หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์แบบจำลองการเกิดการเดินทางโดยวิธีอัตราการเจริญเติบโต

4.1 คำนำ

โดยทั่วไปแล้วการเดินทางเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ กันหลายประการ และเกิดได้หลายรูปแบบ โดยสามารถจะทำการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์ได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในแต่ละชนิดและรูปแบบของการเกิดการเดินทางนั้น การเดินทางเป็นพื้นฐานเบื้องต้นของการจราจร ในกรณีที่ศึกษาการเดินทางและการจราจรในชนบท เพื่อความสะดวกในการรวบรวมแนวความคิดต่าง ๆ จะเริ่มศึกษา โดยการแบ่งชนิดของการจราจรออกเป็น 4 ชนิด คือ Normal - Traffic, Induced Traffic, Developed Traffic และ Diverted Traffic ซึ่งในแต่ละชนิดของการจราจรเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุและปัจจัยที่แตกต่างกัน ชนิดของการจราจรดังกล่าวพอจะให้คำจำกัดความได้ดังนี้

ก. Normal Traffic หมายถึงการจราจรที่มีอยู่บนเส้นทางเดิมนั้น และการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจรนี้จะเกิดขึ้นตามการเพิ่มขึ้นหรือการพัฒนาขึ้นของประชากรและสภาพทางเศรษฐกิจ ซึ่งปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับการปรับปรุงถนน

ข. Induced Traffic หมายถึงการจราจรที่เพิ่มขึ้นใหม่เนื่องจากผลของการปรับปรุงทางด้านสภาพการและรูปแบบของการเดินทางและการขนส่ง เช่น ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ในการประมาณค่าของ Induced Traffic นี้จะพิจารณาเฉพาะประชากรที่เพิ่มขึ้นตามปกติเท่านั้นที่ทำให้เกิดการจราจรชนิดนี้ โดยจะไม่พิจารณาถึงการเพิ่มของประชากรจากการย้ายถิ่นฐาน

ค. Developed Traffic เป็นปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มของประชากรและสภาพทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่บุคคลสามารถเข้าไปทำประโยชน์ในที่ดินได้ง่ายขึ้น อาจมีการปรับปรุงที่ดินให้เป็นที่พักอาศัย การค้าและแหล่งอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากมีการปรับปรุงถนน หรือสร้างถนนขึ้นใหม่

ง. Diverted Traffic หมายถึง ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนเส้นทาง เนื่องจากมีการปรับปรุงถนนหรือการก่อสร้างถนนขึ้นใหม่ ปริมาณการจราจรส่วนนี้จะเปลี่ยนจากการใช้ถนนเดิม มาใช้ถนนเส้นใหม่ที่ดีกว่าเดิมโดยที่จุดเริ่มต้น (Origin) และจุดปลายทาง (Destination) ของปริมาณการจราจรส่วนนี้ยังคงเป็นที่เดิม

สำหรับในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในระดับภูมิภาคโดยส่วนรวม ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว การเปลี่ยนแปลงในสภาพเส้นทางที่มีลักษณะสำคัญอย่างชัดเจนจะไม่เกิดขึ้น และโดยทั่วไปจะยังคงสภาพเดิม หรือปรับปรุงให้อยู่ในสภาพเดิมไว้อีกประการหนึ่ง การจราจรที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงถนนและก่อสร้างถนนขึ้นใหม่นั้นมักจะขึ้นอยู่กับโครงการต่าง ๆ และแผนงานต่าง ๆ ที่รัฐเป็นผู้กำหนดขึ้น ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้เป็นพื้นที่และบริเวณอย่างชัดเจนตามลักษณะของแผนงานในการปรับปรุงนั้น ๆ และสามารถคาดการณ์อัตราการเพิ่มต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการคิดแบบจำลองการเกิดการเดินทางในการศึกษานี้จึงพิจารณาเฉพาะในส่วนของ Normal Traffic เป็นหลัก ซึ่งในกรณีที่สามารถคาดการณ์ปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ชัดเจนก็เท่ากับรวม Induced และ Developed Traffic เข้ามารวมกัน

ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปรับปรุงแบบจำลองโดยใช้อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate Techniques) โดยอาศัยการคาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการเดินทาง เพื่อใช้พยากรณ์การเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้น จากวิธีการดังกล่าวจึงสามารถแบ่งลักษณะการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทาง โดยแยกการเดินทางออกเป็น 2 ประเภท คือ การเดินทางของผู้คน และการเดินทางของสินค้า

2. วิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate) ของตัวแปร พร้อมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรกับการเดินทาง (Elasticity Modulus)

สำหรับในงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Micro-Computer) ยกเว้นในกรณีที่ข้อมูลและการคำนวณไม่ซับซ้อนมากนักสามารถคำนวณโดยใช้เครื่องคำนวณธรรมดาได้ ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมที่ใช้เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางด้านการวางแผนระบบการคมนาคมขนส่ง และเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานทางด้านนี้โดยเฉพาะ และเป็นพื้นฐานในงานวิจัยต่อไป ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงโปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด โปรแกรมที่ปรับปรุงขึ้นใหม่นี้ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องแล้วทุกโปรแกรม โปรแกรมที่ใช้ประกอบด้วย Correlation Matrix Table, Multiple Linear Regression, Curve Fitting, Linear Regression, Logarithmic Curve Fit, Exponential Curve Fit และ Power Curve Fit ซึ่งได้แสดงรายละเอียดในส่วนของโปรแกรมไว้ในภาคผนวก ก.

ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง ได้ใช้ข้อมูลทั้งพื้นที่ทำการศึกษาเป็นตัวแทนการวิเคราะห์แยกในแต่ละจังหวัด โดยตั้งสมมุติฐานว่า แบบจำลองการเดินทางในแต่ละจังหวัดเป็นแบบจำลองที่มีตัวแปรและความสัมพันธ์พื้นฐานเช่นเดียวกันทั้งภูมิภาค

4.2 <u>การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทาง</u>

ในการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางนี้ก็เพื่อจะหาตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทาง ดังนั้นตัวแปรที่เลือกได้นี้นอกจากจะพิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางด้านสถิติแล้ว ยังต้องคำนึงถึงหลักการทางด้านตรรกวิทยา (Logic) ความยากง่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการใช้แบบจำลอง และความสะดวกในการนำตัวแปรเหล่านั้นมาดำเนินการวิเคราะห์และการพยากรณ์ต่อไปอีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าวหากแบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้ได้โดยมีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แบบจำลองนี้สามารถถูกสร้างขึ้นได้ถึงแม้ว่าค่าทางสถิติจะไม่ดีที่สุดก็ตาม

ในการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดการเดินทางนี้จะทำการแยกการเดินทางออกเป็น 2 ชนิด คือ การเดินทางของผู้คน และการเดินทางของสินค้า ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาการเดินทางทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่แตกต่างกัน[6] และยังมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอีกด้วยในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Correlation Matrix, Multiple Linear Regression และโปรแกรม Curve Fitting เพื่อทำการแยกตัวแปรที่เหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

4.2.1 การวิเคราะห์ตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางของผู้คน ในการวิเคราะห์ส่วนนี้จะใช้วิธีการหาความสัมพันธ์โดยวิธี Regression Analysis สร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของผู้คน ซึ่งใช้เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable; Y) และใช้ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable; Xi) โดยที่การหาปริมาณการเดินทางของผู้คน ซึ่งเป็นตัวแปรตามนั้นจะประมาณค่าจากผลคูณของปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยต่อวัน (ADT) สำหรับประเภทของรถที่ขนส่งผู้คนกับอัตราการโดยสารเฉลี่ย (Average Occupancy Ratio) สำหรับยวดยานแต่ละชนิด ซึ่งอัตราการโดยสารเฉลี่ยสำหรับยวดยานแต่ละชนิด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$PM = 3.2P/C+7.8L/B+20.1H/B$$

โดยที่ PM = ปริมาณการเดินทางของผู้คน (เที่ยว/วัน)

P/C = จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (คัน/วัน)

L/B = จำนวนรถโดยสารขนาดเล็ก (คัน/วัน)

H/B = จำนวนรถโดยสารขนาดใหญ่ (คัน/วัน)

ส่วนตัวแปรอิสระนั้นประกอบด้วยข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมจำนวน 7 ตัวแปรด้วยกัน ประกอบด้วย

Y = ปริมาณการเดินทางของผู้คน (เที่ยว/วัน)

X1 = จำนวนประชากร (คน)

X2 = รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน (บาท/ปี)

X3 = จำนวนคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม (คน)

X4 = พื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตร (ไร่)

X5 = พื้นที่อยู่อาศัย (ไร่)

X6 = มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง (ล้านบาท)

X7 = มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การเกษตรกรรม (ล้านบาท)

การวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรม Correlation Matrix ช่วยในการวิเคราะห์โดยจะทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดด้วยค่า Correlation Coefficient; R อยู่ในรูปของ Correlation Matrix Table โดยที่ค่า R ที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนนี้จะชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทุกตัวว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างกันมากน้อยเพียงใด เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งในการที่จะนำไปวิเคราะห์รวมทุกตัวแปรในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ได้แสดงในตารางที่ 4.1 จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สรุปได้ว่าตัวแปรที่ให้ค่าความสัมพันธ์สูงสุดกับการเกิดการเดินทางของผู้คนในพื้นที่รวมทั้งหมดคือ รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน ให้ค่า Correlation Coefficient; R เท่ากับ 0.8523 รองลงมาได้แก่ จำนวนประชากร และจำนวนคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งให้ค่า R เท่ากับ 0.8044 และ 0.8013 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดกับการเกิดการเดินทางของคนในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรม Multiple Linear Regression ในการสร้างความสัมพันธ์โดยใช้หลักการเช่นเดียวกับวิธี Step-wise Regression คือการกำหนดตัวแปรอิสระ (Xi) เข้าไปในสมการทีละตัวแปรโดยในขั้นตอนแรกจะสร้างความสัมพันธ์จากตัวแปรที่มีความ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเดินทางของคน

CORRELATION MATRIX

AREA CODE : STUDY AREA

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Y	1.000	.8044	.8523	.8013	.6785	.7574	.6556	.6911
X1	.8044	1.000	.9854	.9956	.5655	.7167	.9021	.9731
X2	.8523	.9854	1.000	.9868	.4984	.7277	.9281	.9565
X3	.8013	.9956	.9866	1.000	.5305	.7376	.7224	.9837
X4	.6785	.5655	.4984	.5305	1.000	.6207	.1677	.4282
X5	.7574	.7167	.7277	.7376	.6207	1.000	.5621	.6909
X6	.6556	.9021	.9281	.9224	.1697	.5621	1.000	.9390
X7	.6911	.9731	.9568	.9837	.4282	.6909	.9390	1.000

ตารางที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเดินทางของคน

	ตัวแปรอิสระ (Xi)	สมการ Regression	Correlation Coefficiention; R	F-Value	Standard Error of Estimation; Σ
1	X2	$Y=4.23x10^{5}+2.71X2$	0.8523	21.2376	32,178.3080
2	X6	$Y=1.08x10^{5}+5.59X2$ $-22.99X6$	0.8021	10.1335	25,335.2111
3	X1	$Y=1.97x10^{6}+11.40X2$ $-26.61X6-0.46X1$	0.8954	11.4087	18,423.2518

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสัมพันธ์สูงสุดกับการเดินทางของผู้คนก่อน ซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ในที่นี้คือ รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน จากนั้นจึงนำตัวแปรที่มีความสัมพันธ์รองลงมาทีละตัวแปรเพิ่มเข้าไปในการวิเคราะห์จนได้ความสัมพันธ์ร่วมกันกับการเดินทางของผู้คนที่ดีที่สุด การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะถูกกำหนดให้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ไม่ครบทุกตัวแปรพร้อม ๆ กัน เนื่องจากข้อจำกัดทางทฤษฎีอันเนื่องด้วยจำนวนชุดของข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพร้อมกันมากที่สุดเพียง 3 ตัวแปรในแต่ละสมการของการวิเคราะห์เท่านั้น ทั้งนี้นอกจากจะไม่ทำให้สับสนทางด้านผลทางสถิติที่ได้แล้วยังทำให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานและการวิเคราะห์ตัวแปรในขั้นตอนต่อไปอีกด้วย

ตัวอย่างขั้นตอนต่าง ๆ ที่ดำเนินการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

1. เนื่องจากตัวแปรอิสระ X2 รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนให้ความสัมพันธ์สูงสุด คือให้ค่า Correlation Coefficient; R = 0.8523 มีค่า F-value = 21.2376 และ Standard error of estimation; Σ = 32178.3080 ดังนั้นจะกำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระหลัก

2. เพิ่มตัวแปรอิสระอื่นที่เหลือเข้าไปในสมการที่ให้ค่า Correlation Coefficient R สูงที่สุดในขั้นนี้จะได้ตัวแปร X6- มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่งให้ค่า R = 0.8021, F-value = 10.1335 และ Σ = 25,335.2111

3. เพิ่มตัวแปรอิสระที่เหลือทีละตัว โดยพิจารณาจากค่า R เช่นเดิมในขั้นนี้จะได้ X 1 จำนวนประชากร ให้ค่า R = 0.8954, F-value = 11.4087 และ Σ = 18,423.2518

4.2.2 การวิเคราะห์ตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางของสินค้า ในการวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางของสินค้านี้จะใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดการเดินทางของผู้คน โดยใช้ปริมาณการเดินทางของสินค้าเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable; Y) และใช้ข้อมูลทางเศรษฐกิจ

และสังคมเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable; Xi) นอกจากนี้ยังได้เพิ่มการเดินทางของคนเป็นตัวแปรอิสระอีกตัวหนึ่งในการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งการหาปริมาณการเดินทางของสินค้าสามารถหาได้จากวิธีการทำนองเดียวกับการเดินทางของผู้คน โดยหาจากผลคูณของปริมาณการจราจรของรถประเภทขนส่งสินค้ากับน้ำหนักบรรทุกโดยเฉลี่ย (Average Load) สำหรับยวดยานแต่ละชนิดโดยที่ค่าน้ำหนักบรรทุกโดยเฉลี่ยสำหรับยวดยานแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$FM = 0.6L/T+2.5M/T+8.6H/T$$

โดยที่ FM = ปริมาณการเดินทางของสินค้า (ตัน/วัน)

L/T = จำนวนรถบรรทุกขนาดเล็ก (คัน/วัน)

M/T = จำนวนรถบรรทุกขนาดกลาง (คัน/วัน)

H/T = จำนวนรถบรรทุกขนาดใหญ่ (คัน/วัน)

ส่วนตัวแปรอิสระนั้นประกอบด้วยข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมจำนวน 7 ตัวแปร และการเดินทางของผู้คนอีก 1 ตัวแปรรวม 8 ตัวแปรด้วยกันประกอบด้วย

Y = ปริมาณการเดินทางของสินค้า (ตัน/วัน)

X1 = จำนวนประชากร (คน)

X2 = รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน (บาท/ปี)

X3 = จำนวนคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม (คน)

X4 = พื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตร (ไร่)

X5 = พื้นที่อยู่อาศัย (ไร่)

X6 = มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง (ล้านบาท)

X7 = มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การเกษตรกรรม (ล้านบาท)

X8 = ปริมาณการเดินทางของผู้คน (เที่ยว/วัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์การเกิดการเดินทางของผู้คนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ข้อ 4.2.1 โดยที่ตัวแปรอิสระ (Independent Variable; Xi) ใช้ข้อมูลชุดใหม่ ส่วนตัวแปรตาม (Dependent Variable; Y) เปลี่ยนจากปริมาณการเดินทางของผู้คนเป็นปริมาณการเดินทางของสินค้าทำการวิเคราะห์รวมทั้งพื้นที่ทำการศึกษา ผลจากการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.3 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ได้สรุปว่าตัวแปรที่ให้ความสัมพันธ์สูงสุดกับการเดินทางของสินค้ารวมทั้งพื้นที่ทำการศึกษาคือ X1 จำนวนประชากรให้ค่า Correlation Coefficient, R = 0.9008 รองลงมาได้แก่ จำนวนคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมและรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน ซึ่งมีค่า R = 0.8806 และ 0.8651 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดกับการเกิดการเดินทางของสินค้า ในทำนองเดียวกับการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 ข้อ 4.2.1 โดยใช้โปรแกรม Multiple Linear Regression ซึ่งให้ปริมาณการเดินทางของสินค้าเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable; Y) ส่วนตัวแปรอิสระ (Independent Variable; Xi) ประกอบด้วยการเดินทางของคนและข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม ในการวิเคราะห์นี้ได้กำหนดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับการเดินทางของสินค้าคือ X1 จำนวนประชากรเป็นตัวแปรหลักแล้วเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือเข้าไปในสมการ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัวกับปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ให้ค่าความสัมพันธ์ดีที่สุดประกอบด้วย X1 จำนวนประชากร X6 มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง และ X2 รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน ให้ค่า Correlation Coefficient; R = 0.9689 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

จากผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุดกับการเกิดการเดินทางของสินค้าได้แก่ X1 จำนวนประชากร, X6 มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง และ X2 รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน ซึ่งเป็นตัวแปรชุดเดียวกับการเกิดการเดินทางของผู้คน นั้น

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเดินทางของสินค้า

CORRELATION MATRIX

AREA CODE : STUDY AREA

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Y	1.000	.9008	.8651	.8806	.8373	.8226	.6392	.8228	.8325
X1	.9008	1.000	.9854	.9956	.5655	.7167	.9021	.9731	.8044
X2	.8651	.9854	1.000	.9868	.4984	.7277	.9281	.9568	.8523
X3	.8806	.9956	.9868	1.000	.5305	.7376	.9224	.9837	.8013
X4	.8373	.5655	.4984	.5305	1.000	.6207	.1697	.4282	.6785
X5	.8226	.7167	.7277	.7376	.6207	1.000	.5621	.6909	.7574
X6	.6392	.9021	.9281	.9224	.1697	.5621	1.000	.9390	.6556
X7	.8228	.9731	.9568	.9837	.4282	.6909	.9390	1.000	.6911
X8	.8325	.8044	.8523	.8013	.6785	.7574	.6556	.6911	1.000

ตารางที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเดินทางของสินค้า

	ตัวแปรอิสระ (Xi)	สมการ Regression	Correlation Coefficiention; R	F-Value	Standard Error of Estimation; Σ
1	X1	$Y=-1.60x10^{6}+0.36X1$	0.9008	34.4134	39,436.9020
2	X6	$Y=-3.41x10^{6}+0.70X1$ $-32.35X6$	0.9620	63.2862	16,389.6257
3	X2	$Y=-2.60x10^{6}+0.48X1$ $-37.26X6+3.15X2$	0.9689	41.4853	14,836.0855

