

แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง

6.1 คำนำ

แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประมาณค่าจำนวนการเดินทางเพื่อแสดงลักษณะการกระจายของความต้องการในการเดินทางระหว่างพื้นที่หนึ่ง ๆ ลงบนโครงข่ายการคมนาคมขนส่ง ซึ่งในที่นี้ใช้ถนนเป็นหลัก (Road Network) ซึ่งหมายถึง การที่พยายามจะทราบว่าผู้ขับขี่เลือกเส้นทางเส้นใด เพื่อการเดินทาง แทนที่จะเลือกเส้นทางอื่น ซึ่งสามารถไปถึงจุดมุ่งหมายเช่นกัน โดยจะใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน และให้ผลลัพธ์หลักเป็นค่า Veh.-Km. ต่อช่วงเวลาที่ศึกษา

โดยทั่วไปแล้ว นักวิชาการและนักวิจัยแบ่งสิ่งที่เป็นตัวตัดสินใจให้ประชาชนเลือกเส้นทางการเดินทางใด ๆ ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. เวลาการเดินทาง (Travel Time)
2. มูลค่าการเดินทาง (Travel Cost)
3. ความสะดวกสบาย (Comfort)
4. ระดับการบริการอยู่ในรูปปริมาณต่อความจุ (Level of Service ; Volume/Capacity)

ตัวแปรที่นิยมให้มากที่สุด คือ มูลค่าการเดินทาง เนื่องจากเมื่อนำตัวแปรทั้ง 4 ประเภทนี้ มาพิจารณาเปรียบเทียบกันแล้ว มักจะสัมพันธ์ (Correlate) ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นการใช้ตัวแปรตัวเดียวก็เพียงพอที่จะเป็นตัวแทนของทั้งกลุ่มได้

ทั้งนี้ นิยาม ของการจัดเส้นทางการเดินทาง กล่าวไว้ดังนี้ (13)

"Traffic Assignment is a process used to aid in the development of loading on a network of Transportation facilities." โดยที่ผลของการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment) จะถูกใช้เป็นตัวประมาณของปริมาณผู้ใช้ (User Volume) ในแต่ละส่วนของโครงข่ายถนน รวมทั้งการเลือกรถตามทางแยก ปริมาณผู้ใช้ในที่นี้

จะเป็นปริมาณในปัจจุบัน หรือปริมาณในอดีต ซึ่งจะเป็นค่าพหุคูณจำนวนการเดินทาง นอกจากนี้ ปริมาณผู้ใช้ อาจเป็นได้ทั้งจำนวนยานพาหนะ (Number of Vehicles) จำนวนคนทั้งหมด (Number of Total Persons) จำนวนผู้ใช้ระบบการขนส่ง (Number of Transit Riders) หรือ คุณลักษณะ (Characteristics) อื่น ๆ ของผู้ใช้ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากจุดเริ่มต้น (Origins) และจุดปลายทาง (Destinations)

วิธีการวิเคราะห์ แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง (Traffic Assignment Model Analysis) (14,15,16,17) มีหลายวิธี แต่วิธีหลัก ๆ ที่นิยมใช้มีด้วยกัน 4 วิธีดังนี้คือ

1. All-or-Nothing Assignment Technique เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวกในการใช้ แต่มีแนวโน้มที่จะเกิดการผดผลัดเนื่องมาจากการกำหนดปริมาณการจราจร ลงบนโครงข่ายถนนได้น้อยที่สุด วิธีการก็คือ ภายหลังจากได้ Minimum Path ของแต่ละพื้นที่ย่อยจากขั้นตอน การเลือกเส้นทางแล้ว ก็จะกำหนดปริมาณความต้องการในการเดินทางทั้งหมด ระหว่างแต่ละพื้นที่ย่อย (O-D Pairs) ลงบนเส้นทางเหล่านั้น ซึ่งผลที่ได้รับเบื้องต้นจะเป็น Desire Line Minimum Path เส้นทางที่ผู้เดินทางทั่วไปต้องการใช้มากที่สุด

2. Capacity Restrained Assignment Technique เนื่องจากเมื่อปริมาณการจราจรบน Links ของโครงข่ายถนนมีค่าใกล้เคียงกับความจุของถนนก็จะเกิด Unstable Flow ขึ้น อีกทั้งในสภาพความเป็นจริงแล้ว ปริมาณการจราจรบนถนนไม่สามารถเกินความจุของถนนได้ ดังนั้นการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายถนนด้วยวิธีนี้ จะพยายามที่จะไม่ให้ปริมาณการจราจรเกินค่าความจุของถนน หรือจะพยายามที่จะจำกัดปริมาณการจราจรบน Links ด้วยความจุของมัน วิธีที่เป็นพื้นฐานของเทคนิคนี้ และเป็นที่ยอมรับใช้กัน ได้แก่ วิธีของ FHWA (Federal Highway Administration) (4) โดยวิธีนี้จะเพิ่มเวลาการเดินทางบน Link เมื่อมีปริมาณการจราจรต่อความจุของถนนมากขึ้น โดยจะสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจรบนถนนนั้น ๆ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของเวลาในการเดินทางบนถนนด้วยสมการ ดังนี้

$$T = T_0 [ 1 + 0.15 (V/C)^4 ] \quad (6.1)$$

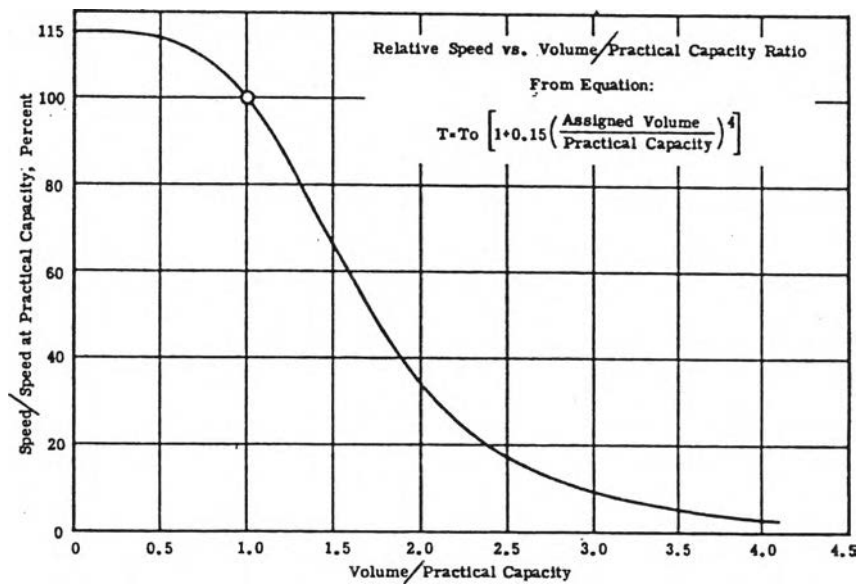
T = เวลาที่ใช้ในการเดินทางบน Link เมื่อมีปริมาณการจราจรเท่ากับ V

T<sub>0</sub> = เวลาที่ใช้ในการเดินทางขณะที่ยังไม่มีปริมาณการจราจรบนถนน (Free Flow Travel Time)

V = ปริมาณการจราจรที่กำหนด (Assigned Volume)

C = ความจุ (Capacity)

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง กับปริมาณการจราจรต่อความจุของถนนใด ๆ ซึ่งได้มาจากสมการดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเดินทางกับปริมาณการจราจรต่อความจุถนนใด ๆ

3. Multiroute Probabilistic Assignment Technique ในสภาพของความเป็นจริงนั้นการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อย มิได้มีเพียงเส้นทางเดียวอาจมีได้หลายเส้นทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ความสะดวกสบายในการเดินทาง อุบัติเหตุและอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้นการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายถนน โดยวิธีนี้จะพยายามหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ที่เป็นไปได้ แล้วกำหนดปริมาณการจราจรลงบนเส้นทาง ดังกล่าว ในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ต้องอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability) เข้าช่วยการกำหนดปริมาณการจราจรลงบนโครงข่ายถนน

4. Equilibrium Assignment Technique วิธีนี้เป็นการนำเอาสมมติฐานของ Wardrop ข้อที่ 2 มาใช้โดยจะมีการตรวจสอบให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost) ของทั้งระบบมีค่าน้อยที่สุด สมมติฐานของ Wardrop (18) เกี่ยวกับเรื่องเวลา ทั้ง 2 ข้อ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. The trip times 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 traveling is a minimum.

