การศึกษาประเมินประสิทธิภาพสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกประตู 1เข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายจิรทีปต์ บุญเหาะ B5307609

นายทัศพร รั่นอรัญB5318094

นายอธินปุณมะลัง B5324132

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 422464 ปัญหาเฉพาะเรื่องทางเทคโนโลยีการขนส่ง1

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2555

คำนำ

โครงงานการศึกษาประเมินประสิทธิภาพบริเวณทางแยกประตู 1เข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเนื่องจากยวดยานพาหนะนับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ และเพื่อความสะดวกสบายในการปฏิบัติภารกิจของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันไป ทำให้มีการประเมินระดับการให้บริการของทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรว่าเหมาะสมเพียงใด และรายงานเล่มนี้จะกล่าวถึงแนวทางการประเมินประสิทธิภาพบริเวณทางแยกโดยนำหลักทฤษฎีต่างๆที่สามารถนำมาวัดระดับการให้บริการของทางแยกว่าอยู่ในระดับใด รวมถึง มีวิธีการปฏิบัติงานการดำเนินงานและผลการดำเนินงาน และสรุปผลการดำเนินงาน

เอกสารเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แกผู้ที่มีความสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของทางแยก หากพบข้อบกพร่องและต้องการเสนอแนะ เกี่ยวกับเอกสารเล่มนี้ทางผู้จัดทำขอน้อมรับด้วยความยินดีและจะนำไปปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ต่อไป

จัดทำโดย

คณะผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการเฉพาะเรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์กาญจน์กรอง สุอังคะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานโครงการในครั้งนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆและขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำโครงการครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณบรรณสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ใช้หนังสือที่ใช้ในการทำการศึกษาหาข้อมูล และ บุคคลใกล้ชิดที่ให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดเวลาในการทำโครงการเฉพาะด้านครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูงมายังทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชื่อเรื่องการค้นคว้า การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพสัญญาณไฟจราจรบริเวณแยกทางเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถนน 304 นครราชสีมา-ปักธงชัย

ชื่อผู้เขียน นายจิรทีปต์ บุญเหาะ B5307609

นายทัศพร รั่นอรัญ B5318094

นายอธิน ปุณมะลัง B5324132

สาขาวิชา วิศวกรรมขนส่ง

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

ทางแยกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบโครงข่ายบนถนน เป็นจุดที่มีปัญหาทางด้านการจราจรมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นอุบติเหตุ ทำให้มีการสูญเสียชีวิตและ ทรัพย์สินอย่างมหาศาล และเกิดปัญหารถติดทำให้เกิดความล่าช้าในระบบขนส่งทำให้หลายเกิดปัญหาหลายอย่างตามมาอย่างมากมาย ไม่ว่าจะปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการ เผาผลาญเชื้อเพลิง และมลภาวะทางเสียจากการปล่อยเสียงของยานพาหนะ ดังนั้นจึงต้องมีการควรคุมและจัดการปริมาณการจราจรบนทางแยกให้มีประสิทธิภาพและเกิดปัญหาน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและเกิดประสิทธิภาพสุดสุดในทุกด้าน โดยจะมีการหลายแบบหลายวิธีให้เลือกและเหมาะกับสภาพในปัจจุบันยกตัวอย่าง เช่น ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ปรับปรุงและขยายช่องจราจรใหม่ทางแยกยกระดับ เป็นต้น โดยแต่ละรูปแบบก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างการไปไม่ว่าเป็น เช่น ประสิทธิภาพในการจัดการปริมาณการจราจร และต้นทุนในการจัดทำจึงต้องมีการนำปัจจัยในด้านต่างๆเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อให้ความคุมค่าในด้านต่างๆมากที่สุด

สัญญาณไฟจราจรเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่นิยมมากที่สุด แต่ก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น ต้นทุนในการจัดทำสูงมาก ลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการประสานงาน ส่วนข้อเสียคือ ทำให้เสียเวลาในระบบขนส่งจากการรอสัญญาณไฟ และการจัดเฟสสัญญาณไฟไม่ตรงตามความต้องของปริมาณการจราจร จึงทำให้เกิดปัญหาหลายอย่างตามมา เช่นแถวคอยที่ยาวเกิดไปทางให้ระบายปริมาณการจราจรไม่ทันจึงเกิดปัญหารถติดตามมา

ทางแยกที่ทำการวิเคราะห์ในครั้งนี้เป็นทางแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และทำการศึกษาว่าสัญญาณไฟจราจรที่ติดตั้งในปัจจุบันนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อปริมาณการจรราจรที่เพิ่มขึ้นในทุกปีหรือไม่ โดยทำการศึกษาในหัวข้อสำคัญหลักๆอยู่ 3 หัวข้อคือ 1) ความล่าช้าบริเวณทางแยก ทำการศึกษาเพื่อหาว่าการจราจรที่ผ่านทางแยกนั้นใช้เวลาเท่าไหร่และนำค่าที่ได้ไปหา ระดับการให้บริการในระดับต่างๆ

2) ความจุของทางแยก ทำการหาเพื่อหาความจุในแยกนั้นว่ามีความจุมากเท่าใด เพื่อจะนำค่าที่ได้เป็นแนวทางว่าควรจะปรับปรุงหรือแก้ไขทางแยกในภายภาคหน้า 3) ระดับความอิ่มตัวของทางแยก ทำการหาเพื่อให้ได้ทราบว่าความจุที่ในปัจจุบันนั้นมากหรือน้อยกว่าระดับความจุปกติมากน้อยเพียงใด

พอทราบค่าต่างๆแล้วอาจต้องมีการปรับปรุงแก้ปัญหาต่อไป เช่น 1) ปรับปรุงเฟสสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรในปัจจุบัน 2) ทำการปรับปรุงขนาดช่องจราจรหรือเพิ่มช่องจราจรเพื่อให้เพียงพอต่อความจุ 3) ออกแบบจัดทำทางแยกต่างระดับหรืออุโมงค์ลอดทางแยก เพื่อให้รับรองปริมาณจราจรอย่างมีประสิทธิภาพและคุมค่ามากที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		(ก)
บทคัดย่อ		(ข)
กิตติกรรมประกาศ		(ง)
สารบัญ		(จ)
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มา	1
	1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 ประวัติสัญญาณไฟจราจร	3
	2.2 ปริมาณจราจร	3
	2.3 ชนิดของปริมาณจราจร	4
	2.4 ระยะเวลานับรถ	5
	2.5 การสำรวจหาค่าปริมาณการจราจร	6
	2.6 องค์ประกอบของยานพาหนะ	8
	2.7 สัญญาณไฟจราจร	9
	2.8 ความล่าช้า (delay) บริเวณทางแยก	15
	2.9 ระดับการให้บริการ	17
	2.10 ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic volume and Rate of flow)	21
	2.11 ค่าการไหลอิ่มตัว (Saturation flow)	22
	2.12 ความจุของทางแยก	23
	2.13 ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)	24
3	วิธีการดำเนินการ	25
	3.1 กล่าวนำ	25
	3.2 พื้นที่ศึกษาแยกทางเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถนน 304 นครราชสีมา-ปักธงชัย	25
	3.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	26
	3.4 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล	26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล 28
4.1 ความล่าช้า (Delay) บริเวณทางแยก 28
4.2 ความจุ (Capacity) บริเวณทางแยก 34
4.3 ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation) 38
5 บทสรุป 39
บรรณานุกรม 40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ทางแยกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงข่ายถนน มีความสำคัญมากกับงานทางด้านวิศวกรรมการทางและการจราจร ทางแยกเป็นจุดที่มีปัญหาการจราจรมากที่สุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เกิดการรวมกันของปริมาณการจราจรที่มาจากหลายทิศทางมุ่งสู่ทางแยกเข้าด้วยกัน ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา เช่น ปัญหาการคับคั่งของปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Traffic Congestion at Intersection) ปัญหาความล่าช้าบริเวณทางแยก (Delay at Intersection) ความยาวของ แถวคอย (Queue) และปัญหาอุบัติเหตุจราจรบนถนน (Road Traffic Accident) เป็นต้น

ความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจร (Road Capacity) ของถนนจะถูกกำหนดจากปริมาณการจราจรบนถนนในทิศทางนั้นๆ ที่สามารถผ่านทางแยกไปได้ ซึ่งความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรของทางแยกเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อสภาพการจราจรระดับการให้บริการของทางแยก (Level of Service at Intersection) สาเหตุหนึ่งของปัญหาการจราจรติดขัดและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นสืบเนื่องมาจากการที่ปริมาณการจราจรไม่สามารถผ่านทางแยกไปได้อย่างคล่องตัว หรือปริมาณการจราจรสามารถผ่านทางแยกไปได้ต่ำกว่าปริมาณการจราจรที่ทางแยกนั้นๆ สามารถรับได้จริง ดังนั้นถ้าทางแยกต่างๆ ได้มีการศึกษาออกแบบและกำหนดวิธีการควบคุมการจราจรให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงและปริมาณการจราจรที่เหมาะสม ก็จะสามารถช่วยลดปัญหาการจราจรลงได้

ทางแยกเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงข่าย มีความสำคัญมากกับงานทางด้านวิศวกรรมการทางและการจราจร ทางแยกเป็นจุดที่มีปัญหาการจราจรมากที่สุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เกิดการรวมกันของปริมาณจราจรที่มาจากหลายทิศทางมุ่งสู้ทางแยกเข้าด้วยกัน ซึ้งจะมีผลทำให้เกิดปัญหาที่ต่างๆ ตามมา จึงต้องมีการควบคุมที่เหมาะสมกับสภาพจราจรของแยกนั้นๆ เราจึงต้องทำการศึกษาว่าการควบคุมโดยสัญญาณไฟของทางแยกหน้าประตู 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่ามีประสิทธิภาพเป็นเช่นไรและอยู่ในระดับใดโดยดัชนีที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกที่ใช้ได้แก่ ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ความจุ (Capacity) ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)

ดังนั้นในการศึกษาในหัวข้อข้างต้นก็จะทำให้ทราบได้ว่าในการประเมินประสิทธิภาพสัญญาณไฟในครั้งนี้ว่ามีประสิทธิภาพอย่างไรดีหรือไม่ หากไม่ดีควรมีการปรับปรุงและแก่ไขอย่างไร

1.2วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารอบของสัญญาณไฟว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

1.2.2 เพื่อวัดระดับการให้บริการของทางแยกว่าอยู่ในระดับใด

1.3ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาและประเมินประสิทธิภาพสัญญาณไฟของทางแยกหน้าประตู 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้ดัชนีในการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกดังนี้

1.3.1 ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)

1.3.2 ความจุ (Capacity)

1.3.3 ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)

โดยนำผลของดัชนีดังกล่าวไปประเมินและแนะนำเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของทางแยกให้มีคุณภาพที่เหมาะสม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบค่าความจุของแต่ละช่องจราจรในแต่ละทิศทาง

1.4.2 สามารถหาค่าความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละทิศทางและวัดระดับความล่าช้าของทางแยกว่าอยู่ในระดับ บริการใด

1.4.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์กับหน่วยงานด้านการจราจรที่เกี่ยวข้อง

1.4.4 เป็นพื้นฐานในการศึกษาและพัฒนาด้านการจราจรต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติสัญญาณไฟจราจร

บันทึกทางประวัติศาสตร์ได้บันทึกเอาไว้ว่า ต้นกำเนิดไฟสัญญาณจราจรแห่งแรกบนโลกอยู่ที่ประเทศอังกฤษ เมื่อปี 1868 เกิดขึ้นก่อนที่คนเราจะรู้จักกับรถที่ใช้เครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนโดยมีเจ.พี. ไนต์ วิศวกรชาวอังกฤษเป็นเจ้าของผลงาน

วัตถุประสงค์แรกเริ่มที่ไนต์สร้างไฟสัญญาณจราจรขึ้นมาก็เพื่อใช้ควบคุมการสัญจรของรถม้าและคนเดินเท้าที่เดินผ่านไปผ่านมาบริเวณสี่แยกที่เริ่มจะพลุกพล่านมากขึ้นเรื่อยๆในยุคนั้น โดยสถานที่ที่ได้รับเกียรติให้ทำการติดตั้งผลงานชิ้นแรกของไนต์ก็คือ สี่แยกใจกลางมหานครลอนดอนบริเวณหน้ารัฐสภาอังกฤษ รูปลักษณ์ของไฟสัญญาณจราจรฝีมือไนต์นั้นจะมี 2 แขน เมื่อใดที่แขนทั้ง 2 ข้างของมันเคลื่อนตัวขนานกับพื้นดินหมายความว่า พาหนะที่กำลังสัญจรอยู่บริเวณสี่แยกจะต้องหยุดทันที ทว่าหากแขนทั้ง 2 ข้างของสัญญาณจราจรเคลื่อนตัวทำมุม 45 องศา จะหมายความว่า ให้ผู้ใช้พาหนะทุกชนิดใช้ถนนอย่างระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยในตอนกลางคืนจะมีไฟสีแดงและสีเขียวซึ่งได้จากพลังงานแก๊สบนแขนทั้ง 2 ข้างเป็นตัวให้สัญญาณเพื่อให้มองเห็นเด่นชัด โดยแสงสีแดงหมายถึง 'หยุด' ส่วนแสงสีเขียวหมายถึง 'ให้ระวัง'

ต่อมาวิวัฒนาการของไฟสัญญาณจราจรก็ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆสำหรับไฟเขียว-ไฟแดง ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเริ่มมีใช้เป็นครั้งแรกในเมือง ซอลต์เลกซิตี รัฐยูทาห์ ประเทศสหรัฐฯ ช่วงปี 1912 โดยเลสเตอร์ ไวร์ พนักงานตำรวจชาวอเมริกันเป็นผู้ประดิษฐ์ขึ้นเอง

ในช่วงแรกไฟสัญญาณจราจรที่ใช้กันอยู่จะมีแค่ไฟเขียวและไฟแดงเท่านั้น จนกระทั่งในปี 1920 วิลเลียม พอตต์ ตำรวจจราจรแห่งดีทรอยต์ รัฐมิชิแกน ได้ออกแบบไฟสัญญาณจราจรรูปแบบใหม่ขึ้นพร้อมกับเพิ่มไฟสีอำพัน (สีเหลือง) เข้าไปอีกหนึ่งสี เพื่อเป็นสัญญาณเตือนผู้ใช้พาหนะให้ระวัง และชะลอตัวก่อนที่จะหยุดหรือออกตัว จากนั้นอีกไม่กี่ปีต่อมาไฟสัญญาณจราจรแบบอัตโนมัติก็ถูกประดิษฐ์ขึ้นโดยเป็นฝีมือของ การ์แรตต์ มอร์แกน ซึ่งนำมาใช้ครั้งแรกในเมืองเคลฟแลนด์ รัฐโอไฮโอ ก่อนที่จะแพร่หลายไปทั่วโลก

