาที แกน Y แสดงค่าจำนวนของช่องว่าง Δt คือ การเพิ่มขึ้นของเวลาเพื่อนำมาใช้สำหรับในการวิเคราะห์หาค่าช่องว่างและค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical gap) จะอยู่ระหว่าง ค่า t_1 และ ค่า t_2 โดยที่ค่า $t_2 = t_1 + \Delta t$ สมมติให้เส้นโค้งที่ตัดกันอยู่ระหว่าง t_1 และ t_2 เป็นจุดที่เกิดช่องว่างวิกฤติบริเวณทางแยกที่

ทำการศึกษาดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาคjา ชjองว่างวิกฤติ (Critical Gap) ได้ดังนี้

$$t_c = t_1 + \Delta t_1$$

$$\frac{\Delta t_1}{r-m} = \frac{\Delta t - \Delta t_1}{n-p}$$

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t\ (r-m)}{(n-p)+(r-m)}$$

$$t_c = t_1 + \frac{\Delta t\ (r-m)}{(n-p)+(r-m)}$$

เมื่อ

m คือ จำนวนของการยอมรับช่องว่างที่สั้นกว่า t_1

r คือ จำนวนของการปฏิเสธช่องว่างที่ยาวกว่า t_1

n คือ จำนวนของการยอมรับช่องว่างที่สั้นกว่า t_2

p คือ จำนวนของการปฏิเสธช่องว่างที่ยาวกว่า t_2

t_c คือ ช่องว่างวิกฤต

2.3 เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ follow-up time

การเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะเวลาระหว่างการออกตัวของรถยนต์คันหนึ่งจากถนนสายรองและการออกตัวของรถยนต์คันต่อไปโดยใช้ช่องว่างถนนสายหลักเดียวกันภายใต้เงื่อนไขการเข้าคิวอย่างต่อเนื่องบนถนนสายรองเรียกว่าเวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ การเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ คือระยะห่างที่กำหนดอัตราการไหลอิ่มตัว สำหรับวิธีการนี้ใช้เมื่อไม่มีความขัดแย้งในกระแสจราจรที่ค่าพื้นฐานดั้งตารางที่ 2.2-1

ตารางที่ 2.2-1 ค่าพื้นฐานการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ

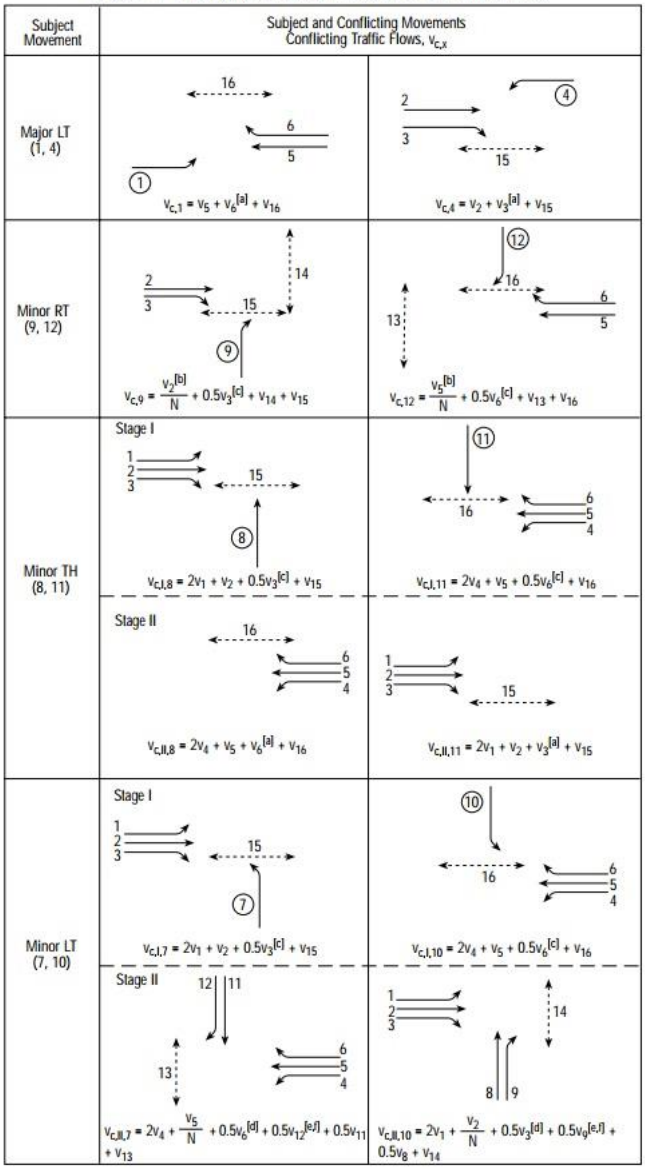
Vehicle Movement	Base Follow-up Time (s)
Left turn from major	2.2
Right turn from minor	3.3
Through traffic on minor	4.0
Left turn from minor	3.5

