

การศึกษาประสิทธิภาพการระบายรถสูงสุดของจุดกลับรถ (U-Turn) ที่มีการป้องกันจากรถทางตรง

STUDY OF MAXIMUM CAR RETURN EFFICIENCY OF THE CAR (U-TURN) WHICH IS
POTECTED FROM THE CAR DIRECTLY

นายอิทธิพัทธ์ อนันตกุลจิรโชติ

นายณฐเบศ พนกานต์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2561

STUDY OF MAXIMUM CAR RETURN EFFICIENCY OF THE CAR (U-TURN) WHICH IS
POTECTED FROM THE CAR DIRECTLY

Mr. ITTHIPAT ANANTAKOOLJIRACHOT

Mr. NARUBET PANAKAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

BURAPHA UNIVERSITY 2018

ฝ่ายผู้สำรวจงาน: การศึกษาและสถิติสภาพการของโรงเรียนสูงสุดของกรุงเทพมหานคร การป้องกันและปราบปรามการ
 โจร: นายสิทธิพิทักษ์ จันทะบุตศิริโชติ
 นายณัฐพงศ์ หอมกานต์
 อาวุธ: โสภณธรรมโสธร
 วิชาการ: ๒๕๖๑
 อาจารย์ที่ปรึกษา: หอมกานต์ บุณยธรรม

ภาควิชา โสภณธรรมโสธร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร
 เก็บสำเนาแจ้งของงานศึกษาและสถิติสูงสุดของโรงเรียนสูงสุดของกรุงเทพมหานครไว้ด้วย


 หัวหน้าภาควิชาโสภณธรรมโสธร
 (ดร.จางกูร หอมกานต์)


 อาจารย์ที่ปรึกษา
 (ดร.ณัฐพงศ์ บุณยธรรม)

คณะกรรมการสอบผลงาน


 ประธานกรรมการ
 (ดร.ณัฐพงศ์ บุณยธรรม)


 กรรมการ
 (ดร.ดร.วิชัย อำนวยกิจ)


 กรรมการ
 (ดร.ดร.วิชัย อำนวยกิจ)

บทคัดย่อ

จากสถิติตัวเลขจำนวนอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย พบว่ามีปริมาณที่สูงมาก ที่เกิดขึ้นบริเวณจุดกลับรถ (U-turn) ในปัจจุบัน เพื่อช่วยในการป้องกันและลดโอกาส รวมถึงความรุนแรงของอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ ทางกรมทางหลวงหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบทางถนน ได้ที่มีการป้องกันรถทิศทางตรง โดยมีการสร้างเกาะเพื่อแยกทิศทางสำหรับรถเลี้ยว และมีการเบี่ยงรถทิศทางตรงเพื่อเพิ่มรัศมีโค้งให้รถเลี้ยว การศึกษาในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความสามารถในการระบายรถของจุดกลับรถที่มีการป้องกันรถจากทางตรง และนำค่าการระบายรถมาเปรียบเทียบกับที่รัศมีโค้งที่แตกต่างกัน

การเก็บมูลในการศึกษานี้ จะใช้ข้อมูลในช่วงที่มีการไหลอิมตัวบริเวณจุดกลับรถ และรถมีแถวคอยยาว มีการใช้การตั้งกล้องเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลภาพ จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาความสามารถในการระบายได้สูงสุดของจุดกลับรถ ที่มีรัศมี ต่างๆกัน ในการศึกษานี้ได้ทำการสำรวจจุดกลับรถ จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ จุดกลับรถ ณ แยกถนนบุรีศึกษาถนนรามคำแหง จุดกลับรถใกล้แยกศูนย์พอร์ทถนนประเสริฐมนูกิจ จุดกลับรถแหลมเจริญซีฟู้ด ถนนรามอินทรา จุดกลับรถใกล้ห้างแฟชั่นไอซ์แลนด์ และ จุดกลับรถ ส.วรกิจ ถนนสุขุมวิท ชลบุรี

ผลการศึกษาพบว่าที่รัศมีวงเลี้ยวอย่างน้อย 7.5 เมตรขึ้นไปจะส่งผลให้มีการระบายรถสูงสุดและมีความปลอดภัยเนื่องจากการกลับรถจะไม่ติดกับรถจากกระแสทางตรง และความสามารถในการระบายรถของจุดกลับรถที่มีรัศมี 7.5 เมตรขึ้นไป จะทำได้อยู่ที่ประมาณ 1,000 ถึง 1,250 คัน/ชั่วโมง

Abstract

Based on road accident statistics collected by Department of Highway (DOH), it was found out that accident at the midblock U-turn is one of the major accident locations with both quantity and severity. One of the idea handling with this accident from road authority was to provide the barrier to separate between the turning vehicles and the mainline vehicles. However, the minimum of this U-turn and capability of discharge rate was still not explicit. Therefore the objective of this study are to find out the minimum radius for U-turn vehicles that could make a turn without interrupt from the mainline flow and also find out the discharge rate at this kind of U-turn.

There were 5 U-turn locations selected for this study. These U-turn are different in term of radius but all of them have the same type of U-turn which mean they have the barrier protect the U-turn vehicles from the mainline vehicles. The results of the study found out that the required radius for this type of U-turn needs at least 7.5 meters and the capacity of throughput of this kind of U-turn could handle the traffic between 1,000 – 1250 vehicle/hr.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการศึกษาประสิทธิภาพการระบายรถสูงสุดของจุดกลับรถ (U-Turn) ที่มีการป้องกันจากรถทางตรงฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความสนับสนุนจากหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ แนะนำ คณะผู้จัดทำจึงอยากขอขอบพระคุณบุคลากรและองค์กรต่างๆ อันเป็นผู้มีพระคุณยิ่งที่ให้การสนับสนุนอาทิเช่น

ดร.นพคุณ บุญกระพือ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา

คณาจารย์ท่านอื่น ๆ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา และผู้เกี่ยวข้องทุก ๆ ท่าน ที่สละเวลาให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ต่องานปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นที่มีประโยชน์ต่องานปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ อีกทั้งผู้ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณดีและเกียรติคุณให้กับท่านอาจารย์ และมหาวิทยาลัยบูรพา ที่คณะผู้จัดทำได้ศึกษาเล่าเรียนอยู่นี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ได้ให้การสนับสนุนกำลังทรัพย์ และกำลังใจด้วยดีที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

อิทธิพัทธ์ อนันตกุลจิรโชติ

นฤเบศ พนากานต์

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
ใบรับรองโครงการปริญญานิพนธ์	ค
บทคัดย่อ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1	1
1.1. ที่มาและความสำคัญ	1
1.2. จุดประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3. ขอบเขต	3
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	4
กล่าวนำ	4
2.1 การไหลอิมตัว	5
2.2 ขนาดความกว้างของเกาะกลาง	10
2.3 รัศมีการเลี้ยว	12
2.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	16
บทที่ 3	18
3.1 งานรวบรวมข้อมูล	18
3.2 งานลงพื้นที่เก็บข้อมูล	20
3.3 สถานที่ศึกษาและช่วงเวลาเก็บข้อมูล	23
3.4 การเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอ	25
3.5 วิเคราะห์ข้อมูล	27

สารบัญ(ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	28
จุดที่ 1 แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง	28
จุดที่ 2 แยกศูนย์พอร์ด ถนนประเสริฐมนูกิจ	31
จุดที่ 3 แยก แหลมเจริญชีฟูต ถนน รามอินทรา	34
จุดที่ 4 แยก แฟชั่นไอส์แลนด์	37
จุดที่ 5 แยก ส.วรกิจ ถนน สุขุมวิท จังหวัดชลบุรี	40
การเปรียบเทียบข้อมูล	43
บทที่ 5	45
สรุปภาพรวมประสิทธิภาพการระบายรถของจุดกลับรถ	45
สรุปปริมาณเสียเวลาโค้งที่ปลอดภัยและเหมาะสมที่สุด	46
สรุปความเหมาะสมของรูปแบบจุดกลับรถใหม่	47
ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก	50
ภาคผนวก ข	55
ประวัติผู้เขียน	58

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 ปัญหาบริเวณจุดกลับรถ บริเวณเปิดเกาะกลางถนน ที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ	1
รูปที่ 1.2 แนวทางการแก้ไขของเจ้าหน้าที่จราจร	1
รูปที่ 1.3 รูปแบบการเพิ่มความปลอดภัย ให้กับจุดเปิดเกาะกลางสำหรับกลับรถ	2
รูปที่ 2.1 รูปแบบที่กลับรถที่ไม่มีการป้องกัน	4
รูปที่ 2.2 รูปแบบจุดกลับรถที่มีการป้องกัน	4
รูปที่ 2.3 แสดงการจราจรที่มีการไหลอ้อมตัวบริเวณจุดกลับรถ	5
รูปที่ 2.4 กราฟแสดงอัตราการไหล	6
รูปที่ 2.5 รูปลักษณะของการเลี้ยว	12
รูปที่ 2.6 แสดงเส้นทางรัศมีการเลี้ยวมาตรฐานของรถยนต์ส่วนบุคคล	15
รูปที่ 3.1 รูปแบบที่กลับรถที่ไม่มีการป้องกัน	19
รูปที่ 3.2 รูปแบบจุดกลับรถที่มีการป้องกัน	19
รูปที่ 3.3 ภาพการติดตั้งอัติโนมัติ	20
รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายมุมสูงมีรถบรรทุกในแถวคอยกลับรถ	21
รูปที่ 3.5 ระยะการวัดรัศมีโค้ง	22
รูปที่ 3.6 ภาพจากgoogle map ตำแหน่งจุดที่ทำการศึกษา	23
รูปที่ 3.7 แยก ส.วรกิจ ชลบุรี	24
รูปที่ 3.8 แสดงการแยกข้อมูลชั้นที่ 1	25
รูปที่ 3.9 แสดงการแยกข้อมูลชั้นที่ 2	25

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.10 แสดงการแยกข้อมูลชั้นที่ 3	26
รูปที่ 3.11 แสดงการแยกข้อมูลชั้นที่ 4	26
รูปที่ 4.1 รูปภาพจาก google map แยก ชนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง	28
รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก ชนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง	29
รูปที่ 4.3 รูปภาพจาก google map แยกศูนย์ฟอร์ด ถนนประเสริฐมนูกิจ	31
รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยกศูนย์ฟอร์ด ถนนประเสริฐมนูกิจ	32
รูปที่ 4.5 รูปภาพจาก google map แยก แหลมเจริญชีฟูด ถนน รามอินทรา	34
รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก แหลมเจริญชีฟูด ถนน รามอินทรา	35
รูปที่ 4.7 รูปภาพจาก google map แยก แฟชั่นไอส์แลนด์	37
รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก แฟชั่นไอส์แลนด์	38
รูปที่ 4.9 รูปภาพจาก google map แยก ส.วรกิจ	40
รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก ส.วรกิจ	41
รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์การระบายรถสูงสุดกับรัศมีเลียวกัง	44

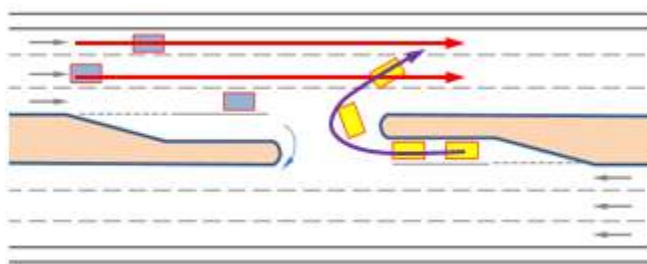
สารบัญตาราง

หัวข้อ	หน้า
ตารางที่ 2.1.1 ปริมาณการจราจรอ้อมตัวต่อความกว้างถนน	6
ตารางที่ 2.1.2 การไหลอ้อมตัวพื้นฐาน ในแต่ละกลุ่มสภาวะแวดล้อมและรูปแบบของการจราจร	7
ตารางที่ 2.2.1 ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกลับรถบนถนนสายหลัก	10
ตารางที่ 2.2.2 ความกว้างขั้นต่ำ(ฟุต)ของเกาะกลางกลับรถ4ช่องจราจร	11
ตารางที่ 2.3.1 ตารางขนาดและรัศมีการเลี้ยวของรถยนต์	13
ตารางที่ 2.3.2 ตารางบอกความกว้าง ความยาว และรัศมีวงเลี้ยว ของรถยนต์ในประเทศไทย	14
ตารางที่ 4.1 ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 1 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ	30
ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 2 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ	33
ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 3 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ	36
ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 4 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ	39
ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 5 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ	42
ตารางที่ 4.6 ตารางผลการศึกษาข้อมูล	43

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากสถิติตัวเลขจำนวนอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทยนั้นมีการสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งทางร่างกายและทรัพย์สินนั้นมีปริมาณที่สูงมาก อุบัติเหตุทางถนนบริเวณจุดกลับรถ (U-turn) เป็นอีกบริเวณบนทางหลวงที่มีตัวเลขสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่สูง รองจากบริเวณทางตรงและทางโค้ง จากสถิติอุบัติเหตุกรมทางหลวงย้อนหลังปี พ.ศ. 2557 – 2559 พบว่าอุบัติเหตุบริเวณจุดเปิดเกาะกลางเพื่อการกลับรถมีปริมาณที่มากกว่า 800 ครั้งต่อปี ซึ่งจุดกลับรถบริเวณจุดเปิดเกาะกลางถนนนี้ ถูกพิจารณาว่าเป็นจุดที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายและส่วนมากเมื่อเกิดอุบัติเหตุจะมีความรุนแรง โดยทั่วไปแล้วอุบัติเหตุจะเกิดจาก การวิ่งตัดกระแสจราจรกับรถทางตรงที่มีความเร็วสูง ดังแสดงในรูปที่ 1.1



