



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา

วิศวกรรมโยธา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินผลกระทบจราจร โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้โปรแกรม Paramics กรณีศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง
Traffic Impact Assessment of Suvarnabhumi Airport Rail Link
by using Paramics Program: A Case Study of City Air Terminal

นามผู้วิจัย นายอาทิตย์ มะลิตอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวานากุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์พลเทพ เลิศวรรณิช, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทรวงูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินผลกระทบจราจร โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
โดยใช้โปรแกรม Paramics กรณีศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง

Traffic Impact Assessment of Suvarnabhumi Airport Rail Link by using Paramics Program:
A Case Study of City Air Terminal

โดย

นายอาทิตย์ มะลิตอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาทิตย์ มะลิตอง 2553: การประเมินผลกระทบจากร โครงการระบบขนส่งทางรถไฟ
เชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้โปรแกรม Paramics กรณีศึกษาสถานีรับส่ง
ผู้โดยสารอากาศยานในเมือง ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวานากุล, Ph.D. 105 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านการจราจรที่เกิดขึ้นจากโครงการ
ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ กรณีศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยาน
ในเมืองในช่วงเวลาเร่งด่วน โดยใช้โปรแกรม Paramics ในการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์
ตั้งแต่ปัจจุบันถึงอนาคตปี 2560 เพื่อประเมินประสิทธิภาพโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษา
กรณีวิเคราะห์ ได้แก่ กรณีที่ 1 ก่อนโครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก ปี 2553 ให้บริการ
กรณีที่ 2 มีโครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก ปี 2553 กรณีที่ 3 มีโครงการก่อสร้างสะพาน
เชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวา
เข้าสู่สถานี และสร้างจุดกลับรถได้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก
จากทิศเหนือ ปี 2555 กรณีที่ 4 ไม่มีกรณีที่ 3 ในปี 2555 กรณีที่ 5 มีโครงการก่อสร้างสะพานเชื่อม
ถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาเข้าสู่สถานี
และสร้างจุดกลับรถได้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ
ปี 2560 กรณีที่ 6 ไม่มีกรณีที่ 5 ในปี 2560 โดยใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง
จากการศึกษาพบว่า เมื่อโครงการรถไฟฟ้าฯ เปิดให้บริการ จะมีผู้เข้ามาใช้บริการที่เดินทางโดย
รถยนต์จำนวนมาก ส่งผลทำให้ ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะแยกพระรามและแยก
อโศก-เพชร ในทิศทางมุ่งทิศใต้มีค่าเวลาหยุดนิ่งในปี 2555 และ 2560 คือ 652.6 และ 1,107.8
วินาที ตามลำดับ แต่เมื่อมีกรณีศึกษาที่ 3 และ 5 พบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าลดลง โดยสามารถ
คิดเป็นผลตอบแทนจากการลงทุนในปีแรกของกรณีที่ 3 และ 5 มีค่า 43,033,429 และ 131,731,089
บาท ตามลำดับ

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Artit Malithong 2010: Traffic Impact Assessment of Suvarnabhumi Airport Rail Link by using Paramics Program: A Case Study of City Air Terminal. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Pongsak Suriyavanagul, Ph.D. 105 pages.

The purpose of this study is to assess the impact of Suvarnabhumi Airport Rail Link (ARL) on peak hour traffic in the road network around City Air Terminal (CAT, Makkasan / Asoke Station). Paramics is a microscopic computer simulation program was used to evaluate the traffic conditions of the following six scenarios: 1) no ARL service in 2010 2) with ARL service in 2010 3) provisions of direct access from the north to CAT in 2012 via a) overpass connecting Asoke-Dindaeng and b) U-turn underneath 2nd state expressways. 4) without the direct accesses to CAT (as in scenario 3) in 2012 5) provision of direct accesses (as in scenario 3) in 2017 and 6) without the direct accesses (as in scenario 3) in 2017. The simulations reveal that increasing vehicular traffic from ARL users cause longer delays in the road network especially to south bound traffic at Rama 9 and Asok-Phet intersection where the delays in 2012 and 2017 will be 652.6 and 1,107.8 seconds respectively. However, the implementations of scenarios 3 and 5 will shorten delays and hence reduce road user cost in 2012 and 2017 of the whole road network in study area by 43,033,429 and 131,731,089 baht respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ สุริยวานากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.พลเทพ เลิศรวาณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยงานวิทยานิพนธ์ ตลอดจนทำการตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาวิศวกรรมขนส่งทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้าและวิจัย รวมไปถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในภาคหน้า

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนทุนการศึกษาเสมอมา อีกทั้ง พี่ น้องและเพื่อนๆ ที่ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือมาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

อาทิตย์ มะลิตอง

กันยายน 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	48
อุปกรณ์	48
วิธีการวิจัย	48
ผลและวิจารณ์	64
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	81
ภาคผนวก	83
ภาคผนวก ก ตัวอย่างข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก	84
ภาคผนวก ข ตัวอย่างไฟล์ที่ต้องกำหนดในโปรแกรม Paramics	86
ภาคผนวก ค ข้อมูลจังหวัดระยองสัญญาณไฟจราจรบริเวณแยก	90
ภาคผนวก ง ข้อมูลและรายละเอียดจากการสำรวจ	97
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	หน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง	13
2	หน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง	15
3	การเลือกประเภทหน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง	17
4	ความเร็วอิสระสำหรับถนนเขตเมือง	21
5	ความหนาแน่นสัญญาณไฟสำหรับถนนเขตเมือง	21
6	เกณฑ์ในการพิจารณาจัดระดับชั้นการให้บริการสำหรับทางแยกสัญญาณไฟ	29
7	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของแต่ละโปรแกรม	34
8	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการนำเข้าและส่งออกข้อมูล	34
9	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการปรับแก้และการกำหนดพารามิเตอร์	35
10	ตัววัดประสิทธิภาพการจราจรในเมือง	36
11	ตัววัดประสิทธิภาพการจราจรจำแนกตามวัตถุประสงค์ในการควบคุม	37
12	ตัวแปรพื้นฐานด้านการจราจรของโปรแกรม Paramics	41
13	การปรับเทียบปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกจากแบบจำลอง และจากการสำรวจปี 2553	60
14	เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกพระราม 9	65
15	เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยก อ.ส.ม.ท.	67
16	เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมรยาทดี	69
17	เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกอ โศก-เพชร	71
18	เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมิตรสัมพันธ์	73
19	ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร จำแนก ตามความเร็วในการขับขี่	76
20	มูลค่าเวลาของผู้เดินทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแยกตาม ประเภทยานพาหนะ	76
21	ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้านการจราจร	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค1	จังหวัดสัญญาณไฟของแยกพระราม 9	92
ค2	จังหวัดสัญญาณไฟของแยก อ.ส.ม.ท.	93
ค3	จังหวัดสัญญาณไฟของแยกมารยาดี	94
ค4	จังหวัดสัญญาณไฟของแยกอโศก-เพชร	95
ค5	จังหวัดสัญญาณไฟของแยกมิตรสัมพันธ์	96
ง1	การคาดการณ์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลงรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานที่สถานี มักกะสัน/อโศก ในชั่วโมงเร่งด่วน	98
ง2	สรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปริมาณคนคาดการณ์ที่เข้ามาใช้บริการ ที่สถานี มักกะสัน/อโศก ในชั่วโมงเร่งด่วน	98
ง3	ตารางสัดส่วนร้อยละของปริมาณรถที่คาดว่าจะเข้ามาใช้สถานีมักกะสัน /อโศก แยกตามทิศทางได้จากการสำรวจ	99
ง4	สัดส่วนจำนวนผู้โดยสารเป็นร้อยละที่เดินทางเข้าและออกจากสถานี รถไฟฟ้า สาย SA CITY LINE ตามรูปแบบการเดินทาง	99
ง5	สัดส่วนจำนวนผู้โดยสารเป็นร้อยละที่เดินทางมาและออกจากสถานี รถไฟฟ้า สาย SA EXPRESS LINE ตามรูปแบบการเดินทาง	100
ง6	ข้อมูลการขึ้นลงของเครื่องบินที่สนามบินสุวรรณภูมิ	101
ง7	พื้นที่ย่อยต้นทาง – ปลายทางสำหรับการเดินทางในแบบจำลองโครงข่าย	103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงข่ายของถนนเพื่อรองรับการเดินทางของชุมชน	12
2	วัตถุประสงค์ให้บริการของถนนประเภทต่างๆ	13
3	ถนนที่ใช้ความเร็วสูง	16
4	ถนนชานเมือง	16
5	ถนนมาตรฐานกลาง	16
6	ถนนเขตเมือง	17
7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความหนาแน่น	18
8	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่น	19
9	ชนิดของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบริเวณทางแยก	24
10	ความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระยะเวลาสัญญาณไฟ	28
11	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความหนาแน่นจราจรและปริมาณจราจร	31
12	ความสามารถในการจำลองโปรแกรม Paramics	38
13	ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม Paramics	40
14	กระบวนการทั่วไปในการจำลองสภาพการจราจรของโปรแกรม Paramics	43
15	แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย	49
16	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีมีกกะสัน/อโศก	51
17	ระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-Express (Suvarnabhumi Airport Express)	52
18	ระบบรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-City Line (Suvarnabhumi Airport City Line)	52
19	แสดงตัวอย่างโครงข่ายถนนและทางแยก	55
20	กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรจากการสำรวจกับแบบจำลอง	62
21	กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกพระราม 9	65
22	กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยก อ.ส.ม.ท.	67
23	กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมารยาดี	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกอโศก-เพชร	71
25	กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมิตรสัมพันธ์	73
26	กราฟแสดงค่าใช้จ่ายด้านจราจรของโครงข่ายพื้นที่มักกะสัน/อโศก	78
ภาพผนวกที่		
ก1	ปริมาณจราจรบริเวณแยกพระราม 9	85
ข1	ไฟล์ Vehicle เป็นการกำหนดลักษณะและสัดส่วนของยานพาหนะ ในโปรแกรม Paramics	87
ข2	ไฟล์ Demands ในโปรแกรม Paramics	88
ข3	ไฟล์ Category ในโปรแกรม Paramics	89
ค1	ลักษณะทางกายภาพของแยกพระราม 9	91
ค2	ลักษณะทางกายภาพของแยก อ.ส.ม.ท.	92
ค3	ลักษณะทางกายภาพของแยกมารยาดี	93
ค4	ลักษณะทางกายภาพของแยกอโศก-เพชร	94
ค5	ลักษณะทางกายภาพของแยกมิตรสัมพันธ์	95
ง1	เส้นทางและโชนการปล่อยรถ	102

การประเมินผลกระทบจราจรโครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยใช้โปรแกรม Paramics กรณีศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง

Traffic Impact Assessment of Suvarnabhumi Airport Rail Link by using Paramics Program: A Case Study of City Air Terminal

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวและส่งเสริมให้ต่างชาติเข้ามาทำ
ธุรกิจในประเทศไทย รัฐบาลจึงได้ดำเนินการ ก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเพื่อให้เป็นประตูใน
การเดินทางเข้าสู่ประเทศไทย และเป็นศูนย์กลางการคมนาคมทางอากาศในภูมิภาค และมีขีด
ความสามารถในการให้บริการเทียบท่าสนามบินนานาชาติชั้นนำของโลก ดังนั้นเพื่อให้เกิดความ
สะดวกสบายและลดระยะเวลาในการเดินทางไปหรือออกจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ รัฐบาลได้มี
โครงการสร้างระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสาร
อากาศยานในเมืองขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการเดินทางของผู้ที่มาใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
โดยใช้ควบคู่ไปกับระบบทางหลวงและทางด่วน จะก่อให้เกิดความสะดวกในการเดินทางและยัง
เป็นการเพิ่มความสามารถในการให้บริการของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้วยการส่งเสริมให้ท่า
อากาศยานสุวรรณภูมิเป็นศูนย์กลางในการคมนาคมทางอากาศในภูมิภาค โดยที่ระบบขนส่งทาง
รถไฟมี 2 ระบบ ได้แก่ บริการรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยาน(Suvarnabhumi Airport Express,SA
Express) ต้นทางเริ่มต้นที่สถานีมักกะสัน/อโศก ซึ่งจะมีการให้บริการตรวจบัตรโดยสารเครื่องบิน
และกระเป๋าสัมภาระก่อนที่จะเดินทางไปสู่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ สถานีปลายทางอยู่ที่ท่าอากาศ
ยานสุวรรณภูมิโดยรถจะไม่จอดรับผู้โดยสารจากสถานีอื่น และบริการรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศ
ยานสุวรรณภูมิ(Suvarnabhumi Airport City Line,SA City Express)ต้นทางเริ่มต้นที่สถานีพญาไท
และรถจะจอดรับผู้โดยสารทุกสถานีรวม 7 สถานี สถานีปลายทางอยู่ที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารมักกะสัน/อโศก ซึ่งเป็นสถานีรับส่ง
ผู้โดยสารขนาดใหญ่ พร้อมกับการที่สถานีมีการให้บริการตรวจบัตรโดยสารเครื่องบินและกระเป๋า
สัมภาระก่อนที่จะเดินทางไปสู่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้วย จากการคาดการณ์พบว่าจะมีผู้มาใช้

บริการเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่ออาการทำให้ประสิทธิภาพของถนนและทางแยก
โครงข่ายลดลง

การวิจัยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Paramics ระดับจุลภาค(microscopic) เป็นโปรแกรม
จำลองสภาพการจราจรเพื่อศึกษาผลกระทบจากการสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีดกะสัน/อโศกที่มีต่อ
โครงข่ายถนนและทางแยกที่ได้รับผลกระทบ ทำให้มองเห็นสภาพจราจรและคาดการณ์ปัญหา
จราจรที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งหาแนวทางในการวางแผนการจัดการจราจรในโครงข่ายให้มี
ประสิทธิภาพ



วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Paramics ระดับจุลภาค (microscopic) ในการศึกษาผลกระทบจากการสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีดกะสัน/อโศก ที่มีต่องานด้านการจราจร
2. เพื่อศึกษาข้อมูล ระยะเวลาในการเดินทาง ความล่าช้า ของโครงข่ายถนนและทางแยกที่ทำการศึกษา
3. เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประกอบการจัดการงานด้านการจราจรที่จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การปรับปรุงระดับการให้บริการของโครงข่ายถนนและทางแยก การปรับปรุงรอบสัญญาณไฟ การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะเพื่อเพิ่มระดับการให้บริการของสถานีรถไฟฟ้ามีดกะสัน/อโศก

ขอบเขตของการศึกษา

1. ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบจะใช้เวลาช่วง 07.00-09.00 น. ซึ่งเป็นช่วงการจราจรคับคั่ง
2. งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแบบจำลองในกรณีศึกษาโครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิที่สถานีรถไฟฟ้ามีดกะสัน/อโศก โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร Paramics

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจร Paramics เพื่อการศึกษาผลกระทบจากการสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีดกะสัน/อโศก ที่มีต่อการจราจรในโครงข่าย
2. สามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการจัดการงานด้านการจราจรในโครงข่ายถนนและทางแยกที่ทำการศึกษารวมไปถึงคาดการณ์ปัญหาจราจรที่จะเกิดขึ้น

พร้อมทั้งหาแนวทางในการวางแผนการจัดการจราจรในโครงข่ายให้มีประสิทธิภาพและเป็นการเพิ่มระดับการให้บริการของสถานีรถไฟฟ้ามีกะสัน/อโศก

ข้อจำกัดในการศึกษา

เนื่องจากการศึกษาจำเป็นต้องใช้ข้อมูลด้านการวางแผนขนส่งและการสำรวจการจราจรจำนวนมาก ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลต่างๆเช่น ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา ข้อมูลความเร็วในการเดินทาง ได้จากการสำรวจของกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นการลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษา

การตรวจเอกสาร

การศึกษาข้อมูลทางกายภาพ

1. ระบบโครงสร้างพื้นฐานการคมนาคมและการขนส่ง

1.1 การคมนาคมขนส่งทางถนน

โครงข่ายถนนสายหลัก

- ถนนรัชดาภิเษก เป็นถนนสายขนาด 8 ช่องจราจร ทำหน้าที่เป็นถนนวงแหวนชั้นกลางของระบบโครงข่ายถนนในกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันมีปริมาณจราจรคับคั่งมากตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้าและตอนเย็น ทำให้มีสภาพจราจรติดขัด

- ถนนพระราม 9 เป็นถนนสายขนาด 6 ช่องจราจร มีจุดเริ่มต้นที่สี่แยกตัดกับถนนรัชดาภิเษก และ ถนนอโศก-ดินแดง ในพื้นที่เขตห้วยขวาง มุ่งหน้าไปทางตะวันออก ผ่านแยกถนนวัฒนธรรม ผ่านจุดตัดกับถนนประดิษฐ์มนูธรรม และตัดกับถนนรามคำแหง ในเขตบางกะปิ ไปสิ้นสุดที่จุดตัดกับถนนศรีนครินทร์ ในพื้นที่เขตสวนหลวง

- ถนนอโศก-ดินแดง เป็นถนนสายขนาด 8 ช่องจราจร มีจุดเริ่มต้นตั้งแต่แยกพระราม 9 จนถึงแยกอโศก-เพชร เป็นถนนที่รองรับการจราจรจากสถานีมักกะสัน/อโศก ขาออก

- ถนนอโศกมนตรี เป็นถนนขนาด 4 ช่องจราจร มีจุดเริ่มต้นที่แยกอโศกซึ่งเป็นจุดตัดระหว่างถนนสุขุมวิทกับถนนรัชดาภิเษก (ที่มุ่งหน้ามาจากเขตคลองเตย) มุ่งไปทางทิศเหนือในพื้นที่แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา ข้ามคลองแสนแสบ เข้าพื้นที่แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี ไปสิ้นสุดที่แยกอโศก-เพชรบุรีซึ่งเป็นจุดตัดกับถนนเพชรบุรี

- ถนนเพชรบุรี เป็นถนนขนาด 6 ช่องจราจร เริ่มจากเขตราชเทวี ตัดผ่านแยกอโศก-เพชรจนถึงเขตคลองเตย เป็นเส้นทางหนึ่งให้บริการเชื่อมระหว่างพื้นที่ชั้นในกรุงเทพฯ เข้า-ออกสู่พื้นที่ตะวันออกของกรุงเทพฯ โดยผ่านพื้นที่ธุรกิจ มีสถานประกอบการ และร้านค้าอยู่หนาแน่น

1.2 ระบบขนส่งสาธารณะ

- รูปแบบและเส้นทางการเดินทาง

จากการสำรวจหาข้อมูลระบบขนส่งสาธารณะที่ผ่านบริเวณแยกที่ทำการศึกษ โดยเน้นรูปแบบ การขนส่งสาธารณะที่สำคัญ ได้แก่ ระบบขนส่งโดยสารรถประจำทาง ระบบขนส่งรถไฟฟ้าใต้ดินและระบบขนส่งรถไฟฟ้ามหานคร

2. ระบบโครงสร้างพื้นฐานสถานีมักกะสัน

สถานีมักกะสันตั้งอยู่ในพื้นที่ 19.60 ไร่ เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด 650 ไร่ ในย่านนิคมมักกะสันของการรถไฟแห่งประเทศไทย มีโครงข่ายการคมนาคมสำคัญโดยรอบ เช่น ทางพิเศษศรีรัช ถนนรัชดาภิเษก พระราม 9 เพชรบุรีตัดใหม่ ถนนกำแพงเพชร 7 และสถานีรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคลของ รฟท. ที่สถานีเพชรบุรี

สถานีรับ-ส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมืองที่บริเวณสถานีมักกะสันจะอำนวยความสะดวกให้ผู้โดยสารสามารถ Check-in ตัวโดยสารและกระเป๋าเดินทางได้โดยไม่ต้องไป Check-in ตัวและกระเป๋าเดินทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิพร้อมมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่นเดียวกับอาคารผู้โดยสารที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เช่น เคาน์เตอร์ Check-in นาฬิกาเทียบเวลา สายพานลำเลียงกระเป๋า ระบบแสดงข้อมูลเที่ยวบิน ระบบรักษาและตรวจสอบความปลอดภัย บริการที่จอดรถยนต์ร่วม 300 คัน รถจักรยานยนต์กว่า 100 คัน ที่จอดรถบัส จุดบริการแท็กซี่ และผู้โดยสารสามารถเดินทาง เชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน (สถานีเพชรบุรี) ได้อีกด้วย และอื่นๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเชื่อมโยงกับข้อมูลของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีพื้นที่ใช้งานทั้งหมด 66,000 ตารางเมตร

การศึกษาในอดีต

ในอดีตที่ผ่านมาการประเมินผลกระทบด้านการจราจร(Traffic Impact Assessment, TIA) ในประเทศไทยนั้นยังไม่ค่อยได้รับความสำคัญเท่าไรนัก อาจจะมีสาเหตุหลายประการ เช่น สาเหตุจากภาครัฐไม่มีกฎหมายหรือข้อบังคับที่ชัดเจน สาเหตุมาจากการไม่มีการศึกษาผลกระทบด้านการจราจรก่อนการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่อย่างจริงจัง ทำให้ผู้ประกอบการหรือภาครัฐที่มีโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ไม่ให้ความสำคัญและนิ่งเฉยกับผลที่จะตามมา เป็นต้น

การประเมินผลกระทบด้านการจราจร

การประเมินผลกระทบด้านการจราจร (Traffic Impact Assessment, TIA) เป็นการวิเคราะห์สภาพการจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพัฒนาพื้นที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งผลจากการประเมินจะทำให้ทราบถึงผลกระทบจากการที่มีโครงการที่มีต่อสภาพการจราจรในพื้นที่ ผลที่ได้จะแสดงสภาพก่อนการก่อสร้างและสภาพหลังจากโครงการเปิดให้บริการและยังนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการด้านการจราจรเพื่อเพิ่มศักยภาพของโครงข่ายถนนและทางแยกบริเวณพื้นที่อิทธิพล ทำให้ทราบสภาพจราจรล่วงหน้าแล้วสามารถตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น การปรับเปลี่ยนรอบสัญญาณไฟ การเพิ่มประสิทธิภาพความจุถนน การปรับปรุงระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น

การวิเคราะห์ผลกระทบการจราจรเนื่องจากโครงการ

ปัจจุบันสภาพการจราจรในกรุงเทพฯมีสภาพแออัดอยู่แล้ว เมื่อมีโครงการก่อสร้างระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมืองเกิดขึ้นก็เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ว่าจะมีผลกระทบต่อสภาพจราจรในพื้นที่อิทธิพลและทำให้รูปแบบการเดินทางของประชาชนในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงด้วย เช่น เมื่อโครงการฯเปิดให้บริการผู้คนหันมาใช้บริการเดินทางระบบรางมากยิ่งขึ้นทำให้มีปริมาณการเดินทางเข้ามาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานีขนาดใหญ่ซึ่งมีการให้บริการที่หลากหลายกว่าสถานีอื่นย่อมต้องรองรับปริมาณผู้มาใช้บริการในจำนวนมากกว่าสถานีอื่น

1. โครงการที่เข้าข่ายการทำการประเมินผลกระทบด้านการจราจร (Traffic Impact Assessment, TIA)

- โครงการบ้านพักอาศัยบ้านเดี่ยว 160 หลังขึ้นไป
- โครงการบ้านพักอาศัยไม่ใช้บ้านเดี่ยว 220 ครอบครัวยิ่งขึ้นไป
- อาคารสำนักงานพื้นที่ใช้สอยเกิน 5,550 ตารางเมตร
- พื้นที่พาณิชยกรรมเนื้อเกิน 900 ตารางเมตร
- อาคารจอดรถเกิน 300 คัน

ที่มา: Institute of Transportation Engineers, ITE

2. จุดมุ่งหมายของการประเมินผลกระทบด้านการจราจร

- เพื่อลดผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดจากการมีโครงการ
- เพื่อกำหนดมาตรการสำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากโครงการ
- เพื่อหาแนวทางรองรับระบบขนส่งสาธารณะให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ
- เพื่อหาแนวทางรองรับระบบการขนส่งสินค้า
- เพื่อวางมาตรการป้องกันความปลอดภัย
- เพื่อให้การบริหารจัดการระบบจราจรให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ที่มา: วราเมศวร์ (2551)

3. กระบวนการประเมินผลกระทบด้านการจราจร

การประเมินผลกระทบด้านการจราจรเป็นการศึกษาในลักษณะรายละเอียดโดยจะมีความเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของโครงการพัฒนานั้นๆและที่ตั้งของโครงการ องค์กร FHWE ได้แบ่งกระบวนการประเมินผลกระทบออกเป็น 7 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 การประเมินสภาพจราจรในสภาพปัจจุบัน

เริ่มจากการสำรวจปริมาณจราจรและรวบรวมข้อมูลของโครงข่ายถนนและระบบขนส่ง โดยมีหลักการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ความจุของทางแยก การวิเคราะห์ความจุของเส้นทาง ซึ่งมีหลักการประเมินความจุของขององค์ประกอบต่างๆของโครงข่ายถนน เช่น บนเส้นทางที่ทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร พร้อมทั้งกำหนดค่านิยามของระดับการให้บริการ โดยใช้ค่าวัดมาตรฐาน (Measure of Effectiveness, MOE) เช่น ค่าสำหรับการวัดระดับการให้บริการของถนนในเมืองหรือนอกเมืองจะใช้ค่าความหนาแน่น โดยมีหน่วยเป็น คันรถยนต์นั่ง/ไมล์/ช่องจราจร ค่าสำหรับการวัดระดับการให้บริการทางแยกที่มีสัญญาณไฟควบคุมจะใช้ค่าความล่าช้าในการหยุดเฉลี่ยต่อคัน (Average Stopped Delay per Vehicle) เป็นตัวกำหนด มีหน่วยเป็น วินาที/คัน

3.2 ประเมินสภาพการจราจรในอนาคตในกรณีไม่มีโครงการ

มีการเก็บรวบรวมข้อมูลของอัตราการเติบโตของปริมาณจราจรในพื้นที่ ข้อมูลการวางแผน เช่น อัตราการเติบโตของประชากร การจ้างงาน เป็นต้น พร้อมทั้งตรวจสอบแผนงานปรับปรุงหรือก่อสร้างโครงข่ายถนนในพื้นที่ รวมไปถึงโครงการที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการเดินทางในอนาคต

3.3 คาดการณ์ปริมาณจราจรจากโครงการ

การคาดการณ์ปริมาณจราจรจากโครงการทำได้หลายวิธี เช่น ทำการสำรวจปริมาณจราจรจากโครงการที่มีลักษณะเดียวกันในพื้นที่แต่ค่าใช้จ่ายสูง

การเลือกประเภทการเดินทาง ประเภทการเดินทางที่มาและไปจากพื้นที่โครงการ เช่น เป็นรถยนต์ที่นั่งส่วนบุคคลทั้งหมดหรือขยวดยานประเภทอื่นๆด้วย

การแจกแจงการเดินทาง มีหลักการว่าผู้ใช้รถจะเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทางจนถึงสภาวะสมดุล (Equilibrium) หรือไม่มีความแตกต่างในเวลาเดินทางระหว่างเส้นทาง

3.4 ประเมินสภาพจรรยาจรของโครงข่ายในปีศึกษา

เป็นการรวบรวมปริมาณจรรยาจรจากโครงการเข้ากับปริมาณจรรยาจรในปีอนาคต จากขั้นตอนประเมินสภาพการจรรยาจรในอนาคตในกรณีไม่มีโครงการ จะทำให้ทราบถึงปริมาณจรรยาจรที่ทางแยกและเส้นทางภายในพื้นที่ศึกษา และจากขั้นตอนการประเมินสภาพจรรยาจรในสภาพปัจจุบัน ผลที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีโครงการ ถ้าผลที่ได้ปรากฏว่า ผลกระทบไม่รุนแรงหรือยังอยู่ในระดับการให้บริการที่ยอมรับได้ก็เตรียมทำรายงานส่งหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง แต่ถ้าผลกระทบมากกว่าที่หน่วยราชการจะยอมรับได้ก็จำเป็นที่จะต้องดำเนินการต่อไป

3.5 เตรียมมาตรการปรับปรุงและรายงาน

ในกรณีที่ผลกระทบมากกว่าที่ยอมรับได้จะต้องหามาตรการการแก้ไขหรือลดผลกระทบลง เช่น การปรับปรุงรอบสัญญาณไฟ การขยายถนน การปรับปรุงระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น

3.6 ปรึกษากับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

เป็นการหาข้อสรุประหว่างหน่วยงานราชการกับผู้ประกอบการ ซึ่งมาตรการที่เสนอจะต้องได้รับการเห็นชอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และอาจจะมีการต่อรองถึงระดับความรับผิดชอบในส่วนของค่าใช้จ่ายจากผู้ประกอบการเพื่อดำเนินการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่งต่างๆ

3.7 เตรียมแผนงานปรับปรุงและดำเนินการ

ผู้ประกอบการจะต้องเตรียมงบการปรับปรุงเพื่อมอบให้หน่วยงานในส่วนที่เป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานราชการ งบประมาณสำหรับการปรับปรุงขึ้นอยู่กับกฎเกณฑ์หรือข้อตกลงระหว่างหน่วยราชการกับผู้ประกอบการ ถ้าหากเป็นการปรับปรุงที่ผู้ประกอบการต้องดำเนินการเอง จำเป็นต้องเตรียมแบบและใบอนุญาตเพื่อดำเนินการต่อไป

คำนิยามเกี่ยวกับการศึกษาด้านการจราจร

1. ถนน (Roads)

