บทที่4
ผลการศึกษา

4.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาและเกณฑ์ในการกำหนดขนาดของเทศบาล

ขนาดของเทศบาลมีทั้งสิ้น 3 ขนาด (ที่มา เกณฑ์และมาตรฐานในการวางและจัดทำผังเมืองรวม 2542, สำนักมาตรฐาน กรมโยธาธิการและผังเมือง) ประกอบด้วย

เทศบาลนคร เป็นที่ตั้งศาลากลาง มีจำนวนประชากรมากกว่า 50,000 คนขึ้นไป ความหนาแน่นเฉลี่ย 3,000 คนต่อตารางกิโลเมตร (4.8 คนต่อไร่ขึ้นไป) มีรายได้ 120-500 ล้านบาทขึ้นไป โดยไม่รวมเงินอุดหนุน

เทศบาลเมือง เป็นที่ตั้งศาลากลาง มีจำนวนประชากรมากกว่า 10,000 คนขึ้นไป ความหนาแน่นเฉลี่ย 3,000 คนต่อตารางกิโลเมตร (4.8 คนต่อไร่ขึ้นไป) มีรายได้ 8-500 ล้านบาทขึ้นไป โดยไม่รวมเงินอุดหนุน

เทศบาลตำบล เป็นที่ตั้งที่ว่าการอำเภอหรือกิ่งอำเภอ มีจำนวนประชากรมากกว่า 7,000 คนขึ้นไป ความหนาแน่นเฉลี่ยมิได้กำหนด มีรายได้ 12 ล้านบาทขึ้นไป

กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ 1,568.74 ตารางกิโลเมตร มีประชากรรวม 5,702,488 คน มีความหนาแน่น 3,635 คนต่อตารางกิโลเมตร (ที่มา: สำนักงานปกครองและทะเบียน สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร, มิถุนายน 2551) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ผู้วิจัยตั้งให้กรุงเทพมหานครมีประชากรรวมประมาณ 12,000,000 คน ทำให้มีความหนาแน่นประมาณ 7,650 คนต่อตารางกิโลเมตร (รวมประชากรแฝงทุกประเภท)

เทศบาลนครสมุทรปราการ ในเขตเทศบาลมีประชากรจำนวน 56,614 คน (ปีพ.ศ.2549) มีพื้นที่ 7.89 ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นประชากร 7,175 คนต่อตารางกิโลเมตร (ที่มา: โครงการวางและปรับปรุงผังเมืองรวมสมุทรปราการ ครั้งที่2)

เทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา ในเขตเทศบาลมีประชากรรวม 39,483 คน มีพื้นที่ 12.76 ตารางกิโลเมตร แยกเป็นชาย 18,548 คน หญิง 20,935 คน มีความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ย 3,094 คนต่อตารางกิโลเมตร บ้าน 17,266 หลังคาเรือน จำนวนครัวเรือน 8,046 ครัวเรือน ผู้มีสิทธิเลือกตั้งทั้งสิ้น 29,040 คน เป็นชาย 13,184 คน หญิง 15,856 คน ข้อมูล ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2550 (ที่มา http://www.tbmccs.go.th/history.html)

4.2 ผลการสำรวจลักษณะทางกายภาพ

ตำแหน่งที่1 ถนนพหลโยธิน ช่วงระหว่างซอยพหลโยธิน45 ถึง คลองบางบัว ระยะทางประมาณ 1.24 กิโลเมตร ถนนพหลโยธินเป็นถนนสายหลัก (Arterial Street) ในแนวรัศมีเชื่อมการเดินทางระหว่างศูนย์กลางเมืองกับพื้นที่ทางด้านทิศเหนือของกรุงเทพมหานคร อาทิ สะพานใหม่ รังสิต และ ฯลฯ โดยช่วงที่ทำการศึกษาเป็นช่วงระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กับวงเวียนบางเขน มีจำนวนช่องจราจร (Traffic Lane) 6 ช่องทาง โดยมีความกว้างช่องจราจรละ 3.50 เมตร มีทิศทางการเดินรถเป็นแบบทิศทางเดียว (One Way) โดยมีเกาะกลางเป็นตัวแบ่ง เกาะกลางเป็นแบบยกสูงกว่าถนน (Raised Median) และทางเดินเท้ามีขนาด 3.50 เมตร ไม่มีช่องจอดขนาน (Parallel Parking Lane) และ ไหล่ทาง (Shoulder) ที่ใช้เป็นพื้นที่สำหรับหลบรถ จอดรถชั่วคราว

รูปที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของถนนพหลโยธิน

ตำแหน่งที่2 ถนนลาดพร้าว ช่วงระหว่างสามแยกภาวนา (ซอยลาดพร้าว41) ถึง สามแยกโชคชัยสี่ (ถนนโชคชัย) ระยะทางประมาณ 1.27 กิโลเมตร เป็นถนนแนวผ่าเมือง มีขนาด 6 ช่องจราจร เป็นถนนในแนวผ่าเมืองในกรุงเทพมหานคร กว้างช่วงจราจรละ 3.5 เมตร ไม่มีไหล่ทาง มีเกาะกลางแบบสูงกว่าผิวจราจร (Raised Median) กว้างประมาณ 3 เมตร ทางเท้ากว้างประมาณข้างละ 3 เมตร รถประจำทางจะจอดรับส่งผู้โดยสารที่ช่องจราจรด้านซ้ายสุด โดยถ้ามีการจอดจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าบนถนนทางตรงทันที ดังแสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของถนนลาดพร้าว

ตำแหน่งที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ช่วงระหว่าง ถนนสิรินทร ถึง ถนนบรมราชชนนี ระยะทางรวมประมาณ 1.89 กิโลเมตร เป็นถนนในแนวเลี่ยงเมืองชั้นที่1 ของกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารหนาแน่นตลอดแนว มีขนาด 6 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละประมาณ 3.25 เมตร ไม่มีไหล่ทาง มีทางเท้ากว้างข้างละประมาณ 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของถนนจรัญสนิทวงศ์

ตำแหน่งที่4 ถนนสุขุมวิท ช่วงระหว่าง สามแยกที่ตัดกับถนนทางรถไฟสายเก่า ถึง สามแยกที่ตัดกับถนนเลี่ยงเมือง เป็นถนนในแนวรัศมีเชื่อมการเดินทางระหว่างอำเภอเมืองสมุทรปราการกับเขตบางนา กรุงเทพมหานคร มีขนาด 6 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละ 3.5 เมตร ไม่มีไหล่ทาง มีเกาะกลางแบบสูงกว่าผิวจราจร (Raised Median) กว้างประมาณ 3 เมตร ทางเท้ากว้างข้างละประมาณ 3 เมตร รถประจำทางจะจอดรับส่งผู้โดยสารที่ช่องจราจรด้านซ้ายสุด โดยถ้ามีการจอดจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าบนถนนทางตรงทันที ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของถนนสุขุมวิท (สมุทรปราการ)

ตำแหน่งที่5 ถนนสายลวด ช่วงระหว่าง สามแยกถนนจักรพาก และ สามแยกที่ตัดกับถนนสุขุมวิท เป็นถนนแนวผ่าเมืองในเขตเทศบาลนครสมุทรปราการ มีขนาด 6 ช่องจราจรกว้างช่องจราจรละ 3.5 เมตร ไม่มีไหล่ทาง มีเกาะกลางแบบสูงกว่าผิวจราจร (Raised Median) กว้างประมาณ 2 เมตร ทางเท้ากว้างข้างละประมาณ 3 เมตร รถประจำทางจะจอดรับส่งผู้โดยสารที่ช่องจราจรด้านซ้ายสุด แต่การจอดรถประจำทางไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรมากนักเนื่องจากปริมาณการจราจรไม่หนาแน่น พาหนะสามารถจอดข้างทางได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของถนนสายลวด

ตำแหน่งที่6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ช่วงระหว่าง สามแยกถนนแพรกษา กับ ถนนสามแยกถนนสายลวด เป็นถนนแนวเลี่ยงเมืองสำหรับพาหนะที่ไม่ต้องการเข้าสู่พื้นที่เทศบาลนครสมุทรปราการแต่ต้องการเดินทางไปยังบางปู และ ฯลฯ มีขนาด 6 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละ 3.5 เมตร มีทางเดินเท้า 1 ด้าน กว้างประมาณ 3 เมตร อีกด้านติดคลองระบายน้ำ มีเกาะกลางแบบต่ำกว่าผิวจราจร (Depress Median) ด้านที่ติดกับคลองระบายน้ำจะมีไหล่ทางกว้างประมาณ 2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)

ตำแหน่งที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ ช่วงระหว่าง ถนนศรีโสธร กับ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข3200 เป็นถนนแนวผ่าเมืองสำหรับรองรับการเดินทางภายในเทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา เชื่อมการเดินทางระหว่างสถานีรถไฟและสถานีขนส่ง กับพื้นที่ชุมชน มีขนาด 6 ช่องจราจร ไม่มีไหล่ทาง มีเกาะกลางแบบสูงกว่าผิวจราจรกว้างประมาณ 2 เมตร ถนนสายนี้ผ่านเขตชุมชนหลักของเมืองทำให้มีการจอดพาหนะข้างทางเกือบตลอดแนว ดังแสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ถนนมหาจักรพรรดิ์

ตำแหน่งที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304 ช่วงระหว่าง ซอยสุขประยูร9 ถึงหน้าร้านซีเมนต์ไทยโฮมมาร์ท มีขนาด 6 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละ 3.25 เมตร ไม่มีไหล่ทาง มีเกาะกลางแบบสูงกว่าผิวจราจร กว้างประมาณ 2-3 เมตร มีทางเท้าทั้งสองฝั่งกว้างประมาณข้างละ 2 เมตร มีการก่อสร้างอาคารตลอดแนวถนน สามารถจอดพาหนะได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304

ตำแหน่งที่9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314 ช่วงระหว่างทางหลวงแผ่นดินหมายเลข3315 ถึงบริเวณหน้าสถานีบริการน้ำมัน มีขนาด 4 ช่องจราจร กว้างช่องจราจรละ 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้างข้างละ 2 เมตร มีทางเท้าเป็นบางช่วง แต่ส่วนใหญ่จะไม่มีทางเท้า มีเกาะกลางแบบต่ำกว่าผิวจราจร การก่อสร้างอาคารไม่หนาแน่นมากนัก

รูปที่ 4.9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314

4.3 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรและอัตราเร็ว

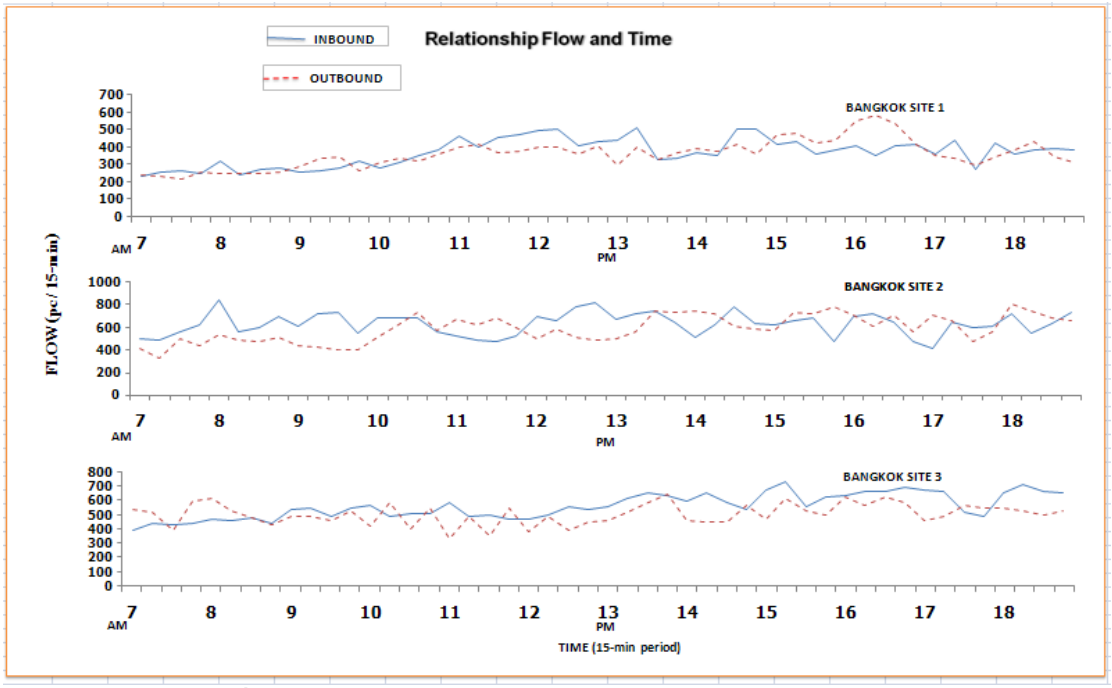
ผลการสำรวจปริมาณการจราจรและอัตราเร็วบนถนนตัวอย่างทั้ง 9 ตำแหน่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการสำรวจปริมาณการจราจร

ผลจากการสำรวจปริมาณจราจรที่ผันแปรตามระยะเวลา ที่สำรวจในพื้นที่สำรวจจำแนกออกเป็น 3 พื้นที่หลัก คือ กรุงเทพมหานคร เทศบาลนครสมุทรปราการ และ เทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา แสดงดังรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.12 และผลสรุปปริมาณการจราจรและช่วงชั่วโมงเร่งด่วน แสดงดังตารางที่ 4.1 และผลสำรวจปริมาณการจราจรทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ก