หมายถึงว่า การเดินทางของสินค้ามีความสัมพันธ์อย่างมากกับการเดินทางของผู้คน หรืออาจกล่าวได้ว่า สามารถสร้างแบบจำลองการเดินทางของสินค้าจากข้อมูลการเดินทางของผู้คนได้นั่นเอง โดยไม่ต้องวิเคราะห์ตัวแปรเดิมซ้ำในแบบจำลองการเกิดการเดินทางอีกถึง 2 ครั้ง ดังนั้นจึงได้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางของสินค้ากับการเดินทางของผู้คน ซึ่งจากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ในแง่ Linear Regression ระหว่าง Y ปริมาณการเดินทางของสินค้า กับ X8 ปริมาณการเดินทางของผู้คนให้ค่า Correlation Coefficient; R = 0.8325 ซึ่งเป็นค่าที่สูงพอสมควร แต่หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของสินค้าและปริมาณการเดินทางของผู้คนในรูปแบบอื่น ผลปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของสินค้าและปริมาณการเดินทางของผู้คนมีความสัมพันธ์ในรูป Power Curve โดยให้ค่า Correlation Coefficient; R = 0.9350 สูงกว่าความสัมพันธ์ในรูป Linear และได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของสินค้าและปริมาณการเดินทางของผู้คนดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$Y = aX^{b}$$

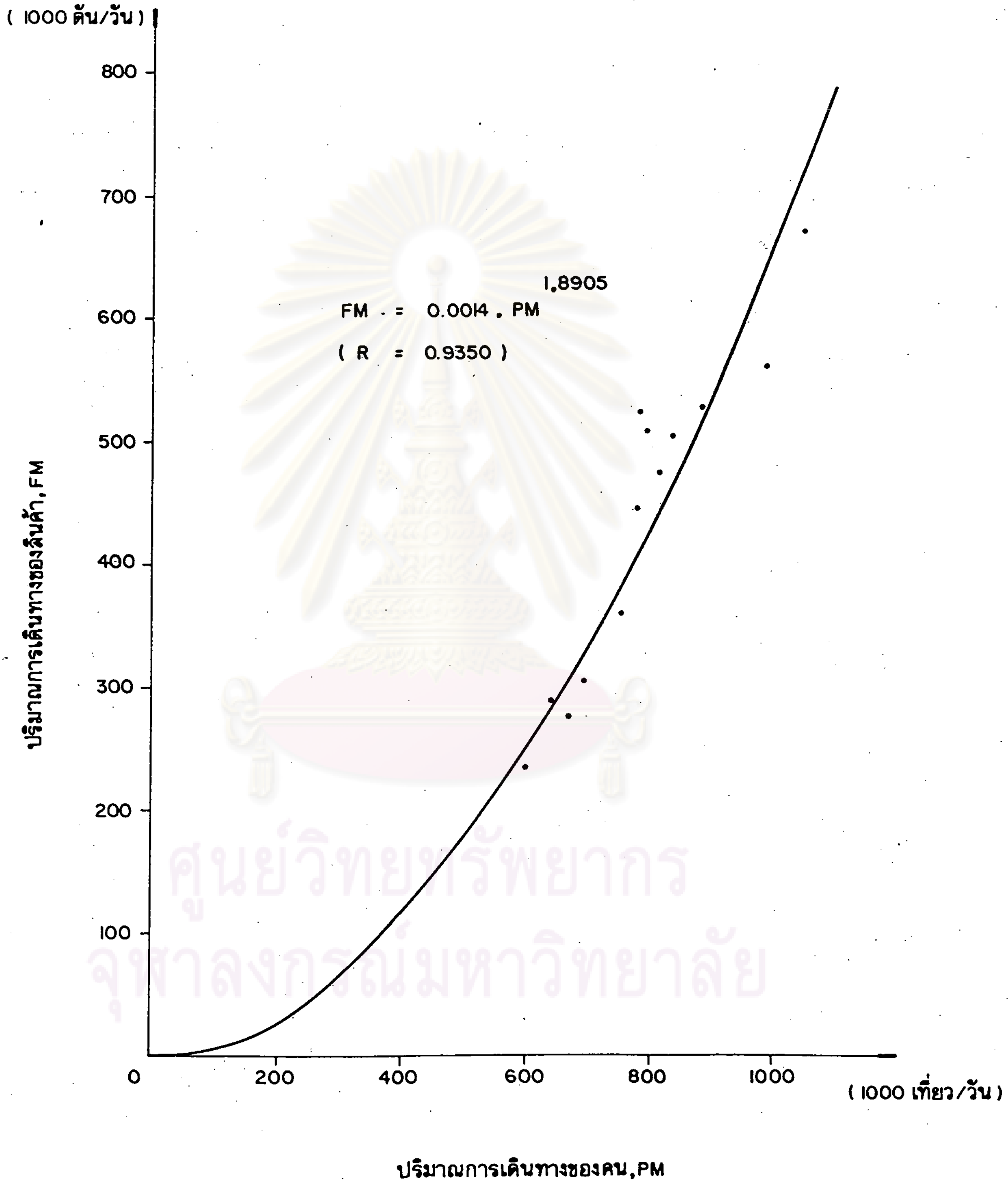
โดยที่ Y = ปริมาณการเดินทางของสินค้า (ตัน/วัน)

X = ปริมาณการเดินทางของผู้คน (เที่ยว/วัน)

a,b = ค่า Parameter ของสูตร เท่ากับ 0.0014 และ 1.8905 ตามลำดับ

4.2.3 การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์ ในการวิเคราะห์การเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์นี้จะทำการวิเคราะห์แตกต่างจากการวิเคราะห์ใน 2 กรณีแรก โดยได้ใช้ปริมาณการจราจรในแต่ละประเภทเป็นตัวแปรแทนตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์ทางด้านตรรกวิทยา (Logic) ระหว่างการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์กับตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและสังคมไม่ชัดเจน ประกอบกับการเดินทางของรถจักรยานยนต์เป็นการเดินทางระยะสั้นเป็นส่วนใหญ่ และพฤติกรรมเนื่องจากการใช้รถประเภทนี้ไม่แน่นอน จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ตั้ง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของสินค้าและปริมาณการเดินทางของคน

สมมุติฐานในการหาความสัมพันธ์ของการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เฉพาะกลุ่มของรถแต่ละประเภทเท่านั้น เช่นเดียวกับการแยกประเภทของรถในแต่ละชนิดบนเส้นทางใด ๆ ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

Y = รถจักรยานยนต์ (Motorcycle, MC)

X1 = รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car, P/C)

X2 = รถโดยสารขนาดเล็ก (Light Bus, L/B)

X3 = รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus, H/B)

X4 = รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light Truck, L/T)

X5 = รถบรรทุกขนาดกลาง (Medium Truck, M/T)

X6 = รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy Truck, H/T)

X7 = รวมรถทุกประเภท (Total Vehicle)

จากตัวแปรทั้ง 7 ตัวข้างต้น นำไปหาความสัมพันธ์โดยวิธี Regression Analysis โดยสร้างความสัมพันธ์ในรูป Correlation Matrix Table ผลจากการวิเคราะห์ในขั้นแรกนี้แสดงในตารางที่ 4.5 จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ของปริมาณรถจักรยานยนต์มีความสัมพันธ์สูงสุดกับปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก (L/T) X4 คือ ให้ค่า Correlation Coefficient, R = 0.9948 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ร่วมกันของตัวแปรทีละตัวโดยใช้โปรแกรม Multiple Linear Regression แต่ผลที่ได้กลับทำให้ค่า R ลดลงกว่าเดิม คือ ค่า R = 0.9890 ระหว่าง X4 และ X5 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์นี้มีความสัมพันธ์ดีที่สุดสำหรับ Linear Regression เพียงตัวแปรเดียว คือ รถบรรทุกขนาดเล็ก (L/T) และได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร X4 นี้ ด้วยรูปแบบอื่นจากโปรแกรม Curve Fitting ได้ผลว่าความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นก็ให้ค่า R เพิ่มขึ้นน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบความสัมพันธ์อยู่ในรูป Liner ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังนี้