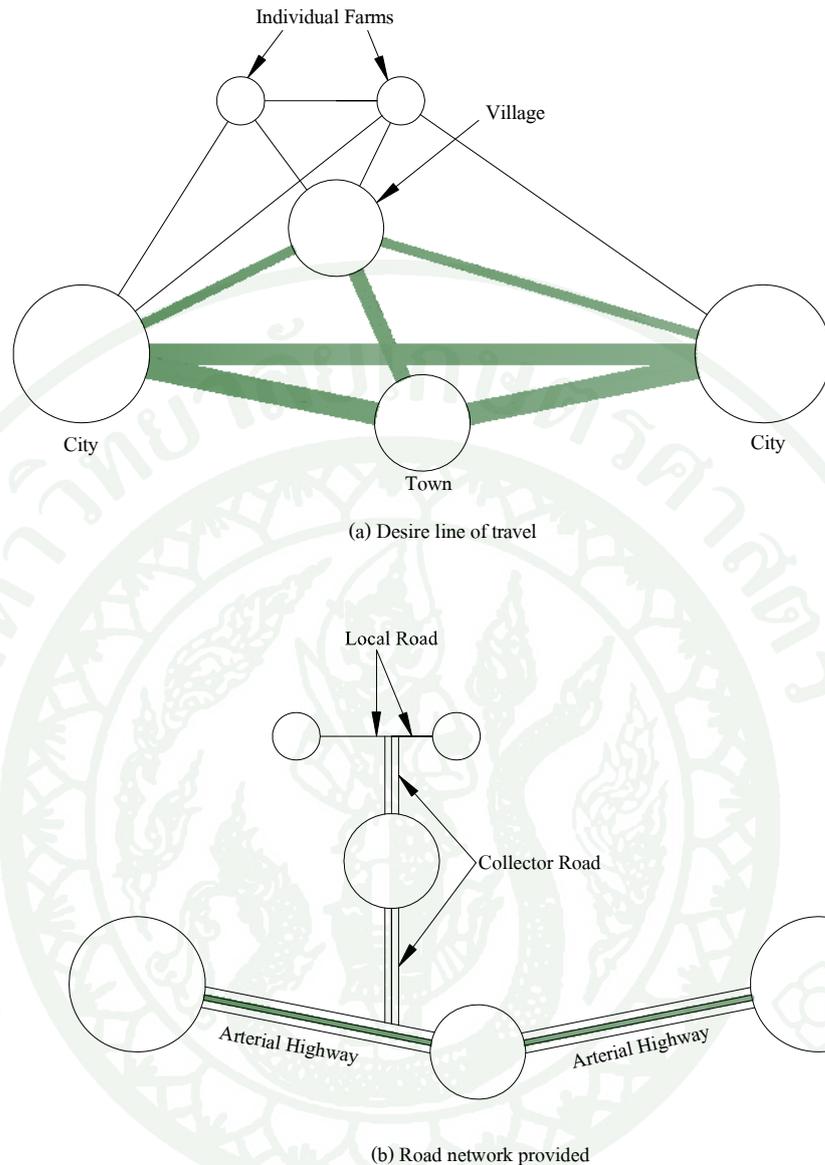
1.1 ประเภทของถนน

1.1.1 ทางด่วนหรือทางสายประธาน (Expressway or Principal Roads) เป็นถนนที่มีการควบคุมการเข้า-ออก ตลอดสายของถนน แต่กเว้นจุดที่กำหนดไว้สำหรับการเข้า-ออก ส่วนมากเป็นถนนที่ให้บริการระหว่างเมืองและเป็นถนนที่ผ่านเมือง ความเร็วของขบวนที่วิ่งบนถนนประเภทนี้จะมีความเร็วสูง ดังแสดงในภาพที่ 1

1.1.2 ทางสายหลัก (Arterial Roads) เป็นถนนเชื่อมต่อระหว่างสายประธานเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ย่อยและเชื่อมต่อถนนขนาดเล็กลงไปเข้าเป็นโครงข่าย ลักษณะทางกายภาพของถนนสายหลักควรมีมาตรฐานสูง ได้แก่ ความกว้างของผิวทางไม่น้อยกว่า 4 ช่องทางและควรมีเกาะกลางความเร็วรถควรอยู่ระหว่าง 50-60 กม./ชม ความยาวของถนนสายหลักควรมีไม่น้อยกว่า 4 กม. ดังแสดงในภาพที่ 1

1.1.3 ทางสายรอง (Collector Roads) เป็นถนนที่เชื่อมต่อกับทางสายหลักและทางสายย่อยให้บริการพื้นที่ทั้งสองฝั่งถนน รวบรวมปริมาณการจราจรจากทางสายย่อยเข้าสู่ทางสายหลัก ควรมีมาตรฐานทางกายภาพระดับปานกลาง คือ ความกว้างของผิวทาง 2-4 ช่องทาง ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพื้นที่ ไม่ควรมีเกาะกลาง ความเร็วรถควรมีระดับปานกลาง 40-50 กม./ชม. ระยะทางของถนนสายรองควรอยู่ระหว่าง 2-4 กม. ดังแสดงในภาพที่ 1

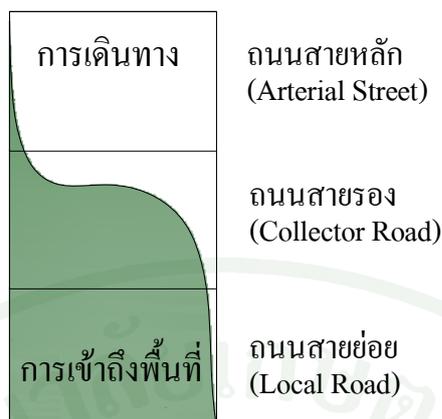
1.1.4 ทางสายย่อย (Local Streets) เป็นถนนที่ให้บริการพื้นที่ทั้งสองฝั่งถนนอย่างเต็มที่ เช่น ตรอก ซอย ถนนในหมู่บ้าน ทำหน้าที่เชื่อมต่อการจราจรจากชุมชนเพื่อ เข้า-ออก ถนนสายรองและสายหลัก ควรเป็นถนนที่มีระยะทางสั้นไม่เกิน 2 กม มาตรฐานของถนนควรมีช่องทางวิ่ง 2 ช่องทาง ความเร็วรถไม่ควรเกิน 30-35 กม/ชม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงข่ายของถนนเพื่อรองรับการเดินทางของชุมชน

ที่มา: Mcshane (1998: 4)

ภาพที่ 2 แสดงถึงหน้าที่ของถนนสายหลัก สายรองและสายย่อย ที่เกี่ยวข้องกับ การให้บริการในการเดินทาง โดยถนนสายหลักจะเกี่ยวข้องกับการให้บริการให้บริการเพื่อการ เดินทาง (Mobility) ในสัดส่วนที่มากกว่าในการเข้าถึงพื้นที่ (Land Access) หรือเน้นการขนส่ง มากกว่าการเข้าถึงพื้นที่ ถนนสายรองให้บริการในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน แต่ถนนสายย่อยจะ ให้บริการเพื่อเข้าถึงพื้นที่มากกว่ารองรับการเดินทาง



ภาพที่ 2 วัตถุประสงค์ให้บริการของถนนประเภทต่างๆ

ที่มา: แนวคิดจาก American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Street, copyright (1994: 9)

ตารางที่ 1 แสดงถึงหน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง ซึ่งประกอบด้วย ถนนสายประธานและถนนสายรอง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดหน้าที่ของถนนสายหลักและสายรอง

ตารางที่ 1 หน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง

เกณฑ์	หน้าที่ของถนน	
	ถนนสายประธาน	ถนนสายรอง
ความต่อเนื่อง	สำคัญมาก	สำคัญ
การเข้าถึง	ไม่สำคัญ	สำคัญ
จุดเชื่อมต่อ	ทางด่วน, พื้นที่ที่มีกิจกรรมสูง, การจราจรหลัก	สายประธาน
ความสัมพันธ์	เชื่อมต่อพื้นที่หลัก	เชื่อมต่อเมืองขนาดเล็ก
การบริการ	มีจุดเชื่อมต่อน้อย ไม่ผ่านเมือง	ความยาวถนนปานกลาง

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)

2. โครงข่ายของถนน (Road Network)

โครงข่ายถนน หมายถึง เส้นทางของถนน รวมจุดตัดของถนนหรือทางแยก ที่ประกอบกันเป็นโครงข่ายขึ้นมา อาจจะมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น มีลักษณะเป็นตาราง วงแหวน หรือเส้นรัศมีออกจากศูนย์กลาง ฯลฯ

ถนนเขตเมือง

1) ถนนที่ออกแบบไว้สำหรับรถที่ใช้ความเร็วสูง (High-Speed Design) คือ ถนนเขตเมืองที่มีปริมาณการจราจรและจุดเชื่อมต่อที่น้อยมาก (Control Access) มีช่องรถเดี่ยวซ้ายแยก ไม่มีที่จอดรถเป็นถนนหลายช่องจราจร แยกหรือไม่แยกทิศทาง หรือ 2 ช่องจราจรมีไหล่ทาง สัญญาณไฟมีระยะห่างมาก ถนนพัฒนาไปสู่ถนนที่มีการจราจรน้อย จำกัดความเร็ว 75 ถึง 90 km/hr ดังแสดงในตารางที่ 2

2) ถนนชานเมือง (Suburban Design) คือ ถนนเขตเมืองที่มีปริมาณการจราจรและจุดเชื่อมต่อที่น้อย มีช่องรถเดี่ยวซ้ายแยก ไม่มีที่จอดรถ เป็นถนนหลายช่องจราจร แยกหรือไม่แยกทิศทางหรือ 2 ช่องจราจรมีไหล่ทาง สัญญาณไฟมีระยะห่างไม่เกิน 3 สัญญาณไฟต่อกิโลเมตร ถนนพัฒนาไปสู่ถนนที่มีการจราจรต่ำถึงปานกลาง จำกัดความเร็ว 65 ถึง 75 km/hr ดังแสดงในตารางที่ 2

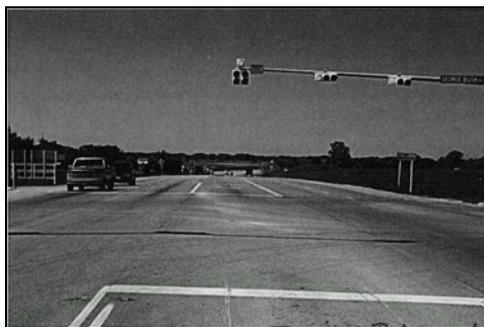
3) ถนนมาตรฐานกลาง (Intermediate Design) คือ ถนนเขตเมืองที่มีปริมาณการจราจรและจุดเชื่อมต่อปานกลาง เป็นถนนหลายช่องจราจรแยกทิศทาง หรือไม่แยกทิศทางเดียว หรือ 2 ช่องจราจรมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวก มีการแยกช่องจราจรเดี่ยวซ้ายบางช่วง หรือต่อเนื่อง บางตำแหน่งอนุญาตให้จอดรถได้ สัญญาณไฟ 2 – 6 สัญญาณไฟต่อกิโลเมตร ถนนพัฒนาไปสู่ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น มากกว่า Suburban Design จำกัดความเร็ว 50 ถึง 65 km/hr ดังแสดงในตารางที่ 2

4) ถนนเขตเมือง (Urban Design) คือ ถนนเขตเมืองที่มีปริมาณการจราจรและจุดเชื่อมต่อหนาแน่นมาก ถนนส่วนใหญ่เป็นถนนทิศทางเดียว ไม่แยกทิศทาง หรือ 2 ช่องจราจร มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวก หรือหลายช่องจราจร ส่วนใหญ่อนุญาตให้จอดรถได้ มีการแยกช่องจราจรเดี่ยวซ้ายน้อย มีการแทรกแซงจากคนเดินเท้าบ้าง สัญญาณไฟ 4-8 สัญญาณไฟต่อกิโลเมตร ถนนพัฒนาไปสู่ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น มากกว่า Suburban Design จำกัดความเร็ว 40 ถึง 55 km/hr ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง

เกณฑ์	การออกแบบ			
	ถนนความเร็วสูง	ถนนชานเมือง	ถนนกลาง	ถนนเขตเมือง
ความหนาแน่นและปริมาณจราจร	น้อยมาก หลายช่องจราจร	น้อย หลายช่องจราจร	พอสมควร หลายช่องจราจร	สูง
จุดเชื่อมต่อ	แยกทิศทาง; ไม่แยกทิศทางหรือ	แยกทิศทาง; ไม่แยกทิศทางหรือ	แยกทิศทางหรือ ไม่แยกทิศทาง;	ไม่แยก ทิศทาง; ทิศทางเดียว
ที่จอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	บางที่	สำคัญ
ช่องรถเลียวย้ายช่องจราจร	มี	มี	พอสมควร	บางที่
สัญญาณไฟ/กิโลเมตร	0.3-1.2	0.6-3.0	2.0-6.0	4.0-8.0
ความเร็วกำหนด	75-90km/h	65-75km/h	50-65km/h	40-55km/h
คนเดินเท้า	น้อยมาก	น้อย	มีบาง	ปกติ
การพัฒนาในอนาคต	หนาแน่นต่ำ	หนาแน่นต่ำ	หนาแน่นปานกลาง ถึงปานกลาง	หนาแน่นสูง ถึงพอสมควร

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)



ภาพที่ 3 ถนนที่ใช้ความเร็วสูง



ภาพที่ 4 ถนนชานเมือง



ภาพที่ 5 ถนนมาตรฐานกลาง



ภาพที่ 6 ถนนเขตเมือง

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)

ภาพที่ 3 – 6 แสดงถึงลักษณะของถนนในเขตเมือง ซึ่งมีประกอบด้วยถนนแบบใช้ความเร็วสูง ถนนชานเมือง ถนนมาตรฐานกลาง และถนนแบบเขตเมือง โดยถนนแต่ละประเภทจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความสามารถในการใช้ความเร็วที่ต่างกัน มีจุดเชื่อมต่อมากน้อยต่างกัน การมีไหล่ทาง และระยะห่างของทางแยก

ตารางที่ 3 แสดงถึงการกำหนดประเภทหน้าที่ของถนนในพื้นที่เขตเมือง เพื่อใช้สำหรับการออกแบบถนน เช่น ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบของถนนแต่ละประเภทจะมีค่าต่างกัน เป็นต้น

ตารางที่ 3 การเลือกประเภทหน้าที่และการออกแบบถนนเขตเมือง

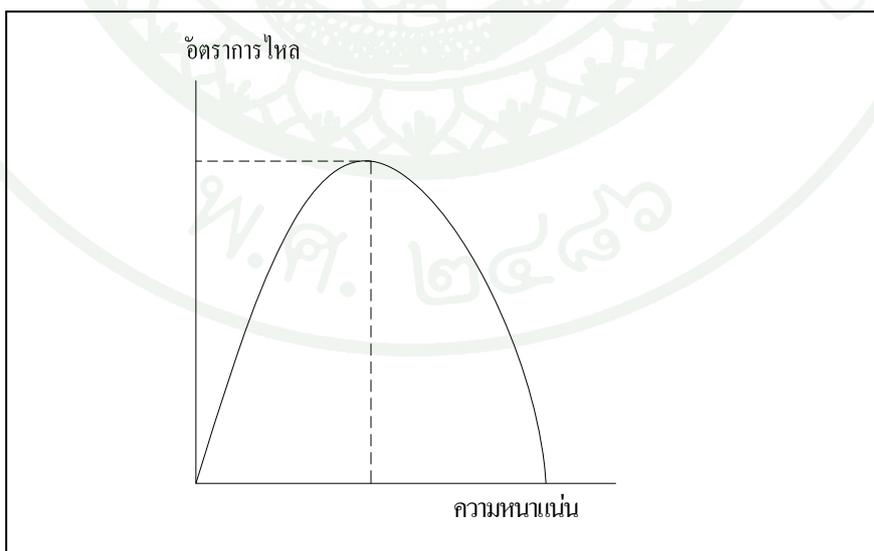
การออกแบบ	หน้าที่ของถนน	
	ถนนสายประธาน	ถนนสายรอง
ถนนความเร็วสูง	I	N/A
ถนนชานเมือง	II	II
ถนนมาตรฐานกลาง	II	III หรือ IV
ถนนเขตเมือง	III หรือ IV	IV

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)

3. ความล่าช้า (Delay)

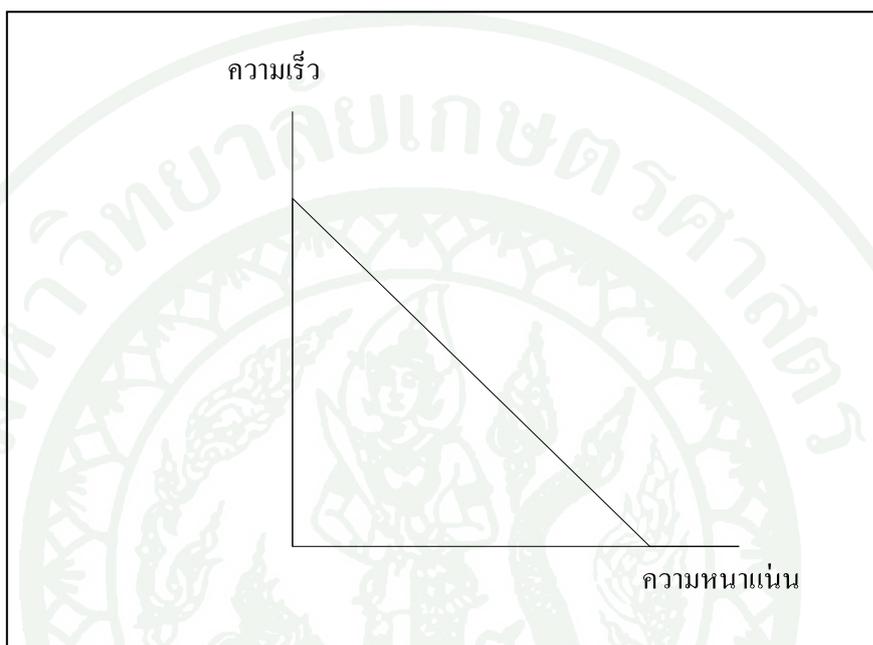
ความล่าช้า หมายถึง ระยะเวลาที่สูญหายไปขณะเดินทาง โดยเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การจราจรติดขัด หรือสาเหตุอื่นๆ ความล่าช้าแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1. ความล่าช้าจากระบบควบคุมการจราจร (Fix Delay) เช่น สัญญาณไฟจราจร ป้ายจราจร ที่ให้หยุด หรือระวัง สัญญาณหยุดรอรถไฟ ฯลฯ
2. ความล่าช้าจากสภาพปัญหาการจราจร (Operation Delay) เช่น การจราจรคับคั่ง การหยุดรอรถคันหน้าจอด การขับออกจากที่จอด การหยุดรถเพื่อให้คนข้ามถนน การหยุดรอรถเลี้ยว ฯลฯ
3. ความล่าช้าจากการหยุด (Stopped Time Delay) เช่น การเกิดอุบัติเหตุรถชนกันทำให้ ผู้ขับขี่ต้องหยุด รวมถึงการหยุดรถเพื่อดูเหตุการณ์ผิดปกติ ฯลฯ
4. ความล่าช้าที่เกิดจากการขับขี่ (Travel Time Delay) เช่น การขับขี่ที่ชะลอความเร็ว (Deceleration) เพื่อหยุด หรือ การเร่ง (Acceleration) เพื่อที่จะเคลื่อนที่



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร่งและความหนาแน่น

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความหนาแน่น สามารถอธิบายความล่าช้าของถนนในเมืองที่มีปริมาณจราจรมาก ซึ่งเมื่อมีความหนาแน่นมากถึงระดับหนึ่งอัตราการไหลของรถจะลดลง ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่น

ภาพที่ 8 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและความหนาแน่น ที่จะเป็นในลักษณะผกผันกัน คือ ยิ่งมีความหนาแน่นของรถมาก ความเร็วก็จะมีน้อยและในทางกลับกัน ความเร็วจะมากถ้าหากความหนาแน่นของรถบนถนนมีน้อย

4. การจราจรติดขัด (Congestion)

การจราจรติดขัด หมายถึง สภาพการณ์ที่ยานพาหนะมีความคับคั่งบนท้องถนน เคลื่อนตัวได้ล่าช้าเป็นปัญหาต่อการไหลของกระแสการจราจร เป็นผลให้สูญเสียเวลาเดินทาง ทรัพยากรต่างๆ และเกิดมลภาวะ

สาเหตุจากการจราจรติดขัด มีสาเหตุมาจากปัจจัย 4 ประการ คือ

1. การเจริญเติบโตเกิดความเป็นเมือง (Urbanization) คือ กระบวนการเกิดเมืองเป็นเมือง ทำให้มีกระจุกตัวอย่างหนาแน่นของประชากรเพื่ออยู่อาศัยและประกอบอาชีพ

2. การมีพื้นที่พิเศษเฉพาะเกิดขึ้นภายในเมือง (Specialization Within Cities) คือ มีการใช้ที่ดิน (Land use) เป็นพื้นที่หรือย่านที่แตกต่างกัน เช่น ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจ โรงเรียน ที่พักผ่อนหย่อนใจ ฯลฯ ทำให้เกิดการเดินทางลักษณะหมุนเวียนจากที่หนึ่ง ไปยังที่หนึ่งเพื่อทำกิจกรรมของผู้เดินทาง

3. ปัญหาความไม่สมดุลของอุปสงค์ (Demand) กับ อุปทาน (Supply) คือการที่มีความต้องการเดินทางมาก แต่ถนนหรือระบบขนส่งจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด (Congestion) ต้องใช้งบประมาณจำนวนมากในการแก้ไขปัญหา

4. อุปทานกระตุ้นอุปสงค์ (Supply Stimulates Demands) คือ การสร้างถนนพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกขึ้นมาใหม่จะเป็นการกระตุ้นทำให้เกิดความต้องการเดินทางขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการแก้ไขปัญหาได้มาถาวร ทำให้การจราจรติดขัดขึ้นอีกครั้ง จึงดูเหมือนว่าถนนไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ความเร็ว (Speed) คือ อัตราของการเดินทาง มีหน่วยเป็นระยะทางต่อเวลา ส่วนมากจะใช้กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/hr) ความต้องการของผู้ขับขี่ที่เกี่ยวกับความเร็ว คือ การเพิ่มความเร็วเพื่อที่จะได้เดินทางได้ระยะทางที่มากขึ้นหรือเดินทางถึงจุดหมายโดยที่ใช้เวลาที่ใช้ในการเดินทางไม่เปลี่ยนแปลง

ความเร็วอิสระ (Free Flow Speed) หมายถึง ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะบนสิ่งอำนวยความสะดวกที่กำหนดให้โดยวัดภายใต้สภาพปริมาณจราจรต่ำ ผู้ขับขี่สามารถขับขี่ด้วยความเร็วได้ตามที่ต้องการ โดยที่ไม่ถูกจำกัดด้วยความล่าช้า ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าความเร็วอิสระของถนนเขตเมืองแต่ละประเภทจะมีค่าต่างกัน

ตารางที่ 4 ความเร็วอิสระสำหรับถนนเขตเมือง

ความเร็วอิสระ	
ประเภทถนนเขตเมือง	ความเร็วอิสระ (กม/ชม.)
I	80
II	65
III	55
IV	45

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)

ความหนาแน่นสัญญาณไฟ (Signal Density) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนสัญญาณไฟต่อช่วงความยาวถนน โดยที่ถนนในเขตเมืองประเภทที่สามารถใช้ความเร็วได้สูงจะมีค่าความหนาแน่นของสัญญาณไฟน้อยกว่าถนนที่มีค่าความเร็วที่ต่ำกว่า ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความหนาแน่นสัญญาณไฟสำหรับถนนเขตเมือง

ความหนาแน่นสัญญาณไฟ	
ประเภทถนนเขตเมือง	สัญญาณไฟ (Signals/km)
I	0.5
II	2
III	4
IV	6

ที่มา: Highway Capacity Manual (2000)

เวลาการเดินทาง (Travel Time) คือ ระยะเวลาที่ยานพาหนะแต่ละคันใช้ไปในการที่ขับผ่านช่วงระยะทางหนึ่งๆ

ผลรวมของระยะทาง (Total Travel, TT) คือ ผลรวมของระยะทางของยานพาหนะแต่ละคัน ทั้งหมดทุกคันที่ผ่านระยะทางหนึ่งๆบนถนน

อัตราการไหล (Flow Rate, q) คือ อัตราของยานพาหนะที่แล่นผ่านจุดหนึ่งๆ บนถนน มีหน่วยเป็น จำนวนยานพาหนะเป็น คัน/ชั่วโมง

ปริมาณการจราจร (Volume, Q) คือ จำนวนยานพาหนะในช่วงเวลาหนึ่ง T และปริมาณจราจรจะขึ้นอยู่กับกรณีจริงของจำนวนยานพาหนะหรือจำนวนยานพาหนะทั้งหมด มีหน่วยเป็น คัน/ช่วงเวลา

ระยะเวลาระหว่างยานพาหนะ (Time Headway, h) คือ ค่าเฉลี่ยของยานพาหนะแล่นติดๆ กัน ทั้งหมดบนถนน มีหน่วยเป็น วินาที/ยานพาหนะ โคนสามารถหาได้จากการใช้ปริมาณจราจร q คือ

$$h_t = \frac{3600T}{q} = \frac{3600}{q} \quad (1)$$

Peak Hour Factor (PHF) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรรายชั่วโมง (Hourly Volume) ต่ออัตราการไหลสูงสุดในช่วง 15 นาที ของชั่วโมงที่ทำการสำรวจ

$$PHF = \frac{\text{ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง}}{\text{อัตราการไหลสูงสุดใน 1 ชั่วโมง}}$$

$$PHF = \frac{V}{4(V_{15})} \quad (2)$$

เมื่อ

$$V = \text{ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง, คันต่อชั่วโมง}$$

$$V_{15} = \text{ปริมาณการจราจรในช่วง 15 นาที ที่มีปริมาณการจราจรสูงสุด, คันต่อ 15 นาที}$$

ในการคำนวณ PHF โดยทั่วไปสามารถใช้ค่าปริมาณในช่วง 15 นาทีที่มีปริมาณการจราจรสูงสุด หรือ ในช่วง 15 นาทีใดๆ ที่น่าสนใจก็ได้

ความหนาแน่น (Density, K) คือ ความหนาแน่นของจำนวนยานพาหนะบนถนนสายหนึ่งๆ ซึ่งมีหน่วยเป็น จำนวนคัน/ชั่วโมง แต่ก็ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆ บนถนนและความหนาแน่นจะขึ้นอยู่กับช่องทางเดินรถทั้งหมดบนถนนหรืออาจจะวัดขบวนต่อ 1 ช่องจราจร

ระยะช่วงห่าง (Space Headway, h_d) คือ ระยะระหว่างกันชนหน้าของยานพาหนะแต่ละคันที่แล่นตามกันในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ มีหน่วยเป็น เมตร เวลาอยู่กับคุณผมแม่งโคตรมีความสุข

ทางแยก

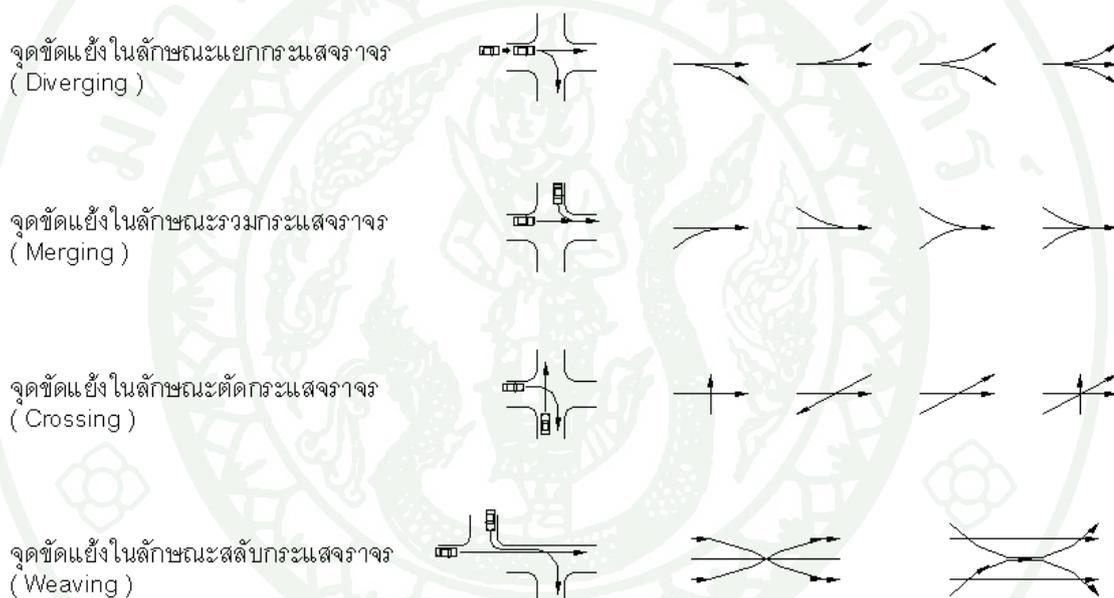
ทางแยก (Intersection) เป็นบริเวณที่ถนนสองสายหรือมากกว่ามาเชื่อมกันหรือตัดกัน โดยจะรวมถึงถนนและองค์ประกอบข้างทางต่างๆ ที่จะอำนวยความสะดวกการจราจรที่เคลื่อนที่ผ่านทางแยกนั้น รูปแบบทั่วไปของทางแยกจะเป็นลักษณะถนนสองสายมาตัดกันและเกิดเป็นขา (Legs) สี่ขา มักไม่นิยมออกแบบให้ทางแยกที่มีขามากกว่าสี่ขา ทางแยกจะเป็นส่วนที่สำคัญมากกว่าส่วนหนึ่งของทางหลวง เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อความจุของถนน ความปลอดภัย ความเร็ว ค่าใช้ทางที่เพิ่มขึ้น ความล่าช้า ค่าเสียเวลา ฯลฯ

ทางแยกจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทขึ้นอยู่กับประเภทของทางหลวงที่ตัดกันและวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะในการใช้งาน ได้แก่

1. ทางแยกระดับเดียวกัน (At-Grade Intersections) เป็นทางแยกระดับพื้นฐานทั่วไปเมื่อการจราจรไม่สูงมากและเส้นทางที่ตัดกันมีมาตรฐานไม่สูงมาก
2. ทางแยกต่างระดับ (Grade Separation Intersections) เป็นทางแยกที่รับปริมาณจราจรได้สูงกว่า สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยกว่าทางแยกระดับเดียวกัน แบ่งเป็นสองชนิด คือ

1. องค์ประกอบของการไหลของกระแสการจราจรที่ทางแยก (Elements of Traffic Stream at Intersections)

1.1 ชนิดของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ (Type of Vehicle Manoeuvring) ยานพาหนะในกระแสการจราจรเมื่อแล่นข้ามทางหรือเลี้ยวไปอีกทางหนึ่งจะมีการเคลื่อนที่ด้วยกันสี่แบบ คือ การแยกจากกระแสการจราจร (Diverging) การรวมเข้าเป็นกระแสการจราจรสายใหม่ (Merging) การข้ามกระแสการจราจรอีกสาย (Crossing) การสลับกระแสการจราจร (Weaving) ลักษณะของการเคลื่อนที่ทั้งสี่แบบนี้ แสดงไว้ในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ชนิดของการเคลื่อนที่ของยานพาหนะบริเวณทางแยก

ที่มา: กรมทางหลวง

2. ความล่าช้าที่ทางแยก (Delays At Intersection)