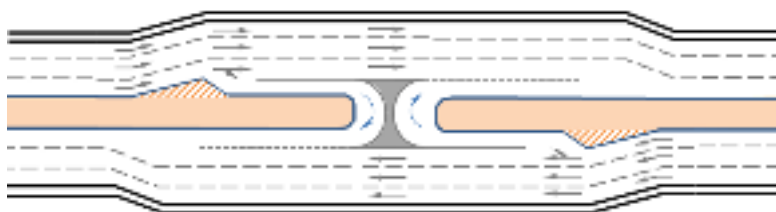
รูปที่ 1.1 ปัญหาบริเวณจุดกลับรถ บริเวณเปิดเกาะกลางถนน ที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ

ในปัจจุบันแนวทางการเพิ่มความปลอดภัยให้กับจุดกลับรถบริเวณเกาะกลางถนน เพื่อช่วยในการป้องกันและลดโอกาส รวมถึงความรุนแรงของอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ โดยมีรูปแบบการแก้ปัญหาแบบชั่วคราว เช่น การใช้กรวยจราจร (Traffic cone) การใช้กำแพงพลาสติก (Portable barrier) ในการจัดช่องจราจรและป้องกันการชนจากรถทางตรง ดังแสดงในรูปที่ 1.2 เป็นต้น



รูปที่ 1.2 แนวทางการแก้ไขของเจ้าหน้าที่จราจร

สำหรับแนวทางแก้ไขปัญหายที่ยั่งยืน และใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมทางเข้าช่วย ทางกลมทางหลวงแขวงทางหลวงชลบุรี ได้มีการทดลองออกแบบจุดกลับรถ ที่มีการป้องกันรถทิศทางตรง โดยมีการสร้างเกาะเพื่อแยกทิศทางสำหรับรถเลี้ยว และมีการเบี่ยงรถทิศทางตรงเพื่อเพิ่มรัศมีโค้งให้รถเลี้ยว อีกทั้งมีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น รายละเอียดจุดกลับรถดังกล่าวแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 รูปแบบการเพิ่มความปลอดภัย ให้กับจุดเปิดเกาะกลางสำหรับกลับรถ

จากเหตุผลดังกล่าวในช่วงต้นฉบับจะมีการแก้ปัญหาจุดกลับรถโดยอาศัยรูปแบบนี้เพิ่มมากขึ้น ทั้งในเขตเมืองและนอกเขตเมือง แต่ข้อมูลผลการวิจัยทางด้านความสามารถในการระบายการจราจร ณ จุดกลับรถรูปแบบนี้ ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นโครงการศึกษานี้ จึงต้องการวิเคราะห์ว่าการปรับปรุงจุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรงนี้มีความสามารถช่วยในการระบายการจราจรสำหรับรถที่ต้องการกลับรถได้มากน้อยเพียงไร ในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือภายใต้สภาวะที่อิ่มตัว (Saturated condition) ซึ่งในเบื้องต้น การศึกษาจะมีการเก็บสำรวจข้อมูลด้านการระบายการจราจร ณ จุดกลับรถลักษณะนี้ จำนวน 5 ตำแหน่ง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการระบายการจราจรสูงสุด (Maximum discharge rate at protected U-turn)

1.2 จุดประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ความสามารถระบายรถสูงสุด ของรถเลี้ยว ณ จุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรง (Maximum discharge rate at protected U-turn)

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระบายรถสูงสุด ของรถเลี้ยว ณ จุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรง ที่รัศมีเลี้ยวแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขต

โดยขอบเขตของโครงการจะทำการศึกษา จะทำการสำรวจจุดกลับรถ ที่มีการป้องกันรถทิศทางตรง จำนวนอย่างน้อย 5 สถานที่ ซึ่งอาจอยู่ทั้งภายในเขตเมืองและนอกเขตเมือง โดยการศึกษานี้จะไม่พิจารณาถึงผลกระทบของปริมาณรถทางตรง หรือ ปริมาณช่องว่างวิกฤต (Critical acceptance gap) ของการจราจรในทิศทางตรงข้าม การศึกษาจะพิจารณารถยนต์ส่วนบุคคลเท่านั้น โดยไม่พิจารณาการกลับรถของรถบรรทุก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบสมรรถภาพความจุหรือความสามารถในการระบายการรถสูงสุด ณ จุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรง
- สามารถแนะนำรูปแบบจุดกลับรถ หรือจำนวนช่องจุดกลับรถที่เหมาะสมกับปริมาณรถแล้วได้
- ทราบถึงรัศมีวงเลี้ยวแคบที่สุดที่จะทำให้ รถทางตรงไม่มีผลต่อรถที่ต้องการเลี้ยวกลับรถ

บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กล่าวนำ

รูปแบบจุดกลับรถในปัจจุบันจะเป็นการกลับรถแบบตัดกระแสกับรถทางตรง ซึ่งการกลับรถแบบนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูง เพราะการกลับรถแบบตัดกระแสกับรถทางตรงจะต้องรอรยะห่างและความเร็วจากรถที่วิ่งทางตรงจึงจะสามารถตัดสินใจในการกลับรถ ซึ่งถ้าระยะห่างและความเร็วของรถทางตรงส่งผลให้ไม่สามารถกลับรถได้ ก็จะทำให้รถที่จะกลับรถต้องรอคิวกลับรถและเกิดการจราจรติดขัดจากจุดกลับรถ จึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพของจุดกลับรถให้มีความปลอดภัยและความสามารถในการระบายรถให้ดียิ่งขึ้นโดยการสร้างบล็อกคอนกรีตในการจัดช่องจราจรและป้องกันการชนจากรถทางตรง โดยทั่วไปปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการกลับรถรูปแบบจุดกลับรถแบบบล็อกคอนกรีต มีดังนี้

1. รัศมีวงเลี้ยว ซึ่งในกรณีศึกษาจะเป็นการกลับรถแบบ 180 องศา ค่ารัศมีเลี้ยวก็จะขึ้นอยู่กับความยาวของรถหรือชนิดของรถด้วย

2. ขนาดความกว้างของเกาะกลาง ปัจจัยด้านจำนวนช่องจราจรนั้นส่งผลต่อสมรรถภาพในการกลับรถ เช่น ถนนสายหลัก 4 ช่องจราจรอาจจำเป็นต้องมีการขยายช่องทำเพื่อในการกลับรถ ในช่องทางที่ติดกับช่องทางด้านนอกสุดหรือมีทางช่วยรูปที่จับเหยือก แต่ในกรณีถนนหลัก 6 ช่องจราจรอาจไม่จำเป็นต้องมี โดยจำเป็นต้องพิจารณาความกว้างของเกาะกลางประกอบด้วย

ซึ่งผลกระทบโดยตรงที่มีผลต่อความจุของจราจรที่กลับรถ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพ สามารถทราบได้จากการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการไหลอ้อมตัว



รูปที่ 2.1 รูปแบบที่กลับรถที่ไม่มีการป้องกัน



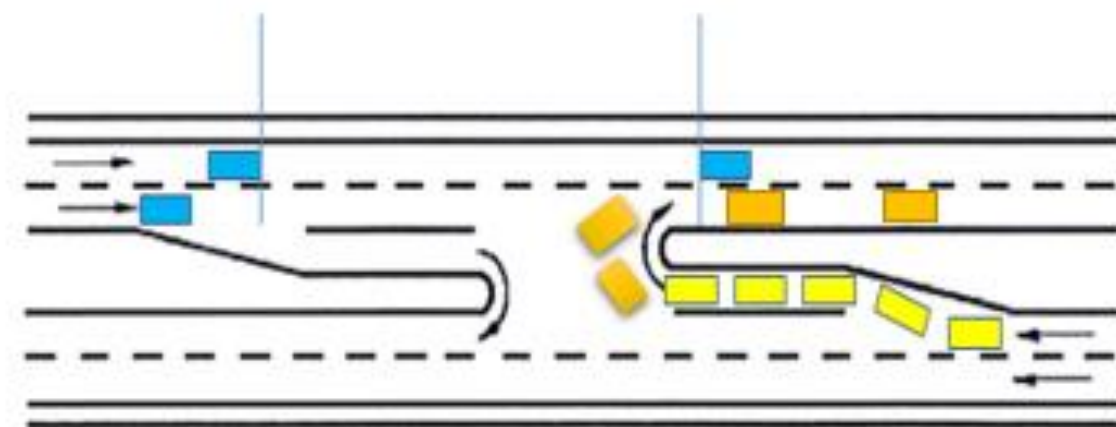
รูปที่ 2.2 รูปแบบจุดกลับรถที่มีการป้องกัน

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการระบายรถที่จุดกลับรถ (U-turn) และสถิติที่ใช้ในงานวิจัยการไหลของกระแสจราจรเบื้องต้นบนท้องถนนทั่วไปจะมีสภาพการจราจรแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งในการวิจัยนี้จะเน้นศึกษาไปที่ช่วงเวลาที่อัตราการไหลสูงที่สุดซึ่งประกอบด้วยดังนี้

2.1 การไหลอ้อมตัว

คือการวัดค่าสมรรถนะในภาพรวม ซึ่งเป็นการวัดความจุแบบอุดมคติ ให้คำนิยามไว้ว่า คือปริมาณจราจรสูงสุดที่เคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุด ในช่วงไฟเขียวประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อเริ่มไฟเขียว รถคันแรกๆ จะใช้เวลาช่วงหนึ่งในการตอบสนองเพื่อออกตัว ซึ่งอัตราการไหลผ่านนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงจุดที่มากที่สุด จะไม่มากไปกว่านี้อีกแล้ว รถจะเคลื่อนผ่านด้วยอัตราเร็วที่คงที่ เป็นช่วงที่กราฟ จะกลับเข้าสู่แนวราบ แล้วจะเริ่มลดลงเมื่อหมดสถานะอ้อมตัว คือเมื่อเริ่มไฟเหลือง และหยุดเมื่อไฟแดง ค่าการไหลอ้อมตัวจะเท่ากับความจุของเส้นกราฟ

การไหลอ้อมตัวของการจราจรเป็นอัตราการไหลสูงสุดของการจราจรที่จะสามารถผ่านทางนั้นได้ภายใต้สภาพการจราจรและทางที่เป็นอยู่ โดยสมมติว่าในช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวยาวนานที่อยู่ในแถวคอยเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องโดยทั่วไป การไหลอ้อมตัวของการจราจรมักกล่าวเป็นคันต่อชั่วโมง



รูปที่ 2.3 แสดงการจราจรที่มีการไหลอ้อมตัวบริเวณจุดกลับรถ

ในกรณีเป็นแยกมีไฟจราจร ในช่วงไฟเขียวประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อเริ่มไฟเขียว รถคันแรกๆ จะใช้เวลาช่วงหนึ่งในการตอบสนองเพื่อออกตัว ซึ่งอัตราการไหลผ่านนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงจุดที่มากที่สุด จะไม่มากไปกว่านี้อีกแล้ว รถจะเคลื่อนผ่านด้วยอัตราเร็วที่คงที่ เป็นช่วงที่กราฟ จะกลับเข้าสู่แนวราบ แล้วจะเริ่มลดลงเมื่อหมดสถานะอิมตัว คือเมื่อเริ่มไฟเหลือง และหยุดเมื่อไฟแดง



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงอัตราการไหล

จากคู่มือและเครื่องหมายมาตรฐานเครื่องหมายจราจร,สำนักงานนโยบายแผนการขนส่งและจราจร (สนข.),กระทรวงการคมนาคม,2546 ปริมาณจราจรอิมตัว คือ ปริมาณจราจรที่เคลื่อนที่ไปได้คงที่สูงสุด หลังจาก 2-3 วินาทีแรกหลังปล่อยไฟเขียวซึ่งมีค่าปริมาณจราจรอิมตัวตามค่าความกว้างของถนน ดังแสดงในตาราง 2.1.1

ความกว้างของช่องจราจร (ม.)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	-	-
จำนวนช่องจราจรเลี้ยวขวา	-	-	-	-	-	1	2
ปริมาณจราจรอิมตัว (คันต่อชั่วโมง)	1840	1885	1960	2210	2575	1600	2700

ตารางที่ 2.1.1 ปริมาณการจราจรอิมตัวต่อความกว้างถนน

การไหลอิมตัวพื้นฐาน

การไหลอิมตัวพื้นฐานที่ทางแยกสัญญาณไปจราจรปกติจะอยู่ในรูปของหน่วยรถยนต์ส่วนบุคคลที่แล่นผ่านตัวชั่วโมง โดยจำแนกตามสภาวะแวดล้อมและประเภทของช่องทางจราจรโดยค่าพื้นฐานจะแสดงไว้ในตารางที่

2.1.2

กลุ่มของสภาพแวดล้อม	รูปแบบช่องจราจร		
	1	2	3
A	1850	1810	1700
B	1700	1670	1570
C	1580	1550	1270

ตารางที่ 2.1.2 การไหลอิมตัวพื้นฐาน ในแต่ละกลุ่มสภาวะแวดล้อมและรูปแบบของการจราจร
ที่มา : Akcelik (1981)