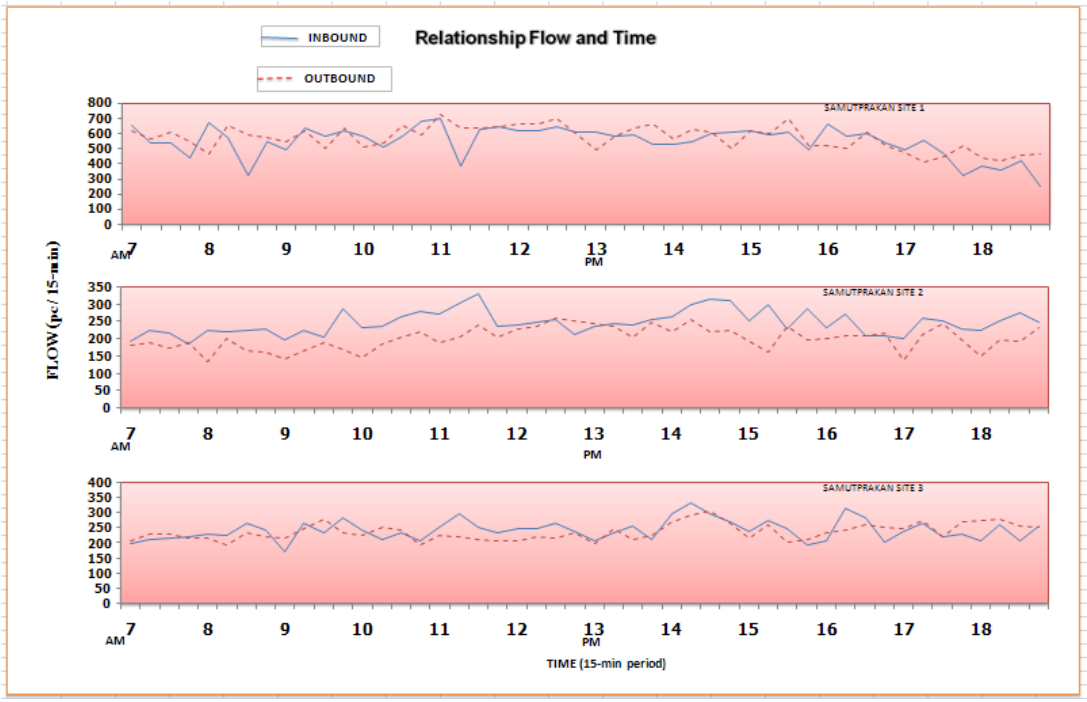
ปริมาณการจราจรบนจุดสำรวจที่1 ถนนพหลโยธิน ขาเข้าจะมีปริมาณการจราจรในช่วงเช้าน้อยเนื่องจากการจราจรติดขัด ส่วนขาออกจะมีปริมาณการจราจรมากที่ช่วงเย็น เนื่องจากมีการบริหารจราจรให้รถเคลื่อนที่ออกเมืองได้อย่างสะดวก

การกระจายปริมาณการจราจรในจุดสำรวจที่2 ถนนลาดพร้าว และจุดสำรวจที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ จะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งวัน ทั้งในทิศทางขาเข้าและขาออก ถนนพหลโยธิน จุดสำรวจที่1 จะมีปริมาณการจราจรมากที่สุด โดยถนนพหลโยธินเป็นถนนในแนวรัศมีเชื่อมการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครกับพื้นที่ทางทิศเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 4.10



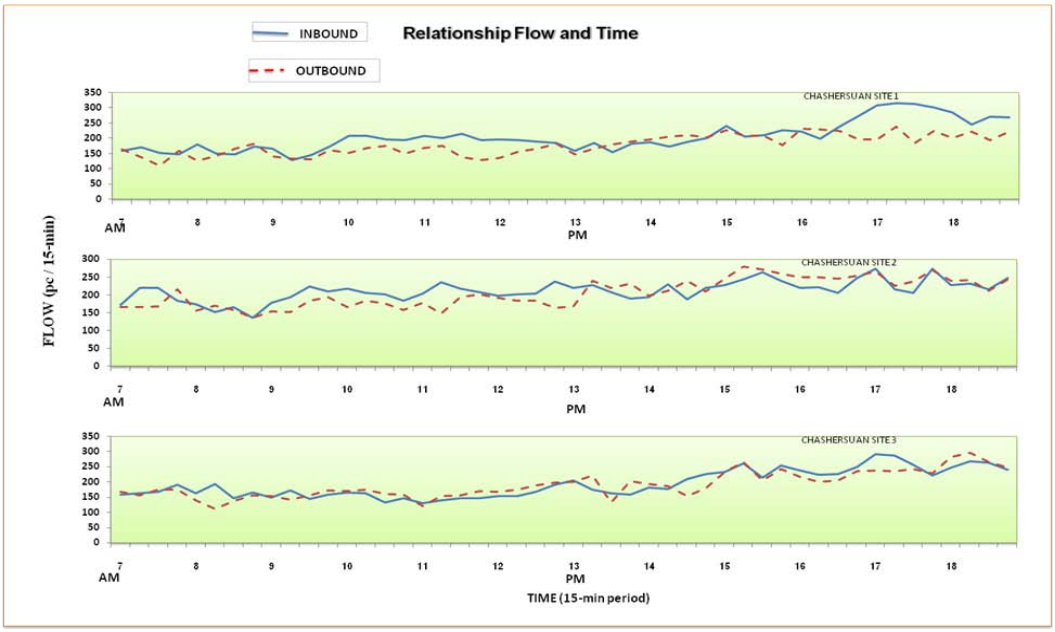
รูปที่ 4.10 ปริมาณการจราจรของตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานคร

ผลการสำรวจปริมาณการจราจรในเขตเทศบาลนครสมุทรปราการพบว่า ทุกตำแหน่งมีการกระจายปริมาณการจราจรตามเวลาค่อนข้างคงที่ทั้งขาเข้าและขาออก นอกจากนั้นปริมาณการจราจรในทิศทางขาเข้าและขาออกก็มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยถนนสุขุมวิท (ถนนแนวรัศมีจุดสำรวจที่4) จะมีปริมาณการจราจรมากที่สุดเนื่องจากเป็นเส้นทางเชื่อมต่อกรุงเทพมหานครและจังหวัดสมุทรปราการ ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ปริมาณการจราจรของตัวอย่างในเขตเทศบาลนครสมุทรปราการ

ผลการสำรวจปริมาณการจราจรในเขตเทศบาลเมืองฉะเชิงเทราพบว่าแนวโน้มของปริมาณการจราจรในช่วงเย็นจะมากกว่าช่วงเช้าในทุกจุดสำรวจ ทั้งในทิศทางขาเข้าและขาออก ปริมาณการจราจรขาเข้าและขาออกมีปริมาณใกล้เคียงกัน และปริมาณการจราจรบนจุดสำรวจทุกที่มีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะเป็นถนนมหาจักรพรรดิ์ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304 และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314 ดังแสดงในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ปริมาณการจราจรของตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา

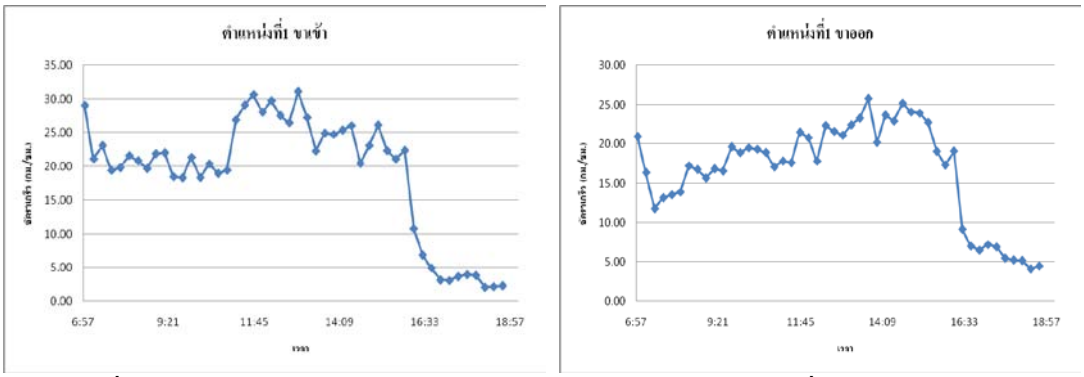
ตารางที่4.1 สรุปผลการสำรวจปริมาณการจราจรบนถนนโครงข่าย

ลำดับที่	จังหวัด	ชื่อถนน/ทางหลวง	ช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (ขาเข้า)	PHV ขาเข้า (pcu/hr)	ช่วงชั่วโมงเร่งด่วน (ขาออก)	PHV ขาออก (pcu/hr)
1	กรุงเทพฯ	พหลโยธิน	12:00 - 13:00	1,841	16:00 - 17:00	2,085
2	กรุงเทพฯ	ลาดพร้าว	12:00 - 13:00	2,945	18:00 - 19:00	2,880
3	กรุงเทพฯ	จรัญสนิทวงศ์	18:00 - 19:00	2,670	16:00 - 17:00	2,411
4	สมุทรปราการ	สุขุมวิท	12:00 - 13:00	2,481	11:00 - 12:00	2,640
5	สมุทรปราการ	สายลวด	14:00 - 15:00	1,187	12:00 - 13:00	983
6	สมุทรปราการ	สุขุมวิท(เลี่ยงเมือง)	14:00 - 15:00	1,211	14:00 - 15:00	1,134
7	ฉะเชิงเทรา	มหาจักรพรรดิ์	17: 00 - 18:00	1,238	16:00 - 17:00	877
8	ฉะเชิงเทรา	ทางหลวงแผ่นดิน 304	17: 00 - 18:00	969	15:00 - 16:00	1,053
9	ฉะเชิงเทรา	ทางหลวงแผ่นดิน 314	17: 00 - 18:00	1,052	18:00 - 19:00	1,087

4.3.2 ผลการสำรวจอัตราเร็ว

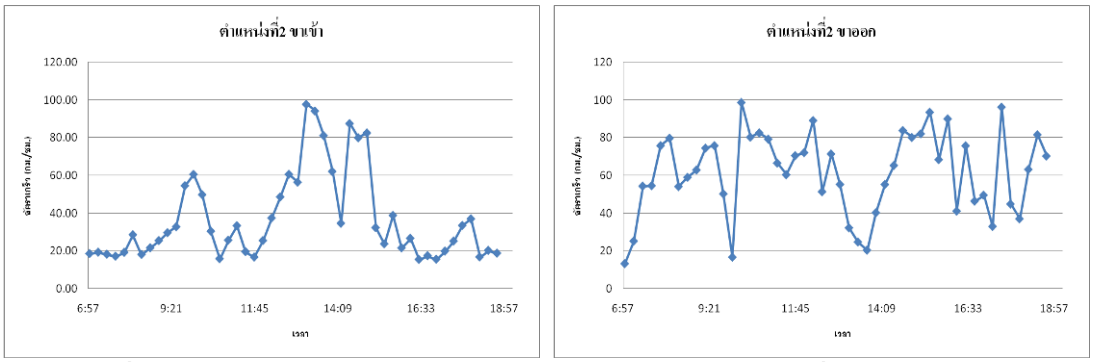
ผลสำรวจอัตราเร็วบนถนนโครงข่ายที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาสำรวจ บนตำแหน่งสำรวจที่1 ถึงตำแหน่งที่9 แสดงดังรูปที่ 4.13 ถึงรูปที่ 4.21 ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ค่าอัตราเร็วเฉลี่ยบนถนนตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ข)

ตำแหน่งสำรวจที่1 ถนนพหลโยธิน ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 47 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.13



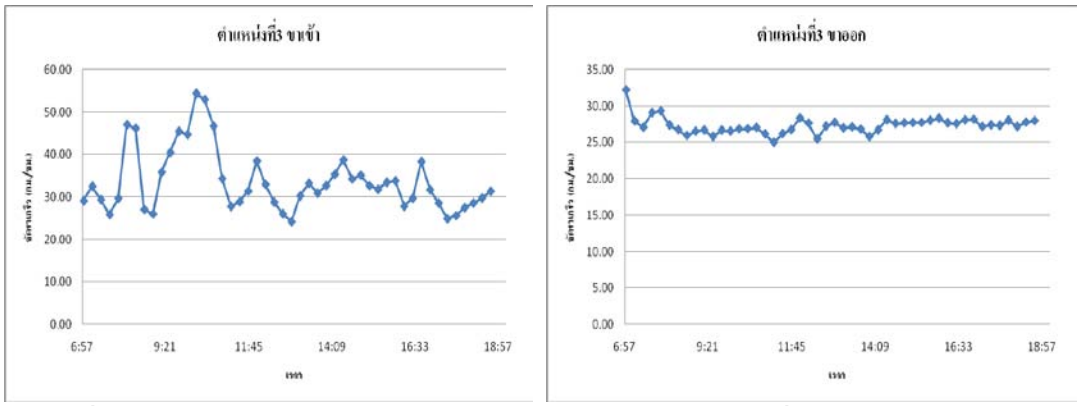
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่1 ถนนพหลโยธิน

ตำแหน่งสำรวจที่2 ถนนลาดพร้าว ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 37 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 23 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.14



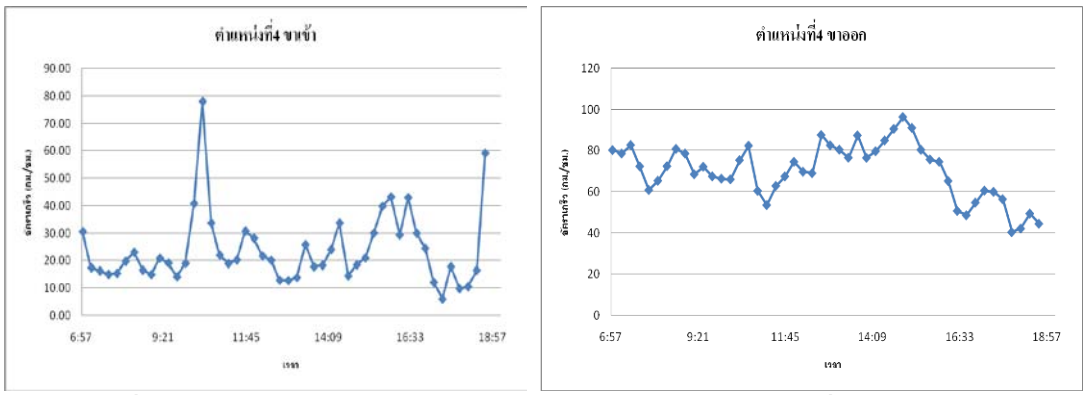
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่2 ถนนลาดพร้าว