ความล่าช้าที่ทางแยก การศึกษาความล่าช้าที่บริเวณทางแยกเป็นการศึกษาเพื่อประเมินความล่าช้าเนื่องจากการหยุดของรถยนต์และคนเดินทางที่ใช้ทางแยกนั้น การหาความล่าช้าทั้งหมดที่เกิดขึ้น ช่วยในการวางแผนปรับปรุงทางแยก ทำให้การสัญจรทั้งทางรถยนต์และคนเดินเท้ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือควบคุมการจราจรที่มีอยู่ ตรวจสอบรอบเวลา และจังหวะสัญญาณไฟที่เป็นอยู่

ความล่าช้าเป็นส่วนหนึ่งของการเดินทาง ซึ่งยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยทั่วไปแล้วความล่าช้าหมายถึง เวลาที่เพิ่มขึ้นหรือเวลาที่สูญเสียไปในระหว่างการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง ความล่าช้ามักกล่าวเป็นนาที หรือวินาทีต่อกัน แต่เมื่อก้าวถึงความล่าช้าที่เกิดขึ้น ณ บริเวณทางแยก หรือช่วงทางมักกล่าวเป็น ชั่วโมง ในที่นี้ความล่าช้าจัดเป็น 3 ประเภท ดังนี้ความล่าช้าคงที่ ความล่าช้าผันแปร และความล่าช้าการเดินทาง

โดยปกติความล่าช้าที่ทางแยกมักมีค่ามากในเวลาชั่วโมงคับคั่ง และต่ำในช่วงชั่วโมงปกติ ดังนั้นจึงมักทำการศึกษาความล่าช้าในช่วงเวลาชั่วโมงคับคั่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพบริเวณปัจจุบัน การศึกษานี้มีประโยชน์ต่อการออกแบบและการหามาตรการควบคุมการจราจร และกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจร อาทิเช่น การห้ามจอด การห้ามเลี้ยว การจัดช่องทางเฉพาะ การเพิ่มช่องทางจราจร อื่นๆ เป็นต้น

ในการศึกษาความล่าช้า ณ ทางแยกองค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้

- ความล่าช้าทั้งหมด เป็นความล่าช้าทั้งหมดที่เป็นเหตุให้รถยนต์ต้องหยุดที่ทางเข้าสู่ทางแยก ทางหรือขาเข้าสู่ทางแยก ในที่นี้หมายถึง ทิศทางที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าสู่ทางแยกซึ่งมีหลายทิศทาง

- ความล่าช้าเฉลี่ยต่อกัน เป็นอัตราส่วนของความล่าช้าทั้งหมดของขาเข้าสู่ทางแยกกับจำนวนรถยนต์ที่หยุดทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น

- ความล่าช้าเฉลี่ยต่อทางเข้าสู่ทางแยก เป็นอัตราส่วนของความล่าช้าทั้งหมดของขาเข้าสู่ทางแยกกับจำนวนรถยนต์ทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น ซึ่งรวมถึงรถยนต์ที่หยุดและไม่หยุด

- จำนวนร้อยละรถยนต์ที่หยุดในขาเข้าสู่ทางแยกหารด้วยจำนวนรถยนต์ทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น

1) ชนิดของความล่าช้า (Type of Delays) ในเวลาที่คนขับรถขับมาถึงบริเวณทางแยก จะต้องรู้ก่อนว่าจะไปทิศทางไหน จะมีการชะลอความเร็วเพื่อทำการเลี้ยวหรือขับข้ามทางแยกไปถ้ามีช่องว่างที่ยาวเพียงพอหรือทำการหยุดรถให้ทิศทางอื่นไปก่อน ซึ่งเวลาที่ใช้ในการกระทำสิ่งเหล่านี้จะเสียไปในรูปแบบต่างๆกันดังนี้

- เวลาที่หยุดรถ เพื่อรอช่องว่างระหว่างรถที่ใหญ่พอในกระแสการจราจรอื่น
- เวลาที่ชะลอความเร็ว เพื่อให้มีความเร็วเท่ากับความเร็วที่ขับอย่างปลอดภัยบนทางแยกเพื่อหยุดมารอช่องว่างระหว่างทางแยก
- เวลาที่เร่งความเร็ว เพื่อเร่งความเร็วให้เท่ากับความเร็วของการไหลของกระแสการจราจรหลังจากได้ผ่านพ้นทางแยกแล้ว

2) ความล่าช้าที่เกิดจากการรวมเข้ากับกระแสการจราจรสายใหม่ (Delays Due To Merging)

- ช่องว่างระหว่างรถที่ใช้ในการรวม (Critical Gap for Merging) ในการขับรถเข้ารวมกับการเดินรถที่ช่องการจราจรอื่นนั้นจะขึ้นอยู่กับช่องว่างระหว่างรถและความเร็วที่ต่างกันระหว่างรถที่ขับกับการไหลของกระแสการจราจรสายใหม่ การยอมรับช่องว่างระหว่างรถของคนขับจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการขับรถ ชนิดของรถที่ใช้ และสิ่งอื่นๆ

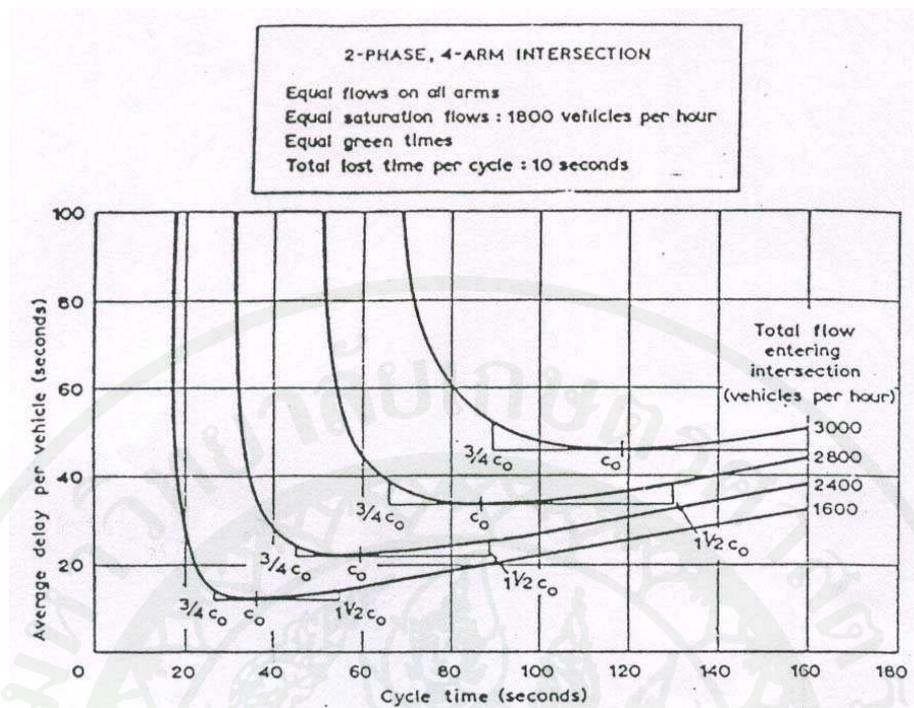
3. ปัจจัยที่มีผลต่อความจุของทางแยก (Factor Affecting Intersection Capacity)

เมื่อมีการไหลเข้าของกระแสการจราจรเข้าทางแยก ทางแยกจึงเป็นตัวจำกัดปริมาณการจราจรบนท้องถนน เพราะแม้ว่าถนนจะสามารถระบายรถได้มาก แต่ถ้ามาคิดที่ทางแยก ความจุของถนนที่มีค่ามากจึงไม่มีประโยชน์อะไร สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความจุของทางแยก มีดังนี้

- ทางแยกควรมีช่องการจราจรมากพอ เพื่อให้การไหลของการจราจรเป็นไปได้อย่างรวดเร็วที่ออกแบบไว้ ไม่เช่นนั้นจะทำให้คนขับรถใช้เวลามากเพื่อผ่านทางแยก
- ความจุของทางแยกจะมีมาก เมื่อความเร็วของยานพาหนะในแต่ละกระแสการไหลมีความแตกต่างกันน้อย เพราะถ้าความเร็วมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้การแยกและการรวมตัวของกระแสการจราจรทำได้ง่าย
- เมื่อรถเลี้ยวซ้ายจำนวนมาก ควรจัดให้มีสำหรับให้รถรอเลี้ยว
- รัศมีของถนนที่ทางแยก ควรจะใหญ่พอสมควรเพื่อให้รถเลี้ยวสามารถเคลื่อนที่ภายในช่องการจราจรของตัวเอง ไม่ไปกินช่องการจราจรอื่น
- ความลาดชันของถนนที่ทางแยก ควรจะให้เหมาะสมกับจำนวนและชนิดของยานพาหนะที่ใช้ เช่น ไม่ควรชันมาก เมื่อมีรถบรรทุกใช้ทางแยกมากเพราะรถบรรทุกมีความเร็วต่ำบนถนนชัน และการออกรถที่ถนนชันก็ทำได้ยาก

4. รอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทางแยก (Optimum cycle time for an intersection)

ในทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟชนิดช่วงเวลาสัญญาณคงที่ (Fixed-Time Signal) เมื่อรอบเวลาไฟสัญญาณสั้นจะทำให้สัดส่วนของเวลาที่สูญเสียน (Lost time = SUM Lost time in the intergreen period และ Lost time due to starting and ending delays) ในรอบเวลาไฟสัญญาณสูง ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการควบคุมด้วยสัญญาณไฟต่ำและทำให้เกิดความล่าช้า แต่ถ้ารอบเวลาสัญญาณไฟยาวนานเกินไปจะมีผลเสียเพราะช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวจะนานเกินไปด้วย รถที่จอดรอจะเคลื่อนที่ผ่านทางแยกในช่วงแรกของสัญญาณไฟเขียว แต่เมื่อระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวยาวนานเกินไปแล้วรถที่เคลื่อนผ่านทางแยก ในช่วงหลังของระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวจะเป็นรถที่เพิ่งออกจากทางแยกและ Saturation flow จะสูงที่สุดเมื่อมีรถรออยู่ในแถวเตรียมพร้อมที่จะเคลื่อนที่ การที่รอบเวลาสัญญาณไฟนานเกินไปก็จะทำให้ประสิทธิภาพของการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟต่ำลงด้วย



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระยะเวลาสัญญาณไฟ

ที่มา: Webster (1958)

จากภาพที่ 10 ที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระยะเวลาสัญญาณไฟ จะเห็นว่า C_0 คือ ค่ารอบสัญญาณไฟที่ยังผลให้เกิดความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรน้อยที่สุด (Optimum cycle time) เมื่อรอบสัญญาณไฟ (Cycle) มีค่าน้อยกว่า C_0 ค่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรจะเพิ่มสูงมาก กล่าวคือ ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์จะชันมาก ในขณะที่เมื่อ รอบสัญญาณไฟมีค่ามากกว่า C_0 ค่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย เมื่อรอบเวลาสัญญาณไฟมีค่าอยู่ระหว่าง $(3/4) C_0$ และ $1\frac{1}{2} C_0$ พบว่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรไม่แปรเปลี่ยนไปมากนัก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงอาจจัด รอบสัญญาณไฟให้มีค่าน้อยกว่า หรือ มากกว่า C_0 เล็กน้อย เพื่อให้ได้ตัวเลขจำนวนเต็ม ทำให้ง่ายต่อการแบ่งรอบสัญญาณไฟใน เฟสต่างๆ

Webster ได้เสนอสมการเพื่อหา C_0 ดังนี้

$$C_0 = \frac{1.5L+5}{1-Y} \quad (3)$$

โดยที่

L	=	Lost time ทั้งหมดใน 1 cycle
Y	=	ผลรวมของค่า y สูงสุดของทุก Phase ใน 1 cycle

5. ระดับบริการสำหรับทางแยกสัญญาณไฟ (Level of Service for Signallized intersection)

Highway Capacity Manual (1994) ให้คำนิยามระดับการให้บริการสำหรับทางแยกสัญญาณไฟ หมายถึง ค่าความล่าช้าซึ่งวัดจากความสะดวกสบายของผู้ขับขี่ การบริโภคน้ำมัน และเวลาที่สูญเสียในการเดินทาง หลักการวัดหาระดับการบริการได้กำหนดใช้ค่าความล่าช้าหยุดนิ่งเฉลี่ยต่อคัน เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจัดระดับชั้นการให้บริการสำหรับทางแยกสัญญาณไฟ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์ในการพิจารณาจัดระดับชั้นการให้บริการสำหรับทางแยกสัญญาณไฟ

Level of Service	Stopped Delay per vehicle (sec)
A	≤ 5.0
B	> 5.0 and ≤ 15.0
C	> 15.0 and ≤ 25.0
D	> 25.0 and ≤ 40.0
E	> 40.0 and ≤ 60.0
F	> 60.0

ที่มา: Highway Capacity Manual (1994)

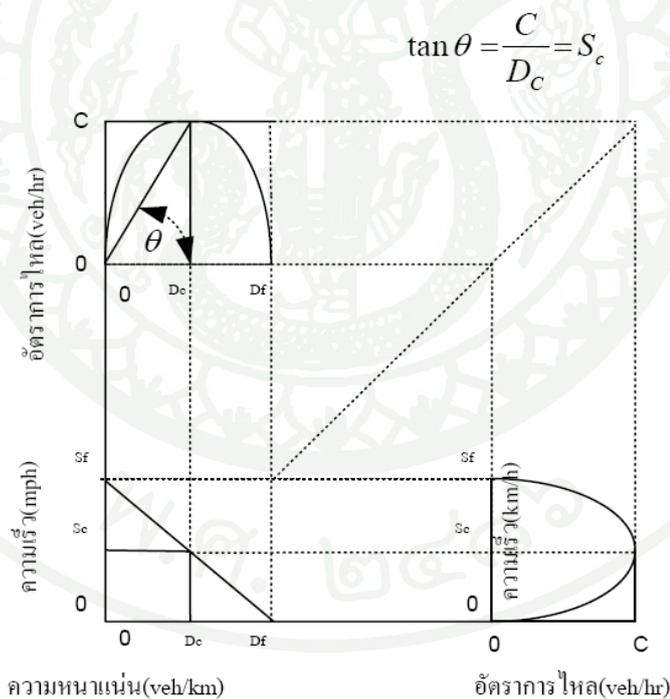
โปรแกรมจำลองสภาพจราจร

การจำลองสภาพจราจรเป็นการจำลองสภาพจราจรจากสถานที่จริงหรือสถานการณ์ที่สมมุติขึ้นโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า โปรแกรมจำลองสภาพจราจร ตัวอย่างการจำลอง เช่น การจำลองสภาพจราจรในเมือง การจำลองการควบคุมทางแยก เป็นต้น การจำลองสภาพจราจรมีข้อดีหลายประการคือ ช่วยประหยัดเวลาและงบประมาณที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อระบบการจราจรมีความซับซ้อนมาก ทำให้ศึกษาผลกระทบต่อการจราจรเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่ไม่สามารถสมมุติให้เกิดขึ้นจริงในภาคสนาม ทำให้มองเห็นสภาพจราจรและปัญหาการจราจรโดยรวมอย่างเป็นระบบ และสามารถคาดการณ์ปัญหาจราจรที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต การจำลองสภาพจราจรจึงสามารถใช้ทดสอบการควบคุมจราจรรูปแบบใหม่ๆ และทดสอบซ้ำได้ตามที่ต้องการนอกจากนี้การจำลองจะให้ค่าตัววัดประสิทธิภาพการจราจร โดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องไปจัดเก็บข้อมูลในสนาม อย่างไรก็ตามการจำลองสภาพจราจรก็มีข้อด้อยบางประการ เช่น ต้องการใช้อุปกรณ์พื้นฐานจำนวนมาก ใช้เวลามากในการสร้างโครงข่ายถนนและแบบจำลอง ใช้เวลาและงบประมาณมากเพื่อปรับเทียบ (Calibration) และตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ของแบบจำลองแต่เนื่องจากข้อดีที่ได้รับจากการจำลองสภาพจราจรมีมากกว่าข้อด้อยและเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว ทำให้การจำลองสภาพจราจรเพื่อวิเคราะห์และควบคุมการจราจรได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและมีใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน สอดคล้องกับผลการสำรวจความคิดเห็นของหน่วยงานวิจัย องค์กร และบริษัทที่ปรึกษาในระดับนานาชาติที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการจราจรและขนส่งที่ศึกษาโดย Bernauer et al. (1998) ที่พบว่าจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 55 แสดงความคิดเห็นว่าโปรแกรมจำลองสภาพจราจรเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ และร้อยละ 32 แสดงความคิดเห็นว่าโปรแกรมจำลองสภาพจราจรเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ และจากการศึกษาของ Algers et al. (1998) พบว่ามากกว่าร้อยละ 80 ที่ใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจร เพื่อการออกแบบและทดสอบกลยุทธ์การควบคุม (Control Strategies)

1. ระดับของโปรแกรมจำลองสภาพจราจร

โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรจำนวนมากที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถจำแนกตามลักษณะของการจำลองสภาพจราจรได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับจุลภาค (Microscopic) ระดับกึ่งจุลภาค (Mesoscopic) และระดับมหภาค (Macroscopic)

1. โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค (Microscopic) แบบจำลองการจราจรระดับจุลภาค (Micro-Simulation) เป็นการจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งแสดงลักษณะการเคลื่อนตัวของรถยนต์แต่ละคันในระบบโครงข่าย โดยมีพื้นฐานการจำลองมาจากทฤษฎีการเคลื่อนตัวตามกัน (Car Following) การเปลี่ยนช่องทาง (Lane Changing) และระยะระหว่างรถที่ยอมรับได้ (Gap Acceptance) ขณะนี้มีแบบจำลองในลักษณะนี้ให้เลือกใช้งานอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นในด้าน การประเมิน การพัฒนาการจัดการทางด้านจราจรหรือการใช้ควบคุมระบบ สมรรถนะของแบบจำลองจราจรในปัจจุบันพบว่ามีความสามารถจำลองระบบทางแยกที่มีความซับซ้อนและโครงข่ายที่มีความคับคั่งทางด้านจราจรได้อีกด้วย ทั้งนี้การจำลองการจราจรในระดับจุลภาคมีข้อดีคือความสามารถในการเลียนแบบพฤติกรรมที่แท้จริงของผู้ขับขี่และสมรรถนะของระบบได้สูงสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพง่ายและสะดวกในการประเมินผลกระทบจากโครงการใหม่ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ของค่าอัตราการไหล ค่าความเร็ว และค่าความหนาแน่น ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความหนาแน่นจราจรและปริมาณจราจร

ที่มา: Papacostas and Prevedoros (2001)

2. โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับกิ่งจุลภาค นำเอาลักษณะการจำลองสภาพการจราจร ทั้งระดับมหภาคและระดับจุลภาคมารวมผสมผสานกัน

3. โปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับมหภาค ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (Speed) ความหนาแน่น (Density) และปริมาณจราจร (Flow) ดังแสดงในภาพที่ 11 เป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้จำลองกลุ่มขบวน โดยสมมุติฐานว่า การวิเคราะห์ค่าการจราจรหาได้จากการสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรการจราจรมหภาคที่ไม่คำนึงถึง หรือพิจารณาถึงค่าการจราจรหรือพฤติกรรมของขบวนพาหนะแต่ละคัน

สืบเนื่องจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสื่อสารและคอมพิวเตอร์ที่มีอย่างต่อเนื่อง ทำให้การพัฒนาโปรแกรมจำลองสภาพจราจรมีความก้าวหน้าและมีให้เลือกใช้จำนวนมากในปัจจุบัน แต่โปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูงในการนำไปประยุกต์ใช้ และผ่านการตรวจสอบความถูกต้องพร้อมกับการได้รับการยอมรับนั้นมีอยู่ไม่มากนัก ในส่วนนี้จึงกล่าวถึงโปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้ในระดับสากลเท่านั้น ได้แก่ โปรแกรม AIMSUN 2, CORSIM, Paramics และ VISSIM (Woolley, 2001) โดยทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 7-9 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- โปรแกรม AIMSUN2 (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-urban Network) พัฒนาโดย J. Barcelo และ J.L. Ferrer ที่มหาวิทยาลัยโพลีเทคนิคในแคว้นกาตาลัน (Polytechnic University of Catalunya) เมืองบาร์เซโลนา ประเทศสเปน ปี ค.ศ. 1994 เป็นแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ใช้จำลองสภาพจราจรบนโครงข่ายถนนในเมืองและระหว่างเมือง สามารถประยุกต์ใช้กับระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System, ITS) ปัจจุบันมีการใช้โปรแกรม AIMSUN2 เชื่อมต่อกับระบบ SCOOT ในโครงการอุดหนุนการวิจัย DGVII ดังแสดงในตารางที่ 7-9

- โปรแกรม CORSIM (Corridor Microscopic Simulation) พัฒนาขึ้นโดย Federal Highway Administration ในปี ค.ศ. 1996 เป็นโปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อย FRESIM ใช้ในการจำลองสภาพจราจรบนทางหลวง (Freeway) และ NETSIM ใช้จำลองสภาพจราจรในเมือง เป็นโปรแกรมระดับแนวหน้าที่ได้มีการนำมาใช้ทดสอบการออกแบบลักษณะทางกายภาพ (Geometric Configuration) สามารถใช้จำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

คงที่และสัญญาณไฟปรับเปลี่ยนตามปริมาณจราจร แต่ไม่มีเครื่องมือช่วยในการคำนวณเพื่อให้การควบคุมทางแยกสัญญาณไฟที่ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 7 - 9

- โปรแกรม VISSIM เริ่มต้นพัฒนาโดย PTV System Software and Consulting GMBH ประเทศสาธารณรัฐเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1993 เป็นโปรแกรมระดับจุลภาคที่มีความยืดหยุ่นสูงใช้สำหรับจำลองสภาพจราจรในเมืองและการให้บริการระบบขนส่งมวลชน ใช้ประเมินทางเลือกด้านการจัดการจราจร สามารถแสดงผลการจำลองสภาพจราจรในมุมมอง 3 มิติ และสามารถรายงานค่าสถิติต่างๆ ได้ เช่น รายละเอียดเวลาที่ใช้เดินทางและสถิติความล่าช้า สถิติความยาวแถวคอย รายละเอียดข้อมูลการจัดจังหวะควบคุมสัญญาณไฟจราจร การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับและการขอสัญญาณไฟเขียวจากยานพาหนะ ในระบบขนส่งมวลชน สามารถแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเคลื่อนที่ได้ของขบวนกับเวลา (Time Space Diagram) และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา (Speed Profile) ดังแสดงในตารางที่ 7 - 9

- โปรแกรม Paramics (Parallel Micro Simulation) เริ่มต้นพัฒนาขึ้นที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนานในเอดินเบอร์ (Edinburgh Parallel Computing Center) ประเทศสก๊อตแลนด์ ปี 1992 เป็นโปรแกรมจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ใช้จำลองสภาพจราจรที่พิจารณาการขยับตัวของขบวนแต่ละคันในโครงข่ายถนนที่มีการจราจรแออัด (Congested Network) สามารถแสดงผลการจำลองขบวนแต่ละคันผ่านทางหน้าจอแสดงผลในมุมมอง 3 มิติ และสามารถแสดงความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ได้อย่างชัดเจน โดยใช้สี สามารถใช้ทดสอบการแนะนำเส้นทาง(Route Guidance) การเลือกเส้นทางเดินทาง (Route Choice) และสามารถตรวจวัดมลภาวะที่เกิดขึ้นจากการจราจรได้ เหมาะสำหรับใช้วางแผนจัดการจราจรและประเมินผลนโยบายการขนส่งทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Local Level) และระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) สนับสนุนการวิเคราะห์ด้านระบบขนส่งอัจฉริยะ การจำลองอุบัติเหตุและการใช้ป้ายบอกข่าวสารการจราจรที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อความได้ ดังแสดงในตารางที่ 7 - 9

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของแต่ละโปรแกรม

โปรแกรม	CORSIM	VISSIM	PARAMICS	AIMSUN
ลักษณะพิเศษ	General			
การทำงานกับรหัสภายนอก	ACS,CID	CID,VNP	ได้	EMME/2,SCATS
คู่มือแจ้งการประมวลผล	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ได้
เครื่องมือแก้ไขโครงข่ายผ่านกราฟฟิก	ได้	ได้	ได้	ได้
ประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	ได้	ได้	emulation	x-server
โครงสร้างแบบวัตถุ	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้
การกระตุ้นสัญญาณไฟจราจร	ได้	ได้	ได้	ได้

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการนำเข้าและส่งออกข้อมูล

โปรแกรม	CORSIM	VISSIM	PARAMICS	AIMSUN
ลักษณะพิเศษ	General			
การนำเสนอในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว	ได้	ได้	ได้	ไม่ได้
ตัวกลางติดต่อสื่อสารกับโปรแกรมประยุกต์	ได้	ได้	ได้	ได้
การกำหนดไฟล์ออก	ไม่ได้	ได้	ได้	-
ส่งออกเวลาขอมรับ	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้
ส่งออกเวลาขอมรับที่ปฏิเสธ	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้
ส่งออกผลลัพธ์การเปลี่ยนช่องจราจร	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้	เป็นไปได้

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการปรับแก้และการกำหนดพารามิเตอร์

โปรแกรม	CORSIM	VISSIM	PARAMICS	AIMSUN
ลักษณะพิเศษ	การปรับแก้และกำหนดค่า			
ปรับมาตราส่วนเวลา	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้
มาตราส่วนเวลาค่ากว่า 1 วินาที	ไม่ได้	ได้	ได้	ได้
เปลี่ยนแปลงบรรทัดฐานเวลายอมรับโดย	ได้*	ได้*	ได้	ได้
ความล่าช้า				
ขนาดรถยนต์	โดยรูปแบบ	โดยรูปแบบ	ได้	โดยรูปแบบ
การนำความยาวรถมาพิจารณาช่องว่าง	-	ได้	ได้	ได้
ปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างรถ	โดยรูปแบบ	โดยรูปแบบ	โดยการจับ	โดยรูปแบบ
ปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างรถที่ปล่อยออก	โดยรูปแบบ	โดยรูปแบบ	โดยการจับ	โดยรูปแบบ
จากแถวคอย				

2. ตัววัดประสิทธิภาพการจราจร

การจำลองสภาพจราจรใดๆ ที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์ที่ต่างกันเสมอ อาจสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ของขบวนยานบนถนนหรือความยาวแถวคอยบนหน้าจอแสดงผล แต่ไม่สามารถระบุได้ชัดว่าการจำลองสภาพจราจรแบบใดมีประสิทธิภาพ หรือการจำลองสภาพจราจรแบบนั้นมีผลกระทบต่อจราจรที่ทางแยก ถนนหรือการจราจรในภาพรวมอย่างไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการจำลองสภาพจราจรมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น การปรับเปลี่ยนความยาวรอบสัญญาณไฟจราจร การห้ามเลี้ยวที่ทางแยกบางแห่ง เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำลองสภาพจราจรได้ โปรแกรมจำลองสภาพจราจรจึงจัดเตรียมรายงานผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสภาพจราจรในเชิงปริมาณที่เรียกว่า ตัววัดประสิทธิภาพการจราจร (Indicators) ซึ่งตัววัดประสิทธิภาพการจราจรของแต่ละโปรแกรมอาจจะมีความเหมือนกัน คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกันตามการออกแบบของแต่ละโปรแกรม

Biora *et al.* (1995) แนะนำตัววัดประสิทธิภาพการจราจรในเชิงปริมาณจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการควบคุมจราจรในเมืองดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตัววัดประสิทธิภาพการจราจรในเมือง

วัตถุประสงค์ของการควบคุม	ตัววัดประสิทธิภาพการจราจร
ประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐศาสตร์ (economic efficiency)	<ul style="list-style-type: none"> - ความล่าช้าของขบวนแต่ละประเภทที่ทางแยก - ความล่าช้าที่เกิดขึ้นกับคนเดินเท้าที่ทางข้าม - มูลค่าของเวลาและค่าใช้จ่ายจริงในการเดินทาง - ความผันแปรของเวลาที่ใช้เดินทางจำแนกตามประเภทของการเดินทาง - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (costs of operating) จำแนกในการให้บริการขนส่ง
การอนุรักษ์สภาพแวดล้อม (environmental protection)	<ul style="list-style-type: none"> - ระดับเสียง - ระดับความสั่นสะเทือน - ระดับมลพิษ (COHCsNOx ฝุ่น)
ความปลอดภัย (safety) ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (accessibility)	<ul style="list-style-type: none"> - จำนวนคนที่ได้รับอุบัติเหตุจำแนกตามถนน ทางแยก และโครงข่าย - ประเภทของกิจกรรมที่สามารถทำได้ภายในเวลาและค่าใช้จ่ายที่กำหนดสำหรับแต่ละจุดเริ่มต้นการเดินทางและรูปแบบการขนส่ง (mode) - ค่าถ่วงน้ำหนักของเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้เดินทางโดยเฉลี่ยสำหรับแต่ละรูปแบบการขนส่ง
การพัฒนาแบบยั่งยืน (sustainability)	<ul style="list-style-type: none"> - เหมือนในหัวข้ออนุรักษ์สภาพแวดล้อม ความปลอดภัย และความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ - ปริมาณCO₂ ทั้งหมดในพื้นที่ - ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่สิ้นเปลืองทั้งหมดในพื้นที่
ความเสมอภาคหรือความเท่าเทียมกัน (equity)	<ul style="list-style-type: none"> - เหมือนในหัวข้อทั้งหมดข้างต้น แต่จำแนกตามกลุ่มที่ได้รับผลกระทบ
การฟื้นฟูสภาพเศรษฐกิจ (economic regeneration)	<ul style="list-style-type: none"> - เหมือนในหัวข้ออนุรักษ์สภาพแวดล้อม ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ แต่จำแนกตามพื้นที่และภาคเศรษฐกิจ (economic sector)
การเงิน (finance)	<ul style="list-style-type: none"> - ต้นทุนการดำเนินการจำแนกตามรูปแบบการขนส่ง - ต้นทุนการดำเนินงานและรายได้จากค่าจอดรถและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ - รายได้จากการจัดเก็บภาษีการใช้รถ

ที่มา: Biora et al. (1995)

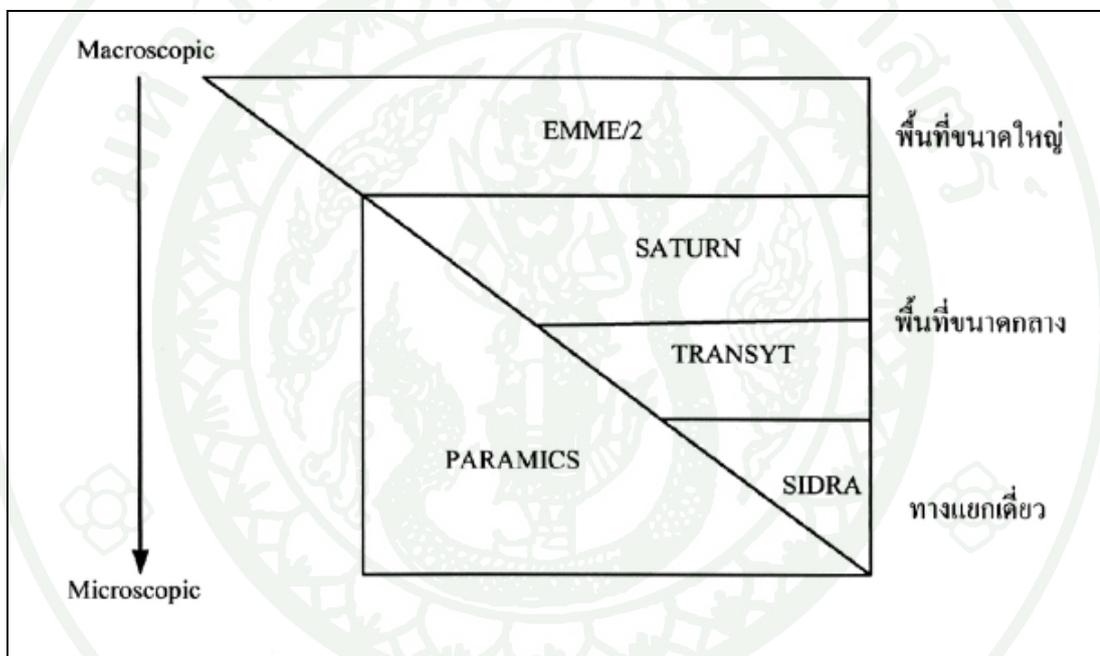
Algers *et al.* (1998) แนะนำว่า ตัววัดประสิทธิภาพการจราจรที่นิยมใช้อาจจัดแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการควบคุมออกเป็น 5 กลุ่ม พร้อมกันนี้ได้แสดงร้อยละของการนิยมนำตัววัดประสิทธิผลซึ่งได้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมจำลองสภาพจราจรแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตัววัดประสิทธิภาพการจราจรจำแนกตามวัตถุประสงค์ในการควบคุม

วัตถุประสงค์ของการควบคุม	ตัววัดประสิทธิภาพการจราจร	ร้อยละ
ประสิทธิภาพ (efficiency)	- ความเร็ว	87
	- เวลาที่ใช้เดินทาง	87
	- ระดับความแออัด	71
	- ความแปรผันที่ใช้เดินทาง (travel time variability)	68
	- ความยาวแถวคอย (queue length)	65
	- ความสม่ำเสมอในการให้บริการสาธารณะ (public transport regularity)	26
	- การจัดแบ่งสัดส่วนของรูปแบบการเดินทาง (modal split)	16
ความปลอดภัย (safety)	- ระยะห่างระหว่างยานพาหนะในหน่วยเวลา	42
	- การแซง (overtaking)	26
	- จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุ (number of accident)	16
	- ความรุนแรงของอุบัติเหตุ (accident severity)	
	- จำนวนครั้งที่ชนกัน (time to collision)	16
- ความปลอดภัยของคนเดินเท้า (interactions with pedestrians)	16	
สิ่งแวดล้อม (environment)	- การปล่อยไอเสียรถยนต์ (exhaust emissions)	52
	- ระดับมลพิษข้างถนน (roadside pollution level)	16
ความสะดวกสบาย (comfort)	- ความสะดวกสบายที่ได้รับจากการใช้บริการ (physical comfort)	3
	- ความเครียด (stress)	0
ผลผลิตภาพ (technical performance)	- การบริโภคเชื้อเพลิง (fuel consumption)	48
	- ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (vehicle operating cost)	6

ที่มา: Algers *et al.* (1998)

ความสามารถในการจำลองของโปรแกรมเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมจำลองสภาพจรวดอื่นๆ McKay (1999 cited in Wooley, 2001) ให้ความเห็นว่า โปรแกรม Paramics สามารถใช้จำลองทางแยกเดี่ยวถึงระดับพื้นที่ย่อย ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้จำลองสภาพจรวดระดับพื้นที่กว้างดังแสดงในภาพที่ 12 อย่างไรก็ตามโปรแกรม Paramics มีจุดเด่นที่สามารถจำลองพฤติกรรมของผู้ขับขี่และการเคลื่อนที่ของขบวนแต่ละประเภท ความสามารถในการจำลองที่จอตรดความสามารถในการจำลองการเกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถนำรูปภาพถ่ายทางอากาศหรือรูปภาพพื้นที่ศึกษามาซ้อนทับกันกับโครงข่ายถนนจำลองทำให้เข้าใจองค์ประกอบของระบบการจราจรที่ทดสอบได้ดีขึ้น



ภาพที่ 12 ความสามารถในการจำลองโปรแกรม Paramics

ที่มา: ปรับปรุงจาก McKay (1999 cited in Wooley, 2001)

3. โปรแกรม Paramics

โปรแกรม Paramics ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 6 โปรแกรม

3.1 Paramics Modeller เป็นส่วนหลักที่ใช้ในการแสดงผลสภาพจราจรที่เกิดขึ้นผ่านทางกราฟิก ซึ่งมีส่วนการทำงานสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนพัฒนาแบบจำลอง ส่วนการประเมินผลแบบจำลองร่วมกับการแสดงผลใน 3 มิติ และส่วนแสดงผลจากการประมวลผลแบบจำลองทางด้านสถิติแบบทันที (Real Time) ร่วมกับแสดงผลทางด้านกราฟิก

3.2 Paramics Processor เป็นเครื่องมือในส่วนที่ใช้ปรับค่าองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดคุณสมบัติของแบบจำลองที่แตกต่างกันออกไปในชุด (Batch Mode) ของการประมวลผลแบบจำลองแต่ละครั้ง โดยที่เครื่องมือนี้มีส่วนแสดงผลที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปกำหนดค่าพารามิเตอร์ใด ๆ เลือกผลการประมวลผลต่าง ๆ กันและสามารถปรับเปลี่ยนค่าองค์ประกอบใด ๆ ซึ่งจะให้ผลการประมวลผลเหมือนส่วน Modeller แต่จะใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่ามาก

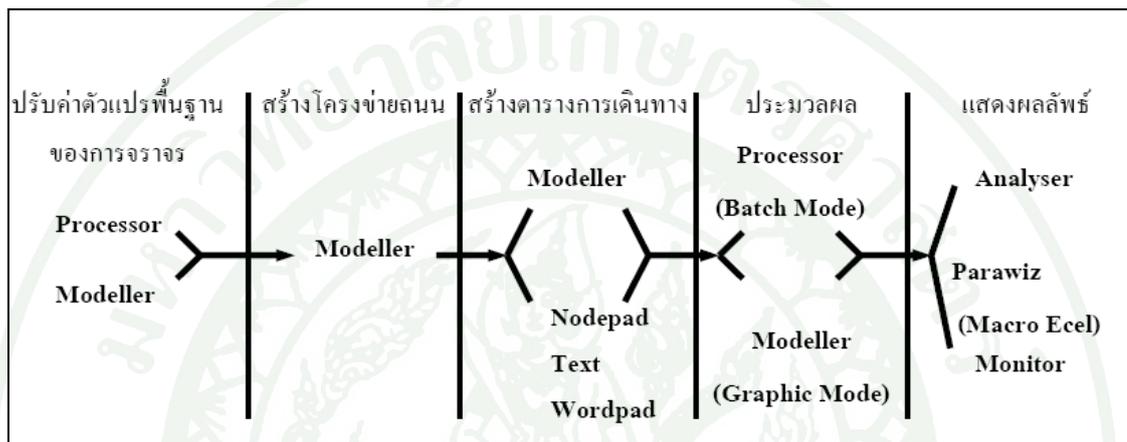
3.3 Paramics Analyser เป็นเครื่องมือในส่วนที่ใช้วิเคราะห์ผลและแสดงผลจากการทดสอบแบบจำลองซึ่งมีความยืดหยุ่นและให้ความสะดวกในการใช้งานสูง ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบผลความแตกต่างจากการประมวลผลจากผลที่ได้จากส่วน Modeller ได้ซึ่งให้ความรวดเร็วและเที่ยงตรงในการประมวลผลสูง

3.4 Paramics Programmer เป็นส่วนที่ใช้ประยุกต์การจำลองมีลักษณะค่อนข้างซับซ้อนช่วยปรับการจำลองสภาพจราจร โดยการเขียนแก้ไขโปรแกรมเพิ่มเติมซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะทำการปรับแบบจำลองของ ผู้ขับขี่รถยนต์และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้แบบจำลองที่มีความซับซ้อนมีสภาพเสมือนจริงมากที่สุด

3.5 Paramics Monitor เป็นส่วนที่ใช้วิเคราะห์ระดับมลภาวะที่เกิดจากการจราจร ซึ่งสามารถวัดผลได้ในแต่ละช่วงของเส้นทาง (Link) ของถนน โดยวัดรวมรถยนต์ทั้งหมดที่อยู่ในเส้นทาง

3.6 Paramics Estimator เป็นเครื่องมือสำหรับการประมาณค่าจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเดินทาง (Origin-Destination Trip) ที่ใช้ใน ส่วน Modeller

จากแบบจำลองย่อยทั้งหมดข้างต้น สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม Paramics

ที่มา: ทวี (2546)

4. ตัวแปรพื้นฐานของการจราจร

ตัวแปรพื้นฐานของการจราจรของโปรแกรมที่มีผลต่อการจำลองการเคลื่อนที่ของยาน การจัดเส้นทางการเดินทางที่ใช้ในการศึกษาวิจัย มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ตัวแปรพื้นฐานด้านการจราจรของโปรแกรม Paramics

ตัวแปรพื้นฐาน	รายละเอียด
ตัวเลขเริ่มต้น (initial seed)	ตัวเลขที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ตามกันของขบวนรถ การเปลี่ยนช่องจราจร การเคลื่อนที่ของขบวนรถที่ทางแยก
ความยาวของอุปกรณ์ตรวจนับ (loop length)	ความยาวของอุปกรณ์ตรวจนับบนพื้นผิวจราจร ค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์เท่ากับ 2 เมตร
ระยะทางที่ใช้กำหนดสถานะของขบวนรถที่จัดอยู่ในแถวคอย (queue distance)	ระยะห่างมากที่สุดระหว่างขบวนรถคันหน้าและขบวนรถคันหลังที่ใช้พิจารณาขบวนรถคันหลังอยู่ในแถวคอยหรือไม่ ถ้าระยะห่างมากกว่าค่านี้จะไม่จัดอยู่ในแถวคอย ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 10 เมตร
ความเร็วที่ใช้กำหนดสถานะของขบวนรถที่จัดอยู่ในแถวคอย (queue speed)	ความเร็วมากที่สุดระหว่างขบวนรถคันหน้าและขบวนรถคันหลังที่ใช้พิจารณาขบวนรถคันหลังอยู่ในแถวคอยหรือไม่ ถ้าระยะห่างมากกว่าค่านี้จะไม่จัดอยู่ในแถวคอย ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 7.19 กม./ชม.
ระยะห่างโดยเฉลี่ยระหว่างขบวนรถในหน่วยของเวลา (mean headway)	ค่าเฉลี่ยของระยะห่างในหน่วยของเวลาระหว่างขบวนรถ 2 คัน ที่เคลื่อนที่ตามกัน ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 1 วินาที
ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่ผู้ขับขี่ใช้ได้ตอบต่ออุบัติเหตุ (mean reaction time)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ผู้ขับขี่ขบวนรถใช้ตอบสนองต่ออุบัติเหตุ ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 0.5 วินาที
ระยะเวลาของช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที (timestep)	ระยะเวลาของช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 0.5 วินาที
จำนวนช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที (timestep detail)	จำนวนช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที มีค่าเท่ากับส่วนกลับของระยะเวลาของช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที ดังนั้นค่าเริ่มต้นของโปรแกรมจึงเท่ากับ 2
จำนวนช่วงเวลาย่อยที่ผู้ขับขี่สามารถจำความเร็วได้ (speed memory)	จำนวนช่วงเวลาย่อยที่ผู้ขับขี่สามารถจดจำความเร็วได้ ถ้าจำนวนช่วงเวลาย่อยใน 1 วินาที ลดลง เวลาที่ผู้ขับขี่ใช้ตอบสนองต่อเหตุการณ์จะมากขึ้น ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 3
ระยะห่างของเวลาที่ใช้รับส่งข้อมูลจราจรในแต่ละครั้ง (feedback period)	ช่วงเวลาที่ใช้รับส่งความล่าช้าที่ทางแยกในแต่ละทิศทางการจราจร และค่าใช้จ่ายในการเดินทางบนช่วงถนน เพื่อใช้คำนวณการจัดเส้นทาง การเดินทาง ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมเท่ากับ 5 นาที

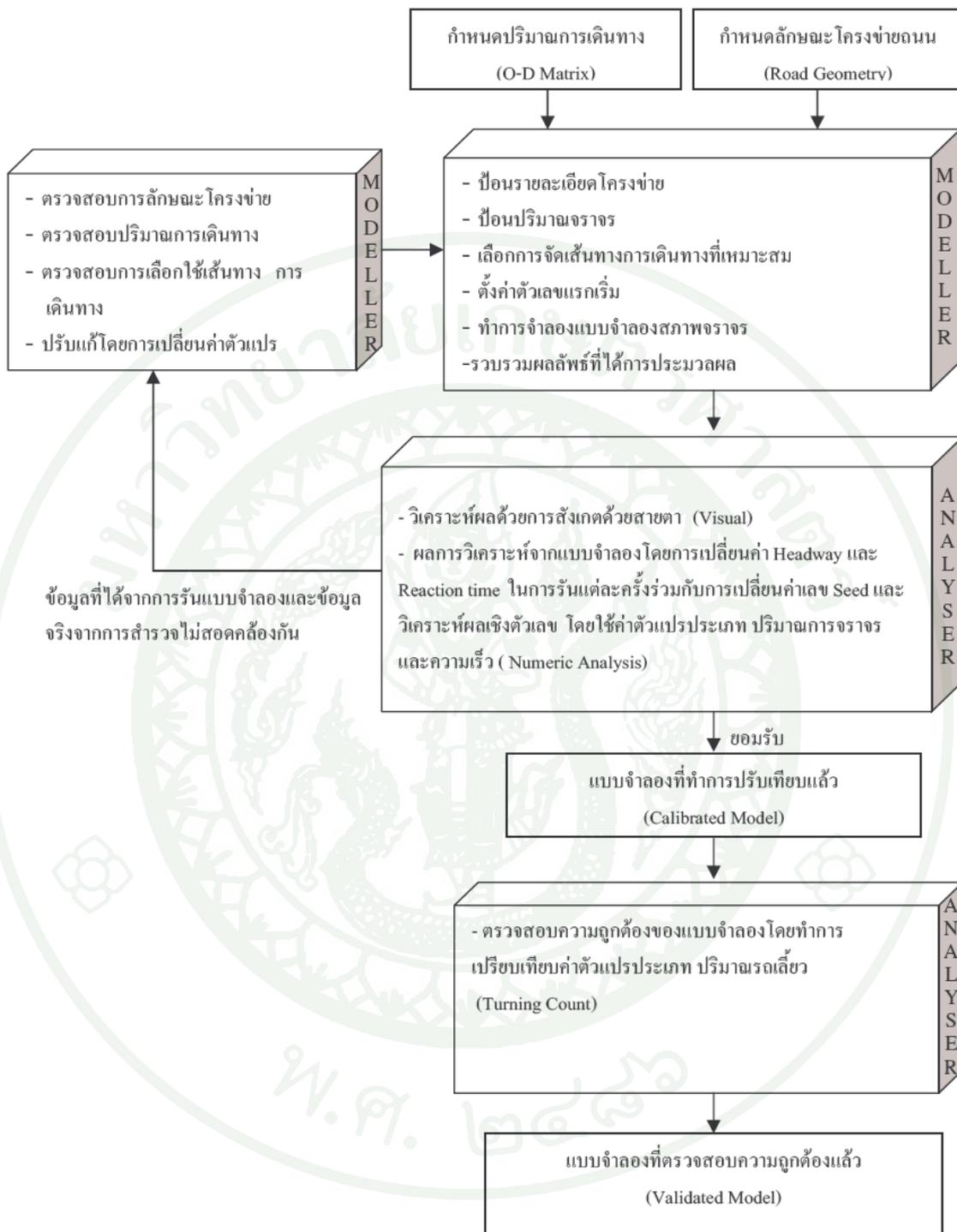
ที่มา: Quadstone (2000)

5. การพัฒนาแบบจำลองจราจรบนโปรแกรม Paramics

การพัฒนาแบบจำลองจราจรบนโปรแกรม Paramics มีขั้นตอนที่พอสรุปได้ดังนี้

- 1) สร้างไฟล์แบบจำลองบนโปรแกรม Paramics และทำการกำหนดจุดอ้างอิงโดยใช้แผนที่ในลักษณะของไฟล์ AutoCAD (*.dxf) หรือ ไฟล์รูปภาพ (*.bmp) ซึ่งไฟล์ดังกล่าวจะต้องมีมาตราส่วนที่ถูกต้อง
- 2) สร้างโครงข่ายถนน โดยเริ่มจากการกำหนดจุดอ้างอิง (Node) เส้นทางเชื่อมระหว่างจุดอ้างอิง (Link) โซน (Zone) และกำหนดองค์ประกอบทางด้านเรขาคณิต (Geometry)
- 3) สร้างเมตริกกำหนดปริมาณการเดินทางจากโซนต้นทางไปยังโซนปลายทางรวมไปถึงปริมาณการเดินทางที่คงตัว เช่น การใช้รถประจำทาง
- 4) ทำการกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทาง (Assignment Techniques) ซึ่งสามารถเลือกวิธีได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษา
- 5) การประมวลผลและการเก็บผลการศึกษา
- 6) การปรับแก้แบบจำลองเพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริง
- 7) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

โดยสรุปกระบวนการพัฒนาแบบจำลองด้านการจราจร โดยการใช้งานโปรแกรม Paramics ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กระบวนการทั่วไปในการจำลองสภาพการจราจรของโปรแกรม Paramics

ที่มา: Quadstone (2003)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธวัชชัย (2541) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โปรแกรม Paramics ในการจัดการระบบจราจรบริเวณถนนหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจร.) พื้นที่ศึกษาในปัจจุบันเป็นทางแยกรูปตัว T จำนวน 2 ทางแยกต่อเนื่องกัน โดยมีทางแยกหนึ่งเป็นทางแยกเข้ามหาวิทยาลัยฯ ซึ่งมียานพาหนะเข้า-ออกเป็นจำนวนมากพอสมควร การศึกษานี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณจราจร จำนวนคนเดินเท้าลักษณะการใช้รถจักรยานข้อมูลทางด้านกายภาพของทางแยกและลักษณะการควบคุมการจราจร เพื่อใช้ในการออกแบบทางแยก โดยได้ทำการวิเคราะห์ถึงปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกในช่วงโมงเร่งด่วนในปัจจุบัน ผลจากการสำรวจพบว่าปริมาณจราจรสูงสุดเกิดใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้าเวลา 07.30-08.30 น. และช่วงเย็นเวลา 17.45-18.45 น. และปริมาณจราจรทุกทิศทางที่เข้าสู่ทางแยกในช่วงเวลาเร่งด่วนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,800 PCUs/ชม. ที่ปีปัจจุบันและจะเพิ่มขึ้นเป็น 3,100 PCUs/ชม. ในปี พ.ศ. 2547 ผลจากการศึกษา พบว่าทางแยกที่ศึกษา ควรจะจัดทำเป็นทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐานของ JICA และ MUTCD และจากการประเมินผลการควบคุมทางแยกด้วยสัญญาณไฟโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Sidra และ Paramics พบว่าการปรับปรุงทางแยกดังกล่าวจะสามารถควบคุมการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงการจราจรบริเวณพื้นที่ดังกล่าวไว้ดังนี้

1. บริเวณทางแยก มจร. ควรจัดรูปแบบการควบคุมการจราจรเป็นแบบสามแยกสัญญาณไฟจราจรมาตรฐาน
2. ควรจัดให้มีช่องทางเดินรถของจักรยานขึ้นเพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการใช้รถจักรยาน และ
3. บริเวณทางแยกซอยประชาอุทิศ 45 ควรจะดำเนินการจัดทำเส้นทแยงห้ามขวางทางแยกเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับรถที่วิ่งเข้าออกซอยประชาอุทิศ 45

สราวุธ (2545) ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Paramics ทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมสัญญาณไฟแบบเป็นพื้นที่ในระยะที่ 1 ในการจำลองสถานการณ์ จะทำการคัดเลือกพื้นที่ทางแยกหรือกลุ่มทางแยก ที่มีความเหมาะสมในแง่วิศวกรรมจราจร ได้แก่ ทางแยกเดี่ยว (Isolated intersection) ทางแยกสายทาง (Corridor intersection) และทางแยกโครงข่าย (Network intersection) ทั้งนี้การศึกษาได้ตั้งเกณฑ์ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มทางแยกโดยการประเมินในภาคสนาม การศึกษาจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ SCOOT และศึกษาประสิทธิภาพของระบบที่มีใช้อยู่เดิมได้แก่การควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจและการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรที่ สำหรับการปรับแก้แบบจำลองในการศึกษานี้ได้ค่า Mean Headway เท่ากับ 1.3 วินาที จากการสำรวจ และจากการ Trial and Error ในช่วงที่แนะนำไว้ได้ค่า Reaction time เท่ากับ 1.3 วินาที ซึ่งให้ค่าร้อยละความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งจากผลการศึกษาพอที่จะสรุปผลการศึกษาตามพื้นที่ทางแยกได้ดังนี้

1. การศึกษาที่ทางแยกเดี่ยว พบว่าในบางช่วงเวลานั้นผลการศึกษามีความขัดแย้งกัน คือเมื่อพิจารณาในช่วงเวลาต่างๆ ที่ทำการศึกษา พบว่าความล่าช้าและเวลาหยุดคอยของการควบคุมด้วยระบบ SCOOT มีค่าต่ำกว่าการควบคุมโดยเจ้าหน้าที่แต่เมื่อพิจารณาความล่าช้าต่อปริมาณการจราจรแล้วพบว่า การควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจกลับมีค่าต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากหากพิจารณาที่ระดับปริมาณการจราจรเดียวกันแล้ว พบว่าเจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถเปิดสัญญาณไฟให้ประสิทธิภาพดีกว่าระบบ SCOOT ที่ระดับปริมาณการจราจรเท่ากันนั่นเอง

2. การศึกษาที่ทางแยกสายทาง พบว่าระบบ SCOOT สามารถลดเวลาในการเดินทางได้ในหลายช่วงเวลาทดสอบ ซึ่งความสามารถสูงสุดที่สามารถลดได้คิดเป็น 58% ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า โดยในภาพรวมของประสิทธิภาพพบว่าระบบ SCOOT ดีกว่าการควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจที่กลุ่มทางแยกสายทาง ทั้งนี้เนื่องมาจากความสามารถในการประสานสัมพันธ์สัญญาณไฟระหว่างทางแยกกับทางแยกข้างเคียงภายในพื้นที่ย่อยเดียวกันโดยการปรับเปลี่ยนค่า Offset ให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมที่สุด อีกทั้งระบบ SCOOT สามารถคำนวณหาสัญญาณไฟที่ดีที่สุดสำหรับพื้นที่โดยคำนวณจากปริมาณการจราจรทั้งระบบขณะที่การควบคุมโดยเจ้าหน้าที่ไม่สามารถทราบปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นทั้งพื้นที่ได้

3. การศึกษาที่ทางแยกโครงข่าย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระยะทางที่รถสามารถวิ่งได้ต่อช่วงเวลาจากการควบคุมโดยเจ้าหน้าที่มีระยะที่มากกว่าการควบคุมด้วยระบบ SCOOT ในช่วงเร่งด่วนตอนเช้าและเร่งด่วนตอนเย็น แต่การควบคุมด้วยระบบ SCOOT ให้ระยะที่มากกว่าในช่วงนอกเร่งด่วนตอนบ่าย จากข้อสรุปผลการศึกษาพอประเมินได้ว่าระบบควบคุมสัญญาณไฟแบบ Adaptive นั้นน่าจะมีประโยชน์สูงในช่วงนอกเร่งด่วนเนื่องจากช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่มีเวลาสูญเสียต่อรอบสัญญาณไฟสูงที่สุด

ทวี (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอ้อมตัว โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Paramics ในการพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟที่มีประสิทธิภาพสำหรับสภาพการจราจรอ้อมตัวและอ้อมตัวมาก โดยการเขียนโปรแกรมประยุกต์ (Application Programming Interface, API) เพิ่มเติมเข้าไป ซึ่งมีหลักการในการพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟ คือ การปรับสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับข้อมูลการจราจรแบบทันทีและป้องกันการเกิดแถวคอย กีดขวางทางแยกด้านทางวิธีควบคุมที่พัฒนาขึ้นได้ทำการทดสอบบนโครงข่ายถนนที่มีระยะห่างระหว่างทางแยกเท่ากันจำนวน 2 โครงข่าย โดยใช้ระยะห่างระหว่างทางแยก รูปแบบและปริมาณจราจรที่สูทางแยกต่างกันตัววัดประสิทธิภาพของการควบคุมได้แก่ จำนวนรถยนต์ที่ตกค้างในโครงข่าย จำนวนรถยนต์ที่ออกจากโครงข่าย ความเร็วเฉลี่ย เวลาหยุดนิ่ง ระยะทางที่รถยนต์วิ่งบนโครงข่ายรวม (คัน-กิโลเมตร)ระยะเวลาที่รถยนต์ใช้ในโครงข่าย (คัน-ชั่วโมง) และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง เป็นต้น และเพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมสามารถจำลองสภาพการจราจรได้ถูกต้องจึงทำการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการจราจร โดยใช้ตารางการเดินทางกับปริมาณจราจรที่เข้าสู่โครงข่ายจริง การนับปริมาณจราจรโดยอุปกรณ์ตรวจนับบนพื้นผิว ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลที่ได้จากแบบจำลองและจากทฤษฎีหรือในสนามมีความสอดคล้องและใกล้เคียงกันจึงพอสรุปได้ว่าการศึกษานี้ค่อนข้างสมบูรณ์และเชื่อถือได้ ในการศึกษานี้ได้ค่า Mean Headway เท่ากับ 1.65 วินาทีจากการสำรวจ และจากการ Trial and Error ในช่วงที่แนะนำไว้ได้ค่า Reaction time เท่ากับ 0.42 วินาที ซึ่งให้ค่าร้อยละความผิดพลาดน้อยที่สุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การปรับสัญญาณไฟที่เวลาที่เหมาะสมตั้งแต่ปริมาณจราจรเริ่มเพิ่มมากขึ้นสามารถช่วยบรรเทาสภาพจราจรติดขัดได้ดีสำหรับสภาพการจราจรและโครงข่ายถนนที่ใช้ในการวิจัยนี้ พบว่าในสภาพจราจรอ้อมตัว วิธีควบคุมสัญญาณไฟแบบตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจรโดยใช้ระดับความอ้อมตัวสูงสุดของแต่ละจังหวะสัญญาณไฟจัดแบ่งช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวเป็นวิธีควบคุมที่เหมาะสมที่สุด

สุมณฑา (2549) ศึกษาผลกระทบทางด้านการจราจร กรณีศึกษาโครงการอาคารจอดรถที่สถานีลาดพร้าวของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย โดยใช้โปรแกรม Paramics ในการจำลองสภาพจราจรบนถนนกรณีก่อนและหลังเปิดใช้อาคารจอดรถที่สถานีลาดพร้าว เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของถนนในโครงข่ายที่ศึกษาตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้ ได้แก่ ความยาวแถวคอย เวลาหยุดนิ่ง เวลาในการเดินทางเฉลี่ยของโครงข่ายความล่าช้ารวมของโครงข่ายและความเร็วเฉลี่ยของโครงข่าย โดยทำการเปรียบเทียบกรณีไม่มีโครงการและมีโครงการเกิดขึ้นแล้วกำหนดให้มีรถมาใช้บริการอาคารจอดรถที่ 50%, 75% และ 100% ของความจุอาคาร สำหรับการปรับแก้แบบจำลองในการศึกษานี้ได้ค่า Mean Headway เท่ากับ 1.2 วินาทีจากการสำรวจ และจากการ Trial and Error ในช่วงที่แนะนำไว้ได้ค่า Reaction time เท่ากับ 0.8 วินาที ซึ่งให้ค่าร้อยละความผิดพลาดน้อยที่สุด จากผลการศึกษาพบว่า กรณีไม่มีโครงการเกิดขึ้นที่ปีฐาน (2546) เปรียบเทียบกับที่ปีวิเคราะห์ (2547) แต่ยังไม่มีการ ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยของโครงข่ายเพิ่มขึ้นจากปีฐาน 23 วินาทีและความล่าช้ารวมของโครงข่ายเพิ่มขึ้นจากปีฐาน 26.9 วินาทีส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายลดลง 1.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่เมื่อมีการเปิดให้บริการโครงการอาคารจอดรถที่ความจุ 50%, 75% และ 100% ของอาคาร เปรียบเทียบกับที่ปีวิเคราะห์เดียวกัน แต่ยังไม่มีการ ค่าเวลาการเดินทางเฉลี่ยของโครงข่ายลดลง 57, 225 และ 353 วินาที ตามลำดับ และค่าความล่าช้ารวมของโครงข่ายลดลง 59.8, 288.2 และ 439.8 วินาทีตามลำดับ ส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายเพิ่มขึ้น 1.5, 9.2 และ 16.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ เมื่อมีการเปิดให้บริการโครงการ แสดงให้เห็นว่าการจราจร โดยรวมของโครงข่ายมีสภาพดีขึ้นและมีแนวโน้มว่าความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายจะเพิ่มขึ้นเมื่อโครงการมีรถมาใช้บริการมากขึ้นจนเต็มความจุอาคารจอดรถ

กานต์ กิ่งแก้ว (2551) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองจราจรบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยอาศัยโปรแกรมระดับจุลภาค PARAMICS การศึกษานี้ได้ปรับเทียบและประยุกต์แบบจำลองสำหรับกรณีวิเคราะห์ ได้แก่ โครงการอุโมงค์ลอดแยกเกษตร โครงการที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุการจราจรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ คือ ความยาวแถวคอย เวลาหยุดนิ่ง ความเร็ว VKT VHT เปรียบเทียบสภาพการจราจรก่อนและหลังมีโครงการเกิดขึ้น จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ตรวจสอบสภาพจราจรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ทดสอบมาตรการจัดการจราจรต่างๆได้ตามต้องการ

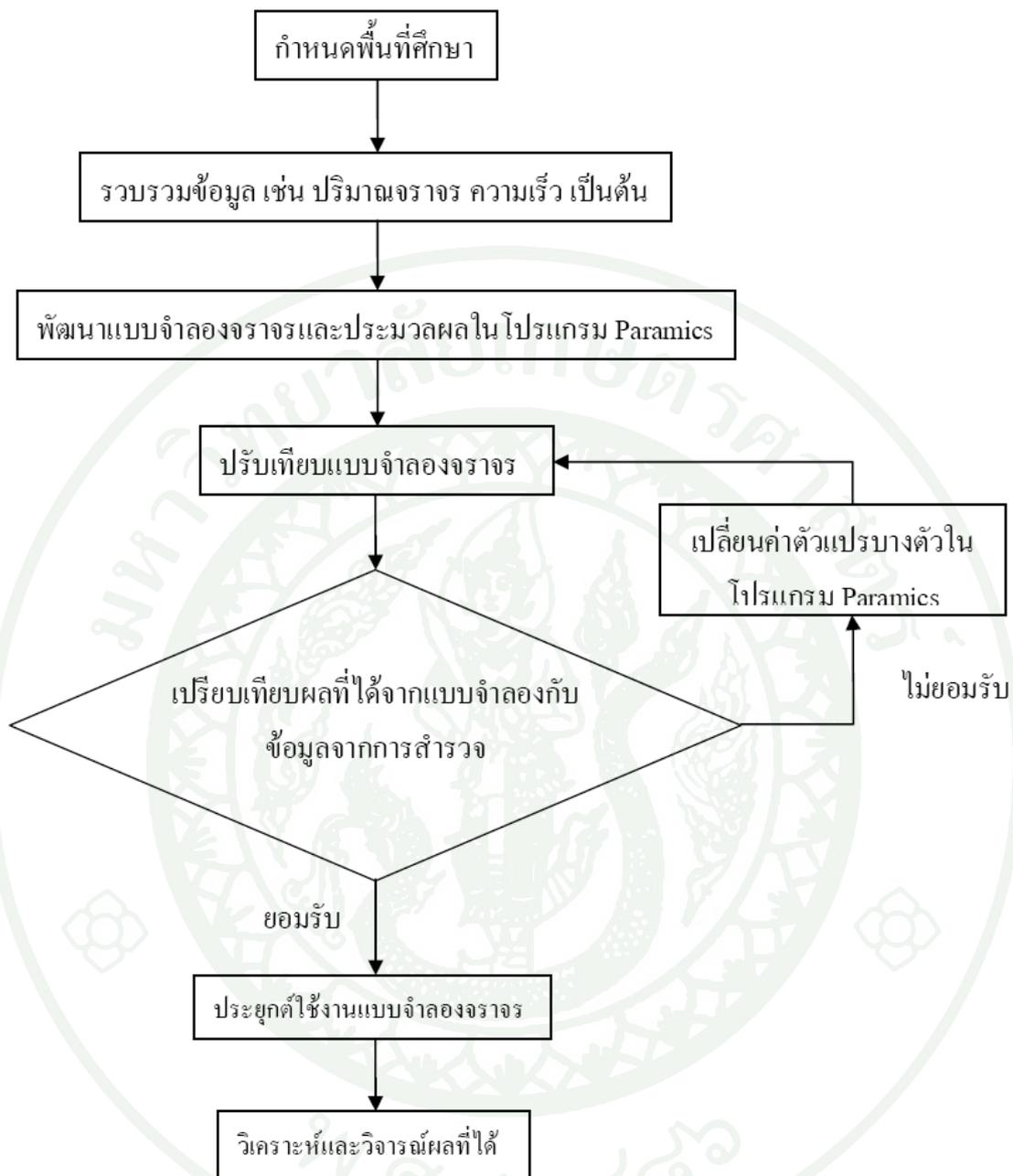
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่อง Printer	จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่อง Scanner	จำนวน 1 เครื่อง
4. ซอร์ฟแวร์โปรแกรม Paramics	จำนวน 1 ชุด
5. ซอร์ฟแวร์โปรแกรม Microsoft Excel 2007	จำนวน 1 ชุด
6. ซอร์ฟแวร์โปรแกรม Microsoft Word 2007	จำนวน 1 ชุด
7. เครื่องบันทึกเทปวิดีโอ	จำนวน 1 ชุด
8. นาฬิกาจับเวลา	จำนวน 1 เครื่อง

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยสามารถสรุปเป็นแผนผัง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 15 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



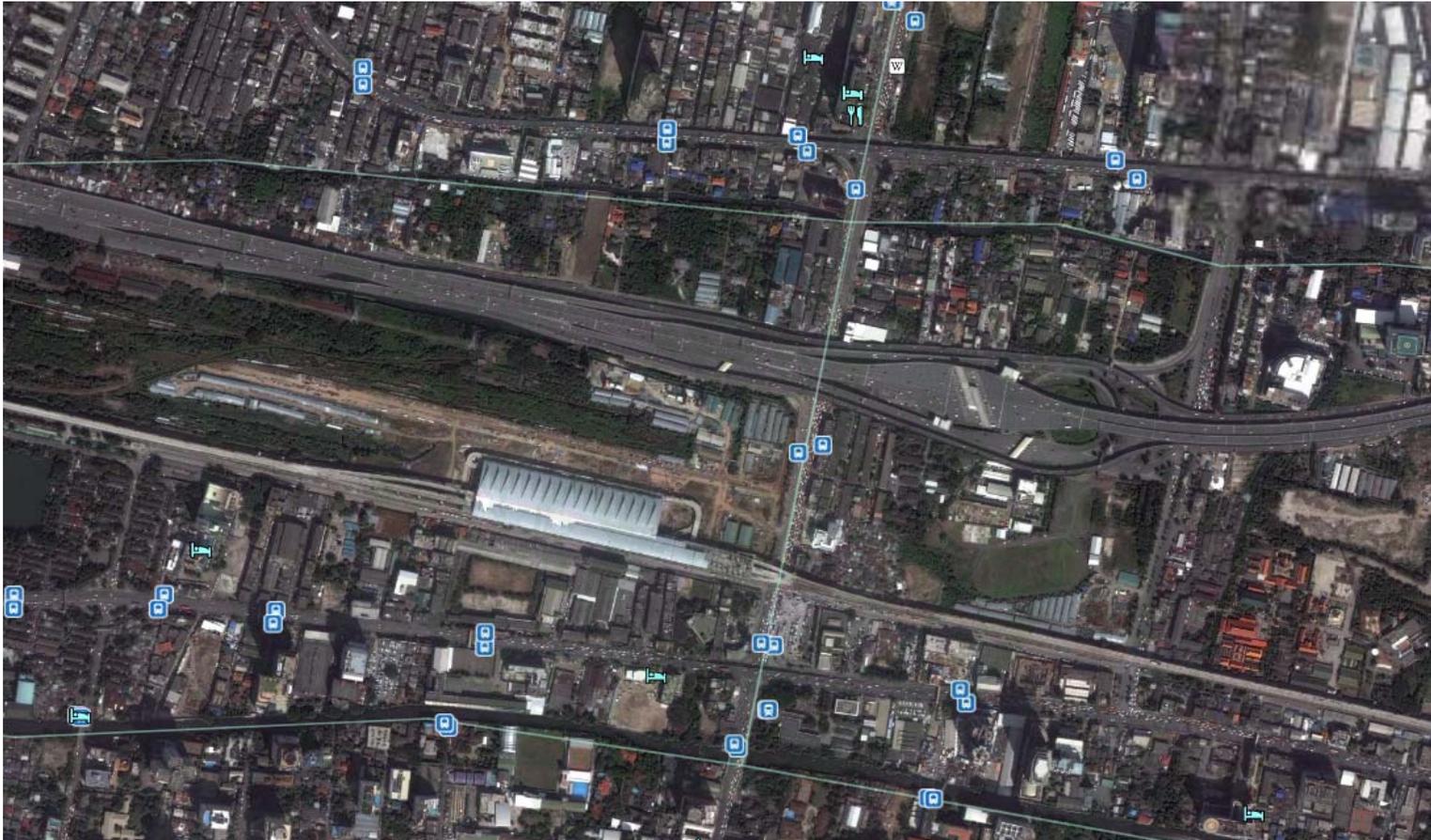
ภาพที่ 15 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย

1. พื้นที่ทำการศึกษ

1.1 การศึกษาสภาพพื้นที่ปัจจุบันของพื้นที่โครงการที่ทำการศึกษา

จากการที่รัฐบาลได้ดำเนินการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเพื่อให้เป็นประตูในการเดินทางเข้าสู่ประเทศไทย และเป็นศูนย์กลางการคมนาคมทางอากาศในภูมิภาค และมีขีดความสามารถในการให้บริการเทียบท่าสนามบินนานาชาติชั้นนำของโลก เพื่อให้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีความสมบูรณ์แบบในระดับนานาชาติ รัฐบาลได้จัดให้มีระบบรถไฟฟ้าเชื่อมระหว่างพื้นที่ธุรกิจของกรุงเทพมหานครกับท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารที่จะมาใช้บริการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิให้สามารถเดินทางได้ในเวลาอันรวดเร็ว บริการตรงต่อเวลา และเชื่อถือได้

ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้เลือกสถานีมักกะสัน/อโศก ที่สถานีมักกะสันจะให้บริการรถทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-Express (Suvarnabhumi Airport Express) เป็นระบบรถไฟฟ้าด่วนเชื่อมระหว่างสถานีรับส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมือง (City Air Terminal-CAT) ซึ่งตั้งอยู่ที่มักกะสันและปลายทางที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยจะจอดรับส่งผู้โดยสารเฉพาะสถานีต้นทางและปลายทางเท่านั้น มีระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางไม่เกิน 15 นาที จำนวน 4 ขบวนๆ ละ 4 ตู้โดยสาร และระบบรถไฟฟ้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-City Line (Suvarnabhumi Airport City Line) เป็นระบบรถไฟฟ้าที่บริการควบคู่กับรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ให้บริการระหว่างสถานีพญาไท ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับระบบรถไฟฟ้าบีทีเอส และสถานีปลายทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยจะจอดรับส่งผู้โดยสารตามสถานีปลายทางอีก 6 สถานี ซึ่งรวมถึงสถานีรับส่งผู้โดยสารท่าอากาศยานในเมืองด้วย มีระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางจากต้นทางถึงปลายทางไม่เกิน 30 นาที จำนวน 5 ขบวนๆ ละ 3 ตู้โดยสาร ดังแสดงในภาพที่ 16 - 18



ภาพที่ 16 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีมีกกะสัน/อโศก

ที่มา: แผนที่กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 17 ระบบรถไฟฟ้าด่วนท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-Express (Suvarnabhumi Airport Express)



ภาพที่ 18 ระบบรถไฟท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ SA-City Line (Suvarnabhumi Airport City Line)

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

เพื่อความสามารถในการประเมินถึงประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองต่าง ๆ กระบวนการรวบรวมข้อมูลจัดเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากข้อมูลที่ครบถ้วนและถูกต้องย่อมส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพสูงด้วย ในการศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลด้านกายภาพ (Physical Data) และข้อมูลด้านจราจร (Traffic Data) ดังนี้

2.1 ข้อมูลด้านกายภาพ (Physical Data) ประกอบด้วยข้อมูลลักษณะเรขาคณิต (Geometry)ของโครงข่าย เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลจำนวนช่องจราจร ลักษณะของช่องทาง ความกว้างความยาว โค้งราบ โค้งดิ่ง ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้รวบรวมได้จากกรมทางหลวง ในลักษณะของแปลนตามเลขที่สัญญาต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับเป็นไฟล์รูปภาพ (*.bmp) เพื่อใช้ในการ กำหนดตำแหน่งต่างๆในรูปแบบแผนที่ซ้อนทับ (Overlay) ซึ่งต้องทำการปรับเปลี่ยนขนาดของภาพ ให้มีขนาด 64x64(ขนาดเล็กสุด) 128x128 256x256 512x512 หรือ 1028x1028 พิกเซล (ขนาดใหญ่ สุด) โดยใช้โปรแกรมตกแต่งรูปภาพ เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายในส่วน Modeller ต่อไป

2.2 ข้อมูลด้านจราจร (Traffic Data) ในการศึกษาที่ใช้ข้อมูลในระดับทุติยภูมิ (Secondary Data) ประกอบด้วยข้อมูลการเดินทางต้นทางปลายทาง (O-D Trip) ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณการจราจร บริเวณทางแยกในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า 07.00-09.00 น. (ปี 2552) จากการรวบรวมข้อมูลด้านจราจร ซึ่งเป็นข้อมูลจากการสำรวจโดยสำนักงานการจราจรและการขนส่ง กรุงเทพมหานคร เมื่อปี 2552 ดัง แสดงไว้ในภาคผนวก ก

2.2.1 ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก

ปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษาซึ่งเป็นข้อมูลจากการสำรวจ โดยสำนักงานการจราจรและการขนส่ง กรุงเทพมหานคร ได้แก่ แยกพระราม 9 แยก อ.ส.ม.ท. แยก มารยาทดี แยก อโศก-เพชร และแยกมิตรสัมพันธ์ ซึ่งข้อมูลปริมาณการจราจรได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ก

2.2.2 ประเภทของขบวนยานในโครงข่ายถนนที่ศึกษา

ปริมาณการจราจรบนถนนจะประกอบไปด้วยขบวนยานชนิดต่างๆ หลายประเภท เช่นรถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง และรถบรรทุก เป็นต้น ขบวนยานเหล่านี้จะมีลักษณะและการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีผลกระทบที่ทำให้การจราจรติดขัดแตกต่างกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงแปลงขบวนยานแต่ละประเภทให้อยู่ในหน่วยมาตรฐานเสียก่อนคือ หน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) หลังจากนั้นจึงทำการรวมขบวนยานทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยหน่วย เทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล นี้จะเป็นตัวที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลระดับการให้บริการของถนน

ดังนั้นจะต้องมีการแปลงปริมาณการจราจรของขบวนแต่ละในช่วงเวลาที่ศึกษาเป็นหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (สนข.) สำหรับขบวนแต่ละประเภท เป็นดังนี้

- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	1.00
- รถปิคอัพ	1.00
- รถจักรยานยนต์	0.25
- รถสองแถว	1.00
- รถโดยสารขนาดเล็ก	1.50
- รถโดยสารขนาดกลาง	2.00
- รถโดยสารขนาดใหญ่	2.50
- รถสามล้อ	0.70
- รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1.00
- รถบรรทุกกลาง (6 ล้อ)	2.00
- รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10 ล้อขึ้นไปและรถพ่วง)	2.00

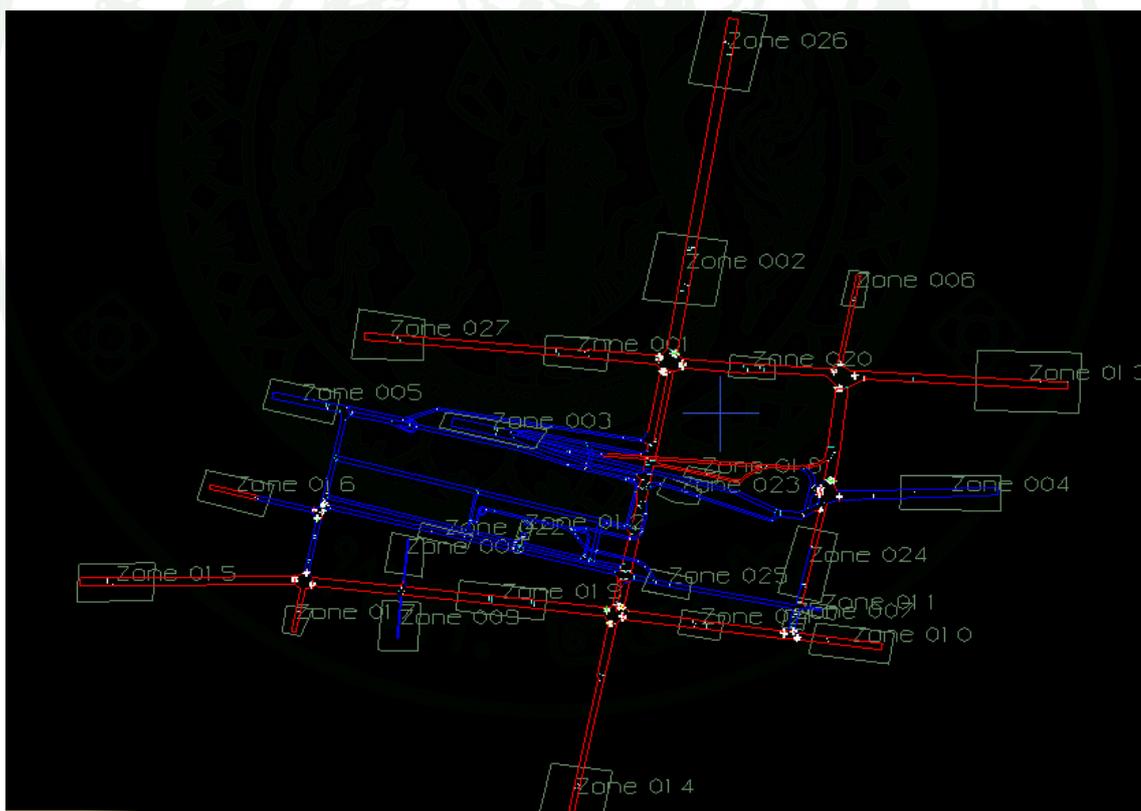
3. การพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองการจราจรในการศึกษารุ่นนี้ได้ใช้โปรแกรม Paramics ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ดีสามารถกำหนดลักษณะพฤติกรรมในระดับจุลภาค รวมไปถึงสามารถพัฒนาแบบจำลองที่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้งานในหลายประการ โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงกระบวนการในการพัฒนาแบบจำลองเป็นขั้นตอนโดยละเอียดประกอบด้วย

3.1 การสร้างโครงข่ายแบบจำลอง (Model Construction)

การสร้างโครงข่ายแบบจำลองโดยโปรแกรม Paramics มีขั้นตอนในการสร้างเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นให้สอดคล้องกับการขับขี่ เช่น การกำหนดมาตราส่วนใช้ระบบเมตริก คุณลักษณะช่องทาง ประเภทของถนน ประเภทของยานพาหนะ รวมถึงการกำหนดค่าพารามิเตอร์ด้านพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ได้แก่ ระยะห่างขบวน (Headway) และระยะเวลาตอบสนอง (Reaction time) เป็นต้น ขั้นตอนต่อไปคือการนำไฟล์รูปภาพ *.bmp หรือไฟล์ *.dxf ที่ได้รับการปรับขนาดแล้วมาใช้งานในส่วนซ้อนทับ (Overlay) แล้วทำการปรับตำแหน่งและขนาดอีกครั้งโดยเปรียบเทียบ

กับเส้นกรอบจัตุรัสที่โปรแกรมกำหนด (Grid Line) เมื่อรูปที่ได้มีความถูกต้องในด้านตำแหน่งและขนาดแล้วผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทำการวางตำแหน่งจุดอ้างอิง (Node) แล้วทำการเชื่อมจุดอ้างอิงด้วยเส้นทาง (Link) ซึ่งสามารถเลือกประเภทของเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ในส่วน Edit>>Categories นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดลักษณะเส้นทางในรูปแบบที่มีลักษณะพิเศษได้ เช่น การกำหนดช่องทางเดินรถโดยสาร ช่องทางพิเศษในการควบคุมประเภทยานพาหนะในการเข้าใช้ความเร็วจำกัด ฯลฯ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในส่วน Edit>>Restrictions และในขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการสร้างโครงข่ายคือการปรับเปลี่ยนเส้นขอบทาง เส้นหยุด เพิ่มเส้นทาง การเดินรถประจำทาง ป้ายรอรถประจำทาง ฯลฯ เพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นตามภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างลักษณะโครงข่ายทั่วไปและรายละเอียดของลักษณะเส้นทางบนโครงข่ายที่ทำการศึกษา เช่น โครงข่ายพื้นที่โดยรวม โครงข่ายบริเวณแยกต่างๆ โชนทางเข้า-ออก เครื่องตรวจวัดการจราจร เป็นต้น โดยใช้โปรแกรม Paramics



ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างโครงข่ายถนนและทางแยก

3.2 การสร้างสัญญาณไฟจราจร

ข้อมูลจังหวะสัญญาณไฟที่ใช้ในแต่ละทางแยก จากการสำรวจข้อมูลจังหวะสัญญาณไฟบริเวณแยกในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า 07.00-09.00 น. ซึ่งจากการสำรวจพบว่าจะใช้เจ้าหน้าที่ตำรวจเป็นผู้ควบคุมคอยปรับสัญญาณไฟตามปริมาณจราจร จึงทำให้ได้ข้อมูลจังหวะสัญญาณไฟจราจรไม่แน่นอน ทำให้ต้องใช้ข้อมูลจังหวะสัญญาณไฟจราจรแบบตั้งเวลาไว้แล้วนำมาวิเคราะห์ ซึ่งพอที่จะสรุปเป็นรอบสัญญาณไฟจราจรได้ในแต่ละทางแยกได้ดังแสดงในภาคผนวก ค

3.3 ยานพาหนะ (Vehicle)

การกำหนดลักษณะและสัดส่วนของยานพาหนะในโปรแกรม Paramics สามารถทำได้ในส่วน Edit>>Vehicle ดังแสดงในภาคผนวก ข ซึ่งการศึกษานี้ได้แปลงยานพาหนะชนิดต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน คือ หน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) หลังจากนั้นทำการรวมยอดยานทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลจะเป็นตัวที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลและระดับการให้บริการของถนน

3.4 พื้นที่ย่อยและตารางการเดินทาง (Zoning and Traffic Demand)

การกำหนดพื้นที่ย่อยต้นทาง – ปลายทางสำหรับการเดินทางในแบบจำลองโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษาซึ่งได้จัดแยกตามพื้นที่ย่อยตามทางเข้าและทางออกโดยแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็น 27 พื้นที่ ดังแสดงในภาคผนวก ง และได้ทำการกำหนดค่าปริมาณการเดินทางซึ่งเป็นข้อมูลในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าของวันทำการตั้งแต่ช่วงเวลา 07.00-09.00 น. ดังแสดงในภาคผนวกที่ ก ข้อมูลเหล่านี้จะทำการกำหนดเป็นตารางการเดินทางลงในไฟล์ชื่อ Demands และไฟล์ Profile เพื่อกำหนดการปล่อยยานพาหนะออกจากโชนเป็นช่วงเวลา ดังแสดงข้อมูลไฟล์ตัวอย่าง Demands และ Profile ในส่วนภาคผนวกที่ ข

3.5 การกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทาง (Assignment Techniques)

การกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทาง มีวิธีการที่สามารถเลือกได้คือ

1) วิธี All or Nothing วิธีนี้มีข้อสมมุติฐานว่าผู้ขับขี่เดินทางระหว่างโหนดต้นทางไปยังโหนดปลายทางด้วยเส้นทางเดียวที่ให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด วิธีดังกล่าวเหมาะสมสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก มีปริมาณการจราจรต่ำและไม่มีการเปลี่ยนเส้นทางตามสภาพการจราจร

2) วิธี Stochastic วิธีนี้จะคำนึงถึงความไม่แน่นอนในการเลือกใช้เส้นทางเดินทางซึ่งอาจจะมาจากการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการเดินทางโดยตั้งสมมุติฐานว่าแต่ละเส้นทางมีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอย่างสุ่มและผู้ขับขี่จะเลือกเส้นทางในการเดินทางโดยการพิจารณาค่าใช้จ่ายก่อนการเดินทาง เป็นต้น

3) วิธี Dynamics Feedback วิธีนี้มีสมมุติฐานว่าผู้ขับขี่มีความคุ้นเคยกับเส้นทางและพร้อมที่จะเปลี่ยนเส้นทางหากมีข้อมูลกลับมาถึงผู้ขับขี่ วิธีการนี้ทำให้ผู้ขับขี่มีการพิจารณาเส้นทางในการเดินทางอยู่ตลอดเวลาโดยการคำนวณหาค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดตามการรับรู้ที่ทันการณ์

การกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทางเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองทางด้านการจราจรในระดับจุลภาคเพื่อให้เกิดแบบจำลองที่สามารถอธิบายสภาพการจราจรได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง สำหรับการศึกษานี้ได้จำลองการเดินทางซึ่งเป็นโครงข่ายที่ไม่ซับซ้อน แต่ด้วยเหตุผลทางด้านสภาวะการจราจรติดขัดในบางช่วงเวลาบนโครงข่ายดังกล่าวได้เลือกวิธีการแจกแจงการเดินทางโดยวิธี All or Nothing วิธี Stochastic และวิธี Dynamics Feedback ร่วมกัน เนื่องจากได้คำนึงถึงปัจจัยในด้านความไม่แน่นอนในการเลือกใช้เส้นทางซึ่งอาจจะมาจากการพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการเดินทางและผู้ขับขี่มีความคุ้นเคยกับเส้นทางซึ่งพร้อมที่จะเปลี่ยนเส้นทางหากมีการแจ้งข้อมูลกลับมาถึงผู้ขับขี่ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ผู้ขับขี่ได้พิจารณาเส้นทางในการเดินทางอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุดตามการรับรู้ที่ทันการณ์

การกำหนดวิธีการแจกแจงการเดินทางในโปรแกรม Paramics จะทำการในส่วน Edit>Configuration>Assignment หรือทำการปรับแก้ได้โดยตรงจากไฟล์ Configuration ร่วมกับกา กำหนดค่าการรบกวน (Perturbation) และค่าความคุ้นเคย (Familiarity) ในไฟล์ Vehicles ดังแสดง

ในตัวอย่างไฟล์ Configuration และ Vehicles ซึ่งเป็นการกำหนดค่าการแจกแจงการเดินทางในภาคผนวก ข

4. การเปรียบเทียบแบบจำลอง

4.1 การเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Calibration and Validation)

ความถูกต้องและความสามารถในการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องผ่านการเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเพื่อให้มีความเชื่อถือมากที่สุด เนื่องจากแบบจำลองทางด้านการจราจรมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงจำนวนมาก อีกทั้งการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการพัฒนาแบบจำลอง ตัวแปรต่างๆล้วนเกิดจากการกำหนดค่าไว้แล้วทั้งสิ้น ซึ่งอาจมีความไม่เหมาะสมและถูกต้องตรงกับสภาพการจราจรที่เป็นจริงในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นการปรับแก้แบบจำลองรวมกับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองถือเป็นขั้นตอนที่ศึกษาต้องให้ความสำคัญ

4.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

เป้าหมายหลักในการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อให้แบบจำลองมีลักษณะเหมือนที่สถานะจริง ซึ่งมีขั้นตอนคือการปรับเทียบในกระบวนการวิเคราะห์จากแบบจำลอง ทำการตรวจสอบลักษณะ โครงข่ายร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการขับขี่ สภาพแวดล้อมทั่วไปของแบบจำลองที่ไม่น่าจะเกิดขึ้นและผิดแผกจากความจริง ซึ่งดำเนินการในส่วน Modeller ในการตรวจสอบเบื้องต้นสามารถปรับแก้ปัญหาโดยการปรับเส้นหยุดซึ่งเป็นตัวกำหนดขอบเขตในแต่ละช่วง (Link) การปรับเส้นขอบทาง การควบคุมการเลี้ยว การให้สิทธิในช่องทาง อีกทั้งการปรับเปลี่ยนรูปแบบการกระจายพฤติกรรมการขับขี่

หลังจากที่ได้ทำการปรับเทียบในขั้นต้นแล้วกระบวนการปรับเทียบโดยใช้การทดสอบผลลัพธ์ของแบบจำลอง คือการประมวลผลแบบจำลองโดยการเปลี่ยนค่าตั้งต้น (Seed) และการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ค่าระยะห่างระหว่างรถ (Mean Headway) และระยะเวลาตอบสนอง (Reaction Time) เพื่อให้ได้ผลถูกต้องตามหลักสถิติ ทั้งนี้ในการปรับเปลี่ยน

ค่าพารามิเตอร์นั้นผู้ใช้สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรหลักในแบบจำลองพื้นฐาน เช่น เปลี่ยนแบบจำลองเคลื่อนที่ของรถ (Car Following Model) แบบจำลองการเปลี่ยนช่องทาง (Lane Changing Model) แบบจำลองการยอมรับระยะห่างระหว่างรถ (Gap Acceptance Model) ในโปรแกรม Paramics ผ่าน Programmer เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับแต่ละพื้นที่ได้ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ถือว่าเป็นตัวแปรทางด้านทฤษฎีที่มีความละเอียดสูงและมีหลายตัวแปร ซึ่งต้องอาศัยเวลาในการปรับเปลี่ยนแบบจำลองดังกล่าว อีกทั้งใช้เวลาในการศึกษามาก การปรับแก้แบบจำลองสำหรับการศึกษารั้งจึงเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญเพียง 2 ตัวแปร ได้แก่ ค่าระยะห่างระหว่างรถและระยะเวลาตอบสนอง (Yonel *et al.*, 2002)

ค่าเดิมที่โปรแกรมกำหนดสำหรับค่าระยะห่างระหว่างรถและระยะเวลาตอบสนองคือ 1.0 วินาที แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Highway Capacity Manual 1985 ได้ให้ค่าระยะห่างระหว่างรถเท่ากับ 2.0 วินาที การศึกษาของ Johansson *et al.*(1971) แนะนำว่าค่าระยะเวลาตอบสนองควรอยู่ระหว่าง 0.3-2.0 วินาที สำหรับการศึกษาครั้งนี้ค่าพารามิเตอร์ทั้งสองเป็นค่าที่ได้ศึกษาในต่างประเทศอาจมีความไม่เหมาะสมสำหรับพฤติกรรมจราจรที่แท้จริงของประเทศไทย แต่ทั้งนี้ได้มีการศึกษาในด้านการประเมินระบบควบคุมสัญญาณไฟแบบเป็นพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร ด้วยการจำลองคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการศึกษาในพื้นที่ยานธุรกิจพบว่าให้ค่าระยะห่างระหว่างรถเท่ากับ 1.3 วินาทีและระยะเวลาตอบสนองเท่ากับ 1.3 วินาที โดยในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษากับโครงข่ายถนนซึ่งเป็นพื้นที่ยานธุรกิจแถบชานเมือง ซึ่งมีปริมาณจราจรหนาแน่นน้อยกว่า และจากการศึกษาของเอกรินทร์(2546) ได้ทำการศึกษาระบบทางพิเศษพบว่าได้ระยะห่างระหว่างรถเท่ากับ 0.8 วินาที และค่าระยะเวลาตอบสนองเท่ากับ 0.8 วินาที และเพื่อความเหมาะสม จึงได้ทำการศึกษาค่าทั้งสองอีกครั้งโดยอาศัยช่วงที่มีการศึกษาไว้แล้วดังที่ได้กล่าวมา

การทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้องในการศึกษานี้มีกระบวนการ คือการปรับเปลี่ยนค่าระยะห่างระหว่างรถและระยะเวลาตอบสนองในการประมวลผลแต่ละครั้งร่วมกับการเปลี่ยนค่าตั้งต้น (Seed) โดยผลที่นำมาวิเคราะห์คือ ค่าปริมาณการจราจรและค่าความเร็วโดยเฉลี่ยบนถนนสายหลักของโครงข่ายที่ทำการศึกษา

1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)

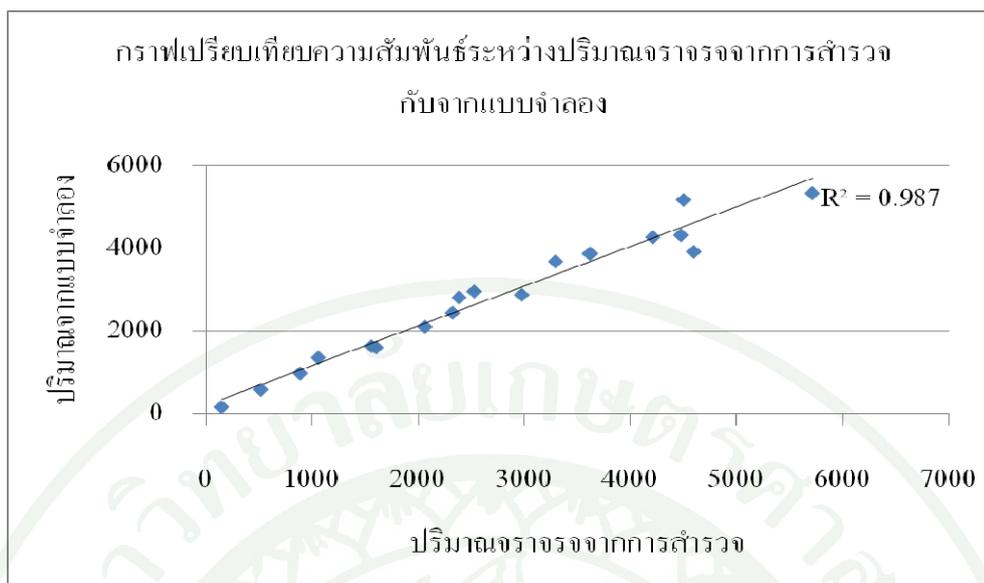
การปรับเทียบแบบจำลอง มีเป้าหมายหลักเพื่อให้แบบจำลองมีลักษณะเหมือนที่สถานะจริง โดยการประมวลผลแบบจำลองโดยการเปลี่ยนค่าตั้งต้น (Seed) และการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ค่าระยะห่างระหว่างรถ (Mean Headway) เท่ากับ 0.8 วินาที และระยะเวลาตอบสนอง (Reaction Time) เท่ากับ 0.8 วินาที ตรวจสอบความถูกต้อง ในการจะนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับ ปริมาณการจราจรเนื่องจากสามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจนและเก็บข้อมูลเปรียบเทียบได้ง่ายโดยสามารถนำข้อมูลปริมาณจราจรที่ผ่านแยกที่ถูกรวบรวมไว้แล้ว และค่าความแตกต่างกันของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองและจากการสำรวจนั้นมีค่าไม่เกินร้อยละ 20 และให้ค่า $R^2 = 0.985$ แสดงว่าแบบจำลองสามารถจำลองสภาพการจราจรได้ใกล้เคียงกับความจริงในระดับที่ยอมรับได้ ตารางที่ 13 และภาพที่ 20 แสดงการนำค่าจากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับค่าจากการสำรวจเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในกรณีศึกษา

ตารางที่ 13 การปรับเทียบปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกจากแบบจำลองและจากการสำรวจปี 2553

ชื่อถนน	ทิศทาง	1.แยกพระราม 9		ความแตกต่าง (%)
		สำรวจ	แบบจำลอง	
รัชดาภิเษก	SB	4,602	3,989	-15
พระราม 9	WB	2,070	2,079	0
อโศก-ดินแดง	NB	4,217	3,803	-11
ดินแดง	EB	2,391	2,565	7
2.แยก อ.ส.ม.ท.				
ชื่อถนน	ทิศทาง	ปริมาณรถเฉลี่ย		ความแตกต่าง (%)
		สำรวจ	แบบจำลอง	
พระราม 9 ซอย 7	SB	523	32	-21
พระราม 9 ขาเข้า	WB	3,620	3,914	8
เพชรอุทัย	NB	1,066	1,263	16
พระราม 9 ขาออก	EB	3, 630	3,114	-17

ตารางที่ 13 (ต่อ)

3.แยก อโศก-เพชร				
ชื่อถนน	ทิศทาง	ปริมาณรถเฉลี่ย		ความแตกต่าง (%)
		สำรวจ	แบบจำลอง	
อโศก-ดินแดง	SB	4,506	4,861	7
เพชรบุรีฯเข้า	WB	2,330	2,363	1
อโศกมนตรี	NB	1,567	1,634	4
เพชรบุรีฯออก	EB	1,610	1,545	-4
4.แยก มิตรสัมพันธ์				
ชื่อถนน	ทิศทาง	ปริมาณรถเฉลี่ย		ความแตกต่าง (%)
		สำรวจ	แบบจำลอง	
นิคมมักกะสัน	SB	895	976	8
เพชรบุรีฯเข้า	WB	4,481	5,065	12
สุขุมวิท 3	NB	-	-	-
เพชรบุรีฯออก	EB	5,717	5,363	-7
5.แยก มาราชาดี				
ชื่อถนน	ทิศทาง	ปริมาณรถเฉลี่ย		ความแตกต่าง (%)
		สำรวจ	แบบจำลอง	
เพชรอุทัย	SB	3,300	3,404	3
จตุรทิศ	WB	2,982	3,033	2
เพชรอุทัย	NB	154	165	7
ลงทางด่วน	EB	2,534	2,864	12



ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรจากการสำรวจกับแบบจำลอง

5. การออกแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ประเมินผลกระทบทางด้านจราจรที่เกิดจากโครงการสร้างระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง สถานีมักกะสัน/อโศก โดยใช้แบบจำลองด้านจราจรชนิด Simulation ด้วยโปรแกรม Paramics เพื่อจำลองโครงข่ายถนนและสภาพการจราจรปี 2553-2560 ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยทำการปรับเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรปี 2552 แล้วขยายปริมาณจราจรเป็นปี 2553 ให้ได้เป็นกรณีฐาน (Base Case)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบทางด้านจราจรระหว่างกรณีไม่มีโครงการสร้างระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง สถานีมักกะสัน/อโศก และมีโครงการที่ความจุต่างๆด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Measure of Effectiveness , MOE) ที่ประมวลผลได้จากโปรแกรม Paramics เช่น เวลาหยุดนิ่งเฉลี่ย อย่างไรก็ตามการศึกษาได้ทำการจำลองสถานการณ์ออกเป็น 6 กรณีศึกษาดังนี้

กรณีที่ 1 ก่อนโครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก ให้บริการ ปี 2553

กรณีที่ 2 โครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก เปิดให้บริการ ปี 2553

กรณีที่ 3 มีโครงการก่อสร้าง สะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาเข้าสู่สถานี และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ ปี 2555

กรณีที่ 4 ไม่มีกรณีที่ 3 ปี 2555

กรณีที่ 5 มีโครงการก่อสร้าง สะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาเข้าสู่สถานี และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ ปี 2560

กรณีที่ 6 ไม่มีกรณีที่ 5 ปี 2560

แนวทางในการศึกษาครั้งนี้คือการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์จำลองสภาพจราจร การควบคุมการจราจรและปริมาณการจราจรในแต่ละปี โดยทั้ง 6 กรณีจะมีปริมาณจราจรที่แตกต่างกัน กล่าวคือ อัตราการเพิ่มของปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าในกรุงเทพฯ ช่วงปี 2551-2555 เท่ากับ ร้อยละ 1.57 ต่อปี ช่วงปี 2555-2560 เท่ากับ ร้อยละ 2.79 ต่อปี ซึ่งอัตราการเพิ่มปริมาณจราจรนี้นำมาจากโครงการ พัฒนาระบบฐานข้อมูล ข้อเสนอแนะและแบบจำลองเพื่อบูรณาการพัฒนาระบบขนส่งและจราจรการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบโลจิสติกส์ (TDML) จากนั้นทำการเก็บและรวบรวมตัวชี้วัดประสิทธิภาพประเภท ความล่าช้า เป็นต้น มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละกรณีเพื่อประเมินผลกระทบทางด้านการจราจรจากการเกิดโครงการสร้างระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง สถานีมักกะสัน/อโศก

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง

ในการเปรียบเทียบผลกระทบด้านการจราจรระหว่างมีและไม่มีโครงการก่อสร้างสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง โดยอาศัยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) โดยใช้ค่า ความยาวแถวคอยสูงสุด เวลาหยุดนิ่ง และความเร็ว ซึ่งจำแนกการศึกษาออกเป็น 6 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 ก่อนโครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก ให้บริการ ปี 2553

กรณีที่ 2 โครงการก่อสร้างสถานีมักกะสัน/อโศก ให้บริการ ปี 2553

กรณีที่ 3 มีโครงการก่อสร้าง สะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลีย่วขวาเข้าสู่สถานี และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ ปี 2555

กรณีที่ 4 ไม่มีกรณีที่ 3 ปี 2555

กรณีที่ 5 มีโครงการก่อสร้าง สะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลีย่วขวาเข้าสู่สถานี และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสู่สถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ ปี 2560

กรณีที่ 6 ไม่มีกรณีที่ 5 ปี 2560

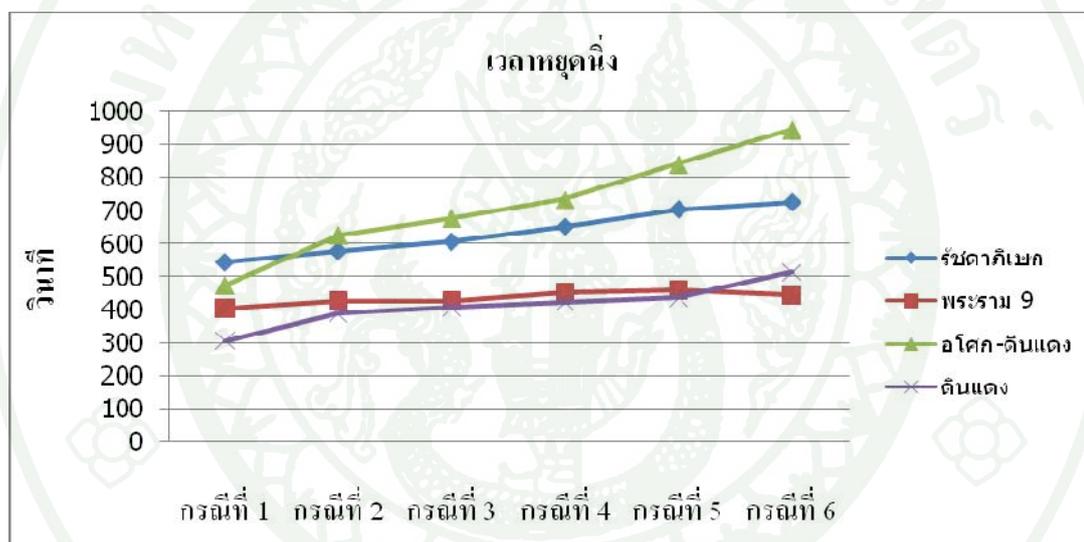
การประเมินผลกระทบการจราจรบริเวณทางแยก

1. แยกพระราม 9

ผลที่ได้จากแบบจำลองได้นำเสนอตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง

ตารางที่ 14 เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกพระราม 9

ทิศทาง	เวลาหยุดนิ่ง					
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6
SB	545.4	578.8	607.2	652.6	704.7	726.3
WB	406.1	426.3	428.8	454.4	460.4	446.6
NB	474.6	627.4	679.2	736.2	842.1	946.7
EB	307	389.1	409.2	424.8	439	514.5



ภาพที่ 21 กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกพระราม 9

จากการศึกษาพบว่าในทิศทางมุ่งทิสได้ (SB) ดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 21 แสดงให้เห็นว่าทิศทางนี้มีปริมาณจราจรหนาแน่นในช่วงเร่งด่วนเช้า โดยส่วนมากจะมุ่งสู่เข้าถนนอโศก-ดินแดง และมุ่งหน้าเข้าเมือง ผ่านแยกอโศกเพชร ในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งของรถมีค่า 545.40 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการในปีเดียวกัน กรณีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 578.8 วินาที กรณีที่ 3 เป็นกรณีที่มีโครงการก่อสร้างสะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ และสร้างจุดกลับรถได้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ มีค่า 607.2 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 มีค่า 652.6 วินาที กรณีที่ 5 มีค่า 704.7 วินาทีและกรณีที่ 6 มีค่า 726.3 วินาที

ในทิศทางมุ่งทิศตะวันตก (WB) ซึ่งรถส่วนมากจะมุ่งเข้าถนนดินแดงและเลี้ยวขวาเข้าถนนรัชดาภิเษกขาออก ตามลำดับ กรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 406.1 วินาที เปรียบเทียบกับ กรณีที่ 2 มีค่าสูงกว่าคือมีค่า 426.3 วินาที กรณีที่ 3 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 607.2 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่ากรณีที่ 4 มีค่า 652.6 วินาที ในส่วนของกรณีที่ 5 และกรณีที่ 6 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 704.7 วินาที และ 726.3 วินาที ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 21

ในส่วนของรถที่มุ่งทิศเหนือ (NB) ก็คือรถที่มาจากถนนอโศก-ดินแดง ขาออก ซึ่งจะมีปริมาณรถหนาแน่นมาก ส่วนมากแล้วรถจะตรงเข้าถนนรัชดาภิเษกและเลี้ยวขวาเข้าถนนพระราม 9 ขาออกตามลำดับ จากการเก็บข้อมูลที่แยกพระราม 9 พบว่ารถที่มาจากทิศทางนี้จะได้รับสัญญาณไฟเขียวที่นานมากรองมาจากทิศทาง SB ที่มีปริมาณจราจรมากกว่า จากการศึกษพบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งใน กรณีที่ 1 มีค่า 474.6 วินาที น้อยกว่า กรณีที่ 2 ที่มีค่า 627.7 วินาที ส่วนกรณีที่ 3 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ที่มีค่า 679.2 วินาที และ 736.2 วินาที ตามลำดับ กรณี 5 มีค่า 842.1 วินาที มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ 6 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันที่มีค่า 946.7 วินาที แสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 21

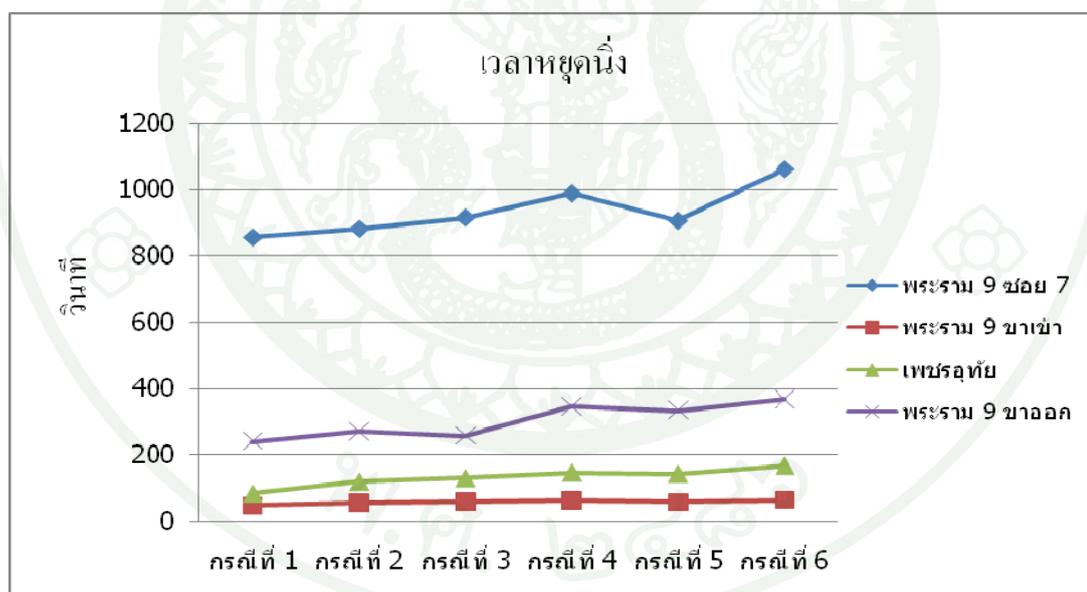
สำหรับรถที่มุ่งทิศตะวันออก (EB) ซึ่งเป็นรถที่มาจากถนนดินแดง ส่วนมากจะเลี้ยวซ้ายเข้าถนนรัชดาภิเษก ส่วนที่ตรงเข้าพระราม 9 และเลี้ยวขวาเข้าถนน อโศก-ดินแดง มีปริมาณใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่า 307.0 วินาทีน้อยกว่ากรณีที่ 2 ที่มีค่า 389.1 วินาที กรณีที่ 3 มีค่า 409.2วินาที กรณีที่ 4 มีค่า 424.8 วินาที ส่วนกรณีที่ 5 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 6 มีค่า 439.0 วินาทีและ 514.5 วินาทีตามลำดับ โดยปรกติแล้วแยกพระราม 9 จะมีปริมาณรถผ่านเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน ดังนั้นค่าเวลาหยุดนิ่งจึงมีค่าสูงมากในทุกทิศทาง แสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 21

2. แยก อ.ส.ม.ท.

ผลที่ได้จากแบบจำลองได้นำเสนอตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง

ตารางที่ 15 เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยก อ.ส.ม.ท.

ทิศทาง	เวลาหยุดนิ่ง(วินาที)					
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6
SB	856.9	882.5	916.1	988.7	906.7	1061.6
WB	45.6	53.6	57.6	61	56.6	62.6
NB	82.8	118.3	129	146.1	142.5	167.4
EB	239.4	269.9	256.7	344.2	332.8	366.6



ภาพที่ 22 กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยก อ.ส.ม.ท.

จากการศึกษาพบว่าในทิศทางมุ่งทิศใต้ (SB) ถนนพระราม 9 ซอย 7 มีปริมาณจราจรน้อยที่สุดในทุกทิศทางที่วิ่งเข้าแยก อ.ส.ม.ท. ส่งผลทำให้เวลาในการรอสัญญาณไฟเขียวนาน จึงทำให้มีค่าหยุดนิ่งนานที่สุด ในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งของรถมีค่า 856.9 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการในปีเดียวกัน กรณีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น

882.5 วินาที ในกรณีต่อมานั้นปริมาณจราจรก็เพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจร ส่งผลต่อเวลาหยุดนิ่งในทิศทางนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้นคือกรณีที่ 3 เป็นกรณีที่มีโครงการก่อสร้างสะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ มีค่า 916.1 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 มีค่า 988.7 วินาที กรณีที่ 5 มีค่า 906.7 วินาทีและกรณีที่ 6 มีค่า 1,061 วินาที แสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 22

จากตารางที่ 15 และภาพที่ 22 ในทิศทางมุ่งทิศตะวันตก (WB) เป็นถนนพระราม 9 ขาเข้า ซึ่งรถส่วนมากจะมุ่งไปแยกพระราม 9 เป็นทิศทางที่ได้รับสัญญาณไฟเขียวเป็นเวลานานที่สุดเพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณรถที่มากที่สุดใช้เส้นทางนี้ กรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 45.6 วินาที เปรียบเทียบกับ กรณีที่ 2 มีค่าสูงกว่าคือมีค่า 53.6 วินาที กรณีที่ 3 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 57.6 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่ากรณีที่ 4 มีค่า 61.0 วินาที ในส่วนของกรณีที่ 5 และกรณีที่ 6 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 56.6 วินาที และ 62.6 วินาที ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าเวลาหยุดนิ่งในทิศทางนี้มีความแตกต่างกันน้อย อาจเป็นเพราะว่าทิศทางนี้มีปริมาณรถที่คาดว่าจะเข้ามาใช้ สถานีมักกะสัน/อโศก ในจำนวนค่อนข้างน้อยและอาจจะเกิดมาจากทิศทางนี้ได้รับเวลาสัญญาณไฟมากกว่าทิศทางอื่นมากทำให้รถไม่ต้องรอสัญญาณไฟจราจรนาน

ในส่วนของรถที่มุ่งทิศเหนือ (NB) คือรถที่มาจากเพชรอุทัย ซึ่งปริมาณรถส่วนมากจะมาจากกรณีที่วิ่งลงจากทางด่วนชั้นที่ 2 รถเกือบทั้งหมดจะเลี้ยวขวาเข้าถนนพระราม 9 ขาออก จากการศึกษาพบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งใน กรณีที่ 1 มีค่า 45.6 วินาที น้อยกว่า กรณีที่ 2 ที่มีค่า 53.6 วินาที ส่วนกรณีที่ 3 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ที่มีค่า 57.6 วินาที และ 61.0 วินาที ตามลำดับ กรณี 5 มีค่า 56.6 วินาที มีค่าน้อยกว่า กรณีที่ 6 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันที่มีค่า 62.6 วินาที ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 22

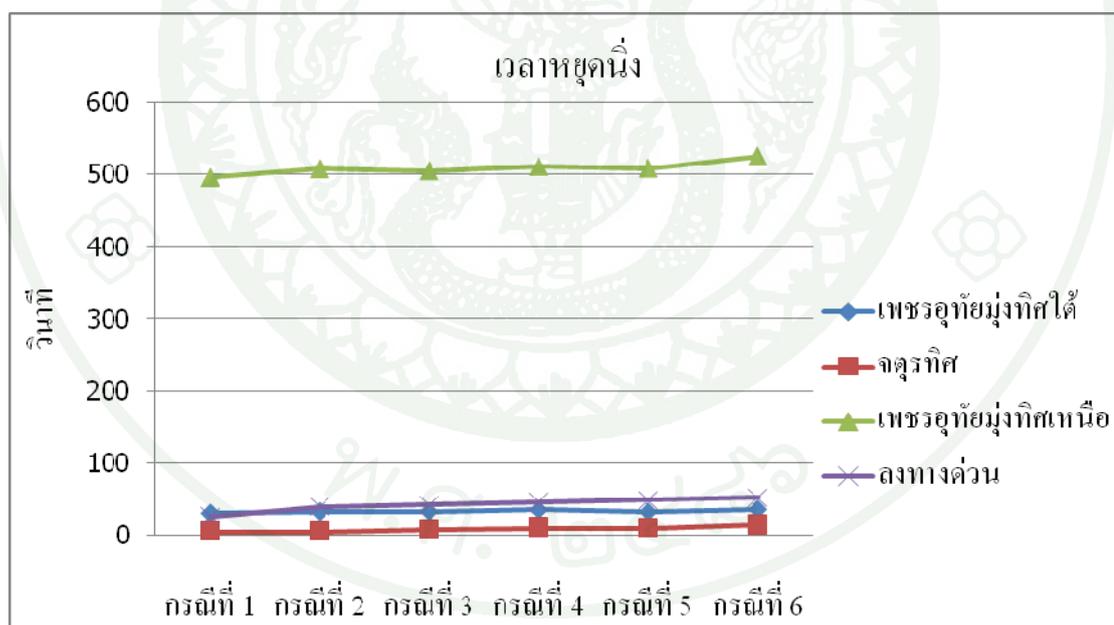
สำหรับรถที่มุ่งทิศตะวันออก (EB) ซึ่งเป็นรถที่มาจากถนนพระราม 9 ขาออก ส่วนมากจะวิ่งตรงไปและเลี้ยวขวาเข้าเพชรอุทัยมีปริมาณใกล้เคียงกันซึ่งมีปริมาณที่ไม่มากนัก ทิศทางนี้จะมีรถที่ออกจากสถานี มักกะสัน/อโศก ผ่านเพื่อที่จะไปแยกมารยาทดีในอัตราที่ค่อนข้างสูง ทำให้ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าสูงถ้าเปรียบเทียบกับทิศทางที่มีปริมาณจราจรใกล้เคียงกัน คือ กรณีที่ 1 มีค่า 239.4 วินาที น้อยกว่ากรณีที่ 2 ที่มีค่า 269.9 วินาที กรณีที่ 3 มีค่า 256.7 วินาที กรณีที่ 4 มีค่า 344.2 วินาที ส่วนกรณีที่ 5 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 6 มีค่า 332.8 วินาทีและ 366.6 วินาทีตามลำดับ ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 22

3. แยกมารยาดี

ผลที่ได้จากแบบจำลองได้นำเสนอตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง

ตารางที่ 16 เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมารยาดี

ทิศทาง	เวลาหยุดนิ่ง					
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6
SB	31.1	33.4	33.5	35.7	33.1	36.5
WB	5.5	5.8	8.5	10.7	10.1	14.8
NB	496.5	509	506	512.4	509.8	526.7
EB	26.3	39.6	42.6	46.5	49.6	52.4



ภาพที่ 23 กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมารยาดี

จากผลการศึกษาดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23 พบว่าในทิศทางมุ่งทิศใต้ (SB) ถนนเพชรอุทัย (มุ่งทิศใต้) เป็นถนนที่มีช่องจราจร 4 ช่องจราจร สามารถรองรับปริมาณจราจรที่วิ่งมาจากแยก อ.ส.ม.ท. ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าต่ำ ในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งของกรณีค่า

31.1 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่โครงการรถไฟฟ้ามหานครเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการในปีเดียวกัน กรณีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 33.4 วินาที ในกรณีต่อมานั้นปริมาณจราจรก็เพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจร ส่งผลต่อเวลาหยุดนิ่งในทิศทางนี้ยังเพิ่มมากขึ้นคือกรณีที่ 3 เป็นกรณีที่มีโครงการก่อสร้างสะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ มีค่า 33.5 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 มีค่า 35.7 วินาที กรณีที่ 5 มีค่า 33.1 วินาทีและกรณีที่ 6 มีค่า 36.5 วินาที จากผลการศึกษาพบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งในทิศทางนี้มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก อาจเกิดมาจากสาเหตุเพราะว่าทิศทางนี้เป็นทิศทางที่มาจากแยก อ.ส.ม.ท. ซึ่งมีระยะทางที่ไม่ไกลกันมากนักอาจเป็นเหตุผลให้ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าต่ำ

ในทิศทางมุ่งทิศตะวันตก (WB) เป็นถนนจตุรทิศซึ่งเป็นทิศทางที่มีปริมาณรถผ่านแยกมากที่สุดในทุกทิศทางที่วิ่งเข้าแยก จึงได้รับสัญญาณไฟเขียวเป็นเวลานานที่สุดประกอบกับมีการอนุญาตให้รถเลี้ยวซ้ายผ่านตลอด ส่งผลให้เวลาหยุดนิ่งของรถในทิศทางนี้ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับทิศทางอื่น ที่มีปริมาณรถน้อยกว่า ดังแสดงในกรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 5.5 วินาที เปรียบเทียบกับ กรณีที่ 2 มีค่าสูงกว่าคือมีค่า 5.8 วินาที กรณีที่ 3 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 8.5 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่ากรณีที่ 4 มีค่า 10.7 วินาที ในส่วนของกรณีที่ 5 และกรณีที่ 6 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 10.1 วินาที และ 14.8 วินาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23

ในส่วนของรถที่มุ่งทิศเหนือ (NB) คือรถที่มาจากเพชรอุทัย (มุ่งทิศเหนือ) ซึ่งมีปริมาณรถน้อยมากส่งผลให้รถในทิศทางนี้ต้องรอสัญญาณไฟเขียวเป็นเวลานาน จึงทำให้เวลาหยุดนิ่งมีค่าสูงที่สุดในทุกทิศทางคือใน กรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่า 496.5 วินาที น้อยกว่า กรณีที่ 2 ที่มีค่า 509.0 วินาที ส่วนกรณีที่ 3 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ที่มีค่า 506.0 วินาที และ 512.4 วินาที ตามลำดับ กรณี 5 มีค่า 509.8 วินาที มีค่าน้อยกว่า กรณีที่ 6 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันที่มีค่า 526.7 วินาที ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23

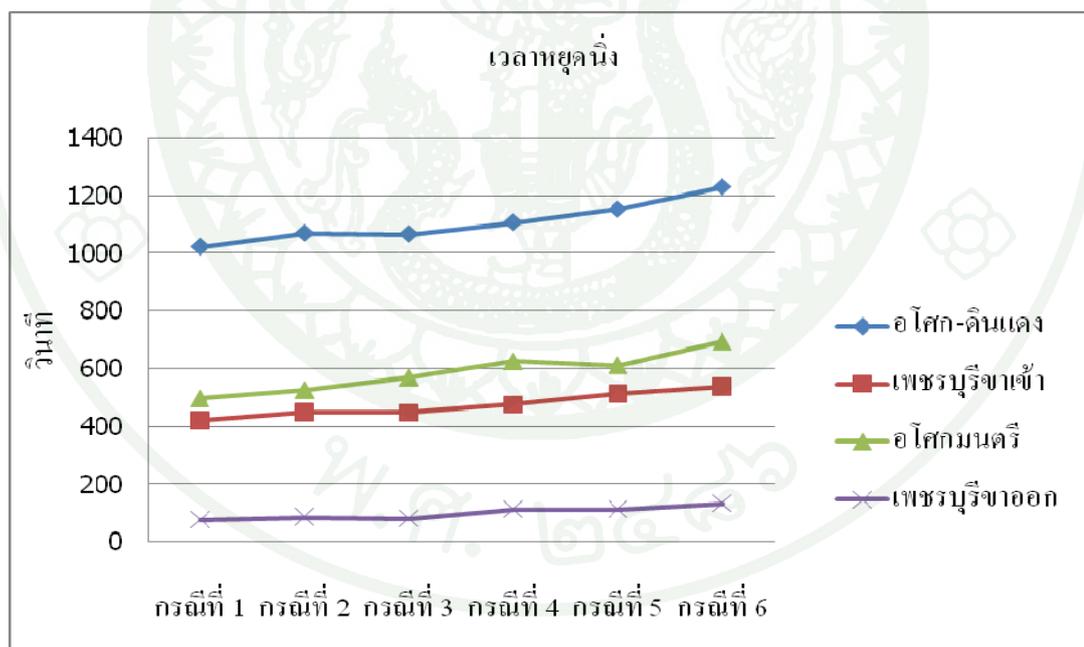
สำหรับรถที่มุ่งทิศตะวันออก (EB) ซึ่งเป็นรถที่มาจากถนนอโศก-ดินแดงขาเข้าและรถที่ลงจากทางด่วนชั้นที่ 2 ส่วนมากจะวิ่งตรงไปเข้าถนนจตุรทิศและเลี้ยวขวาเข้าเพชรอุทัย ผลการศึกษาพบว่ากรณีที่ 1 มีค่าค่าเวลาหยุดนิ่ง 26.3 วินาทีน้อยกว่ากรณีที่ 2 ที่มีค่า 39.6 วินาที กรณีที่ 3 มีค่า 42.6 วินาที กรณีที่ 4 มีค่า 46.5 วินาที ส่วนกรณีที่ 5 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 6 มีค่า 49.6 วินาที และ 52.4 วินาทีตามลำดับ ดังตารางที่ 16 และภาพที่ 23

4. แยกอ โศก-เพชร

ผลที่ได้จากแบบจำลองได้นำเสนอตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง

ตารางที่ 17 เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกอ โศก-เพชร

ทิศทาง	เวลาหยุดนิ่ง(วินาที)					
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6
SB	1,022.3	1,070	1,067.1	1,107.8	1,153.6	1,231.5
WB	423	452.6	449.3	478.1	515.1	540.1
NB	498.9	528	571.2	626.9	613.4	696.1
EB	77.4	86.8	79.8	113.4	112.3	133



ภาพที่ 24 กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกอ โศก-เพชร

จากผลการศึกษาดังตารางที่ 17 และภาพที่ 24 พบว่าในทิศทางมุ่งทิศใต้ (SB) ถนนอโศก-ดินแดง มีปริมาณรถจำนวนมาก ซึ่งรถส่วนมากจะมาจากแยกพระราม 9 จากแยกมารยาทดี และรถที่ลงมาจากทางด่วนชั้นที่ 2 รถโดยส่วนมากจะวิ่งตรงเข้าถนนอโศกมนตรีฯเข้าซึ่งเป็นย่านธุรกิจมีจุดเชื่อมต่อกันเป็นจำนวนมากส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด รวมไปถึงเป็นถนนที่รองรับปริมาณรถที่จะเข้า-ออกสถานีมักกะสัน/อโศก หลังเปิดให้บริการ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อค่าเวลาหยุดนิ่งของรถในทิศทางนี้ที่ผ่านแยกอโศก-เพชร เป็นอย่างมากดังแสดงค่าที่ได้จากการศึกษาพบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งของรถในทิศทางนี้มีค่ามากที่สุดในทุกทิศทางที่วิ่งเข้าแยกอโศก-เพชร กรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งของรถมีค่า 1,022.3 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการในปีเดียวกัน กรณีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1,070.0 วินาที ในกรณีต่อมานั้นปริมาณจราจรก็เพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจร ส่งผลต่อเวลาหยุดนิ่งในทิศทางนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้นคือกรณีที่ 3 มีค่า 1,067.1 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 มีค่า 1,107.8 วินาที กรณีที่ 5 มีค่า 1,153.6 วินาทีและกรณีที่ 6 มีค่า 1,231.5 วินาที

ในทิศทางมุ่งทิศตะวันตก (WB) เป็นถนนเพชรบุรีฯเข้ามีปริมาณจราจรสูงเช่นเดียวกันกับรถที่มาจากทิศ SB โดยที่ก่อนถึงทางแยกถนนจะลดจำนวนช่องจราจรลงก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดรถใช้ความเร็วได้ต่ำ ค่าอัตราส่วนของรถที่คาดว่าจะเข้ามาสถานีมักกะสัน/อโศก มีค่าเพียงร้อยละ 3 เท่านั้นอาจเป็นเพราะว่าทิศทางนี้มีสถานีรถไฟฟ้า ARL รวมค่าแห่งอยู่ใกล้เคียงกันจึงมีค่าอัตราส่วนที่ค่าเวลาหยุดนิ่งของรถในกรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 423.0 วินาที เปรียบเทียบกับ กรณีที่ 2 มีค่าสูงกว่าคือมีค่า 452.6 วินาที กรณีที่ 3 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 449.3 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่ากรณีที่ 4 มีค่า 478.1 วินาที ในส่วนของกรณีที่ 5 และกรณีที่ 6 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 515.1 วินาที และ 540.1 วินาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 17 และภาพที่

24

ในส่วนของรถที่มุ่งทิศเหนือ (NB) คือถนนอโศกมนตรีมีปริมาณจราจรสูง รถส่วนมากจะวิ่งตรงเข้าถนนอโศก-ดินแดงขาออกและเลี้ยวซ้ายเข้าถนนเพชรบุรีฯเข้า ตามลำดับเนื่องจากถนนอโศกมนตรีฯออกนี้เป็นถนนที่มีช่องจราจรเพียงแค่ 2 ช่องจราจร และมีจุดเชื่อมต่อหลายจุดดังนั้นค่าเวลาหยุดนิ่งจึงมีค่าสูงดังแสดงในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่า 498.9 วินาที น้อยกว่า กรณีที่ 2 ที่มีค่า 528.0 วินาที ส่วนกรณีที่ 3 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ที่มีค่า 571.2 วินาที และ 626.9 วินาที ตามลำดับ กรณี 5 มีค่า 613.4 วินาที ค่าน้อยกว่า กรณีที่ 6 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันที่มีค่า 696.1 วินาที ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 24

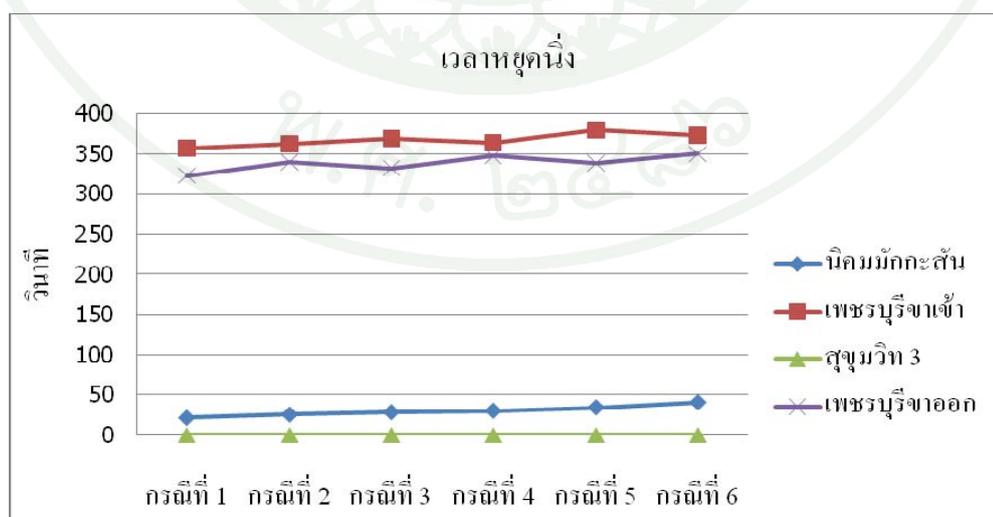
สำหรับรถที่มุ่งทิศตะวันออก (EB) คือถนนเพชรบุรีขาออกโดยรถมาจากแยกมิตรสัมพันธ์ รถส่วนมากจะใช้สะพานข้ามแยกเพื่อตรงไปทางแยกพร้อมพงษ์ และเลี้ยวขวาเข้าถนนอโศกมนตรี และทิศทางนี้ไม่มีรถเข้าใช้ ARL ผ่าน ดังนั้นค่าเวลาหยุดนิ่งของรถในทิศทางนี้จึงมีค่าไม่สูงนัก ผลการศึกษาพบว่ากรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 77.4 วินาที น้อยกว่ากรณีที่ 2 ที่มีค่า 86.8 วินาที กรณีที่ 3 มีค่า 79.8 วินาที กรณีที่ 4 มีค่า 113.4 วินาที ส่วนกรณีที่ 5 เปรียบเทียบกับกรณีที่ 6 มีค่า 112.3 วินาทีและ 133.0 วินาทีตามลำดับ ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 24

5. แยกมิตรสัมพันธ์

ผลที่ได้จากแบบจำลองได้นำเสนอตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (MOE) ได้แก่ เวลาหยุดนิ่ง

ตารางที่ 18 เวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมิตรสัมพันธ์

ทิศทาง	เวลาหยุดนิ่ง(วินาที)					
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5	กรณีที่ 6
SB	21.6	25.65	28.65	30.4	34.5	40.85
WB	357.6	362.7	369	364.4	379.9	373.3
NB	0	0	0	0	0	0
EB	323.2	339.9	332.45	347.9	338.5	350



ภาพที่ 25 กราฟแสดงเวลาหยุดนิ่งบริเวณแยกมิตรสัมพันธ์

จากผลการศึกษาดังตารางที่ 18 และภาพที่ 25 พบว่าในทิศทางมุ่งทิศใต้ (SB) เป็นรถที่มาจากถนนนิคมมักกะสันมีปริมาณรถผ่านแยกน้อย และเนื่องจากแยกมิตรสัมพันธ์มีเฟสสัญญาณไฟจราจรเพียง 3 เฟส ใน 1 รอบสัญญาณไฟ และทิศทางนี้ไม่มีรถที่เข้าใช้ ARL ผ่าน ส่งผลให้ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าแตกต่างกันน้อยและมีค่าไม่สูงมากนักดังแสดงผลจากการศึกษา ในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งของรถมีค่า 21.6 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดบริการในปีเดียวกัน กรณีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 25.65 วินาที กรณีที่ 3 มีค่า 28.65 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ที่ไม่มีโครงการในกรณีที่ 3 มีค่า 30.4 วินาที กรณีที่ 5 มีค่า 34.5 วินาทีและกรณีที่ 6 มีค่า 40.85 วินาที

ในทิศทางมุ่งทิศตะวันตก (WB) ซึ่งมาจากถนนเพชรบุรีฯเข้ามีปริมาณจราจรสูงโดยมาจากแยกอโศก-เพชร รถส่วนมากจะเลี้ยวซ้ายเข้าถนนสุขุมวิท 3 และตรงผ่านแยกไปในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ด้วยถนนช่วงนี้มีจุดเชื่อมต่อกับถนนและสถานีที่เป็นแหล่งการจ้างงานหลายจุดและด้วยสาเหตุที่ถนนสุขุมวิท 3 ซึ่งเป็นถนนที่รองรับรถที่เลี้ยวซ้ายจากถนนเพชรบุรีฯเข้าและรถที่เลี้ยวขวาจากถนนเพชรบุรีฯออกนั้นมีช่องจราจรที่แคบและต้องข้ามสะพานข้ามคลองแสนแสบ ส่งผลให้รถจากถนนเพชรบุรีฯเข้าไม่สามารถเลี้ยวซ้ายได้อย่างสะดวกก่อให้เกิดแถวคอยยาวและส่งผลต่อเวลาหยุดนิ่งของรถมีค่ามาก แต่ทิศทางนี้ไม่มีรถที่วิ่งเข้า-ออก สถานีมักกะสัน/อโศก ผ่านดังแสดงในผลจากการศึกษาในกรณีที่ 1 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 357.6 วินาที เปรียบเทียบกับ กรณีที่ 2 มีค่าสูงกว่าคือมีค่า 362.7 วินาที กรณีที่ 3 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 369.0 วินาที เปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่ากรณีที่ 4 มีค่า 364.4 วินาที ในส่วนของกรณีที่ 5 และกรณีที่ 6 มีค่าเวลาหยุดนิ่ง 379.9 วินาที และ 373.3 วินาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 25

ในส่วนของรถที่มุ่งทิศเหนือ (EB) เป็นถนนเพชรบุรีฯออก รถจะมาจากแยกทางด่วนเพชรบุรีมีปริมาณจราจรสูง รถส่วนมากจะตรงเข้าทางแยกอโศก-เพชร และเลี้ยวขวาเข้าถนนสุขุมวิท 3 ตามลำดับ โดยที่มีการจัดให้ช่องจราจรรถเลี้ยวขวามี 2 ช่องจราจรและมีการให้ความสำคัญกับรถในทิศทางนี้มากคือรถที่ต้องการเลี้ยวขวาเข้าถนนสุขุมวิท 3 สามารถเลี้ยวได้โดยถ้าหากไม่มีรถจากทิศทางตรงกันข้ามวิ่งตรงเข้ามา ประกอบกับรถที่วิ่งตรงผ่านแยกมิตรสัมพันธ์ที่วิ่งไปแยกอโศก-เพชรส่วนมากจะวิ่งผ่านแยกโดยใช้สะพานข้ามแยกดังนั้นสาเหตุนี้อาจจะส่งผลต่อค่าเวลาหยุดนิ่งที่ไม่มากเท่ากับทิศทางอื่นที่มีปริมาณจราจรใกล้เคียงกัน ดังแสดงในกรณีที่ 1 ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่า 323.2 วินาที น้อยกว่า กรณีที่ 2 ที่มีค่า 339.9 วินาที ส่วนกรณีที่ 3 เปรียบเทียบกับกรณี

ที่ 4 ที่มีค่า 332.45 วินาที และ 347.9 วินาที ตามลำดับ กรณี 5 มีค่า 338.5 วินาที มีค่าน้อยกว่า กรณีที่ 6 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันที่มีค่า 350.0 วินาที ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 25

การประเมินผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์

การประเมินผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทางการจราจรระหว่างกรณีที่ไม่มีโครงการก่อสร้าง สะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาเข้าสถานี และสร้างจุดกลับรถใต้ทางด่วนชั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ และมีโครงการดังกล่าวเกิดขึ้นบนโครงข่ายสำหรับค่าใช้จ่าย ทางด้านการจราจรประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะและมูลค่าด้านเวลา โดยใช้ค่าระยะทางการเดินทางรวมของขบวนบนโครงข่าย (Vehicle-Kilometers Traveled, VKT) มีหน่วยเป็นคัน-กิโลเมตร และระยะเวลาการเดินทางรวมของขบวนบนโครงข่าย (Vehicle-Hours Traveled, VHT) มีหน่วยเป็นคัน-ชั่วโมง ที่ได้จากการคาดการณ์ด้านการจราจรมาวิเคราะห์เป็นมูลค่าใช้จ่ายทางด้านเศรษฐศาสตร์

สำหรับค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะและมูลค่าเวลาในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าจากการศึกษาของโครงการศึกษาปรับแผนระบบแม่บทระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังแสดงในตารางที่ 19 และ ตารางที่ 20 โดยใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายนี้เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากน้ำมันเชื้อเพลิง ชิ้นส่วน อุปกรณ์ การซ่อมบำรุง น้ำมันเครื่อง การเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และการสึกหรอของยางซึ่งค่าใช้จ่ายในการใช้พาหนะจะขึ้น กับความเร็วเฉลี่ยในสภาวะติดขัด (Congestion Effected Average Speed) เนื่องจากค่า VOC และ VOT จากตารางดังกล่าวเป็นมูลค่า ณ ปี พ.ศ. 2552 และแปลงประโยชน์ช่วงเวลาเร่งด่วนเป็นวันโดยใช้ตัวคูณ 6.1 แปลงประโยชน์รายวันเป็นปีโดยใช้ตัวคูณ 241 (วิโรจน์ และคณะ, 2541)

ตารางที่ 19 ค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร จำแนกตามความเร็วในการขับขี่ (หน่วย:บาท)

หน่วย: (บาท/PCU-กม.)

	ความเร็ว (กม./ชม.)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
มูลค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC) (บาท/PCU-กม.)	12.99	7.94	6.33	5.59	5.18	4.97	4.88	4.87	4.97	5.09

ที่มา: โครงการศึกษาปรับแผนระบบแม่บทระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ตารางที่ 20 มูลค่าเวลาของผู้เดินทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแยกตามประเภทยานพาหนะ

หน่วย: (บาท/คัน-ชั่วโมง)

ประเภทยานพาหนะ	มูลค่าเวลาการเดินทาง (VOT) (บาท/คัน-ชั่วโมง)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	121.88
รถจักรยานยนต์	54.25
รถแท็กซี่	122.70
รถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ	1,412.71
รถโดยสารประจำทางปรับอากาศ	1,374.62
เฉลี่ยต่อ PCU	200.49 บาท/คัน-ชั่วโมง

ที่มา: โครงการศึกษาปรับแผนระบบแม่บทระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้านการจราจร

กรณีศึกษา	VKT	VKT	ค่าใช้จ่ายของการใช้ยานพาหนะ	VHT	VHT	มูลค่าด้านเวลา	ค่าใช้จ่ายด้านการจราจร	ลดการสูญเสียผลประโยชน์
	PCU-กม./ชม.	PCU-กม./ปี	บาท/ปี	PCU-ชม./ชม.	PCU-ชม./ปี	บาท/ปี	บาท/ปี	บาท/ปี
กรณีที่ 1	39,414	57,942,521	752,673,353	15,825	23,264,333	2,835,456,845	3,588,130,198	
กรณีที่ 2	39,434	57,971,188	753,045,737	16,112	23,686,251	2,886,880,296	3,639,926,033	
กรณีที่ 3	38,221	56,187,957	729,881,562	16,605	24,410,275	2,975,124,372	3,705,005,934	43,033,429
กรณีที่ 4	39,752	58,438,680	759,118,455	16,682	24,523,473	2,988,920,908	3,748,039,363	
กรณีที่ 5	39,752	58,439,415	759,128,003	19,359	28,459,666	3,468,664,080	4,227,792,083	131,731,089
กรณีที่ 6	41,227	60,607,813	787,295,487	19,937	29,309,384	3,572,227,685	4,359,523,172	

หมายเหตุ: เนื่องจากค่าความเร็วรถในโครงข่ายที่ทำการศึกษาโดยรวมมีค่าไม่เกิน 10 กม./ชม. จึงใช้ค่าที่ 10 กม./ชม. ซึ่งเป็นค่าน้อยที่สุดที่สามารถนำไปเปรียบเทียบหามูลค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะ (VOC)



ภาพที่ 26 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายด้านจราจรของโครงการรถไฟฟ้าที่มักกะสัน/อโศก

จากผลการศึกษาผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้านการจราจรดังตารางที่ 21 และภาพที่ 26 พบว่าโครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการแล้วจะมีรถเข้ามาสถานีมักกะสัน/อโศก ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ได้ผลคือ กรณีที่ 1 (ปีฐาน 2553) ก่อนโครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณฯ เปิดให้บริการ เปรียบเทียบกับกรณีที่ 2 คือเมื่อโครงการเปิดให้บริการแล้วมีรถเข้ามาสถานีมักกะสัน/อโศก แล้วพบว่ามีค่าใช้จ่ายด้านจราจรเพิ่มขึ้นจากเดิม 51,795,834 บาท/ปี และเมื่อมีโครงการก่อสร้างสะพานเชื่อมถนนอโศก-ดินแดงเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ โดยไม่อนุญาตให้รถเลี้ยวขวาเข้าสถานี และสร้างจุดกลับรถได้ทางด่วนขั้นที่ 2 เชื่อมถนนจตุรทิศเข้าสถานีมักกะสัน/อโศก จากทิศเหนือ (กรณีที่ 3 และกรณีที่ 5) นั้นพบว่า กรณีที่ 3 โดยเปรียบเทียบกับกรณีที่ 4 ซึ่งอยู่ในปีเดียวกันพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายจากการที่ไม่มีโครงการในกรณีที่ 3 ลงเป็นเงิน 43,033,429 บาท/ปี เช่นเดียวกับกรณีที่ 5 ก็สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านจราจรลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ 6 ที่อยู่ในปีเดียวกันลง 131,731,089 บาท/ปี

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำการประเมินผลกระทบจราจร โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ กรณีศึกษาสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมืองโดยใช้โปรแกรม Paramics ทำการประเมินผลก่อนและหลังมีโครงการ ซึ่งอาศัยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ คือ เวลาหยุดนิ่ง โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 6 กรณี ในการประเมินผลกระทบด้านจราจรได้ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองเพื่อให้มีความเหมาะสมและถูกต้องตรงกับสภาพการจราจรที่เป็นจริงในแต่ละพื้นที่

จากข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจพบว่าปริมาณเครื่องบินขาเข้าที่สนามบินสุวรรณภูมิเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ในช่วงเวลาที่มีผลต่อการจราจรในพื้นที่สถานีมักกะสัน/อโศก (07.00 – 09.00 น.) จากการเดินทางมาจากสนามบินเพื่อมาต่อรถที่สถานีมักกะสัน/อโศก พบว่าเวลาช่วงประมาณ 06.00-08.00 น. มีค่าเฉลี่ย 22 ลำ ส่วนปริมาณเครื่องบินขึ้นในช่วงเวลาที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อการจราจรในพื้นที่มักกะสัน/อโศก คือช่วงเวลา 10.00 – 11.00 น. มีจำนวน 17 ลำ โดยปริมาณเครื่องบินขาเข้าจะมากในช่วงเวลากลางคืนประมาณ 22.00 – 24.00 น. ส่วนปริมาณเครื่องบินออกที่มีปริมาณมากที่สุดในช่วงเวลา 18.00 – 20.00 น.

การประเมินผลกระทบจราจรในกรณีก่อนโครงการฯ เปิดให้บริการ (กรณีที่ 1) และหลังเปิดโครงการฯ จะมีการเพิ่มของปริมาณจราจรทั้งที่สัญจรบนถนนในโครงข่ายและปริมาณจราจรที่เข้ามาใช้บริการสถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน/อโศก โดยที่อัตราการเพิ่มของปริมาณจราจรในช่วงเร่งด่วนเช้าในกรุงเทพฯ ช่วงปี 2551-2555 เท่ากับร้อยละ 1.57 ต่อปี ช่วงปี 2555-2560 เท่ากับ ร้อยละ 2.79 ต่อปี จากการศึกษาพบว่า เมื่อโครงการรถไฟฟ้าฯ เปิดให้บริการ จะมีผู้เข้ามาใช้บริการที่เดินทางโดยรถยนต์จำนวนมาก ส่งผลทำให้ ค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะ แยกพระราม และแยกอโศก-เพชร ในทิศทางมุ่งทิศใต้มีค่าเวลาหยุดนิ่งในปี 2555 และ 2560 คือ 652.6 และ 1,107.8 วินาที ตามลำดับ แต่เมื่อมีกรณีศึกษาที่ 3 และ 5 พบว่าค่าเวลาหยุดนิ่งมีค่าลดลง โดยสามารถคิดเป็นค่าลดการสูญเสียผลประโยชน์เป็นเงิน 43,033,429 และ 131,731,089 บาท ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับการศึกษาขั้นต่อไปสามารถทำการประเมินผลกระทบด้านจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นได้และเวลาดอกช่วงเร่งด่วน
2. สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Paramics ในการวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจรในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ เช่น อาคารจอดรถ ห้างสรรพสินค้า โรงแรม เป็นต้น
3. จากการศึกษาสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมกรณีเกิดอุบัติเหตุในท้องถนนในช่วงเวลาเร่งด่วน เช่น เกิดอุบัติเหตุ รถเสีย เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนกวรรณ เต๋นพรภูวดล, ณรงค์เดช เทียนแก้ว, ศิวาพร คำทุ่งหงส์ และ อภิรมย์ ศรีบุรี. 2544.

การประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจัดการระบบจราจรบริเวณสี่แยกสามเหลี่ยม จังหวัดขอนแก่น. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

กานต์ กิ่งแก้ว. 2551. **แบบจำลองจราจรบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรกริสน์ กนกกันทพงษ์. 2523. **วิศวกรรมจราจรเบื้องต้น (Introduction To Traffic Engineering).** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทวี วิชัยเมธาวิ. 2546. **การพัฒนาวิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสภาพอ้อมตัว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. และ ชีรัชย์ คมปรัชญา. 2544. **การประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจัดการระบบจราจรบริเวณห้าแยกศาลเจ้าพ่อหลักเมือง จังหวัดขอนแก่น.** ศูนย์วิจัยการขนส่ง, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธวัชชัย เหล่าศิริหงส์ทอง. 2541. **แนวทางการปรับปรุงการจราจรบริเวณถนนหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.** ศูนย์วิจัยการขนส่ง, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พลกฤษณ์ คลังบุญครอง และมนสิชา เพชรานนท์. 2544. **การประยุกต์ใช้โปรแกรม PARAMICS ในการจัดการและออกแบบระบบจราจร.** ศูนย์วิจัยการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พงษ์สันต์ คงตรีแก้ว. 2548. **การจัดการการจราจร (Traffic Management).** โรงพิมพ์โรงเรียนนายร้อยตำรวจ, นครปฐม.

วราเมศวร์ วิเชียรแสน. 2551. การวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจร. จุดมุ่งหมายของ
การวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจร. เอกสารประกอบการสอนวิชา Traffic Analysis.

วิศิษฐ์ ประทุมสุวรรณ. 2542. วิศวกรรมทางและการวิเคราะห์การจราจร. สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

สุมณฑา หรั่งโพธิ์. 2549. การประเมินผลกระทบด้านจราจรโดยใช้โปรแกรม PARAMICS
กรณีศึกษาโครงการอาคารจอดรถสถานีลาดพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 1994. **A Policy on
Geometric Design of Highways and Street.** copyright p.9

Papacostas, C.S. n.d. **Fundamentals of Transportation Engineering,** p.159

Transportation Research Board. 2000. **Highway Capacity Manual.** Washington, D.C.

William, R.M. 1988. **Traffic Engineering.** Second Edition. Prentice Hall, New Jersey.





ชื่อทางแยก พระราม 9

ข้อมูลปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (ปี 2552)

ถนน พระราม 9 - อโศกดินแดง

หมายเลข 194

วันที่ 1 เมษายน 2552

สภาพอากาศ ปกติ

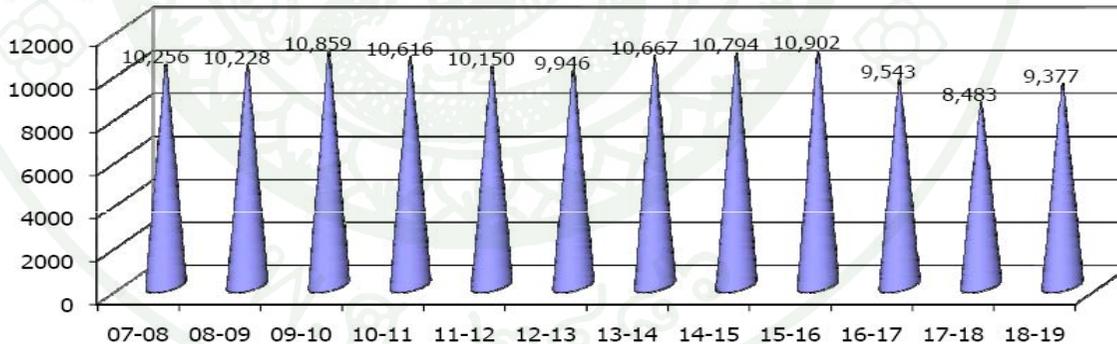
เวลา	ปริมาณการจราจรแต่ละช่วงเวลา (คัน/ชม.)												รวมทุกทิศทาง		(ไม่รวม รถจักรยานยนต์)	
	7.-	8.-	9.-	10.-	11.-	12.-	13.-	14.-	15.-	16.-	17.-	18.-	รวม	รวม	รวม	รวม
	15	2413	2686	2773	2629	2537	2447	2698	2602	2740	2813	2146	2538	31022		
30	4956	5317	5527	5394	5085	4918	5262	5436	5368	5415	4220	4906	61804			
45	7471	7622	8198	8053	7576	7482	7917	8133	8230	7624	6206	7172	91684			
ชม.	10256	10228	10859	10616	10150	9946	10667	10794	10902	9543	8483	9377	121821			

ประเภททิศทาง	ปริมาณการจราจรแยกประเภทใน-นอกช่วงเวลาเร่งด่วน				รวม	ปริมาณการจราจรแยกประเภทใน-นอกช่วงเวลาเร่งด่วน				รวม	ปริมาณการจราจรแยกประเภทใน-นอกช่วงเวลาเร่งด่วน				รวม	ตลอดวัน
	NB 7-9	EB 7-9	SB 7-9	WB 7-9		NB 9-16	EB 9-16	SB 9-16	WB 9-16		NB 16-19	EB 16-19	SB 16-19	WB 16-19		
รถยนต์	3423	4385	4156	3285	15249	12398	12052	13464	12495	50409	5890	6070	4452	3514	19926	85584
รถจักรยานยนต์	720	1469	1144	1346	4679	3626	6043	4287	6086	20042	1662	2315	1133	1654	6764	31485
มอเตอร์ไซด์	42	139	76	127	384	129	453	383	443	1408	62	152	129	76	419	2211
แท็กซี่	2	0	0	2	4	2	6	1	31	40	0	0	0	23	23	67
รวมทุก	15	48	13	19	95	207	565	180	815	1767	59	48	34	44	185	2047
สามล้อ	7	15	46	5	73	54	59	130	25	268	43	27	9	7	86	427
รวม	4209	6056	5435	4784	20484	16416	19178	18445	19895	73934	7716	8612	5757	5318	27403	121821
PCU/HOUR	7.00-9.00				10523	9.00-16.00				11162	16.00-19.00				9382	127327

ชื่อถนน	ปริมาณการจราจรทุกชนิดบนถนนแต่ละเส้น (หน่วยเป็นคัน)										
	เวลาเร่งด่วนเช้า 7-9		นอกเวลาเร่งด่วน 9-16		เวลาเร่งด่วนเย็น 16-19		ตลอดวัน 7-19				
	7-9	คัน/ชม.	pcu/hour	9-16	คัน/ชม.	pcu/hour	16-19	คัน/ชม.	pcu/hour	คัน/ชม.	pcu/hour
ถนนรัชดาภิเษก	9592	4796	4905	33438	4777	4942	12687	4229	4334	4643	4784
ถนนอโศกดินแดง	10268	5134	5308	38066	5438	5861	13398	4466	4607	5144	5456
ถนนพระราม 9	11517	5759	5928	42926	6132	6578	16035	5345	5490	5873	6198

ปริมาณ(คัน/ชม.)

ปริมาณการจราจรตามช่วงเวลา



น.

ภาพผนวกที่ 1 ปริมาณจราจรบริเวณแยกพระราม 9



```

vehicles - Notepad
File Edit Format View Help

vehicle types

type 1 car
    name "Car"
    matrix 1 proportion 78.530 perturbation 5.0 familiarity 85.00

type 11 bus
    length 6.00 m weight 8.00 tonne top speed 100.00 kph acc 1.10 mpss crawl speed 64.37 kph horsepower 100.00 col
    name "Minibus"
    capacity 50 entry doors 1 exit doors 1
    fixed route

type 16 bus
    top speed 100.00 kph
    name "Bus1"
    capacity 80 entry doors 1 exit doors 1
    fixed route

type 17 car
    colour 0x0000ff00
    name "pick-up"
    matrix 1 proportion 20.750 perturbation 5.0 familiarity 85.00

```

ภาพผนวกที่ ข1 ไฟล์ Vehicle เป็นการกำหนดลักษณะและสัดส่วนของยานพาหนะในโปรแกรม Paramics

```
demands - Notepad
File Edit Format View Help

demand period 1
matrix count 1
divisor 1.0000

matrix 1
from 1 0 917 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 182 0 0 0 0 0 0 0 0 638 441 395 0 0 0 ## 2573
from 2 640 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 102 0 0 0 1626 0 552 0 0 0 1587 197 0 0 0 ## 4704
from 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 171 0 0 0 0 724 0 0 0 0 0 ## 895
from 7 0 0 0 0 0 0 0 1515 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 154 0 0 0 944 0 ## 2613
from 8 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 77 293 0 0 0 ## 370
from 9 0 0 0 0 0 0 0 249 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ## 249
from 10 0 1054 0 0 0 0 0 0 0 447 22 0 0 102 17 0 0 0 0 0 710 0 0 1218 0 ## 3570
from 15 0 0 0 0 0 0 133 0 375 1918 74 0 373 0 0 0 0 542 0 0 1024 1352 0 0 0 ## 5791
from 16 0 0 0 0 0 0 53 0 400 22 0 0 0 0 0 0 73 0 0 0 347 0 0 0 ## 895
from 17 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ## 0
from 12 182 102 96 0 0 0 0 0 0 0 0 0 82 0 28 0 0 0 0 0 200 0 0 ## 690
from 11 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ## 321
from 3 376 919 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 288 496 1746 0 0 82 264 0 0 0 0 0 ## 4171
from 6 0 96 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 194 0 233 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ## 523
from 13 347 1256 0 0 0 0 0 0 0 28 0 1155 356 0 420 0 0 0 0 0 86 0 0 ## 3648
from 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 646 0 0 0 0 765 1593 0 0 0 0 0 ## 3004
from 18 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 212 0 0 0 212 0 0 128 0 0 ## 552
from 22 0 0 536 0 0 0 0 186 95 0 0 75 0 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ## 898
from 23 0 0 0 0 0 0 276 0 83 0 104 0 0 0 0 0 84 0 0 0 300 0 0 0 ## 847
```

ภาพผนวกที่ ๒ ไฟล์ Demands ในโปรแกรม Paramics

```

categories - Notepad
File Edit Format View Help

categories 1 to 199

category 1 lanes 1 speed 50 kph width 3.7 m colour 0x0000ff00 type urban major
median width 0.0 m
headway factor 1.000 curve speed factor 0.0 toll 0.000 cost factor 0.800
signpost 250.0 m,1.0 m

category 2 lanes 2 speed 50 kph width 7.3 m colour 0x0000ff00 type urban major
median width 0.0 m
headway factor 1.000 curve speed factor 0.0 toll 0.000 cost factor 0.800
signpost 250.0 m,1.0 m

category 3 lanes 3 speed 50 kph width 11.0 m colour 0x0000ff00 type urban major
median width 0.0 m
headway factor 1.000 curve speed factor 0.0 toll 0.000 cost factor 0.800
signpost 250.0 m,1.0 m

category 4 lanes 4 speed 50 kph width 14.6 m colour 0x0000ff00 type urban major
median width 0.0 m
headway factor 1.000 curve speed factor 0.0 toll 0.000 cost factor 0.800
signpost 250.0 m,1.0 m

category 5 lanes 5 speed 50 kph width 18.3 m colour 0x0000ff00 type urban major
median width 0.0 m

```

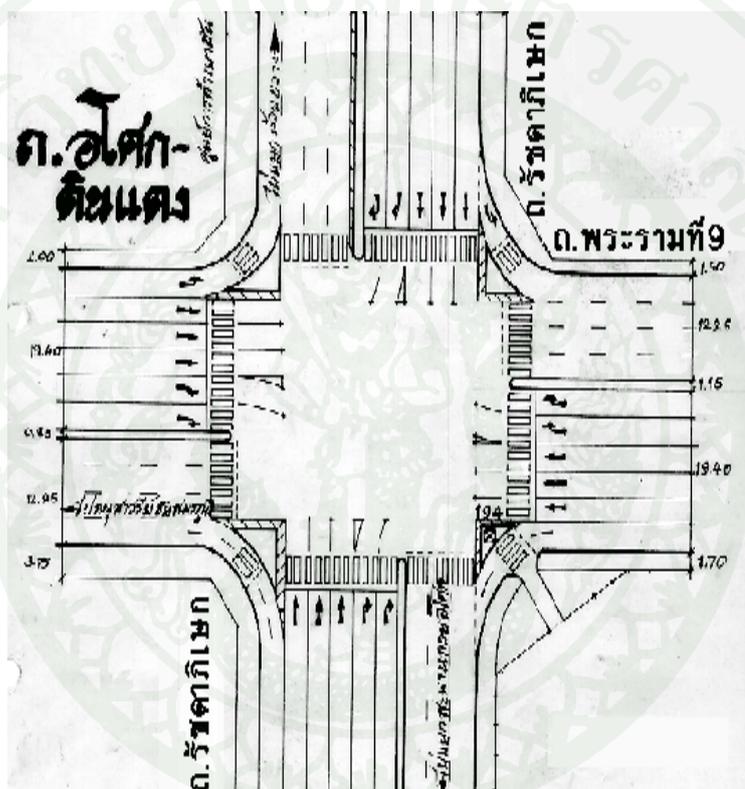
ภาคผนวกที่ ข3 ไฟล์ Category ในโปรแกรม Paramics



ข้อมูลจังหวัดสัญญาณไฟจราจรบริเวณแยก

จากการสำรวจจังหวัดสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า 7.00 – 9.00 น. ซึ่งมีตำรวจทำหน้าที่กดสัญญาณไฟตามปริมาณจราจรและเน้นในทิศทางเข้าเมือง ได้ข้อมูล ดังนี้

1. แยกพระราม 9



ภาพผนวกที่ ๑ ลักษณะทางกายภาพของแยกพระราม 9

ตารางผนวกที่ ค1 จังหวะสัญญาณไฟของแยกพระราม 9

Phases	1.	2.	3.	4.
Green	30	15	15	40
Amber	3	3	3	3
Allred	2	2	2	2
Cycle Time = 120 วินาที				

2. แยก อ.ส.ม.ท.



ภาพผนวกที่ ค2 ลักษณะทางกายภาพของแยก อ.ส.ม.ท.

ตารางผนวกที่ ค2 จังหวะสัญญาณไฟของแยก อ.ส.ม.ท.

Phases	1.	2.	3.	4.
Green	20	100	55	20
Amber	3	3	3	3
All red	2	2	2	2

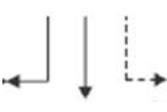
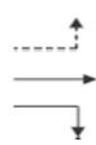
Cycle Time = 215 วินาที

3. แยกมารยาดี

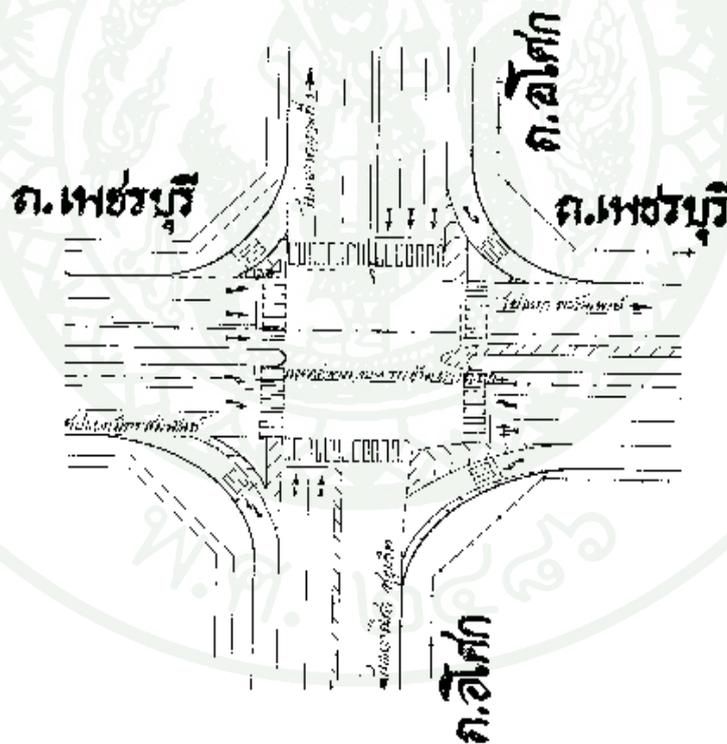


ภาพผนวกที่ ค3 ลักษณะทางกายภาพของแยกมารยาดี

ตารางผนวกที่ ค3 จังหวะสัญญาณไฟของแยกมารยาดี

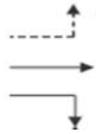
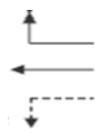
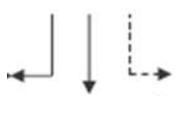
Phases	1. 	2. 	3. 	4. 
Green	5	40	35	35
Amber	3	3	3	3
All red	2	2	2	2
Cycle Time = 135 วินาที				

4. แยกอโศก-เพชร

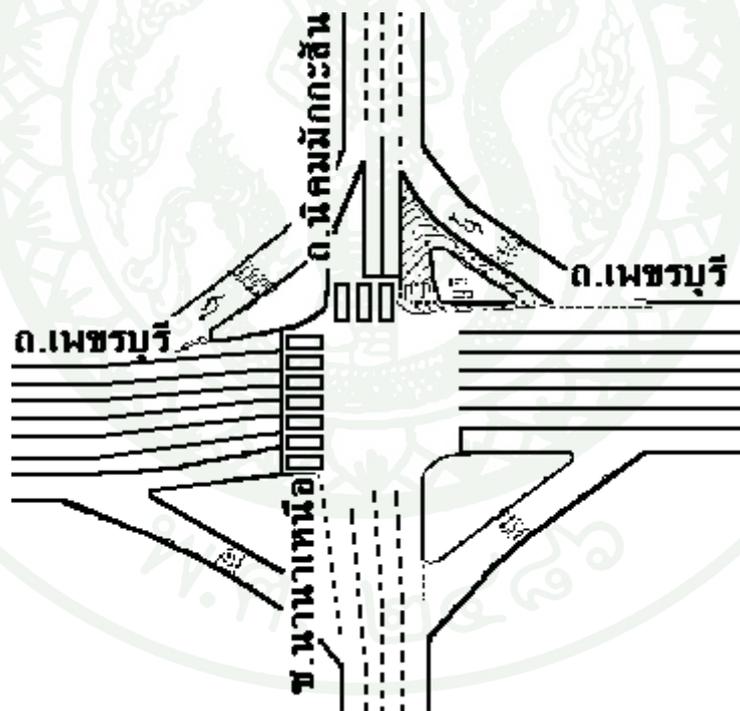


ภาพผนวกที่ ค4 ลักษณะทางกายภาพของแยกอโศก-เพชร

ตารางผนวกที่ ค4 จังหวะสัญญาณไฟของแยกอโศก-เพชร

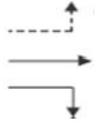
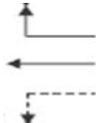
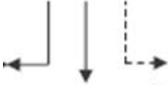
Phases	1. 	2. 	3. 	4. 
Green	20	25	35	35
Amber	3	3	3	3
All red	2	2	2	2
Cycle Time = 135 วินาที				

5. แยกมิตรสัมพันธ์



ภาพผนวกที่ ค5 ลักษณะทางกายภาพของแยกมิตรสัมพันธ์

ตารางผนวกที่ ค5 จังหวะสัญญาณไฟของแยกมิตรสัมพันธ์

Phases	1. 	2. 	3. 
Green	25	25	15
Amber	3	3	3
All red	2	2	2
Cycle Time = 85 วินาที			



ตารางผนวกที่ ง1 การคาดการณ์จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลงรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานที่สถานี
มักกะสัน/อโศก ในชั่วโมงเร่งด่วน

มักกะสัน/อโศก								
ปี	ผู้โดยสารขึ้นรถไฟฟ้า(คน)				ผู้โดยสารลงรถไฟฟ้า(คน)			
	BUS	CAR	TAXI	MC	BUS	CAR	TAXI	MC
2550	144	68	97	8	173	74	106	11
2555	338	199	281	13	376	206	293	16
2560	589	334	474	24	677	352	501	32
2565	935	540	766	36	1054	564	802	47

ตารางผนวกที่ ง2 สรุปค่าอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปริมาณคนคาดการณ์ที่เข้ามาใช้บริการที่สถานี
มักกะสัน/อโศก ในชั่วโมงเร่งด่วน

มักกะสัน/อโศก								
ปี	ผู้โดยสารขึ้นรถไฟฟ้า(คน)				ผู้โดยสารลงรถไฟฟ้า(คน)			
	BUS	CAR	TAXI	MC	BUS	CAR	TAXI	MC
2550-2555	0.186	0.240	0.237	0.102	0.168	0.227	0.225	0.078
2555-2560	0.117	0.109	0.110	0.130	0.125	0.113	0.113	0.149
2560-2565	0.097	0.101	0.101	0.084	0.093	0.099	0.099	0.080

ตารางผนวกที่ ๓3 ตารางสัดส่วนร้อยละของปริมาณรถที่คาดว่าจะเข้ามาใช้สถานีมักกะสัน/อโศก แยกตามทิศทางได้จากการสำรวจ

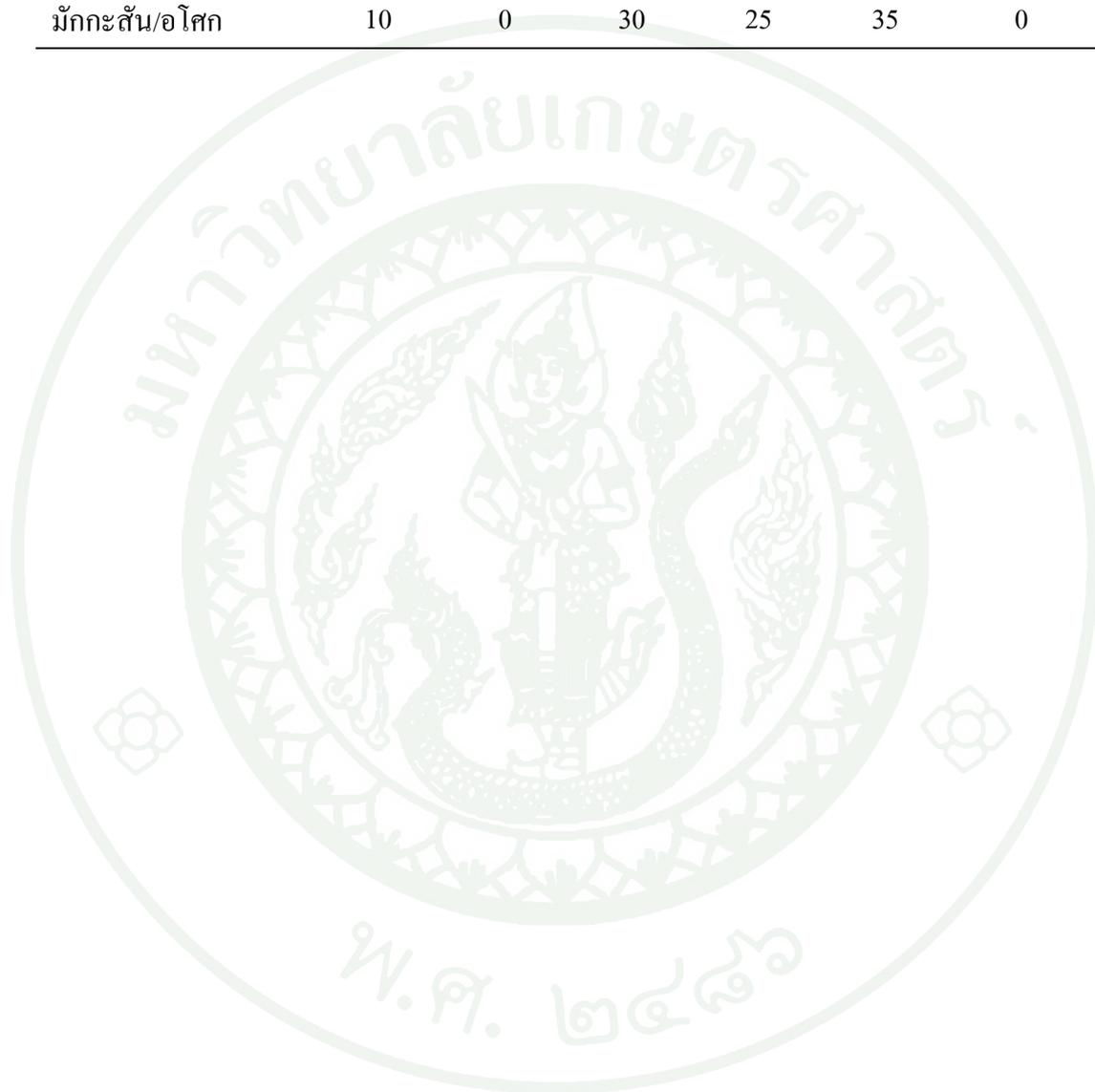
ชื่อถนน	ชื่อแยก	สัดส่วนร้อยละของรถที่เข้ามาใช้สถานี มักกะสัน/อโศก
รัชดาภิเษก	พระราม 9	15
ดินแดง	พระราม 9	26
พระราม 9	อ.ส.ม.ท.	4
จตุรทิศ	มารยาดี	3
ทางด่วนชั้นที่ 2	มารยาดี	12
เพชรบุรีขาเข้า	อโศก-เพชร	3
อโศกมนตรี	อโศก-เพชร	23
เพชรบุรีขาออก	มิตรสัมพันธ์	11
นิคมมักกะสัน	นิคมมักกะสันตัดกำแพงเพชร 7	3
รวม		100

ตารางผนวกที่ ๓4 สัดส่วนจำนวนผู้โดยสารเป็นร้อยละที่เดินทางเข้าและออกจากสถานีรถไฟฟ้า สาย SA CITY LINE ตามรูปแบบการเดินทาง

สถานี	MRT	Walk	Bus	Car	Taxi	Motocycle
พญาไท	48	22	17	4	8	1
ราชปรารภ		45	33	8	12	2
มักกะสัน/อโศก	70	14	10	2	3	1
รามคำแหง		10	62	5	20	3
หัวหมาก		10	62	5	19	4
บ้านทับช้าง		10	62	5	20	3
ลาดกระบัง		15	55	5	21	4
สุวรรณภูมิ		100	0	0		

ตารางผนวกที่ ๖5 สัดส่วนจำนวนผู้โดยสารเป็นร้อยละที่เดินทางมาและออกจากสถานีรถไฟฟ้า
สาย SA EXPRESS LINE ตามรูปแบบการเดินทาง

สถานี	MRT	Walk	Bus	Car	Taxi	Motocycle
มักกะสัน/อโศก	10	0	30	25	35	0



ตารางผนวกที่ 6 ข้อมูลการขึ้นลงของเครื่องบินที่สนามบินสุวรรณภูมิ

ข้อมูลการขึ้นลง ของเครื่องบินที่สนามบินสุวรรณภูมิ

เวลา	วันพุธ ที่ 4 ส.ค.53				วันพฤหัสบดี ที่ 5 ส.ค.53				วันศุกร์ ที่ 6 ส.ค.53				วันเสาร์ ที่ 7 ส.ค.53				วันอาทิตย์ ที่ 8 ส.ค.53				วันจันทร์ ที่ 9 ส.ค.53				วันอังคาร ที่ 10 ส.ค.53				ค่าเฉลี่ย					
	ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		ขาเข้า		ขาออก		รวม		รวม			
	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	ในประเภท	ต่างประเทศ	รวม	ในประเภท	ต่างประเทศ	รวม				
00:00-00:59	1	4	-	20	1	3	-	26	1	4	-	24	1	4	-	21	1	5	-	24	1	4	-	23	1	3	-	24	1	4	2	1	23	12
01:00-01:59	-	10	-	9	-	10	-	7	-	9	-	7	-	8	-	9	-	11	-	6	-	9	-	9	-	9	-	8	-	9	9	-	8	8
02:00-02:59	-	1	-	8	-	1	-	6	-	1	-	8	-	-	5	-	-	-	9	-	1	-	5	-	1	-	6	-	1	1	-	7	7	
03:00-03:59	-	-	-	2	-	1	-	3	-	1	-	1	-	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	2	-	1	1	-	2	2
04:00-04:59	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	-
05:00-05:59	-	8	-	2	-	11	-	2	-	9	-	3	-	10	-	4	-	10	-	2	-	10	-	2	-	10	-	1	-	10	10	-	2	2
06:00-06:59	-	13	7	16	-	14	7	6	-	14	7	6	-	16	7	6	-	15	7	6	-	15	7	6	-	14	7	7	-	14	14	7	8	7
07:00-07:59	1	7	11	16	1	7	12	15	1	7	10	17	1	9	11	17	1	7	11	16	1	6	11	16	1	8	10	19	1	7	4	9	17	13
08:00-08:59	6	7	8	16	6	7	8	16	6	8	8	16	6	7	8	16	6	7	8	15	6	8	8	16	6	6	8	13	6	7	7	8	15	11
09:00-09:59	6	7	6	10	6	11	6	10	6	10	6	11	6	8	6	11	6	11	6	10	6	9	6	11	6	11	6	11	6	10	8	6	11	8
10:00-10:59	6	14	8	13	6	8	9	16	6	12	9	16	6	10	9	14	7	11	8	18	6	11	9	13	6	12	9	16	6	11	9	8	15	12
11:00-11:59	9	13	4	16	11	15	3	14	9	14	4	14	10	14	3	13	10	15	4	16	9	15	4	14	-	11	4	13	10	14	12	5	14	10
12:00-12:59	8	15	7	13	8	17	8	11	8	14	8	13	8	17	8	13	7	17	8	12	9	14	7	13	8	15	7	12	8	16	12	8	12	10
13:00-13:59	5	15	9	11	5	14	9	14	5	14	10	12	5	12	9	13	5	11	9	14	5	14	9	12	5	15	9	12	5	14	9	8	13	10
14:00-14:59	5	17	4	7	5	12	4	11	5	16	5	7	5	12	4	8	5	12	5	8	5	15	4	8	5	13	4	10	5	14	9	4	8	6
15:00-15:59	6	17	4	16	5	18	4	7	6	16	4	10	5	19	4	6	6	18	4	10	6	17	4	10	6	18	4	8	6	18	12	4	10	7
16:00-16:59	8	16	6	14	11	17	6	15	10	17	6	13	11	16	6	15	9	17	6	15	9	18	6	13	10	16	6	15	10	17	13	7	14	11
17:00-17:59	7	8	7	13	8	10	7	12	8	10	7	14	7	10	7	12	8	20	6	14	7	9	7	11	7	11	7	13	7	11	9	7	13	10
18:00-18:59	6	13	8	13	6	13	8	16	6	14	8	13	6	14	8	16	6	12	8	14	6	11	8	15	6	15	8	16	6	13	10	8	15	11
19:00-19:59	3	10	8	15	3	9	7	16	3	11	8	15	3	11	8	17	3	10	7	15	3	10	8	17	3	9	8	17	3	10	7	7	16	11
20:00-20:59	8	8	3	11	7	11	3	8	8	9	3	11	7	11	3	10	7	11	3	7	8	11	3	10	7	10	3	8	7	10	9	4	9	7
21:00-21:59	8	16	5	5	7	17	5	6	8	16	4	5	8	15	4	6	7	17	4	5	8	17	4	6	8	18	5	5	8	17	12	5	5	5
22:00-22:59	7	21	1	6	7	19	1	7	7	19	1	6	7	16	2	5	7	20	1	8	7	20	1	5	7	19	1	8	7	19	13	2	6	4
23:00-23:59	4	15	-	19	4	17	-	21	4	15	-	21	4	17	-	20	4	17	-	17	4	17	-	18	4	18	-	20	4	17	10	4	19	12
รวม	104	257	106	271	107	264	107	265	107	262	108	263	106	260	107	258	105	276	105	262	106	263	106	256	96	264	106	264	106	265	204	112	263	197



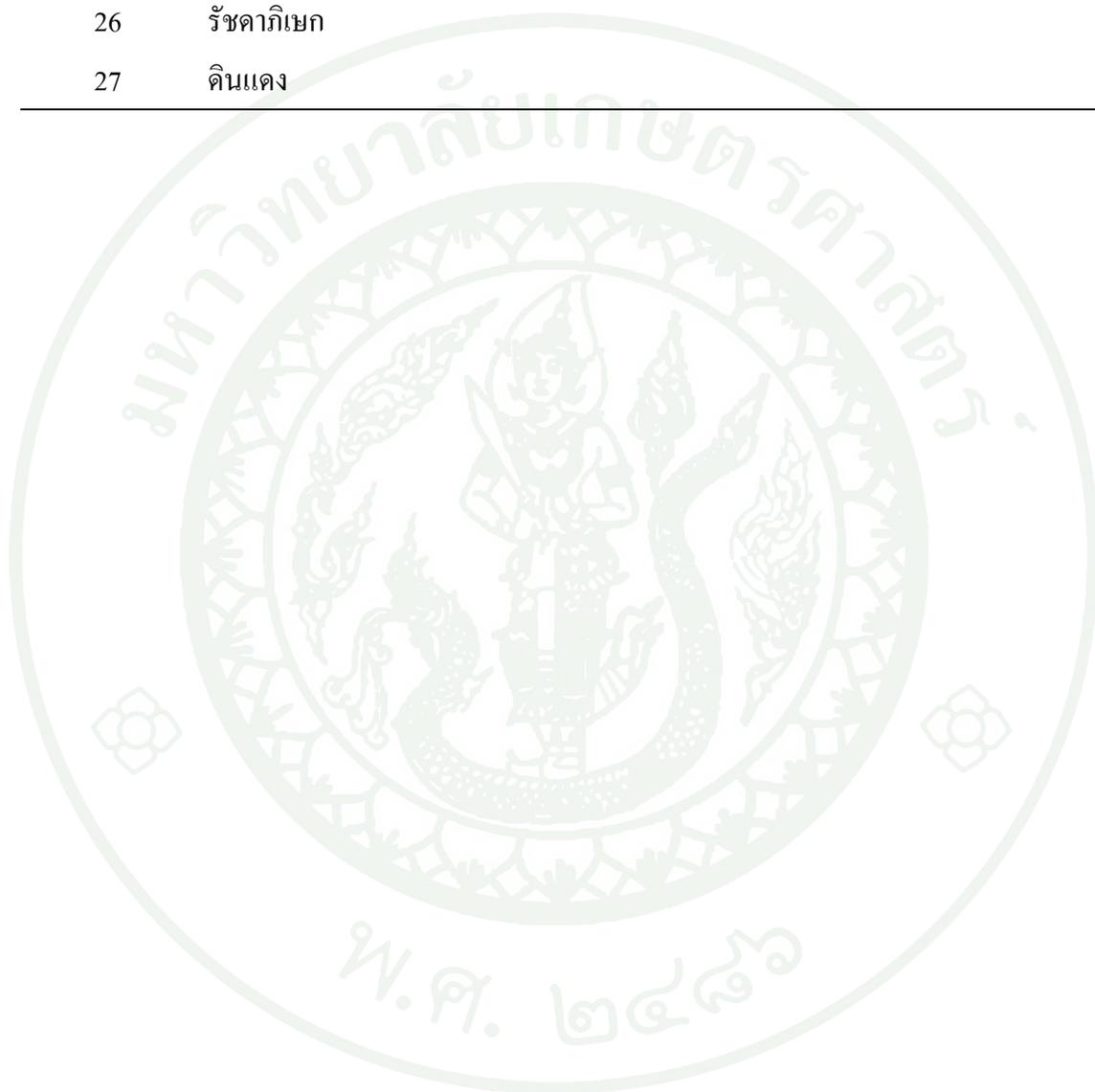
ภาพผนวกที่ ๑1 เส้นทางและโซนการปล่อยรถ

ตารางผนวกที่ 7 พื้นที่ย่อยต้นทาง – ปลายทางสำหรับการเดินทางในแบบจำลองโครงข่าย

ลำดับ (พื้นที่)	ชื่อพื้นที่
1	พื้นที่ชุมชนเรียบถนนดินแดง
2	พื้นที่ชุมชนเรียบถนนรัชดาภิเษก
3	ทางด่วนขั้นที่ 2
4	จตุรทิศ
5	ราชปรารภ
6	พระราม 9 ซอย 7
7	พื้นที่ก่อนถึงแยกถนนเพชรบุรีตัดเพชรอุทัย
8	พื้นที่ชุมชนเรียบถนนเพชรบุรีขาออกช่วงแยกอโศกเพชรถึงแยกมิตรสัมพันธ์
9	พื้นที่ชุมชนเรียบถนนเพชรบุรีขาเข้าช่วงแยกอโศกเพชรถึงแยกมิตรสัมพันธ์
10	เพชรบุรีขาเข้า
11	พื้นที่ชุมชนเรียบถนนกำแพงเพชร 7
12	สถานีรถไฟฟ้า ARL มัถกะสัน/อโศก
13	พระราม 9 ขาเข้า
14	ถนนอโศกมนตรี
15	เพชรบุรีขาออก
16	นิคมมัถกะสัน
17	สุขุมวิท 3
18	พื้นที่ช่วงถนนของรถที่มาจากถนนอโศก-ดินแดงขาเข้า
19	จุดขึ้นลงสะพานข้ามแยกอโศก-เพชร ฝั่งตะวันตก
20	ช่วงถนนระหว่างแยกพระราม 9 ถึง แยก อ.ส.ม.ท.
21	จุดขึ้นลงสะพานข้ามแยกอโศก-เพชร ฝั่งตะวันออก
22	ช่วงถนนระหว่างแยกนิคมมัถกะสันถึงแยกถนนนิคมมัถกะสันตัดถนนอโศก-ดินแดงขาออก
23	พื้นที่ช่วงถนนรอเลี้ยวเข้าถนนอโศก-ดินแดงขาเข้า
24	ช่วงถนนระหว่างแยกมารยาทดีถึงแยกถนนกำแพงเพชร 7 ตัด ถนนเพชรอุทัย

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ (พื้นที่)	ชื่อพื้นที่
25	พื้นที่ช่วงถนนกำแพงเพชร 7 รอเลี้ยวเข้าถนนอโศก-ดินแดงขาเข้า
26	รัชดาภิเษก
27	ดินแดง



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อสกุล	นายอาทิตย์ มะลิตอง
เกิดวันที่	วันที่ 3 เมษายน 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดสกลนคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-