บทที่ 4

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์สร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางกับตัวแปรที่ทำให้เกิดการเดินทางซึ่งได้แก่ สภาพเศรษฐกิจและสังคม เช่น รายได้ ประชากร การเป็นเจ้าของรถยนต์ เป็นต้น การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง เน้นการดำเนินการเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล การตรวจสอบสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมการเดินทางของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การพิจารณาจัดหาปัจจัยของการเกิดการเดินทาง และ การสร้างแบบจำลอง

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง จะเป็นข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิและปฐมภูมิที่เก็บรวบรวมตามวิธีที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ซึ่งมีข้อมูลที่จะวิเคราะห์เป็นจำนวนมากจึงได้ใช้คอมพิวเตอร์ (Micro Computer) โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทน โปรแกรมสำเร็จรูปโลตัส และดีเบสทรีพลัส ช่วยในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองมีความสำคัญมาก เนื่องจากพยากรณ์จะมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองเป็นส่วนสำคัญที่สุด การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ จะจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การวิเคราะห์ข้อมูลปีฐาน (Base Year) และการวิเคราะห์ข้อมูลปีอนาคต (Forecasting Year)

4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในปีฐาน 2529

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ เพื่อคำนวณหาตัวแปรที่จะนำไปใช้ในแบบจำลอง ผลของการวิเคราะห์ ดังแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม ปี พ.ศ. 2529

(Socio-Economic Data Base Year 2529)

x 1000

Zone	Area (Sq.Km)	Population	Employment	Student	Average Zonal Income	Car	M/C	Trip	
								Production	Attration
1	1.54	11.200	17.000	16.900	14.667	0.668	0.480	27.024	250.960
2	3.32	75.300	85.800	26.200	7.271	0.519	0.993	110.228	336.417
3	1.23	63.500	25.950	8.190	7.046	0.253	0.485	78.317	82.502
4	2.80	200.000	132.250	22.310	11.779	12.293	38.935	426.542	554.106
5	2.61	163.600	23.200	20.800	8.979	1.822	3.490	100.815	188.189
6	2.51	84.800	12.100	11.700	4.542	0.243	0.466	51.655	176.430
7	3.05	65.200	24.100	8.700	16.167	3.710	1.672	54.016	79.372
8	2.27	43.500	16.100	6.400	10.677	1.446	1.846	33.598	48.648
9	3.19	270.800	52.300	17.800	14.341	11.876	8.379	282.949	267.319
10	2.46	51.000	43.000	7.700	13.340	2.826	3.607	62.416	325.201
11	2.65	77.300	50.100	9.300	15.909	5.290	6.399	100.208	367.825
12	2.66	102.400	24.900	23.400	18.938	11.540	7.735	155.638	249.274
13	3.06	27.200	63.200	8.200	6.488	1.914	1.309	38.576	171.400
14	2.63	56.200	39.100	13.400	11.037	7.338	23.420	165.274	250.937
15	2.91	84.900	59.100	18.500	6.403	10.982	20.223	262.306	389.677
16	5.54	145.900	39.300	25.700	9.327	4.596	8.361	155.733	170.763
17	2.48	43.100	11.600	8.500	23.850	9.537	2.740	64.001	52.272
18	4.09	38.000	18.400	3.200	6.524	2.945	3.525	65.258	34.503
19	8.64	89.700	17.800	14.200	8.552	3.404	13.038	101.200	61.138
20	5.18	56.100	24.700	5.300	6.328	2.858	11.493	88.855	28.953
21	7.21	38.000	16.700	9.600	16.510	6.173	0.985	50.412	37.503
22	3.77	25.300	11.100	4.100	27.896	6.575	0.370	37.615	20.637
23	1.89	26.800	18.000	25.300	11.600	9.432	1.445	56.683	118.403
24	2.78	32.200	21.500	5.000	29.542	9.029	1.673	65.539	69.431
25	3.14	44.600	15.500	2.600	16.461	7.160	3.918	98.401	59.915
26	2.41	17.800	14.600	7.600	27.583	4.976	0.272	28.191	23.528
27	3.33	26.700	9.300	2.400	16.083	2.765	0.883	45.064	14.370
28	3.80	48.300	54.600	8.800	21.114	9.662	1.156	94.533	167.478
29	6.50	74.100	37.700	35.500	5.036	5.073	1.495	124.787	191.135
30	1.84	27.700	20.300	5.500	9.000	0.628	3.306	30.905	67.184
31	1.69	6.200	15.500	2.200	7.094	0.102	0.092	11.461	50.247
32	3.64	14.500	36.300	1.600	14.228	1.154	0.112	17.089	19.903
33	2.67	47.200	16.100	12.400	17.663	10.130	1.492	61.627	76.734
34	2.37	37.800	12.800	6.900	26.950	9.085	0.527	47.139	54.724
35	2.76	47.200	16.100	0.200	24.188	5.754	0.958	48.827	50.934
36	2.14	47.200	16.100	6.600	18.865	7.173	5.088	60.986	44.419
37	5.37	94.900	5.100	16.600	8.365	5.472	8.061	145.587	160.381
38	2.23	48.400	2.600	19.200	35.727	12.405	0.269	82.208	19.739
39	6.01	49.400	2.600	2.000	6.328	0.275	1.295	69.754	42.483
40	3.74	38.400	2.000	7.200	6.521	0.285	3.051	57.660	31.959
41	3.76	87.200	28.900	18.200	17.573	6.439	4.404	93.570	61.535
42	8.01	71.400	23.700	13.400	14.958	2.720	2.232	74.393	49.538
43	4.91	29.800	16.000	0.000	22.542	5.314	2.775	52.186	74.451
44	6.98	49.600	26.700	13.800	21.885	16.537	6.496	91.793	164.809
45	8.59	49.600	26.700	6.500	8.177	1.673	7.209	87.926	82.316
46	12.57	69.500	37.300	21.700	13.203	7.561	1.671	99.613	238.025
47	60.61	161.500	22.500	27.700	12.044	8.868	5.459	210.628	232.526
48	32.01	150.100	55.800	24.200	19.358	29.207	14.383	326.311	153.513

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Zone	Area (Sq.Km)	Population	Employment	Student	Average Zonal Income	Car	M/C	Trip	
								Production	Attration
49	52.35	87.000	20.600	13.700	12.580	9.700	8.492	159.191	61.888
50	31.05	100.200	13.200	12.700	16.962	17.233	4.552	204.464	53.740
51	75.65	157.000	21.700	25.300	11.009	12.301	10.957	181.579	134.834
52	16.45	51.300	44.000	42.500	24.056	13.266	2.117	104.437	469.310
53	17.42	16.500	2.900	1.500	13.990	1.441	0.394	34.688	1.894
54	20.02	98.000	5.600	5.700	16.392	20.527	4.914	167.268	66.362
55	27.34	50.300	3.500	0.000	7.570	2.742	5.907	79.184	42.272
56	18.07	75.300	31.000	24.100	18.327	11.938	5.900	107.921	96.955
57	27.02	32.400	8.900	29.000	6.490	1.457	3.349	48.206	56.615
58	27.29	79.300	32.600	10.800	6.927	3.380	8.631	124.242	138.562
59	123.86	49.400	39.600	7.600	8.625	0.864	6.617	97.368	124.481
60	174.33	63.800	65.900	13.300	9.734	3.235	0.563	84.915	88.331
61	236.26	53.300	19.900	8.600	7.725	3.413	5.310	64.356	29.767
62	2.00	57.100	22.300	8.100	16.047	4.750	3.639	88.620	61.301
63	4.05	84.000	20.100	8.300	18.319	8.836	2.334	132.008	58.246
64	1.62	42.100	17.200	13.500	14.229	2.693	1.875	55.868	100.893
65	3.22	142.100	35.700	13.600	15.442	8.516	6.990	200.209	93.488
66	3.79	88.300	28.100	10.600	22.733	9.127	1.542	138.458	72.270
67	6.18	105.800	25.100	27.600	12.911	12.340	5.317	183.519	143.305
68	10.52	248.400	31.900	34.300	11.742	23.905	15.260	485.999	250.881
69	12.78	146.100	61.400	34.400	14.581	18.289	7.505	238.603	142.733
70	25.91	124.500	83.000	29.300	19.443	17.029	2.609	226.262	124.270
71	16.96	12.200	8.100	0.800	13.417	2.081	1.860	24.861	5.506
72	62.84	195.115	96.535	38.865	15.114	22.693	28.247	386.271	130.499
73	118.32	55.100	27.300	4.600	14.156	5.677	7.766	105.674	45.563
74	40.91	166.385	82.365	34.135	16.162	29.692	6.823	334.766	219.238
75	61.32	100.200	49.600	21.400	15.125	10.745	7.073	202.681	118.753
76	36.71	53.800	10.100	16.000	13.570	4.404	4.600	91.258	34.669
77	42.99	27.500	5.100	2.200	11.313	2.749	4.211	53.465	17.682
78	22.47	66.300	10.400	10.100	7.838	3.831	10.088	129.471	113.025
79	18.39	56.800	8.900	2.300	11.037	3.660	9.347	89.153	104.879
80	100.90	179.100	32.100	1.900	6.687	4.573	10.510	289.531	162.294
81	24.72	66.300	26.900	2.700	10.006	4.759	1.519	98.398	30.518
82	157.92	119.400	92.700	37.300	10.762	2.490	5.451	152.962	247.400
83	263.52	68.500	27.100	7.700	9.686	5.068	3.882	67.899	73.895
84	83.36	17.100	9.900	1.200	6.190	0.556	1.918	21.814	38.910
85	219.00	51.800	29.400	3.300	4.750	2.645	6.512	61.341	40.716
86	12.33	8.000	7.900	1.100	13.104	0.609	0.728	13.185	76.153
87	23.87	23.900	3.700	0.400	10.198	0.435	2.915	38.299	15.790
88	24.44	21.300	3.200	0.000	5.833	0.429	0.821	31.841	9.529
89	40.68	120.500	51.200	24.400	5.805	12.976	10.934	196.388	221.089
90	70.90	138.100	15.900	1.900	7.209	5.405	11.148	277.654	69.148
91	46.13	59.200	27.200	8.400	10.241	6.320	7.060	125.455	95.597
92	404.40	101.900	66.500	2.500	7.229	3.786	16.313	170.332	127.908
93	482.90	108.940	57.500	5.580	9.943	7.504	11.055	166.770	143.196
94	653.28	178.680	94.290	13.670	8.153	5.000	18.465	341.853	250.683
95	391.98	118.080	62.310	9.450	9.886	8.779	4.203	173.032	148.477
Sum	4609.934	7277.500	2902.500	1209.600	1257.905	650.928	547.420	11547.216	11417.221

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลปีอนาคต 2534 และ 2544

การวิเคราะห์ข้อมูลปีอนาคตที่จะนำไปใช้ในแบบจำลอง ในการวิจัยนี้เลือกปีอนาคตโดย คำนึงถึงความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ คือ ปี พ.ศ. 2534 และ 2544 การวิเคราะห์ข้อมูลปีอนาคต จะพิจารณาข้อมูลจากอดีตจนถึงปัจจุบัน และหาความสัมพันธ์เพื่อพยากรณ์ไปยังอนาคต ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

- มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Product)

มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจากปี พ.ศ. 2513-2526 ผลวิเคราะห์สรุปได้ดังแสดงตามตารางที่ 4.2.1 การพยากรณ์ในปีอนาคต โดยใช้ความสัมพันธ์ของ GDP ของประเทศซึ่งสภาพัฒนาฯ ได้กำหนดเป้าหมายไว้กับ GRP ของภาค โดยพิจารณาแนวโน้มที่ผ่านมาในอดีต ผลของการพยากรณ์ปีอนาคต แสดงตามตารางที่ 4.2.2

- ประชากร (Population)

ประชากรในเขตพื้นที่ศึกษา จากช่วงปีพุทธศักราช 2513-2529 วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตเป็นรายจังหวัด ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.3.1 จากความสัมพันธ์ของประชากรในพื้นที่ศึกษากับของประเทศ จะทำให้สามารถพยากรณ์จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาในปีอนาคต ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.3.2

- การจ้างงาน (Employment)

การจ้างงานในพื้นที่ศึกษา จากช่วงปี.พ.ศ. 2513-2523 วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตเป็นรายจังหวัด ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.4.1 และจากการสำรวจแรงงานในปี พ.ศ. 2527 พบว่ามีจำนวนคนงานในแต่ละสาขาอาชีพเป็นรายจังหวัด ดังแสดงตามตารางที่ 4.4.2 การพยากรณ์ในปีอนาคตจะใช้ข้อมูลในอดีตโดยพิจารณาแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโต และพิจารณาตรวจสอบกับอัตราการเจริญเติบโตของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล จะได้ผลของการวิเคราะห์จำนวนแรงงานในอนาคต ดังแสดงตามตารางที่ 4.4.3

ตารางที่ 4.2.1 มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศและภาค ปี พ.ศ. 2513 และ 2526

(Gross Demestic and Regional Product : 2513 and 2526)

	2513				2526			
	Thailand	Percents	BMR	Percents	Thailand	Percents	BMR	Percents
Agriculture	48332	32.2	3517	6.9	80940	23.6	4881	3.3
Mining	2555	1.7	77	0.1	4367	1.3	135	0.1
Manufacturing	23320	15.5	4456	28.4	71948	21.0	54550	36.5
Construction	8705	5.8	4080	8.0	15843	4.6	8550	5.7
Utilities	1638	1.1	362	0.7	7393	2.1	1499	1.0
Transport	9195	6.1	5590	11.0	23608	6.9	12548	8.4
Trade	26524	17.7	6665	13.1	55591	16.2	21058	14.1
Banking	5800	3.9	4049	7.9	24330	7.1	17716	11.8
Dwellings	3000	2.0	1448	2.8	5152	1.5	2987	2.0
Public Admin.	6476	4.3	4891	9.6	14399	4.2	4561	3.6
Services	17541	9.7	5838	11.5	39306	11.5	20083	13.5
GNP/GRP	150092	100.0	50973	100.0	342878	100.0	149576	100.0

Source : Gross Regional Product Accounts , NESDB

ตารางที่ 4.2.2 แสดงมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาค ปี พ.ศ. 2529-2544

(Projections of Gross Regionel Product 2529-2544)

	Million Baht 2515 prices			% growth per annum	
	2529	2534	2544	2529-2534	2534-2544
BMR					
Agriculture	5580.9	6061.6	7087.1	1.67	1.57
Manufacturing	61517.7	80236.8	133158.6	5.46	5.20
Services	25008.0	36061.9	72964.6	7.60	7.30
Other sectors	92984.8	106580.7	166220.0	5.13	4.54
Total	175091.4	228941.0	379430.3	5.51	5.18
BMA					
Agriculture	723.2	782.9	899.7	1.60	1.40
Manufacturing	40352.1	48694.1	68564.9	3.83	3.48
Services	22661.0	32532.8	65203.3	7.50	7.20
Other sectors	68268.0	85745.6	123821.3	4.70	3.74
Total	132004.3	167755.4	258489.2	4.91	4.42
NO-BMA					
Agriculture	4857.8	5278.7	61187.4	1.68	1.60
Manufacturing	21165.5	31542.7	64593.7	8.31	7.43
Services	2347.0	3529.1	7761.3	8.50	8.20
Other sectors	14716.9	20835.1	42398.7	7.20	7.36
Total	43807.2	61185.6	120941.1	7.27	7.05

Sorces : Working Paper on Employment and Activity

ตารางที่ 4.3.1 แสดงจำนวนประชากรรวมจังหวัดในเขต BMR : 2513-2529

Total Population of BMR by Province : 2513-2529

	2513	2523	2529	Increase , % p.a.	
	x 1000			2513-2523	2523-2529
Bangkok	3185	4852	5773	4.3	2.9
Nakhon Pathom	434	545	614	2.3	2.0
Nonthaburi	278	383	473	3.3	3.6
Pathum Thani	242	332	406	3.2	3.4
Samut Parkarn	341	503	625	4.0	3.7
Samut Sakorn	208	256	294	2.1	2.3
Total BMR	4687	6871	8185	3.9	3.0
Whole Kingdom	35633	46718	52654	2.7	2.0
BMR/Whole Kingdom %	13.2	14.7	15.5		

Source : 2513 , 2523 Census adjusted for under-renumerations
BMR Study projections for BMR

ตารางที่ 4.3.2 แสดงอัตราความเจริญเติบโตรายจังหวัด : 2523-2544

Population Growth by Changwat : 2523-2544

	Total Population : x 1000			Population Growth : % per annum	
	2529	2534	2544	2529-2534	2534-2544
Bangkok	5773	6477	7850	2.3	2.1
Nakhon Pathom	614	672	796	1.8	1.7
Nonthaburi	473	556	782	3.3	3.4
Pathum Thani	406	478	681	3.3	3.5
Samut Parkarn	625	739	1002	3.4	3.2
Samut Sakorn	294	331	430	2.4	2.6
Total BMR	8185	9253	11541	2.5	2.3
Thailand	52654	57196	65138	1.7	1.4
BMR/Thailand	15.5 %	16.2 %	17.7 %		

ตารางที่ 4.4.1 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงงาน : 2513-2523

(Changes in Employment : 2513-2523)

Places of Resident	Agriculture, Mining	Manuracture	Other Sectors	Total
Bangkok	-0.9	7.2	6.0	5.7
Nonthaburi	-0.7	8.4	7.6	4.2
Pathum Thani	1.3	12.6	7.6	4.5
Samut Parkarn	-1.7	10.5	6.8	5.4
Samut Sakorn	0.6	8.2	5.0	3.0
Nakhon Pathom	1.8	10.5	6.3	3.5
Total BMR	0.4	8.0	6.2	5.2

Source : Census 2513,2523 /BMR Study

ตารางที่ 4.4.2 แสดงแรงงานแต่ละส่วนรายจังหวัด : 2527

(Employment by Sector and Province : 2527)

Resident Places of	Agriculture, Mining		Manuracture		Other Sectors		Total	
	Province	%	Province	%	Province	%	Province	%
Bangkok	132000	5.4	610000	25.0	1697000	69.6	2439000	100
Nonthaburi	60000	41.4	13000	8.7	73000	49.9	146000	100
Pathum Thani	74000	28.3	113000	43.2	75000	28.5	262000	100
Samut Parkarn	46000	17.0	131000	48.8	92000	34.2	269000	100
Samut Sakorn	60000	64.9	12000	10.1	30000	25.0	102000	100
Nakhon Pathom	149000	62.6	30000	12.7	59000	24.7	238000	100
Total BMR	521000	15.1	909000	26.3	2026000	58.3	3456000	100

Source : Labor For Survey : NSO/BMR Study

ตารางที่ 4.4.3 การพยากรณ์แรงงานระดับภาค : 2529-2544

(Forecastes of Region Employment : 2529-2544)

	Employment (x 1000)			% Change per annum	
	2529	2534	2544	2529-2534	2534-2544
BMR					
Agriculture	557.1	528.5	434.3	-1.05	-1.94
Manufacturing	1014.8	1228.5	1698.5	3.90	3.29
Other sectors	2186.1	2502.8	3184.5	2.74	2.44
Total	3758.0	4259.9	5317.3	2.54	2.24
BMA					
Agriculture	139.5	135.4	126.2	-0.60	-0.70
Manufacturing	709.1	855.7	1204.8	3.83	3.48
Other sectors	1827.6	2084.0	2616.0	2.66	3.30
Total	2676.2	3075.1	3947.0	2.82	2.53
NO-BMA					
Agriculture	417.6	393.1	338.0	-1.20	-1.50
Manufacturing	305.7	372.8	493.7	4.05	2.85
Other sectors	358.5	418.9	568.4	3.16	3.10
Total	1081.8	1184.8	1400.1	1.84	1.68

Sorces : Working Paper on Employment and Economic Activity

- นักเรียน (Student)

นักเรียนในเขตพื้นที่ศึกษา เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของประชากร จะสามารถทำนายจำนวนนักเรียนในสถานศึกษา ของแต่ละจังหวัดได้ ดังแสดงตามตารางที่ 4.5

- รถยนต์ส่วนตัว (Car Ownership)

จำนวนยานพาหนะที่จดทะเบียนในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 - 2528 เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับจำนวนประชากรของยวดยานประเภทต่าง ๆ ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.6 และเมื่อทำการเปรียบอัตราส่วนดังกล่าวกับเมืองหลวงของประเทศต่าง ๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีอัตราส่วนใกล้เคียงกันหลายเมือง ดังแสดงตามตารางที่ 4.6.2 การพยากรณ์ในปีอนาคต วิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของประชากร โดยใช้ความสัมพันธ์จากอดีตถึงปัจจุบัน ได้ผลของการวิเคราะห์ ดังแสดงตามตารางที่ 4.6.3