จากสมมติฐาน ข้อ 1 สามารถอธิบายได้ว่า "ผู้ขับที่จะพิจารณาเวลาในการเดินทางของตัวเองเท่านั้น มิได้คำนึงถึงผลกระทบต่อทั้งระบบ" ส่วนสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถอธิบายได้ว่า "ผู้ขับที่จะพิจารณาผลกระทบต่อทั้งระบบ ซึ่งจะทำให้เวลารวมในการเดินทางมีค่าน้อยที่สุด"

Equilibrium Assignment เป็นวิธีที่นิยมใช้มาก ทั้งนี้เนื่องจาก วิธีนี้พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิธีของ Capacity Restrained Assignment โดยสามารถประยุกต์เส้นทางที่สั้นที่สุดให้ยังคงแสดงความสำคัญสูงสุดในขั้นตอนของงานวิเคราะห์การจัดทำ Equilibrium Assignment มักจะนิยมทำเป็น iteration โดยจะทำการจัดปริมาณการจราจรเป็นส่วน ๆ เพื่อจัดลงไปบนเส้นทางก่อน คำนวณเวลาในการเดินทางใหม่จากนั้นเพิ่มปริมาณการจราจร ลงไปอีกส่วนหนึ่งและขั้นตอนการวิเคราะห์ต่าง ๆ คงเดิม จนถึงส่วนที่เป็นปริมาณการจราจรขั้นสุดท้าย โดยทั่วไปจะจัดปริมาณการจราจรออกเป็น 5 ส่วน และทำการวิเคราะห์ แบ่งเป็น 5 iteration. เพื่อให้การศึกษาขั้นตอนนี้สอดคล้องกับขั้นตอนการศึกษาที่ผ่านมาจึงเลือกใช้วิธี Equilibrium Assignment แบ่งเป็น 5 iteration

## 6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ชนิดของข้อมูลที่เกี่ยวข้อ (19) เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์จัดเส้นทางทางการเดินทาง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลโครงข่ายถนนพร้อมทั้งคุณลักษณะข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร และข้อมูลความต้องการในการเดินทางและตารางการเดินทาง ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานหลัก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

## แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง

### 6.2.1 ข้อมูลโครงข่ายถนนพร้อมทั้งคุณลักษณะ

ข้อมูลส่วนนี้ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทาง และคุณลักษณะของเส้นทางนั้น ๆ เมื่อได้ทำการกำหนดโครงข่ายของถนนแล้ว ก็จะต้องทำการกำหนด Node พร้อมทั้งเลขประจำ Node ลงในโครงข่ายถนน โดยตำแหน่งที่จะกำหนดเป็น Node จะได้แก่ จุดศูนย์กลางของพื้นที่ จุดตัดกันระหว่างถนนในโครงข่าย 2 สาย จุดตัดกันระหว่างเส้นทางในจินตนาการและเส้นทางในโครงข่าย และจุดที่พิจารณาเห็นว่าระยะทางระหว่าง Node มีมากเกินไปก็จะมีการเพิ่ม Node พิเศษขึ้นระหว่างนั้น หลังจากที่ได้กำหนดตำแหน่งของ Node แล้วก็จะทำการกำหนดหมายเลขประจำ Node นั้น ๆ โดยหมายเลขที่ 1 จะเริ่มต้นจากจุดศูนย์กลางของพื้นที่ย่อยที่ 1 เรื่อยไปจนถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่ย่อยสุดท้าย (หมายเลขจะต้องต่อเนื่องกัน) หลังจากนั้นก็ทำการกำหนดหมายเลขของ Node ที่ไม่ใช่ศูนย์กลางของพื้นที่โดยจะเริ่มตั้งแต่หมายเลขที่เท่ากับหมายเลข Node สุดท้ายของศูนย์กลางรวมกับร้อยละ 20 ของ Node สุดท้าย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่าง Node ที่เป็นศูนย์กลางและ Node อื่น ๆ เพื่อประโยชน์สำหรับอนาคต ถ้ามีการเพิ่มพื้นที่ศึกษา จากนั้นก็จะกำหนด ศูนย์กลางหมายเลขของ Link ลงในโครงข่าย หรืออาจจะไม่ใส่ก็ได้ ในแต่ละ Node จะสามารถมี Link ต่อเชื่อมกันได้ไม่เกิน 4 Link (เนื่องจากเป็นข้อกำหนดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์) ถ้ามีจำนวน Link เกินกว่า 4 Link จะต้องทำการสร้าง Node และ Link พิเศษขึ้นโดย Link นั้นมีระยะทางเท่ากับศูนย์ รายละเอียดโครงข่ายถนนแสดงไว้ในรูป 2.6

เมื่อโครงข่ายมีหมายเลข Node และ Link เรียบร้อยแล้วต่อไปก็ทำการจัดใส่ข้อมูลสภาพทางกายภาพของโครงข่าย อันได้แก่ ระยะทางของแต่ละ Link เวลาที่ใช้ในการเดินทางเฉลี่ย หรือความเร็วเฉลี่ยของแต่ละ Link ฯลฯ ให้ตรงกับ Link นั้น ๆ รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก.

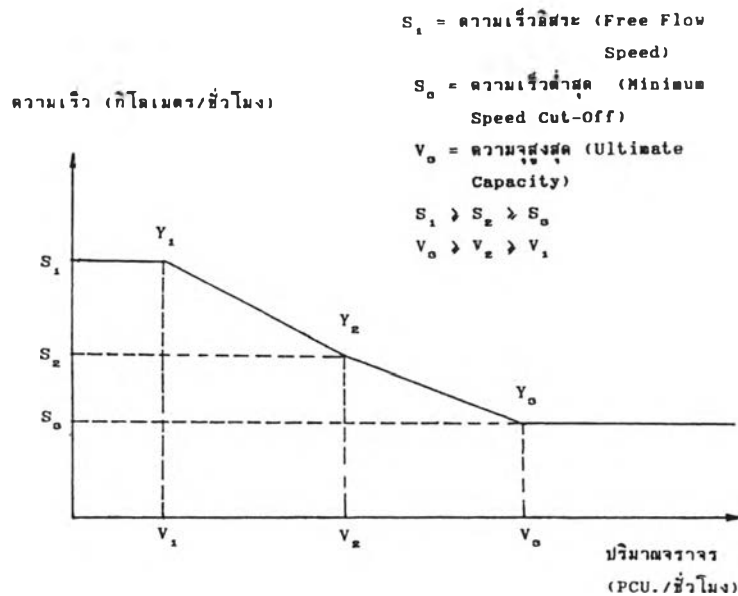
ข้อมูลต่อไปที่จะใส่ในโครงข่ายคือ ข้อมูลความสามารถในการเดินทางในแต่ละทิศทาง (Turn Penalty) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3, 4, 5 ระดับ 0 หมายถึง สามารถไปโดยไม่เกิดความล่าช้าเลย ระดับที่ 1 หมายถึง เกิดความล่าช้าในการผ่าน Node เล็กน้อย ระดับที่ 2 ถึง 4 ความล่าช้าในการผ่าน Node จะมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีความล่าช้าที่ระดับต่าง ๆ สามารถที่

จะกำหนดได้ตามต้องการ ส่วนระดับที่ 5 หมายถึง ห้ามผ่าน (Turn Penalty Prohibit) ค่าระดับความล่าช้า สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้แปลงเป็นค่าเวลาดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.

6.2.2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร (Speed-Flow Curve Relationship Data)

แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง จำเป็นต้องใช้เวลาในการเดินทางบนทุก ๆ Link เพื่อนำไปใช้เป็น impedance ในการเลือกเส้นทางในการเดินทาง แต่เนื่องจากปริมาณการจราจรบน Link ใด ๆ นี้จะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้น ในแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง จึงจำเป็นต้องทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับปริมาณการจราจรบนทุก ๆ Link ทำให้หาความเร็วเฉลี่ยบน Link เหล่านั้นได้หลังจากทราบความเร็วแล้วก็สามารถนำไปคำนวณหาเวลาในการเดินทางได้

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำเอาข้อมูลความเร็วและปริมาณจราจรจากข้อมูลปฐมภูมิ มาพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว และปริมาณจราจร (8) ดังแสดงในรูปที่ 6.2 ส่วนข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร แสดงไว้ในตารางที่ 6.1



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและปริมาณจราจร		$S_1$	$V_1$	$S_2$	$V_2$	$S_0$	$V_0$	จำนวน
		(กม./ชม.)	(PCU./ชม.)	(กม./ชม.)	(PCU./ชม.)	(กม./ชม.)	(PCU./ชม.)	ช่องจราจร
กลุ่ม	ประเภท							
เขตชุมชนหนาแน่นมากและย่านธุรกิจ ในเมือง	1	70	200	45	1,220	20	2,220	1 & 2
	2	70	400	45	2,400	20	4,400	3 & 4
	3	70	600	45	3,600	20	6,600	5 & 6
เขตชุมชนหนาแน่นปานกลางในเมือง	5	70	120	45	920	20	1,700	1 & 2
	6	70	260	45	2,000	20	3,400	3 & 4
	7	70	400	45	3,000	20	5,200	5 & 6
เขตชุมชนหนาแน่นน้อยในเมือง	9	68	100	41	1,130	20	1,920	1 & 2
	10	68	200	41	2,400	20	4,000	3 & 4
	11	68	300	41	3,600	20	6,000	5 & 6
เขตนอกพื้นที่ศึกษา	13	68	100	44	1,140	20	2,200	1 & 2
	14	68	200	44	2,400	20	4,400	3 & 4
	15	68	300	44	3,600	20	6,600	5 & 6
เขตชุมชนหนาแน่นปานกลางนอกเมือง	17	65	160	39	1,300	20	2,160	1 & 2
	18	65	400	39	2,600	20	4,400	3 & 4
	19	65	600	39	4,000	20	6,600	5 & 6
เขตชุมชนหนาแน่นน้อยนอกเมือง	21	68	80	44	860	20	1,660	1 & 2
	22	68	160	44	2,000	20	3,400	3 & 4
	23	68	400	44	3,000	20	5,000	5 & 6
เขตเกษตรกรรมนอกเมือง	25	65	160	42	940	20	1,680	1 & 2
	26	65	400	42	2,000	20	3,400	3 & 4
	27	65	600	42	3,000	20	5,200	5 & 6

### 6.2.3 ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง

ข้อมูลความต้องการในการเดินทาง หรือตารางการเดินทางของยวดยานเป็นผลที่ได้มาจาก แบบจำลองการเกิดการเดินทาง แบบจำลองการกระจายการเดินทาง และแบบจำลองรูปแบบการเดินทาง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลให้แก่ แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง โดยจะกำหนดลงบนโครงข่ายถนน ทำให้ทราบปริมาณการจราจรบนถนน ตารางการเดินทางของยวดยานประกอบด้วย ตารางการเดินทางของรถยนต์ส่วนตัว รถมอเตอร์ไซด์ รถโดยสาร และรถบรรทุก โดยอยู่ในรูปหน่วย คัน (Vehicles) และได้ทำการแปลงค่าหน่วยคัน (Vehicles) เป็นหน่วยรถยนต์หนึ่ง (PCU.) ดังรายละเอียดตารางที่ 6.2 ถึง 6.7

ตารางที่ 6.2 ตารางค่าเทียบเท่าหน่วยรถยนต์หนึ่ง (PCU.)

ประเภท ยวดยาน	รถยนต์ส่วนตัว รถแท็กซี่ , รถตู้ รถปิคอัพ (PC)	รถมอเตอร์ไซด์ (MC)	รถประจำทาง		รถบรรทุก	
			ขนาดเล็ก (MB)	ขนาดใหญ่ (HB)	เบา (LT)	หนัก (HT)
ค่าเทียบเท่า หน่วยรถยนต์หนึ่ง (PCU.)	1.00	0.24	1.20	1.96	1.20	2.14

### 6.3 การวิเคราะห์และผลของแบบจำลอง

การวิเคราะห์แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทางครั้งนี้ เป็นการนำเอา All-or-Nothing Trees มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ Equilibrium Assignment Trees ที่ได้จาก All-or-Nothing Trees เป็น Desire Line Minimum Path ของโครงข่ายถนน โดยใช้มูลค่าการเดินทาง (เวลา) เป็นค่า impedance ในการเลือกเส้นทางการเดินทาง ซึ่งตรงกับสมมติฐานข้อที่ 1 ของ Wardrop หลังจากทราบเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างพื้นที่ย่อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป ก็เป็นการกำหนดปริมาณจราจรลงบนเส้นทางเหล่านั้น โดย Equilibrium Assignment Technique ด้วยวิธี Incremental Loading (8)



ตารางที่ 6.3 ตารางข้อมูลการเดินทางของรถยนต์ส่วนตัว (คัน)

GENERATION ZONE \ ATTRACTION ZONE MATRIX PRINT OUT IN UNITS OF 1.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
1	0	17	14	15	20	10	15	24	10	25	23	3	5	27	17	13	2	4	12	19	5	2	3	10	20	22	9	23	369
2	12	0	28	24	21	10	14	21	14	35	34	6	9	62	34	25	2	5	15	23	6	2	3	10	20	45	11	24	516
3	11	30	0	21	19	9	13	19	12	29	28	6	10	33	34	25	2	5	13	21	6	2	2	9	18	45	10	22	454
4	13	27	23	0	25	11	15	22	14	34	33	5	8	39	28	20	3	7	20	31	9	3	3	11	22	36	15	25	501
5	15	21	18	22	0	15	20	30	12	32	29	4	6	34	22	16	3	7	18	28	8	4	5	15	29	29	14	35	488
6	8	12	10	11	17	0	19	20	7	21	17	2	3	19	12	9	1	4	9	15	6	4	3	16	30	16	7	36	335
7	15	19	16	18	27	21	0	39	13	42	26	3	5	30	19	14	2	5	13	23	8	5	5	22	42	25	10	50	519
8	23	29	24	26	40	22	39	0	50	130	66	9	8	46	29	21	3	7	20	32	10	5	6	23	45	38	15	53	819
9	8	16	12	14	13	7	11	42	0	47	60	12	8	28	20	11	1	4	9	15	4	1	2	7	13	31	7	15	420
10	19	37	28	31	33	18	32	101	44	0	103	8	10	65	34	25	3	8	22	34	9	4	5	19	37	45	17	43	837
11	15	32	25	28	27	13	18	47	52	95	0	9	8	57	30	22	3	7	19	30	8	3	4	14	26	40	15	31	679
12	2	5	5	4	3	2	2	6	9	7	8	0	7	22	17	10	1	1	2	3	1	0	0	2	3	27	2	4	153
13	4	12	11	8	7	4	5	7	9	11	11	10	0	38	37	23	2	3	5	8	2	1	1	4	7	68	4	8	312
14	19	61	30	33	32	16	22	33	25	61	59	24	30	0	126	41	4	9	23	37	10	4	4	16	32	115	18	38	924
15	15	41	38	29	25	13	17	26	22	40	38	24	36	156	0	80	4	8	18	29	8	3	3	13	25	172	14	30	927
16	13	36	34	26	22	11	15	22	15	35	34	16	27	61	95	0	3	6	16	25	7	3	3	11	22	125	12	26	720
17	3	6	5	7	7	3	4	6	3	8	7	2	3	9	9	5	0	9	10	10	5	2	2	3	6	51	9	12	204
18	7	12	10	14	14	7	8	12	7	17	16	3	5	19	15	9	8	0	20	21	10	4	3	7	14	84	19	25	387
19	12	21	17	25	25	10	15	21	12	29	28	3	6	33	21	16	5	13	0	37	13	4	4	11	21	58	23	31	517
20	19	33	28	40	39	18	25	34	19	47	45	6	9	53	33	25	6	14	38	0	16	8	8	18	36	62	29	53	759
21	5	9	8	11	11	7	8	10	5	13	12	2	3	14	9	7	3	7	13	16	0	4	3	7	14	29	14	25	269
22	5	7	6	8	11	9	10	11	4	12	9	1	2	11	7	5	2	5	9	15	7	0	4	19	20	10	35	253	
23	3	4	4	4	7	4	6	7	3	8	6	1	1	7	5	3	1	2	5	9	4	2	0	5	9	11	5	16	144
24	11	16	13	15	22	19	24	26	9	28	21	3	4	25	16	12	2	5	11	19	8	5	4	0	54	21	10	83	487
25	24	34	28	31	47	42	52	56	19	60	46	6	10	54	34	25	4	10	24	41	16	11	9	60	0	45	22	186	1000
26	37	104	96	74	64	31	44	64	65	100	97	70	128	271	327	201	47	88	94	97	48	16	16	32	63	0	86	114	2473
27	8	14	12	17	17	8	10	15	8	20	19	2	4	23	14	11	4	11	21	26	13	4	4	9	17	47	0	31	389
28	113	164	136	151	227	202	252	270	94	286	221	27	46	260	165	122	31	75	146	247	121	82	68	374	757	333	158	0	5127
TOTAL	437	822	677	706	821	542	718	993	556	1271	1098	264	403	1496	1210	797	152	328	624	913	369	187	189	738	1403	1642	565	1073	20941

ตารางที่ 6.4 ตารางข้อมูลการเดินทางของรถมอเตอร์ไซด์ (คน)

GENERATION ZONE \ ATTRACTION ZONE MATRIX PRINT OUT IN UNITS OF 1.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
1	0	29	24	27	35	17	27	42	17	44	40	5	8	47	30	22	3	8	21	32	9	4	5	18	35	39	16	41	642
2	21	0	48	41	36	18	25	36	25	61	59	10	16	107	59	43	4	10	26	41	11	4	5	18	36	78	20	42	898
3	19	53	0	37	32	16	22	33	21	51	49	10	17	58	59	44	4	9	23	37	10	4	4	16	32	78	18	38	791
4	22	41	40	0	43	19	26	38	24	60	58	8	13	68	48	35	5	13	35	55	15	5	5	19	38	63	26	44	873
5	26	37	31	39	0	25	35	52	21	55	50	6	11	59	38	28	5	11	31	49	13	7	8	26	51	50	24	60	850
6	15	21	18	20	30	0	33	35	12	37	29	4	6	34	21	16	3	6	15	26	10	7	6	27	53	28	13	62	584
7	26	33	28	31	46	37	0	69	23	73	45	6	9	53	34	25	3	8	23	40	14	8	9	38	74	44	18	87	903
8	40	50	41	46	69	39	69	0	88	227	115	16	14	79	50	37	5	13	35	55	17	9	11	40	78	66	27	92	1425
9	13	28	21	24	23	11	19	73	0	81	105	21	14	49	36	20	3	6	16	26	7	3	3	12	23	54	13	27	730
10	33	64	49	55	57	32	56	177	76	0	180	13	17	113	60	44	6	14	38	60	16	7	9	33	64	79	29	76	1456
11	27	56	43	48	47	23	32	82	90	164	0	16	15	100	53	39	5	12	33	53	15	5	6	24	46	69	26	54	1182
12	3	9	8	6	5	3	4	10	16	11	15	0	12	38	30	17	1	2	4	6	2	1	1	3	5	47	3	6	267
13	7	21	19	15	13	6	9	13	16	20	19	17	0	67	65	40	3	5	9	14	4	1	2	6	12	119	7	15	544
14	33	106	53	58	57	28	39	57	44	107	103	42	53	0	219	72	6	15	40	64	18	6	8	29	56	200	31	66	1608
15	25	72	66	51	44	22	30	45	39	69	67	42	63	271	0	139	7	14	32	50	14	5	6	22	44	299	24	52	1614
16	22	63	58	45	39	19	27	39	25	61	59	27	46	106	165	0	5	10	28	44	12	4	5	20	38	218	21	45	1253
17	6	10	8	12	11	5	7	10	6	14	13	3	6	15	15	9	0	16	17	17	9	3	3	6	11	89	15	20	355
18	12	21	17	24	24	11	14	21	12	29	28	5	9	33	25	16	14	0	35	37	18	6	6	12	24	146	33	43	674
19	21	37	30	43	43	18	25	37	21	51	49	6	10	58	37	27	9	23	0	65	23	8	7	19	36	101	41	54	900
20	34	58	48	69	68	31	43	59	33	81	78	10	16	92	54	43	10	24	65	0	28	13	15	32	62	107	50	92	1321
21	9	16	13	19	19	12	14	18	9	22	21	3	4	25	16	12	5	12	22	28	0	6	6	12	24	51	24	44	468
22	8	12	10	13	19	16	18	19	7	21	16	2	3	19	12	9	3	8	15	26	13	0	7	17	34	35	17	61	441
23	5	8	6	7	13	8	10	13	4	14	10	1	2	12	8	6	2	4	8	16	7	4	0	8	16	19	9	28	250
24	19	28	23	25	38	34	42	45	16	48	37	5	8	44	28	20	3	8	19	33	13	9	8	0	95	37	17	145	847
25	41	60	49	55	82	73	91	98	34	104	80	10	17	94	60	44	7	18	42	72	29	19	16	105	0	79	38	324	1741
26	64	181	167	128	111	55	76	112	113	175	168	122	222	471	569	350	81	152	163	169	84	28	27	56	110	0	150	198	4303
27	15	25	21	30	29	14	17	25	14	35	34	4	7	40	25	19	8	19	36	44	23	8	7	15	29	82	0	53	677
28	196	286	237	262	395	351	438	470	163	498	384	47	80	453	287	212	54	131	253	430	210	142	119	651	1317	579	275	0	8922
TOTAL	761	1430	1178	1224	1429	943	1250	1727	968	2211	1910	459	701	2604	2106	1387	264	571	1086	1589	642	326	313	1285	2441	2858	984	1868	36517

ตารางที่ 6.5 ตารางข้อมูลการเดินทางของรถโดยสาร (คน)

GENERATION ZONE · ATTRACTION ZONE MATRIX PRINT OUT IN UNITS OF 1.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
1	0	6	5	5	7	3	5	8	3	8	7	1	2	9	6	4	1	2	4	6	2	1	1	3	7	7	3	8	121
2	0	0	9	8	7	3	5	7	5	11	11	2	3	20	11	8	1	2	5	8	2	1	1	3	7	15	4	8	169
3	4	10	0	7	6	3	4	6	4	10	9	2	3	11	11	8	1	2	4	7	2	1	1	3	6	15	3	7	149
4	4	9	7	0	8	4	5	7	5	11	11	1	3	13	9	7	1	2	7	10	3	1	1	4	7	12	5	8	164
5	5	7	6	7	0	5	7	10	4	10	9	1	2	11	7	5	1	2	6	9	3	1	2	5	10	10	4	11	160
6	3	4	3	4	6	0	6	7	2	7	5	1	1	6	4	3	0	1	3	5	2	1	1	5	10	5	2	12	110
7	5	6	5	6	9	7	0	13	4	14	8	1	2	10	6	5	1	2	4	8	3	2	2	7	14	8	3	16	170
8	7	9	8	9	13	7	13	0	16	13	22	3	3	15	9	7	1	2	7	10	3	2	2	8	15	12	5	17	264
9	2	5	4	4	4	2	4	14	0	15	20	4	3	9	7	4	0	1	3	5	1	0	1	2	4	10	2	5	137
10	6	12	9	10	11	6	11	33	14	0	34	3	3	21	11	8	1	3	7	11	3	1	2	6	12	15	5	14	274
11	5	11	8	9	9	4	6	15	17	31	0	3	3	19	10	7	1	2	6	10	3	1	1	4	9	13	5	10	222
12	1	2	2	1	1	0	1	2	3	2	3	0	2	7	6	3	0	0	1	1	0	0	0	1	1	9	1	1	102
13	1	4	4	3	2	1	2	2	3	4	4	3	0	13	12	8	1	1	2	3	1	0	0	1	1	1	1	1	303
14	6	20	10	11	11	5	7	11	8	20	19	8	10	0	41	14	1	3	8	12	3	1	1	4	8	56	5	10	304
15	5	14	13	10	8	4	6	8	7	13	13	8	12	51	0	26	1	3	6	9	3	1	1	4	7	41	4	9	236
16	4	12	11	8	7	4	5	7	5	11	11	5	9	20	31	0	1	2	5	8	2	1	1	1	2	17	3	4	67
17	1	2	2	2	2	1	1	2	1	3	2	1	1	3	3	2	0	3	3	3	0	7	7	3	1	1	2	4	127
18	2	4	3	5	5	2	3	4	2	5	5	1	2	6	5	3	3	0	7	7	3	1	1	2	4	27	6	8	169
19	4	7	6	8	8	3	5	7	4	10	9	1	2	11	7	5	2	4	0	12	4	1	1	4	7	19	8	17	249
20	6	11	9	13	13	6	8	11	6	15	15	2	3	17	11	8	2	5	12	0	5	2	3	6	12	20	9	17	188
21	2	3	2	4	4	2	3	3	2	4	4	0	1	5	3	2	1	2	4	5	0	1	1	2	5	10	5	8	88
22	2	2	2	2	4	3	3	4	1	4	3	0	1	4	2	2	1	2	3	9	2	0	1	3	6	7	3	11	43
23	1	1	1	1	2	1	2	2	1	3	2	0	0	2	1	1	0	1	2	3	1	1	0	14	7	3	27	159	
24	4	5	4	5	7	6	8	9	3	9	7	1	1	8	5	4	1	2	4	6	3	2	1	0	15	7	61	324	
25	8	11	9	10	16	14	17	18	6	20	15	2	3	18	11	8	1	3	8	14	5	4	3	20	0	15	7	61	810
26	12	34	31	24	21	10	14	21	21	33	32	23	42	89	107	66	15	29	31	32	16	5	5	11	21	0	28	37	810
27	3	5	4	6	6	3	3	5	3	7	6	1	1	7	5	3	1	3	7	8	4	1	1	1	6	15	0	10	127
28	37	54	45	49	74	66	82	89	31	94	72	9	15	85	54	40	10	25	48	81	40	27	22	123	248	109	52	0	1680
TOTAL	143	269	222	231	265	177	235	325	182	416	360	86	132	450	396	261	50	107	204	299	121	61	59	242	460	534	185	352	6473

ตารางที่ 6.6 ตารางข้อมูลการเดินทางของรถบรรทุก (คน)

GENERATION ZONE \ ATRACTION ZONE MATRIX PRINT OUT IN UNITS OF 1.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL	
1	0	2	1	2	2	0	0	0	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	10	45	82
2	2	0	3	4	4	0	0	1	10	6	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21	21	93	171
3	1	3	0	3	3	0	0	1	8	5	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	16	73	135
4	2	4	3	0	5	0	0	1	12	7	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	25	26	111	203
5	2	4	3	5	0	0	0	1	13	7	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	26	27	125	223
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	13	35
9	4	9	7	11	12	0	0	2	0	18	2	1	1	3	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	1	4	62	61	272	477
10	3	5	4	7	7	0	0	1	18	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	33	34	153	275
11	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	1	1	1	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	27	51
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	19	36
18	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	14	26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	7
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	14
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	9	15
22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	10
23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	10	18
24	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	39	67
25	1	1	1	1	2	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	39	67
26	8	18	15	21	22	0	1	4	57	30	3	1	1	6	0	0	4	3	1	1	2	1	1	2	7	0	123	528	862	
27	10	22	17	27	29	0	1	5	68	38	4	1	1	7	0	1	5	4	2	1	2	2	1	2	9	149	0	670	1076	
28	43	89	70	106	119	0	3	21	278	153	16	6	5	29	0	2	20	14	6	3	8	8	6	12	43	585	611	0	2260	
TOTAL	79	163	129	194	213	0	5	33	488	283	29	11	10	55	0	4	37	26	12	6	14	14	10	20	73	969	969	2260	6111	

ตารางที่ 6.7 ตารางข้อมูลการเดินทางของยานทุกชนิด (PCU.)

GENERATION ZONE \ ATTRACTION ZONE MATRIX PRINT OUT IN UNITS OF 1.00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL	
1	0	34	28	31	41	18	28	45	25	51	42	5	9	50	31	23	4	8	22	34	10	4	5	19	38	56	32	114	807	
2	24	0	56	50	45	19	26	39	42	73	63	11	18	115	62	46	5	11	27	43	12	5	5	20	39	115	54	191	1217	
3	22	60	0	45	40	17	24	35	34	61	52	11	18	62	62	46	5	10	25	39	11	4	5	18	35	109	45	156	1047	
4	26	57	47	0	54	20	28	42	45	74	62	9	15	73	51	38	7	14	37	58	16	6	6	21	42	106	68	222	1242	
5	31	46	38	50	0	27	38	56	43	70	54	7	11	65	40	29	6	13	33	51	15	7	9	28	57	95	68	261	1249	
6	15	22	19	21	31	0	34	37	13	39	30	4	6	36	23	17	3	6	16	27	10	7	6	28	55	30	14	65	615	
7	27	35	29	32	49	39	0	72	25	77	47	6	10	56	35	26	4	9	25	43	14	9	9	40	74	48	20	96	960	
8	42	54	44	50	74	41	72	0	96	241	121	16	15	84	53	39	6	14	37	58	18	9	11	42	82	76	35	127	1558	
9	21	44	34	43	43	12	21	80	0	114	114	23	16	57	37	21	6	9	18	28	9	4	4	14	30	156	109	459	1526	
10	39	76	59	68	71	34	60	188	109	0	114	192	15	18	122	63	47	8	16	41	63	18	8	10	36	71	135	84	323	1971
11	29	60	46	52	50	24	34	86	98	175	0	17	16	105	55	41	6	13	35	55	15	6	7	25	49	79	32	82	1292	
12	3	10	9	7	6	3	4	11	18	13	16	0	13	40	32	18	1	2	4	6	2	1	1	3	6	51	5	16	299	
13	8	22	20	16	14	7	9	13	18	21	20	18	0	71	68	42	3	5	10	15	4	1	2	7	13	128	9	23	587	
14	35	114	57	63	62	29	41	60	51	115	109	44	56	0	231	76	7	16	43	67	19	7	8	30	59	222	42	113	1776	
15	27	76	70	54	47	23	32	47	41	73	71	44	67	286	0	147	8	15	33	53	15	5	6	24	46	315	26	54	1702	
16	24	67	62	47	41	20	28	41	27	64	62	29	49	111	174	0	6	11	29	46	13	5	5	21	40	231	23	50	1326	
17	6	11	9	13	13	6	7	11	9	16	14	4	6	17	16	10	0	17	18	18	9	3	3	6	12	101	23	52	431	
18	13	22	19	27	26	12	15	22	15	32	29	6	10	35	27	16	14	0	37	39	19	6	6	13	25	159	40	67	751	
19	23	39	32	46	46	19	27	39	23	54	52	6	11	61	39	29	10	24	0	68	24	8	8	20	39	109	45	66	966	
20	36	61	51	73	72	33	46	62	35	86	82	10	17	97	61	45	11	26	69	0	30	14	15	34	66	114	54	103	1403	
21	10	17	14	20	20	12	15	19	11	24	23	3	5	27	17	12	5	12	24	30	0	7	6	13	26	57	28	58	515	
22	9	13	11	14	20	17	19	21	8	22	17	2	4	20	13	9	4	8	16	28	14	0	8	18	36	40	21	78	483	
23	6	8	7	8	14	8	11	14	6	15	11	1	2	13	8	6	2	5	9	17	7	4	0	9	17	22	11	39	279	
24	20	30	24	27	41	36	45	48	18	52	39	5	8	46	29	22	4	9	20	35	14	9	8	0	100	42	22	159	921	
25	44	65	53	60	83	77	96	104	41	113	85	10	18	100	63	47	8	19	44	76	30	21	17	111	0	95	52	404	1941	
26	81	219	199	169	153	58	81	124	210	232	182	130	236	507	600	370	93	165	174	179	91	32	30	62	127	0	354	1046	5905	
27	32	61	49	74	76	15	19	35	122	97	41	7	9	53	26	20	16	25	40	48	27	11	10	20	45	323	0	1118	2419	
28	276	442	360	444	606	370	466	529	613	775	439	59	93	524	303	227	88	160	278	459	234	162	134	705	1456	1539	1259	0	12594	
TOTAL	927	1766	1446	1603	1844	994	1326	1882	1794	2781	2060	501	754	2833	2220	1469	337	643	1163	1685	699	366	345	1386	2690	4550	2574	5554	48189	

รายละเอียดการดำเนินการวิเคราะห์ จะเริ่มต้นด้วยการแบ่งตารางการเดินทาง ออกเป็นส่วน ๆ ตามที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้ปริมาณการจราจรที่ถูกกำหนดลงบนโครงข่ายถนน สอดคล้องกับความเป็นจริง ซึ่งการเดินทางจะเกิดเป็นกลุ่ม ๆ มิได้เกิดขึ้นพร้อมกันทีเดียวทั้งหมด และยังเปิดโอกาสให้มีการเลือกเส้นทาง การเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยได้หลายครั้ง ภายหลังจากการแบ่งตารางการเดินทางเป็นส่วน ๆ ก็จะเริ่มสร้างเส้นทางที่สั้นที่สุด จากพื้นที่ย่อยหนึ่งไปยังทุก ๆ Node โดยอาศัยข้อมูลโครงข่ายถนนที่มีอยู่ ซึ่งจะแสดงความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง และลักษณะอื่น ๆ ของ Link ด้วย โดยเริ่มจาก Centroid ของพื้นที่ย่อย (Zone Centroid) นั้น แล้วจึงตรวจสอบ Node ปลายทางที่เป็น Centroid ของพื้นที่ย่อย ทีละพื้นที่ย่อย พร้อมทั้งกำหนดปริมาณการเดินทางตามตารางการเดินทางที่ได้ถูกแบ่งแล้วลงบน Link ที่มีอยู่ในเส้นทางการเดินทางนั้นทุก Link และทำเช่นเดียวกันนี้ จนครบทุก ๆ พื้นที่ย่อย หลังจากได้ปริมาณจราจรใหม่บน Link แล้วจึงทำการคำนวณเวลาในการเดินทางเฉลี่ยบน Link ทุกเส้นใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว และปริมาณจราจรของ Link แต่ละเส้นใหม่ หลังจากนั้นจึงเริ่มสร้างเส้นทางการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยอีกครั้ง แล้วทำขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไปเช่นเดียวกับครั้งแรก จนกระทั่งตารางการเดินทางที่ได้ถูกแบ่งเป็นส่วนถูกกำหนดลงบนโครงข่ายถนนทั้งหมด การวิเคราะห์แบบจำลองเส้นทาง การกระทำด้วยโปรแกรม EHNET รายละเอียดแสดงไว้ในรูปที่ 6.3 ส่วนรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน ของแบบจำลอง แสดงไว้ในรูปที่ 6.4 ส่วนผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในภาคผนวก ช.

แบบจำลองการจัดเส้นทาง การเดินทาง สามารถแสดงให้เห็นด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$V_u^n = (1-\lambda) V_u^{n-1} + \lambda U_u^n \quad (6.2)$$

$V_u$  = ปริมาณจราจรบน Main Link

$U_u$  = ปริมาณจราจรบน Auxiliary Link

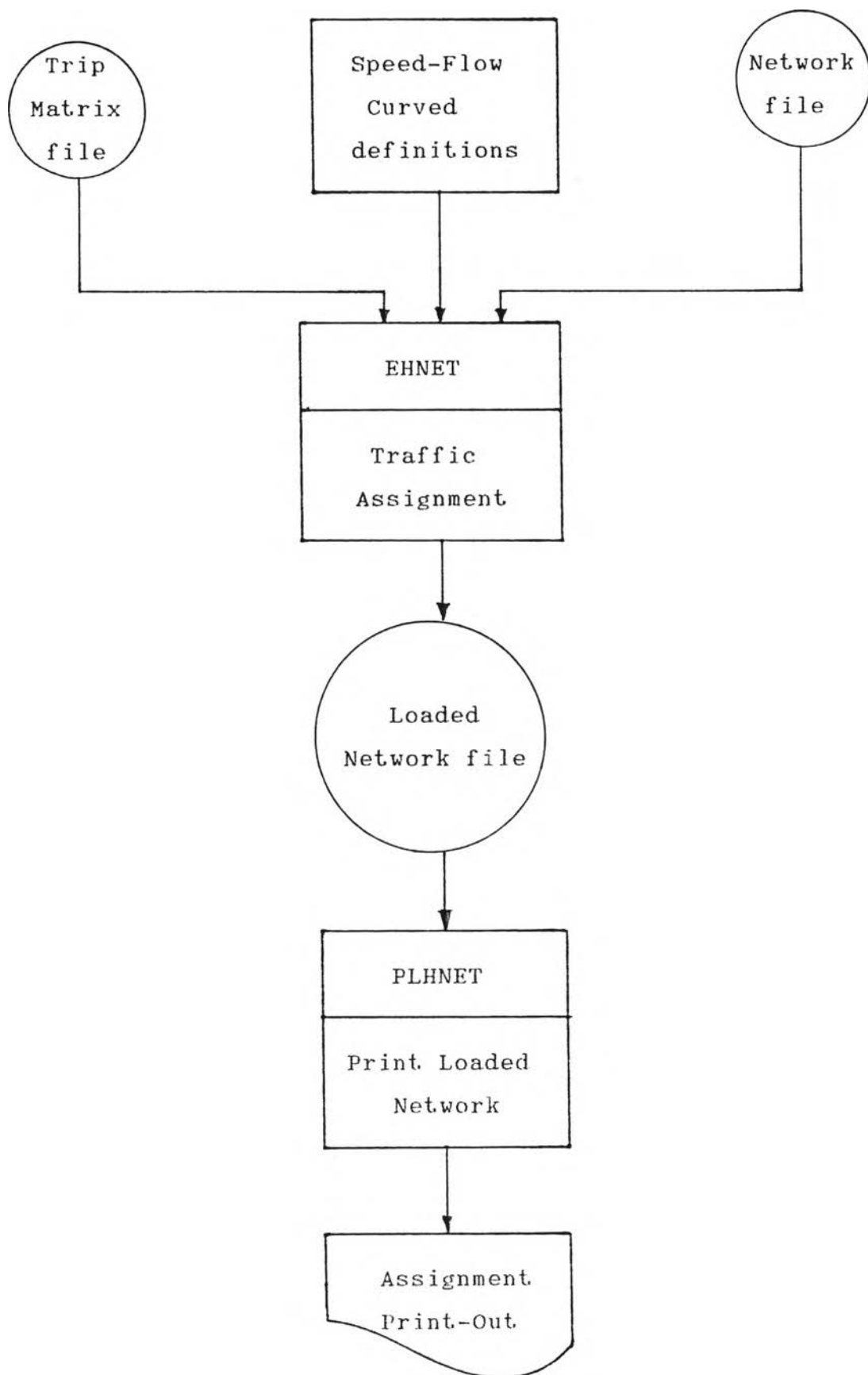
$\lambda$  = ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ เมื่อค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Travel Cost ; Z) ของทั้งระบบมีค่าน้อยที่สุด

$n$  = การจัดปริมาณจราจรรอบที่  $n$

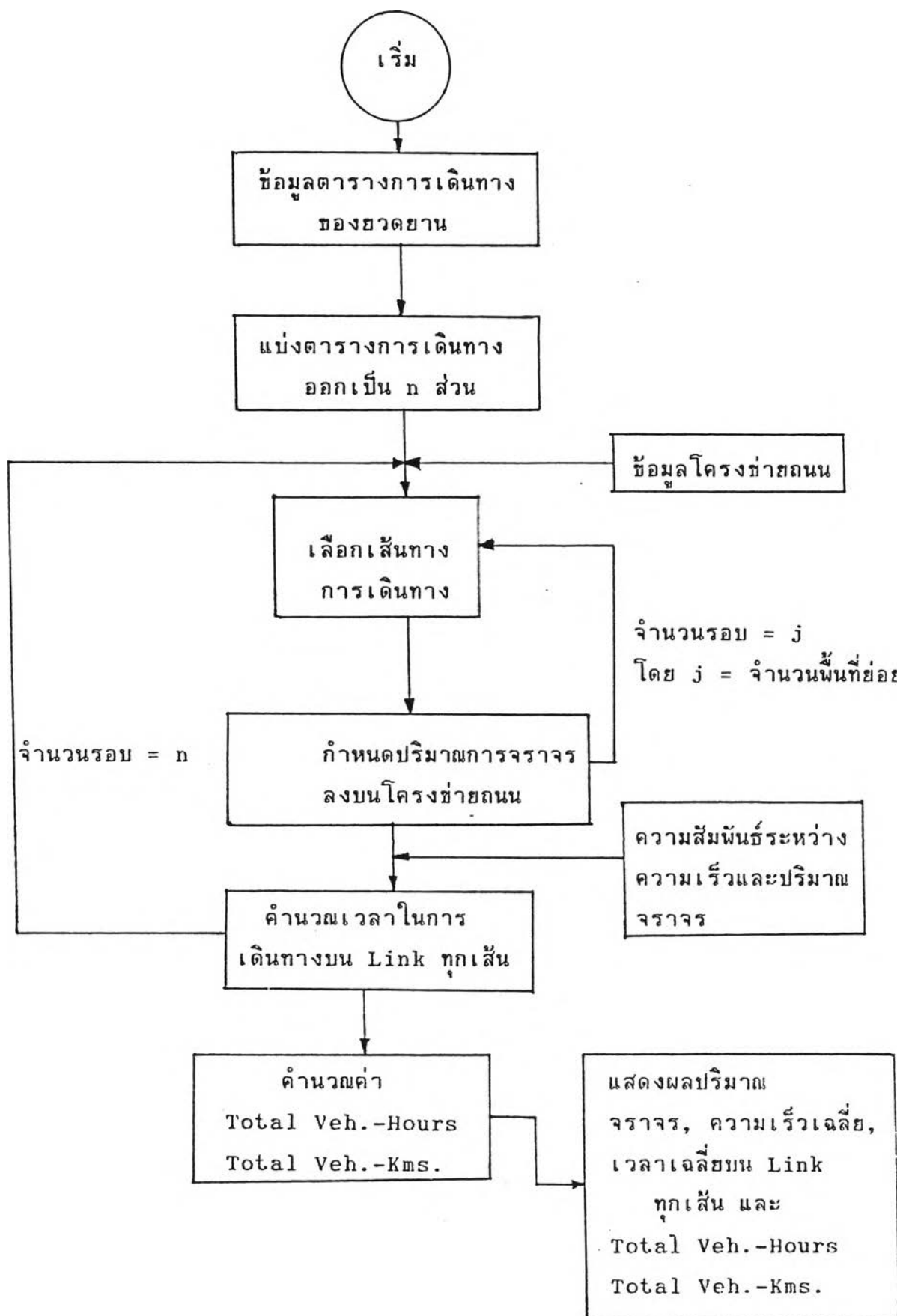
ค่าใช้จ่ายในการเดินทางของทั้งระบบ สามารถคำนวณได้จากสมการ 6.3

และ 6.4 ดังนี้

$$Z = \sum_a^n \int_0^{V_a} C_a (V_a) dV + \sum_{abc}^{TP} C_{abc} V_{abc} + \sum_a^n C_a V_a \quad (6.3)$$



รูปที่ 6.3 แผนภูมิการวิเคราะห์แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง



รูปที่ 6.4 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทาง



$$C_a = a.T + b.D + c. \text{ Class 3} \quad (6.4)$$

$C_a(V_a)$  = มูลค่าใช้จ่ายในการเดินทางของ Link "a" ซึ่งมีปริมาณจราจร " $V_a$ "  
 $C_{abc}$  = ค่า Turning Penalty จาก "a" ไป "b" ไป "c"  
 $V_{abc}$  = ปริมาณ Turning Volume จาก "a" ไป "b" ไป "c"  
 $\sum_a^n C_a V_a$  = ผลรวมของมูลค่า Link (Link Cost) สำหรับ Links ที่ใช้ Free-Flow Speeds  
 $\sum_{abc}^{TP} C_{abc} V_{abc}$  = ผลรวมของมูลค่า Turn Penalty (TP)  
 $\sum_a^n \int_0^{V_a} C_a(V_a) dV_a$  = ผลรวมของมูลค่า Link (Link Costs) สำหรับ Links ที่แปรเปลี่ยนไปตามความเร็ว (มูลค่า Links ประมาณค่าได้จากการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ)  
 $C_a$  = มูลค่า Link (Link Costs)  
 $T$  = เวลาการเดินทางบน Link (Link Time) (นาที)  
 $D$  = ความยาวของ Link (กิโลเมตร)  
 $\text{Class 3}$  = ค่าของ Link Classifier 3  
 $a, b, c$  = ค่าสัมประสิทธิ์

หลังจากการจัดปริมาณการเดินทางในตารางการเดินทางลงบนโครงข่ายถนนทั้งหมด ก็จะเป็นการคำนวณหาค่าระยะทางรวมในการเดินทาง (Total Vehicle Kilometers) ระยะเวลารวมในการเดินทาง (Total Vehicle Hours) ดังสมการ 6.5 และ 6.6

$$TVK = \sum_{i=1}^n V_i D_i \quad (6.5)$$

$$TVH = \sum_{i=1}^n V_i T_i \quad (6.6)$$

เมื่อ  $TVK$  = ระยะทางรวมในการเดินทางมีหน่วยเป็น คัน-กิโลเมตร  
 $TVH$  = ระยะเวลารวมในการเดินทางมีหน่วยเป็น คัน-ชั่วโมง  
 $n$  = จำนวน Links ทั้งหมด ที่ไม่ใช่ Dummy Link  
 $V_i$  = ปริมาณจราจรบน Link  $i$  มีหน่วยเป็นคัน  
 $D_i$  = ระยะทางของ Link  $i$  มีหน่วยเป็นกิโลเมตร  
 $T_i$  = ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางบน Link  $i$  มีหน่วยเป็นชั่วโมง

รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ช.

จากผลการวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ว่า

- เวลารวมในการเดินทาง 5.6 ชั่วโมง
- ระยะทางรวมในการเดินทาง 183.76 กิโลเมตร
- ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง 26.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- ระยะเวลารวมในการเดินทาง 11786.6 คั่น (PCU.) - ชั่วโมง
- ระยะทางรวมในการเดินทาง  $309.3 \times 10^3$  คั่น (PCU.)-กิโลเมตร

การศึกษาครั้งนี้ ยังได้จำแนกประเภทชวดยานในการจัดเส้นทางทางการเดินทาง เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพการเลือกเส้นทางทางการเดินทาง ของชวดยานแต่ละประเภท ดังผลสรุปในตาราง 6.8 และรายละเอียดในภาคผนวก ช.

ตารางที่ 6.8 สรุปผลการวิเคราะห์ แบบจำลองการจัดเส้นทางทางการเดินทางของชวดยานแต่ละชนิด

ประเภทชวดยาน	เวลารวมในการเดินทาง (ชั่วโมง)	ระยะทางรวมในการเดินทาง (กิโลเมตร)	ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ระยะเวลารวมในการเดินทาง (คั่น-ชั่วโมง)	ระยะทางรวมในการเดินทาง (คั่น-กิโลเมตร) ( $\times 10^3$ )
รถส่วนตัว	3.4	183.76	43.1	2673.8	115.3
รถมอเตอร์ไซด์	4.4	183.76	31.9	6439.8	205.6
รถโดยสาร	2.8	183.76	62.2	597.7	37.2
รถบรรทุก	3.0	183.76	55.5	991.4	55.0

เมื่อได้ปริมาณจราจรของชวดยานทั้งหมดบน Links ทุกเส้น ซึ่งเป็นผลที่ได้จากแบบจำลองการจัดเส้นทางทางการเดินทาง จึงได้นำปริมาณจราจรบน Links ที่ได้มีการนับปริมาณจราจรจากภาคสนาม มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปฐมภูมิ (ปริมาณจราจร) ทำให้พบได้ว่าปริมาณจราจรจากข้อมูลปฐมภูมิ และแบบจำลองมีอัตราความแตกต่างกันพอสมควร ซึ่งอาจมีเหตุผลหลัก 2 ประการ คือ ประการแรก

ความคลาดเคลื่อน เนื่องมาจากการนับปริมาณจราจรไม่ได้นับตลอด 12 ชั่วโมง แต่เป็นการประมาณค่า จากการนับปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและเย็น และประการที่สอง เนื่องมาจากการเก็บข้อมูลปริมาณจราจร อาจจะมีการเดินทางประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นปริมาณจราจรเดินทางภายในพื้นที่ย่อยเองด้วย แต่การศึกษาครั้งนี้ไม่นับปริมาณการเดินทางภายในพื้นที่ย่อย ดังรายละเอียดในตารางที่ 6.9 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปริมาณจราจรที่แตกต่างกันมากบน Link 47-59 และ 90-89 มีสาเหตุส่วนมากเนื่องมาจากการขนส่งสินค้า ลักษณะผ่านเมืองจากจังหวัดใกล้เคียง

ตารางที่ 6.9 ตารางการเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากแบบจำลอง และข้อมูลปฐมภูมิ

สถานีนับ ปริมาณจราจร	Node-Node	ปริมาณจราจร (PCU.)		อัตรา ความแตกต่าง
		จากแบบจำลอง	จากข้อมูลปฐมภูมิ	
1	47-59	485	1374	0.647
2	59-47	2168	1422	0.344
3	114-56	2463	3076	0.202
4	56-114	2597	3400	0.236
5	111 -64	1709	1756	0.027
6	64-111	1612	1771	0.090
7	52 -53	3511	6032	0.418
8	53 -52	3050	5848	0.478
9	62 -65	3194	4238	0.246
10	65 -62	2037	4496	0.547
11	89 -90	3017	2467	0.182
12	90 -89	7623	2492	0.673