ตำแหน่งสำรวจที่3 ถนนจริญสนิทวงศ์ ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 34 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 27 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.15



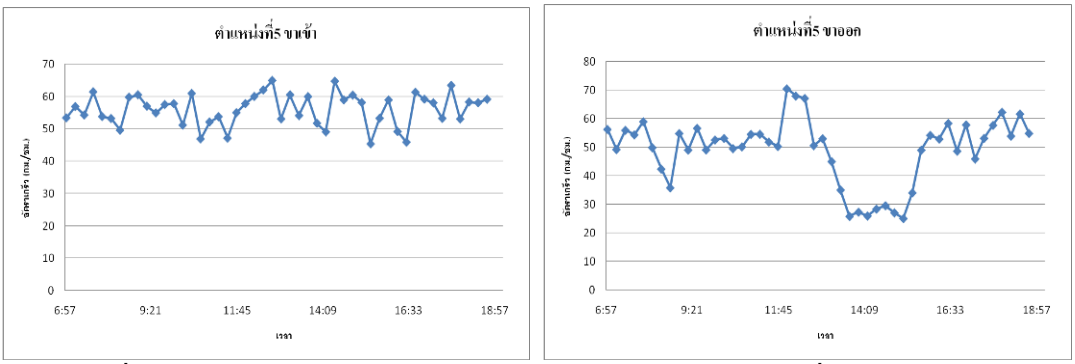
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์

ตำแหน่งสำรวจที่4 ถนนสุขุมวิท ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 13 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.16



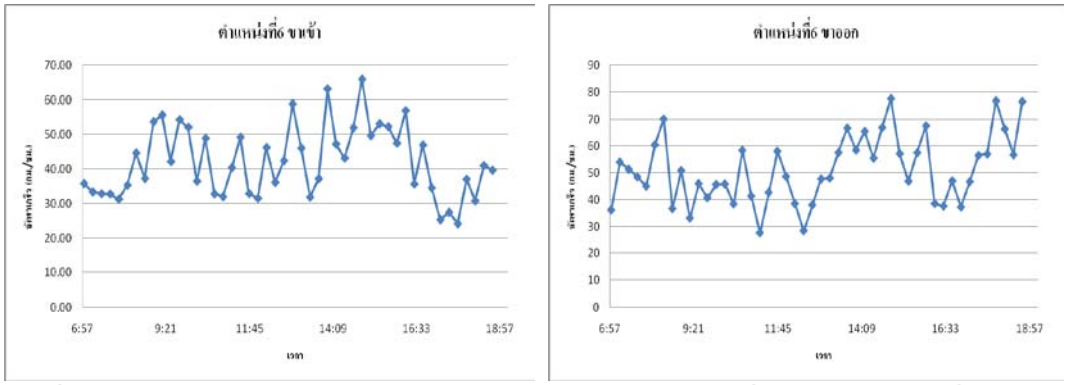
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่4 ถนนสุขุมวิท

ตำแหน่งสำรวจที่5 ถนนสายลวด ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 49 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.17



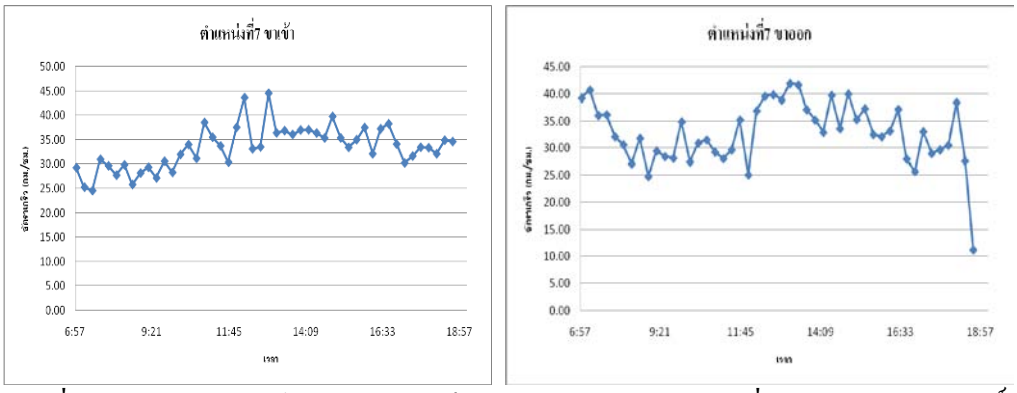
รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่5 ถนนสายลวด

ตำแหน่งสำรวจที่6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 42 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 51 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.18



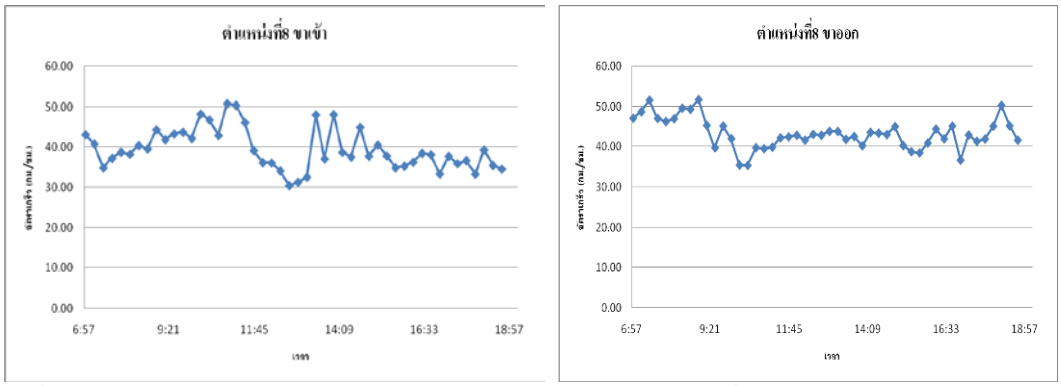
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่6 ถนนสขุมวิท (เลี่ยงเมือง)

ตำแหน่งสำรวจที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ์ ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 33 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.19



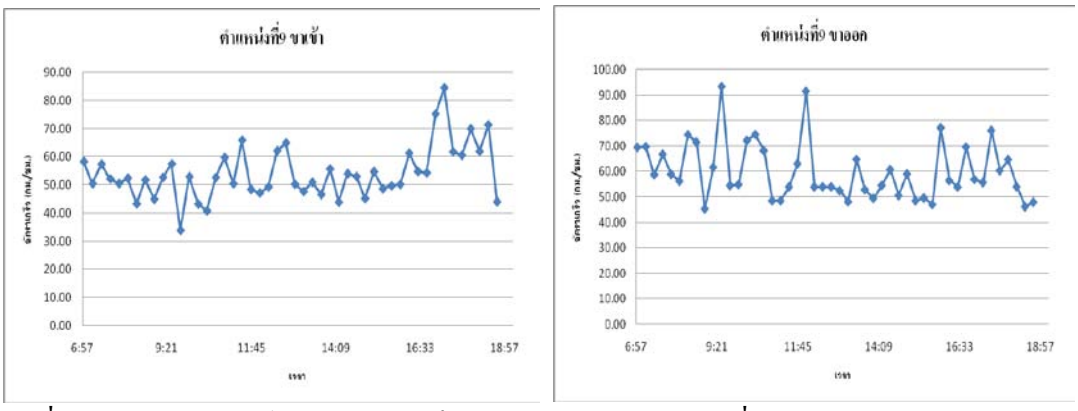
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ์

ตำแหน่งสำรวจที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304 ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 39 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 43 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304

ตำแหน่งสำรวจที่9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314 ขาเข้า มีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 54 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนขาออกมีอัตราเร็วเฉลี่ยประมาณ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 11 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4.21



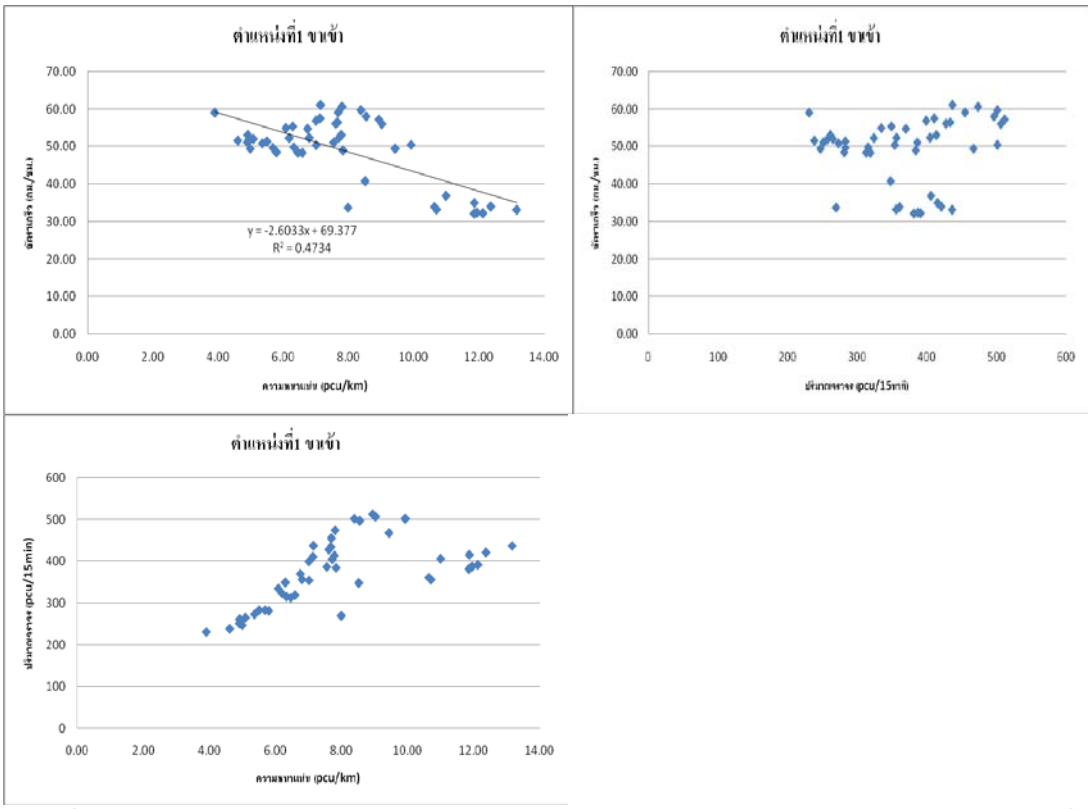
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับเวลาสำรวจ ตำแหน่งที่9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 314

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น

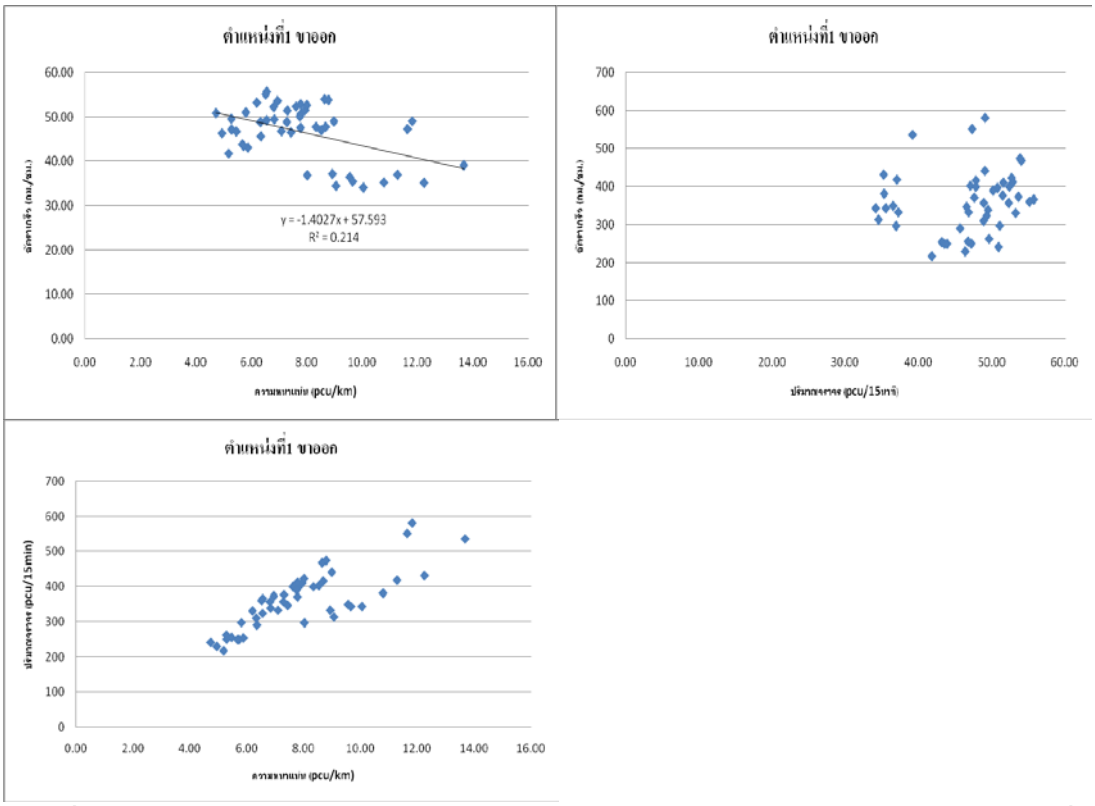
ผู้วิจัยได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล อัตราเร็ว และ ความหนาแน่น เพื่อนำไปสู่การประมาณค่าอัตราการไหลสูงสุด (q_m), อัตราเร็วอิสระ (μ_f) อัตราเร็วขณะที่อัตราการไหลมีค่าสูงสุด (μ_o) ความหนาแน่นที่การจราจรติดขัด (k_j) และ ความหนาแน่นขณะอัตราการไหลสูงสุด (k_o) โดยผู้วิจัยจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและความหนาแน่นก่อนเนื่องจากมีสัมพันธ์เป็นเส้นตรงจำนวนทั้งสิ้น 18 ตัวอย่าง (จากนั้นจะคำนวณค่าความสัมพันธ์ต่างๆจากสมการที่ 3.1 ถึงสมการที่ 3.3) ซึ่งพบว่า

- ตำแหน่งที่ค่า R^2 มากกว่า 0.6 มีอยู่ 6 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่2 ขาเข้าและขาออก ตำแหน่งที่3 ขาเข้า ตำแหน่งที่5 ขาออก ตำแหน่งที่6 ขาเข้าและขาออก คิดเป็นร้อยละ 33.33
- ตำแหน่งที่มีค่า R^2 ระหว่าง 0.3-0.6 มีทั้งสิ้น 8 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่1 ขาเข้า ตำแหน่งที่4 ขาเข้า และ ขาออก ตำแหน่งที่5 ขาเข้า ตำแหน่งที่7 ขาออก ตำแหน่งที่8 ขาเข้าและขาออก และ ตำแหน่งที่9 ขาออก คิดเป็นร้อยละ 44.44
- ตำแหน่งที่มีค่า R^2 น้อยกว่า 0.3 มีทั้งสิ้น 4 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่1 ขาออก ตำแหน่งที่3 ขาออก ตำแหน่งที่7 ขาเข้า และ ตำแหน่งที่9 ขาเข้า คิดเป็นร้อยละ 22.23

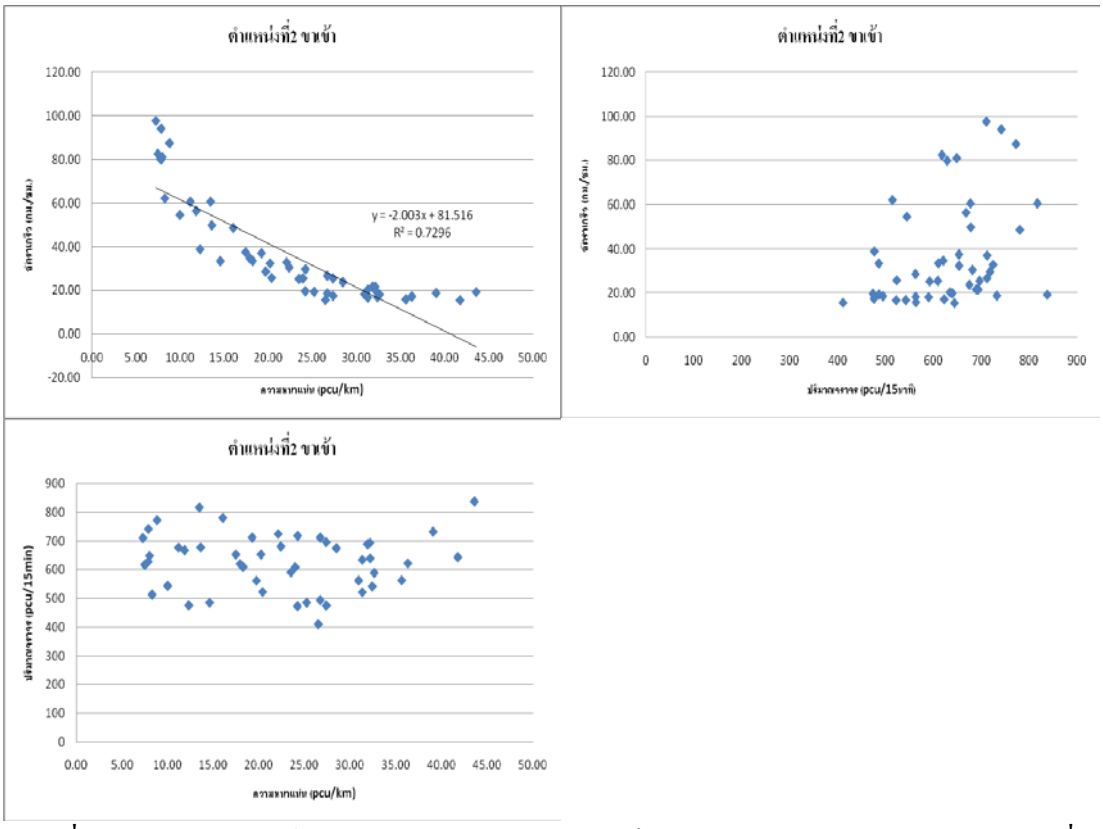
ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่นทุกตำแหน่งสำรวจแสดงดังรูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.39 ตามลำดับ



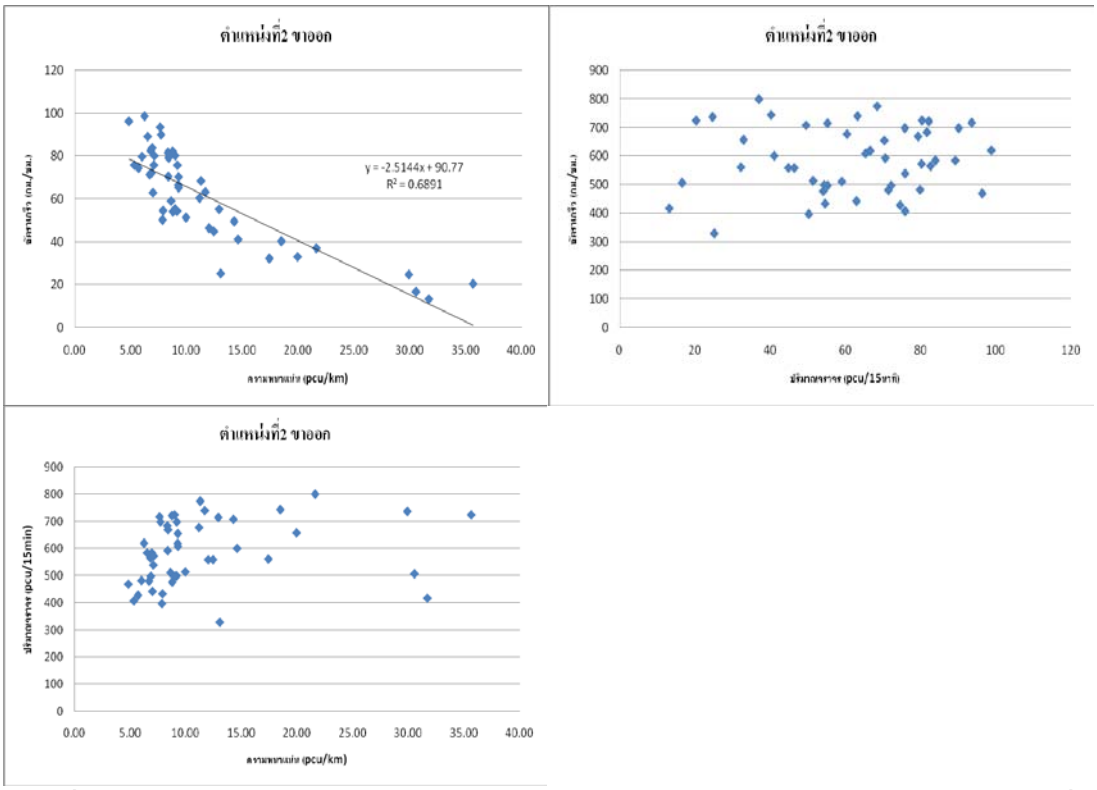
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่1 ถนนพหลโยธิน ทิศทางขาเข้า



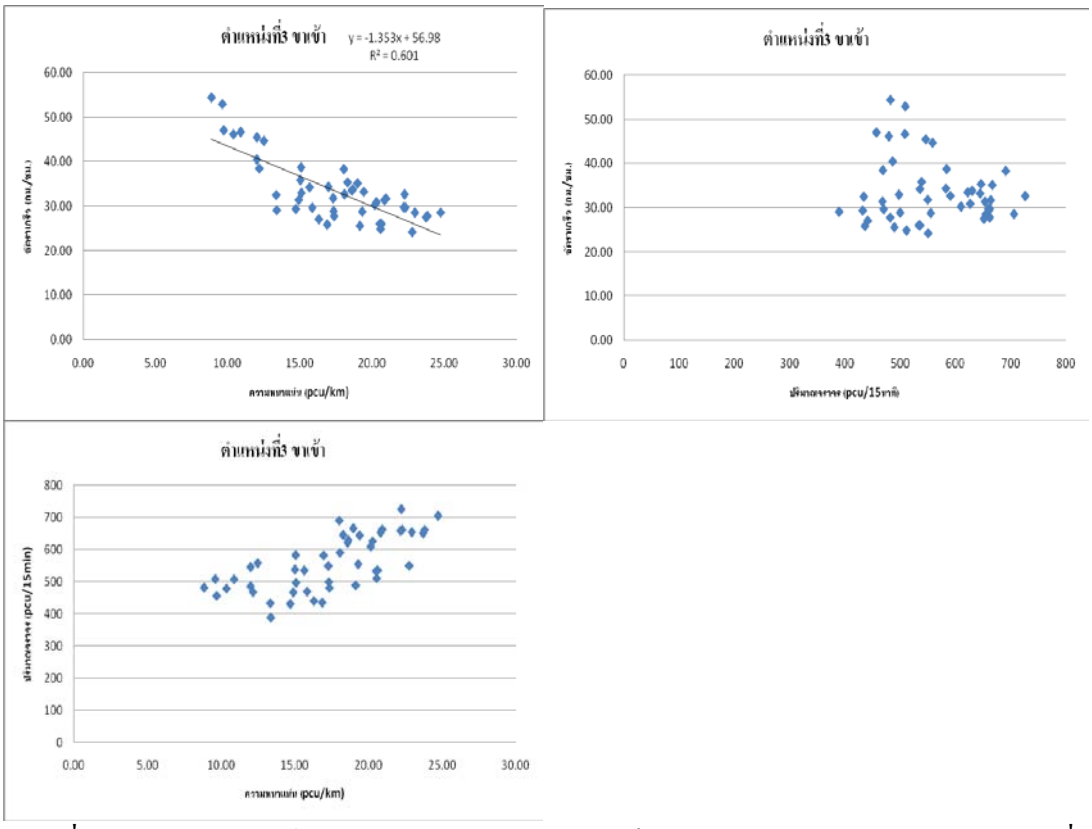
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่1 ถนนพหลโยธิน ทิศทางขาออก



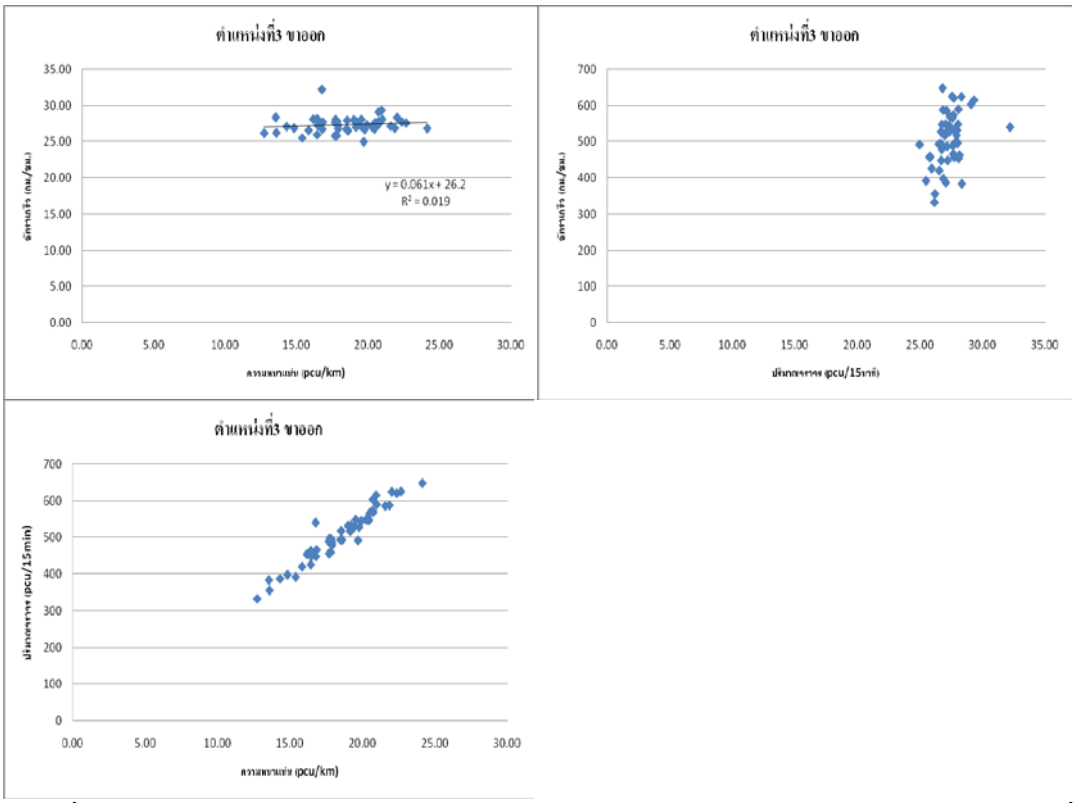
รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่2 ถนนลาดพร้าว ทิศทางขาเข้า