2.2 ปริมาณจราจร

ปริมาณจราจร คือ จำนวนของยานพาหนะที่แล่นผ่านจุดหนึ่งหรือช่วงหนึ่งของถนนภายในช่วงเวลาหนึ่ง ปริมาณจราจรมีหน่วยเป็น คัน / เวลา เช่น คัน / ชั่วโมง เป็นต้น ค่าของปริมาณจราจรนี้อาจแยกตามประเภทของยานพาหนะ เช่น รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถประจำ ทาง รถบรรทุกรถจักรยาน หรือเป็นค่ารวมของยานพาหนะทุกประเภท

การวัดปริมาณจราจรจะมุ่งเพื่อศึกษาความสำคัญของถนนแต่ละสาย ความเปลี่ยนแปลงตามเวลาของกระแสจราจร หรือเพื่อศึกษาดูว่าในถนนสายเดียวกัน การจราจรในแต่ละช่วงถนนจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร นอกจากนี้การศึกษาปริมาณจราจร ยังสามารถนำ มาใช้เป็นประโยชน์ได้อีกหลายอย่าง เช่น

- เลือกความกว้างของถนน ไหล่ทาง และสะพาน ในการออกแบบ
- คำนวณออกแบบความหนาของโครงสร้างถนน
- พิจารณาความจำ เป็นในการนำ เครื่องมือมาใช้ในการควบคุมการจราจร เช่น การติดตั้ง
- สัญญาณไฟจราจร เป็นต้น
- วางผังทางแยกให้ดีขึ้น
- กำหนดแนวโน้มของการขยายตัวของการจราจร
- คาดคะเนอัตราการเกิดอุบัติเหตุ
- จัดระดับความสำ คัญในการปรับปรุงการจราจร
- เปรียบเทียบ หรือสนับสนุนโครงการต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลปริมาณจราจร เพื่อคำ นวณผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.3 ชนิดของปริมาณจราจร

การศึกษาข้อมูลของปริมารจราจร จะขึ้นอยู่กับความละเอียด และขนาดของข้อมูลที่ต้องการความละเอียดของข้อมูลหมายถึง ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะของผู้ใช้ถนน ทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นต้น ส่วนขนาดของข้อมูลจะหมายถึง เวลาที่ทำ การนับปริมาณจราจร ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้จะขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำ ข้อมูลไปใช้ โดยถ้าคิดถึงการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาที่นับจะได้ชนิดของปริมาณจราจร ดังนี้

2.3.1 ปริมาณจราจรในหนึ่งปี (Annual Traffic)

ซึ่งหมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับในเวลาหนึ่งปี การเก็บข้อมูลนี้ต้องใช้เวลาหนึ่งปี ซึ่งใช้เวลานาน และสิ้นเปลืองงบประมาณมาก จุดประสงค์ของการหาข้อมูลประเภทนี้จึงต้องมีความสำคัญมาก เช่น การศึกษาการเดินทางในภูมิภาคต่างๆ การคาดคะเนรายได้ของด่านเก็บค่าธรรมเนียมรถเป็นต้น

2.3.2 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน หรือปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันทั้งปี (Average Daily Traffic or Annual Average Daily Traffic)

ซึ่งหมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับโดยเฉลี่ยในเวลาหนึ่งวัน (ของทั้งสัปดาห์เดือน หรือปี) ข้อมูลประเภทนี้มักจะนำ ไปใช้ในการกำหนดพื้นที่สำ หรับขยายเส้นทาง หรือปรับปรุงเส้นทางเดิม การตั้งงบประมาณในการก่อสร้าง การศึกษาพฤติกรรมของการจราจรในปัจจุบัน เป็นต้น

2.3.3 ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง (Hourly Traffic)

ซึ่งหมายถึง จำนวนยานพาหนะที่ผ่านจุดนับในเวลาหนึ่งชั่วโมง ข้อมูลประเภทนี้มักนำไปใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิต วางผังของถนนและทางแยก ใช้ในการออกแบบติดตั้งป้ายเครื่องหมายจราจรและสัญญาณไฟจราจร การศึกษาลักษณะการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน เป็นต้น

2.3.4 ปริมาณจราจรต่อช่วงเวลาสั้น (Short Period Traffic)

ช่วงเวลาที่ใช้ในการหาข้อมูลนี้ อาจจะเป็น 5, 10 หรือ 15 นาที แล้วขยายค่าที่ได้เป็นปริมาณ

การจราจรในหนึ่งชั่วโมง เหตุผลของการใช้เวลาสั้น ก็เพื่อศึกษาลักษณะ และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสูงสุด หรือปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน

2.4 ระยะเวลานับรถ

ระยะเวลาที่ใช้ในการนับจะขึ้นอยู่กับงบประมาณและจุดมุ่งหมายของการนำ ข้อมูลที่ได้ไปใช้สำ หรับการจราจรปกติทั่วไป การนับรถอาจเลือกศึกษาได้หลายวิธี ดังนี้

2.4.1 การนับ 24 ชั่วโมง

เพื่อหาปริมาณจราจรในหนึ่งวัน จะกระทำ ที่วันหนึ่งๆ ของสัปดาห์ ตั้งแต่เที่ยงคืนถึงเที่ยงคืนของอีกวัน แต่ถ้าจะดูลักษณะการจราจรของวันทำ งานในสัปดาห์ ก็มักจะเลือกนับตั้งแต่เที่ยงวันของวันจันทร์ถึงเที่ยงวันของวันศุกร์ โดยกำหนดเลือกการจราจรในช่วง 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพราะในช่วงเช้าวันจันทร์และเย็นวันศุกร์ การจราจรจะไม่เหมือนกับปกติซึ่งมีอิทธิพลของวันหยุดมากระทบ

2.4.2 การนับ 16 ชั่วโมง

โดยเริ่มตั้งแต่ 06:00 น. ถึง 22:00 น. ซึ่งกระแสการจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระยะเวลานับนี้

2.4.3 การนับ 12 ชั่วโมง

ระยะเวลานับจะอยู่ในช่วง 07:00 น. ถึง 19:00 น. ซึ่งจะครอบคลุมการจราจรในช่วงทำ งานทั้งหมด เหมาะสมสำ หรับถนนในย่านชุมชน และแหล่งพาณิชย์ ถ้าท้องที่ไหนมีร้านค้า หรือร้านสรรพสินค้าที่ปิดดึก การนับก็ควรขยายออกให้คลุมเวลาเหล่านี้ด้วย

2.4.4 การนับในช่วงเวลาเร่งด่วน

ช่วงเวลาเร่งด่วนในแต่ละวันจะมีสองช่วง คือ ช่วงไปทำ งาน และช่วงกลับจากทำ งานการนับการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนช่วงเช้าจะเริ่มนับตั้งแต่ 07:00 น. ถึง 09:00 น. หรือจนถึง 09:30น. สำหรับการนับในช่วงเย็นของเวลาเร่งด่วน จะอยู่ระหว่าง 16:00 น. จนถึง 18:00 น. หรืออาจจะนับตั้งแต่เวลา 15:00 น. จนถึง 18:00 น. ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้ระยะเวลานับรถในช่วงเวลาเร่งด่วนในวันปรกติทั้งช่วงเช้าและเย็น

2.4.5 การนับในช่วงวันหยุด

ช่วงเวลาของการจราจรในวันหยุดปรกติ เริ่มตั้งแต่ 18:00 น. ของเย็นวันศุกร์ จนถึงเวลา 06:00 น. ของเช้าวันจันทร์ ซึ่งอาจมีแตกต่างกันในหนึ่งเดือนหรือแตกต่างกันตามฤดูกาล

2.5 การสำรวจหาค่าปริมาณการจราจร

การสำรวจหาค่าปริมาณการจราจร ในบริเวณที่ต้องการทราบค่าจะแยกได้ออกเป็นการสำรวจที่

1) บริเวณช่วงกลางถนน (Mid - Block Volume Counts)
2) บริเวณทางแยก (Intersection Volume Count)

- การสำรวจข้อมูลที่ช่วงกลางถนน (Mid - Block Volume Count) เป็นการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรบนช่วงหนึ่งของถนน โดยทั่วไปจะเลือกตำแหน่งจุดนับอยู่กึ่งกลางระหว่างทางแยก เพราะเป็นจุดที่ยวดยานสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอไม่ถูกรบกวนด้วยยวดยานที่เลี้ยวเข้า – ออก การสำรวจยวดยานบริเวณกลางช่วงถนนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทราบปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางในช่วงระยะเวลาใดๆ และประเภทของยวดยานบนถนนช่วงนั้น ข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ความจุของถนน การจัดเตรียมที่จอดรถ และการวางแผนทางด้านการจราจรอื่น ๆ
- การสำรวจข้อมูลบริเวณทางแยก (Intersection Volume Counts) เป็นการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรที่บริเวณทางแยก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะต้องการทราบถึงปริมาณการจราจรที่เข้ามายังทางแยกนั้น ทิศทางที่ยวดยานจะเคลื่อนที่ไป และปริมาณการจราจรที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกนั้นไปได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการออกแบบทางแยก การวิเคราะห์ความจุของทางแยก การออกแบบสัญญาณไฟจราจร

วิธีการสำรวจข้อมูลที่บริเวณทางแยกนี้ จะทำการสำรวจในช่างเวลารีบด่วนโดยการใช้คนนับ (Manual Counts) เพราะจะสามารถแยกประเภทยวดยานแต่ละอย่างได้ และสามารถสำรวจทิศทางการเคลื่อนที่ของยวดยานแต่ละคันได้ช่วงเวลา(Interval)ที่จดบันทึกข้อมูลจะเป็นช่วงระยะสั้นๆ โดยทั่วไปนิยมใช้ช่วงเวลา 5 นาที แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลจะใช้แบบฟอร์มเดียวกับที่ใช้ในการสำรวจที่บริเวณกลางช่วงถนน จำนวนผู้สำรวจจะต้องใช้อย่างน้อย 12 คน สำหรับสี่แยกที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ 12 ทิศทาง และมีปริมาณการจราจรไม่หนาแน่นมาก ส่วนทางแยกที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นมาก และต้องการประเภทของยวดยานด้วย จะต้องใช้ผู้สำรวจอย่างน้อย24 คน(2 คน ต่อ 1 ทิศทางการเคลื่อนที่ของยวดยาน) รูปแบบการนำเสนอ จะแสดงในรูปของตาราง และรูปแบบการจราจรที่ทางแยก (Intersection Flow Diagram) ค่าปริมาณการจราจรที่แสดงทั่วไป จะแสดงอยู่ในรูปของ PCU (Passenger Car Unit) การสำรวจปริมาณการจราจรทั่วไปจะทำได้โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 สำรวจโดยใช้คนนับ (Manual counts)

การสำรวจโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และละเอียดที่สุด ผู้สำรวจเพียงแต่นับจำนวนรถที่แล่นผ่าน แล้วทำการบันทึกข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด การบันทึกข้อมูลอาจจะแยกประเภท และทิศทางการเคลื่อนที่ของรถด้วยการแยกประเภทอาจจะแยกตามการแบ่งประเภทของยวดยาน ตามกรมทางหลวง ซึ่งแยกออกเป็น 10 ประเภท คือ รถจักรยาน รถจักรยานยนต์

รถยนต์นั่ง รถโดยสารขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดเล็ก รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดกลาง รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถแทรกเตอร์ และเกวียน

การสำรวจโดยใช้คนนับ มักจะกำหนดช่วงระยะเวลา ในช่วงชั่วโมงที่มีปริมาณการจราจรแน่น เช่น ในช่วงเช้า และช่วงเย็น การสำรวจโดยวิธีนี้บางครั้งอาจไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ หรือในเวลากลางคืน ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งคือ จะเสียค่าใช้จ่ายมากในกรณีที่ต้องการจำนวนข้อมูลหลายจุดและเป็นระยะเวลานาน อย่างไรก็ตามการสำรวจโดยใช้คนนับจะมีข้อดี คือ จะสามารถสำรวจข้อมูลอย่างอื่นไปพร้อม ๆ กันด้วย เช่น สำรวจปริมาณปริมาณรถเลี้ยว การแยกประเภทรถตามที่ต้องการ จำนวนผู้โดยสารในรถ และปริมาณคนเดินถนน

2.5.2 การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ (Mechanical Counts)

ในกรณีที่ต้องการข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงระยะเวลายาวๆ เพื่อที่จะหากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจร(Traffic Variation) การสำรวจโดยใช้คนนับจะไม่เหมาะสมการสำรวจโดยใช้เครื่องมือจะเหมาะสมกว่า เครื่องนับจะประกอบด้วยตัวจับคลื่น (Detector) และเครื่องนับ (Counter) เมื่อมีรถแล่นผ่านตัวจับคลื่น จะส่งสัญญาณไปยังเครื่องนับตัวจับคลื่นมีอยู่หลายชนิดเช่น ชนิดความดัน (Pneumatic Detector) ชนิดโลหะกระทบ(Positive Contact Detector) ชนิดใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic Detector) และชนิดใช้ลำแสง (Ultrasonic Beams)ตัวจับคลื่นที่นิยมใช้ทั่วไป คือ ประเภทใช้ความดัน ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสายยางวางพาดอยู่บนผิวถนน เมื่อมีรถแล่นทับสายยางจะเกิดความดันส่งคลื่นไปยังเครื่องนับเพื่อทำการบันทึกข้อมูล ปัจจุบันเครื่องมือได้รับการพัฒนาขึ้นมามาก สามารถแยกประเภทยานพาหนะ วัดความเร็วและวัดช่วงต่อของยานพาหนะ (Headway) ได้

2.5.3 การสำรวจโดยใช้ภาพถ่าย (Photographic Techniques)

การหาค่าปริมาณการจราจร สามารถหาได้โดยการใช้ภาพถ่ายซึ่งอาจจะเป็นภาพนิ่งหรือภาพยนตร์ การถ่ายภาพจะถ่ายจากที่สูงซึ่งสามารถมองเห็นได้ทั่วบริเวณ แล้วจึงนับจำนวนรถจากภาพที่ปรากฏในแต่ละช่วงเวลา วิธีการนี้ได้ข้อมูลที่ละเอียด แน่นอน แต่จะสิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายมาก

2.5.4 การสำรวจโดยวิธีการเคลื่อนที่ของรถ (Moving Vehicles Method)