ที่มา : Highway Capacity Manual

2.4 กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน Conflicting Flow

การเคลื่อนไหวแต่ละครั้งที่จุดตัด ต้องพบความขัดแย้งที่แตกต่างกันเกี่ยวข้องโดยตรงกับธรรมชาติของการเคลื่อนไหว ความขัดแย้งเหล่านี้แสดงอยู่ในรูปที่ 2.4-1 ซึ่งแสดงการคำนวณค่า $v_{c,x}$ อัตราการไหลที่ขัดแย้งกันของการเคลื่อนไหวของกระแสจราจร นั่นคืออัตราการไหลโดยรวมที่ขัดแย้งกับการเคลื่อนไหวกระแสจราจร (ยานพาหนะ / h) ตัวอย่างเช่นการเคลื่อนไหวเลี้ยวขวาจากถนนสายรองนั้นขัดแย้งกับถนนสายหลักเท่านั้นด้วยการตัดกระแสจราจรทางหลัก

EXHIBIT 17-4. DEFINITION AND COMPUTATION OF CONFLICTING FLOWS



ที่มา : Highway Capacity Manual

รูปที่ 2.4-1 กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน Conflicting Flow

2.5 ความจุที่เป็นไปได้ potential capacity

ทฤษฎีการยอมรับช่องว่างใช้เป็นวิธีการคำนวณในการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของกระแสจราจรสายรองตามสมการ

$$c_{p,x} = v_{c,x} \frac{e^{\frac{-v_{c,x}\, t_{c,x}}{3600}}}{1 - e^{\frac{-v_{c,x}\, t_{f,x}}{3600}}}$$

เมื่อ

$c_{p,x}$ = ความจุที่เป็นไปได้ของถนนสายรอง (คัน/ชม.)

$v_{c,x}$ = กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน Conflicting Flow (คัน/ชม.)

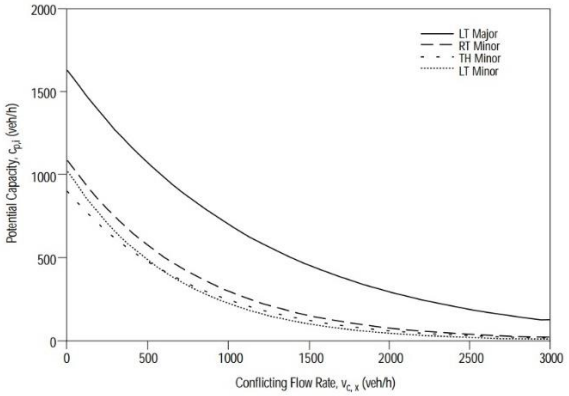
$t_{c,x}$ = ช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) เช่น เวลาต่ำสุดที่อนุญาตให้เข้าร่วมกระแส (วินาที)

$t_{f,x}$ = เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (เช่นเวลาระหว่างการออกตัวรถคันแรกจากถนนสายรองและการออกตัวของรถคันถัดไป ในแถวรอ (วินาที)

ความจุที่เป็นไปได้ของถนนสายรอง แสดงเป็น $c_{p,x}$ และกำหนดไว้เป็นค่าความสามารถในการรับความจุสำหรับกระแสโดยมีเงื่อนไขพื้นฐานต่อไปนี้:

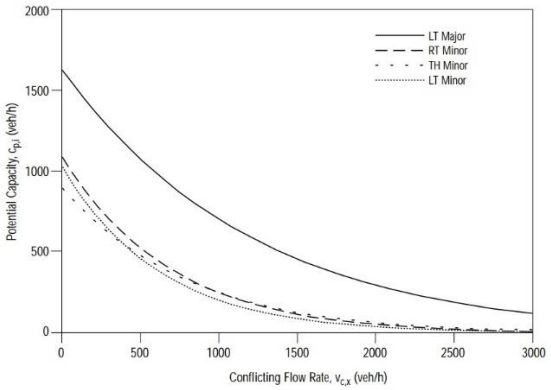
- การจราจรจากทางแยกที่อยู่ใกล้เคียงไม่ได้ส่งผลที่สี่แยกตัวอย่าง
- มีช่องทางแยกไว้สำหรับการใช้งานแถวรอคอย
- แถวรอคอยไม่ส่งผลต่อการจราจรบนถนนสายหลัก
- กระแสจราจรช่องทางที่ 2, 3 หรือ 4 จะต้องไม่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวของวัตถุ

ความจุที่เป็นไปได้กำหนดเป็น $c_{p,x}$ ของกระแสถนนสายรองแสดงในรูป 2.5-1 สำหรับถนนสายหลักแบบสองช่องทางและในรูปที่ 2.5-2 สำหรับถนนสายหลักแบบสี่ช่องทาง รูปเหล่านี้แสดงการประยุกต์ใช้สมการความจุที่เป็นไปได้ด้วยค่าที่แสดงในตารางที่ 2.4-1 ที่มีศักยภาพความจุแสดงเป็นยานพาหนะต่อชั่วโมง (คัน/ชม.) ในรูปแสดงให้เห็นว่ามีความจุที่เป็นไปได้เป็นผลตรงข้ามของอัตราการไหล $v_{c,x}$ แสดงเป็นอัตรารายชั่วโมงเช่นกันกับถนนสายรอง



ที่มา : Highway Capacity Manual

รูปที่ 2.5-1 ถนนสายหลักแบบสองช่องทาง



ที่มา : Highway Capacity Manual

รูปที่ 2.5-2 ถนนสายหลักแบบสี่ช่องทาง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิลาสินี (2554) ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของผู้ขับขี่ยานพาหนะบริเวณทางแยกในพื้นที่เขตเทศบานครราชสีมา วัตถุประสงค์คือวิเคราะห์หาค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical gap) ของผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์และรถยนต์นั่ง 4 ล้ออื่น ๆ บริเวณทางแยกในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาผลการศึกษาพบว่า ค่าช่องว่างวิกฤติสำหรับการเลี้ยวขวาจากทางหลักเข้าซอยอยู่ในช่วง 6 ถึง 9 วินาที ค่าช่องว่างวิกฤติสำหรับการกลับรถบนทางหลักมีค่าระหว่าง 5 ถึง 9 วินาที และ ค่าช่องว่างวิกฤติสาหรับการเลี้ยวซายออกจากซอยมีค่าระหว่าง 4 ถึง 10 วินาที

วิริยะ (2540) ทำการศึกษาเกี่ยวกับจุดกลับรถแบบยกระดับถนนพหลโยธินช่วง กม. 33 +000 ถึง กม. 52 + 000 โดยถนนพหลโยธินเป็นทางหลวงสายหลักที่มีปริมาณจราจรสูงสุดและมียานพาหนะที่ต้องการเลี้ยวกลับในจุดกลับรถเป็นจำนวนมากบริเวณจุดกลับรถแบบเปิดเกาะกลางบนถนนพหลโยธินในช่วง กม. 33 + 000 ถึง กม. 52 + 000 ส่งผลให้การจราจรติดขัดจากการตัดกันของกระแสของยานพาหนะที่ต้องการจะเลี้ยวกลับ (U-turn) กับยานพาหนะที่วิ่งมาทางตรง จึงได้พิจารณาแก้ไขปัญหาการจราจรในช่วงบริเวณนี้ต้องดำเนินการปรับปรุงจุดกลับรถให้เป็นแบบยกระดับ

ธีระพล (2548) ได้ศึกษาลักษณะการจราจรบริเวณจุดกลับรถระยะห่างระหว่างยวดยานในขณะทำการกลับรถและค่าปรับแก้สภาพความคล่องตัวของรถชนิดต่าง ๆ ที่ทำการกลับรถบนจุดกลับรถในแนวราบเปรียบเทียบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ผลการศึกษาพบว่า ค่าระยะห่างระหว่างยวดยานในขณะทำการกลับรถ เท่ากับ 3.46 วินาที ค่าปรับแก้สภาพความคล่องตัวของรถมอเตอร์ไซค์เท่ากับ 2.07 รถยนต์เท่ากับ 4.47 รถบรรทุกขนาดกลางเท่ากับ 5.45 รถบรรทุกเท่ากับ 6.69 และ รถ trailer เท่ากับ 13.37 สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปเป็นข้อเสนอแนะในการวางแผนการปรับปรุงประสิทธิภาพจุดกลับรถในพื้นที่ศึกษา ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ทิพย์สุดา (2555) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่รถบริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟ จราจร ซึ่งมีวัตถุประสงค์คือ สามารถจำแนกพฤติกรรมการกลับรถของผู้ขับขี่ได้และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ มีผลต่อพฤติกรรมการกลับรถ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อศึกษาถึงระยะเวลารอคอยมีผลต่อพฤติกรรมการ กลับรถ ใช้กล้องวิดีโอในการเก็บข้อมูล จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ขนาดของช่องว่างระหว่างรถ ในทางสายหลักตำแหน่งของช่องจราจรของรถบนทางสายหลักที่กำลังจะมาถึงตำแหน่งของช่อง จราจรของรถบนทางสายหลักที่ผ่านจุดกลับรถออกไป และปริมาณจราจรขณะกลับรถ ส่งผลต่อ พฤติกรรมการกลับรถในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งสิ้น

3 การดำเนินการศึกษา

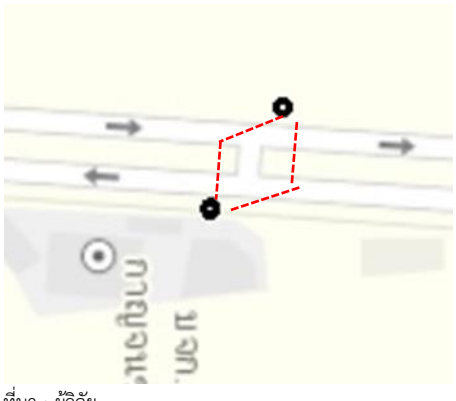
3.1 พื้นที่ศึกษาที่เลือกเพื่อทำการสำรวจ

จุดกลับรถที่ไม่มีช่องจราจรสำหรับรอเพื่อเข้าร่วมกระแสจราจรเมื่อกลับรถเสร็จ คือบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นที่ศึกษาเพราะเป็นบริเวณที่มีการขยายช่องทางจราจรเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมี นักเรียน นักศึกษาใช้เป็นจำนวนมากและในการใช้งานจริง ทั้งนักศึกษาและบุคลากรจำเป็นที่จะต้องชิดซ้ายทันทีหลังจากกลับรถเพื่อเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา อีกทั้งเป็นบริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟจรารให้กลับรถอีกด้วย โดยตั้งอยู่ถนนพุทธมณฑล สาย 5 หรือ ทางหลวงหมายเลข 3414

3.2 วิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาปริมาณการจราจรที่บริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร ทำการรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้กล้องวีดีโอ โดยจุดที่ทำการติดตั้งกล้องวิดีโอต้องสามารถมองเห็นตลอดพื้นที่การศึกษาและสามารถเห็นภาพของการกลับรถทั้ง 2 ฝั่งพร้อมทั้งระยะห่างที่ใช้ในวิเคราะห์การกลับรถได้อย่างชัดเจน ซึ่งได้ออกแบบช่วงเวลาที่จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลเวลา 07.00-09.00น. รวม 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 1 วัน คือวันพุธ โดยเหตุผลที่เลือกช่วงเวลาดังกล่าวในการเก็บข้อมูล คือ ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าจะมีปริมาณการจราจรที่คาดว่าจะสูงสุดในช่วงวันเนื่องจากช่วงเร่งด่วนเช้าจะมีนักศึกษาใช้เพื่อเข้าทางประตูหน้ามหาวิทยาลัยและช่วงเทียงวันจะมีรถเดินทางจากสถานีขนส่งพุทธมณฑล สาย 5 เข้ามาเพื่อกลับรถมุ่งหน้าถนนเพชรเกษมเป็นจำนวนมาก

ลักษณการตั้งกล้องบันทึกวิดิโอจะตั้งบริเวณทางเท้าทั้งสองฝั่งแล้วหันมุมกล้องกลับมาทางจุดกลับรถเพื่อให้เห็นรถยนต์ที่กลับรถและรถยนต์ทางตรงดังรูป



ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 3.1 การตั้งกล้องบันทึกวิดิโอ

3.3 การถอดข้อมูล

เมื่อทำการเก็บสำรวจข้อมูลด้วยกล้องบันทึกภาพวีดีโอจากภาคสนามบริเวณจุดกลับที่ทำการศึกษาได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจากกล้องวีดีโอนี้มาบันทึกลงไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการถอดข้อมูลและวิเคราะห์หาค่าขนาดของการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance) และ การปฏิเสธช่องว่าง(Gap Rejection) เพื่อนำข้อมูลการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance) และ การปฏิเสธช่องว่าง(Gap Rejection) ที่ได้นี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ หาค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical gap) อัตราการไหลบนถนนสายหลัก (Main flow) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการกระจายตัวของขนาดช่องว่างระหว่างรถและอัตราการไหลบริเวณจุกกลับรถ การเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (Follow-up time) และความจุการเลี้ยวหรือความสามารถรองรับปริมาณการจราจร (Turning capacity) ของการเลี้ยวขวาตัดกระแสจราจรบนทางสายหลัก

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลปริมาณจราจร เวลา 07.00-09.00น. รวมวันละ 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 1 วัน คือวันพุธ โดยเหตุผลที่เลือกช่วงเวลาดังกล่าวในการเก็บข้อมูล คือ ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและช่วงเทียงวันจะมีปริมาณการจราจรที่คาดว่าจะสูงสุดในช่วงวันเนื่องจากช่วงเร่งด่วนเช้าจะมีนักศึกษาใช้เพื่อเข้าทางประตูหน้ามหาวิทยาลัยและช่วงเทียงวันจะมีรถเดินทางจากสถานีขนส่งพุทธมณฑล สาย 5 เข้ามาเพื่อกลับรถมุ่งหน้าถนนเพชรเกษมเป็นจำนวนมากโดยมีการแปลงค่าเป็น PCU เทียบเท่ารถนั่ง 4 ล้อ จากงานวิจัยของ ธีระพล ลคาลลิตสกุล (2549). "การศึกษาลักษณะการจรารบริเวรณจุดกลับรถในแนวราบที่ไม่มีช่องๆ จราจรสำหรับการกลับรถ โดยองค์ประกอบของการหาความจุที่เป็นไปได้ $c_{p,x}$ = ความจุที่เป็นไปได้ของถนนสายรอง (คัน/ชม.) ,$v_{c,x}$ = กระแสจราจรที่ขัดแย้งกัน Conflicting Flow (คัน/ชม.) ,$t_{c,x}$ = ช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) เช่น เวลาต่ำสุดที่อนุญาตให้เข้าร่วมกระแส (วินาที) ,$t_{f,x}$ = เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (เช่น เวลาระหว่างการออกตัวรถคันแรกจากถนนสายรองและการออกตัวของรถคันถัดไป ในแถวรอ (วินาที)

เมื่อทราบค่าทั้งหมดแล้วนำมาเทียบกับกราฟที่กำหนดหากเทียบค่าแล้วได้สูงกว่าความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถกิโลเมตรที่ 9+500 บริเวณมหาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา บนถนนถนนพุทธมณฑล สาย 5 หรือ ทางหลวงหมายเลข 3414 จึงเป็นข้อบ่งชี้ในการปรับปรุงจุดกลับรถโดยทางผู้วิจัยได้เสนอเป็นการติดต้องสัญญาณไฟจราจรขึ้นมาเพื่อหยุดกระแสของรถทางตรงให้ตรงตามจุดประสงค์

4. วิเคราะห์ผล

4.1 วิเคราะห์ผลปริมาณการจราจร

การวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถบริเวณที่ทำการวิจัย โดยใช้การถอดข้อมูลจากการบันทึกภาพวิดีโอ ซึ่งจะนำข้อมูลปริมารการจราจรการกลับรถในแต่ละทิศทาง และปริมาณการจราจรรถทางตรง เพื่อหาตัวแปลอื่น ๆ ในสมาการ

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการจราจร ในช่วงเวลา 07.00-09.00 น.

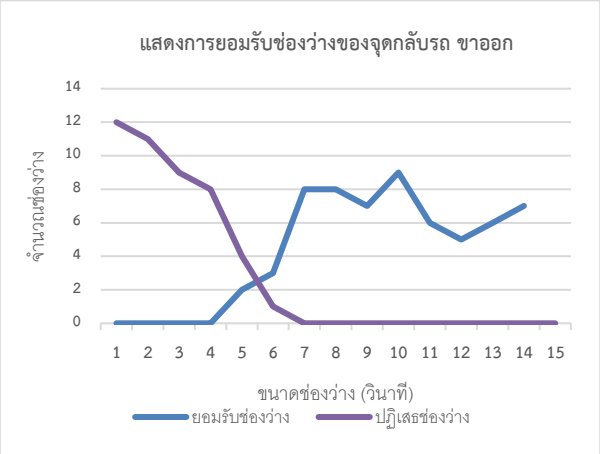
ปริมาณการจราจรรถทางตรง ในช่วงเวลา 07.00-09.00 น.			
ทิศทาง	**ชนิดยานพาหนะ**	**ปริมาณการจราจร**	**ค่าเทียบเท่ารถยนต์ขณะกลับรถ (PCU)**
ขาเข้ากรุงเทพ	Motorcycle : Mc	767	253
	Passenger Car : PCU	2048	2048
	Medium Truck : MT	15	30
	Heavy Truck : HT	44	110
รวม			2441
ขาออกกรุงเทพ	Motorcycle : Mc	557	184
	Passenger Car : PCU	1594	1594
	Medium Truck : MT	41	82
	Heavy Truck : HT	90	225
รวม			2085

ปริมาณการจราจรกลับรถ ในช่วงเวลา 07.00-09.00 น.			
ทิศทาง	**ชนิดยานพาหนะ**	**ปริมาณการจราจร**	**ค่าเทียบเท่ารถยนต์ขณะกลับรถ (EU)**
ขาเข้ากรุงเทพ	Motorcycle : Mc	446	178
	Passenger Car : PCU	2219	2219
	Medium Truck : MT	78	117
	Heavy Truck : HT	90	270
รวม			2784
ขาออกกรุงเทพ	Motorcycle : Mc	265	106
	Passenger Car : PCU	357	357
	Medium Truck : MT	11	28
	Heavy Truck : HT	10	30
รวม			521

ที่มา : ผู้วิจัย

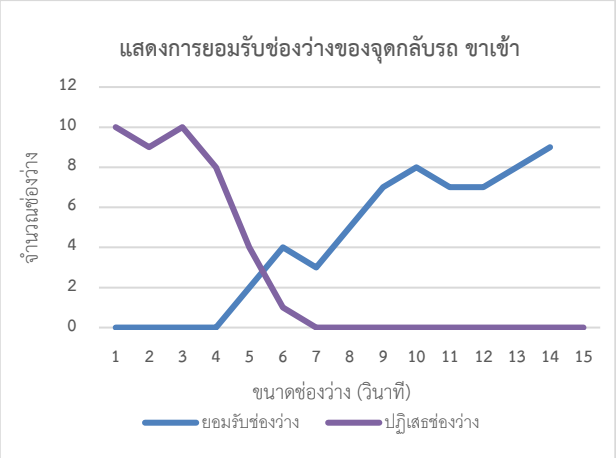
4.2 วิเคราะห์ผลการยอมรับช่องว่าง

การวิเคราะห์การยอมรับช่องว่างของผู้ขับขี่ในกระแสจราจรสายรอง เป็นการวิเคราะห์เวลาของผู้ขับขี่ตัดสินใจเข้าร่วมกระแสของถนนสายหลัก ในการวิเคราะห์จะวิเคราะห์จากรถยนต์นั่ง 4 ล้อเพียงประเภทเดียว จะมีการสำรวจทุก 15 นาทีใช้เวลาตรวจนับ 5 นาทีดังนั้นระยะเวลา 2 ชั่วโมง จะมีการสุ่มตรวจนับทั้งหมด 8 รอบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 4.1 การยอมรับช่องว่างของจุดกลับรถ ขาออก



ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 4.2 การยอมรับช่องว่างของจุดกลับรถ ขาเข้า

4.3 วิเคราะห์ผลค่าช่องว่างวิกฤติ และ เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ

การวิเคราะห์ผลการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะในตารางที่ 4.2 ค่าการเคลื่อนที่ตามกันของการกลับรถไม่มีเลยอันเนื่องมาจากยานพาหนะส่วนใหญ่เป็นรถยนต์ที่จอดรอซึ่งขณะที่รอเพื่อที่จะกลับรถอยู่นั้นได้มีการรอในลักษณะของกลุ่มยานพาหนะและเมื่อช่องว่างที่เกิดขึ้นเพียงพอสำหรับการกลับรถยานพาหนะจึงสามารถเคลื่อนที่ตามกันไปได้เป็นกลุ่มการเคลื่อนที่ตามกันทั้งช่วงเวลานั้นน้อยมากจนไม่สามารถประมาณค่าเป็น

ตัวเลขได้จึงใช้ค่ามาตราฐานของการเคลื่อนที่ตามกันให้มีค่าเท่ากับ 3.5 วินาที

การวิเคราะห์ผลช่องว่างวิกฤตจะเป็นการวิเคราะห์โดยใช้กราฟของการยอมรับและการปฏิเสธช่องว่างด้านบนในรูปที่ 4.1 และ 4.2 โดยศึกษาค่าที่กราฟ 2 เส้นตัดกัน ณ จุดตัดของกราฟจะแสดงผลเป็นค่าช่องว่างวิกฤติ

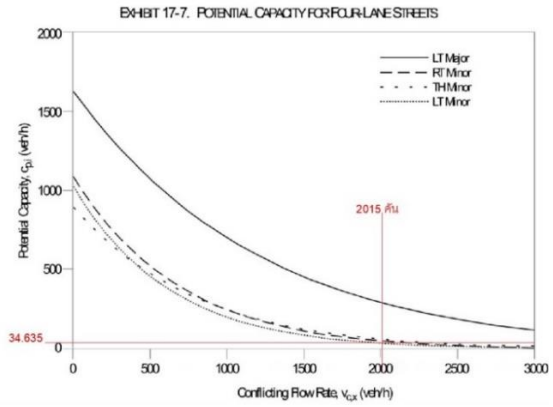
ตารางที่ 4.2 ค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) และ เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (follow-up time)

แสดงค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap) และ เวลาการเคลื่อนที่ตามกันของยานพาหนะ (follow-up time)		
ทิศทาง	**ค่าช่องว่างวิกฤติ (Critical Gap)**	**เวลาการติดตามกันของยานพาหนะ (follow-up time)**
ขาเข้า	6.42	3.5
ขาออก	6.46	3.5

ที่มา : ผู้วิจัย

4.4 วิเคราะห์ผลผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไป

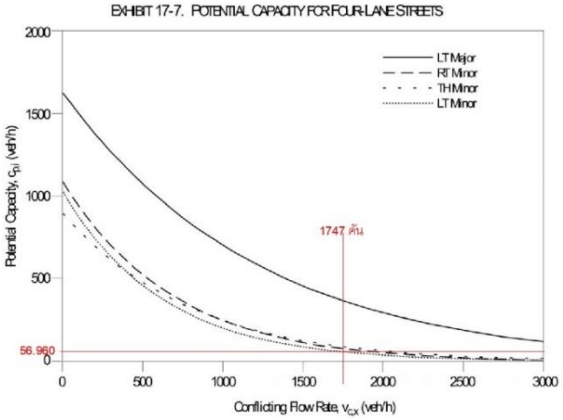
ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาเข้ากรุงเทพ



ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาเข้า

ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาออกกรุงเทพ



ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาออก

5. สรุปผล

จากผลสรุปได้ว่ามีปริมาณรถยนต์ต้องการการขับรถมากกว่าความจุที่เป็นไปได้จึงเกิดแถวรอคอยที่ยาวและใช้เวลานานในการรอกลับรถ ทั้งนี้การกลับรถมีการรอกันเป็นกลุ่มเพื่อรอช่องว่างที่ยอมรับได้จึงเกิดการตัดกระแสของรถทางตรงทำให้กระแสการจราจรเกิดการติดขัดในทิศทางเข้ากรุงเทพฯ ส่วนในทิศทางกลับกันคือออกจากกรุงเทพฯมีปริมาณรถยนต์อยู่ในเกณฑ์ความจุที่เป็นไปได้

จากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลพบรถจักรยานยนต์และรถยนต์ที่ต้องการกลับรถแล้วทำการชิดซ้ายเพื่อเข้าสถานศึกษาหรือหมู่บ้านจัดสรรทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเป็นอย่างสูงเพราะรถทางตรงส่วนใหญ่ใช้ความเร็วในการสัญจรและมีการบดบังจากแถวรอคอยการกลับรถซึ่งมีรถเป็นจำนวนมากทำให้ยากต่อการตัดสินใจในการขับรถของผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดังรูปที่ 5.1

ที่มา : ผู้วิจัย

รูปที่ 5.1 การรอตัดกระแสของรถทางตรงเพื่อเข้าท่องทางซ้าย

5.1 ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาเข้ากรุงเทพ

ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาเข้ากรุงเทพได้ 2015 คันต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณรถยนต์ที่กลับมีปริมาณที่ปรับแก้แล้ว 2784 คันต่อชั่วโมง จึงเกินความจุที่เป็นไปได้

5.2 ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาออกกรุงเทพ

ผลการวิเคราะห์ความจุที่เป็นไปได้ของจุดกลับรถขาออกกรุงเทพ ได้ 1747 คันต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณรถยนต์ที่กลับมีปริมาณที่ปรับแก้แล้ว 521 คันต่อชั่วโมง จึงอยู่ในความจุที่เป็นไปได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปพบว่ามีปริมาณความต้องการในการกลับรถมากกว่า ความจุที่รองรับได้ ในการศึกษาครั้งต่อไป เห็นควรจะทำการศึกษาผลกระทบด้านจราจรในกรณีเพิ่มความจุในจุดกลับรถ เช่น การเพิ่มจำนวนช่องกลับรถ ในทิศทางขาเข้ากรุงเทพฯ ในส่วนปัญหานักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องกลับรถแล้วชิดซ้ายทันทีมีการตัดกระแสจราจรของรถทางตรงเป็นจำนวนมาก ในการศึกษาครั้งต่อไป เห็นควรจะทำการศึกษาออกแบบสัญญาณไฟจราจรจุดกลับรถเพื่อเป็นการหยุดกระแสของรถทางตรงเพื่อให้ผู้ขับกลับรถไม่ต้องหาจังหวะในการร่วมเข้าร่วมกระแสเองเพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.ณรงค์ กุหลาบ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับ ทฤษฎี รวมไปถึง ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยทั้งหมด อีกทั้งท่านอาจารย์อื่นๆที่สำคัญต่อการดำเนินงานวิจัย ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา ที่ให้โอกาสให้การศึกษา และ ขอขอบคุณท่าน บิดามารดาที่สนับสนุนในการศึกษาอย่างเต็มที่ตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

[1] วิลาสินี (2554) “พฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของผู้ขับขี่ยานพาหนะ บริเวณทางแยกในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[2] วิริยะ (2540) วิริยะ เกิดสุข (2540). “การศึกษาเกี่ยวกับจุดกลับรถแบบยกระดับถนนพหลโยธินช่วงกม. 33+000 ถึง กม. 52 +000.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] ทิพย์สุดา (2555) การศึกษาพฤติกรรมการขับขี่บริเวณจุดกลับรถที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[4] รณฤกษ์ รองในเมือง บุญญฤทธิ์ ฤทธิ์เดช (2560) การศึกษาการยอมรับช่องว่างวิกฤตสำหรับจุดกลับรถในเขตชุมชน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[5] คู่มือมาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจร สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ตุลาคม 2559

[6] องค์ความรู้ประกอบการสอบเลื่อนระดับเป็นสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา หมวดวิชาวิศวกรรมขนสง สภาวิศวกร มิถุนายน 2558

[7] Raff, M.S., and Hart J.W. (1950). A Volume Warrant for Urban Stop Signs, the Eno Foundation for Highway Traffic Control, Saugatuck, Connecticut, 1950

[8] Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2000. ISBN 0-309-06681-6.