หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การทบทวนผลงานที่ผ่านมา

2.1 คำนำ

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรเป็นขั้นตอนหลักที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการวางแผนการคมนาคมขนส่ง เป็นการศึกษาถึงสภาพความเปลี่ยนแปลงของการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยทั่วไปแล้วการพยากรณ์ปริมาณการจราจรประกอบด้วยการศึกษาถึงปริมาณการจราจร (Traffic Volume) สัดส่วนของยวดยาน (Traffic Composition) และรูปแบบของการเดินทาง (Mode of Travel) ที่เข้ามาใช้ระบบโครงข่ายทางหลวงต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาดังนี้

1. เพื่อการพิจารณาก่อสร้างเส้นทางใหม่ และปรับปรุงเส้นทางเดิมให้มีความเหมาะสมแก่การเดินทางขนส่ง
2. เพื่อการวิเคราะห์วิธีการบำรุงรักษาทางหลวงอย่างเหมาะสม และการจัดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาทางหลวง ตลอดจนการศึกษาสภาพความเสียหายอันเนื่องมาจากสภาพการจราจรต่าง ๆ
3. เพื่อใช้ในการพิจารณาคิดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางหลวง และค่าบำรุงรักษาทางหลวงเพื่อการประเมินผลโครงการ
4. เพื่อการวางแผนระบบคมนาคมขนส่งในอนาคต

นอกจากนี้ปริมาณการจราจรยังเป็นตัวแปรหลักในการตัดสินใจ หรือวางแนวนโยบายของรัฐต่อการใช้ประโยชน์ในที่ดินของพื้นที่นั้น ๆ และเพื่อความมั่นคงของประเทศอีกด้วย เท่าที่ผ่านมาในอดีต การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงมักประสบปัญหาต่าง ๆ ในหลายด้าน พอสรุปได้ดังนี้

- ข้อสมมติฐานและวิธีการพยากรณ์ในบางครั้งยังบกพร่องอยู่มาก
- ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ
- มีข้อจำกัดด้านงบประมาณและผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้โดยเฉพาะ
- ลักษณะรูปแบบการจราจร (Traffic Pattern) มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ กล่าวคือ ลักษณะการใช้ยวดยานมักมีการเปลี่ยนแปลงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งทำให้การพยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคตเป็นไปด้วยความลำบาก

จากการศึกษาที่ผ่านมาการพยากรณ์ปริมาณการจราจรทางหลวงพอจะแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจร (Past Trend Method)
2. วิธีแบบจำลองการคมนาคมขนส่ง (Transportation Model Method)

2.2 วิธีแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจร

วิธีแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจร (Past Trend Method) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและนิยมใช้กันมากบนเส้นทางเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยจะพิจารณาแนวโน้มของการเพิ่มปริมาณการจราจรในอดีตเป็นสาย ๆ ไป จากข้อมูลปริมาณการจราจรในอดีตของยวดยานแต่ละชนิดจะทำการวิเคราะห์อัตราการเพิ่ม (Growth Rate) ของปริมาณการจราจรบนถนนสายนั้น เพื่อพยากรณ์ปริมาณการจราจรไปในอนาคต

ในขั้นตอนการวิเคราะห์จะนำสถิติข้อมูลปริมาณการจราจรในอดีต โดยปกติแล้วมักใช้จำนวนข้อมูลในอดีตเท่ากับจำนวนปีที่จะพยากรณ์ไปในอนาคต โดยนำมาพล็อตกราฟเพื่อสังเกตแนวโน้ม จากนั้นทำการเลือกฟังก์ชั่นที่เหมาะสมกับกลุ่มข้อมูล และใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์และค่าทางสถิติเป็นเครื่องมือวัด เพื่อเลือกสมการแนวโน้มที่เหมาะสมกับกลุ่มข้อมูล รูปแบบฟังก์ชั่นที่ใช้พอจะแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

2.2.1 Autoregression Model เป็นรูปแบบที่พิจารณาถึงความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณการจราจรหรือปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ในปีปัจจุบันกับปริมาณการจราจรหรือ ADT ในปีย้อนหลัง 1 ปี ตัวอย่างเช่น ปริมาณการจราจรในปี t กับปริมาณการจราจรในปี t-1 มีรูปแบบเป็นสมการเส้นตรง ดังนี้

$$Y_t = B_o + B_1 Y_{t-1} + \mathcal{E}$$

โดยที่ Y_t = ปริมาณการจราจรหรือ ADT ในปี t

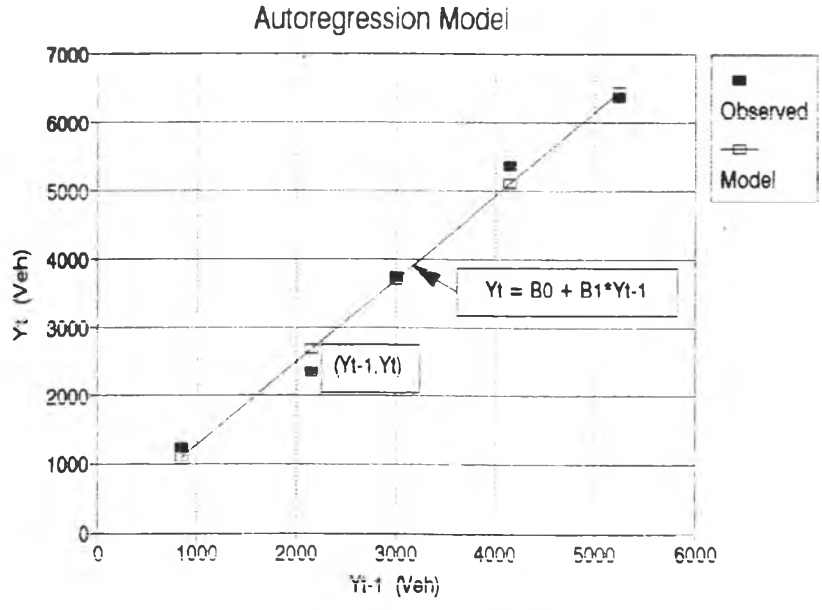
Y_{t-1} = ปริมาณการจราจรหรือ ADT ในปี t-1

B_o, B_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

$\mathcal{E}$ = ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error Term)

จากสมการพบว่าจะใช้ปริมาณการจราจรในปี t-1 มาทำการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในปี t จึงเรียกรูปแบบนี้ว่า First Order Autoregression Model โดยมีสมการ

อยู่ในรูป Simple Linear Regression แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเพิ่มของปริมาณการจราจรโดยวิธี Autoregression Model

อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรคำนวณได้ ดังนี้

$$r = \frac{(Y_t - Y_{t-1})}{Y_{t-1}} * 100\ \%$$

โดยที่ r = ร้อยละของอัตราการเพิ่มปริมาณการจราจรต่อปี

2.2.2 Linear Growth Model รูปแบบนี้ได้พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรหรือ ADT กับเวลาโดยตรง มีรูปแบบเป็นสมการเส้นตรงซึ่งอยู่ในรูปของ Simple Linear Regression ดังนี้

$$Y_t = B_o + B_1 t + \varepsilon$$

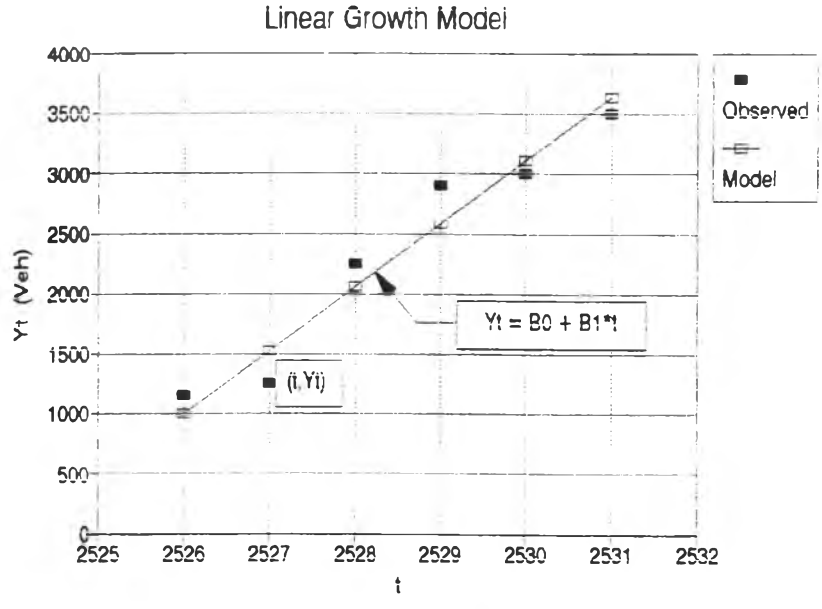
โดยที่ Y_t = ปริมาณการจราจรหรือ ADT ในปี t

t = เวลา (ปี พ.ศ.)

B_o, B_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

ε = ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

รูปแบบที่ใช้ Fit กับกลุ่มข้อมูล (t, Y_t) ที่มีลักษณะการกระจายเป็นแนวเส้นตรง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเพิ่มของปริมาณการจราจรโดยวิธี Linear Growth Model

อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรคำนวณได้เช่นเดียวกับรูปแบบก่อน ดังนี้

$$r = \frac{(Y_t - Y_{t-1})}{Y_{t-1}} * 100\ \%$$

2.2.3 Exponential Growth Model รูปแบบนี้เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถใช้คำนวณอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรได้โดยตรง โดยกำหนดให้ปริมาณการจราจรมีความสัมพันธ์กับเวลาในรูปของสมการ Exponential ซึ่งมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

$$Y_t = A_o e^{A1t} \varepsilon'$$

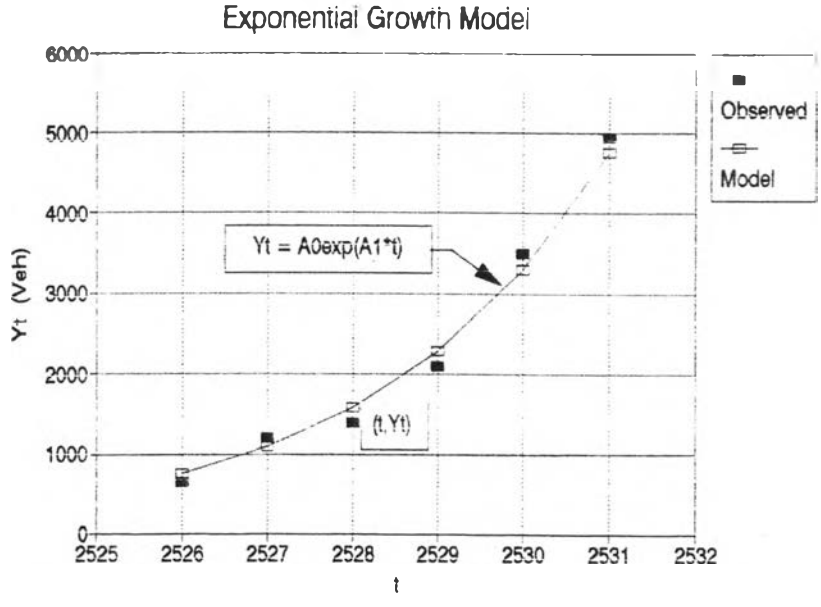
โดยที่ Y_t = ปริมาณการจราจรหรือ ADT ในปี t

A_o, A_1 = ค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลอง

ε' = ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

t = เวลา (ปี พ.ศ.)

รูปแบบนี้ใช้ Fit กับกลุ่มข้อมูล (t, Y_t) ที่มีลักษณะการกระจายเป็นรูปเส้นโค้งดังรูปที่ 2.3 และวิธีนี้เป็นวิธีที่กองวิศวกรรมการจราจร กรมทางหลวง ใช้วิเคราะห์อัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยของปริมาณการจราจรทุกจุดสำรวจบนทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัด



รูปที่ 2.3 การเพิ่มของปริมาณการจราจรโดยวิธี Exponential Growth Model

ค่าสัมประสิทธิ์ A_0 และ A_1 สามารถคำนวณได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square) โดยต้องจัดให้อยู่ในรูปของ Simple Linear Regression ก่อน

อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร จากแบบจำลองนี้คำนวณได้ดังนี้

$$(1 + \frac{r}{100}) = e^{A1}$$

$$r = (e^{A1} - 1) * 100\ \%$$

โดยที่ r = ร้อยละของอัตราการเพิ่มปริมาณการจราจรต่อปี

การที่จะพิจารณาเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะความเหมาะสมของกลุ่มข้อมูลกับรูปแบบของแบบจำลองนั้นโดยใช้ค่าทางสถิติเป็นเครื่องมือวัด และที่สำคัญคือวิธีการเหล่านี้ต้องขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้พยากรณ์เป็นอย่างมากซึ่งจะยึดถือข้อมูลในอดีตเป็นหลัก การเปลี่ยน

แปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมจะไม่มีผลต่อการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ และวิธีแนวโน้มการเพิ่มปริมาณการจราจรในอดีตต้องใช้ข้อสมมติฐานที่สำคัญคือ สภาพการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตต้องดำเนินไปอย่างปกติเช่นเดียวกับในอดีต กล่าวคือปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเดินทางในอนาคตต้องมีสภาพการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับในอดีต วิธีนี้มีข้อดีในกรณีที่ข้อมูลในปีฐาน (Base Year) เกิดความผิดพลาดจะส่งผลต่อความผิดพลาดในอนาคตเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีผลเลย แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังมีข้อเสียอยู่มาก คือมีความถูกต้องแม่นยำน้อย และไม่สามารถใช้พยากรณ์ในช่วงเวลาที่ยาวมากได้และยังไม่สามารถอธิบายสภาพความต้องการเดินทางขนส่งได้พอเพียง ดังนั้นเมื่อจะนำวิธีการเหล่านี้มาใช้จึงต้องใช้ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญของผู้พยากรณ์เป็นอย่างมาก เพราะฉะนั้นจึงมักไม่นำวิธีการนี้มาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการวางแผนด้วยระบบการคมนาคมขนส่งในอนาคต

2.3 วิธีแบบจำลองการคมนาคมขนส่ง

แบบจำลองการคมนาคมขนส่ง (Transportation Model) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำลองสภาพการณ์ในปัจจุบัน เพื่อใช้พยากรณ์สภาพการณ์ในอนาคตให้ได้อย่างเหมาะสม แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางกับตัวแปรที่มีปัจจัยเกี่ยวข้องกับการเดินทางโดยตรง ตัวแปรเหล่านี้สามารถพยากรณ์ไปในอนาคตได้ง่ายและมีความถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์ปริมาณการเดินทางโดยตรงซึ่งทำได้ยากและไม่สามารถอธิบายสภาพการณ์ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง แบบจำลองการคมนาคมขนส่งนี้ยังสามารถใช้ประเมินผลแนวทางเลือก (Alternative) ต่าง ๆ ได้ เนื่องจากแบบจำลองสามารถทดสอบแนวทางเลือกนั้น ๆ ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายอื่นใดอีกเพราะว่าแบบจำลองชนิดนี้สามารถจำลองสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรให้มีลักษณะต่าง ๆ ได้ แต่ก่อนที่จะนำแบบจำลองนี้ไปใช้งานต้องทำการปรับปรุง (Calibration) ให้มีความถูกต้องและสามารถอธิบายสภาพการณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันได้อย่างเหมาะสมก่อน แบบจำลองการคมนาคมขนส่ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ดังนี้

2.3.1 แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย (Simple Gravity Model)

แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองการเดินทางที่ได้ประยุกต์มาจากแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทาง (Gravity Model) โดยได้ทำการตัดค่าตัวแปรที่ส่งผลสะท้อนต่อสภาพการเดินทางบางค่าออกไป ได้แก่ ค่า F ซึ่งเป็นค่าองค์ประกอบที่มีผลต่อการเดินทาง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ $1/t^n$ โดยที่ t คือเวลาในการเดินทางระหว่างพื้นที่ และ n เป็นตัวเลขที่ขึ้นอยู่กับค่าของเวลาในการเดินทาง จุดประสงค์ในการเดินทาง และประชากร เป็นต้น และ

ตัวแปรที่ได้ตัดออกอีกตัวหนึ่งคือ ค่า K ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการปรับแก้จำนวนการเดินทางระหว่างพื้นที่ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม และสภาพการใช้งานของพื้นที่ เป็นต้น ตัวแปรทั้งสองนี้ในทางปฏิบัติแล้วหาค่าได้ยาก และต้องทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในกรณีของแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่ายนี้จึงกำหนดให้ตัวแปรทั้งสองนี้มีค่าเท่ากับ 1 โดยมีรูปแบบของแบบจำลอง ดังนี้

$$T_{ij} = \frac{k(P_i . P_j)}{d_{ij}^{n}}$$

โดยที่ T_{ij} = ปริมาณการจราจรที่เดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

P_i, P_j = ตัวแปรที่สะท้อนสภาพการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยนั้น โดยทั่วไปใช้จำนวนประชากรหรือรายได้ภายในพื้นที่ย่อยนั้น แต่การศึกษาในระยะหลังนี้ได้ใช้จำนวนยวดยานที่จดทะเบียนภายในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ เนื่องจากพบว่าสะท้อนสภาพการเดินทางขนส่งได้ดีกว่า

d_{ij} = ค่า Impedance ระหว่างพื้นที่ย่อย โดยทั่วไปใช้ค่าเวลาการเดินทาง (Travel Time) หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) ระหว่างพื้นที่ย่อยนั้น ๆ

k, n = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

กล่าวโดยสรุปได้ว่าแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย คือแบบจำลองการกระจายการเดินทางชนิดแรงดึงดูดการเดินทาง (Gravity Model) ที่ได้ตัดตัวแปรที่ไม่มีความสำคัญมากนักออก แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยกับตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมภายในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ ในการศึกษาโดยทั่วไปตัวแปรเหล่านี้นิยมใช้ตัวแปรที่สะท้อนสภาพการเดินทางขนส่ง ได้แก่ จำนวนประชากร (Population) รายได้ (Income) จำนวนยวดยานที่จดทะเบียน (Vehicle Registration) รวมถึงคุณลักษณะและสภาพของเมือง เป็นตัวแปรหลักในการแสดงถึงความต้องการเดินทางที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ย่อยนั้น และใช้ค่า Impedance ซึ่งเป็นค่าที่แสดงสภาพการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย ได้แก่ ค่าเวลาในการเดินทาง (Travel Time) หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) เป็นตัวกำหนดการเดินทางขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อย จากแบบจำลองนี้จะทราบเฉพาะปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยเท่านั้น ในขั้นตอนต่อไปจะต้องใช้กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment) เพื่อจัดปริมาณการเดินทางลงบนโครงข่ายทางหลวงต่อไป

2.3.2 แบบจำลองการคมนาคมขนส่งในเมือง (Urban Transportation Model)

แบบจำลองการคมนาคมขนส่งในเมืองหรือเรียกโดยทั่วไปว่าแบบจำลองต่อเนื่อง (Sequencial Models) เป็นกลุ่มของแบบจำลองที่นิยมใช้ในการวางแผนการคมนาคมขนส่งในเมืองและในภูมิภาค ประกอบด้วยแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลอง คือ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (Trip Distribution Model) แบบจำลองรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) และแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) แบบจำลองเหล่านี้มีลำดับการวิเคราะห์เรียงลำดับกัน ดังนี้

2.3.2.1 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดการเดินทางที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ที่ทำการศึกษากับตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยของการเดินทาง ตัวแปรเหล่านี้ต้องมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดการเดินทางเป็นอันมาก ได้แก่ ตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น จำนวนประชากร รายได้ของประชากร จำนวนยวดยาน การจ้างงาน พร้อมทั้งสภาพและลักษณะการใช้ที่ดิน(Land Use) การประกอบกิจกรรมทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอื่น ๆ เป็นต้น แบบจำลองนี้นิยมใช้เกี่ยวกับการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางที่จุดปลาย (Trip Ends) ของประชาชนหรือยานพาหนะในแต่ละหน่วยพื้นที่ โดยปกติแล้วควรจะมีการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดิน ตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมกับการเดินทาง ผลที่ได้จากแบบจำลองนี้จะแสดงเฉพาะปริมาณการเดินทางที่จุดปลาย โดยยังไม่แสดงเส้นทางและรูปแบบของการเดินทาง โดยทั่วไปแบบจำลองนี้สามารถแบ่งตามลักษณะการวิเคราะห์ได้ 2 ประเภท คือ

ก. Aggregate Analysis เป็นการวิเคราะห์ปริมาณและรูปแบบของการเดินทางอย่างกว้าง ๆ นิยมใช้กันมากในระดับภูมิภาค การวิเคราะห์สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์แบบถดถอย (Regression Analysis) โดยปกติสามารถจำแนกการสร้างแบบจำลองประเภทนี้ออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบจำลองโดยวิธีอัตราการเพิ่ม (Growth Factor Method) นิยมใช้กันมากในการศึกษาการเกิดการเดินทางในภูมิภาค โดยมีสมมติฐานคือการเกิดการเดินทางในอนาคตจะเท่ากับผลคูณระหว่างการเกิดการเดินทางในพื้นที่ศึกษาในปัจจุบันกับสัมประสิทธิ์การเพิ่ม (Growth Factor) ค่าหนึ่ง ซึ่งสัมประสิทธิ์การเพิ่มนี้จะต้องสะท้อนถึงการเจริญเติบโตของพื้นที่นั้น ๆ แบบจำลองนี้สามารถเขียนให้ในรูปของสมการได้ ดังนี้

$$T(F) = t(P) \cdot K(avg)$$

โดยที่ $T(F)$ = ปริมาณการเกิดการเดินทางในอนาคต

$t(P)$ = ปริมาณการเกิดการเดินทางในปัจจุบัน

$K(avg)$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มโดยเฉลี่ย

2. การวิเคราะห์แบบจำลองโดยวิธีรวมพื้นที่ (Area Wide Forecasting Method) วิธีนี้สามารถใช้ในการศึกษาการเกิดการเดินทางในภูมิภาคได้เช่นเดียวกับวิธีอัตราการเพิ่ม โดยมีหลักการคือ อาศัยความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการเกิดการเดินทางสร้างแบบจำลองขึ้นในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ แต่แบบจำลองในลักษณะนี้มีข้อจำกัดคือใช้ได้เฉพาะพื้นที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น โดยมีรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$T(F) = \{A_o + A_1X_1(F) + A_2X_2(F) + A_3X_3(F) + \ldots A_nX_n(F)\}T(P)$$

โดยที่ $T(F)$ = ปริมาณการเกิดการเดินทางในอนาคต

$T(P)$ = ปริมาณการเกิดการเดินทางในปัจจุบัน

$X_1(F) \ldots X_n(F)$ = ตัวแปรที่มีผลสะท้อนต่อการเกิดการเดินทางที่เกิดขึ้นในอนาคต

$A_o \ldots A_n$ = ค่าคงที่

ข. Disaggregate Analysis เป็นวิธีวิเคราะห์การเกิดการเดินทางที่ต้องการความละเอียดมากขึ้น โดยจะต้องทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาให้ละเอียดลงไปกว่าปกติที่แบ่งเป็นพื้นที่ย่อย ๆ (Zone) เช่นวิธีแรก วิธีนี้นิยมใช้ในเขตเมืองที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น และลักษณะการใช้ที่ดิน สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกันมาก การวิเคราะห์ด้วยวิธี Disaggregate Analysis นี้จะใช้วิธี Cross Classification ซึ่งเป็นวิธีการทางเทคนิคที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรหนึ่ง (Trips) แล้วสามารถหาค่าออกมาได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอื่น ๆ ด้านการใช้ที่ดิน และด้านเศรษฐกิจและสังคม (Land Use and Socio-Economic)

2.3.2.2 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง(Trip Distribution Model) การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) เป็นขั้นตอนที่สองของแบบจำลองต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยหลังจากที่ได้ทราบปริมาณการเกิดการเดินทางในแต่ละพื้นที่ย่อย จากแบบจำลองการเกิดการเดินทางแล้ว แบบจำลองการกระจายการเดินทางนี้ เป็นแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ด้านการเดินทางสัมพันธ์กับการกระจายการเดินทาง ผลจากการจำลองจะทำให้ทราบถึงปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ในปัจจุบัน และสามารถพยากรณ์ในอนาคตได้

การพัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทางสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีทฤษฎีพื้นฐานที่แตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. แบบจำลองสัดส่วนการเจริญเติบโต (Growth Factor Model)
2. แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทาง (Gravity Model)
3. แบบจำลองโอกาสของการเดินทาง (Intervening Opportunity Model)

การที่จะใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้ ระยะเวลาในการพยากรณ์ ระดับความถูกต้องที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการศึกษาวิจัย เป็นต้น

2.3.2.3 แบบจำลองรูปแบบการเดินทาง (Modal Split Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองรูปแบบการเดินทางของคน โดยจัดเป็นการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน รถส่วนตัว รถมอเตอร์ไซด์ หรืออื่น ๆ โดยคิดออกมาเป็นจำนวนร้อยละของการเดินทางทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ทราบถึงจำนวนของการเดินทางโดยรูปแบบต่าง ๆ ในปัจจุบันและพยากรณ์ไปในอนาคต เพื่อการวางแผนระบบคมนาคมขนส่งในอนาคตให้มีความเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป การพัฒนาแบบจำลองรูปแบบการเดินทางแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. แบบจำลองการเกิดการเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชนอย่างตรง ๆ (Direct Generation of Transit Trips)
2. จำลองรูปแบบการเดินทางที่จุดปลาย (Trip End Modal Split Models)
3. แบบจำลองรูปแบบการเดินทางแบบสับเปลี่ยนกัน (Trip Interchange Modal Split Models)

2.3.2.4 แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประมาณค่าปริมาณการเดินทาง เพื่อแสดงลักษณะการ

017261

กระจายความต้องการในการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยลงบนโครงข่ายทางหลวง โดยแยกแต่ละรูปแบบของการเดินทาง หรือกล่าวง่าย ๆ ได้ว่าการจัดเส้นทางการเดินทาง คือการที่จะพยายามทราบว่าผู้ขับขี่ยวดยานเลือกเส้นทางใดเพื่อการเดินทาง เพื่อให้สามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้ โดยทั่วไปแล้วนักวางแผนด้านการคมนาคมขนส่ง แบ่งองค์ประกอบที่เป็นตัวตัดสินใจเลือกเส้นทางใด ๆ ในการเดินทางของคนออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. เวลาการเดินทาง (Travel Time)
2. ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost)
3. ความสะดวกสบาย (Comfort)
4. ระดับการบริการ โดยแสดงให้อยู่ในรูปของปริมาณการจราจรต่อความจุ (Level of Service, Volume/Capacity)

องค์ประกอบที่นิยมใช้กันมากคือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) เนื่องจากสะท้อนถึงคุณลักษณะของการเดินทางได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และเมื่อนำองค์ประกอบของการเดินทางทั้ง 4 ประเภทนี้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันแล้ว พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันสูง ดังนั้นในการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทางสามารถใช้องค์ประกอบเพียงประเภทเดียวเป็นตัวแทนของทั้งกลุ่มได้

วิธีการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทางสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่วิธีหลัก ๆ ที่นิยมใช้มีด้วยกัน 4 วิธี ดังนี้คือ

ก. All or Nothing Assignment Technique เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวกในการนำไปใช้งาน โดยมีหลักการคือ หลังจากได้แนวเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุด (Minimum Path) ของแต่ละพื้นที่ย่อยจากขั้นตอนการเลือกแนวเส้นทางการเดินทางแล้ว จะทำการกำหนดปริมาณความต้องการในการเดินทางทั้งหมดของระหว่างแต่ละพื้นที่ย่อยลงบนเส้นทางเหล่านั้น ซึ่งผลที่ได้รับเบื้องต้นจะเป็นแนวเส้นทางการเดินทางที่ผู้เดินทางทั่วไปต้องการใช้มากที่สุด

ข. Capacity Restrained Assignment Technique เมื่อปริมาณการจราจรบน Link ของโครงข่ายถนนมีค่าใกล้เคียงกับความจุของถนนแล้ว จะเกิดสภาพ Unstable Flow ขึ้น อีกทั้งในสภาพความเป็นจริงแล้วปริมาณการจราจรบนถนนจะไม่สามารถเกินค่าความจุของถนนได้ ดังนั้นการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายถนนด้วยวิธีนี้จะพยายามไม่ให้ปริมาณการจราจรเกินค่าความจุของถนน กล่าวคือจะพยายามจำกัดปริมาณการจราจรบน Link ด้วยความจุของ Link นั้น ๆ วิธีที่เป็นพื้นฐานของเทคนิคนี้และเป็นที่

นิยมใช้กันมาก ได้แก่ วิธีของ FHWA (Federal Highway Administration) โดยวิธีนี้จะเพิ่มเวลาการเดินทางบน Link เมื่อมีปริมาณการจราจรต่อความจุของถนนมากขึ้น โดยสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจรบนถนนสายนั้น ๆ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ค่าของเวลาในการเดินทางบนถนน ดังสมการต่อไปนี้

$$T = T_o [\ 1 + 0.15\ (V/C)^4\ ]$$

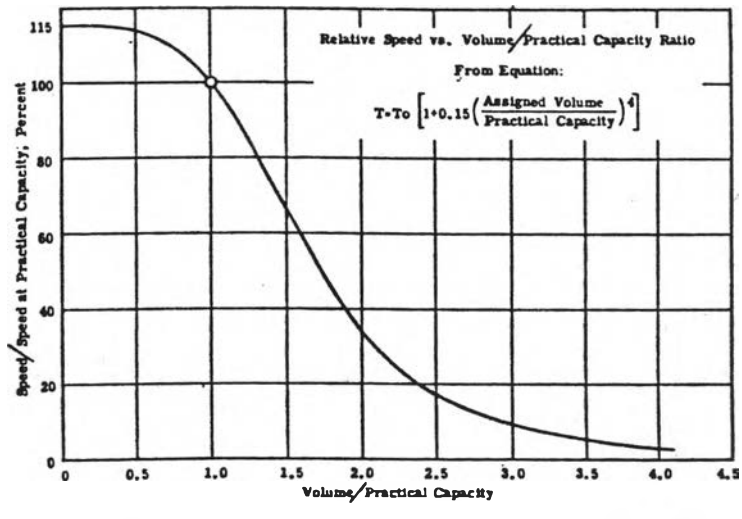
โดยที่ T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางบน Link เมื่อมีปริมาณการจราจรเท่ากับ V

T_o = เวลาที่ใช้ในการเดินทางเมื่อยังไม่มีปริมาณการจราจรบนถนน (Free Flow Travel Time)

V = ปริมาณการจราจรที่กำหนด (Assign Volume)

C = ความจุ (Capacity)

จากสมการเวลาในการเดินทางข้างต้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเดินทางกับปริมาณการจราจรต่อความจุของถนนใด ๆ ได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเดินทางกับปริมาณการจราจรต่อความจุ

ค. Multiroute Probabilitic Assignment Technique ในสภาพของความเป็นจริงนั้น การเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อยมิได้มีเพียงเส้นทางเดียว อาจมีได้หลายเส้นทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ความสะดวกสบายในการเดินทาง อุบัติเหตุ และอื่น ๆ อีกมาก ดังนั้นการ

กำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายทางหลวงโดยวิธีนี้ จะพยายามหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่เป็นไปได้ แล้วกำหนดปริมาณการจราจรลงบนเส้นทางดังกล่าว ในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ต้องอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability) เข้าช่วยในการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายทางหลวง

ง. Equilibrium Assignment Technique วิธีนี้เป็นการนำเอาสมมติฐานของ Wardrop ข้อที่ 2 มาใช้โดยจะมีการตรวจสอบให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) ของทั้งระบบมีค่าน้อยที่สุด โดยที่สมมติฐานของ Wardrop เกี่ยวกับเรื่องเวลาทั้ง 2 ข้อ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. The trip time on all the routes actually used are equal and less than those which would be experienced by a single vehicle on any unused route.