การสำรวจโดยวิธีนี้ ผู้สำรวจจะมีการเคลื่อนที่ตามสภาพการจราจรทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของถนนทั้งสายได้ แตกต่างจากข้อมูลที่ได้โดยวิธีใช้คนนับและวิธีใช้เครื่องนับซึ่งจะได้ข้อ มูลเฉพาะจุดที่ทำการสำรวจเท่านั้น หลักการของวิธีนี้คือ ผู้สำรวจจะนั่งไปในรถที่เคลื่อนที่ไปตามสภาพการจราจรในทิศทางที่ต้องการวัดค่า แล้วขับย้อนกลับมาอีกครั้ง ไปกลับประมาณ 6 ถึง 16 เที่ยว ในขณะที่เคลื่อนที่ตามทิศทางการจราจรที่ต้องการวัด ผู้สำรวจจะต้องบันทึกจำนวนรถที่ผู้สำรวจแซง จำนวนรถที่แซงผู้สำรวจ และเวลาที่ใช้จากจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายทาง ในเที่ยวกลับที่ขับสวนทิศทางการจราจร ผู้สำรวจจะต้องนับจำนวนรถที่ผ่านในทิศทางที่ต้องการวัด และบันทึกเวลาที่ใช้จากจุดปลายทางถึงจุดเริ่มต้น

2.6 องค์ประกอบของยานพาหนะ

ยานพาหนะที่อยู่ในกระแสจราจรบนถนนประกอบด้วยรถหลายประเภท ซึ่งแตกต่างกันทั้งขนาด น้ำหนัก ละมีความคล่องตัวที่แตกต่างกัน ทำ ให้เกิดสภาพการจราจรที่ต่างกัน ส่งผลต่อถนนไม่เหมือนกัน เช่น รถบรรทุก รถพ่วง มักจะมีความเร็วต่ำ และใช้พื้นที่ของถนนมากกว่ารถยนต์นั่ง ทำ ให้มีผลกระทบต่อถนนมากกว่ารถยนต์นั่ง เมื่อถนนมีรถหลายประเภท ถ้าจะแบ่งยานพาหนะอย่างละเอียดโดยแยกออกทุกประเภทแล้วจะมีจำนวนประเภทมากเกินไป ทำ ให้ลำ บากต่อการบันทึกขณะทำ การเก็บข้อมูล จึงมีการจัดรวมกลุ่มยานพาหนะที่มีขนาด และความคล่องตัวใกล้เคียง กันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะได้ยานพาหนะประเภทหลักๆ ตามแบบของกองวิศวกรรมจราจรกรมทางหลวง ประเทศไทย ดังนี้

1. รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle and Motortricycle : MC)
2. รถยนต์นั่ง (Passenger Car and Taxi: C & T)
3. รถยนต์โดยสาร 4 ล้อ (Light Bus: LB)
4. รถยนต์โดยสารตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป (Heavy Bus: HB)
5. รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ (Light Truck: LT)
6. รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (Medium Truck: MT)
7. รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง (Heavy Truck: HT)
8. รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ (Bicycle and Tricycle: B & T)

และการวัด หรือคำนวณหาค่าปริมาณการจราจรจะใช้ในหน่วยเดียวกัน คือ หน่วยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Unit; PCU) ซึ่งค่าเทียบเท่าของรถประเภทต่างๆ จะเป็นกี่เท่าของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) นั้น ขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย เช่น ค่าความลาดชัน หรือสภาพของถนนของทางแยก เป็นต้น ค่าเทียบเท่าต่างๆ ในหน่วยรถยนต์นั่งนั้นมีมาตรฐานแตกต่างกันในของหลายๆหน่วยงาน ในหลายประเทศเช่น ของประเทศอังกฤษ ของ Highway Capacity Manual ของประเทศออสเตรเลีย ฯ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ปรับปรุง ประยุกต์ใช้ค่าเทียบเท่าในหน่วยรถยนต์นั่งตามประสบการณ์ของผู้ทำ การศึกษาเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ดังตาราง ดังต่อไปนี้

ตาราง 2.1 ตัวอย่างหน่วยรถยนต์นั่งของรถประเภทต่างๆ

ชนิดของยานพาหนะ	ค่าในหน่วยรถยนต์นั่ง
รถจักรยานยนต์	0.33
รถยนต์ส่วนบุคคล	1.00
รถยนต์โดยสาร 4 ล้อ	1.00
รถยนต์โดยสารตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป	2.00
รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ	1.00
รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ	1.75
รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง	2.50

2.7สัญญาณไฟจราจร

ความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการใช้รถใช้ถนน เนื่องจากเป็นผลดีต่อทั้งตัวผู้ขับขี่และเพื่อนร่วมทางรอบข้าง แต่สถิติการเกิดอุบัติเหตุรถยนต์ก็ยังเพิ่มมากขึ้นทุกขณะซึ่งเมื่อตัดปัจจัยของการเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์บนท้องถนนที่ทำให้ตัวเลขทางอุบัติเหตุเพิ่มมากขึ้น ความประมาทและการขาดความรู้เรื่องการใช้รถใช้ถนนก็เป็นอีกสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สัญญาณไฟจราจรนับว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมและลดการเกิดอุบัติเหตุจากการจราจรบริเวณทางแยก การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่อการจราจรหลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า การออกแบบ ติดตั้ง และการใช้งาน มีความเหมาะสมและถูกต้องมากน้อยเพียงใด กล่าวคือ หากมีการออกแบบ ติดตั้งและจัดการควบคุมทำได้เหมาะสมแล้ว สัญญาณไฟจราจรจะส่งผลดีหลายประการคือ

- ช่วยจัดระเบียบการจราจรบริเวณทางแยก
- ช่วยให้คนเดินข้ามถนนบริเวณสี่แยกได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น
- ช่วยให้รถในถนนสายรองตัดผ่านถนนสายหลักได้
- เพิ่มความจุในการรองรับปริมาณการจราจรของทางแยก
- ลดอุบัติเหตุบางชนิดลงได้ เช่น การชนประสานงา หรือการชนด้านข้าง
- ประหยัดกำลังเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร

แต่ในทางกลับกันหากมีการติดตั้ง ออกแบบ และการจัดการควบคุม ทำได้ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมแล้วก็อาจก่อให้เกิดปัญหาและเป็นผลเสียต่อการจราจรบริเวณทางแยก ดังเช่น

- เพิ่มความความล่าช้าแก่ยวดยานโดยไม่จำเป็นโดยเฉพาะในถนนสายหลัก
- หากมีการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกอาจทำให้มีการเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่น และเพิ่งปัญหาในเส้นทางเหล่านั้น
- อาจทำให้เพิ่มอุบัติเหตุบางชนิด เช่น รถชนท้าย กรณีมีจังหวะสัญญาณไม่เหมาะสม

2.7.1 ชนิดของสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน หากจะจำแนกตามชนิดของการติดตั้งใช้งานแล้วสามารถจำแนกได้เป็น

- สัญญาณไฟจราจรสำหรับยวดยาน (Vehicle Signal) เป็นสัญญาณไฟจราจรที่ติดตั้งเพื่อควบคุมยวดยานบริเวณทางแยก มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การเคลื่อนที่ยวดยานมีระเบียบ และปลอดภัย
- สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้าม (Pedestrian Signal) เป็นสัญญาณไฟจราจรทางข้ามที่มีคนเดินข้ามมาก หรือมีอันตรายในการข้ามทางทั้งนี้เพื่อความสะดวก และปลอดภัยของคนข้ามถนน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- สัญญาณไฟกระพริบทางข้ามหรือทางแยก (Flashing Signal) เป็นสัญญาณไฟกระพริบเตือนที่ติดตั้งบริเวณทางข้ามที่มีแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุสูง แต่อาจจะยังไม่จำเป็นต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจรทางแยกหรือทางข้าม วัตถุประสงค์หลักของการติดตั้งสัญญาณไฟกระพริบก็คือ เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่มีความระมัดระวังและลดความเร็วเมื่อแล่นเข้าสู่พื้นที่บริเวณนั้นๆ

2.7.2 ระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Control System) ระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรจำแนกตามวิธีการควบคุมการจราจร ได้ดังนี้

2.7.2.1 ระบบควบคุมแบบตั้งเวลาแน่นอน (Fixed – Time หรือ Pre – timed Control) เป็นระบบควบคุมการจราจรที่มีการออกแบบควบคุมการจราจรไว้แน่นอน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวิเคราะห์ และจัดทำเป็นแผนการควบคุมที่แน่นอนไว้มีลักษณะสำคัญคือ

- ตั้งเวลาเปิด - ปิด ช่วงเวลา (timing) ของแต่ละจังหวะไว้แน่นอน
- อาจมีเพียงโปรแกรมเดียว ใช้งานแบบเดียวตลอดทั้งวัน
- หรืออาจมีหลายโปรแกรม กำหนดใช้ตามช่วงเวลาต่างๆที่ตั้งไว้

2.7.2.2 ระบบควบคุมแบบปรับอัตโนมัติตามปริมาณการจราจร (Actuated Control)

คือ สัญญาณไฟจราจรที่สามารถปรับทั้งเฟส และเวลาครบรอบให้สัมพันธ์กับปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางร่วมทางแยก ในแต่ละช่วงเวลา แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.7.2.3 Semi-Traffic Actuated Signal เป็นสัญญาณไฟที่ใช้กับทางแยก ซึ่งเกิดจากทางโทตัดกับทางเอก โดยทางโทมีปริมาณการจราจรน้อย แต่มีมากบ้างในบางช่วง ส่วนทางเอกมีปริมาณการจราจรที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ หลักการทำงานของสัญญาณไฟแบบ Semi-Traffic Actuated Signal นั้นเป็นดังนี้

- ทางเอกได้รับสัญญาณไฟเขียวนานเท่ากับระยะเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด (Minimum Green Time)
- ช่วงเวลาไฟเขียวในทางเอกจะยังคงมีต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้รับสัญญาณจากทางโท (เมื่อรถในทางโทวิ่งผ่านเครื่องนับรถ ตัวควบคุมจะทราบทันทีว่ามีรถในทางโท ต้องการผ่านทางแยก)
- รถทางโทจะได้รับสัญญาณไฟเขียวทันที ถ้าช่วงไฟเขียวในทางเอกพ้นเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุดแล้ว
- เวลาไฟเขียวสำหรับให้รถทางโทแล่นผ่านทางแยกจะมีระยะเวลาไฟเขียวเท่ากับระยะเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด ยกเว้นกรณีที่ยังมีรถในทางโทเหลืออยู่อีก เวลาไฟเขียวจะขยายต่อไปจนถึงเวลาไฟเขียวที่ตั้งไว้ (Maximum Preset Time)

หมายเหตุ

- สัญญาณไฟเขียวที่น้อยที่สุดสำหรับถนนสายใด = ระยะเวลาที่คนเดินเท้าข้ามพ้นทางแยก (Pedestrian Clearance Time) + เวลาช่วงแรกที่คนเดินเท้าตัดสินใจจะเดินข้ามถนน – เวลาไฟเหลือง
- เวลาที่คนเดินเท้าข้ามพ้นทางแยก = ความกว้างของถนน / ความเร็วของการเดินข้าม
- ความเร็วของการเดินข้ามใช้เวลาประมาณ 1.2 เมตร ต่อ วินาที
- ช่วงเวลาแรกที่คนเดินเท้าตัดสินใจจะเดินข้ามถนน อาจใช้ค่าประมาณ 7 วินาที เมื่อมีไฟสัญญาณสำหรับคนเดินเท้า และ 5 วินาที สำหรับที่ที่ไม่มีสัญญาณไฟสำหรับคนเดินเท้า
- สัญญาณไฟเหลือง
  - 3 วินาที สำหรับความเร็ว 56 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง
  - 4 วินาที สำหรับความเร็ว 56 – 80 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง
  - 5 วินาที สำหรับความเร็วที่มากกว่า 80 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

2.7.2.4 Full-Traffic Actuated Signal เป็นระบบสัญญาณไฟที่นิยมใช้กับทางแยกที่ปริมาณการจราจรที่ถนนแต่ละสายมีปริมาณรถเท่าๆกัน และมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา
ต่างๆของวัน หลักการทำงานของไฟสัญญาณแบบนี้คล้ายกับการควบคุมแบบ Semi-Traffic Actuated Signal เพียงแต่มรเครื่องนับรถประจำใจถนนทุกสาย

ข้อดี ของการควบคุมแบบ Full-Traffic Actuated Signal

- ปกติแล้วจะช่วยลดความล่าช้า (ถ้ากำหนดจังหวะเวลาของสัญญาณไฟอย่างเหมาะสม
- ใช้ได้ดีกับการจราจรที่ระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสั้น (Short Term -Fluctuation)
- เพิ่มความจุของทางร่วมทางแยก โดยการเปลี่ยนเวลาไฟเขียวให้แก่ทางซึ่งมีปริมาณการจราจรมากกว่า
- ใช้เป็นอุปกรณ์เพิ่มความปลอดภัยสำหรับช่วงปริมาณการจราจรน้อย แม้จะมีสัญญาณชนิดนี้ รถก็ยังคงผ่านไปได้อย่างสะดวก ในสภาพการเช่นเดียวกัน ถ้าไฟสัญญาณที่กำหนดไว้คงที่ ก็จะต้องปรับไฟกระพริบ ซึ่งยังคงทำให้เกิดความล่าช้าเกินไป และปลอดภัยน้อยกว่า
- มีประสิทธิภาพมากในทางร่วมทางแยก ที่ต้องการสัญญาณไฟหลายเฟส

ข้อเสีย ของการควบคุมแบบ Full-Traffic Actuated Signal

- ราคาแพงกว่าแบบ Fixed Time Signal ประมาณ 2 – 5 เท่า
- การกำหนดลักษณะของตัว Controller และ Detector จะต้องกำหนดให้เหมาะสมกับลักษณะของทางแยก

- ค่าบำรุงรักษา และซ่อมแซมสูง

2.7.2.5 ระบบควบคุมอัตโนมัติแบบมีศูนย์ (Urban Traffic Control: UTC)

เป็นระบบที่ใช้ควบคุมทางแยกไฟสัญญาณจราจรหลายๆทางแยกเข้าด้วยกัน เป็นการควบคุมทั้งพื้นที่ บางครั้งเรียกระบบนี้ว่า " ระบบควบคุมไฟจราจรเป็นพื้นที่ (Area Traffic Control : ATC) " หรือรู้จักทั่วไปว่า " ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยคอมพิวเตอร์ " ลักษณะทั่วไปคือ เป็นระบบที่มีเครื่องควบคุมหลัก (Master Control หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์) ควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรของทางแยกต่างๆ (Local Controller) มีการติดตั้ง Detector อย่างมีระบบเพื่อวัดปริมาณการจราจรและการติดขัดในบริเวณแยกต่างๆ แล้วส่งข้อมูลมายังเครื่องควบคุมหลัก โดยเครื่องควบคุมหลักจะวิเคราะห์หาแผนการควบคุมที่เหมาะสมกับสภาพการจราจร แล้วสั่งการควบคุมให้ Local Controller เปิด - ปิด จังหวะสัญญาณไฟตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้

2.7.2.6 ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเป็นพื้นที่ (ATC)

ในประเทศไทยมีการนำเอาระบบ ATC มาใช้ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2521 โดย สจร.ทำการติดตั้งควบคุมทางแยกสัญญาณไฟจราจร 48 ทางแยกในเขตกรุงเทพมหานครชั้นใน ปัจจุบันโอนไปอยู่ในความรับผิดชอบของ กทม . แล้วเป็นที่น่าเสียดายที่ระบบ ATC นี้ไม่ได้ถูกใช้งานอย่างเหมาะสมเต็มที่ สาเหตุส่วนหนึ่งคือ ความไม่เข้าใจที่ถูกต้อง ในการใช้งานของระบบ ควบคุมและขาดการประสานงานที่ดีของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือ กรุงเทพมหานคร สจร . และตำรวจจราจรอย่างไรก็ตามที่ผ่านมารัฐบาลยังเห็นว่าระบบ ATC นี้จะมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานครอยู่จึงได้มีการขยายระบบ ATC และติดตั้งระบบใหม่ (ที่ใช้งานได้ผลดีในต่างประเทศ) ให้ครอบคลุมพื้นที่ และจำนวนทางแยกส่วนใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานคร ระบบ ATC ใหม่นี้สามารถใช้งานได้ในปี พ.ศ. 2538

ในส่วนเมืองภูมิภาค เมืองเชียงใหม่จะเป็นเมืองภูมิภาคแห่งแรกที่มีการติดตั้งระบบ ATC ซึ่งกรมโยธาธิการเป็นผู้ดำเนินการติดตั้งโดยในชั้นต้นจะครอบคลุม 40 ทางแยกมีตำรวจจราจรเชียงใหม่และเทศบาลฯเป็นผู้ดูแลและควบคุมการใช้งาน ระบบดังกล่าวติดตั้ง และใช้งานได้สมบูรณ์ในปี 2539

การนำระบบ ATC มาใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยอาศัยคอมพิวเตอร์จะแบ่งเบาภาระเจ้าพนักงานตำรวจทั้งทางแยก และศูนย์ควบคุมการจราจร อีกทั้งยังลดภาระของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์สัญญาณไฟจราจรและการปรับจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกต่างๆ ซึ่งส่วนประกอบของระบบ ATC ดังแสดงในรูป ภาพที่ 2.1 ภาพการทำงานของระบบ ATC

ภาพที่ 2.1 ภาพการทำงานของระบบ ATC

ปรัชญาของระบบ ATC คือ การใช้บุคลากรและผิวจราจร ซึ่งเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด การช่วยบรรเทาปัญหาจราจรโดยแท้จริงแล้วไม่ใช่เป็นเพราะตัวระบบแต่เป็นผลลัพธ์เมื่อนำระบบ ATC มาใช้ ซึ่งนอกจากจะสามารถควบคุมการจราจรที่ทุกทางแยกให้ประสานสัมพันธ์กันและสอดคล้องกับสภาพจราจรที่เกิดขึ้นจริงแล้วยังสามารถนำเจ้าพนักงานจราจรจำนวนมากที่เคยต้องรับผิดชอบในการควบคุมที่ทางแยกมากวดขันเรื่องวินัยจราจร ซึ่งยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของปัญหาการจราจรติดขัด

ระบบสามารถจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจรให้สอดคล้องกับสภาพจราจรที่เกิดขึ้นจริง โดยระบบจะรับข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางระบบตรวจสอบสภาพการจราจร (Detection System) เช่น ระบบตรวจวัดปริมาณจราจรแบบ Loop Detector หรือกล้องตรวจสภาพการจราจร (CCTV) เป็นต้น รูปตัวอย่างอุปกรณ์ที่ติดตั้งบริเวณทางแยก เพื่อใช้ตรวจวัดปริมาณจราจรดังแสดงในรูป

Loop Detector Close Circuit Television (CCTV)

ภาพที่ 2.2 ภาพอุปกรณ์ที่ติดตั้งบริเวณทางแยก เพื่อใช้ตรวจวัดปริมาณจราจร

เมื่อระบบได้รับข้อมูลปริมาณการจราจร คอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะทำการประมวลผลข้อมูลทั้งหมดของโครงข่ายถนน (Network) เพื่อออกแบบระยะเวลารอบสัญญาณไฟให้เชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง และผลของการออกแบบจะถูกนำไปใช้ในการจัดการจังหวะสัญญาณไฟจราจรของรอบถัดไปทันที ตัวอย่างการ

เชื่อมโยงสัญญาณไฟเขียวของแต่ละทางแยกบนถนนสายหลัก เพื่อให้การจราจรระบายได้อย่างคล่องตัว ดังแสดงในรูปการเชื่อมโยงสัญญาณไฟจราจรแบบโครงข่ายรูปการเชื่อมโยงสัญญาณไฟจราจรแบบโครงข่าย

ภาพที่ 2.3 การเชื่อมโยงสัญญาณไฟจราจรแบบโครงข่ายรูปการเชื่อมโยงสัญญาณไฟจราจรแบบโครงข่าย

ปัจจุบันระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเป็นพื้นที่ (ระบบ ATC) ยังสามารถใช้ควบคุมร่วมกับอุปกรณ์หรือระบบอื่นๆที่ติดตั้งบนถนน ซึ่งน่าจะพอสังเกตเห็นได้จากชื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมักมีคำลงท้ายเหมือนกันว่า “อัจฉริยะ” ซึ่งตัวอย่างของอุปกรณ์หรือระบบที่สามารถใช้ควบคุมร่วมกับระบบ ATC ดังแสดงในรูป ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเป็นพื้นที่ (ระบบ ATC)

ภาพที่ 2.4 ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเป็นพื้นที่ (ระบบ ATC)

ข้อดีของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Real Time Adaptive System

- ในสภาพการจราจรปกติ ระบบสามารถช่วยลดความล่าช้าและการหยุด เมื่อเทียบกับการจัดสัญญาณไฟจราจรแบบอื่นๆ
- ในสภาพการจราจรไม่ปกติ เช่น เกิดอุบัติเหตุหรือสภาพจราจรคับคั่งเนื่องจาก สภาพอากาศ เหตุการณ์ที่ไม่คาดหมายไว้ก่อน ระบบสามารถปรับรูปแบบสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับ

สภาพการจราจรที่ผิดปกติได้ ดังนั้นการจราจรจึงสามารถเคลื่อนตัวไปได้โดยไม่ติดขัดจนกระทั่งถึงขั้นวิกฤติ

- การจัดรูปแบบสัญญาณไฟที่เหมาะสม ระบบสามารถจัดรูปแบบสัญญาณไฟที่เหมาะสมได้ถึงแม้รูปแบบการจราจรจะเปลี่ยนไปตามกาลเวลาเนื่องจากสัญญาณไฟจะถูกปรับให้เข้ากับการจราจรที่เปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลาได้โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบใหม่

2.8 ความล่าช้า (delay) บริเวณทางแยก

2.8.1 ประเภทของความล่าช้า (Delay)

ความล่าช้าเกิดจากการติดขัดของกระแสจราจร และการทำ งานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการจราจร สามารถแบ่งได้ดังนี้

- ความล่าช้าคงที่ (Fixed Delay) ความล่าช้าประเภทนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลาไม่ว่าปริมานจราจรจะมีมากหรือน้อยแค่ไหน หรือมีสิ่งกีดขวางบนถนนหรือไม่ ตัวอย่างความล่าช้าประเภทนี้ คือ ช่วงเวลาสัญญาณไฟแดง
- ความล่าช้ารอทำงาน (Operating Delay) ความล่าช้าประเภทนี้เกิดขึ้นจากการรบกวนขององค์ประกอบในกระแสจราจร ที่บังคับให้ต้องรอจังหวะ สิ่งรบกวนเหล่านี้ อาจเกิดจากการข้ามถนนของคนเดินเท้า การเลี้ยวซ้ายหรือขวาของรถ เป็นต้น
- ความล่าช้าหยุด (Stopped Delay) ความล่าช้าประเภทนี้คือความล่าช้าขณะรถไม่เคลื่อนที่
- ความล่าช้าแออัด (Congestion Delay) ความล่าช้าประเภทนี้คือผลต่างของเวลาขณะเคลื่อนที่กับเวลาที่ใช้เดินทางบนถนนช่วงเดียวกัน เมื่อมีสิ่งกีดขวางน้อยที่สุดความล่าช้านี้จะมีค่าเท่ากับเวลาที่ใช้ในการชะลอ และเร่งความเร็ว เนื่องจากสิ่งกีดขวางบนถนน
- ความล่าช้าของเที่ยวเดินทาง (Travel Time Delay) ความล่าช้าประเภทนี้คือผลต่างของเวลาที่ใช้ในการเดินทางกับเวลาที่ใช้ หากถนนมีสิ่งกีดขวางน้อยที่สุด ความล่าช้านี้จะมีค่าเท่ากับเวลาที่ใช้ในการชะลอ และเร่งความเร็วบวกกับความล่าช้าหยุด

2.8.2 ความล่าช้าที่ทางแยก (Delay at Intersection)

วิธีที่ใช้วัดความล่าช้าของรถที่ต้องหยุด ขณะรอสัญญาณไฟจราจรสีเขียว หรือรอข้ามทางแยกมักจะแสดงในรูปของค่าความล่าช้าเฉลี่ยต่อรถหนึ่งคัน ซึ่งมีหลายวิธีที่สามารถหาได้ ในการศึกษานี้ได้ใช้วิธี Stopped Time Delay Method โดยที่วิธีนี้จะให้ค่าความล่าช้าหยุดที่ทางแยกโดยไม่รวมเวลาที่รถชะลอเพื่อหยุด หรือเร่งเครื่องเพื่อออกรถ ซึ่งการเก็บข้อมูลมีขั้นตอนง่ายๆ ดังนี้

- นับจำนวนรถที่หยุดบนทางแยกทุกๆ ช่วงเวลาหนึ่ง เช่น 15 วินาที เป็นต้น
- นับจำนวนรถที่หยุด (Stopped Vehicles) และที่ไม่ต้องหยุด (Non-Stopped Vehicles) เพื่อขับข้ามทางแยกทุกนาที ตลอดเวลาที่ศึกษา

เมื่อกล่าวถึงความล่าช้าโดยมากมักจะหมายถึงความล่าช้าอันเกิดจากการหยุด (Stopped delay) ของยวดยานและเนื้อหาที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ จะพิจารณาความล่าช้าอันเกิดจากการหยุดบริเวณทางแยก (Intersection stopped delay) เป็นหลัก

ความล่าช้าอันเกิดจากการหยุด (มีหน่วยเป็น วินาทีต่อคัน หรือ sec/veh) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญค่าหนึ่งที่บ่งบอกประสิทธิภาพในการรองรับปริมาณจราจรและระดับการให้บริการของทางแยก การสำรวจความล่าช้าของกระแสจราจรบริเวณทางแยก สามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 2.2 แบบบันทึกข้อมูลการสำรวจความล่าช้า

แนวทางวิ่ง ..... ผู้บันทึกข้อมูล .....

กลุ่มช่องจราจร ..... วันที่..... ช่วงเวลา .....

สภาพอากาศ.....

เวลา	จำนวนรถยนต์ที่ล่าช้า				ปริมาณจราจร		รวม
	+15	+30	+45	+60	ที่ล่าช้า	ที่ไม่ล่าช้า	
ผลรวมย่อย							
รวม							

ที่มา: ดัดแปลงจาก Currin (2001)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จาก ตารางที่ 2.2 แบบบันทึกข้อมูลการสำรวจความล่าช้า หาความล่าช้ารวมจากผลคูณระหว่างผลรวมของจำนวนความล่าช้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลาที่สังเกต และช่วงเวลาย่อยที่สังเกต จะได้

2.8.3 ความล่าช้ารวม (*Total delay*)

= ผลรวมของจำนวนรถยนต์ที่ล่าช้า (คัน) *15 (วินาที) หน่วยเป็น (คัน-วินาทีของความล่าช้า)

จากนั้นนำความล่าช้ารวมหารด้วยปริมาณจราจรของยวดยานที่ถูกทำให้ล่าช้า จะได้อิ่มความล่าช้าเฉลี่ยต่อจำนวนยวดยานที่ล่าช้า

= ความล่าช้ารวม / ปริมาณจราจรที่ล่าช้ารวม หน่วยเป็น (วินาทีต่อคัน)

ค่าความล่าช้าที่คำนวณได้ตามที่กล่าวมาข้างต้น เป็นค่าที่ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบเป็นระดับการให้บริการของทางแยกได้ ค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกได้นั้น คำนวณโดย

= (ความล่าช้ารวม/ผลรวมของปริมาณจราจร)*(ปริมาณจราจรที่ล่าช้า/ปริมาณจราจรที่ไม่ล่าช้า)

หน่วยเป็น (วินาทีต่อคัน)

ค่าความล่าช้าที่คำนวณได้จากวิธีนี้ สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกได้ โดยเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้กับตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ระดับการให้บริการและความล่าช้า

ระดับการให้บริการ (Level of service, LOS)	ความล่าช้า (วินาทีต่อคัน)
A	≤ 10.0
B	10.1 - 20.0
C	20.1 - 35.0
D	35.1 - 55.0
E	55.1 - 80.0
F	> 80.0

ที่มา: ดัดแปลงจาก Currin (2001)

2.9 ระดับการให้บริการ

ระดับการให้บริการ A (Level of service A) เป็นระดับการให้บริการที่ยวดยานสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ ด้วยความเร็วอิสระ (Free-flowspeed) นั่นคือผู้ขับขี่ยวดยานสามารถเลือกความเร็วในการสัญจรได้โดยอิสระโดยไม่ได้รับอิทธิพลจากยวดยานคันอื่นในกระแสจราจร การสัญจรของยวดยานจะไม่ได้ถูกรบกวนจากยวดยานคันอื่นแม้ในสภาพการจราจรที่มีความหนาแน่นสูงสุดของระดับการให้บริการ A ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างยวดยานจะมีค่าประมาณ 167 เมตร (550 ฟุต) หรือเทียบเท่ากับความยาวโดยประมาณของรถยนต์27 คัน เป็นระดับการให้บริการที่ทำให้เกิดความสบายในการขับขี่มากที่สุด อุบัติเหตุและสภาพถนนที่เป็นอุปสรรคต่อการขับขี่จะไม่ส่งผลกระทบมากนักที่ระดับการให้บริการนี้ ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ A