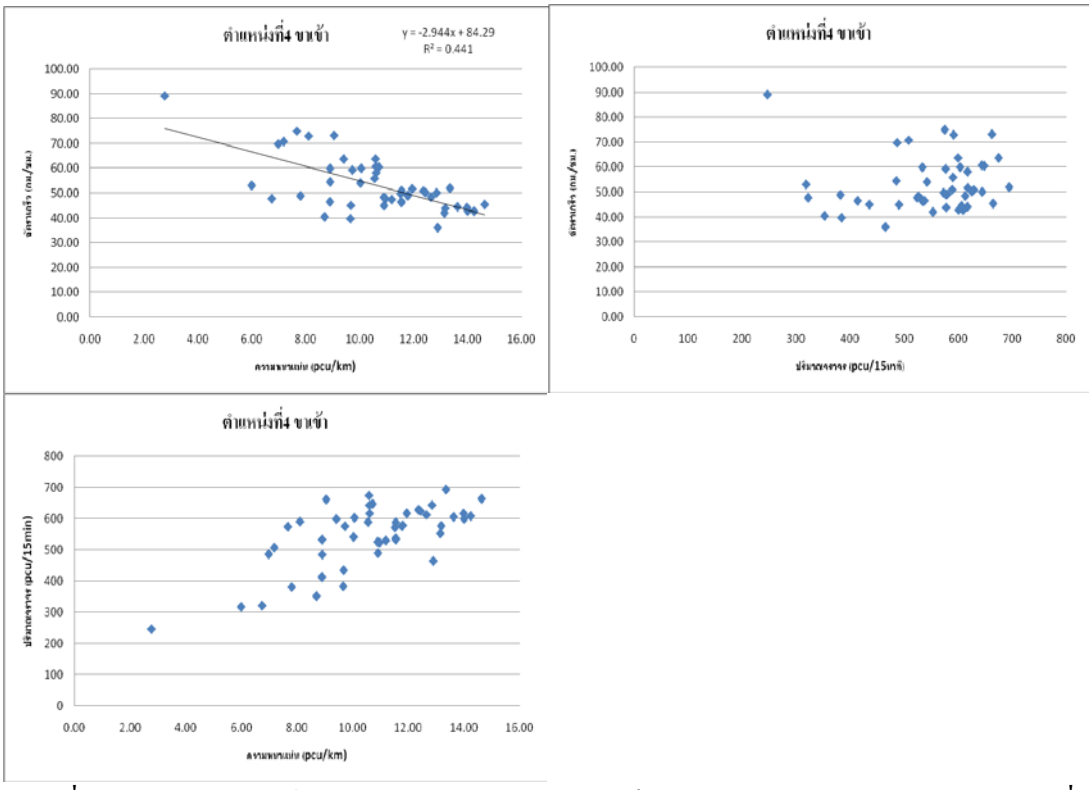
รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่2 ถนนลาดพร้าว ทิศทางขาออก



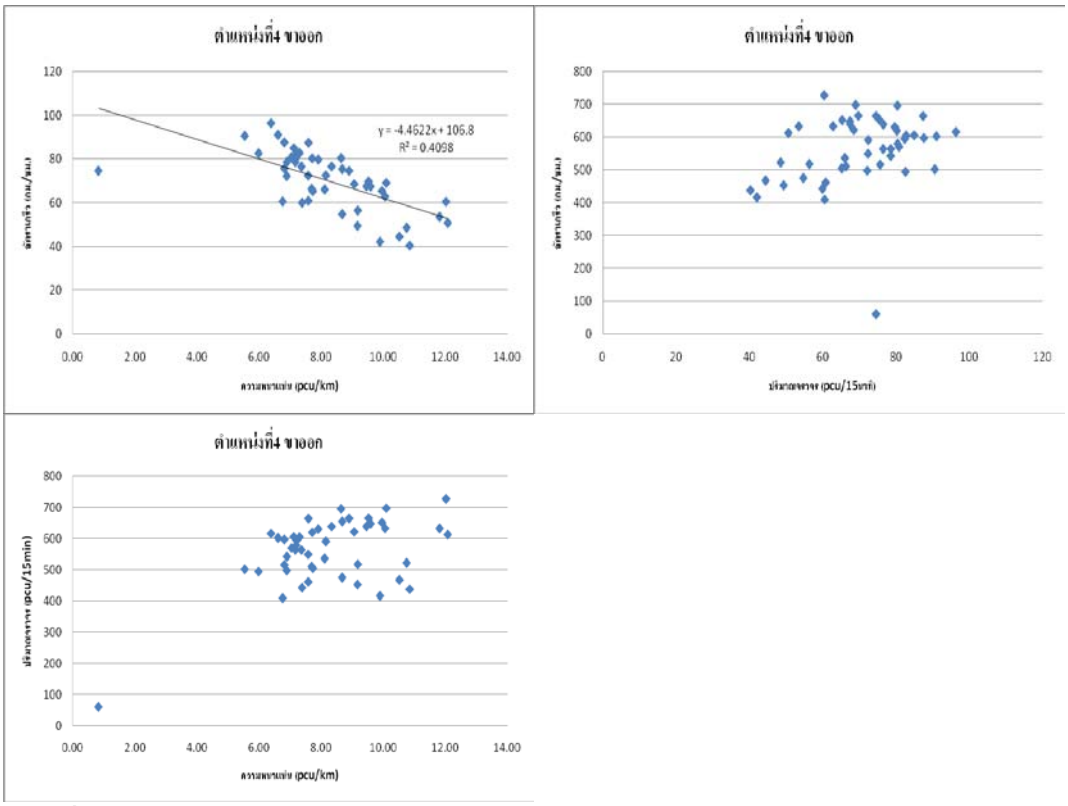
รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ทิศทางขาเข้า



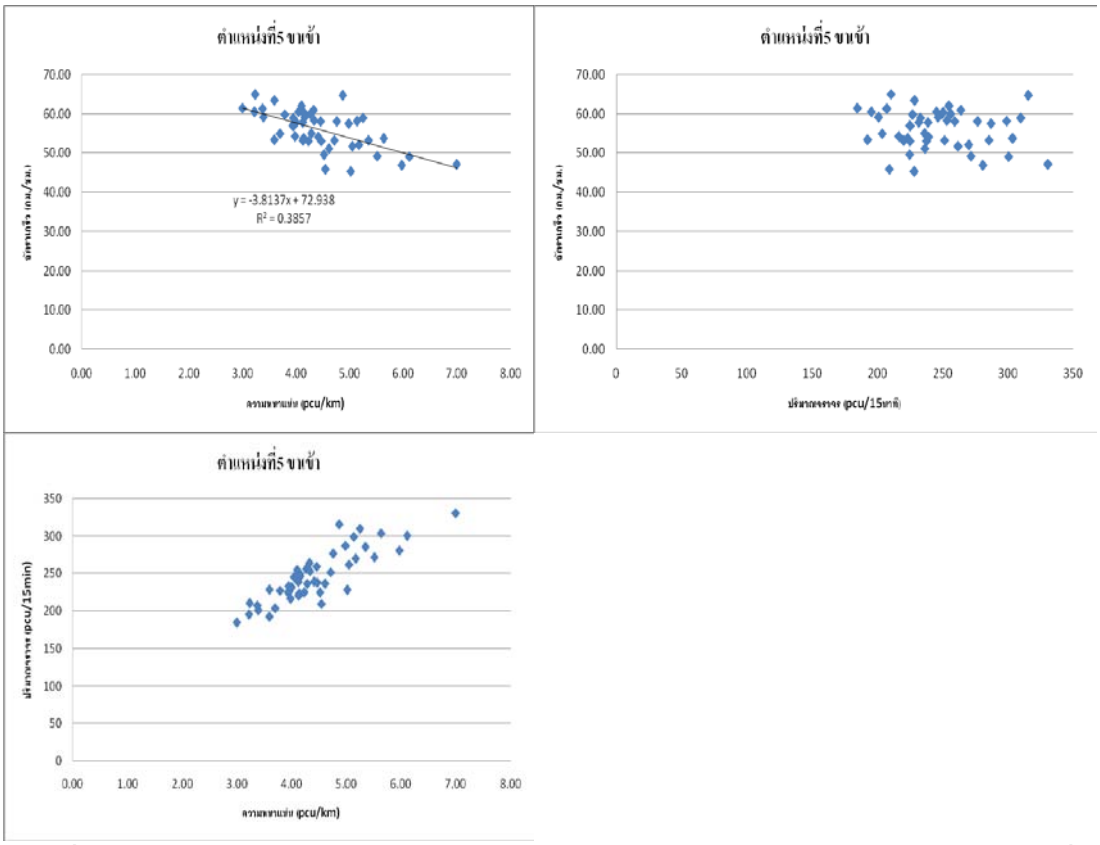
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ทิศทางขาออก



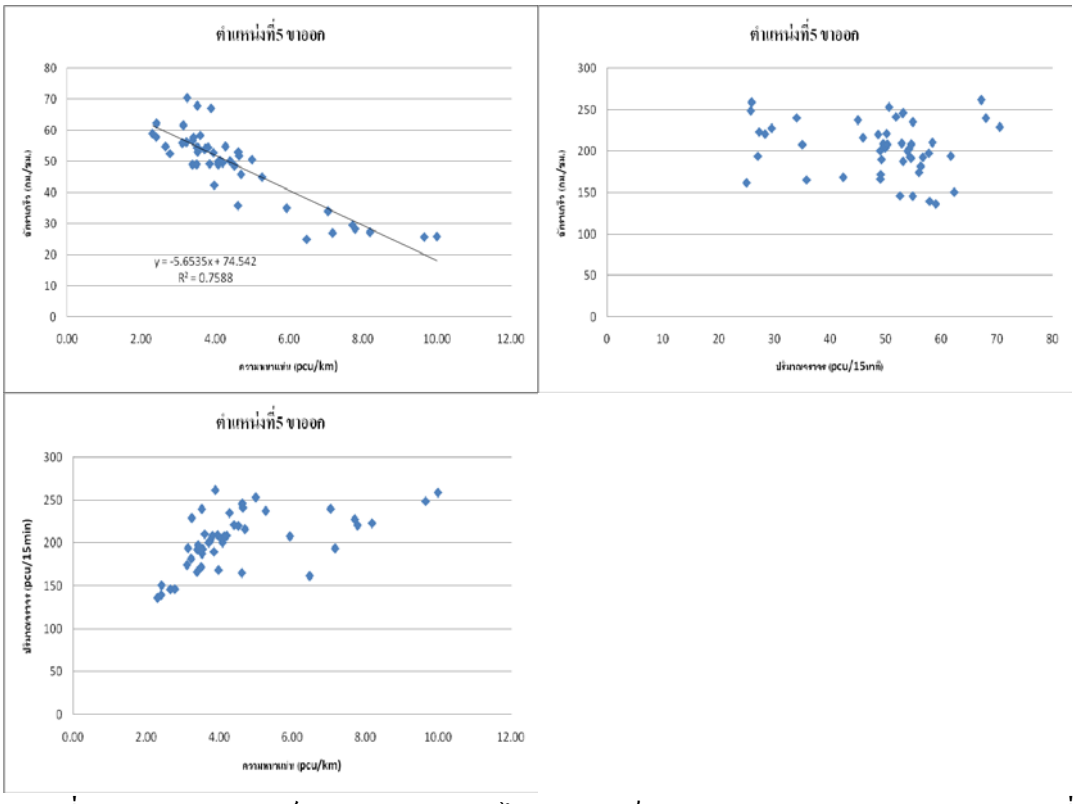
รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่4 ถนนสุขุมวิท ทิศทางขาเข้า



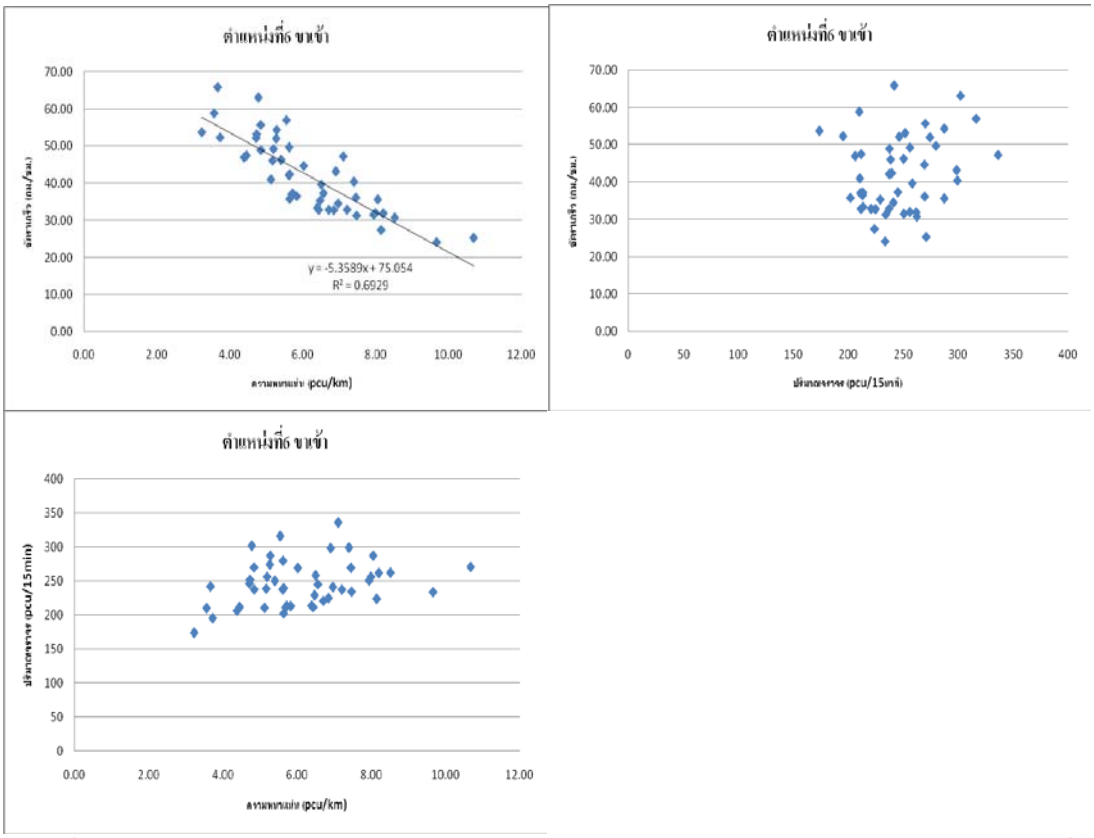
รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่4 ถนนสุขุมวิท ทิศทางขาออก