โดยที่กลุ่มของสภาพแวดล้อม ได้แก่

กลุ่ม A เป็นสภาพในอุดมคติ มีการเคลื่อนที่อิสระของยานพาหนะทั้งที่เข้ามาและออกไป รวมทั้งทัศนียภาพการมองเห็นดีและเกือบจะไม่มี การรบกวนกระแสดจราจร

กลุ่ม B เป็นสภาพโดยเฉลี่ย รวมถึงลักษณะทางด้านเรขาคณิตและทางแยกที่เหมาะสม มีคนเดินเท้าเล็กน้อยถึงปานกลาง มีการรบกวนกระแสดจราจรบางส่วน

กลุ่ม C เป็นสภาพที่แย่ มีคนเดินเท้าจำนวนมาก ทัศนวิสัยแย่มาก มีการรบกวนกระแสดการจราจรอย่างต่อเนื่อง

รูปแบบของช่องจราจร

รูปแบบที่ 1 ช่องจราจรแล่นตรงเท่านั้น

รูปแบบที่ 2 ช่องจราจรเลี้ยวได้ เป็นช่องเลี้ยวซ้ายหรือขวา หรือใช้เป็นช่องจราจรร่วมกับรถแล่นตรง โดยมีรัศมีวงเลี้ยวที่เพียงพอและละทิ้งการรบกวนระหว่างคนเดินเท้ากับรถที่เลี้ยว

รูปแบบที่ 3 ช่องการจราจรโดยมีข้อกำหนด ได้แก่ช่องจราจรคล้ายประเภทที่ 2 แต่มีรัศมีเลี้ยวขนาดเล็ก มีการรบกวนระหว่างคนเดินเท้ากับการเลี้ยวของยานพาหนะ

Chang Chien (1978) ศึกษาอัตราการไหลอิมัตว์ที่ทางแยกสัญญาณไฟกรุงเทพมหานคร จำนวน 9 แห่งรวม 17 ด้านของทางแยก พบว่าอัตราการไหลอิมัตว์เฉลี่ยช่วงความกว้าง 2.80 – 3.50 เมตร มีค่าเท่ากับ 1980 ± 206 คันรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมงเวลาไฟเขียว

Khaled Hamad and Hassan Abu-Hamda กล่าวว่าอัตราการไหลอิมัตว์เป็นตัวแปรสำคัญในการประมาณค่าของจุดตัดสัญญาณความจุ HCM กำหนดอัตราการไหลอิมัตว์เป็นคันต่อชั่วโมง แต่เมื่อสมมติว่ามีสัญญาณสีเขียวอยู่ตลอดเวลาการวัดอัตราการไหลอิมัตว์จะเป็นสิ่งท้าทายวิศวกรที่ทำการวัดได้

(Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington, D.C., 2000) มีการศึกษาและเก็บข้อมูลเพื่อทราบอัตราการไหลอิมัตว์รวมไปถึงค่าเสียเวลาเริ่มต้นของการเคลื่อนตัวบนทางแยกสัญญาณไฟกันอย่างแพร่หลายโดยประมาณ 1900 คันต่อชั่วโมงของไฟเขียวต่อช่องจราจร

2002 Ibrahim et. al. ได้ศึกษาประมาณค่า Ideal Saturation Flow ที่บริเวณทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรภายใต้ Malaysian Road Conditions ซึ่งได้ใช้วิธีการวัดอัตราการไหลอิมัตว์แบบ Road Research Laboratory ปี 1963 ซึ่งค่าอัตราการไหลอิมัตว์เฉลี่ยนั้นขึ้นกับความกว้างช่องจราจร

Garber and Hoel (1996) การไหลอิมัตว์ของการจราจร (Saturation Flow Rates) และเวลาที่สูญเสีย (Lost Time) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการวิเคราะห์เวลาสัญญาณไฟ โดยเวลาที่สูญเสียเป็นเวลาที่สูญเสียไปในช่วงเริ่มต้นของสัญญาณไฟเขียวก่อนที่ยานยนต์จะเริ่มเคลื่อนที่ผ่านทางแยกพร้อมกับเวลาที่สูญเสียไปในช่วงสิ้นสุดสัญญาณไฟเขียว การไหลอิมัตว์ของการจราจรเป็นอัตราการไหลสูงสุดของการจราจรที่จะสามารถผ่านทางนั้นได้ภายใต้สภาพการจราจรและทางที่เป็นอยู่โดยสมมติว่าในช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวยานยนต์อยู่ในแถวคอยเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไป การไหลอิมัตว์ของการจราจรมักกล่าวเป็นคันต่อชั่วโมงเวลาไฟเขียว ในกรณีไม่มีข้อมูลอัตราการไหลอิมัตว์ของการจราจรต่อช่องทาง ให้ใช้ค่าอัตราการไหลอิมัตว์เท่ากับ 1800 1700 และ 1600 คันต่อชั่วโมงเวลาไฟเขียวสำหรับช่องทางตรงไป ช่องทางเลี้ยวซ้าย และช่องทางเลี้ยวขวา ตามลำดับ

วิลาสินี (2545) ศึกษาผลกระทบรถจักรยานยนต์ต่ออัตราการไหลอ้อมตัวของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่องจราจรทิศทางตรง ที่ทางแยกสัญญาณไฟจราจรในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 แห่ง ที่ความกว้างช่องจราจร 3.00 เมตร พบว่า จำนวนรถจักรยานยนต์ตั้งแต่ 3 คันขึ้นไปในช่วงระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์คันที่ 4 – 10 ของแถวคอยจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลอ้อมตัวของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และได้ทำการศึกษาอัตราการไหลอ้อมตัวรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกรณีไม่มีรถจักรยานยนต์มาเกี่ยวข้องเท่ากับ 1810 คันต่อชั่วโมง

ครรชิต (2526) ทำการศึกษาความจุการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานครจำนวน 8 แห่ง รวม 23 ด้านของทางแยก พบว่าอัตราการไหลอ้อมตัวมีค่าประมาณ 1950 ± 250 คันรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมงเวลาไฟเขียว ในแต่ละช่องจราจร ที่ความกว้าง 2.50 – 3.50 เมตร

กิตติพงศ์ สุนทราเดชขงูร: การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอ้อมตัวบริเวณจุดกลับรถ. ความกว้างของช่องทางรถเลี้ยวกลับรถ มีผลต่ออัตราการไหลอ้อมตัวของจุดกลับรถประเภทอยู่ระหว่างทางแยก ส่วนจุดกลับรถแบบอื่นนั้นยังไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรให้ความสำคัญกับปัจจัยนี้ในการออกแบบจุดกลับรถ

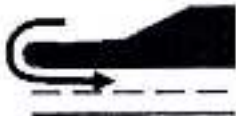
2.2 ขนาดความกว้างของเกาะกลาง

ปัจจัยด้านจำนวนช่องจราจรนั้นส่งผลต่อสมรรถภาพในการกั้บรถ เช่น ถนนสายหลัก 4 ช่องจราจร อาจจำเป็นต้องมีการขยายช่องทำเพื่อในการกั้บรถ ในช่องทางที่ติดกับช่องทางด้านนอกสุด หรือมีทางช่วยรูปที่จับเหยือก แต่ในกรณีถนนหลัก 6 ช่องจราจรอาจไม่จำเป็นต้องมีโดยจำเป็นต้องพิจารณาความกว้างของเกาะกลางประกอบด้วย โดย(U.S. Department of Transportation: USDOT, 2007) ได้กำหนดความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกั้บรถบนถนนสายหลักไว้ดังตารางที่ 2.2.1

Type of Maneuver	P	SU	BUS	WB-50	WB-60
	Length of Design Vehicle, m (ft)				
	5.8 (19)	9.1 (30)	12.2 (40)	16.8 (55)	21.3 (70)
Left Lane to Inner Lane	13.4 (44)	23.2 (76)	24.4 (80)	25(82)	25(82)
Left Lane to 2 nd Lane	9.8 (32)	19.5 (64)	20.7 (68)	21.3 (70)	21.3 (70)
Left Lane to 3 rd Lane	6.7 (22)	16.5 (54)	17.7 (59)	18.3 (60)	18.3 (60)
Where : P = passenger car SU = Single-unit truck WB-50 = Semitruck medium size WB-60 = Semitruck large size					

ตารางที่ 2.2.1 ความกว้างขั้นต่ำของเกาะกลางถนนสำหรับการกั้บรถบนถนนสายหลัก

ที่มา : U.S. Department of Transportation (2007)

	Measures in feet	Passenger P	Single Unit SU	Semi Trailer WB-50
	Turn Lane to Inner Lane	42	75	83
	Turn Lane to Outer Lane	30	63	71
	Turn Lane to Shoulder	20	53	61

ตารางที่ 2.2.2 ความกว้างขั้นต่ำ(ฟุต)ของเกาะกลางกลับรถ4ช่องจราจร

ที่มา : Florida Department of Transportation (2006)

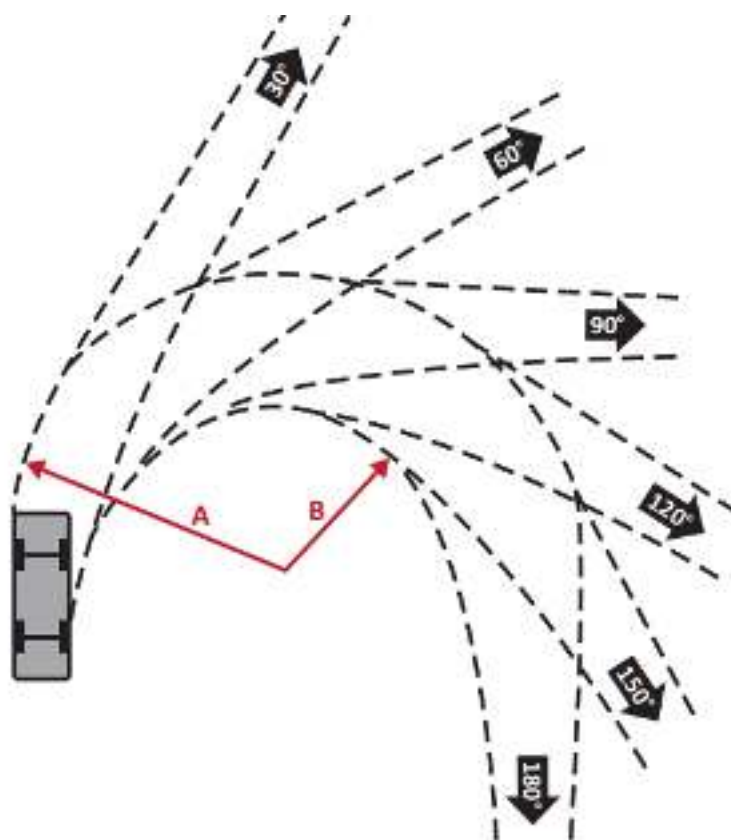
สำหรับมาตรฐานการออกแบบจุดกลับรถในประเทศไทย จากการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากสำนักงานออกแบบพบว่า สำนักงานไม่มีมาตรฐานออกแบบจุดกลับรถของหน่วยงานเอง แต่จะออกแบบโดยอ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมทางหลวงรัฐและการขนส่งแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (AASHTO) โดยนำมาปรับใช้ตามความเหมาะสม

2.3 รัศมีการเลี้ยว

นิยาม รัศมี ของรูปวงกลมหรือทรงกลม คือส่วนของเส้นตรงใดๆ ที่เชื่อมต่อระหว่างจุดศูนย์กลาง ไปยังเส้นรอบวงหรือพื้นผิวของทรงกลม อีกนัยหนึ่งหมายถึงความยาวของส่วนของเส้นตรงนั้น รัศมีเป็นส่วนครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลาง

นิยาม รัศมีการเลี้ยว คือรัศมีการหมุนเป็นวงกลมของรถยนต์ที่มีขนาดเล็กที่สุด

ในการศึกษาี้ จะทำการศึกษาในลักษณะของการเลี้ยวโค้งกลับรถ คือเลี้ยวแบบ 180 องศา โดยค่ารัศมีจะมีทั้งวงเลี้ยวขอบด้านนอกล้อและวงเลี้ยวขอบด้านในล้อ แต่ในที่นี้จะพิจารณาระยะจากจุดศูนย์กลางไปจนถึงขอบด้านนอกล้อ



รูปที่ 2.5 รูปลักษณะของการเลี้ยว

AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2004) ได้ระบุมาตรฐานค่ารัศมีการเลี้ยวกลับรถที่น้อยที่สุดของรถยนต์ชนิดต่างๆ ซึ่งจะระบุไว้ทั้งรัศมีวงเลี้ยวภายนอก และล้อใน ดังตารางที่ 2.3.1

Symbol	Design Vehicle Type	Width (ft)	Length (ft)	A Minimum Design Turning Radius (ft)	B Minimum Inside Turning Radius (ft)
P	Passenger Car	7.0	19	24	14.4
Su	Single Unit Truck/Ambulance	8.0	30	42	28.3
Bus-40	Intercity Bus	8.5	40	45	27.6
A-Bus	Articulated Bus	8.5	60	39.8	25.4
Wb-40	Intermediate Semitrailer	8.0	45+	40	19.3
Wb-50	Large Semitrailer	8.5	55	45	17.0
Wb-62	Interstate Semitrailer	8.5	69	45	7.9
Wb-67	Interstate Semitrailer	8.5	74	45	4.4
Wb-100T	Triple Trailer Combination	8.5	105	45	9.9
Wb-109D	Turnpike Double Combination	8.5	114	60	14.9
Mh	Motor Home	8.0	30	40	25.9
P/T	Car and Camper Trailer	8.0	49	33	17.4
P/B	Car and Boat Trailer	8.0	42	24	8.0
Mh/B	Motor Home and Boat Trailer	8.0	53	50	35.1

ตารางที่ 2.3.1 ตารางขนาดและรัศมีการเลี้ยวของรถยนต์

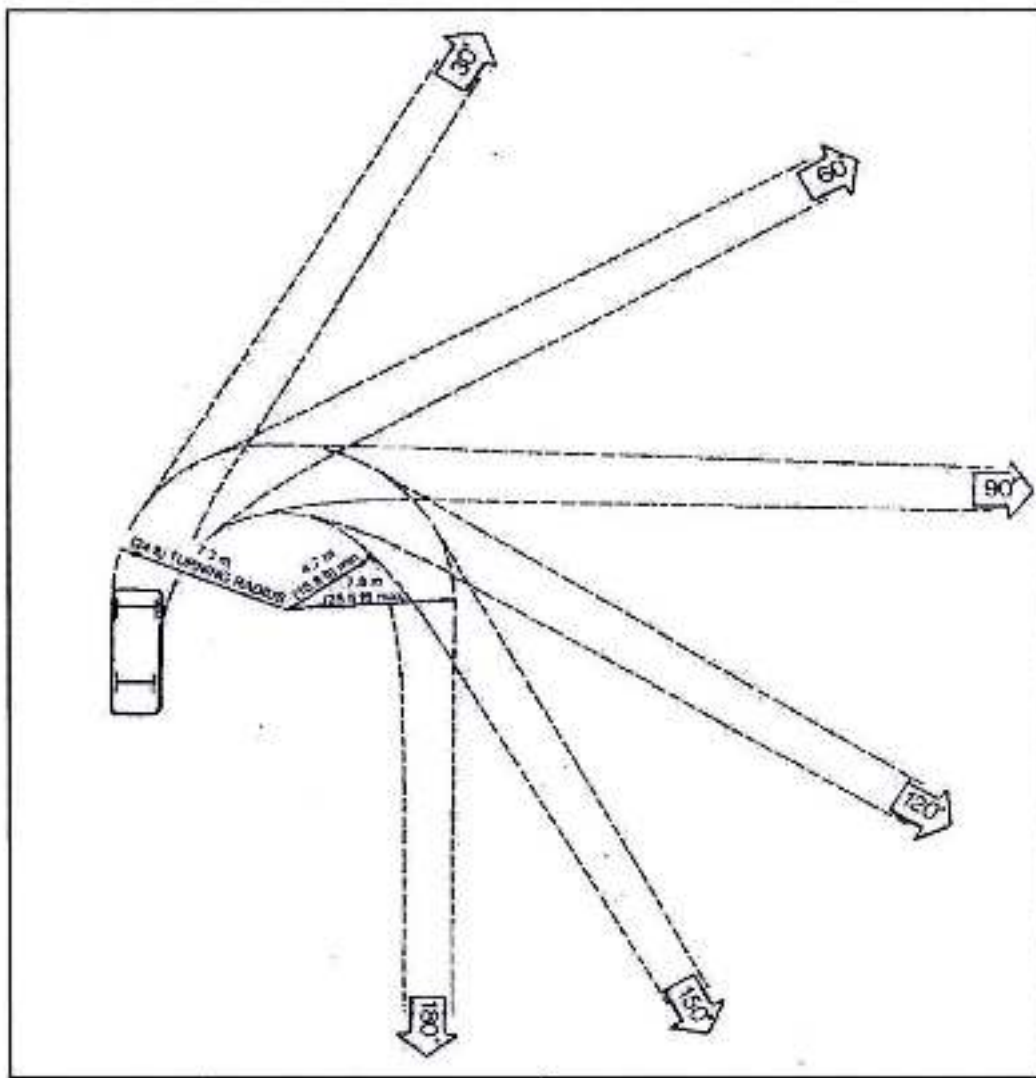
ที่มา : AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2004)

โดยทั่วไปรถที่ใช้ในประเทศไทยก็จะมีรัศมีวงเลี้ยวของรถแต่ละรุ่นที่แตกต่างกันออกไป ทางบริษัทที่ผลิตรถยนต์จะมีการบอกถึงสเปคของรถต่างๆ รัศมีวงเลี้ยวที่น้อยที่สุดเช่น

รถยนต์	ความกว้าง(เมตร)	ความยาว(เมตร)	รัศมีวงเลี้ยว(เมตร)
Honda Jazz	1.695	4.035	5.1
Honda Accord	1.850	4.930	6.271
ISUZU D-MAX	1.860	5.200	6.3

ตารางที่ 2.3.2 ตารางบอกความกว้าง ความยาว และรัศมีวงเลี้ยว ของรถยนต์ในประเทศไทย

ในจุดกลับรถควรค่าความรัศมีที่รถใช้ในการเลี้ยวกลับรถได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสมซึ่งในกรณีการศึกษาถเลี้ยวกลับรถจะเป็นการกลับรถแบบ 180 องศา ซึ่งค่ารัศมีการเลี้ยวก็จะขึ้นอยู่กับความยาวของรถด้วยหรือขึ้นอยู่กับชนิดของรถด้วย จากงานวิจัยสถานที่จอดรถและการเดินทางสำหรับรถส่วนบุคคล(U.S. Department of Defense, 2004) ได้เสนอค่ามากที่สุดของรัศมีวงเลี้ยวด้านนอก ในกรณีรถส่วนบุคคลทำการเลี้ยว 180 องศา ไว้เท่ากับ 7.8 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงเส้นทางรัศมีการเลี้ยวมาตรฐานของรถยนต์ส่วนบุคคล

ที่มา U.S. Department of Defense (2004)

2.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในการเก็บข้อมูลจะได้ค่าการกระจายในเวลาต่างๆ แต่ละชุดจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งในการวิเคราะห์เพื่อวัดคุณภาพนั้น จึงนำการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาใช้ในเปรียบเทียบวัดคุณภาพของแต่ละชุดข้อมูล เพราะค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะใช้อธิบายถึงการกระจายของกลุ่มข้อมูล

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในทางสถิติศาสตร์และความน่าจะเป็น เป็นการวัดการกระจายแบบหนึ่งของกลุ่มข้อมูล สามารถนำไปใช้กับการแจกแจงความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม ประชากร หรือมัลติเซต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมักเขียนแทนด้วยอักษรกรีกซิกมาตัวเล็ก (σ) นิยามขึ้นจากส่วนเบี่ยงเบนแบบ root mean square (RMS) กับค่าเฉลี่ย หรือนิยามขึ้นจากรากที่สองของความแปรปรวน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดค้นโดย ฟรานซิส กาลตัน (Francis Galton) ในช่วงปลายคริสต์ทศวรรษ 1860 เป็นการวัดการกระจายทางสถิติที่เป็นปกติทั่วไป ใช้สำหรับเปรียบเทียบว่าค่าต่างๆ ในเซตข้อมูลกระจายตัวออกไปมากน้อยเท่าใด หากข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะมีค่าน้อย ในทางกลับกัน ถ้าข้อมูลแต่ละจุดอยู่ห่างไกลจากค่าเฉลี่ยเป็นส่วนมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะมีค่ามาก และเมื่อข้อมูลทุกตัวมีค่าเท่ากันหมด ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือไม่มีการกระจายตัว คุณสมบัติที่เป็นประโยชน์อย่างหนึ่งก็คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้หน่วยอันเดียวกันกับข้อมูล แต่กับความแปรปรวนนั้นไม่ใช่

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

ในกรณีข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad \text{S.D.} = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.1) \text{ หรือ}$$

$$\text{สูตรที่ 2} \quad \text{S.D.} = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (2.2)$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูล (ตัวที่ 1,2,3...,n)

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การหาปริมาณการระบายรถคันต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ปริมาณการระบายรถ = $\frac{A \times B}{C}$ (คัน/ชั่วโมง)

เมื่อ A คือ จำนวนรถ

B คือ เวลา 1 ชั่วโมง (3600 วินาที)

C คือ เวลาของการกลับรถ (วินาที)

วิธีที่ 2 ปริมาณการระบายรถ = $\frac{A \times B}{C}$ (คัน/ชั่วโมง)

เมื่อ A คือ ผลรวมของจำนวนรถทั้ง 20 ชุดข้อมูล

B คือ เวลา 1 ชั่วโมง (3600 วินาที)

C คือ ผลรวมเวลาของการกลับรถทั้ง 20 ชุดข้อมูล (วินาที)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

หน่วยงานต่างๆในประเทศ ได้แก่ กรมทางหลวง ทางหลวงชนบท และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) คือ หน่วยงานต่างๆในประเทศที่ได้มีการวิเคราะห์และพัฒนางานองค์ความรู้และมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านงานทาง ผลการศึกษาต่างๆของหน่วยงานทั้งสาม ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถระบายรถของจุดกัลป์รบบที่มีการป้องกันรถทางตรง จะมีการรวบรวมและทบทวนวิธีการดำเนินการวิจัยของโครงการจะดำเนินไปตามแผนงาน ออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ พื้นที่ศึกษา งานรวบรวมข้อมูล งานลงพื้นที่เก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 งานรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ทบทวนเอกสารและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

หน่วยงานต่างๆในต่างประเทศ เอกสารและมาตรฐานต่างๆ ที่มีการออกข้อกำหนดเกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบจุดกัลป์รบบที่มีการป้องกันรถทางตรง ที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับสากล เพื่อสรุปและรวบรวมเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานต่อไป

3.1.2 สืบค้นฐานข้อมูลรูปแบบและหลักการตามมาตรฐานกรมทางหลวงที่มีในอดีตและปัจจุบัน

เป็นการรวบรวมรูปแบบต่างๆ ที่มีการออกแบบและใช้งานจุดกัลป์รบบรูปแบบต่าง ที่มีปรากฏอยู่บนถนนรูปแบบต่างๆ จากอดีตจนถึงปัจจุบันของกรมทางหลวง และทางหลวงชนบท ที่มีการนำไปก่อสร้างจริง

3.1.3 ศึกษาความสามารถในการระบายการจราจรของจุดกัลป์รบบที่มีการป้องกันรถทางตรง

ในสภาวะที่อิ่มตัว (Saturated) ณ ช่องรถกัลป์รบบนั้น มีคำถามที่จำเป็นต้องสามารถอธิบายเป็นตัวเลขได้ว่า รูปแบบจุดกัลป์รบบต่างนั้น จะมีความสามารถระบายรถ ได้มากน้อยเพียงไร ซึ่งการระบายรถนี้ของจุดกัลป์รบบบางรูปแบบอาจขึ้นกับ ปริมาณช่องว่างที่ยอมให้กัลป์รบบได้ (Gap acceptance) ของถนนสายหลัก หรือปริมาณรถบนถนนสายหลักนั่นเอง ในขณะที่จุดกัลป์รบบบางรูปแบบที่มีการออกแบบป้องกันการชนของรถบนทางหลัก จะสามารถทำการกัลป์รบบ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณรถบนทางสายหลัก ส่งผลให้มีความสามารถระบายรถได้สูงกว่าอีกรูปแบบที่ไม่มีการป้องกัน ดังแสดงตัวอย่าง ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 รูปแบบที่รถกลับรถที่ไม่มีการป้องกัน

รูปที่ 3.2 รูปแบบจุดกลับรถที่มีการป้องกัน

รูปที่ 3.1.1 และ 3.1.2 แสดงความแตกต่างของจุดกลับรถ ในการป้องกันการชนจากรถทางหลัก

3.1.4 ศึกษาความยาวของรัศมีวงเลี้ยวกลับรถ

ค่าความยาวรัศมีวงเลี้ยว เป็นอีกค่าหนึ่งที่มีผลต่อการเลี้ยวกลับรถ ถ้ามีรัศมีวงเลี้ยวสั้นเกินไป ถึงแม้จะมีการป้องกันรถจากกระแสทางตรง ก็จะทำให้การเลี้ยวกลับรถเกินไปเข้าไปในพื้นที่รถกระแสทางตรง ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการกลับรถของรถรอบเลี้ยวกลับรถ ทำให้กระแสการจราจรติดขัด ซึ่งรัศมีวงเลี้ยวก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของรถยนต์ด้วย

3.1.5 สืบค้นสถิติต่างๆจุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรงเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

ในการกำหนดพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ในการศึกษาความสามารถระบายรถของจุดกลับรถแบบมีการป้องกันรถทางตรง ต้องคำนึงถึงลักษณะสภาพการจราจรของบริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา และเก็บข้อมูลในภาคสนาม ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ดังต่อไปนี้

- **ปัจจัยทางด้านจราจร** บริเวณพื้นที่ศึกษาต้องเป็นบริเวณจุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรง หรือมีไฟเขียวบริเวณที่ให้เหลียวขวา หลีกเลียงจุดกลับรถที่มีการรบกวนจากกระแสจราจรอื่น มีช่วงเวลาที่มีปริมาณจราจรคับคั่งและมีปริมาณยานพาหนะที่ทำการกลับรถจำนวนมากพอ
- **ปัจจัยด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล** บริเวณพื้นที่ศึกษาควรมีอาคารขนาดใหญ่ที่มีความสูงเพียงพอสำหรับติดตั้งกล้องวิดีโอ เพื่อให้สามารถมองเห็นครอบคลุมตลอดพื้นที่ที่ทำการศึกษาและสามารถมองเห็นระยะทางที่กำหนดได้อย่างชัดเจน

3.2 งานลงพื้นที่เก็บข้อมูล

3.2.1 การตั้งกล้องเก็บข้อมูลวิดีโอ

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความสามารถในการระบายรถของจุดกลับรถที่มีการป้องกันรถกระแสดตรงจะทำการรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้กล้องวิดีโอ ตั้งไว้บนสะพานลอยหรือไหล่ทาง โดยจุดที่ทำการติดตั้งกล้องวิดีโอต้องสามารถมองเห็นตลอดพื้นที่การศึกษา และสามารถเห็นภาพพฤติกรรมรถกลับรถพร้อมทั้งระยะห่างที่ใช้ในวิเคราะห์การกลับรถได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะมีการออกแบบช่วงเวลาที่จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลแต่ละจุดต่างกันไป การเลือกช่วงเวลาจะต้องเป็นช่วงชั่วโมงเร่งด่วนที่มีจำนวนการจราจรสูง



รูปที่ 3.3 ภาพการตั้งกล้องอัดวิดีโอ

- สํารวจข้อมูลรายละเอียด ทั้งทางด้านกายภาพ การจราจร และ สถิติการเกิดอุบัติเหตุ
- สํารวจปริมาณจราจร ความสามารถในการระบายการจราจร ของจุดกลับรถ (ใช้กล้องบันทึกวิดีโอ)



รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายมุมสูงมีรถบรรทุกในแถวคอยกลับรถ

3.2.2 การวัดรัศมีโค้งกลับรถ

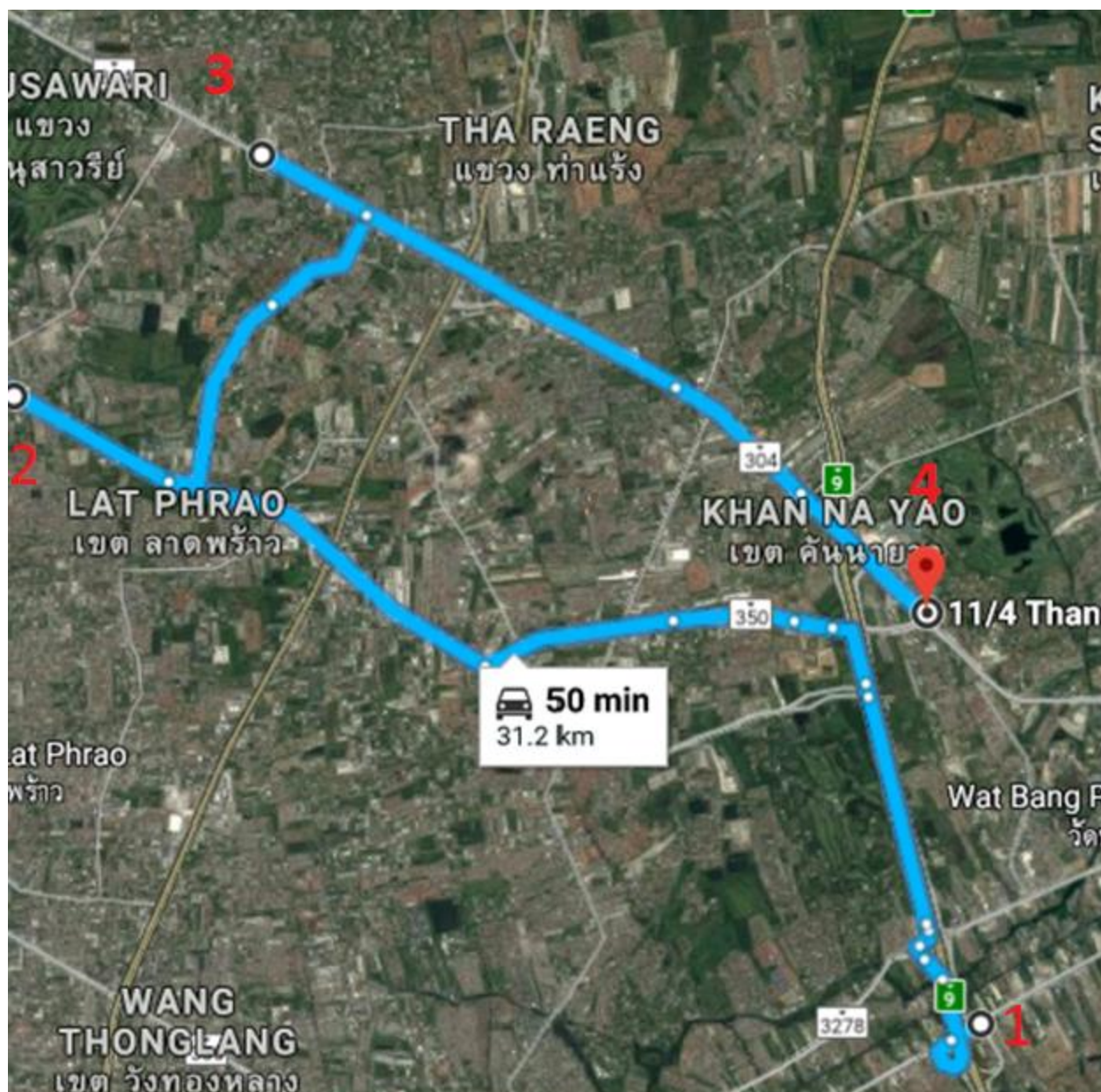
ในกรณีของเจ้าหน้าที่จราจรใช้กรวยตั้งบอกถึงระยะเขตจำกัดของระยะเลี้ยวกลับรถซึ่งจะใช้การประมาณ มีค่าตัวเลขที่ไม่แน่นอน ดังนั้นการวัดระยะรัศมีโค้งในการโค้งกลับรถ จึงจะใช้วิธีการวัดระยะจากจุดศูนย์กลางของวงเลี้ยวไปถึงขอบล้อนอกของรถยนต์ หรือในกรณีที่มีบล็อกคอนกรีตป้องกันรถทางตรง จะใช้เทปวัดระยะของบล็อกคอนกรีตแล้วหารสอง



รูปที่ 3.5 ระยะการวัดรัศมีโค้ง

3.3 สถานที่ศึกษาและช่วงเวลาเก็บข้อมูล

พื้นที่ศึกษาภายในเขตกทม. จะแบ่งเป็น 4 จุด ตามบริเวณถนน ถนนรามอินทรา ถนนรามคำแหง ถนน
ประเสริฐมนูกิจ โดยแต่ละจุดจะมีรัศมีโค้งกลับรถที่ต่างกัน ปริมาณรถที่กลับต่างกัน ตามช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.6 ภาพจากgoogle map ตำแหน่งจุดที่ทำการศึกษา

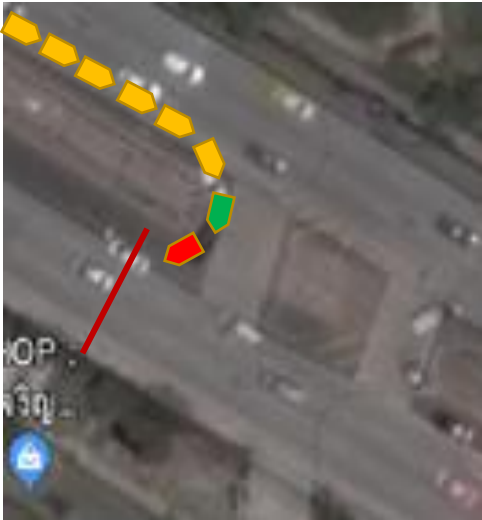
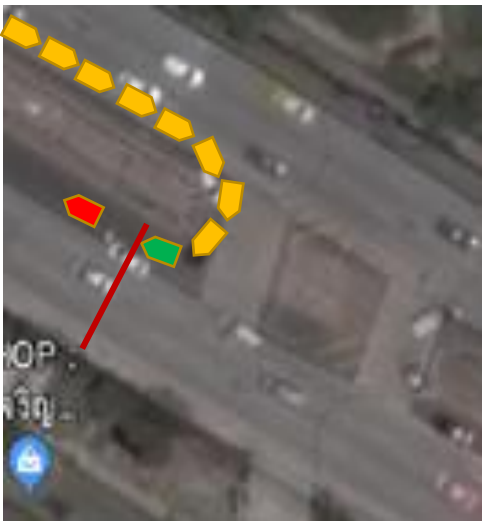
และอีกหนึ่งจุดที่ทำการศึกษาคือเป็นจุดที่ 5 ที่บริเวณ ถนน สุขุมวิท แยกสวรกิจ จุดกลับรถหน้าปั้มน้ำมันเชลล์ จังหวัดชลบุรี

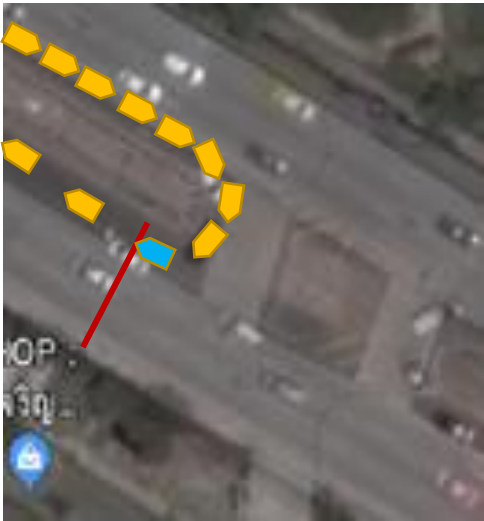
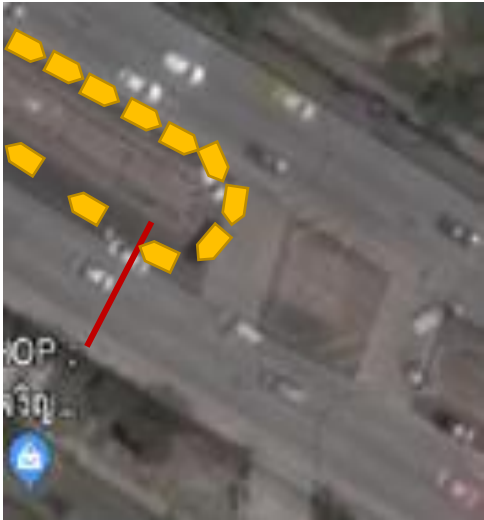


รูปที่ 3.7 แยก ส.วรกิจ ชลบุรี

3.4 การเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องวิดีโอ

เป็นการถ่ายวิดีโอ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลปริมาณของการจราจรของทางแยกในแต่ละทิศทาง ทำให้ได้เห็น ประสิทธิภาพพาหนะ ลักษณะการเลี้ยว และระยะเวลาในการเคลื่อนที่ โดยการเก็บข้อมูลช่วงเวลาการวัด ระยะเวลาที่จับจำนวนรถ จะทำการจับเป็นจำนวนรถต่อช่วงเวลา โดยจะเริ่มการนับจากรถคันแรกที่เริ่มต้นสภาวะ การไหลอ้อมตัวและหยุดเมื่อหมดสภาวะการไหลอ้อมตัวอ้อมตัว

1. เมื่อรถอยู่ในแถวคอย แล้วเริ่มเคลื่อนที่ กลับรถ จะเริ่มจับเวลาเมื่อกันชนหน้าของรถผ่านเส้นอ้างอิง โดยจะเริ่มจับเวลาตอนคันที่สองกันชนหน้าแตะเส้นอ้างอิง (คันสีเขียว) เพราะโดยทั่วไปช่วงสภาวะไหลอ้อมตัวจะเริ่มที่รถคันที่สองหรือสาม เพราะคันแรกเมื่อเริ่มออกตัวจากหยุดนิ่ง จะมีการเสียเวลาในการตอบสนอง	 รูปที่ 3.8 แสดงการแยกข้อมูลขั้นที่ 1
2. เริ่มจับเวลาเมื่อกันชนหน้าแตะเส้นอ้างอิง บันทึกเวลาและนับจำนวนรถที่ผ่านเส้นอ้างอิงไปเรื่อยๆ	 รูปที่ 3.9 แสดงการแยกข้อมูลขั้นที่ 2

3. เมื่อบันทึกไปเรื่อยๆ จนถึงรถคันสุดท้ายที่ยังมีการกลับรถในแบบสภาวะการไหลอึดตัว เมื่อกันชนหน้าแตะกับเส้นอ้างอิงก็กดหยุด และบันทึกจำนวนรถ และเวลา ได้ข้อมูล 1 ชุด	 รูปที่ 3.10 แสดงการแยกข้อมูลขั้นที่ 3
4. ทำซ้ำแบบเดิมข้อ 1 ถึง 3 เก็บข้อมูลทั้งหมด 20 ชุด ต่อ แยกกลับ นำข้อมูลไปแปลงเป็นจำนวนคัน ต่อ ชั่วโมง	 รูปที่ 3.11 แสดงการแยกข้อมูลขั้นที่ 4

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น เป็นการนำข้อมูลจากการสำรวจมาพิจารณาเพื่อหาค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการ โดยจะนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน หรืองานวิจัยที่ได้ยอมรับ หรือเปรียบหาค่าที่ดีที่สุดของข้อมูล

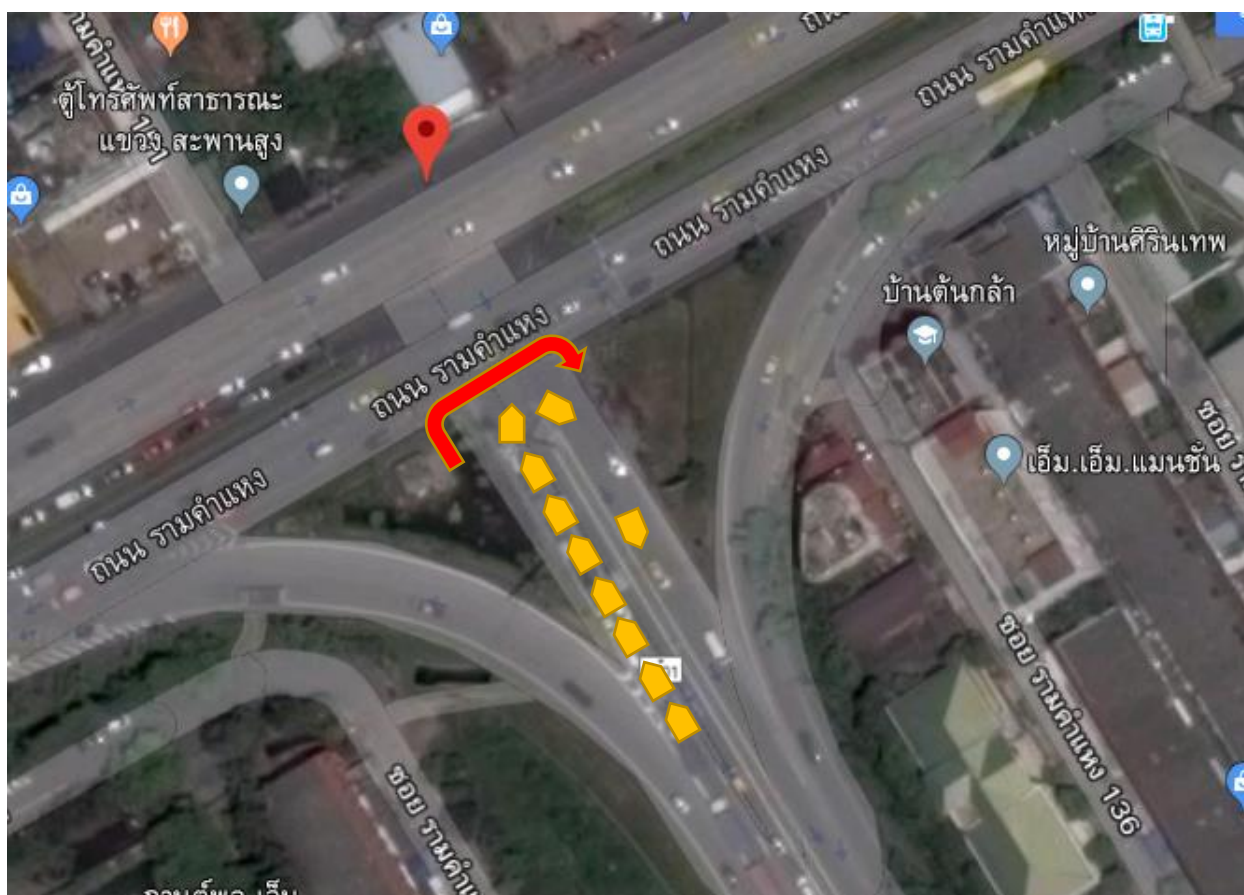
- สรุปภาพรวมประสิทธิภาพการระบายรถของจุดกลับรถ
- วิเคราะห์หารัศมีเลี้ยวโค้งที่ปลอดภัยและเหมาะสมที่สุด
- วิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบจุดกลับรถแบบใหม่

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จุดที่ 1 แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง

- วันที่ทำการเก็บข้อมูล 27/04/2561
- ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 7.45 – 8.45
- รัศมีโค้ง 8.3 เมตร

จุดนี้จะเป็นสามแยก ที่มีสัญญาณไฟแดง ซึ่งด้านกลับรถจุดนี้จะแบ่งเป็นสองช่องจราจร เลี้ยวขวาและกลับรถ โดยช่วงเวลาที่มียรถอยู่ในแถวคอยมาก ๆ จะเป็นช่วงเช้า เมื่อเริ่มถึงเวลา 8 โมงกว่ารถกลับรถจะเริ่มลดปริมาณลง การเก็บข้อมูลต้องเลือกเวลาที่เหมาะสม และเป็นแยกที่มีการป้องกันรถทางตรงโดยสมบูรณ์



รูปที่ 4.1 รูปภาพจาก google map แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง



รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง

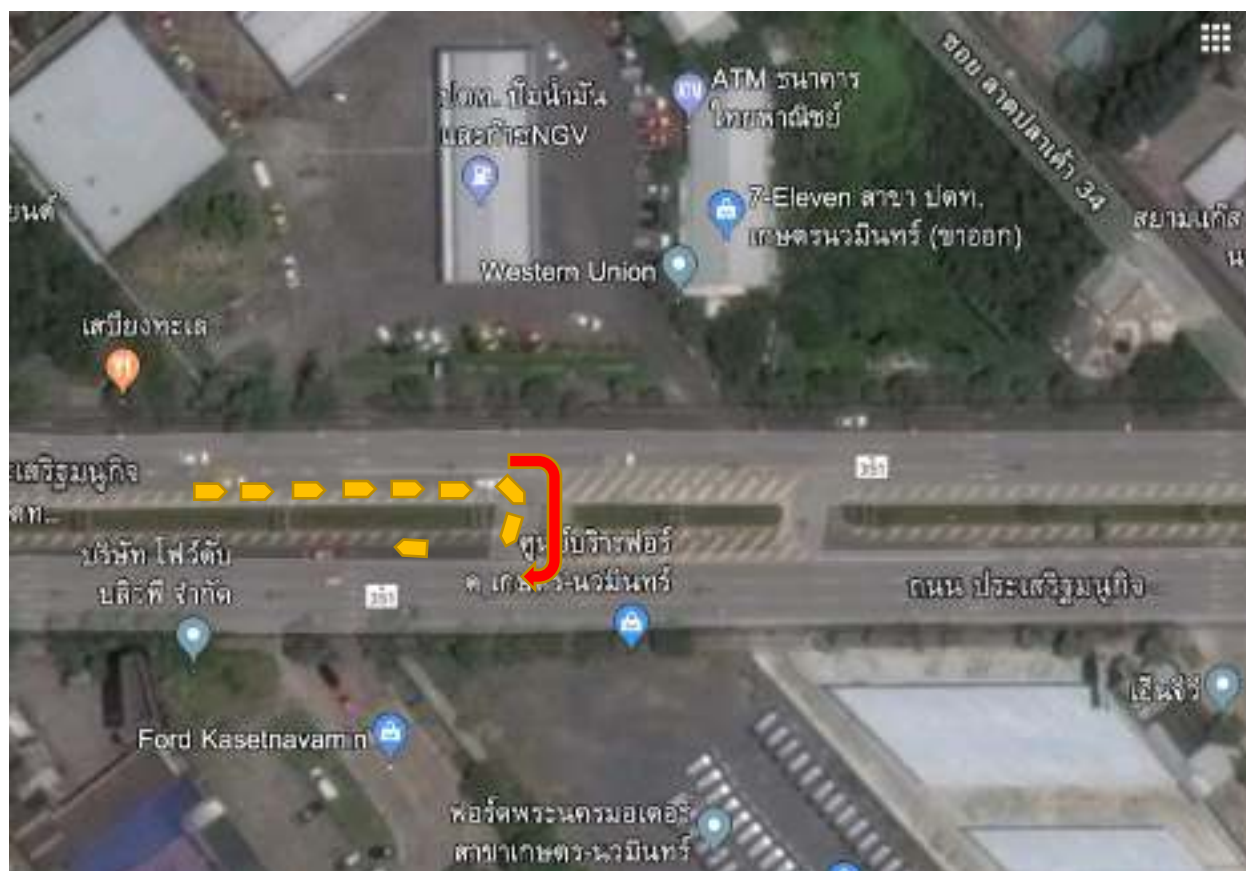
ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 1 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ (ตารางที่ 4.1)

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	35	13	1339
2	44	16	1310
3	24	9	1350
4	37	14	1363
5	56	19	1222
6	39	14	1293
7	31	12	1394
8	38	13	1232
9	51	19	1342
10	44	17	1391
11	42	16	1372
12	70	24	1235
13	77	27	1263
14	40	14	1260
15	32	10	1125
16	72	26	1300
17	39	14	1293
18	60	20	1200
19	41	14	1230
20	37	13	1265
Sum =	909	324	25779

จุดที่ 2 แยกศูนย์ฟอรั่ ถนนประเสริฐมนูกิจ

- วันที่ทำการเก็บข้อมูล 27/04/2561
- ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 11.50 – 12.50
- รัศมีโค้ง 6.5 เมตร

เป็นจุดกลับรถที่มีบล็อคอนกรีต ช่วยป้องกันรถสวน ช่วงเวลาที่มีรถเข้าแถวคอยจำนวนมากๆ จะเริ่มตั้งแต่ 10 โมง แต่ก็จะมีบางช่วงที่จำนวนรถกลับรถจะน้อย ต้องคอยเฝ้าดู เลือกเก็บข้อมูลทิศทางเดียว



รูปที่ 4.3 รูปภาพจาก google map แยกศูนย์ฟอรั่ ถนนประเสริฐมนูกิจ



รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยกศูนย์ฟอรัค ถนนประเสริฐมนูกิจ

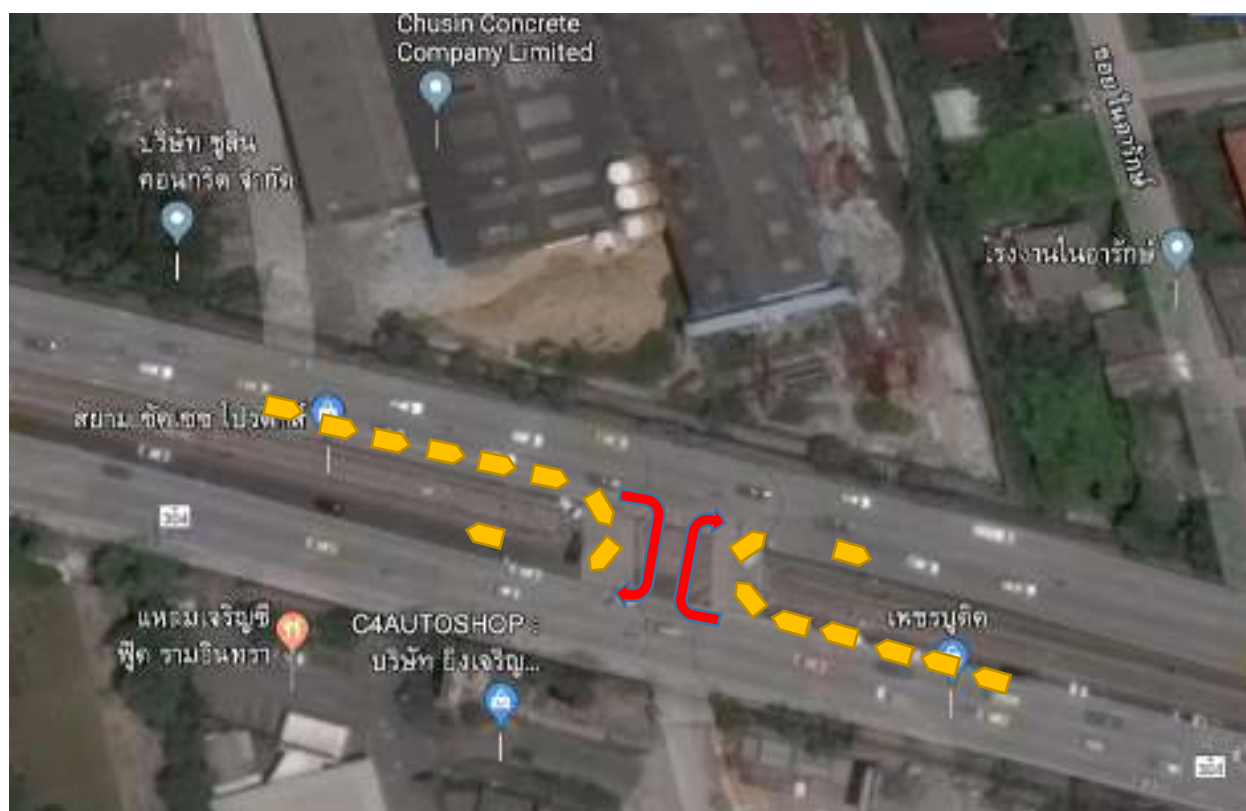
ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 2 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ (ตารางที่ 4.2)

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	60	19	1140
2	23	6	940
3	56	16	1029
4	45	12	960
5	40	12	1080
6	75	18	864
7	33	8	873
8	98	26	956
9	58	17	1056
10	28	7	900
11	33	9	982
12	71	18	913
13	25	8	1152
14	51	13	918
15	64	15	844
16	38	7	664
17	91	21	830
18	61	12	709
19	67	16	860
20	57	12	758
Sum =	1074	272	23421

จุดที่ 3 แยก แหลมเจริญซีฟู้ด ถนน รามอินทรา

- วันที่ทำการเก็บข้อมูล 27/04/2561
- ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 13.40 – 14.40
- รัศมีโค้ง 5.9 เมตร

เป็นจุดที่มีการจราจรที่คับคั่ง มีจำนวนรถบรรทุกเยอะ จุดนี้จะไม่บล็อกคอนกรีตที่คอยป้องกันรถสวน จะมีแค่เส้นถนนและกรวยของตำรวจจราจรที่คอยมาตั้งเพื่อความปลอดภัย และเลือกเก็บข้อมูลได้ทั้งสองทิศทาง



รูปที่ 4.5 รูปภาพจาก google map แยก แหลมเจริญซีฟู้ด ถนน รามอินทรา



รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก แหลวมเจริญชัยฟู้ด ถนน รามอินทรา

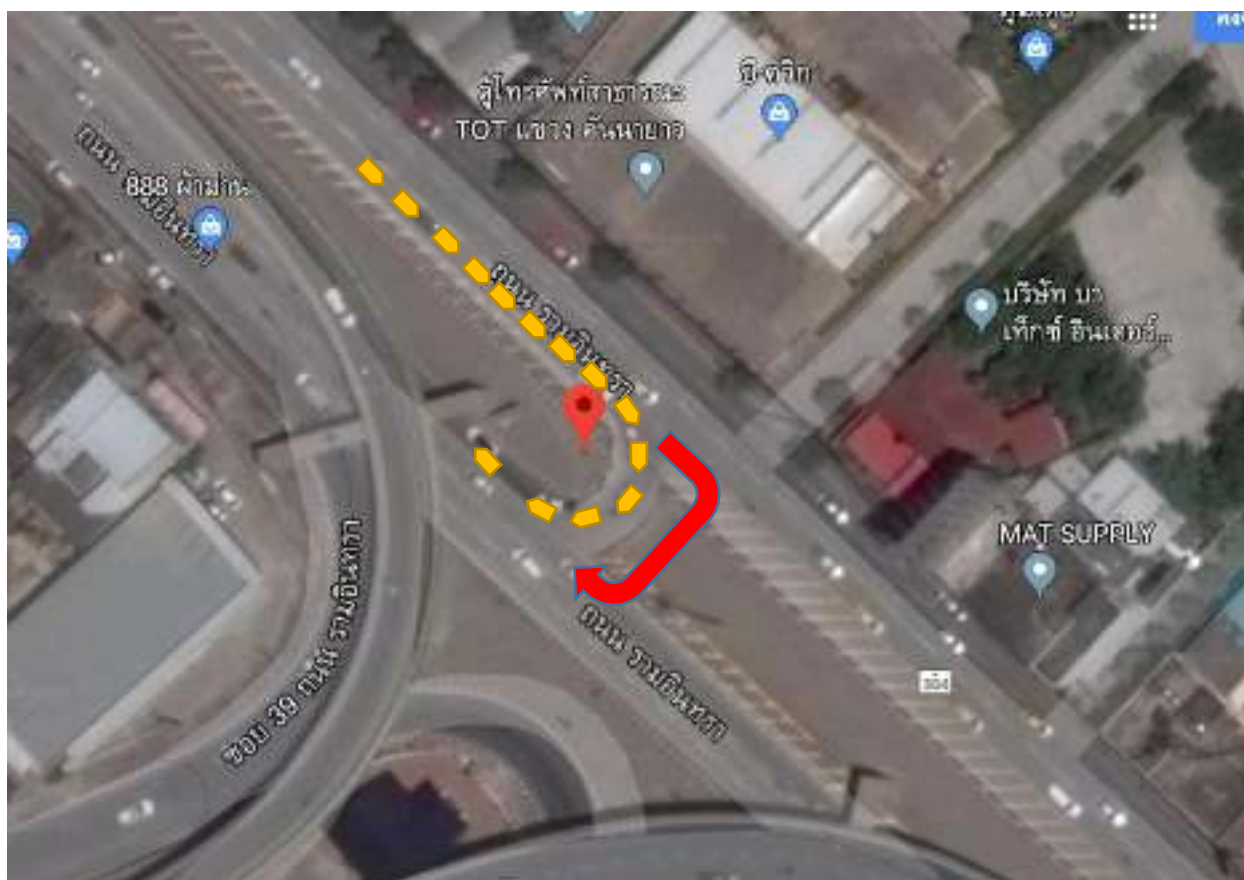
ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 3 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ (ตารางที่ 4.3)

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	114	12	379
2	85	10	424
3	45	6	480
4	134	12	323
5	117	15	462
6	67	6	323
7	167	18	389
8	91	10	396
9	86	9	377
10	42	6	515
11	60	9	540
12	159	15	340
13	103	12	420
14	88	9	367
15	77	11	515
16	136	19	503
17	78	12	554
18	75	10	480
19	132	21	573
20	62	8	465
Sum =	1918	230	8825

จุดที่ 4 แยก แฟชั่นไอส์แลนด์

- วันที่ทำการเก็บข้อมูล 27/04/2561
- ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 15.45 – 16.45
- รัศมีโค้ง 7.5 เมตร

เป็นจุดที่มีการจราจรคับคั่งเกือบตลอดทั้งวัน เพราะอยู่บริเวณใกล้ๆกับห้างแฟชั่นไอส์แลนด์ มีบล็อคอนกรีตคอยป้องกันรถสวน และมีขนาดของรัศมีโค้งที่เยอะพอสมควร เท่ากับ 7.5 เมตร



รูปที่ 4.7 รูปภาพจาก google map แยก แฟชั่นไอส์แลนด์



รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก แฟชั่นไอส์แลนด์

ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 4 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ (ตารางที่ 4.4)

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	38	11	1043
2	40	12	1080
3	33	9	982
4	44	13	1064
5	31	8	930
6	31	8	930
7	40	12	1080
8	30	9	1080
9	37	10	973
10	29	8	994
11	40	10	900
12	44	11	900
13	51	14	989
14	38	11	1043
15	33	10	1091
16	43	12	1005
17	34	10	1059
18	68	17	900
19	40	10	900
20	40	11	990
Sum =	784	216	19933

จุดที่ 5 แยก ส.วรกิจ ถนน สุขุมวิท จังหวัดชลบุรี

- วันที่ทำการเก็บข้อมูล 29/03/2561
- ช่วงเวลาเก็บข้อมูล 17.30 – 18.30
- รัศมีโค้ง 7 เมตร

เป็นจุดกลับรถที่มีบล็อคอนกรีตที่คอยป้องกันรถทางตรง และป้องกัน **pocket lane** ด้วย ช่วงเวลาที่มีการจราจรคับคั่ง จะอยู่ในช่วงเวลา 17.30 เป็นต้นไป อยู่ถัดไปทางฝั่งบางแสนไม่ไกลจะมีแยกสัญญาณไฟ



รูปที่ 4.9 รูปภาพจาก google map แยก ส.วรกิจ



รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายสถานที่จริง แยก ส.วรภิจ

ผลการสำรวจข้อมูลแยกที่ 5 โดยใช้กล้องบันทึกวิดีโอ (ตารางที่ 4.5)

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	45	11	880
2	25	6	864
3	51	13	918
4	44	12	982
5	62	14	813
6	40	10	900
7	46	13	1018
8	32	9	1013
9	59	14	855
10	65	15	831
11	28	7	900
12	24	7	1050
13	43	12	1005
14	67	17	914
15	34	9	953
16	35	11	1132
17	38	10	948
18	36	10	1000
19	44	11	900
20	42	12	1029
Sum =	860	223	18905

การเปรียบเทียบข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้จากการบันทึกกล้องวิดีโอแต่ละจุดศึกษา สามารถนำมาเปรียบเทียบค่าความสามารถการระบายรุดสูงสุดของแต่ละจุด และเปรียบเทียบหาแนวโน้มค่ารัศมีโค้งที่เหมาะสมที่สุด และใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์การกระจายของชุดข้อมูลแต่ละแยก

การคำนวณ

วิธีที่ 1 แปลงข้อมูลให้เป็นหน่วยคันต่อชั่วโมง แล้วจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

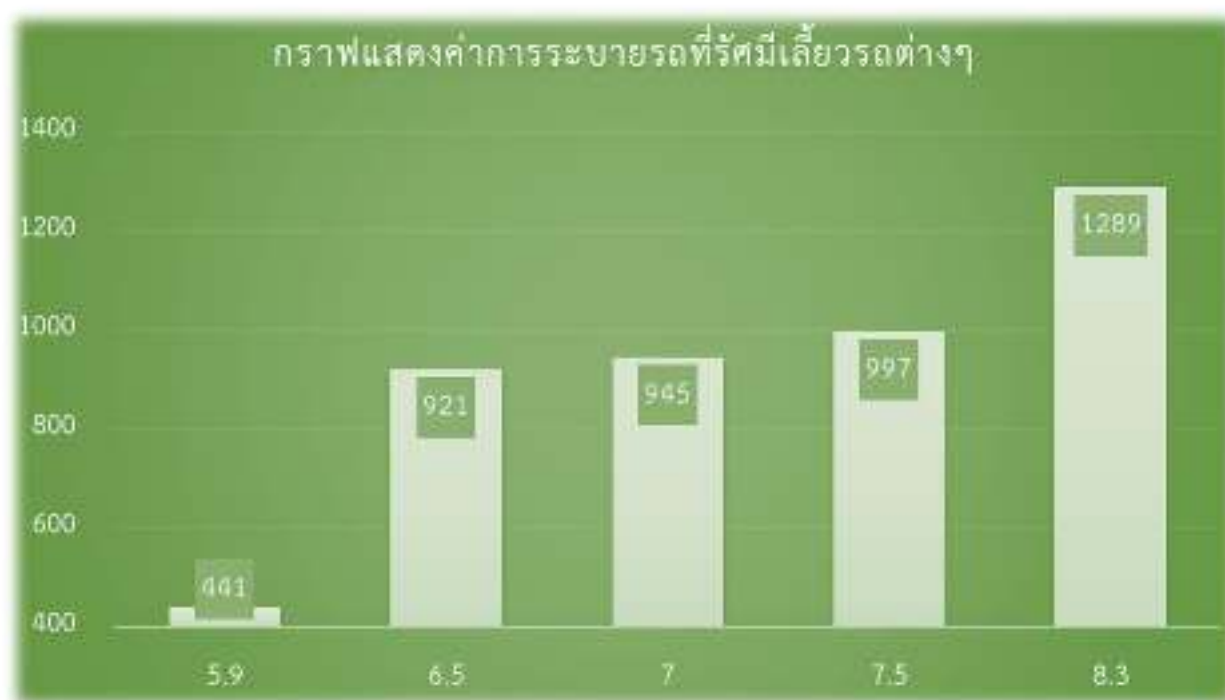
วิธีที่ 2 รวมจำนวนรุด รวมจำนวนเวลาทุกชุดข้อมูล แล้วแปลงเป็นหน่วยคันต่อชั่วโมง

ตารางผลการศึกษาข้อมูล

พื้นที่ศึกษา	ความสามารถ ระบายรุดสูงสุด วิธีที่1	ความสามารถ ระบายรุดสูงสุด วิธีที่2	รัศมีโค้ง (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
แยก1	1289	1284	8.3	71
แยก2	921	912	6.5	131
แยก3	441	432	5.9	79
แยก4	997	992	7.5	69
แยก5	945	934	7	83

ตารางที่ 4.6 ตารางผลการศึกษาข้อมูล

จากตารางผลของการเก็บข้อมูล เพื่อหาความสามารถการระบายรถสูงสุด ของรถเดี่ยว ณ จุดกลับรถที่มีการป้องกันรถทางตรง และมีรัศมีเลี้ยวแตกต่างกัน พบว่ามีแนวโน้มที่เมื่อรัศมีเลี้ยวโค้งมีค่ามากขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการระบายรถก็จะมากขึ้นไปด้วย โดยความสามารถในการระบายรถจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแยกที่4 แยก แฟชั่นไอส์แลนด์ ที่มีรัศมีเลี้ยวโค้งเท่ากับ 7.5 มีความสามารถระบายรถสูงสุดเท่ากับ 1452 คันต่อชั่วโมง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกับแยกที่1 แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง ที่มีความสามารถในการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 1440 คันต่อชั่วโมง แต่มีรัศมีเลี้ยวโค้งเท่ากับ 8.3 เมตร



รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์การระบายรถสูงสุดกับรัศมีเลี้ยวโค้ง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า รัศมีวงเลี้ยวรถเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลกับความสามารถการระบายรถของจุดกลับรถแบบมีการป้องกัน เนื่องจากถ้ารัศมีวงเลี้ยวน้อยเกินไปจะส่งผลให้รถที่กลับรถจะกลับรถติดกับกระแสรถทางตรงส่งผลให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้สูงและถ้ารถในกระแสทางตรงมีปริมาณสูงก็จะส่งผลให้การระบายรถของจุดกลับรถนั้นมีการระบายได้น้อย

สรุปภาพรวมประสิทธิภาพการระบายรถของจุดกลับรถ

จากการเก็บข้อมูลการระบายรถด้วยวิธีการบันทึกกล้องวิดีโอ ซึ่งเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือกว่าการเก็บข้อมูลแบบตารางบันทึกผลและเครื่องนับเวลา และจากการถอดข้อมูลจากการสำรวจสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพการระบายรถสูงสุดของจุดกลับรถ (U-Turn) ที่มีการป้องกันรถจากทางตรงและที่ไม่มีการป้องกันจากรถทางตรง ได้ดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดของ 5 พื้นที่สำรวจคือ

แยกธนบุรีศึกษาถนนรามคำแหง มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 1289 ± 70

แยกศูนย์ฟอรัคถนนประเสริฐมนูกิจ มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 921 ± 130

แยกแหลมเจริญซีฟู้ดถนนรามอินทรา มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 441 ± 78

แยกแพชั่นไอซ์แลนด์ มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 997 ± 69

และ แยกส.วรกิจ ถนนสุขุมวิท มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 945 ± 82

สาเหตุที่ความสามารถการระบายรถของแต่ละจุดกลับรถมีค่าที่แตกต่างกัน เพราะว่ามีรัศมีวงเลี้ยวของแต่ละจุดกลับรถไม่เท่ากัน

***หมายเหตุ** จากวิดีโอข้อมูลของแยกแพชั่นไอซ์แลนด์นั้นมีการระบายรถต่อเนื่องตลอด 1 ชั่วโมงที่เก็บข้อมูล และเก็บข้อมูลการระบายรถจริงได้ 771 คันต่อชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าความเป็นจริงมีการระบายรถน้อยกว่าข้อมูลข้างต้นเนื่องจากความเป็นจริงจะมีรถบรรทุกกลับรถด้วยจึงทำให้มีการระบายรถที่น้อยลงไปด้วย

***หมายเหตุ** ข้อมูลการระบายรถแยกศูนย์ฟอรัค แยกส.วรกิจ ใช้ไม่ได้เนื่องจากรัศมีเลี้ยวไม่เพียงพอทำให้การกลับรถต้องติดกับรถจากกระแสทางตรง และข้อมูลที่เก็บมานั้นเก็บมาในช่วงที่มีรถจากกระแสทางตรงน้อย จึงกลับรถได้ ส่งผลให้ค่าการระบายรถที่ได้มามีค่าไม่เหมาะสมเมื่อเทียบกับรัศมีโค้ง

สรุปรัศมีวงเลี้ยวโค้งที่ปลอดภัยและเหมาะสมที่สุด

จากผลการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลของการระบายรถเทียบกับรัศมีเลี้ยวโค้ง สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบความแตกต่างได้ดังนี้

แยกถนนบุรีศึกษาถนนรามคำแหง มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 1289 ± 70 รัศมีเลี้ยวโค้ง 8.3 เมตร

แยกศูนย์ฟอ์ดถนนประเสริฐมนูกิจ มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 921 ± 130 รัศมีเลี้ยวโค้ง 6.5 เมตร

แยกแหลมเจริญชีฟูดถนนรามอินทรา มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 441 ± 75 รัศมีเลี้ยวโค้ง 5.9 เมตร

แยกแพชั่นไอซ์แลนด์ มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 997 ± 69 รัศมีเลี้ยวโค้ง 7.5 เมตร

และ แยกส.วรกิจ ถนนสุขุมวิท มีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 945 ± 82 รัศมีเลี้ยวโค้ง 7 เมตร

จะเห็นได้ว่า แยกถนนบุรีศึกษาถนนรามคำแหง เป็นการป้องกันรถทางตรงโดยสมบูรณ์เนื่องจากสัญญาณไฟจราจร ซึ่งสามารถกลับรถได้โดยไม่มีปัจจัยอื่น ๆ มาเกี่ยวข้อง มีรัศมีเลี้ยวโค้ง 8.3 เมตร และการระบายรถของจุดกลับรถสูงสุดเท่ากับ 1289 ± 70 คันต่อชั่วโมง ส่วนจุดดกลับรถแยกแหลมเจริญชีฟูด มีรัศมีเลี้ยวโค้งที่น้อย ทำให้การกลับรถต้องกลับรถตัดกับรถจากกระแสทางตรง ซึ่งถ้าดูจากวิดีโอข้อมูลประกอบจะเห็นว่า รถจากกระแสทางตรงบริเวณแยกแหลมเจริญชีฟูดนั้นมีปริมาณที่สูงและมีความเร็วมากส่งผลให้มีการระบายรถที่น้อยมาก ส่วนแยกศูนย์ฟอ์ดถนนประเสริฐมนูกิจ และแยกส.วรกิจ นั้นมีรัศมีเลี้ยวโค้งน้อยเกินไปทำให้การกลับรถนั้นต้องตัดกับรถจากกระแสทางตรง แต่ว่ากระแสจากรถทางตรงของบริเวณ 2 แยกนี้ไม่หนาแน่นเท่าแยกแหลมเจริญชีฟูดจึงทำให้มีการระบายรถมากกว่า และข้อมูลการระบายรถของแยกศูนย์ฟอ์ด และแยกส.วรกิจ นั้นไม่เหมาะสมเนื่องจากข้อมูลที่เก็บมานั้น เก็บมาในช่วงที่มีรถจากกระแสทางตรงน้อย จึงกลับรถได้ ส่งผลให้ค่าการระบายรถที่ได้มามีค่าไม่เหมาะสมเมื่อเทียบกับรัศมีโค้ง ส่วนแยกแพชั่นไอซ์แลนด์ มีรัศมีเลี้ยวโค้ง 7.5 เมตร และมีค่าเฉลี่ยการระบายรถสูงสุดเท่ากับ 997 ± 69 คันต่อชั่วโมง ซึ่งถ้าดูจากวิดีโอข้อมูลประกอบจะเห็นว่า แยกแพชั่นไอซ์แลนด์นั้นมีรถจากกระแสทางตรงหนาแน่นมากและการกลับรถนั้นไม่ได้ตัดกับรถจากกระแสทางตรง เนื่องจากมีรัศมีเลี้ยวโค้งที่เหมาะสม ดังนั้นควรจะเพิ่มรัศมีเลี้ยวโค้ง 7.5 เมตรขึ้นไป จึงจะส่งผลให้มีการระบายรถของจุดกลับรถสูงสุดและปลอดภัยเนื่องจากการกลับรถไม่ได้ตัดกับรถจากกระแสทางตรง

สรุปความเหมาะสมของรูปแบบจุดกลับรถใหม่

จุดกลับรถที่มีการป้องกันรถจากทางตรงจะปลอดภัยก็ต่อเมื่อมีรัศมีเลี้ยวโค้งที่เหมาะสม เนื่องจากถ้ามีรัศมีเลี้ยวโค้งน้อยเกินไป จะทำให้รถที่กลับรถของจุดกลับรถติดกับกระแสรถจากทางตรง ส่งผลให้รถที่กลับจะต้องพิจารณาระยะห่างของรถทางตรงและความเร็วจึงจะสามารถตัดสินใจกลับรถได้ ถ้ารถจากกระแสทางตรงมีปริมาณที่สูง ก็จะทำให้การระบายรถของจุดกลับรถต่ำ และรัศมีเลี้ยวโค้งที่น้อยเกินไป จะทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการกลับรถติดกับกระแสรถจากทางตรงได้สูง ดังนั้นความเหมาะสมของจุดกลับรถที่มีการป้องกันจากรถทางตรงจะต้องมีรัศมีเลี้ยวโค้งตั้งแต่ 7.5 เมตรขึ้นไป จึงจะมีความปลอดภัย และมีความสามารถในการระบายรถสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยในอนาคตนั้นทางผู้ศึกษางานวิจัยฉบับนี้ ขอเสนอข้อเสนอแนะในการศึกษา ที่งานศึกษาวิจัยเล่มนี้ยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลาการศึกษา งบประมาณการศึกษา และปัจจัยอื่นๆ โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการศึกษาทางแยกที่มีรัศมีวงเลี้ยวที่ใกล้เคียงกันมากกว่านี้
2. ควรมีการเก็บข้อมูลทางแยกในจำนวนที่มากกว่างานวิจัยนี้ เพื่อจะสามารถอธิบายสาเหตุต่างๆ ได้ดีกว่างานวิจัยปัจจุบัน
3. สำหรับการศึกษาในอนาคตควรมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ทันสมัยและเที่ยงตรงกว่าปัจจุบัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด
4. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อเวลาในการเคลื่อนยานพาหนะ เช่น ความเร็วรถในกระแสทางตรง เขตพื้นที่ เมืองหรือนอกเมือง

บรรณานุกรม

คู่มือและเครื่องหมายมาตรฐานเครื่องหมายจราจร,สำนักงานนโยบายแผนการขนส่งและจราจร(สนข.),
กระทรวงการคมนาคม,2546

Chang Chien (1978)) การศึกษาอัตราการไหลอิมตัวที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร

Khaled Hamad and Hassan Abu-Hamda Saturation flow rate for through-traffic at signalized
junctions in Kampala

(Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, National Research
Council,2Washington, D.C., 2000)

2002 Ibrahim et. al. Ideal Saturation Flow Malaysian Road Conditions Road by
ResearchLaboratory 1963

Garber and Hoel (1996) Transportation Infrastructure Engineering: A Multimodal
Integration

วิลาสินี (2545) การศึกษาผลกระทบรถจักรยานยนต์ต่ออัตราการไหลอิมตัวของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ครรชิต (2526) การศึกษาความจุการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟในกรุงเทพมหานคร

กิตติพงศ์ สุนทราเดชอังกูร(2553) การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการไหลอิมตัวบริเวณจุด
กั๊บรถ

U.S. Department of Transportation (2007)

Florida Department of Transportation (2006)

AASHTO – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (2004)

(U.S. Department of Defense, 2004)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการสำรวจด้วยวิธีการใช้บันทึกภาพวิดีโอ

จุดที่ 1 แยก ธนบุรีศึกษา ถนน รามคำแหง

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	35	13	1339
2	44	16	1310
3	24	9	1350
4	37	14	1363
5	56	19	1222
6	39	14	1293
7	31	12	1394
8	38	13	1232
9	51	19	1342
10	44	17	1391
11	42	16	1372
12	70	24	1235
13	77	27	1263
14	40	14	1260
15	32	10	1125
16	72	26	1300
17	39	14	1293
18	60	20	1200
19	41	14	1230
20	37	13	1265
Sum =	909	324	25779

จุดที่ 2 แยกศูนย์ฟอร์ต ถนนประเสริฐมนูกิจ

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	60	19	1140
2	23	6	940
3	56	16	1029
4	45	12	960
5	40	12	1080
6	75	18	864
7	33	8	873
8	98	26	956
9	58	17	1056
10	28	7	900
11	33	9	982
12	71	18	913
13	25	8	1152
14	51	13	918
15	64	15	844
16	38	7	664
17	91	21	830
18	61	12	709
19	67	16	860
20	57	12	758
Sum =	1074	272	23421

จุดที่ 3 แยก แหลมเจริญชีฟู้ด ถนน รามอินทรา

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	114	12	379
2	85	10	424
3	45	6	480
4	134	12	323
5	117	15	462
6	67	6	323
7	167	18	389
8	91	10	396
9	86	9	377
10	42	6	515
11	60	9	540
12	159	15	340
13	103	12	420
14	88	9	367
15	77	11	515
16	136	19	503
17	78	12	554
18	75	10	480
19	132	21	573
20	62	8	465
Sum =	1918	230	8825

จุดที่ 4 แยก แฟชั่นไอส์แลนด์

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	38	11	1043
2	40	12	1080
3	33	9	982
4	44	13	1064
5	31	8	930
6	31	8	930
7	40	12	1080
8	30	9	1080
9	37	10	973
10	29	8	994
11	40	10	900
12	44	11	900
13	51	14	989
14	38	11	1043
15	33	10	1091
16	43	12	1005
17	34	10	1059
18	68	17	900
19	40	10	900
20	40	11	990
Sum =	784	216	19933

จุดที่ 5 แยก ส.วรกิจ ถนน สุขุมวิท จังหวัดชลบุรี

ชุด	เวลา	จำนวนรถ	คันต่อชั่วโมง
1	45	11	880
2	25	6	864
3	51	13	918
4	44	12	982
5	62	14	813
6	40	10	900
7	46	13	1018
8	32	9	1013
9	59	14	855
10	65	15	831
11	28	7	900
12	24	7	1050
13	43	12	1005
14	67	17	914
15	34	9	953
16	35	11	1132
17	38	10	948
18	36	10	1000
19	44	11	900
20	42	12	1029
Sum =	860	223	18905

ภาคผนวก ข

การทำการเก็บข้อมูล



รูปที่ 1 ตั้งกล้องเก็บข้อมูล



รูปที่ 2 การจราจรจุดของจุดกลับรถ



รูปที่ 3 ภาพถ่ายมุมสูง



รูปที่ 4 การแก้ปัญหาโดยการตั้งกรวยของเจ้าหน้าที่จราจร



รูปที่ 5 ตั้งกล้องเก็บข้อมูล



รูปที่ 6 บล็อกคอนกรีตที่ช่วยป้องกันรถจากทางตรง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นาย นฤเบศ พนกานต์

วัน เดือน ปี เกิด 8 มิถุนายน 2535

สถานที่เกิด จังหวัดยโสธร

ที่อยู่ปัจจุบัน 200/3 ถนน วารัราชเดช ตำบล ในเมือง อำเภอ เมือง จังหวัด ยโสธร

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน กำลังศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยบูรพา
- พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร
- พ.ศ. 2551 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร
- พ.ศ. 2548 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลยโสธร อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นาย อธิพัทธ์ อนันตกุลจิรโชติ
 วัน เดือน ปี เกิด 29 พฤศจิกายน 2534
 สถานที่เกิด จังหวัด ศรีสะเกษ
 ที่อยู่ปัจจุบัน 444/34 ถนน ชุพันธ์ ตำบล หนองครก อำเภอ เมือง จังหวัด ศรีสะเกษ

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน กำลังศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยบูรพา
- พ.ศ. 2553 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ
- พ.ศ. 2550 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ
- พ.ศ. 2547 จบการศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลศรีประจักษ์
อำเภอชานุมัน จังหวัดศรีสะเกษ