

## บทที่ 5

การวิเคราะห์แบบจำลองรูปแบบการเดินทางชนิดสลับเบียดกัน

แบบจำลองรูปแบบการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยจะแบ่งการเดินทางที่เกิดขึ้นโดยรถส่วนตัวและรถขนส่งมวลชน (รถเมล์) ในระหว่างพื้นที่ย่อยนั้น ๆ ออกเป็นสัดส่วนกัน แบบจำลองรูปแบบการเดินทางที่นำมาใช้ในงานวิจัยส่วนนี้มีความสัมพันธ์กับเวลาที่แสดงอยู่ในหน่วยของราคาที่เกิดขึ้น เนื่องจากการเดินทางในการเดินทางแต่ละชนิดและค่าคงที่ (Modal Handicap) ซึ่ง Modal Handicap นี้จะเป็นค่าที่ได้จากการสำรวจสอบถาม (Home Interview) เพื่อให้สมการความสัมพันธ์นี้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงสามารถแทนพฤติกรรมในการเดินทางได้อย่างแม่นยำ

การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

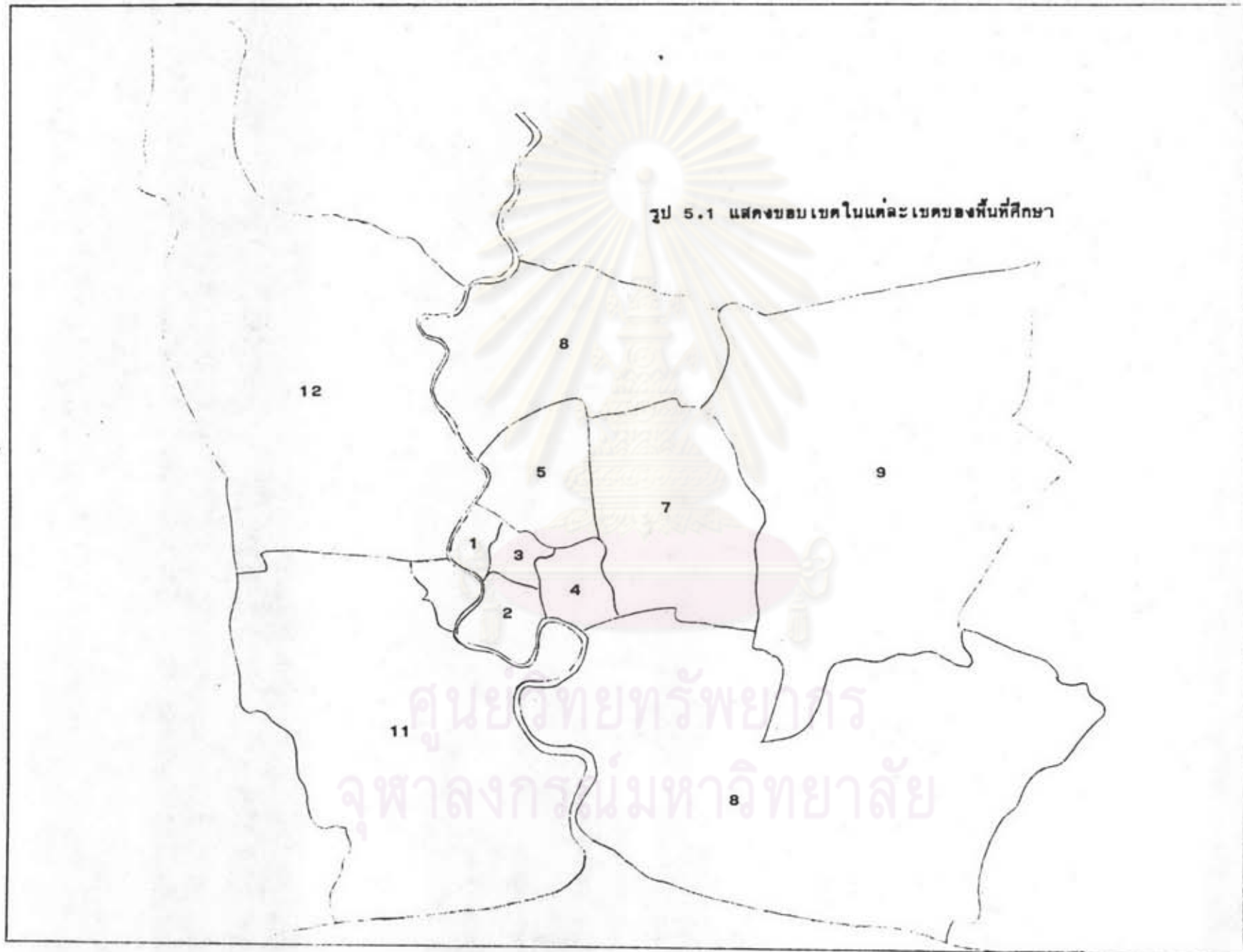
1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน
2. การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง

### 5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นการหาข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลองเพื่อที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองต่อไป

#### 5.1.1 การแบ่งเขตพื้นที่ศึกษาให้เหมาะสมสำหรับการวิจัย

เนื่องจากในการวิเคราะห์แบบจำลองรูปแบบการเดินทางแบบนี้ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนของการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย หรือตารางการเดินทางนั่นเอง ตารางการเดินทางที่จะนำมาวิเคราะห์จะใช้ตารางการเดินทางที่เป็นผลมาจากการศึกษาความเหมาะสมของระบบทางด่วนขั้นที่ 2 ในกรุงเทพมหานคร (SES) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการรวมพื้นที่ย่อยทั้ง 68 นั้น เป็นเขตทั้งหมด 12 เขต แล้วแต่ความเหมาะสมว่าในเขตจะมีพื้นที่ย่อยอะไรบ้างดังรายละเอียดในตารางที่ 5.1



รูป 5.1 แสดงขอบเขตในแต่ละเขตของพื้นที่ศึกษา

ในการรวมพื้นที่ย่อยทั้ง 68 พื้นที่ย่อย เป็นเขต 12 เขตนั้น เนื่องจากในการศึกษา ต้องการพิจารณาพฤติกรรมการเดินทางในแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบจากการเดินทางโดยการใช้ระบบขนส่งมวลชน และจำนวนการเดินทางรถส่วนตัวเท่าไร และในแต่ละกลุ่มที่มีการเดินทาง คิดต่อกันจะมีเส้นทางหลักเพียง 1 หรือ 2 เส้นทาง ที่มีความสำคัญในการเดินทาง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการรวบรวมพื้นที่ย่อยทั้ง 68 เป็นเขตทั้งหมด 12 เขต ก็เพื่อความสะดวกในการเรียบเรียงและวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 5.1 แสดงการแบ่งเขตในพื้นที่ศึกษา

เขต	พื้นที่ย่อย
1	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	16, 17, 18, 19, 20, 21
3	9, 10, 11, 13, 14, 15
4	22, 32, 33, 34, 35, 36
5	7, 8, 12, 23, 24
6	25, 26, 65, 67
7	27, 28, 29, 30, 31, 37, 40
8	38, 39, 58, 59, 60, 62
9	41, 42, 43, 61
10	46, 47, 48, 49, 50, 51
11	52, 53, 54, 56, 57
12	44, 45, 55, 63, 64, 66, 68

## 5.1.2 การหาค่าของเวลา

จากรายงานการศึกษาความเหมาะสมของระบบทางด่วนขั้นที่ 2 (SES) ปี 2526  
ตั้งในภาคผนวก ข พบว่าค่าเฉลี่ยรายได้คือครอบครัวและค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ทำเสียงชีพต่อ  
ครอบครัวดังต่อไปนี้

	เดือน (บาท)	ปี (บาท)	จำนวนคนที่ทำเสียงชีพ
ผู้ที่มีรถ	14,138	169,700	3.0
ผู้ที่มีมอเตอร์ไซด์	6,331	76,000	3.1
ไม่มีรถ	5,583	67,000	2.8

## ตารางที่ 5.2 การหาค่าของเวลา

	มีรถ	มีมอเตอร์ไซด์	ไม่มี
รายได้/ครอบครัว/ปี	169700	7600	67000
ผู้ทำเสียงชีพ/ครอบครัว	3.0	3.1	2.8
ชั่วโมงทำงาน/ปี	2000	2600	2600
ก) รายได้/ชั่วโมงทำงาน	28.28	9.43	9.20
ข) เวลาที่ไม่ได้จ่าย (25%ของก)	7.07	2.36	2.30
ค) เวลาของนักเรียน (33%ของข)	2.33	7.78	0.76
ง) เพื่อทำงานและธุรกิจ	34.6%	43.9%	24.4%
จ) อื่น ๆ	52.3%	50.6%	55.1%
ฉ) ไปโรงเรียน	13.1%	5.5%	20.5%
ก) x ง)	9.78	4.14	2.24
ข) x จ)	3.70	1.19	1.27
ค) x ฉ)	0.31	0.04	0.16
เฉลี่ยบาท/ชั่วโมง	13.79	5.37	3.67



### 5.1.3 จำนวนการเดินทางโดยรถแต่ละชนิด

หาได้จากตารางการเดินทางที่ได้มาจากการศึกษาความเหมาะสมของระบบ  
ทางด่วนขั้นที่ 2 (SES) โดยการนำเอาการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยรวมกันเป็นเขต ซึ่งได้  
ถูกแบ่งไว้ดังในตารางที่ 5.1 ทำให้ได้จำนวนการเดินทางระหว่างเขตแต่ละเขตดังในตาราง  
5.3 ดังต่อไปนี้

ตาราง 5.3 แสดงจำนวนการเดินทางโดยรถส่วนตัวและรถประจำทางในแต่ละเขตต่อวัน

DISTRICT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	427965	98011	132207	37128	182585	56496	27063	31634	3947	77460	46798	75146
2	98000	378439	104607	50421	52950	23551	18306	40273	2368	48054	43818	27375
3	132175	104860	231990	62244	139215	37333	36536	39461	5997	38277	25383	33247
4	37125	50363	62169	120594	38585	12370	33537	34003	3647	7241	6627	11205
5	182553	52868	139326	38772	216908	30727	30249	12617	1419	17191	12131	25826
6	36502	25548	37333	12382	31208	95580	3899	7685	2694	3668	3581	17374
7	27068	16427	36532	33536	30295	3758	49320	6445	5505	5735	5628	9790
8	30671	40253	39463	33861	12619	7691	6395	186019	16605	2325	19778	14603
9	3925	2369	6009	3654	1418	2694	5459	10690	85858	816	1670	4187
10	77463	48056	36426	7212	17189	3668	5819	2340	842	105962	29596	27313
11	46833	43685	25379	6624	12112	3577	5676	19084	1669	29596	354052	22299
12	75131	27389	34001	11230	25079	17374	9787	5085	4188	27331	20236	176667
TOTAL	1193411	888468	887502	417658	760163	294819	232046	395336	134739	363656	569298	445035

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 5.2 การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง

การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะหาค่าตัวแปร และค่าตัวคงที่ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งสมการที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองนี้คือ

$$\frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2} = \frac{\exp(-\beta c_{ij}^1)}{\exp\{-\beta(c_{ij}^2 + \sigma_{ij})\}} \quad \dots\dots\dots (5.1)$$

- เมื่อ
- $T_{ij}^1$  = จำนวนการเดินทางระหว่างพื้นที่  $i$  และ  $j$  ที่เกิดขึ้นโดยรถส่วนตัว
  - $T_{ij}^2$  = จำนวนการเดินทางระหว่างพื้นที่  $i$  และ  $j$  ที่เกิดขึ้นโดยรถเมล์
  - $C_{ij}$  = เวลาในการเดินทางจากพื้นที่  $i$  ไป  $j$  โดยรถส่วนตัวในหน่วยนาที
  - $C_{ij}^2$  = เวลาในการเดินทางจากพื้นที่  $i$  ไป  $j$  โดยรถเมล์ในหน่วยนาที
  - $\beta$  = ค่าคงที่
  - $\sigma$  = ค่าคงที่ที่เป็นอุปสรรคในการเดินทางโดยรถเมล์ (Modal Handicap)

ราคาสำหรับการเดินทางโดยรถส่วนตัว

$$C_{ij}^1 = t_{ij} + \frac{OC}{VOT} d_{ij}$$

- เมื่อ
- $t_{ij}$  = ระยะเวลาในการเดินทางจากจุดเริ่มต้น  $i$  ไปยังปลายทาง  $j$  (นาที)
  - $d_{ij}$  = ระยะทางจากจุดเริ่มต้น  $i$  ไปยังปลายทาง  $j$  (กม.)
  - $OC$  = ค่าใช้จ่ายในการใช้รถส่วนตัว (บาท/กม.)
  - $VOT$  = ค่าของเวลา (บาท/นาที)

ราคาสำหรับการเดินทางโดยรถเมล์

$$C_{ij}^2 = t_{ij} + aW1_{ij} + bW2_{ij} + \frac{F_{ij}}{VOT}$$

- เมื่อ
- $t_{ij}$  = ระยะเวลาในการเดินทางจากจุดเริ่มต้น  $i$  ไปยังปลายทาง  $j$  (นาที)
  - $W1_{ij}$  = เวลาในการเดิน (นาที)

$w_{2ij}$  = เวลาในการรอคอย (นาที)

$F_{ij}$  = ค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้น ไปยังปลายทาง (บาท)

$a$  = ค่าของเวลาในการเดิน ซึ่งสัมพันธ์กับเวลาในการเดินทาง

$b$  = ค่าของเวลาในการรอคอย ซึ่งสัมพันธ์กับเวลาในการเดินทาง

VOT = ค่าของเวลา (บาท/นาที)

### 5.2.1 การหาค่า $\beta$ และ $\sigma$

การวิเคราะห์ในส่วนนี้จะเป็นการนำเอาสมการข้างต้นมาใช้ในการหาค่าคงที่  $\beta$  และค่า  $\sigma$  ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\log_e \left( \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2} \right) = \beta (C_{ij}^2 - C_{ij}^1) + \sigma \quad \dots \dots \dots (5.2)$$

จากสมการ (5.2) ในการที่จะหาค่า  $\beta$  และ  $\sigma$  นั้นจะสังเกตเห็นว่า ถ้าให้ค่า

$$\log_e \left( \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2} \right) = 0 \quad \text{นั่นคือ } T_{ij}^1 = T_{ij}^2 \quad \text{จะสามารถหาค่า } \sigma \text{ ได้ คือ}$$

$$\sigma = C_{ij}^1 - C_{ij}^2 \quad \quad \quad T_{ij}^1 = T_{ij}^2$$

ค่าความลาดชัน (Slope) ของสมการ (5.2) นี้จะเป็นค่า  $\beta$  ซึ่งก็คือ ค่าของ  $\log_e \left( \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2} \right)$  ต่อค่าเฉลี่ยของราคาในการเดินทางที่แตกต่างกัน

จากรูป 5.2 แสดงกราฟของความสัมพันธ์แบบจำลองรูปแบบการเดินทาง โดยในแกนตั้งจะอยู่ในสเกล logarithmic ซึ่งแสดงค่าร้อยละของ  $\frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2}$  ส่วนแกนนอนจะอยู่ใน

