

เอกสารอ้างอิง

1. ครรชิต ฅวนวล และ สมหมาย นัยสินธุ์. การประเมินผลการควบคุมการจราจร เป็นพื้นที่ด้วยคอมพิวเตอร์, เอกสารการวิจัย ฉบับที่ 2/2532 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2523
2. มติคณะรัฐมนตรี เรื่องแผนพัฒนาการจราจรในกทม.และปริมณฑล คณะกรรมการพัฒนากรุงเทพและปริมณฑล จัดพิมพ์โดยกองประสานการพัฒนาเมือง สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พ.ศ. 2530
3. Japan International Cooperation Agency. Study on Road Improvement, Rehabilitation and Traffic Safety in Bangkok. Final Report, Vol 1, 1987.
4. หน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. การประเมินผลเปรียบเทียบระบบเดินรถทางเดียว ในกทม. เสนอต่อกองบัญชาการตำรวจนครบาล มกราคม 2531
- ✓ 5. Traffic Assignment Manual, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, August 1973.
- ✓ 6. HFA Halcrow Fox and Associates, Transportation Planning Package (Program User Manual), London, 1982.
- ✓ 7. ครรชิต ฅวนวล. Traffic Assignment Models, เอกสารประกอบวิชาเรียน 161-644, Urban Transportation Planning, ธันวาคม 2528
8. B.G. Hutchinson. Principles of Urban Transport Systems Planning, Scripta Book Company, Washington D.C, Copyright 1974.
- ✓ 9. Edward K. Morlok. Introduction to Transportation Engineering and Planning, McGraw-Hill Book Company, Copyright 1978.

10. ครรชิต ผิวานวล. Signalized Intersections Delay Study, เอกสารประกอบวิชาเรียน 161-641, Traffic Engineering, 2525
11. V.F. Hurdle. Signalized Intersection Delay Models- A Primer for the Uninitiated, Transportation Research Record 971.
12. รายงานการศึกษาความล่าช้าบริเวณแยกคลองตัน โดยนิติตปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจราจรและการขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มกราคม 2532
13. Louis J. Pignataro. Traffic Engineering Theory and Practice, Printed in the United States of America, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J., 1973.
14. รังสรรค์ อุดมศรี. ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรในกรุงเทพมหานครโดยโปรแกรมทรานสิท, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523
15. R.A. Vincent, A.I. Mitchell and D.I. Robertson. User Guide to TRANSYT Version 8., Crowthorne, Berkshire: Transportation and Road Research Laboratory, Department of the Environment, 1980.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment

ข้อมูลพื้นฐานหลักซึ่งนำมาใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment สำหรับการศึกษาคั้งนี้ ได้แก่

- ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network Data)
- ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร (Speed -Flow Curve)
- ข้อมูลความต้องการในการเดินทางหรือตารางการเดินทาง (Origin-Destination Matrice : O-D Matrice)

แผนภูมิการจัดทำ Traffic Assignment แสดงดังรูปที่ ก.1

ก. ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Network)

ข้อมูลโครงข่ายถนนที่ใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment ได้มาจากโครงข่ายถนนซึ่งหน่วยวิจัยการจราจรและขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พัฒนาและปรับปรุงขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวางแผนพัฒนาการจราจรในกทม. และปริมณฑลให้กับสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยทำการปรับปรุงเพิ่มเติมให้เข้ากับสภาพการจราจรในปัจจุบัน ข้อมูลโครงข่ายถนนในสภาพปัจจุบันทั้งหมดนี้จะถูกจำลองเป็น Node-Link ลงในคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment ต่อไป

รูปที่ ก.2 แสดง Nodes-Links ของโครงข่ายถนนภายในพื้นที่วงแหวนชั้นในของกทม.

ข. ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร (Speed-Flow Curve)

การจัดทำ Traffic Assignment จำเป็นต้องใช้เวลาในการเดินทางบนทุกๆ Link เพื่อนำไปใช้เป็นค่าความต้านทาน (Impedance) ในการ

เลือกเส้นทางในการเดินทาง แต่เนื่องจากปริมาณการจราจรบน Link ใดๆ จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ความเร็วที่ใช้ในการเดินทางซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นในการจัดทำ Traffic Assignment จึงจำเป็นที่จะต้องทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจรบนทุกๆ Link ทำให้หาความเร็วเฉลี่ยบน Link เหล่านั้นได้ หลังจากทราบความเร็วแล้วก็สามารถนำไปคำนวณหาเวลาในการเดินทางและนำไปรวมกับค่าความล่าช้าที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกเพื่อให้ได้เวลาในการเดินทางทั้งหมด ซึ่งจะต้องนำไปคิด Cost ของแต่ละเส้นทางต่อไป

ในการศึกษารั้งนี้ ได้นำเอาข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรที่ได้จัดทำขึ้นในการศึกษาตามโครงการศึกษา STTR มาใช้โดยทำการแบ่งกม. และปริมาตรออกเป็น 3 ส่วน คือ พื้นที่ชั้นในอยู่ภายในวงรอบของถนนวงแหวนชั้นใน พื้นที่ชั้นกลางอยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและวงแหวนชั้นนอก และพื้นที่รอบนอกสุด พร้อมกันนี้ได้ทำการแบ่งถนนออกเป็น 7 ประเภท เฉพาะที่จำลองมาใส่ใน Traffic Assignment ได้แก่

- Expressway
- Expressway Ramp
- Main Road : 6 lanes, 4-6 lanes, 4 lanes
- Main Road with one-way traffic, 6 lanes
- Minor Road : 4-6 lanes
- Minor Road with one-way traffic (4 lanes), one lane contra flow
- Loading Links

ในแต่ละประเภทจะมี Speed-Flow Curve แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของถนน และจำนวนช่องทางจราจร ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจร (Speed-Flow Curve) แสดงดังรูปที่ ก.3 โดยข้อมูลที่ใส่เข้าไปจะเป็นความเร็วและปริมาณการจราจรที่จุด A, B, C

แต่จากผลการศึกษาโดย JICA พบว่าความเร็วในการเดินทางในกม. ประมาณ 8-15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าความเร็วต่ำสุดของ Speed-Flow Curve ที่จัดทำโดย STTR ดังนั้นในการศึกษารั้งนี้จึงได้ทำการปรับปรุง Speed-Flow Curve ของ STTR โดยเพิ่ม Speed-Flow Curve



ใหม่เข้าไป Curve ใหม่นี้จะปรับค่าความเร็วและปริมาณการจราจรที่จุด C ให้สูงขึ้นเท่ากับจุด B เดิม ดังแสดงในรูป ก.4 ซึ่ง Speed-Flow Curve นี้จะใช้กับ Link ของทางแยกที่มีการพิจารณาความล่าช้าที่เกิดขึ้นด้วย

รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณการจราจรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงในตารางที่ ก.1

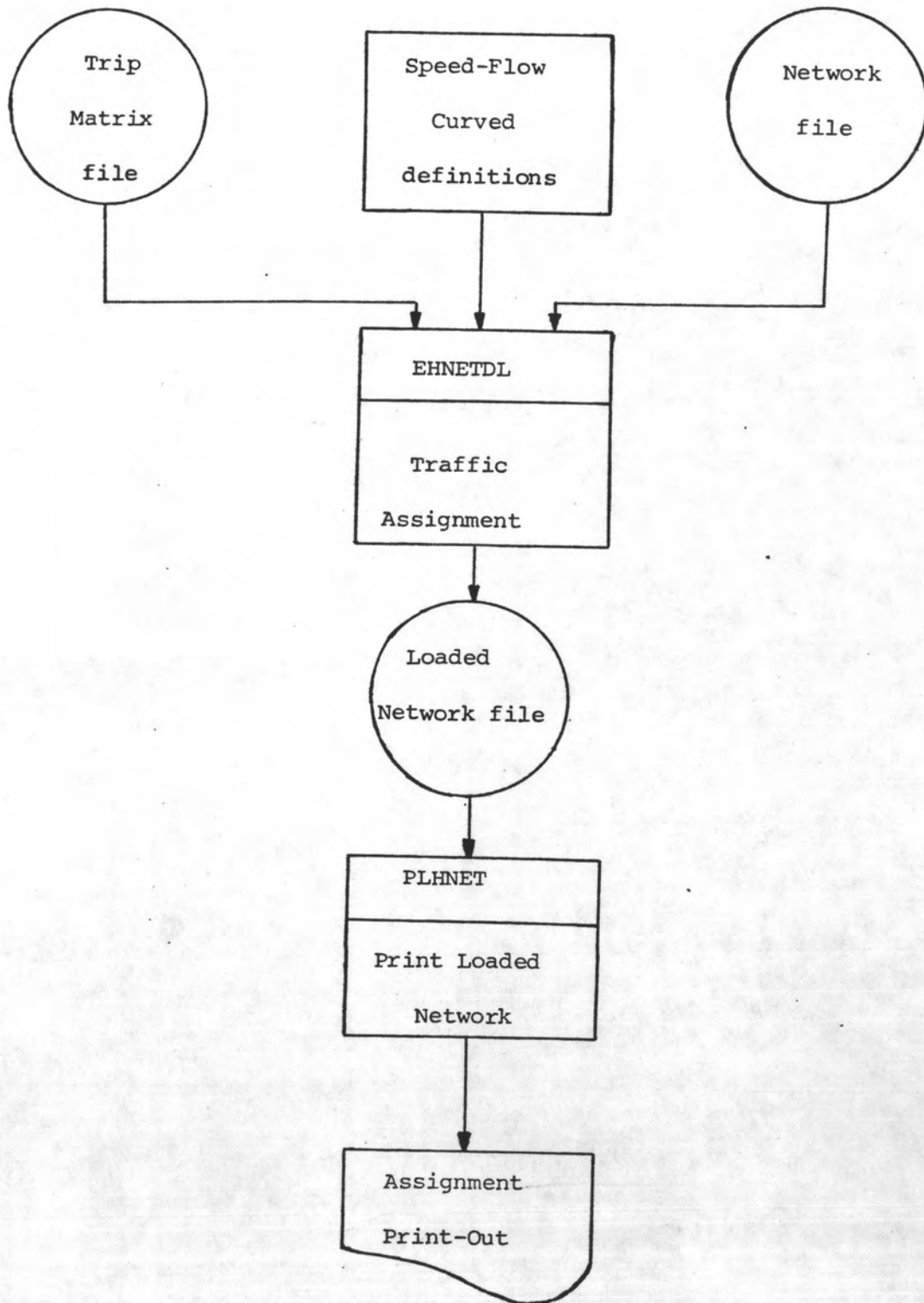
ค. ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง (O-D Matrices)

สำหรับข้อมูลความต้องการในการเดินทางหรือตารางการเดินทางในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ตารางการเดินทางซึ่งหน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ปรับปรุงและพัฒนาขึ้นมาในรูปของ PCU เพื่อใช้ในการศึกษาด้านการคมนาคมและขนส่งในกทม. โดยตารางการเดินทางนี้ได้มีการปรับแก้เพิ่มเติมจากแบบสอบถามตามบ้าน (Home Interview Survey) ซึ่งจัดทำโดยหน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง หลังจากนั้นก็ได้มีการจัดทำ Traffic Assignment ในสภาพปัจจุบัน เพื่อตรวจสอบผลที่ได้กับข้อมูลปริมาณการจราจรที่มีอยู่ แล้วทำการปรับแก้ตารางการเดินทางจนกระทั่งสุดท้ายผลของปริมาณการจราจรใน Links ต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงในสภาพการจราจรปัจจุบันพอสมควร

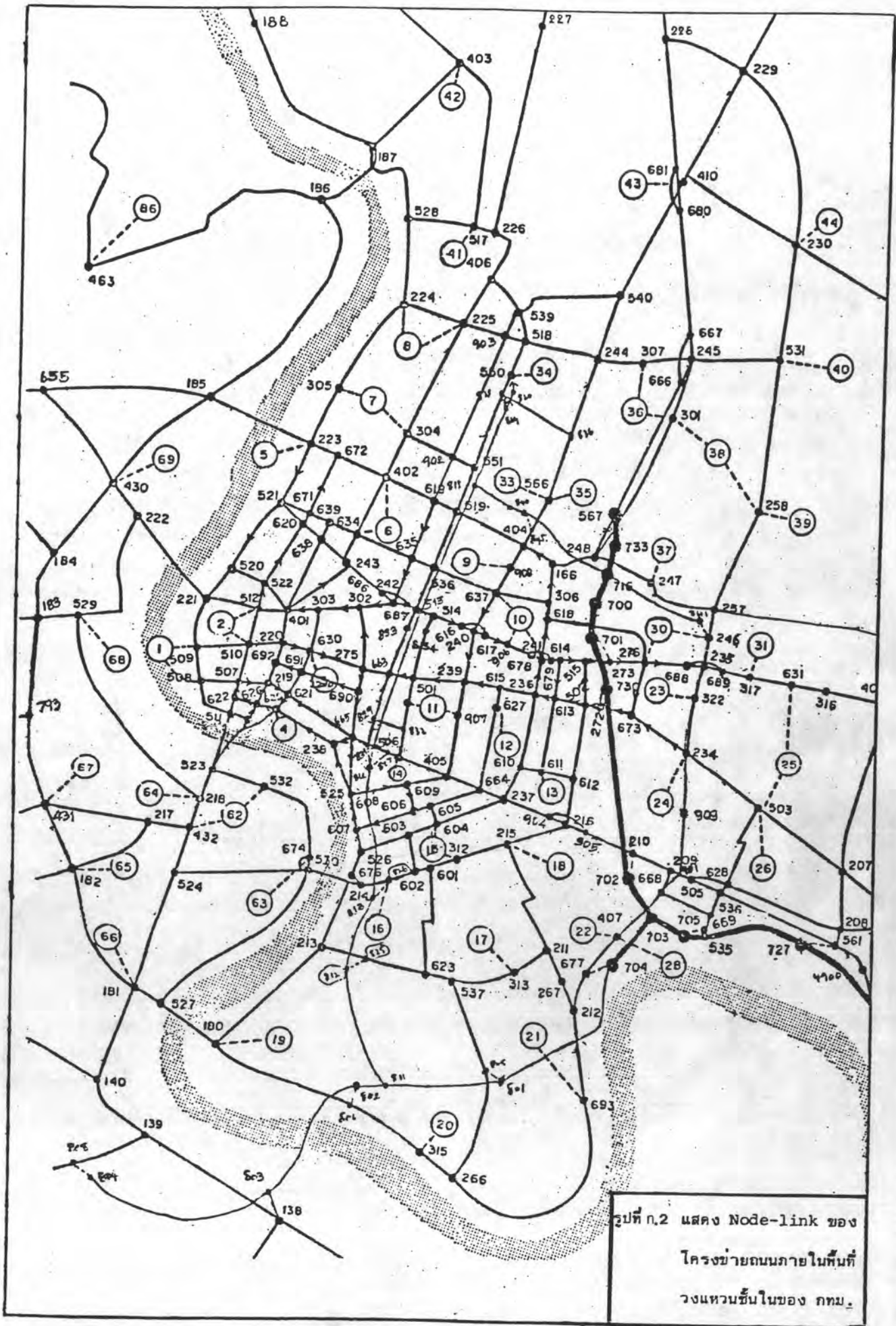
ลักษณะของตารางการเดินทางที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นดังนี้

