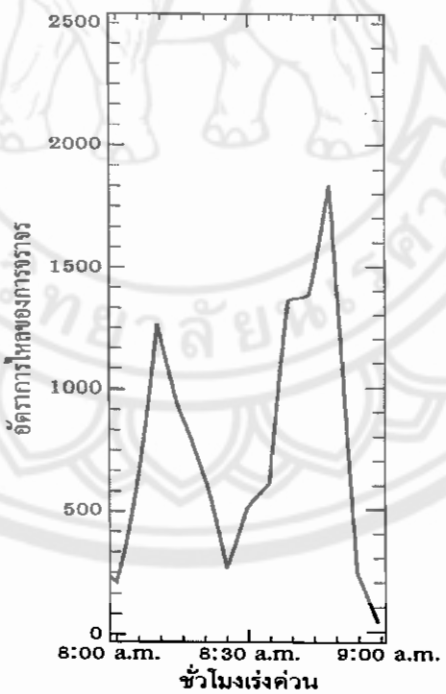
บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 หลักการ

การไหลของการจราจร มีหน่วยเป็นคัน/ชั่วโมง สามารถแบ่งพิจารณาได้เป็น 2 กรณี กรณีแรก กระแสการจราจรประกอบด้วยยวดยานประเภทต่างๆ ซึ่งพฤติกรรมการแล่นแตกต่างกันไป ดังนั้นอัตราการไหลของการจราจร ไม่สามารถอธิบายได้เพียงแค่ว่ามีปริมาณเป็นคัน/ชั่วโมง เพราะจะไม่ครอบคลุมได้ทั้งหมด แต่จะต้องอธิบายถึงลักษณะของยวดยานด้วย เช่น การจราจร 1,500 คัน/ชั่วโมง ประกอบด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล 50 เปอร์เซ็นต์ และรถบรรทุก 50 เปอร์เซ็นต์ส่วน ความสัมพันธ์อีกอย่างหนึ่ง คือความแออัดของการจราจร โดยวิเคราะห์จากสภาพวิกฤตที่สุดใน 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ในชั่วโมงเร่งด่วน(peak hour)นี้การจราจรจะไม่สม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่2.1 กราฟแสดงอัตราการไหลที่ไม่สม่ำเสมอกันของปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)

2.2 ระดับความคล่องตัวของการจราจร

การวัดปริมาณจราจรจากสภาพความเป็นจริงและการสอบถามจากผู้ขับขี่จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประเมินความหนาแน่นบนทางหลวง โดยวัดระดับสภาพความคล่องตัว และแฟกเตอร์ต่าง ๆ เช่น ความเร็วรถและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การแซงและความปลอดภัย สำหรับระดับความคล่องตัวนี้ได้ถูกแบ่งตั้งแต่ระดับ A ถึง F ซึ่งระดับ A เป็นสภาพที่ดีที่สุด

The Highway Capacity Manual [Transportation Research Board 1985] ได้นิยามระดับความคล่องตัวของปริมาณจราจรในระดับต่าง ๆ ไว้ดังนี้

ระดับความคล่องตัว A Los A คือการไหลโดยอิสระที่สามารถเลือกใช้ความเร็วในระดับใดก็ได้และจะมีการแซงมาก ซึ่งระดับนี้ผู้ขับขี่และผู้โดยสารจะเดินทางได้สะดวกรวดเร็ว โดยไม่มีผลกระทบจากรถคันอื่น

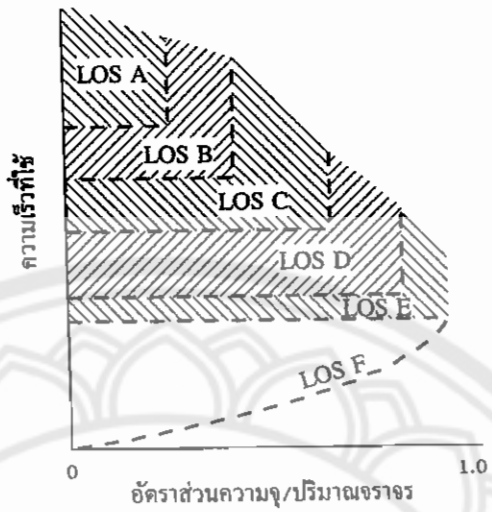
ระดับความคล่องตัว B Los B คือการไหลคงที่แต่ผู้ใช้รถคันอื่นจะมองเห็นรถคันอื่น ๆ ได้ชัดเจน และสามารถเลือกใช้ความเร็วที่ต้องการได้แต่อาจจะไม่มีความคล่องตัวในการแซงรถที่อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

ระดับความคล่องตัว C Los C คือการไหลคงที่ แต่ผู้ขับขี่จะได้รับผลกระทบจากรถคันอื่น ๆ ในการเลือกใช้ความเร็วรถ และการแซงต้องใช้ความระมัดระวังในการเดินทาง ส่วนความสะดวกสบายและการไหลจะลดลงได้อย่างชัดเจน

ระดับความคล่องตัว D Los D คือการไหลที่มีความหนาแน่นแต่มีความคงที่ ความเร็วรถและความคล่องตัวในการแซงถูกจำกัด ส่วนความสะดวกและการไหลจะลดลง และการที่ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจะเป็นเหตุให้เกิดปัญหาการจราจรในระดับหนึ่ง

ระดับความคล่องตัว E Los E คือระดับการไหลที่ใกล้เคียง หรืออยู่ในสภาพวิกฤติ นั่นหมายถึงว่า ความเร็วรถทุกคันจะต่ำลง แต่ยังคงแล่นด้วยความเร็วสม่ำเสมอ การแซงเป็นไปด้วยความยากลำบาก และการ "ขอทาง" เป็นการเพิ่มความสะดวกในการเดินทาง แต่ความสะดวกและการไหลจะลดลง ผู้ขับขี่ก็ไม่สามารถขับได้ดั่งใจ ดังนั้นระดับความคล่องตัวในระดับนี้จะไม่คงที่อันเนื่องมาจากการจราจรที่หนาแน่นขึ้น หรือความสับสนจากผู้ขับขี่ในเส้นทางการจราจร ซึ่งจะทำให้เกิดการติดขัด

ระดับความคล่องตัว F Los F ระดับนี้เป็นสภาพที่เกิดขึ้นเมื่อการจราจรเป็นกลุ่มเกินปริมาณที่สามารถจะไหลได้ โดยที่รถเรียงตัวกันในรูปของแถวและเคลื่อนที่เป็นช่วง ๆ คล้ายกับคลื่นซึ่งจะทำให้ติดขัดมาก



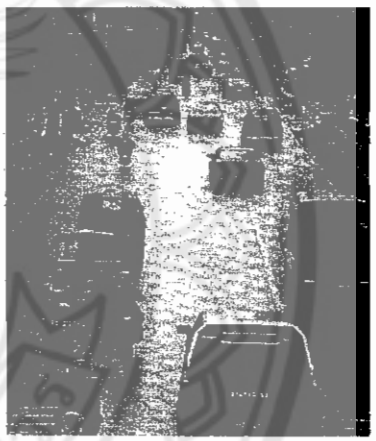
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคล่องตัว / ความเร็วรถ และอัตราส่วนปริมาณจราจร / ความจุการจราจร

(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)

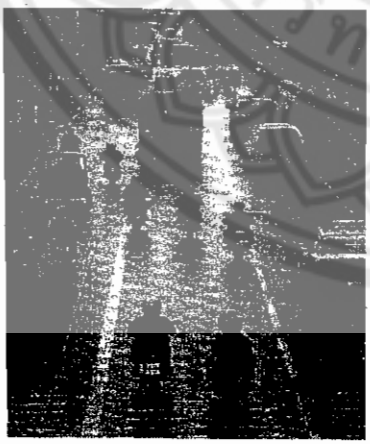
LOS A

LOS B

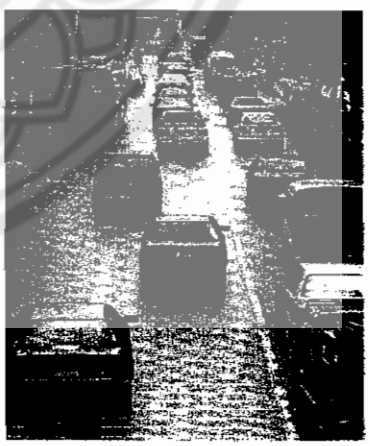
LOS C



LOS D



LOS E



LOS F

รูปที่ 2.3 แสดงระดับความคล่องตัวระดับ A – F

(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)

2.3 การวิเคราะห์การจราจร

2.3.1 แฟกเตอร์ชั่วโมงเร่งด่วน

แฟกเตอร์ชั่วโมงเร่งด่วนเป็นการนับสภาพไม่สม่ำเสมอของการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน โดยใช้สัญลักษณ์ PHF และได้มาจากอัตราส่วนของปริมาณจราจรใน 1 ชั่วโมง (v) ต่ออัตราการไหลมากที่สุด 15 นาที (v_{15}) คูณด้วย 4 ดังนั้น

$$PHF = v/ (v_{15} \times 4) \quad (2.1)$$

สมการค่า PHF ไม่มีหน่วย ซึ่งกรณีต่อไปนี้เป็นการพิจารณาทางหลวงทั้งสองสายในชั่วโมงเร่งด่วน V = 2000 คัน/ชั่วโมง โดยทางสายแรกในเวลา 15 นาที จะมีรถหนาแน่นแล่นผ่าน 1000 คัน/ชั่วโมง และทางสายที่สองมีรถ 600 คัน/ชั่วโมง ดังนั้นเป็นที่แน่ชัดว่าทางสายแรกมีการไหลไม่สม่ำเสมอกว่าสายที่สอง และมีค่า PHF = 0.5 (2000 / (1000 x 4)) ซึ่งน้อยกว่าค่า PHF ของทางสายที่สอง และมีค่า PHF = 0.83 (2000 / (600 x 4))

2.3.2 ความคล่องตัวของการไหล

ความคล่องตัวของการไหลจะเป็นอัตราการไหลจริงในช่วง 15 นาที ของชั่วโมงเร่งด่วน สำหรับความคล่องตัวของการไหลใช้แทนด้วย SF (Service Flow) ดังนี้

$$SF = V / PHF \quad (2.2)$$

หรือ $$SF = v_{15} \times 4 \quad (2.3)$$

2.3.3 ช่องจราจรของทางหลวง

ช่องจราจรของทางหลวง คือช่องทางที่ถูกแบ่งออกเป็นสองช่วง หรือมากกว่าสำหรับเดินรถในทิศทางเดียว และการจราจรบนเส้นทางนั้นไม่มีผลกระทบจากจุดดัดของทางหรือบริเวณใกล้กันทางที่ต่างระดับกันหรือการรวมช่องทาง หรือการลดช่องทางซึ่งเป็นจุดสำคัญที่ควรตระหนักว่าการวิเคราะห์ทางหลวงในแต่ละจุดควรจะพิจารณาเพียงทางเดียวเท่านั้น

จากการศึกษาพบว่า ช่องจราจรที่เหมาะสมต่อมองเห็นได้ชัดเจนคือ 12 ฟุต และสิ่งกีดขวางเช่นรั้วกั้นไม่ควรอยู่ใกล้กับขอบทาง หรือเกาะกลางเกินกว่า 6 ฟุต ดังนั้นภายใต้สภาพที่มองเห็นได้นั้น ควรจะมีเพียงรถโดยสารธรรมดาในเส้นทางจราจรโดยไม่มีรถบรรทุกหนัก เช่น รถขนส่ง รถบรรทุก จึงจะทำให้การมีประสิทธิภาพการไหลสูงสุด

สภาพที่สมบูรณ์แบบของทางหลวง และระดับความคล่องตัวสูงสุดของทาง หรือ MSF_i (Maximum Service Flow) สามารถอธิบายได้ว่าระดับความคล่องตัว i มีความคล่องตัวสูงสุดเท่าที่จะทำได้ในสภาพถนนที่สมบูรณ์และอัตราความคล่องตัวไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนช่องของทางหลวง ซึ่ง MSFi นี้มีหน่วยเป็น คัน/ชั่วโมง/ช่องจราจร (psphpl) และอัตราการไหลสูงสุดในระดับความคล่องตัวต่างๆ สำหรับทางหลวงโดยความเร็วรอบออกแบบ 70, 60 และ 50 ไมล์/ชั่วโมง ดังตาราง ซึ่งแสดงปริมาณความหนาแน่นการจราจรโดยประมาณสำหรับความเร็วต่างๆ ในแต่ละระดับความคล่องตัว และความสัมพันธ์ในตาราง จะแสดงในรูปของสมการ

$$MSF_i = c_j \times (v/c)_i \qquad (2.4)$$

เมื่อ MSF_i = อัตราไหลสูงสุดต่อหนึ่งช่องจราจรสำหรับระดับความคล่องตัวระดับ i ภายใต้สภาพทางที่สมบูรณ์แบบในหน่วยของ pcphpl

$(v/c)_i$ = อัตราปริมาณการจราจรต่อความจุการจราจรที่รองรับได้ของระดับคล่องตัว i (ดูตาราง)

c_j = ความสามารถรองรับได้ของทางที่สมบูรณ์แบบที่ใช้ความเร็วออกแบบ j

c_j = 2000 pcphpl สำหรับความเร็ว 60 - 70 ไมล์/ชั่วโมง และ 1900 pcphpl สำหรับความเร็ว 50 ไมล์/ชั่วโมง

ตารางที่ 2.1 ความเร็วในระดับต่างๆ

LOS	Density (pc/mi/ln)	70-mph Design speed			60-mph Design speed			50-mph Design speed		
		speed[b] (mph)	v/c	MSF[c] (pcphpl)	speed[b] (mph)	v/c	MSF[c] (pcphpl)	speed[b] (mph)	v/c	MSF[c] (pcphpl)
A	≤12	≥60	0.35	700	-	-	-	-	-	-
B	≤20	≥57	0.54	1,100	≥50	0.49	1,000	-	-	-
C	≤30	≥54	0.77	1,550	≥47	0.69	1,400	≥43	0.67	1,300
D	≤42	≥46	0.93	1,850	≥42	0.84	1,700	≥40	0.83	1,600
E	≤67	≥30	1.00	2,000	≥30	1.00	2,000	≥28	1.00	1,900
F	>67	<30	c	c	<30	c	c	<28	c	c

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.

2.3.4 อัตราการไหลและระดับความคล่องตัว

ค่า MSF_i เป็นอัตราที่สำคัญในการกำหนดระดับความคล่องตัวของทางหลวงได้ แต่สภาพที่สมบูรณ์แบบมักไม่ค่อยเกิดขึ้นจริง ซึ่งมีบางวิธีที่เปลี่ยนอัตรา MSF_i เป็นอัตราการไหลสมดุลต่ออัตราการไหลสูงสุดในสภาพจริง ส่วนระดับความคล่องตัวระดับใด ๆ (SF_i) สามารถนำไปเชื่อมโยงกับอัตราการไหลจากการนับจำนวนคันของยวดยาน (เช่น SF ในสมการ (2.2) และ (2.3) โดยการกำหนดระดับความคล่องตัวของทางหลวงนั้นซึ่งเป็นการอัตราการไหลในสภาพจริง จึงต้องมีการปรับปรุงค่าแฟกเตอร์ที่ใช้สำหรับจำนวนช่องจราจรต่าง ๆ ดังนี้

$$SF_i = MSF_i \times N \times f_w \times f_{HV} \times f_p \qquad (2.5)$$

เมื่อ SF_i = อัตราการไหลที่ระดับความคล่องตัว i ภายใต้สภาพจริง N ช่องทาง (ในแต่ละทิศทางการจราจร) โดยมีหน่วยเป็นคัน/ชั่วโมง

N = จำนวนช่องทางจราจร

f_w = ค่าปรับแก้สำหรับผลกระทบของสภาพความกว้างของช่องจราจรและหรือระยะช่องว่าง

f_p = ค่าปรับแก้สำหรับผลกระทบของความถี่ของผู้ขับขี่

f_{HV} = ค่าปรับแก้จากรถยนต์ที่ไม่ใช่รถยนต์โดยสารในเส้นทางจราจร (เช่น รถบรรทุกหนัก) เมื่อรวมเข้ากับสมการ จะได้

$$SF_i = c_j \times (v/c)_j \times N \times f_w \times f_{HV} \times f_p \qquad (2.6)$$

ตารางที่ 2.2 แฟกเตอร์สำหรับความกว้างของช่องทางจราจร

ฝั่งจราจร (ฟุต)	แฟกเตอร์ความกว้าง (f_w)							
	ด้านเดียว				สองด้าน			
	ความกว้างของช่องจราจร (ฟุต)							
	12	11	10	9	12	11	10	9
4 ช่องจราจร (2 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง)								
≥6	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
5	0.99	0.96	0.90	0.80	0.99	0.96	0.90	0.80
4	0.99	0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
3	0.98	0.95	0.89	0.79	0.96	0.93	0.87	0.77
2	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
1	0.93	0.90	0.85	0.76	0.87	0.85	0.80	0.71
0	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
6-8 ช่องจราจร (3-4 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง)								
≥6	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
5	0.99	0.95	0.88	0.77	0.99	0.95	0.88	0.77
4	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
3	0.98	0.94	0.87	0.76	0.97	0.93	0.86	0.76
2	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
1	0.95	0.92	0.86	0.75	0.93	0.89	0.83	0.72
0	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

ที่มา : *Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.*

โดยทั่วไปสำหรับแฟกเตอร์ต่าง ๆ ของรถบรรทุก รถบัส และรถพ่วง จะมีลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ทั้งในด้านอัตราการเร่งและการหยุด อีกทั้งยังมีขนาดด้านความยาว ความสูง และความกว้าง ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีผลต่อขีดความสามารถของถนนทั้งสิ้น ดังนั้นในการปรับแฟกเตอร์ f_{HV} สามารถพิจารณาได้สองแนวทางคือ ขั้นตอนแรก กำหนดรถโดยสารแต่ละประเภทที่มีเหมือนกับรถบรรทุก รถบัส หรือรถพ่วง และรถเหล่านี้แทนค่าโดย E_T สำหรับรถบรรทุก, E_B สำหรับรถบัส และ E_R สำหรับรถพ่วง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศและความลาดชันของสะพาน สำหรับความลาดชันของสะพานไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ของทางลาดเดียวที่ยาวกว่า 0.8 กิโลเมตรหรือทางลาดชันน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ และแฟกเตอร์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้พิจารณาได้จากตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าเทียบสำหรับยวดยานประเภทต่างๆ

แฟกเตอร์	สภาพภูมิประเทศ		
	พื้นราบ	เป็นเนิน	ภูเขา
E_T สำหรับรถบรรทุก	1.7	4.0	8.0
E_B สำหรับรถบัส	1.5	3.0	5.0
E_R สำหรับรถพ่วง	1.6	3.0	4.0

ดังนั้น แฟกเดอร์ที่เหมือนกัน ซึ่งนำมาใช้ก็คือ

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)} \qquad (2.7)$$

เมื่อ P's = สัดส่วนของรถหนักบนเส้นทางจราจร

E's = แฟกเตอร์เทียบเท่าจากตารางที่ 2.3

ตัวอย่างการคำนวณแฟกเดอร์ของรถหนักนี้ จะพิจารณาทางด้านสภาพภูมิประเทศที่เป็นเนิน โดยกำหนดให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของการจราจรที่เป็นรถบรรทุก อีก 7 เปอร์เซ็นต์เป็นรถบัส และ 3 เปอร์เซ็นต์จะเป็นรถพ่วง ดังนั้นแฟกเดอร์ที่เทียบเท่าก็คือ $E_T = 0.4$, $E_B = 0.3$ และ $E_R = 0.3$ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 สำหรับสัดส่วนของรถบรรทุกหนักคือ $P_T = 0.1$, $P_B = 0.07$ และ $P_R = 0.03$ จากนั้นแทนค่าลงในสมการจะได้ $f_{HV} = 0.67$ หรือลดลง 33 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่มีรถหนักในเส้นทางจราจร

2.3.6 การจัดระบบขนส่งมวลชน

เส้นทางการจราจรภายใต้สภาวะที่เหมาะสมนั้น ถ้าสมมติให้ประกอบไปด้วยการเดินทางในวันธรรมดาเป็นประจำ และเดินทางไปมาระหว่างบ้านกับสำนักงาน จะทำให้ผู้ใช้รถมีความคุ้นเคยกับทาง และสามารถหลบหลีกรถคันอื่นได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตามในหลาย ๆ สภาวะเส้นทางจราจรที่มีรถขนส่งมวลชน ซึ่งไม่คุ้นเคยกับสภาพทางหลวงเฉพาะแห่งและสภาพแวดล้อมทั่วไป ผู้ใช้รถอาจจะเกิดการวอกแวก ในสถานการณ์เช่นนี้การตัดสินทางวิศวกรรมจำเป็นที่จะต้องใช้แฟกเตอร์ของ f_p ในการจัดระบบทางเพื่อการจราจร

ตารางที่ 2.4 แฟกเตอร์การจัดระบบส่งมวลชน

ชนิดของเส้นทางจราจร	แฟกเตอร์, f_p
วันปกติหรือเดินทางไปมาระหว่างบ้านและสำนักงาน	1.0
อื่น ๆ	0.75 - 0.09 a

2.3.7 ทางหลวงหลายช่องจราจร

การวิเคราะห์ระบบทางหลวงหลายช่องจราจรมีสภาพใกล้เคียงกับทางด่วน ซึ่งจะออกแบบความเร็ว ($C_{70} = C_{60} = 2000$ pcphpl, $C_{50} = 1900$ pcphpl) และค่าสูงสุดของสมการพื้นฐาน ยกเว้นสมการซึ่งแทนค่าโดย

$$Sf_i = MSF_i \times N \times f_w \times f_{HV} \times f_p \times f_E \qquad (2.8)$$

การใช้สมการนี้ต้องใช้ค่าในตารางที่ 2.5,2.6,2.7,2.8 และ 2.9 ซึ่งมีความสำคัญเหมือนกับตารางที่ 2.1,2.2,2.3 และ 2.4 ตามลำดับ ซึ่งในการวิเคราะห์ทางด่วน นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มแฟกเตอร์ในการจัดระบบ และชนิดของทางหลวงหลายช่องจราจรอีก 2 ประการ คือ

ประการแรก เป็นการอธิบายประสิทธิภาพของการจราจรที่ดีกว่าก่อนถูกแบ่งช่องจราจร เช่น เครื่องหมายหรือเครื่องกีดกั้นแยกการจราจร และทางหลวงหลายช่องจราจรที่ถูกแบ่ง เช่น แยกการไหลโดยเส้นกึ่งกลาง ซึ่งยอมลดประสิทธิภาพของการจราจรจากผลของการแทรกแซงจากการจราจรที่สวนทางกัน

ประการที่สอง อธิบายสภาพความเป็นจริงสำหรับทางเข้าของทางหลวง โดยไม่ได้ควบคุมสภาพแวดล้อมที่จะทำให้การจราจรสะดุดหยุดลง (การกลับรถทางแยกอื่น ๆ) เมื่อเทียบกับทางชนบท ดังนั้นค่าที่เหมาะสมของ f_E มีให้เลือกใช้จากตารางที่ 2.8 และ f_w เป็นความหมายที่ประกอบด้วยความกว้างของช่องจราจรและช่องว่างด้านข้าง สำหรับทางหลวงหลายช่องจราจรนั้นขึ้นอยู่กับทางหลวงที่ถูกแบ่ง (ดูตารางที่ 2.8) บวกผลกระทบของ f_w

ตารางที่ 2.5 ข้อกำหนดระบบทางหลวงหลายช่องจราจร

LOS	Density (PC/mi/ln)	70-mph Design speed			60-mph Design speed			50-mph Design speed		
		speed[b] (mph)	v/c	MSF[a] (mph)	speed[b] (mph)	v/c	MSF[a] (pcphpl)	speed[b] (mph)	c/c	MSF[a] (pcphpl)
A	≤12	≥60	0.35	700	≥50	0.33	650	-	-	-
B	≤20	≥57	0.54	1,100	≥48	0.50	1,000	≥42	0.45	850
C	≤30	≥54	0.77	1,550	≥44	0.65	1,400	≥39	0.60	1,150
D	≤42	≥46	0.93	1,850	≥40	0.80	1,700	≥35	0.76	1,450
E	≤67	≥30	1.00	2,000	≥30	1.00	2,000	≥28	1.00	1,900
F	>67	<30	c	c	<30	c	c	<28	c	c

[a] ความเร็วเฉลี่ย [b] อัตราการไหลสูงสุด [c] ค่าที่เปลี่ยนแปลง, ไม่คงที่

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research

ตารางที่ 2.6 แฟกเตอร์การจัดระบบความกว้างสำกรับทางหลวงหลายช่องจราจร

[a]ระยะจากของทางถึงจุดกั้น (ฟุต)	แฟกเตอร์ความกว้าง (f_w)							
	[b]เครื่องกั้นด้านเดียว				[c]เครื่องกั้นสองด้าน			
	ความกว้างของช่องจราจร (ฟุต)							
	12	11	10	9	12	11	10	9
ทางหลวง 4 ช่องจราจร ถูกแบ่งเป็น 2 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง								
≥ 6	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
4	0.99	0.96	0.90	0.81	0.98	0.95	0.89	0.79
2	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
ทางหลวง 6 ช่องจราจร ถูกแบ่งเป็น 3 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง								
≥ 6	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.89	0.78
4	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
2	0.97	0.96	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
0	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70
ทางหลวง 4 ช่องจราจร ไม่ถูกแบ่งเป็น 2 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง								
≥ 6	1.00	0.95	0.89	0.77	NA	NA	NA	NA
4	0.98	0.94	0.88	0.76	NA	NA	NA	NA
2	0.95	0.92	0.86	0.75	0.94	0.91	0.86	NA
0	0.88	0.85	0.80	0.70	0.81	0.79	0.74	0.66
ทางหลวง 6 ช่องจราจร ไม่ถูกแบ่งเป็น 3 ช่องจราจรในแต่ละทิศทาง								
≥ 6	1.00	0.95	0.89	0.77	NA	NA	NA	NA
4	0.99	0.94	0.88	0.76	NA	NA	NA	NA
2	0.97	0.93	0.86	0.75	0.96	0.92	0.85	NA
0	0.94	0.90	0.83	0.72	0.91	0.87	0.81	0.70

[a] ใช้ระยะเฉลี่ยจากที่กั้น 2 ด้าน เมื่อระยะทางที่กั้นด้านซ้ายและขวาต่างกัน

[b] แฟกเตอร์สำหรับที่กั้นด้านเดียวที่ยอมให้สำหรับการไหลสวนทางกัน

[c] เครื่องกั้นสองด้านรวมทั้งข้างถนนด้านหนึ่ง และที่กั้นกลางด้านหนึ่ง ซึ่งที่กั้นกลางอาจอยู่กึ่งกลางของทางหลวงที่ถูกแบ่งหรือที่จุดกึ่งกลางของทางหลวงที่แยกออกจากกัน โดยที่ NA = Not applicable ซึ่งใช้แฟกเตอร์สำหรับที่กั้นด้านเดียว

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Washington Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.

ตารางที่ 2.7 ขวดขานสำหรับทางหลวงหลายช่องจราจร

แฟกเตอร์	สภาพภูมิประเทศ		
	เป็นพื้นราบ	เป็นเนิน	เป็นภูเขา
E_T สำหรับรถบรรทุก	1.3	4.0	8.0
E_B สำหรับรถบัส	1.5	3.0	5.0
E_R สำหรับรถพ่วง	1.6	3.0	4.0

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.

ตารางที่ 2.8 แฟกเตอร์การจัดระบบสำหรับทางหลวงหลายช่องจราจร

ลักษณะของทาง	แยกออกจากกัน	ไม่แยกออกจากกัน
ในชนบท	1.00	0.95
ในเมือง	0.90	0.80

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.

ตารางที่ 2.9 แฟกเตอร์การจัดระบบขนส่งมวลชนในทางหลวงหลายช่องจราจร

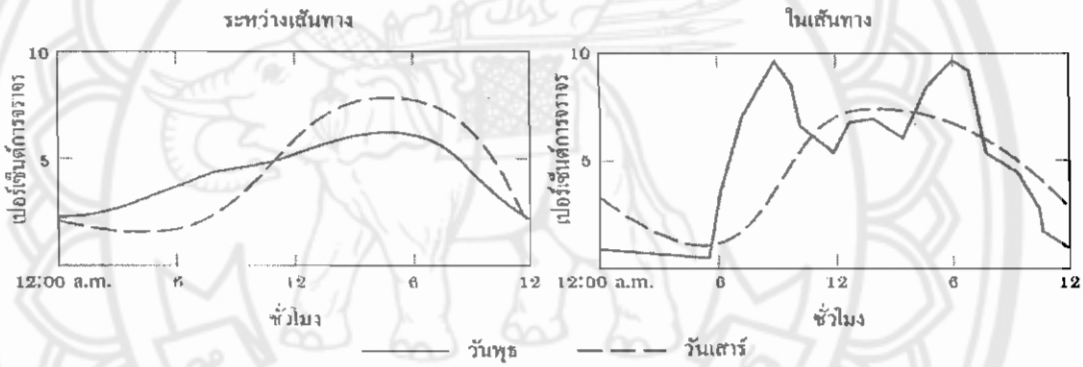
การขนส่งมวลชน	แฟกเตอร์ E_p
การเดินทางไปมาระหว่างบ้าน และสำนักงาน หรือใช้ไปที่อื่น ๆ เป็นประจำ	1
สถานที่หย่อนใจ หรือใช้ไปที่อื่นเป็นครั้งคราว	0.75 - 0.9

ที่มา : Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington D.C., 1985.

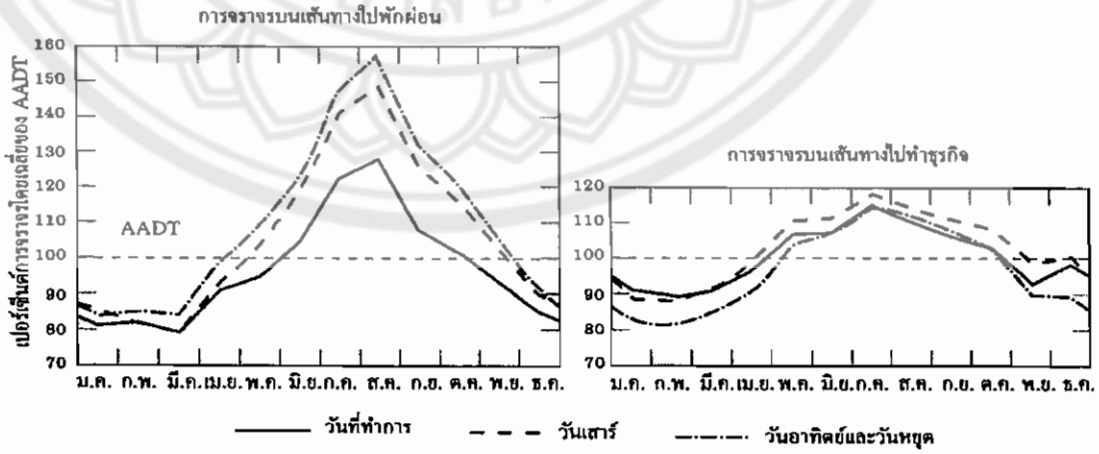
2.4 การคำนวณปริมาณจราจร

การไหลของปริมาณจราจรที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเกิดจากชั่วโมงเร่งด่วนจะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการพิจารณา จึงมีคำถามว่า เราจะมีข้อกำหนดในการออกแบบทางสำหรับใช้ในชั่วโมงเร่งด่วนอย่างไร (การกำหนดความกว้างของช่องจราจรที่ต้องการใช้ และปริมาณการใช้ทาง หรือทำการวิเคราะห์ความแออัดของการจราจร)

คำถามนี้ประกอบขึ้น สองส่วนด้วยกัน ส่วนที่ 1 มีการพิจารณาขนาดของปริมาณการจราจรโดยเวลาต่อวัน และต่อสัปดาห์ รวมทั้งชนิดของทางดังรูปที่ 1 (ชั่วโมงการผันแปรระหว่างเส้นทางและในเส้นทาง) สำหรับรูปที่ 2 (แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรในแต่ละเดือน) นั้นจะให้ขนาดโดยใช้เวลาต่อปีมาเปรียบเทียบการไหลกับค่าเฉลี่ยต่อปีของจราจร AADT (ในหน่วยของยวดยานต่อวัน และคำนวณจำนวนการจราจรทั้งหมด โดยแบ่งจำนวนของวันใน 1 ปี) ส่วนที่ 2 คือสิ่งที่มากกว่าในส่วนแรกนั่นเอง



รูปที่ 2.4 ชั่วโมงการผันแปรระหว่างเส้นทางและในเส้นทาง
(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)



รูปที่ 2.5 แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรในแต่ละเดือน
(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)

ดังนั้นในการออกแบบระบบทั่วๆไปมักใช้ปริมาณจราจรสูงสุดในชั่วโมงเร่งด่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและตำแหน่งของทาง ได้แก่ ทางในเมือง ทางคู่ขนาน และอีกมากมายหลายแบบ ส่วนข้อมูลการจราจรของท้องถิ่นที่จะนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจในการออกแบบทางวิศวกรรมนั้น บางครั้งการออกแบบมักจะใช้ปริมาณสูงสุดของปี และในทางปฏิบัติค่า K จะเป็นตัวแปรที่ถูกใช้ในการแปลงปริมาณจราจรแห่งปี โดยเฉลี่ยสูงสุดที่ 30 ชั่วโมง และค่า K จะถูกกำหนดให้

$$K = DHV/AADT \qquad (2.9)$$

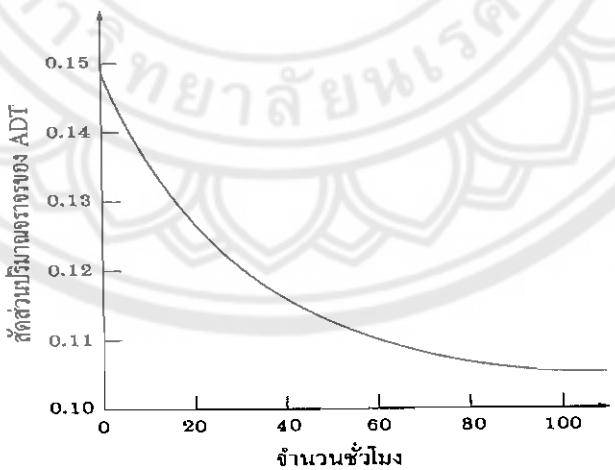
เมื่อ DHV = ปริมาณจราจร/ชั่วโมงในแต่ละวัน

AADT = ปริมาณจราจรโดยเฉลี่ย/วันตลอดทั้งปี

ในการวิเคราะห์และออกแบบทางบางชนิดไม่ว่าจะเป็นทางช่องจราจรเดียวหรือทางคู่ขนานจะต้องเกี่ยวข้องกับการวางตำแหน่งและทิศทางการไหลของการจราจร ด้วยเหตุนี้ค่าแฟกเตอร์ย่อมต้องการสนองตอบต่อสัดส่วนของการเดินทางในชั่วโมงเร่งด่วนในทิศทางนั้น และค่าแฟกเตอร์นี้ก็คือ D ซึ่งจะนำไปใช้ในการออกแบบ

ทิศทางในการออกแบบปริมาณโดยการประยุกต์ DDHV ก็คือ

$$DDHV = K \times D \times AADT$$



รูปที่ 2.6 แสดงปริมาณจราจรสูงสุด

(วิศวกรรมการทางและวิเคราะห์การจราจร ผศ. วิศิษฏ์ ประทุมสุวรรณ)