ตารางที่ 4.5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของนักเรียนแต่ละระดับ

(Student Growth Rate by Age)

Area	School	2529-2534	2529-2534	2529-2534
BMA	Kindergarten	0.9	-1.4	-0.4
	Primary School	3.5	-0.5	-1.4
	Secondary School	1.5	3.5	0.8
	High Education	-1.0	0.7	2.9
Samut Prakan	Kindergarten	1.9	0.9	0.9
	Primary School	2.8	1.5	0.4
	Secondary School	2.1	2.8	2.2
	High Education	1.6	1.9	2.9
Nontha-buri	Kindergarten	1.3	0.9	2.3
	Primary School	2.6	0.8	1.5
	Secondary School	1.5	3.1	1.9
	High Education	1.3	0.0	5.0
Pathum-thani	Kindergarten	1.5	1.6	1.9
	Primary School	1.8	1.9	1.7
	Secondary School	1.5	2.6	2.9
	High Education	2.6	2.3	3.3

ตารางที่ 4.6.1 แสดงจำนวนประชากรและยวดยานจดทะเบียนใน GBA

(Population and Registered Vehicle in GBA)

	2518	2523	2528	2518	2523	2528	2518	2523	2528
	Population			Registered Vehicle			Registered Car		
Bangkok	4391494	5153902	5363378	265439	413764	757708	197103	297807	562780
Samuth Prakarn	429822	535858	662612	5900	8239	19059	3186	5270	11330
Nonthaburi	343712	386741	504424	6321	15633	21372	4296	12602	13461
Pathumthani	294051	324468	384713	1541	1200	4346	859	979	2252
Total	5459079	6400969	6918127	279201	438836	802485	205444	316658	589823

ตารางที่ 4.6.2 แสดงการเปรียบเทียบประชากรกับยวดยานที่จดทะเบียน

(Compare with Population and Registered Vehicles)

Ithem	Jarkarta 2519	Kuala Lumper 2522	Metro. Manila 2523	Singapore 2522	Bangkok 2522
Population (x 1000)	5730	1060	5910	2400	5150
Population Average	4.6 %	2.6 %	4.0 %	1.4 %	4.8 %
Registered Vehicles (1000 Veh.)	543	129	477	309	654
Registered Vehicles Average Growth Rate(% year)	17.0 % (2514-2519)	- -	12.8 % (2518-2521)	3.3 % (2518-2521)	12.9 % (2518-2522)
Vehicle Ownership (Veh./1000 persons)	78	141 (2516)	78	141	130
Car Ownership (Veh./1000 persons)	25	50 (2516)	43	60	58

Source Traffic Engineering Vol.17,No.3 : 2525
Japan Society of Traffic Engineers

ตารางที่ 4.6.3 แสดงการเปรียบเทียบการเป็นเจ้าของรถยนต์รายจังหวัด : 2529-2544

(Compare Car Ownership by Changwat : 2529-2544)

Changwat	Total Car Ownership (by Growth Rate) x 1000		
	2529	2534	2544
Bangkok	620.653	680.085	824.250
Samut Parkarn	11.583	12.563	17.034
Nonthaburi	15.327	15.012	21.114
Pathum Thani	2.436	2.868	4.086
Total GBA	650.934	701.250	876.775

4.2 สภาพเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงของประเทศ และเป็นศูนย์รวมของความเจริญทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นในแง่ของความเจริญหรือการขยายตัวทางเศรษฐกิจโดยส่วนรวมของประเทศ เหตุที่กรุงเทพเจริญเติบโตอย่างไม่หยุดยั้งจึงเกิดแนวคิด การบริหารกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งออกเป็น 4 เขตใหญ่ ๆ คือ

1. เขตชั้นใน เขตนี้จะเป็นศูนย์กลางของทางด้านธุรกิจ ประกอบด้วย 12 เขต คือพระนคร ป้อมปราบศัตรูพ่าย สัมพันธ์วงศ์ ปทุมวัน บางรัก ดุสิต พญาไท ธนบุรี คลองสาน บางกอกน้อย บางกอกใหญ่ และยานนาวา เป็นเขตที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด

2. เขตพื้นที่ชานเมืองขยายตัวเร็ว มีอยู่ด้วยกัน 8 เขต คือ พระโขนง บางเขน บางกะปิ ห้วยขวาง บางขุนเทียน อำเภอเมืองนนทบุรี อำเภอปากเกร็ด และอำเภอบางกรวย ลักษณะของที่ดินในเขตนี้จะเป็นเขตพื้นที่อยู่อาศัยพื้นที่ว่างเปล่า และมีพื้นที่เกษตรกรรรเล็กน้อย ในอนาคตคาดว่าจะขยายเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

3. เขตพื้นที่อุตสาหกรรม แบ่งออกเป็น 2 ย่าน คือ

- ย่านอุตสาหกรรมดั้งเดิม เป็นพื้นที่ขอบเขตจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ อำเภอพระประแดง และอำเภอบางพลี เป็นแหล่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม และมีการจ้างงานสำคัญรองจากกรุงเทพมหานคร

- ย่านอุตสาหกรรมที่กำลังขยายตัว ประกอบด้วยพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดปทุมธานี คือ อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอคลองหลวง และอำเภอธัญญบุรี และ ย่านฝั่งตะวันตกของ กทม. ได้แก่ เขตอำเภอเมือง และอำเภอกระทุ่มแบนของจังหวัดสมุทรสาคร และเขตสุขาภิบาลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพรานของจังหวัดนครปฐม

4. เขตปริมณฑลรอบนอก ประกอบด้วย 4 เขตของกรุงเทพมหานครคือ หนองแขม ลาดกระบัง มีนบุรี และหนองจอก 4 อำเภอของจังหวัดปทุมธานี คือ อำเภอลาดหลุมแก้ว สามโคก ลำลูกกา และหนองเสือ 3 อำเภอของจังหวัดนนทบุรีคือ อำเภอบางบัวทอง บางใหญ่ และไทรน้อย ของจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ อำเภอบางบ่อ ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ทางการเกษตรกรรมมีความหนาแน่นของประชากรน้อย

พื้นที่ของ 24 เขตใหญ่ ๆ ดังกล่าวในงานวิจัยนี้ จะแบ่งออกเป็น 95 พื้นที่ย่อย จากการสำรวจสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรในปี 2529 ได้ดังนี้

4.2.1 ความหนาแน่นของประชากร (Population Density)

ความหนาแน่นของประชากร จะได้แก่ เขตที่อยู่บริเวณพื้นที่ชั้นในมากที่สุด ได้แก่ พื้นที่ย่อยที่ 9 4 5 มีความหนาแน่นประมาณเท่ากับ 85,000 71,500 และ 62,600 คนต่อตารางกิโลเมตร ส่วนบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อย จะได้แก่ บริเวณพื้นที่ชานเมือง คือพื้นที่ย่อยที่ 61 85 93 มีความหนาแน่นประมาณเท่ากับ 240 คนต่อตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นของประชากรทุกพื้นที่ แสดงตามรูปที่ 4.1

4.2.2 รายได้เฉลี่ยของครอบครัว (Average Household Income)

รายได้เฉลี่ยของครอบครัวพบว่า ครอบครัวของพื้นที่ของชั้นในจะมีรายได้ต่อเดือนสูงสุด คือพื้นที่ย่อยที่ 38 24 22 มีรายได้เฉลี่ยเท่ากับประมาณ 35,000 29,000 และ 28,000 บาทต่อครอบครัวต่อเดือน ตามลำดับ ส่วนบริเวณที่มีรายได้ต่ำ ส่วนมากจะเป็นบริเวณชานเมือง และ พื้นที่รอบนอกรายได้ต่ำสุด จะเฉลี่ยประมาณ 4,500 บาทต่อครอบครัวต่อเดือน

บริเวณพื้นที่ชั้นใน ที่มีรายได้ต่ำจะเป็นพื้นที่ ที่ตั้งของสถานที่ราชการ หรือวัดเป็นต้น รายได้เฉลี่ยของครอบครัวทุกพื้นที่ย่อย แสดงตามรูปที่ 4.2

4.2.3 จำนวนยวดยานต่อประชากร (Vehicle/Population)

จำนวนยวดยานต่อประชากร จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

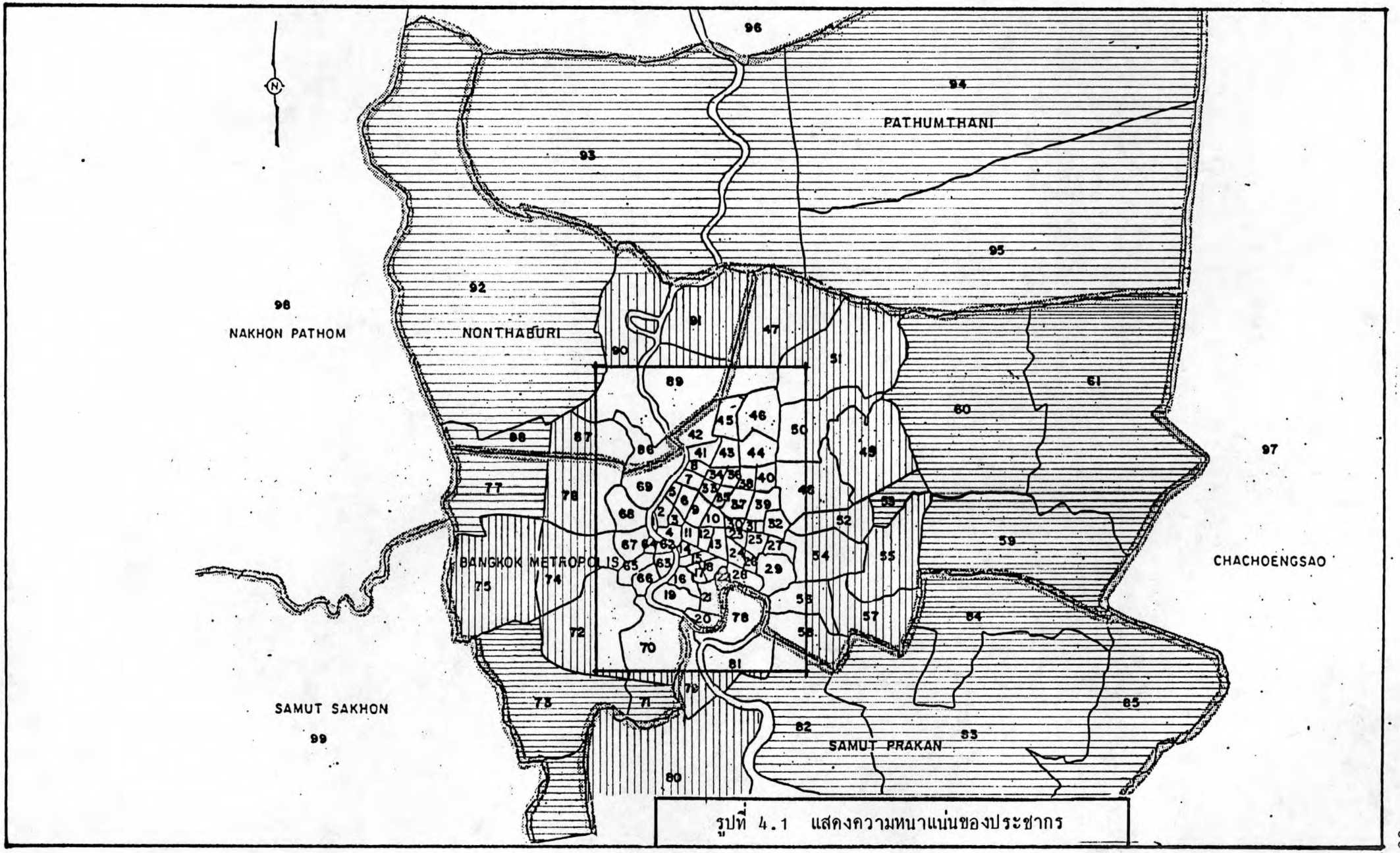
4.2.3.1 จำนวนรถยนต์บุคคลส่วนตัวต่อประชากร

ความหนาแน่นของรถยนต์บุคคลส่วนตัวพบว่า บริเวณที่มีความหนาแน่นมากสุดจะ ได้แก่ บริเวณพื้นที่ชานเมือง ความหนาแน่นมากที่สุดจะเท่ากับประมาณ 350 คันต่อ 1,000 คน ส่วนบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยจะเป็นบริเวณพื้นที่ปริมณฑลรอบนอก ความ

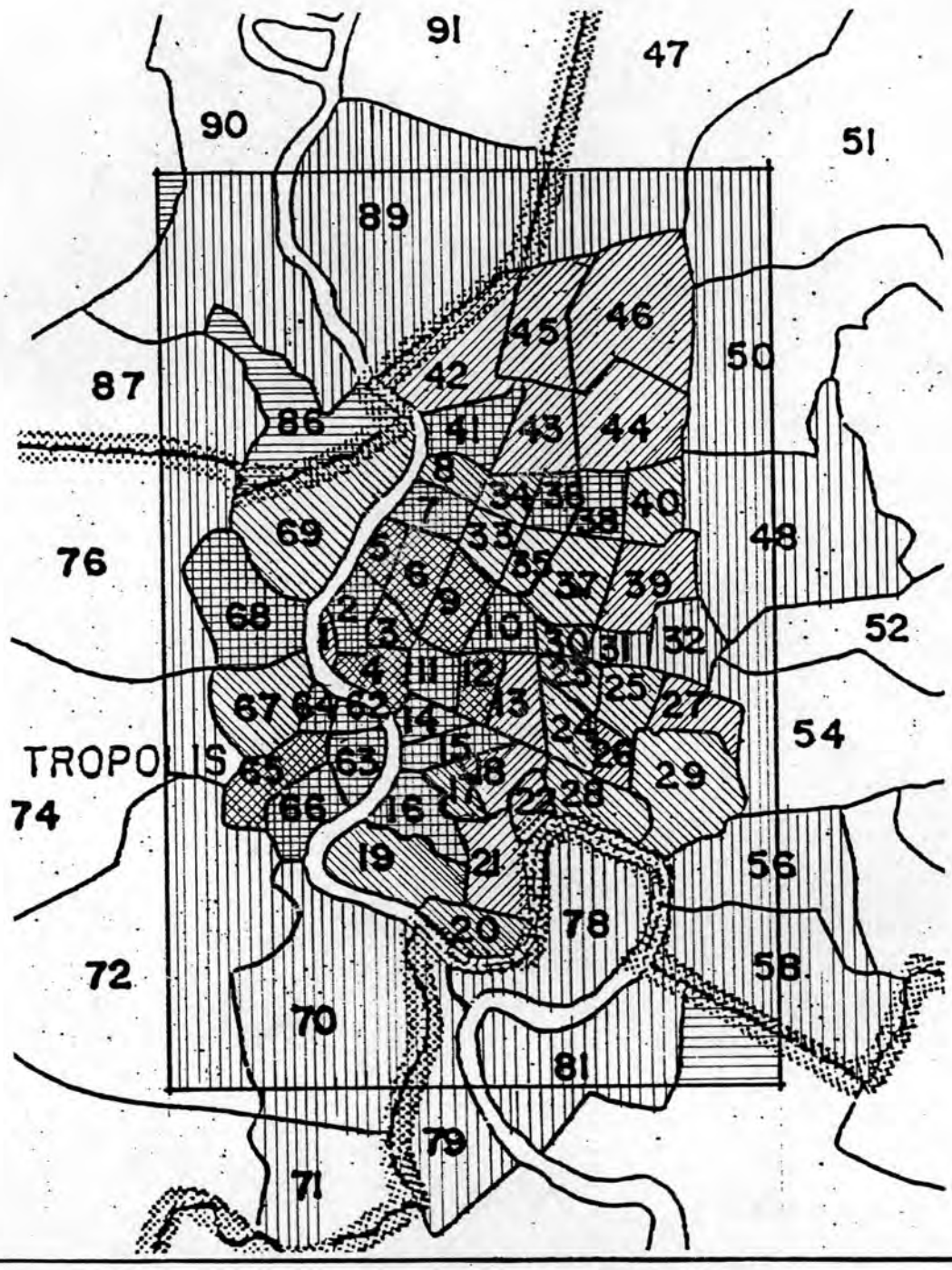
หนาแน่นน้อยที่สุดเท่ากับประมาณ 3 คันต่อ 1,000 คน ความหนาแน่นของรถยนต์ส่วนบุคคลทุกพื้นที่ย่อย แสดงดังรูปที่ 4.3.1

4.2.3.2 จำนวนรถมอเตอร์ไซค์ต่อประชากร

ความหนาแน่นของรถมอเตอร์ไซค์พบว่า บริเวณที่มีความหนาแน่นมากจะได้แก่ บริเวณเขตบางรัก และป้อมปราบศัตรูพ่าย สัมพันธวงศ์ ความหนาแน่นสูงสุดประมาณ เท่ากับ 410 คันต่อ 1,000 คน ส่วนบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อย ได้แก่ บริเวณชานเมืองความหนาแน่นน้อยสุด ประมาณเท่ากับ 6 คันต่อ 1,000 คน (ความหนาแน่นนี้จะไม่รวมพื้นที่ ที่เป็นสถานที่ราชการ และวัด เป็นต้น) ความหนาแน่นของรถมอเตอร์ไซค์ทุกพื้นที่ย่อย แสดงดังรูปที่ 4.3.2