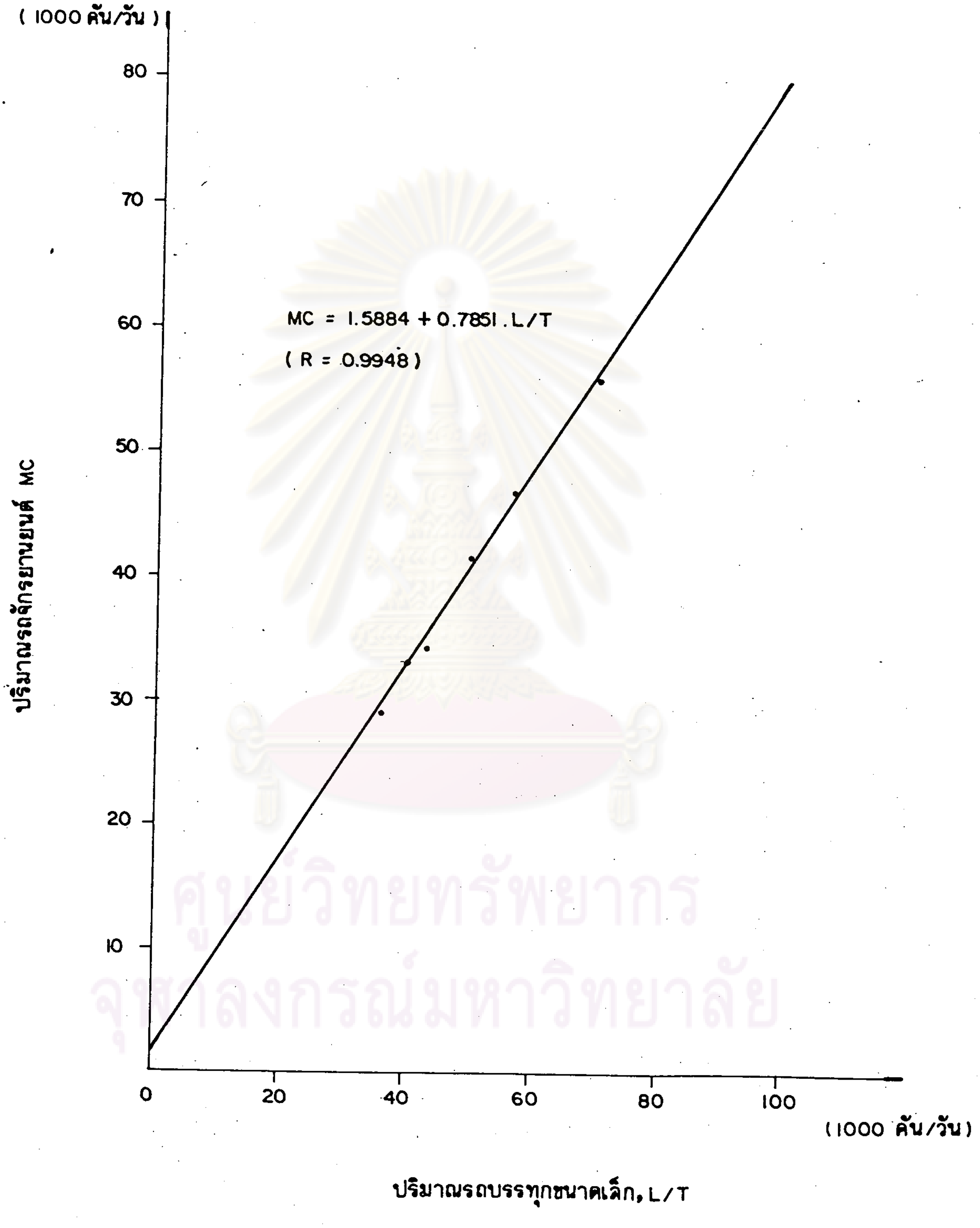
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรกับการเดินทางของรถจักรยานยนต์

CORRELATION MATRIX

AREA CODE : STUDY AREA

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Y	1.000	.8661	.8348	.9743	.9948	.9682	.8504	.9641
X1	.8661	1.000	.9261	.8891	.8827	.9563	.8709	.9643
X2	.8348	.9261	1.000	.9231	.8361	.9039	.6654	.9035
X3	.9743	.8891	.9231	1.000	.9627	.9599	.7602	.9560
X4	.9948	.8627	.8361	.9627	1.000	.9803	.8814	.9754
X5	.9682	.9563	.9039	.9599	.9803	1.000	.8994	.9992
X6	.8504	.8709	.6654	.7602	.8814	.8994	1.000	.9058
X7	.9641	.9643	.9035	.9560	.9754	.9992	.9058	1.000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถจักรยานยนต์และปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$Y = a+bX$$

โดยที่ Y = ปริมาณรถจักรยานยนต์ (คัน/วัน)

X = ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก (คัน/วัน)

a,b = พารามิเตอร์ของสมการ

ซึ่งจากความสัมพันธ์ที่ได้นี้ได้ให้ค่า Correlation Coefficient; $R = 0.9948$ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของรถจักรยานยนต์กับตัวแปรอื่น ๆ ก็แสดงค่าความสัมพันธ์สูงเช่นกัน ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถจักรยานยนต์และปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็ก (L/T) รวมทั้งพื้นที่ทำการศึกษาได้แสดงดังรูปที่ 4.2

4.3 การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต

การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตในงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์หาอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางเท่านั้นคือ อัตราการเจริญเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง และอัตราการเจริญเติบโตของประชากร โดยจะทำการวิเคราะห์หาเฉพาะในพื้นที่รวมทั้งหมดในการศึกษานี้เท่านั้น

ตามปกติอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรใด ๆ นั้นมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกัน ทั้งนี้ไม่เพียงแต่เฉพาะการพิจารณาจากข้อมูลในอดีตที่ผ่านมาเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการวางแผนในอนาคตอีกด้วย ดังนั้นการที่จะคาดคะเนอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรใดในอนาคตให้ถูกต้องหรือใกล้เคียงความเป็นจริงที่จะเกิดขึ้นนั้น ยังจะต้องพิจารณาถึงเป้าหมายของแผนและความเป็นไปได้ของแผนนั้น ๆ อีกด้วย จึงเป็นการยากที่จะกำหนดรูปแบบจำลอง (Model) ให้แน่นอนได้ อย่างไรก็ตามวิธีการและแบบจำลองที่นิยมใช้และยอมรับกันโดยทั่วไปสำหรับการวางแผนด้านการคมนาคมขนส่งในระดับภูมิภาค และในเมืองคือแบบจำลองแนวโน้ม (Trend Models) แต่การนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้งานต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับการวางแผนก่อนเสมอ

แบบจำลองเหล่านี้มีด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งพอจะยกตัวอย่างแบบจำลองอย่างง่าย ๆ ดังนี้

ก. Linear Growth Model แบบจำลองนี้เป็น Linear Extrapolation Model ซึ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากันกับในปัจจุบัน ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาและสัดส่วนนี้จะคงที่ สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$Pn = Po \pm nxa$$

เมื่อ Pn = จำนวน P ที่เวลา n

Po = จำนวน P ที่ปีฐาน

n = จำนวนปี

a = อัตราการเปลี่ยนแปลง

ซึ่งอาจแสดงได้ตามรูปที่ 4.3 (a) และ (b)

ข. Exponential Growth Model แบบจำลองแรกกำหนดการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเวลา ซึ่งแบบความคิดดังกล่าวอาจจะใช้ไม่ได้ในบางกรณี ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงอาจจะไม่คงที่ แต่อาจจะเพิ่มในอัตราเร่งนั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงเองก็ขึ้นอยู่กับเวลาด้วยแบบจำลองที่ปรับปรุงขึ้นมาได้แก่

$$Pn = Po(1 \pm r)^{n}$$

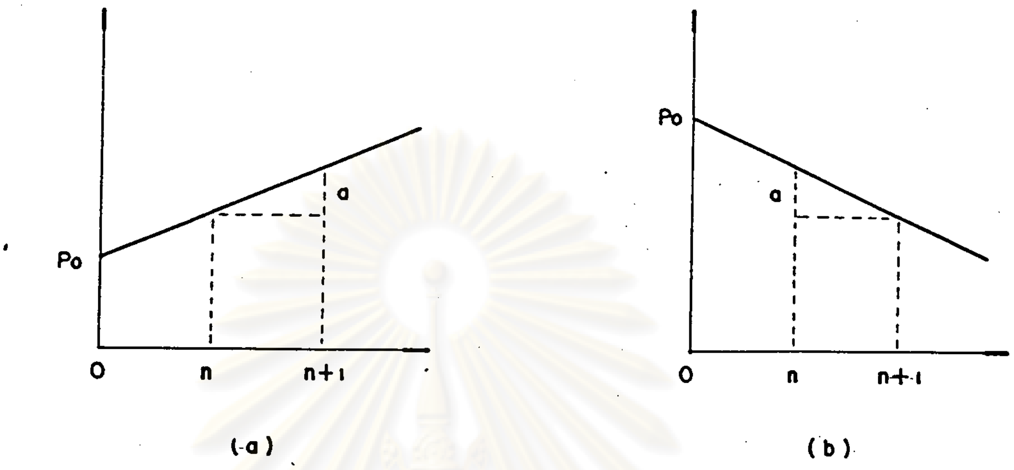
เมื่อ n = จำนวนปี

r = อัตราการเปลี่ยนแปลง

ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.4 (a) และ (b)

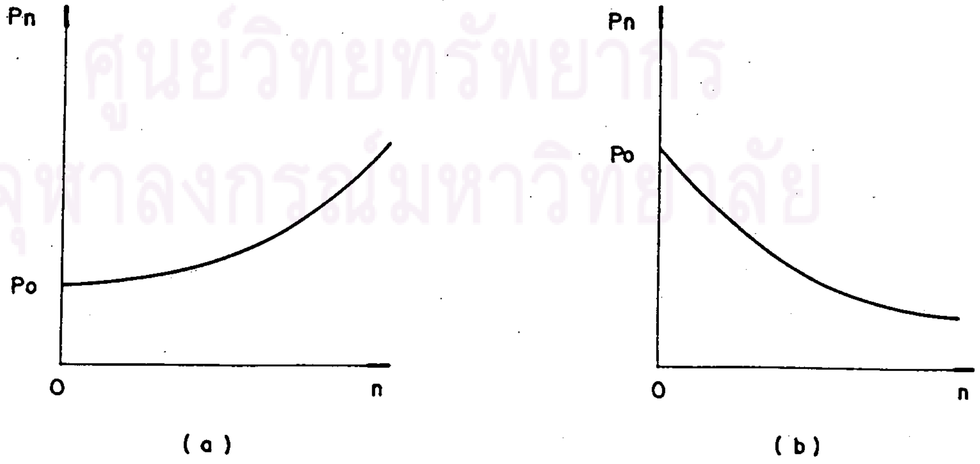
ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นแบบจำลองการเจริญเติบโตมีด้วยกันหลายรูปแบบ ทั้งนี้การเลือกใช้แบบใดนั้นต้องพิจารณาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต และการนำไปใช้ยังต้องพิจารณาถึงเป้าหมายของแผนในอนาคตควบคู่ไปด้วย ในงานวิจัยนี้ได้สร้างความ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แสดง Linear Growth Model

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดง Exponential Growth Model

สัมพันธ์ของข้อมูลกับเวลาโดยใช้โปรแกรม Curve Fitting เข้าช่วย แล้วพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเป็นพื้นฐานจากนั้นจึงคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการนำค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยนี้ไปใช้งานเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายในการวางแผนนั้นจะไม่นำมาพิจารณาในที่นี้

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยได้แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในช่วงปีต่าง ๆ

	อัตราการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย %			
	2526-2530	2531-2535	2536-2540	2541-2545
รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อปี	3.20	2.67	2.28	2.00
มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง	6.60	4.67	3.60	2.95
ประชากร	1.10	1.04	0.97	0.92

4.4 การวิเคราะห์ Elasticity

จากหลักการและสมมุติฐานของวิธีอัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate Techniques) ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดเป็นวิธีในการสร้างแบบจำลองในตอนต้นนั้นพอสรุปได้ว่า การคาดประมาณปริมาณการเกิดการเดินทางในอนาคตจะกระทำได้โดยใช้ปริมาณการเดินทางในปัจจุบันคูณด้วยอัตราการเจริญเติบโตค่าหนึ่ง โดยที่อัตราการเจริญเติบโตนี้เป็นอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (Uniform Growth Factor) ซึ่งคาดคะเนจากอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรอื่นที่สามารถประมาณค่าได้โดยง่าย โดยที่ตัวแปรเหล่านั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับการเกิดการเดินทางและนำมาประยุกต์ใช้แทนอัตราการเจริญเติบโตของการเดินทางที่ไม่สามารถจะประมาณค่าได้โดยตรง

จากผลการวิเคราะห์ในข้อ 4.3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ถึงการเกิดการเดินทางทำให้สามารถประมาณอัตราการเจริญเติบโตของแต่ละตัวแปรได้นั้น อัตราการเจริญเติบโตที่ได้เป็นอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะตัวแปรแต่ละตัวไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตของการเดินทางโดยตรง นั่นหมายถึงว่าไม่สามารถนำอัตราการเจริญเติบโตที่วิเคราะห์ได้นี้มาใช้ในแบบจำลองได้โดยไม่ทำการปรับค่าก่อน ในการศึกษานี้ได้ใช้ค่า Elasticity มาเป็นตัวปรับอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรเหล่านั้น เพื่อโยงความสัมพันธ์ของอัตราการเจริญเติบโตที่ได้นี้กับอัตราการเจริญเติบโตของการเดินทางที่ต้องการนำไปใช้ในแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์ Elasticity นี้จะทำการวิเคราะห์ Elasticity ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการเดินทางของผู้คนเพียง 3 ตัวแปรเท่านั้น คือ ตัวแปรที่วิเคราะห์ได้จากหัวข้อ 4.2.1 ซึ่งประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่งและจำนวนประชากร

4.4.1 Elasticity of Demand [11,12] โดยทั่วไปแล้วนักเศรษฐศาสตร์ได้แสดงรูปแบบของอุปาสงค์ (Demand) สัมพันธ์กับอุปาทาน (Supply) ไว้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยที่ลักษณะรูปแบบจำลองนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของอุปาสงค์และอุปาทาน และโดยที่ความสัมพันธ์ตามธรรมชาติของอุปาสงค์และอุปาทานนั้น ปกติจะมีความสัมพันธ์กันตลอดเวลา หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเมื่อเกิดความต้องการจะมีการสนองตอบ แต่ในบางครั้งก็ไม่สามารถจะกำหนดรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างอุปาสงค์และอุปาทานได้อย่างแน่ชัด เนื่องจากว่ามีตัวแปรอื่น ๆ อีกมากเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างอุปาสงค์และอุปาทาน ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของผู้คนในที่นี้คือ อุปาสงค์ (Demand) และตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งในที่นี้คือ อุปาทาน (Supply) ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของอุปาสงค์นั้นโดยทั่วไปจะกำหนดให้ปริมาณของอุปาสงค์อยู่ในรูปฟังชั่นหนึ่งของตัวแปรที่เกี่ยวข้องอาจจะมีเพียง 1 ตัวแปรหรือมากกว่านั้น ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$Q = f(P)$$

โดยที่ Q = ปริมาณของอุปาสงค์ (Quantity Demanded)

P = ตัวแปรใด ๆ (Variable)

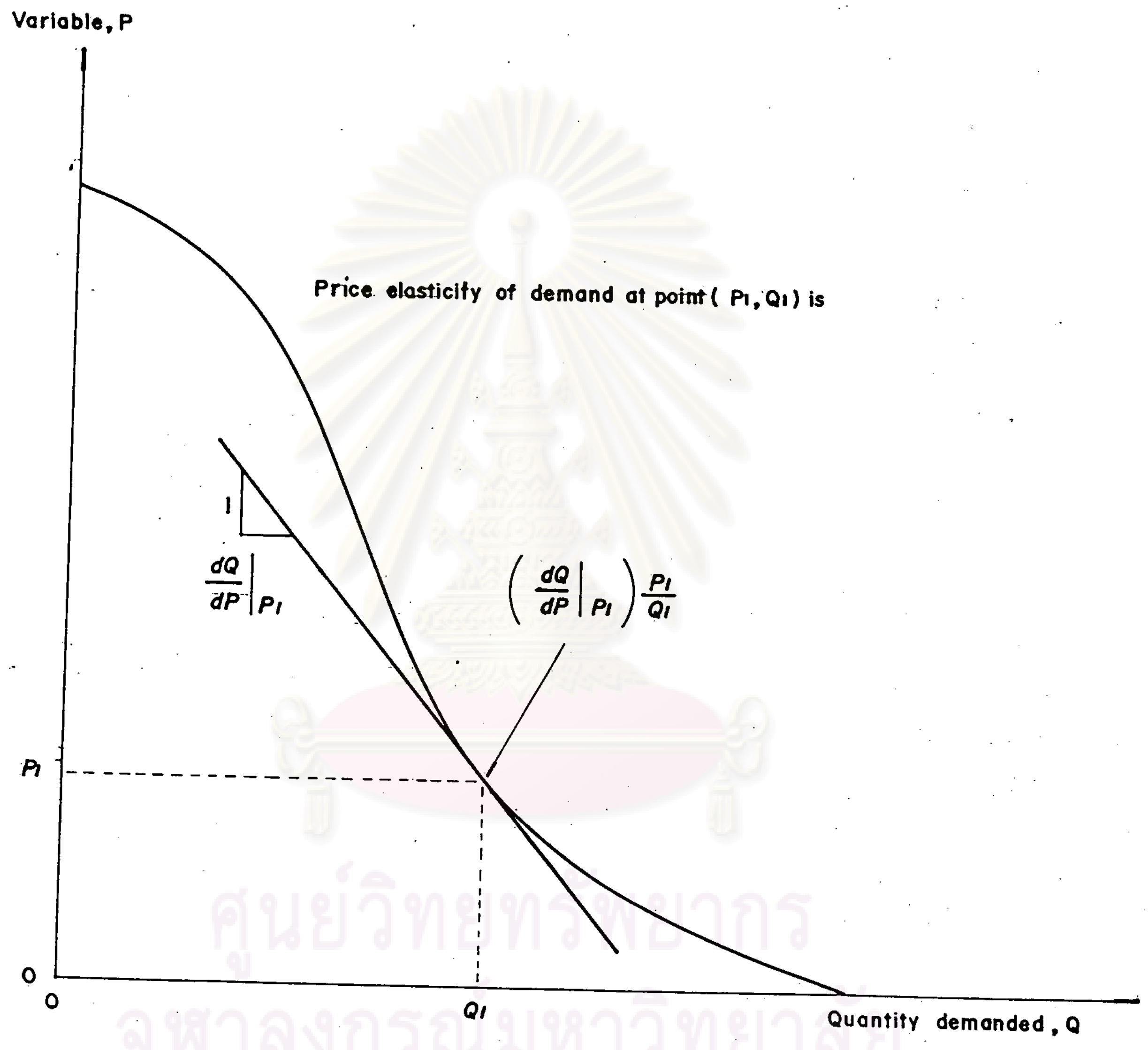
f(P) = ฟังชั่นของอุปาสงค์ (Demand Function)

ค่า Elasticity ของตัวแปร P ใด ๆ ถูกกำหนดให้เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของอุปาสงค์ (Rate of Change of Quantity Demanded) ต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงในปริมาณของตัวแปร (Rate of Change of Variable) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

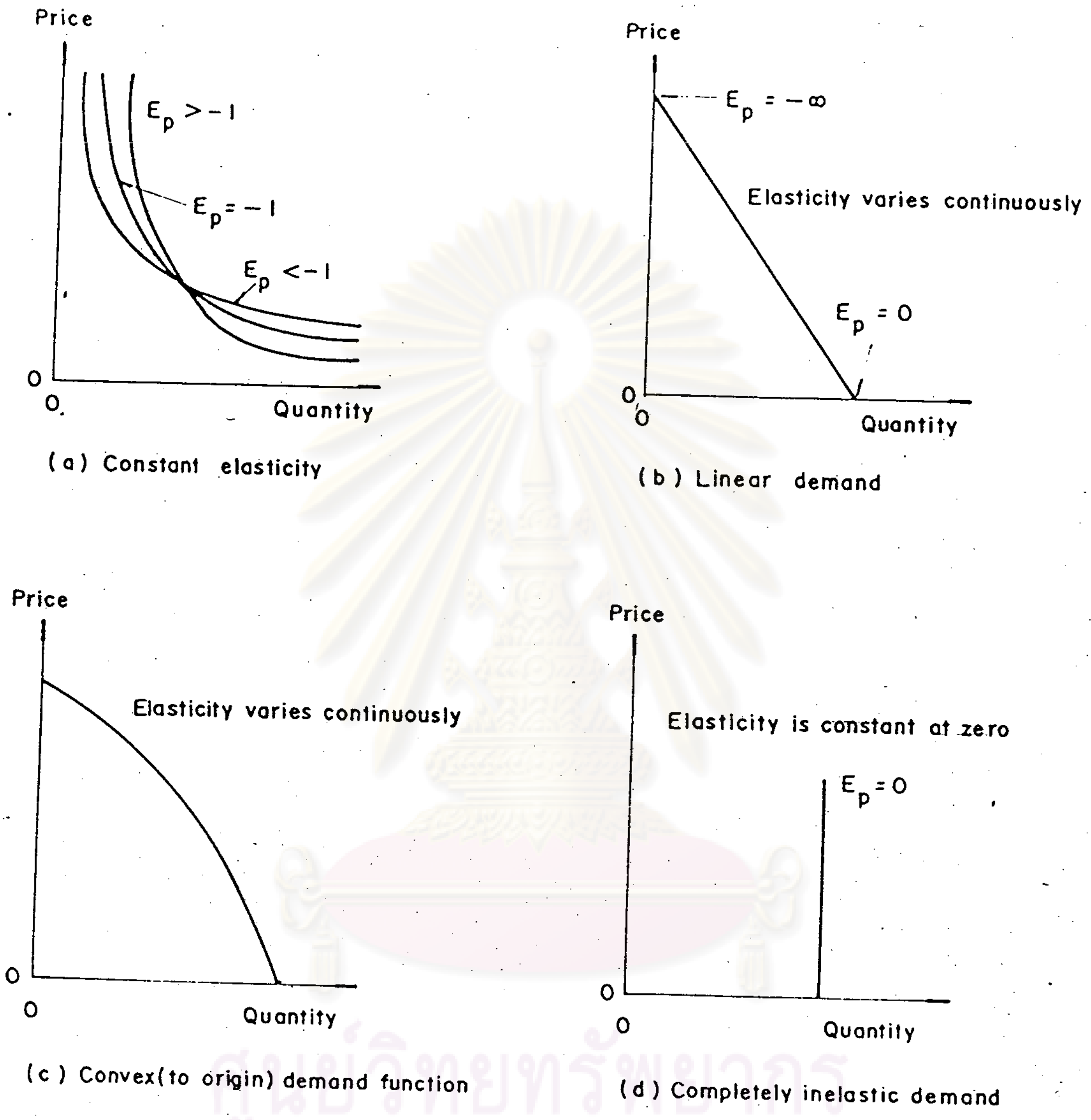
$$Ep = \frac{dQ}{Q} \bigg/ \frac{dP}{P}$$

เมื่อ Ep = Elasticity ของตัวแปร P เป็นจุด (Point P.elasticity of demand)

หรือพูดอย่างง่าย ๆ ก็คือ Elasticity ก็คือการ Derivative เป็นจุดนั่นเอง ต่อมานักเศรษฐศาสตร์ได้คำนึงถึงรูปแบบในการนำไปใช้งานและความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์จึงได้ให้คำจำกัดความของ Elasticity เสียใหม่ว่า Elasticity ของตัวแปร P คือ "เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในปริมาณของอุปาสงค์ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงหนึ่งเปอร์เซนต์ในตัวแปร P" ซึ่งทำให้สามารถเข้าใจความหมายได้ดีขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้สะดวกกว่าโดยพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงหนึ่งเปอร์เซนต์นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เล็กมากเทียบเท่ากับเข้าใกล้ศูนย์ตามความหมายของ Derivative รูปแบบโดยทั่วไปของฟังชั่นของอุปาสงค์ (Demand Function) นั้นสามารถแสดงได้ในรูปที่ 4.5 จากรูปที่แสดงนั้นจะเห็นได้ว่า P. elasticity มีค่าในแต่ละจุดไม่เท่ากันตลอดฟังชั่นของอุปาสงค์ นั่นหมายความว่า ค่า P. elasticity จะมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับว่าจะพิจารณาที่จุดใด จากการที่ฟังชั่นของอุปาสงค์นี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบต่าง ๆ กัน ซึ่งทำให้ค่า Elasticity ของตัวแปร P มีค่าเปลี่ยนแปลงด้วย รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างฟังชั่นของอุปาสงค์ในรูปแบบต่าง ๆ กันเมื่อ



รูปที่ 4.5 รูปแบบทั่วไปของ Demand function แสดงการหาค่า Elasticity



(a) Constant elasticity

(b) Linear demand

(c) Convex(to origin) demand function

(d) Completely inelastic demand

รูปที่ 4.6 รูปแบบของ Demand function แสดงการหาค่า Elasticity ต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัมพันธ์กับราคา (Price) ซึ่งอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้ รูปที่ 4.6 (a) แสดงรูปแบบทั่วไปของ Elasticity ที่มีค่าคงที่คือ มีค่าเท่ากับ -1 น้อยกว่า-1 และมากกว่า -1 ส่วนรูปที่ 4.6 (b) ความสัมพันธ์ของ Price และ Quantity เป็นรูปเส้นตรง ซึ่งทำให้ค่า Elasticity มีค่าต่อเนื่องจากศูนย์จนถึงลบอนันต์ (-∞) ส่วนรูปที่ 4.6 (c) ก็เช่นเดียวกันคือ ค่า Elasticity มีค่าเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดต่อเนื่องกัน และรูปที่ 4.6 (d) แสดงให้เห็นถึงค่า Elasticity เท่ากับศูนย์ คือ ไม่มีค่าแสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันระหว่าง Price และ Quantity เลย (Completely Inelasticity)

อย่างไรก็ตามนักเศรษฐศาสตร์ได้พบว่า ส่วนใหญ่แล้วความสัมพันธ์ระหว่างอุปาสงค์ และอุปาทาน (Demand Function) นั้นอยู่ในรูปแบบที่ทำให้ค่า Elasticity คงที่ และจากการศึกษาของ Gerald Kraft เมื่อปี ค.ศ. 1963 ถึงการเดินทางของผู้คนระหว่างเมือง Washington และ Boston นั้นพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของผู้คนกับตัวแปรใด ๆ ทางด้านเศรษฐกิจและสังคม มีความสัมพันธ์อยู่ในรูปของ Power Curve ซึ่งต่อมาก็ได้เรียกรูปแบบจำลองนี้ว่า Kraft Demand Model ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Q = f(P) = \alpha . p^{\beta}$$

เมื่อ α และ β เป็น พารามิเตอร์ (parameters) ของสมการ

นอกจากนี้จากการศึกษาการเกิดการเดินทางของผู้คนในระยะหลังก็ได้ผลสรุปถึงความสัมพันธ์ของปริมาณการเดินทางของผู้คนกับตัวแปรอิสระใด ๆ ทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอยู่ในรูปแบบเช่นเดียวกับที่ Gerald Kraft ได้ทำการศึกษาไว้ ถึงแม้ว่าบางครั้ง Kraft Demand Model จะแสดงความสัมพันธ์ในแง่ทางด้านสถิติไม่ดีเท่ากับความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นก็ตาม แต่ก็เป็นที่ยอมรับและใช้ในการศึกษาต่อมา ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากเหตุผลที่ว่ารูปแบบของ Demand Model นี้มีคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถนำไปใช้งานได้สะดวกและเข้าใจง่ายกว่ารูปแบบของ Demand Model อื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีข้อแตกต่างระหว่าง Kraft Demand Model และ Demand Model อื่น ๆ อีก ซึ่งจะไม่แสดงรายละเอียดในงานวิจัยนี้

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางของผู้คนและตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้มีความสัมพันธ์ตามรูปแบบของ Kraft Demand Model ทั้งนี้นอกจากเหตุผลข้างต้นแล้วแบบจำลองนี้ยังถูกหลักตรรกวิทยา (Logic) ในงานวิจัยอีกด้วย และจากคำจำกัดความของค่า Elasticity ของตัวแปร P ใด ๆ นั้นสามารถพิสูจน์ได้ว่า ค่า Elasticity ของตัวแปร P ใด ๆ มีค่าคงที่ดังต่อไปนี้

จาก P. Elasticity $= Ep = \frac{dQ}{Q} \Big/ \frac{dP}{P} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$ --------- 1

และจาก $Q = \alpha . P^{\beta}$ --------- 2

Differentiate สมการที่ 2 เทียบกับ P จะได้

$\frac{dQ}{dP} = \alpha . \beta . P^{\beta-1}$ --------- 3

แทนค่า Q จากสมการที่ 2 และค่า $\frac{dQ}{dP}$ จากสมการที่ 3 ในสมการที่ 1 จะได้

$$Ep = \alpha . \beta . P^{\beta-1} \cdot \frac{P}{\alpha . P^{\beta}}$$

$\therefore$ $Ep = \beta$ --------- 4

จากผลที่ได้ในสมการที่ 4 พอจะกล่าวได้ว่า ค่า Elasticity ของตัวแปร P ใด ๆ จะมีค่าคงที่เท่ากับค่ายกกำลัง (Power) คือ เท่ากับ β ของ Demand Model ในกรณีที่ค่า Elasticity มีค่าเท่ากับ 1 (β = 1) รูปแบบของ Demand Model ก็จะเป็นสมการเส้นตรง (Linear equation) และในกรณีที่ค่า Elasticity มีค่าเท่ากับศูนย์ (β = 0) Demand Model ก็จะเท่ากับค่าคงที่ คือ มีค่าเท่ากับ α นั่นเอง

4.4.2 Elasticity ของตัวแปร ในการวิเคราะห์หาค่า Elasticity ของตัวแปรนี้ จะทำการวิเคราะห์หาค่า Elasticity ของตัวแปรซึ่งประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง และจำนวนประชากรเพียง 3 ตัวแปร และทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของพื้นที่รวมในการศึกษานี้เท่านั้น โดยได้ใช้โปรแกรม Power Curve Fitting ช่วยในการสร้าง Demand Model ซึ่งในการ

วิเคราะห์ได้ใช้ตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรในแกน X ส่วนข้อมูลปริมาณการเดินทางของผู้คน (PM) เป็นตัวแปรในแกน Y ผลจากการวิเคราะห์ได้แสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7, 4.8 และรูปที่ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ Elasticity

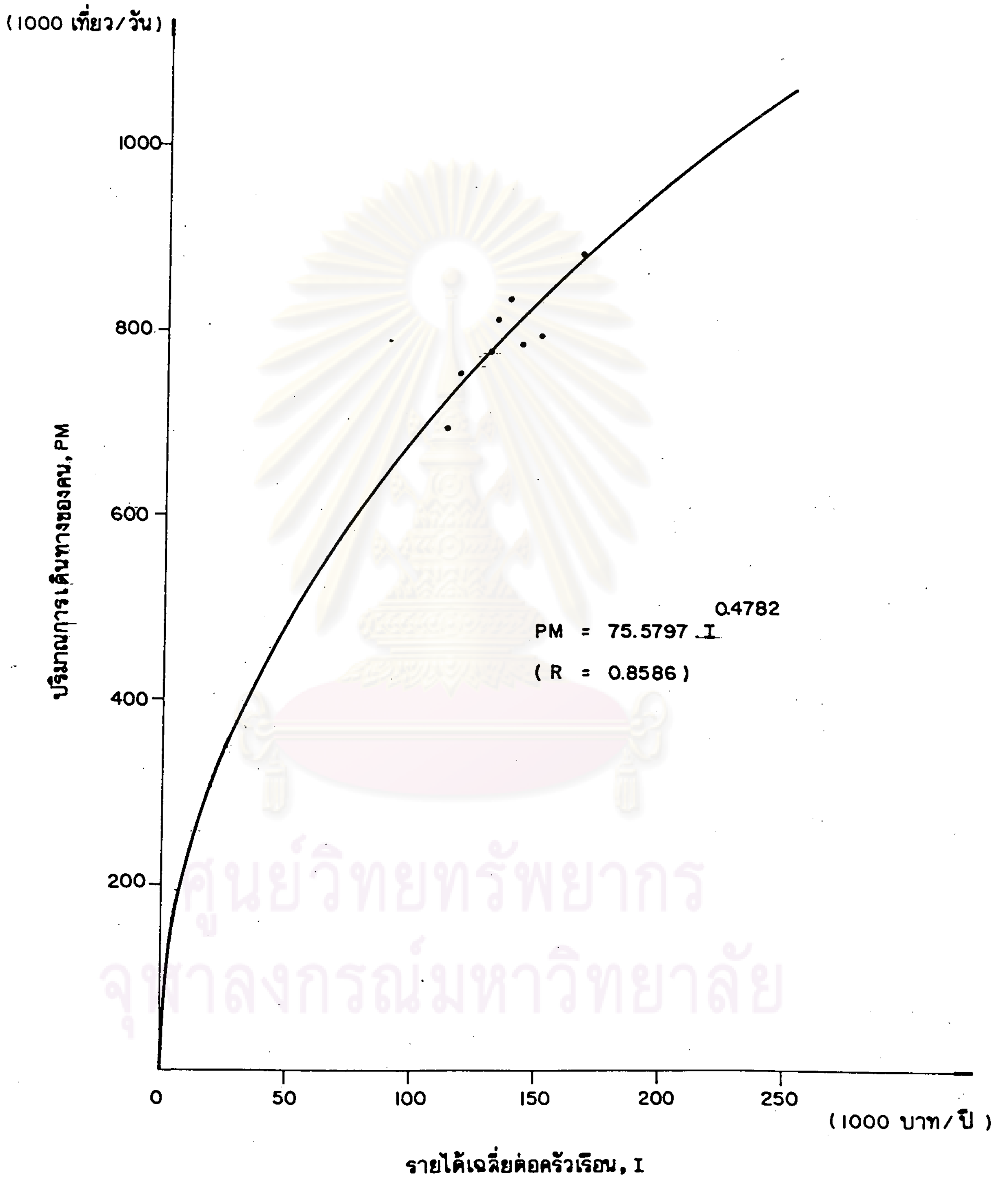
ตัวแปร	Demand Model	Elasticity	Correlation Coefficient; R
1. รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน (I)	$PM=75.58I^{0.4782}$	$E_I=0.4782$	0.8586
2. มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง (C)	$PM=263.32C^{0.1358}$	$E_C=0.1358$	0.8167
3. จำนวนประชากร (P)	$PM=2.15x10^{-7}P^{2.5482}$	$E_P=2.5482$	0.9441

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเกิดการเดินทางของผู้คนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน และมูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่งตามลำดับ

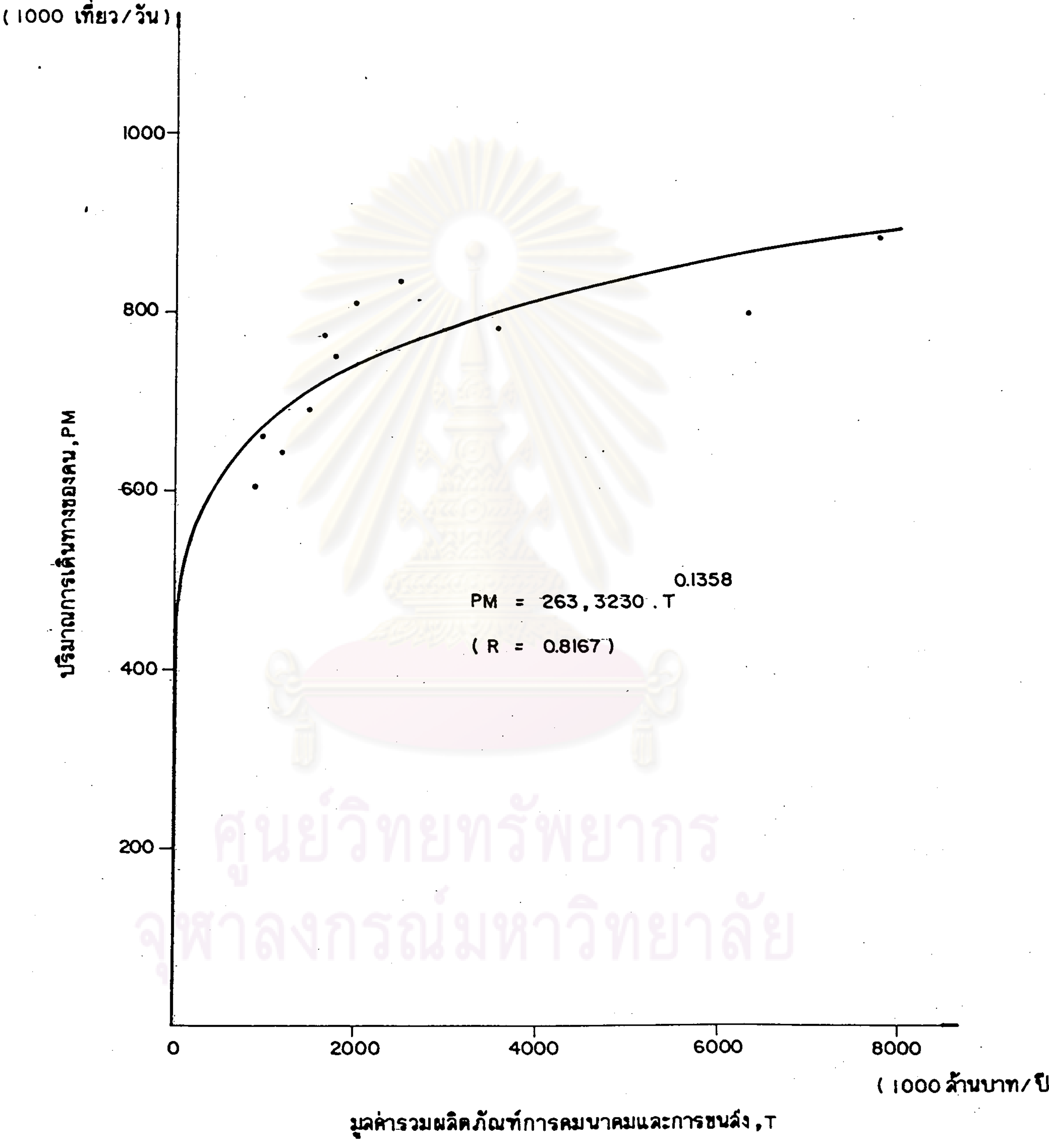
4.5 <u>แบบจำลองการเกิดการเดินทาง</u> (Trip Generation Model)

จากผลการศึกษาที่ได้ในตอนต้นทำให้ทราบถึงตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการเดินทางของผู้คนว่าประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน มูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง และจำนวนประชากร ส่วนการเกิดการเดินทางของสินค้านั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดการเดินทางของผู้คนในรูป Exponential

4.5.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทางของผู้คน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีอัตราการเจริญเติบโต สร้างความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางของผู้คนและตัวแปรอิสระดังกล่าวด้วยอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรนั้น ๆ จากวิธีอัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate Technique) สามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์พื้นฐานได้ดังนี้

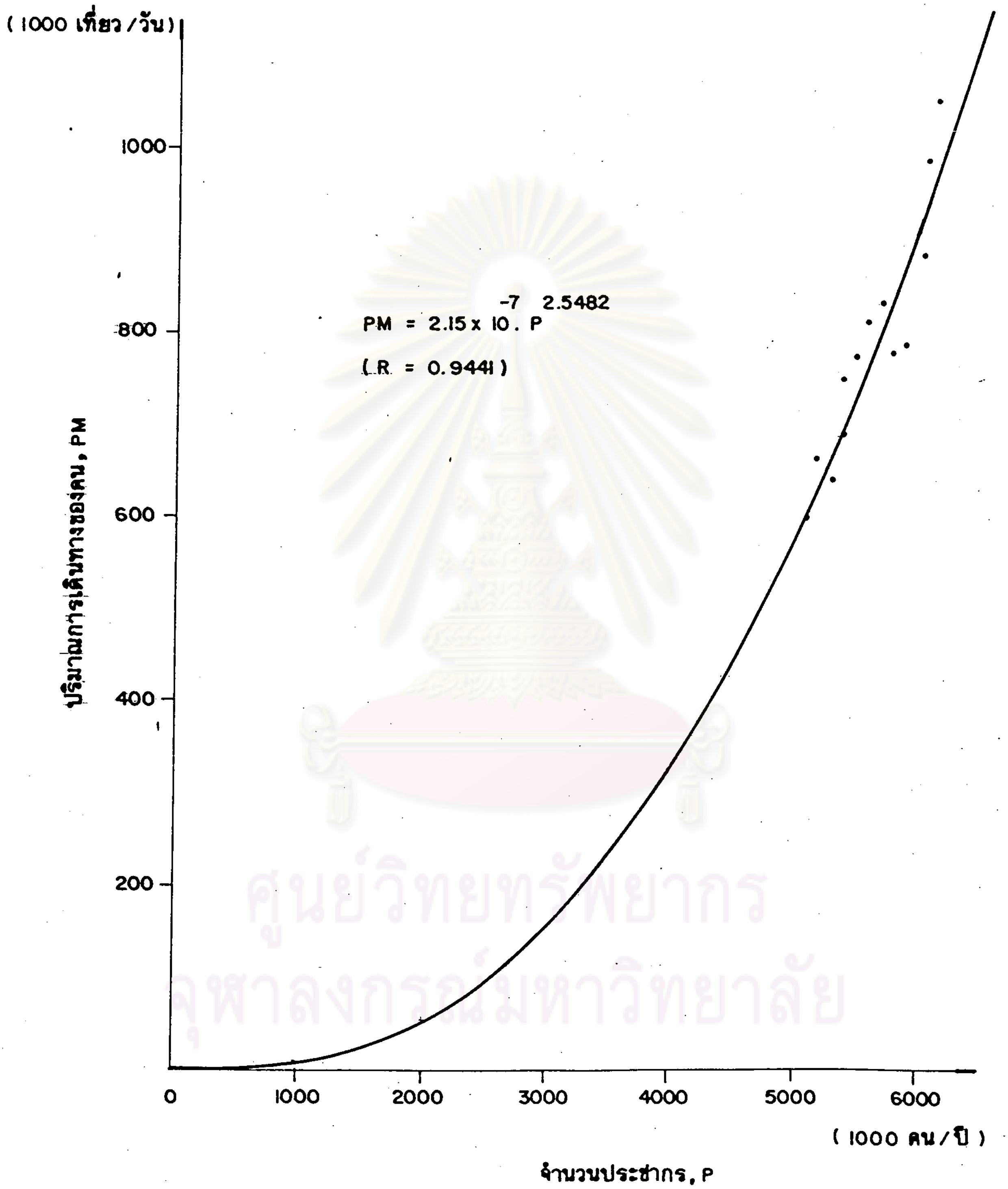


รูปที่ 4.7 แสดงการหาค่า Elasticity ของรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน



รูปที่ 4.8 แสดงการหาค่า Elasticity ของมูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงการหาค่า Elasticity ของประชากร

$$PM(F) = K.PM(E) + PM(E)$$

โดยที่ PM(F) = การเดินทางของผู้คนในอนาคต (เที่ยว/วัน)

PM(E) = การเดินทางของผู้คนในปัจจุบัน (เที่ยว/วัน)

K = อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (Growth Factor)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้หาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (K) โดยประยุกต์จากอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปร (G) แต่เนื่องจากความสัมพันธ์ของการเกิดการเดินทางของผู้คนมีความสัมพันธ์กับตัวแปร 3 ตัว และอัตราการเจริญเติบโตของแต่ละตัวแปรที่วิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ 4.3 นั้น ก็มีรูปแบบแตกต่างกันประกอบกับอัตราการเจริญเติบโตของแต่ละตัวแปร (G) ก็ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตของการเดินทางของผู้คน (K) โดยตรง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ใช้แนวความคิด (Concept) ของ Elasticity จากหัวข้อ 4.4 เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้สามารถประมาณค่าอัตราการเจริญเติบโตของการเดินทางของผู้คนได้จากอัตราการเจริญเติบโตของตัวแปร

จากคำจำกัดความของ Elasticity สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวแปร 1% จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Demand = Ej %

ถ้าการเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวแปร Gj% จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Demand = GjEj %

เมื่อ Ej = Elasticity ของตัวแปรใด ๆ

Gj = อัตราการเจริญเติบโตของตัวแปรใด ๆ

อัตราการเจริญเติบโตของ Demand = $\Sigma GjEj$

จากความสัมพันธ์ข้างต้นเมื่อพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวแปร โดยที่ทราบค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และค่า Elasticity ของทั้ง 3 ตัวแปร ทำให้สามารถทราบอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของการเดินทางของผู้คนได้ดังสมการ

$$K = (G_I E_I + G_c E_c + G_p E_p)$$

และสามารถสร้างแบบจำลองการเกิดการเดินทางของผู้คนได้ดังนี้

$$PM(F) = \left[\frac{G_I E_I}{100} + \frac{G_c E_c}{100} + \frac{G_p E_p}{100} + 1 \right] PM(E)$$

เมื่อ $PM(F)$ = ปริมาณการเดินทางของผู้คนในอนาคต (เที่ยว/วัน)

$PM(E)$ = ปริมาณการเดินทางของผู้คนในปีฐาน (เที่ยว/วัน)

G_I = อัตราการเจริญเติบโตของรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน (%)

G_c = อัตราการเจริญเติบโตของมูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง (%)

G_p = อัตราการเจริญเติบโตของประชากร (%)

E_I = ค่า Elasticity ของรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน

E_c = ค่า Elasticity ของมูลค่ารวมผลิตภัณฑ์การคมนาคมและการขนส่ง

E_p = ค่า Elasticity ของประชากร

4.5.2 แบบจำลองการเกิดการเดินทางของสินค้า ผลจากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2.2 ทำให้ทราบว่าความสัมพันธ์ของการเดินทางของสินค้าและตัวแปรอิสระนั้นเป็นตัวแปรชุดเดียวกับการเดินทางของผู้คน นั่นคือ เราสามารถสร้างแบบจำลองการเดินทางของสินค้าจากการเดินทางของผู้คนโดยตรงได้ และจากการวิเคราะห์ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางของสินค้าและการเดินทางของผู้คนในรูป Exponential ดังนั้นจึงสามารถสรุปแบบจำลองการเกิดการเดินทางของสินค้าได้ดังนี้

$$FM(F) = aPM(F)^b$$

โดยที่ $FM(F)$ = ปริมาณการเดินทางของสินค้าในอนาคต (ตัน/วัน)

$PM(F)$ = ปริมาณการเดินทางของผู้คนในอนาคต (เที่ยว/วัน)

a,b = พารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5.3 แบบจำลองการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์ ผลจากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.2.3 แสดงว่า ปริมาณของรถจักรยานยนต์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็กในรูปของ Linear ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองการเกิดการเดินทางของรถจักรยานยนต์คือ

MC(F) = a+bL/T(F)

โดยที่ MC(F) = ปริมาณรถจักรยานยนต์ในอนาคต (คัน/วัน)

L/T(F) = ปริมาณรถบรรทุกขนาดเล็กในอนาคต (คัน/วัน)

a,b = พารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย