บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลและการนำไปประยุกต์ใช้

ในงานทางด้านวิศวกรรมจราจรทั่วไปแล้ว ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ จะมีความสำคัญอย่างมาก ต่อการกำหนดแนวทาง ในการแก้ไขปัญหาการจราจรในปัจจุบัน ตลอดจนการวางแผน เพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรในอนาคต เนื่องจากในการศึกษานี้ ได้มีการสำรวจข้อมูลการจราจรที่ค่อนข้างสมบูรณ์ในพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้ทำการสำรวจเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น การวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในบทนี้ สามารถแยกออกได้ เป็น 4 หัวข้อใหญ่ ดังนี้

1. การคาดคะเนปริมาณการจราจรหรือปริมาณการเดินทางในอนาคต
2. การเดินทางของผู้มาใช้สนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติในอนาคต
3. การวิเคราะห์หาค่าของตัวคูณขยาย สำหรับปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง
4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของการสร้างสะพานคนข้ามบนถนนรามคำแหง

5.1 การคาดคะเนปริมาณการจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต

ในปัจจุบัน ได้มีรายงานการศึกษาทางด้านการจราจรในกรุงเทพมหานคร ที่ค่อนข้างสมบูรณ์หลายรายงาน โดยเฉพาะรูปแบบการเดินทาง ซึ่งแสดงด้วยตารางการเดินทาง (O-D Table) ระหว่างโซนจราจรต่าง ๆ รายงานต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอไว้ ส่วนใหญ่ก็เป็นการปรับปรุงผลการศึกษาจากรายงานก่อนหน้านี้ เพื่อให้สอดคล้องกับปีที่ทำการศึกษา ส่วนสำคัญของผลการศึกษาก็คือ การประมาณรูปแบบ และปริมาณการเดินทางในอนาคต ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งจากการศึกษาทบทวนรายงานต่าง ๆ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. Bangkok Transportation Study (BTS) เป็นการศึกษา และวางแผนเกี่ยวกับทางด้านการจราจร และการขนส่ง ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เมื่อปี พ.ศ. 2518 โดยทีมผู้เชี่ยวชาญจากประเทศเยอรมันนี ซึ่งถือ

ว่าเป็นรายงานการศึกษาทางด้านการจราจร และการขนส่ง ที่สมบูรณ์แบบตามหลักการเป็นครั้งแรกของกรุงเทพมหานคร เนื่องจากได้มีการสำรวจ และเริ่มต้นจัดสร้างตารางการเดินทาง เพื่อใช้สำหรับกรุงเทพมหานครขึ้นมาด้วย นอกจากนั้น ยังมีการวางแผน เพื่อการพัฒนาระบบการจราจรและการขนส่งในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว อย่างครบถ้วน

2. Feasibility Study on the Second Stage Expressway System in the Greater Bangkok (SSES) โดย JICA/ETA, สิงหาคม 2526 เป็นการศึกษาความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงการ เส้นทางที่เหมาะสมมากที่สุด ประเมินถึงผลประโยชน์ของแนวทางเลือกต่าง ๆ ที่จะมีทางด่วน ตลอดจนคาดคะเนถึง ปริมาณการจราจรที่จะมาวิ่งบนทางด่วนในอนาคต โดยใช้ตารางการเดินทางที่ปรับปรุงแก้ไขมาจากตารางการเดินทางที่ทำไว้ในรายงาน BTS ปี พ.ศ. 2518

3. The Metropolitan Bangkok Short Term Urban Transport Review (STTR) โดย Halcrow Fox and Associates/NESDB, กรกฎาคม 2528 ซึ่งเป็นรายงานการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ทราบถึงปัญหาทางด้านการขนส่ง นโยบายทางด้านการขนส่ง ที่ควรจะมีงบประมาณที่ต้องเตรียมไว้ โครงการพื้นฐานที่ต้องมี รวมทั้งเสนอแนะโครงการที่ควรจะมี ซึ่งก็เช่นเดียวกันกับ SSES คือ รายงานนี้ ก็ได้ประมาณตารางการเดินทาง ที่จะใช้ สำหรับการศึกษาครั้งนั้น โดยแก้ไขดัดแปลงมาจาก BTS มีการแบ่งโซนจราจรออกเป็น 99 โซน เป็นโซนที่อยู่ภายในเขตถนนวงแหวนชั้นกลาง 58 โซน ที่เหลือนอกนั้นเป็นโซนที่อยู่ภายนอก

4. The Study on Road Improvement, Rehabilitation and Traffic Safety in Bangkok (RITS) โดย JICA/BMA, ธันวาคม 2529 ซึ่งเป็นรายงานการศึกษา ที่จัดทำขึ้นโดยกรุงเทพมหานคร เพื่อสำรวจข้อมูลการจราจร สำรวจโครงข่ายถนน ปรับปรุงเส้นทาง และถนน ตลอดจนการฟื้นฟูสภาพของผิวทางจราจร บนถนนสายต่าง ๆ ในเขต กทม. ในส่วนของตารางการเดินทางที่ใช้ในขณะนั้น ก็ได้ปรับปรุงมาจาก BTS มีการแบ่งโซนจราจรออกเป็น 86 โซน โดยมุ่งเน้นเฉพาะพื้นที่ ภายในเขตถนนวงแหวนชั้นกลาง ซึ่งมีอยู่ 58 โซน เช่นเดียวกับ STTR

5. Feasibility Study on New Krungthep Bridge Construction

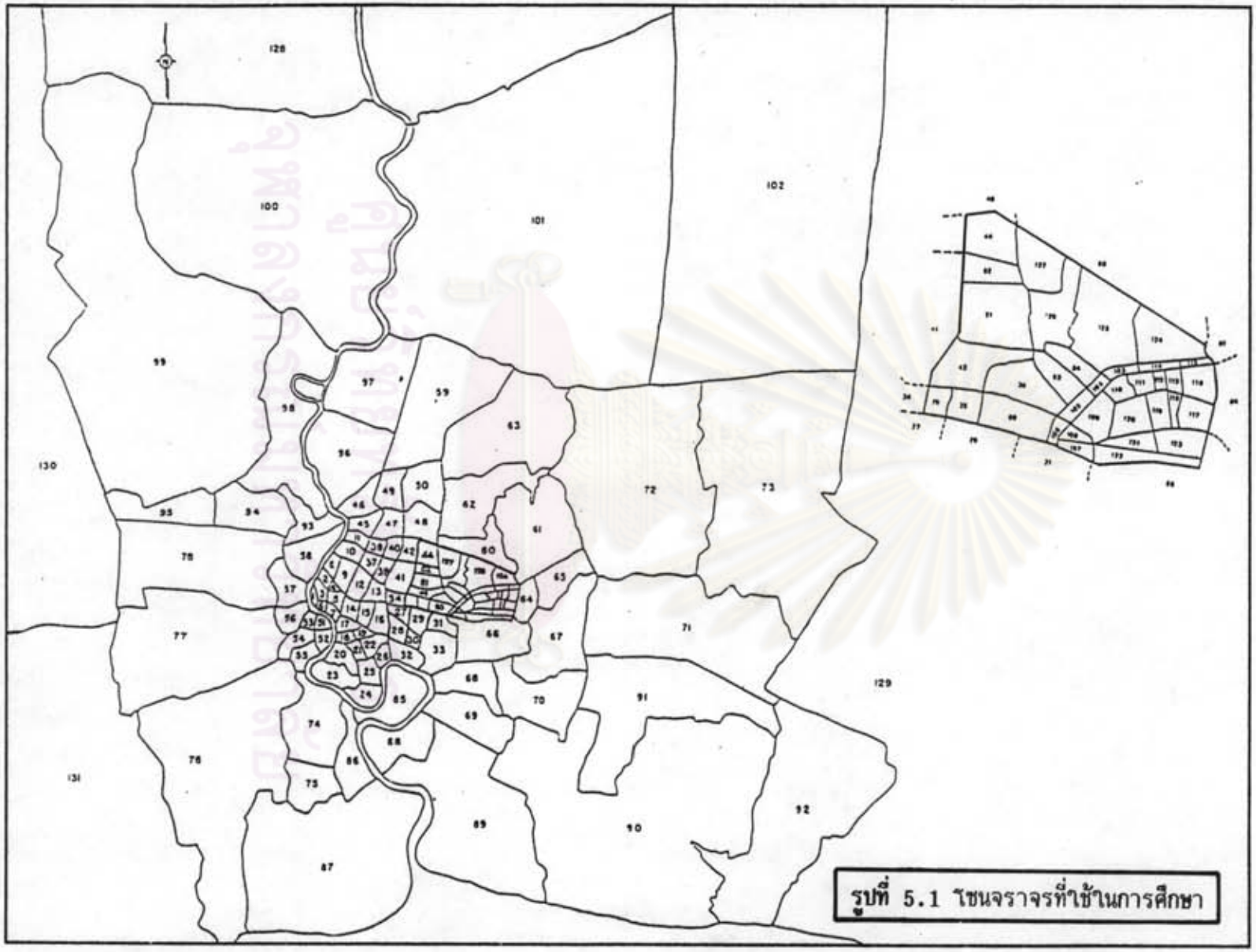
and Thonburi Road Extension (KBTR) โดย JICA/PWD, มีนาคม 2530 เป็นรายงานการศึกษา เพื่อหาความเหมาะสม ของการสร้างสะพานกรุงเทพขึ้นใหม่ คู่ขนานกับสะพานกรุงเทพเดิม และการก่อสร้างตัดถนนธนบุรี เชื่อมระหว่างถนนวงแหวนชั้นกลาง กับถนนเพชรเกษมและถนนวงแหวนชั้นนอก โดยมีการวิเคราะห์หาความต้องการในการเดินทาง ที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การคาดคะเนปริมาณการเดินทางในอนาคต และการประเมินถึงผลของโครงการในเบื้องต้น ซึ่งการสร้างตารางการเดินทางนั้น ก็ได้ทำการแบ่งพื้นที่ในการศึกษาออกเป็นโซนจราจรทั้งหมด 106 โซน ประกอบด้วยโซนภายใน อันได้แก่ พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ 102 โซน ที่เหลืออีก 4 โซน เป็นโซนภายนอก ระบบโซนจราจรนี้ ได้ปรับปรุงมาจากระบบโซนจราจรของ STTR และ RITS โดยพื้นที่ภายในเขตถนนวงแหวนชั้นกลางได้แบ่งตาม RITS ส่วนพื้นที่ภายนอกเขตถนนวงแหวนชั้นกลางได้แบ่งตาม STTR แต่ได้มีการกำหนดระบบโซนขึ้นใหม่ให้ละเอียดขึ้น โดยเฉพาะโซนจราจรที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับสะพานกรุงเทพ และถนนธนบุรี ซึ่งการแบ่งก็อาศัยโครงข่ายถนน เขตหรือแขวงการปกครอง แนวคลอง ทางรถไฟ และลักษณะการใช้ที่ดิน หรือการกระจายของอาคารบ้านเรือน เป็นเกณฑ์ และเนื่องจาก รายงาน KBTR นี้ เป็นรายงานการศึกษา ที่มีข้อมูลการจราจรมากพอสมควร ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงจะได้นำผลการประมาณรูปแบบ และปริมาณการเดินทางที่ได้เสนอไว้ มาทำการปรับแก้ และใช้ในการคาดคะเนถึงสภาพในอนาคต สำหรับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ปริมาณการจราจร หรือปริมาณการเดินทางในอนาคตนี้ จะเป็นปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง ในสภาพโครงข่ายถนนในขณะนั้น ซึ่งอาจจะน้อยกว่า หรือเท่ากับความต้องการในการเดินทางที่แท้จริง ที่ไม่ถูกจำกัดด้วยความสามารถ ในการรองรับปริมาณการจราจร ของโครงข่ายถนน โดยสามารถหาได้ จากแบบจำลอง การจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) ของแบบจำลองต่อเนื่อง (Sequential Model) ที่นิยมใช้ศึกษาพฤติกรรมของการเดินทาง ในการวางแผนทางด้านการจราจร และการคมนาคมขนส่ง โดยเฉพาะในเขตเมือง โดยต้องใช้ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม ทั้งในปัจจุบัน และอนาคต ประกอบกับข้อมูลทางด้านการจราจรที่สำรวจ รวมทั้งจากการศึกษาต่าง ๆ ในอดีต ซึ่งมีขั้นตอนสำหรับการหาปริมาณการจราจรในอนาคต ดังนี้คือ

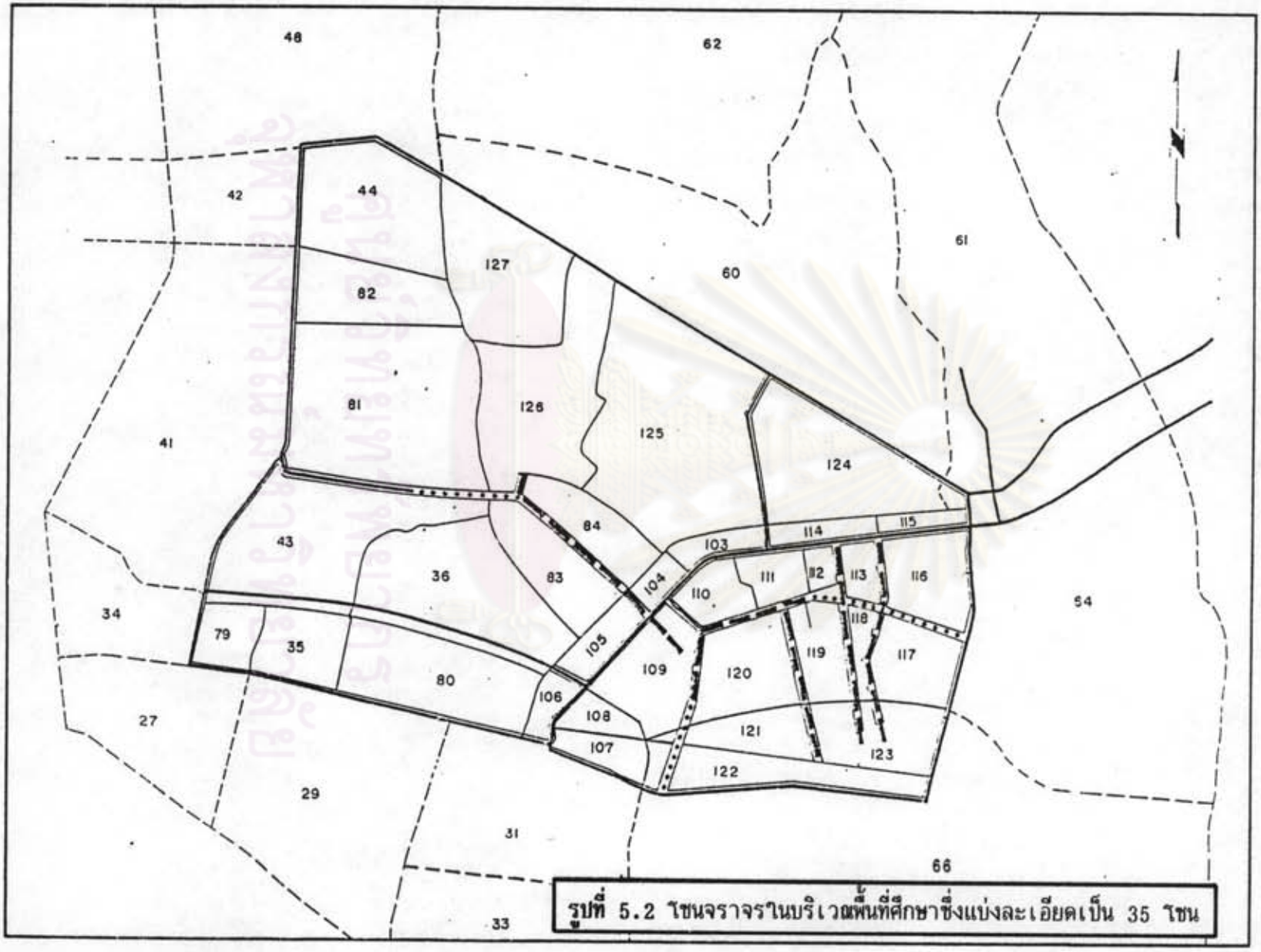
1. การกำหนดพื้นที่ศึกษาและโซนจราจรหรือพื้นที่ย่อย
2. การสร้างและปรับความแม่นยำของตารางการเดินทาง
3. การประมาณความต้องการในการเดินทางในอนาคต
4. การประมาณกระแสจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต

5.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษาและโซนจราจร เนื่องจากถนนรามคำแหง เป็นถนนสายหลักสายหนึ่ง ทางด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ผู้ที่ใช้ถนนสายนี้ มีทั้งผู้เดินทางที่มีจุดเริ่มต้น และจุดปลายทาง การเดินทางในบริเวณนี้ และผู้เดินทางที่ใช้เป็นเส้นทางผ่าน เพื่อไปยังจุดหมายปลายทางอื่น ที่อยู่ไกลออกไปด้วย อีกทั้งโครงข่ายถนน มีการติดต่อและเกี่ยวข้องกัน ทั้งในและนอกพื้นที่ศึกษา จึงจำเป็นต้องกำหนดพื้นที่ศึกษา ให้ครอบคลุมทั้งกรุงเทพมหานครและพื้นที่ใกล้เคียง อันได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ ส่วนจังหวัดใกล้เคียงอื่น ๆ ถือเป็นพื้นที่รอบนอก เมื่อกำหนดพื้นที่ศึกษาแล้ว ก็ต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซนจราจร เพื่อแสดงปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นระหว่างโซน หรือพื้นที่ย่อย ซึ่งได้กำหนดให้มีโซนจราจรทั้งหมด 131 โซน เป็นพื้นที่ภายใน 127 โซน และพื้นที่ภายนอก 4 โซน ดังแสดงในรูปที่ 5.1 โดยกำหนดด้วยเขต หรือแขวงการปกครองตามทางราชการ ยกเว้นพื้นที่ในการศึกษาจริง ๆ นั้น ได้แบ่งละเอียดลงไปอีกเป็น 35 โซน โดยอาศัยแนวถนน หรือคลองที่สำคัญ หรือตามประเภทของการใช้ที่ดิน เช่น บริเวณสถาบันการศึกษา ที่อยู่อาศัย เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 5.2 ส่วนตารางที่ 5-1 แสดงรายละเอียดของโซนจราจรแต่ละโซน โดยโซนจราจรที่ 79 ถึง 84 และ 103 ถึง 127 นั้น เป็นโซนจราจรในพื้นที่ศึกษา ที่แบ่งละเอียดลงไปดังกล่าวแล้ว

5.1.2 การสร้างและปรับความแม่นยำของตารางการเดินทาง ตาราง การเดินทาง หรือ ตารางแสดงจุดเริ่มต้น และ จุดปลายทางการเดินทาง (Origin-Destination Table, O-D Table) สามารถสร้างได้ โดยการสำรวจความต้องการในการเดินทาง ซึ่งต้องใช้เวลา และงบประมาณในการสำรวจค่อนข้างมาก แต่การศึกษานี้ จะใช้ตารางการเดินทาง ที่ได้ทำขึ้นจากการศึกษาในอดีต คือ KBTR หรือ การศึกษาความเหมาะสม ของการก่อสร้างสะพานกรุงเทพใหม่ และ การต่อขยายถนนธนบุรี (Feasibility Study on New Krungthep Bridge Construction and Thonburi Road Extension) เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2530 ซึ่งได้ปรับปรุงให้เหมาะสม สำหรับนำมาใช้เป็นตารางการเดินทางในปีปัจจุบัน และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับตารางการเดินทางในอนาคต โดยตารางการเดินทางจะแบ่งเป็น ในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า (morning peak) ตอนเย็น (evening peak) และ นอกเวลาเร่งด่วน (off peak) สำหรับปี พ.ศ.2529 พ.ศ.2534 และ พ.ศ.2544



รูปที่ 5.1 โซนจราจรที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 5.2 โซนจราจรในบริเวณพื้นที่ศึกษาซึ่งแบ่งละเอียดเป็น 35 โซน

ตารางที่ 5-1 รายการจำแนกโซนจราจรตามแขวงและเขตการปกครอง

โซนจราจร	เขต หรือแขวง
1	พระบรมมหาราชวัง
2	ป้านพานถม บางขุนพรหม วัดสามพระยา
3	ชนะสงคราม ตลาดยอด บวรนิเวศ ศาลเจ้าพ่อเสือ เสาชิงช้า สำราญราษฎร์ ราชบพิธ
4	วัดโสมนัส
5	คลองมหานาค ป้านบาตร วัดเทพศิรินทร์ ป้อมปราบศัตรูพ่าย
6	วังบูรพา
7	จักรวรรดิ์ สัมพันธวงศ์ ตลาดน้อย
8	ดุสิต (55%) วุฒิรพยาบาล
9	สวนจิตรลดา สี่แยกมหานาค ดุสิต (45%)
10	นครชัยศรี (60%)
11	นครชัยศรี (40%)
12	ทุ่งพญาไท ถ.เพชรบุรี
13	พญาไท มักกะสัน (35%) ถ.เพชรบุรี (30%)
14	รองเมือง วังใหม่
15	ปทุมวัน
16	สวนลุมพินี
17	มหาพฤฒาราม สี่พระยา บางรัก (50%)
18	สุริวงศ์ (40%) บางรัก (50%) สีลม (40%)
19	สุริวงศ์ (60%) สีลม (60%)
20	วัดพระยาไกร ยานนาวา วัดดอน (55%)
21	ทุ่งวัดดอน (45%)
22	ทุ่งมหาเมฆ
23	บางคอแหลม บางโคล่ บางโพงพาง (5%)
24	บางโพงพาง (95%)
25	ช่องนนทรี (60%)
26	ช่องนนทรี (40%)
27	คลองเตย (25%)
28	คลองเตย (30%)
29	คลองตัน (50%)
30	คลองตัน (20%)
31	คลองตัน (22%)
32	คลองเตย (45%)
33	พระโขนง
34	มักกะสัน (65%) ถ.เพชรบุรี (20%)
35	บางกะปิ (27%)
36	บางกะปิ (25%)
37	สามเสนใน (25%)
38	สามเสนใน (20%)
39	สามเสนใน (25%)
40	สามเสนใน (25%)
41	ดินแดง (65%) ห้วยขวาง (20%) สามเสนใน (5%)
42	ดินแดง (35%) ห้วยขวาง (10%) สามเสนนอก (10%)
43	ห้วยขวาง (30%)
44	สามเสนนอก (70%)
45	บางซื่อ (55%)
46	บางซื่อ (45%)
47	ลาดยาว (15%)
48	ลาดยาว (25%)
49	ลาดยาว (25%)
50	ลาดยาว (35%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-1 รายการจำแนกโซนจราจรตามแขวงและเขตการปกครอง (ต่อ)

โซนจราจร	เขต หรือแขวง
51	สมเด็จเจ้าพระยา คลองสาน
52	คลองต้นไทร บางลำภูล่าง
53	วัดกัลยาณมิตร วัดหิรัญรูจี
54	บางยี่เรือ ตลาดพลู บุคคโล (30%)
55	บุคคโล (70%)
56	บางกอกใหญ่
57	บางขุนนนท์ ศิริราช บางขุนศรี บ้านช่างหล่อ
58	บางบำหรุ บางยี่ขัน บางพลัด บางอ้อ
59	ตลาดบางเขน สีกัน ทุ่งสองห้อง
60	คลองจั่น (80%) วังทองหลาง (30%)
61	คลองกุ่ม คันนายาว
62	จรเข้บัว ลาดพร้าว
63	คลองถนน สายไหม อนุสาวรีย์ ออเงิน ทาแรง
64	หัวหมาก (10%)
65	สพานสูง
66	สวนหลวง (86%)
67	ประเวศ
68	บางจาก
69	บางนา
70	หนองบอน ดอกไม้
71	ลาดกระบัง
72	มีนบุรี
73	หนองจอก
74	บางปะกอก ราษฎร์บูรณะ บางมด บางครุ (30%)
75	บางครุ (70%)
76	บางขุนเทียน
77	ภาษีเจริญ
78	ตลิ่งชัน
85	พระปะแดง (35%)
86	พระปะแดง (30%)
87	เมืองสมุทร (60%)
88	พระปะแดง (35%)
89	เมืองสมุทร (40%)
90	บางพลี (80%)
91	บางพลี (20%)
92	บางบ่อ
93	บางกรวย (15%)
94	บางกรวย (45%)
95	บางกรวย (40%)
96	นนทบุรี (55%)
97	ปากเกร็ด
98	นนทบุรี (45%) ปากเกร็ด (40%)
99	บางใหญ่ ไทรน้อย บางบัวทอง
100	ลาดหลุมแก้ว เมืองปทุม (20%) สามโคก (30%)
101	คลองหลวง ธัญบุรี (60%) ลำลูกกา (65%) เมืองปทุม (80%) สามโคก (70%)
102	หนองเสือ ธัญบุรี (40%) ลำลูกกา (35%)
128	พื้นที่รอบนอกด้านทิศเหนือ ได้แก่ อยุธยา สระบุรี นครนายก
129	พื้นที่รอบนอกด้านทิศตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง
130	พื้นที่รอบนอกด้านทิศตะวันตก ได้แก่ นครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี
131	พื้นที่รอบนอกด้านทิศใต้ ได้แก่ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และได้แบ่งตารางการเดินทางออกเป็นสำหรับรถยนต์ประเภทต่าง ๆ 7 ประเภท ซึ่งได้นำมารวมเป็นตารางการเดินทางในหน่วย PCU โดยคูณด้วยค่าเทียบเท่า PCU ตามหัวข้อ 4.2 แล้วทำการ interpolate ระหว่างตาราง O-D ของปี พ.ศ. 2529 กับของปี พ.ศ. 2534 ได้เป็นตาราง PCU-OD ของปี พ.ศ. 2532 จากนั้นทำการปรับแก้ความแม่นยำ ด้วยปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจและปริมาณการจราจรบน Screen Line จากการศึกษา SIMR (Study on Medium to Long-term Improvement / Management Plan of Road and Road Transport in Bangkok) เมื่อปี พ.ศ.2532 โดยใช้วิธีของความเป็นไปได้มากที่สุด (Maximum Likelihood Method) ดังแสดงผลเปรียบเทียบ ระหว่างปริมาณการจราจร ของตาราง O-D ที่ปรับแก้แล้ว (simulated volume) และปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจ (counted volume) ในตารางที่ 5-2 และ 5-3 ส่วนตาราง O-D ของปี พ.ศ. 2532 ในหน่วย PCU ต่อชั่วโมง ที่ได้สำหรับชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า (MP) ตอนเย็น (EP) และนอกเวลาเร่งด่วน (OP) ซึ่งได้ทำการรวมโซนจราจรให้เหลือเพียง 25 โซน ดังรูปที่ 5.3 เพื่อความสะดวกต่อการนำเสนอ สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 5-4

5.1.3 การประมาณความต้องการในการเดินทางในอนาคต ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการหาปริมาณความต้องการ ที่จะเดินทาง รวมทั้งหมดภายในพื้นที่ศึกษา (unconstraint total traffic demand) ในรูปแบบของจำนวนยานพาหนะ ซึ่งแสดงในหน่วยของรถยนต์นั่งเทียบเท่า (passenger car unit) โดยจะเป็นปริมาณการเดินทาง ที่ไม่ถูกจำกัดด้วยความสามารถในการรองรับ ของโครงข่ายถนนในขณะนั้น ซึ่งจะเป็นปริมาณความต้องการในการเดินทางที่แท้จริง

ในการประมาณความต้องการในการเดินทาง โดยปกติแล้ว จะใช้ข้อมูลประชากร และมูลค่าผลิตภัณฑ์รวม เป็นดัชนีในการประมาณ การศึกษาครั้งนี้ได้นำผลของการประมาณ ความต้องการรวมในการเดินทาง มาจากการศึกษา KBTR ที่ได้ทำไว้สำหรับปี พ.ศ. 2534 พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2554 ซึ่งใช้ Elasticity ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของการเดินทาง ต่อรายได้เฉลี่ย ของประชากรในพื้นที่ ในการประมาณอัตราการเพิ่มของจำนวนรวมของการเดินทาง ในปีต่าง ๆ ดังกล่าว โดยได้เปลี่ยนแปลงค่าดัชนีในการประมาณ เนื่องจากระหว่างปี พ.ศ.2529 ถึง พ.ศ.2532 รายได้เฉลี่ยของประชากรเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

สำหรับปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นจริง ๆ นั้นจะถูกจำกัดด้วยประสิทธิภาพของโครงข่ายถนน ซึ่งสามารถหาได้จากแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง อันเป็นขั้นตอน

ตารางที่ 5-2 การเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการจราจรจากตารางการเดินทางที่ปรับแก้แล้ว และจากการสำรวจของการศึกษา SIMR ในหน่วย PCU/HR

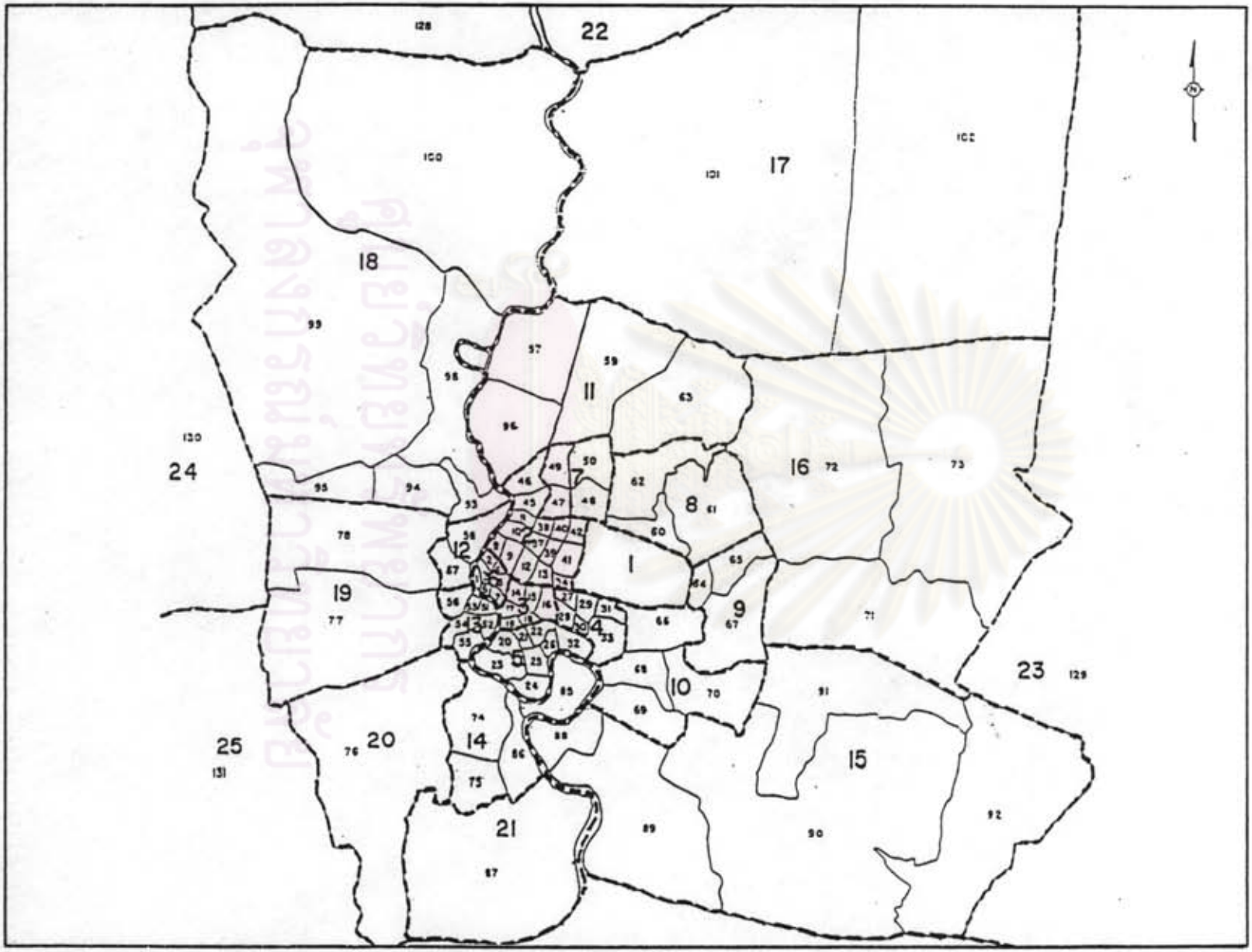
Link No.	Name	Morning Peak		Evening Peak		Off Peak	
		Counted Volume	Simulated Volume	Counted Volume	Simulated Volume	Counted Volume	Simulated Volume
1079	Pathumthani Br. (In)	322	314	358	356	397	387
1078	(Out)	470	456	366	375	495	484
1084	Nonthaburi Br. (In)	533	533	603	602	628	629
1046	(Out)	622	624	644	644	589	591
1104	New Nonthaburi Br. (In)	992	961	1,112	1,126	1,411	1,399
999	(Out)	1,363	1,358	1,218	1,227	1,204	1,178
1117	Rama VI Br. (In)	1,082	1,049	1,182	1,213	1,395	1,361
987	(Out)	2,021	1,982	1,222	1,260	1,156	1,111
1399	Krungthon Br. (In)	2,324	2,359	1,843	1,911	1,762	1,712
1401	(Out)	1,638	1,554	2,000	2,077	3,548	3,469
1185	Pinklao Br. (In)	5,415	5,449	3,353	3,433	2,907	2,853
216	(Out)	2,816	2,739	4,055	4,121	5,447	5,509
1198	Memorial Br. (In)	2,445	2,480	1,840	1,797	1,463	1,510
228	(Out)	1,014	980	1,293	1,337	1,646	1,689
1199	New Memorial Br. (In)	4,936	4,819	2,016	2,146	1,673	1,755
276	(Out)	2,627	2,506	3,252	3,398	6,310	6,385
1211	Sathorn Br. (In)	4,734	4,687	2,870	2,927	1,759	1,705
522	(Out)	1,915	1,867	2,770	2,835	4,008	3,959
1859	Krungthep Br. (In)	2,358	2,314	1,944	1,988	1,923	1,882
1813	(Out)	1,708	1,665	1,718	1,755	1,846	1,806
1754	Rama IX Br. (In)	2,050	1,977	2056	2118	1,856	1,791
1849	(Out)	1,513	1,421	1,898	1,992	1,710	1,637
Screen Line Total		44,898	44,094	39,613	40,638	45,133	44,802

Remark : Counted volume obtained from SIMR study.

ตารางที่ 5-3 การเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการจราจรจากตารางการเดินทางที่ปรับแก้แล้วและจากการสำรวจในการศึกษาครั้งนี้ ในหน่วย PCU/HR

Link No.	Name	Morning Peak		Evening Peak		Off Peak	
		Counted Volume	Simulated Volume	Counted Volume	Simulated Volume	Counted Volume	Simulated Volume
969	Ratchada; Phahon (In)	1,520	1,470	1,354	1,332	1,747	1,716
704	(Out)	1,374	1,334	1,148	1,172	1,345	1,276
702	Latphrao; Jomphon (In)	2,826	2,625	1,813	1,982	2,136	1,907
692	(Out)	1,384	1,244	1,344	1,314	1,985	1,855
713	Latphrao Chokchai 4 (In)	2,016	1,955	1,960	2,081	2,015	1,898
708	(Out)	1,726	1,643	1,800	1,903	2,479	2,337
701	Ratchada; Latphrao (In)	1,292	1,286	1,193	1,232	1,418	1,363
630	(Out)	1,578	1,454	1,488	1,561	2,091	2,126
625	Ratchada; Huay Kwang (In)	2,031	1,951	1,795	1,855	2,143	2,090
611	(Out)	1,757	1,698	2,189	2,296	3,082	2,964
606	Asoke (In)	2,898	2,723	2,100	2,254	1,885	2,000
595	(Out)	2,306	2,149	2,904	3,016	3,469	3,362
598	New Phetchaburi (In)	2,641	2,583	1,012	1,109	458	472
601	(Out)	3,313	3,085	3,645	3,835	5,020	4,983
592	Sukhumvit 21 (In)	3,302	3,317	2696	2717	2,660	2,403
589	(Out)	1,230	1,122	1,375	1,475	1,326	1,390
739	Prompong (In)	674	665	547	545	1,011	1,007
747	(Out)	655	649	276	273	690	686
729	Phetchaburi; Sunwichai (In)	3,234	3,777	1,789	2,293	2,195	2,745
734	(Out)	1,698	2,243	2,293	2,942	3,049	3,775
730	Ekamai (In)	1,566	1,152	1,283	1,003	1,465	1,160
792	(Out)	1,500	1,253	1,121	866	1,394	1,097
806	Khlong Tan (In)	1,864	1,757	1,412	1,468	1,517	1,449
805	(Out)	1,152	1,082	1,211	1,188	1,356	1,268
907	Phatthanakan (In)	2,087	1,631	1,346	1,059	1,384	1,099
1597	(Out)	1,194	1,083	1,451	1,257	2,015	1,579
914	Srinakarintara (In)	1,970	2,197	1,224	1,407	1,424	1,504
910	(Out)	1,310	1,351	1,230	1,408	1,717	1,980
898	New Phatthanakarn (In)	1,230	1,249	550	579	779	773
904	(Out)	1,512	1,509	1,159	1,189	1,457	1,479
905	Srinakarintara (In)	1,930	1,786	1,300	1,395	1,587	1,616
902	(Out)	1,351	1,374	1,296	1,436	1,800	1,633
1675	Rama IX (In)	1,777	1,688	1,345	1,500	1,343	1,284
1679	(Out)	1,391	1,228	1,328	1,330	1,566	1,537
1600	Ramkhamhaeng; Rama IX (In)	2,664	2,623	2,230	2,362	2,164	2,121
723	(Out)	1,945	2,241	2,173	2,402	2,805	2,939
1573	Nawasi (In)	146	153	99	185	172	125
1687	(Out)	201	170	158	204	225	261
1686	Tiam Ruammit (In)	426	363	314	398	390	285
1569	(Out)	493	383	298	377	506	512
1908	Ramkhamhaeng Wisetsuk (In)	1,929	1,799	1,626	1,587	1,783	1,603
1898	(Out)	1,404	1,233	1560	1495	2,007	1,859
1885	Latphrao Mahatthai (In)	2,131	2,015	1,558	1,601	1,585	1,469
1658	(Out)	1,523	1,443	1,313	1,433	1,511	1,549
1657	Latphrao Panchamit (In)	2,687	2,715	1,925	2,074	2,033	2,062
1655	(Out)	1,980	1,899	1,849	1,875	2,536	2,393
1705	Sukhaphiban 1 (In)	1,137	1,035	946	886	988	946
922	(Out)	961	939	971	848	1,111	1,004
925	Sukhaphiban 2 (In)	1,454	1,387	1,085	832	1,338	1,048
921	(Out)	892	707	934	727	1,188	1,094
923	Sukhaphiban 3 (In)	1,638	1,519	990	940	1,245	1,238
1888	(Out)	662	680	972	882	1,443	1,391
Grand Total		175,358	170,805	112,591	116,018	133,171	130,494

Remark : Counted volume obtained from this study.



รูปที่ 5.3 โซนจราจร 25 โซน (เพื่อนำเสนอตารางการเดินทาง)

ตารางที่ 5-4 ตารางการเดินทางสำหรับปี พ.ศ. 2532 ในหน่วย PCU ต่อ ชั่วโมง

2532 O-D TABLE IN PCU/HR (Traffic zones are consolidated to 25 zones only)

Morning Peak (MP)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	1412	2144	700	1580	777	889	900	812	488	827	1256	184	188	136	89	523	184	224	55	44	0	48	9	0	0	11730.	12516.
2	2060	11477	2613	952	2371	7418	3084	440	108	477	1206	1624	1626	247	1067	1292	1192	906	1797	239	1	246	109	115	6	42529.	30932.
3	978	2788	2318	1142	1900	1875	634	86	64	372	131	1006	1493	348	298	302	40	87	944	235	0	13	30	32	88	17022.	16808.
4	1464	1486	2921	843	816	1159	651	286	20	478	240	263	434	180	228	38	34	209	158	55	0	20	849	99	6	13185.	7834.
5	935	1918	2580	488	2781	2382	316	88	86	942	86	574	1340	391	799	80	1	127	912	523	0	15	310	111	2	17820.	16907.
6	379	3274	1198	364	1218	3714	270	88	37	88	364	1533	677	396	670	93	36	853	840	332	0	11	9	124	18	16156.	23220.
7	566	1979	276	282	481	446	816	715	60	179	437	206	144	19	383	569	103	166	141	7	0	56	90	18	3	8123.	9284.
8	815	651	114	226	241	88	649	283	242	30	186	160	37	93	14	1218	522	80	20	8	0	93	11	4	1	5845.	3686.
9	650	132	39	58	27	9	80	276	38	1068	6	6	14	30	30	125	211	16	81	10	45	28	9	11	72	3072.	1679.
10	2295	376	561	609	3050	291	316	125	471	1186	107	82	106	256	716	369	178	7	307	77	69	25	96	5	4	11714.	6937.
11	190	1586	267	280	650	793	963	219	6	186	737	299	289	37	342	32	1867	823	136	31	13	205	19	11	2	9953.	6284.
12	104	486	516	111	389	1581	116	28	13	17	204	346	1106	186	131	220	124	224	1295	52	6	41	12	181	245	7743.	10078.
13	127	377	1082	161	777	1066	89	31	9	63	101	1211	3827	396	34	33	48	135	1232	436	1	8	8	89	26	11328.	13897.
14	42	148	172	78	423	146	37	8	8	187	46	128	303	630	223	142	22	11	466	576	355	12	36	25	25	4122.	4962.
15	233	283	477	160	1828	830	66	0	26	184	34	88	119	107	2863	1117	75	76	87	34	412	15	50	0	161	8541.	9382.
16	203	113	29	12	1	6	168	186	3	1	9	42	3	5	261	189	1	0	3	0	83	23	5	0	0	1376.	5604.
17	43	151	14	23	164	82	84	42	1	7	430	14	87	3	61	87	8	186	23	0	0	4	63	13	3	1634.	5790.
18	33	830	188	9	80	206	122	13	0	1	1367	443	184	8	144	13	748	449	101	1	4	106	14	0	2	6023.	4789.
19	84	294	282	86	861	493	43	34	11	186	320	1297	884	827	101	8	80	237	1551	201	1	14	4	152	31	7341.	10839.
20	61	61	124	41	282	116	8	0	2	34	16	71	498	898	15	0	0	3	378	19	1	1	8	177	68	2514.	3062.
21	0	1	4	1	17	2	0	0	1	16	12	1	2	194	886	8	0	8	1	1	0	0	5	1	1	963.	1006.
22	84	169	61	46	203	79	200	101	6	8	143	21	27	7	91	163	3	117	52	1	0	0	51	10	3	1633.	1030.
23	17	12	53	25	83	81	83	6	7	242	4	36	21	31	80	38	158	28	6	10	6	27	0	23	67	1061.	1892.
24	7	214	30	8	24	79	7	1	1	6	3	186	346	173	8	16	191	20	108	98	5	15	2	0	0	1619.	1200.
25	10	4	16	14	93	8	3	0	6	7	4	278	29	30	206	0	14	24	26	60	1	3	3	0	0	829.	784.
																									TOTAL	212396.	212396.

Off Peak (OP)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	1251	2041	702	1489	896	881	1226	300	489	810	582	146	116	78	88	45	8	68	32	24	0	40	65	7	1	10745.	11488.
2	2368	9100	2851	1100	1766	4891	2065	372	173	891	1432	989	684	81	289	139	12	843	646	81	2	277	112	321	39	31711.	30218.
3	839	3260	4299	1832	3475	2060	883	99	48	337	173	889	1411	209	280	23	1	80	306	215	1	8	282	18	84	20982.	21848.
4	1275	1215	1912	966	799	841	799	187	70	416	635	178	270	18	264	14	0	46	37	23	0	28	251	26	34	9906.	9258.
5	789	1586	3636	812	2714	1745	439	83	23	788	104	364	1058	692	469	7	4	26	372	654	0	49	188	59	34	16389.	17834.
6	491	3815	2758	858	2178	5618	449	131	34	126	412	1319	987	320	248	58	4	282	428	79	0	17	91	103	69	20693.	21637.
7	1060	2908	629	840	681	822	867	471	78	385	828	251	106	19	139	141	6	155	85	3	0	13	96	21	11	9824.	10288.
8	370	320	82	138	72	91	400	78	246	13	104	44	18	61	0	17	7	23	3	4	0	65	8	0	0	2171.	2194.
9	472	154	49	33	23	17	66	248	143	875	6	12	16	7	4	1	0	3	8	2	0	39	25	7	20	1918.	1720.
10	1161	376	412	481	827	123	332	30	300	719	123	33	75	61	163	144	0	24	67	23	2	29	88	0	4	5705.	5545.
11	236	1480	299	306	432	894	878	84	3	111	468	318	189	8	21	18	15	1370	28	4	22	106	28	3	4	7077.	6958.
12	100	997	840	222	458	1734	257	30	3	30	318	348	1001	115	44	117	0	167	1082	69	0	93	14	136	223	8368.	8134.
13	106	800	1998	223	906	1122	123	19	8	78	134	1276	3212	771	73	15	0	46	897	394	4	10	22	86	85	12173.	11455.
14	29	137	190	132	834	204	86	17	3	67	8	167	869	298	48	84	0	25	362	147	48	21	84	30	21	3518.	3743.
15	230	236	266	177	438	326	91	0	4	164	66	72	174	89	910	547	0	47	80	22	89	66	59	1	266	4342.	3861.
16	42	528	100	34	51	63	266	17	1	19	19	35	8	12	340	131	1	27	1	0	112	14	13	0	0	1823.	1697.
17	35	41	7	10	60	17	22	4	0	0	15	0	0	0	0	1	2	58	0	0	0	1	8	0	0	271.	104.
18	52	888	169	36	114	296	135	7	4	23	1405	149	69	25	85	99	29	47	80	14	14	217	28	1	0	2925.	3429.
19	16	264	304	85	416	662	84	4	4	66	36	996	621	306	85	2	0	53	421	211	26	17	11	341	27	4962.	5432.
20	34	111	188	18	436	133	22	0	7	32	20	80	416	146	16	0	0	9	327	1	4	0	37	233	86	2330.	2119.
21	0	5	8	2	4	1	0	0	0	1	16	0	7	60	87	87	0	24	72	4	0	0	13	1	1	393.	371.
22	90	171	28	90	207	84	171	63	63	27	107	36	11	8	16	13	1	192	21	0	0	0	53	18	4	1403.	1241.
23	177	45	80	63	86	69	86	9	32	96	43	27	42	113	66	13	14	3	12	20	26	117	0	4	71	1280.	1869.
24	12	200	117	88	196	173	84	0	5	0	4	227	370	265	1	0	0	1	177	63	22	41	3	0	0	2019.	1388.
25	9	45	36	32	178	86	16	0	12	12	9	200	70	19	196	0	0	0	38	58	1	2	36	0	0	1067.	1055.
																									TOTAL	184657.	184657.

Evening Peak (EP)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	1949	3131	822	1280	728	845	786	531	883	1990	371	206	123	86	136	4	28	44	60	96	0	61	22	41	12	13982.	13713.
2	2278	9186	2045	896	2319	4020	2567	896	138	485	1759	914	481	73	1022	43	219	1064	538	93	1	272	110	152	21	31294.	37045.
3	892	3801	2237	1921	2339	1078	582	187	34	888	408	338	886	187	453	36	12	53	217	207	7	28	88	28	7	18438.	18667.
4	2172	1061	1070	873	820	477	800	380	74	917	674	141	154	85	207	37	35	21	85	79	2	114	630	25	19	10492.	9488.
5	824	1514	2466	478	2718	1374	804	232	22	1152	332	418	840	464	563	1	83	30	470	344	40	79	37	82	129	14963.	16002.
6	382	5911	1923	1106	2482	4927	877	304	9	199	563	1368	884	179	395	6	25	229	330	91	2	28	59	79	28	21616.	20580.
7	1241	3358	506	616	902	307	868	867	74	305	734	114	61	30	186	182	31	70	43	10	0	88	64	14	5	10138.	9633.
8	691	534	67	267	175	125	718	246	298	70	337	40	25	5	0	122	32	18	50	0	0	98	4	1	0	3931.	6380.
9	283	170	38	10	13	12	67	148	141	484	8	10	9	17	6	11	1	0	11	2	2	9	8	2	7	1378.	3023.
10	1031	378	223	372	896	122	366	66	883	1187	204	18	82	179	173	1	11	1	108	44	24	18	297	0	10	6307.	9846.
11	121	672	92	201	124	861	301	91	7	121	899	198	111	66	87	9	399	1238	240	33	9	122	7	1	3	6037.	10223.
12	172	1044	987	338	895	1686	208	138	8	99	279	325	885	125	67	213	21	144	820	62	1	40	30	181	219	8647.	8179.
13	273	884	1803	368	1210	1061	239	80	22	94	273	1381	3411	379	66	5	96	138	895	425	3	19	18	239	36	13290.	9864.
14	73	177	200	84	378	371	28	86	21	234	84	283	388	801	94	18	4	11	441	554	178	10	30	19	31	4178.	4784.
15	183	834	406	180	809	430	353	89	30	836	336	84	43	206	2409	517	29	28	79	15	637	64	50	2	260	8108.	7907.
16	811	1050	318	38	61	188	410	1042	123	313	44	234	32	191	1004	148	56	18	11	0	13	142	33	26	0	6102.	1491.
17	131	251	42	31	15	34	306	446	183	183	1622	68	46	12	125	1	8	307	84	0	0	4	140	88	10	4084.	1510.
18	299	14637	86	122	272	820	111	206	26	8	899	300	145	10	306	0	314	411	212	3	6	222	82	17	12	8158.	4010.
19	43	1148	829	164	902	1633	184	30	98	366	197	1231	1142	876	84	8	33	67	1544	330	1	43	5	236	25	10644.	8601.
20	25	144	171	21	434	225	7	6	5	51	67	79	375	834	23	0	0	3	203	16	1	0	12	122	67	2575.	2575.
21	3	1	0	0	0	2	0	0	40	45	24	4	1	312	361	118	0	9	1	1	0	0	8	1	1	923.	948.
22	45	82	10	17	119	72	67	88	37	21	179	24	8	15	29	20	3	60	23	4	0	0	83	7	7	990.	1548.
23	23	47	25	97	126	28	84	13	16	93	16	16	13	66	49	5	86	26	9	14	9	60	0	6	76	954.	1789.
24	0	208	37	28	91	190	17	5	9	4	16	164	220	632	1	0	26	0	128	101	9	22	1	0	0	1807.	1350.
25	1	6	236	6	1	202	6	1	36	9	3	271	31	24	140	0	0	2	31	51	1	6	14	0	8	1078.	874.
																									TOTAL	206808.	206808.

สุดท้ายของแบบจำลองต่อเนื่อง โดยสามารถอธิบายขั้นตอนหรือแบบจำลองต่าง ๆ ของแบบจำลองต่อเนื่อง พอเป็นสังเขปดังนี้

5.1.3.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้หาปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็นการเกิดการเดินทาง (trip production) ซึ่งหมายถึง การเดินทางที่เกิดขึ้น จากพื้นที่ที่เป็นที่พักอาศัย (residential zone) โดยอาจจะเป็นจุดที่ตำแหน่งเริ่มต้น (origin) หรือ จุดปลายทาง (destination) ของการเดินทางนั้น ๆ และการดึงดูดการเดินทาง (trip attraction) ซึ่งหมายถึง การเดินทางโดยมีจุดมุ่งหมายอื่น ที่มิใช่จุดมุ่งหมายเพื่อการกลับที่พักอาศัย (non home-base trip) ในการหา จะอาศัยความสัมพันธ์ ระหว่างการเดินทาง กับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับการเกิดการเดินทาง ที่หาได้ จากการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) ตัวแปรส่วนมาก จะเป็นดัชนีทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ จำนวนประชากร การจ้างงาน หรือลักษณะการใช้ที่ดิน โดยสำหรับการศึกษานี้ ตัวแปรที่ใช้ คือ จำนวนประชากร และ การจ้างงาน โดยมีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นสมการดังนี้

$$T_{i \text{ or } j} = a_1X_1 + a_2X_2 + c \quad \text{.....(5.1)}$$

โดยที่ $T_{i \text{ or } j}$ = Trip Production หรือ Trip Attraction

X_1 = จำนวนประชากรในพื้นที่ (Population)

X_2 = จำนวนการจ้างงานในพื้นที่ (Employment)

a_1 และ a_2 = ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

c = ค่าคงที่ (Constant)

และค่าของตัวแปรต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-5 ส่วนข้อมูลของจำนวนประชากรและการจ้างงาน ในแต่ละพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 5-6 และ 5-7 ตามลำดับซึ่งได้ปรับปรุงจาก BMR Study (1986) ที่สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย ได้ทำไว้นั้น เมื่อนำเอาจำนวนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ไปคำนวณหาปริมาณการเกิด และดึงดูดการเดินทางจากความสัมพันธ์ในสมการที่ 5.1 แล้วนำไปรวมกับปริมาณการเดินทางเดิมที่มีอยู่ หลังจากนั้น ทำการปรับแก้ปริมาณการเดินทางในระดับพื้นที่ย่อย เพื่อให้ปริมาณรวมของการเดินทางมีค่าเท่ากับความต้องการรวมในการเดินทาง ที่ได้ประมาณไว้ก่อนแล้ว

ตารางที่ 5-5 ค่าของความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดและการดึงดูดการเดินทาง กับจำนวนประชากรและการจ้างงาน

PERIOD	TRIP GENERATION or TRIP ATTRACTION	POPULATION COEFFICIENT	EMPLOYMENT COEFFICIENT	CONSTANT	CORRELATION COEFFICIENT
Morning Peak	Generation	0.0041	0.0422	488.51	0.68
	Attraction	0.0151	0.0172	537.11	0.56
Off Peak	Generation	0.0023	0.0317	693.73	0.49
	Attraction	0.0037	0.0304	651.78	0.52
Evening Peak	Generation	0.0101	0.0226	591.59	0.56
	Attraction	0.0030	0.0424	489.90	0.72

ตารางที่ 5-6 จำนวนประชากรในแต่ละโซนจราจรย่อย

Zone	1987	1989	1991	2001	2011	Zone	1987	1989	1991	2001	2011
1	8165	7953	7740	7000	6331	66	68654	72788	76923	106046	145467
2	28166	27433	26701	24148	21839	67	46539	49231	51923	69780	93779
3	48617	47547	46278	41853	37851	68	87824	92904	97985	131683	176972
4	11994	11678	11362	10276	9293	69	89103	94258	99413	133602	179550
5	71418	69539	67659	61189	55339	70	35490	37544	39597	53215	71516
6	19644	19133	18622	16841	15231	71	63875	69741	75606	111863	150335
7	50089	47121	44152	32559	24010	72	81110	93574	106037	189812	267468
8	177216	184393	191569	233522	284662	73	60142	63627	67112	90193	115441
9	87336	90873	94410	115085	140288	74	139946	145648	151350	175628	194002
10	74767	77795	80823	98523	120099	75	14231	14811	15391	17859	19728
11	49845	51863	53882	65682	80066	76	286165	322246	358327	555897	677636
12	136043	136045	136047	150280	166003	77	236572	255067	273561	350140	386772
13	37192	37192	37193	41084	45382	78	98552	111529	124506	175608	214065
14	97690	99651	101613	112244	123987	79	4950	5155	5360	5920	6540
15	12000	12241	12482	13788	15230	80	9540	9935	10330	11410	12600
16	35421	36132	36843	40698	44956	81	55400	57685	59970	66240	73170
17	50168	50526	50883	56207	62087	82	16500	17180	17860	19730	21790
18	18094	18223	18351	20271	22392	83	4830	5580	6330	11340	16780
19	20292	20437	20581	22735	25113	84	5990	6920	7850	14060	20810
20	147227	149105	150983	166779	184228	85	64449	71900	79350	117403	157780
21	30154	30539	30923	34158	37732	86	55242	61628	68014	100631	135240
22	42456	42998	43539	48095	53126	87	215494	240405	265317	392552	527557
23	106086	107439	108793	120175	132748	88	64449	71900	79350	117403	157780
24	34876	35321	35766	39508	43641	89	143662	160270	176878	261701	351704
25	32062	32471	32880	36320	40120	90	86476	96473	106470	157529	211706
26	21374	21647	21920	24213	26746	91	21619	24118	26616	39382	52926
27	28311	29949	31587	42450	57050	92	90512	100976	111439	164881	221586
28	33974	35939	37904	50940	68459	93	11134	12288	13442	19888	26728
29	54278	57417	60557	81384	109373	94	33403	36864	40325	59664	80183
30	21711	22967	24223	32554	43749	95	29692	32768	35845	53035	71274
31	23987	24744	25502	32796	46079	96	136411	150546	164681	243656	755021
32	50960	53908	56857	76410	102689	97	70066	77326	84586	125150	168191
33	90761	96011	101262	136068	182890	98	158320	174725	191130	282788	729872
34	30942	30943	30943	34181	37757	99	132846	146611	160377	237287	318894
35	8270	8610	8950	9890	10920	100	65484	72491	79497	117621	158073
36	7520	7830	8140	8990	9930	101	256805	284282	311759	461266	619903
37	43971	43972	43973	48573	53655	102	92904	102844	112784	166871	224260
38	35177	35178	35178	38859	42924	103	2110	2289	2468	3009	3324
39	43971	43972	43973	48573	53655	104	1310	1421	1533	1868	2064
40	43971	43972	43973	48573	53655	105	2350	2550	2749	3351	3702
41	90826	93818	96810	106939	118127	106	2310	2613	2916	4317	5262
42	46095	47776	49457	54632	60347	107	3410	3858	4305	6373	7768
43	6490	6755	7020	7760	8570	108	2860	3235	3611	5345	6515
44	25500	26550	27600	30490	33680	109	4410	4885	5360	7935	9672
45	95048	98897	102746	125247	152675	110	990	990	990	990	990
46	77766	80916	84065	102474	124916	111	0	0	0	0	0
47	32898	36300	39701	50815	61943	112	650	705	760	927	1024
48	54830	60499	66168	84691	103238	113	1750	1899	2047	2496	2757
49	54830	60499	66168	84691	103238	114	1240	1291	1342	1483	1638
50	76762	84699	92635	118567	144533	115	700	729	758	837	925
51	69382	70219	71056	78490	86702	116	2030	2296	2563	3794	4624
52	77399	78332	79266	87559	96719	117	2590	2930	3270	4840	5900
53	53651	53166	52681	52681	52681	118	4210	4763	5315	7868	9590
54	141765	140483	139200	139200	139200	119	6500	7052	7604	9269	10239
55	79532	78813	78094	78094	78094	120	11810	12297	12784	14121	15598
56	108171	108670	109169	114752	120621	121	230	250	269	328	400
57	146958	148333	149708	157364	165412	122	4620	4810	5001	5524	6102
58	150366	151773	153180	161014	169248	123	5550	5779	6007	6636	7330
59	157636	173935	190233	243485	296807	124	20200	21033	21865	24153	26680
60	86557	116184	145810	296740	473804	125	27500	28633	29767	32881	36321
61	93865	112703	131540	224664	332557	126	6640	7204	7768	9469	10460
62	104128	125025	145922	249227	366917	127	21300	22178	23056	25468	28132
63	204550	225699	246848	315948	385139						
64	4801	10877	16953	50785	96067						
65	23959	28767	33575	57345	84885	Total	7615701	7709923	8208014	10989164	14569548

ตารางที่ 5-7 จำนวนการจ้างงานในแต่ละโซนจราจรย่อย

Zone	1987	1989	1991	2001	2011	Zone	1987	1989	1991	2001	2011
1	11116	11297	11478	13780	21269	66	31750	32169	32589	39527	63050
2	38346	38970	39594	47533	73368	67	20979	21320	21661	26005	40139
3	66462	67543	68625	82385	127163	68	39589	40233	40877	49074	75746
4	11397	11582	11768	14127	21805	69	40166	40819	41473	49789	76850
5	67863	68968	70072	84123	129845	70	15998	16259	16519	19831	30610
6	26744	27179	27615	33152	51170	71	47556	48330	49104	58950	90990
7	73976	75180	76384	91700	141540	72	79260	80550	81840	98250	151650
8	45823	46568	47314	56801	87673	73	23778	24165	24552	29475	45495
9	22582	22950	23317	27993	43207	74	98324	99924	101524	121881	188125
10	19332	19647	19962	23964	36989	75	9998	10161	10324	12394	19130
11	12888	13098	13308	15976	24660	76	174372	177210	180048	216150	333630
12	60307	61289	62270	74756	115387	77	100396	102030	103664	124450	192090
13	21009	21351	21693	26042	40197	78	18494	18795	19096	22925	35385
14	104939	106647	108355	130081	200782	79	1539	1570	1601	1952	2890
15	12890	13100	13310	15979	24663	80	3010	3071	3132	3818	6219
16	38049	38668	39288	47165	72800	81	11420	11652	11884	13792	21418
17	64361	65408	66456	79781	123143	82	4834	5033	5232	6378	9442
18	23212	23590	23968	28774	44413	83	754	871	988	1770	2620
19	26033	26457	26880	32270	49809	84	952	1100	1248	2235	3308
20	58219	59166	60114	72168	111392	85	24497	25366	26235	33532	54120
21	11924	12118	12312	14781	22814	86	20998	21742	22487	28742	46389
22	16789	17062	17335	20811	32122	87	81910	84814	87719	112118	180957
23	41950	42633	43316	52001	80265	88	24497	25366	26235	33532	54120
24	13791	14016	14240	17096	26387	89	54606	56543	58479	74745	120638
25	12678	12885	13091	15716	24258	90	32870	34036	35201	44992	72617
26	8452	8590	8727	10477	16172	91	8217	8509	8800	11248	18154
27	12762	12970	13177	15820	24418	92	34404	35624	36844	47092	76006
28	15314	15564	15813	18984	29302	93	4381	4770	5160	7983	14641
29	24467	24865	25263	30329	46813	94	13142	14310	15479	23948	43924
30	9787	9946	10105	12132	18725	95	11682	12720	13759	21287	39044
31	12903	12909	12915	14877	24040	96	53670	58441	63212	97799	179378
32	22972	23346	23719	28476	43952	97	27587	30017	32468	50233	92135
33	40913	41579	42245	50715	78280	98	62290	67827	73364	113506	208187
34	17479	17763	18048	21667	33443	99	52268	56914	61560	95243	174690
35	2085	2128	2170	2645	3915	100	26339	27995	29651	41954	72551
36	1919	1958	1997	2206	3265	101	103293	109787	116282	164526	284519
37	24839	25243	25647	30790	47525	102	37368	39717	42067	59520	102930
38	19871	20194	20518	24632	38020	103	940	979	1017	1124	1242
39	24839	25243	25647	30790	47525	104	743	806	869	1060	1170
40	24839	25243	25647	30790	47525	105	444	482	519	633	699
41	28106	28564	29021	34840	53776	106	390	441	492	729	888
42	13002	13213	13425	16117	24877	107	798	903	1007	1491	1818
43	6117	6237	6356	7759	11486	108	589	666	744	1101	1342
44	6616	6889	7161	8730	12922	109	609	675	740	1096	1336
45	24576	24976	25376	30465	47023	110	290	296	302	333	368
46	20108	20435	20762	24926	38473	111	75	77	78	86	95
47	9715	9874	10032	12043	18589	112	98	106	115	140	154
48	16192	16456	16719	20072	30981	113	299	324	350	426	471
49	16192	16456	16719	20072	30981	114	230	239	249	275	304
50	22669	23038	23407	28101	43374	115	207	216	224	248	273
51	23728	24114	24501	29413	45400	116	273	309	345	510	622
52	26470	26901	27331	32812	50645	117	172	195	217	321	392
53	18559	18861	19164	23006	35510	118	304	344	384	568	693
54	49040	49838	50637	60790	93830	119	3683	3996	4309	5252	5802
55	27512	27960	28408	34104	52640	120	7104	7397	7690	8494	9383
56	29062	29535	30008	36025	55605	121	82	85	89	98	108
57	52234	53084	53934	64749	99941	122	1810	1885	1959	2164	2391
58	53446	54316	55186	66251	102259	123	1994	2076	2158	2384	2634
59	46553	47311	48068	57707	89071	124	2096	2182	2269	2766	3371
60	44097	43958	43818	50932	86394	125	4386	4569	4750	5790	7058
61	34193	34749	35306	42385	65422	126	4357	4727	5097	6213	7574
62	37931	38549	39166	47019	72575	127	6381	6644	6907	8420	10263
63	60407	61391	62374	74881	115579						
64	1814	1127	440	860	10068						
65	8728	8870	9012	10819	16699	Total	3289712	3359994	3445272	4291531	6809399

5.1.3.2 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง(Trip Distribution Model) เป็นแบบจำลองที่จะวิเคราะห์ว่า การเดินทางที่เกิดขึ้น ซึ่งได้จากแบบจำลองการเกิดการเดินทางนั้น จะเป็นการเดินทางไปยังพื้นที่ย่อยใดบ้าง โดยแบบจำลองการกระจายการเดินทางนี้ แบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1) แบบจำลองสัดส่วนการเจริญเติบโต (Growth Factor Model)
2) แบบจำลองแรงดึงดูด ของการเดินทาง (Gravity Model)
3) แบบจำลองโอกาสของการเดินทาง (Intervening Opportunity Model)

โดยการจะใช้แบบจำลองประเภทใดนั้น ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีและระยะเวลาในการดำเนินการ สำหรับการศึกษานี้ ได้ใช้แบบจำลองประเภทสัดส่วนการเจริญเติบโต (growth factor model) และด้วยวิธี Fratar ซึ่งมีสมมุติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงของการเดินทางระหว่างพื้นที่ จะแปรผันโดยตรง กับการเปลี่ยนแปลงของการเดินทางที่จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของพื้นที่ ในการกระจายการเดินทาง โดยใช้ตารางการเดินทางในปีปัจจุบันเป็นข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้รูปแบบการเดินทางในอนาคตคล้ายคลึงกับปัจจุบัน ซึ่งผลที่ได้ คือ ตาราง PCU-OD ในปี พ.ศ. 2536 และ พ.ศ. 2544 สำหรับทั้ง 3 ช่วงเวลาของโซนจราจรที่ได้รวมให้เหลือเพียง 25 โซน ตามรูปที่ 5.3 นั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-8 ตารางที่ 5-9 และ ตารางที่ 5-10 ตามลำดับ

5.1.3.3 แบบจำลองรูปแบบของการเดินทาง(Modal Split Model) เป็นแบบจำลองสำหรับวิเคราะห์ประเภทหรือชนิด ของการเดินทาง เช่น โดยทางรถยนต์นั่งส่วนบุคคล หรือ รถโดยสาร เป็นต้น ซึ่งมักจะอาศัยข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น ระดับรายได้ การศึกษา เป็นพื้นฐาน เช่นเดียวกับ 2 แบบจำลองก่อนหน้านี้ นอกจากนั้นยังต้องอาศัยการคาดคะเน การตัดสินใจของผู้เดินทางด้วย แบบจำลองนี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1) Trip End Modal Split Model ซึ่งจะเป็น แบบจำลองของการเดินทาง ที่แสดง ก่อนการกระจายการ

ตารางที่ 5-8 ตารางการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า ในหน่วย PCU ต่อชั่วโมง

MORNING PEAK O-D TABLE IN PCU/HR (Traffic zones are consolidated to 25 zones only)

YEAR 1993 (2536)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	6360	4851	1831	3418	1961	1245	1921	1625	1197	1958	291	444	389	847	241	1103	659	390	214	116	0	105	17	0	0	30881.	30865.
2	4221	11196	2385	967	2240	5810	2956	351	135	536	1012	1164	1079	212	771	941	1154	1296	1333	190	1	205	165	94	8	40409.	39996.
3	2169	3418	2639	1575	2556	2086	576	90	112	457	247	833	1466	359	313	306	21	82	899	288	0	12	80	30	34	20547.	20423.
4	3008	1169	1937	978	605	569	346	237	29	506	168	155	289	95	135	12	37	182	93	17	0	11	648	46	5	11278.	11065.
5	2758	2818	3108	698	3718	2563	384	77	202	1469	87	519	1512	535	979	40	1	312	955	553	0	23	477	169	2	23959.	23796.
6	1050	5306	1951	636	2180	6860	571	113	69	216	707	2169	1143	810	863	163	61	1021	1018	505	0	25	15	243	36	27721.	27766.
7	1747	2992	379	469	628	524	1131	845	84	347	665	206	149	29	521	893	114	327	114	9	0	89	220	22	2	12006.	11916.
8	1309	526	95	195	193	72	408	248	428	32	155	92	30	80	10	1035	550	35	18	7	0	90	14	6	1	5628.	5593.
9	1745	299	63	65	49	21	163	185	38	358	12	7	25	42	12	139	94	10	31	8	10	15	8	2	16	3407.	3297.
10	2552	248	397	442	1631	197	191	94	717	1058	67	51	59	212	626	253	226	22	177	73	78	26	79	6	4	9485.	9374.
11	161	1223	160	227	436	663	513	126	5	80	448	451	249	27	153	31	1952	1742	66	29	16	139	24	5	2	8908.	9195.
12	298	819	930	177	857	2473	218	39	23	19	323	388	1437	253	137	358	243	326	1751	79	17	75	24	230	335	11529.	11564.
13	378	613	1950	282	1374	1870	76	42	18	102	119	1513	5746	496	39	29	95	183	1536	516	2	16	17	132	47	17189.	17292.
14	239	256	364	132	756	283	40	12	17	466	80	239	519	883	253	283	41	23	741	949	569	24	117	43	63	7362.	7434.
15	725	306	863	242	2004	480	71	0	46	467	42	89	93	174	4409	1588	111	140	67	65	687	32	139	0	193	12701.	12710.
16	1052	704	224	113	5	45	1431	1377	67	4	182	148	21	54	1082	1192	14	0	15	0	352	268	55	0	0	8405.	8557.
17	359	744	81	142	815	315	363	178	10	48	1831	64	420	16	269	193	59	949	117	0	0	20	441	59	18	7511.	7562.
18	88	1418	585	24	90	342	183	9	0	1	2232	447	199	10	167	34	1124	1146	104	1	16	188	35	0	2	8445.	8842.
19	330	543	470	85	1047	828	71	48	32	388	325	1942	1358	892	166	13	162	421	2260	319	3	27	12	276	71	12059.	12156.
20	140	105	207	87	415	198	18	0	6	90	30	100	661	913	20	0	0	8	478	29	2	1	21	298	120	3946.	3954.
21	0	1	4	1	33	2	0	0	3	51	18	1	4	475	1098	22	0	12	1	1	0	0	17	1	1	1746.	1779.
22	107	152	42	45	180	68	144	87	8	9	153	15	21	7	70	136	4	88	35	1	0	0	72	8	3	1455.	1480.
23	62	24	111	82	174	172	130	8	36	747	13	62	39	73	83	86	480	74	9	19	16	66	0	48	174	2786.	2707.
24	9	282	34	10	25	85	9	2	2	0	4	153	349	193	8	9	330	6	94	98	8	19	4	0	0	1713.	1717.
25	18	4	13	23	124	6	3	0	14	18	4	342	35	48	276	0	30	47	30	82	2	4	6	0	0	1129.	1135.
																									TOTAL	292175.	292175.

YEAR 2001 (2544)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	12470	7976	2993	5440	2829	2207	2920	3338	2473	3265	616	666	641	1068	368	1798	1126	858	391	228	0	232	62	0	0	53965.	53977.
2	7036	15028	3148	1345	2797	7597	3895	595	195	724	1667	1406	1485	299	1060	1297	1436	2445	1893	356	2	301	285	156	10	56428.	55747.
3	3522	4517	3330	2211	3328	2720	701	147	184	629	413	1008	1945	517	388	508	26	203	1129	527	0	21	141	50	55	28218.	27975.
4	5032	1720	2723	1635	863	725	486	452	48	669	291	185	386	129	184	22	42	373	104	26	0	21	996	77	11	17230.	16772.
5	4014	3522	4082	920	5200	3265	473	124	274	1850	116	613	1936	751	1231	60	2	669	1115	1027	0	29	781	241	6	32301.	31991.
6	1610	6865	2485	876	2739	8196	660	177	107	290	1135	2480	1462	1153	1057	225	76	1980	1250	898	0	37	35	394	58	36245.	36299.
7	2719	3699	455	673	749	622	1294	1036	112	473	1025	232	184	36	686	682	132	563	129	16	0	124	366	37	4	16048.	15928.
8	2826	876	151	371	288	112	629	570	846	59	365	148	47	149	14	1747	950	78	37	17	0	176	31	8	2	10497.	10414.
9	3728	414	97	86	64	33	224	366	70	507	24	13	33	65	17	197	127	24	46	11	22	26	18	3	25	6242.	5910.
10	4008	337	550	655	2040	283	252	162	1144	1693	130	61	77	329	1036	383	278	50	243	152	210	39	142	10	9	14273.	14078.
11	341	2041	251	408	625	1040	820	305	12	114	1059	647	414	47	262	50	3480	3629	104	62	45	275	55	11	4	16099.	16881.
12	471	1009	1102	228	675	2878	251	61	36	22	454	433	1769	332	163	509	277	587	2099	136	34	99	36	358	510	14527.	14530.
13	668	873	2565	416	1892	2525	99	74	31	151	189	1914	7800	700	60	47	123	321	1934	958	3	28	31	231	79	23702.	23604.
14	501	365	552	224	1158	411	59	23	29	716	82	326	723	1633	349	388	61	48	988	1873	1485	39	233	84	114	12340.	12387.
15	1294	379	695	355	2690	598	84	0	62	688	76	64	122	245	7442	2341	128	219	77	132	1441	55	227	0	340	19754.	19757.
16	1700	978	312	154	11	86	1691	2294	92	9	385	195	29	70	1468	1864	20	0	22	0	902	394	118	0	0	12774.	13015.
17	660	997	105	212	1116	455	505	382	11	69	3208	80	607	30	339	332	104	2796	190	0	0	40	886	135	36	13265.	13384.
18	158	2494	1101	50	137	617	330	24	0	2	4623	781	365	21	289	74	3200	3003	190	2	52	481	76	0	5	18065.	19198.
19	569	740	575	104	1226	1039	80	80	43	499	508	2226	1693	1190	203	15	227	761	2837	538	5	41	17	429	104	15749.	15839.
20	259	209	371	181	780	362	31	0	11	183	70	166	1181	1769	34	0	0	17	808	72	6	5	53	698	275	7541.	7490.
21	0	5	17	4	60	11	0	0	9	130	49	2	11	1338	2362	60	0	50	2	5	0	0	50	7	7	4169.	4276.
22	216	225	66	83	248	91	208	183	15	12	347	20	29	12	114	250	8	249	50	1	0	0	146	17	5	2595.	2629.
23	120	39	173	87	230	293	215	18	75	1290	30	93	61	141	138	168	880	159	12	44	45	119	0	104	360	4894.	4809.
24	18	431	54	17	38	142	15	3	4	0	10	234	886	371	12	18	636	15	143	224	19	34	7	0	0	3031.	3050.
25	37	8	22	41	208	11	6	0	30	34	9	538	58	92	503	0	45	99	46	185	5	11	17	0	0	2005.	2019.
																									TOTAL	441957.	441957.

ตารางที่ 5-9 ตารางการเดินทางนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ในหน่วย PCU ต่อ ชั่วโมง

OFF PEAK O-D TABLE IN PCU/HR (Traffic zones are consolidated to 25 zones only)

YEAR 1993 (2536)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	6349	5369	2380	3420	1717	1297	2681	1261	1618	1970	1225	380	295	494	337	129	96	283	202	55	0	84	488	36	1	32167.	32693.
2	6133	9854	2662	1130	1700	4761	2663	506	301	925	1496	927	723	112	312	313	72	1026	807	102	4	263	105	402	49	37348.	37266.
3	2395	3414	4117	2007	3781	2185	847	139	88	364	216	824	1703	311	332	49	8	336	200	255	3	9	239	22	105	23949.	23867.
4	3134	1233	1882	1208	825	577	723	273	102	451	618	157	244	24	411	39	0	125	39	28	0	30	156	32	47	12358.	12331.
5	2233	1931	4012	806	3718	2110	561	86	36	745	122	442	1490	917	577	23	29	59	419	864	0	57	190	77	46	21550.	21408.
6	1489	4370	2682	730	2486	6195	505	278	55	170	508	1342	1240	527	319	129	34	548	441	95	0	21	88	138	86	24456.	24239.
7	2487	3197	580	562	544	508	815	585	107	414	844	238	109	24	299	211	43	240	72	4	0	13	94	24	12	12028.	12099.
8	1299	474	106	195	121	132	500	218	324	13	181	74	28	121	0	72	62	29	2	9	0	126	10	0	0	4075.	4085.
9	1673	209	83	38	34	26	111	345	353	422	9	17	31	18	2	2	0	4	19	1	0	49	34	3	7	3490.	3494.
10	2103	480	480	583	859	144	293	17	337	684	152	29	81	313	276	150	0	63	211	152	6	57	123	0	31	7604.	7684.
11	541	1517	269	318	378	745	817	102	6	185	730	323	179	13	28	54	155	2548	26	9	51	155	40	3	8	9200.	9260.
12	178	1011	762	189	458	1709	251	39	6	32	375	325	1105	152	53	158	0	408	999	80	0	73	14	161	251	8789.	8726.
13	225	721	2147	250	1094	1327	127	29	9	115	172	1304	4189	920	93	42	0	79	969	390	10	14	20	76	108	14430.	14297.
14	279	161	270	197	1282	326	70	37	7	177	12	239	894	730	108	156	0	50	498	213	189	47	98	57	34	6131.	6078.
15	595	270	263	206	519	351	112	0	2	245	73	63	185	86	2236	848	0	69	53	45	203	66	89	1	365	6915.	6944.
16	88	607	145	58	90	99	372	58	3	41	38	58	10	25	748	503	11	98	1	0	435	27	19	0	0	3534.	3567.
17	324	147	9	14	161	51	102	9	0	0	32	0	0	0	0	3	640	150	0	0	0	17	13	0	0	1672.	1693.
18	147	1245	330	41	134	451	210	7	7	42	2193	452	140	36	82	326	222	851	105	19	41	265	47	1	0	7394.	7440.
19	47	554	304	146	492	747	58	4	4	190	43	1030	742	409	75	6	0	114	645	237	59	18	11	417	32	6389.	6341.
20	140	110	164	19	492	129	22	0	10	247	38	68	427	174	20	0	0	19	291	1	9	0	33	269	62	2744.	2717.
21	0	10	15	2	7	2	0	0	0	2	36	0	16	177	252	296	0	103	145	8	0	0	25	2	2	1100.	1109.
22	121	125	21	52	154	41	119	79	70	35	102	27	10	10	18	22	230	230	15	0	0	0	42	18	3	1544.	1559.
23	685	40	88	42	50	66	78	13	42	138	46	25	45	162	73	36	91	6	10	21	55	127	0	4	78	2003.	1987.
24	14	165	82	80	145	145	46	0	2	0	4	172	329	297	1	0	0	2	134	58	41	38	3	0	0	1758.	1743.
25	14	52	35	38	187	113	16	0	5	97	10	210	82	26	292	0	0	0	38	71	3	3	36	0	0	1328.	1327.
																									TOTAL	253954.	253954.

YEAR 2001 (2544)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	13515	8976	3793	5498	2674	1908	4219	2868	3066	3174	2322	813	518	1008	770	281	342	586	430	105	0	133	1044	69	2	57911.	59174.
2	10216	12898	3110	1426	1983	6166	3105	817	449	1261	1982	1072	986	180	449	573	202	1797	1279	195	7	348	145	645	82	51352.	50911.
3	4089	4037	4640	2498	4508	2619	871	218	132	441	289	886	2130	440	455	92	18	640	223	411	6	12	294	30	140	30119.	29840.
4	5154	1575	2353	1738	1046	771	841	511	166	631	916	181	297	38	745	88	0	267	60	55	0	45	176	48	73	17775.	17581.
5	3579	2348	4758	1031	5082	2635	671	121	52	892	151	514	1976	1316	821	40	71	108	520	1560	0	71	256	103	62	28757.	28455.
6	2493	5396	3200	961	3062	7396	550	486	88	228	639	1493	1629	801	480	213	90	1057	515	165	0	30	122	206	122	31422.	31028.
7	3888	3893	608	710	829	657	838	846	145	485	1039	260	125	35	435	318	116	357	71	5	0	16	115	33	16	15840.	15503.
8	2850	792	155	341	193	213	721	582	525	18	297	124	49	260	0	209	239	48	3	25	0	253	16	0	0	7913.	7877.
9	3212	307	119	83	50	43	148	567	652	661	17	24	46	30	2	8	0	8	37	1	0	86	50	3	10	6134.	6080.
10	3351	641	598	824	999	192	331	21	518	891	238	37	105	745	502	249	0	101	394	464	16	98	219	0	84	11596.	11729.
11	942	2086	349	464	480	905	992	202	8	263	1120	385	230	24	41	127	646	5445	31	16	128	249	68	7	10	15108.	15242.
12	268	1235	844	216	556	1995	289	65	8	40	481	364	1381	217	74	212	0	732	1120	125	0	96	18	246	370	10932.	10834.
13	350	988	2719	330	1469	1794	154	54	18	179	243	1656	6099	1366	149	88	0	158	1213	686	25	18	25	120	168	20047.	19803.
14	673	224	390	300	1960	507	94	79	11	369	21	356	1340	1417	203	374	0	112	704	428	593	80	169	110	60	10573.	10433.
15	1142	422	345	320	727	507	158	0	2	422	107	82	277	147	4741	1430	0	120	73	104	575	102	96	2	709	12610.	12743.
16	213	1009	261	142	185	170	603	189	5	91	94	74	27	64	1237	1392	60	179	2	0	1026	56	47	0	0	7126.	7170.
17	885	367	30	43	385	155	224	80	0	0	125	0	0	0	0	20	2665	627	0	0	0	61	49	0	0	5686.	5935.
18	348	2073	648	70	207	830	316	12	15	75	4702	803	251	68	167	612	936	2387	180	62	179	545	89	5	0	15580.	16022.
19	90	896	365	257	637	936	59	5	7	363	55	1206	938	592	112	13	0	197	1011	387	141	25	14	633	44	8983.	8881.
20	360	177	258	29	890	211	32	0	20	714	70	101	690	333	37	0	0	73	446	2	28	0	61	559	124	5215.	5150.
21	0	23	33	6	14	3	0	0	0	7	53	0	36	495	648	711	0	509	294	32	0	0	64	7	6	2971.	2994.
22	202	172	25	78	191	50	144	163	127	60	165	33	11	16	30	46	375	498	21	0	0	0	64	32	5	2508.	2570.
23	1304	44	72	49	49	81	83	21	58	219	62	27	84	244	108	74	273	9	11	37	137	175	0	7	113	3311.	3253.
24	28	271	120	134	215	222	69	0	2	0	9	251	816	563	2	0	0	7	193	123	126	67	5	0	0	2901.	2885.
25	24	83	49	65	264	162	21	0	7	245	15	293	113	44	535	0	0	0	50	142	7	4	58	0	0	2161.	2180.
																									TOTAL	384253.	384253.

ตารางที่ 5-10 ตารางการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเย็น ในหน่วย PCU ต่อชั่วโมง

EVENING PEAK O-D TABLE IN PCU/HR (Traffic zones are consolidated to 25 zones only)

YEAR 1993 (2536)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	7110	6498	1896	3200	1035	1145	1479	1767	2755	2885	953	368	265	421	409	9	94	135	181	114	0	109	37	93	28	32986.	33948.
2	6007	11716	2753	1178	2987	5365	3240	1072	331	623	2224	1215	797	130	1215	289	389	2083	888	154	3	388	132	272	22	45473.	45274.
3	1572	4001	2535	2019	2698	1270	609	223	44	761	444	431	1091	225	833	143	24	154	315	254	11	35	158	46	7	19903.	19850.
4	3410	1209	1232	1160	621	603	488	477	69	831	639	167	210	135	261	113	56	100	55	161	2	98	648	40	21	12806.	12919.
5	1391	1989	3555	776	4440	2145	773	227	33	1052	352	711	1284	786	932	8	145	47	670	743	34	106	22	113	163	22497.	22333.
6	650	6502	1954	827	2791	5076	719	159	15	184	672	1630	995	283	374	38	56	665	466	117	3	40	63	115	27	24431.	24151.
7	2633	3427	539	654	984	325	568	679	122	264	641	130	86	41	183	297	47	127	47	13	0	67	72	20	5	11951.	12002.
8	2184	776	95	578	274	173	1068	573	319	97	555	59	52	8	0	424	82	21	113	0	0	153	7	1	0	7612.	7710.
9	2188	211	81	18	24	16	77	542	169	1041	14	16	15	35	9	42	2	0	25	4	11	40	47	10	24	4661.	4826.
10	3050	446	374	606	1550	258	602	74	632	1884	251	20	117	385	389	6	25	2	177	100	62	24	638	0	24	11696.	11884.
11	816	1886	207	420	222	1174	921	412	29	420	2364	237	182	43	126	115	815	2138	173	74	15	380	19	6	4	13167.	13094.
12	292	999	785	335	553	1527	162	139	8	68	556	285	1080	148	45	423	24	283	979	65	1	37	37	239	284	9354.	9199.
13	403	793	1591	312	1085	965	176	65	12	62	268	1164	4005	357	36	13	145	202	799	378	6	15	14	256	31	13153.	12929.
14	275	216	297	51	441	617	31	143	26	290	62	379	603	1165	221	46	14	49	763	820	644	19	70	38	58	7338.	7267.
15	530	707	510	198	602	644	397	18	26	679	385	120	69	270	3556	853	38	26	110	24	940	73	57	2	342	11178.	11213.
16	435	277	244	9	25	142	80	329	28	92	8	191	16	55	1025	226	26	29	2	0	32	130	39	11	0	3451.	3464.
17	245	154	21	15	7	20	140	358	52	69	1152	36	31	8	70	1	18	369	112	0	0	6	136	148	5	3173.	3192.
18	398	1930	100	208	478	519	137	117	20	14	931	368	217	16	383	0	692	1188	316	6	7	196	69	6	14	8338.	8141.
19	78	956	480	86	505	1257	80	51	25	204	69	1020	874	439	47	11	52	137	1264	226	1	25	3	172	13	8075.	7952.
20	63	173	204	20	504	273	8	10	4	63	164	96	569	821	39	0	0	6	260	23	2	0	14	187	64	3567.	3509.
21	0	1	0	0	0	3	0	0	27	89	39	8	1	642	666	271	0	64	1	1	0	0	9	1	1	1824.	1816.
22	152	155	15	22	192	144	88	229	44	32	306	45	16	35	73	90	20	240	51	8	0	0	112	16	12	2098.	2093.
23	64	105	56	194	265	62	138	39	15	166	38	37	34	169	139	46	365	73	22	39	29	128	0	24	165	2412.	2421.
24	0	153	33	24	69	172	14	6	3	4	13	144	270	610	3	0	63	0	123	110	11	17	1	0	0	1843.	1816.
25	2	6	282	9	1	256	7	1	18	10	4	322	50	40	178	0	0	3	40	75	2	7	17	0	0	1330.	1314.
																									TOTAL	284317.	284317.

YEAR 2001 (2544)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	ROWTOTAL	COLTOTAL
1	13913	9868	2912	5442	1449	1611	2304	4096	4727	4323	1862	539	539	868	745	25	263	319	358	234	0	211	79	151	49	56887.	58712.
2	9203	14831	3366	1588	3612	6367	4212	1588	540	776	2746	1347	1074	181	1463	661	820	3352	1254	321	7	542	194	395	34	60464.	59984.
3	2450	4875	3140	2655	3413	1521	731	358	73	957	581	497	1423	300	1096	297	64	272	380	507	26	53	225	68	14	25946.	25818.
4	5453	1606	1577	1772	824	748	586	761	104	1082	816	194	294	241	385	279	128	188	77	340	5	147	963	59	42	18673.	18769.
5	2171	2406	4439	1029	5916	2543	1021	341	55	1332	443	766	1664	1048	1319	17	334	84	834	1452	79	163	34	161	253	29904.	29683.
6	1004	7879	2447	996	3527	5978	888	243	28	241	910	1841	1351	404	446	87	131	1131	611	241	7	60	106	177	45	30779.	30403.
7	4101	4044	598	900	1285	364	675	917	185	320	761	141	100	52	217	645	106	222	53	28	0	99	115	29	8	15967.	16014.
8	4531	1245	151	1020	450	261	1473	1082	583	164	912	88	90	14	0	1310	243	57	207	0	0	299	13	3	0	14196.	14321.
9	3679	345	124	37	42	33	127	956	274	1402	31	26	31	82	14	145	9	0	46	11	26	66	77	17	40	7640.	7910.
10	4727	532	441	716	1940	322	758	120	752	2677	300	17	153	528	605	10	57	4	238	225	164	36	1089	0	38	16349.	16651.
11	1355	2347	269	572	277	1479	1097	627	44	436	3125	287	250	73	148	265	1977	5044	314	153	38	599	33	9	6	20826.	20583.
12	417	1145	916	373	617	1733	189	196	13	76	854	298	1304	182	50	584	51	511	1148	121	3	51	50	316	395	11593.	11392.
13	660	1042	2150	418	1477	1265	222	107	21	81	385	1392	5700	471	48	35	364	355	1072	809	15	23	20	407	50	18589.	18269.
14	486	284	411	65	623	860	39	211	32	398	90	487	829	1791	307	113	36	112	1132	1756	1761	33	124	70	104	12154.	12057.
15	847	927	573	240	728	750	568	34	37	1128	461	134	81	357	6898	1425	90	46	134	44	2191	121	88	3	598	18503.	18609.
16	1372	588	428	19	49	237	160	883	79	235	21	313	33	117	1810	831	114	100	6	0	100	275	80	32	0	7882.	7928.
17	758	351	42	34	16	44	263	954	121	154	2751	77	76	22	146	6	72	1510	248	0	0	17	389	401	16	8468.	8553.
18	893	3301	192	385	1004	985	229	254	42	29	2348	599	347	29	648	0	2453	3255	586	17	27	455	134	14	27	18253.	17763.
19	144	1401	523	114	676	1748	102	100	29	282	96	1378	1185	601	61	31	119	272	1901	464	2	44	5	268	21	11665.	11473.
20	165	348	406	35	1038	530	18	21	9	145	470	176	1123	1691	95	0	0	19	504	72	7	0	35	446	166	7519.	7390.
21	0	2	0	0	0	8	0	0	63	231	97	16	6	1626	1476	782	0	214	6	8	0	0	22	6	4	4557.	4576.
22	275	225	23	32	264	220	110	390	58	47	459	69	30	56	111	242	49	554	73	20	0	0	206	29	22	3554.	3565.
23	104	156	85	275	347	87	206	64	21	211	66	45	49	263	202	138	902	135	31	88	77	220	0	39	301	4102.	4116.
24	0	223	51	37	107	275	24	15	4	8	22	205	453	991	3	0	179	0	194	280	35	37	2	0	0	3143.	3100.
25	4	11	454	15	2	446	12	3	26	16	8	470	84	69	316	0	0	7	66	199	6	14	33	0	0	2259.	2233.
																									TOTAL	429872.	429872.

เดินทาง

2) Trip Interchange Modal Split Model ซึ่งจะเป็นแบบจำลองรูปแบบของการเดินทาง ที่ใช้แสดงภายหลังจากมีการกระจายการเดินทางแล้ว

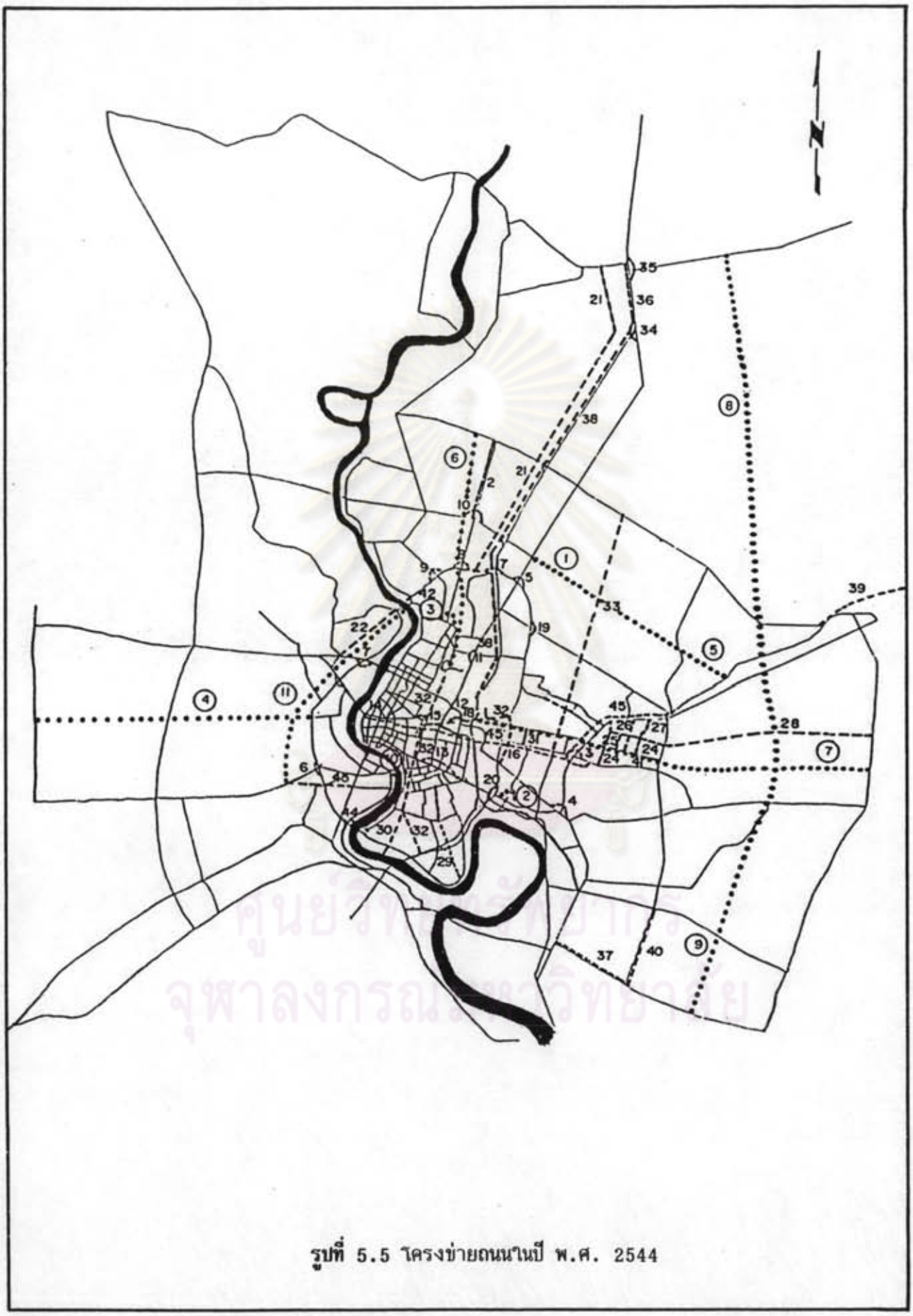
5.1.3.4 แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) แบบจำลองนี้ ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณการจราจร บนถนนต่าง ๆ ในอนาคต โดยการกำหนดความต้องการในการเดินทาง ระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ลงบนโครงข่ายถนนทั้งระบบที่มีอยู่ในขณะนั้น ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะถนน และซอยสายหลัก ๆ เท่านั้น สำหรับข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ ก็มีอยู่ 3 อย่าง คือ ตารางการเดินทาง โครงข่ายถนน และความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว หรือเวลาที่ใช้ในการเดินทาง กับปริมาณการจราจร สำหรับโครงข่ายถนนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นโครงข่ายถนนในปี พ.ศ.2536 และ พ.ศ.2544 ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ ซึ่งได้มาจากการรวบรวมโครงการก่อสร้าง ปรับปรุงถนนและทางแยก ของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรุงเทพมหานคร กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ และ การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงานก่อสร้าง โดยต้องทำการจำลองโครงข่ายถนน ให้อยู่ในรูปแบบของรหัสตัวเลข (coding) เพื่อง่ายแก่การคำนวณและเรียกชื่อ ซึ่งจะแทนถนนหรือซอยหลักด้วย Links และแทนทางแยกด้วย Nodes แล้วนำไปพิจารณาร่วมกับตารางการเดินทาง ที่ได้แบ่งพื้นที่ศึกษา ออกเป็นพื้นที่ย่อย หรือ โซนจราจร โดยแต่ละพื้นที่ย่อยจะมีจุดศูนย์กลางที่เรียกว่า Centroid เป็นจุดที่ใช้เป็นทางเข้าและออก ของพื้นที่ย่อยนั้น ผ่านทาง Dummy Link ซึ่งจะต่อไปยัง Node ของโครงข่ายถนนอีกที

5.1.4 การประมาณกระแสจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณการจราจร บนถนนต่าง ๆ ในอนาคต โดยการใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) ดังที่ได้กล่าวไว้ ในหัวข้อ 5.1.3.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

5.1.4.1 วิธีการจัดเส้นทางการเดินทาง หลักสำคัญในการจัดเส้นทางการเดินทาง มีอยู่ 3 ประการ คือ

ก) การพิจารณาข้อกำหนดในการเลือกเส้นทาง ของผู้ขับขี่

รูปที่ 5.4 โครงข่ายถนนในปี พ.ศ. 2536



รูปที่ 5.5 โครงข่ายถนนในปี พ.ศ. 2544

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยวดยาน (Route Selection Criteria) โดยข้อกำหนดที่ว่านั้น จะเป็นการจำลองพฤติกรรมของผู้ขับขี่ยวดยาน ในการเลือกเส้นทางการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย ซึ่งมีสมมุติฐานที่จะใช้ ในการทำนายเส้นทางการเดินทาง ของผู้ขับขี่อยู่ 2 ข้อ คือ

ก.1) ผู้ขับขี่แต่ละคนจะพิจารณาเลือกเส้นทางที่เขาคิดว่าควรจะเป็นเส้นทางที่ให้ผลดีที่สุดต่อเขาเองเท่านั้น (User Equilibrium) โดยจะมีระยะทาง หรือ เวลาในการเดินทางของเขาเองน้อยที่สุด มิได้คำนึงถึงผลกระทบต่อทั้งระบบ

ก.2) ผู้ขับขี่แต่ละคนจะพิจารณาเลือกเส้นทางที่จะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายในการเดินทางทั้งระบบมีค่าน้อยที่สุด (System Optimization)

เส้นทางที่ถูกเลือก ในกรณีของสมมุติฐานข้อแรก (User Equilibrium) อาจจะไม่ใช่เส้นทางที่ถูกเลือก ในกรณี ถ้าใช้สมมุติฐานข้อที่สอง (System Optimization) กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่าย ในการเดินทางของทั้งระบบ ในแบบแรกอาจจะไม่ใช่ค่าต่ำสุดที่ควรจะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปนิยมใช้สมมุติฐานข้อแรก เป็นพื้นฐานในการเลือกเส้นทางสำหรับแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทางนี้

ข) การสร้างเส้นทาง สำหรับการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย (Tree Building) ซึ่งจะเป็นการเลือกเส้นทาง บนโครงข่ายถนน หลังจากได้ข้อกำหนดในการเลือกเส้นทาง ของผู้ขับขี่แล้ว ตามปกติ การเลือกเส้นทางการเดินทาง (route selection) จะมีตัวแปร ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกอยู่ 4 ตัว คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ความสะดวกสบาย และระยะทางในการเดินทาง ของเส้นทางนั้น อาจใช้ตัวแปรตัวใดตัวหนึ่ง หรือหลายตัวประกอบกัน ปรับปรุงขึ้นเป็นค่าตัวแปรประกอบตัวใหญ่ แต่โดยมากนิยมใช้เวลาในการเดินทาง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นทาง และเป็นค่าที่สามารถวัดได้ง่าย โดยเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด หรืออาจจะพิจารณา เฉพาะระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง แต่อย่างไรก็ตาม จะเรียกเส้นทางที่เลือกนี้ว่า n-best paths

ค) การกำหนดปริมาณการเดินทาง ลงบนเส้นทางการเดินทาง (Allocating Vehicle Trip) โดยหลังจากการสร้างเส้นทางการเดินทางแล้ว ก็จะนำปริมาณการเดินทาง จากตารางการเดินทาง มากำหนดลงบนเส้นทางเหล่านั้น โดยมีวิธี

การ ในการกำหนด (assignment techniques) ที่นิยมใช้กัน 3 วิธีหลัก ๆ คือ

ค.1) Minimum Path (All-or-Nothing) Assignment Technique เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากง่าย และสะดวกในการใช้ เพราะเพียงแต่กำหนดปริมาณการเดินทางทั้งหมด ระหว่างแต่ละพื้นที่ย่อย ลงบนเส้นทางที่เลือกไว้เท่านั้น

ค.2) Equilibrium Assignment Technique เป็นการกำหนดปริมาณการจราจรลงบน link โดยพิจารณา ถึงผลกระทบของระดับปริมาณการจราจรบน link ในขณะนั้น ที่จะมีต่อค่าของตัวแปรที่ใช้ในการเลือกเส้นทางด้วย โดยวิธีการหนึ่งก็คือ Capacity Restraint ซึ่งจะกำหนดปริมาณการจราจรทีละส่วนลงบนถนน อันจะทำให้ความหนาแน่นของการจราจร เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ก็จะถูกปรับแก้เพื่อให้มีค่าเหมาะสมตามสภาพการจราจรในขนาดนั้น และการเดินทางระหว่างโซนคู่ใด จะถูกกระจายไปบนหลายเส้นทางที่เชื่อมระหว่างโซนคู่นั้น วิธีนี้จะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าวิธีแรก และในการศึกษานี้ จะใช้วิธีนี้ ในการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายถนน

ค.3) Stochastic Assignment Technique จะเป็นวิธีการกำหนดปริมาณการเดินทาง ลงบนโครงข่ายถนน ตามเส้นทางที่เป็นไปได้ ในปริมาณต่าง ๆ กันโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability) เข้าช่วย เนื่องจากในทางปฏิบัตินั้น การเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อย จะแตกต่างกันไปในระหว่างผู้ขับขี่แต่ละคน ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง และการพิจารณาตัดสินใจของแต่ละบุคคล

5.1.4.2 คุณลักษณะการเคลื่อนตัวของการจราจร (Traffic Flow Characteristic) ในการจัดเส้นทางนี้ จำเป็นต้องทราบถึง คุณลักษณะการเคลื่อนที่ของการจราจรบนโครงข่ายถนน ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยตัวแปร 3 ชนิด คือ

ก) ปริมาณการจราจร (volume หรือ flows, v) ซึ่งเป็นจำนวนยวดยาน ที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งที่กำหนด ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไป นิยมใช้หน่วยคันต่อชั่วโมง

ข) ความหนาแน่นของการจราจร (density หรือ

concentration, d) ซึ่งเป็นจำนวนยวดยาน ต่อหนึ่งหน่วยความยาวของถนน นิยมแสดงหน่วยเป็น จำนวนคันต่อกิโลเมตร

ค) ความเร็ว (speed, u) หมายถึง ระยะทาง ที่ยวดยานสามารถเคลื่อนที่ไปได้ ในหนึ่งหน่วยเวลา มักมีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง, ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ

ค.1) space mean speed ($\bar{u}_s$) เป็น ค่าเฉลี่ยของความเร็วของยวดยาน ที่เคลื่อนที่ไปบนเส้นทางที่กำหนด

ค.2) time mean speed ($\bar{u}_t$) เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของความเร็วของยวดยาน ที่ผ่านจุดกำหนดในหนึ่งหน่วยเวลา

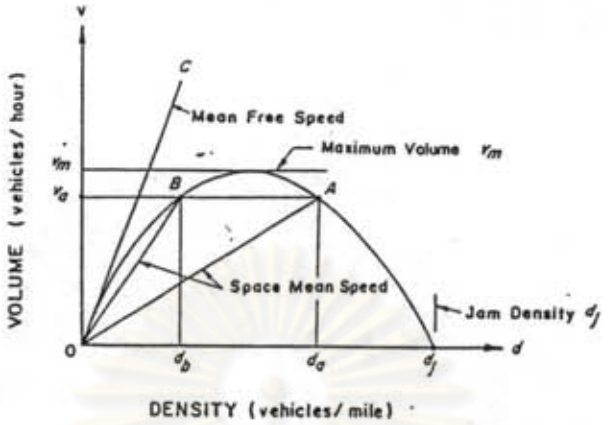
โดยทั่วไป การจำลองแบบการเดินทาง มักแสดงในรูปของ space mean speed (u_s) ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสาม เป็นดังนี้

$$v = \bar{u}_s * d \quad \text{.....(5.2)}$$

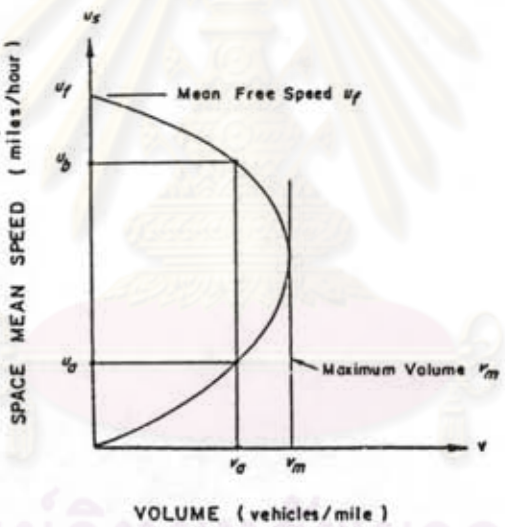
$$\bar{u}_s = v/d \quad \text{.....(5.3)}$$

5.1.4.3 รูปแบบพื้นฐาน ของการเคลื่อนตัว ของการจราจร (Fundamental Diagram of Traffic Flow) รูปที่ 5.6 เป็นการแสดงรูปแบบพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกับความหนาแน่นของการจราจร โดยสามารถอธิบายคร่าว ๆ ดังนี้ ที่จุดเริ่มต้นเมื่อปริมาณการจราจรมีค่าเป็นศูนย์ ความหนาแน่นของการจราจรก็จะมีค่าเป็นศูนย์ด้วย และที่จุดที่มีความหนาแน่นของการจราจรมากที่สุด ซึ่งทำให้เกิดสภาพการจราจรติดขัด (jam) ปริมาณการจราจรในขณะนั้นจะเป็นศูนย์ ส่วนจุดที่มีปริมาณการจราจรสูงสุด จะอยู่ระหว่าง 2 จุด ข้างต้น ซึ่งเรียกว่า ความจุของถนน (capacity)

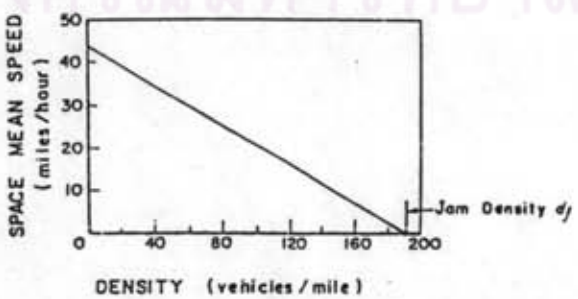
จากความสัมพันธ์ในสมการที่ 5.3 จะได้ว่า ค่าความชันของเส้น OA ในรูปที่ 5.6 ก็คือ $\bar{u}_s$ ที่ปริมาณการจราจรมีค่าเท่ากับ v_a และมีความหนาแน่นของการจราจรเท่ากับ d_a ในทำนองเดียวกัน ค่าความชันของเส้นตรง OB ก็หมายถึง $\bar{u}_s$ ที่ปริมาณการจราจร และความหนาแน่นของการจราจรเท่ากับ v_b และ d_b ตามลำดับ ส่วนที่



รูปที่ 5.6 รูปแบบพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวกับความหนาแน่นของการจราจร



รูปที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง space mean speed กับปริมาณการจราจร



รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง space mean speed กับความหนาแน่นของการจราจร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งความหนาแน่นเท่ากับ d_j ค่า $\bar{u}_s$ จะเท่ากับศูนย์ และ ณ ตำแหน่งที่ปริมาณการจราจร และความหนาแน่นของการจราจร มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ $\bar{u}_s$ จะมีค่าเท่ากับความเร็วที่เคลื่อนผ่านโดยสะดวก (mean free speed, u_f) ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{u}_s$ กับปริมาณการจราจรในรูปที่ 5.7 และแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{u}_s$ กับความหนาแน่นของการจราจรในรูปที่ 5.8

5.1.4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทาง กับปริมาณการจราจร ในการจัดเส้นทางการเดินทาง สิ่งจำเป็นที่สำคัญที่สุด ก็คือความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทาง กับปริมาณการจราจร ซึ่งจะนำไปใช้ ในการเลือกเส้นทางการเดินทาง โดยปกติจะพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และความล่าช้า ที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนเท่านั้น แต่การศึกษานี้ ได้คำนึงถึงความล่าช้า (delay) เนื่องจากการหยุดรอสัญญาณไฟ ที่ทางแยกด้วย ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเดินทาง กับปริมาณการจราจร จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ Intersection Delay และ Link Delay

ก) Intersection Delay หมายถึง ความล่าช้าที่เกิดจากทางแยกสัญญาณไฟ เนื่องจากถนนในเมืองส่วนใหญ่จะมีสัญญาณไฟจราจรควบคุมอยู่ที่ทางแยก ดังนั้น เวลาในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง จะประกอบด้วย เวลาที่รถวิ่งบนถนนรวมกับความล่าช้าเนื่องจากการหยุดรอสัญญาณไฟที่ทางแยก ซึ่งได้นำเอาสมการของ Webster มาดัดแปลง ให้เป็นสมการอย่างง่าย และ ได้ปรับแก้ ให้สอดคล้องกับสภาพการจราจร ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาในรายงาน KBTR โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 5.9 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$T_a = T_{o1} + T_{o2} + (KV/C)/\{1-(V/CQ)\} \quad \text{.....(5.4)}$$

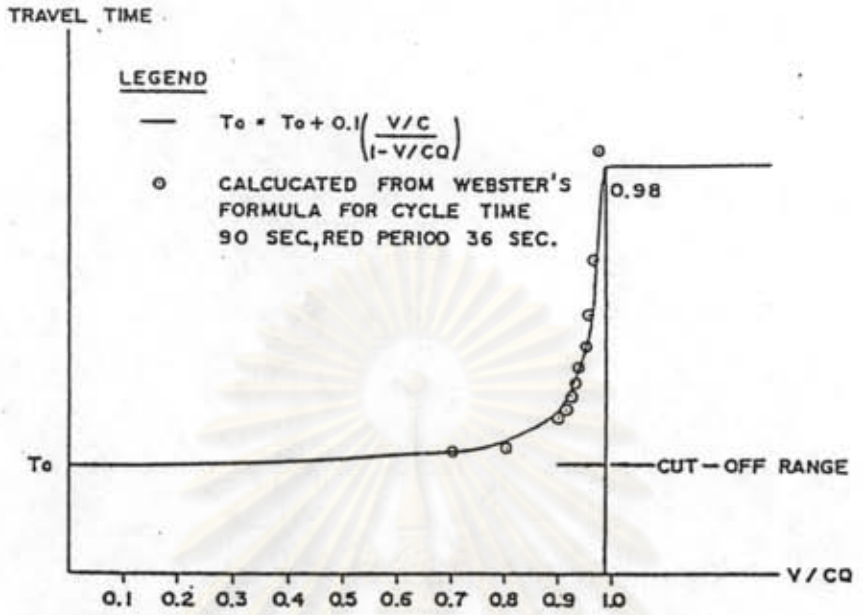
โดยที่ T_a = เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที) ในขณะที่ปริมาณการจราจรบน Link เท่ากับ V

T_{o1} = เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที) ในลักษณะเคลื่อนตัวผ่านได้อย่างสะดวก

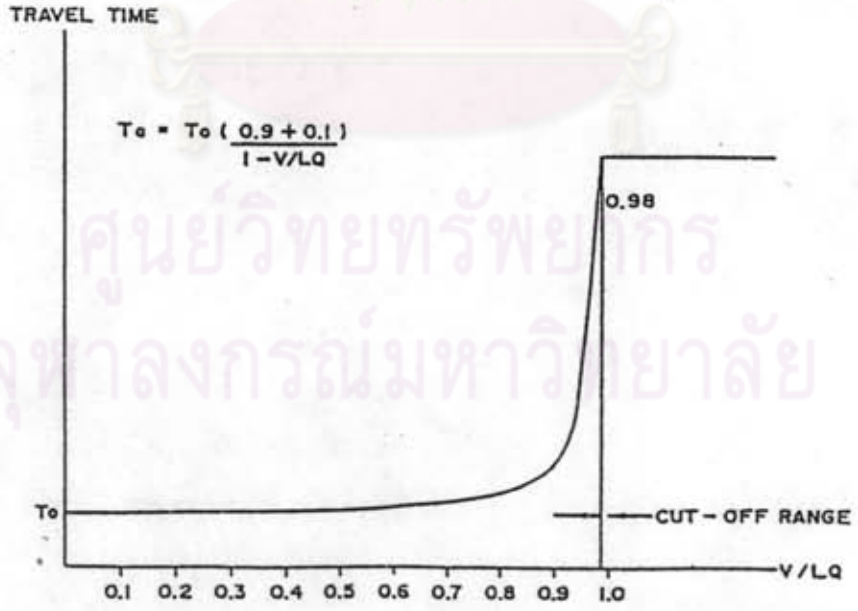
T_{o2} = ความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยก เมื่อไม่มีคิว (นาที)

C = ความจุของ link ที่บริเวณทางแยก (pcu/hr)

V = ปริมาณการจราจรบน link (pcu/hr)



รูปที่ 5.9 การเพิ่มขึ้นของความล่าช้าที่ทางแยก เมื่ออัตราส่วนของปริมาณการจราจรต่อความจุของทางแยกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 5.10 การเพิ่มขึ้นของความล่าช้าบนช่วงถนน เมื่ออัตราส่วนของปริมาณการจราจรต่อความจุของถนนเพิ่มขึ้น

ที่มา : รายงานการศึกษาความเหมาะสมของการก่อสร้างสะพานกรุงเทพใหม่และการต่อขยายถนนธนบุรี (KBTR) โดย Japan International Cooperation Agency (JICA)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Q = Coefficient for curve fitting = 1.05

K = ค่าคงที่ = 0.1

และ $T_{02} = (1/2) * yr^2$ .....(5.5)

โดยที่ y = รอบเวลาสัญญาณไฟ (นาที)

r = Red ratio

ข) Link Delay หมายถึง ความล่าช้าที่เกิดขึ้น บนช่วงถนน เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของถนน และปริมาณการจราจรที่มีอยู่บนถนนในขณะนั้น โดยในกรณีของถนนที่อยู่ชานเมือง หรือทางหลวง มักจะไม่มีสัญญาณไฟที่ทางแยก ดังนั้นเวลาในการเดินทาง จะขึ้นอยู่กับ ลักษณะทางกายภาพของถนนเพียงอย่างเดียว ซึ่งก็มีการศึกษาในรายงาน KBTR เช่นกัน โดยมีรูปแบบของความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 5.10 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$T_a = T_0 * [0.9 + 0.1/\{1-(V/LQ)\}]$ .....(5.6)

โดยที่ตัวแปรต่าง ๆ จะยังคงมีความหมาย เหมือนกับสมการของ Intersection Delay ยกเว้น L ที่จะหมายถึง ความจุของถนน มีหน่วยเป็น PCU ต่อชั่วโมง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร หรือ ความกว้างของช่องจราจร เป็นต้น ตารางที่ 5-11 แสดงประเภทและลักษณะของถนน ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากการศึกษา KBTR เพื่อใช้ในสมการทั้ง 2 ข้างต้น

5.1.5 ผลการคาดคะเนปริมาณการจราจรในอนาคต สำหรับผล ที่ได้ จากการประมาณกระแสจราจร โดยใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง บนถนนในบริเวณพื้นที่ศึกษา ตามรูปที่ 5.11 ในปี พ.ศ.2536 และ พ.ศ.2544 ของทุกช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า (MP) ตอนเย็น (EP) และนอกเวลาเร่งด่วน (OP) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-12

ตารางที่ 5-11 ลักษณะและค่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของถนนแต่ละประเภท

No.	Category	Location	No. of one way lanes		Saturation Cap./lane		Free Flow Spd.	Intersect with Major or Minor Flow	Link Capacity	Cycle Time	Red Ratio	Appr. Cap.	Base Delay
			Link	Appr.	Link	Appr.							
1	Ordinary	Urban	1	1	1000	2090	45	Major	1000	2.7	80	418	0.86
	Two way					L 20		Same		1.7	50	1045	0.21
						C 60							
						R 20		Minor		1.7	40	1236	0.14
2			1	2	1000	2068	45	Major	2000	2.9	79	869	0.90
						L 20							
						C 80		Same		2.4	53	1944	0.34
						R 100		Minor		1.9	38	2564	0.14
3			2	2	1300	2156	50	Major	2600	3.0	78	949	0.91
						L 20		Same		2.6	56	1897	0.41
						C 160		Minor		2.1	36	2760	0.14
						R 20		T-junction		2.1	52	2070	0.24
4			2	3	1300	2090	50	Major	2600	3.2	77	1202	0.95
						L 50		Same		2.7	58	2194	0.45
						C 150		Minor		2.3	34	3448	0.13
						R 100		T-junction		2.3	52	2508	0.26
5			3	3	1600	2127	55	Major	4800	3.3	76	1531	0.95
						L 50		Same		2.9	61	2489	0.54
						C 200		Minor		2.5	32	4339	0.13
						R 50		T-junction		2.5	52	3063	0.34
6			3	4	1600	2090	55	Major	4300	3.5	75	1829	0.98
						L 100		Same		3.1	64	2624	0.63
						C 200		Minor		2.7	32	4974	0.14
						R 100		T-junction		2.7	52	3511	0.37
7			4	4	1600	2118	55	Major	6400	3.8	74	2203	1.04
						L 100		Same		3.4	65	2965	0.72
						C 250		Minor		3.0	40	5083	0.24
						R 50		T-junction		3.0	52	4067	0.35
8			4	5	1600	2112	55	Major	-	4.0	73	2566	1.07
						L 100							
						C 300		Same		3.7	66	3231	0.31
						R 100		Minor		3.3	46	5132	0.35
9			5	5	1600	2134	55	Major	-	4.3	72	2988	1.11
						L 100							
						C 350		Same		4.0	67	3521	0.90
						R 50		Minor		3.7	51	5228	0.50
10			5	6	1600	2090	55	Major	-	4.5	71	3334	1.13
						L 100							
						C 300		Same		4.3	68	3679	0.99
						R 200		Minor		4.0	54	5768	0.58
11			6	6	1600	2118	55	Major	-	4.8	71	3685	1.21
						L 100							
						C 300		Same		4.6	69	3939	1.10
						R 200		Minor		4.3	55	5719	0.65
12	Oneway	Urban	3	3	1600	2090	55	Major	-	2.8	57	2696	0.45
						L 50							
						C 150		Same		2.5	48	3260	0.29
						R 100		Minor		2.1	45	3449	0.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-11 ลักษณะและค่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของถนนแต่ละประเภท (ต่อ)

No.	Category	Location	No. of one way lanes		Saturation Cap./lane		Free Flow Spd.	Intersect with Major or Minor Flow	Link Capacity	Cycle Time	Red Ratio	Appr. Cap.	Base Delay
			Link	Appr.	Link	Appr.							
13			4	4	1600	2090	55	Major	-	2.8	57	3595	0.45
						L 100 C 200 R 100							
								Same		2.5	48	4347	0.29
								Minor		2.1	45	4598	0.21
14			5	5	1600	2068	55	Major	-	2.8	57	4446	0.45
						L 100 C 200 R 200							
								Same		2.5	48	5377	0.29
								Minor		2.1	45	5687	0.21
15			6	6	1600	2090	55	Major	-	2.8	57	5392	0.45
						L 100 C 300 R 100							
								Same		2.5	48	6521	0.29
								Minor		2.0	45	6897	0.20
16			7	7	1600	2074	55	Major	-	2.8	57	6243	0.45
						L 200 C 300 R 200							
								Same		2.5	48	7549	0.29
								Minor		2.0	47	7695	0.24
17			8	8	1600	2090	55	Major	-	2.8	57	7189	0.45
						L 200 C 400 R 200							
								Same		2.5	48	8694	0.29
								Minor		1.9	47	8862	0.27
18	Ordinary	Sub-urban	1	-	1600		50		1600	-	-	-	-
19			2	-	1800		60		3600	-	-	-	-
20			3	-	1800		65		5400	-	-	-	-
21	Expressway	Ramp	1	-	1800		50		1800	-	-	-	-
22		Thruway	2	-	2200		90		4400	-	-	-	-
23		Thruway	3	-	2200		90		6600	-	-	-	-
24	Ferry boat	-	-	-	-		5		oC	-	-	-	-

Note : Capital letters and figures in box indicate assumed percentages of lane utilization by direction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.ราชดำเนินกลาง
ถ.ราชดำเนินนอก
ถ.ดินสอ
ถ.ตีทอง
ถ.บำรุงเมือง
ถ.มหาไชย
ถ.จักรพงษ์
ถ.ตรีเพชร
ถ.ตานี
ถ.ประชาธิปก
ถ.ศรีวิชัย
ถ.ศรีวิสารวาจา
ถ.ศรีอยุธยา
ถ.ศรีอยุธยา 1
ถ.สุขาภิบาล 2
ถ.สุขาภิบาล 3
ถ.ราชสีมา
ถ.ราชสีมา 1
ถ.ราชสีมา 2
ถ.ราชสีมา 3
ถ.ราชสีมา 4
ถ.ราชสีมา 5
ถ.ราชสีมา 6
ถ.ราชสีมา 7
ถ.ราชสีมา 8
ถ.ราชสีมา 9
ถ.ราชสีมา 10
ถ.ราชสีมา 11
ถ.ราชสีมา 12
ถ.ราชสีมา 13
ถ.ราชสีมา 14
ถ.ราชสีมา 15
ถ.ราชสีมา 16
ถ.ราชสีมา 17
ถ.ราชสีมา 18
ถ.ราชสีมา 19
ถ.ราชสีมา 20
ถ.ราชสีมา

ตารางที่ 5-12 ปริมาณการจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต

ROAD/SECTION (1)		DIRECTION	TRAFFIC VOLUME (pcu/hr)								
			(2) YEAR 2532			(3) YEAR 2536			(3) YEAR 2544		
			MP	OP	EP	MP	OP	EP	MP	OP	EP
LAT PHRAO	1 - 4	EB	1,726	1,800	2,479	2,715	2,698	2,714	2,365	2,699	2,543
		WB	2,016	1,960	2,015	4,309	4,227	5,043	2,801	2,878	3,388
	4 - 10	EB	1,980	1,849	2,536	3,138	3,005	3,019	3,176	3,043	3,151
		WB	2,687	1,925	2,033	3,820	3,529	3,507	4,068	3,991	4,288
	10 - 11	EB	1,523	1,313	1,511	2,557	2,579	2,557	2,591	2,577	2,622
		WB	2,131	1,558	1,585	3,203	3,140	2,961	3,503	3,677	3,648
	11 - 12	EB	1,301	1,085	1,338	1,993	1,320	1,571	1,816	1,080	1,499
		WB	1,761	1,288	1,516	1,408	1,247	1,345	1,754	1,754	1,957
SUKHAPHIBAN 1	12 to North	NB	961	971	1,111	786	1,147	1,434	666	975	1,466
		SB	1,137	946	988	1,443	1,266	1,532	1,880	2,381	2,128
	12 - 13	NB	896	783	904	1,308	1,626	1,231	1,544	1,702	1,190
		SB	1,154	920	1,052	398	383	675	590	365	721
SUKHAPHIBAN 2	12 to East	EB	892	934	1,188	2,288	1,621	1,313	2,394	1,659	1,570
		WB	1,454	1,085	1,338	1,850	1,137	1,586	2,254	1,476	2,273
SUKHAPHIBAN 3	13 to East	EB	662	972	1,443	1,261	1,118	1,558	1,246	1,149	1,643
		WB	1,638	990	1,245	1,656	1,315	1,622	1,654	1,644	1,641
SRINAKARINTARA	11 - 14	NB	1,565	1,481	1,746	2,567	2,561	2,567	2,557	2,521	2,710
		SB	1,916	1,378	1,628	1,335	1,927	1,937	1,583	2,095	2,142
	14 - 15	NB	955	1,102	1,172	2,507	2,556	2,357	2,504	2,563	2,187
		SB	2,236	1,364	1,583	3,246	2,543	2,686	3,076	3,449	2,934
	15 - A	NB	1,310	1,230	1,717	2,288	2,202	2,045	2,465	2,617	2,298
		SB	1,970	1,224	1,424	2,541	2,089	2,290	3,370	3,829	3,257
	A - 16	NB	1,310	1,230	1,717	2,328	2,889	2,441	2,753	2,898	2,550
		SB	1,970	1,224	1,424	2,584	2,559	2,593	2,560	2,564	2,557
	16 to South	NB	1,351	1,296	1,800	2,895	2,972	2,987	2,754	3,083	3,382
		SB	1,930	1,300	1,587	3,343	2,656	2,979	3,020	2,670	2,678
PHATTHANAKAN	16 to East	EB	1,512	1,159	1,457	1,413	1,294	1,453	1,422	1,408	1,456
		WB	1,230	550	779	1,352	1,340	1,297	1,394	1,034	1,240
	16 - B	EB	1,194	1,451	2,015	2,158	1,865	1,769	1,894	1,916	1,633
		WB	2,087	1,346	1,384	1,813	2,081	1,671	1,437	2,479	1,636
	B - 25	EB	1,194	1,451	2,015	2,783	2,440	2,261	2,691	2,562	2,003
		WB	2,087	1,346	1,384	2,334	2,413	2,043	2,330	2,955	2,420

ตารางที่ 5-12 ปริมาณการจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต (ต่อ)

ROAD/SECTION (1)		DIRECTION	TRAFFIC VOLUME (pcu/hr)								
			(2) YEAR 2532			(3) YEAR 2536			(3) YEAR 2544		
			MP	OP	EP	MP	OP	EP	MP	OP	EP
RAMKHAMHAENG	13 - 14	EB	954	1,350	1,630	1,670	1,657	1,661	1,663	2,521	1,731
		WB	2,113	1,439	1,510	1,155	611	1,170	1,117	2,095	1,259
	14 - 17	EB	1,613	1,679	2,051	2,209	2,206	2,212	2,699	2,696	2,701
		WB	1,743	1,415	1,447	1,757	1,661	2,212	2,873	2,757	3,087
	17 - 18	EB	1,404	1,560	2,007	2,708	2,810	2,580	3,133	3,164	2,800
		WB	1,929	1,626	1,783	2,610	2,346	2,651	3,347	3,174	3,434
	18 - 19	EB	1,555	1,667	2,036	3,317	3,587	2,843	4,360	4,690	3,327
		WB	1,708	1,372	1,800	3,558	4,005	3,717	4,512	4,456	4,467
	19 - 20	EB	1,727	2,029	2,564	3,154	3,042	2,636	3,857	3,588	3,552
		WB	2,286	1,919	1,865	2,934	2,864	3,012	3,714	3,905	3,499
	20 - 22	EB	1,747	2,208	2,708	3,748	3,840	3,139	4,237	4,142	3,813
		WB	2,438	1,989	1,920	3,566	3,685	3,566	4,158	4,287	4,156
	22 - 23	EB	2,336	2,375	3,127	4,290	4,460	3,570	4,532	4,544	3,997
		WB	3,120	2,254	2,220	4,197	4,520	4,203	4,838	4,914	4,959
	23 - 24	EB	1,945	2,179	2,805	3,634	4,067	2,854	4,403	4,794	3,442
		WB	2,664	2,230	2,164	2,971	3,385	3,338	3,630	3,630	3,653
	24 - 25	EB	2,168	2,375	2,841	2,666	3,409	2,255	2,322	2,506	1,671
		WB	2,194	1,820	1,856	2,593	2,713	2,663	2,624	2,686	2,367
SUKHUMVIT 71	25 to South	NB	1,152	1,211	1,356	2,272	2,272	2,270	2,159	2,154	1,707
		SB	1,864	1,412	1,517	973	1,067	987	1,109	1,402	1,061
NEW PHETCHABURI	25 - 26	EB	1,495	1,972	2,708	2,302	2,408	1,409	2,019	2,476	1,295
		WB	2,477	1,559	1,289	3,191	3,161	3,125	3,152	3,182	3,137
	26 - 29	EB	2,147	2,401	3,504	2,561	2,557	2,562	2,572	2,559	2,557
		WB	3,181	1,904	1,740	4,238	4,268	3,778	4,078	3,729	3,845
EKAMAI-RAMINTRA	26 - G	NB	*	*	*	1,720	1,694	2,409	1,789	1,918	2,425
		SB	*	*	*	2,695	2,704	2,721	2,731	2,702	2,736
	G - I	NB	*	*	*	2,771	2,512	4,685	2,396	3,127	5,206
		SB	*	*	*	1,866	1,861	2,506	2,654	3,047	3,731
	I - J	NB	*	*	*	3,527	3,088	5,210	3,898	3,590	5,526
		SB	*	*	*	2,593	2,381	3,007	3,114	3,586	4,106

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-12 ปริมาณการจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต (ต่อ)

ROAD/SECTION (1)		DIRECTION	TRAFFIC VOLUME (pcu/hr)								
			YEAR 2532 (2)			YEAR 2536 (3)			YEAR 2544 (3)		
			MP	OP	EP	MP	OP	EP	MP	OP	EP
RATCHADAPHISEK	29 - 30	NB	2,306	2,904	3,469	3,046	3,120	3,071	3,055	3,051	3,073
		SB	2,898	2,100	1,885	2,517	2,450	2,490	2,756	2,707	2,695
	30 - 31	NB	1,757	2,189	3,082	3,100	3,421	3,985	2,854	3,627	4,284
		SB	2,344	1,843	1,630	3,328	3,430	3,324	3,323	3,358	3,373
	31 - 32	NB	1,757	2,189	3,082	3,100	3,421	3,985	2,854	3,627	4,284
		SB	2,031	1,795	2,143	3,044	3,446	3,411	3,327	3,483	3,599
	32 - 34	NB	1,962	2,055	3,080	2,778	2,823	2,883	2,648	3,313	3,446
		SB	2,509	2,141	2,650	2,450	2,866	2,655	2,682	2,951	2,820
	34 - 1	NB	1,578	1,488	2,091	1,688	1,920	1,741	1,379	2,597	2,225
		SB	1,292	1,193	1,418	1,944	2,631	2,153	2,151	2,842	2,233
TIAMRUAMMIT	31 to East	EB	493	298	506	140	210	194	20	157	246
		WB	426	314	390	425	325	108	16	32	20
RAMA IX	30 - G	EB	1,438	1,368	1,578	3,113	2,861	3,119	3,009	2,117	2,718
		WB	1,866	1,427	1,540	2,405	2,331	1,722	2,107	2,587	1,806
	G - 24	EB	1,391	1,328	1,567	4,865	4,786	4,067	4,939	4,934	4,673
		WB	1,777	1,346	1,343	4,044	4,678	4,028	4,723	4,308	4,662
	24 - F	EB	-	-	-	1,677	1,727	1,708	1,987	1,569	1,032
		WB	-	-	-	1,127	1,125	1,088	1,614	2,225	1,541
	F - H	EB	-	-	-	1,522	1,457	1,405	1,859	1,284	1,143
		WB	-	-	-	1,151	1,107	1,013	1,114	1,735	1,084
	H - A	EB	-	-	-	682	369	459	1,324	574	716
		WB	-	-	-	569	567	668	342	714	429
SOI RAM - 32		NB	46	36	37	52	36	49	89	78	90
		SB	38	30	47	49	40	50	112	80	100
SOI RAM - 26		NB	259	128	187	1,005	1,181	1,090	1,376	1,371	1,320
		SB	267	136	219	669	318	319	1,415	1,461	1,015
SOI SERI 4		NB	NA	NA	NA	490	482	494	631	505	680
		SB	NA	NA	NA	453	410	520	600	555	690
SOI RAM - 24	22 - C	NB	823	519	606	552	616	571	750	709	821
		SB	627	467	836	478	406	408	398	374	400
	C - D	EB	NA	NA	NA	461	38	550	694	680	655
		WB	NA	NA	NA	383	20	410	721	692	451

ตารางที่ 5-12 ปริมาณการจราจรบนถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต (ต่อ)

ROAD/SECTION (1)		DIRECTION	TRAFFIC VOLUME (pcu/hr)								
			YEAR 2532 (2)			YEAR 2536 (3)			YEAR 2544 (3)		
			MP	OP	EP	MP	OP	EP	MP	OP	EP
FUTURE ROAD	D - 15	EB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		WB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TAVORNTHAWAT	C - E	NB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		SB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	E - F	NB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		SB	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	F - B	NB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		SB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SOI RAM - 21	23 to West	EB	201	158	225	1,007	1,007	970	969	990	986
		WB	146	99	172	1,017	1,077	1,035	1,154	1,033	1,064
SOI RAM - 16	23 - E	EB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		WB	*	*	*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SOI RAM - 65	19 - 10	NB	356	440	611	1,028	1,017	1,041	1,029	1,030	1,077
		SB	892	475	511	895	905	910	896	910	928

REMARKS :

(1) Refer to Fig. 3.1
(2) From traffic survey made on Wed., August 16, 1989
(3) From simulation by traffic assignment program "MOTORS"
* : Future Road
NA : Not available

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การเดินทางของผู้มาใช้สนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติในอนาคต

นอกจากการสำรวจข้อมูลทางด้านการจราจรแล้ว บางส่วนของการศึกษานี้ ได้ทำการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เข้าใช้สนามกีฬา ทั้งที่สนามกีฬาแห่งชาติปทุมวัน และสนามกีฬาหัวหมาก เพื่อนำผลที่ได้ ไปใช้ในการคาดคะเนถึงผลจากการมีสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ณ บริเวณการกีฬาแห่งประเทศไทย หรือ สนามกีฬาหัวหมากในปัจจุบัน โดยตารางที่ 5-13 จะแสดงรายละเอียด ของรูปแบบการเดินทางเป็นร้อยละ ของผู้ใช้สนามกีฬาตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ จากผลการสำรวจ โดยรูปแบบการเดินทางที่ระบุว่าเป็นอื่น ๆ นั้น ส่วนใหญ่พบว่า มากกว่าร้อยละ 90 เป็นการเดินมายังสนามกีฬา

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของสนามศุภชลาศัย ในสนามกีฬาแห่งชาติปทุมวัน ซึ่งมีขนาด 40,000 ที่นั่ง กับสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติที่หัวหมาก ซึ่งมีขนาด 60,000 ที่นั่งแล้ว โดยเฉพาะสำหรับผู้มาชมกีฬา ในกรณีที่มีการแข่งขัน และพิจารณาว่า มีผู้เข้าใช้สนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติเต็มพิกัด คือ 60,000 ที่นั่ง จากตารางที่ 5-13 สามารถประเมินรูปแบบและปริมาณการเดินทาง ของผู้มาชมกีฬาที่สนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรตินี้ได้ ตามตารางที่ 5-14 โดยที่ค่า Vehicle Occupancy นั้น ได้มาจากการสำรวจรถ ที่เข้ามาในสนามกีฬาแห่งชาติปทุมวัน ขณะที่ทำการสัมภาษณ์เก็บข้อมูล แต่สำหรับรถโดยสารประจำทาง ซึ่งมีผู้ใช้ในการเดินทางมาถึงร้อยละ 67.6 ไม่ได้ทำการหาไว้ เนื่องจากไม่มีรถโดยสารประจำทางที่จัดไว้เฉพาะสำหรับผู้ที่มายังสนามกีฬาโดยตรง ซึ่งผลของจำนวนรถที่ได้ อาจนำไปใช้ในการกำหนดที่จอดรถสำหรับผู้มาชมกีฬา โดยจำนวนรถดังกล่าว จะเดินทางมายังสนามกีฬาโดยเฉลี่ยประมาณ 60 ถึง 90 นาที ก่อนการแข่งขัน รูปที่ 5.12 แสดง Desire Line ของคนที่จะเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติ จากโซนจราจรต่าง ๆ ซึ่งได้รวมให้เหลือเพียง 25 โซน เพื่อง่ายต่อการนำเสนอ เช่นเดียวกับการสรุปตารางการเดินทางของรถยนต์

ส่วนตารางที่ 5-15 และ 5-16 รวมทั้งรูปที่ 5.13 แสดงปริมาณการเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งพิจารณาเป็นแต่ละทิศทางประกอบกับโครงข่ายถนนที่จะนำเข้าสู่สนามกีฬา โดยตารางที่ 5-15 และ 5-16 จะแสดงรายละเอียดเป็นรูปแบบต่าง ๆ ในหน่วยจำนวนคน (person trip) และ จำนวนรถ (vehicle trip) ตามลำดับ ส่วนรูปที่ 5.13 จะแสดงเป็นปริมาณ และสัดส่วนของจำนวนคน ซึ่งพบว่า

1. ประมาณร้อยละ 7.9 หรือ 4,734 คน จะเดินทางมาจากด้านตะวันออก

ตารางที่ 5-13 รูปแบบการเดินทางของผู้ใช้สนามกีฬา

รูปแบบการเดินทาง	จำนวนร้อยละ (%) ของรูปแบบการเดินทาง				
	ผู้ใช้สนามกีฬาเป็นปกติ			ผู้ใช้สนามกีฬาเป็นครั้งคราว	
	เจ้าหน้าที่	ผู้มาซ้อมกีฬา	ผู้มาพักผ่อน	ผู้มาชมงาน	ผู้มาชมกีฬา
รถจักรยานยนต์	6.9	3.7	1.6	4.8	10.0
รถยนต์ส่วนบุคคล	26.0	8.9	6.5	24.4	8.3
รถสามล้อเครื่อง	0.9	0.4	1.6	1.8	3.4
รถแท็กซี่	0.2	1.0	0	1.2	3.6
รถโดยสารประจำทาง	57.7	59.3	83.9	55.6	67.6
อื่น ๆ (เดิน)	8.3	26.7	6.4	12.2	7.1
จำนวนตัวอย่าง	553	723	62	500	3,377

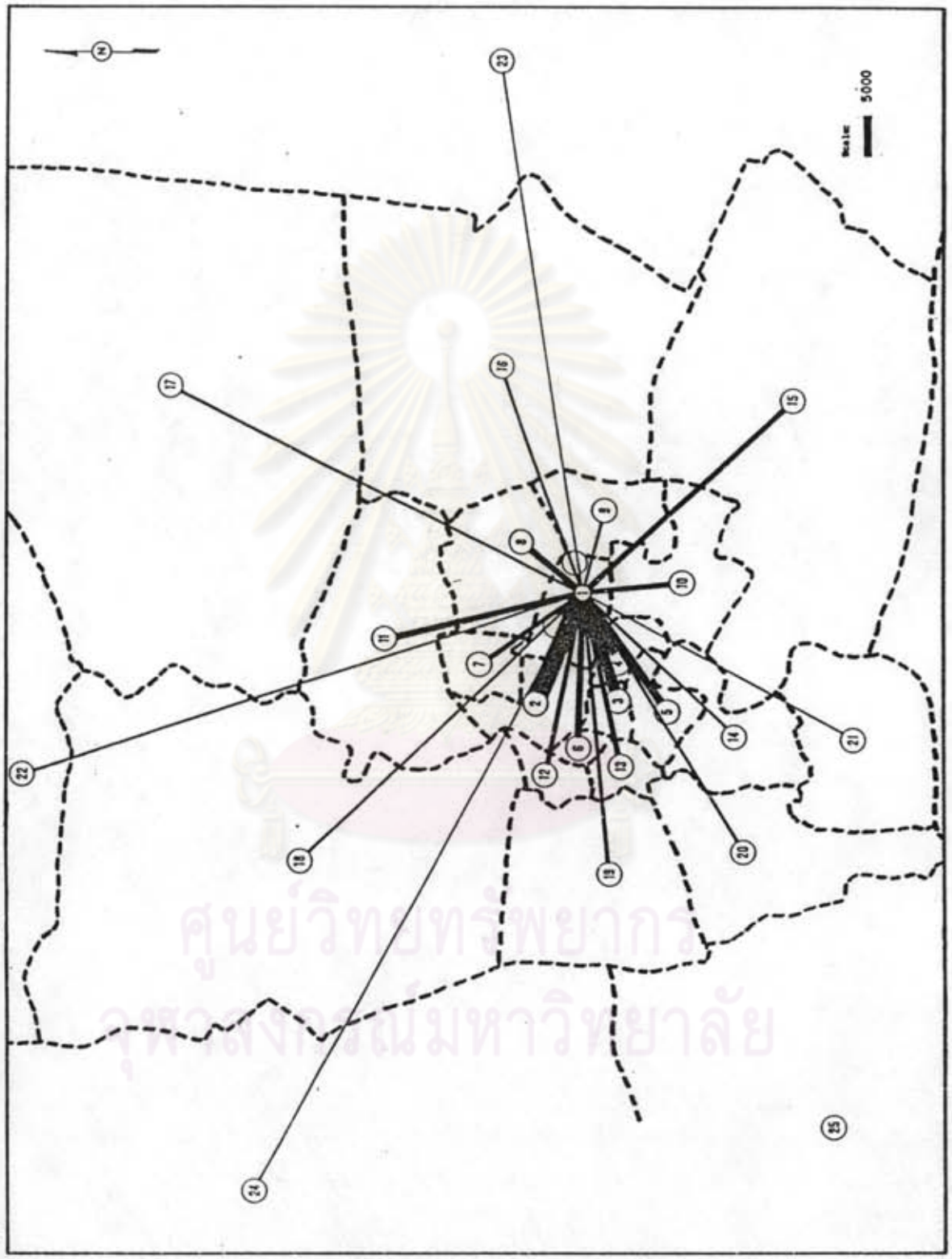
หมายเหตุ : ผู้มาชมกีฬาเป็นกีฬาฟุตบอลชิงถ้วยพระราชทาน ม.ว.ก. เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2532

ตารางที่ 5-14 ปริมาณการเดินทางของผู้มาชมกีฬาที่สนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติ

รูปแบบการเดินทาง	Vehicle Occupancy (person)	Passenger Trip (person/match)	Vehicle Trip	
			veh/match	pcu/match
รถจักรยานยนต์	1.39	6,000	4,317	755
รถยนต์ส่วนบุคคล	1.80	4,980	2,767	2,767
รถสามล้อเครื่อง	1.80	2,040	1,134	1,055
รถแท็กซี่	2.76	2,160	783	728
รถโดยสารประจำทาง	N.A.	40,560	N.A.	N.A.
อื่น ๆ (เดิน)	-	4,260	-	-

หมายเหตุ : 1) N.A. = Not available
2) 100% occupancy at stadium = 60,000 seats

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.12 Desire Line ของผู้ที่จะเดินทางมายังสนามบินพาณิชย์กลางเฉลิมพระเกียรติก่อครั้งของการเดินทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-15 ปริมาณของผู้ที่จะเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติในแต่ละทิศทางต่อครั้งของการแข่งขัน

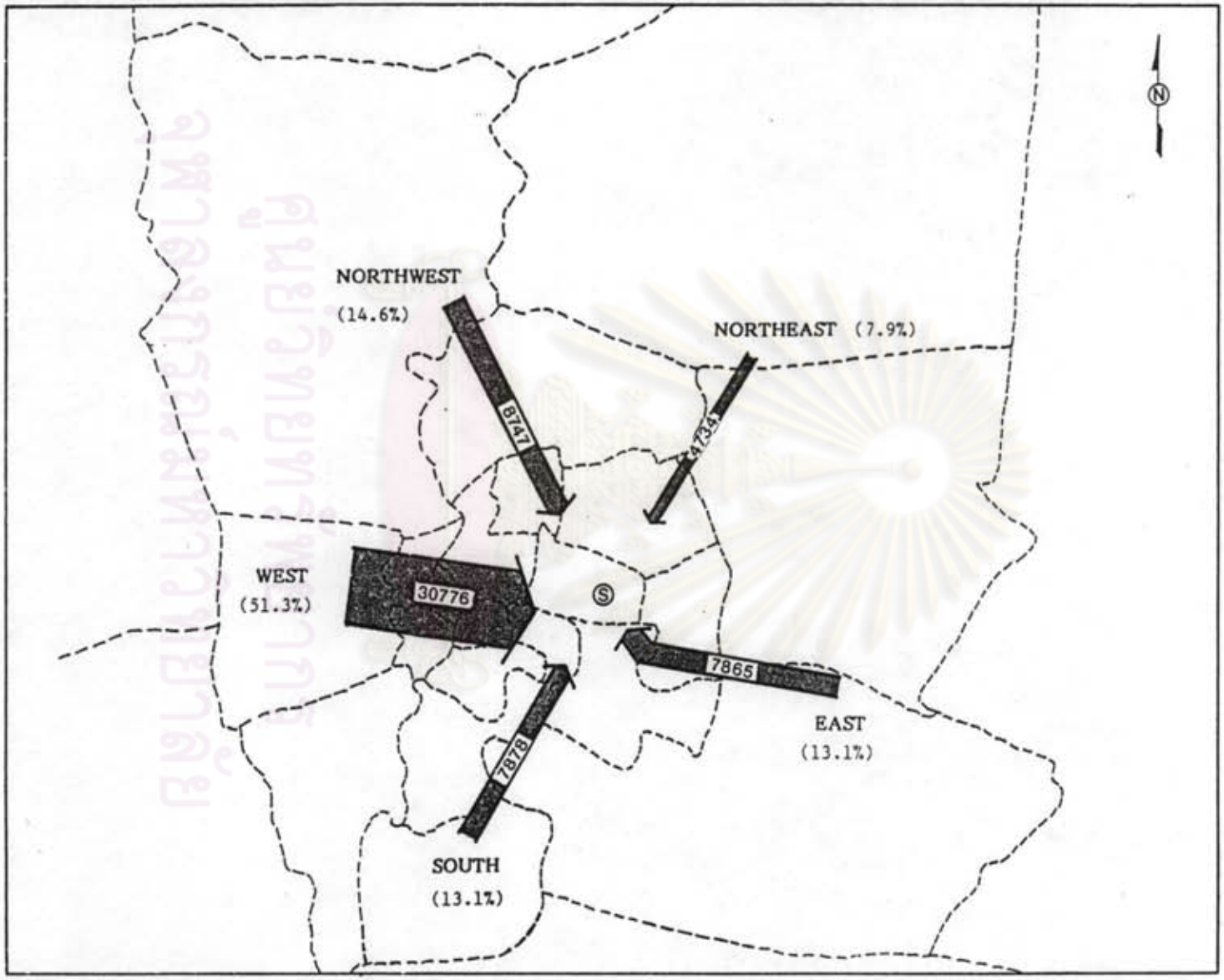
CORRIDOR	PERSON TRIP BY MODE OF TRANSPORT						
	Motorcycle	Passenger Car	Samlor	Taxi	Public Bus	Other (Walk)	Total
North-East	473	393	161	171	3,200	336	4,734
East	787	653	267	283	5,317	558	7,865
South	788	654	268	284	5,325	559	7,878
West	3,078	2,554	1,046	1,108	20,805	2,185	30,776
North-West	875	726	297	315	5,913	621	8,747

ตารางที่ 5-16 ปริมาณของยานพาหนะที่จะเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติในแต่ละทิศทางต่อครั้งของการแข่งขัน

CORRIDOR	VEHICLE TRIP BY MODE OF TRANSPORT					
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	รถสามล้อเครื่อง	รถแท็กซี่	รวม	
					veh	pcu
North-East	341	219	90	62	712	420
East	567	363	149	103	1,182	697
South	567	364	149	103	1,183	698
West	2,215	1,419	582	402	4,618	2,722
North-West	630	404	165	115	1,314	775

หมายเหตุ : ยังไม่รวมรถโดยสารประจำทาง

รูปที่ 5.13 ปริมาณของผู้ที่จะเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรติในแต่ละทิศทางต่อครั้งของการแข่งขัน



เฉียงเหนือของสนามกีฬา ซึ่งมีถนนสุขาภิบาล 1, 2 และ 3 เป็นถนนสายหลักที่นำเข้าสู่ถนนรามคำแหง

2. ประมาณร้อยละ 13.1 หรือ 7,865 คน จะเดินทางมาจากด้านตะวันออกของสนามกีฬา ซึ่งมีถนนพัฒนาการ เป็นถนนสายหลัก ที่นำเข้าสู่ถนนรามคำแหง
3. ประมาณร้อยละ 13.1 หรือ 7,878 คน จะเดินทางมาจากด้านใต้ของสนามกีฬา ซึ่งมีถนนสุขุมวิท 71 เป็นถนนสายหลัก ที่นำเข้าสู่ถนนรามคำแหง
4. ประมาณร้อยละ 51.3 หรือ 30,776 คน จะเดินทางมาจากด้านตะวันตกของสนามกีฬา ซึ่งมีถนนพระรามที่ 9 และถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เป็นถนนสายหลัก ที่นำเข้าสู่ถนนรามคำแหง
5. ประมาณร้อยละ 14.6 หรือ 8,747 คน จะเดินทางมาจากด้านตะวันตกเฉียงเหนือของสนามกีฬา ซึ่งมีถนนลาดพร้าวเป็นถนนสายหลัก ที่นำเข้าสู่ถนนรามคำแหง

ส่วนการพิจารณาถึงผลกระทบของการเดินทางมายังสนามกีฬากลางเฉลิมพระเกียรตินั้น อาจพิจารณาได้ โดยแบ่งถนนรามคำแหงออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1. ถนนรามคำแหงช่วงระหว่างทางแยกคลองตันถึงการกีฬาแห่งประเทศไทย จะมีการเดินทางจากด้านตะวันออก ด้านใต้ และด้านตะวันตก ของสนามกีฬา ผ่านถนนช่วงนี้ในทิศทางที่ไปยังสนามกีฬา ประมาณ 6,983 คัน หรือ 4,117 pcu ก่อนที่จะมีการแข่งขัน 90 นาที (ประมาณ 2,750 pcu/hr)
2. ถนนรามคำแหงช่วงระหว่างทางแยกบางกะปิถึงการกีฬาแห่งประเทศไทย จะมีการเดินทาง จากด้านตะวันตกเฉียงเหนือ และด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ของสนามกีฬา ผ่านถนนช่วงนี้ ในทิศทางที่ไปยังสนามกีฬา ประมาณ 2,026 คัน หรือ 1,195 pcu ก่อนที่จะมีการแข่งขัน ประมาณ 90 นาที (ประมาณ 800 pcu/hr)

ซึ่งปริมาณการจราจรดังกล่าว ยังไม่ได้รวมการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทางหรือการขนส่งสาธารณะ และเมื่อนำไปเทียบกับปริมาณการจราจรบนถนนรามคำแหงในวันปกติระหว่างช่วงเวลาเร่งด่วน ที่สูงถึงประมาณ 3,500 PCU ต่อชั่วโมง โดยเฉพาะช่วงระหว่างทางแยกคลองตัน ถึงการกีฬาแห่งประเทศไทย ซึ่งปกติ จะมีปริมาณการจราจรหนาแน่นกว่าช่วงระหว่างทางแยกบางกะปิ ถึงการกีฬาแห่งประเทศไทย ก็อาจประเมินได้ว่า ในกรณีที่มีการ

แข่งขันกีฬา และมีผู้เข้าชมเต็ม 60,000 ที่นั่งแล้ว โครงข่ายถนนที่จะรองรับการเดินทาง โดยเฉพาะถนนรามคำแหง ซึ่งเป็นถนนสายหลัก ไม่สามารถที่จะรองรับปริมาณการเดินทางได้ ในขณะที่ ความต้องการในการเดินทางผ่านถนนรามคำแหงในปัจจุบัน ยังสูงกว่าความสามารถในการรองรับของถนน ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวางแผน หามาตรการรองรับปัญหาในส่วนนี้ เช่น การเพิ่มโครงข่ายถนนในบริเวณถนนรามคำแหง เพื่อรองรับจำนวนรถ ที่จะเดินทางมายังสนามกีฬา (ประมาณ 2,750 PCU ต่อชั่วโมงต่อทิศทาง) นอกเหนือจากการแบ่งเบาปริมาณการจราจรบนถนนรามคำแหง ซึ่งมีปัญหาความคับคั่งและการติดขัดอยู่ในปัจจุบัน โดยการปรับปรุง ขยาย ต่อเชื่อมถนนและซอยต่าง ๆ ในบริเวณใกล้เคียง อันได้แก่ ซอยถาวรธวัช 1 ซึ่งอาจต่อขยายไปตัดกับถนนของกรมทางหลวง ที่จะต่อมาจากถนนพระราม 9 จนพบกับ ถนนพัฒนาการ ในขณะที่ถนนของกรมทางหลวงนั้น ก็มีแนวไปตัดกับถนนศรีนครินทร์ นอกจากนั้นก็มีซอยรามคำแหง 24 (หมู่บ้านเสรี) ซึ่งอาจต่อขยายไปตัดกับซอยรามคำแหง 26 (เด็กเฮงหยู) และซอยรามคำแหง 32 (วิเศษสุข) จนไปพบกับถนนศรีนครินทร์ตรงทางแยกถนนกรุงเทพกรีฑา ในขณะเดียวกัน ถนนซอยต่าง ๆ เช่น ซอยเสรี 2 ซอยเสรี 4 ก็ขยายให้กว้างขึ้น เช่นเดียวกับถนนซอยที่กล่าวมาแล้ว

ในส่วนของผู้ที่เดินทางมายังสนามกีฬา โดยใช้บริการของการขนส่งสาธารณะ ซึ่งประมาณว่าจะมีถึง 40,000 คน นั้น รูปแบบการขนส่งด้วยรถโดยสารประจำทางในปัจจุบันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการจราจรตลอดเส้นทางที่ผ่าน และโดยเฉพาะบนถนนรามคำแหงมากขึ้นไปอีก แนวทางการแก้ปัญหานี้ก็คือ การใช้รถไฟสายตะวันออก ในการขนส่งคนจากใจกลางเมือง ไปยังสถานีรถไฟหัวหมาก ซึ่งใช้เวลาเดินทางประมาณ 25 นาที จากสถานีรถไฟหัวลำโพง โดยรวมเวลาที่หยุดรับ-ส่ง ผู้โดยสาร ตามจุดจอดระหว่างเส้นทางด้วย แล้วอาศัย Feeder Bus หรือ Feeder Minibus รับส่งคนจากสถานีรถไฟหัวหมากเข้าสู่สนามกีฬา โดยใช้เส้นทางถนนซอยสายรองต่าง ๆ ที่ได้ปรับปรุงขึ้นเป็นโครงข่ายย่อย ดังได้กล่าวแล้วในย่อหน้าก่อน ซึ่งรถไฟ 1 ขบวน สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ประมาณ 2,500 คน ต่อเที่ยว ในกรณีที่มีตู้โดยสาร 17-18 ตู้ ดังนั้น ผู้ที่เดินทางโดยใช้บริการขนส่งสาธารณะจำนวนหนึ่ง โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ทางด้านตะวันตกของสนามกีฬา ก็จะสามารถเลือกใช้การโดยสารรถไฟ แทนรถโดยสารประจำทางได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อโครงข่ายถนนสายหลักโดยเฉพาะถนนรามคำแหงน้อยมาก

5.3 การวิเคราะห์หาค่าของตัวคูณขยาย สำหรับปริมาณการจราจร 24 ชม. (ADT)

งานทางด้านวิศวกรรมการจราจรและการขนส่งนั้น สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ โดยเฉพาะข้อมูลปริมาณการจราจร ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจมาจากสภาพจริง ถึงแม้ว่าข้อมูลดังกล่าว จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่ถ้าพิจารณาโดยรวมแล้วที่เวลาใด ๆ ในแต่ละบริเวณ จะมีปริมาณ ลักษณะ ตลอดจนรูปแบบของการจราจรที่ใกล้เคียงกันอยู่ทุกวัน กล่าวคือ ในแต่ละวัน และที่เวลาใกล้เคียงกัน ในบริเวณใด ๆ จะมีปริมาณการจราจรอยู่ในช่วงค่าหนึ่ง ที่แตกต่างกันไม่มากนัก เราสามารถนำข้อมูลในช่วงใด ๆ ของวันหรือของทั้งวันมาเป็นตัวแทนสำหรับช่วงเวลาเดียวกันของวันอื่น ๆ ได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันในบริเวณนั้น และพื้นที่ใกล้เคียง

การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรในสนามนั้น ปกติจะใช้คนเป็นผู้สำรวจ เนื่องจากสามารถแยกชนิด และประเภทรถ ตลอดจนทิศทางของการเคลื่อนที่ ได้อย่างชัดเจนถูกต้องมากกว่าการใช้วิธีอื่น แต่งานสำรวจปริมาณการจราจรนี้ เป็นขั้นตอนที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลงได้ โดยข้อมูลที่ได้รับ ยังคงมีความน่าเชื่อถืออยู่ในขั้นที่ยอมรับได้ ก็นับว่ามีประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องการข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่ง ต้องทำการสำรวจต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง นั้น ในความเป็นจริงแล้ว ปริมาณการจราจรในช่วงกลางคืนไปจนถึงเช้ามืดนั้น จะมีอยู่น้อย และการสำรวจในช่วงเวลากลางคืน มักจะมีปัญหาหลายด้าน ทั้งทางด้านทัศนวิสัย และ ความปลอดภัย ในกรณีที่สถานที่สำรวจไม่เอื้ออำนวยให้ ข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ การสำรวจข้อมูลในลักษณะนี้นั้น ยิ่งช่วงเวลานานขึ้นคุณภาพของข้อมูล โดยเฉพาะในช่วงหลัง ๆ จะไม่ค่อยดี มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ดังนั้นถ้าสามารถหลีกเลี่ยงการสำรวจในเวลากลางคืน หรือสามารถลดช่วงเวลาของการสำรวจ ในช่วงที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยที่ความสมบูรณ์ของข้อมูลไม่หดหายไปมากนัก ก็สมควรที่จะกระทำเป็นอย่างยิ่ง และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสำรวจลงอีกส่วนหนึ่งด้วย

ในกรณีที่ต้องการข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง แนวทางหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ อาจจะใช้ข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่ง คูณกับตัวคูณขยาย (expansion factor) เพื่อให้ได้เป็นข้อมูล 24 ชั่วโมง ออกมา แต่ข้อมูลของช่วงเวลาใด ที่จะเหมาะสมและสามารถนำมาใช้เป็นฐานในการคูณ ตลอดทั้ง ตัวคูณขยาย จะมีค่าเป็นเท่าใด จึงจะให้ผลลัพธ์ออกมาน่าเชื่อถือมากที่สุดนั้น จำเป็นต้องใช้วิธีการในทางสถิติเข้ามาช่วย การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจปริมาณการจราจรต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง และกระทำพร้อมกันถึง 34 ทางแยกกับอีก 7 ตำแหน่ง บนช่วงถนน

ซึ่งนับว่าข้อมูลที่ได้มา มีมากพอสมควรที่จะนำมาใช้ในการดังกล่าว ดังนั้น ในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสำรวจ กับค่าของตัวคูณขยายที่จะนำมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณการจราจรตลอด 24 ชั่วโมง

5.3.1 หลักการและวิธีการวิเคราะห์ งานทางด้านการจราจรและการขนส่งนี้ มีหลายหน่วยงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องดูแล และรับผิดชอบอยู่ เช่น กรุงเทพมหานคร การทางพิเศษแห่งประเทศไทย กรมโยธาธิการ หรือแม้กระทั่งกรมทางหลวง โดยการศึกษา และจัดทำรายงานทางด้านการจราจรและการขนส่งต่าง ๆ ที่มีการทำกันมานั้น แต่ละโครงการจะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดทำ แตกต่างกันไปตามประเภท และวัตถุประสงค์ของโครงการนั้น ซึ่งแต่ละแห่ง แต่ละโครงการ ก็จะมีการสำรวจปริมาณการจราจร ในช่วงเวลาที่อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ เช่น 06:00 ถึง 20:00 น. 06:00 ถึง 21:00 น. หรือ 07:00 ถึง 19:00 น. เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่รับผิดชอบในโครงการนั้น ๆ ในการศึกษาครั้งต่อ ๆ มา บางทีอาจจำเป็นต้องนำผลที่ได้ของแต่ละรายงานที่ทำก่อนหน้า มาใช้เปรียบเทียบกันบ้าง เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาบางสิ่งบางอย่าง ถ้าผลของแต่ละรายงานนั้น มีช่วงเวลาของการสำรวจแตกต่างกัน อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ การหาค่าของตัวคูณที่จะนำมาใช้ปรับค่าของผลการสำรวจ สำหรับช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้เป็นค่าที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน สามารถนำไปเปรียบเทียบกันได้อย่างน่าเชื่อถือ จึงนับว่ามีประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านนี้เป็นอย่างมาก

จากข้อมูลการสำรวจปริมาณการจราจรตลอด 24 ชั่วโมง ทุก ๆ แห่ง ซึ่งมี 34 ทางแยก กับอีก 7 ตำแหน่งบนช่วงถนน หลังจากที่ได้แปลงหน่วยปริมาณการจราจร ให้อยู่ในหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCU) แล้ว จะใช้ปริมาณการจราจรรวมของแต่ละด้านของทางแยก ซึ่งได้แก่ NB SB EB และ WB เป็นหลัก จากนั้น ทำการหาผลรวมสำหรับแต่ละช่วงเวลาของปริมาณการจราจรในด้านนั้น รวมทั้งปริมาณการจราจรรวมตลอด 24 ชั่วโมง โดยช่วงเวลาที่ใช้จะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เริ่มต้นเวลา 6:00 น. และ 7:00 น. ดังแสดงในตารางที่ 5-17 แล้วนำผลรวมในแต่ละช่วงเวลาของทุกตำแหน่งที่สำรวจนั้น ไปหาความสัมพันธ์ กับผลรวมตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอย และสหสัมพันธ์ (regression and correlation analysis) เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้ผลรวมของปริมาณการจราจรในช่วงเวลาเป็นตัวแปรอิสระ (x) ส่วนผลรวมตลอด 24 ชั่วโมงนั้น เป็นตัวแปรตาม ในการวิเคราะห์ จะใช้การถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียว (simple linear regression) กล่าวคือ ใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว และสมมุติว่า ความสัมพันธ์

ดังกล่าวเป็นแบบเส้นตรง ซึ่งผลรวมในแต่ละช่วงเวลา ก็จะมีความสัมพันธ์กับผลรวมตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นจะได้สมการความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด 12 สมการ แล้วพิจารณาหาช่วงเวลา และสมการที่เหมาะสม จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งได้แก่ ค่า R^2 และ ความสมเหตุสมผล ของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ แต่ลักษณะความสัมพันธ์เป็นสมการในรูปแบบนี้ ยังไม่สะดวกมากนักต่อการนำไปใช้ เพราะหลังจากคูณตัวแปรอิสระด้วยค่าสัมประสิทธิ์แล้ว ยังต้องนำผลลัพธ์ที่ได้ไปบวกหรือลบกับค่าคงที่อีกทีหนึ่ง ซึ่งถือว่าไม่ค่อยเหมาะสมในทางปฏิบัติ และในกรณีที่เป็นค่าลบนั้น จะเกิดข้อจำกัดในการนำสมการไปใช้ คือจะใช้สมการที่ได้ กับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาใด ๆ ที่มีค่ามากเกินกว่าระดับค่า ๆ หนึ่งเท่านั้น จึงจะพอยอมรับได้ ถ้าปริมาณการจราจรในช่วงเวลาใด ๆ ต่ำกว่าระดับค่านี้ ผลลัพธ์ที่ได้จะต่ำกว่าปริมาณการจราจรในช่วงเวลาใด ๆ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในความเป็นจริง ดังนั้นในส่วนของการวิเคราะห์การถดถอยนี้ จะใช้เป็นเพียงแนวทางในการพิจารณาร่วม เพื่อหาว่าช่วงเวลาใดที่จะเหมาะสมเท่านั้น

ตารางที่ 5-17 ช่วงเวลาที่ใช้พิจารณาหาความสัมพันธ์

กลุ่มที่	ช่วงเวลา	ระยะเวลา (ชม.)	ตัวแปร
1	6:00-17:00 น.	11	X1
	6:00-18:00 น.	12	X2
	6:00-19:00 น.	13	X3
	6:00-20:00 น.	14	X4
	6:00-21:00 น.	15	X5
	6:00-22:00 น.	16	X6
2	7:00-17:00 น.	10	X7
	7:00-18:00 น.	11	X8
	7:00-19:00 น.	12	X9
	7:00-20:00 น.	13	X10
	7:00-21:00 น.	14	X11
	7:00-22:00 น.	15	X12

วิธีการต่อไปที่จะนำมาใช้ก็คือ การหาอัตราส่วนระหว่างผลรวมของปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง กับผลรวมของช่วงเวลา หรือการหาค่าตัวคูณขยาย (expansion factor) โดยการนำเอาผลรวมสำหรับช่วงเวลา ไปหารผลรวมตลอด 24 ชั่วโมง ได้เป็นตัวเลขออกมาหนึ่งค่าสำหรับด้านหนึ่งของแต่ละทางแยก จากนั้นนำค่าดังกล่าวของทุกด้าน และทุกทางแยก รวมทั้งบนช่วงถนน สำหรับช่วงเวลาเดียวกัน มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (mean deviation) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และความแปรปรวน (variance) แล้ววิเคราะห์หาระดับความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยที่ได้ โดยมีสมมุติฐานว่า ค่าที่ได้มีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) และสุดท้ายพิจารณาการแจกแจงความถี่ ของค่าอัตราส่วน จากข้อมูลการสำรวจจริง ๆ กับค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ แล้วเลือกเอาช่วงเวลา และ ค่าตัวคูณขยายที่เหมาะสมมากที่สุดจาก องค์ประกอบต่าง ๆ

5.3.2 ผลการวิเคราะห์ สำหรับผลรวมในแต่ละช่วงเวลาใด ๆ กับตลอด 24 ชั่วโมง และอัตราส่วนระหว่างผลรวมตลอด 24 ชั่วโมง กับผลรวมของช่วงเวลาใด ๆ สำหรับแต่ละด้านของทุก ๆ ทางแยก และช่วงถนน ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ฉ. ส่วนสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลในช่วงเวลาใด ๆ กับข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง รวมทั้งองค์ประกอบต่าง ๆ นั้น ได้สรุปไว้ ในตารางที่ 5-18 ซึ่งจะเห็นว่าทุกสมการนั้น ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) นั้น จะมีค่าสูง ซึ่งแสดงว่าน่าเชื่อถือได้ และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระนั้นก็มีความสมเหตุสมผล กล่าวคือ ตัวแปรตามจะเพิ่มมากขึ้น กว่าตัวแปรอิสระ และเมื่อตัวแปรอิสระเป็นชุดที่มีค่ามากขึ้น เนื่องจากอยู่ในชุดที่ระยะเวลาการสำรวจยาวนานขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ก็จะมีค่าลดลง แต่สำหรับค่าคงที่ของทุกสมการ จะเป็นค่าลบ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำสมการไปใช้ ดังได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ โดยค่าของ x จะต้องมีค่าเกินกว่าค่าที่แสดงไว้ในช่องสุดท้ายของตารางไปในระดับหนึ่ง จึงจะให้ผลลัพธ์ที่สามารถยอมรับได้ แต่ถ้าปริมาณการจราจรในช่วงเวลาใด ๆ มีค่าต่ำกว่า หรือเท่ากับค่า x ที่แสดงนั้น เมื่อนำมาใช้กับสมการ จะได้ผลลัพธ์ปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง ที่มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับปริมาณการจราจรที่ช่วงเวลาใด ๆ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ หรือมีความน่าจะเป็นต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสมการแล้ว เมื่อช่วงเวลามากขึ้น ค่า R^2 จะเพิ่มมากขึ้น ส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ และผลลัพธ์ที่ได้ จะมีค่าลดลง ถ้าพิจารณาถึงกลุ่มของข้อมูลแล้ว กลุ่มที่เริ่มต้น 07:00 น. จะมีค่าองค์ประกอบต่าง ๆ ดีกว่ากลุ่มที่เริ่มต้น 06:00 น. ส่วนตารางที่ 5-19 และ 5-20 เป็นการแสดงการ

ตารางที่ 5-18 ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างข้อมูลที่ช่วงเวลาใดๆ กับข้อมูล 24 ชั่วโมง

อันดับ	กลุ่มที่	ช่วงเวลา	ระยะเวลา (ชม.)	สมการ	R^2	SEC	SEE	min. X
1	1	6:00-17:00 น.	11	Y = 1.738X1-690	0.973	0.026	2589	794
2		6:00-18:00 น.	12	Y = 1.583X2-786	0.985	0.017	1948	993
3		6:00-19:00 น.	13	Y = 1.463X3-814	0.991	0.012	1476	1113
4		6:00-20:00 น.	14	Y = 1.366X4-711	0.995	0.009	1157	1041
5		6:00-21:00 น.	15	Y = 1.277X5-556	0.997	0.007	919	871
6		6:00-22:00 น.	16	Y = 1.205X6-463	0.997	0.005	807	769
7	2	7:00-17:00 น.	10	Y = 1.885X7-684	0.989	0.018	1686	726
8		7:00-18:00 น.	11	Y = 1.694X8-607	0.994	0.012	1244	717
9		7:00-19:00 น.	12	Y = 1.551X9-517	0.996	0.009	1048	667
10		7:00-20:00 น.	13	Y = 1.438X10-336	0.996	0.008	1026	467
11		7:00-21:00 น.	14	Y = 1.337X11-128	0.995	0.008	1067	191
12		7:00-22:00 น.	15	Y = 1.257X12-22	0.995	0.008	1093	35

Note : Sample size = 127, Degree of freedom = 125
SEC = Standard error of coefficient
SEE = Standard error of Y estimate
Xi = ข้อมูลปริมาณการจราจรของช่วงเวลา i โดยที่ i = 1, 2, ..., 12
Y = ข้อมูลปริมาณการจราจร 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 5-19 การแจกแจงความถี่ของค่าตัวคูณขยายสำหรับช่วงเวลาใด ๆ ที่เริ่มต้น 06:00 น. ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ

Confidence Level	6:00-17:00			6:00-18:00			6:00-19:00			6:00-20:00			6:00-21:00			6:00-22:00		
	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%
99%	1.647	57	44.9	1.497	55	43.3	1.385	51	40.2	1.300	44	34.6	1.226	42	33.1	1.165	40	31.5
alpha 0.005	1.681	12	9.4	1.525	9	7.1	1.408	13	10.2	1.320	18	14.2	1.242	14	11.0	1.178	21	16.5
prop. 0.995	1.715	10	7.9	1.553	11	8.7	1.432	14	11.0	1.340	19	15.0	1.259	21	16.5	1.192	19	15.0
		48	37.8		52	40.9		49	38.6		46	36.2		50	39.4		47	37.0
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			17.3			15.7			21.3			29.1			27.6			31.5
98%	1.650	57	44.9	1.500	56	44.1	1.387	52	40.9	1.302	44	34.6	1.227	44	34.6	1.166	40	31.5
alpha 0.010	1.681	12	9.4	1.525	8	6.3	1.408	12	9.4	1.320	18	14.2	1.242	12	9.4	1.178	21	16.5
prop. 0.990	1.712	9	7.1	1.550	11	8.7	1.429	11	8.7	1.338	17	13.4	1.257	19	15.0	1.191	17	13.4
		49	38.6		52	40.9		52	40.9		48	37.8		52	40.9		49	38.6
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			16.5			15.0			18.1			27.6			24.4			29.9
95%	1.655	58	45.7	1.504	58	45.7	1.390	52	40.9	1.305	46	36.2	1.230	44	34.6	1.168	46	36.2
alpha 0.025	1.681	11	8.7	1.525	6	4.7	1.408	12	9.4	1.320	16	12.6	1.242	12	9.4	1.178	15	11.8
prop. 0.975	1.707	8	6.3	1.546	11	8.7	1.426	9	7.1	1.336	11	8.7	1.255	17	13.4	1.189	13	10.2
		50	39.4		52	40.9		54	42.5		54	42.5		54	42.5		53	41.7
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			15.0			13.4			16.5			21.3			22.8			22.0
90%	1.659	61	48.0	1.507	62	48.8	1.393	55	43.3	1.307	47	37.0	1.232	45	35.4	1.170	50	39.4
alpha 0.050	1.681	8	6.3	1.525	2	1.6	1.408	9	7.1	1.320	15	11.8	1.242	11	8.7	1.178	11	8.7
prop. 0.950	1.703	6	4.7	1.543	10	7.9	1.423	6	4.7	1.333	8	6.3	1.253	15	11.8	1.187	11	8.7
		52	40.9		53	41.7		57	44.9		57	44.9		56	44.1		55	43.3
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			11.0			9.4			11.8			18.1			20.5			17.3
80%	1.664	63	49.6	1.511	62	48.8	1.397	57	44.9	1.310	49	38.6	1.234	45	35.4	1.171	52	40.9
alpha 0.100	1.681	6	4.7	1.525	2	1.6	1.408	7	5.5	1.320	13	10.2	1.242	11	8.7	1.178	9	7.1
prop. 0.900	1.698	4	3.1	1.539	9	7.1	1.420	5	3.9	1.330	7	5.5	1.251	14	11.0	1.185	9	7.1
		54	42.5		54	42.5		58	45.7		58	45.7		57	44.9		57	44.9
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			7.9			8.7			9.4			15.7			19.7			14.2
50%	1.672	66	52.0	1.518	63	49.6	1.402	60	47.2	1.315	55	43.3	1.238	50	39.4	1.175	59	46.5
alpha 0.250	1.681	3	2.4	1.525	1	0.8	1.408	4	3.1	1.320	7	5.5	1.242	6	4.7	1.178	2	1.6
prop. 0.750	1.690	0	0.0	1.532	3	2.4	1.414	2	1.6	1.326	4	3.1	1.247	9	7.1	1.182	4	3.1
		58	45.7		60	47.2		61	48.0		61	48.0		62	48.8		62	48.8
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			2.4			3.1			4.7			8.7			11.8			4.7

ตารางที่ 5-20 การแจกแจงความถี่ของค่าตัวคูณขยายสำหรับช่วงเวลาใด ๆ ที่เริ่มต้น 07:00 น. ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ

Confidence Level	7:00-17:00			7:00-18:00			7:00-19:00			7:00-20:00			7:00-21:00			7:00-22:00		
	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%	mean	f	%
99%	1.796	54	42.5	1.619	42	33.1	1.488	33	26.0	1.390	44	34.6	1.305	49	38.6	1.235	44	34.6
alpha 0.005	1.826	13	10.2	1.645	15	11.8	1.511	22	17.3	1.411	20	15.7	1.323	11	8.7	1.251	23	18.1
prop. 0.995	1.856	12	9.4	1.671	22	17.3	1.535	31	24.4	1.433	17	13.4	1.342	22	17.3	1.267	18	14.2
		48	37.8		48	37.8		41	32.3		46	36.2		45	35.4		42	33.1
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			19.7			29.1			41.7			29.1			26.0			32.3
98%	1.799	54	42.5	1.622	44	34.6	1.490	35	27.6	1.392	46	36.2	1.306	49	38.6	1.237	45	35.4
alpha 0.010	1.826	13	10.2	1.645	13	10.2	1.511	20	15.7	1.411	18	14.2	1.323	11	8.7	1.251	22	17.3
prop. 0.990	1.853	12	9.4	1.669	19	15.0	1.533	29	22.8	1.431	16	12.6	1.340	19	15.0	1.266	16	12.6
		48	37.8		51	40.2		43	33.9		47	37.0		48	37.8		44	34.6
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			19.7			25.2			38.6			26.8			23.6			29.9
95%	1.803	56	44.1	1.625	46	36.2	1.493	39	30.7	1.395	47	37.0	1.309	51	40.2	1.239	49	38.6
alpha 0.025	1.826	11	8.7	1.645	11	8.7	1.511	16	12.6	1.411	17	13.4	1.323	9	7.1	1.251	18	14.2
prop. 0.975	1.848	9	7.1	1.665	18	14.2	1.529	27	21.3	1.428	12	9.4	1.338	17	13.4	1.264	14	11.0
		51	40.2		52	40.9		45	35.4		51	40.2		50	39.4		46	36.2
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			15.7			22.8			33.9			22.8			20.5			25.2
90%	1.807	56	44.1	1.628	46	36.2	1.496	41	32.3	1.398	48	37.8	1.311	53	41.7	1.241	54	42.5
alpha 0.050	1.826	11	8.7	1.645	11	8.7	1.511	14	11.0	1.411	16	12.6	1.323	7	5.5	1.251	13	10.2
prop. 0.950	1.845	7	5.5	1.662	17	13.4	1.527	26	20.5	1.425	10	7.9	1.335	13	10.2	1.262	10	7.9
		53	41.7		53	41.7		46	36.2		53	41.7		54	42.5		50	39.4
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			14.2			22.0			31.5			20.5			15.7			18.1
80%	1.811	58	45.7	1.632	47	37.0	1.500	44	34.6	1.401	50	39.4	1.314	54	42.5	1.243	55	43.3
alpha 0.100	1.826	9	7.1	1.645	10	7.9	1.511	11	8.7	1.411	14	11.0	1.323	6	4.7	1.251	12	9.4
prop. 0.900	1.841	7	5.5	1.658	14	11.0	1.523	20	15.7	1.422	8	6.3	1.333	11	8.7	1.259	9	7.1
		53	41.7		56	44.1		52	40.9		55	43.3		56	44.1		51	40.2
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			12.6			18.9			24.4			17.3			13.4			16.5
50%	1.818	65	51.2	1.638	49	38.6	1.505	49	38.6	1.406	57	44.9	1.318	57	44.9	1.247	62	48.8
alpha 0.250	1.826	2	1.6	1.645	8	6.3	1.511	6	4.7	1.411	7	5.5	1.323	3	2.4	1.251	5	3.9
prop. 0.750	1.834	2	1.6	1.652	7	5.5	1.518	14	11.0	1.417	5	3.9	1.328	6	4.7	1.255	6	4.7
		58	45.7		63	49.6		58	45.7		58	45.7		61	48.0		54	42.5
sum --->		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0		127	100.0
% in range ->			3.1			11.8			15.7			9.4			7.1			8.7

แจกแจงความถี่ ของค่าตัวคูณขยาย จากข้อมูลจริงที่มีค่าอยู่ในช่วงของค่าเฉลี่ยสำหรับช่วงเวลาใด ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่นต่าง ๆ 6 ระดับ คือ ร้อยละ 99 98 95 90 80 และ 50 ซึ่งเมื่อพิจารณา ถึงปริมาณความถี่ดังกล่าว ของช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่นเดียวกันแล้ว กลุ่มของข้อมูลที่เริ่มต้น 07:00 น. จะมีปริมาณความถี่อยู่ในช่วงค่าเฉลี่ย มากกว่ากลุ่มของข้อมูลที่เริ่มต้น 06:00 น. และช่วงเวลาที่มีปริมาณความถี่มากที่สุด ก็คือช่วงเวลา 07:00 - 19:00 น. ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของตัวคูณขยายเท่ากับ 1.511 โดยจะมีจำนวนของค่าตัวคูณขยายที่ได้จากการสำรวจ อยู่ในช่วงของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ถึงร้อยละ 41.7 ซึ่งมากกว่าของช่วงเวลาอื่น ๆ (สำหรับช่วงของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 นี้ ก็คือ 1.488 ถึง 1.535) จากผลการวิเคราะห์ในส่วนหลังนี้ เมื่อพิจารณาร่วมกัน กับผลการวิเคราะห์การถดถอย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในตอนก่อนหน้าแล้ว จึงได้เลือกเอาช่วงเวลา 07:00 - 19:00 น. ซึ่งมีค่าตัวคูณขยายเท่ากับ 1.511 นี้ เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมมากที่สุด

5.3.3 การทดสอบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จากค่าตัวคูณขยาย 1.511 สำหรับช่วงเวลา 07:00 - 19:00 น. ที่ได้เลือกแล้วว่าเหมาะสมนั้น ได้นำไปทดลองใช้กับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตลอด 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกัน แต่เป็นการศึกษาในบริเวณอื่น ซึ่งผลที่ได้จากการใช้ตัวคูณขยาย เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการสำรวจจริง ๆ แล้ว พบว่า ในกลุ่มของตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้น มีช่วงของความคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่างร้อยละ -17.8 ถึง 17.4 ดังแสดงรายละเอียดอยู่ในตารางที่ 5-21 โดยส่วนใหญ่จะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ $\pm$10 ซึ่งนับว่ามีความใกล้เคียง และอยู่ในระดับของการยอมรับได้พอสมควร

5.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจในการสร้างสะพานคนข้ามบนถนนรามคำแหง

จากการที่ถนนรามคำแหง เป็นถนนที่มีปัญหาทางด้านการจราจรติดขัด และเกิดความล่าช้าในการเดินทางมาก ส่วนหนึ่งของความล้าช้านี้ เป็นผลกระทบมาจากการเดินข้ามถนนที่ระดับผิวการจราจร ซึ่งมีปริมาณที่สูงมาก ดังจะเห็นได้จากผลการสำรวจในหัวข้อ 4.4 ตามปกติแล้ว การแก้ไขปัญหาในส่วนนี้ จะทำได้โดยการสร้างสะพานคนข้าม เพื่อแยกระดับของการข้ามถนนไม่ให้กีดขวางการจราจร แต่การที่จะสร้างสะพานคนข้ามในทุก ๆ ตำแหน่ง ที่มีปัญหาเลยนั้น ยังมีอุปสรรคในด้านงบประมาณ ซึ่งในบางตำแหน่ง การสร้างอาจจะไม่คุ้มกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เพื่อประเมินหาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของการสร้างสะพานคนข้าม โดยการศึกษานี้ จะเลือกเอาตำแหน่ง PC2 ที่ทำการสำรวจ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ไม่ได้กำหนดให้เป็นทางข้าม แต่ประชาชนนิยมข้ามกันมาก มาใช้ในการพิจารณา

ตารางที่ 5-21 การทดสอบและเปรียบเทียบผลที่ได้จากตัวคูณขยาย สำหรับช่วงเวลา 07:00 น. ถึง 19:00 น. กับผลที่ได้จากการสำรวจในบริเวณอื่น

Location (Date)	Direction	Volume 7:00-19:00 (12 hrs)	24 hrs. Volume actual	24 hrs. Volume simulated	diff.	% diff.
Krungthep-Nonthaburi Road	EB	19,162	27,431	28,954	1523	5.6
(Wed. 25th Apr. 1990)	WB	15,259	22,124	23,056	932	4.2
Sukhaphiban 2 Road	EB	14,291	22,013	21,594	-419	-1.9
(Thur. 26th Apr. 1990)	WB	14,901	22,587	22,515	-72	-0.3
Sukhumvit Road	NB	22,713	35,156	34,319	-837	-2.4
(Thur. 26th Apr. 1990)	SB	23,276	38,754	35,170	-3584	-9.2
Srinakharintara Road	NB	14,566	18,745	22,009	3264	17.4
(Wed. 16th May 1990)	SB	12,369	16,090	18,690	2600	16.2
Latphrao/Ratchadaphisek	NB	22,516	34,809	34,022	-787	-2.3
Intersection	SB	21,116	31,716	31,906	190	0.6
(Wed. 6th Sep. 1989)	EB	22,558	35,194	34,085	-1109	-3.2
	WB	28,756	43,772	43,450	-322	-0.7
Si Ayutthaya/Ratchaprarop	NB	35,051	58,386	52,962	-5424	-9.3
Intersection	SB	8,876	13,894	13,412	-482	-3.5
(Wed. 13th Sep. 1989)	EB	17,565	25,931	26,541	610	2.4
	WB	1,375	2,527	2,078	-449	-17.8
Nikom Makkasan/Ratchaprarop	NB	29,088	49,815	43,952	-5863	-11.8
Intersection	SB	19,936	29,042	30,123	1081	3.7
(Wed. 13th Sep. 1989)	WB	8,532	12,174	12,892	718	5.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

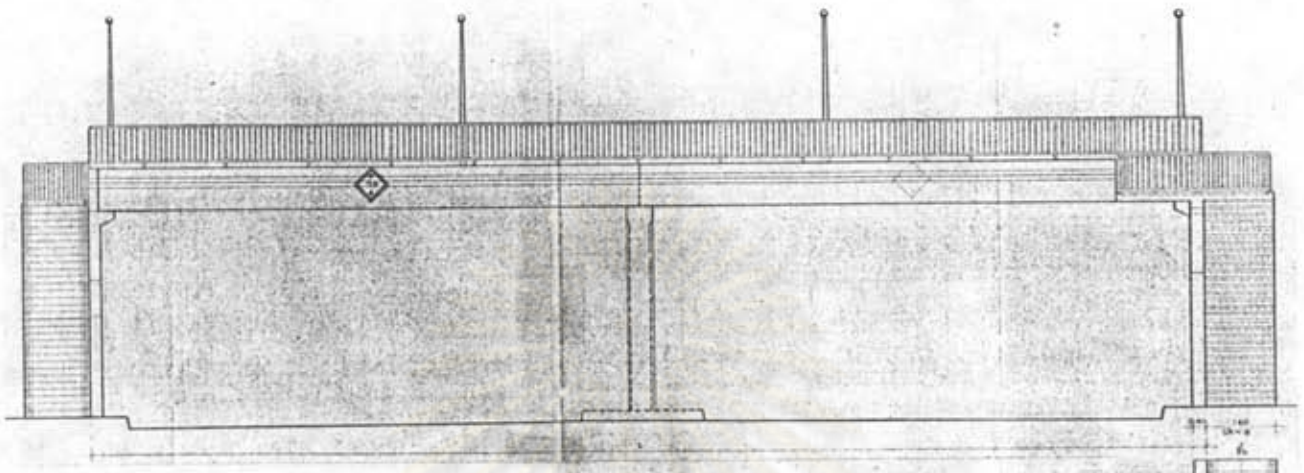
การวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในทางเศรษฐกิจ จะใช้ดัชนี ที่เป็นตัวชี้ถึงความเหมาะสมของการสร้างสะพานคนข้ามคือ

1. อัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (Internal Rate of Return)
2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit Cost Ratio)
3. มูลค่าผลตอบแทนสุทธิ (Net Present Value)

โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ มูลค่าของผลประโยชน์ ที่เกิดจากการลดลงไปจากเดิม ของเวลาที่ต้องล่าช้าไปเพราะการข้ามถนนที่ระดับผิวจราจร หลังจากที่มีการสร้างสะพานคนข้ามแล้ว กับค่าใช้จ่ายของสะพานคนข้ามนั้น

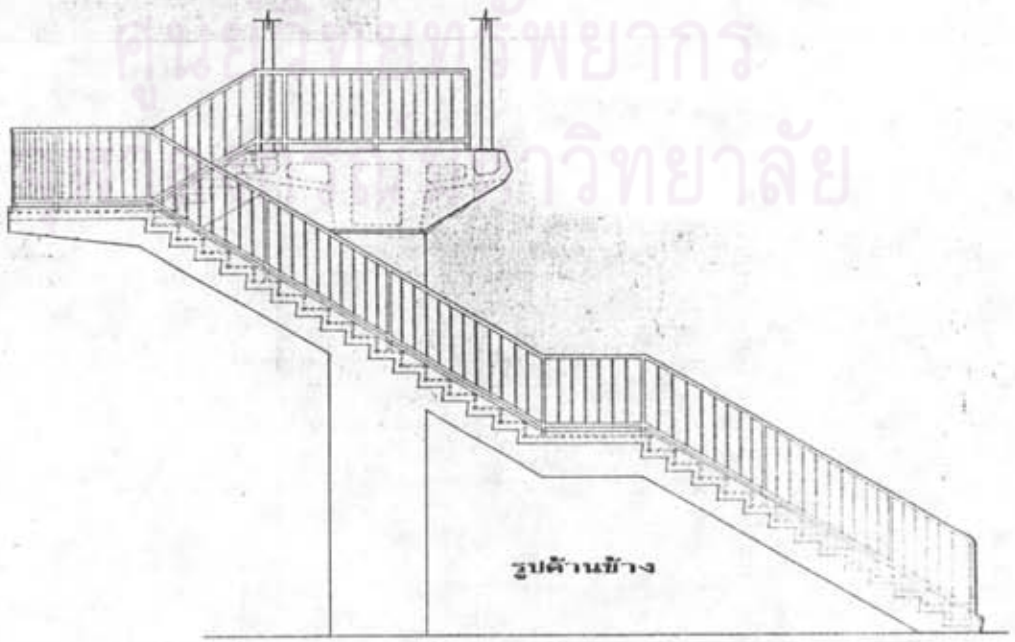
5.4.1 ค่าใช้จ่ายของสะพานคนข้าม ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยค่าก่อสร้างเมื่อเริ่มแรก และค่าบำรุงรักษาสะพานตลอดอายุการใช้งาน ส่วนค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจในระหว่างการก่อสร้างนั้น เนื่องจากเป็นงานขนาดเล็ก และพื้นที่การทำงานมีน้อย ประกอบกับในปัจจุบัน งานดังกล่าว มีเทคนิคการก่อสร้างที่สามารถดำเนินการได้ โดยไม่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการจราจรในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นจึงถือว่าไม่มีความสูญเสียในส่วนนี้ สำหรับราคาค่าก่อสร้างของสะพานคนข้ามในปัจจุบัน ซึ่งนิยมใช้โครงสร้างเป็นแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยฐานราก เสา และ บันไดทางขึ้น-ลง เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาหล่อในที่ ส่วนตัวสะพานนั้นทำเป็นคานคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง ซึ่งสามารถทำสำเร็จรูปมาจากที่อื่น แล้วขนส่งมาประกอบที่หน้างานได้เลยนั้น ในขนาดปกติทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 5.14 ซึ่งมีทางเดินกว้างประมาณ 1.6 เมตร แต่ละฝั่งมีหนึ่งทางขึ้น-ลง และตัวสะพานสูงจากระดับผิวจราจรประมาณ 5 เมตร ราคาค่าก่อสร้างเริ่มแรก ตกประมาณ 2 ล้านบาท ส่วนค่าบำรุงรักษานั้น โดยปกติสำหรับสะพานคอนกรีต จะอยู่ในราวร้อยละ 5 ของค่าก่อสร้าง ทุก ๆ ระยะ 10 ปี

5.4.2 ผลประโยชน์จากการสร้างสะพานคนข้าม ผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการสร้างสะพานคนข้ามนี้ก็คือ ผลประโยชน์ต่อผู้ใช้ถนน ซึ่งหมายถึงผลประโยชน์ที่เกิดแก่ผู้ขับขี่ยวดยานอันเนื่องมาจากการประหยัดเวลาในการเดินทาง โดยเวลาที่ประหยัดได้นั้น ก็คือ ความล่าช้าที่ลดลงไป ในส่วนที่เกิดจากการข้ามถนนที่ระดับผิวจราจร ซึ่งสามารถแสดงเป็นหน่วยเงินได้ โดยการคูณกับมูลค่าของเวลา (Time Value)



รูปด้านหน้า

รูปแปลน



รูปด้านข้าง

รูปที่ 5.14 รูปแบบโดยทั่วไปของสะพานคนข้ามถนนที่ใช้ในการพิจารณา

ผลประโยชน์ที่ชัดเจนอีกอย่าง ก็คือ มูลค่าซากของสะพาน (Salvage Value) เนื่องจากสะพาน เป็นโครงสร้างที่ถือว่ามีลักษณะคงทนถาวร อายุบริการยาวนานถึง 50 ปี จึงกำหนดอายุของสะพานเท่ากับ 15 ปี เมื่อหมดอายุบริการแล้ว จะยังคงเหลือสะพานอยู่ ดังนั้นจึงมีมูลค่าซาก ซึ่งเป็นเสมือนผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น ในปีสุดท้ายของโครงการ โดยการวิเคราะห์ ได้กำหนดให้มูลค่าซากมีค่าเท่ากับร้อยละ 70 ของค่าก่อสร้าง

ผลประโยชน์นอกเหนือจากนี้ ก็คือ การลดอุบัติเหตุของผู้ใช้รถใช้ถนนลงไปบางส่วน ซึ่งไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ชัดเจน จึงไม่ได้นำมาพิจารณาในที่นี้ด้วย

5.4.3 การหาความล่าช้าของรถที่เกิดจากคนข้ามถนนที่ระดับผิวจราจร ตามปกติการข้ามถนนนอกบริเวณทางข้าม ผู้ข้ามถนนมักจะข้ามในจังหวะที่มีช่วงว่างของการจราจรพอที่จะข้ามได้ และมักจะใช้การวิ่งข้าม แทนการเดินข้าม ซึ่งการศึกษาอื่น ๆ เกี่ยวกับเรื่องคนข้ามถนน พบว่า ผู้ข้ามถนนเพียงคำนึงถึงเฉพาะการจราจรในช่องทาง 2 ช่องแรกที่ใกล้ตัวเท่านั้น ถ้าว่าง ก็จะก้าวข้ามไปก่อนเลย ถึงแม้ว่าในช่องที่ 3 จะยังมีรถวิ่งผ่านอยู่ในขณะนั้น อีกทั้งกฎหมายไทยนั้น ผู้ขับรถไม่จำเป็นต้องจอดรถนิ่งสนิท ในขณะที่คนกำลังข้ามถนน เพียงแต่ชะลอให้ทางกับผู้ข้ามถนนเท่านั้น ยกเว้นกรณีที่มีสัญญาณไฟ และหรือ ตำรวจควบคุมอยู่ตรงทางข้ามนั้น ซึ่งการข้ามลักษณะดังกล่าว อาจจะถือว่าไม่เกิดความล่าช้าต่อรถที่วิ่งเข้ามา แต่ในกรณีที่ตำแหน่ง PC2 นี้ เนื่องจากปริมาณคนข้ามมีมาก และเป็นการข้ามกลุ่มใหญ่ ดังนั้นจึงไม่จัดอยู่ในลักษณะที่กล่าวมานั้น กล่าวคือ คนข้ามจะเดินข้ามตามปกติ โดยเริ่มก้าวข้ามในจังหวะที่สภาพการจราจรอำนวยให้ แล้วเดินข้ามต่อไปคล้ายกับกำลังข้ามถนนตรงทางม้าลาย แต่เนื่องจากถนนรามคำแหง มีปริมาณการจราจรหนาแน่น และ กระแสการจราจรค่อนข้างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่ตำแหน่ง PC2 นี้ ดังนั้น รถที่กำลังจะผ่านตำแหน่งนี้ ต้องมาหยุดรอให้คนข้ามถนนผ่านไปก่อน จึงเกิดความล่าช้า โดยรถที่เข้ามาถึงก่อนขณะเกิดการข้ามถนน จะเสียเวลาจอดรอเกิดความล้าช้ามากกว่ารถที่ตามเข้ามาทีหลัง

5.4.3.1 ความเร็วของคนเดินข้ามถนน คุณลักษณะ ของการเดินข้ามถนน โดยทั่วไปจะมีความไม่แน่นอนสูงขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล ทั้งอายุ เพศ และภาระหน้าที่ ตลอดจนเวลาและสภาพแวดล้อม ในอดีต เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับคนข้ามถนนในกรุงเทพมหานครบ้าง แต่จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับผลกระทบ ในส่วนที่เกิดกับคนข้ามถนน เช่น เวลารอข้าม การข้ามที่ทางข้ามประเภทต่าง ๆ และเวลาที่ใช้ในการข้ามถนน โดยสุ่มเก็บข้อมูลจากคนข้ามถนนจริง ๆ และเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการข้าม สำหรับทางข้ามประเภทต่าง ๆ เพื่อหาค่าความล้าช้าใน

ส่วนของคนข้ามถนน แต่การศึกษาในครั้งนี้ จะพิจารณาถึงผลกระทบของการข้ามถนน ที่เกิดกับการจราจรบนถนน จึงจำเป็นที่จะต้องทราบ เกี่ยวกับคุณลักษณะของการเดินข้ามถนนก่อน แต่เนื่องจากข้อมูลที่จำกัด จึงได้นำคุณลักษณะของคนเดินถนนบนทางเท้าในกรุงเทพมหานคร มาใช้แทน โดยได้มีการศึกษาถึง คุณลักษณะของคนเดินถนนบนทางเท้าในกรุงเทพมหานคร ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า การเดินถนนบนทางเท้าของชาวกรุงเทพมหานคร จะมีแนวโน้มของคุณลักษณะต่าง ๆ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็ว (speed) ความหนาแน่น (density) และ อัตราการเคลื่อนตัว (flow rate) ใกล้เคียงกับคุณลักษณะพื้นฐานของการจราจร ดังแสดงได้ด้วยกราฟความสัมพันธ์ ตามรูปที่ 5.15 ถึง 5.17 หรือ เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

1) สมการความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการเคลื่อนตัว (f) และความหนาแน่น (d) คือ

$$f = 72.85d - 13.13d^2 \quad \text{.....(5.7)}$$

2) สมการความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการเคลื่อนตัว (f) และความเร็ว (s) คือ

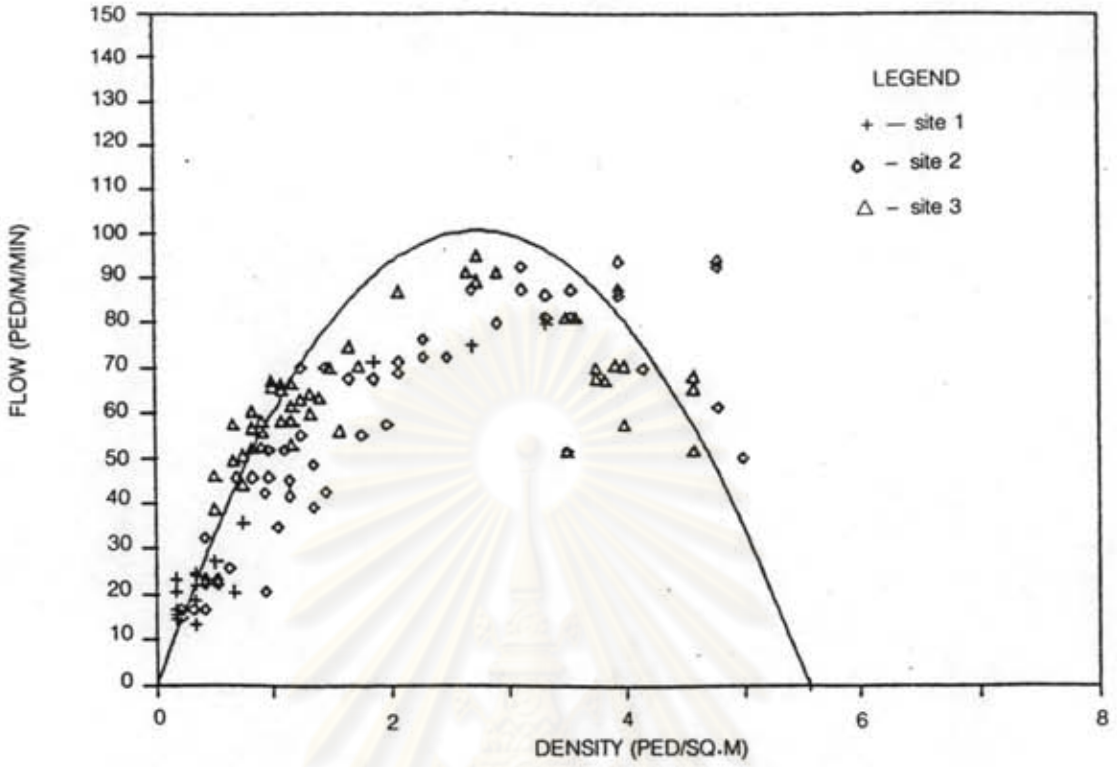
$$f = s(72.85 - s)/13.13 \quad \text{.....(5.8)}$$

3) สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว (s) และ ความหนาแน่น (d) คือ

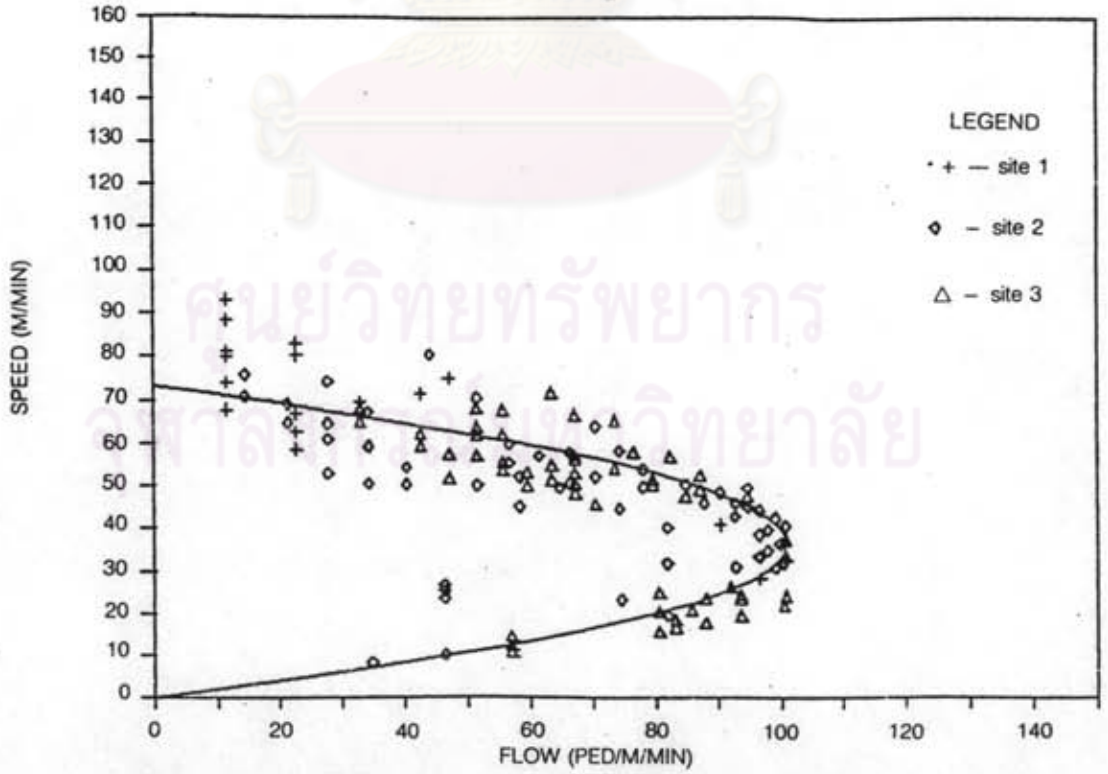
$$S = 72.85 - 13.13d \quad \text{.....(5.9)}$$

โดยมีความเร็วของการเดินปกติ (free flow walking speed) ประมาณ 72.85 เมตรต่อนาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของความเร็วในการเดินปกติ (mean free flow walking speed) 72.94 เมตรต่อนาที ส่วนอัตราการเคลื่อนตัวสูงสุดนั้น จะมีค่าประมาณ 101 คนต่อเมตรต่อนาที โดยจะเกิดในขนาดความหนาแน่น ประมาณ 2.77 คนต่อตารางเมตร และที่ความเร็วของการเดินเฉลี่ย 36.4 เมตรต่อนาทีตามลำดับ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าว อาจจะแตกต่างไปจากคุณลักษณะของการเดินข้ามถนนบ้างเล็กน้อย

5.4.3.2 ความล่าช้าของการจราจร ความล่าช้าของรถ ที่เกิดจากคนข้ามถนนที่ผิวจราจร ในที่นี้ จะถือเอาตามค่าเวลาที่คนใช้ในการข้ามถนน เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งการข้ามถนนแต่ละครั้งของคนข้ามเป็นกลุ่ม ๆ นั้น เวลาที่ใช้ในการข้าม สำหรับที่ค่าความเร็วของการเดินข้ามค่าหนึ่ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

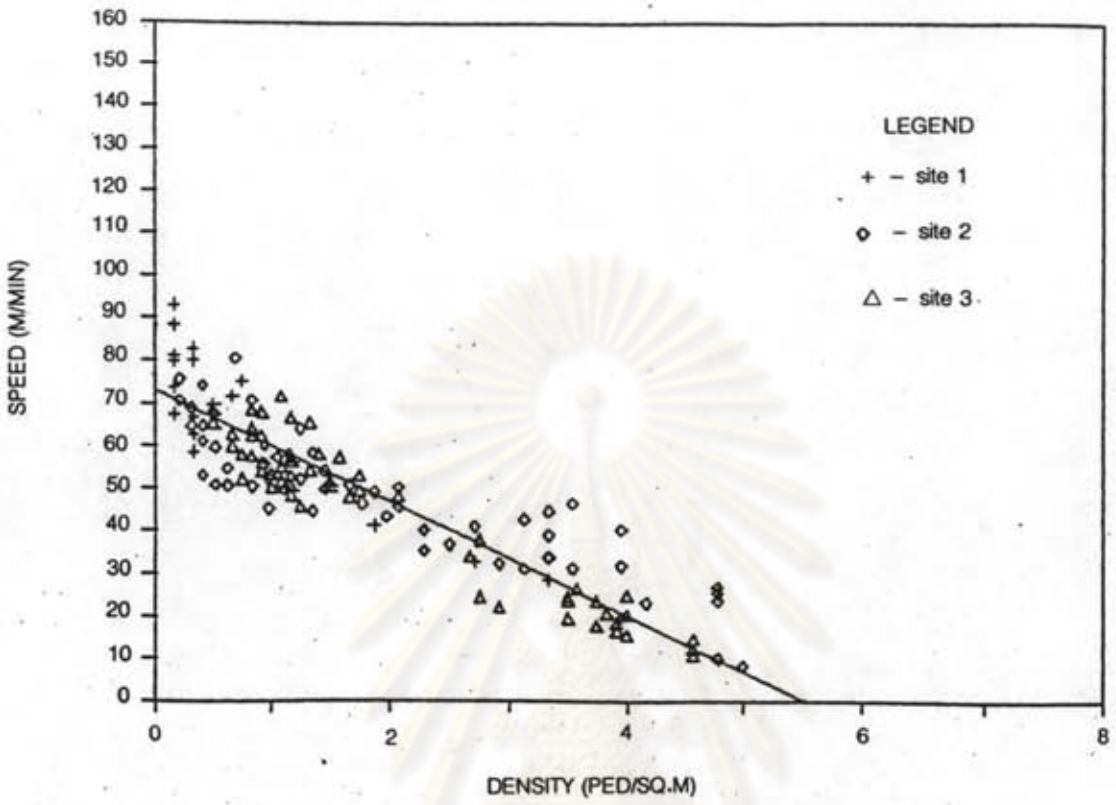


รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเคลื่อนตัวกับความหนาแน่นของคนเดินถนน



รูปที่ 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับอัตราการเคลื่อนตัวของคนเดินถนน

ที่มา : บทความการศึกษาคุณลักษณะของคนเดินถนนบนทางเท้าในกรุงเทพมหานคร
โดย โจเซลิน เอ กุยาโน และ ยอดพล ธนาบริบูรณ์



รูปที่ 5.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับความหนาแน่นของคนเดินถนน

ที่มา : บทความการศึกษาคุณลักษณะของคนเดินถนนบนทางเท้าในกรุงเทพมหานคร โดย โจเซลิน เอ กุยาโน และ ยอดพล ธนาบริบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 ระยะเวลาในส่วนนี้ จะแปรผันไปตามจำนวนของคนข้ามในกลุ่มโดยถ้ามีจำนวนคนในกลุ่มมาก เวลาในส่วนนี้ก็จะมาก แต่ถ้ามีจำนวนคนน้อย เวลาในส่วนนี้ก็จะลดน้อยลง

ส่วนที่ 2 จะเป็นเวลา ที่ใช้ในการเดินข้ามถนน ตามระยะทางที่ต้องข้าม หรือความกว้างของถนน หรือความกว้างที่พิจารณา ซึ่งจะคงที่ไม่ว่าคนข้ามในกลุ่มจะมีมากหรือน้อย

เพราะฉะนั้น สำหรับคนข้ามถนนในจำนวนหนึ่ง ถ้ามีการข้ามหลาย ๆ ครั้ง เวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการข้ามถนนก็จะมาก แต่จะลดลง ถ้าจำนวนครั้งของการข้ามลดลง ส่วนความล่าช้าของกลุ่มคนข้ามถนนที่เกิดขึ้น ในขณะที่กำลังรอเพื่อจะข้ามถนนนั้น ในที่นี้ จะถือว่าชดเชยกันกับเวลา ที่ใช้ในการเดินขึ้น และลงสะพานคนข้าม จึงไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย

เวลาในส่วนที่ 1 จะขึ้นอยู่กับ อัตราการเคลื่อนตัวของกลุ่มคน เวลาในส่วนที่ 2 จะขึ้นอยู่กับความเร็วของการเดิน ซึ่งถ้ามีค่าต่ำ เวลาที่ใช้ก็จะมาก ถ้ามีค่าสูงเวลาที่ใช้ก็จะน้อย แต่เนื่องจากทั้งความเร็วของการเดิน และอัตราการเคลื่อนตัวของกลุ่มคน มีความสัมพันธ์กันดังแสดงในรูปที่ 5.16 โดยถ้าความเร็วของการเดินสูงมากเกินไป อัตราการเคลื่อนตัวของกลุ่มคนก็จะต่ำ จากกรณีดังกล่าวนี้ สำหรับคนข้ามถนนจำนวนเท่ากัน และจำนวนครั้งของการข้ามเท่ากัน จะมีค่าความเร็วของการเดินข้ามค่าหนึ่ง ที่ให้ค่าเวลารวมที่ใช้ในการข้ามถนนน้อยที่สุด

5.4.3.3 สมมุติฐานในการหาความล่าช้าของการจราจร จากการข้ามถนนที่ระดับผิวจราจร เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการข้ามถนน มีความไม่แน่นอนสูง จึงได้ใช้การตั้งสมมุติฐาน ในบางอย่างขึ้นมา เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ และ สะดวกต่อการพิจารณา ดังนี้

ก) การข้ามถนนนั้น ผู้ข้ามจะเดินมารออยู่ตรงขอบทางเดินเท้า และบนทางเท้า เพื่อรอข้ามเป็นกลุ่ม ๆ อย่างสม่ำเสมอ การข้ามจะเดินพร้อมกันไปเป็นแผง โดยมีหน้ากว้าง 5 เมตร และขณะข้ามมีความหนาแน่นอย่างสม่ำเสมอ และกลุ่มข้ามแต่ละ

กลุ่มมีจำนวนคนเท่ากัน

ข) จะใช้ค่าเฉลี่ยต่อนาที ทั้งของปริมาณคนข้าม และปริมาณการจราจร มาใช้ในการคิด โดยอัตราของคนข้าม จะเฉลี่ยจากค่ารวมตลอด 14 ชั่วโมง ที่ทำการสำรวจ ส่วนปริมาณการจราจร จะเฉลี่ยจากค่ารวมตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทำการสำรวจเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณคนข้ามที่ตำแหน่ง PC2 จะมีอัตราเฉลี่ยประมาณ 28 คนต่อนาที และ ปริมาณการจราจร จะมีอัตราเฉลี่ยประมาณ 28.65 pcuต่อนาทีต่อทิศทาง โดยพิจารณาจากปริมาณการจราจร ช่วงระหว่างทางแยกหมายเลข 21 และ 22

ค) การข้ามถนน จะพิจารณาระยะทางของการข้ามทีละฟากของเกาะกลางถนน โดยถือว่าขณะที่กำลังมีการข้ามบนฟากหนึ่ง รถบนถนนอีกฟากหนึ่งนั้น ยังคงวิ่งได้ตามปกติ พอข้ามเสร็จหนึ่งฟาก ก็ไปยืนบนเกาะกลางถนนได้หมด แล้วเมื่อจะข้ามอีกฟากต่อไป ก็จะเป็นในสภาพดังเดิมอีกที ส่วนระยะทางที่นำมาพิจารณา จะเป็น 2/3 ของความกว้างของถนนฟากนั้น โดยคิดว่า เมื่อเหลือระยะทางอีก 1/3 นั้น รถในช่องทางที่ข้ามผ่านมาแล้วจะเริ่มวิ่งได้

ง) ในช่วงเวลา 1 นาที มีการข้ามถนนเกิดขึ้น 1 ครั้ง

ในการวิเคราะห์ ได้พิจารณาความเร็วของการเดินในระดับบนของกราฟในรูปที่ 5.16 คือ ที่อัตราความเร็วของการเดิน ตั้งแต่ 36.4 เมตรต่อนาทีขึ้นไป ซึ่งเป็นความเร็วที่เกิดอัตราการเคลื่อนตัวสูงสุด แล้วหาค่าเวลาที่เกิดความล่าช้าต่อการจราจรสำหรับค่าความเร็วของการเดินข้ามต่าง ๆ จากสูตรซึ่งประยุกต์มาจากสมการที่ 5.8 ดังนี้

$$t = [13.13P/\{ws(72.85-s)\}+(2/3)*1/s]*60 \quad .....(5.10)$$

โดยที่ t = เวลาที่เกิดความล่าช้าต่อการจราจร (วินาที)

P = อัตราการข้ามถนนของคนข้าม = 28 คนต่อนาที

w = หน้ากว้างของการข้าม = 5 เมตร

s = ความเร็วของการเดินข้ามถนน (เมตรต่อนาที)

l = ความกว้างของถนนที่พิจารณา = 9.8 เมตร

เมื่อได้เวลา t แล้ว นำไปหักลบจากเวลา 1 นาที เหลือเป็นเวลาเท่าใดนั้น ก็จะเป็นระยะเวลาประสิทธิผลสุทธิสำหรับปริมาณการจราจร 28.65 pcu ต่อนาที ดังนั้น ถ้าระยะเวลาดังกล่าวเป็น 1 นาทีเต็ม ๆ ควรจะมีปริมาณการจราจรเท่าใด โดยสมมุติว่า การจราจรมีอย่างต่อเนื่อง และเข้ามาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งผลต่างระหว่างปริมาณการจราจรทั้ง 2 ค่า นี้ ก็จะเป็นปริมาณการจราจร ในส่วนที่ต้องเกี่ยวข้องกับความล่าช้า t วินาที โดยรถที่เข้ามาคันแรกในช่วงเวลา t นี้ จะเกิดความล่าช้ามากที่สุด ส่วนรถที่เข้ามาคันต่อ ๆ ไป ก็จะเกิดความล่าช้าลดลงไปตามลำดับ จนคันสุดท้ายก็จะเกิดน้อยที่สุด แล้วคันต่อไปที่เข้ามา ก็จะวิ่งต่อไปได้พอดี โดยไม่ต้องเกิดความล่าช้า ซึ่งการหาค่าความล่าช้ารวมทั้งหมด ก็จะหาได้จากสูตร

$$D = (t/2)*(V + 1) \quad \text{.....(5.11)}$$

โดยที่ D = ความล่าช้ารวม (วินาที) สำหรับการข้ามเพียงฟากเดียวของถนน

t = เวลาที่เกิดความล่าช้าต่อการจราจร (วินาที)

V = ปริมาณการจราจร ในส่วนที่ต้องเกี่ยวข้องกับค่า t มีหน่วยเป็น pcu

$$= \{28.65*60/(60-t)\} - 28.65 \quad \text{.....(5.12)}$$

จากค่าความล่าช้ารวม (D) ที่ได้ เมื่อนำไปหารด้วยปริมาณการจราจร 28.65 pcuต่อนาทีต่อทิศทาง ก็จะได้เป็น ค่าเฉลี่ยของความล่าช้า มีหน่วยเป็นวินาที ต่อ pcu ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$\text{average delay} = D/28.65 \quad \text{.....(5.13)}$$

เมื่อนำค่าความล่าช้าเฉลี่ยนี้ ไปคูณกับปริมาณการจราจรต่อวันแล้ว ก็จะได้เป็นเวลาที่เกิดความล่าช้าต่อวัน ซึ่งเมื่อคูณกับมูลค่าของเวลา (Time Value) ก็จะได้เป็นจำนวนเงินที่เสียไปเนื่องจากความล่าช้าออกมา จากนั้น นำค่าจำนวนเงินที่ได้ ไปวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจต่อไป

สำหรับมูลค่าของเวลา (Time Value) นี้ จะใช้ค่าจากการศึกษา SIMR ซึ่งได้ทำไว้สำหรับกรุงเทพมหานครดังแสดงในตารางที่ 5-22 มาทำการแปลงให้หน่วยของยานพาหนะเป็น pcu โดยใช้ค่าสัดส่วนของการจราจร (traffic composition) บนถนนรามคำแหง ในการคำนวณ ซึ่งมูลค่าของเวลาที่ได้ สำหรับปี พ.ศ. 2532 จะเท่ากับ 61.7 บาทต่อ PCU ต่อชั่วโมง และค่านี้เอง ที่ได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจดังกล่าวข้างต้น

5.4.4 ผลการวิเคราะห์ ตารางที่ 5-23 แสดงผลการวิเคราะห์ ในส่วนของความล่าช้า ซึ่งพบว่า ในปริมาณคนข้าม และปริมาณการจราจรขนาดนี้ ความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น อย่างน้อยที่สุด จะมีค่าประมาณ 1.588 วินาทีต่อ PCU ที่ความเร็วของการเดินข้ามถนนประมาณ 53 เมตรต่อนาที

ส่วนการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐกิจ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-24 และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) มูลค่าผลตอบแทนสุทธิ (NPV) = 2,965,628 บาท
2) อัตราผลตอบแทนตลอดอายุโครงการ (IRR) = 34.6 %
3) อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C) = 2.7 โดยใช้มูลค่าผลตอบแทน ร้อยละ 12 ต่อปี

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ จะเห็นว่าการจัดให้มีสะพานคนข้ามตรงตำแหน่งนี้ มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนเป็นอย่างมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-22 มูลค่าของเวลา (Time Value) ต่อหน่วยรถยนต์นั่งเทียบเท่า (PCU) จากการศึกษา SIMR

ปี พ.ศ.	มูลค่าของเวลา (บาท/ชั่วโมง)
2532	61.7
2536	78.9
2539	91.9
2544	109.9
2549	127.8

ที่มา : รายงานการศึกษา SIMR (The Study on Medium to Long-Term Improvement/Management Plan of Road and Road Transport in Bangkok), Working Paper โดย JICA และ กรุงเทพมหานคร, 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-23 ผลการวิเคราะห์ความล่าช้าของการจราจรที่เกิดจากคนข้ามถนน

Walking Speed (m/min)	Case Study	Time used by Crossing Pedestrian (sec)	Effective Time for Traffic (sec)	Imagined Traffic Volume for actual 1 minute (pcu)	Difference of Traffic Volume (pcu)	Total Delay (sec)	Average Delay (sec/pcu)
52	A	11.604	48.396	35.52	6.87	45.656	1.594
52	B	15.377	44.623	38.52	9.87	83.592	2.918
53	A	11.586	48.414	35.51	6.86	45.510	1.588
53	B	15.288	44.712	38.45	9.80	82.522	2.880
54	A	11.590	48.410	35.51	6.86	45.541	1.590
54	B	15.223	44.777	38.39	9.74	81.749	2.853
55	A	11.617	48.383	35.53	6.88	45.768	1.597
55	B	15.185	44.815	38.36	9.71	81.293	2.837
56	A	11.672	48.328	35.57	6.92	46.216	1.613
56	B	15.175	44.825	38.35	9.70	81.184	2.834
57	A	11.757	48.243	35.63	6.98	46.921	1.638
57	B	15.199	44.801	38.37	9.72	81.463	2.843

Note : Case A --> The two-third of 9.8 metres is considered to be crossed interval.
Case B --> Full width of 9.8 metres is considered to be crossed interval.

ตารางที่ 5-24 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ (Benefit Cost Analysis) ของการสร้างสะพานคนข้ามถนน

Year	Cost of Construction and Maintenance	Economic Saving	Total Discounted Rate at 12 % per Annum			Cumulative Cash Flow
			Cost	Benefit	Cash Flow	
0	2,000,000	0	2,000,000	0	(2,000,000)	(2,000,000)
1	0	696,248	0	621,650	621,650	(1,378,350)
2	0	696,248	0	555,045	555,045	(823,305)
3	0	696,248	0	495,576	495,576	(327,730)
4	0	696,248	0	442,478	442,478	114,748
5	0	696,248	0	395,070	395,070	509,818
6	0	696,248	0	352,741	352,741	862,559
7	0	696,248	0	314,947	314,947	1,177,506
8	0	696,248	0	281,203	281,203	1,458,709
9	0	696,248	0	251,074	251,074	1,709,783
10	100,000	696,248	32,197	224,173	191,976	1,901,759
11	0	696,248	0	200,155	200,155	2,101,914
12	0	696,248	0	178,710	178,710	2,280,623
13	0	696,248	0	159,562	159,562	2,440,185
14	0	696,248	0	142,466	142,466	2,582,652
15	(1,400,000)	696,248	(255,775)	127,202	382,977	2,965,628
		sum	1,776,423	4,742,051		

Net Present Value --------> 2,965,628 Baht (at 12% Interest Rate)
Internal Rate of Return --> 34.6 %
Benefit Cost Ratio -------> 2.7

Note : 696,248 is got from ADT 82,522 pcu/day * delay 1.588 sec/pcu * 61.7 bt/hr * 310 day/yr