สเกลธรรมดา ซึ่งแสดงค่าราคาที่แตกต่างกันในหน่วยเวลา ดังนั้น

$$\beta = 0.00226$$

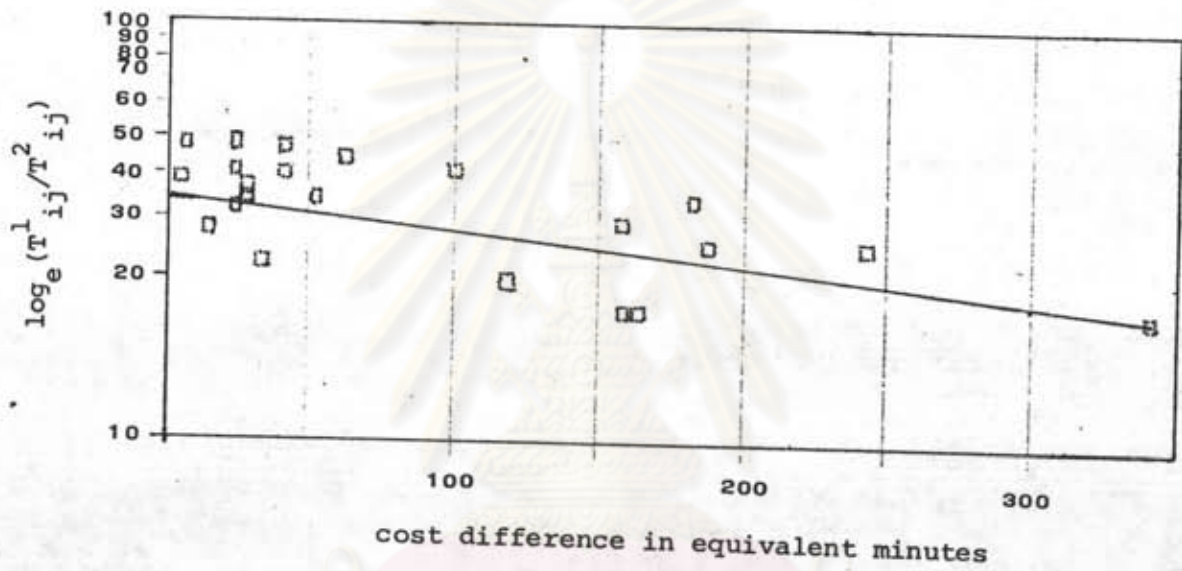
$$\sigma = 1542.957$$



$$\log_e \frac{T_{ij}^1}{T_{ij}^2} = \beta(C_{ij}^2 - C_{ij}^1 + \sigma)$$

$$\beta = 0.00226$$

$$\sigma = 1542.957$$



รูป 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของชนิดการเดินทางกับราคาที่แตกต่างกัน  
ที่แสดงอยู่ในหน่วยเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 5.2.2 ราคาเฉลี่ยในการเดินทางระหว่าง A กับ เขต B

สามารถหาได้โดยการคำนวณจากเมตริกของราคาในระหว่างพื้นที่ย่อยโดยการ Weighting ในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยจำนวนของการเกิดการเดินทาง

$$C_{AB}^k = \frac{\sum_{j \in B} C_{ij}^k T_{ij}^k}{\sum_{j \in B} T_{ij}^k}$$

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยของราคาในการเดินทาง (มีหน่วยเป็นบาท) ของแต่ละชนิด ในแต่ละเขตทั้ง 12 แล้ว เราก็จะทำการวิเคราะห์เพื่อที่จะหาจำนวนร้อยละในการเดินทางแต่ละชนิดต่อไป ดังตาราง 5.4 แสดงอัตราส่วนของชนิดในการเดินทางในแต่ละเขต ( $T_{ij}^1 / T_{ij}^2$ ) ตาราง 5.5 แสดงจำนวนการเดินทางของรถส่วนตัวในแต่ละเขต ตาราง 5.6 แสดงจำนวนการเดินทางโดยรถเมล์ในแต่ละเขต

ตารางที่ 5.4 แสดงอัตราส่วนของชนิดในการเดินทางในแต่ละเขต

DISTRICT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		0.33	0.34	0.33	0.31	0.26	0.27	0.24	0.24	0.31	0.30	0.30
2	0.32		0.32	0.31	0.29	0.24	0.26	0.25	0.22	0.34	0.30	0.25
3	0.33	0.32		0.33	0.32	0.26	0.29	0.24	0.23	0.32	0.29	0.29
4	0.33	0.31	0.33		0.29	0.24	0.29	0.25	0.25	0.31	0.28	0.25
5	0.31	0.29	0.33	0.29		0.26	0.29	0.22	0.20	0.29	0.23	0.25
6	0.26	0.24	0.26	0.24	0.27		0.26	0.19	0.21	0.23	0.19	0.25
7	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.26		0.24	0.26	0.22	0.22	0.26
8	0.24	0.25	0.25	0.25	0.22	0.19	0.24		0.22	0.22	0.19	0.19
9	0.24	0.22	0.23	0.25	0.20	0.21	0.26	0.21		0.18	0.17	0.20
10	0.31	0.32	0.32	0.31	0.29	0.23	0.22	0.22	0.18		0.31	0.27
11	0.30	0.30	0.29	0.28	0.25	0.19	0.22	0.19	0.17	0.31		0.26
12	0.30	0.25	0.29	0.25	0.31	0.25	0.26	0.19	0.19	0.26	0.26	

ตาราง 5.5 แสดงจำนวนการเดินทางของรถส่วนตัวในแต่ละเขต

DISTRICT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		24371	33566	9259	43419	11596	5753	6142	761	18181	10755	17452
2	24022		25318	11971	11750	4540	3783	8085	426	12173	10140	5397
3	32707	25267		15299	33962	7592	8292	7733	1130	9258	5733	7401
4	9209	11939	15260		8761	2391	7542	6270	718	1712	1453	2215
5	43412	11714	34384	8766		6665	6715	2301	232	3887	2284	6041
6	11574	4540	7596	2371	6710		810	1212	465	683	584	3521
7	5899	3979	8210	7541	6566	781		1257	1145	1051	1021	2000
8	5872	8084	7782	6822	2302	1213	1254		2947	413	3179	2357
9	754	428	1143	719	232	465	1135	1889		126	239	712
10	18181	11557	9286	1704	3886	658	1068	420	130		6957	6017
11	10708	10155	5728	1452	2200	583	1034	3068	239	6963		4635
12	17439	5400	7620	2210	5856	3521	7000	621	660	6022	4206	
TOTAL	179777	117435	156032	68115	125716	40040	39387	39819	6874	60469	46552	57749

ตาราง 5.6 แสดงจำนวนการเดินทางโดยรถประจำทางในแต่ละเขต

DISTRICT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		73640	98621	27869	139166	44900	21310	25492	3186	59279	36043	57654
2	73978		75289	38450	41220	19011	14523	32187	1942	35861	33678	21981
3	99468	79593		46945	165253	29735	28244	31708	4867	29019	19650	25646
4	27916	38424	46889		29824	9979	25995	27133	2929	5529	5174	8990
5	139141	41154	105002	30006		24062	23534	10316	1187	13304	9847	19785
6	44928	19008	29637	10011	24498		3089	6473	2229	2965	2997	13853
7	21169	14448	28322	25995	23729	2977		5188	4360	4684	4607	7790
8	24799	32169	31681	27039	10317	6478	5141		13656	1912	16599	12246
9	3171	1941	4866	2935	1166	2229	4324	6801		690	1431	3475
10	59282	36499	29140	5508	13303	2980	4751	1920	712		22639	21296
11	36125	33730	19651	5172	5332	2594	4642	16016	1430	22633		17684
12	57693	21989	26381	9020	19213	13853	7787	4264	3506	21309	16030	
TOTAL	587669	392594	499480	228949	417539	159199	143339	165498	40307	197225	165694	210619