2. The average journey times of all motorists is a minimum which implies that the aggregate vehicle hours spent in travelling is a minimum.

จากสมมติฐานข้อ 1 สามารถอธิบายได้ว่า "ผู้ขับขี่จะพิจารณาเฉพาะเวลาในการเดินทางของตัวเองเท่านั้น มิได้คำนึงถึงผลกระทบต่อทั้งระบบ" ส่วนสมมติฐานข้อที่ 2 อธิบายได้ว่า "ผู้ขับขี่จะพิจารณาผลกระทบต่อทั้งระบบ ซึ่งจะทำให้เวลารวมในการเดินทางมีค่าน้อยที่สุด" วิธี Equilibrium Assignment เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก ทั้งนี้เนื่องจากวิธีนี้ได้พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิธี Capacity Restrained Assignment ซึ่งยังคงเป็นวิธีที่กำหนดให้เส้นทางที่สั้นที่สุด แสดงความสำคัญสูงสุด

2.4 การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในประเทศไทย

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในประเทศไทย ได้มีการศึกษาไว้เอง โดยกรมทางหลวง บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา และองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น ที่ได้มาทำการศึกษาในโครงการต่าง ๆ หลายโครงการ ซึ่งพอจะสรุปโครงการหลัก ๆ ได้ดังนี้

1. Studies of National and Provincial Road Network in Thailand (SRNT) พ.ศ. 2522

2. Feasibility Study and Detailed Engineering Design for Provincial Road Improvement (PRI) พ.ศ. 2523

3. การศึกษาและการวิเคราะห์ความเหมาะสมโครงการก่อสร้างและปรับปรุงทาง พ.ศ. 2525

4. Highway Sector Project (HSP) พ.ศ. 2526

5. Second Provincial Roads Project (SPRP) พ.ศ. 2527

6. โครงการพัฒนาทางหลวงในภูมิภาค

- Road Development Study in the Northern Region พ.ศ. 2524
- Road Development Study in the Northeastern Region พ.ศ. 2526
- Road Development Study in the Central Region พ.ศ. 2532
- Road Development Study in the Southern Region พ.ศ. 2533

ในโครงการต่าง ๆ เหล่านี้มีข้อสมมติฐาน แนวทาง และวิธีการในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงแตกต่างกัน ในส่วนแรกนี้จะขอกล่าวถึงประเภทของการจราจร (Type of Traffic) และชนิดของยวดยาน (Type of Vehicles) เพื่อให้มีความเข้าใจถูกต้องตรงกันและเพื่อใช้อ้างอิงในส่วนต่อไป

2.4.1 ประเภทของการจราจร (Type of Traffic)

การจัดแบ่งประเภทของการจราจรมีวัตถุประสงค์ เพื่อประมาณด้านผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางหลวง เนื่องจากการจราจรแต่ละประเภทมีผลประโยชน์ในการใช้ทางหลวงแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วประเภทของการจราจรที่ทำการศึกษาในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.4.1.1 การจราจรปกติ (Normal Traffic) หมายถึงการจราจรที่มีอยู่บนเส้นทางเดิมนั้น และการเพิ่มขึ้นของการจราจรประเภทนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นตามปกติของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม โดยไม่เกี่ยวกับการปรับปรุงถนน

2.4.1.2 การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic) หมายถึงการจราจรที่จะเกิดขึ้นใหม่เนื่องจากมีการปรับปรุงสายทางเดิมให้มีสภาพดีขึ้นในสภาวะเศรษฐกิจปกติ การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่มีผลมาจากการปรับปรุงเส้นทางเดิมให้

สามารถเดินทางได้สะดวกรวดเร็วขึ้นกว่าเดิมและเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยลง จึงทำให้เกิดการเดินทางเพิ่มขึ้น

2.4.1.3 การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) หมายถึงการจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการลดระยะทาง เวลาในการเดินทาง และค่าใช้จ่ายหรือผลตอบแทนอื่น ๆ ของผู้ใช้ทางลง ซึ่งส่วนใหญ่จะเปลี่ยนจากการใช้สายทางที่เคยใช้ในปัจจุบันหรือการเดินทางขนส่งรูปแบบอื่นมาใช้สายทางของโครงการด้วยเหตุผลบางอย่างหรือเหตุผลทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น

2.4.1.4 การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic) หมายถึง การจราจรที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มของประชากรและสภาพเศรษฐกิจอันเนื่องมาจากการพัฒนาพื้นที่ในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากผลของการปรับปรุงสายทาง

นอกจากนี้ยังมีการจราจรอีกประเภทหนึ่งคือ การจราจรพิเศษ (Special Traffic) ซึ่งหมายถึงการจราจรที่มิได้เกิดขึ้นตามปกติวิสัย และไม่สามารถที่จะจัดให้เป็นประเภทใดประเภทหนึ่งตามที่กล่าวข้างต้น เช่น ยวดยานที่ใช้บรรทุกคนงานและเครื่องจักรในโครงการก่อสร้างทางหลวง เขื่อน หรือยวดยานที่ใช้เคลื่อนย้ายทหารและขนส่งอาวุธต่าง ๆ ในภาวะสงคราม เป็นต้น การจราจรประเภทนี้จะไม่นำมาพิจารณาในโครงการการศึกษาเพื่อพัฒนาโครงข่ายทางหลวงต่าง ๆ

2.4.2 ชนิดของยวดยาน (Type of Vehicles)

การแบ่งชนิดของยวดยานในการศึกษาด้านการจราจร มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรโดยแยกชนิดของยวดยาน เพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ถนน (Road User Cost) ในขั้นตอนการประเมินผลโครงการ เนื่องจากยวดยานแต่ละชนิดมีค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน กรมทางหลวงได้จัดแบ่งชนิดของยวดยานออกเป็น 9 ชนิด คือ

1. รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ (Motorcycle,M/C) หมายถึง รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ นั่งได้ไม่เกิน 2 คน

2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car, P/C) หมายถึง รถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่มีอัตราการโดยสารไม่เกิน 7 คน

3. รถแท็กซี่ (Taxi) หมายถึง รถยนต์รับจ้างที่มีอัตราการโดยสารไม่เกิน 7 คน

4. รถโดยสารขนาดเล็ก (Light BUS,L/B) หมายถึง รถโดยสาร 4 ล้อ ซึ่งส่วนใหญ่ดัดแปลงมาจากรถปิคอัพ มีอัตราการโดยสารประมาณ 10-15 คน และไม่ได้ใช้ขนส่งสินค้าด้วย

5. รถโดยสารขนาดกลาง (Medium BUS, M/B) หมายถึง รถโดยสาร 6 ล้อ ซึ่งส่วนใหญ่ดัดแปลงมาจากรถบรรทุก 6 ล้อ มีอัตราการโดยสารไม่เกิน 40 คน

6. รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy BUS, H/B) หมายถึง รถโดยสารขนาดใหญ่ที่ทำขึ้นเพื่อการขนส่งผู้โดยสารโดยเฉพาะ มีที่นั่งมากกว่า 40 ที่นั่ง

7. รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light Truck, L/T) หมายถึง รถบรรทุก 4 ล้อ (รถปิคอัพ) ที่มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 1 ตัน

8. รถบรรทุกขนาดกลาง (Medium Truck, M/T) หมายถึง รถบรรทุก 6 ล้อ ที่มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 6 ตัน

9. รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy Truck, H/T) หมายถึง รถบรรทุก 10 ล้อ ที่มีน้ำหนักบรรทุกประมาณ 13 ตัน

ในการสำรวจปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ของกรมทางหลวง ได้รวมชนิดของยวดยานเหลือ 7 ชนิด โดยได้จัดกลุ่มของยวดยานที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน คือได้รวมรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกับรถแท็กซี่ไว้ในกลุ่มรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car, P/C) และรวมรถโดยสารขนาดกลางและขนาดใหญ่ไว้ในกลุ่มรถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy BUS, H/B)

2.4.3 การพยากรณ์ปริมาณการจราจรระหว่างเมืองโดยกรมทางหลวง

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรระหว่างเมืองโดยกรมทางหลวง ในอดีตนั้นได้ศึกษาถึงอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร (Traffic Growth Rate) บนทางหลวงแต่ละสายว่าเป็นจำนวนร้อยละเท่าใด โดยใช้อัตราการเพิ่มของรายได้ประชากรเป็นตัวแปรหลักเพียงตัวแปรเดียว โดยตั้งสมมติฐานให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของรายได้มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจร โดยใช้หลักทางเศรษฐศาสตร์ในการกำหนดค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) ของอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรกับรายได้ของประชากร ดังนี้

$$E = (\Delta T/T)/(\Delta I/I)$$

โดยที่ E = ค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) ของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงรายได้ของประชากร

ΔT = ปริมาณการจราจรบนทางหลวงที่เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว

T = ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในปีที่แล้ว

ΔI = รายได้ของประชากรในภูมิภาคที่ทางหลวงสายนั้นผ่านที่เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว

I = รายได้ของประชากรในภูมิภาคที่ทางหลวงสายนั้นผ่านในปีที่แล้ว

เพราะฉะนั้นอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรเป็นร้อยละคำนวณได้จาก

$$\text{Growth} = E * \frac{\Delta I}{I} * 100\ \%$$

จากการศึกษาได้ค่าความยืดหยุ่นประมาณ 1.5-1.8 กล่าวคือ อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรเท่ากับ 1.5-1.8 เท่าของอัตราการเพิ่มของรายได้ประชากร แต่วิธีนี้ยังมีปัญหาอยู่มากคือไม่สามารถที่จะกำหนดค่าความยืดหยุ่นที่เหมาะสมได้ และต่อมาในระยะหลังได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) บนทางหลวงแต่ละสายทุก ๆ ปี โดยกองวิศวกรรมการจราจร กรมทางหลวง โดยเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ตั้งแต่ พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา ข้อมูลนี้มีลักษณะเป็นแบบ Time Series Data ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติ ในลักษณะของแนวโน้มจากข้อมูลในอดีตเพื่อหารูปแบบ (Model) ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคต ซึ่งในปัจจุบันกองวิศวกรรมการจราจรได้ประยุกต์ใช้รูปแบบฟังก์ชั่นแบบ Exponential ในการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยของปริมาณการจราจรทุกจุดสำรวจบนทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงจังหวัด โดยใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ตามรูปแบบสมการ ดังนี้

$$Y = (1 + R)^x$$

โดยที่ Y = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ที่เพิ่มขึ้น

R = อัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยของปริมาณการจราจร

$$= \exp\left[\left(\frac{\ln y_i}{n} - \frac{\ln x_i}{n}\right) - 1\right]$$

X = จำนวนปี

x = เวลา (ปี พ.ศ.)

y = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)

จากการวิเคราะห์โดยกองวิศวกรรมการจราจร พบว่าอัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยของปริมาณการจราจรบางจุดสำรวจมีค่าไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง คือมีค่าเป็นลบ ทั้งนี้เนื่องจากความผิดปกติของข้อมูลปริมาณการจราจร ดังนั้นจึงไม่ควรนำวิธีการนี้ไปใช้ในโครงการศึกษาความเหมาะสม หรือโครงการปรับปรุงโครงข่ายทางหลวง ที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมาก แต่ในการศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น (Prefeasibility Study) สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ได้

2.4.4 Studies of National and Provincial Road Network in Thailand (SRNT) พ.ศ. 2522

ในปี พ.ศ. 2522 กรมทางหลวงได้ว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา Loius Berger International, INC. และบริษัท Asian Engineering Consultant Corp.,Ltd. ทำการศึกษาเพื่อกำหนดแผนระยะยาวในการพัฒนาทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงจังหวัดทั่วประเทศ โดยจัดทำเป็นแผนการก่อสร้างและปรับปรุงทางหลวงเพื่อใช้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 - 2529)

ในโครงการศึกษานี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นคอนคือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการคัดเลือกเส้นทางหรือการศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น (Prefeasibility Study) ของทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ขั้นตอนที่ 2 ทำการศึกษาความเหมาะสมของทางหลวงที่มีลำดับความสำคัญสูง (Feasibility Study) และขั้นตอนที่ 3 เป็นการออกแบบรายละเอียดด้านวิศวกรรม (Detailed Engineering Design) ของทางหลวงที่ได้รับการคัดเลือก ซึ่งเป็นเส้นทางที่ให้ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจสูง

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการนี้ ได้ใช้หลักการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจร ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) กับตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ จำนวนประชากร และรายได้ประชาชาติ (GDP per Capita) เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) โดยจะทำการพยากรณ์อัตราการเพิ่มของตัวแปรทางเศรษฐกิจในระดับประเทศและระดับภาค โดยใช้อัตราการเพิ่มที่ได้ทำการศึกษาไว้โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติและจากงานวิจัยของธนาคารโลกโดยที่บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาได้นำมาปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ด้วยองค์ประกอบทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรในอนาคต องค์ประกอบเหล่านี้ได้แก่

- ราคาน้ำมัน
- สภาพการขาดดุลการค้าของประเทศ

- ภาวะเงินเฟ้อ
- การลงทุน
- การเคลื่อนไหวของสินค้าด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในตลาดโลก

โดยได้แบ่งช่วงเวลาการศึกษาปริมาณการจราจรออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงแรกจากปี พ.ศ. 2521 ซึ่งใช้เป็นปีฐาน ถึงปี พ.ศ. 2530 และช่วงที่ 2 จากปี พ.ศ. 2530 ปีฐาน ถึงปี พ.ศ. 2544 และได้แบ่งประเภทของการจราจรออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร (Passenger Traffic) ประกอบด้วยยวดยาน 4 ชนิด ได้แก่
   - รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)
   - รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car, Taxi)
   - รถโดยสารขนาดเล็ก (Pick Up)
   - รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus)

2. การจราจรที่ขนส่งสินค้า (Freight Traffic) ประกอบด้วยยวดยาน 2 ชนิด ได้แก่
   - รถบรรทุกขนาดเล็ก (Pick Up)
   - รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Medium Truck, Heavy Truck)

โดยมีสมการในการคำนวณหาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ดังนี้

- ปริมาณการจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร

$$CT(FY) = CT(PY) + \{i(PASS) - A(PASS)\} \star CT(PY)$$

$$LB(FY) = LB(PY) + \{i(PASS) - A(PASS)\} \star LB(PY)$$

$$HB(FY) = HB(PY) + \{i(PASS) \star HB(PY)\} \star \{A(PASS) \star CT(PY) + LB(PY) \star 0.14\}$$

โดยที่ CT = รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถแท็กซี่

LB = รถโดยสารขนาดเล็ก

HB = รถโดยสารขนาดใหญ่

(PY) = ปีฐาน ได้แก่ ปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2530

(FY) = ปีอนาคต
i(PASS) = อัตราการเพิ่มของการเดินทางของผู้โดยสารหน่วยร้อยละต่อปี
A(PASS) = ค่าปรับแก้เนื่องจากราคาน้ำมัน หน่วยร้อยละต่อปี

- ปริมาณการจราจรที่ขนส่งสินค้า

$$HT(FY) = HT(PY) + \{i(FR) - A(FR)\} * HT(PY)$$
$$LT(FY) = LT(PY) + i(FR) * LT(PY) + \{A(FR) * HT(PY) * 5\}$$

โดยที่ LT = รถบรรทุกขนาดเล็ก
HT = รถบรรทุกขนาดใหญ่
(PY) = ปีฐาน
(FY) = ปีอนาคต
i(FR) = อัตราการเพิ่มของการเดินทางของสินค้าหน่วยร้อยละต่อปี
A(FR) = ค่าปรับแก้เนื่องจากราคาน้ำมัน หน่วยร้อยละต่อปี

- ปริมาณการจราจรของรถจักรยานยนต์

การพยากรณ์ปริมาณรถจักรยานยนต์จะกำหนดให้เป็นสัดส่วนของประมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี(AADT) โดยมีสมการในการคำนวณหาจำนวนสัดส่วนเป็นจำนวนร้อยละ ดังนี้

$$\text{ร้อยละของรถจักรยานยนต์} = 102.79 + 10.864 \ln \frac{1}{\text{AADT at Base Year}}$$

ในกรณีที่ค่าสัดส่วนที่คำนวณได้จากสมการนี้มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 6 ในโครงการนี้ได้กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 6

2.4.5 Feasibility Study and Detailed Engineering Design for Provincial Road Improvement (PRI) พ.ศ. 2523

ในปี พ.ศ. 2523 กรมทางหลวงได้ว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา Renardet S.A. SAUTI บริษัท Loius Berger International, Inc. และบริษัท Asian Engineering Consultants Corp.,Ltd. ทำการศึกษาความเหมาะสม และออกแบบ

รายละเอียดด้านวิศวกรรม ในโครงการปรับปรุงทางหลวงจังหวัดทั่วประเทศ (Feasibility Study and Detailed Engineering Design of Provincial Road Improvement, PRI) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมด้านเศรษฐกิจและด้านวิศวกรรมในการคัดเลือกทางหลวงจังหวัด เพื่อนำมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับสภาพการจราจรและสภาพเศรษฐกิจในอนาคต

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการนี้ได้แบ่งการจราจรออกเป็น 3 ประเภท คือ

- การจราจรปกติ (Normal Traffic)
- การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Generated Traffic) โดยได้รวมเอาการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากการพัฒนา (Development Traffic) ไว้ด้วย
- การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) รวมถึงการจราจรที่เปลี่ยนมาจากรูปแบบการเดินทางอื่นด้วย เช่น เปลี่ยนมาจากทางน้ำ เป็นต้น

โดยได้แบ่งชนิดของยวดยานออกเป็น 7 ชนิด และได้จัดชนิดของยวดยานไว้เป็น 2 กลุ่ม เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะการขนส่ง ได้แก่

กลุ่มที่ 1 การจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร ประกอบด้วยยวดยาน 5 ชนิด คือ
- รถจักรยานยนต์ (Motorcycle)
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถแท็กซี่ (Passenger Car, Taxi)
- รถโดยสารขนาดเล็ก (Light Bus)
- รถโดยสารขนาดใหญ่ (Heavy Bus)
- รถบรรทุกขนาดเล็ก (Light Truck)

และกลุ่มที่ 2 การจราจรที่ขนส่งสินค้า ประกอบด้วยยวดยาน 2 ชนิด คือ
- รถบรรทุกขนาดกลาง (Medium Truck)
- รถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy Truck)

การวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร ได้ใช้ตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีอิทธิพลต่อสภาพการจราจร 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่ จำนวนประชากร (Population) รายได้ประชาชาติ (Per Capita Income) และมูลค่าการเดินทางขนส่ง (Transport Price) โดยมีแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ในลักษณะของค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (Elasticity) ของตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมกับข้อมูลปริมาณ

การจราจร โดยแยกทำการวิเคราะห์เป็นแต่ละภาคทั้ง 4 ภาคของประเทศ ส่วนในการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรที่ขนส่งสินค้าก็มีหลักในการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน แต่ตัวแปรทางเศรษฐกิจและสังคมที่ใช้คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP) โดยเน้นในส่วนของมูลค่าผลิตผลทางเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยใช้ข้อมูลในบริเวณพื้นที่อิทธิพลของถนนโครงการแต่ละสาย

ในโครงการนี้ได้แบ่งการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรสำหรับถนนแต่ละโครงการออกเป็น 4 ช่วงเวลา คือ ช่วงปี พ.ศ. 2524-2529 พ.ศ. 2529-2534 พ.ศ. 2534-2539 และช่วงปี พ.ศ. 2539-2548 รวมช่วงเวลาศึกษาทั้งสิ้น 20 ปี สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรได้แยกตามประเภทของการจราจร และชนิดยวดยานทั้ง 7 ชนิด โดยแยกเป็นการจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร และการจราจรที่ขนส่งสินค้า การวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรจะวิเคราะห์สำหรับการจราจรประเภท i ยวดยานชนิด j ช่วงเวลา k และสายทาง l มีสมการในการคำนวณอัตราการเพิ่มของการจราจร ดังนี้

- การจราจรที่ขนส่งผู้โดยสาร

$$r_{ijkl} = P_{ikl} + e_{ijkl}.U_{ikl} + e_{jkl}.t_k$$

โดยที่

r_{ijkl} = อัตราการเพิ่มของการจราจรประเภท i ยวดยานชนิด j ช่วงเวลา k และสายทาง l

P_{ikl} = อัตราการเพิ่มของประชากรที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มการจราจรประเภท i ในช่วงเวลา k และสายทาง l

e_{ijkl} = ค่าความยืดหยุ่นของรายได้ (Income Elasticity)

U_{ikl} = อัตราการเพิ่มของรายได้ของประชากรที่มีอิทธิพลต่อการจราจรประเภท i ช่วงเวลา k และสายทาง l

e_{jkl} = ค่าความยืดหยุ่นของราคา (Price Elasticity)

t_k = อัตราการเพิ่มของราคาด้านการขนส่งในช่วงเวลา k

- การจราจรที่ขนส่งสินค้า

$$r_{ijkl} = a_{ikl} - b_{jkl}$$

โดยที่ a_{ikl} = อัตราการเพิ่มของรายได้ประชาชาติทางเกษตรกรรมภายในพื้นที่อิทธิพลของการจราจรประเภท i ช่วงเวลา k และบนสายทาง l

b_{jkl} = อัตราการเพิ่มของน้ำหนักบรรทุกของยวดยานชนิด j ช่วงเวลา k และสายทาง l

ในโครงการศึกษานี้ได้ตั้งข้อสมมติฐานต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. อัตราการเพิ่มของสินค้าที่ไม่ใช้ผลิตผลทางเกษตรกรรม มีค่าเท่ากับอัตราการเพิ่มของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรม

2. ประชากรที่อยู่ในพื้นที่อิทธิพลของถนนโครงการจะมีอิทธิพลต่อการจราจรปกติ (Normal Traffic)

3. รายได้และอัตราการเพิ่มของรายได้ที่ใช้ในการพยากรณ์การจราจรปกติ ได้จากข้อมูลรายได้ของประชากรที่อยู่ในพื้นที่อิทธิพลของถนนโครงการ

4. อัตราการเพิ่มของการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic) ที่เป็นการจราจรขนส่งผู้โดยสาร มีวิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการจราจรปกติ

5. ในการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางมาจากถนนสายอื่น (Diverted Traffic) ได้ใช้ข้อมูลในระดับจังหวัดที่ถนนโครงการนั้นผ่าน หรือใช้ข้อมูลในระดับภาคตามลักษณะของถนนโครงการและตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงเส้นทาง

6. การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางมาจากรูปแบบการเดินทางอื่น เช่น มาจากทางน้ำ ให้ใช้อัตราการเพิ่มเช่นเดียวกับการจราจรปกติ

7. การจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการพัฒนา (Development Traffic) ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่ามีความสำคัญ ให้สมมติอัตราการเพิ่มมีค่าเท่ากับอัตราการเพิ่มของผลิตผลทางเกษตรกรรม

2.4.6 การศึกษาและการวิเคราะห์ความเหมาะสมโครงการก่อสร้างและปรับปรุงทาง

ในปี พ.ศ. 2522 รัฐบาลไทยเสนอขอความช่วยเหลือจากรัฐบาลออสเตรเลียในโครงการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวง โดยเน้นหนักในงานของฝ่ายวางโครงการ กองวางแผน ซึ่งมีหน้าที่หลักในการจัดทำโครงการก่อสร้างและบูรณะทางหลวงตามแผนหลัก 5 ปีของประเทศ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้สามารถปฏิบัติงานด้านการวางแผนอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2525 รัฐบาลออสเตรเลียได้ส่งผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทที่ปรึกษาวาเลนไทน์ ลอรีย์ แอนด์ เดวีย์ มาปฏิบัติงานร่วมกับเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง

การศึกษาด้านการจราจรบนทางหลวงในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1. เพื่อหาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ของปีฐานหรือปีปัจจุบัน

2. เพื่อประมาณปริมาณการจราจรในอนาคตทั้งบนเส้นทางเดิม และเส้นทางที่จะปรับปรุง และในกรณีที่เป็นเส้นทางที่จะก่อสร้างใหม่ ในโครงการนี้จะศึกษาว่าการจราจรประเภทใดบ้างที่จะมาใช้เส้นทางที่ก่อสร้างใหม่นี้ โดยได้ทำการวิเคราะห์การจราจรทั้ง 4 ประเภท คือ

- การจราจรปกติ (Normal Traffic)
- การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic)
- การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic)
- การจราจรที่เกิดจากการพัฒนา (Development Traffic)

นอกจากนี้ยังได้แบ่งการจราจรออกเป็นประเภทกว้าง ๆ 3 ประเภท ตามลักษณะการเดินทางขนส่งโดยทั่วไป เพื่อใช้ในการประมาณอัตราการเพิ่ม ดังนี้คือ

- การจราจรสำหรับการโดยสารและการบริการ
- การจราจรสำหรับการขนส่งสินค้าทั่วไป
- การจราจรสำหรับการขนส่งสินค้าตามฤดูกาล

2.4.6.1 อัตราการเพิ่มของการจราจรปกติที่ใช้ขนส่งผู้โดยสาร แบ่งออกเป็น 2 วิธี ตามมาตรฐานทางหลวง ปริมาณการจราจร และข้อมูลที่สามารถหาได้ ดังนี้

1. วิธีแนวโน้มของข้อมูลในอดีต เป็นวิธีที่ง่ายใช้เฉพาะทางหลวงจังหวัดที่มีปริมาณการจราจรน้อยและมีการจราจรผ่านตลอด (Through Traffic) ไม่มากนัก วิธีนี้กำหนดให้อัตราการเพิ่มของทางจราจรสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของประชากร จำนวนยวดยาน รายได้เฉลี่ย และมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคหรือจังหวัด การวิเคราะห์อัตราการเพิ่มใช้การวิเคราะห์แบบถดถอย (Regression Analysis) ดังสมการต่อไปนี้

$$T = aP^{m} + bI^{x} + cG^{y} + dV^{z}$$

โดยที่ T = อัตราการเพิ่มของการจราจรปกติที่ขนส่งผู้โดยสาร

P = จำนวนประชากร

I = รายได้เฉลี่ย

G = มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคหรือจังหวัดบริเวณโครงการ

V = จำนวนยวดยาน

a,b,c,d = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของประชากร รายได้เฉลี่ย มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคหรือจังหวัด และจำนวนยวดยาน ตามลำดับ

w,x,y,z = ค่าพารามิเตอร์ของสมการ

คณะผู้ศึกษาได้วิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์อย่างง่าย ๆ สำหรับประเทศไทยบนทางหลวงจังหวัดที่มีปริมาณการจราจรน้อย ได้รูปแบบความสัมพันธ์สำหรับยวดยานเพื่อการโดยสารดังนี้

- รถบรรทุกขนาดเล็ก รถโดยสารและรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

  $T = P + eI \quad ; \quad e = 1.33$

- รถบรรทุกขนาดกลางและรถบรรทุกขนาดใหญ่

  $T = eG \quad ; \quad e = 1.00$

- รถโดยสารขนาดกลางและรถโดยสารขนาดใหญ่

  $T = P + eI \quad ; \quad e = 1.00$

สมการเหล่านี้ได้ทำการวิเคราะห์ขึ้นมาอย่างคร่าว ๆ จะนำมาใช้ในกรณีที่ข้อมูลด้านอื่น ๆ ไม่สามารถหาได้ หรือใช้ในการศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น (Prefeasibility Study) เท่านั้น

2. วิธีแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย ใช้สำหรับการศึกษาความเหมาะสมอย่างละเอียดของเส้นทางสายสำคัญ โดยจะทำการสำรวจจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทาง เพื่อนำมาประมาณตารางการเดินทาง (Trip Matrix) ในปีฐาน จากนั้นจะทำการวิเคราะห์แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$\text{การเดินทางจากพื้นที่ย่อย A-B} = k \frac{(P_A \cdot P_B)}{T^n}$$

โดยที่ P_A, P_B = จำนวนประชากรของพื้นที่ย่อย A และพื้นที่ย่อย B

T = เวลาการเดินทางจากพื้นที่ย่อย A ไปพื้นที่ย่อย B

k,n = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

จากแบบจำลองนี้จะได้ปริมาณความต้องการเดินทางระหว่างจุด 2 จุด และในขั้นตอนต่อไปต้องใช้กระบวนการจัดเส้นทางการเดินทางลงบนโครงข่ายทางหลวง โดยทั่วไปแล้วใช้วิธี All or Nothing Assignment ในการจัดเส้นทางการเดินทาง

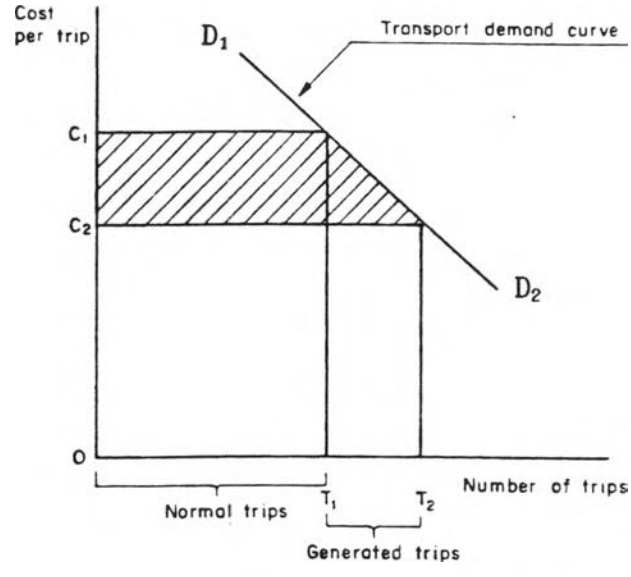
2.4.6.2 อัตราการเพิ่มของการจราจรปกติที่ขนส่งสินค้า โดยทั่วไปแล้วมีวิธีวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของทางจราจรปกติที่ขนส่งผู้โดยสาร ที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น และในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลได้อาจใช้สมการอัตราการเพิ่มของการจราจรปกติที่ขนส่งผู้โดยสารที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ 2.4.6.1

2.4.6.3 การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เป็นการจราจรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงสายทางนั้น ๆ หรือก่อสร้างทางสายใหม่เป็นผลให้ระยะทางในการเดินทางสั้นลง เวลาในการเดินทางน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางถูกลง ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยแผนภาพ ดังรูปที่ 2.5 แสดงถึงรูปแบบที่ใช้ในการประมาณจำนวนเที่ยวในการเดินทาง (Trip) จากค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) โดยกำหนดให้เส้น $D_1 - D_2$ แสดงถึงความต้องการเดินทาง (Demand) ซึ่งในสภาพเดิมนั้นค่าใช้จ่ายในการเดินทางบนเส้นทางสายนี้เท่ากับ C_1 ทำให้เกิดการเดินทาง T_1 เที่ยว แต่เมื่อได้ทำการก่อสร้างปรับปรุงเส้นทางสายนี้แล้ว ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลงมาอยู่ที่ C_2 ทำให้ผู้เดินทางเห็นว่ามีความคุ้มค่าในการเดินทาง ทำให้การเดินทางเพิ่มขึ้นเป็น T_2 เที่ยว ดังนั้นการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่จะเท่ากับ T_2-T_1 เที่ยว และรูปที่ 2.6 แสดงการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่ที่มีผลต่อปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

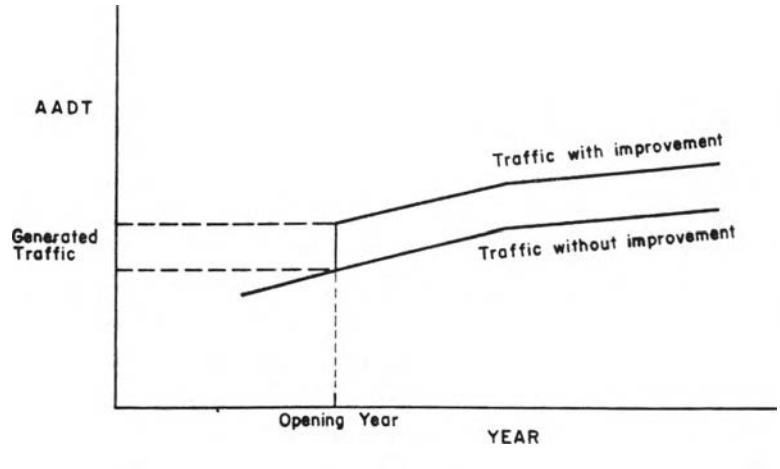
การพยากรณ์ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่ในโครงการศึกษานี้ แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีเปรียบเทียบกับสายทางที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว เป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและเหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาความเหมาะสมของทางหลวงจังหวัด ที่มีลักษณะปลายทางตัน (Provicial Finger Roads) หรือสำหรับการศึกษาความเหมาะสมขั้นต้น (Prefeasibility Study) โดยจะทำการเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของการเพิ่มจากการจราจรปกติของสายทางในบริเวณใกล้เคียงที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว และนำจำนวนร้อยละของการเพิ่มนี้มาประยุกต์ใช้กับสายทางโครงการที่กำลังพิจารณา

2. วิธีศึกษาการยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทาง (Elasticity of Travel Demand) เป็นวิธีที่ใช้สำหรับทางหลวงที่การจราจรสามารถผ่านไปได้ตลอด



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก



รูปที่ 2.6 ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวกที่มีผลต่อ
ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)

(Through Traffic) หรือทางหลวงจังหวัดสายที่สำคัญ ๆ หรือโครงการที่มีความจำเป็นต้องทำการศึกษาอย่างละเอียด

ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่ สามารถคำนวณได้จากการใช้สัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการใช้ยวดยานแต่ละชนิดที่ลดลงและแต่ละประเภทของการเดินทาง ซึ่งสัดส่วนนี้เป็นองค์ประกอบของรายได้ (Income) นี้เป็นสัดส่วนผกผันกับระยะทางในการเดินทาง โดยมีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$\text{การเดินทางที่เพิ่มขึ้น} = \frac{EPNI^{m}}{100d^{n}}$$

โดยที่ E = ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการในการเดินทาง
P = ร้อยละของการเปลี่ยนไปของค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมสำหรับการเดินทาง
N = จำนวนเที่ยวการเดินทางที่มีอยู่เดิม
I = รายได้ประชาชาติเฉลี่ยในบริเวณที่ทำการศึกษา
d = ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง
m,n = ค่าสัมประสิทธิ์

ในโครงการศึกษานี้ได้สมมติให้รายได้ไม่เปลี่ยนแปลงทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงทางหลวง และสมมติให้ระยะทางที่ใช้ในการเดินทางเป็นระยะทางเฉลี่ยจากทั้งหมด โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (Elasticity) สำหรับกรณีเดินทางไปทำงานเท่ากับ -0.15 และในกรณีอื่น ๆ เท่ากับ -0.40 ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวกแสดงดังสมการต่อไปนี้

$$T_v = ADT_v\frac{(V_2-V_1)}{V_2}(0.15t_w + 0.4t_s)\frac{1}{100}$$

โดยที่ T_v = ปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่ของยวดยานประเภท v
ADT_v = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันของยวดยานประเภท v
V_1 = ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของยวดยานประเภท v ต่อเที่ยวบนเส้นทางที่ปรับปรุงใหม่
t_w = จำนวนร้อยละของการเดินทางไปทำงานจากการเดินทางทั้งหมด
t_s = จำนวนร้อยละของการเดินทางอื่น ๆ จากการเดินทางทั้งหมด

2.4.6.4 การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง เป็นผลสืบเนื่องมาจากการประหยัดเวลาหรือค่าใช้จ่าย ตลอดจนความสะดวกสบายจากเส้นทางสายใหม่หรือระยะทางที่สั้นลง สำหรับในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาวิจัยในการจราจรประเภทนี้ แต่มีการศึกษาไว้ในประเทศมาเลเซีย และได้นำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย โดยได้ใช้สมการของ AASHO (AASHO Diversion Curve) ดังนี้

$$P = \frac{100}{1 + \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^6}$$

โดยที่ P = ร้อยละของจำนวนเที่ยวที่เปลี่ยนจากทางสายเก่ามาใช้ทางสายใหม่

T_1 = เวลาที่ใช้ในการเดินทางบนเส้นทางสายเก่า

T_2 = เวลาที่ใช้ในการเดินทางบนเส้นทางสายใหม่

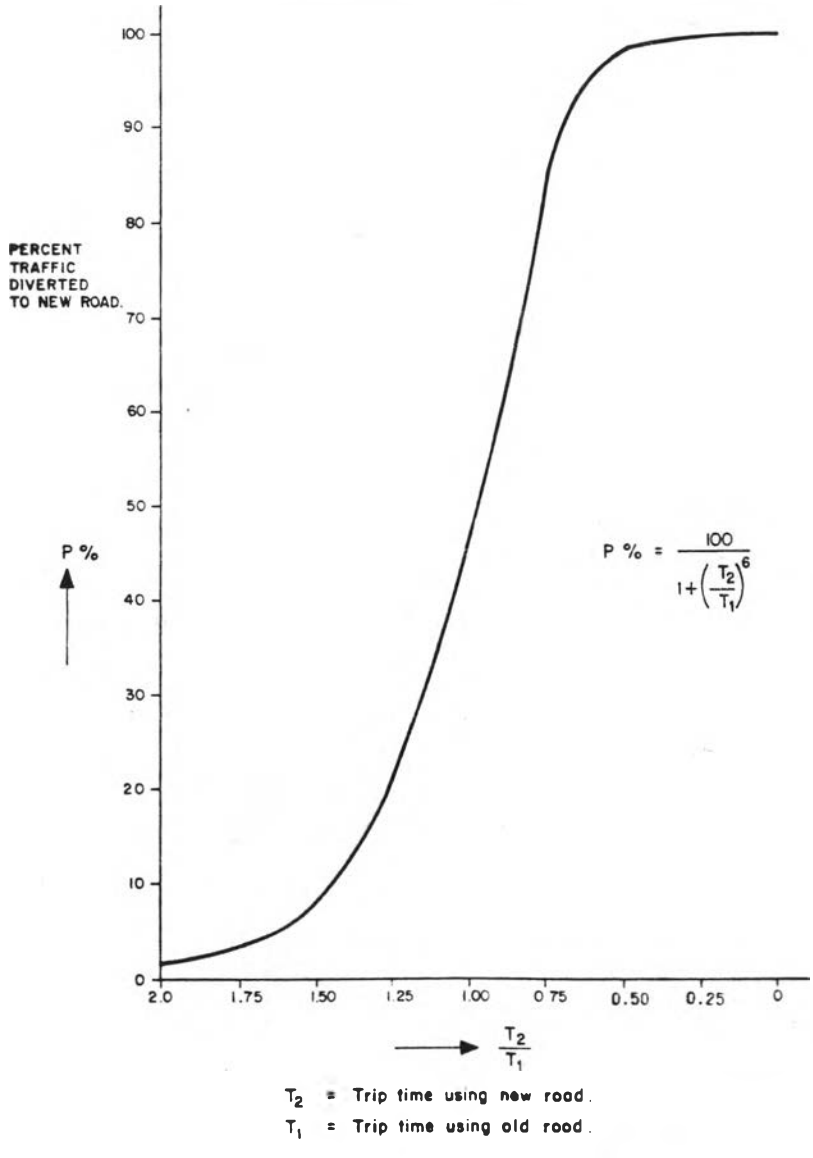
สมการนี้สามารถแสดงเป็น Diversion Curve ได้ดังรูปที่ 2.7

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางจะนำไปรวมกับการจราจรปกติและสมมติให้มีอัตราการเพิ่มเท่ากับการจราจรปกติ และในกรณีที่เป็นเส้นทางตัดใหม่ การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทางนี้ควรจะมีอัตราการเพิ่มเท่ากับอัตราการเพิ่มของการจราจรบนสายทางเดิมในบริเวณนั้น

2.4.7 Highway Sector Project (HSP) พ.ศ. 2526 และ Second Provicial Roads Project (SPRP) พ.ศ. 2527

โครงการ Highway Sector Project (HSP) และโครงการ Second Provicial Roads Project (SPRP) เป็นโครงการศึกษาเพื่อวางแผนปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงทั่วทุกภาคของประเทศ ทั้งสองโครงการนี้มีแนวทางและวิธีการในการพยากรณ์ปริมาณจราจรเหมือนกัน ดังนั้นในส่วนนี้จะกล่าวเฉพาะรายละเอียดของวิธีการพยากรณ์ปริมาณการจราจรตามการศึกษาในโครงการ Highway Sector Project (HSP) ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2526 กรมทางหลวงได้รับความช่วยเหลือจากธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank, ADB) ทำการศึกษาในโครงการ Highway Sector Project โดยได้ทำการว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา Loius Berger



รูปที่ 2.7 แผนภาพแสดงปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง

i17849845

International,Inc. ร่วมกับบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา Renardet S.A.-SAUTI ทำการศึกษาในโครงการนี้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษา 2 ประการ คือ

1. เพื่อศึกษาลักษณะวิธีการในการศึกษาความเหมาะสมของโครงการปรับปรุงทางหลวงโดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาร่วมกับกรมทางหลวง

2. เพื่อพัฒนาแนวทางในการวางแผน การประสานงาน และการจัดเตรียมการก่อสร้างในอนาคตให้กับกรมทางหลวง

การศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในโครงการนี้เน้นศึกษาการจราจรปกติ (Normal Traffic) เป็นหลัก โดยได้แบ่งช่วงการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของการจราจรสำหรับการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของทางหลวงจังหวัด ออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงปี พ.ศ.2524-2528 พ.ศ.2528-2533 และพ.ศ.2533-2542 รวมช่วงเวลาการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 15 ปี และได้แบ่งชนิดของยวดยานในการสำรวจปริมาณการจราจรออกเป็น 7 ชนิด แต่ในการวิเคราะห์ได้รวมเหลือ 6 ชนิด ได้แก่

- รถจักรยานยนต์
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล
- รถบรรทุกขนาดเล็ก
- รถบรรทุกขนาดกลางและขนาดใหญ่
- รถโดยสารขนาดเล็ก
- รถโดยสารขนาดใหญ่

โดยตั้งสมมติฐานให้อัตราการเพิ่มของการจราจร สำหรับยวดยานแต่ละชนิดบนแต่ละสายทาง มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรในระดับประเทศ รายได้ประชาชาติ และจำนวนประชากรในระดับจังหวัด รวมถึงสภาพทางเศรษฐกิจในระดับจังหวัดนั้น ๆ โดยกำหนดค่าความยืดหยุ่นของตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมเหล่านี้มาปรับให้อัตราการเพิ่มของตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมเหล่านี้ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร นอกจากนี้ยังได้นำองค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของการจราจรมาพิจารณาร่วม โดยได้ทำการศึกษาแนวโน้มและอัตราการเพิ่มขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องกับการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงการนี้ องค์ประกอบเหล่านี้ ได้แก่

1. จำนวนยวดยานที่จดทะเบียน
2. ยอดขายยวดยานต่าง ๆ
3. อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
4. การสำรวจปริมาณการจราจร

นอกจากนี้ยังได้นำผลการศึกษาในโครงการ SRNT พ.ศ. 2522 มาทำการเปรียบเทียบด้วย ผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรในโครงการ Highway Sector Project

ปี พ.ศ.	จำนวนยวดยานที่จดทะเบียน	การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจราจรที่สถานีควบคุม	ปริมาณการจราจรที่สถานีของ PRI	การศึกษาของ SRNT
2518	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2519	107.6	120.0	108.9	112.4	108.9
2520	126.8	134.5	114.6	118.4	117.7
2521	136.9	144.4	118.6	122.4	125.4
2522	150.1	155.7	123.2	118.7	n.a.
2523	162.8	161.6	115.8	116.0	n.a.
2524	171.6	149.0	121.5	117.9	n.a.

ที่มา : Highway Sector Project ปี พ.ศ. 2526

อัตราการเพิ่มของการจราจรที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงการนี้ได้ทำการวิเคราะห์ในระดับจังหวัด โดยกำหนดให้อัตราการเพิ่มนี้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรของยวดยานแต่ละชนิดบนเส้นทางที่อยู่ภายในขอบเขตของจังหวัดนั้น กล่าวคือ ปริมาณการจราจรในอนาคตของเส้นทางที่อยู่ภายในขอบเขตของจังหวัดนั้น เท่ากับผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์อัตราการเพิ่มของจังหวัดนั้นกับปริมาณการจราจรของสายทางเดียวกันในปีฐาน ในการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของแต่ละจังหวัด จะทำการวิเคราะห์แยกยวดยานแต่ละชนิดด้วย ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์อัตราการเพิ่มต่อปี (Annual Growth Rate Factor)} = 0.5\left\{\left(1+\frac{P}{100}\right)\left(1+\frac{G}{100}\right)^{a} + \left(1+\frac{p}{100}\right)\left(1+\frac{g}{100}\right)^{a}\right\}$$

$$\text{Growth Rate in \%} = 100(\text{Annual Factor} - 1)$$

โดยที่ P = อัตราการเพิ่มของประชากรในระดับประเทศ หน่วยร้อยละต่อปี

G = อัตราการเพิ่มของรายได้ประชาชาติ หน่วยร้อยละต่อปี

p = อัตราการเพิ่มของประชากรในระดับจังหวัด หน่วยร้อยละต่อปี

g = อัตราการเพิ่มของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดต่อคน (GPP per Capita) หน่วยร้อยละต่อปี

a = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของรายได้ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของรายได้สำหรับยวดยานแต่ละชนิดในโครงการ Highway Sector Project

ชนิดของยวดยาน	ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของรายได้ (a)		
	พ.ศ.2524-2528	พ.ศ.2528-2533	พ.ศ.2533-2542
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	1.3	1.7	2.0
รถบรรทุกขนาดกลางและขนาดใหญ่	1.2	1.2	1.2
รถโดยสารขนาดเล็ก	0.8	0.8	0.8
รถโดยสารขนาดใหญ่	0.5	0.5	0.5

สำหรับอัตราการเพิ่มของรถจักรยานยนต์กำหนดให้เท่ากับร้อยละ 9.0, 5.0 และ 3.0 ต่อปี สำหรับแต่ละช่วงเวลาของการพยากรณ์ตามลำดับ

2.4.8 โครงการพัฒนาทางหลวงในภูมิภาค

รัฐบาลไทยได้รับความร่วมมือจากรัฐบาลญี่ปุ่น ในการศึกษาโครงการพัฒนาทางหลวงในภูมิภาคของประเทศ โดยรัฐบาลญี่ปุ่นได้จัดให้องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency,JICA) ทำการศึกษาเพื่อวางแผนพัฒนาทางหลวงในส่วนภูมิภาคของประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาแล้วเสร็จ 3 โครงการ และอยู่ในระหว่างการศึกษาอีก 1 โครงการ ดังนี้คือ

1. โครงการ Road Development Study in the Northern Region พ.ศ. 2524 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของการพัฒนาทางหลวงในพื้นที่ภาคเหนือของ

ประเทศ จากสภาพการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมภายในภูมิภาคนี้

- เพื่อจัดลำดับความสำคัญและคัดเลือกเส้นทาง เพื่อนำไปศึกษาด้านความเหมาะสมของโครงการ (Feasibility Study) ต่อไป

ทางหลวงที่ใช้ศึกษาในโครงการนี้ประกอบด้วย ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางหลวงชนบทสายที่สำคัญ ๆ

2. โครงการ Road Development Study in the Northeastern Region พ.ศ. 2526 มีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาดังนี้

- เพื่อศึกษาระบบโครงข่ายทางหลวงในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และความจำเป็นในการพัฒนาทางหลวงเหล่านี้เพื่อนำไปใช้วางแผนในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวต่อไป
- เพื่อวิเคราะห์เส้นทางที่มีลำดับความสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงเส้นทาง
- เพื่อทำการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น (Prefeasibility Study) ของเส้นทางที่ได้รับคัดเลือกว่ามีลำดับความสำคัญสูง และเส้นทางที่เสนอแนะจากกรมทางหลวง
- เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่บุคลากรของกรมทางหลวง

ทางหลวงที่ศึกษาในโครงการนี้ประกอบด้วย ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางหลวงที่ได้รับการพิจารณาจากกรมทางหลวง ที่อยู่ภายในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 17 จังหวัด

3. โครงการ Road Development Study in the Central Region พ.ศ. 2532 มีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษา ดังนี้

- เพื่อกำหนดแผนหลักของระบบโครงข่ายทางหลวง และเพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของการพัฒนาทางหลวงในพื้นที่ภาคกลาง จากสภาพการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศและภายในภูมิภาคนี้
- เพื่อคัดเลือกเส้นทางที่มีลำดับความสำคัญสูง เพื่อนำไปศึกษาด้านความเหมาะสม (Feasibility Study) ต่อไป
- เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่บุคลากรของกรมทางหลวงและคณะผู้ร่วมศึกษา

ทางหลวงที่ใช้ศึกษาได้แก่ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางหลวงของหน่วยงานอื่นที่อยู่ภายใต้การพิจารณาของกรมทางหลวง พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ทุกจังหวัดในภาคกลางและจังหวัดที่อยู่ในภาคเหนือออก 2 จังหวัด รวม 26 จังหวัด

4. โครงการ Road Development Study in the Southern Region พ.ศ. 2533 โครงการนี้กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาในขณะนี้

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงตามวิธีการของ JICA นี้ได้มีวิธีการที่แตกต่างกัน 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ วิธีการในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการ Road Development Study in the Northern Region (พ.ศ. 2524) และในโครงการ Road Development Study in the Northeastern Region (พ.ศ. 2526) ทั้งสองโครงการนี้มีวิธีการเหมือนกัน โดยมีหลักการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรกับตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคมภายในพื้นที่ศึกษาเป็นหลัก ส่วนในโครงการ Road Development Study in the Central Region (พ.ศ. 2532) ได้นำแบบจำลองการคมนาคมขนส่งสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงภายในพื้นที่ศึกษา และได้คำนึงถึงผลกระทบด้านการจราจรจากโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (Eastern Seaboard Development Program) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติประกอบกันด้วย

ในส่วนแรกนี้จะกล่าวถึงวิธีการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการ Road Development Study in the Northern Region และโครงการ Road Development Study in the Northeastern Region ซึ่งมีวิธีการเหมือนกัน โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการศึกษาในโครงการ Road Development Study in the Northeastern Region (พ.ศ. 2526) เป็นกรณีศึกษาตัวอย่าง

2.4.8.1 การพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการ Road Development Study in the Northeastern Region การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในโครงการนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการ คือ

1. Growth Rate Method
2. Assignment Method

การที่จะพิจารณาใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของเส้นทางโครงการที่เสนอแนะ โดยทั่วไปแล้ววิธี Growth Rate Method มักจะใช้กับเส้นทางที่พิจารณาเฉพาะการจราจรปกติ (Normal Traffic) เป็นหลัก ไม่คำนึงถึงการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) และการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic) มากนัก ส่วนวิธี Assignment Method นั้นจะใช้กับเส้นทางที่พิจารณาถึงการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง และหรือมีการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวกมีมากภายหลังจากมีการปรับปรุง

เส้นทางสายนั้นแล้ว รายละเอียดในการศึกษาแต่ละวิธีการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการศึกษาโดยวิธี Growth Rate Method

- ประมาณปริมาณการจราจร (ADT) แยกประเภทยวดยานสำหรับปีฐานโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปริมาณการจราจรเป็นหลัก

- ประมาณปริมาณการเดินทางของคนและสินค้า โดยการคูณอัตราการโดยสารเฉลี่ย (Average Occupancy) สำหรับการเดินทางของคน และน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย (Average Load) สำหรับการเดินทางของสินค้า ค่าเหล่านี้ได้จากการสำรวจจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทาง

- ประมาณอัตราการเพิ่มของผู้เดินทาง โดยให้ขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากร รายได้ประชาชาติของภูมิภาค (GRP) และค่าความยืดหยุ่นของความต้องการเดินทางขนส่ง (Elasticity of Transportation demand)

- ประมาณอัตราการเพิ่มของการเดินทางของสินค้า ได้กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับการเดินทางของคนสำหรับสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรม และประยุกต์ใช้อัตราการเพิ่มของผลิตผลทางเกษตรกรรม สำหรับอัตราการเพิ่มของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรม

- พยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคต โดยการเปลี่ยนปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าโดยใช้อัตราการโดยสารเฉลี่ย และน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยสำหรับยวดยานแต่ละชนิดและสัดส่วนของยวดยาน (Traffic Composition) ต่าง ๆ

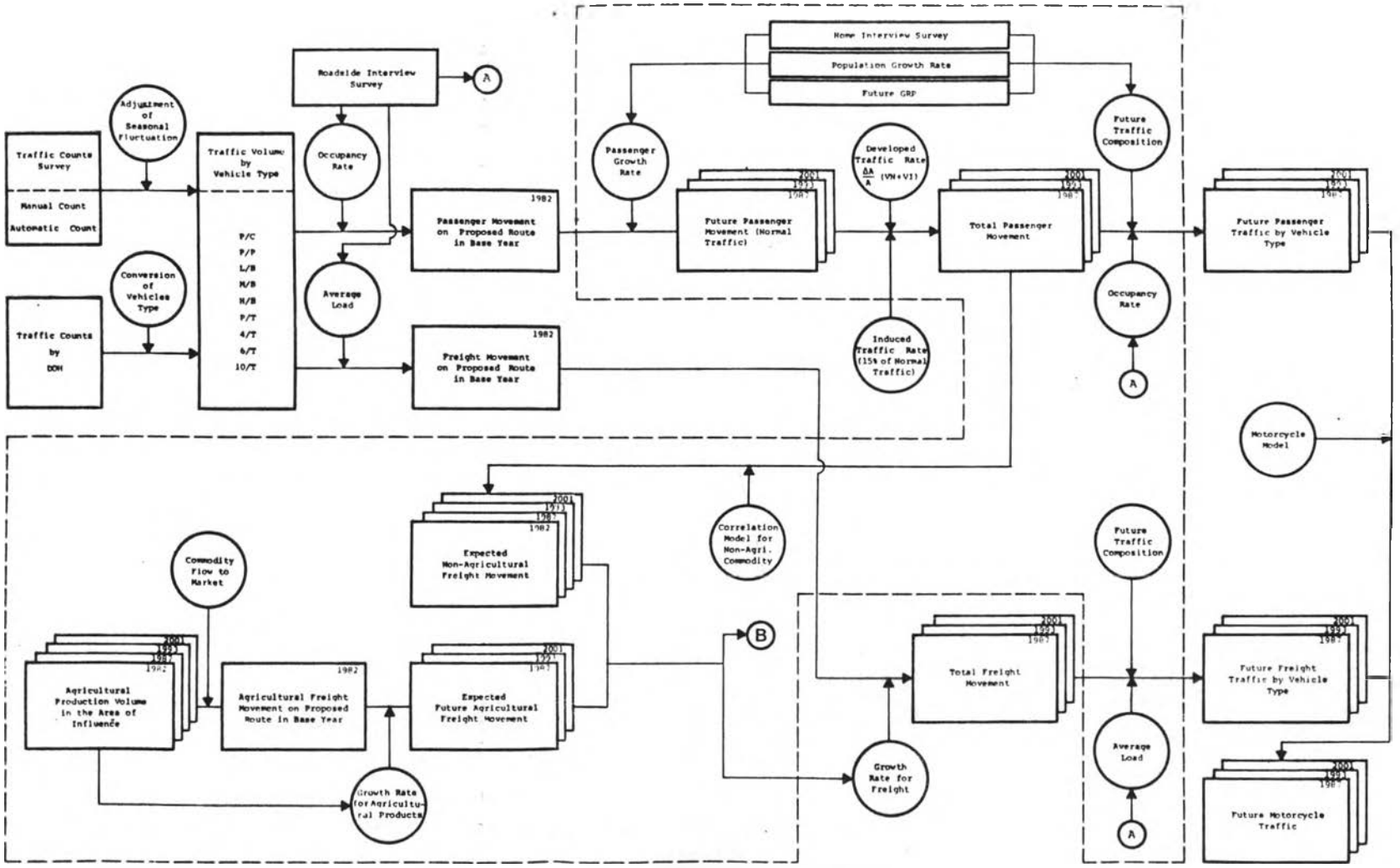
รายละเอียดการศึกษาตามวิธี Growth Rate Method แต่ละขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 2.8

ขั้นตอนการศึกษาโดยวิธี Assignment Method

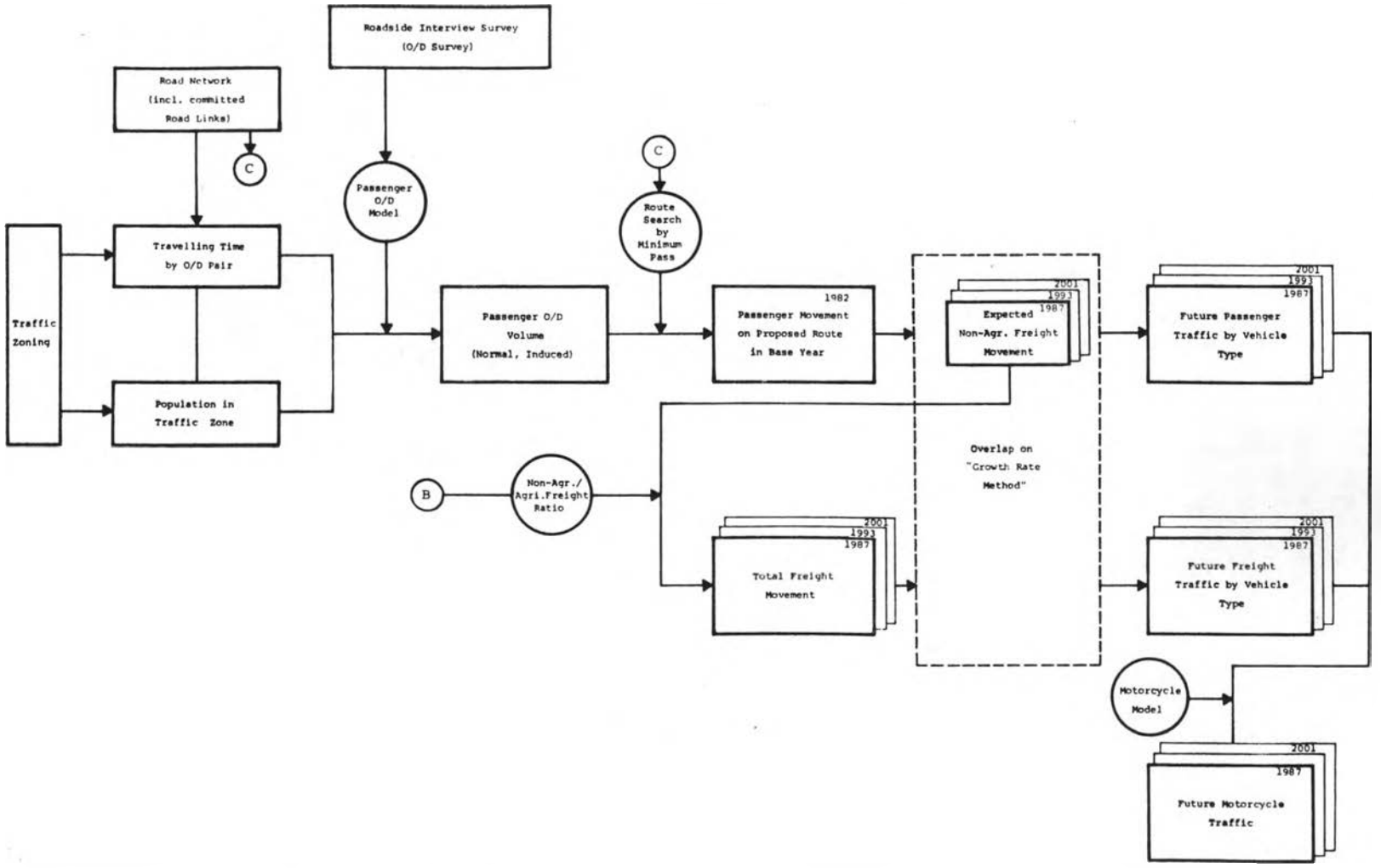
- จัดทำพื้นที่ย่อยและคุณลักษณะของโครงข่ายทางหลวง

- ประมาณปริมาณการเดินทางของคนและสินค้า จากข้อมูลจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทางสำหรับปีฐาน โดยให้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรและผลิตผลทางเกษตรกรรมในพื้นที่ย่อยและผลจากการสำรวจจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทางประกอบกัน

- พยากรณ์ปริมาณการจราจร (ADT) ในอนาคตสำหรับยวดยานแต่ละชนิด โดยใช้อัตราการเพิ่ม อัตราการโดยสารเฉลี่ย น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย และสัดส่วนของยวดยานเช่นเดียวกับวิธี Growth Rate Method รายละเอียดในการศึกษาแต่ละขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการจราจรโดยวิธี Growth Rate Method



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการจราจรโดยวิธี Assignment Method

ประเภทของการจราจรในโครงการศึกษานี้ได้พิจารณาการจราจรทั้ง 4 ประเภทคือ

1. การจราจรปกติ (Normal Traffic)
2. การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic)
3. การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic)
4. การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic)

รายละเอียดของการจราจรแต่ละประเภทได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น และได้แบ่งชนิดของยวดยานออกเป็น 10 ชนิด ตามวัตถุประสงค์ของการเดินทาง รูปร่างของยวดยาน และลักษณะการใช้งาน โดยแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะการขนส่ง ดังนี้

ยวดยานที่ใช้ขนส่งผู้โดยสาร ประกอบด้วย

- รถจักรยานยนต์ (M/C)
- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (P/C)
- รถปิคอัพที่ใช้สำหรับขนส่งผู้โดยสาร (P/P)
- รถโดยสารขนาดเล็ก (L/B)
- รถโดยสารขนาดกลาง (M/B)
- รถโดยสารขนาดใหญ่ (H/B)

ยวดยานที่ใช้ขนส่งสินค้า ประกอบด้วย

- รถปิคอัพที่ใช้สำหรับขนส่งสินค้า (P/T)
- รถบรรทุก 4 ล้อ (4/T)
- รถบรรทุก 6 ล้อ (6/T)
- รถบรรทุก 4 ล้อ (10/T)

การศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในโครงการนี้ ได้แบ่งการเดินทางออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ การเดินทางของคน (Passenger Movement) และการเดินทางของสินค้า (Freight Movement) ซึ่งวิธี Growth Rate Method และวิธี Assignment Method มีวิธีการในการวิเคราะห์การเดินทางทั้งสองลักษณะนี้แตกต่างกัน แต่ในขั้นตอนการพยากรณ์ไปในอนาคตทั้งสองวิธีนี้มีวิธีการเหมือนกัน ในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการศึกษาปริมาณการเดินทางและสินค้าในปีฐานของทั้งสองวิธี ดังนี้

ก. ปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าในปีฐานโดยวิธี Growth Rate Method

ปริมาณการเดินทางของคนและสินค้า ประมาณได้จากการเปลี่ยนปริมาณการจราจรแต่ละชนิดยวดยานโดยการใช้อัตราการโดยสารเฉลี่ย (Average Occupancy) และอัตราการบรรทุกเฉลี่ย (Average Load) ที่ได้จากการสำรวจจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทาง โดยที่ปริมาณการจราจรที่สำรวจได้ จะถูกนำมาปรับค่าเนื่องจากความแปรเปลี่ยนของฤดูกาลด้วยสมการต่อไปนี้

$$ADT = \frac{\text{ปริมาณการจราจรที่สำรวจได้}}{0.95}$$

อัตราการโดยสารเฉลี่ยและอัตราการบรรทุกเฉลี่ยสำหรับยวดยานแต่ละชนิดที่ได้จากการสำรวจจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทางในโครงการศึกษานี้ แสดงดังตารางที่ 2.3

ข. ปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าในปีฐานโดยวิธี Assignment Method

1. การจัดเตรียมพื้นที่ศึกษา (Zoning) พื้นที่อิทธิพลของแต่ละเส้นทางศึกษาจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย ซึ่งการจัดทำพื้นที่ย่อยนี้จะพิจารณาถึงโครงข่ายทางหลวง ข้อจำกัดด้านภูมิประเทศ เช่น แม่น้ำ ภูเขา และขอบเขตของตำบลตามพื้นที่การปกครอง จำนวนประชากร และผลิตผลทางเกษตรกรรมของแต่ละพื้นที่ย่อย ซึ่งประมาณได้จากข้อมูลสถิติของตำบลนั้น ๆ จุดศูนย์กลางของแต่ละพื้นที่ย่อย (Zone Centroid) กำหนดไว้ที่ตำแหน่งที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมมากที่สุดในพื้นที่ย่อยนั้น

2. สายทาง (Road Link) โครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน (Existing Road Network) และโครงข่ายทางหลวงที่เสนอแนะ (Proposed Road Network) จะถูกแบ่งออกเป็นช่วงย่อย (Link) โดยสมมติให้ Link เหล่านี้มีคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ผิวจราจร ปริมาณการจราจรเหมือนกัน โดยกำหนดตำแหน่งที่เป็นจุดเชื่อมต่อของ Link หรือ Node อยู่ที่บริเวณทางแยกและจุดศูนย์กลางของพื้นที่ย่อย คุณลักษณะของสายทาง เช่น ระยะทาง ผิวจราจร เวลาเดินทางเฉลี่ย เป็นต้น ได้จากการสำรวจจราจรในสนามประกอบกับข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้โดยกรมทางหลวง

ตารางที่ 2.3 อัตราการโดยสารเฉลี่ยและอัตราการบรรทุกเฉลี่ยของยวดยานแต่ละชนิด

ชนิดยวดยาน	อัตราการโดยสารเฉลี่ย (คน/คัน)
รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (P/C)	3.0
รถปิคอัพ (P/P)	3.8
รถโดยสารขนาดเล็ก (L/B)	14.5
รถโดยสารขนาดกลาง (M/B)	20.6
รถโดยสารขนาดใหญ่ (H/B)	38.7

ชนิดยวดยาน	อัตราการบรรทุกเฉลี่ย(ตัน/คัน)	สัดส่วนการบรรทุก(%)	น้ำหนักบรรทุกเฉลี่ย(ตัน/คัน)
รถปิคอัพ (P/T)	1.19	50	0.60
รถบรรทุก 4 ล้อ (4/T)	1.34	55	0.74
รถบรรทุก 6 ล้อ (6/T)	1.74	58	2.17
รถบรรทุก 10 ล้อ (10/T)	13.05	66	8.01

ค. การประมาณปริมาณความต้องการเดินทางของคน

เมื่อได้ทำการจัดเตรียมพื้นที่ย่อยภายในพื้นที่ศึกษาแล้ว จะทำการประมาณค่าปริมาณความต้องการเดินทางของคน สำหรับแต่ละคู่จุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทางในปีฐานโดยใช้แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย ในโครงการศึกษานี้ได้ใช้ตัวแปรหลักที่สำคัญ 2 ตัวแปร คือ จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อยและเวลาการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย โดยมีรูปแบบของแบบจำลอง ดังนี้

$$V_{ij} = \frac{k(Q_i \cdot Q_j)^a}{t_{ij}^b}$$

โดยที่ V_{ij} = ปริมาณความต้องการเดินทางของคนระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j หน่วยเที่ยวต่อวัน

Q_i = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อยจุดต้นทาง i

Q_j = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อยจุดปลายทาง j

t_{ij} = เวลาการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

a,b,k = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ a,b และ k ใช้วิธีวิเคราะห์แบบกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยการวิเคราะห์แบบถดถอย ซึ่งจะทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทาง ที่ได้จากการสัมภาษณ์ข้างทางกับข้อมูลจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ย่อย และค่าเวลาการเดินทางระหว่างคู่การเดินทาง (OD Pair) ที่ได้จากการสำรวจจริงในสนามภายใต้สภาพโครงข่ายทางหลวงที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จากการศึกษาในโครงการนี้ได้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองดังตารางที่ 2.4 แต่วิธีนี้มักจะมีข้อเสียอยู่บ้างคือ การสัมภาษณ์ข้างทางนั้นมักจะไม่ครอบคลุมสภาพการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละคู่การเดินทางได้ กล่าวคือ มักมีการเดินทางที่มีจุดต้นทางจุดปลายทางการเดินทางเช่นเดียวกันกับการเดินทางอื่น ๆ แต่ไม่ผ่านจุดที่ทำการสัมภาษณ์ข้างทาง เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงจะมีเส้นทางหลายเส้นทางที่สามารถไปยังจุดหมายปลายทางเดียวกันได้ ดังนั้นในการพัฒนาแบบจำลองปริมาณความต้องการการเดินทางจึงต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง ต้องทำการตรวจสอบข้อมูลจากสนามและทำการปรับแก้ให้มีความเหมาะสมก่อน

ตารางที่ 2.4 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณความต้องการเดินทางของคน

ค่าพารามิเตอร์			ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
a	b	k	
0.470	1.194	167.9	0.96

แบบจำลองข้างต้นเป็นรูปแบบโดยทั่วไปของแบบจำลองปริมาณความต้องการเดินทางของคน แต่ในการศึกษาเพื่อการวิเคราะห์โครงการหรือการประมาณค่าผลประโยชน์ของโครงการจะทำการศึกษาปริมาณความต้องการเดินทางของคน โดยแยกตามประเภทของการจราจร ได้แก่ การจราจรปกติ (Normal Traffic) การจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) การจราจรที่เกิดขึ้นใหม่เนื่องจากความสะดวก (Induced Traffic) และการจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic) โดยทำการประยุกต์แบบจำลอง

ปริมาณความต้องการเดินทางของคนสำหรับแต่ละประเภทของการจราจรได้ ดังนี้

ประเภทของการจราจร	คำอธิบาย	รูปแบบของแบบจำลอง
Normal และ Divert	สอดคล้องกับอัตราการเพิ่มของประชากรตามปกติ	$V_{ij}^{(N)} = \frac{k(\bar{Q}_i . \bar{Q}_j)^a}{\bar{t}_{ij}^{\,b}}$
Induced	ขึ้นอยู่กับเวลาของการเดินทางระหว่างการมีโครงการกับการไม่มีโครงการ	$V_{ij}^{(I)} = \frac{k(\bar{Q}_i . \bar{Q}_j)^a}{t_{ij}^{\,b}} - \frac{k(\bar{Q}_i . \bar{Q}_j)^a}{\bar{t}_{ij}^{\,b}}$
Development	ขึ้นอยู่กับการอพยพของประชากรเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมที่มีผลมาจากการปรับปรุงถนน	$V_{ij}^{(DV)} = \frac{k(Q_i . Q_j)^a}{t_{ij}^{\,b}} - \frac{k(\bar{Q}_i . \bar{Q}_j)^a}{\bar{t}_{ij}^{\,b}}$

โดยที่ $V_{ij}^{(N)}$ = ปริมาณความต้องการเดินทางของการจราจรปกติระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

$V_{ij}^{(I)}$ = ปริมาณความต้องการเดินทางของการจราจรที่เกิดขึ้นใหม่ระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

$V_{ij}^{(DV)}$ = ปริมาณความต้องการเดินทางของการจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการพัฒนาระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

$\bar{Q}_i$ = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อย i เมื่อไม่มีโครงการ

Q_i = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อย i เมื่อมีโครงการ

$\bar{t}_{ij}$ = เวลาการเดินทางน้อยที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j เมื่อไม่มีโครงการ

$\bar{Q}_j$ = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อย j เมื่อไม่มีโครงการ

Q_j = จำนวนประชากรในพื้นที่ย่อย j เมื่อมีโครงการ

t_{ij} = เวลาการเดินทางน้อยที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j เมื่อมีโครงการ

a,b,k = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ในขั้นตอนการจัดเส้นทางการเดินทางได้ใช้วิธี All or Nothing Assignment โดยใช้เวลาการเดินทางที่น้อยที่สุดเป็นตัวแปรในการกำหนดปริมาณการเดินทางลงบนโครงข่ายทางหลวง

ง. การประมาณปริมาณการเดินทางของสินค้า

ในโครงการนี้ได้แบ่งปริมาณการเดินทางของสินค้าออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรม และการเดินทางของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรม ดังนี้

1. การประมาณปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรม การเดินทางในลักษณะนี้ประมาณได้โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการเดินทางของคนบนช่วงสายทางนั้น โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการ Exponential ดังนี้

$$Z_i = aV_i^b$$

โดยที่ Z_i = ปริมาณน้ำหนักของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรมบนช่วงสายทาง i
V_i = ปริมาณการเดินทางของคนบนช่วงสายทาง i
a,b = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรม

ค่าพารามิเตอร์		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
a	b	
0.00576	1.288	0.98

2. ปริมาณการเดินทางของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรม การเดินทางในลักษณะนี้ประมาณได้จากปริมาณของผลิตผลทางเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่อิทธิพลของถนนโครงการ ดังสมการต่อไปนี้

$$F_{Ti} = F_{Ni} (F_{AA}/F_{NA})$$

โดยที่ F_{Ti} = ปริมาณการเดินทางของสินค้าทั้งหมดบนช่วงสายทาง i

F_{Ni} = ปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรมบนช่วงสายทาง i

F_{AA} = ปริมาณการเดินทางของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรมตลอดสายทางนั้น

F_{NA} = ปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรมที่ได้จากการคำนวณโดยให้ขึ้นอยู่กับ F_{Ni}

จ. การประมาณปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าในอนาคต

1. การประมาณปริมาณการเดินทางของคนในอนาคต ปริมาณการเดินทางของคนในอนาคตในโครงการนี้ มีค่าเท่ากับปริมาณการเดินทางของคนในปัจจุบัน (ปีฐาน) คูณด้วยอัตราการเพิ่มของตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม ที่สามารถประมาณค่าได้ง่าย โดยที่ตัวแปรเหล่านี้จะต้องเกี่ยวข้องกับการเกิดการเดินทาง และสามารถนำมาประยุกต์ใช้แทนอัตราการเพิ่มของการเดินทางซึ่งไม่สามารถที่จะประมาณค่าได้โดยตรง โดยทั่วไปแล้วอัตราการเพิ่มของตัวแปรด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในโครงการนี้ใช้ตัวแปร รายได้ประชาชาติของภาคต่อคน มูลค่าการเดินทางขนส่งและจำนวนประชากร จะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเพิ่มของการเดินทาง ดังนั้นคณะผู้ศึกษาจึงได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (Elasticity) มาเป็นตัวปรับอัตราการเพิ่มของตัวแปรเหล่านี้ ให้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเพิ่มของการเดินทาง ดังนั้นจึงได้ค่าอัตราการเพิ่มเฉลี่ยของการเดินทางของคน ดังสมการต่อไปนี้

$$G = G_C.E_C + G_T.E_T + G_P.E_P$$

โดยที่ G = อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของปริมาณการเดินทางของคน

G_C = อัตราการเพิ่มของรายได้ประชาชาติของภาคต่อคน

G_T = อัตราการเพิ่มของมูลค่าการเดินทางขนส่ง

G_P = อัตราการเพิ่มของประชากร

E_C = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (Elasticity) ของรายได้ประชาชาติของภาคต่อคนกับการเดินทางของคน

E_I = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของมูลค่าการเดินทางขนส่งกับการเดินทางของคน

E_P = ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของจำนวนประชากรกับการเดินทางของคน

2. การประมาณปริมาณการเดินทางของสินค้าในอนาคต อัตราการเพิ่มของการเดินทางของสินค้า ได้แยกการวิเคราะห์เป็นสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรม และสินค้าที่เป็นผลผลิตทางเกษตรกรรม โดยที่ปริมาณการเดินทางของสินค้าที่ไม่ใช่ผลิตผลทางเกษตรกรรมในอนาคตกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการเดินทางของคนในอนาคต ในรูปของสมการ Exponential ส่วนปริมาณการเดินทางของสินค้าที่เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรมกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับผลิตผลทางเกษตรกรรมในเขตพื้นที่อิทธิพลของถนนโครงการ โดยมีรูปแบบของสมการดังกล่าวข้างต้น

ฉ. การประมาณปริมาณรถจักรยานยนต์ในอนาคต

ในการศึกษาเกี่ยวกับผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางหลวง ปริมาณรถจักรยานยนต์นับว่ามีความสำคัญ เนื่องจากในบ้านเมืองเรามีผู้นิยมใช้รถจักรยานยนต์เป็นจำนวนมาก คณะผู้ศึกษาจึงได้พัฒนาแบบจำลองในการประมาณปริมาณรถจักรยานยนต์ในอนาคต โดยตั้งสมมติฐานให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ปริมาณรถโดยสารขนาดเล็ก และรถโดยสารขนาดกลาง ดังสมการต่อไปนี้

$$M/C = [3.817 - 0.490 \log ADT + 0.167(L/B + M/B)/ADT] * ADT$$

โดยที่ M/C = ปริมาณรถจักรยานยนต์ (คัน/วัน)

ADT = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน/วัน)

L/B = ปริมาณรถโดยสารขนาดเล็ก (คัน/วัน)

M/B = ปริมาณรถโดยสารขนาดกลาง (คัน/วัน)

ช. ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) ในอนาคต

เมื่อได้ทำการพยากรณ์ปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าประเภทต่าง ๆ ในอนาคตแล้ว ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) สามารถคำนวณได้โดยใช้อัตราการโดยสารเฉลี่ย และอัตราการบรรทุกเฉลี่ยของยวดยานแต่ละชนิดประกอบกับสัดส่วนของ

ยวดยาน (Traffic Composition) ในอนาคต ทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเดินทางของคนและสินค้าให้กลับมาอยู่ในรูปของปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวงได้

2.4.8.2 การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในโครงการ Road Development Study in the Central Region พ.ศ. 2532

การพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในโครงการนี้ ได้นำแบบจำลองการคมนาคมขนส่งสมัยใหม่ (Urban Transportation Modelling) มาประยุกต์ใช้ โดยได้นำแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทาง (Gravity Model) มาทำการดัดแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยให้ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลัก 2 ตัวแปรคือ จำนวนยวดยานที่จดทะเบียนภายในพื้นที่ย่อยและเวลาการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

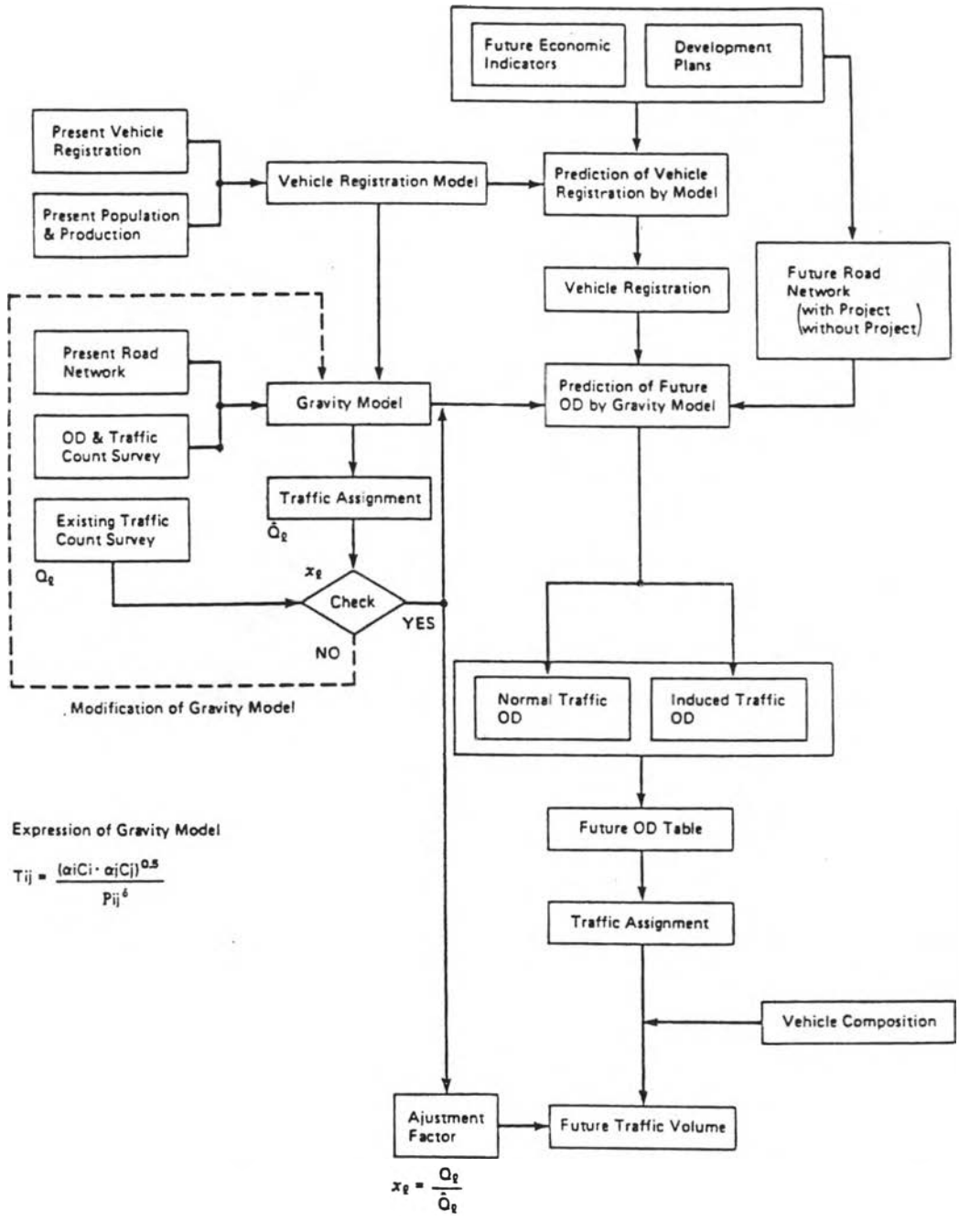
- การจัดเตรียมพื้นที่ย่อยและโครงข่ายทางหลวง
- การประมาณจำนวนยวดยานที่จดทะเบียนในแต่ละพื้นที่ย่อย
- การพัฒนาแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย
- การจัดเตรียมตารางการเดินทาง (Trip Matrix) ในปีฐาน
- การจัดเตรียมตารางการเดินทางในปีอนาคต
- การจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment)

โดยมีขั้นตอนการศึกษาโดยละเอียดแสดงดังรูปที่ 2.10

ในโครงการนี้ได้พยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคตไปที่ปี พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2551 โดยได้แบ่งชนิดของยวดยานออกเป็น 6 ชนิด สอดคล้องกับการจัดแบ่งของกรมทางหลวง ดังนี้

- รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (P/C)
- รถโดยสารขนาดเล็ก (L/B)
- รถโดยสารขนาดใหญ่ (H/B)
- รถบรรทุกขนาดเล็ก (4/T)
- รถบรรทุกขนาดกลาง (6/T)
- รถบรรทุกขนาดใหญ่ (10/T)

รายละเอียดของการศึกษาในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการพยากรณ์ปริมาณการจราจรบนทางหลวงในโครงการ Road Development Study in the Central Region

ก. การจัดเตรียมพื้นที่ย่อยและโครงข่ายทางหลวง

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ทุกจังหวัดในภาคกลาง และจังหวัดในภาคเหนืออีก 2 จังหวัด รวม 26 จังหวัด โดยได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 194 พื้นที่ย่อย พื้นที่ภายนอก 19 พื้นที่ย่อย รวมทั้งสิ้น 213 พื้นที่ย่อย โดยแบ่งตามพื้นที่การปกครองของแต่ละอำเภอเป็นแต่ละพื้นที่ย่อย

โครงข่ายทางหลวงในโครงการศึกษานี้ประกอบด้วยทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางหลวงของหน่วยงานอื่นที่ได้รับการพิจารณาจากกรมทางหลวง โครงข่ายทางหลวงที่ใช้ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. โครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน (Existing Road Network) เป็นโครงข่ายทางหลวงที่ได้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตารางการเดินทางที่ได้พัฒนาขึ้น และวิธีการพยากรณ์ปริมาณการจราจรที่จะนำมาใช้

2. โครงข่ายทางหลวงโครงการ (Base Road Network) โครงข่ายทางหลวงนี้ได้มีการเพิ่มเส้นทางโครงการที่เสนอแนะเข้าไปในโครงข่ายเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณการจราจรในอนาคต

ข. การประมาณจำนวนยวดยานที่จดทะเบียน

การประมาณจำนวนยวดยานที่จดทะเบียนในแต่ละพื้นที่ย่อยเพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทาง โดยได้ตั้งสมมติฐานให้จำนวนยวดยานที่จดทะเบียนเป็นสัดส่วนกับมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (GPP) โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดกับจำนวนยวดยานที่จดทะเบียนในจังหวัด โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2524 ถึงปี พ.ศ. 2528

ค. การพัฒนาแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย

โครงการนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย (Simple Gravity Model) โดยการวิเคราะห์แบบถดถอยมีรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$T_{ij} = \frac{\alpha(C_i . C_j)^{0.5}}{D_{ij}^{\beta}}$$

โดยที่ T_{ij} = ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j

C_i, C_j = จำนวนยวดยานที่จดทะเบียนในพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j ตามลำดับ

D_{ij} = เวลาเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย i และพื้นที่ย่อย j หน่วยนาที

α, β = ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

ง. การจัดเตรียมตารางการเดินทาง

ตารางการเดินทางที่ได้จัดเตรียมขึ้นจากแบบจำลองการเดินทาง จะนำมาปรับแก้โดยวิธี Frater เพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทางที่ได้ประมาณขึ้นจากจำนวนยวดยานที่จดทะเบียน และในกรณีที่มีแหล่งที่ทำให้เกิดการเกิดการเดินทางและดึงดูดการเดินทางเพิ่มมากขึ้นจากกรณีปกติ ผู้ศึกษาได้ทำการคิดคำนวณแยกไว้ส่วนหนึ่งเป็นกรณีพิเศษ แล้วจึงนำมารวมเข้ากับจำนวนการเดินทางที่ประมาณไว้ในกรณีปกติ เช่น โครงการแหลมฉบัง และมาบตาพุด ซึ่งเป็นโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลทางภาคตะวันออก เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่จะก่อให้เกิดการเดินทางขนส่งเป็นจำนวนมากในอนาคต จะแยกนำมาวิเคราะห์ปริมาณการเกิดการเดินทาง และการดึงดูดการเดินทางออกเป็นกรณีพิเศษแล้วจึงนำมาบวกเพิ่มเข้ากับการวิเคราะห์การเดินทางโดยปกติ และในโครงการนี้ปริมาณการจราจรที่เปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) จะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจาก

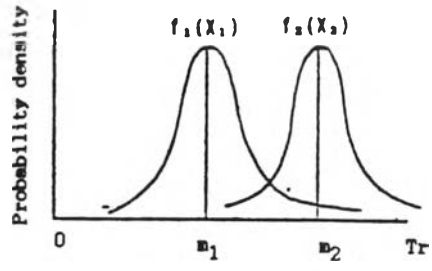
- ปริมาณการเดินทางขนส่งโดยรถไฟมีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับการเดินทางโดยรถยนต์ และไม่สามารถแสดงอัตราการเพิ่มที่เด่นชัดในอนาคต
- ปริมาณการเดินทางขนส่งโดยทางน้ำและทางอากาศไม่ได้นำมาพิจารณาในการศึกษานี้เนื่องจากมีปริมาณน้อยมาก

จ. การจัดเส้นทางการเดินทาง

ขั้นตอนการจัดปริมาณการจราจรลงบนเส้นทางจากตารางการเดินทาง ที่ได้ประมาณไว้ในขั้นตอนข้างต้นมีดังนี้

- ปริมาณการจราจรสำหรับแต่ละคู่การเดินทางจะถูกจัดแบ่งโดยใช้สัดส่วนระหว่างเส้นทางที่เวลาการเดินทางน้อยที่สุดกับเส้นทางที่สอง และทำการจัดแบ่งปริมาณการจราจรลงบนเส้นทางนั้น

- ค่าสัดส่วนในการจัดแบ่งปริมาณการจราจรนี้ได้ประมาณขึ้นจากสมการและข้อสมมติฐานในการกระจายเวลาการเดินทางดังรูปที่ 2.11



$$P_1 = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(X_1) \int_{X_1}^{\infty} f_2(X_2) dX_2 dX_1$$
$$P_2 = 1 - P_1$$

P_1 = สัดส่วนการกระจายการเดินทางบนเส้นทางที่ 1

P_2 = สัดส่วนการกระจายการเดินทางบนเส้นทางที่ 2

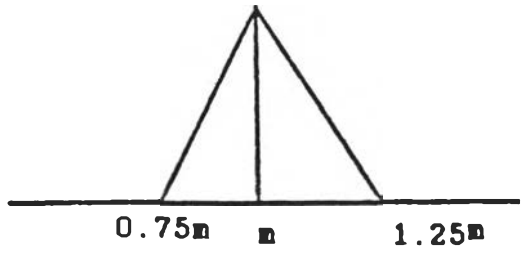
m_1 = เวลาการเดินทางเฉลี่ยบนเส้นทางที่ 1

m_2 = เวลาการเดินทางเฉลี่ยบนเส้นทางที่ 2

รูปที่ 2.11 แผนภาพการจัดแบ่งปริมาณการจราจร

ในโครงการศึกษานี้ได้สมมติให้ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution Function) มีรูปแบบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์มากขึ้นโดยกำหนดให้เป็นรูปสามเหลี่ยม ดังรูปที่ 2.12

และปริมาณการจราจรที่ถูกจัดลงบนเส้นทางจากขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น จะถูกนำมาปรับแก้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณการจราจรที่จัดลงบนเส้นทาง ที่ได้จากตารางการเดินทางที่ได้ประมาณขึ้นกับปริมาณการจราจรที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริงในสนาม



Distribution Function

m = Average Expected Travel Time

รูปที่ 2.12 ฟังก์ชั่นการกระจาย (Distribution Function) ในรูปแบบง่าย

ฉ. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่าย

การวิเคราะห์ความถูกต้องของการประยุกต์ใช้แบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่ายนี้ ได้ทำการวิเคราะห์โดยคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- จำนวนการเดินทางและการดึงดูดการเดินทางที่ได้จากตารางการเดินทางในปีฐานกับจำนวนยวดยานที่จดทะเบียนในปีฐาน
- ปริมาณการจราจรที่ถูกจัดลงบนเส้นทางจากตารางการเดินทางในปีฐาน กับปริมาณการจราจรที่ได้ทำการสำรวจจริงในสนาม

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองแรงดึงดูดการเดินทางอย่างง่ายนี้มีความถูกต้องพอเพียงที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้