- 99 X 99 Matrice (99 traffic zones)
- PCU trip
- ใช้สำหรับชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า (Morning Peak Hour Period)
- จำนวนการเดินทางทั้งหมดใน Matrice = 285,294 trips
- จำนวนการเดินทางภายใน Zone = 68,561 trips

แผนที่แสดงขอบเขตของ Zone ต่างๆในตารางการเดินทาง แสดงดังรูปที่ ก.5 จาก Zone ทั้งหมด 99 Zones มี 95 Zones ที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (GBA) โดยประกอบไปด้วยพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ปทุมธานี นนทบุรี และบางส่วนของนครปฐม รายละเอียดของ Zone ต่างๆ แสดงดังตารางที่ ก.2



รูปที่ ก.1 แผนภูมิการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง



ตารางที่ ก.1 แสดงข้อมูล Speed-Flow Curve ที่ใช้ในการจัดทำ
Traffic Assignment

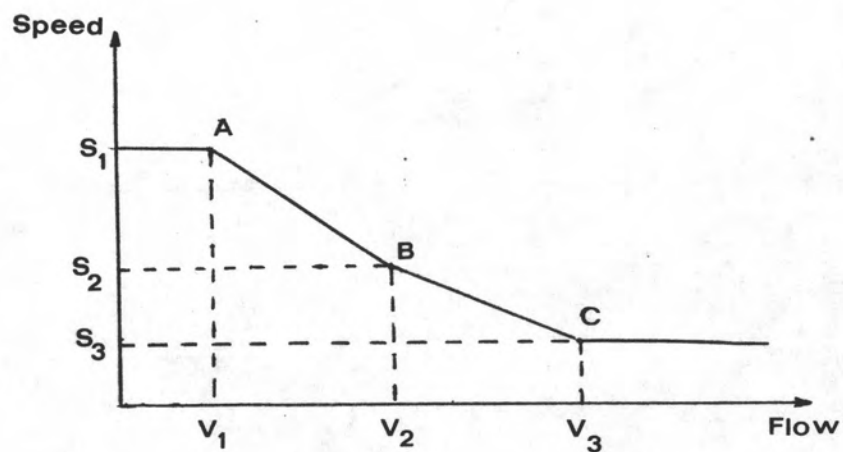
CURVE						
NO.	S1	V1	S2	V2	S3	V3
1	33	400	15	1000	5	1340
2	33	800	15	2000	5	2690
3	33	1200	15	3000	5	4030
4	37	480	15	1200	5	1570
5	37	640	15	1600	5	2090
6	37	480	15	2100	5	2750
7	37	1400	15	3500	5	4580
8	43	720	17	1800	5	2530
9	43	1000	17	2500	5	3510
10	43	1360	17	3400	5	4770
11	43	1880	17	4700	5	6600
12	23	520	13	1300	2	1790
13	23	840	13	2100	2	2900
14	23	1200	13	3000	2	4140
15	31	360	13	900	2	1400
16	31	640	13	1600	2	2480
17	31	920	13	2300	2	3560
18	31	1320	13	3300	2	5110
19	31	640	13	1600	2	2410
20	31	1000	13	2500	2	3770
21	31	1280	13	3200	2	4820
22	31	2000	13	5000	2	7540
23	24	520	10	1300	2	1790
24	24	680	10	1700	2	2340
25	24	880	10	2200	2	3030
26	24	1320	10	3300	2	4540
27	24	600	10	1500	2	1970
28	24	1080	10	2700	2	3540
29	24	1440	10	3600	2	4720
30	24	1720	10	4300	2	5640
31	48	400	23	1000	5	2500
32	55	800	25	2000	5	3540
33	55	1280	25	3200	5	5670
34	63	720	29	1800	5	3490
35	63	1280	29	3200	5	6200
36	63	1920	29	4800	5	9300
37	63	2560	29	6400	5	12400
38	27	880	14	2200	2	3280
39	27	1760	14	4400	2	6560
40	33	1280	15	3200	2	4810
41	33	1760	15	4400	2	6620
42	33	2600	15	6500	2	9780
43	23	880	10	2200	2	2990
44	23	1520	10	3800	2	5170
45	26	1160	10	2900	2	3790
46	26	1640	10	4100	2	5360
47	26	2000	12	5000	2	6540
48	24	1200	13	3000	2	4120
49	80	2160	60	5400	5	8570
50	40	3000	20	6400	2	9400
51	45	3500	25	7550	2	12600
52	33	400	25	600	15	1000
53	33	800	25	1150	15	2000
54	33	1200	25	1750	15	3000

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

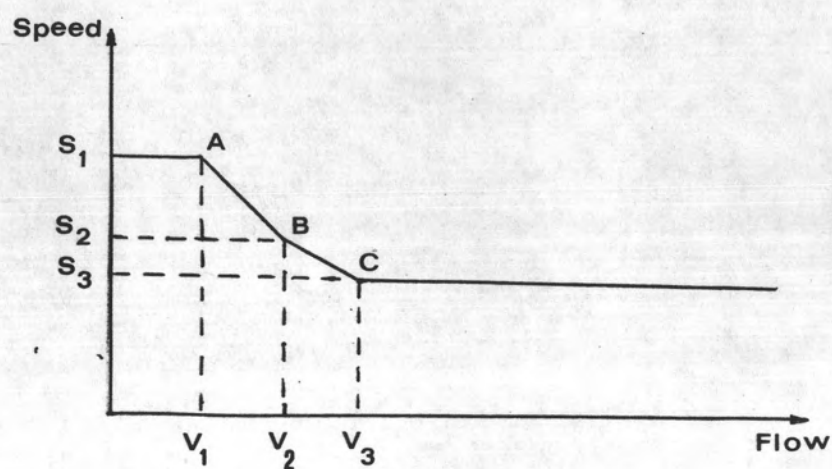
CURVE

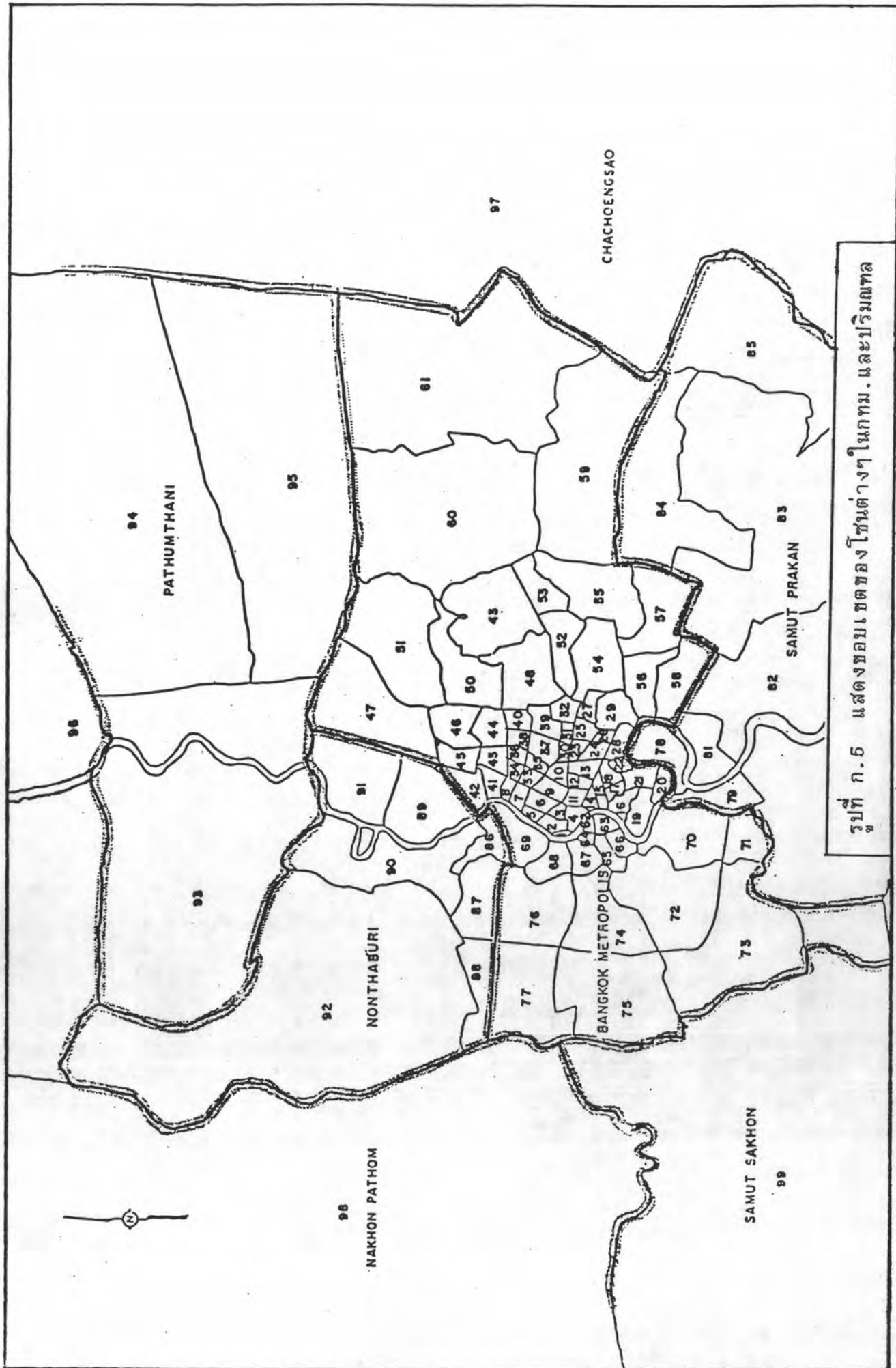
NO.	S1	V1	S2	V2	S3	V3
55	37	480	25	750	15	1200
56	37	640	25	1000	15	1600
57	37	840	25	1300	15	2100
58	37	1400	25	2200	15	3500
59	43	720	30	1100	17	1800
60	43	1000	30	1600	17	2500
61	43	1360	30	2200	17	3400
62	43	1880	30	3050	17	4700
63	23	520	18	800	13	1300
64	23	840	18	1300	13	2100
65	23	1200	18	1900	13	3000
66	31	360	20	600	13	900
67	31	640	20	1100	13	1600
68	31	920	20	1600	13	2300
69	31	1320	20	2300	13	3300
70	31	640	20	1100	13	1600
71	31	1000	20	1750	13	2500
72	31	1280	20	2250	13	3200
73	31	2000	20	3600	13	5000
74	24	520	17	800	10	1300
75	24	680	17	1050	10	1700
76	24	880	17	1350	10	2200
77	24	1320	17	2100	10	3300
78	24	600	17	900	10	1500
79	24	1080	17	1750	10	2700
80	24	1440	17	2300	10	3600
81	24	1720	17	2750	10	4300
82	48	400	32	650	23	1000
83	55	800	39	1250	25	2000
84	55	1280	39	2100	25	3200
85	63	720	44	1100	29	1800
86	63	1280	44	2200	29	3200
87	63	1920	44	3300	29	4800
88	63	2560	44	4400	29	6400
89	27	880	20	1400	14	2200
90	27	1760	20	2900	14	4400
91	33	1280	23	2200	15	3200
92	33	1760	23	3000	15	4400
93	33	2600	23	4400	15	6500
94	23	880	16	1400	10	2200
95	23	1520	16	2500	10	3800
96	26	1160	16	2000	10	2900
97	26	1640	16	2900	10	4100
98	40	3000	30	4650	20	6400
99	45	3500	35	5600	25	7750

รูปที่ ก.3 Speed-Flow Curve ที่จัดทำขึ้นในการศึกษาตาม
โครงการ STTR



รูปที่ ก.4 Speed-Flow Curve ที่ปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อใช้กับ
Link ของทางแยกที่มีการพิจารณาความล่าช้า .





รูปที่ ก.5 แสดงขอบเขตของพื้นที่ต่างๆในกทม. และปริมณฑล

ตารางที่ ก.2 แสดงรายละเอียด Zone ต่างๆ โดยจำแนกเป็นเขตและแขวง

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
1	พระนคร	พระบรมมหาราชวัง	
2	พระนคร	บางขุนพรหม บ้านพานถม วัดสามพระยา วัดชนะสงคราม ตลาดยอด วัดบวรนิเวศน์ เสาชิงช้า ศาลเจ้าพ่อเสือ วัดราชบพิธ สำราญราษฎร์	
3	ป้อมปราบ	วัดโสมนัส เทพศิรินทร์ ป้อมปราบศัตรูพ่าย	
4	พระนคร สัมพันธวงศ์	วังบูรพา จักรวรรดิ สัมพันธวงศ์ ตลาดน้อย	
5	ดุสิต	วชิรพยาบาล ดุสิต สวนจิตรลดา	0.25 0.15
6	ดุสิต	ดุสิต สวนจิตรลดา สี่แยกมหานาค	0.75 0.85
7	ดุสิต	ถนนนครไชยศรี	0.60
8	ดุสิต	ถนนนครไชยศรี	0.40

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
9	พญาไท	ถนนเพชรบุรี ทุ่งพญาไท	0.70
10	พญาไท	ถนนเพชรบุรี ถนนพญาไท	0.30
11	ปทุมวัน	รองเมือง วังใหม่	
12	ปทุมวัน	ปทุมวัน	
13	ปทุมวัน	สวนลุมพินี	
14	บางรัก	มหาพฤฒาราม สี่พระยา บางรัก	
15	บางรัก	ศรีวงศ์ สีลม	
16	ยานนาวา	ยานนาวา วัดพระยาไกร ทุ่งวัดดอน	0.65 0.65 0.65
17	ยานนาวา	ยานนาวา วัดพระยาไกร ทุ่งวัดดอน	0.35 0.35 0.35
18	ยานนาวา	ทุ่งมหาเมฆ	
19	ยานนาวา	บางคอแหลม บางโคล่	
20	ยานนาวา	ช่องนนทรี บางโพงพาง	0.35 0.35



ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
21	ชานนาวา	ช่องนนทรี บางโพงพาง	0.45 0.45
22	ชานนาวา	ช่องนนทรี บางโพงพาง	0.20 0.20
23	พระโขนง	คลองเตย	0.50*0.40
24	พระโขนง	คลองเตย	0.50*0.60
25	พระโขนง	คลองตัน	0.45*0.70
26	พระโขนง	คลองตัน	0.30
27	พระโขนง	คลองตัน	0.55*0.70
28	พระโขนง	คลองเตย	0.50
29	พระโขนง	พระโขนง	
30	พระโขนง	มักกะสัน	
31	ห้วยขวาง	บางกะปิ	0.30
32	ห้วยขวาง	บางกะปิ	0.70
33	พญาไท	สามเสนใน	0.25
34	พญาไท	สามเสนใน	0.25
35	พญาไท	สามเสนใน	0.25
36	พญาไท	สามเสนใน	0.25

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุ้ม
37	ห้วยขวาง	สามเสนนอก	0.30
		ห้วยขวาง	0.30
		ดินแดง	0.30
38	ห้วยขวาง	สามเสนนอก	0.35
		ห้วยขวาง	0.35
		ดินแดง	0.35
39	ห้วยขวาง	สามเสนนอก	0.10
		ห้วยขวาง	0.10
		ดินแดง	0.10
40	ห้วยขวาง	สามเสนนอก	0.25
		ห้วยขวาง	0.25
		ดินแดง	0.25
41	ดุสิต	บางซื่อ	0.50
42	ดุสิต	บางซื่อ	0.50
43	บางเขน	ลาดยาว	0.10
44	บางเขน	ลาดยาว	0.25
45	บางเขน	ลาดยาว	0.15
46	บางเขน	ลาดยาว	0.50
47	บางเขน	ทุ่งสองห้อง ทุ่งสีกัน ตลาดบางเขน	
48	บางกะปิ	วัดทองกลาง คลองจั่น	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
49	บางกะปิ	คลองกุ่ม คันทนาขาว	
50	บางกะปิ	ลาดพร้าว จรเข้บัว	
51	บางเขน	อนุสาวรีย์ คลองถนน สายไหม ขอเงิน ท่าแร้ง	
52	บางกะปิ	หัวหมาก	
53	บางกะปิ	สะพานสูง	
54	พระโขนง	ประเวศ	
55	พระโขนง	สวนหลวง	
56	พระโขนง	บางจาก	
57	พระโขนง	หนองบอน ดอกไม้	
58	พระโขนง	บางนา	
59	ลาดกระบัง	ลาดกระบัง คลองสองต้นนุ่น คลองสามประเวศ ลำปลาทิว ทับยาว ชุมทอง	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
60	มื่นบุรี	บางชั้น ทรายกองดิน ทรายกองดินใต้ สามวาตะวันออก สามวาตะวันตก มื่นบุรี แสนแสบ	
61	หนองจอก	กระทุ่มราย หนองจอก คลองสิบ คลองสิบสอง โคกแฝด คู้ฝั่งเหนือ ลำผักชี ลำต้อยติ่ง	
62	คลองสาน	สมเด็จพระเจ้าพระยา คลองสาน	
63	คลองสาน	บางลำกลาง คลองตันไทร	
64	ชนบุรี	วัดกัลยาณี หิรัญบุรี	
65	ชนบุรี	บางยี่เรือ ตลาดนลุ	
66	ชนบุรี	บุคคโล	
67	บางกอกใหญ่	วัดอรุณ วัดท่าพระ	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคูณ
68	บางกอกน้อย	ศิริราช บ้านช่างหล่อ บางขุนนนท์ บางขุนศรี	
69	บางกอกน้อย	บางยี่ขัน บางพลัด บางบำหรุ บางอ้อ	
70	ราษฎร์บูรณะ	ราษฎร์บูรณะ บางปะกอก บางมด ทุ่งครุ	0.75 0.75 0.75 0.75
71	ราษฎร์บูรณะ	ราษฎร์บูรณะ บางปะกอก บางมด ทุ่งครุ	0.25 0.25 0.25 0.25
72	บางขุนเทียน	จอมทอง บางขุนเทียน บางมด บางค้อ บางบอน ท่าข้าม แสมดำ	0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50
73	บางขุนเทียน	จอมทอง บางขุนเทียน บางมด บางค้อ บางบอน ท่าข้าม แสมดำ	0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50



ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
74	ภาษีเจริญ	บางหว้า	0.60
		บางด้วน	0.60
		บางจาก	0.60
		บางแวก	0.60
		คลองขวาง	0.60
		ปากคลองภาษีเจริญ	0.60
		คูหาสวรรค์	0.60
		บางแค	0.60
		บางแคเหนือ	0.60
		บางไผ่	0.60
	หนองแขม	หลักสอง	0.60
		หนองแขม	0.60
		หนองค้างพลู	0.60
75	ภาษีเจริญ	บางหว้า	0.40
		บางด้วน	0.40
		บางจาก	0.40
		บางแวก	0.40
		คลองขวาง	0.40
		ปากคลองภาษีเจริญ	0.40
		คูหาสวรรค์	0.40
		บางแค	0.40
		บางแคเหนือ	0.40
		บางไผ่	0.40
	หนองแขม	หลักสอง	0.40
		หนองแขม	0.40
		หนองค้างพลู	0.40

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
76	ตลิ่งชัน	คลองซีกพระ	0.60
		ตลิ่งชัน	0.60
		ฉิมพลี	0.60
		บางพระม	0.60
		บางระมาด	0.60
		บางเขือกหนึ่ง	0.60
		ทวิวัฒนา	0.60
		ศาลาธรรมสพน์	0.60
77	ตลิ่งชัน	คลองซีกพระ	0.40
		ตลิ่งชัน	0.40
		ฉิมพลี	0.40
		บางพระม	0.40
		บางระมาด	0.40
		บางเขือกหนึ่ง	0.40
		ทวิวัฒนา	0.40
		ศาลาธรรมสพน์	0.40

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
78	สมุทรปราการ	พระประแดง	0.35
79	สมุทรปราการ	พระประแดง	0.20
80	สมุทรปราการ	อ. เมือง	0.35
81	สมุทรปราการ	พระประแดง	0.45
82	สมุทรปราการ	อ. เมือง	0.65
83	สมุทรปราการ	บางพลี	0.80
84	สมุทรปราการ	บางพลี	0.20
85	สมุทรปราการ	บางบ่อ	
86	นนทบุรี	บางกรวย	0.40
87	นนทบุรี	บางกรวย	0.30
88	นนทบุรี	บางกรวย	0.30
89	นนทบุรี	อ. เมือง	0.70
90	นนทบุรี	อ. เมือง ปากเกร็ด	0.30 0.30
91	นนทบุรี	ปากเกร็ด	0.70
92	นนทบุรี	บางบัวทอง บางใหญ่ ไทรน้อย	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ZONE	เขต	แขวง	ส่วนคุณ
93	ปทุมธานี	อ. เมือง	0.50
		สามโคก ลาดหลุมแก้ว	0.65
94	ปทุมธานี	อ. เมือง	0.50
		สามโคก	0.35
		คลองหลวง	
		ชัยภูมิ	0.50
		ลำลูกกา	0.40
		หนองเสือ	
95	ปทุมธานี	ชัยภูมิ	0.50
		ลำลูกกา	0.60

ภาคผนวก ข

ที่มาของสมการความล่าช้าในการจัดทำ Traffic Assignment.

ที่มาของสมการความล่าช้าที่ใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment

ในการจัดทำ Traffic Assignment แบบพิจารณาความล่าช้าในสมการความล่าช้าที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) กับระดับความอึดตัวของปริมาณการจราจร (Degree of Saturation) โดยที่ความล่าช้าเฉลี่ยที่คำนวณได้นั้นจะเป็นความล่าช้าที่เกิดขึ้นในแต่ละด้านของทางแยก (Approaching Delay)

รูปแบบของสมการความล่าช้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นดังนี้

$$Y = 85 + 1.40152 (X + 0.409)^{10.69714} + 40X$$

โดย Y = ความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละด้านของทางแยก (วินาที)

X = ระดับความอึดตัวของปริมาณการจราจร

สมการดังกล่าวสร้างขึ้นโดยวิธี Curve Fitting และ Regression Analysis โดยมีจุดที่ทราบค่า 3 จุด ดังแสดงในรูปที่ ข.1

รายละเอียดเกี่ยวกับจุดทั้ง 3 ดังกล่าว เป็นดังนี้

1. จุดแรก เป็นความล่าช้าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยกมีจำนวนน้อยมาก ได้จากการจัดรูปสมการความล่าช้าเฉลี่ยของ Webster ใหม่แล้วแทนค่าระดับความอึดตัวของปริมาณการจราจรเท่ากับศูนย์

จากสมการความล่าช้าเฉลี่ยของ Webster ในกรณี Under Saturated Condition :

$$d = \frac{SR^2}{2(S-q)C}$$

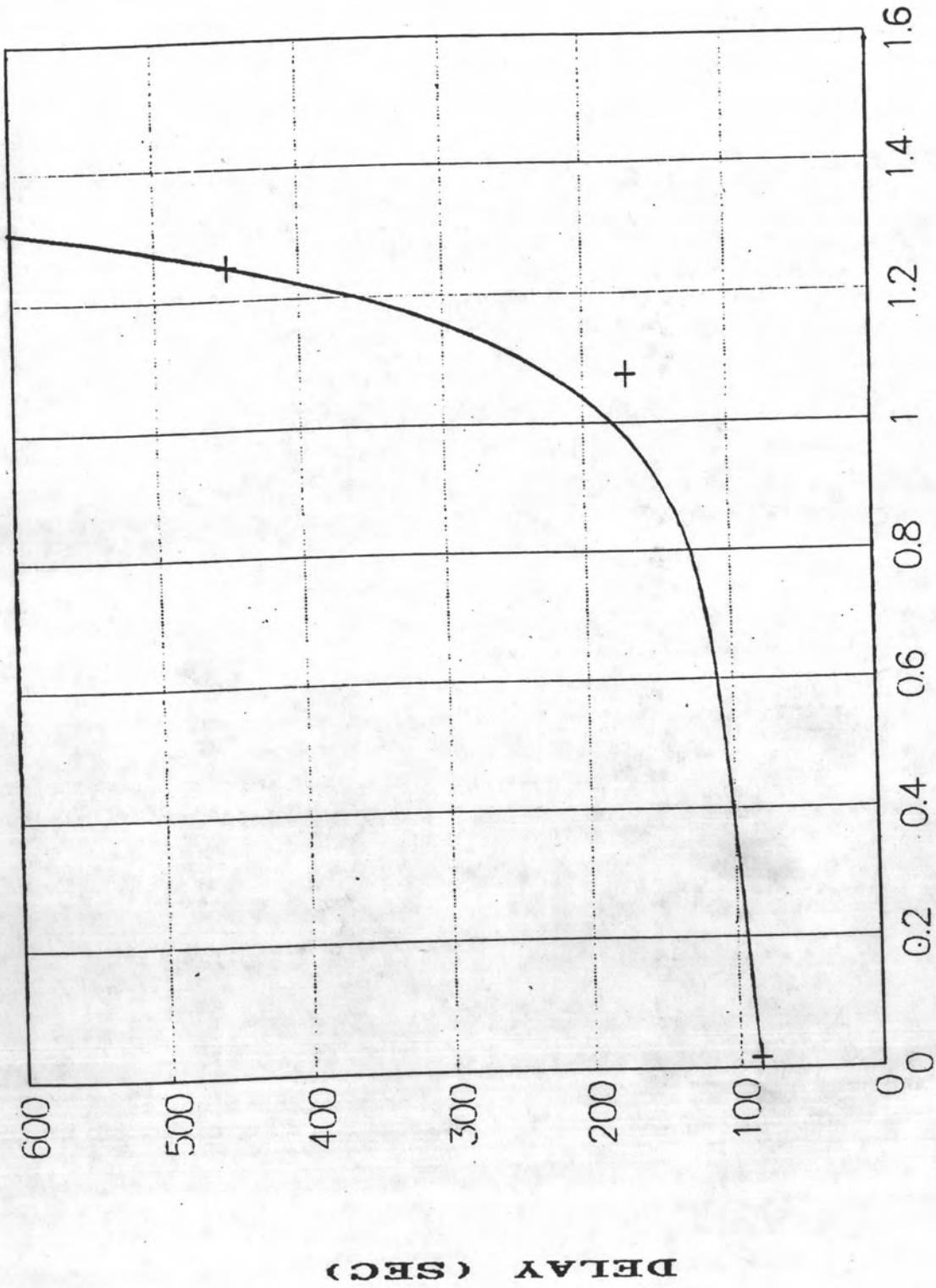
โดย d = ความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละด้านสำหรับ 1 รอบเวลาสัญญาณไฟ

S = ปริมาณการไหลอึดตัวของขบวนยานในแต่ละด้าน

R = ช่วงเวลาสัญญาณไฟแดง

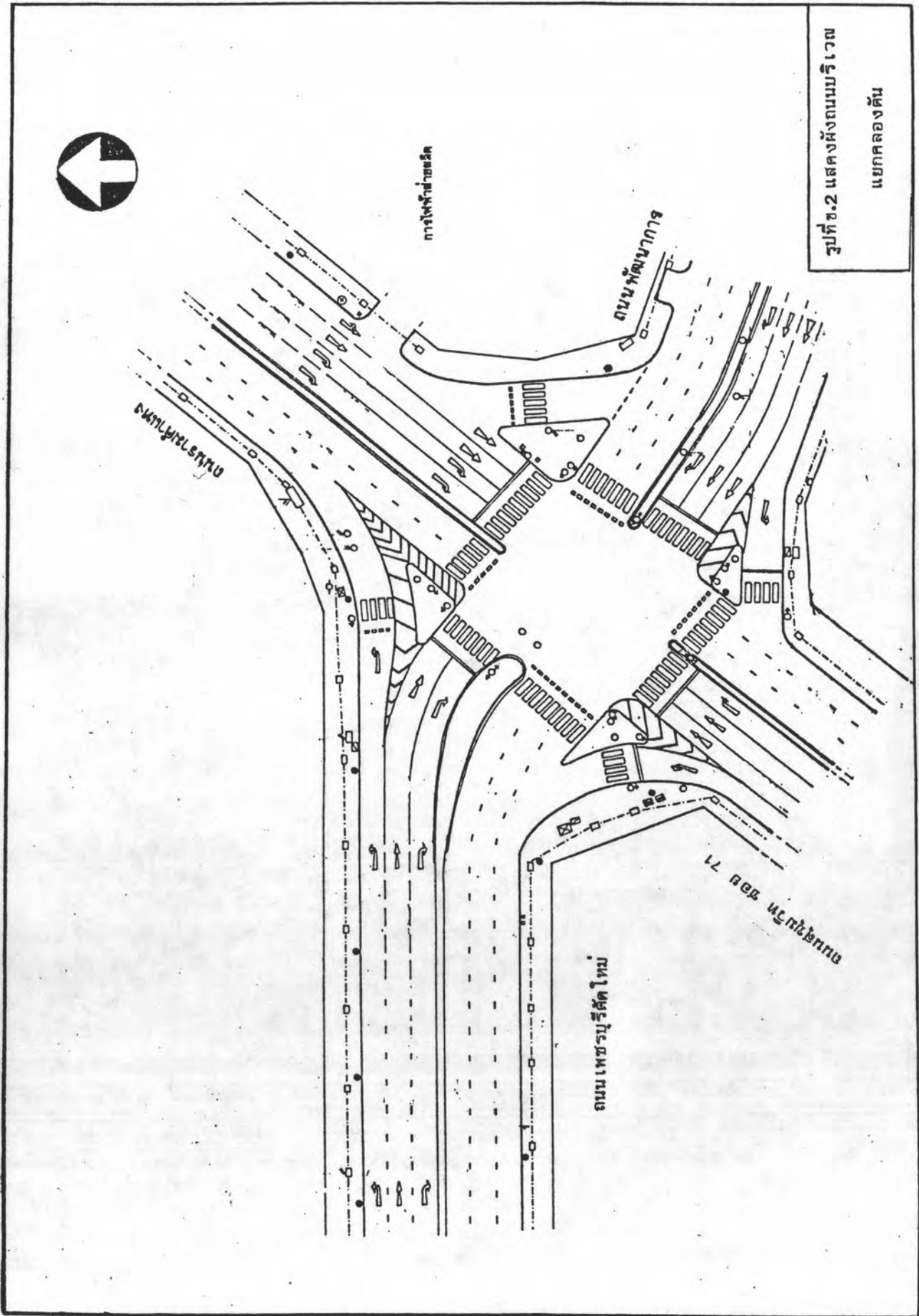
q = ปริมาณขบวนยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก (Arrival Flow)

C = รอบเวลาสัญญาณไฟ



Degree of Saturation

รูปที่ ๓.๑ แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้ากับระดับความ
 อิ่มตัวของปริมาณการจราจร ซึ่งใช้คำนวณความล่าช้าที่เกิด
 ขึ้นบริเวณทางแยกในการจัดทำ Traffic Assignment
 แบบพิจารณาความล่าช้า



รูปที่ ๒.๒ แสดงผังถนนบริเว
แยกคลองตัน

จัดรูปสมการใหม่

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{SR^2}{S/S \cdot 2C(S-q)} \\
 &= \frac{R^2}{2(C-qC/S)} \\
 &= \frac{R^2}{g/g \cdot 2(C-qC/S)} \\
 &= \frac{R^2}{2g(C-qC/S)} \\
 &= \frac{R^2}{2g(C/g - qC/gS)}
 \end{aligned}$$

แทนค่า Degree of Saturation หรือ $qC/gS = 0$ จะได้

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{R^2}{2g(C/g - 0)} \\
 d &= \frac{R^2}{2C} \dots\dots\dots *
 \end{aligned}$$

2. จุดที่สอง เป็นความล่าช้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยกมีจำนวนสูงมาก (Oversaturated Condition) หาได้โดยการแทนค่าระดับความอึดตัวของปริมาณการจราจรที่มากที่สุดซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 1.25 ลงในสมการ Average Overflow Delay คือ

$$OD = T/2 (q/\lambda S - 1) \dots\dots\dots \text{(ที่มา : เอกสารอ้างอิง 7)}$$

โดย OD = Average Overflow Delay

T = ช่วงเวลาที่ปริมาณการจราจรที่เข้าสู่ทางแยกมีค่าเกินความจุ

λ = g/C ratio

แทนค่า $q/\lambda S = 1.25$ จะได้

$$OD = T/2 (1.25 - 1)$$

$$OD = 0.125 T \dots\dots\dots *$$

3. จุดที่ 3 เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ย และระดับความอึดตัวของปริมาณการจราจร ข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสำรวจข้อมูลในสนามที่บริเวณแยกคลองตัน ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่ และถนนรามคำแหง เมื่อเดือนมกราคม 2532 ที่ผ่านมาโดยช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ตั้งแต่ 6.00 น.-21.00 น. สภาพทางกายภาพบริเวณแยกคลองตัน แสดง
 ดังรูปที่ ข.2

3.1 ประเภทของข้อมูลที่ทำการศึกษา แบ่งได้ดังนี้

ก. ข้อมูลด้านสัญญาณไฟ (Traffic Signalization)

เป็นข้อมูลเกี่ยวกับจังหวะสัญญาณไฟและรอบเวลาสัญญาณไฟที่บริเวณ
 ทางแยก

ข. ปริมาณยานที่จอดรอสัญญาณไฟ แบ่งเป็น

- The Initial Queue (Q_0)

หมายถึง จำนวนรถที่จอดค้างอยู่ในตอนเริ่มต้นเมื่อจังหวะ
 สัญญาณไฟเปลี่ยนจากเขียวเป็นแดง

- The Standing Queue at The End Of every Red Period (Q_r)

หมายถึง จำนวนรถที่วิ่งมาจอดในทุกๆช่วง 10 วินาทีในช่วง
 เวลาสัญญาณไฟแดง จนกระทั่งสิ้นสุดช่วงเวลาสัญญาณไฟแดง กรณีที่จำนวนรถที่
 วิ่งเข้ามาจอดมีความยาวเกิน 100 เมตร โดยประมาณจะเก็บค่า Q_r ออกเป็น
 2 ส่วนคือ เก็บค่า Q_{r1} ในช่วงจากทางแยกประมาณ 100 เมตร และเก็บค่า
 Q_{r2} ในช่วงตั้งแต่ 100 เมตร จากทางแยกออกไป

การเก็บข้อมูล Q_0 และ Q_r นี้จะนับรถโดยแยกประเภทของรถออก
 เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ Motorcycle (MC), Light Vehicle (LV)
 และ Heavy Vehicle (HV)

ค. ปริมาณการจราจร (Traffic Volume)

เป็นปริมาณการจราจรบนช่วงถนน (Midblock Count) ที่อยู่แต่ละ
 ด้านของทางแยกซึ่งจะนำมาใช้เป็นข้อมูลปริมาณการจราจรที่ต้องการผ่านทาง
 แยกโดยบันทึกข้อมูลเป็นช่วงๆต่อเนื่องกันไป (ช่วงละ 15 นาที) โดยแยกประ
 เภทของรถที่เก็บเป็น 3 ประเภทคือ MC, LV และ HV เช่นเดียวกัน

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

ขั้นที่ 1 : รวมข้อมูล Q_{r1} กับ Q_{r2} เข้าด้วยกันเป็น Q_r ซึ่งเป็นจำนวน
 ยานที่หยุดทุกๆ 10 วินาที ข้อมูล Q_r ที่ได้เป็นข้อมูลของแต่ละทิศ
 ทางซึ่งมีทิศทางตรงกับเลี้ยวขวาในแต่ละด้าน

- ขั้นที่ 2 : คำนวณความล่าช้ารวม (Total Delay) และจำนวนสูงสุดของ ยวดยานที่จอดรอในขณะสิ้นสุดสัญญาณไฟแดง ผลที่ได้ในขั้นตอนนี้ยังคง เป็นข้อมูลในแต่ละทิศทางแยกกัน
- ขั้นที่ 3 : รวมค่าความล่าช้ารวม และจำนวนสูงสุดของยวดยานที่จอดรอในขณะ สิ้นสุดสัญญาณไฟแดงทั้งสองทิศทางในด้านเดียวกันเข้าด้วยกัน (ทิศ ททางเลี้ยวขวารวมกับทิศทางตรง)
- ขั้นที่ 4 : หาความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) ในแต่ละด้านของทางแยก

สำหรับรายละเอียดในการคำนวณค่าความล่าช้ารวมและความล่าช้า เฉลี่ยในแต่ละรอบเวลา มีดังนี้

- จากข้อมูล Q_0 และ Q_r ในแต่ละรอบเวลา นำจำนวนยวดยาน Q_0 ไปบวกกับจำนวนยวดยานที่หยุดทุกตัวในข้อมูล Q_r แต่ละรอบ เวลาสัญญาณไฟ
- นำข้อมูลจำนวนยวดยานที่หยุดคูณกับ 10 วินาที แล้วนำมารวมกัน ในแต่ละรอบเวลา จะได้เป็นความล่าช้ารวม (Total Delay) ในแต่ละรอบเวลา
- นำค่าความล่าช้ารวมในแต่ละรอบเวลาไปหารด้วยจำนวนยวดยาน ที่หยุดในรอบเวลานั้น สุดท้ายก็จะได้ค่าความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) แต่ละรอบเวลา
- ทำการเฉลี่ยข้อมูลดังกล่าวในแต่ละรอบเวลาให้อยู่ในรูปของช่วง เวลาของวัน ช่วงละ 15 นาที เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับค่า ความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองของ Webster คือ

$$d = \frac{C(1-g/C)^2}{2(1-v/S)} + \frac{(v/c)^2}{2v(1-v/c)} - 0.65(C/v^2)^{1/3} (v/c)^{(2+5g/c)}$$

- โดย
- d = ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) หน่วยเป็น วินาทีต่อคัน
 - C = รอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle Time) หน่วยเป็นวินาที
 - g = ช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียว (Green Time) หน่วยเป็นวินาที
 - v = อัตราของยวดยานที่เข้าสู่ทางแยก (Arrival Flow Rate) ในที่ นี้ใช้หน่วย PCU/15 นาที เพื่อสามารถใช้ข้อมูลที่สำรวจมาจาก สนามซึ่งสำรวจทุกๆ 15 นาที
 - c = ความจุของทางแยก หน่วยเป็น PCU/15 นาที
 - = $(g/C)*S$

S = อัตราการไหลอิมิตัว ใช้ 1800 PCU/lane/hour



3.3 ผลการวิเคราะห์

ค่าความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละรอบเวลาสัญญาณไฟด้านถนนรามคำแหง และถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แสดงในตารางที่ ข.1 และ ข.2 ตามลำดับ

สำหรับตารางที่ ข.3 และ ข.4 จะแสดงผลการวิเคราะห์ความล่าช้าจากสนามเปรียบเทียบกับแบบจำลองของ Webster ในด้านถนนรามคำแหง และถนนเพชรบุรีตัดใหม่ตามลำดับ

รูปที่ ข.3 และ ข.4 เป็นรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay) กับระดับความอิมิตัวของปริมาณการจราจร (Degree of Saturation) ในด้านถนนรามคำแหงและถนนเพชรบุรีตัดใหม่ตามลำดับ โดยที่ความล่าช้าเฉลี่ยนี้ทำการวิเคราะห์มาจากความล่าช้าที่เกิดขึ้นเฉพาะ Light Vehicle และ Heavy Vehicle เท่านั้น ส่วนของรถมอเตอร์ไซด์ไม่ได้นำมาพิจารณาด้วยเนื่องจากค่าความล่าช้าของรถมอเตอร์ไซด์มีความผันแปรมากเกินไป

จากรูปที่ ข.3 และ ข.4 จะเห็นว่า ข้อมูลความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจในสนามไม่ครอบคลุมช่วงค่า Degree of Saturation ต่ำๆ และมีความผันแปรของข้อมูลมาก ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่สามารถทำ Curve Fitting และ Regression Analysis จากกลุ่มข้อมูลเหล่านั้นได้ ดังนั้นจึงได้พิจารณาที่จะใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการสร้างสมการความล่าช้าร่วมกับจุดที่หนึ่งและสองซึ่งได้กล่าวถึงมาแล้วข้างต้น

สรุป ค่าที่ใช้ในการทำ Curve Fitting และ Regression Analysis เพื่อสร้างสมการความล่าช้าที่จะใช้ในการจัดทำ Traffic Assignment เป็นดังนี้

จากการพิจารณาข้อมูลต่างๆที่ได้จากการสำรวจบริเวณแยกคลองตัน กำหนดให้ $C \approx 300$ วินาที

$$G/C = 0.25$$

$$R/C = 0.75$$

$$R = 225 \text{ วินาที}$$

$$T = 3600 \text{ วินาที}$$

จุดที่หนึ่ง : ที่ค่า Degree of Saturation = 0

$$d = \frac{R^2}{2C} = \frac{(225)^2}{2(300)} = 85 \text{ วินาที}$$

จุดที่สอง : ที่ค่า Degree of Saturation = 1.25

$$OD = 0.125T = 0.125(3600) = 450 \text{ วินาที}$$

จุดที่สาม : เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับ Degree of Saturation ที่ได้จากการสำรวจบริเวณแยกคลองตัน

ตารางที่ ข.1 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนรามคำแหง
KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
1	06:00:28	520	3340	430	5	40	11	104	84	39
2	06:03:46	670	5510	1400	7	59	19	96	93	74
3	06:07:59	1400	4320	540	18	56	9	78	77	60
4	06:10:39	160	2070	420	5	42	7	32	49	60
5	06:14:09	180	1590	550	3	30	10	60	53	55
6	06:17:09	650	7810	1440	8	67	16	81	117	90
7	06:21:31	1130	25280	3990	5	156	33	226	162	121
8	06:26:13	840	23980	5300	5	130	43	168	184	123
9	06:31:43	4990	36560	7250	15	124	35	333	295	207
10	06:38:18	2070	20090	2950	10	86	20	207	234	148
11	06:45:14	3080	31360	7100	11	97	23	280	323	309
12	06:52:22	1950	72310	12110	9	169	32	217	428	378
13	07:02:52	3860	30440	5200	18	124	26	214	245	200
14	07:10:38	15640	53300	10660	47	160	36	333	333	296
15	07:19:58	10540	45000	9090	34	182	40	310	247	227
16	07:26:43	3290	18890	2700	21	144	21	157	131	129
17	07:29:46	11610	20710	2640	63	140	25	184	148	106
18	07:36:09	6960	23760	4940	31	128	31	225	186	159
19	07:40:04	21570	43390	9560	77	197	47	280	220	203
20	07:46:14	13370	38860	6100	57	190	36	235	205	169
21	07:51:43	10230	24180	5140	62	165	40	165	147	129
22	07:56:23	15730	43180	6670	69	185	37	228	233	180
23	08:02:31	19540	50500	10340	69	194	50	283	260	207
24	08:08:24	8660	22320	6890	38	106	38	228	211	181
25	08:12:58	12840	29520	7230	44	152	37	292	194	195
26	08:18:52	12720	38620	6150	40	154	34	318	251	181
27	08:25:44	12600	50470	8430	43	193	41	293	262	206
28	08:30:59	17030	60680	11640	49	211	51	348	288	228
29	08:38:09	11420	43270	11930	36	180	61	317	240	196
30	08:44:11	9780	31950	8180	35	153	44	279	209	186
31	08:50:16	11300	40480	10100	35	172	46	323	235	220
32	08:56:30	11740	39130	7930	37	160	37	317	245	214
33	09:01:19	9230	46440	8430	32	191	44	288	243	192
34	09:07:12	9570	35570	9450	42	171	46	228	208	205
35	09:16:16	4600	22020	5220	25	155	42	184	142	124
36	09:22:56	9980	36170	8220	44	198	46	227	183	179
37	09:27:53	8750	29710	5830	34	138	38	257	215	153
38	09:33:49	6420	20520	7670	29	133	47	221	154	163
39	09:39:49	6980	19680	4630	41	149	36	170	132	129
40	09:45:42	8030	22980	5740	31	142	35	259	162	164
41	09:50:46	5020	22800	4860	26	143	33	193	159	147
42	09:55:59	7190	24830	6380	32	152	40	225	163	160
43	10:01:37	8040	20360	5460	34	112	29	236	182	188
44	10:07:15	7640	24250	6600	32	158	47	239	153	140
45	10:12:34	8070	30390	6950	33	165	38	245	184	183
46	10:16:50	8120	25600	8290	29	149	46	280	172	180
47	10:21:48	9310	34630	9040	28	164	35	333	211	258

ตารางที่ ข.1 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนรามคำแหง (ต่อ)
KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
48	10:27:22	7900	26300	8630	28	119	39	282	221	221
49	10:32:21	13080	29580	10780	42	133	45	311	222	240
50	10:37:37	7130	36370	9860	27	173	45	264	210	219
51	10:43:05	5360	24580	6740	23	153	41	233	161	164
52	10:47:49	6250	15690	7080	33	115	47	189	136	151
53	10:53:24	4480	11780	3570	33	86	26	136	137	137
54	10:56:52	5030	12590	3600	28	89	28	180	141	129
55	11:01:29	5590	13530	3470	30	98	27	186	138	129
56	11:04:53	5480	13910	5080	35	92	33	157	151	154
57	11:08:08	6080	17700	4700	30	109	30	203	162	157
58	11:11:52	6990	21010	4230	29	125	30	241	168	141
59	11:15:40	5290	14860	4190	32	128	33	165	116	127
60	11:19:11	3190	17480	4450	21	124	31	152	141	144
61	11:23:03	3090	18200	4550	20	132	25	155	138	182
62	11:26:52	4000	21560	5810	24	144	39	167	150	149
63	11:30:03	6220	24600	6780	32	141	44	194	174	154
64	11:33:58	6240	28940	6190	28	155	36	223	187	172
65	11:38:19	5060	24040	5570	27	140	35	187	172	159
66	11:41:15	3650	20200	3600	20	139	27	183	145	133
67	11:44:49	5280	14880	4950	51	114	34	104	131	146
68	11:48:55	5460	18670	4480	35	115	29	156	162	154
69	11:52:54	4220	21220	3980	28	123	26	151	173	153
70	11:56:29	4090	15640	4830	23	106	33	178	148	146
71	12:00:39	7100	16970	5830	46	119	38	154	143	153
72	12:03:42	3370	11250	3930	31	98	31	109	115	127
73	12:07:05	2690	9740	2280	17	74	14	158	132	163
74	12:09:42	3850	13700	4050	33	132	35	117	104	116
75	12:12:38	3860	10230	3120	31	87	23	125	118	136
76	12:16:42	3640	12960	3350	25	98	24	146	132	140
77	12:19:04	3480	11520	4090	25	82	27	139	140	151
78	12:24:49	3960	11070	3610	30	98	24	132	113	150
79	12:28:20	2480	17920	6340	13	122	44	191	147	144
80	12:33:08	4030	17180	5470	24	122	41	168	141	133
81	12:36:59	4160	21140	6370	20	117	45	208	181	142
82	12:43:06	1680	16270	5170	13	114	39	129	143	133
83	12:47:53	2890	10370	3310	25	79	23	116	131	144
84	12:52:49	2580	7630	3170	22	54	21	117	141	151
85	12:56:22	1950	6770	1850	16	62	12	122	109	154
86	13:00:28	950	3710	2070	9	35	17	106	106	122
87	13:04:37	2110	4890	2570	21	43	17	100	114	151
88	13:08:29	3910	10710	4500	22	72	31	178	149	145
89	13:12:48	5620	16500	4450	34	138	33	165	120	135
90	13:17:07	6230	20640	6700	31	120	43	201	172	156
91	13:22:05	4390	16710	8390	35	119	67	125	140	125
92	13:26:38	5740	13250	6950	30	107	45	191	124	154
93	13:30:18	2720	10570	2840	14	75	23	194	141	123

ตารางที่ ข.1 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา. ด้านถนนรามคำแหง (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A

DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
94	13:33:58	1850	11670	7690	13	114	66	142	102	117
95	13:37:20	2600	20560	7710	13	136	51	200	151	151
96	13:40:54	5810	14520	6330	28	104	40	208	140	158
97	13:45:14	10840	17700	5900	51	122	39	213	145	151
98	13:48:44	5560	16070	4460	27	100	32	206	161	139
99	13:53:51	6120	15420	6280	35	120	41	175	129	153
100	13:57:38	3170	14530	7680	18	112	52	176	130	148
101	14:01:01	3180	14600	4860	19	131	42	167	111	116
102	14:04:22	7980	18950	6850	40	166	56	200	114	122
103	14:07:48	4860	20400	7320	36	129	41	135	158	179
104	14:11:47	9940	17270	8320	56	115	45	178	150	185
105	14:15:54	3240	11860	6660	19	104	42	171	114	159
106	14:20:03	2610	17460	8020	14	125	45	186	140	178
107	14:24:01	4120	21170	10020	18	126	53	229	168	189
108	14:27:42	2760	9140	3740	20	73	28	138	125	134
109	14:29:34	3690	13510	7970	19	97	45	194	139	177
110	14:32:41	2550	15470	7400	13	114	45	196	136	164
111	14:36:05	4240	17190	8190	19	136	47	223	126	174
112	14:39:49	3180	12200	6350	20	92	40	159	133	159
113	14:43:19	5610	11030	4020	33	90	24	170	123	168
114	14:47:18	3880	19850	6860	21	139	41	185	143	167
115	14:51:46	7520	22380	5620	48	179	44	157	125	128
116	14:56:24	5990	15340	4290	36	113	27	166	136	159
117	15:00:09	3700	19430	4820	19	124	35	195	157	138
118	15:05:29	6380	19130	7200	26	123	36	245	156	200
119	15:10:04	4760	17430	5120	20	118	33	238	148	155
120	15:15:01	2710	14350	4740	13	97	31	208	148	153
121	15:19:49	7010	16980	5000	34	112	34	206	152	147
122	15:24:43	5290	15490	4530	31	110	29	171	141	156
123	15:29:19	5040	22240	5660	18	137	32	280	162	177
124	15:33:43	4090	18270	8790	17	120	45	241	152	195
125	15:37:53	4270	20390	10650	17	126	51	251	162	209
126	15:43:15	5320	24640	10880	18	129	47	296	191	231
127	15:48:11	3920	25570	10070	25	163	46	157	157	219
128	15:52:04	6060	21540	12770	22	131	60	275	164	213
129	15:57:19	3810	26060	16670	11	130	71	346	200	235
130	16:03:19	3530	27350	15670	14	129	67	252	212	234
131	16:08:39	3750	22340	10320	16	141	54	234	158	191
132	16:13:06	3130	12110	6950	18	118	48	174	103	145
133	16:16:46	2920	16600	7360	16	126	45	183	132	164
134	16:20:04	2370	18070	6930	14	121	46	169	149	151
135	16:22:41	4100	12190	4380	29	106	36	141	115	122
136	16:24:46	5550	23260	7150	20	148	43	278	157	166
137	16:28:49	8800	20080	7810	39	124	59	226	162	132
138	16:32:34	4160	25980	4770	19	151	31	219	172	154
139	16:36:19	5520	19770	7660	26	137	43	212	144	178

ตารางที่ ข.1 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนรามคำแหง (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
140	16:39:43	7870	35490	7710	28	170	34	281	209	227
141	16:45:01	9640	17370	6130	49	138	45	197	126	136
142	16:48:39	6120	19760	5890	30	128	37	204	154	159
143	16:52:09	10480	29150	6130	35	123	35	299	237	175
144	16:56:58	5500	21330	8940	21	127	47	262	168	190
145	17:00:30	7130	24840	8190	25	117	39	285	212	210
146	17:05:01	4800	21510	6390	24	130	40	200	165	160
147	17:09:16	11330	39180	14410	30	158	48	378	248	300
148	17:15:39	2430	29340	7860	10	151	38	243	194	207
149	17:20:26	16580	40270	14500	45	167	61	368	241	238
150	17:26:30	8580	13630	5840	49	120	46	175	114	127
151	17:31:17	5780	36060	13250	18	167	55	321	216	241
152	17:37:18	10080	32810	9820	31	148	38	325	222	258
153	17:42:19	8260	48340	15640	24	187	53	344	259	295
154	17:47:45	6310	27590	8010	25	160	42	252	172	191
155	17:52:22	8010	38360	8640	32	179	38	250	214	227
156	17:57:30	8120	35760	9060	27	198	46	301	181	197
157	18:03:13	5420	31990	7830	25	191	48	217	167	163
158	18:08:11	5730	26120	3160	31	179	32	185	146	99
159	18:14:26	10120	32530	8710	41	165	52	247	197	168
160	18:19:51	7440	28440	7840	31	179	48	240	159	163
161	18:23:47	5730	40710	11390	18	172	47	318	237	242
162	18:29:42	9220	34430	11470	30	184	95	307	187	121
163	18:36:21	6000	30450	7070	25	200	47	240	152	150
164	18:41:14	4120	23320	6010	19	165	51	217	141	118
165	18:45:57	6660	25060	6540	35	178	52	190	141	126
166	18:51:06	9290	32690	8840	39	204	57	238	160	155
167	18:56:59	3170	26530	7230	15	152	47	211	175	154
168	19:01:23	4960	22050	8020	23	133	44	216	166	182
169	19:05:42	4640	34400	7180	17	193	44	273	178	163
170	19:10:59	4510	30630	7100	17	166	41	265	185	173
171	19:14:48	9300	34410	8400	31	155	41	300	222	205
172	19:19:43	6510	23380	8030	26	117	38	250	200	211
173	19:24:04	6740	27630	6500	22	120	35	306	230	186
174	19:28:54	3650	29090	7300	16	147	33	228	198	221
175	19:34:07	6910	26730	6140	33	141	38	209	190	162
176	19:39:19	5910	27050	5530	27	149	35	219	182	158
177	19:42:44	4970	22390	6400	23	140	35	216	160	183
178	19:47:41	6460	31410	9710	25	151	58	258	208	167
179	19:52:45	8150	26610	6560	28	143	34	291	186	193
180	19:58:18	7200	18660	4580	31	97	25	232	192	183
181	20:03:26	2020	16990	4630	12	137	29	168	124	160
182	20:07:14	1660	8590	770	18	94	25	92	91	31
183	20:08:33	3630	24480	5060	15	140	29	242	175	174
184	20:13:42	3450	25630	5560	16	164	34	216	156	164
185	20:17:39	5440	23740	7150	22	146	38	247	163	188

ตารางที่ ข.1 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนรามคำแหง (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
186	20:23:39	4200	17040	1810	24	110	14	175	155	129
187	20:27:57	4660	15210	4390	29	103	26	161	148	169
188	20:31:47	2630	14910	1490	22	95	11	120	157	135
189	20:35:26	2410	14050	2360	19	91	16	127	154	148
190	20:39:30	2620	12390	1470	21	85	15	125	146	98
191	20:43:53	550	3800	1070	7	46	10	79	83	107
192	20:47:19	560	8840	1630	3	61	9	187	145	181
193	20:51:28	310	5790	1250	4	51	9	78	114	139

ตารางที่ ข.2 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่

KLONGTOM INTERSECTION

APPROACH D
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
1	06:01:09	280	1780	360	5	27	8	56	66	45
2	06:05:09	900	3600	390	9	37	8	100	97	49
3	06:08:53	460	1910	270	5	20	3	92	96	90
4	06:11:08	580	850	220	7	13	3	83	65	73
5	06:14:38	590	1880	370	5	23	5	118	82	74
6	06:18:18	330	4670	280	2	37	3	165	126	93
7	06:22:31	430	3520	620	3	36	4	143	98	155
8	06:27:13	2060	9400	1550	13	60	9	158	157	172
9	06:32:53	2380	10710	650	14	58	5	170	185	130
10	06:39:55	2740	5890	1060	16	36	6	171	164	177
11	06:47:49	2050	6330	760	10	37	6	205	171	127
12	06:55:06	1330	8010	790	8	45	4	166	178	198
13	06:59:51	2950	13510	5740	9	54	16	328	250	359
14	07:06:28	11360	25530	4130	16	80	15	710	319	275
15	07:16:29	11000	38090	5320	16	80	14	688	476	380
16	07:25:15	1060	3580	520	6	53	7	177	68	74
17	07:34:37	9670	26440	1280	20	60	4	484	441	320
18	07:41:58	18160	45750	6920	36	125	13	504	366	532
19	07:49:46	17430	56460	7690	30	107	13	581	528	592
20	07:57:51	12150	25230	4730	23	71	12	528	355	394
21	08:05:11	27230	60470	8840	37	124	18	736	488	491
22	08:14:34	19940	45370	5810	35	98	16	570	463	363
23	08:23:33	15810	32480	6950	34	87	13	465	373	535
24	08:29:49	10150	27580	1660	22	79	9	461	349	184
25	08:36:08	12430	16080	590	29	48	1	429	335	590
26	08:42:17	14330	27560	3030	28	62	6	512	445	505
27	08:48:46	7250	21710	3440	15	65	8	483	334	430
28	08:54:59	19060	43290	6400	39	93	13	489	465	492
29	08:58:54	18840	36260	4950	44	104	13	428	349	381
30	09:02:53	6380	15540	1590	36	92	13	177	169	122
31	09:09:48	11870	32670	2950	26	93	9	457	351	328
32	09:12:55	6920	29090	6230	13	111	18	532	262	346
33	09:20:09	4500	24530	1600	15	118	10	300	208	160
34	09:25:28	6370	23380	6700	21	119	25	303	196	268
35	09:30:53	4950	32330	3390	16	120	13	309	269	261
36	09:37:02	6080	25880	4740	17	101	19	358	256	249
37	09:42:55	5390	27850	7820	15	102	32	359	273	244
38	09:48:28	3840	18010	2180	13	97	16	295	186	136
39	09:53:24	8110	22410	2550	26	100	16	312	224	159
40	09:59:15	6650	21510	1630	17	98	8	391	219	204
41	10:05:08	11330	19660	1950	35	97	14	324	203	139
42	10:09:45	7430	13040	1800	23	80	7	323	163	257
43	10:14:42	6430	12210	3140	19	73	21	338	167	150
44	10:19:23	5150	18220	2770	15	91	13	343	200	213
45	10:24:40	9570	22720	6800	24	66	17	399	344	400
46	10:30:13	2910	10570	1570	11	62	7	265	170	224
47	10:33:46	5810	14660	2190	20	67	9	291	219	243

ตารางที่ ข.2 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH D

DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
48	10:40:05	3090	12000	3080	25	86	23	124	140	134
49	10:45:09	2110	8630	1670	16	61	12	132	141	139
50	10:50:11	2040	22900	5100	5	119	19	408	192	268
51	10:55:23	2710	14650	1330	10	109	12	271	134	111
52	10:59:19	2560	8210	3150	11	71	17	233	116	185
53	11:02:48	1870	9290	1610	9	72	10	208	129	161
54	11:06:15	1510	11350	1910	8	69	12	189	164	159
55	11:10:28	1950	8310	1060	10	55	6	195	151	177
56	11:14:23	810	6020	2050	6	44	8	135	137	256
57	11:17:40	2630	5440	920	14	36	6	188	151	153
58	11:21:11	2810	9390	1950	12	48	8	234	196	244
59	11:25:06	1550	4250	510	8	35	3	194	121	170
60	11:28:18	2460	7240	810	11	39	4	224	186	203
61	11:32:03	1540	6410	1290	9	39	6	171	164	215
62	11:35:59	2310	4870	840	11	32	4	210	152	210
63	11:39:41	1900	3800	820	10	24	5	190	158	164
64	11:42:58	790	3620	330	9	41	3	88	88	110
65	11:46:55	2400	6770	1160	11	48	6	218	141	193
66	11:50:48	1550	6970	1960	8	37	11	194	188	178
67	11:54:47	3180	5100	1290	15	29	5	212	176	258
68	11:58:35	1340	4660	590	5	23	3	268	203	197
69	12:01:53	1750	4030	470	9	24	2	194	168	235
70	12:05:38	2960	3480	430	14	22	3	211	158	143
71	12:08:19	2540	3060	370	16	25	2	159	122	185
72	12:11:03	1040	2740	270	13	34	3	80	81	90
73	12:14:55	620	2710	290	7	30	3	89	90	97
74	12:17:58	370	8220	760	4	48	5	93	171	152
75	12:20:50	1570	4220	1000	14	31	6	112	136	167
76	12:25:53	1630	8330	1970	9	60	12	181	139	164
77	12:29:55	2110	11070	1950	8	58	10	264	191	195
78	12:34:49	3310	18370	5920	11	110	27	301	167	219
79	12:39:16	2980	11800	1340	13	65	10	229	182	134
80	12:44:28	2530	8670	2650	10	45	9	253	197	294
81	12:48:53	1400	7440	1250	6	43	7	233	173	179
82	12:53:12	1260	4220	350	9	35	6	140	121	58
83	12:57:31	210	3210	930	5	36	7	42	89	133
84	13:01:38	1310	3750	290	13	47	4	101	80	73
85	13:05:27	1160	4730	1010	11	48	10	105	99	101
86	13:09:46	1930	5040	780	14	37	7	138	136	111
87	13:14:09	1070	4350	250	13	59	5	82	74	50
88	13:18:51	1290	9270	1350	10	47	12	129	197	113
89	13:23:18	2140	5460	170	18	44	3	119	124	57
90	13:27:35	1040	3400	810	11	35	17	95	97	48
91	13:31:12	590	5750	970	6	60	8	98	96	121
92	13:34:57	570	6590	1180	5	67	14	114	98	84
93	13:38:41	1360	3200	660	13	38	6	105	84	110

ตารางที่ ข.2 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH D

DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
94	13:42:34	1960	2870	260	16	35	3	123	82	87
95	13:46:19	1120	3290	280	11	36	4	102	91	70
96	13:50:04	2050	3830	80	16	35	1	128	109	80
97	13:54:05	720	3310	640	7	44	7	103	75	91
98	13:58:46	1150	3870	510	10	43	5	115	90	102
99	14:02:14	540	2710	230	4	29	3	135	93	77
100	14:05:10	1520	2650	350	11	28	5	138	95	70
101	14:08:39	1200	5260	660	14	48	6	86	110	110
102	14:12:59	890	6790	470	10	55	5	89	123	94
103	14:17:04	880	5090	1220	6	48	14	147	106	87
104	14:21:11	1180	3610	160	12	36	2	98	100	80
105	14:24:51	1860	4440	630	13	49	6	143	91	105
106	14:28:44	730	5500	230	8	58	4	91	95	58
107	14:31:59	800	3870	300	9	51	4	89	76	75
108	14:35:09	1070	4540	530	9	47	5	119	97	106
109	14:38:43	1240	4700	390	11	54	4	113	87	98
110	14:42:15	690	4340	510	9	46	6	77	94	85
111	14:46:08	3760	13590	1980	18	90	13	209	151	152
112	14:50:17	5740	21190	4630	31	115	24	185	184	193
113	14:55:17	5280	20230	3960	38	107	22	139	189	180
114	14:59:39	4420	21430	5490	29	130	29	152	165	189
115	15:04:17	4240	21750	4980	25	110	32	170	198	156
116	15:08:40	6110	21980	4840	23	128	31	266	172	156
117	15:13:42	5070	11510	2860	29	106	22	175	109	130
118	15:17:24	6770	20230	3390	27	122	23	251	166	147
119	15:23:17	6160	15240	5640	28	109	30	220	140	188
120	15:28:19	3060	8840	990	16	60	6	191	147	165
121	15:31:36	2070	7130	1130	11	51	7	188	140	161
122	15:34:37	4530	14650	810	13	56	3	348	262	270
123	15:39:19	5880	12130	1260	15	47	4	392	258	315
124	15:44:23	2780	10200	820	16	85	7	174	120	117
125	15:50:01	1240	5500	480	11	61	7	113	90	69
126	15:54:11	1080	5090	780	9	46	8	120	111	98
127	15:58:51	3060	12110	2100	17	83	17	180	146	124
128	16:04:39	4810	31310	3070	12	102	8	401	307	384
129	16:09:49	3730	17320	400	10	62	1	373	279	400
130	16:14:10	9020	21380	2540	32	85	11	282	252	231
131	16:19:18	4310	20980	3400	13	81	13	332	259	262
132	16:23:59	7470	13480	1180	28	55	4	267	245	295
133	16:28:02	1850	12480	810	8	65	4	231	192	203
134	16:31:25	6600	17500	1760	25	89	8	264	197	220
135	16:35:25	1440	8980	220	7	57	2	206	158	110
136	16:38:45	3700	12990	550	15	85	2	247	153	275
137	16:43:43	3940	14120	990	17	69	4	232	205	248
138	16:47:49	1670	9210	970	8	52	5	209	177	194
139	16:51:02	6980	14970	250	26	67	1	268	223	250

ตารางที่ ข.2 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH D
DATE 19/01/89



NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
140	16:55:48	4230	10540	370	20	56	2	212	188	185
141	16:59:22	4760	13760	540	20	74	2	238	186	270
142	17:04:02	3050	7610	70	19	58	1	161	131	70
143	17:06:33	4590	10040	710	19	49	3	242	205	237
144	17:10:31	4660	11310	1720	20	65	8	233	174	215
145	17:14:30	2890	9010	100	15	59	1	193	153	100
146	17:17:37	4830	19110	1710	21	88	7	230	217	244
147	17:21:53	4580	12320	720	22	74	3	208	166	240
148	17:25:20	1290	9600	240	7	62	1	184	155	240
149	17:28:51	2410	9370	380	10	56	4	241	167	95
150	17:32:18	1510	9350	170	7	64	2	216	146	85
151	17:35:39	3550	13250	340	14	88	2	254	151	170
152	17:39:49	3640	6880	1060	17	49	6	214	140	177
153	17:43:46	4320	8230	0	21	53	2	206	155	0
154	17:47:09	5580	12290	480	22	63	2	254	195	240
155	17:51:05	4800	13010	0	21	69	2	229	189	0
156	17:54:56	3660	9900	0	15	58	2	244	171	0
157	17:58:43	3510	7300	100	18	46	1	195	159	100
158	18:02:05	6970	8180	160	31	51	1	225	160	160
159	18:05:42	4570	9630	240	18	54	1	254	178	240
160	18:09:26	2580	7440	0	14	54	2	184	138	0
161	18:12:49	6920	8970	670	28	53	4	247	169	168
162	18:16:50	4720	13880	200	17	67	2	278	207	100
163	18:21:14	4040	15400	670	12	74	2	337	208	335
164	18:26:43	9570	14470	110	31	66	1	309	219	110
165	18:31:08	3490	9980	450	15	68	2	233	147	225
166	18:34:51	10650	20470	150	27	79	4	394	259	38
167	18:40:08	2650	9200	0	12	60	2	221	153	0
168	18:43:04	2930	12610	830	10	59	5	293	214	166
169	18:47:29	9090	14180	1180	23	50	3	395	284	393
170	18:52:21	1780	6280	520	9	46	3	198	137	173
171	18:55:39	6430	13090	1030	20	59	4	322	222	258
172	19:00:17	4160	8510	640	15	46	2	277	185	320
173	19:04:33	5660	9520	540	19	45	2	298	212	270
174	19:08:25	2640	5120	160	13	36	1	203	142	160
175	19:11:23	5310	12670	1780	16	68	9	332	186	198
176	19:16:29	6000	13880	690	19	63	4	316	220	173
177	19:21:09	3000	11820	100	9	57	1	333	207	100
178	19:25:29	4800	16010	0	16	69	2	300	232	0
179	19:30:33	5180	12860	970	18	58	4	288	222	243
180	19:36:29	2240	8580	620	10	47	3	224	183	207
181	19:40:31	3470	6740	410	15	48	3	231	140	137
182	19:44:17	3240	19900	1430	10	87	4	324	229	358
183	19:49:24	1830	17690	2420	7	90	13	261	197	186
184	19:54:35	4810	22930	1340	13	79	4	370	290	335
185	19:59:51	9000	16870	710	27	82	2	333	206	355

ตารางที่ ข.2 ความล่าช้าเฉลี่ยแต่ละรอบเวลา ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่ (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH D
DATE 19/01/89

NO.	TIME	TOTAL DELAY (veh.-sec.)			No. of STOPPED VEHICLE			AVERAGE DELAY PER STOPPED VEHICLE (sec.)		
		MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
186	20:05:00	5020	14690	760	23	82	6	218	179	127
187	20:08:51	3360	4410	220	20	48	2	168	92	110
188	20:09:56	3060	5850	380	17	51	2	180	115	190
189	20:12:36	2760	10370	0	17	71	2	162	146	0
190	20:15:41	2600	7540	540	14	47	4	186	160	135
191	20:18:43	2130	8560	160	10	63	1	213	136	160
192	20:22:13	2140	11720	440	13	70	2	165	167	220
193	20:25:42	1770	7310	750	8	51	6	221	143	125
194	20:29:37	3570	7030	950	16	41	5	223	171	190
195	20:33:14	3180	7070	600	15	51	3	212	139	200
196	20:36:33	3170	10240	700	11	59	3	288	174	233
197	20:41:08	1150	6070	140	10	69	2	115	88	70
198	20:45:11	910	4200	360	9	54	4	101	78	90
199	20:48:49	980	5590	360	8	61	4	123	92	90
200	20:52:49	510	4050	50	7	59	1	73	69	50

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ความล่าช้าจากสนามและแบบจำลอง ด้านถนนรามคำแหง

KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A

DATE 19/01/89

TIME	GREEN TIME g (sec.)	CYCLE TIME C (sec.)	g/C RATIO	ARRIVAL q (pcu.)	DEGREE OF SAT. X	CAPACITY c (pcu.)	WEBSTER'S uniform & random (sec.)	FIELD'S OBSERVE (sec.)
06:00 - 06:15	48	194	0.25	445	1.00	444	72	68
06:15 - 06:30	73	262	0.28	338	0.67	503	84	145
06:30 - 06:45	105	418	0.25	572	1.27	451	172	246
06:45 - 07:00	81	441	0.18	712	2.15	331	243	370
07:00 - 07:15	191	485	0.39	609	0.86	709	135	282
07:15 - 07:30	116	603	0.19	514	1.49	345	276	172
07:30 - 07:45	125	543	0.23	779	1.88	414	283	199
07:45 - 08:00	142	344	0.41	502	0.67	744	82	189
08:00 - 08:15	109	351	0.31	637	1.14	561	129	216
08:15 - 08:30	119	363	0.33	532	0.90	588	117	245
08:30 - 08:45	94	379	0.25	647	1.45	446	167	236
08:45 - 09:00	87	668	0.13	365	1.57	233	317	235
09:00 - 09:15	75	421	0.18	602	1.89	319	213	220
09:15 - 09:30	90	359	0.25	542	1.20	451	144	174
09:30 - 09:45	96	361	0.26	432	0.91	476	128	144
09:45 - 10:00	72	327	0.22	396	0.99	399	127	161
10:00 - 10:15	69	309	0.22	515	1.28	404	130	173
10:15 - 10:30	57	310	0.18	464	1.41	329	139	205
10:30 - 10:45	66	299	0.22	579	1.46	396	134	200
10:45 - 11:00	87	283	0.31	477	0.87	551	93	139
11:00 - 11:15	68	226	0.30	488	0.91	538	76	153
11:15 - 11:30	58	209	0.28	544	1.08	502	78	139
11:30 - 11:45	68	223	0.30	471	0.87	545	74	160
11:45 - 12:00	73	233	0.31	438	0.78	563	73	159
12:00 - 12:15	58	196	0.30	569	1.06	534	71	125
12:15 - 12:30	49	245	0.20	479	1.34	359	107	136
12:30 - 12:45	85	305	0.28	411	0.82	501	103	150
12:45 - 13:00	66	243	0.27	488	1.00	489	89	132
13:00 - 13:15	60	246	0.24	390	0.89	438	90	126
13:15 - 13:30	72	270	0.27	489	1.02	479	100	145
13:30 - 13:45	59	224	0.26	454	0.96	471	82	135
13:45 - 14:00	85	237	0.36	447	0.70	643	65	143
14:00 - 14:15	63	218	0.29	686	1.33	515	90	138
14:15 - 14:30	63	245	0.26	564	1.23	459	99	146
14:30 - 14:45	56	209	0.27	584	1.21	483	83	139
14:45 - 15:00	74	263	0.28	457	0.90	509	90	138
15:00 - 15:15	61	279	0.22	566	1.44	393	124	156
15:15 - 15:30	92	307	0.30	436	0.81	537	100	152
15:30 - 15:45	79	285	0.28	553	1.11	500	107	180
15:45 - 16:00	51	288	0.18	442	1.39	317	129	188
16:00 - 16:15	87	298	0.29	537	1.02	527	106	167
16:15 - 16:30	48	224	0.21	469	1.22	383	94	144
16:30 - 16:45	59	221	0.27	452	0.93	483	79	178
16:45 - 17:00	65	254	0.26	502	1.09	462	97	170
17:00 - 17:15	70	284	0.25	465	1.05	444	108	212
17:15 - 17:30	63	348	0.18	347	1.07	324	145	185
17:30 - 17:45	83	313	0.27	513	1.07	478	118	239

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ความล่าช้าจากสนามและแบบจำลอง
ด้านถนนรามคำแหง (ต่อ)
KLONGTON INTERSECTION

APPROACH A
DATE 19/01/89

TIME	GREEN TIME g (sec.)	CYCLE TIME C (sec.)	g/C RATIO	ARRIVAL q (pcu.)	DEGREE OF SAT. X	CAPACITY c (pcu.)	WEBSTER'S uniform & random (sec.)	FIELD'S OBSERVE (sec.)
17:45 - 18:00	58	305	0.19	414	1.21	342	130	192
18:00 - 18:15	79	342	0.23	548	1.32	416	145	165
18:15 - 18:30	71	368	0.19	437	1.27	346	159	187
18:30 - 18:45	77	331	0.23	502	1.20	419	135	144
18:45 - 19:00	82	293	0.28	476	0.94	506	103	155
19:00 - 19:15	77	301	0.25	495	1.08	459	115	187
19:15 - 19:30	69	280	0.25	384	0.87	441	101	208
19:30 - 19:45	56	270	0.21	393	1.06	371	109	175
19:45 - 20:00	80	314	0.25	539	1.18	457	125	192
20:00 - 20:15	49	296	0.17	377	1.26	298	130	135
20:15 - 20:30	71	289	0.24	510	1.16	440	115	157
20:30 - 20:45	57	237	0.24	597	1.39	431	103	133
20:45 - 21:00	48	224	0.21	379	0.99	382	88	133
AVERAGE	76	308	0.25	499	1.14	455	122	174

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ความล่าช้าจากสนามและแบบจำลอง ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่

KLONGTON INTERSECTION



APPROACH D

DATE 19/01/89

TIME	GREEN TIME g (sec.)	CYCLE TIME c (sec.)	g/C RATIO	ARRIVAL q (pcu.)	DEGREE OF SAT. X	CAPACITY c (pcu.)	WEBSTER'S uniform & random (sec.)	FIELD'S OBSERVE (sec.)
06:00 - 06:15	46	194	0.23	120	0.39	311	63	78
06:15 - 06:30	62	262	0.24	173	0.53	325	87	129
06:30 - 06:45	83	418	0.20	194	0.73	265	157	173
06:45 - 07:00	137	477	0.30	152	0.38	401	133	206
07:00 - 07:15	69	549	0.13	183	1.08	170	242	312
07:15 - 07:30	121	583	0.21	180	0.65	279	212	265
07:30 - 07:45	72	543	0.13	352	1.97	179	276	407
07:45 - 08:00	85	389	0.22	437	1.47	297	175	448
08:00 - 08:15	93	398	0.24	424	1.33	318	169	469
08:15 - 08:30	72	363	0.20	399	1.48	269	165	363
08:30 - 08:45	81	374	0.22	414	1.43	291	166	395
08:45 - 09:00	99	575	0.18	489	2.04	240	304	389
09:00 - 09:15	139	442	0.31	416	0.99	419	152	262
09:15 - 09:30	96	377	0.25	412	1.20	342	151	207
09:30 - 09:45	98	349	0.28	516	1.36	380	146	263
09:45 - 10:00	94	327	0.29	507	1.31	388	133	204
10:00 - 10:15	89	309	0.29	509	1.32	387	126	176
10:15 - 10:30	78	299	0.26	506	1.44	352	130	279
10:30 - 10:45	82	308	0.27	459	1.28	360	126	179
10:45 - 11:00	50	289	0.18	518	2.18	238	158	151
11:00 - 11:15	79	226	0.35	423	0.90	470	70	151
11:15 - 11:30	66	209	0.31	537	1.27	425	81	167
11:30 - 11:45	56	220	0.25	495	1.45	341	97	145
11:45 - 12:00	57	234	0.24	450	1.37	328	100	181
12:00 - 12:15	52	196	0.26	337	0.97	348	72	126
12:15 - 12:30	70	245	0.27	566	1.56	363	112	161
12:30 - 12:45	106	305	0.36	551	1.14	483	106	189
12:45 - 13:00	50	243	0.20	430	1.58	272	113	127
13:00 - 13:15	69	246	0.28	419	1.10	380	92	96
13:15 - 13:30	77	270	0.28	440	1.15	383	103	127
13:30 - 13:45	73	224	0.32	411	0.95	433	74	91
13:45 - 14:00	56	237	0.23	559	1.81	309	120	92
14:00 - 14:15	60	218	0.27	529	1.43	371	94	103
14:15 - 14:30	62	245	0.25	542	1.59	340	114	96
14:30 - 14:45	66	209	0.31	445	1.05	423	73	89
14:45 - 15:00	81	264	0.31	461	1.11	414	96	173
15:00 - 15:15	85	282	0.30	442	1.08	407	102	156
15:15 - 15:30	70	317	0.22	597	2.01	296	172	154
15:30 - 15:45	69	303	0.23	579	1.86	312	156	197
15:45 - 16:00	109	288	0.39	430	0.81	533	77	113
16:00 - 16:15	70	298	0.24	513	1.61	319	140	281
16:15 - 16:30	83	251	0.33	553	1.24	445	95	233
16:30 - 16:45	83	246	0.33	643	1.45	443	106	179
16:45 - 17:00	69	234	0.29	605	1.54	394	106	195
17:00 - 17:15	77	323	0.24	634	1.97	322	176	167
17:15 - 17:30	76	349	0.22	773	2.62	295	248	177
17:30 - 17:45	83	332	0.25	768	2.27	338	215	147

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ความล่าช้าจากสนามและแบบจำลอง ด้านถนน

เพชรบุรีตัดใหม่ (ต่อ)

KLONGTON INTERSECTION

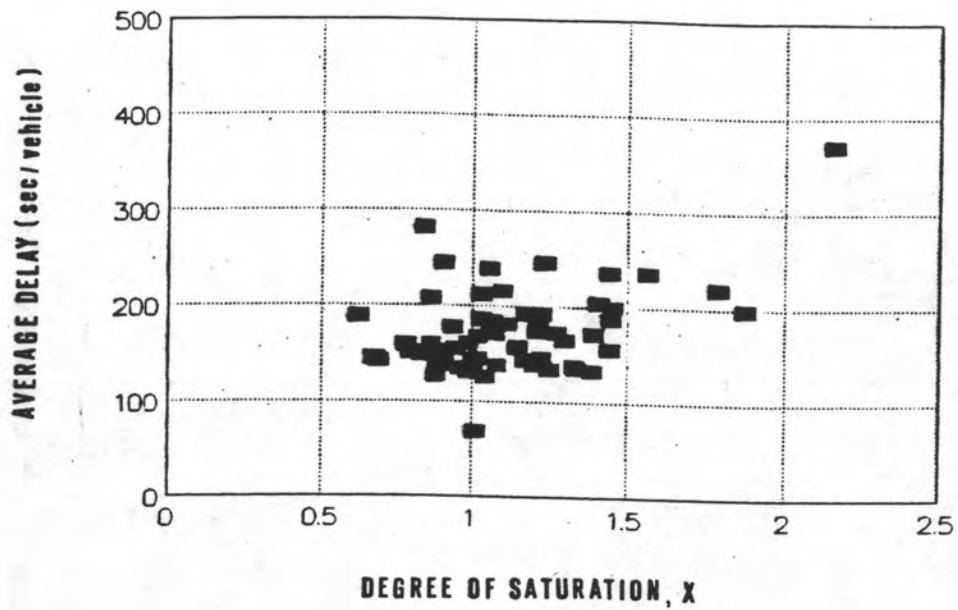
APPROACH D

DATE 19/01/89

TIME	GREEN TIME g (sec.)	CYCLE TIME C (sec.)	g/C RATIO	ARRIVAL q (pcu.)	DEGREE OF SAT. X	CAPACITY c (pcu.)	WEBSTER'S uniform & random (sec.)	FIELD'S OBSERVE (sec.)
17:45 - 18:00	85	325	0.27	770	2.13	361	202	176
18:00 - 18:15	78	346	0.23	729	2.36	309	223	160
18:15 - 18:30	89	345	0.29	702	1.81	387	182	211
18:30 - 18:45	77	323	0.24	510	1.54	330	147	189
18:45 - 19:00	81	293	0.28	609	1.64	372	140	218
19:00 - 19:15	68	315	0.21	428	1.48	289	142	184
19:15 - 19:30	90	282	0.32	425	0.99	429	96	216
19:30 - 19:45	101	279	0.36	497	1.03	483	91	195
19:45 - 20:00	101	314	0.32	519	1.20	434	117	232
20:00 - 20:15	77	296	0.26	509	1.44	352	129	132
20:15 - 20:30	78	307	0.26	497	1.42	351	133	156
20:30 - 20:45	83	233	0.36	627	1.31	479	90	135
20:45 - 21:00	82	233	0.36	313	0.65	479	63	79
AVERAGE	80	312	0.26	477	1.37	358	136	196

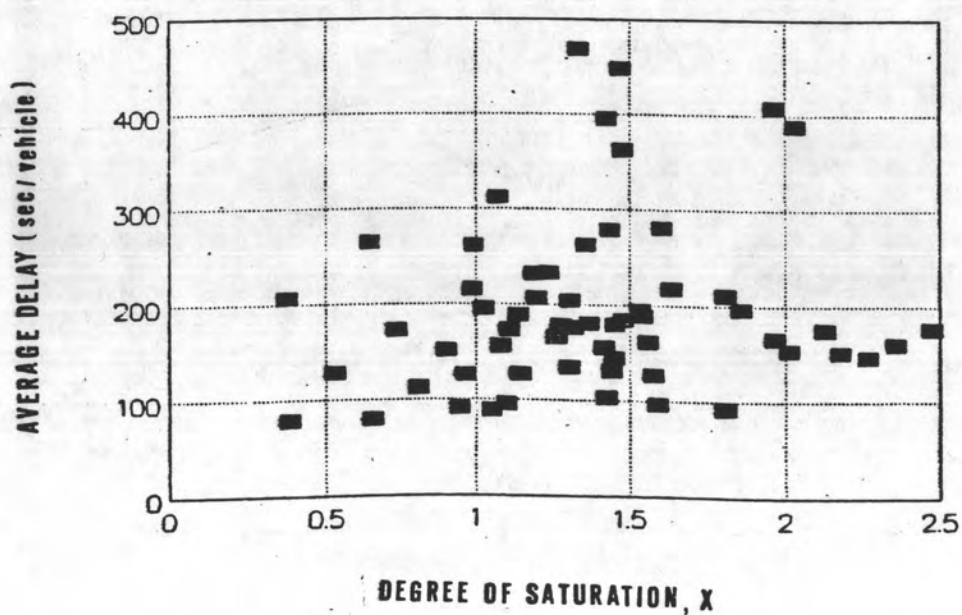
รูปที่ ข.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระดับความ
อึดตัวของปริมาณการจราจร ด้านถนนรามคำแหง

LIGHT & HEAVY VEHICLE

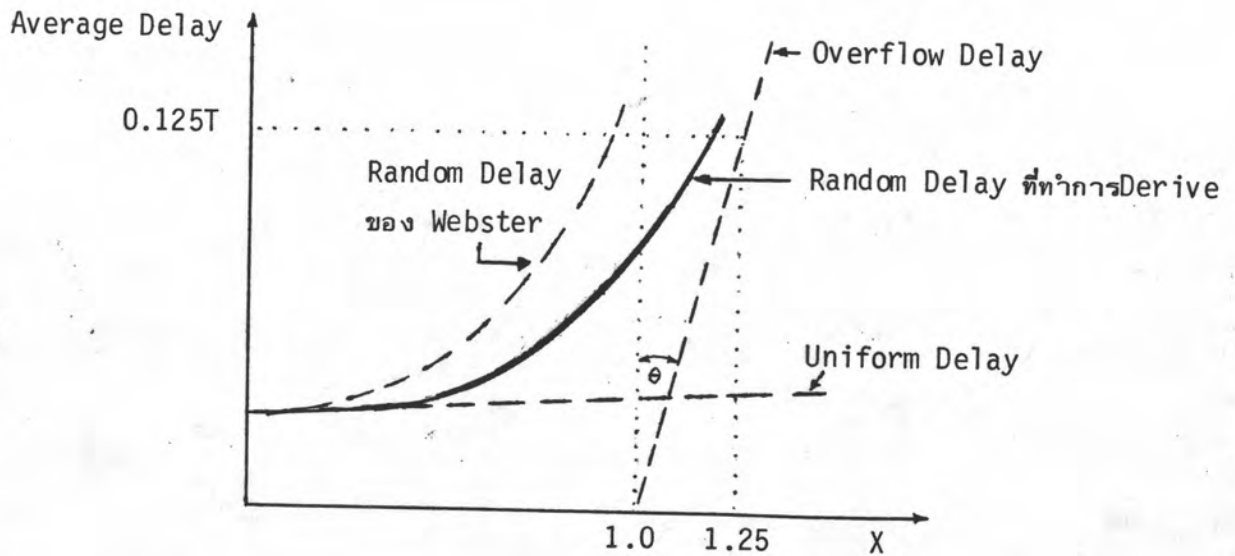


รูปที่ ข.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระดับความ
อึดตัวของปริมาณการจราจร ด้านถนนเพชรบุรีตัดใหม่

LIGHT & HEAVY VEHICLE



การทดลองสร้างสมการ Random Delay จากแบบจำลองเดิม



$$\text{Uniform Delay (UD)} = \frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda X)}$$

$$\text{Overflow Delay (OD)} = T/2(q/\lambda S - 1)$$

สมการ random delay ของ Webster :

$$d = \frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda X)} + \frac{X^2}{2q(1-X)} - 0.65(C/q^2)^{1/2} X^{(2+\epsilon)}$$

ในการ derive สมการ Random Delay (เส้นทึบ) มีข้อสมมุติฐานที่ว่าเส้นกราฟใหม่จะอยู่ห่างจากเส้นสมการ OD เท่ากันกับเส้นกราฟเดิมที่อยู่ห่างจากเส้น $X = 1$ โดยที่สมการของกราฟเส้นใหม่จะเป็นสมการที่มีค่า X เพิ่มขึ้นขณะที่ค่า d คงเดิม

คำนวณค่า จาก $\tan \theta = t/d$

พิจารณาที่ $X = 1.25$: $OD = T/2(1.25-1) = 0.125T$

แทนค่า T, d จะได้ $\tan \theta = \frac{0.25}{0.125(nC)} = 2/nC$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} 2/nC$$

ดังนั้น $t = d \tan \theta = d \tan(\tan^{-1} 2/nC)$
 $= 2d/nC$

โดยที่ t จะเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นของ X ซึ่งจะแตกต่างกันไปขึ้นกับค่า d
 จากสมการ Random Delay ของ Webster เราจะพิจารณา
 เฉพาะ 2 เทอมแรกโดยตัด Correction term ทั้งเพื่อสะดวกในการจัดรูป
 สมการ

$$d = \frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-X)} + \frac{X^2}{2q(1-X)}$$

$$d = \frac{Cq(1-\lambda)^2 + X^2}{2q(1-X)}$$

$$1-X = \frac{Cq(1-\lambda)^2 + X^2}{2dq}$$

$$1-X = \frac{Cq(1-\lambda)^2}{2dq} + \frac{(q/\lambda S)^2}{2dq}$$

$$1-X = \frac{C(1-\lambda)^2}{2d} + \frac{X}{2d\lambda S}$$

$$\frac{X}{2d\lambda S} + X = 1 - \frac{C(1-\lambda)^2}{2d}$$

$$X \left(\frac{1}{2d\lambda S} + 1 \right) = 1 - \frac{C(1-\lambda)^2}{2d}$$

$$X \left(\frac{1+2d\lambda S}{2d\lambda S} \right) = 1 - \frac{C(1-\lambda)^2}{2d}$$

$$X = \frac{2d\lambda S [1 - C(1-\lambda)^2]}{1+2d\lambda S} \cdot \frac{1}{2d}$$

$$X = \frac{\lambda S [2d - C(1-\lambda)^2]}{1+2d\lambda S}$$

สมการ Random Delay (เส้นทึบ) จะเท่ากับ

$$X = \frac{\lambda S [2d - C(1-\lambda)^2]}{1+2d\lambda S} + 2d/nC \dots \dots \dots *$$

จัดรูปสมการใหม่ให้เป็น d อยู่ในเทอมของ X

$$X = \frac{nC\lambda S [2d - C(1-\lambda)^2] + 2d(1+2d\lambda S)}{nC(1+2d\lambda S)}$$

$$XnC + 2d\lambda SX = nC\lambda S [2d - C(1-\lambda)^2] + 2d(1+2d\lambda S)$$

$$XnC + 2dq = 2nC\lambda Sd - nC^2\lambda S(1-\lambda)^2 + 2d + 4d^2\lambda S$$

$$4d^2\lambda S + 2d - 2dq + 2nC\lambda Sd = XnC + nC^2\lambda S(1-\lambda)^2$$

$$(4\lambda S)d^2 + (2 - 2q + 2nC\lambda S)d - [Xnc + nC^2\lambda S(1-\lambda)^2] = 0$$

ซึ่งอยู่ในรูปของ $AX^2 + BX + C$ โดย

$$A = 4\lambda S$$

$$B = 2 - 2q + 2nC\lambda S$$

$$C = -[Xnc + nC^2\lambda S(1-\lambda)^2]$$

ดังนั้น

$$d = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

ซึ่งจะได้ค่า Delay ออกมา 2 ค่า

ภาคผนวก ค

การปรับค่า Demand Flow เพื่อใช้ใน TRANSYT

การปรับค่า Demand Flow เพื่อใช้ใน TRANSYT

การใช้โปรแกรม TRANSYT ในการคำนวณหาจังหวะเวลาสัญญาณไฟจราจรของทางแยกต่างๆ โดยมีการประสานสัมพันธ์สัญญาณไฟระหว่างทางแยก เหล่านั้นด้วย ต้องอาศัยข้อมูลหลายๆ อย่างเพื่อป้อนให้กับโปรแกรม ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้มีความสำคัญและจะต้องมีความถูกต้องใกล้เคียงกับสภาพจริงเพื่อที่ผลลัพธ์ที่ได้ จะออกมาดีที่สุดในข้อมูลหนึ่งที่สำคัญมากก็คือ ข้อมูลปริมาณการจราจร (Demand Flow)

แต่เนื่องจากข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจมีไม่ครบทุก Link และไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลในวันเดียวกัน ถ้าใช้เป็นข้อมูลป้อนให้โปรแกรมจะมีปัญหายุ่งยากในการทำให้ปริมาณการจราจรที่เข้า-ออก แต่ละทางแยก สมดุล (Balance Flow)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จากการจัดทำ Traffic Assignment โดยจะมีการปรับแก้ค่าปริมาณการจราจรให้ใกล้เคียงกับสภาพจริงยิ่งขึ้น

การปรับแก้ค่าปริมาณการจราจรทำได้โดยการสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จาก Assignment กับข้อมูลปริมาณการจราจรจริง ซึ่งในที่นี้จะแบ่งข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จาก Assignment ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มข้อมูลที่ปริมาณการจราจรจาก Assignment มากกว่าข้อมูลปริมาณการจราจรจริง
2. กลุ่มข้อมูลที่ปริมาณการจราจรจาก Assignment น้อยกว่าข้อมูลปริมาณการจราจรจริง

รูป ค.1 - ค.2 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลทั้งสองกลุ่ม ตามลำดับ

การสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองกลุ่ม ทำโดยใช้
วิธี Regression Analysis ซึ่งจะให้ผลออกมาในรูปของสมการเส้นตรง
 $Y = aX + b$ ดังต่อไปนี้

กำหนดให้ $Y =$ ข้อมูลปริมาณการจราจรจาก Assignment

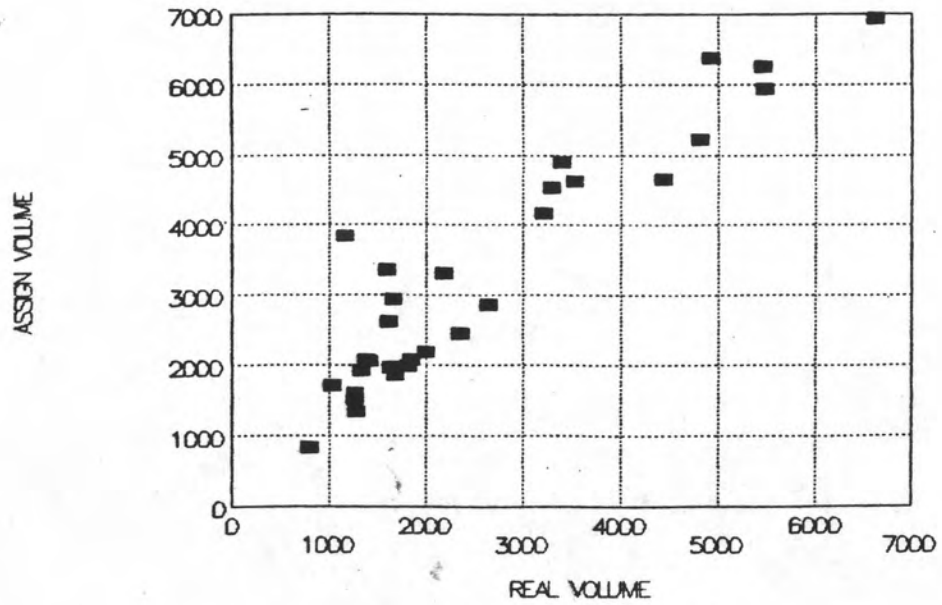
$X =$ ข้อมูลปริมาณการจราจรจริง

กลุ่มที่ 1 : $Y = 1.0553912 X + 587.2887$

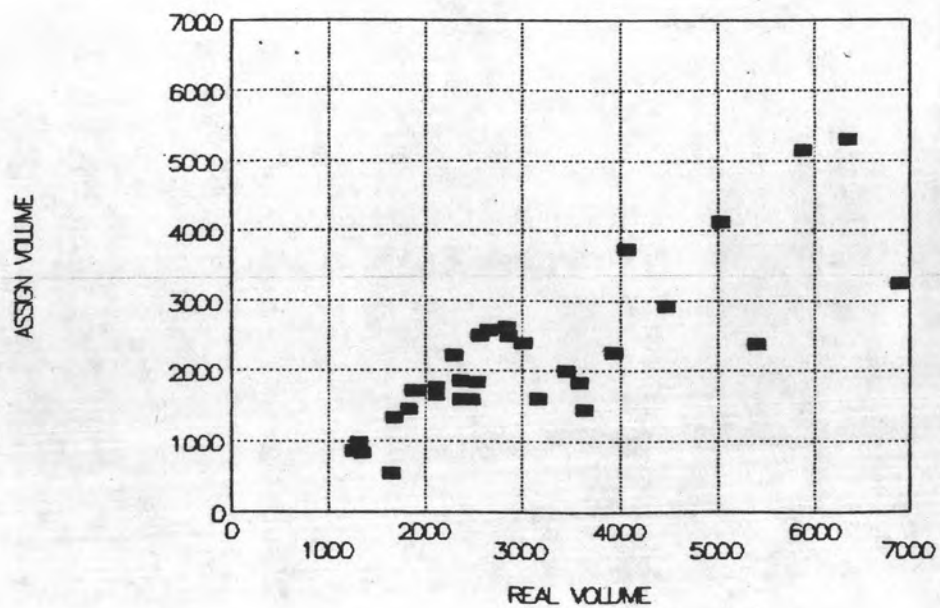
และกลุ่มที่ 2 : $Y = 0.663954 X + 173.1052$

ผลของการทำ Regression Analysis พร้อมทั้งค่าทางสถิติของ
ทั้ง 2 กรณี แสดงดังตาราง ค.1 - ค.2 ตามลำดับ

จากสมการความสัมพันธ์ทั้ง 2 กรณีดังกล่าว นำค่าปริมาณการจราจร
จาก Assignment ของแต่ละ Links มาแทนค่าลงในสมการตามแต่กรณีโดย
การเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการจราจรจริง ก็จะได้ข้อมูลปริมาณการจราจร
(Demand Flow) ที่จะใช้ป้อนให้กับโปรแกรม TRANSYT ต่อไป



รูปที่ ค.1 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลที่ปริมาณการจราจรจาก Assignment มากกว่าข้อมูลปริมาณการจราจรจริง



รูปที่ ค.2 แสดงรายละเอียดของกลุ่มข้อมูลที่ปริมาณการจราจรจาก Assignment น้อยกว่าข้อมูลปริมาณการจราจรจริง

ตารางที่ ค.1 ผลของการทำ Regression Analysis
ของข้อมูลกลุ่มที่ 1

Regression: ASSIGN (PgDn for fitted values and residuals)

	Constant	REAL		
Coefficients	587.2887	1.053912		
Std Err Coef		0.072345		
t-Ratios		14.56772		
Beta-Weights		0.939914		
Std Err of Regression	616.0911		Regression SS	80551491
R Square	0.883439		Residual SS	10627912
Adjusted Coef of Det	0.879276		F-Ratio	212.2186
Number of Observations		30	Degrees of	
Degrees of Freedom		28	Freedom	(1,28)

ตารางที่ ค.2 ผลของการทำ Regression Analysis
ของข้อมูลกลุ่มที่ 2

Regression: ASSIGN (PgDn for fitted values and residuals)

	Constant	REAL		
Coefficients	173.1052	0.663954		
Std Err Coef		0.073861		
t-Ratios		8.989214		
Beta-Weights		0.850137		
Std Err of Regression	656.4068		Regression SS	34816865
R Square	0.722733		Residual SS	13356968
Adjusted Coef of Det	0.713789		F-Ratio	80.80597
Number of Observations		33	Degrees of	
Degrees of Freedom		31	Freedom	(1,31)



ประวัติผู้เขียน

นาย สมชาย ศิริวรนิทก์ เกิดเมื่อ 17 กันยายน พ.ศ. 2507
ที่อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโยธา จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อ
พ.ศ. 2530

ที่อยู่ถาวร : 1061-2 ถนนตลาดชัย อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
40130