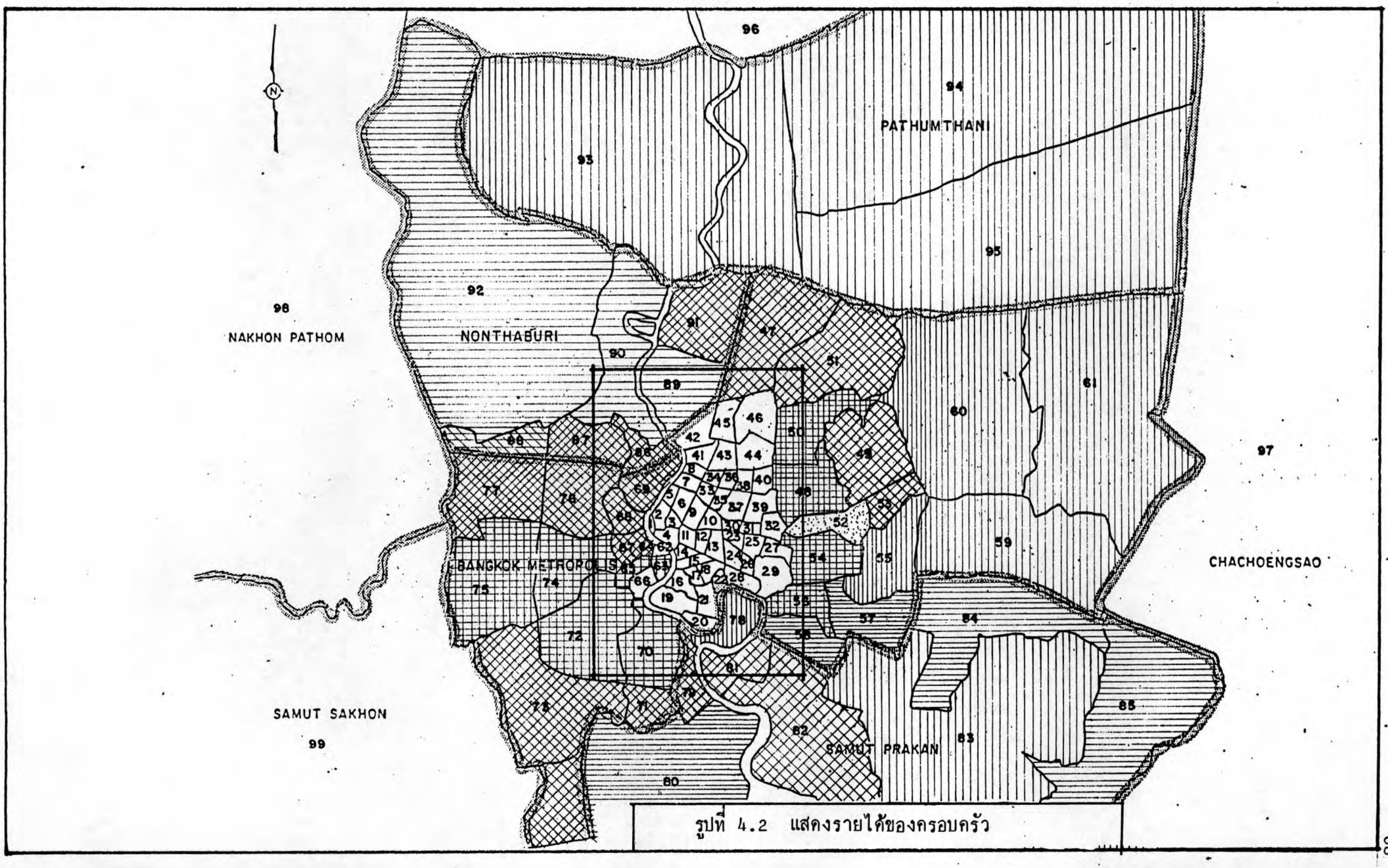


รูปที่ 4.1 แสดงความหนาแน่นของประชากร

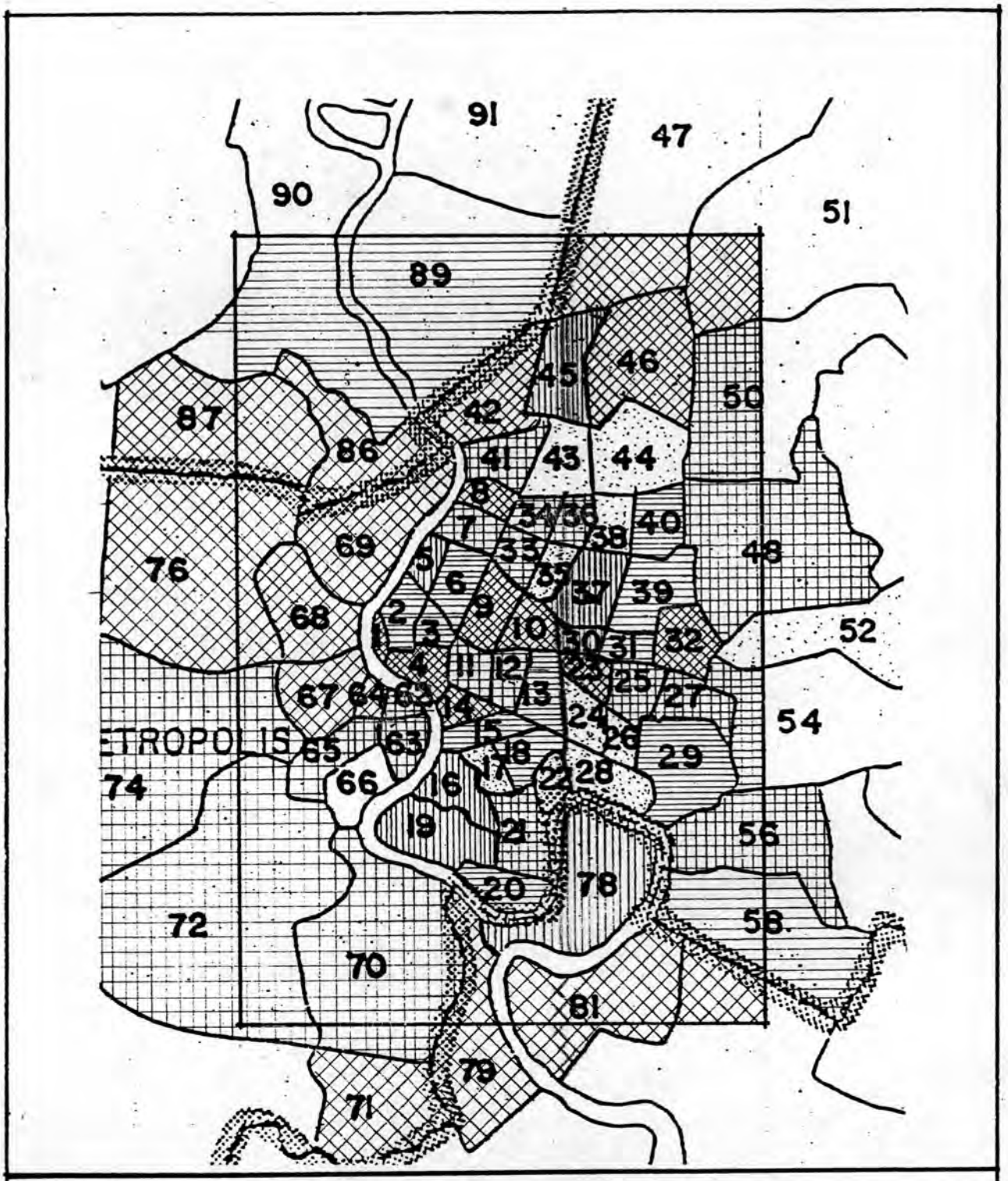


รูปที่ 4.1 แสดงความหนาแน่นของประชากร (คน/ตารางกิโลเมตร)

> 1,000	10,000-20,000
1,000-5,000	20,000-30,000
5,000-10,000	< 30,000



รูปที่ 4.2 แสดงรายได้ของครอบครัว



รูปที่ 4.2 แสดงรายได้ของครอบครัว (บาท/เดือน/ครอบครัว)

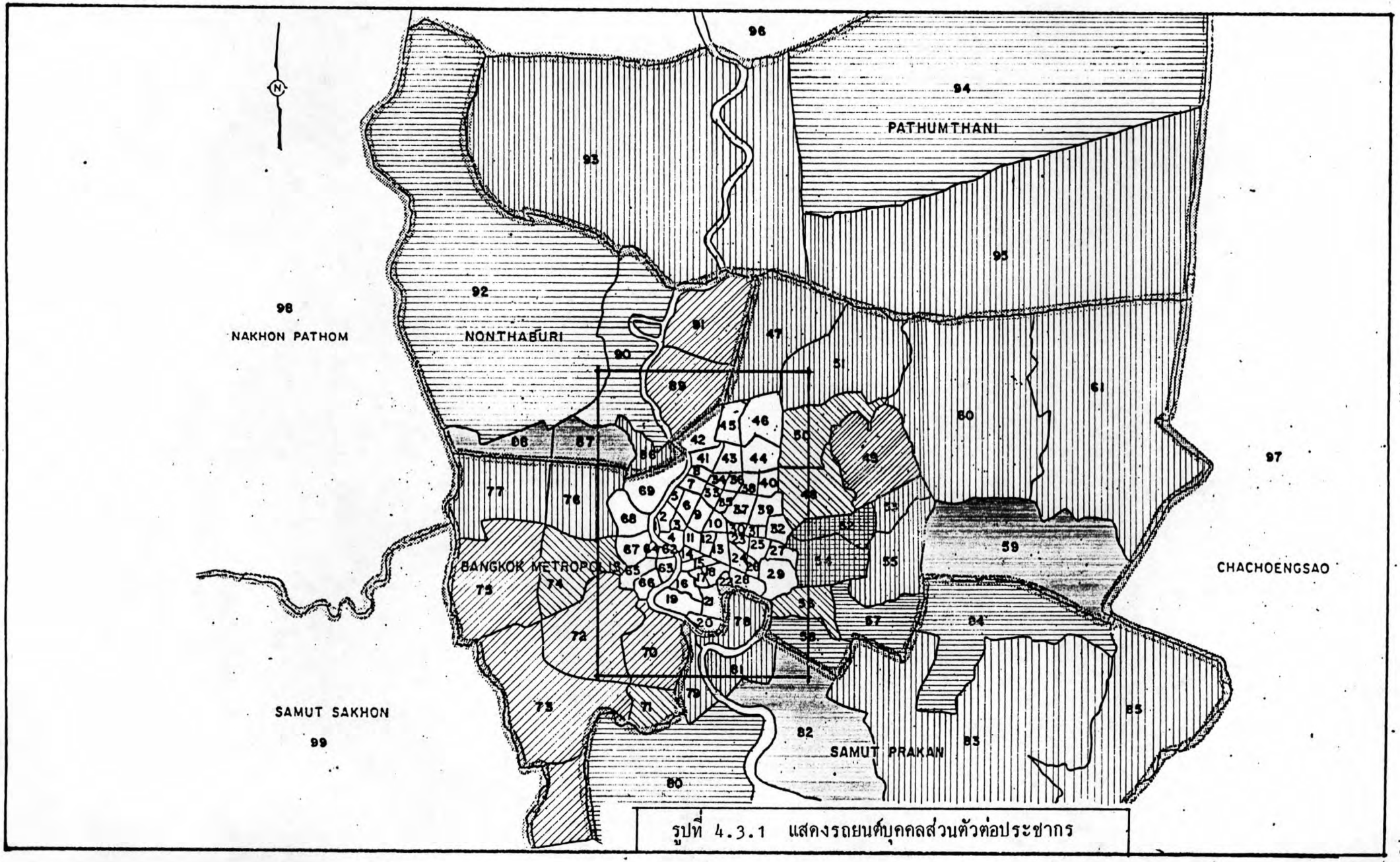
10,000-15,000

> 7,500

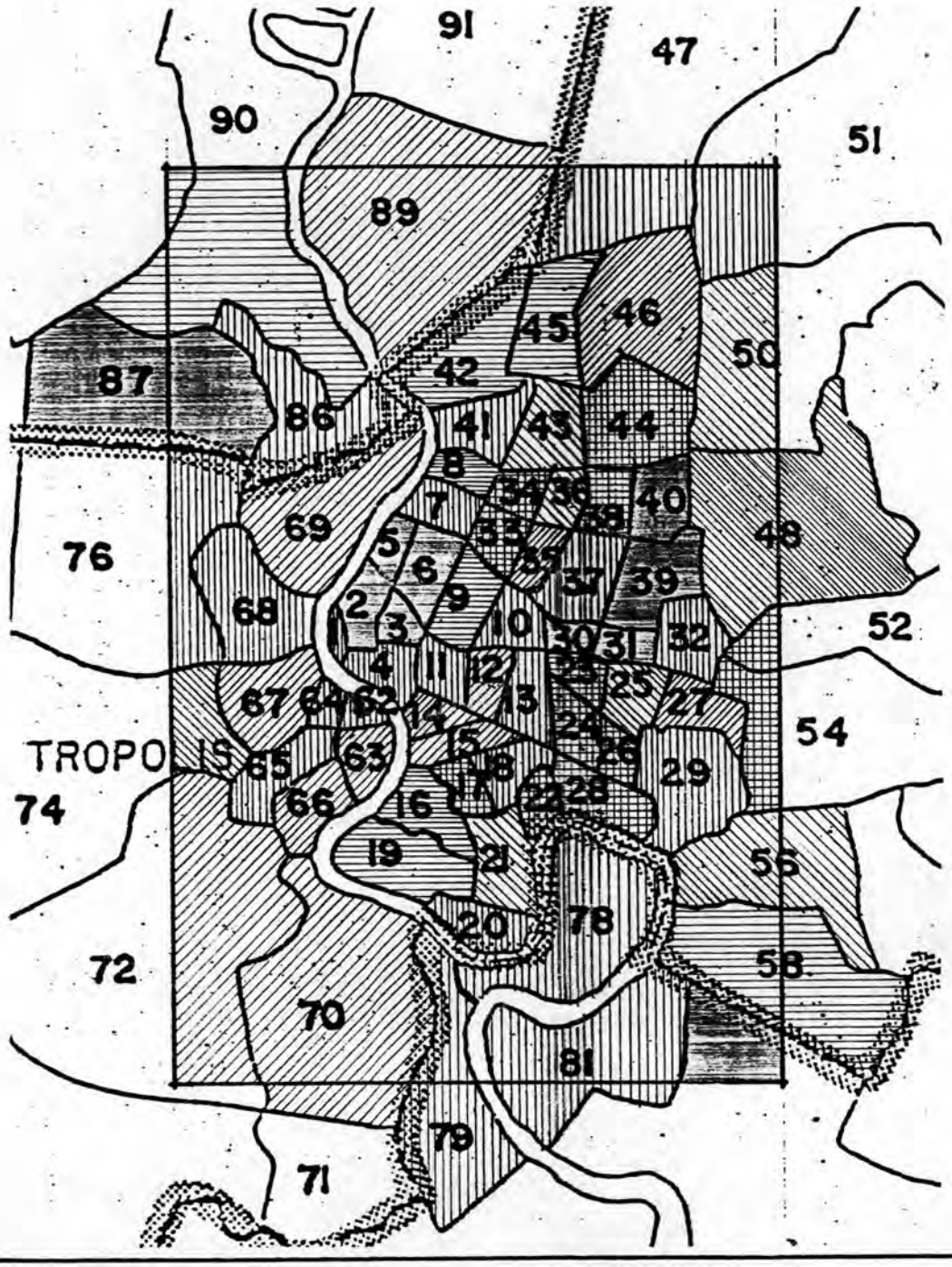
15,000-20,000

7,500-1,000

< 20,000

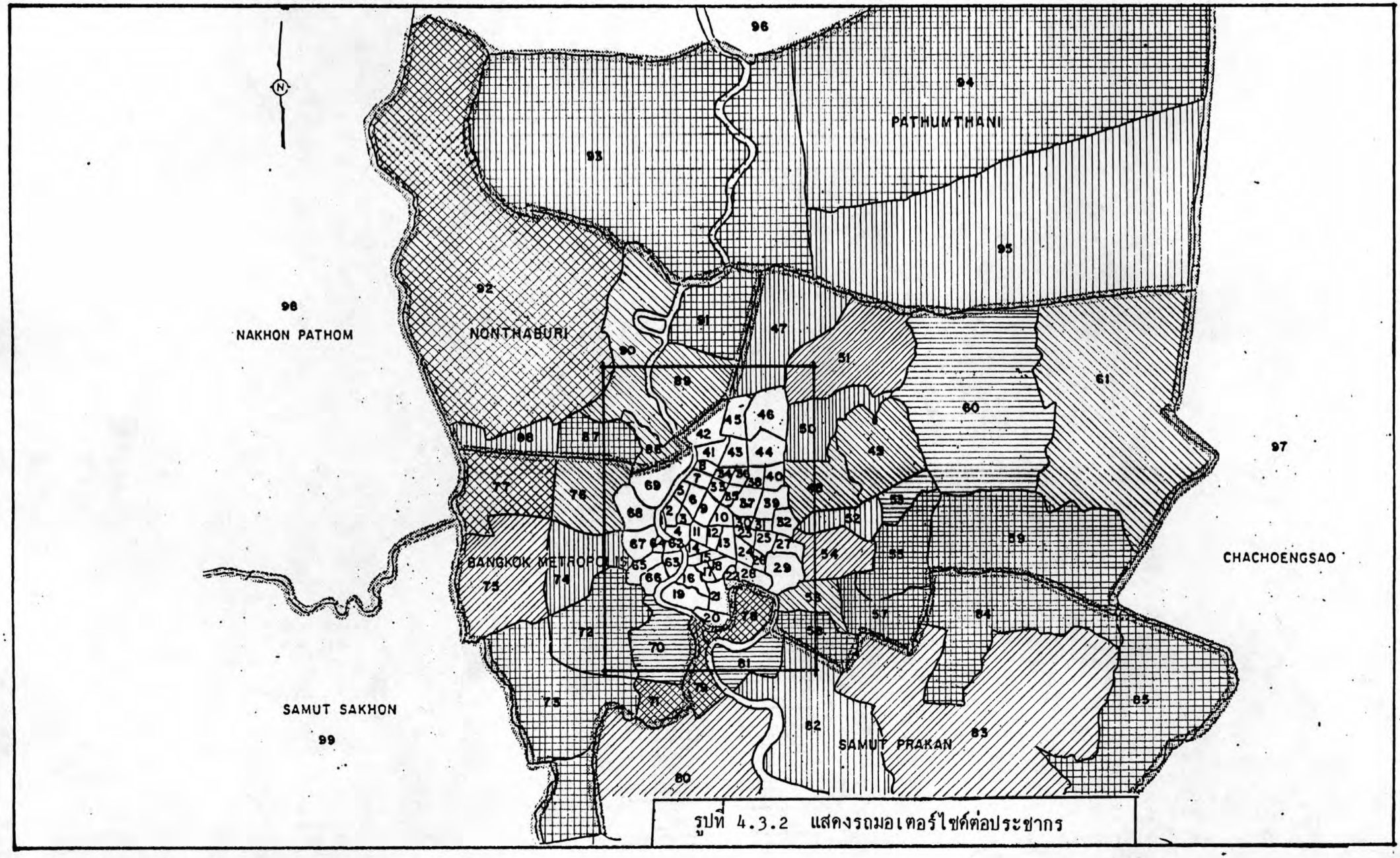


รูปที่ 4.3.1 แสดงรถยนต์บุคคลส่วนตัวต่อประชากร

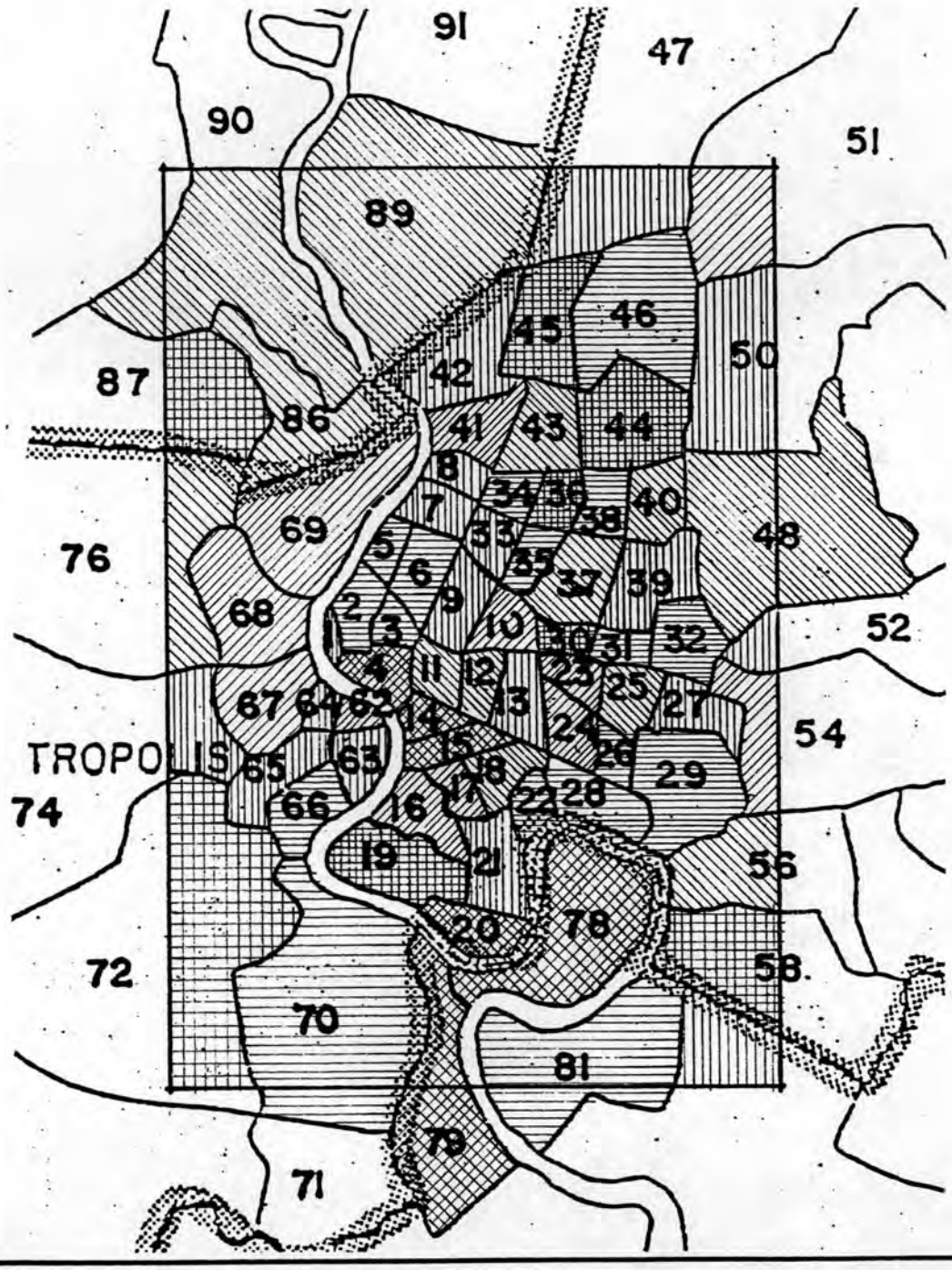


รูปที่ 4.3.1 แสดงรถยนต์บุคคลส่วนตัวต่อประชากร (คันต่อหนึ่งพันคน)

> 25	100-150
25-50	150-200
50-100	< 200



รูปที่ 4.3.2 แสดงรถมอเตอร์ไซค์ต่อประชากร



รูปที่ 4.3.2 แสดงจำนวนรถมอเตอร์ไซค์ต่อประชากร (คันต่อหนึ่งพันคน)

> 25	75-100
25-50	100-150
50-75	< 150

4.3 สภาพการเดินทางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ในพื้นที่ศึกษามีระบบโครงข่ายถนนมีความยาวทั้งสิ้น ประมาณเท่ากับ 372 กิโลเมตร ประกอบไปด้วยถนนที่อยู่ในความรับผิดชอบของ กรุงเทพมหานคร ประมาณเท่ากับ 278 กิโลเมตร กรมทางหลวงแผ่นดินประมาณเท่ากับ 18 กิโลเมตร การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ประมาณเท่ากับ 13 กิโลเมตร กรมโยธาธิการประมาณเท่ากับ 11 กิโลเมตร ที่เหลือนอกนั้น ขึ้นอยู่กับองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นและเทศบาล

ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความยาวถนน 2,784,012 เมตร คิดเป็นร้อยละ 2.2 ของพื้นที่ ประกอบไปด้วย ถนนสายหลักยาว 390,110 เมตร สายรองยาว 524,743 เมตร และ ถนนตรอก ซอยยาว 1,870,159 เมตร คิดเป็นร้อยละ 0.80 0.60 และ 0.80 ของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตามลำดับ

จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทาง ของคนในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล สรุปผลได้ดังนี้

- จำนวนการเดินทางทั้งหมดประมาณเท่ากับ 11.5 ล้านเที่ยวต่อวัน
- อัตราการเดินทางเฉลี่ยประมาณเท่ากับ 1.58 เที่ยวต่อคนต่อวัน หรือประมาณเท่ากับ 8.92 เที่ยวต่อครอบครัวต่อวัน และเมื่อจำแนกการเดินทางเป็น การกำเนิดการเดินทาง และการดึงดูการเดินทางได้ดังนี้คือ

1. การกำเนิดการเดินทาง มีอัตราการเดินทางที่มากที่สุดประมาณเท่ากับ 2-3 เที่ยวต่อคนต่อวัน ส่วนมากจะเป็นบริเวณพื้นที่ชานเมือง ส่วนบริเวณพื้นที่ ที่มีอัตราการเดินทางต่ำ จะเป็นบริเวณชานเมืองซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม อัตราการเดินทางทุกพื้นที่ย่อย ดังแสดงตามรูปที่ 4.4.1

2. การดึงดูดการเดินทาง มีอัตราการเดินทางมากสุด ประมาณเท่ากับ 100-200 เที่ยวต่อตารางกิโลเมตร ได้แก่ บริเวณพื้นที่ชั้นใน ส่วนพื้นที่ที่มีอัตราการเดินทางต่ำสุดจะได้แก่ บริเวณเขตชั้นนอก ซึ่งเป็นพื้นทางเกษตรกรรม อัตราการเดินทางทุกพื้นที่แสดงดังรูปที่ 4.4.2

- การใช้ยานพาหนะในการเดินทาง จำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

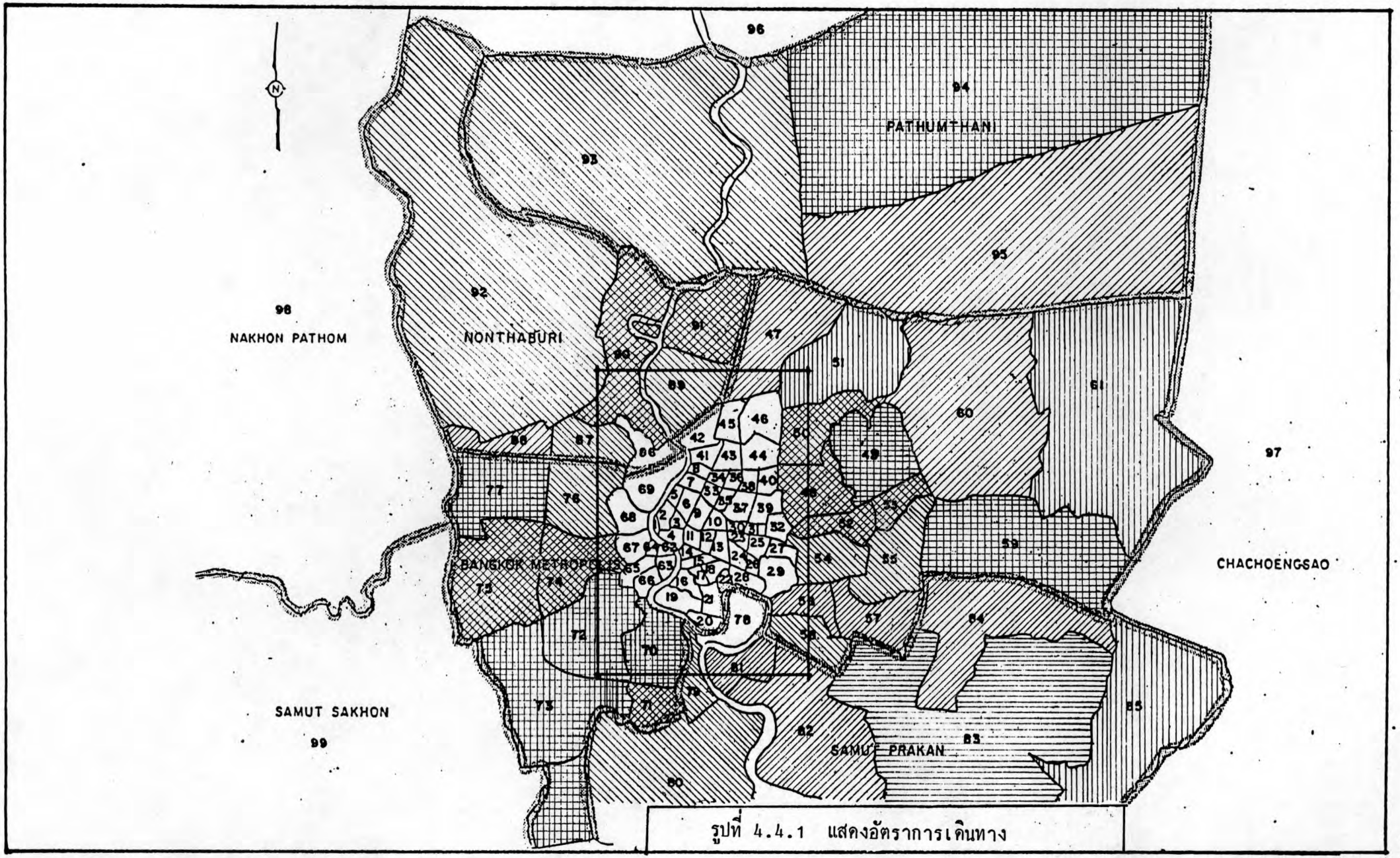
  ใช้รถส่วนตัว ร้อยละเท่ากับ 29.82

  ใช้รถมอเตอร์ไซค์ร้อยละเท่ากับ 6.72

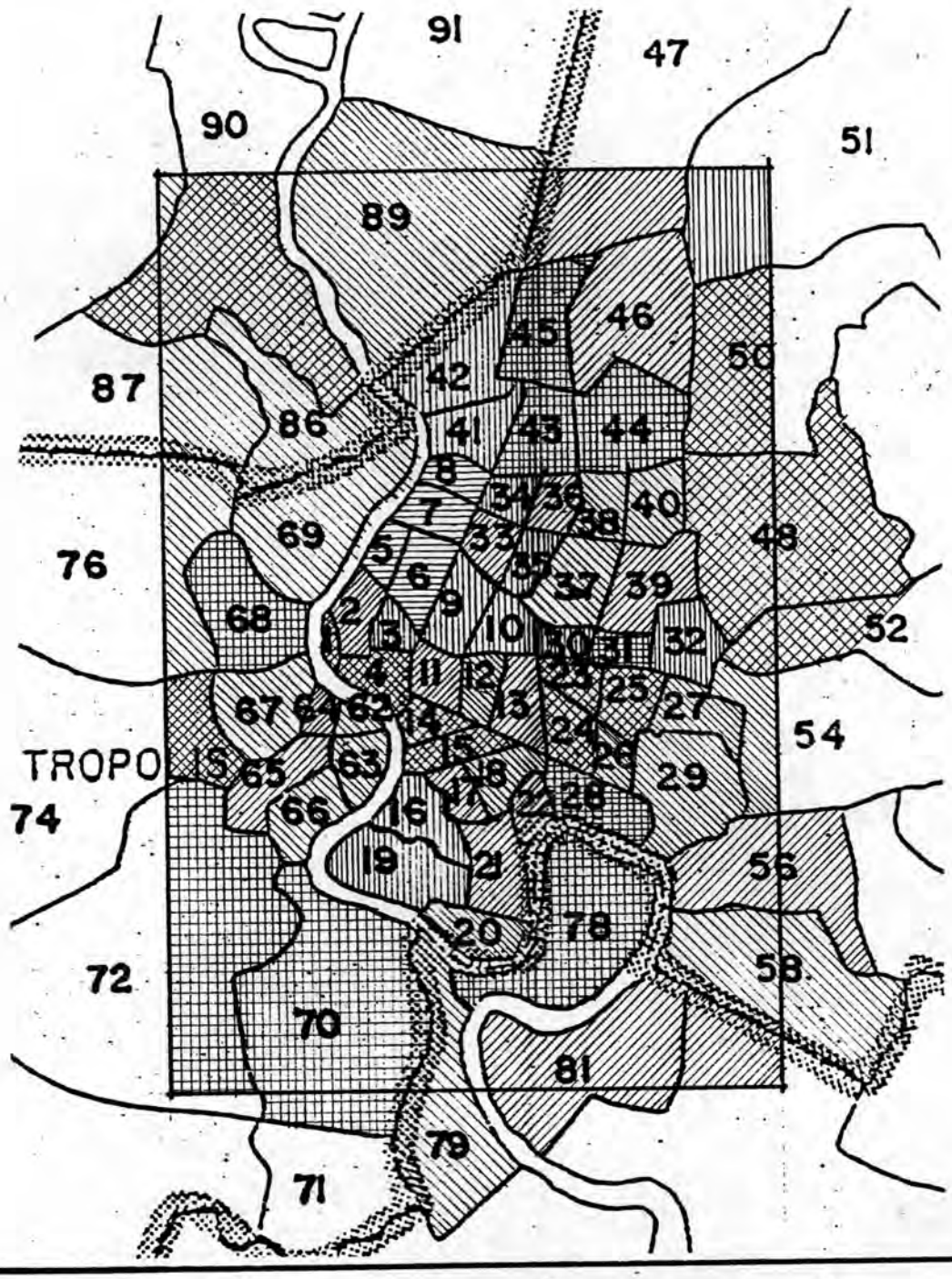
  ใช้ยานพาหนะอื่น ๆ ร้อยละเท่ากับ 63.46

- วัตถุประสงค์ของการเดินทาง

เดินทางไปทำงานและกลับบ้าน	(HBW)	เท่ากับร้อยละ	40.07
เดินทางไปโรงเรียนหรือกลับบ้าน	(HBS)	เท่ากับร้อยละ	35.13
เดินทางไปที่อื่น ๆ และกลับบ้าน	(HBO)	เท่ากับร้อยละ	13.39
ไม่ได้เริ่มเดินทางจากบ้าน	(NHB)	เท่ากับร้อยละ	4.41

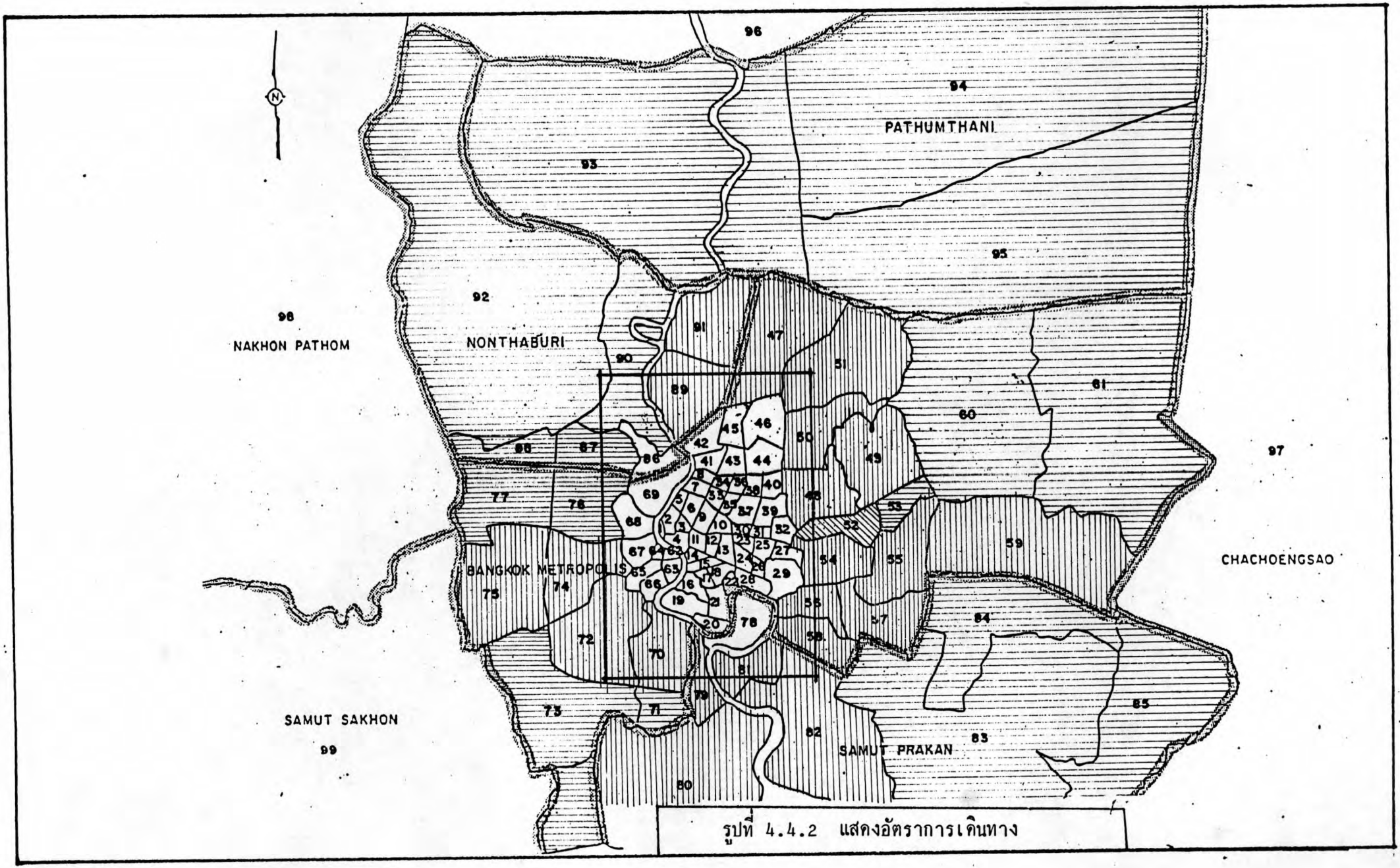


รูปที่ 4.4.1 แสดงอัตราการเดินทาง

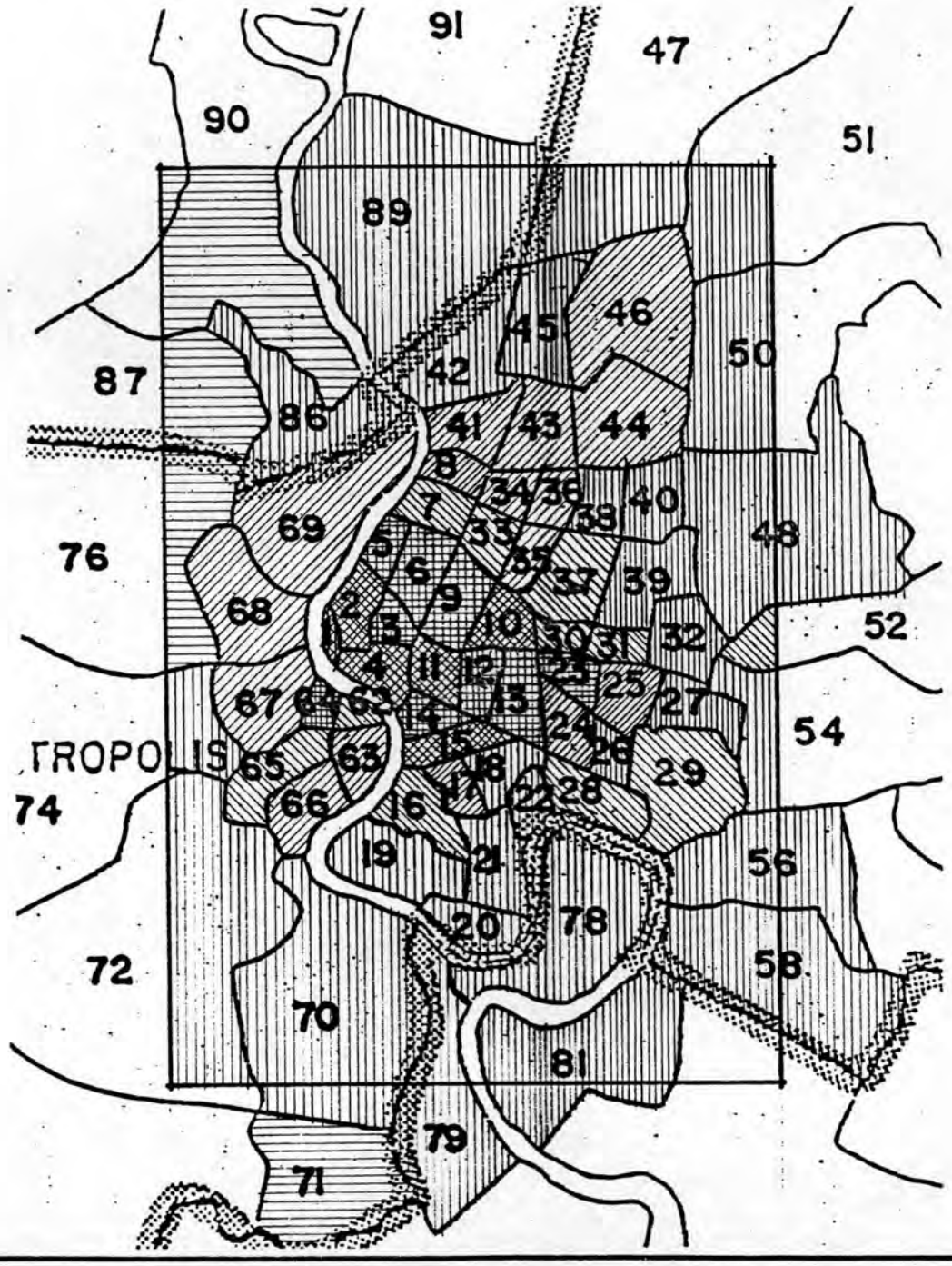


รูปที่ 4.4.1 แสดงอัตราการเดินทาง (Trips/person)

> 1.00	1.50-1.75
1.00-1.25	1.75-2.00
1.25-1.50	< 2.00



รูปที่ 4.4.2 แสดงอัตราการเดินทาง



รูปที่ 4.4.2 แสดงอัตราการเดินทาง (Trip/SQ.M.)

> 1.00	25.00-50.00
1.00-10.00	50.00-100.00
10.00-25.00	< 100.00

4.4 การพิจารณาจัดทำปัจจัยของการเกิดการเดินทาง

การพิจารณาจัดทำปัจจัยของการเกิดการเดินทาง เป็นการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อจะใช้ในการสร้างแบบจำลองมีดังนี้คือ

4.4.1 การกระจายรถส่วนตัวเข้าพื้นที่ย่อย

การกระจายรถส่วนตัวเข้าพื้นที่ย่อย เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางสภาพเศรษฐกิจ และสังคมของประชากรกับรถยนต์ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์มากที่จะได้แก่ รายได้ ในงานวิจัยนี้ได้สร้างความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Formula) ได้ผลดังนี้ คือ

$$Y = 0.5851+0.0485X_1 + 0.1483X_2 - 0.0234X_3 \quad (r = 0.8000)$$

โดยที่

Y = จำนวนรถส่วนตัวทั้งหมดในพื้นที่ย่อย $(X10^{3})$

X_1= รายได้ทั้งหมดของพื้นที่ย่อย $(X10^{-6})$

X_2= จำนวนครอบครัวทั้งหมดในพื้นที่ย่อย $(X10^{-3})$

X_3= จำนวนคนงานทั้งหมดในพื้นที่ย่อย $(X10^{-3})$

r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลรวมของจำนวนรถยนต์ส่วนตัวในแต่ละพื้นที่ย่อย จากสมการถดถอยจะต้องเท่ากับผลรวมของจำนวนรถยนต์ส่วนตัวในแต่ละจังหวัดของพื้นที่ศึกษา หากไม่เท่ากันจะต้องทำการปรับแก้ให้เท่ากัน

4.4.2 รายได้ของพื้นที่ย่อย

รายได้ของพื้นที่ย่อย หมายถึง ผลรวมของรายได้ของแต่ละครอบครัวในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ รายได้ดังกล่าวนี้ในปีอนาคตจะพยากรณ์ได้ยาก เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนน้อย ในงานวิจัยนี้จึงหาความสัมพันธ์รายได้ของครอบครัวกับรายได้ที่คำนวณมาจากผลิตภัณฑ์มวล

รวมของประเทศของภาคและของจังหวัด โดยสร้างความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Formula) การตรวจสอบและปรับแก้โดยใช้ข้อมูลรายได้ของครอบครัว จากการสำรวจโครงการทางด่วนชั้นที่ 2 จากโครงสร้างสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคม เขตมหานครกรุงเทพของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้สมการถดถอยดังนี้

$$Y = 24.22 + 1.1963X \qquad (r = 0.8154)$$

โดยที่

Y = รายได้ของครอบครัวทั้งหมดในพื้นที่ย่อย

X = รายได้ของพื้นที่ย่อยจากผลิตภัณฑ์มวลรวม

r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4.5 <u>การสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง</u> (Development of Trip Generation Model)

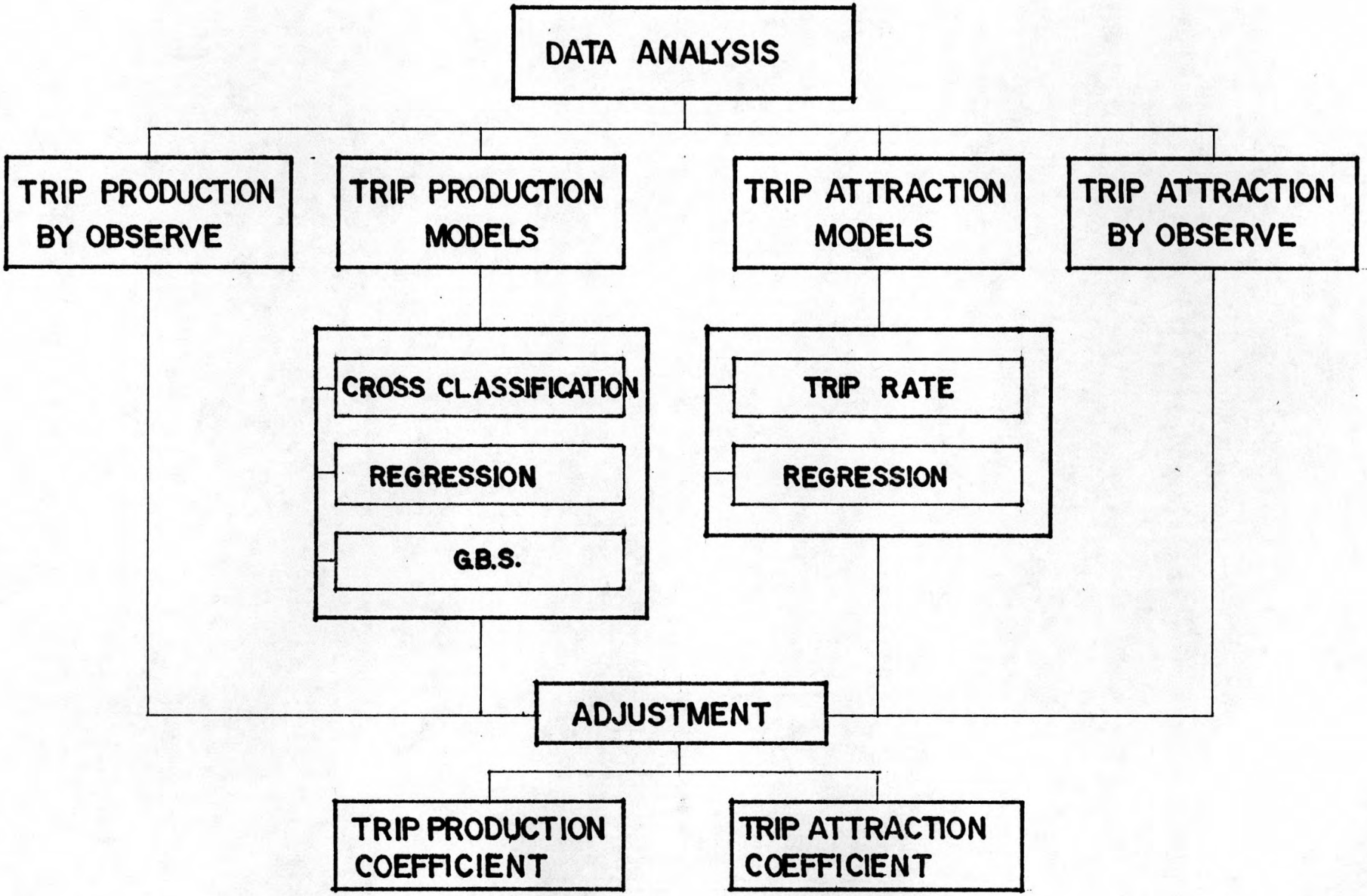
แบบจำลองการเกิดการเดินทาง มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ Disaggregate และ Aggregate Model ความแตกต่างของแบบจำลองทั้งสองที่เห็นเด่นชัดที่สุด คือ หน่วยของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งแบบจำลองแบบ Aggregate Model จะใช้หน่วยเล็กสุดเป็นพื้นที่ย่อย ส่วนแบบจำลองแบบ Disaggregate Model หน่วยเล็กสุดจะเป็นครัวเรือน และตัวแปรในแต่ละตัวจะแบ่งย่อยออกเป็นหลาย ๆ ระดับตามความเหมาะสม ดังนั้นแบบจำลองแบบ Disaggregate Model จึงต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก ในการวิเคราะห์ ซึ่งน่าจะเป็นแบบจำลองที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ถูกต้องใกล้เคียงที่สุด

ในงานวิจัยนี้เลือกแบบจำลองแบบ Disaggregate Model เพื่อพยากรณ์หาการเกิดการเดินทาง และจะใช้แบบจำลองแบบ Aggregate Model ทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบ ดังแสดงตามแผนภูมิรูปที่ 4.5

4.5.1 แบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production Model)

แบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production) กับตัวแปรที่จะทำให้เกิดการเดินทาง ซึ่งจะได้แก่ ตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคม (Socio-Economic) การวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี คือ Cross Classification และใช้ Multiple Linear Regression ตรวจสอบและเปรียบเทียบ

4.5.1.1 Cross Classification Model เป็นแบบจำลองที่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกำเนิดการเดินทาง ซึ่งจะเป็นตัวแปรตามกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม (Socio-Economic) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ โดยจะแสดงความสัมพันธ์ในหน่วยของครอบครัวในพื้นที่ศึกษาเป็นหลัก จากการศึกษาของ Federal Highway Administration และ U.S. Bureau of Public Roads พบว่า ตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนซึ่งสัมพันธ์กับการเดินทางจะได้แก่ รายได้ (Income) การเป็นเจ้าของรถยนต์ (Car Ownership) ในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแปรดังกล่าวเช่นเดียวกัน



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบ และปรับแก้ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง

Cross Classification Model จะเป็นแบบต่อเนื่อง (Sequencial Model) ประกอบด้วย 4 แบบจำลองย่อย การสร้างแบบจำลองจะใช้ข้อมูลจากการทำ Home Interview ดังแสดงตามแผนภูมิการสร้างแบบจำลองตามรูปที่ 4.6

1. แบบจำลองย่อยรายได้ (Income Submodel)

เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของพื้นที่ย่อย (Zonal Income) กับรายได้ของครอบครัว (Household Income) การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการดังนี้

1) หาจำนวนครอบครัวในแต่ละระดับรายได้ของแต่ละพื้นที่ย่อย

2) หาจำนวนร้อยละของครอบครัวในแต่ละระดับรายได้ ของแต่ละพื้นที่ย่อย ดังแสดงตามตารางที่ 4.7

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของพื้นที่ย่อยกับรายได้ของครอบครัว โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.7 ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.7

2. แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ (Auto Ownership Submodel)

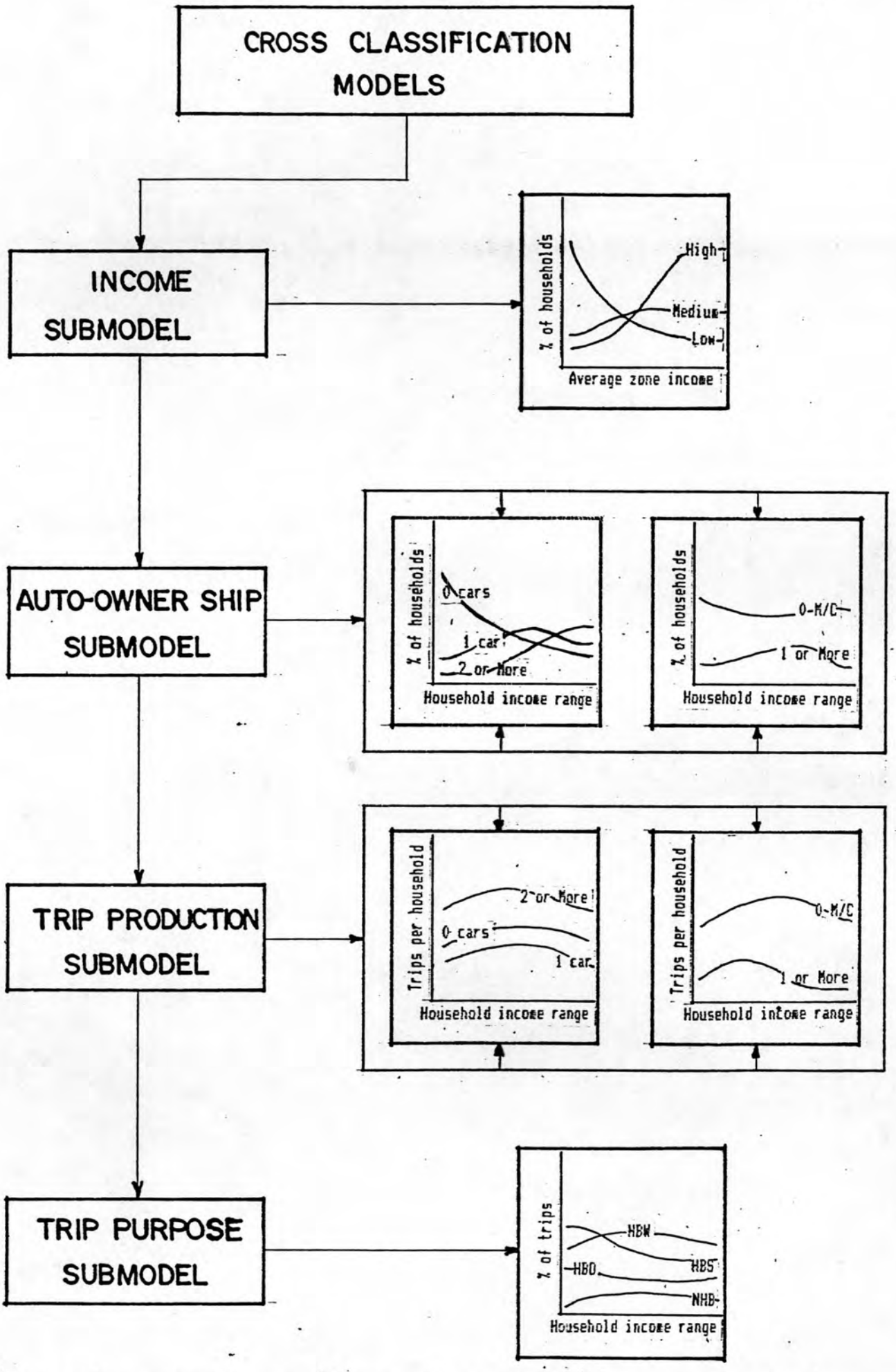
แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์บุคคลส่วนตัว (Car Ownership Submodel)

แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถยนต์บุคคลส่วนตัว เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับการเป็นเจ้าของรถยนต์ การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการดังนี้

1) หาจำนวนครอบครัวที่เป็นเจ้าของรถยนต์ โดยจำแนกเป็นกลุ่มของการเป็นเจ้าของตามจำนวนรถยนต์และตามระดับรายได้ครอบครัว

2) คำนวณหาจำนวนร้อยละของครอบครัวตามกลุ่มในข้อ 1) ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.8.1



รูปที่ 4.6 แสดงแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง CROSS CLASSIFICATION

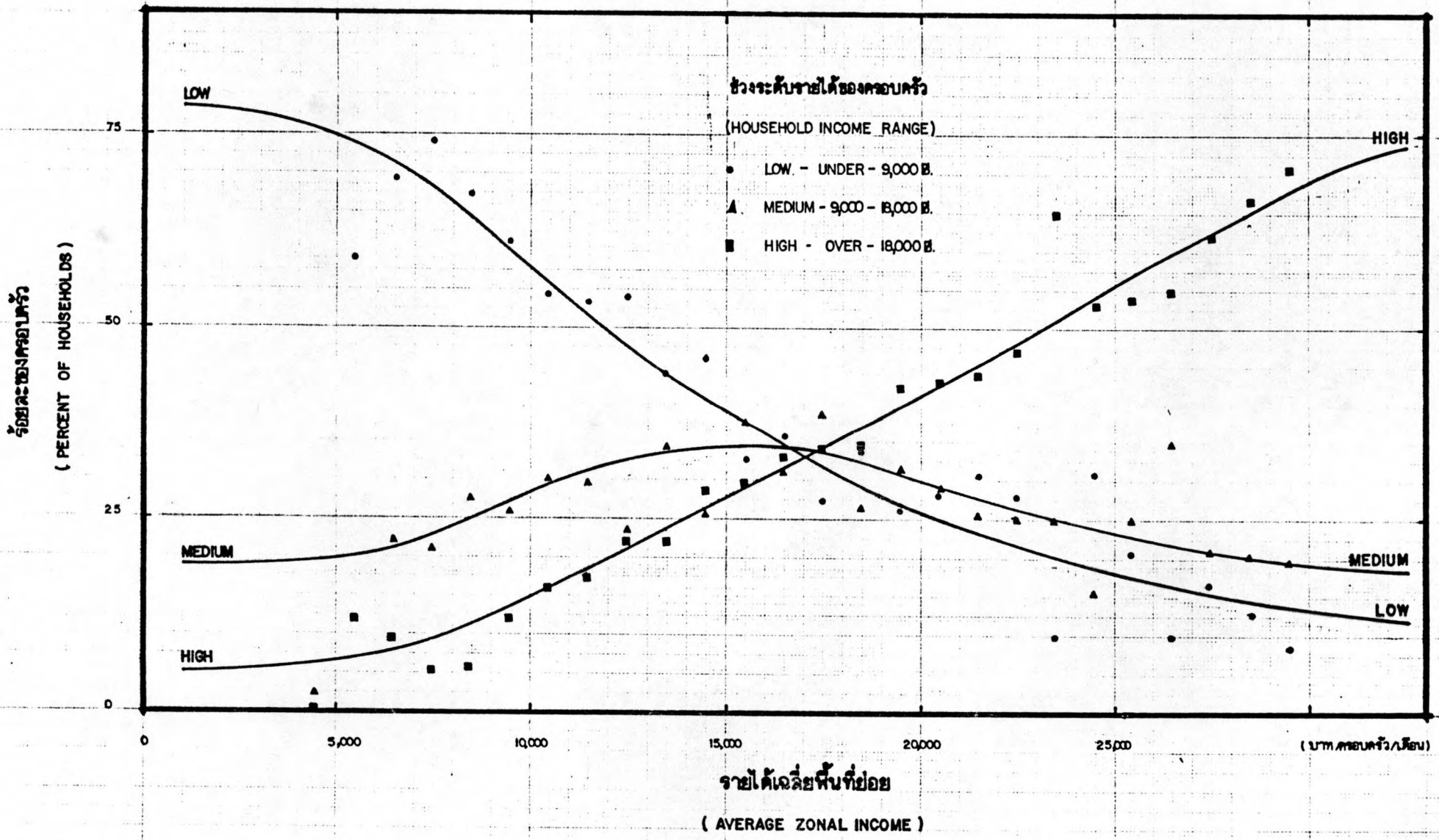
ตารางที่ 4.7 Matrix for Income Submodel

(x 1000)

Zone	Average Zonal Income	Income Range			Total Income	Percent Income		
		Low	Medium	High		Low	Medium	High
6	4.542	23	1	0	24	95.83	4.17	0.00
85	4.750	25	0	0	25	100.00	0.00	0.00
29	5.036	30	11	7	48	62.50	22.92	14.58
89	5.805	31	24	9	64	48.44	37.50	14.06
88	5.833	19	5	0	24	79.17	20.83	0.00
84	6.190	21	4	0	25	84.00	16.00	0.00
20	6.328	22	7	3	32	68.75	21.88	9.38
39	6.328	29	3	0	32	90.63	9.38	0.00
15	6.403	26	27	19	72	36.11	37.50	26.39
13	6.488	12	4	4	20	60.00	20.00	20.00
57	6.490	21	4	0	25	84.00	16.00	0.00
40	6.521	19	5	0	24	79.17	20.83	0.00
18	6.524	9	8	4	21	42.86	38.10	19.05
80	6.687	66	14	3	83	79.52	16.87	3.61
58	6.927	27	4	0	31	87.10	12.90	0.00
3	7.046	31	7	2	40	77.50	17.50	5.00
31	7.094	17	7	0	24	70.83	29.17	0.00
90	7.209	59	16	5	80	73.75	20.00	6.25
92	7.229	35	10	3	48	72.92	20.83	6.25
2	7.271	37	8	3	48	77.08	16.67	6.25
55	7.570	27	4	1	32	84.38	12.50	3.13
61	7.725	28	10	2	40	70.00	25.00	5.00
78	7.838	22	10	2	34	64.71	29.41	5.88
94	8.153	73	33	5	111	65.77	29.73	4.50
45	8.177	15	9	0	24	62.50	37.50	0.00
37	8.365	34	10	4	48	70.83	20.83	8.33
19	8.552	33	11	4	48	68.75	22.92	8.33
59	8.625	24	14	2	40	60.00	35.00	5.00
5	8.979	35	10	3	48	72.92	20.83	6.25
30	9.000	17	11	3	31	54.84	35.48	9.68
16	9.327	48	17	10	75	64.00	22.67	13.33
83	9.686	21	7	7	35	60.00	20.00	20.00
60	9.734	17	13	2	32	53.13	40.63	6.25
95	9.886	43	15	8	66	65.15	22.73	12.12
93	9.943	30	11	7	48	62.50	22.92	14.58
81	10.006	28	7	7	42	66.67	16.67	16.67
87	10.198	12	9	3	24	50.00	37.50	12.50
91	10.241	20	16	5	41	48.78	39.02	12.20
8	10.677	11	10	3	24	45.83	41.67	12.50
82	10.762	35	17	13	65	53.85	26.15	20.00
51	11.009	34	37	9	80	42.50	46.25	11.25
79	11.037	22	5	7	34	64.71	14.71	20.59
14	11.037	27	10	10	47	57.45	21.28	21.28
77	11.313	12	7	5	24	50.00	29.17	20.83
23	11.600	9	8	3	20	45.00	40.00	15.00
68	11.742	59	39	20	118	50.00	33.05	16.95
4	11.779	65	20	19	104	62.50	19.23	18.27
47	12.044	38	26	16	80	47.50	32.50	20.00
49	12.580	46	11	15	72	63.89	15.28	20.83

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

Zone	Average Zonal Income	Income Range			Total Income	Percent Income		
		Low	Medium	High		Low	Medium	High
67	12.911	32	13	17	62	51.61	20.97	27.42
86	13.104	12	7	5	24	50.00	29.17	20.83
46	13.203	12	13	7	32	37.50	40.63	21.88
10	13.340	13	5	7	25	52.00	20.00	28.00
71	13.417	10	8	6	24	41.67	33.33	25.00
76	13.570	15	10	7	32	46.88	31.25	21.88
53	13.990	8	12	4	24	33.33	50.00	16.67
73	14.156	15	9	8	32	46.88	28.13	25.00
32	14.228	13	3	7	23	56.52	13.04	30.43
64	14.229	8	9	7	24	33.33	37.50	29.17
9	14.341	45	24	24	93	48.39	25.81	25.81
69	14.581	34	15	25	74	45.95	20.27	33.78
1	14.667	10	6	8	24	41.67	25.00	33.33
42	14.958	10	9	5	24	41.67	37.50	20.83
72	15.114	28	33	27	88	31.82	37.50	30.68
75	15.125	20	19	17	56	35.71	33.93	30.36
65	15.442	19	28	18	65	29.23	43.08	27.69
11	15.909	12	11	10	33	36.36	33.33	30.30
62	16.047	10	7	15	32	31.25	21.88	46.88
27	16.083	7	9	8	24	29.17	37.50	33.33
74	16.162	30	38	29	97	30.93	39.18	29.90
7	16.167	7	10	7	24	29.17	41.67	29.17
54	16.392	33	12	20	65	50.77	18.46	30.77
25	16.461	11	9	12	32	34.38	28.13	37.50
21	16.510	6	10	9	25	24.00	40.00	36.00
50	16.962	29	20	24	73	39.73	27.40	32.88
41	17.573	8	8	8	24	33.33	33.33	33.33
33	17.663	4	9	7	20	20.00	45.00	35.00
63	18.319	11	12	17	40	27.50	30.00	42.50
56	18.327	26	9	14	49	53.06	18.37	28.57
36	18.865	7	9	8	24	29.17	37.50	33.33
12	18.938	11	7	10	28	39.29	25.00	35.71
48	19.358	32	23	33	88	36.36	26.14	37.50
70	19.443	7	24	30	61	11.48	39.34	49.18
28	21.114	12	8	15	35	34.29	22.86	42.86
44	21.885	6	7	11	24	25.00	29.17	45.83
43	22.542	5	7	12	24	20.83	29.17	50.00
66	22.733	14	10	20	44	31.82	22.73	45.45
17	23.850	2	5	13	20	10.00	25.00	65.00
52	24.056	12	5	23	40	30.00	12.50	57.50
35	24.188	8	5	11	24	33.33	20.83	45.83
34	26.950	2	7	11	20	10.00	35.00	55.00
26	27.583	4	6	14	24	16.67	25.00	58.33
22	27.896	4	4	16	24	16.67	16.67	66.67
24	29.542	4	5	15	24	16.67	20.83	62.50
38	35.727	1	6	25	32	3.13	18.75	78.13
Total Household		2073	1101	903	4077			



รูปที่ 4.7 แบบจำลองย่อยรายได้

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้พื้นที่ย่อยกับร้อยละของครอบครัว

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของรายได้ครอบครัวกับการเป็นเจ้าของรถยนต์ โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.8.1 ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.8.1

2.2 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ (Motor-Cycle Ownership Submodel)

แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการ ดังนี้

1) หาจำนวนครอบครัวที่เป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ โดยจำแนกเป็นกลุ่มของการเป็นเข้าของตามจำนวนรถมอเตอร์ไซค์และตามระดับรายได้ครอบครัว

2) คำนวณหาจำนวนร้อยละของครอบครัวตามกลุ่มในข้อ 1) ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.8.2

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างร้อยละของรายได้ครอบครัวกับการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.8.2 ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.8.2

3. แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production Submodel)

แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทาง แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทางโดยรถยนต์บุคคลส่วนตัว (Trip Production Submodel by Car)

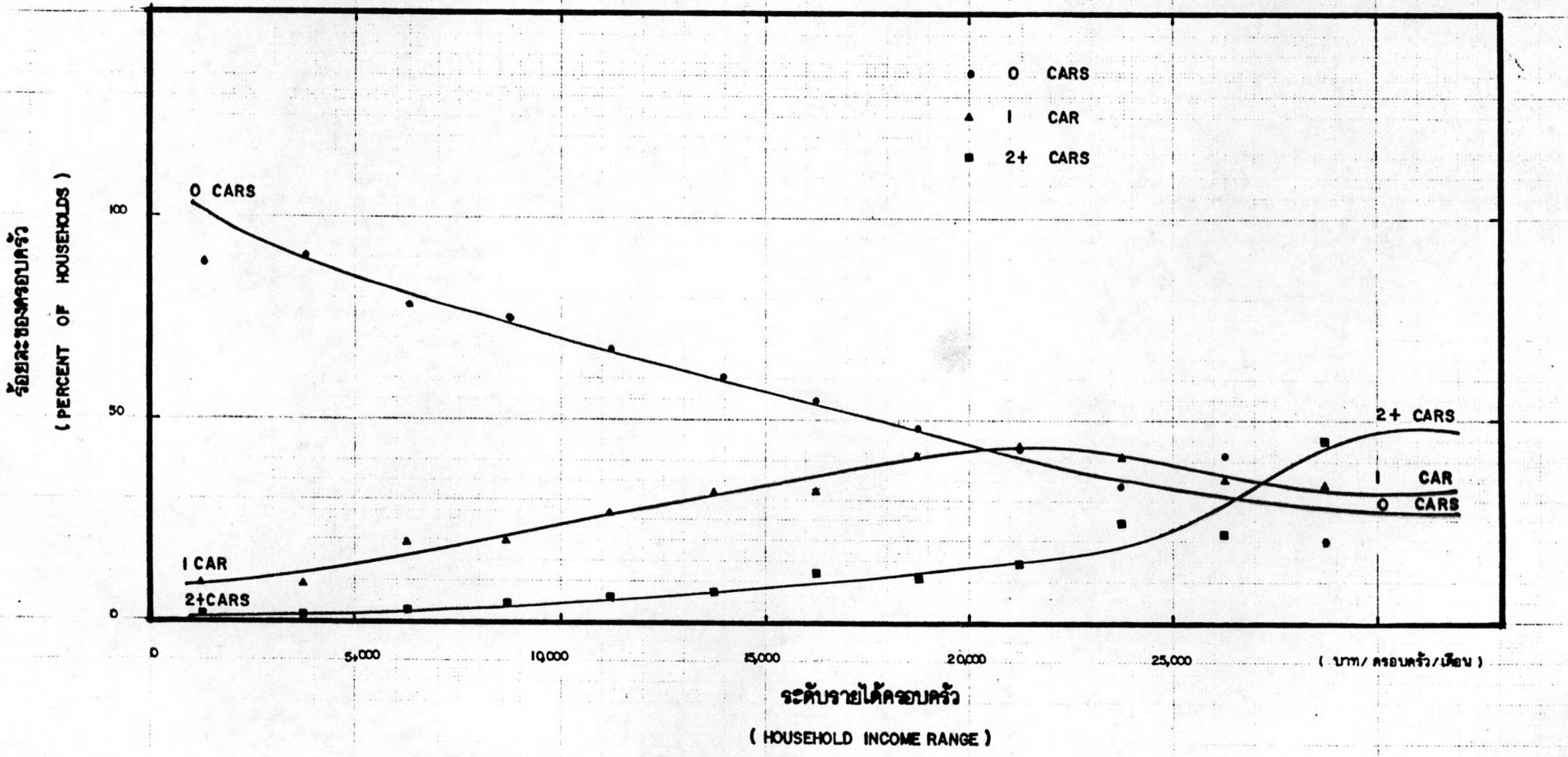
แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทางโดยรถยนต์บุคคลส่วนตัว เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับการเดินทางของครอบครัวในแต่ละกลุ่มการเป็นเจ้าของรถยนต์ การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการดังนี้

ตารางที่ 4.8.1 Matrix for Car Ownership Submodel

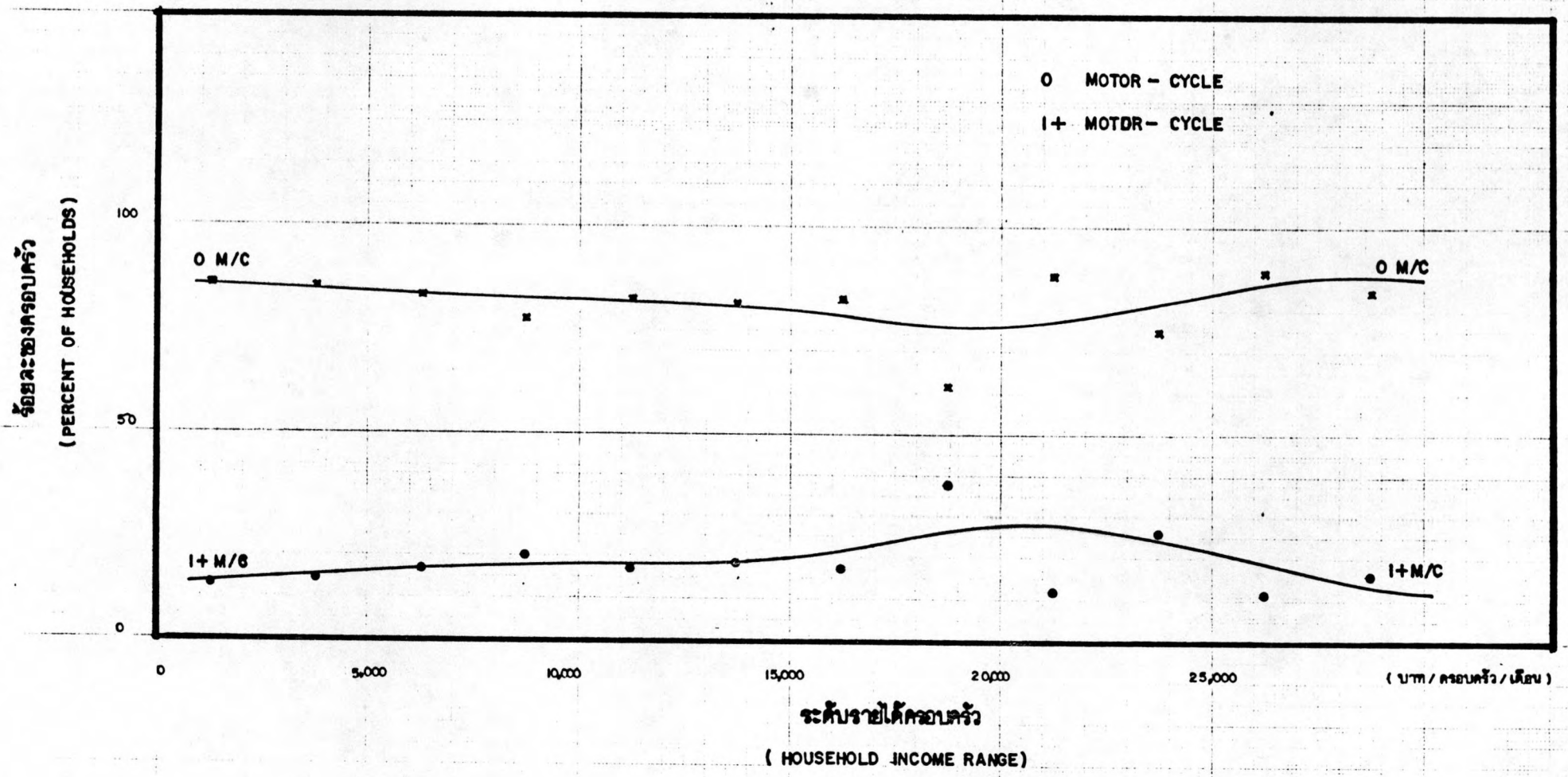
Household Income Range x1000	Percent Cars Owned		
	0	1	2 or More
UNDER 2.500	88.73	9.86	1.41
2.500-4.999	89.86	8.72	1.42
5.000-7.499	77.95	19.41	2.64
7.500-9.999	75.37	19.96	4.66
10.000-12.499	67.65	26.47	5.88
12.500-14.999	60.45	32.27	7.27
15.000-17.499	54.78	32.48	12.74
17.500-19.999	48.10	41.77	10.13
20.000-22.499	42.79	42.79	14.42
22.500-24.999	34.41	40.86	24.73
25.000-27.500	42.86	35.71	21.43
OVER 27.500	20.05	34.91	45.05

ตารางที่ 4.8.2 Matrix for M/C Ownership Submodel

Household Income Range x1000	Percent M/C Owned	
	0	1 or More
UNDER 2.500	86.18	13.82
2.500-4.999	85.96	14.04
5.000-7.499	83.16	16.84
7.500-9.999	77.99	22.01
10.000-12.499	82.98	17.02
12.500-14.999	81.82	18.18
15.000-17.499	82.28	17.72
17.500-19.999	61.54	38.46
20.000-22.499	88.84	11.16
22.500-24.999	74.19	25.81
25.000-27.500	89.06	10.94
OVER 27.500	84.43	15.57



รูปที่ 4.8.1 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถ, รถยนต์บุคคลส่วนตัว
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับรายได้ครอบครัวกับร้อยละของครอบครัว



รูปที่ 4.8.2 แบบจำลองย่อยการเป็นเจ้าของรถ , รถมอเตอร์ไซด์

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับรายได้ครอบครัวกับร้อยละของครอบครัว

1) หาจำนวนการเดินทางของครอบครัว ในแต่ละระดับรายได้ และกลุ่มของการเป็นเจ้าของรถยนต์

2) คำนวณหาอัตราการเดินทาง (Trip Rate) ในแต่ละระดับรายได้ และกลุ่มของการเป็นเจ้าของรถยนต์ โดยใช้ข้อมูลจากข้อ 1) ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.9.1

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับอัตราการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.9.1 ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.9.1

3.2 แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทางโดยรถ-มอเตอร์ไซค์ (Trip Production Submodel by Motor-Cycle)

แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทางโดยรถ-มอเตอร์ไซค์ เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับการเดินทางของครอบครัวในแต่ละกลุ่มการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการดังนี้

1) หาจำนวนการเดินทางของครอบครัว ในแต่ละระดับรายได้ และกลุ่มการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์

2) คำนวณหาอัตราการเดินทาง (Trip Rate) ในแต่ละระดับรายได้ และกลุ่มการเป็นเจ้าของรถมอเตอร์ไซค์ โดยใช้ข้อมูลจากข้อ 1) ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.9.2

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับอัตราการเดินทางโดยรถมอเตอร์ไซค์ โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 4.9.2 ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.9.2

4. แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง (Trip Purpose Submodel)

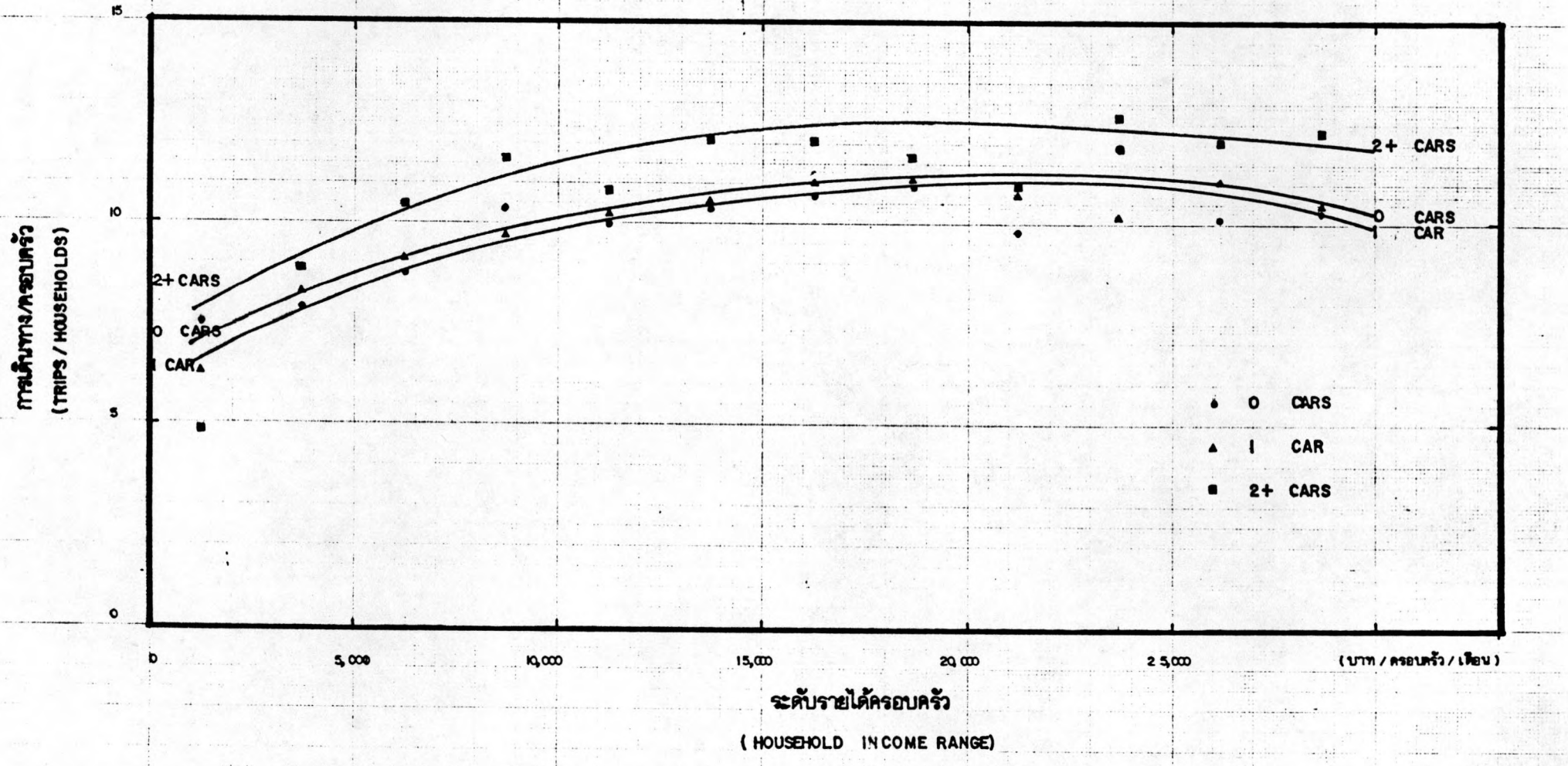
แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของครอบครัวกับการเดินทาง โดยจำแนกตามวัตถุประสงค์การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการดังนี้

ตารางที่ 4.9.1 Matrix for Trip Production Submodel by Car (Trips/Household)

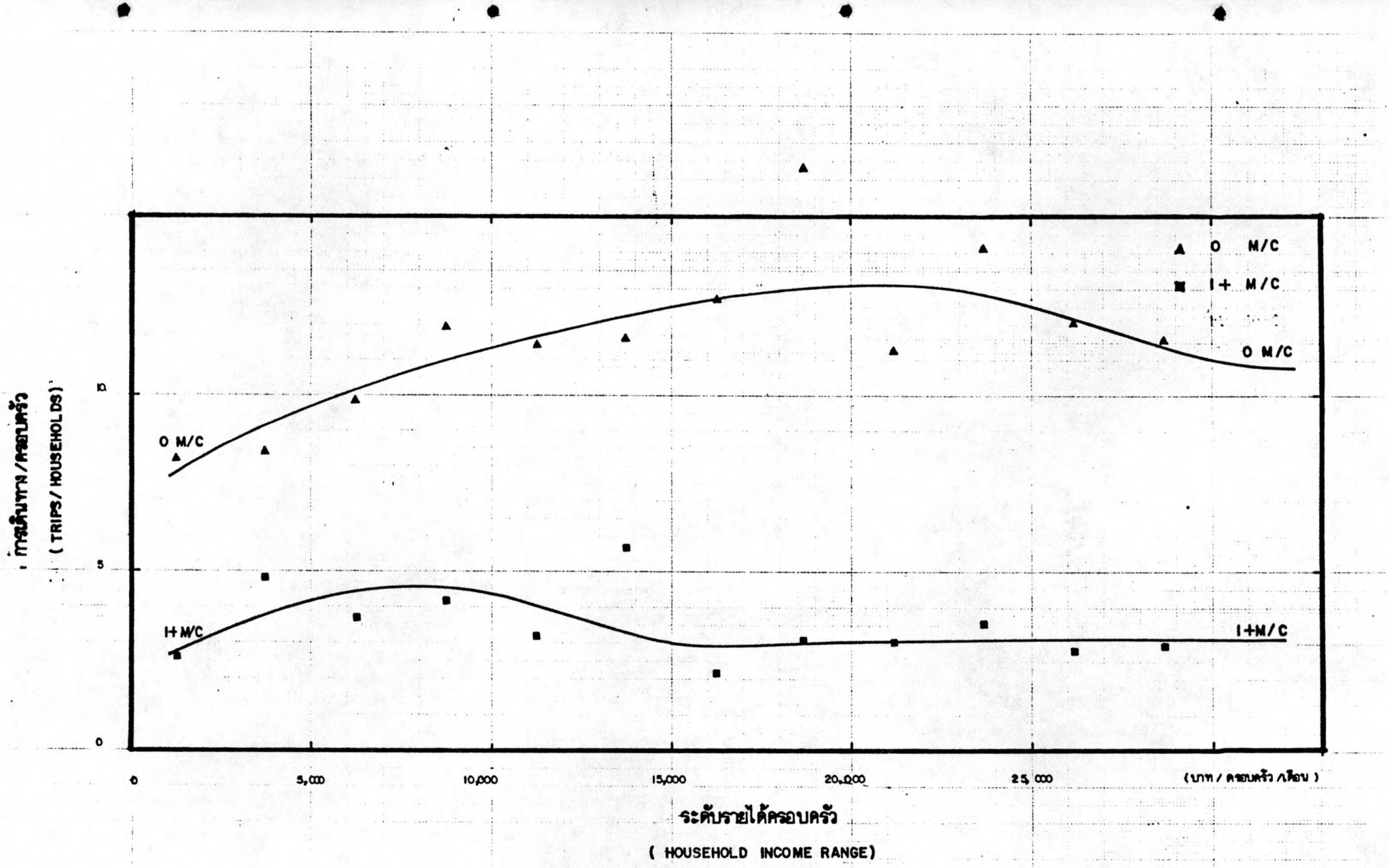
Household Income Range x1000	Cars Owned		
	0	1	2 or More
UNDER 2.500	7.50	6.33	4.89
2.500-4.999	7.83	8.30	8.90
5.000-7.499	8.71	9.12	10.48
7.500-9.999	10.31	9.76	11.66
10.000-12.499	9.91	10.24	10.80
12.500-14.999	10.35	10.55	12.03
15.000-17.499	10.70	11.05	12.01
17.500-19.999	10.99	11.14	11.69
20.000-22.499	9.72	10.73	10.88
22.500-24.999	11.91	10.18	12.67
25.000-27.500	10.02	11.01	12.05
OVER 27.500	10.28	10.42	12.28

ตารางที่ 4.9.2 Matrix for Trip Production Submodel by M/C (Trips/Household)

Household Income Range x1000	M/C Owned	
	0	1 or More
UNDER 2.500	8.11	2.63
2.500-4.999	8.38	4.84
5.000-7.499	9.89	3.70
7.500-9.999	11.98	4.18
10.000-12.499	11.45	3.21
12.500-14.999	11.59	5.78
15.000-17.499	12.79	2.20
17.500-19.999	16.40	3.05
20.000-22.499	11.24	3.03
22.500-24.999	14.10	3.59
25.000-27.500	12.05	2.83
OVER 27.500	11.58	2.99



รูปที่ 4.9.1 **แบบจำลองย่อยการก่อเกิดการเดินทางโดยรถยนต์บุคคลส่วนตัว**
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับรายได้ครอบครัวกับอัตราการเดินทาง



รูปที่ 4.9.2 แบบจำลองย่อยการกำเนิดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับรายได้กับอัตราการเดินทาง

1) หาจำนวนการเดินทางโดยแยกตามวัตถุประสงค์ในแต่ละระดับรายได้ครอบครัว

2) คำนวณหาจำนวนร้อยละของจำนวนการเดินทางในแต่ละวัตถุประสงค์และแต่ละกลุ่มระดับรายได้ ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.10

3) ลากเส้นแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างรายได้ของครอบครัว กับร้อยละวัตถุประสงค์ของการเดินทาง ได้ผลดังแสดงตามรูปที่ 4.10

4.5.1.2 Regression Trip Production Model

แบบจำลองการเกิดการเดินทาง โดยวิธี Regression เป็นแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางซึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดการเดินทาง จากการศึกษาที่ผ่านมาทั้งภายใน และภายนอกประเทศ สามารถเลือกกลุ่มตัวแปรอิสระที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับการเดินทางเพื่อเลือกตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุดใช้ในแบบจำลอง

กลุ่มของตัวแปรที่เลือกมาได้แก่จำนวน ประชากร ครอบครัว การจ้างงาน นักเรียน รถยนต์บุคคลส่วนตัว รถมอเตอร์ไซค์ รายได้เฉลี่ยของพื้นที่ย่อย รายได้ที่คำนวณมาจากผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP, GRP, GPP) และรายได้ของครอบครัว เป็นต้น ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง มีดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดด้วยค่า Correlation Coefficient ; R อยู่ในรูปของตารางความสัมพันธ์ (Correlation Matrix Table) โดยตารางนี้จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และ จะใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดตัวแปรที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สร้างสมการ Regression ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ผลของขั้นตอนที่ 1 แสดงอยู่ในตารางที่ 4.11 จากผลของความสัมพันธ์จะทำการเลือกตัวแปรที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 โดยเลือกที่มีความสัมพันธ์ R สูงสุด ได้ค่าตัวแปรอิสระ คือ จำนวนครอบครัว รายได้ของครอบครัว และจำนวนรถยนต์บุคคลส่วนตัว ซึ่งจะให้ค่า R เท่ากับ 0.8994 0.8143 และ 0.6972 ตามลำดับ

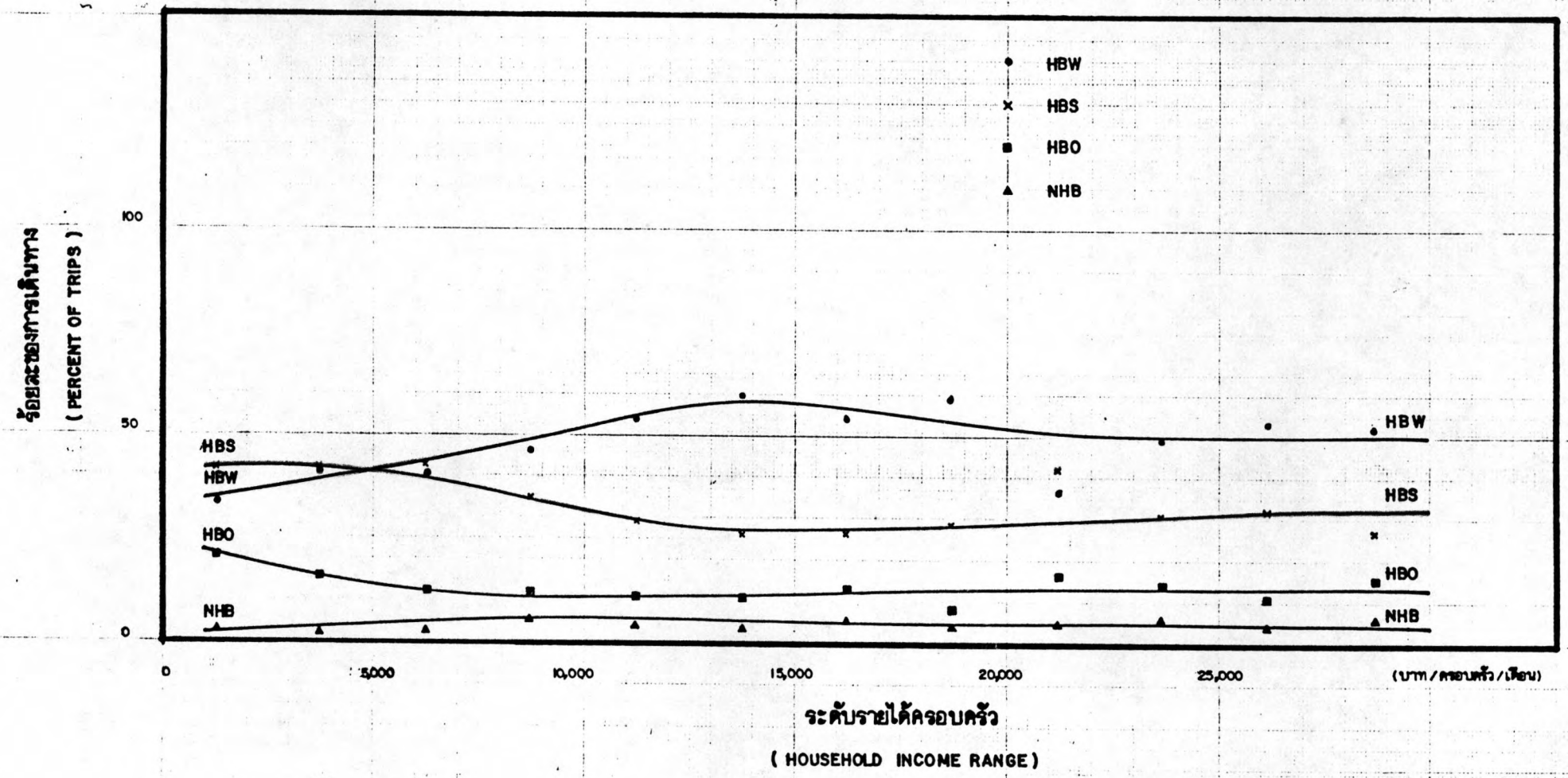
ตารางที่ 4.10 Matrix for Trip Purpose Submodel

Household Income Range x1000	Trip by Purpose (Percent)			
	HBW	HBS	HBO	NHB
UNDER 2.500	33.81	42.02	20.74	3.43
2.500-4.999	41.04	41.31	15.12	2.53
5.000-7.499	40.94	43.52	12.31	3.22
7.500-9.999	47.48	35.16	12.25	5.10
10.000-12.499	54.79	28.69	11.85	4.67
12.500-14.999	59.94	26.39	10.13	3.54
15.000-17.499	54.00	26.45	13.80	5.75
17.500-19.999	59.43	28.35	7.51	4.71
20.000-22.499	36.30	42.47	16.26	4.97
22.500-24.999	48.98	30.36	14.40	6.27
25.000-27.500	52.82	32.38	10.42	4.38
OVER 27.500	51.32	26.60	15.53	6.55

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการดึงดูดการเดินทาง

(Correlation Matrix Table Trip Production)

	PRODUCT	Populat	Household	Employ	Student	Car	M/C	Avg-Inc	Tot-incG	Tot-incS
PRODUCT	1.00000	0.89940	0.97405	0.62819	0.53878	0.69720	0.74990	-0.07586	0.81430	0.77847
Populat	0.89940	1.00000	0.92969	0.56187	0.54906	0.57172	0.60118	-0.11638	0.89894	0.83873
Household	0.97405	0.92969	1.00000	0.60050	0.56385	0.65803	0.69548	-0.12518	0.84402	0.76940
Employ	0.62819	0.56187	0.60050	1.00000	0.50792	0.36550	0.56071	-0.09660	0.42525	0.47675
Student	0.53878	0.54906	0.56385	0.50792	1.00000	0.56676	0.28091	0.06522	0.61889	0.56887
Car	0.69720	0.57172	0.65803	0.36550	0.56676	1.00000	0.37326	0.41594	0.63191	0.79026
M/C	0.74990	0.60118	0.69548	0.56071	0.28091	0.37326	1.00000	-0.22864	0.52078	0.41546
Avg-Inc	-0.07586	-0.11638	-0.12518	-0.09660	0.06522	0.41594	-0.22864	1.00000	-0.02694	0.36020
Tot-incG	0.81430	0.89894	0.84402	0.42525	0.61889	0.63191	0.52078	-0.02694	1.00000	0.81543
Tot-incS	0.77847	0.83873	0.76940	0.47675	0.56887	0.79026	0.41546	0.36020	0.81543	1.00000



รูปที่ 4.10 แบบจำลองย่อยวัตถุประสงค์ของการเดินทาง

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับรายได้ครอบครัวกับร้อยละของครอบครัวกับร้อยละของการเดินทาง

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด กับการเดินทาง โดยสร้างสมการ Multiple Linear Regression โดยใช้หลักการ Step-Wise Regression คือการกำหนดตัวแปรอิสระเข้าไปในแบบจำลองครั้งละหนึ่งตัว โดยเลือกจากตัวแปรที่มีค่า R สูงสุด และน้อยลงมาตามลำดับ ผู้วิจัยเลือกตัวแปรที่มีค่า R สูงสุดเพียง 3 ตัวในแบบจำลอง Multiple Linear Regression เพื่อในการนำไปใช้งานจะได้ไม่ยุ่งยากสับสน ผลของแบบจำลอง ได้แก่

$$Y = -5.54 + 8.54X_1 + 0.002X_2 + 1.49X_3$$

Correlation Coefficient ; r = 0.9769

F - ratio = 634.2086

Standard Error of Regression = 20.6330

โดยที่

Y = จำนวนการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production) ทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^3$)

X_1 = จำนวนครอบครัวทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^{-3}$)

X_2 = รายได้ทั้งหมดของครอบครัวในพื้นที่ย่อย ($X10^{-6}$)

X_3 = จำนวนรถยนต์บุคคลส่วนตัวทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^{-3}$)

4.5.1.3 Trip Generation by German Study

ในปี พ.ศ. 2514 วิศวกรชาวเยอรมันได้ทำการศึกษา การเกิดการเดินทางของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยสร้างแบบจำลอง Multiple Linear Regressionได้ ดังแสดงตามตารางที่ 4.12 ในการวิจัยนี้นำเอาแบบจำลองของชาวเยอรมันมาแสดงไว้ เพื่อจะทำการเปรียบเทียบจำนวนการเดินทางกับแบบจำลองที่สร้างในงานวิจัยนี้

ตารางที่ 4.12 G.B.S. Model

Table C 4.1 : 24 Hours, All Trip Purpose

	Special	Core	Urban	Rural
a 0	604	3,763	2,820	866
a 1	2.273	-	0.442	0.279
a 2	2.039	1.537	1.341	0.915
a 3	-	8.803	6.427	10.261

Table C 4.2 : 24 Hours, To Work

	Special		Core		Urban		Rural	
	G	A	G	A	G	A	G	A
a 0	-1,724	-7,341	1,254	1,077	291	478	897	370
a 1	-0.585	-	0.036	-	0.112	-	-	-
a 2	-	2.878	-	0.632	-	0.718	-	0.390
a 3	-	-	1.369	-	1.656	-	3.631	-

Table C 4.3 : 6.00-9.00 a.m., All Trip Purpose

	Special		Core		Urban		Rural	
	G	A	G	A	G	A	G	A
a 0	-938	-2.401	777	31	408	1,495	297	370
a 1	0.490	0.423	0.086	-	0.152	-	0.050	-
a 2	-	1.510	-	0.524	-	0.858	0.192	0.354
a 3	-	-	1.825	1.704	1.848	-	2.817	2.135

Table C 4.4 : 6.00-9.00 a.m., To Work

	Special		Core		Urban		Rural	
	G	A	G	A	G	A	G	A
a 0	-1,021	3,507	696	236	83	140	33	361
a 1	0.402	-	0.049	-	0.113	-	0.069	-
a 2	-	1.071	-	0.712	-	0.736	-	0.373
a 3	-	-	1.221	-	0.482	-	2.733	-

Table C 4.5 : Intra-Cell Trips, 6.00-9.00 a.m. 24 Hours,All Trip Purposes

	Special		Core		Urban		Rural	
	G	A	G	A	G	A	G	A
a 0	64	303	64	303	-51	-507	-25	-181
a 1	-	-	-	-	0.021	0.131	0.018	0.129
a 2	-	-	-	-	0.031	-	0.122	0.382
a 3	0.233	1.040	0.233	1.040	-	-	-	-
a 4	0.912	5.457	0.912	5.457	0.362	2.871	-	-

General Equation:

Generated (G), Attracted (A) Trip =
a 0 + a 1 .Population + a 2 .Jop Opportuñities + a 3 .Cars + a 4 .Area

Note : The trip generations and attractions in Table C 4.1 - C 4.2
include intra - cell trips

Sorce : Bangkok Transpotation Study (BTS)

4.5.2 แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction Models)

แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง เป็นแบบจำลองที่หาความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทาง ซึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่จะทำให้เกิดการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ในการวิจัยนี้เลือกตัวแปรทางด้านการใช้ที่ดิน (Land Use) ซึ่งจะสะท้อนอยู่ในรูปของ การจ้างงาน (Employment) จำนวนนักเรียน (Student) เป็นต้น การวิเคราะห์มี 2 วิธี คือ อัตราการเดินทาง (Trip Rate) และ Regression Model

4.5.2.1 อัตราการเดินทาง (Trip Rate)

อัตราการเดินทางเป็นการวิเคราะห์หาอัตราส่วน การเดินทางกับตัวแปรที่จะทำให้เกิดการเดินทางแบบดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ในงานวิจัยนี้เลือกจำนวนคน ซึ่งเป็นตัวแปรที่สะท้อนให้เห็นการใช้ที่ดิน (Land Use) คือ จำนวนคนงาน นักเรียน และอาชีพอื่น ๆ การวิเคราะห์ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เลือก เพื่อตรวจสอบว่า Correlation Coefficient ; R ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปตารางแสดงความสัมพันธ์ (Correlation Matrix) โดยตารางนี้จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรว่าจะมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด จะใช้เป็นตัวแปรได้หรือไม่ ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.13

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่าอัตราส่วนการเดินทาง (Trip Rate) โดยใช้ค่าตัวแปรที่เลือกจากขั้นตอนที่ 1 ค่าอัตราส่วนจะแสดงอยู่ในหน่วยจำนวน การเดินทางต่อจำนวนคน ดังแสดงตามตารางที่ 4.14

4.5.2.2 Regression Trip Attraction Model

Regression Trip Attraction Model เป็นแบบจำลองประเภท Aggregate Model ที่วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางกับตัวแปรที่ทำให้เกิดการเดินทาง ซึ่งมักจะเป็นตัวแปรทางด้านการใช้ที่ดิน (Land Use) การเลือกกลุ่ม

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการดึงดูดการเดินทาง

(Correlation Matrix Table Trip Rate)

	ATTRAC	Populat	Household	Employ	Student	Car	M/C	Avg-Inc	Tot-incG	Tot-incS
ATTRAC	1.00000	0.49335	0.51391	0.66299	0.56943	0.28556	0.49344	-0.09068	0.53182	0.37444
Populat	0.49335	1.00000	0.92969	0.56187	0.54906	0.57172	0.60118	-0.11638	0.89894	0.83873
Household	0.51391	0.92969	1.00000	0.60050	0.56385	0.65803	0.69548	-0.12518	0.84402	0.76940
Employ	0.66299	0.56187	0.60050	1.00000	0.50792	0.36550	0.56071	-0.09660	0.42525	0.47675
Student	0.56943	0.54906	0.56385	0.50792	1.00000	0.56676	0.28091	0.06522	0.61889	0.56887
Car	0.28556	0.57172	0.65803	0.36550	0.56676	1.00000	0.37326	0.41594	0.63191	0.79026
M/C	0.49344	0.60118	0.69548	0.56071	0.28091	0.37326	1.00000	-0.22864	0.52078	0.41546
Avg-Inc	-0.09068	-0.11638	-0.12518	-0.09660	0.06522	0.41594	-0.22864	1.00000	-0.02694	0.36020
Tot-incG	0.53182	0.89894	0.84402	0.42525	0.61889	0.63191	0.52078	-0.02694	1.00000	0.81543
Tot-incS	0.37444	0.83873	0.76940	0.47675	0.56887	0.79026	0.41546	0.36020	0.81543	1.00000

ตารางที่ 4.14 แสดงอัตราการดึงดูดการเดินทาง

(Attraction Trip Rate)

Trip By Purpose	Attraction per Employment	Attraction per Student	Attraction per Other
Home Based Work	1.816	-	-
Home Based School	-	3.339	-
Home Based Other	-	-	0.204
Non-Home Based	4.137 *	4.267 *	3.951 *

Remark : * Non-Home Based = x 1/100

ของตัวแปร ที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับการดึงดูดการเดินทาง จะใช้หลักการเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 4.5.1.2 ซึ่งกลุ่มของตัวแปรที่เลือกจะต้องมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ มีความง่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลและมีความสะดวกในการนำตัวแปรเหล่านั้นมาใช้ในการวิเคราะห์และพยากรณ์

กลุ่มของตัวแปรที่เลือกเพื่อนำมาตรวจสอบความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นตัวแปรทางด้านการใช้ที่ดิน ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกจำนวนคนในแต่ละอาชีพ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นการใช้ที่ดิน ได้แก่ จำนวนคนงานและนักเรียน และตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ รายได้ การวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด โดยหาค่า Correlation Coefficient ; R จะแสดงอยู่ในรูปของตารางความสัมพันธ์ (Correlation Matrix) โดยตารางนี้จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และจะใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดตัวแปรที่จะนำไปใช้ในการสร้างสมการ Regression ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ผลของขั้นตอนที่ 1 แสดงอยู่ในตารางที่ 4.15 จากผลของความสัมพันธ์ จะทำให้สามารถเลือกตัวแปรที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 โดยเลือกค่าที่มีความสัมพันธ์ R สูงสุด ได้ค่าตัวแปรอิสระ คือ จำนวนคนงาน, จำนวนนักเรียน และ รายได้ ซึ่งคำนวณมาจากผลิตภัณฑ์มวลรวมมีค่า R เท่ากับ 0.6630 0.5694 และ 0.5318 ตามลำดับ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดกับการเดินทางโดยสร้างสมการ Multiple Linear Regression โดยใช้หลักการแบบวิธี Step-Wise Regression คือ การกำหนดตัวแปรอิสระเข้าไปในแบบจำลองทีละตัว โดยจะเลือกจากตัวแปรที่มีค่า R สูงสุดเพียง 3 ตัว ใช้ในการสร้างแบบจำลอง Multiple Linear Regression เพื่อการใช้งานแบบจำลองในภายหลัง จะได้ไม่ยุ่งยากสับสน ผลของแบบจำลอง ได้แก่

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการดึงดูดการเดินทาง

(Correlation Matrix Table Trip Attraction)

	ATTRAC	Populat	Household	Employ	Student	Car	M/C	Avg-Inc	Tot-incG	Tot-incS
ATTRAC	1.00000	0.49335	0.51391	0.66299	0.56943	0.28556	0.49344	-0.09068	0.53182	0.37444
Populat	0.49335	1.00000	0.92969	0.56187	0.54906	0.57172	0.60118	-0.11638	0.89894	0.83873
Household	0.51391	0.92969	1.00000	0.60050	0.56385	0.65803	0.69548	-0.12518	0.84402	0.76940
Employ	0.66299	0.56187	0.60050	1.00000	0.50792	0.36550	0.56071	-0.09660	0.42525	0.47675
Student	0.56943	0.54906	0.56385	0.50792	1.00000	0.56676	0.28091	0.06522	0.61889	0.56887
Car	0.28556	0.57172	0.65803	0.36550	0.56676	1.00000	0.37326	0.41594	0.63191	0.79026
M/C	0.49344	0.60118	0.69548	0.56071	0.28091	0.37326	1.00000	-0.22864	0.52078	0.41546
Avg-Inc	-0.09068	-0.11638	-0.12518	-0.09660	0.06522	0.41594	-0.22864	1.00000	-0.02694	0.36020
Tot-incG	0.53182	0.89894	0.84402	0.42525	0.61889	0.63191	0.52078	-0.02694	1.00000	0.81543
Tot-incS	0.37444	0.83873	0.76940	0.47675	0.56887	0.79026	0.41546	0.36020	0.81543	1.00000

$$Y = 4.91 + 1.97X_1 + 2.00X_2 + 0.23X_3$$

Correlation Coefficient ; r = 0.7334

F - ratio = 35.3146

Standard Error of Regression = 72.0130

โดยที่

Y = จำนวนการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^3$)

X_1 = จำนวนคนงานทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^{-3}$)

X_2 = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในพื้นที่ย่อย ($X10^{-3}$)

X_3 = รายได้ทั้งหมดของครอบครัวในพื้นที่ย่อยคำนวณจากผลิตภัณฑ์มวลรวม (10^{-3})

4.6 การเปรียบเทียบและปรับแก้แบบจำลอง

การเปรียบเทียบจะเป็นการตรวจสอบถึงความถูกต้องของแบบจำลองซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างผลรวมของจำนวนการเดินทาง (Total Trip) จากการเก็บข้อมูลกับผลรวมของการเดินทางที่ได้จากการใช้แบบจำลองในปีปัจจุบัน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมในการจะนำแบบจำลองไปใช้ในอนาคต การเปรียบเทียบและปรับแก้แบบจำลองมี 2 ประเภท คือ

4.6.1 การเปรียบเทียบแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง (Trip Production)

แบบจำลองการกำเนิดการเดินทางในงานทำวิจัยนี้ แสดงผลของจำนวนการเดินทางไว้ 3 แบบจำลอง ดังนี้

- Cross-Classification = 12,454,230 Trips
- Regression = 11,536,792 Trips
- G.B.S. = 11,865,119 Trips

และจากการสำรวจได้ (ปี 2529) = 11,547,216 Trips

ความแตกต่างจำนวน Trip ของทั้ง 3 แบบจำลองน้อยมาก แสดงว่าแบบจำลอง Cross-Classification น่ามีความถูกต้องสามารถนำไปใช้งานได้ และเมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 3 แบบกับจำนวนการเดินทางที่ได้จากการสำรวจจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นน้อยมากเช่นเดียวกัน คือ Cross-Classification เท่ากับร้อยละ 7.85 Regression เท่ากับร้อยละ 0.09 และ G.B.S เท่ากับร้อยละ 2.75

การหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อปรับค่าแบบจำลอง Cross-Classification จะใช้วิธีอัตราส่วน หาค่าได้เท่ากับ 0.9272

4.6.2 การเปรียบเทียบแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction)

แบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง ในการทำวิจัยนี้ แสดงผลของการดึงดูดการเดินทางไว้ 2 แบบจำลอง ดังนี้

- Trip Rate = 11,253,648 Trips
- Regression = 11,401,327 Trips

และจากการสำรวจได้ (ปี 2529) = 11,401,221 Trips

ผลของทั้งสองแบบจำลองจะแตกต่างกันน้อยมากเท่ากับร้อยละ 1.34 และเมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 2 แบบ กับจำนวนการเดินทางที่ได้จากการสำรวจจะมีความคลาดเคลื่อนคือแบบจำลอง Trip Rate เท่ากับร้อยละ 1.43 และ Regression เท่ากับร้อยละ 0.14

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง Trip Rate จะใช้วิธีอัตราส่วนเช่นเดียวกับ Cross-Classification ได้ค่าเท่ากับ 1.0261 และจะต้องปรับค่าของการดึงดูดการเดินทางให้เท่ากับการกำเนิดการเดินทาง เพื่อจะได้เปรียบเทียบกับแบบจำลอง Cross-Classification ต่อไป ได้ค่าเท่ากับ 1.0114

4.7 การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์กับค่าที่ได้จากการสำรวจ

การพยากรณ์จำนวนการเดินทางในอนาคต พยากรณ์ในปี พ.ศ. 2534 และ 2544 จะเป็นการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น ในปีปัจจุบัน 2529 ซึ่งเป็นปีฐาน ดังนั้นการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยใช้แบบจำลองกับค่าที่ได้จากการสำรวจในสนามจึงมีความจำเป็นมาก เพื่อจะชี้ให้เห็นถึงความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลอง และ จะทำให้เข้าใจถึงผล และคุณลักษณะบางประการของการพยากรณ์จำนวนการเดินทางด้วยวิธีนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์สำหรับข้อมูลในปี 2529 ระหว่างจำนวนการเดินทางที่จุดปลาย (Trip End) ที่ได้จากการใช้แบบจำลองพยากรณ์ กับค่าที่ได้จากการสำรวจในสนาม ผลดังแสดงตามตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.11 4.12 ซึ่งค่าของความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองการกำเนิดการเดินทาง จะคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองการดึงดูดการเดินทาง

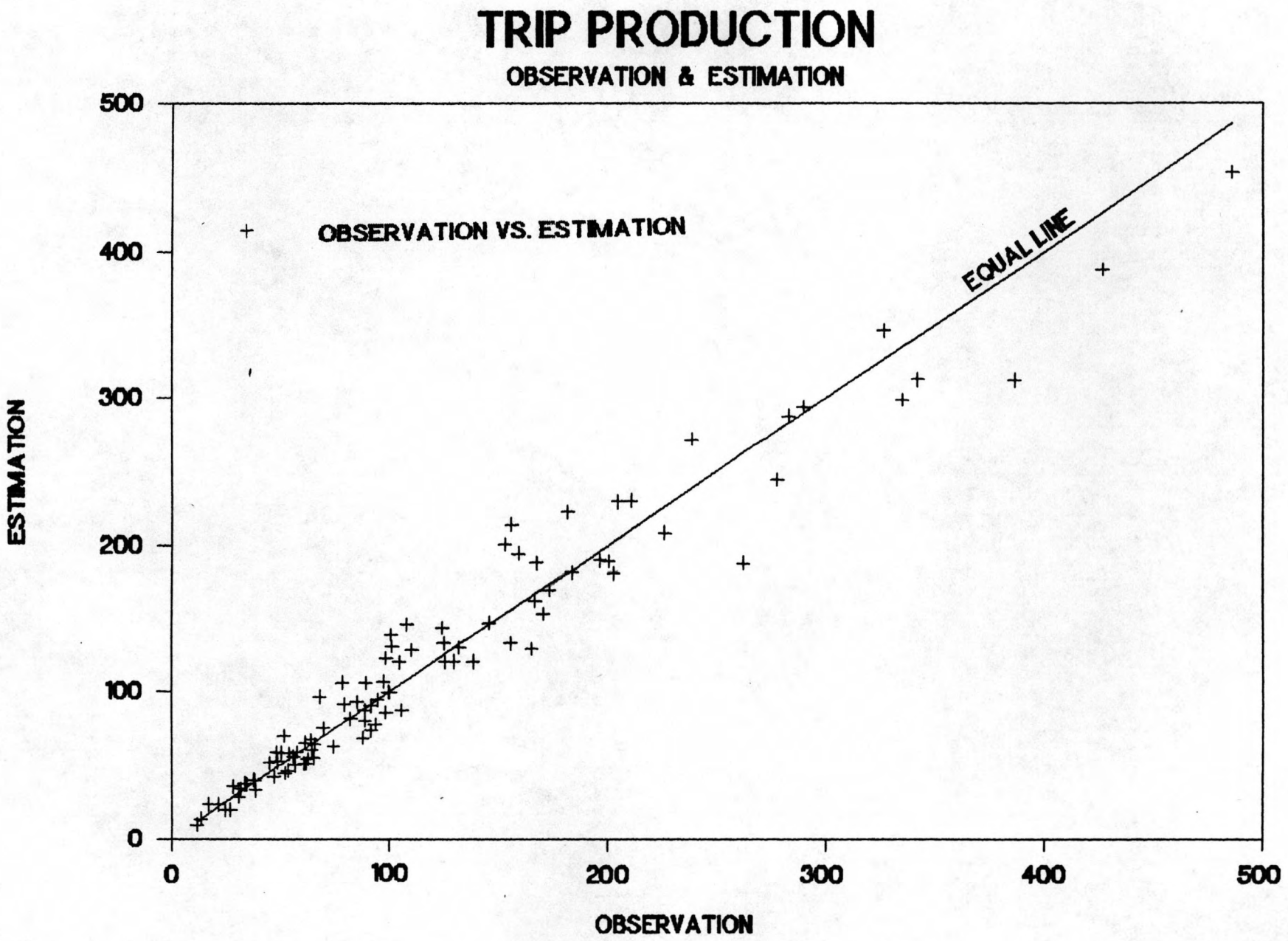
ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดการเดินทางระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจกับการคำนวณ

(Compare Trip Generation Between Observation and estimate)

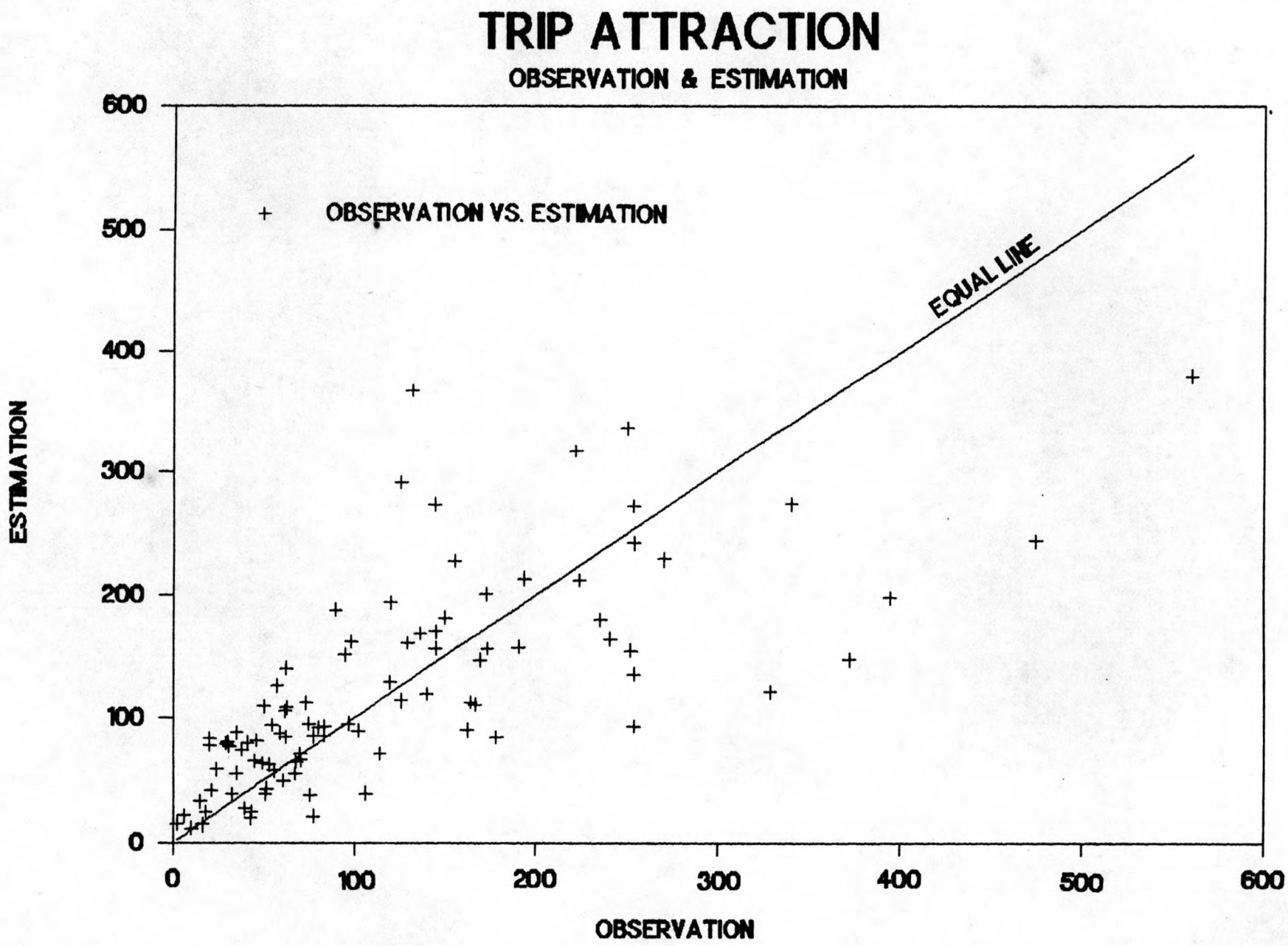
ZONE	Trip Production (x 1000)			Trip Attraction (x 1000)		
	Observation	Estimation Adjusted	Error Rate	Observation Adjusted	Estimation Adjusted	Error Rate
1	27.024	20.082	0.26	253.817	93.856	0.63
2	110.228	128.420	-0.17	340.247	273.281	0.20
3	78.317	106.150	-0.36	83.441	93.739	-0.12
4	426.542	387.994	0.09	560.415	379.446	0.32
5	100.815	138.468	-0.37	190.332	157.243	0.17
6	51.655	69.927	-0.35	178.439	84.835	0.52
7	54.016	57.721	-0.07	80.276	92.407	-0.15
8	33.598	37.301	-0.11	49.202	63.759	-0.30
9	282.949	287.778	-0.02	270.363	229.055	0.15
10	62.416	53.824	0.14	328.904	121.421	0.63
11	100.208	99.317	0.01	372.013	147.072	0.60
12	155.638	133.120	0.14	252.112	154.235	0.39
13	38.576	32.814	0.15	173.352	155.724	0.10
14	165.274	128.973	0.22	253.794	135.067	0.47
15	262.306	188.394	0.28	394.114	198.055	0.50
16	155.733	213.971	-0.37	172.707	200.523	-0.16
17	64.001	67.556	-0.06	52.867	62.369	-0.18
18	65.258	54.547	0.16	34.896	55.665	-0.60
19	101.200	130.634	-0.29	61.834	105.600	-0.71
20	88.855	80.390	0.10	29.283	79.479	-1.71
21	50.412	58.233	-0.16	37.930	74.636	-0.97
22	37.615	40.007	-0.06	20.872	41.703	-1.00
23	56.683	50.238	0.11	119.751	128.810	-0.08
24	65.539	64.098	0.02	70.222	66.374	0.05
25	98.401	85.857	0.13	60.597	49.701	0.18
26	28.191	35.303	-0.25	23.796	58.651	-1.46
27	45.064	51.275	-0.14	14.534	32.721	-1.25
28	94.533	94.258	0.00	169.385	146.678	0.13
29	124.787	133.134	-0.07	193.311	213.568	-0.10
30	30.905	28.367	0.08	67.949	64.699	0.05
31	11.461	9.499	0.17	50.819	38.730	0.24
32	17.089	23.381	-0.37	20.130	78.369	-2.89
33	61.627	50.886	0.17	77.608	85.506	-0.10
34	47.139	41.724	0.11	55.347	57.781	-0.04
35	48.827	51.878	-0.06	51.514	43.164	0.16
36	60.986	51.115	0.16	44.925	65.376	-0.46
37	145.587	146.976	-0.01	162.207	91.018	0.44
38	82.208	81.725	0.01	19.964	83.672	-3.19
39	69.754	75.281	-0.08	42.967	24.226	0.44
40	57.660	58.618	-0.02	32.323	38.384	-0.19
41	93.570	77.696	0.17	62.236	140.019	-1.25
42	74.393	62.904	0.15	50.102	109.504	-1.19
43	52.186	44.253	0.15	75.299	37.937	0.50
44	91.793	73.551	0.20	166.685	111.171	0.33
45	87.926	68.606	0.22	83.253	85.835	-0.03
46	99.613	99.858	0.00	240.735	163.762	0.32
47	210.628	230.091	-0.09	235.174	179.332	0.24
48	326.311	346.120	-0.06	155.261	227.818	-0.47

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ZONE	Trip Production			Trip Attraction		
	Observation	Estimation Adjusted	Error Rate	Observation Adjusted	Estimation Adjusted	Error Rate
49	159.191	194.853	-0.22	62.593	108.529	-0.73
50	204.464	229.464	-0.12	54.352	94.246	-0.73
51	181.579	222.151	-0.22	136.369	168.354	-0.23
52	104.437	119.870	-0.15	474.654	244.183	0.49
53	34.688	37.203	-0.07	1.916	14.852	-6.75
54	167.268	188.654	-0.13	67.118	54.914	0.18
55	79.184	91.197	-0.15	42.753	19.224	0.55
56	107.921	145.868	-0.35	98.059	161.529	-0.65
57	48.206	58.423	-0.21	57.260	125.702	-1.20
58	124.242	143.518	-0.16	140.140	119.417	0.15
59	97.368	106.882	-0.10	125.898	114.193	0.09
60	84.915	92.871	-0.09	89.337	187.705	-1.10
61	64.356	60.250	0.06	30.106	81.084	-1.69
62	88.620	87.446	0.01	61.999	84.872	-0.37
63	132.008	129.766	0.02	58.909	88.085	-0.50
64	55.868	55.947	0.00	102.042	90.148	0.12
65	200.209	189.927	0.05	94.552	150.717	-0.59
66	138.458	120.569	0.13	73.093	112.391	-0.54
67	183.519	182.389	0.01	144.937	170.041	-0.17
68	485.999	453.484	0.07	253.737	241.844	0.05
69	238.603	271.700	-0.14	144.358	272.896	-0.89
70	226.262	208.414	0.08	125.685	290.981	-1.32
71	24.861	19.940	0.20	5.569	21.262	-2.82
72	386.271	312.345	0.19	131.985	367.602	-1.79
73	105.674	87.763	0.17	46.082	81.757	-0.77
74	334.766	298.262	0.11	221.734	317.004	-0.43
75	202.681	181.329	0.11	120.105	193.829	-0.61
76	91.258	90.581	0.01	35.064	88.210	-1.52
77	53.465	46.221	0.14	17.883	24.220	-0.35
78	129.471	120.564	0.07	114.312	71.425	0.38
79	89.153	105.859	-0.19	106.073	39.123	0.63
80	289.531	293.408	-0.01	164.142	112.480	0.31
81	98.398	122.714	-0.25	30.865	77.195	-1.50
82	152.962	201.202	-0.32	250.217	335.965	-0.34
83	67.899	96.660	-0.42	74.736	95.479	-0.28
84	21.814	23.453	-0.08	39.353	27.304	0.31
85	61.341	65.462	-0.07	41.180	80.424	-0.95
86	13.185	13.440	-0.02	77.020	20.874	0.73
87	38.299	39.335	-0.03	15.970	14.406	0.10
88	31.841	33.981	-0.07	9.637	11.416	-0.18
89	196.388	190.679	0.03	223.606	212.357	0.05
90	277.654	244.062	0.12	69.935	71.367	-0.02
91	125.455	119.852	0.04	96.685	95.778	0.01
92	170.332	153.014	0.10	129.364	160.873	-0.24
93	166.770	162.195	0.03	144.826	156.163	-0.08
94	341.853	312.709	0.09	253.537	271.776	-0.07
95	173.032	169.024	0.02	150.168	181.045	-0.21
Total	11547.216	11547.216		11547.216	11547.216	



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนการเกิดการเดินทาง 95 พื้นที่ย่อย ระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจกับค่าที่ได้จากการคำนวณ



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบการดึงดูดการเดินทางจำนวน 95 พื้นที่ย่อย ระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจกับค่าที่ได้จากการคำนวณ