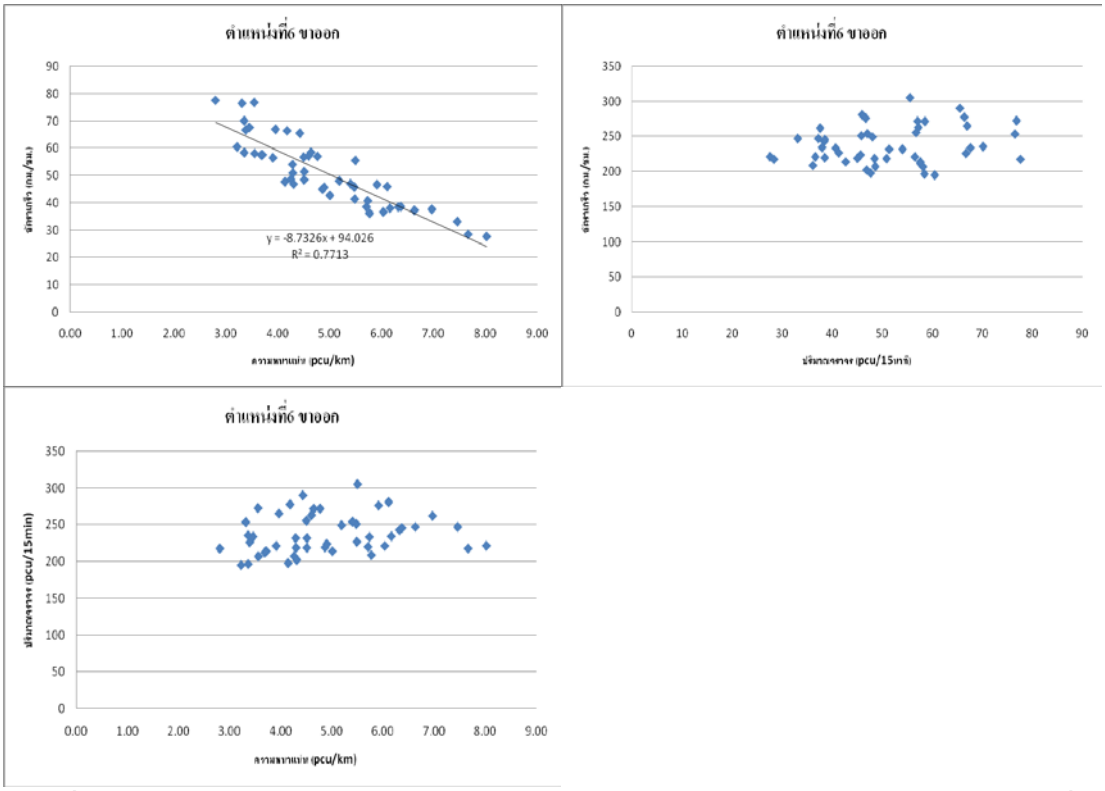
รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่5 ถนนสายลวด ทิศทางขาเข้า



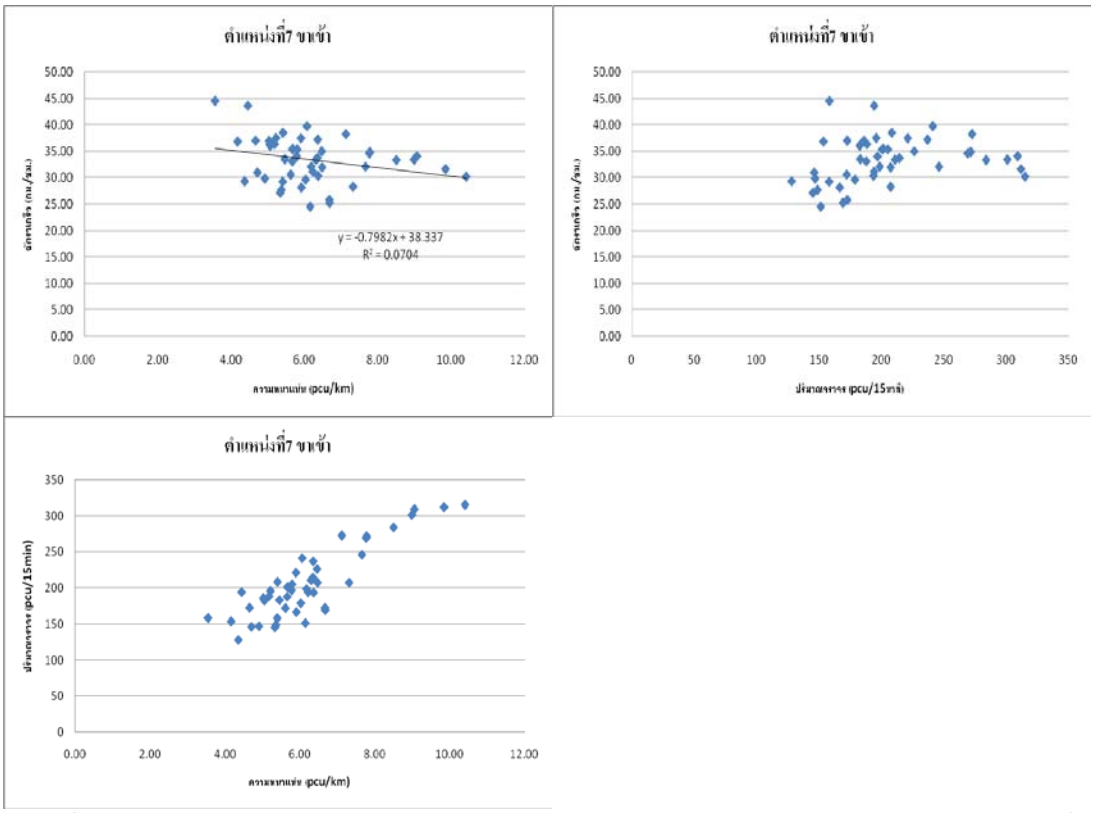
รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่5 ถนนสายลวด ทิศทางขาออก



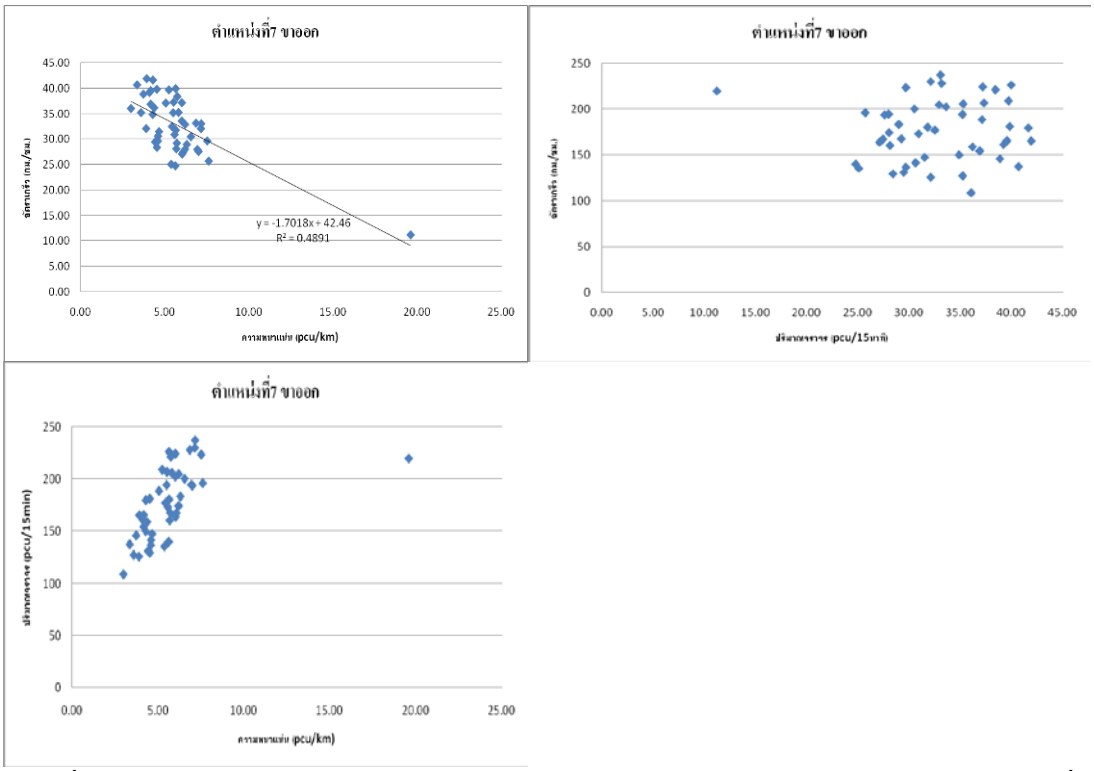
รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ทิศทางขาเข้า



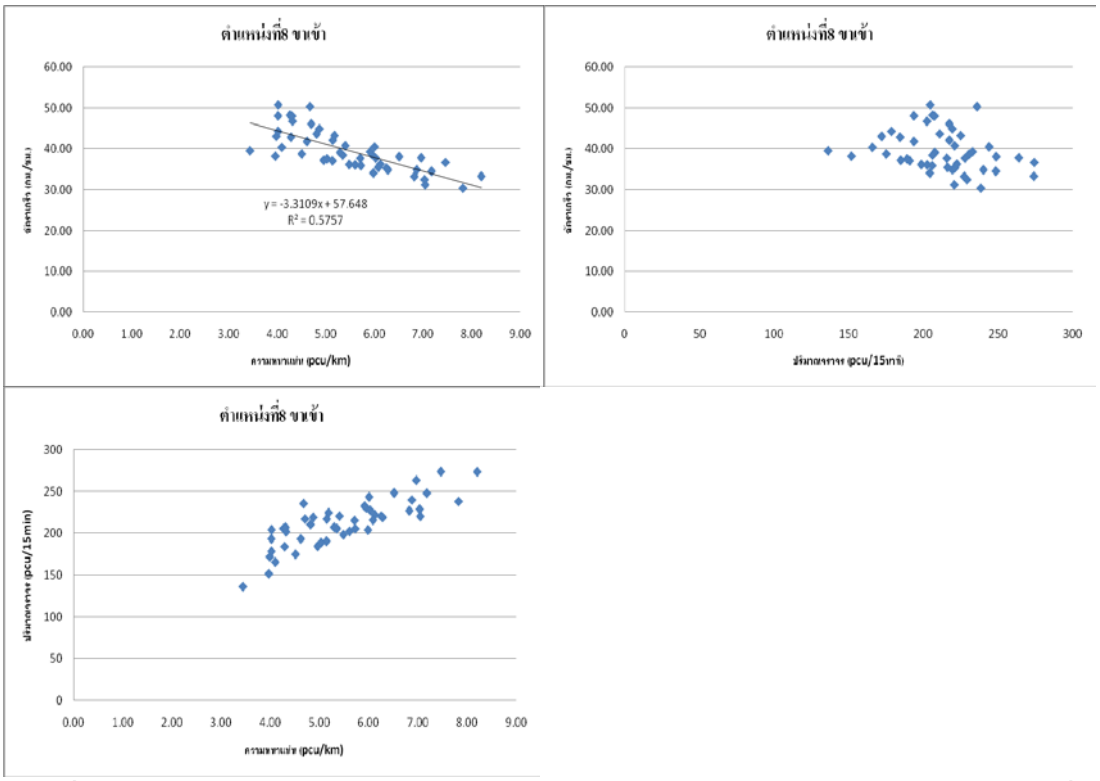
รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ทิศทางขาออก



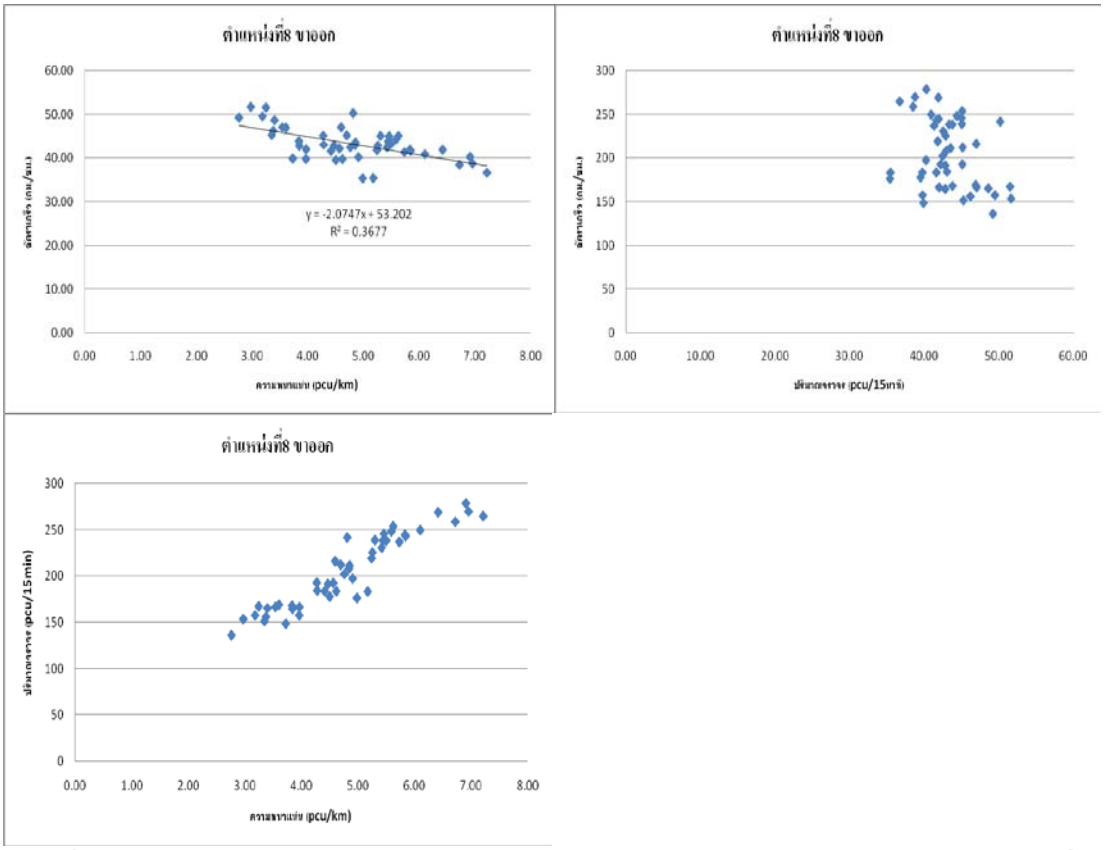
รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ์ ทิศทางขาเข้า



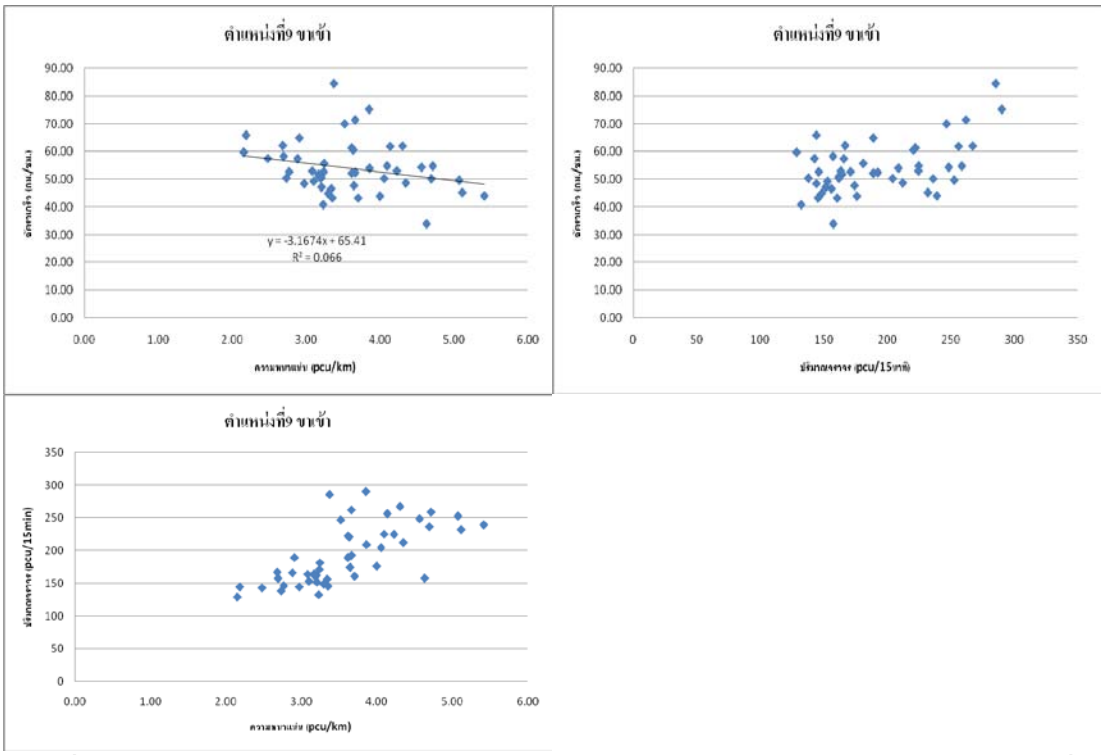
รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ์ ทิศทางขาออก



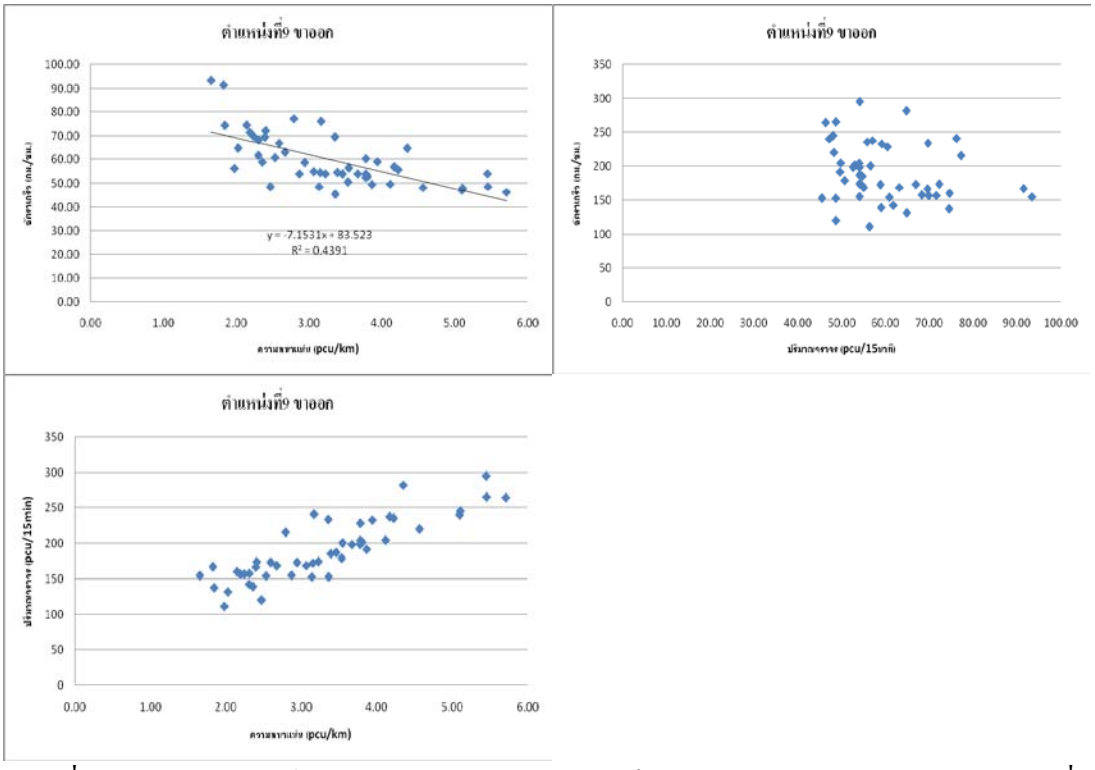
รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304 ทิศทางขาเข้า



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข304 ทิศทางขาออก



รูปที่ 4.38 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314 ทิศทางขาเข้า



รูปที่ 4.39 ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น บนตำแหน่งสำรวจที่9 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข314 ทิศทางขาออก

ผลการหาค่าอัตราการไหลสูงสุด (q_m), อัตราเร็วอิสระ (μ_f) อัตราเร็วขณะที่อัตราการไหลมีค่าสูงสุด (μ_o) ความหนาแน่นที่การจราจรติดขัด (k_j) และ ความหนาแน่นขณะอัตราการไหลสูงสุด (k_o) แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น

ตำแหน่งที่	ทิศทาง	ค่า R^2	u_f (kph)	k_j (pcu/km/direction)	u_o (kph)	k_o (pcu/km/direction)	q_m (pcu/15 min)
1	ขาเข้า	0.473	69.38	26.65	34.69	13.32	462.22
	ขาออก*	0.214	57.59	41.06	28.80	20.53	591.17
2	ขาเข้า	0.730	81.52	40.70	40.76	20.35	829.36
	ขาออก	0.689	90.77	36.10	45.39	18.05	819.20
3	ขาเข้า	0.601	56.98	42.11	28.49	21.06	599.91
	ขาออก*	0.019	26.20	429.51	13.10	214.75	N.A.
4	ขาเข้า	0.441	84.29	28.63	42.15	14.32	603.33
	ขาออก	0.410	106.80	23.93	53.40	11.97	639.05
5	ขาเข้า	0.388	72.94	19.13	36.47	9.56	348.74
	ขาออก	0.759	74.54	13.19	37.27	6.59	245.71
6	ขาเข้า	0.693	75.05	14.01	37.53	7.00	262.79
	ขาออก	0.771	94.03	10.77	47.01	5.38	253.10
7	ขาเข้า*	0.070	38.34	48.03	19.17	24.01	460.32
	ขาออก	0.489	42.46	24.95	21.23	12.48	264.84
8	ขาเข้า	0.576	57.65	17.41	28.82	8.71	250.94
	ขาออก	0.368	53.20	25.64	26.60	12.82	341.07
9	ขาเข้า*	0.066	65.41	20.65	32.71	10.33	337.70
	ขาออก	0.439	83.52	11.68	41.76	5.84	243.81

* หมายถึงค่า R^2 น้อยกว่า 0.3

ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรบนถนนตัวอย่างที่ได้ทำการสำรวจประกอบด้วยปัจจัยสำคัญดังต่อไปนี้

- ลักษณะการทำกิจกรรมข้างทางซึ่งส่งผลต่อการจอดพาหนะและความล่าช้าของโครงข่าย โดยถนนตัวอย่างที่อนุญาตให้มีการประกอบกิจกรรมข้างทางได้บ้างประกอบด้วย ตำแหน่ง

ที่5 ถนนสายลวด ตำแหน่งที่7 ถนนมหาจักรพรรดิ และ ตำแหน่งที่8 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304 ส่วนถนนตัวอย่างที่เหลือส่วนใหญ่จะไม่อนุญาตให้มีการจอดข้างทาง

- ถนนตัวอย่างสายหลักในเขตกรุงเทพมหานคร ตำแหน่งที่1 2 และ 3 จัดว่าเป็นเส้นทางที่มีแหล่งกำเนิดกิจกรรมหนาแน่นที่สุด แต่ถนนตัวอย่างเหล่านี้ก็ได้รับการบริหารจราจรเพื่อให้เกิดความคล่องตัวมากที่สุด
- ปัจจัยทางด้านความหนาแน่นประชากร การประกอบกิจกรรมข้างทาง และ ฯลฯ ที่เป็นปัจจัยเชิงสังคมศาสตร์จะสร้างความสัมพันธ์กับลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรได้ยาก เนื่องจากถนนบางสายมีความหนาแน่นของประชากรและแหล่งกำเนิดกิจกรรมข้างทางมาก แต่ก็มีระบบการบริหารจราจรที่ดี ส่งเสริมการเคลื่อนที่บนถนนสายหลัก ถนนเหล่านี้ก็จะมีการเคลื่อนตัวของกระแสจราจรที่ดี ส่วนถนนบางสายที่มีปริมาณการจราจรเบาบางและแหล่งกำเนิดกิจกรรมไม่หนาแน่น แต่กลับมีการจอดพาหนะได้ทุกที่ ก็ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรได้เช่นกัน
- การศึกษาด้านการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรควรเก็บข้อมูลด้านการจราจรโดยตรงจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกว่า

4.5 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ผลการศึกษาประกอบด้วย การเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลสูงสุดกับค่าความจุถนนตามมาตรฐาน และ การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.5.1 เปรียบเทียบค่าอัตราการไหลสูงสุดกับค่าความจุถนนตามมาตรฐาน

ค่าอัตราการไหลสูงสุด (Maximum flow rate) ในหน่วยคัน-รถยนต์นั่งต่อชั่วโมงคำนวณโดยนำค่าอัตราการไหลสูงสุดในช่วง 15 นาทีจากตารางที่ 4.2 คูณด้วย 4 (สมการที่ 4.1) จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับค่าความจุตามมาตรฐานของ Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000) และ ค่าความจุของถนนในเมืองตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ.2544 โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.3 ซึ่งตำแหน่งที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ทิศทางขาออก ไม่สามารถคาดการณ์ค่าอัตราการไหลสูงสุดได้ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว-ความหนาแน่น ไม่เป็นไปตามทฤษฎีการไหล ดังแสดงในรูปที่ 4.27

Maximum flow rate (pcu/hr) = q_m (pcu/15mins) x 4 (4.1)

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลสูงสุดกับมาตรฐาน

ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	ทิศทาง	q_m [(1)] (pcu/hr)	SF [(2)] (pcu/hr)	Capacity [(3)] (pcu/hr)	% change [(4)]
1	พหลโยธิน	ขาเข้า	1,849	3,040	3,300	(39.18)
		ขาออก*	2,365	2,370	3,300	(0.22)
2	ลาดพร้าว	ขาเข้า	3,317	3,040	3,300	9.13
		ขาออก	3,277	3,040	3,300	7.79
3	จรัญสนิทวงศ์	ขาเข้า	2,400	2,180	3,300	10.08
		ขาออก*	N.A.	2,180	3,300	N.A.
4	สุขุมวิท	ขาเข้า	2,413	2,180	3,300	10.70
		ขาออก	2,556	3,040	3,300	(15.91)
5	สายลวด	ขาเข้า	1,395	3,040	3,300	(54.11)
		ขาออก	983	3,040	3,300	(67.67)
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาเข้า	1,051	3,040	3,300	(65.42)
		ขาออก	1,012	3,040	3,300	(66.70)
7	มหาจักรพรรดิ์	ขาเข้า*	1,841	2,180	3,300	(15.54)
		ขาออก	1,059	2,180	3,300	(51.40)
8	ทางหลวงแผ่นดิน304	ขาเข้า	1,004	2,370	3,300	(57.65)
		ขาออก	1,364	2,310	3,300	(40.94)
9	ทางหลวงแผ่นดิน314	ขาเข้า*	1,351	1,650	2,400	(18.13)
		ขาออก	975	2,120	2,400	(54.00)

* หมายถึงค่า R^2 น้อยกว่า 0.3

(1) หมายถึง ค่าอัตราการไหลสูงสุด Maximum flow rate จากการคำนวณในหน่วย คัน-รถยนต์นั่งต่อชั่วโมง

(2) หมายถึง Service flow rate บน Urban arterial street ของ HCM 2000

(3) หมายถึง ความจุของถนนภายในเมืองตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง 2544

(4) หมายถึง การเปรียบเทียบค่าร้อยละระหว่าง Maximum flow rate กับค่า Service flow rate โดยค่าใน () คือค่า Maximum flow rate น้อยกว่า

ค่า Service flow rate ของ HCM 2000 จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าอัตราเร็วอิสระซึ่งจำแนกประเภทย่อยของถนนสายหลักภายในเมืองออกได้เป็น 4 ประเภทย่อย (Class I-Class IV โดยมีค่า Free flow speed เท่ากับ 80, 65, 55 และ 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ) ส่วนค่าความจุตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง 2544 จะไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วอิสระ คือจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนช่องจราจรเท่านั้นและในมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง 2549 ก็ได้มีการนำค่าความจุของถนนออกไปจากมาตรฐานแล้ว ดังนั้นค่า Service flow rate ของ HCM 2000 จึงมีความแม่นยำกว่า โดยตำแหน่งที่มีค่า Maximum flow rate ใกล้เคียงกับค่า Service flow rate โดยต่างกันไม่เกินกว่าร้อยละ 10 โดยประมาณ ประกอบด้วย ตำแหน่งที่1 ถนนพหลโยธิน ขาออก ตำแหน่งที่2 ถนนลาดพร้าว ขาเข้า และ ขาออก ตำแหน่งที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ขาเข้า และตำแหน่งที่4 ถนนสุขุมวิท ขาเข้า จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่า Maximum flow rate ส่วนใหญ่จะน้อยกว่าค่า Service flow rate อยู่มากซึ่งอาจเกิดจากพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรอยู่ในช่วง Uncongested flow เป็นส่วนใหญ่

4.5.2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น

ผู้วิจัยแบ่งระดับความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างอัตราเร็วกับความหนาแน่นออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี (ค่า R^2 มากกว่า 0.6) ระดับปานกลาง (ค่า R^2 อยู่ระหว่าง 0.3-0.6) และ ระดับไม่มีความสัมพันธ์กัน (ค่า R^2 น้อยกว่า 0.3) ซึ่งสรุปได้ว่า ถนนตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วกับความหนาแน่นอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่า R^2 มากกว่า 0.6) มีทั้งสิ้น 6 ตำแหน่ง ประกอบด้วย ตำแหน่งที่ 2 ถนนลาดพร้าวขาเข้า, ตำแหน่งที่ 2 ถนนลาดพร้าวขาออก, ตำแหน่งที่ 3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ขาเข้า, ตำแหน่งที่ 5 ถนนสายลวด ขาออก, ตำแหน่งที่ 6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ขาเข้า และ ตำแหน่งที่ 6 ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง) ขาออก ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ถนนตัวอย่างที่ค่า R^2 มากกว่า 0.6

ลำดับที่	ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	ทิศทาง	ประเภทของถนน
1	2	ถนนลาดพร้าว	ขาเข้า	แนวผ่าเมือง
2	2	ถนนลาดพร้าว	ขาออก	แนวผ่าเมือง
3	3	ถนนจรัญสนิทวงศ์	ขาเข้า	แนวเลี่ยงเมือง
4	5	ถนนสายลวด	ขาออก	แนวผ่าเมือง
5	6	ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาเข้า	แนวเลี่ยงเมือง
6	6	ถนนสุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาออก	แนวเลี่ยงเมือง

ถนนตัวอย่างที่มีค่า R^2 มากกว่า 0.6 ทั้งหมดเป็นถนนในแนวผ่าเมืองและแนวเลี่ยงเมืองที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการที่มีความหนาแน่นของประชากรประมาณ 7,500 คนต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งจัดว่ามีความหนาแน่นมาก ถ้าพิจารณาตารางที่ 4.2 พบว่าค่าอัตราเร็วอิสระ u_f มีค่าอยู่ระหว่าง 75-95 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ยกเว้นถนนจรัญสนิทวงศ์ ทิศทางเข้าเมืองที่มีอัตราเร็วอิสระที่ค่อนข้างต่ำที่ 56.98 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผู้วิจัยได้สรุปค่าอัตราการไหลเฉลี่ย อัตราเร็วเฉลี่ย และ ความหนาแน่นเฉลี่ย พร้อมทั้งคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็น (Probable error) ตามสมการที่ 4.2 เพื่อใช้เป็นฐานสำหรับพิจารณาถึงการกระจายของข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 4.5, 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

$$\text{Probable error} = \pm 0.6745 * Ó \qquad (4.2)$$

เมื่อ

Probable error = ค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็น

Ó = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.5 สรุปค่าอัตราการไหลเฉลี่ย

ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	ทิศทาง	ค่า R^2	Avg. volume	P.E. Volume	P.E./Avg.
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาออก	0.7713	237.46	18.12	0.08
5	สายลวด	ขาออก	0.7588	203.55	22.13	0.11
2	ลาดพร้าว	ขาเข้า	0.7296	627.54	66.07	0.11
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาเข้า	0.6929	246.01	22.77	0.09
2	ลาดพร้าว	ขาออก	0.6891	587.56	79.13	0.13
3	จรัญสนิทวงศ์	ขาเข้า	0.6013	557.85	58.32	0.10

Avg. volume หมายถึง ค่าอัตราการไหลเฉลี่ยต่อ 15 นาที (คัน-รถยนต์นั่งต่อ 15 นาที)

P.E. Volume หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราการไหลเฉลี่ยต่อ 15 นาที (คัน-รถยนต์นั่งต่อ 15 นาที)

P.E./Avg. หมายถึงสัดส่วนระหว่างค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราการไหลเฉลี่ยกับอัตราการไหลเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.5 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราการไหลเฉลี่ยเทียบกับอัตราการไหลเฉลี่ยจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 8 ถึงร้อยละ 13 ซึ่งถือว่าสภาพการจราจรบนถนนแต่ละสายทาง

ที่ค่า R^2 มากกว่า 0.6 ค่อนข้างมีความคงที่ (Consistency) โดยถนนลาดพร้าว ขาออกมีการกระจายของอัตราการไหลสูงสุดที่ประมาณร้อยละ 13

ตารางที่ 4.6 สรุปค่าอัตราเร็วเฉลี่ย

ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	ทิศทาง	ค่า R^2	Avg. Speed	P.E. Speed	P.E./Avg.
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาออก	0.7713	51.19	8.47	0.17
5	สายลวด	ขาออก	0.7588	49.00	7.86	0.16
2	ลาดพร้าว	ขาเข้า	0.7296	36.81	15.73	0.43
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาเข้า	0.6929	42.05	6.82	0.16
2	ลาดพร้าว	ขาออก	0.6891	61.45	14.79	0.24
3	จรัญสนิทวงศ์	ขาเข้า	0.6013	33.57	4.91	0.15

Avg. Speed หมายถึง อัตราเร็วเฉลี่ยในช่วง 15 นาที (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

P.E. Speed หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราเร็วเฉลี่ยในช่วง 15 นาที (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

P.E./Avg. หมายถึงสัดส่วนระหว่างค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราเร็วเฉลี่ยกับอัตราเร็วเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราเร็วเฉลี่ยเทียบกับอัตราเร็วเฉลี่ยจะมีค่าโดยประมาณอยู่ระหว่างร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 43 โดยถนนลาดพร้าว ขาเข้ามีการกระจายตัวของอัตราเร็วเฉลี่ยมากที่สุดที่ประมาณร้อยละ 43 ส่วนถนนจรัญสนิทวงศ์ ขาเข้า มีการกระจายตัวของอัตราเร็วเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ประมาณร้อยละ 15

ตารางที่ 4.7 สรุปค่าความหนาแน่นเฉลี่ย

ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	ทิศทาง	ค่า R^2	Avg. Density	P.E. Density	P.E./Avg.
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาออก	0.7713	4.91	0.85	0.17
5	สายลวด	ขาออก	0.7588	4.52	1.21	0.27
2	ลาดพร้าว	ขาเข้า	0.7296	22.32	6.71	0.30
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	ขาเข้า	0.6929	6.16	1.06	0.17
2	ลาดพร้าว	ขาออก	0.6891	11.66	4.88	0.42
3	จรัญสนิทวงศ์	ขาเข้า	0.6013	17.30	2.81	0.16

Avg. Density หมายถึง ความหนาแน่นเฉลี่ยในช่วง 15 นาที (คัน-รถยนต์นั่งต่อกิโลเมตร)

P.E. Density หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของความหนาแน่นในช่วง 15 นาที (คัน-รถยนต์นั่งต่อกิโลเมตร)

P.E./Avg. หมายถึงสัดส่วนระหว่างค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของความหนาแน่นเฉลี่ยกับความหนาแน่นเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของความหนาแน่นเฉลี่ยเทียบกับความหนาแน่นเฉลี่ยจะมีค่าโดยประมาณอยู่ระหว่างร้อยละ 16 ถึงร้อยละ 42 โดยถนนลาดพร้าว ขาออกมีการกระจายตัวของความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดที่ประมาณร้อยละ 42 ส่วนถนนจรัญสนิทวงศ์ ขาเข้า มีการกระจายตัวของความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ประมาณร้อยละ 16

ผลสรุปค่าอัตราการไหลสูงสุด (q_m), อัตราเร็วอิสระ (μ_f) อัตราเร็วขณะที่อัตราการไหลมีค่าสูงสุด (μ_o) ความหนาแน่นที่การจราจรติดขัด (k_j) และ ความหนาแน่นขณะอัตราการไหลสูงสุด (k_o) ของถนนตัวอย่างที่มีค่า R^2 มากกว่า 0.6 แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าดัชนีทางการจราจรบนตัวอย่างถนนที่มีค่า R^2 มากกว่า 0.6

ตำแหน่งที่	ชื่อถนน	แนวถนน	ทิศทาง	u_f	k_j	u_o	k_o	q_m (pcph)
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	เลี่ยงเมือง	ขาออก	94.03	10.77	47.01	5.38	1,012.40
5	สายลวด	ผ่าเมือง	ขาออก	74.54	13.19	37.27	6.59	982.84
2	ลาดพร้าว	ผ่าเมือง	ขาเข้า	81.52	40.70	40.76	20.35	3,317.45
6	สุขุมวิท (เลี่ยงเมือง)	เลี่ยงเมือง	ขาเข้า	75.05	14.01	37.53	7.00	1,051.17
2	ลาดพร้าว	ผ่าเมือง	ขาออก	90.77	36.10	45.39	18.05	3,276.80
3	จรัญสนิทวงศ์	เลี่ยงเมือง	ขาเข้า	56.98	42.11	28.49	21.06	2,399.65

4.6 การสังเคราะห์ผลการศึกษา

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรบนถนนสายหลักจัดเป็นการศึกษาที่ต้องใช้ข้อมูลแบบไม่คงที่ เป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพพื้นที่และช่วงเวลาที่สำรวจ ดังนั้นผลสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้จะเป็นเพียงกรอบการวิเคราะห์ในภาพกว้าง อาทิ ระดับงานวางผังเมืองรวม การศึกษาแผนแม่บท และ ฯลฯ เท่านั้น การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่นบนถนนสายหลักในชุมชน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ขั้นที่1 ถนนสายหลักควรจะมีค่าอัตราการไหลสูงสุด (Maximum flow rate, pcu/hr) ใกล้เคียงกับค่า Service flow rate ของ HCM 2000 (ตั้งสมมติฐานให้ต่างกันไม่เกินร้อยละ 10 โดยประมาณ) ซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งที่1 ถนนพหลโยธิน ขาออก ตำแหน่งที่2 ถนนลาดพร้าว ขาเข้า และ ขาออก ตำแหน่งที่3 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ขาเข้า และ ตำแหน่งที่4 ถนนสุขุมวิท ขาเข้า

- ขั้นที่2 ข้อมูลอัตราการไหลและอัตราเร็วที่ได้จากการสำรวจควรมีการกระจายข้อมูลให้มากที่สุด เนื่องจากจะได้ครอบคลุมพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรทั้งในช่วง Uncongested flow และ Congested flow ซึ่งถนนลาดพร้าวมีค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราการไหลเฉลี่ยเทียบกับอัตราการไหลเฉลี่ย ในทิศทางขาเข้าและขาออก มีค่าเท่ากับ 0.11 และ 0.13 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.5) และ ถนนลาดพร้าวก็มีค่าคลาดเคลื่อนน่าจะเป็นของอัตราเร็วเฉลี่ยเทียบกับอัตราเร็วเฉลี่ย ในทิศทางขาเข้าและขาออก มีค่าเท่ากับ 0.30 และ 0.42 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.6) ดังนั้นถนนลาดพร้าวจึงมีการกระจายของข้อมูลมากที่สุด
- ขั้นที่3 เมื่อเลือกถนนลาดพร้าวทิศทางขาเข้าและขาออกเป็นถนนตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรสมบูรณ์แล้วก็สร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่น ดังแสดงในตารางที่ 4.9
- ขั้นที่4 เส้นทางที่ต้องการนำความสัมพันธ์ในตารางที่ 4.10 ไปประยุกต์ใช้จะต้องมีลักษณะทางกายภาพเหมือนถนนลาดพร้าว และ มีอัตราเร็วอิสระประมาณ 75-90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล-อัตราเร็ว-ความหนาแน่นบนถนนลาดพร้าว

ตัวแปรที่สัมพันธ์	เส้นทาง	ความสัมพันธ์
อัตราเร็ว (μ) – ความหนาแน่น (k)	ลาดพร้าว ขาเข้า	$\mu = -2.003\ k + 81.516$
	ลาดพร้าว ขาออก	$\mu = -2.5144\ k + 90.77$
อัตราการไหล (q) – ความหนาแน่น (k)	ลาดพร้าว ขาเข้า	$q = 81.520\ k - 2.003\ k^2$
	ลาดพร้าว ขาออก	$q = 90.770\ k - 2.514\ k^2$
อัตราการไหล (q) – อัตราเร็ว (μ)	ลาดพร้าว ขาเข้า	$q = 40.697 - 0.499\ \mu^2$
	ลาดพร้าว ขาออก	$q = 36.100 - 0.398\ \mu^2$

ในกรณีที่ถนนตัวอย่างในลำดับที่ 5, 7, 8 และ 9 ซึ่งอยู่พื้นที่เทศบาลนครสมุทรปราการและเทศบาลเมืองฉะเชิงเทรา มีค่าอัตราการไหลสูงสุด (Maximum flow rate) ต่ำกว่าค่า Service flow rate จาก HCM 2000 อยู่มาก ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ก็อาจใช้ความสัมพันธ์ตามตารางที่ 4.9 ได้ เนื่องจากถนนดังกล่าวส่วนใหญ่กระแสจราจรจะไม่ติดขัด ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะแสดงพฤติกรรมเฉพาะในช่วงที่เป็น Uncongested flow เท่านั้น