ภาพที่ 2.5 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ A

ระดับการให้บริการ B (Level of service B) เป็นระดับการให้บริการที่ยวดยานยังสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ และยังสามารถเลือกใช้ความเร็วในการสัญจรได้โดยอิสระ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างยวดยานจะมีค่าประมาณ 100 เมตร (330ฟุต) หรือเทียบได้กับความยาวของรถยนต์ 16 คัน การเปลี่ยนช่องจราจรอาจถูกจำกัดบ้างเพียงเล็กน้อย โดยรวมแล้วยังคงเป็นระดับการให้บริการที่ทำให้เกิดความสบายในการขับขี่ เช่นเดียวกับระดับการให้บริการ A อุบัติเหตุและสภาพถนนที่เป็นอุปสรรคต่อการขับขี่จะไม่ส่งกระทบต่อสภาพการจราจรมากนักที่ระดับการให้บริการนี้ ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ B

ภาพที่ 2.6 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ B

ระดับการให้บริการ C (Level of service C) เป็นระดับการให้บริการที่สามารถใช้ความเร็วในการสัญจรได้ใกล้เคียงความเร็วอิสระความมีอิสระในการสัญจรจะถูกจำกัดมากขึ้น ผู้ขับขี่ต้องให้ความระมัดระวังขณะเปลี่ยนช่องจราจรมากขึ้น ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างยวดยานมีค่าประมาณ 67 เมตร (220 ฟุต) หรือเทียบได้กับความยาวของรถยนต์ 11 คัน อุบัติเหตุบนท้องถนนยังไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรมากนัก แต่สภาพถนนที่เป็นอุปสรรคต่อการขับขี่อาจเริ่มส่งผลกระทบมากขึ้น และอาจทำให้เกิดแถวคอยหรือรถติดได้ในตำแหน่งที่สภาพถนนเป็นอุปสรรคต่อการสัญจรอย่างมีนัยสำคัญ ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ C

ภาพที่ 2.7 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ C

ระดับการให้บริการ D (Level of service D) เป็นระดับการให้บริการที่ความเร็วในการสัญจรเริ่มลดลงเล็กน้อย ขณะที่ปริมาณจราจรและความหนาแน่นเริ่มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความมีอิสระในการสัญจรในกระแสจราจรถูกจำกัดมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้ความสบายในการขับขี่ลดลงและเกิดความเครียดในการขับขี่เพิ่มขึ้น อุบัติเหตุเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดการจราจรติดขัดขึ้นได้ที่ระดับการให้บริการนี้ เพราะมีพื้นที่ในการสัญจรและใช้ในการหลบหลีกลดลง ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างยวดยานเท่ากับ 50 เมตร(160 ฟุต) หรือเทียบได้กับความยาวของรถยนต์ 8 คัน ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ D

ภาพที่ 2.8 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ D

ระดับการให้บริการ E (Level of service E)เป็นระดับการให้บริการที่ระดับสูงสุดที่ถนนจะสามารถรองรับปริมาณจราจรได้ การสัญจรเป็นได้ด้วยความยากลำบาก ช่วงห่างระหว่างยวดยานไม่แน่นอน โดยประมาณแล้วเทียบได้กับความยาวของรถยนต์ 6 คัน ทำให้มีพื้นที่ในการสัญจรและเปลี่ยนช่องจราจรน้อยลง ยังคงใช้ความเร็วได้มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (50 ไมล์ต่อชั่วโมง) การขัดกระแสจราจรเพียงเล็กน้อยไม่ว่าจะเป็น การเปลี่ยนช่องจราจร หรือการที่รถวิ่งออกจากทางเชื่อมเข้ามาในกระแสจราจรหลัก ฯลฯ สามารถทำให้เกิดกระแสการจราจรติดขัด (Shockwave) ย้อนกลับไปยังกระแสจราจรต้นทางได้ ที่ระดับการจราจรสูงสุดนี้ ถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นแม้เพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำให้เกิดการจราจรติดขัดอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับระบายการจราจร และเป็นสภาพการจราจรที่ส่งผลให้เกิดความอึดอัดและความเครียดต่อผู้ขับขี่เป็นอย่างมาก ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ E

ภาพที่ 2.9 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ E

ระดับการให้บริการ F (Level of service F) เป็นระดับการให้บริการที่เกิดสภาพการจราจรติดขัดของกระแสจราจร ซึ่งโดยทั่วไปจะสังเกตได้จากแถวคอยที่เกิดขึ้นด้านหลังจุดที่เกิดการติดขัด การติดขัดของกระแสจราจรเกิดจากสาเหตุหลักดังนี้

- อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นชั่วขณะ ส่งผลให้ถนนช่วงที่เกิดอุบัติเหตุนั้นมีความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรลดลง นั่นคือจำนวนรถยนต์ที่วิ่งเข้ามามากกว่าจำนวนรถยนต์ที่ถูกระบายออกไปจากจุดดังกล่าว
- มีปริมาณจราจรวิ่งเข้าสู่ตำแหน่งที่เกิดการขัดแย้งกันของกระแสจราจร อาทิ ตำแหน่งที่กระแสจราจรรวมเข้าด้วยกัน (Merging) ตัดกัน (Weaving) หรือตำแหน่งที่จำนวนช่องจราจรลดลง (Lane drop) ฯลฯ มากกว่าปริมาณจราจรที่วิ่งออกจากตำแหน่งนั้น
- การคาดการณ์ปริมาณจราจรที่ผิดพลาดทำให้ปริมาณจราจรสูงสุดในชั่วโมง (Peak-hour flow rate) สูงเกินกว่าความสามารถรองรับปริมาณจราจรของถนน

ภาพที่ 2.10 ภาพปริมาณรถในระดับการให้บริการ F

2.10 ปริมาณจราจรและอัตราการไหล (Traffic volume and Rate of flow)

ปริมาณจราจร คือ จำนวนยวดยานที่เคลื่อนผ่านตำแหน่งอ้างอิงบนถนน ช่องจราจร หรือทิศทางจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปมีหน่วยเป็น คันต่อหน่วยเวลา เช่น คันต่อวัน หรือคันต่อชั่วโมง เป็นต้น สำหรับอัตราการไหลโดยทั่วไปจะมีหน่วยเป็น คันต่อชั่วโมง แต่ปริมาณจราจรที่แสดงนี้ จะเป็นตัวแทนของการไหลของกระแสจราจรในช่วงเวลาที่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง ดังแสดงตัวอย่างในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณจราจรและอัตราการไหล

ช่วงเวลา	ปริมาณจราจรในช่วงเวลาย่อย (คัน)	อัตราการไหลในช่วงเวลาย่อย (คันต่อชั่วโมง)
5:00-5:15 PM	1,000	1,000/0.25 = 4,000
5:15-5:30 PM	1,100	1,100/0.25 = 4,400
5:30-5:45 PM	1,200	1,200/0.25 = 4,800
5:30-5:45 PM	900	900/0.25 = 3,600
5:00-6:00 PM	รวม 4,200	4,200 vph = Hourly volume

จากตารางที่ 2.4 จะพบว่าในช่วงเวลา 15 นาที แรก (ระหว่าง 5:00 PM ถึง 5:15 PM) ปริมาณจราจรที่นับได้เท่ากับ 1,000 คัน ช่วงเวลา 15 นาที หรือ 0.25 ชั่วโมง นี้ จะมีอัตราการไหล (Flow rate) เท่ากับ 1,000/0.25 เท่ากับ 4,000 คันต่อชั่วโมง ในช่วงเวลา 15 นาที อื่นๆ ที่เหลือก็คำนวณในลักษณะเดียวกัน ค่าอัตราการเคลื่อนตัวของยวดยานที่คำนวณได้ในแต่ละช่วงเวลาย่อย 15นาทีนี้ เรียกว่า อัตราการไหล ถ้าเรารวมปริมาณจราจรทั้งหมดของแต่ละช่วงเวลาย่อยเข้าด้วยกันจะมีค่าเท่ากับ 4,200 คัน ดังนั้นในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง จะมีปริมาณจราจรวิ่งผ่านช่วงถนนที่เราศึกษา เท่ากับ 4,200 คัน คิดเป็นปริมาณจราจร (Volume) เท่ากับ 4,200 คันต่อชั่วโมง

2.11 ค่าการไหลอิ่มตัว (Saturation flow)

ค่าดังกล่าวจะอธิบายพฤติกรรมของผู้ขับขี่ในการเคลื่อนที่ออกจากเส้นหยุดของทางแยก และบ่งบอกถึงอัตราการให้บริการของทางแยก นั่นคือ จำนวนยวดยานมากที่สุดที่สามารถผ่านทางแยกไป ได้ใน 1 ชั่วโมง โดยสมมติว่าการเคลื่อนที่นั้นได้รับสัญญาณไฟเขียวอย่างต่อเนื่องและมีจำนวนยวดยานในแถวคอยวิ่งตามกันมาอย่างต่อเนื่อง มีหน่วยเป็น คันต่อชั่วโมงของช่วงสัญญาณไฟเขียว (Vehicles per hour of green) ในการหาค่าการไหลอิ่มตัว จะใช้ตารางสำหรับการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การไหลอิ่มตัว

ชื่อทางแยก ..... เมือง.....

วันที่ ..... เวลา ..... ช่องจราจร .....

รอบสัญญาณไฟ	T4	N	Tn	ช่วงห่างเฉลี่ย (วินาที)	การไหลอิ่มตัว (คันต่อชั่วโมงของช่วงไฟเขียว)	ความล่าช้าช่วงออกตัว (วินาที)	ระยะเวลาระหว่างแถวคอย (วินาที)
1	9.2	10	21.0	1.97	1,831	1.33	0
2	9.4	15	33.9	2.23	1,616	0.49	3.9
3	9.7	8	17.0	1.83	1,972	2.40	0
4	9.9	10	22.1	2.03	1,770	1.77	0
5	9.9	8	17.5	1.90	1,895	2.30	0
6	9.5	9	19.7	2.04	1,765	1.34	0
7	9.4	11	23.5	2.01	1,787	1.34	0
8	9.2	10	21.0	1.97	1,831	1.33	0
9	9.4	15	33.9	2.23	1,616	0.49	3.9
10	9.7	8	17.0	1.83	1,972	2.40	0
11	9.9	10	22.1	2.03	1,770	1.77	0
12	9.9	8	17.5	1.90	1,895	2.30	0
13	9.5	9	19.7	2.04	1,765	1.34	0
14	9.4	11	23.5	2.01	1,787	1.34	0
15	9.5	9	19.7	2.04	1,765	1.34	0
เฉลี่ย				2.00	1,803	1.55	

ที่มา: ดัดแปลงจาก Currin (2001)

ในการสำรวจข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณการไหลอิ่มตัว Highway Capacity Manual แนะนำให้ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 15 รอบสัญญาณไฟ *T4* คือ เวลาที่เพลาท้ายของรถยนต์คันที่ 4 เคลื่อนผ่านเส้นอ้างอิงเข้ามาในพื้นที่ของทางแยก *N* คือ จำนวนยวดยาน (โดยมากได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล) ทั้งหมดที่วิ่ง

ผ่านเข้ามาในพื้นที่ทางแยก และ *Tn* คือ เวลาทั้งหมดที่ยวดยาน *N* คัน ใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ทางแยก จากข้อมูลดังกล่าว Highway Capacity Manual ได้เสนอสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าช่วงห่างเฉลี่ย (Average headway) และค่าการไหลอิ่มตัวของแต่ละรอบสัญญาณไฟ ได้ต่อไปนี้

$$\textbf{Average headway} = \frac{\mathbf{Tn - T4}}{\mathbf{N - 4}}$$

$$\textbf{Saturation flow rate} = \frac{\mathbf{3{,}600}}{\textbf{Average headway}}$$

2.12 ความจุของทางแยก

วัตถุประสงค์หลักในการวิเคราะห์ความจุ คือ ต้องการทราบว่าจำนวนรถยนต์ที่มากที่สุดที่สามารถผ่านทางแยกสัญญาณไฟจราจรต่อหน่วยเวลาเป็นเท่าไร ในกรณีที่เป็นโครงข่ายจราจรเช่นเดียวกันสิ่งที่เราต้องการทราบ คือ ปริมาณการจราจรมากที่สุดที่โครงข่ายสามารถรองรับได้เป็นเท่าไรในส่วนนี้จะอธิบายถึงหลักเบื้องต้นในการวิเคราะห์หาความจุของทางแยกสัญญาณไฟจราจร

ในการวิเคราะห์ความจุของทางแยกสัญญาณไฟจราจรจะต้องพิจารณา

1) ปริมาณจราจรแยกตามทิศทางและชนิดของยานพาหนะ

2) สภาพทางเลขาคณิตของทางแยกและ

3) สภาพหรือลักษณะของสัญญาณไฟจราจร ซึ่งมีคำนิยามเบื้องต้นดังนี้คือ

- ค่ารอบเวลา(Cycle Length) : ช่วงเวลาทั้งหมดสำหรับแสดงจังหวะสัญญาณไฟจราจรครบทุกเฟส
- เฟส(Phase) : ส่วนของค่ารอบของเวลาที่แบ่งให้จราจรในแต่ละส่วนที่ได้รับสิทธิในการใช้ทาง
  (Right-of-way) พร้อมกับเคลื่อนที่ไป
- สัดส่วนของเฟส(Split) : สัดส่วนของไฟเขียวของแต่ละเฟสต่อค่ารอบของเวลา
- ค่าเวลาสูญเสีย(Lost Time) : ช่วงเวลาที่ทางแยกไม่ได้ถูกใช้ประโยชน์ โดยจราจรซึ่งปกติคือช่วงที่
- เปลี่ยนเฟสและช่วงเริ่มต้นของเฟสซึ่งรถยนต์บางส่วนต้องเสียเวลาในการเร่งและออกตัวจาก

สภาพหยุดนิ่งโดยส่วนนี้เรียกว่า(Start-up Lost Times)

- อัตราไหลอิ่มตัว(Saturation Flow) : อัตราการไหลของจราจรที่สามารถเดินทางผ่านทางแยกได้ใน
  ลักษณะที่มีแถวคอยยาวต่อเนื่อง

ในการวิเคราะห์หาความจุของทางแยกจะพิจารณาจากกลุ่มของช่องจราจรที่เมื่อได้รับสัญญาณไฟเขียวแล้วสามารถเคลื่อนที่ไปได้พร้อมกันซึ่งเรียกว่า Lane Group โดยความจุของแต่ละกลุ่มช่องจราจรสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$C_i = S_i\left(\frac{g_i}{C}\right)$$

โดยที่

C_i คือ ความจุของกลุ่มช่องจราจร “ $_i$ ”

S_i คือ อัตราการไหลอิ่มตัวของกลุ่มช่องจราจร “ $_i$ ”

g_i คือ ระยะเวลาไฟเขียวที่ใช้ประโยชน์ได้ของกลุ่มช่องจราจร “ $_i$ ”

C คือ ค่ารอบของเวลา

2.13 ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)

อัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรกับความจุของทางแยก โดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ในกรณีที่ระดับของความอิ่มตัวมีค่าน้อยกว่า 1 หมายถึง ปริมาณการจราจรที่อยู่บนทางแยกนั้นมีน้อยกว่าความจุของทางแยก แต่ถ้าระดับของความอิ่มตัวมีค่ามากกว่า 1 หมาย ปริมาณการจราจรบนทางแยกนั้นมีมากเกินกว่าความจะของทางแยก โดยทั้งไปแล้วค่าระดับของความอิ่มตัวจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0.85 ถึง 0.9 โดยมีวิธีการคำนวณดังสมการต่อไปนี้

$$\mathbf{X_i = \frac{V_i}{S_i\left(\frac{g_i}{C}\right)}}$$

โดยที่

X_i คือ ระดับความอิ่มตัวของทางแยกในทิศทาง i

S_i คือ อัตราการไหลอิ่มตัวในทิศทาง i (PCUsต่อชั่วโมง)

g_i คือ ช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (วินาที)

C คือ รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร (วินาที)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและแนวทางวิธีการศึกษาเกี่ยวกับเก็บข้อมูลและการปฏิบัติงาน ที่ต้องทำการศึกษาว่าการควบคุมโดยสัญญาณไฟของทางแยกหน้าประตู 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่ามีประสิทธิภาพเป็นเช่นไรโดยดัชนีที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกที่ใช้ได้แก่

1ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)

2.ความจุ (Capacity)

3.ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)

3.2 พื้นที่ศึกษา: บริเวณทางแยกเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถนน 304 นครราชสีมา-ปักธงชัย

บริเวณทางแยกเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีนี้เป็นสามแยกเข้าสู่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา บนถนนกบินทร์บุรี – ปักธงชัย ซึ่งตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ ต. ปรุใหญ่ อ.เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา บริเวณแยกนี้เป็นจุดตัดของทางหลวงหมายแผ่นดินหมายเลข 304 ซึ่งทางสายนี้เป็นทางเชื่อมระหว่างภาค จากทางภาคตะวันออกสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน) เป็นเส้นทางการคมนาคมและการขนส่งสินค้าอีกด้วย และจุดที่ต้องการศึกษาบริเวณหน้าทางเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่เกิดปัญหาการจราจรในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนทั้งเช้าและเย็น

ภาพที่ 3.1 ภาพบริเวณทางแยกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

3.3.1 ศึกษาถึงสภาพปัจจุบันของพื้นที่

3.3.2 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ในพื้นที่กรณีศึกษาบริเวณทางแยกเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา ดังนี้

3.3.2.1 ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

3.3.2.2 ความล่าช้าบริเวณทางแยก (Delay at Intersection)

3.3.3.3 ค่าการไหลอิ่มตัว (Saturation flow)

3.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

3.3.4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการภาคสนาม

3.3.5 สรุปผลการศึกษาว่าอยู่ในระดับการให้บริการระดับใด

3.4 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การสำรวจความล่าช้าบริเวณทางแยก (Delay at Intersection)

การสำรวจความล่าช้าในการศึกษาโครงการนี้ใช้วิธี Stopped Time Method ซึ่งวิธีนี้จะให้ค่าของความล่าช้าหยุด (Stopped Delay) ที่ทางแยกโดยไม่รวมเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากเวลาที่รถชะลอเพื่อหยุดรถหรือเร่งเครื่องเพื่อออกรถ ซึ่งการเก็บข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1.1 นับจำนวนรถบนทางแยกที่หยุดทุกๆ ช่วงเวลา 15 วินาที ของแต่ละนาทีเป็นเวลา 15 นาทีโดยนับช่วงเวลา 15.00 – 15.15น.

3.4.1.2นับจำนวนรถหยุดและไม่หยุด เพื่อขับข้ามทางแยกทุกๆนาทีตลอดระยะเวลา

3.4.1.3 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาคำนวณหาค่าความล่าช้าที่เกิดขึ้น

3.4.2 ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

การสำรวจปริมาณการจราจร (Traffic Volume) จะทำการสำรวจเก็บข้อมูลของปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา ในแต่ละทิศทางที่เข้าสู่ทางแยกและออกจากทางแยกโดยสำรวจปริมาณการจราจรแยกประเภทของยานพาหนะ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภทตามรูปแบบของกองวิศวกรรมจราจรกรมทางหลวง ประเทศไทย

เวลาในการสำรวจปริมาณการจราจร จะสำรวจในช่วง เวลา 15.00-16.00น.ของวันพฤหัสบดี 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 วิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลจะทำการสำรวจโดยใช้คนนับจะนับ ทุกๆ 15 นาที แล้วนำผลปริมาณจราจรที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณการจราจรในหน่วยรถยนต์นั่ง (Passenger Car Unit: PCU)

3.4.3 ค่าการไหลอิ่มตัว (Saturation flow)

3.4.3.1 การเก็บข้อมูล 15 รอบสัญญาณไฟ

3.4.3.2 เก็บระยะเวลาสัญญาณไฟเขียว (วินาที)

3.4.3.3 เก็บเวลารอบสัญญาณไฟทั้งหมด (วินาที)

ในการสำรวจข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณการไหลอิ่มตัว Highway Capacity Manual จับเวลาที่เพลาท้ายของรถยนต์เคลื่อนผ่านเส้นหยุดจนถึงเพลาท้ายของรถยนต์อีกคันอย่างต่อเนื่อง และนับจำนวนยวดยาน (โดยมากได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล) ทั้งหมดที่วิ่งผ่านเข้ามาในพื้นที่ทางแยก และทำการบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณ ความจุของทางแยกต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

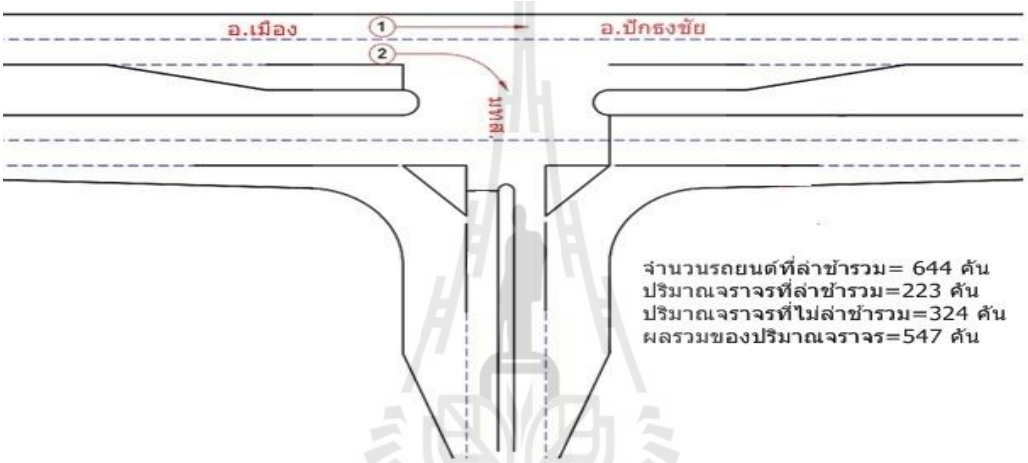
4.1 ความล่าช้า (Delay) บริเวณทางแยก

ทิศทางจาก อ.เมือง ไป อ.ปักธงชัย

เวลา	จำนวนรถยนต์ที่ล่าช้า				ปริมาณจราจร		รวม
	15	30	45	60	ที่ล่าช้า	ที่ไม่ล่าช้า	
15.00-15.01	0	0	0	5	7	7	14
15.01-15.02	2	5	8	8	12	10	22
15.02-15.03	9	3	0	0	3	8	11
15.03-15.04	0	0	2	6	7	5	12
15.04-15.05	7	3	6	6	7	12	19
15.05-15.06	7	7	0	0	4	23	27
15.06-15.07	0	0	0	4	10	11	21
15.07-15.08	7	2	5	9	18	7	25
15.08-15.09	8	12	5	0	14	10	24
15.09-15.10	0	0	0	8	14	14	28
15.10-15.11	11	15	6	7	13	5	18
15.11-15.12	8	9	9	2	1	15	16
15.12-15.13	0	0	0	0	1	8	9
15.13-15.14	1	3	4	6	20	1	21
15.14-15.15	10	12	14	11	8	14	22
15.15-15.16	7	11	12	12	12	10	22
15.16-15.17	12	0	0	0	0	15	15
15.17-15.18	0	0	3	8	8	13	21
15.18-15.19	12	5	8	9	6	10	16
15.19-15.20	9	10	0	0	1	13	14
15.20-15.21	0	0	3	11	11	12	23
15.21-15.22	15	12	13	13	4	17	21
15.22-15.23	13	13	5	0	0	9	9
15.23-15.24	0	0	0	3	3	17	20

15.24-15.25	10	12	12	13	10	12	22
15.25-15.26	13	15	13	5	10	2	12
15.26-15.27	0	0	0	0	0	9	9
15.27-15.28	4	8	13	3	13	7	20
15.28-15.29	5	8	8	10	5	16	21
15.29-15.30	0	0	0	1	1	12	13
ผลรวมย่อย	170	165	149	160			
รวม				644	223	324	547

ตารางที่ 4 ข้อมูลทิศทางจาก อ.เมือง ไป อ.ปักธงชัย



ความล่าช้ารวม (*Total delay*) $= 644x15 = 9660$ คัน-วินาที

ความล่าช้าเฉลี่ยต่อจำนวนยวดยานที่ล่าช้า $= \frac{9660}{233} = 43.32$ วินาทีต่อคัน

ค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยก

$$= \left(\frac{9660}{547}\right) x \left(\frac{223}{324}\right) = 12.15 \text{ วินาทีต่อคัน}$$

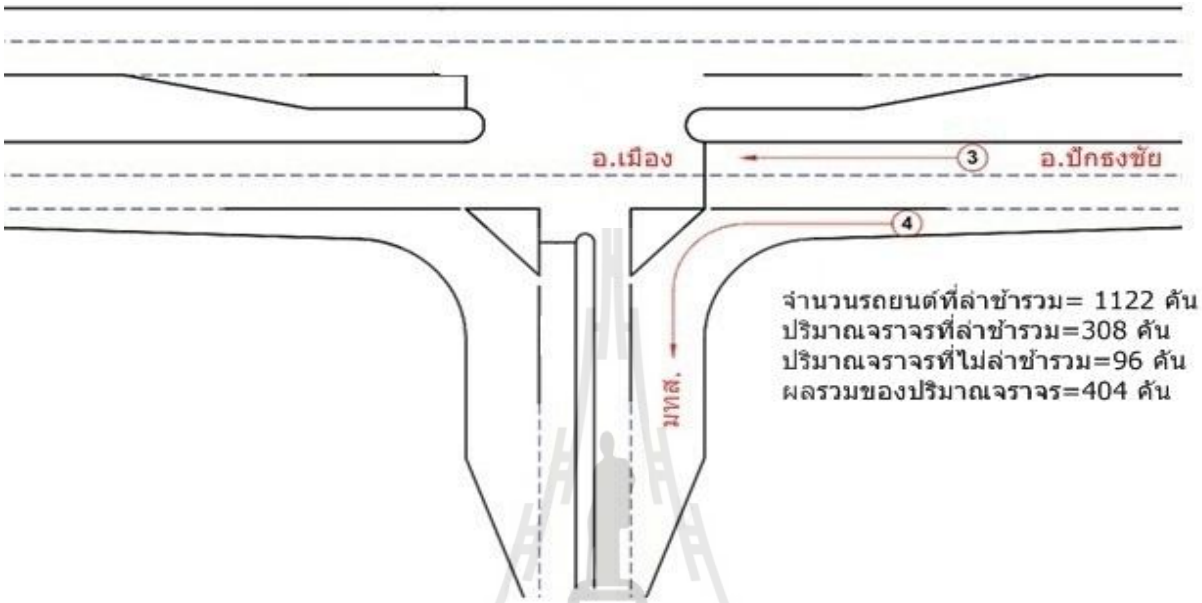
เพราะฉะนั้นจากการคำนวณระดับการให้บริการค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกพบว่าอยู่ในระดับ = 12.15 วินาทีต่อคัน จากการนำค่าไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5 อยู่ในระดับให้บริการ B

ทิศทางจาก อ.ปักธงชัย ไป อ.เมือง

เวลา	จำนวนรถยนต์ที่ล่าช้า				ปริมาณจราจร		รวม
	15	30	45	60	ที่ล่าช้า	ที่ไม่ล่าช้า	
15.00-15.01	0	5	8	10	12	7	19
15.01-15.02	11	12	13	18	13	0	13
15.02-15.03	6	0	0	0	5	7	12
15.03-15.04	0	2	7	10	12	3	15
15.04-15.05	15	20	21	25	20	0	20
15.05-15.06	25	9	3	0	26	0	26
15.06-15.07	0	0	3	7	8	5	13
15.07-15.08	14	16	18	21	13	0	13
15.08-15.09	23	25	4	0	10	4	14
15.09-15.10	0	0	0	2	2	7	9
15.10-15.11	2	8	13	17	15	2	17
15.11-15.12	17	24	6	0	13	1	14
15.12-15.13	0	0	0	1	10	5	15
15.13-15.14	3	7	11	15	24	2	26
15.14-15.15	21	27	32	10	12	3	15
15.15-15.16	0	0	0	0	0	7	7
15.16-15.17	5	10	15	17	17	4	21
15.17-15.18	21	22	27	28	11	5	16
15.18-15.19	3	0	0	0	0	3	3
15.19-15.20	2	3	9	14	14	2	16
15.20-15.21	17	19	20	22	8	2	10
15.21-15.22	10	0	0	0	0	7	7
15.22-15.23	0	3	7	11	11	1	12
15.23-15.24	12	13	15	19	8	0	8
15.24-15.25	22	4	0	0	3	7	10
15.25-15.26	0	1	8	10	10	2	12
15.26-15.27	15	20	21	23	13	2	15
15.27-15.28	23	12	0	0	0	5	5

15.28-15.29	0	0	1	2	2	1	3
15.29-15.30	4	10	17	18	16	2	18
ผลรวมย่อย	271	272	279	300			
รวม				1122	308	96	404

ตารางที่ 6 ข้อมูลทิศทางจาก อ.ปักธงชัย ไป อ.เมือง



ความล่าช้ารวม (*Total delay*) $= 1122x15 = 16830$ คัน-วินาที

ความล่าช้าเฉลี่ยต่อจำนวนยวดยานที่ล่าช้า $= \frac{16830}{308} = 54.64$ วินาทีต่อคัน

ค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยก

$$= \left(\frac{16830}{404}\right) x \left(\frac{308}{96}\right) = 133.65 \text{ วินาทีต่อคัน}$$

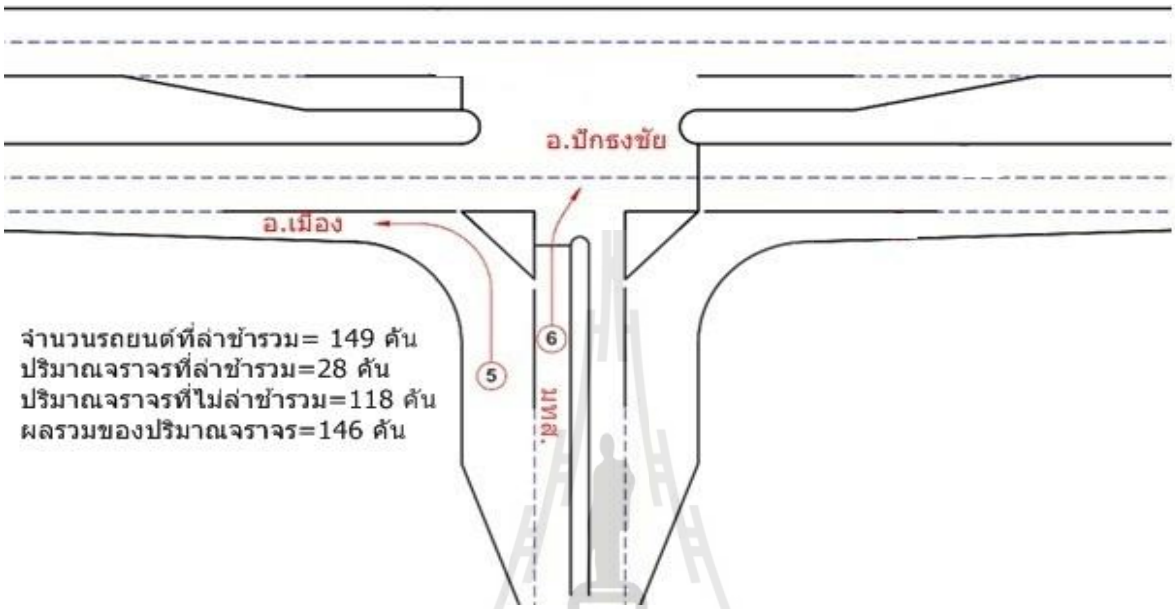
เพราะฉะนั้นจากการคำนวณระดับการให้บริการค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกพบว่าอยู่ในระดับ = 133.65 วินาทีต่อคัน จากการนำค่าไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5 อยู่ในระดับให้บริการ F

ทิศทางจาก ออกจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เวลา	จำนวนรถยนต์ที่ล่าช้า				ปริมาณจราจร		รวม
	15	30	45	60	ที่ล่าช้า	ที่ไม่ล่าช้า	
15.00-15.01	1	1	1	0	1	3	4
15.01-15.02	0	2	2	2	2	4	6
15.02-15.03	2	3	3	3	1	2	3
15.03-15.04	3	4	4	0	2	5	7
15.04-15.05	0	0	0	0	0	3	3
15.05-15.06	0	0	1	1	1	1	2
15.06-15.07	2	3	3	3	2	2	4
15.07-15.08	0	0	1	2	2	7	9
15.08-15.09	2	2	2	2	0	1	1
15.09-15.10	2	2	2	2	0	6	6
15.10-15.11	2	0	0	0	0	2	2
15.11-15.12	0	0	1	1	1	4	5
15.12-15.13	1	1	1	1	0	4	4
15.13-15.14	1	0	0	0	0	6	6
15.14-15.15	0	0	0	0	0	2	2
15.15-15.16	1	1	2	0	2	4	6
15.16-15.17	0	1	2	2	2	5	7
15.17-15.18	2	3	3	3	1	2	3
15.18-15.19	3	4	5	0	3	5	8
15.19-15.20	0	0	0	0	0	6	6
15.20-15.21	0	0	1	2	1	4	5
15.21-15.22	2	3	3	3	1	2	3
15.22-15.23	0	0	2	2	2	8	10
15.23-15.24	2	2	2	2	0	1	1
15.24-15.25	2	2	2	3	1	8	9
15.25-15.26	0	0	0	0	0	2	2
15.26-15.27	0	0	1	1	1	6	7
15.27-15.28	1	1	1	2	1	4	5

15.28-15.29	2	0	0	0	0	5	5
15.29-15.30	0	0	0	1	1	4	5
ผลรวมย่อย	31	35	45	38			
รวม				149	28	118	146

ตารางที่ 6 ข้อมูลทิศทางที่ออกจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ความล่าช้ารวม (*Total delay*) $= 149x15 = 2235$ คัน-วินาที

ความล่าช้าเฉลี่ยต่อจำนวนยวดยานที่ล่าช้า $= \frac{2235}{28} = 79.82$ วินาทีต่อคัน

ค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยก

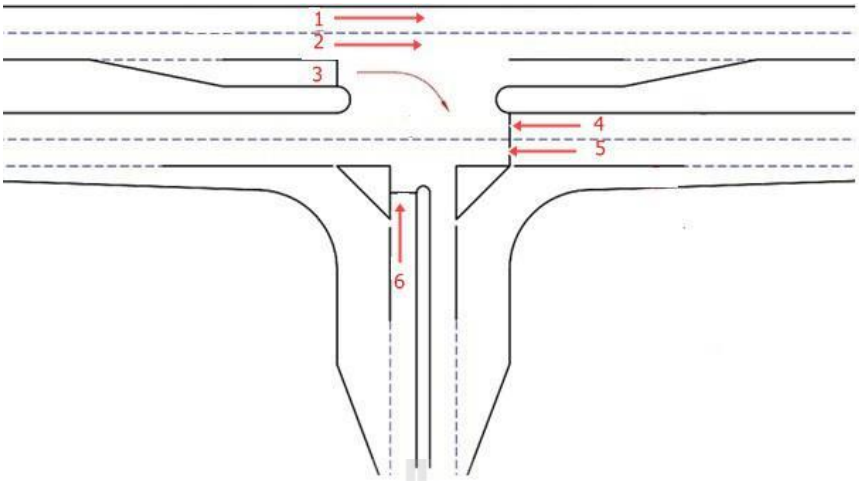
$$= \left(\frac{2235}{146}\right) x \left(\frac{28}{118}\right) = 3.63 \text{ วินาทีต่อคัน}$$

เพราะฉะนั้นจากการคำนวณระดับการให้บริการค่าความล่าช้าที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกพบว่าอยู่ในระดับ = 3.63 วินาทีต่อคัน จากการนำค่าไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5 อยู่ในระดับให้บริการ A

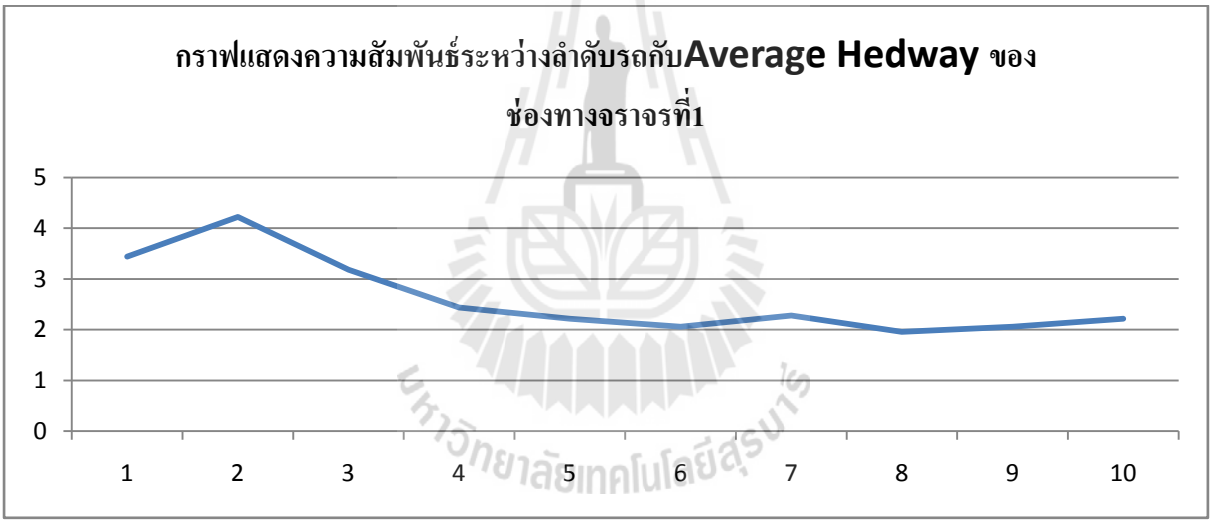
ระดับการให้บริการของทางแยก 27.21 วินาทีต่อคัน

เพราะฉะนั้นจากการคำนวณระดับการให้บริการค่าความล่าช้าของทางแยกที่สามารถนำไปประเมินระดับการให้บริการของทางแยกพบว่าอยู่ในระดับ = 27.21 วินาทีต่อคัน จากการนำค่าไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5 อยู่ในระดับให้บริการ C

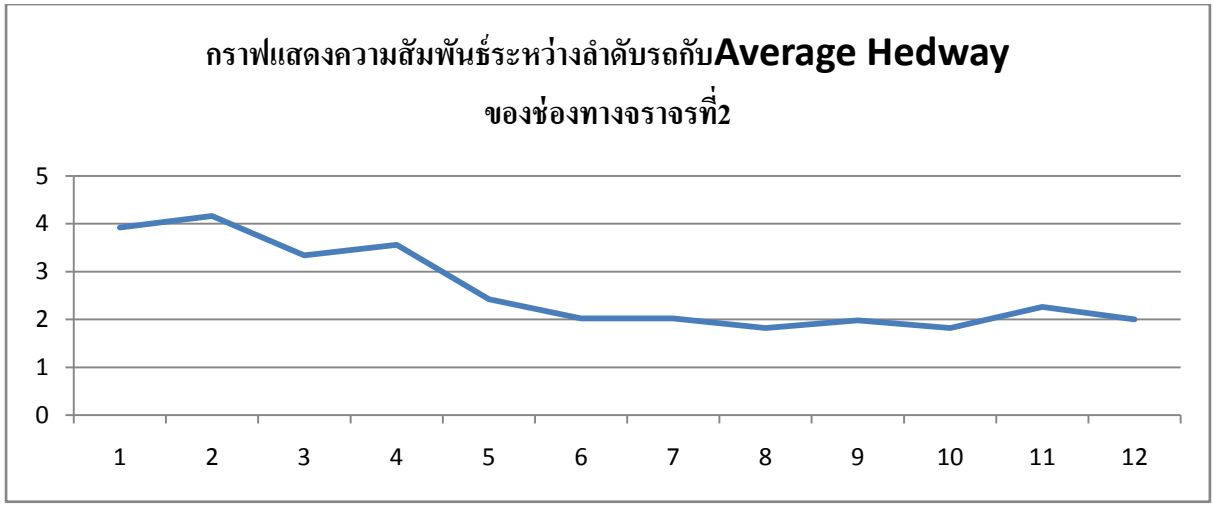
4.2 ความจุ (Capacity) บริเวณทางแยก



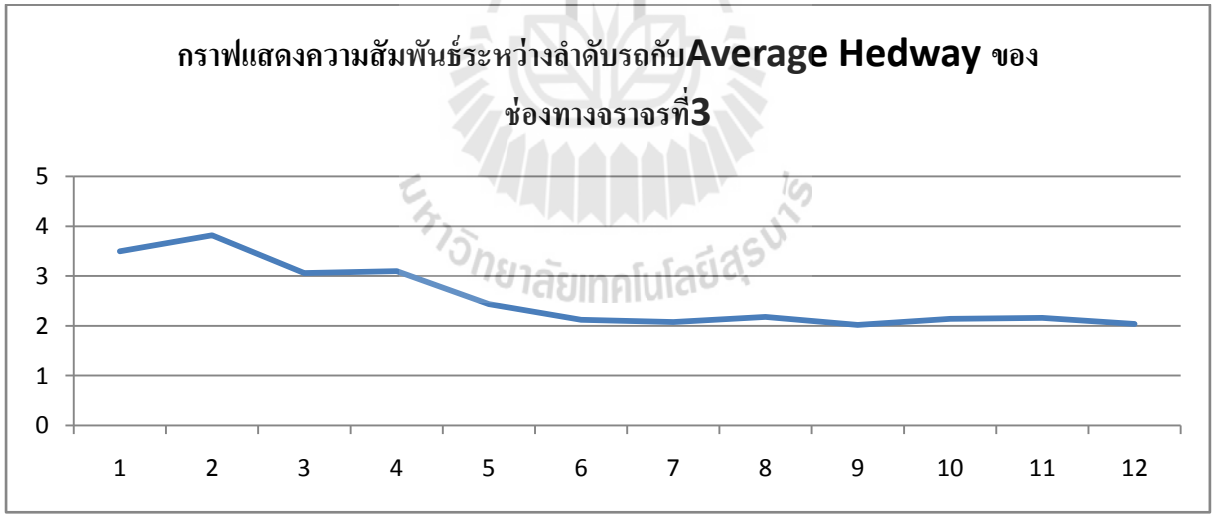
ตารางที่ แสดงผลการคำนวณวามจุ



รอบที่/คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2.8	4.3	3.1	2.3	2.4	1.6	2	1.8	1.6	2.1
2	3.8	5.1	3.8	2.3	1.9	2.1	2.3	2	1.8	2.3
3	3.6	4	3.3	2.8	2.1	3	2.4	1.7	2.3	2.2
4	4	4.2	2.8	2.3	2.5	1.8	2.5	2.2	2.2	1.7
5	3	3.5	2.9	2.5	2.2	1.8	2.2	2.1	2.4	2.8
เฉลี่ย	3.44	4.22	3.18	2.44	2.22	2.06	2.28	1.96	2.06	2.22

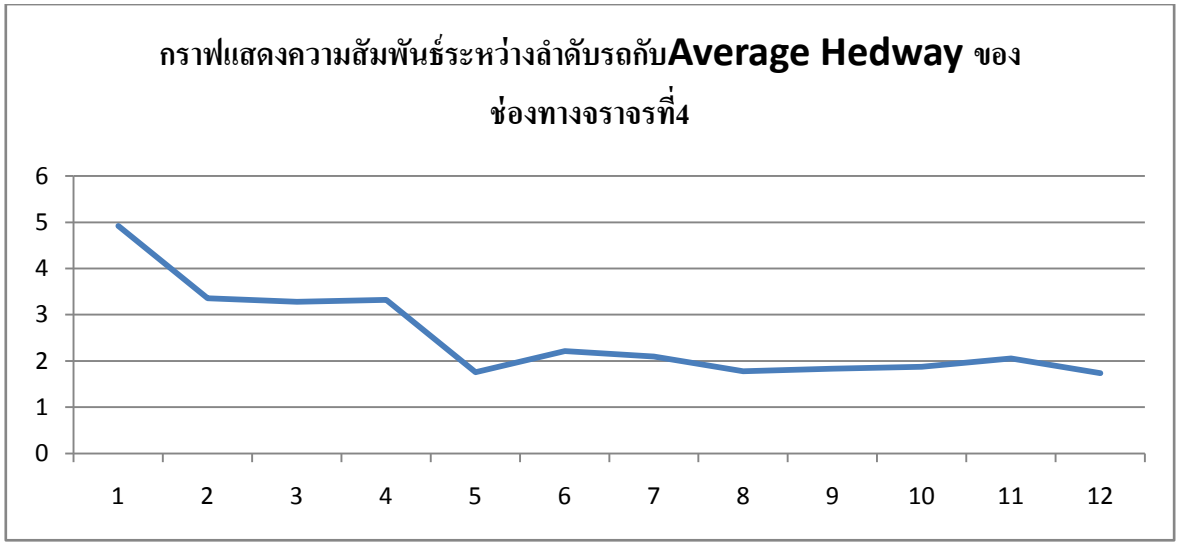


รอบที่ คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.8	4.3	3	5.2	2.1	1.9	1.8	1.9	2.2	1.7	1.9	2.1
2	3.2	4.1	3	3.5	2.3	2.1	2.1	1.8	1.7	1.9	2.6	2
3	4	4.2	3.5	3.6	3.2	1.8	2	1.7	1.9	1.8	2.1	1.7
4	5	4.1	3.7	2.8	2.2	1.8	2	1.9	2.1	1.8	2.6	2.4
5	4.6	4.1	3.5	2.7	2.3	2.5	2.2	1.8	2	1.9	2.1	1.8
เฉลี่ย	3.92	4.16	3.34	3.56	2.42	2.02	2.02	1.82	1.98	1.82	2.26	2

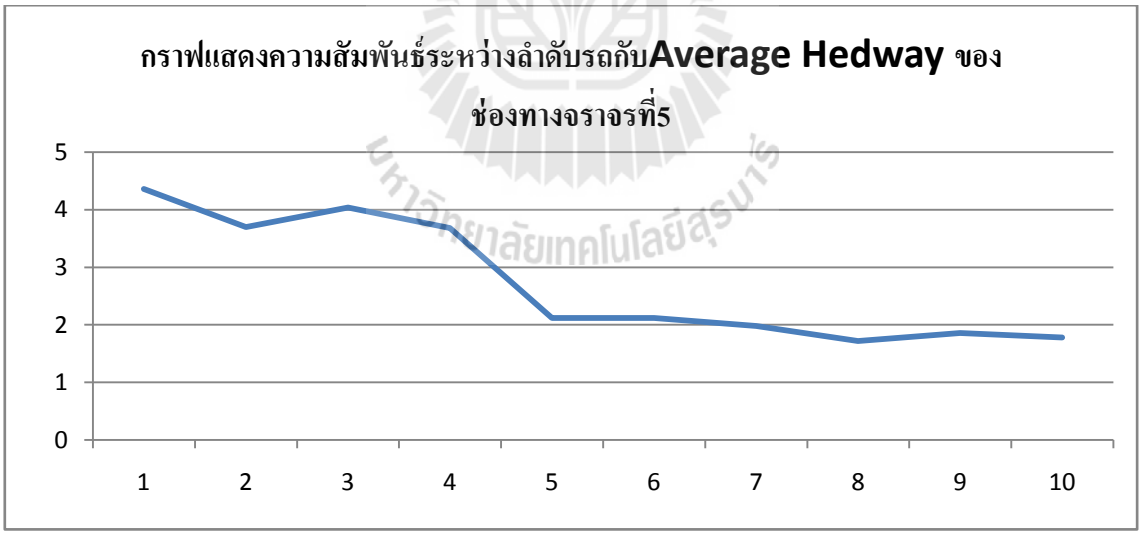


รอบที่ คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.3	4.2	2.2	3.6	2	1.8	2.1	3	2.3	2	2.1	1.9
2	3.4	4	2.6	3	2.3	2.1	1.8	1.9	2	2.5	2.3	1.9
3	4	4.3	3.7	2.7	2.3	1.8	1.8	2.3	2.1	2.2	2.3	1.9
4	4	2.4	3.2	3	2.6	2.5	2.1	1.9	1.8	2	2.3	2
5	3.8	4.2	3.6	3.2	3	2.4	2.6	1.8	1.9	2	1.8	2.5
เฉลี่ย	3.5	3.82	3.06	3.1	2.44	2.12	2.08	2.18	2.02	2.14	2.16	2.04

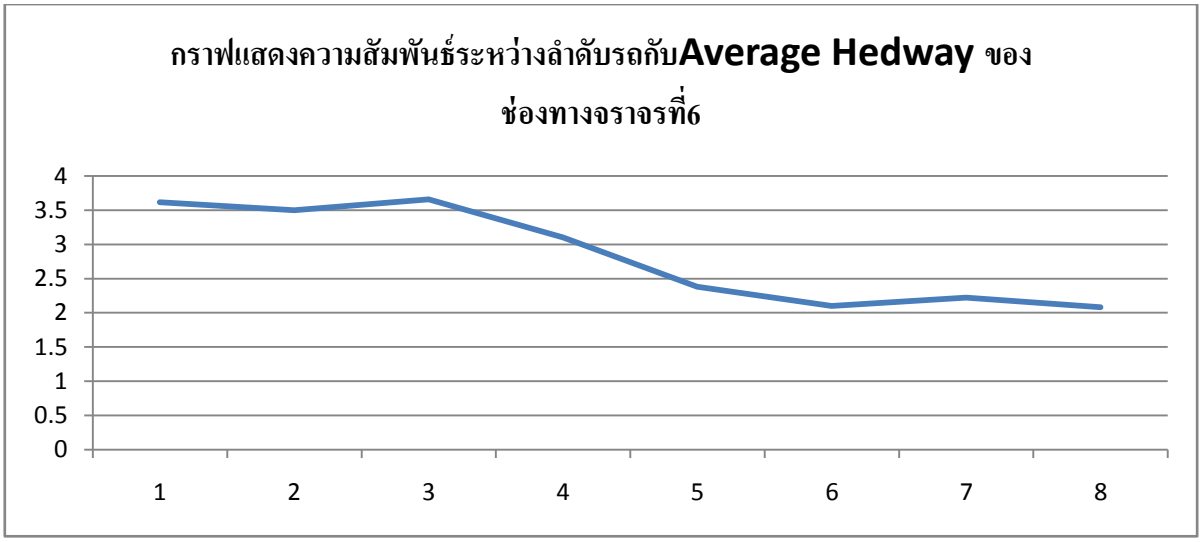
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รอบที่ /คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6	2.8	2.3	3.4	1	2.8	2.2	1.1	3.1	2	2.1	1.6
2	4	2.8	3	3.4	1.8	2.2	1.9	1.6	1.2	2.6	2.1	1.4
3	4.8	3.4	4.2	2.8	1.4	2.2	2.1	2.6	1.8	1.6	2	1.6
4	5	4.2	2.9	3.6	2.2	1.8	2.5	1.6	1.4	1.8	2	2.1
5	4.8	3.6	4	3.4	2.4	2.1	1.8	2	1.7	1.4	2.1	2
เฉลี่ย	4.92	3.36	3.28	3.32	1.76	2.22	2.1	1.78	1.84	1.88	2.06	1.74



รอบที่/คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4.4	3.4	4.5	4	1.9	1.9	2.1	1.6	2.8	2.2
2	4	3.6	4.2	3.8	2	2.2	2.1	1.8	1.6	1.7
3	5	3.2	3.6	4	2.2	2.1	1.8	2	1.9	1.4
4	4.8	4.3	3.7	3.2	2.4	2.1	1.8	1.4	1.6	2
5	3.6	4	4.2	3.4	2.1	2.3	2.1	1.8	1.4	1.6
เฉลี่ย	4.36	3.7	4.04	3.68	2.12	2.12	1.98	1.72	1.86	1.78



รอบที่/คันที่	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2.8	3.3	3.9	4.2	2.2	2.4	1.9	2.2
2	3.2	3.6	4	2.6	2.3	2.4	2.6	2.1
3	4	3.2	3.4	2.8	2.4	1.8	2.3	2.1
4	3.7	4	3.2	3.1	2.6	2.1	2.4	1.8
5	4.4	3.4	3.8	2.8	2.4	1.8	1.9	2.2
เฉลี่ย	3.62	3.5	3.66	3.1	2.38	2.1	2.22	2.08

ช่องจราจรที่	1	2	3	4	5	6
เฉลี่ยเฮดเว	2.2	2.0	2.1	1.9	1.9	2.2
ความล่าช้าจากการออกตัว	4.3	6.8	4.9	7.2	8.1	5.1
ไฟเขียวทั้งหมด	138.0	138.0	68.0	70.0	70.0	35.0
ไฟเขียวประสิทธิผล	133.7	131.2	63.1	62.8	61.9	29.9
อัตราการไหลอิ่มตัว	1653.5	1762.5	1676.4	1872.6	1865.3	1640.1
รอบสัญญาณไฟ	188.0	188.0	188.0	188.0	188.0	188.0
ความจุ	1175.9	1229.9	562.7	625.6	614.6	260.8

ช่วงสัญญาณไฟเขียวประสิทธิผล (Effective green)

Effective green time = Maximum green – Startup delay + Clearance time used

Effective green time = 138 - 3.5

Effective green time = 134.5 วินาที

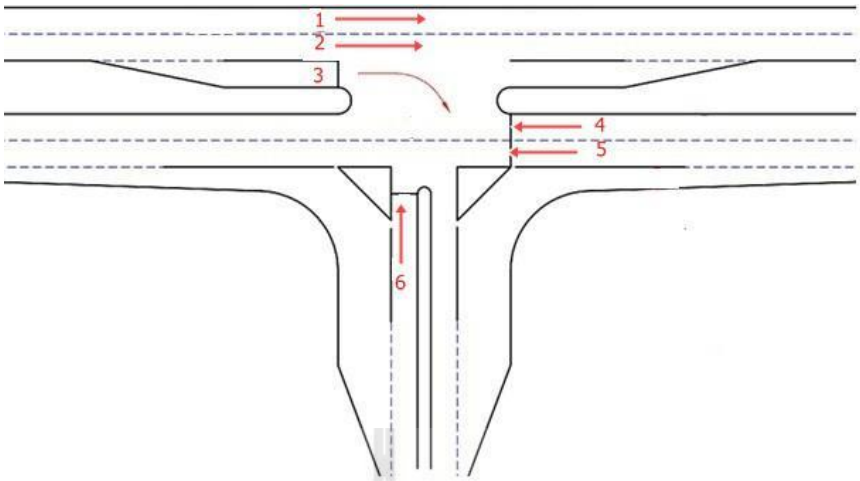
อัตราการไหลอิ่มตัว(Saturated Flow)

Saturated Flow = 3600/ Average Headway

Saturated Flow = 3600/ 2.2

Saturated Flow = 1641

4.3 ระดับของความอิ่มตัว (Degree of Saturation)



เส้นทาง มทส-ปักธงชัย (6) ปริมาณการจราจร 104.23 PCU ความจุ 260.8 (PCUต่อชั่วโมง) ระดับของความอิ่มตัว 0.399	เส้นทาง ปักธงชัย-อ.เมืองนครราชสีมา (4, 5) ปริมาณการจราจร 1073.11 PCU ความจุ 1215.6 (PCUต่อชั่วโมง) ระดับของความอิ่มตัว 0.883
เส้นทาง อ.เมืองนครราชสีมา-ปักธงชัย (1,2) ปริมาณการจราจร 1095.96 PCU ความจุ 2405.8 (PCUต่อชั่วโมง) ระดับของความอิ่มตัว 0.455	เส้นทาง อ.เมืองนครราชสีมา-มทส (3) ปริมาณการจราจร 325.98 PCU ความจุ 562.7 (PCUต่อชั่วโมง) ระดับของความอิ่มตัว 0.579

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5 บทสรุป

จากการศึกษาบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาแล้วทำให้กลุ่มทราบถึงปริมาณจราจรของผู้ใช้รถใช้ถนนว่าอยู่ในปริมาณที่มากจนใกล้เคียงความอิ่มตัวของถนนและความล่าช้าของทางแยกที่เกิดขึ้นว่าอยู่ในระดับการให้บริการ D ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากรอบสัญญาณไฟจราจรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังไม่เหมาะสมกับสภาพจราจรของบริเวณที่ศึกษา ณ ปัจจุบัน จึงควรที่จะมีการออกแบบปรับปรุงรอบของสัญญาณไฟให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน

ปัญหาและอุปสรรค

1) สมาชิกในกลุ่มมีจำนวน ไม่เพียงพอต่อการเก็บข้อมูลปริมาณรถ จำเป็นต้องใช้บุคคลอื่น
2) เวลาว่างในการทำงานของสมาชิกมีไม่ตรงกัน ทำให้ต้องแบ่งงานกันทำเป็นหัวข้อ อาจจะทำให้สมาชิกในกลุ่มรู้เรื่องเฉพาะหัวข้อที่ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการกำหนดรอบของสัญญาณไฟจราจรใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพจราจรในปัจจุบัน
2) ควรมีการเปลี่ยนแปลงระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal Control System) เป็นระบบควบคุมแบบปรับอัตโนมัติตามปริมาณการจราจร (Actuated Control) คือ สัญญาณไฟจราจรที่สามารถปรับทั้งเฟส และเวลาครบรอบให้สัมพันธ์กับปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางร่วมทางแยก ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งเป็นแบบ Semi-Traffic Actuated Signal เป็นสัญญาณไฟที่ใช้กับทางแยก ซึ่งเกิดจากทางโท ตัดกับทางเอก โดยทางโทมีปริมาณการจราจรน้อย แต่มีมากบ้างในบางช่วง ส่วนทางเอกมีปริมาณการจราจรที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

วรศักดิ์ วงษ์รอด. 2547. การศึกษารูปแบบทางแยกต่างระดับที่เหมาะสม: กรณีศึกษา สี่แยกคลองหวะ (ทางแยก ทางหลวงหมายเลข 43 กับ ทางหลวงหมายเลข 4)
สงขลา : วิทยานิพนธ์ (วศ.ม.(วิศวกรรมโยธา)), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จักรกริศน์ กนกกันฑพงษ์และคณะ. 2542. การศึกษาและปรับปรุงการจราจรบริเวณทางแยกประตู 108 ถ. ปุณณกัณฑ์ หาดใหญ่

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. 2552. ประมวลการสอนรายวิชา 533371 วิศวกรรมขนส่งหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา

C.S.Papacostas and P.D.Prevedouros., 1987. Transportation Engineering and Planning Second Edition
University of Hawaii at Manoa Honolulu, Hawaii
Prentice-Hall, Inc. A Simon & Schuster Company Englewood Cliffs, New Jersey 07632

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี