



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา

วิศวกรรมโยธา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง โปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก
ประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง

Capacity and Level of Service of Uninterrupted Flow Facilities Analysis Program

นามผู้วิจัย นางสาวศศพร กันทาเจตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวานากุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ชวเลข วณิชเวทิน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทวางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก
ประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง

Capacity and Level of Service of Uninterrupted Flow Facilities Analysis Program

โดย

นางสาวศตพร กันตเจตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2554

ศตพร กัณฑเจตน์ 2554: โปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง ปริญญวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวานากุล, Ph.D. 197 หน้า

ความมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการของถนน โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดความสะดวก และรวดเร็วในการทำงาน อีกทั้งสามารถช่วยตัดสินใจในงานออกแบบทาง งานวิจัยนี้ได้ยึดหลักมาตรฐานการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการตามมาตรฐานของ Highway Capacity Manual (TRB, 2000) ซึ่งตัวโปรแกรมแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ โปรแกรมที่ช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทาง ทางหลวงหลายช่องทาง ทางด่วนช่วงทางปลอด พื้นที่ทางไขว้กัน และทางเชื่อม

โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม PHP.NET ผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ได้โดยรูปแบบในการป้อนข้อมูลและการแสดงผลของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นตาราง ซึ่งทำให้สะดวกในการป้อนข้อมูล และดูผลการวิเคราะห์ ผลจากการนำไปทดสอบการใช้งานพบว่า โปรแกรมสามารถใช้งานได้สะดวกและรายงานผลการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Sataporn Kuntajat 2011: Capacity and Level of Service of Uninterrupted
Flow Facilities Analysis Program. Master of Engineering (Civil Engineering),
Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor:
Associate Professor Pongsak Suriyavanagul, Ph.D. 197 pages.

The purpose of this research was to study capacity and level of service of uninterrupted flow facilities analysis program to help in analyzing capacity and level of service of ways with the aim to accuracy in working and enhance speed and also making decision in designing highways. This research based on standard of capacity and level of service according to the standard of Highway Capacity Manual (TRB, 2000). The program comprises of 5 main parts: ending capacity and level of service of uninterrupted flow facilities analysis program for Two Lane Highways, Multilane Highways, Basic Freeways sections, Freeways Weaving and Ramps and Ramp junctions.

The program developed from PHP.NET program which for internet access with table format in value input and result that simply to key in and comprehend the result. The developed program testing show conveniently and accelerate the analysis report for efficient usage.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวานกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ตรวจสอบ
วิทยานิพนธ์ และให้ความเมตตากรุณาอบรมสั่งสอนตลอดมา พร้อมทั้งขอกราบขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์ชวเลข วณิชเวทิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และ
คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณสุปริษา พุ่งกิริติ สำหรับกำลังใจที่ดีตลอดมา และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน
ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ รวมทั้งกำลังใจและสนับสนุนการวิจัยเสมอมา

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ บิดา คุณพิเชษฐ กัณฑเจตน์ มารดา คุณพิไลลักษณ์
กัณฑเจตน์ และน้องสาว นางสาวพัชรา กัณฑเจตน์ ที่ให้ความสนับสนุน ดูแล เป็นห่วงเป็นใย และ
เป็นกำลังใจเสมอมา จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ประโยชน์อันใดที่พึงได้รับจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบให้แก่ บิดา มารดา และครูอาจารย์
ทุกท่าน ที่ได้ให้ความเมตตาอบรมสั่งสอนจนมีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน

ศตพร กัณฑเจตน์

เมษายน 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	102
อุปกรณ์	102
วิธีการ	102
ผลและวิจารณ์	111
สรุปและข้อเสนอแนะ	137
สรุป	137
ข้อเสนอแนะ	138
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	139
ภาคผนวก	140
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	197

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรวัดประสิทธิผลสำหรับระดับบริการของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ	8
2	เกณฑ์หาระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทาง	15
3	ตัวประกอบปรับแก้ค่า FFS สำหรับความกว้างช่องทางและไหล่ทาง	21
4	ตัวประกอบปรับแก้ค่า FFS สำหรับความหนาแน่นจุดเชื่อมต่อ	21
5	ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับช่วงทางแนวทางทั่วไปและความลาดชันลงจำเพาะ	24
6	ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับทางลาดชันขึ้นจำเพาะของการหา ATS	24
7	ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับทางลาดชันขึ้นจำเพาะของการหา PTSF	26
8	รถนั่งสมมูล (E_T และ E_R) ของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหา ATS และ PTSF	30
9	รถนั่งสมมูลของรถบรรทุกสำหรับความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา ATS	30
10	รถนั่งสมมูลของรถ RV ของความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา ATS	32
11	รถนั่งสมมูลของรถบรรทุกและรถ RV บนทางลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา PTSF	35
12	รถนั่งสมมูลของรถบรรทุกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเกือบคลาน บนทางลาดชันลงจำเพาะ สำหรับการหา ATS	37
13	ตัวประกอบปรับแก้ค่า ATS เนื่องจากผลกระทบของเขตห้ามแซง บนช่วงทางวิเคราะห์สองทิศทาง	38
14	ตัวประกอบปรับแก้ค่า ATS ของผลกระทบเขตห้ามแซง บนช่วงทางวิเคราะห์ทิศทางเดียว	39
15	ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSF ของผลกระทบรวมของการกระจายตามทิศทาง การเคลื่อนที่และเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซงบนช่วงทางกรณีวิเคราะห์สองทิศทาง	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSE สำหรับของเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแข่งบน ช่วงทางกรณีวิเคราะห์ทิศทางเดียว	44
17	ค่าสัมประสิทธิ์ “a” และ “b” ที่ใช้ในสมการ 8.9	47
18	ความยาวเหมาะสมที่สุดของช่องทางสำหรับแข่งบนทางหลวงสองช่องทาง	48
19	ผลกระทบความยาวของช่วงปลายทางโดยช่องทางสำหรับการแข่ง บนช่วงทิศทางหนึ่งบนแนวทางระนาบหรือเป็นเนินเขา	49
20	ตัวประกอบปรับแก้ของช่องทางสำหรับแข่งบนช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง	51
21	ตัวประกอบปรับแก้ของช่องทางกีดขวางสำหรับช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง	52
22	เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง	57
23	เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางด่วน	59
24	เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางหลวงหลายช่องทาง	60
25	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความกว้างช่องทางบนทางด่วน	66
26	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับระยะปลอดโล่งข้างทางบนทางด่วน	67
27	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับจำนวนช่องทางบนทางด่วน	68
28	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความหนาแน่นทางแยกต่างระดับ บนทางด่วน	69
29	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความกว้างช่องทางบนทางหลวงหลาย ช่องทาง	70
30	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับระยะปลอดโล่งข้างทางทั้งหมด บนทางหลวงหลายช่องทาง	72
31	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับประเภถนวนบนทางหลวงหลายช่องทาง	72
32	ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความหนาแน่นจุดเชื่อมบนทางหลวง หลายช่องทาง	73
33	รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุก รถโดยสาร และรถ RV บนช่วงทางยาว สำหรับสภาพ แนวทางต่างๆ ของทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง	77
34	รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุก และรถโดยสาร รถ RV บนทางลาดชันขึ้น	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
35	รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV บนทางลาดชันขึ้น	80
36	รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุก และรถโดยสาร บนทางลาดลง	81
37	การพิจารณาหาประเภทพื้นที่การไถ่กู้	85
38	ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการในพื้นที่การไถ่กู้	86
39	ค่าคงที่สำหรับการคำนวณ S_w และ S_{nw} ในพื้นที่การไถ่กู้	88
40	มาตรฐานสำหรับการดำเนินการแบบ Unconstrained Condition และ Constrained Condition ในพื้นที่การไถ่กู้	89
41	ขีดจำกัดของพื้นที่การไถ่กู้	91
42	ระดับบริการของพื้นที่การไถ่กู้	92
43	เปอร์เซ็นต์การประมาณปริมาณการจราจรที่คงเหลือในช่องจราจรที่ 1 จากปริมาณการจราจรตรงทั้งหมด	97
44	มาตรฐานระดับบริการเมื่อพิจารณา Checkpoint Volumes	101

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สภาพการจราจรสำหรับระดับบริการต่างๆ ของทางด่วน	7
2	ระดับบริการและอัตราการไหลบริการ	10
3	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ATS และ PTSF บนช่วงทางพื้นฐาน สำหรับทางหลวงสองช่องทาง	16
4	ตัวอย่างช่วงทางของช่องทางสำหรับแซง	50
5	ความสัมพันธ์ของความเร็วและอัตราการไหล สำหรับทางด่วน	55
6	ความสัมพันธ์ของความเร็วและอัตราการไหล สำหรับทางหลวงหลาย ช่องทาง	55
7	พื้นที่การไขว้กัน	82
8	การวัดความยาวของการไขว้	82
9	พื้นที่การไขว้กันแบบ A	83
10	พื้นที่การไขว้กันแบบ B	84
11	พื้นที่การไขว้กันแบบ C	85
12	แผนภูมิการไขว้กัน	90
13	ลักษณะของทางร่วมประเภทต่างๆ	93
14	ลักษณะปริมาณจราจรบนทางด่วนในช่องจราจรที่อยู่ติดกับทางร่วม	94
15	ปริมาณการจราจรประเภทต่าง ๆ ณ บริเวณจุดตัดทางร่วมกับทางด่วน	95
16	ปริมาณการจราจร ณ จุดตัดระหว่างทางร่วมกับทางด่วน	96
17	เปอร์เซ็นต์ปริมาณการจราจรจาก/เข้าทางร่วม ในช่องจราจรที่ 1	98
18	การมีรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1	99
19	แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม	103
20	ผังแสดงการทำงานของ Two-Lane Highways	106
21	ผังแสดงการทำงานของ Multilane Highways	107
22	ผังแสดงการทำงานของ Freeways Basic sections	108
23	ผังแสดงการทำงานของ Weaving areas	109
24	ผังแสดงการทำงานของ Freeways Ramp junctions	110

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	หน้าต่างแสดงส่วนประกอบหลักของโปรแกรม	112
26	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways สำหรับการวิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง	113
27	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด	113
28	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทาง ที่มีช่องทางสำหรับแซง	114
29	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways	115
30	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway Segment	116
31	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving	117
32	หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions	118
33	หน้าต่างส่วนแสดงเมนู Next	120
34	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง	121
35	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด	122
36	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทางที่มี ช่องทางสำหรับแซง	123
37	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways	124

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
38	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway	125
39	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving	126
40	หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions	127
41	หน้าต่างส่วนแสดงเมนู View Printer Friendly Version	128
42	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง	129
43	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด	130
44	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับ วิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง	131
45	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways	132
46	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway	133
47	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving	134
48	หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions	135

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 หน้าจอแสดงการเปิดใช้งานโปรแกรม	141
2 ส่วนของ User Interface สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	143
3 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	144
4 แสดงการคลิกเลือกอัตราส่วนปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางในเมนู Directional split	145
5 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	146
6 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	147
7 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	149
8 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway	150
9 ส่วนของ User Interface สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	151
10 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	152
11 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	153
12 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	154
13 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	156
14 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment	157
15 ส่วนของ User Interface สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	158
16 ส่วนของ User Interface สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	159

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
17 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	161
18 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	162
19 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	164
20 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane	165
21 ส่วนของ User Interface สำหรับ Multilane Highways	166
22 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Multilane Highways	167
23 แสดงการคลิกเลือก จำนวนช่องทางในเมนู Number of lanes	168
24 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways	169
25 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Multilane Highways	170
26 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Multilane Highways	171
27 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Multilane Highways	172
28 ส่วนของ User Interface สำหรับ Basic Freeway Segment	173
29 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Basic Freeway Segment	174
30 แสดงการคลิกเลือก จำนวนช่องทางในเมนู Number of lanes	175
31 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment	176
32 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Basic Freeway Segment	177
33 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Basic Freeway Segment	178

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
34	วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Basic Freeway Segment	179
35	ส่วนของ User Interface สำหรับ Freeway Weaving	180
36	ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Freeway Weaving	181
37	แสดงการคลิกเลือก ชนิดของ Weaving ในเมนู Weaving type	181
38	ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving	183
39	แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Freeway Weaving	184
40	ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Freeway Weaving	186
41	วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Freeway Weaving	187
42	ส่วนของ User Interface สำหรับ Ramps and Ramp Junctions	188
43	ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Ramps and Ramp Junctions	189
44	แสดงการคลิกเลือกชนิดของ Ramps	191
45	ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions	192
46	แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Ramps and Ramp Junctions	193
47	ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Ramps and Ramp Junctions	195
48	วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Ramps and Ramp Junctions	196

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก ประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง

Capacity and Level of Service of Uninterrupted Flow Facilities Analysis Program

คำนำ

สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการจราจร อาทิเช่น ทางด่วน และทางหลวง มีความสำคัญมากต่อการจราจรและขนส่ง เพราะถ้ามีการออกแบบที่ไม่ได้มาตรฐาน อาจก่อให้เกิดผลกระทบหลายอย่างตามมา เช่น อุบัติเหตุ ปัญหาการจราจรติดขัด การสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง และเวลาที่สูญเสียไปจากการติดขัดของการจราจร เป็นต้น

ในการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านการจราจรต่างๆ นั้น สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ประสิทธิภาพ หรือความสามารถที่เพียงพอในการรองรับปริมาณจราจรได้อย่างสะดวก และปลอดภัย ซึ่งความจุ และระดับบริการจะเป็นตัววัดประสิทธิภาพดังกล่าวที่สำคัญที่สุด การคำนวณความจุ และระดับบริการสามารถคำนวณได้ตามกระบวนการวิเคราะห์ของ Highway Capacity Manual (TRB, 2000) แต่ค่อนข้างจะยุ่งยากในการวิเคราะห์ เพราะต้องพิจารณาเงื่อนไข สูตรคำนวณ การอ้างอิงข้อมูล และค่าปรับแก้ต่าง ๆ จากตารางเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ และค่าที่ทำให้การวิเคราะห์อาจเกิดการผิดพลาด ทำให้เกิดความเสียหายจากการนำค่าที่ผิดพลาดไปใช้ในการออกแบบ

จากเหตุผลข้างต้น จึงได้ศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนาโปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการปรับแก้ข้อมูล สามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้พัฒนา และปรับปรุงแก้ไขสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการ สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ ทางหลวงสองช่องทาง ทางหลวงหลายช่องทาง ทางด่วน พื้นที่ทางไขว้กัน และ ทางเชื่อม โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้คือ

1. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานโปรแกรม
3. ผลที่ได้รับ(Out put) คือผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในรูปแบบของ file Adobe Acrobat (*.pdf) ที่ผู้ใช้สามารถนำไป plot ลงกระดาษและนำไปใช้ในงานได้ทันที

ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้มุ่งศึกษา และจัดทำโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกในการไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วย

1. ทางหลวงสองช่องทาง
2. ทางหลวงหลายช่องทาง
3. ทางด่วน
4. พื้นที่ทางไขว้กัน
5. ทางเชื่อม

โดยการศึกษาใช้รูปแบบการวิเคราะห์ที่อ้างอิงหลักการวิเคราะห์ค่าความจุ และระดับบริการของ Highway Capacity Manual 2000

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้โปรแกรมที่มีความสามารถที่จะทำการวิเคราะห์หาค่าความจุ และค่าระดับบริการ สำหรับทางหลวงสองช่องทาง ทางหลวงหลายช่องทาง ทางด่วน พื้นที่ทางไขว้กัน และทางเชื่อม โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ที่อ้างอิงหลักการวิเคราะห์หาค่าความจุ และระดับบริการของ Highway Capacity Manual (TRB, 2000)
2. โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม PHP.NET ผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย รูปแบบในการป้อนข้อมูลและการแสดงผลของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นตาราง ซึ่งทำให้สะดวกในการป้อนข้อมูล และดูผลการวิเคราะห์
3. โปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพในการคำนวณผลที่ดีและให้ค่าผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีความถูกต้อง สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงถนนให้มีระดับการบริการที่ดีขึ้นได้

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการที่ผ่านมา

McTrans (2008-2010) ได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการ โดยใช้ชื่อโปรแกรมว่า HCS+ โดยโปรแกรมมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการ โดยอ้างอิงตาม Highway Capacity Manual

วรพล และคณะ (2544) ได้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการที่ทางแยก ซึ่งเขียนขึ้นด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอคเซส ใช้ชื่อโปรแกรมว่า Intersection โดยตัวโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการที่ทางแยกสัญญาณไฟ และส่วนของการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการที่ทางแยกไร้สัญญาณไฟ กระบวนการวิเคราะห์ทั้งหมดอ้างอิงจากการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการที่ทางแยกของ Highway Capacity Manual (TRB, 1994) โดยมีการปรับค่าตัวแปรบางตัวเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการจราจรของประเทศไทยที่เป็นแบบเดินรถช่องทางด้านซ้าย ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ในแต่ละขั้นตอนด้วยเวลาอันสั้น และสะดวกต่อการปรับแก้ข้อมูลเพื่อการคำนวณใหม่

ปริญญ และคณะ (2551) ได้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์ระดับบริการสำหรับทางด่วน (ศึกษาเฉพาะช่วงทางลอด) ทางหลวงสองช่องทางวิ่งสองทิศทาง และทางหลวงหลายช่องทางจราจร ด้วยภาษา C# โดยใช้โปรแกรม Visual Studio.NET เพื่อวัดระดับการให้บริการของถนน ซึ่งโปรแกรมมีข้อจำกัดในการใช้คือ ผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมจราจรเบื้องต้น

กิตติ และคณะ (2545) ได้ทำการวิเคราะห์สภาพความจุและระดับบริการบนทางด่วนสายบางนา-ชลบุรี โดยทำการคำนวณความจุและระดับบริการตามวิธีการของ HCM พบว่าวันทำการจะมีระดับบริการไม่เป็นที่น่าพอใจ แต่วันเสาร์ อาทิตย์ มีระดับบริการที่น่าพอใจ

เกษม ชูจารุกุล (2551) กล่าวว่า ณ ปัจจุบัน เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์สภาพความจุและระดับบริการในประเทศไทย ยังคงเป็นเกณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ดี ในบางประเทศก็ได้มีการค้นคว้าวิจัย เพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมกับประเทศนั้นๆ ซึ่งยังคงแนวคิดของตัวอักษรแสดง

ระดับการให้บริการ 6 ค่า แต่มีการปรับเปลี่ยนเกณฑ์สำหรับแต่ละระดับการให้บริการ (ระดับการให้บริการ 6 ค่า คือ LOS A ถึง LOS F)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. นิยามที่เกี่ยวข้อง

1.1 คู่มือความจุถนน (Highway Capacity Manual, HCM) หมายถึง หนังสือที่รวบรวมเทคนิคและวิธีการต่างๆ ในการวิเคราะห์หาความจุ และระดับบริการของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่ง ซึ่งได้มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยหน่วยงานที่ชื่อว่า คณะกรรมการวิจัยด้านการขนส่ง (Transportation Research Board, TRB)

1.2 ชนิดของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่ง (Types of Transportation Facilities) สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) สิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง (Uninterrupted Flow) เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่ให้การเดินทางเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่มีการรบกวนจาก สัญญาณไฟ ป้ายหยุด หรือป้ายให้ทาง ได้แก่ ทางหลวงสองช่องทาง ทางหลวงหลายช่องทาง ทางด่วน พื้นที่ทางไขว้กัน และ ทางเชื่อม

2) สิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างไม่ต่อเนื่อง (Interrupted Flow) เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีการรบกวนการเดินทางเป็นครั้งคราว เช่น สัญญาณไฟ ป้ายหยุด ป้ายให้ทาง หรือแม้กระทั่งการรบกวนจากกระแสน้ำจราจรที่มาตัดทาง เช่น รถที่วิ่งมาจากทางร่วมทางแยก และคนข้ามถนน เป็นต้น สิ่งอำนวยความสะดวกประเภทนี้ได้แก่ ทางแยกสัญญาณไฟ ทางแยกไม่มีสัญญาณไฟ, ถนนในเมือง, การขนส่ง, คนเดินเท้า, จักรยาน

1.3 ความจุ (Capacity) ความจุของสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่ง หมายถึง จำนวนสูงสุดของคนหรือยานพาหนะที่คาดว่าจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านจุด หรือช่วงระยะใดระยะหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคงที่ของช่องจราจรหนึ่ง หรือของถนนสายหนึ่งในเวลาที่กำหนด ภายใต้สภาพทั่วไป (Prevailing Conditions) ของถนน กระแสน้ำจราจร และการควบคุมต่างๆ ด้านการจราจร

1.4 สภาพทั่วไป (Prevailing Conditions) คือ สภาพที่เป็นไปของระบบการจราจร ซึ่งแยกออกเป็น สภาพของถนน กระแสจราจร และการควบคุมด้านจราจร

1.5 ระดับบริการ (Level of Service, LOS) HCM 2000 ได้ให้คำจำกัดความของระดับบริการ (LOS) ไว้เป็นดังนี้ ระดับบริการเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของสิ่งอำนวยความสะดวก ด้วยการอธิบายถึงสภาพการดำเนินการภายในกระแสจราจร โดยทั่วไป พจน์ที่ใช้เป็นมาตรวัดได้แก่ ความเร็ว และเวลาในการเดินทาง ความมีอิสระในการเคลื่อนไหว อุปสรรคการจราจร รวมทั้งความสะดวก และความสบาย ในทางปฏิบัติได้กำหนดระดับบริการออกเป็น 6 ระดับ จากระดับ A ถึงระดับ F โดยระดับบริการ A หมายถึงสภาพการใช้งานดีมาก และระดับบริการ F เป็นสภาพการใช้งานแย่มาก ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ระดับบริการ A



ระดับบริการ B



ระดับบริการ C



ระดับบริการ D



ระดับบริการ E



ระดับบริการ F

ภาพที่ 1 สภาพการจราจรสำหรับระดับบริการต่างๆ ของทางด่วน

ที่มา: HCM (2000)

1.6 มาตรฐานประสิทธิภาพ คือ ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออธิบายระดับบริการของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จากการศึกษาวิจัยจนปัจจุบัน ได้มีการกำหนดมาตรฐานวัดคุณภาพของประเภทสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ได้แม่นยำขึ้น โดยแต่ละประเภทสิ่งอำนวยความสะดวกมีมาตรวัด

ประสิทธิภาพเฉพาะ ตารางที่ 1 แสดงมาตรวัดที่ใช้ในการกำหนดระดับบริการที่กล่าวอ้างอิงใน HCM 2000

ตารางที่ 1 มาตรวัดประสิทธิภาพสำหรับระดับบริการของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

Type of Flow	Type of Facility	Measure of Effectiveness
Uninterrupted Flow	Freeway	
	Basic Sections	Density (pc/km/ln)
	Weaving Areas	Density (pc/km/ln)
	Ramp Junctions	Density (pc/km/ln)
	Multilane Highways	Density (pc/km/ln)
	Two-Lane Highways	Average Travel Speed (km/h) Percent Time Spent Following (%)
Interrupted Flow	Signalized Intersections	Control Delay (s/veh)
	Unsignalized Intersections	Control Delay (s/veh)
	Urban Streets	Average Travel Speed (km/h)
	Transit	Service Frequency (veh/day) Service Headway (min) Passengers/Seat
	Pedestrians	Space (ft ² /ped) Frequency of (Conflicting) Events
	Bicycles	(events/h)

ที่มา: Roess *et al.* (2004)

1.7 ปริมาณจราจร (Traffic Volume) หมายถึง ปริมาณยานพาหนะทั้งหมดที่แล่นผ่านจุดหรือระยะทางช่วงหนึ่งของช่องจราจรใด ๆ ของถนนสายหนึ่ง ภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจเป็นรายชั่วโมง, วัน, เดือน หรือปี

1.8 ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง (Hourly Volume) หมายถึง ปริมาณจราจรจริงบนสายทาง มีหน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณจราจรที่มีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง (ปริมาณจราจรสูงสุด) มักจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์คำนวณการจราจร

1.9 อัตราการไหล (Flow Rate) หมายถึง ค่าเทียบเป็นรายชั่วโมงของยานพาหนะทั้งหมด ที่แล่นผ่าน จุด ๆ หนึ่งที่กำหนด หรือช่วงความยาวหนึ่งที่มีลักษณะคงที่ของช่องจราจรหรือถนน ในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งน้อยกว่า 1 ชั่วโมง (ปกติใช้ 15 นาที)

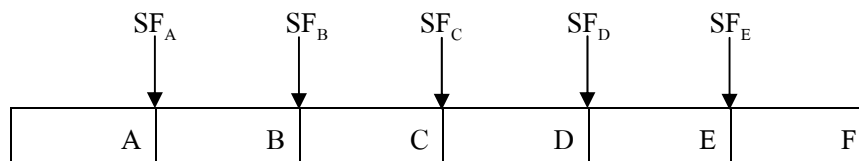
1.10 อัตราการไหลบริการ (Service Flow Rate) หมายถึง อัตราการไหลจริง ได้จากการ ขยายปริมาณจราจรสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีเป็นปริมาณจราจรต่อชั่วโมง แล้วมีค่าสูงสุดที่สุด จาก ตัวอย่างการหาอัตราการไหลอัตราการไหลบริการมีค่าเท่ากับ 4800 คัน/ชั่วโมง ค่าอัตราการไหล บริการนี้จะสะท้อนถึงปริมาณการจราจรที่คาดว่าจะสามารถผ่านจุดหรือช่วงระยะใดระยะหนึ่งไป อย่างสม่ำเสมอ (Uniform) ขณะที่กำลังอยู่ ณ ระดับบริการหนึ่ง ๆ ภายใต้สภาพทั่วไปของถนน กระแสจราจร และการควบคุมต่าง ๆ ซึ่งอัตราการไหลบริการสามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$SF = \frac{V}{PHF} \quad (1)$$

ซึ่ง

$$SF = V_{15} \times 4$$

สำหรับเกณฑ์การหาระดับบริการ จะอาศัยอัตราการไหลบริการเป็นตัวกำหนด โดยใช้ อัตราการไหลสูงสุดที่สิ่งอำนวยความสะดวกสามารถรองรับได้ ในขณะที่ระดับบริการที่กำหนด อัตราการไหลบริการสามารถอธิบายระดับบริการ A ถึง E เท่านั้น แต่ไม่สามารถอธิบายระดับ บริการ F ได้ เนื่องจากสภาพการไหลไม่เสถียร หรือคุณภาพการบริการแย่มากไม่สามารถยอมรับได้ ภาพที่ 2 แสดงช่วงหรือขั้นของระดับบริการ และอัตราการไหล อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก ความซับซ้อนของบางแบบจำลองความจุ และระดับบริการ อัตราการไหลบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกบางประเภทหาได้ยาก



ภาพที่ 2 ระดับบริการและอัตราการไหลบริการ

ที่มา: Roess *et al.* (2004)

1.11 Peak-Hour Factor (PHF) หมายถึง ค่าอัตราส่วนปริมาณการจราจรต่ออัตราการไหลบริการดังนี้

$$\begin{aligned} \text{PHF} &= \frac{\text{Hourly Volume}}{\text{Peak Flow Rate ในหนึ่งชั่วโมง}} \\ &= \frac{V}{4V_{15}} = \frac{V}{\text{SF}} \end{aligned} \quad (2)$$

โดยที่: V = ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง (คัน/ชั่วโมง)
 V_{15} = ปริมาณการจราจรในช่วง 15 นาที ที่มีปริมาณการจราจรสูงสุด (คัน/15นาที)
 SF = อัตราการไหลบริการ (คัน/ชั่วโมง)4

1.12 ปริมาณจราจรรายชั่วโมงออกแบบตามทิศทาง (Directional Design Hourly Volume, DDHV) คือปริมาณจราจรในทิศทางที่ศึกษาคิดเป็นรายชั่วโมง

$$\text{DDHV} = \text{AADT} \times K \times D \quad (3)$$

โดยที่: AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี
 K = สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นในชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน
 D = ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือเป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร

1.13 ความหนาแน่น (Density) หมายถึง จำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่อยู่ในช่วงความยาวที่กำหนดของช่องจราจรหนึ่ง หรือของถนนสายหนึ่ง คิดโดยเฉลี่ยภายในช่วงเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น คัน/กิโลเมตร สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$D = \frac{V}{S} \quad (4)$$

โดยที่: D = ความหนาแน่น (คัน/กิโลเมตร)
 V = อัตราการไหล (คัน/ชั่วโมง)
 S = ความเร็วเฉลี่ย (Average Travel Speed)
 $= \frac{nL}{\sum_i t_i}$
 n = จำนวนระยะเวลาเดินทางทั้งหมดที่ศึกษาของยานพาหนะ n คัน
 L = ช่วงความยาวทางที่พิจารณา (กิโลเมตร)
 t_i = ระยะเวลาเดินทางของยานพาหนะคันที่ i ที่ใช้แล่นผ่านช่วงความยาว L (นาที)

1.14 สภาพทางอุดมคติ (Ideal Conditions) หมายถึง สภาพที่กำหนดไว้ว่าเป็นสภาพที่ดีที่สุดของระบบกระแสจราจร ลักษณะโดยทั่วไปของสภาพทางอุดมคติของกระแสจราจรที่สำคัญมีดังนี้

- ความกว้างของช่องจราจรเท่ากับ 3.60 เมตร
- ไม่มีสิ่งกีดขวางทางด้านข้างในระยะ 1.80 เมตร
- มีเพียงรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในกระแสจราจร
- สภาพถนนและสภาพภูมิอากาศปกติ
- คนเดินทาง/ขับขี่ เป็นพวกที่เดินทางประเภทประจำหรือเดินทางในวันธรรมดา

1.15 อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุ (อัตราส่วน v/c) เป็นสัดส่วนของกระแสจราจรในขณะนั้นหรือที่คาดว่าจะเป็นไปได้ต่อความจุของสิ่งอำนวยความสะดวก สัดส่วนนี้ใช้เป็นมาตรวัดถึงความพอเพียงของความจุ ฉะนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่สิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหลายต้องได้รับการออกแบบให้มีความจุรองรับความต้องการของจราจรทั้งในปัจจุบันและในอนาคตได้ นั้นหมายความว่า อัตราส่วน v/c จะต้องคงไว้ให้น้อยกว่าหนึ่ง

1.16 ปัจจัยที่มีผลต่อความจุ อัตราการไหล และระดับบริการ ปัจจัยที่สำคัญแยกออกได้เป็น

- สภาพของถนน (Roadway Conditions) คือ ลักษณะของถนนต่างๆ ทั้งทางด้านเรขาคณิต และสภาพแวดล้อมของทาง

- สภาพการจราจร (Traffic Conditions) หมายถึงลักษณะหรือองค์ประกอบของกระแสจราจรที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการของถนน ได้แก่ ลักษณะของยานพาหนะ รถบรรทุก รถยนต์นั่งส่วนบุคคล เป็นต้น

- สภาพควบคุม (Control Conditions) เป็นการควบคุมสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยเป็นระเบียบ เช่นสัญญาณไฟจราจร ป้ายสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความจุของถนน อัตราการไหล และระดับบริการ

2. ทางหลวงสองช่องทาง (Two-Lane Highways)

ทางหลวงสองช่องทางวิ่งสองทิศทาง หมายถึงทางหลวงที่ในแต่ละทิศทางมีช่องทางเดียวในการหาระดับบริการของทางหลวงประเภทนี้ประการสำคัญที่ต่างจากทางด่วน หรือทางหลวงหลายช่องทางคือต้องพิจารณาการจราจรทั้งสองทิศทางรวมกัน ทั้งนี้เนื่องจากกระแสจราจรในทิศทางตรงข้ามมีอิทธิพลอย่างมากต่อระดับบริการ ยกตัวอย่าง หากปริมาณรถทิศทางตรงข้ามสูงก็จำกัดโอกาสในการแซงผ่านรถที่วิ่งด้วยความเร็วต่ำ เป็นเหตุบังคับให้ความเร็วจราจรช้าลงซึ่งส่งผลให้ระดับบริการลดต่ำลง นอกจากนี้ลักษณะทางเรขาคณิตของทางที่จำกัดระยะมองเห็นในการแซง และจำกัดความสามารถในการแซงบนทางลาดชันก็มีผลกระทบต่อระดับบริการเช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลักษณะภูมิประเทศมีผลค่อนข้างมากต่อระดับบริการหากเทียบกับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง

วิธีการที่ได้พัฒนาสำหรับประเมินระดับบริการ และความจุของทางหลวงสองช่องทาง ประกอบด้วยการวิเคราะห์สองระดับ ได้แก่ 1) การดำเนินงาน และ 2) การวางแผน โดยทางหลวงสองช่องทางนี้ได้จำแนกเป็น 2 ประเภท ซึ่งได้จำแนกตามหน้าที่ของทางหลวงดังนี้

1) ทางหลวงชั้น 1 เป็นทางหลวงสองช่องทางที่มีหน้าที่เป็นทางสายหลัก เป็นเส้นทางที่ใช้ในการสัญจรประจำ และทำหน้าที่เชื่อมโยงกับทางสายหลักอื่น ผู้ขับขี่คาดหวังว่าสามารถเดินทางได้ด้วยความเร็วสูง

2) ทางหลวงชั้น 2 เป็นทางหลวงสองช่องทางที่ผู้ขับขี่คาดหวังว่าเดินทางได้ด้วยความเร็วต่ำกว่าบนทางหลวงชั้น 1 ทางหลวงชั้นนี้ทำหน้าที่รองรับการจราจรเพื่อถ่ายต่อทางหลวงชั้น 1 ความยาวการเดินทางเฉลี่ยบนทางหลวงชั้น 2 นี้ โดยทั่วไปจะสั้นกว่าทางหลวงชั้น 1

ในการวิเคราะห์ในระดับการดำเนินงาน ระดับบริการหาโดยอาศัยสภาพการจราจรในปัจจุบัน และในอนาคต รวมถึงลักษณะเฉพาะของทางหลวง HCM 2000 ได้กำหนดวิธีการวิเคราะห์สำหรับทางหลวงสองช่องทางออกเป็น 1) การจราจรสองทิศทาง 2) การจราจรในทิศทางที่กำหนด และ 3) การจราจรบนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง ถ้าสภาพแนวทางเป็นภูเขา หรือช่วงความยาวช่วงทางที่ทำการวิเคราะห์ยาวกว่า 0.96 กิโลเมตร และมีความลาดชันอย่างน้อยเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ ทางหลวงสองช่องทางจะถูกวิเคราะห์เป็นแบบทางลาดชันจำเพาะ

สำหรับการวิเคราะห์ในระดับการวางแผน ก็จะใช้วิธีดังที่กล่าวข้างต้น แต่จะเป็นการประมาณค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยทั้งปี (Annual Average Daily Traffic, AADT) ซึ่งสามารถนำมาประมาณค่าปริมาณชั่วโมงออกแบบในแต่ละทิศทาง (Directional Design Hour Volume, DDHV) ได้

2.1 ลักษณะของทางหลวงสองช่องทาง

2.1.1 ความจุ

ความจุของการจราจรบนทางหลวงสองช่องทางใช้ค่าสูงกว่าค่าที่ใช้ในอดีตอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจุบัน ความจุสำหรับทางหลวงสองช่องทางภายใต้สภาพพื้นฐานกำหนดเป็น 1700 คันรถนั่งต่อชั่วโมงสำหรับในแต่ละทิศทาง และความจุเป็นอิสระต่อการกระจายตัวตามทิศทางของการจราจรสำหรับช่วงทางยาว ความจุของทางหลวงสองช่องทางรวมทั้งสองทิศทางจะไม่เกิน 3200 คันรถนั่งต่อชั่วโมง ส่วนบนช่วงทางที่สั้น อาทิ ในทางลอด หรือบนสะพาน ความจุของ

ทางอาจมีค่าเท่ากับ 3200 – 3400 คันรถนั่งต่อชั่วโมง ลักษณะของทางหลวงสองช่องทางที่สามารถรองรับความจุดังกล่าวได้จะต้องมีสภาพพื้นฐานเป็นดังนี้

1. ความกว้างของช่องจราจร เท่ากับหรือมากกว่า 3.6 เมตร
2. ไหล่ทางปลอดโล่ง เท่ากับหรือมากกว่า 1.8 เมตร
3. ไม่มีการติดตั้งเขตห้ามแซงบนช่วงทาง
4. มีเฉพาะรถนั่งส่วนบุคคลในกระแสรถทางเท่านั้น
5. ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางเท่ากัน (50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองทิศทาง)
6. ไม่มีการขัดจังหวะกระแสรถทางตรงไป ไม่ว่าจากสัญญาณไฟจราจร หรือการเลี้ยวของรถ
7. ทางอยู่ในแนวระนาบ

2.1.2 ระดับบริการ

ระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทางถูกกำหนดด้วยมาตรวัดประสิทธิภาพสองตัวประกอบด้วย ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed, ATS) และ ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า (Percent Time Spent Following, PTSF)

ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (ATS) เป็นความเร็วเชิงระยะทางเฉลี่ยของรถในกระแสรถทาง บนช่วงทางศึกษาในช่วงเวลาที่ระบุ ความเร็วเชิงระยะทางเฉลี่ยเท่ากับความยาวช่วงทางศึกษาหารด้วยเวลาเดินทางเฉลี่ยของรถทั้งหมดที่เคลื่อนที่บนช่วงทางนั้นในระหว่างช่วงเวลาที่ศึกษา ในกรณีวิเคราะห์ระดับบริการของการจราจรทั้งสองทิศทาง ความเร็วเฉลี่ยจะพิจารณาจากทั้งสองทิศทาง สำหรับวิเคราะห์ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ความเร็วเฉลี่ยก็จะพิจารณาเฉพาะทิศทาง

ที่ศึกษาเท่านั้น ATS เป็นมาตรวัดระดับการทำหน้าที่รองรับการเคลื่อนที่อย่างประสิทธิภาพของทางหลวง

ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า (PTSF) มีความหมายคล้ายกับร้อยละเวลาล่าช้าที่กล่าวอ้างถึงในคู่มือความจุทางหลวง ซึ่งเป็นค่าร้อยละของเวลาเฉลี่ยที่รถวิ่งตามรถคันหน้าที่วิ่งช้า โดยไม่สามารถแซงผ่านขึ้นหน้าได้ และความเร็วจะถูกจำกัดด้วยรถคันหน้าในแถว เมื่อไหร่ก็ตามที่ระยะห่างระหว่างรถเท่ากับ หรือน้อยกว่า 3 วินาที จะพิจารณาว่ารถคันหลังวิ่งตามรถคันหน้าเกิดขึ้น PTSF เป็นมาตรวัดคุณภาพการบริการของทางหลวง

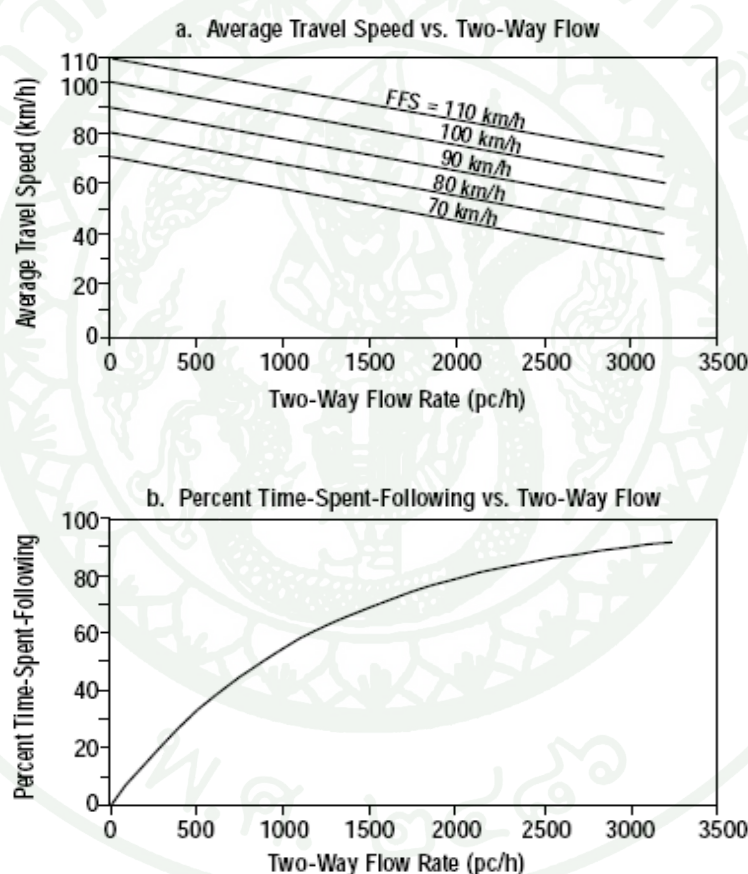
เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทางแสดงในตารางที่ 2 โดยเกณฑ์สำหรับทางหลวงชั้น 1 และชั้น 2 จะแตกต่างกัน สำหรับทางหลวงชั้น 2 ซึ่งมีหน้าที่ไม่เน้นการสัญจรการจราจร (mobility) เป็นหลักจะใช้ PTSF เท่านั้นเป็นมาตรวัดสำหรับหาระดับบริการ ส่วนทางหลวงชั้น 1 อาศัยทั้ง ATS และ PTSF เป็นมาตรวัดในการกำหนดระดับบริการ

ตารางที่ 2 เกณฑ์หาระดับบริการสำหรับทางหลวงสองช่องทาง

LOS	CLASS I Facilities		CLASS II Facilities
	Average Travel Speed (km/h)	Percent Time-Spent- Following (%)	Percent Time-Spent- Following (%)
A	> 90	≤ 35	≤ 40
B	> 80–90	> 35–50	> 40–55
C	> 70–80	> 50–65	> 55–70
D	> 60–70	> 65–80	> 70–85
E	≤ 60	> 80	> 85

ที่มา: HCM (2000)

ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ATS , PTSF และ อัตราการไหลทั้งสองทิศทางบนทางหลวงสองช่องทาง ความสัมพันธ์ที่ให้ไว้ในรูปเป็นสำหรับสภาพพื้นฐาน ซึ่งหมายถึงสภาพที่ไม่มีข้อจำกัดทั้งจากปัจจัยด้านเรขาคณิต การจราจร หรือสภาพแวดล้อม ภาพที่ 3 (b) แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของการดำเนินงานของทางหลวงสองช่องทางอย่างชัดเจน สำหรับทางด่วนและทางหลวงหลายช่องทาง การใช้งานจะเป็นปกติตลอดช่วงอัตราส่วน v/c และจะเริ่มแย่งเมื่ออัตราส่วน v/c มีค่าค่อนข้างสูง ผู้ขับขี่บนทางดังกล่าวสามารถรักษาและใช้ความเร็วได้ใกล้เคียงกับความเร็วการไหลแบบอิสระ สำหรับอัตราส่วน v/c เกิน 0.75 อย่างไรก็ตาม สำหรับทางหลวงสองช่องทาง การใช้งานของทางแย่งเกิดขึ้นที่อัตราส่วน v/c ค่อนข้างต่ำ และมีความสัมพันธ์กับ PTSF



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล ATS และ PTSF บนช่วงทางพื้นฐาน
สำหรับทางหลวงสองช่องทาง

ที่มา: HCM (2000)

ระดับบริการแสดงความหมายของสมรรถนะของทางหลวงที่มีปริมาณจราจรต่ำกว่าความจุ เช่นเดียวกับสิ่งอำนวยความสะดวกที่กล่าวมาแล้ว ความหมายของระดับบริการ และช่วงค่าที่เหมาะสมของ ATS และ PTSF สำหรับกำหนดระดับบริการเป็นดังนี้

ระดับบริการ A

LOS A ระดับบริการนี้เป็นการบริการที่มีคุณภาพสูงสุด ผู้ขับขี่สามารถเลือกใช้ความเร็วตามต้องการได้ การแข่งขันสามารถกระทำได้อย่างสะดวก สังเกตได้ว่ามีขบวนของรถ 3 คันหรือมากกว่าข้าง สำหรับทางหลวงชั้น 1 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางมากกว่า 88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความล่าช้าในการเดินทางเท่ากับหรือน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ส่วนทางหลวงชั้น 2 ความล่าช้าสูงสุดบนเส้นทาง (PTSF) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ของเวลา โดยอัตราการไหลบริการสูงสุด (สองทิศทาง) ภายใต้สภาพการจราจรที่กำหนดเท่ากับหรือน้อยกว่า 490 คันต่อชั่วโมง

ระดับบริการ B

LOS B ณ ระดับบริการนี้ ถ้าหากรถต้องการรักษาความเร็วดังที่ต้องการ ความต้องการในการแข่งขันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่ขั้นต่ำของ LOS B พิสัยของความถี่ของการแข่งขันจะใกล้เคียงกับความจุของการแข่งขัน ทางหลวงชั้น 1 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางอยู่ระหว่าง 80–88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความล่าช้าในการเดินทางอยู่ในช่วงระหว่าง 35–50 เปอร์เซ็นต์ของเวลา สำหรับทางหลวงชั้น 2 ความล่าช้าสูงสุดบนเส้นทาง (PTSF) เท่ากับ 40–55 เปอร์เซ็นต์ของเวลา อัตราการไหลบริการสูงสุด (สองทิศทาง) ภายใต้สภาพการจราจรที่กำหนดเท่ากับหรือน้อยกว่า 780 คันต่อชั่วโมง

ระดับบริการ C

LOS C ระดับบริการนี้ปริมาณจราจรสูงกว่าระดับบริการ B ซึ่งส่งผลให้เกิดขบวนจราจรและเพิ่มขนาดของขบวน โอกาสในการแข่งขันลดลงอย่างมาก ทางหลวงชั้น 1 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางอยู่ระหว่าง 72 – 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความล่าช้าในการเดินทางอยู่ในช่วงระหว่าง 50 – 65 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ส่วนทางหลวงชั้น 2 ความล่าช้าสูงสุดบนเส้นทาง (PTSF) เท่ากับ 55 – 70 เปอร์เซ็นต์ของเวลา อัตราการไหลบริการสูงสุด (สองทิศทาง) ภายใต้สภาพการจราจรที่กำหนดเท่ากับหรือน้อยกว่า 1190 คันต่อชั่วโมง

ระดับบริการ D

LOS D ในระดับบริการนี้ กระแสจราจรไม่เสถียร และการแข่งรถทำได้ยากมาก เนื่องจากจำนวนของโอกาสในการแข่งเกือบเท่ากับศูนย์ ในขณะที่ความต้องการในการแข่งเพิ่มขึ้น ปกติจะเห็นขบวนจราจรก่อตัว ซึ่งประกอบด้วยรถ 5 ถึง 10 คันวิ่งตามกัน สำหรับทางหลวงชั้น 1 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางอยู่ระหว่าง 64 – 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความล่าช้าในการเดินทางเกิดขึ้นช่วงระหว่าง 65 – 80 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ส่วนทางหลวงชั้น 2 ความล่าช้าสูงสุดบนเส้นทาง (PTSF) เท่ากับ 70 – 85 เปอร์เซ็นต์ของเวลา อัตราการไหลบริการสูงสุด (สองทิศทาง) ภายใต้สภาพการจราจรที่กำหนดเท่ากับ หรือน้อยกว่า 1830 คันต่อชั่วโมง

ระดับบริการ E

LOS E ระดับบริการนี้การแข่งเป็นไปได้อย่างยากลำบาก หรือไม่สามารถกระทำได้เลย ขบวนจราจรยาวขึ้น และมักมีรถที่วิ่งด้วยความเร็วต่ำปะปนอยู่ สภาพการดำเนินงานไม่เสถียร และยากที่จะประมาณ หรือคาดการณ์ได้ สำหรับทางหลวงชั้น 1 ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางเท่ากับ หรือน้อยกว่า 64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือน้อยกว่า และความล่าช้าในการเดินทางเกิดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของเวลา ส่วนทางหลวงชั้น 2 ความล่าช้าสูงสุดบนเส้นทาง (PTSF) มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของเวลา อัตราการไหลบริการสูงสุด (สองทิศทาง) ภายใต้สภาพการจราจรที่กำหนดเท่ากับ 3200 คันต่อชั่วโมง

ระดับบริการ F

LOS F มีลักษณะจราจรติดขัด เนื่องด้วยความต้องการในการเดินทางเกินกว่าความจุ ปริมาณจราจรต่ำกว่าความจุของทาง และความเร็วค่อนข้างแกว่ง ไม่คงที่

2.2 วิธีการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการทางหลวงสองช่องทาง

2.2.1 ประเภทของการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์การดำเนินงานของทางหลวงสองช่องทางจะพิจารณาทั้ง สองทิศทาง และทิศทางเดียว แนวทางการดำเนินการได้กำหนดไว้แตกต่างกันเป็น 3 ประเภทดังนี้

- การวิเคราะห์สองทิศทางของช่วงทางที่มีความยาวมากกว่า 3.2 กิโลเมตร บนสภาพแนวทางเป็นที่ราบ หรือเนินเขา

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางที่มีความยาวมากกว่า 3.2 กิโลเมตร บนสภาพแนวทางเป็นที่ราบ หรือเนินเขา

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันระบุ

สำหรับช่วงทางความลาดชันระบุ มีเพียงการวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางเท่านั้น และส่วนมากจะเป็นช่วงทางที่มีแนวทางเป็นภูเขา โดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้สำหรับช่วงทางที่มีความลาดชันเท่ากับ 3% หรือมากกว่า และยาวมีความยาวไม่น้อยกว่า 0.96 กิโลเมตร

2.2.2 ความเร็วการไหลแบบอิสระ

ก็เช่นเดียวกับกรณีทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง ความเร็วการไหลแบบอิสระก็เป็นตัวประกอบที่มีนัยสำคัญที่ใช้ประมาณหาสภาพการใช้งานของทางหลวงสองช่องทาง HCM 2000 ได้แนะนำให้สำรวจหาความเร็วการไหลแบบอิสระในสนามหากกระทำได้อย่างไรก็ตาม ได้กำหนดวิธีการประมาณค่าความเร็วการไหลแบบอิสระไว้กรณีที่ไม่สามารถสำรวจหาได้

2.2.2.1 การวัดความเร็วการไหลแบบอิสระในสนาม ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางหลวงสองช่องทางอาจหาโดยตรงจากการสำรวจในสนามได้ โดยพิจารณาเลือกตำแหน่งสำรวจที่เป็นตัวแทนภายในช่วงทางศึกษา ความเร็วการไหลแบบอิสระอาจวัดหาโดยตรงดังนี้

จำนวนข้อมูลสุ่มวัดหาความเร็วไม่น้อยกว่า 100 คัน

ปริมาณจราจรทั้งสองทิศทางรวมควรไม่เกิน 200 คันต่อชั่วโมง

ความเร็วรถทุกคันควรวัดหาระหว่างช่วงเวลาศึกษา หรือเป็นแบบสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (สำรวจความเร็วรถ 1 คัน ในทุกๆ รถ 10 คันที่ผ่านมา)

ในกรณีวิเคราะห์ทั้งสองทิศทางให้สำรวจความเร็วของรถทั้งสองทิศทาง ส่วนกรณีที่เป็นกรณีวิเคราะห์ทิศทางเดียว ก็ให้สำรวจความเร็วรถในทิศทางที่พิจารณาศึกษา

ในกรณีที่มีการสำรวจวัดความเร็ว เมื่อปริมาณจราจรรวมเกินกว่า 200 คันต่อชั่วโมง ความเร็วการไหลแบบอิสระอาจประมาณได้จาก

$$FFS = S_{FM} + 0.00776 \left[\frac{V_f}{f_{HV}} \right] \quad (5)$$

โดยที่ : FFS = ค่าประมาณความเร็วการไหลอิสระ เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 S_{FM} = ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรที่สำรวจได้จากสนามเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 V_f = อัตราการไหลที่สังเกตได้ เป็นคันต่อชั่วโมง
 F_{HV} = ตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่

2.2.2.2 การประมาณค่าความเร็วการไหลแบบอิสระ ถ้าการสำรวจหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระในสนามไม่สามารถกระทำได้ในสนาม ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางหลวงสองช่องทางอาจประมาณค่าได้ดังนี้

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A \quad (6)$$

โดยที่ : FFS = ค่าประมาณความเร็วการไหลอิสระ เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 $BFFS$ = ความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 f_{LS} = ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความกว้างช่องทางและไหล่ทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 f_A = ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากจำนวนจุดเชื่อมต่อกิโลเมตร เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วการไหลแบบอิสระพื้นฐานขึ้นกับลักษณะสภาพแนวทาง ช่วงค่า BFFS อยู่ระหว่าง 72-104 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยสำหรับทางหลวงชั้นที่ 1 และ

ทางหลวงชั้นที่ 2 มีค่า BFFS อยู่ในช่วง 88–104 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 72–88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อาจใช้ความเร็วจำกัดที่ใช้บังคับติดตั้งไว้ หรือความเร็วออกแบบที่กำหนดเป็นความเร็วสูงสุดที่เหมาะสมกับสภาพทางเป็นค่า BFFS ก็ได้

ตัวประกอบปรับแก้ของความกว้างของช่องทางและไหล่ทางได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 3 และตัวประกอบปรับแก้ของความหนาแน่นจุดเชื่อม แสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยความหนาแน่นจุดเชื่อมในที่นี้ หาได้จากการหารจำนวนทางเชื่อมหรือทางแยกรวมทั้งสองข้างของทางหลวงด้วยความยาวของช่วงทางเป็นกิโลเมตร

ตารางที่ 3 ตัวประกอบปรับแก้ค่า FFS สำหรับความกว้างช่องทางและไหล่ทาง

Lane Width (m)	Reduction in FFS (km/h)			
	Shoulder Width (m)			
	$\geq 0.0 < 0.6$	$\geq 0.6 < 1.2$	$\geq 1.2 < 1.8$	≥ 1.8
$2.7 < 3.0$	10.3	7.7	5.6	3.5
$\geq 3.0 < 3.3$	8.5	5.9	3.8	1.7
$\geq 3.3 < 3.6$	7.5	4.9	2.8	1.7
≥ 3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 4 ตัวประกอบปรับแก้ค่า FFS สำหรับความหนาแน่นจุดเชื่อม

Access Points per km	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

ที่มา: HCM (2000)

2.2.3 การประมาณหาอัตราการไหลอุปสงค์

ขั้นตอนคำนวณที่วิกฤตในการวิเคราะห์ได้แก่การหาอัตราการไหลอุปสงค์ที่สะท้อนสภาพพื้นฐานของสิ่งอำนวยความสะดวกที่กำลังพิจารณา ซึ่งจำเป็นต้องปรับแก้ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงภายใต้สภาพที่เป็นอยู่ให้เป็นอัตราการไหลสูงสุดภายในสภาพพื้นฐาน สำหรับทางหลวงสองช่องทาง การปรับแก้ค่าสามารถกระทำได้ดังนี้

$$v_p = \frac{V}{(PHF)(f_G)(f_{HV})} \quad (7)$$

โดยที่ : v_p = อัตราการไหลอุปสงค์ เป็นคันรถนั่งต่อชั่วโมง
 V = ปริมาณจราจรภายใต้สภาพทางที่เป็นอยู่ เป็นคันต่อชั่วโมง
 f_G = ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชัน

สำหรับ PHF และ f_{HV} ได้ให้คำจำกัดความไว้ในเบื้องต้นแล้ว

วิธีการที่กล่าวไว้ใน HCM 2000 ได้แนะนำระดับความซับซ้อนหลายประการเพื่อสะดวกแก่การหาค่าดังนี้

1. เนื่องจากมาตรวัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการกำหนดระดับบริการมี 2 ตัว (ATS และ PTSF) ในการปรับเปลี่ยนค่าก็จะมีสองครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับ 2 ชุดของตัวประกอบปรับแก้ (f_{HV} และ f_G) สำหรับแต่ละมาตรวัด
2. ในการดำเนินการวิเคราะห์สองทิศทาง ปริมาณจราจรรวมต้องได้รับการเปลี่ยนไปเป็นอัตราการไหลอุปสงค์รวม สำหรับการดำเนินการวิเคราะห์ทิศทางเดียว ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางต้องปรับเปลี่ยนแยกกัน
3. การหาอัตราการไหลอุปสงค์เป็นแบบคำนวณซ้ำ เนื่องตัวประกอบปรับแก้ f_{HV} และ f_G แปรเปลี่ยนตามอัตราการไหลอุปสงค์

กรณีที่ยู่ยากที่สุดของการวิเคราะห์ทิศทางเดียวก็คือจำเป็นต้องหาอัตราการใช้หลอดประสงค์ที่แตกต่างกันถึง 4 ตัว ได้แก่ สำหรับหาอัตราการใช้หลอดประสงค์ในแต่ละทิศทางสองตัว และสำหรับการหา ATS และการหา PTSF อีกอย่างละหนึ่งตัว ซึ่งแต่ละตัวในการหาทั้ง 4 ตัวเป็นแบบคำนวณซ้ำ

2.2.4 การหาตัวประกอบปรับแก้สำหรับความลาดชัน

สำหรับการคำนวณทุกครั้ง จำเป็นต้องมีตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสองตัว ตัวหนึ่งสำหรับหา ATS และอีกตัวสำหรับหา PTSF การเลือกตัวประกอบปรับแก้ที่เหมาะสมก็เช่นกันขึ้นอยู่กับประเภทของการวิเคราะห์ที่กำลังดำเนินอยู่ ตัวประกอบปรับแก้ความลาดชันเป็นดังนี้

- การวิเคราะห์สองทิศทางของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหาทั้ง ATS และ PTSF ใช้ตารางที่ 5
- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหาทั้ง ATS และ PTSF ใช้ตารางที่ 5
- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา ATS ใช้ตารางที่ 6
- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา PTSF ใช้ตารางที่ 7
- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันลงจำเพาะ สำหรับการหาทั้ง ATS และ PTSF ใช้ตารางที่ 5

ในการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้วิธีคำนวณซ้ำ โดยกำหนดอัตราการใช้หลอดแล้วคำนวณหาอัตราการใช้หลอดที่ได้ปรับค่าแล้วว่าอยู่ในพิสัยเดียวกันที่สมมติเบื้องต้น หากสอดคล้องกันก็ใช้สมมติฐานนั้นได้ กรณีที่ไม่สอดคล้องกันให้สมมติใหม่โดยใช้ค่าอยู่ในพิสัยที่คำนวณได้เป็น

ตัวกำหนด จากนั้นก็คำนวณซ้ำจนกระทั่งสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตาม ก็มักจะเป็นการคำนวณซ้ำครั้งเดียวก็ได้ผลลัพธ์แล้ว

ตารางที่ 5 ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับช่วงทางแนวทางทั่วไป และ ความลาดชันลงจำเพาะ

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain			
		For ATS		For PTSF	
		Determination		Determination	
		Level	Rolling	Level	Rolling
0–600	0–300	1.00	0.71	1.00	0.77
> 600–1200	> 300–600	1.00	0.93	1.00	0.94
> 1200	> 600	1.00	0.99	1.00	1.00

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 6 ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับทางลาดชันขึ้นจำเพาะของการหา ATS

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	0.81	1.00	1.00
	0.8	0.79	1.00	1.00
	1.2	0.77	1.00	1.00
	1.6	0.76	1.00	1.00
	2.4	0.75	0.99	1.00
	3.2	0.75	0.97	1.00
	4.8	0.75	0.95	0.97
	≥ 6.4	0.75	0.94	0.95

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	0.79	1.00	1.00
	0.8	0.76	1.00	1.00
	1.2	0.72	1.00	1.00
	1.6	0.69	0.93	1.00
	2.4	0.68	0.92	1.00
	3.2	0.66	0.91	1.00
	4.8	0.65	0.91	0.96
	≥ 6.4	0.65	0.90	0.96
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	0.75	1.00	1.00
	0.8	0.65	0.93	1.00
	1.2	0.60	0.89	1.00
	1.6	0.59	0.89	1.00
	2.4	0.57	0.86	0.99
	3.2	0.56	0.85	0.98
	4.8	0.56	0.84	0.97
	≥ 6.4	0.55	0.82	0.93
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	0.63	0.91	1.00
	0.8	0.57	0.85	0.99
	1.2	0.52	0.83	0.97
	1.6	0.51	0.79	0.97
	2.4	0.49	0.78	0.95
	3.2	0.48	0.78	0.94
	4.8	0.46	0.76	0.93
	≥ 6.4	0.45	0.76	0.93

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
≥ 6.5	0.4	0.59	0.86	0.98
	0.8	0.48	0.76	0.94
	1.2	0.44	0.74	0.91
	1.6	0.41	0.70	0.91
	2.4	0.40	0.67	0.91
	3.2	0.39	0.67	0.89
	4.8	0.39	0.66	0.88
	≥ 6.4	0.38	0.66	0.87

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 7 ตัวประกอบปรับแก้เนื่องจากความลาดชันสำหรับทางลาดชันขึ้นจำเพาะของการหา PTSF

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	1.00	0.92	0.92
	0.8	1.00	0.93	0.93
	1.2	1.00	0.93	0.93
	1.6	1.00	0.93	0.93
	2.4	1.00	0.94	0.94
	3.2	1.00	0.95	0.95
	4.8	1.00	0.97	0.96
	≥ 6.4	1.00	1.00	0.97

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	1.00	0.94	0.92
	0.8	1.00	0.97	0.96
	1.2	1.00	0.97	0.96
	1.6	1.00	0.97	0.97
	2.4	1.00	0.97	0.97
	3.2	1.00	0.98	0.98
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	1.00	1.00	0.97
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Grade Adjustment Factor, f_G		
		Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
≥ 6.5	0.4	1.00	1.00	1.00
	0.8	1.00	1.00	1.00
	1.2	1.00	1.00	1.00
	1.6	1.00	1.00	1.00
	2.4	1.00	1.00	1.00
	3.2	1.00	1.00	1.00
	4.8	1.00	1.00	1.00
	≥ 6.4	1.00	1.00	1.00

ที่มา: HCM (2000)

2.2.5 การหาตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถขนาดใหญ่

ตัวประกอบปรับแก้รถขนาดใหญ่สำหรับการหา ATS และ PTSF สัมพันธ์กับสัดส่วนและรถนั่งสมมูลของรถบรรทุก และรถ RV (Recreational Vehicle) หมายถึงรถเพื่อการพักผ่อน ซึ่งหาได้จาก

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)} \quad (8)$$

โดยที่ :

- f_{HV} = ตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถขนาดใหญ่
- P_T = สัดส่วนของรถบรรทุกและรถโดยสารในกระแสจราจร
- P_R = สัดส่วนของรถ RV ในกระแสจราจร
- E_T = รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสาร
- E_R = รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV

เช่นเดียวกับวิธีสำหรับทางหลวงหลายช่องทาง รถนั่งสมมูลหมายถึงจำนวนรถนั่งส่วนบุคคลที่เทียบเท่ากับรถบรรทุก (หรือรถ RV) หนึ่งคัน ภายใต้สภาพที่เป็นอยู่บนช่วงทางศึกษาเหมือนกับการหาตัวประกอบปรับแก้ความลาดชัน ค่ารถนั่งสมมูล E_T และ E_R ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลอุปสงค์และลักษณะสภาพแนวทาง วิธีการคำนวณซ้ำก็ใช้วิธีเดียวกับที่อธิบายไว้ใน การปรับแก้สำหรับความลาดชัน รถนั่งสมมูลก็เช่นกันขึ้นอยู่กับมาตรวัดประสิทธิภาพที่กำลังหา และประเภทของการวิเคราะห์ที่ใช้ รถนั่งสมมูลสามารถหาได้จากตารางต่อไปนี้

- การวิเคราะห์สองทิศทางของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหาทั้ง ATS และ PTSF ใช้ตารางที่ 8

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหาทั้ง ATS และ PTSF ใช้ตารางที่ 8

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันขึ้นเฉพาะ สำหรับการหา ATS ของรถบรรทุกใช้ตารางที่ 9 และของรถ RV ใช้ตารางที่ 10

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันขึ้นเฉพาะ สำหรับการหา PTSF ใช้ตารางที่ 11

- การวิเคราะห์ทิศทางเดียวของช่วงทางความลาดชันลงเฉพาะ ใช้ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 รถนั่งสมมูล (E_T และ E_R) ของช่วงทางแนวทางทั่วไป สำหรับการหา ATS และ PTSF

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of Directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain			
			For ATS		For PTSF	
			Determination		Determination	
			Level	Rolling	Level	Rolling
Trucks, E_T	0–600	0–300	1.7	2.5	1.1	1.8
	> 600–1200	> 300–600	1.2	1.9	1.1	1.5
	> 1200	> 600	1.1	1.5	1.0	1.0
RVs, E_R	0–600	0–300	1.0	1.1	1.0	1.0
	> 600–1201	> 300–601	1.0	1.1	1.0	1.0
	> 1200	> 600	1.0	1.1	1.0	1.0

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 9 รถนั่งสมมูลของรถบรรทุกสำหรับความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา ATS

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for Trucks, E_T		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	2.5	1.9	1.5
	0.8	3.5	2.8	2.3
	1.2	4.5	3.9	2.9
	1.6	5.1	4.6	3.5
	2.4	6.1	5.5	4.1
	3.2	7.1	5.9	4.7
	4.8	8.2	6.7	5.3
	≥ 6.4	9.1	7.5	5.7

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for Trucks, E_T		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	3.6	2.4	1.9
	0.8	5.4	4.6	3.4
	1.2	6.4	6.6	4.6
	1.6	7.7	6.9	5.9
	2.4	9.4	8.3	7.1
	3.2	10.2	9.6	8.1
	4.8	11.3	11.0	8.9
	≥ 6.4	12.3	11.9	9.7
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	4.2	3.7	2.6
	0.8	6.0	6.0	5.1
	1.2	7.5	7.5	7.5
	1.6	9.2	9.0	8.9
	2.4	10.6	10.5	10.3
	3.2	11.8	11.7	11.3
	4.8	13.7	13.5	12.4
	≥ 6.4	15.3	15.0	12.5
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	4.7	4.1	3.5
	0.8	7.2	7.2	7.2
	1.2	9.1	9.1	9.1
	1.6	10.3	10.3	10.2
	2.4	11.9	11.8	11.7
	3.2	12.8	12.7	12.6
	4.8	14.4	14.3	14.2
	≥ 6.4	15.4	15.2	15.0

ตารางที่ 9 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for Trucks, E_T		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
≥ 6.5	0.4	5.1	4.8	4.6
	0.8	7.8	7.8	7.8
	1.2	9.8	9.8	9.8
	1.6	10.4	10.4	10.3
	2.4	12.0	11.9	11.8
	3.2	12.9	12.8	12.7
	4.8	14.5	14.4	14.3
	≥ 6.4	15.4	15.3	15.2

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 10 รดน้ำสมมูลของรถ RV ของความลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา ATS

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for RVs, E_R		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.0 < 3.5$	0.4	1.1	1.0	1.0
	0.8	1.2	1.0	1.0
	1.2	1.2	1.0	1.0
	1.6	1.3	1.0	1.0
	2.4	1.4	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0
	4.8	1.5	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.5	1.0	1.0

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for RVs, E_R		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
$\geq 3.5 < 4.5$	0.4	1.3	1.0	1.0
	0.8	1.3	1.0	1.0
	1.2	1.3	1.0	1.0
	1.6	1.4	1.0	1.0
	2.4	1.4	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0
	4.8	1.4	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.5	1.0	1.0
$\geq 4.5 < 5.5$	0.4	1.5	1.0	1.0
	0.8	1.5	1.0	1.0
	1.2	1.5	1.0	1.0
	1.6	1.5	1.0	1.0
	2.4	1.5	1.0	1.0
	3.2	1.5	1.0	1.0
	4.8	1.6	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.6	1.0	1.0
$\geq 5.5 < 6.5$	0.4	1.5	1.0	1.0
	0.8	1.5	1.0	1.0
	1.2	1.5	1.0	1.0
	1.6	1.6	1.0	1.0
	2.4	1.6	1.0	1.0
	3.2	1.6	1.0	1.0
	4.8	1.6	1.2	1.0
	≥ 6.4	1.6	1.5	1.2

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for RVs, E_R		
		Range of Directional Flow Rates, v_d (pc/h)		
		0–300	> 300–600	> 600
≥ 6.5	0.4	1.6	1.0	1.0
	0.8	1.6	1.0	1.0
	1.2	1.6	1.0	1.0
	1.6	1.6	1.0	1.0
	2.4	1.6	1.0	1.0
	3.2	1.6	1.0	1.0
	4.8	1.6	1.3	1.3
	≥ 6.4	1.6	1.5	1.4

ที่มา: HCM (2000)

ทางลาดชันลงจำเพาะที่ชันเพียงพอที่ทำให้รถบรรทุกต้องใช้เกียร์ต่ำ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลงเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียการควบคุม ในสภาวะเช่นนี้ ผลกระทบของรถบรรทุกที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลง อาจพิจารณาใช้สมการต่อไปนี้แทนเมื่อต้องการคำนวณตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถขนาดใหญ่ (f_{HV}) สำหรับการหา ATS

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_{TC} P_T (E_{TC} - 1) + (1 - P_{TC}) P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)} \quad (9)$$

โดยที่ : P_{TC} = สัดส่วนของรถบรรทุกที่ต้องวิ่งด้วยความเร็วที่ลดลง
 E_{TC} = รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุกเมื่อวิ่งด้วยความเร็วที่ลดลง ดูตารางที่ 12

ส่วนตัวประกอบอื่นๆ ได้ให้คำจำกัดความไว้ในเบื้องต้น

สมการนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า P_{TC} เป็นสัดส่วนของประชากรรถบรรทุกเท่านั้น ไม่ใช่ของกระแสจราจรทั้งหมด ดังนั้น P_{TC} เท่ากับ 0.50 หมายความว่า รถบรรทุก 50 เปอร์เซ็นต์วิ่งลงทางลาดชันด้วยความเร็วที่ปลอดภัย

ข้อสังเกตสำหรับทางหลวงหลายช่องทาง ความลาดชันประกอบรวมจะใช้ความลาดชันเฉลี่ยของช่วงทางวิเคราะห์ ความลาดชันเฉลี่ยของช่วงทางใดๆ ในที่นี้หมายถึง ระยะเปลี่ยนแปลงของระดับทางทั้งหมดหารด้วยระยะทางของช่วงทางนั้น

ตารางที่ 11 รดน้ำสมมูลของรถบรรทุกและรถ RV บนทางลาดชันขึ้นจำเพาะ สำหรับการหา PTSF

Grade (%)	Length of Grade (km)	Passenger-Car Equivalent for Trucks, E _T			RVs, E _R
		Range of Directional Flow Rates v _d (pc/h)			
		0–300	> 300–600	> 600	
≥ 3.0 < 3.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.4	1.0	1.0	1.0
	≥ 6.4	1.5	1.0	1.0	1.0
≥ 3.5 < 4.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.0	1.0	1.0
	3.2	1.4	1.0	1.0	1.0
	4.8	1.7	1.1	1.2	1.0
	≥ 6.4	2.0	1.5	1.4	1.0

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Grade	Length of Grade	Passenger-Car Equivalent for Trucks, E _T			RVs, E _R
		Range of Directional Flow Rates v _d (pc/h)			
		0–300	> 300–600	> 600	
(%)	(km)				
≥ 4.5 < 5.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0
	2.4	1.1	1.2	1.2	1.0
	3.2	1.6	1.3	1.5	1.0
	4.8	2.3	1.9	1.7	1.0
	≥ 6.4	3.3	2.1	1.8	1.0
≥ 5.5 < 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.6	1.0	1.2	1.2	1.0
	2.4	1.5	1.6	1.6	1.0
	3.2	1.9	1.9	1.8	1.0
	4.8	3.3	2.5	2.0	1.0
	≥ 6.4	4.3	3.1	2.0	1.0
≥ 6.5	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
	1.2	1.0	1.0	1.3	1.0
	1.6	1.3	1.4	1.6	1.0
	2.4	2.1	2.0	2.0	1.0
	3.2	2.8	2.5	2.1	1.0
	4.8	4.0	3.1	2.2	1.0
	≥ 6.4	4.8	3.5	2.3	1.0

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 12 รถนั่งสมมูลของรถบรรทุกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคืบคลาน บนทางลาดชันลงจำเพาะ
สำหรับการหา ATS

Truck Crawl Speed (km/h)	Passenger-Car Equivalent for Trucks at Crawl Speeds, E_{TC}		
	Range of Directional Flow Rates v_d (pc/h)		
	0–300	> 300–600	> 600
≤ 20	4.4	2.8	1.4
40	14.3	9.6	5.7
≥ 60	34.1	23.1	13.0

ที่มา: HCM (2000)

2.2.6 การประมาณค่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง

เมื่อได้อัตราการไหลอุปสงค์ที่ต้องการแล้ว ค่า ATS ของช่วงทางสามารถประมาณค่าได้ โดยให้ใช้สมการที่ 10 สำหรับการวิเคราะห์สองทิศทาง และสมการที่ 11 สำหรับการวิเคราะห์ทิศทางเดียว

$$ATS = FFS - 0.0125v_p - f_{np} \quad (10)$$

$$ATS_d = FFS_d - 0.0125(v_d - v_o) - f_{np} \quad (11)$$

- โดยที่: ATS = ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางทั้งสองทิศทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 ATS_d = ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางในทิศทางที่วิเคราะห์ เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 FFS = ความเร็วการไหลอิสระทั้งสองทิศทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 FFS_d = ความเร็วการไหลอิสระในทิศทางที่วิเคราะห์ เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
 v_p = อัตราการไหลอุปสงค์สูงสุด ทั้งสองทิศทาง สำหรับช่วงเวลา 15 นาที เป็นคันต่อชั่วโมง
 v_d = อัตราการไหลอุปสงค์ในทิศทางที่วิเคราะห์ เป็นคันต่อชั่วโมง
 v_o = อัตราการไหลอุปสงค์ในทิศทางตรงข้าม เป็นคันต่อชั่วโมง
 f_{np} = ตัวประกอบปรับแก้สำหรับเขตห้ามแซงที่ติดตั้งในช่วงทางศึกษา

ค่าตัวประกอบปรับลดค่าสำหรับเขตห้ามแซงของการวิเคราะห์สองทิศทางได้
ให้ไว้ในตารางที่ 13 และสำหรับการวิเคราะห์ทิศทางเดียวในตารางที่ 14 ตัวประกอบนี้ขึ้นอยู่กับ
อัตราการไหล และเปอร์เซ็นต์ของเขตห้ามแซงในช่วงทางที่ทำวิเคราะห์ และความเร็วการไหลแบบ
อิสระบนทางหลวง

ตารางที่ 13 ตัวประกอบปรับแก้ค่า ATS เนื่องจากผลกระทบของเขตห้ามแซง บนช่วงทางวิเคราะห์
สองทิศทาง

Two-Way Demand Flow Rate, v_p (pc/h)	Reduction in Average Travel Speed (km/h)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	0.0	1.0	2.3	3.8	4.2	5.6
400	0.0	2.7	4.3	5.7	6.3	7.3
600	0.0	2.5	3.8	4.9	5.5	6.2
800	0.0	2.2	3.1	3.9	4.3	4.9
1000	0.0	1.8	2.5	3.2	3.6	4.2
1200	0.0	1.3	2.0	2.6	3.0	3.4
1400	0.0	0.9	1.4	1.9	2.3	2.7
1600	0.0	0.9	1.3	1.7	2.1	2.4
1800	0.0	0.8	1.1	1.6	1.8	2.1
2000	0.0	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8
2200	0.0	0.8	1.0	1.4	1.5	1.7
2400	0.0	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
2600	0.0	0.8	1.0	1.3	1.4	1.6
2800	0.0	0.8	1.0	1.2	1.3	1.4
3000	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
3200	0.0	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 14 ตัวประกอบปรับแก้ค่า ATS ของผลกระทบเขตห้ามแซง บนช่วงทางวิเคราะห์ทิศทางเดียว

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 110 km/h					
≤ 100	1.7	3.5	4.5	4.8	5.0
200	3.5	5.3	6.2	6.5	6.8
400	2.6	3.7	4.4	4.5	4.7
600	2.2	2.4	2.8	3.1	3.3
800	1.1	1.6	2.0	2.2	2.4
1000	1.0	1.3	1.7	1.8	1.9
1200	0.9	1.3	1.5	1.6	1.7
1400	0.9	1.2	1.4	1.4	1.5
≥ 1600	0.9	1.1	1.2	1.2	1.3
FFS = 100 km/h					
≤ 100	1.2	2.7	4.0	4.5	4.7
200	3.0	4.6	5.9	6.4	6.7
400	2.3	3.3	4.1	4.4	4.6
600	1.8	2.1	2.6	3.0	3.2
800	0.9	1.4	1.8	2.1	2.3
1000	0.9	1.1	1.5	1.7	1.9
1200	0.8	1.1	1.4	1.5	1.7
1400	0.8	1.0	1.3	1.3	1.4
≥ 1600	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2
FFS = 90 km/h					
≤ 100	0.8	1.9	3.6	4.2	4.4
200	2.4	3.9	5.6	6.3	6.6
400	2.1	3.0	3.8	4.3	4.5

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Opposing Demand	No-Passing Zones (%)				
Flow Rate, v_o (pc/h)	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 90 km/h					
600	1.4	1.8	2.5	2.9	3.1
800	0.8	1.1	1.7	2.0	2.2
1000	0.8	0.9	1.3	1.5	1.8
1200	0.8	0.9	1.2	1.4	1.6
1400	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4
≥ 1600	0.8	0.9	0.9	0.9	1.1
FFS = 80 km/h					
≤ 100	0.3	1.1	3.1	3.9	4.1
200	1.9	3.2	5.3	6.2	6.5
400	1.8	2.6	3.5	4.2	4.4
600	1.0	1.5	2.3	2.8	3.0
800	0.6	0.9	1.5	1.9	2.1
1000	0.6	0.7	1.1	1.4	1.8
1200	0.6	0.7	1.1	1.3	1.6
1400	0.6	0.7	1.0	1.1	1.3
≥ 1600	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0
FFS = 70 km/h					
≤ 100	0.1	0.6	2.7	3.6	3.8
200	1.5	2.6	5.0	6.1	6.4
400	1.5	0.8	3.2	4.1	4.3
600	0.7	0.5	2.1	2.7	2.9
800	0.5	0.5	1.3	1.8	2.0
1000	0.5	0.5	1.0	1.3	1.8

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Opposing Demand	No-Passing Zones (%)				
Flow Rate, v_o (pc/h)	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 70 km/h					
1200	0.5	0.5	1.0	1.2	1.6
1400	0.5	0.5	1.0	1.0	1.2
≥ 1600	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9

ที่มา: HCM (2000)

2.2.7 การหาเปอร์เซ็นต์ของเวลาที่วิ่งตาม

เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่รถใช้วิ่งตามรถคันหน้า สำหรับการวิเคราะห์ทั้งสองทิศทาง และสำหรับการวิเคราะห์ทิศทางเดียว สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} \quad (12)$$

$$BPTSF = 100[1 - e^{-0.000879 v_p}] \quad (13)$$

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np} \quad (14)$$

$$BPTSF_d = 100(1 - e^{-av_d^b}) \quad (15)$$

โดยที่ : $PTSF$ = เปอร์เซ็นต์เวลาที่รถใช้วิ่งตาม สำหรับสองทิศทาง
 $PTSF_d$ = เปอร์เซ็นต์เวลาที่รถใช้วิ่งตาม สำหรับทิศทางเดียว
 $BPTSF$ = เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่รถใช้วิ่งตามพื้นฐานสำหรับทั้งสองทิศทาง
 v_p = อัตราการไหลอุปสงค์ สำหรับช่วงเวลา 15 นาทีสูงสุด ทั้งสองทิศทาง เป็นคันต่อชั่วโมง
 v_d = อัตราการไหลอุปสงค์ สำหรับช่วงเวลา 15 นาทีสูงสุด ในทิศทางที่ทำการวิเคราะห์
 $f_{d/np}$ = ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSF ของผลประกอบของการกระจายตามทิศทาง และเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซง ทั้งสองทิศทาง

- f_{np} = ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSF ของผลกระทบของเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซง ในการวิเคราะห์ทิศทางเดียว
- a, b = ค่าสัมประสิทธิ์คงที่ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของกระแสจราจรในทิศทางตรงกันข้าม

ในการหา PTSF ต้องคำนึงถึงผลกระทบของ 1) เปอร์เซ็นต์การกระจายของจราจรตามทิศทาง และ 2) เปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซง ซึ่งตัวประกอบปรับแก้ $f_{d/np}$ หาได้จากตารางที่ 15 ตัวประกอบปรับแก้ f_{np} หาได้จากตารางที่ 16 และสัมประสิทธิ์คงที่ a และ b หาได้จากตารางที่ 17

ตารางที่ 15 ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSF ของผลกระทบรวมของการกระจายตามทิศทาง การเคลื่อนที่และเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซงบนช่วงทางกรณีวิเคราะห์สองทิศทาง

Two-Way Flow Rate, v_p (pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤ 200	0.0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0.0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0.0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0.0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0.0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0.0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0.0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0.0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4

ตารางที่ 15 (ต่อ)

Two-Way Flow Rate, v_p (pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 60/50						
≤ 200	1.6	11.8	17.2	22.5	23.1	23.7
400	0.5	11.7	16.2	20.7	21.5	22.2
600	0.0	11.5	15.2	18.9	19.8	20.7
800	0.0	7.6	10.3	13.0	13.7	14.4
1400	0.0	3.7	5.4	7.1	7.6	8.1
2000	0.0	2.3	3.4	3.6	4.0	4.3
≥ 2600	0.0	0.9	1.4	1.9	2.1	2.2
Directional Split = 70/30						
≤ 200	2.8	13.4	19.1	24.8	25.2	25.5
400	1.1	12.5	17.3	22.0	22.6	23.2
600	0.0	11.6	15.4	19.1	20.0	20.9
800	0.0	7.7	10.5	13.3	14.0	14.6
1400	0.0	3.8	5.6	7.4	7.9	8.3
Directional Split = 70/30						
≥ 2000	0.0	1.4	4.9	3.5	3.9	4.2
Directional Split = 80/20						
≤ 200	5.1	17.5	24.3	31.0	31.3	31.6
400	2.5	15.8	21.5	27.1	27.6	28.0
600	0.0	14.0	18.6	23.2	23.9	24.5
800	0.0	9.3	12.7	16.0	16.5	17.0
1400	0.0	4.6	6.7	8.7	9.1	9.5
≥ 2000	0.0	2.4	3.4	4.5	4.7	4.9

ตารางที่ 15 (ต่อ)

Two-Way Flow Rate, v_p (pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No-Passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 90/10						
≤ 200	5.6	21.6	29.4	37.2	37.4	37.6
400	2.4	19.0	25.6	32.2	32.5	32.8
600	0.0	16.3	21.8	27.2	27.6	28.0
800	0.0	10.9	14.8	18.6	19.0	19.4
≥ 1400	0.0	5.5	7.8	10.0	10.4	10.7

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 16 ตัวประกอบปรับแก้ค่า PTSF สำหรับของเปอร์เซ็นต์เขตห้ามแซงบนช่วงทางกรณีวิเคราะห์ทิศทางเดียว

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 110 km/h					
≤ 100	10.1	17.2	20.2	21	21.8
200	12.4	19	22.7	23.8	24.8
400	9	12.3	14.1	14.4	15.4
600	5.3	7.7	9.2	9.7	10.4
800	3	4.6	5.7	6.2	6.7
1000	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
1200	1.3	2	2.6	2.9	3.1
1400	0.9	1.4	1.7	1.9	2.1
≥ 1600	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 100 km/h					
≤ 100	8.4	14.9	20.9	22.8	26.6
200	11.5	18.2	24.1	26.2	29.7
400	8.6	12.1	14.8	15.9	18.1
600	5.1	7.5	9.6	10.6	12.1
800	2.8	4.5	5.9	6.7	7.7
1000	1.6	2.8	3.7	4.3	4.9
1200	1.2	1.9	2.6	3.0	3.4
1400	0.8	1.3	1.7	2.0	2.3
≥ 1600	0.6	0.9	1.1	1.2	1.5
FFS = 90 km/h					
≤ 100	6.7	12.7	21.7	24.5	31.3
200	10.5	17.5	25.4	28.6	34.7
400	8.3	11.8	15.5	17.5	20.7
600	4.9	7.3	10.0	11.5	13.9
800	2.7	4.3	6.1	7.2	8.8
1000	1.5	2.7	3.8	4.5	5.4
1200	1.0	1.8	2.6	3.1	3.8
1400	0.7	1.2	1.7	2.0	2.4
≥ 1600	0.6	0.9	1.2	1.3	1.5

ตารางที่ 16 (ต่อ)

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	No-Passing Zones (%)				
	≤ 20	40	60	80	100
FFS = 80 km/h					
≤ 100	5.0	10.4	22.4	26.3	36.1
200	9.6	16.7	26.8	31.0	39.6
400	7.9	11.6	16.2	19.0	23.4
600	4.7	7.1	10.4	12.4	15.6
800	2.5	4.2	6.3	7.7	9.8
1000	1.3	2.6	3.8	4.7	5.9
1200	0.9	1.7	2.6	3.2	4.1
1400	0.6	1.1	1.7	2.1	2.6
≥ 1600	0.5	0.9	1.2	1.3	1.6
FFS = 70 km/h					
≤ 100	3.7	8.5	23.2	28.2	41.6
200	8.7	16.0	28.2	33.6	45.2
400	7.5	11.4	16.9	20.7	26.4
FFS = 70 km/h					
600	4.5	6.9	10.8	13.4	17.6
800	2.3	4.1	6.5	8.2	11.0
1000	1.2	2.5	3.8	4.9	6.4
1200	0.8	1.6	2.6	3.3	4.5
1400	0.5	1.0	1.7	2.2	2.8
≥ 1600	0.4	0.9	1.2	1.3	1.7

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์ “a” และ “b” ที่ใช้ในสมการ 15

Opposing Demand Flow Rate, v_o (pc/h)	a	b
≤ 200	-0.013	0.668
400	-0.057	0.479
600	-0.100	0.413
800	-0.173	0.349
1000	-0.320	0.276
1200	-0.430	0.242
1400	-0.522	0.225
≥ 1600	-0.665	0.199

ที่มา: HCM (2000)

2.2.8 ผลกระทบของช่องทางสำหรับแซง

ประการหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้การใช้งานบนทางหลวงสองช่องทางต่างจากสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นก็คือจำเป็นต้องใช้ช่องทางสำหรับทิศตรงข้ามเมื่อทำการแซง โดยทั้งค่า ATS และ PTSF ต่างได้รับผลกระทบเมื่อช่องทางสำหรับแซงได้จัดไว้เป็นระยะ ๆ ซึ่งทำให้ขบวนจราจรสลายตัวเนื่องจากการแซงไม่ถูกจำกัดในช่วงทางนั้น อีกประการหนึ่ง ถ้าช่องทางสำหรับแซงได้ถูกจัดไว้เป็นระยะๆ การก่อตัวของขบวนกระแสนจราจรเนื่องจากการถ่วงด้วยความเร็วต่ำก็จะไม่เกิดขึ้น HCM 2000 ได้จัดทำวิธีการสำหรับประมาณค่าผลกระทบของช่องทางสำหรับแซงบนช่วงทางทิศทางหนึ่งในสภาพแนวทางเป็นทางราบหรือทางเนินเขา วิธีที่คิดขึ้นนี้ตั้งใจสำหรับใช้บนช่วงทางมุ่งทิศทางที่มีช่องทางสำหรับแซงแค่หนึ่งช่องที่มีความยาวเหมาะสมที่สุด ซึ่งขึ้นกับเกณฑ์ในตารางที่ 40

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นแรกเป็นการวิเคราะห์มุ่งทิศทางหนึ่งที่ไม่มีช่องทางสำหรับแซง ซึ่งทำให้ได้ค่า ATS_d และ $PTSF_d$ สำหรับช่วงทางที่ไม่มีช่องทางสำหรับแซง ต่อจากนั้นช่วงทางก็จะแบ่งย่อยออกเป็น 4 ช่วงทางย่อย ดังแสดงในภาพที่ 4 ดังนี้

- ช่วงทางย่อยแรกเป็นช่วงต้นทางก่อนเริ่มมีช่องทางสำหรับแซง ยาว L_u เป็นกิโลเมตร
 - ช่วงทางสำหรับแซง รวมช่วงทางเพิ่ม-ลดความกว้างของช่องทาง ยาว L_{pl} เป็นกิโลเมตร
 - ช่วงทางที่สามเป็นช่วงปลายทางประสิทธิผลของช่องทางสำหรับแซง ยาว L_{de} เป็นกิโลเมตร
 - ช่วงทางย่อยปลายทางถัดจากความยาวปลายทางประสิทธิผลสำหรับช่องทางสำหรับแซง ยาว L_d เป็นกิโลเมตร
- ผลรวมของความยาวทั้งสี่ช่วงที่ระบุข้างต้นต้องเท่ากับความยาวรวมของช่วงทางมุ่งทิศนั้นความยาว L_u และ L_{pl} ทราบจากสภาพที่เป็นอยู่ หรือจากแบบก่อสร้าง ความยาว L_{de} สามารถหาได้จากตารางที่ 19 ดังนี้

$$L_d = L - (L_u + L_{pl} + L_{de}) \quad (16)$$

โดยที่ : L = ความยาวรวมของช่วงทางวิเคราะห์มุ่งทิศทางหนึ่ง

หมายเหตุ : ทั้ง L_{de} และ L_d จะแตกต่างกันสำหรับการหาค่า ATS และ PTSF

ตารางที่ 18 ความยาวเหมาะสมที่สุดของช่องทางสำหรับแซงบนทางหลวงสองช่องทาง

Directional Flow Rate (pc/h)	Optimal Passing Lane Length (km)
100	≤ 0.80
200	$> 0.80-1.20$
400	$> 1.20-1.60$
≥ 700	$> 1.60-3.20$

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 19 ผลกระทบความยาวของช่วงปลายทางโดยช่องทางสำหรับการแซงบนช่วงทิศทางหนึ่งบนแนวทางระนาบหรือเป็นเนินเขา

Directional Flow Rate (pc/h)	Downstream Length of Roadway Affected, L_{de} (km)	
	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed
≤ 200	20.9	2.8
400	13.0	2.8
700	9.1	2.8
≥ 1000	5.8	2.8

ที่มา: HCM (2000)

2.2.8.1 ผลกระทบของช่องทางสำหรับแซงที่มีต่อ PTSF

สมมติ PTSF สำหรับช่วงทางย่อยด้านทาง (L_u) และปลายทาง (L_d) มีค่าเช่นเดียวกับกรณีที่ไม่มีช่องทางสำหรับแซง (เช่น $PTSF_d$) ส่วนภายในช่วงทางสำหรับแซง (L_{pl}) ค่า PTSF มักมีค่าระหว่าง 58–62 เปอร์เซ็นต์ของค่าด้านทาง และภายในช่วงทางความยาวประสิทธิผล (L_{de}) ค่า PTSF สมมติว่าเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงจากค่าในช่องทางสำหรับแซงไปจนถึงค่าช่วงทางปลายทาง ดังนั้น ค่าปรับแก้ PTSF ที่พิจารณาถึงผลกระทบของช่องทางสำหรับแซงบนช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่งหาได้จาก

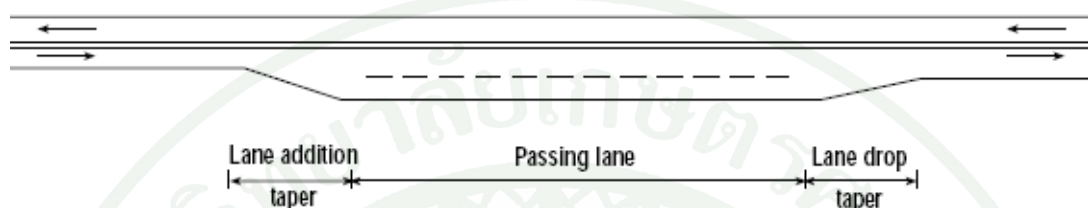
$$PTSF_{pl} = \frac{PTSF_d [L_u + L_d + f_{pl} L_{pl} + (\frac{1+f_{pl}}{2}) L_{de}]}{L} \quad (17)$$

โดยที่ : $PTSF_{pl}$ = เปอร์เซ็นต์เวลาที่ใช้วิ่งตามปรับแก้สำหรับผลกระทบของช่องทางสำหรับแซงบนช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง

$PTSF_d$ = เปอร์เซ็นต์เวลาที่ใช้วิ่งตาม กรณีไม่มีช่องทางสำหรับแซงบนช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง

$$f_{pl} = \text{ตัวประกอบปรับแก้ของผลกระทบช่องทางสำหรับแซงที่มีต่อ PTSF (ตารางที่ 20)}$$

ระยะความยาวที่ระบุในสมการได้ให้คำจำกัดความไว้ในเบื้องต้นแล้ว



ภาพที่ 4 ตัวอย่างช่วงทางของช่องทางสำหรับแซง

ที่มา: HCM (2000)

2.2.8.2 ผลกระทบของช่องทางสำหรับแซงที่มีต่อ ATS

ในการทำนองเดียวกัน สมมติว่าระยะทางต้นทาง (L_u) และปลายทาง (L_d) ของช่องทางสำหรับแซงรวมถึงความยาวประสิทธิผลของระยะดังกล่าวนี้มีค่าเท่ากับกรณีช่วงทางที่ไม่มีช่องทางสำหรับแซง โดยทั่วไป ในช่วงทางสำหรับแซง ความเร็วมักมีค่าสูงกว่าช่วงต้นทาง ประมาณระหว่าง 8–11 เปอร์เซ็นต์ และภายในช่วงทางความยาวประสิทธิผล (L_{de}) ค่า ATS สมมติว่าจะเป็นเส้นตรงจากค่าในช่วงทางสำหรับแซงไปจนถึงค่าช่วงทางปลายทาง ดังนั้น ค่าปรับแก้ของ ATS หาได้จาก

$$ATS_{pl} = \frac{ATS_d L}{L_u + L_d + \left(\frac{L_{pl}}{f_{pl}}\right) + \left(\frac{2L_{de}}{1+f_{pl}}\right)} \quad (18)$$

โดยที่ : ATS_{pl} = ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางปรับแก้เนื่องจากผลกระทบ
ช่องทางสำหรับแซง เป็นไมล์ต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{ATS}_d &= \text{ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนทิศทางที่วิเคราะห์} \\
 &\quad \text{ปราศจากช่องทางสำหรับแซง เป็นไมล์ต่อชั่วโมง} \\
 f_{pl} &= \text{ตัวประกอบปรับแก้สำหรับผลกระทบของช่องทาง} \\
 &\quad \text{สำหรับแซงที่มีต่อ ATS (ตารางที่ 20)}
 \end{aligned}$$

สำหรับตัวประกอบอื่นได้ให้ความหมายไว้แล้ว ตัวประกอบปรับแก้ แสดงไว้ในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ตัวประกอบปรับแก้ของช่องทางสำหรับแซงบนช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง

Directional Flow Rate (pc/h)	Average Travel Speed	Percent Time-Spent-Following
0–300	1.08	0.58
> 300–600	1.10	0.61
> 600	1.11	0.62

ที่มา: HCM (2000)

2.2.9 ผลกระทบของช่องทางขึ้นเขา

บนทางลาดชันขึ้นจำเพาะ มักมีการเพิ่มช่องทางขึ้นเขาเพื่อจัดการเกิดแถวคอยต่อจากกรณีช้า โดยเฉพาะรถบรรทุกที่ไม่สามารถรักษาระดับความเร็วได้บนช่วงทางลาดชันขึ้น อ้างอิงหลักเกณฑ์ของ AASHTO เหตุอันควรสำหรับการจัดช่องทางขึ้นเขابนทางหลวงสองช่องทางเป็นดังนี้

- อัตราการไหลบนทิศทางที่มุ่งบนช่วงทางลาดชันเกิน 200 คันต่อชั่วโมง
- อัตราการไหลบนทิศทางที่มุ่งของรถบรรทุกบนทางลาดชันเกิน 20 คันต่อชั่วโมง
- หรือมีสภาพดังต่อไปนี้ 1) ความเร็วรถบรรทุกลดลงกว่า 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 2) LOS E และ F ปรากฏบนทางลาดชันขึ้น หรือ 3) LOS บนทางลาดชันขึ้นต่ำกว่าบนช่วงทางก่อนเข้าทางลาดชันถึง 2–3 ระดับ

ค่า ATS และ PTSF สำหรับทางลาดชันขึ้นอาจปรับปรุงโดยพิจารณาช่องทางขึ้นเขาเดิม ยกเว้น

- L_u , L_c และ L_d โดยทั่วไปเท่ากับศูนย์
- ตัวประกอบปรับแก้ f_{pi} ให้ใช้ค่าจากตารางที่ 21 แทนค่าจากตารางที่ 20

ตารางที่ 21 ตัวประกอบปรับแก้ของช่องทางกีดกันสำหรับช่วงทางมุ่งทิศทางหนึ่ง

Directional Flow Rate (pc/h)	Average Travel Speed	Percent Time-Spent- Following
0–300	1.02	0.20
> 300–600	1.07	0.21
> 600	1.14	0.23

ที่มา: HCM (2000)

3. ทางด่วนช่วงทางปลอดการรบกวน และทางหลวงหลายช่องทาง (Basic Freeway Sections and Multilane Highways)

การวิเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกรองรับกระแสจราจรแบบการไหลอย่างต่อเนื่อง ไม่มีการขัดจังหวะกระแสจราจร (Uninterrupted Flow) ซึ่งประกอบด้วย ทางด่วนช่วงทางปลอดการรบกวน และทางหลวงหลายช่องทาง ที่มีช่วงทางระหว่างจุดที่มีการขัดจังหวะ (มักได้แก่ทางแยกสัญญาณไฟ) ขวพอ ซึ่งยอมให้มีการเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง

3.1 ประเภทของสิ่งอำนวยความสะดวก

ทางด่วนจัดได้ว่าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกเดียวที่กระแสจราจรมีการไหลแบบไม่ขัดจังหวะ ทางเข้า และทางออกจากทางด่วนได้กำหนดให้ใช้ทางเชื่อมที่ออกแบบไม่ให้มีการขัดจังหวะกับกระแสจราจรบนทางด่วน ไม่มีทางแยกทางร่วม หรือทางแยกสัญญาณไฟ ไม่มีทางเข้าเชื่อมโดยตรง และไม่อนุญาตจอดรถในเขตทาง การเข้าเชื่อมเป็นแบบมีการควบคุมแบบสมบูรณ์ (Full Control of Access)

ทางหลวงหลายช่องทางจราจรจะถูกจัด และวิเคราะห์เป็นแบบถนนสายหลัก (Arterial Roadway) หากระยะห่างระหว่างทางแยกสัญญาณไฟสั้นกว่า 1.6 กิโลเมตร การไหลแบบไม่ขัดจังหวะสามารถปรากฏได้หากระยะห่างระหว่างทางแยกสัญญาณไฟมากกว่า 3.2 กิโลเมตร กรณีที่ระยะห่างระหว่างทางแยกอยู่ในช่วง 1.6–3.2 กิโลเมตร การไหลแบบไม่ขัดจังหวะอาจเกิดขึ้นได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพจราจรที่กำหนด ซึ่งในกรณีนี้ไม่มีวิธีเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์ และโดยทั่วไปจะวิเคราะห์เป็นแบบถนนสายหลัก

ทางหลวงหลายช่องทางถูกจำแนกด้วยจำนวนช่องทาง และประเภทของถนนกลาง โดยทั่วไป ทางหลวงหลายช่องทางประกอบด้วย 4 หรือ 6 ช่องทาง อาจมีถนนกลางซึ่งแบ่งแยกกระแสจราจรทั้งสองออกจากกัน หรือ ไม่มีถนนกลาง (ใช้เครื่องหมายจราจรตามยาว เส้นทึบคู่-สีเหลือง) โดยทั่วไป ทางหลวงหลายช่องทางบริเวณชานเมือง จะติดตั้งถนนกลางชนิดที่ยอมให้รถผ่านได้มาปฏิบัติ โดยช่องกลางจัดเป็นช่องทางสำหรับยอมให้รถสามารถเลี้ยวขวาได้ทั้งสองทิศทาง ซึ่งการดำเนินงานเช่นนี้ ทางหลวงมักมีจำนวนช่องทางเป็นเลขคี่ อาจมี 5 หรือ 7 ช่องทาง

การนำเอาถนนกลางมาใช้ปฏิบัติกับทางหลวงหลายช่องทาง มีผลกระทบต่อการดำเนินงานของทางอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากถนนกลางป้องกันไม่ให้รถเลี้ยวขวาผ่านถนนกลางไปได้ ยกเว้นบริเวณที่ได้เปิดถนนกลางเพื่ออนุญาตให้เลี้ยวขวาได้เท่านั้น สำหรับทางหลวงหลายช่องทางที่ไม่มีถนนกลาง รถสามารถเลี้ยวขวาได้ตลอดช่วงทาง ในกรณีที่จัดช่องทางสำหรับเลี้ยวขวาได้ทั้งสองทิศทาง รถสามารถเลี้ยวขวาได้โดยปราศจากข้อจำกัด แต่ต้องหยุดคอยเพื่อรอเลี้ยวในช่องทางนั้น ซึ่งจะไม่มีกีดขวางกระแสจราจรในทิศทางตรงไป

ในวิธีการวิเคราะห์ความจุ ทั้งช่วงทางด่วนพื้นฐาน และทางหลวงหลายช่องทาง จะถูกจำแนกด้วยความเร็วการไหลแบบอิสระ (Free-flow speed) โดยความเร็วการไหลแบบอิสระหมายถึงความเร็วที่อัตราการไหลเป็นศูนย์ ($q = 0$) แต่ในทางปฏิบัติ จะเป็นความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรที่มีอัตราการไหลน้อยกว่า 1000 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทาง

3.2 ลักษณะของช่วงทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง

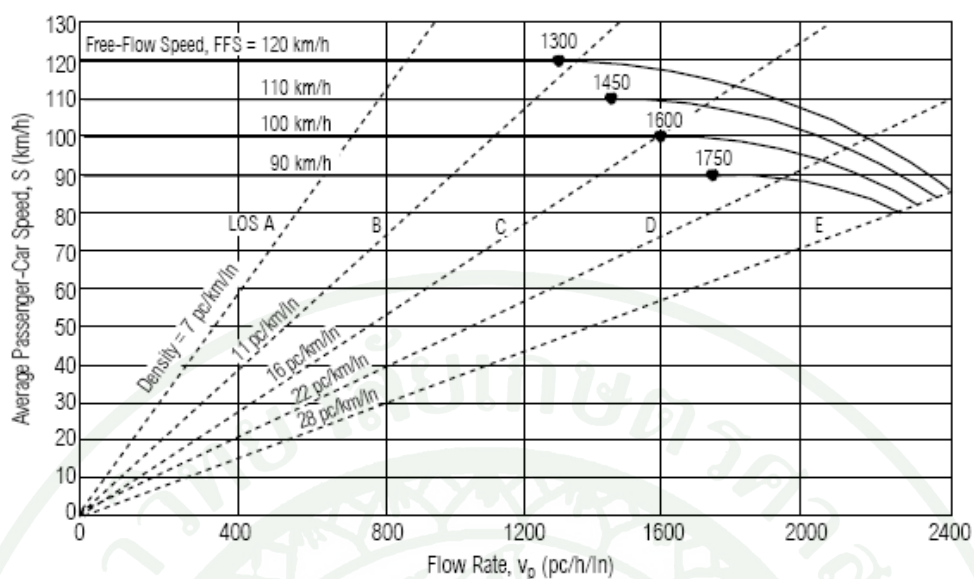
3.2.1 ลักษณะความเร็ว และอัตราการไหล

ลักษณะการไหลแบบไม่ขัดจังหวะ ทั่วไปแล้ว เกิดขึ้นบนสิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่มีการขัดจังหวะจากภายนอกต่อกระแสน้ำจราจร อาทิ บนทางด่วน ที่ไม่มีทางแยกทางร่วมทางแยกสัญญาณไฟ ป้ายหยุด หรือป้ายให้ทาง หรือสิ่งขัดขวางอื่นๆ ที่มีต่อกระแสน้ำจราจร ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวมีการควบคุมการเข้าเชื่อมอย่างสมบูรณ์ ไม่มีถนนเชื่อมต่อโดยตรง หรือทางเข้าสู่พื้นที่ข้างทางในรูปแบบใดๆ ดังนั้นลักษณะของกระแสน้ำจราจรจะมีผลจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างรถ ถนน และสภาพแวดล้อม เท่านั้น สำหรับทางหลวงประเภทอื่นนอกจากทางด่วนแล้ว การไหลแบบไม่ขัดจังหวะ อาจเกิดขึ้นได้บนบางช่วงทางของทางสองช่องทางวิ่งสองทิศทางนอกเมือง และทางหลวงหลายช่องทางบริเวณชานเมืองที่ระยะห่างระหว่างทางแยกสัญญาณไฟ หรือสิ่งขัดขวางอื่นมากกว่า 3.2 กิโลเมตร

วิธีการวิเคราะห์ความจุของทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทางขึ้นอยู่กับกราฟแสดงความเร็ว-อัตราการไหลที่ได้ปรับแก้ค่าเรียบร้อยแล้วสำหรับช่วงทางที่ความเร็วกระแสน้ำจราจรอิสระต่างๆ ภายใต้สภาพพื้นฐาน ซึ่งสภาพพื้นฐานในที่นี้ ประกอบด้วย

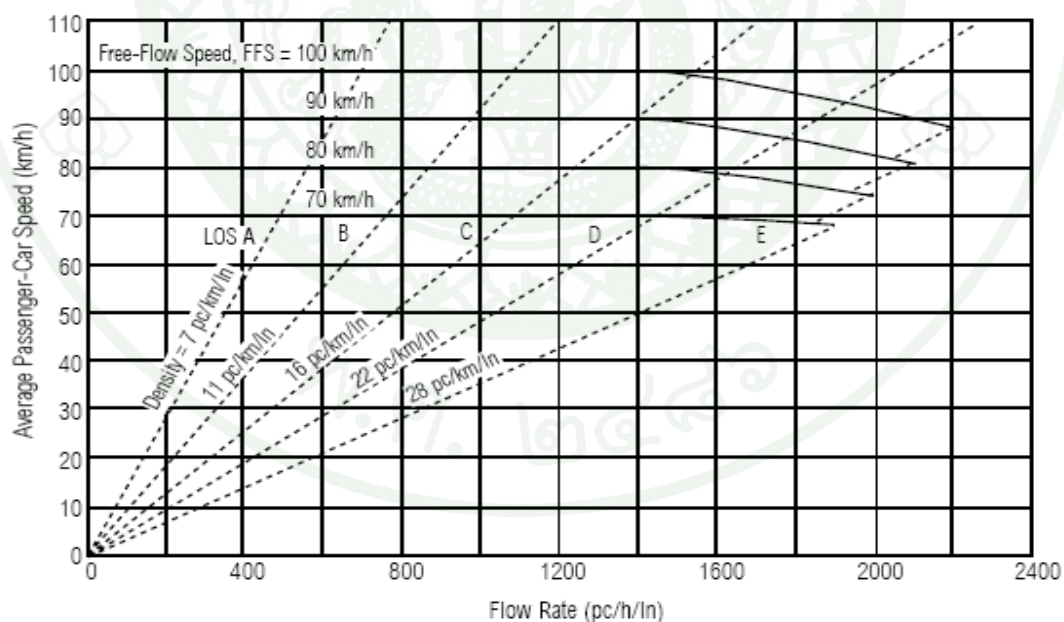
- ไม่มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสน้ำจราจร
- ผู้ขับขี่ในกระแสน้ำจราจรส่วนมากคุ้นเคยกับพื้นที่ หรือ เส้นทาง

ภาพที่ 5 และ 6 แสดงกราฟมาตรฐานที่ได้ปรับแก้ค่าแล้วสำหรับการวิเคราะห์ความจุของทางด่วนพื้นฐาน และทางหลวงหลายช่องทาง ซึ่งในรูปจะเห็นว่าความหนาแน่นถูกใช้เป็นตัวกำหนดระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกแบบไม่มีการขัดจังหวะจากกราฟมาตรฐาน เป็นที่น่าสังเกตว่า ความเร็วการไหลแบบอิสระจะยังคงรักษาไว้ได้จนกระทั่งอัตราการไหลถึง 1300 ถึง 1750 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทาง สำหรับทางด่วน ซึ่งก็ทำนองเดียวกับทางหลวงหลายช่องทาง และโดยส่วนมาก สิ่งอำนวยความสะดวกรองรับการไหลแบบไม่ขัดจังหวะการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลจากแบบเสถียรเปลี่ยนเป็นแบบไม่เสถียรเกิดขึ้นเร็วมาก แต่การเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลไม่มากนัก



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของความเร็วและอัตราการไหล สำหรับทางด่วน

ที่มา: HCM (2000)



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของความเร็วและอัตราการไหล สำหรับทางหลวงหลายช่องทาง

ที่มา: HCM (2000)

3.2.2 ระดับบริการ

สำหรับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง มาตรวัดความมีประสิทธิภาพที่ใช้สำหรับกำหนดระดับบริการได้แก่ ความหนาแน่น การใช้ความหนาแน่นแทนความเร็วก็เนื่องจากความเร็วเฉลี่ยยังคงคงที่ตลอดพิสัยอัตราการใช้รถทั้งหมด และเนื่องจากความแตกต่างทั้งหมดระหว่างความเร็วการใช้รถแบบอิสระกับความเร็ว ณ ความจุของทางแตกต่างกันค่อนข้างน้อย ทำให้ยากแก่การกำหนดระดับบริการได้อย่างชัดเจน

ถ้าอัตราการใช้รถแปรเปลี่ยนในขณะความเร็วค่อนข้างยังคงเสถียร ความหนาแน่นต้องแปรเปลี่ยนตลอดพิสัยของอัตราการใช้รถ ซึ่งทำให้ได้ความสัมพันธ์ $v = S \times D$ นอกจากนี้ ความหนาแน่นยังอธิบายถึงระยะห่างระหว่างรถที่มีความใกล้เคียงกัน ซึ่งมีผลต่อความมีอิสระในการขับขี ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่นำมาใช้สำหรับกำหนดระดับบริการ

สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกแบบไม่มีการจัดจังหวะ ขอบเขตของความหนาแน่นระหว่างระดับบริการ E และ F หมายถึงความหนาแน่นที่ระดับความจุของทาง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราการใช้รถได้ให้ขอบเขตวิกฤตินี้ไว้ กรณีสำหรับทางด่วน ความหนาแน่นคงที่เท่ากับ 28 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทาง สำหรับทุกความเร็วการใช้รถแบบอิสระ ส่วนทางหลวงหลายช่องทาง ความจุของทางเกิด ณ ความหนาแน่นมีค่าระหว่าง 25–28 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทาง ทั้งนี้ขึ้นกับความเร็วการใช้รถแบบอิสระของสิ่งอำนวยความสะดวกนั้น ตารางที่ 22 แสดงเกณฑ์การกำหนดระดับบริการจากความหนาแน่นสำหรับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง

สภาพการดำเนินงานทั่วไปสำหรับระดับบริการนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 22 เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง

Level of Service	Density Range for Basic Freeway sections (pc/km/ln)	Density Range for Multilane Highways (pc/km/ln)
A	0–7	0–7
B	> 7–11	> 7–11
C	> 11–16	> 11–16
D	> 16–22	> 16–22
E	> 22–28	>22–(25–28) depending on FFS
F	> 28	>(25–28) depending on FFS

ที่มา: Roess *et al.* (2004)

ระดับบริการ A

LOS A หมายถึงสภาพการไหลเป็นแบบอิสระ ผู้ขับขี่แต่ละคนไม่ได้รับผลกระทบจากรถคันอื่นๆ ในกระแสจราจร ความมีอิสระในการเลือกใช้ความเร็ว และเคลื่อนไหวภายในกระแสจราจรมีสูงมาก โดยทั่วไป ระดับความสะดวก สบายในการขับขี่สำหรับผู้ขับขี่ดีเยี่ยม ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างรถอย่างน้อยเท่ากับ 145 เมตร หรือ ห่างกันประมาณ 24 คันรถ

ระดับบริการ B

LOS B ก็เช่นกัน ขอมให้การใช้ความเร็วเท่ากับหรือใกล้เคียงกับความเร็วการไหลแบบอิสระ แต่อาจมีรถคันอื่นปรากฏในกระแสจราจรอย่างสังเกตเห็น ความมีอิสระในการเลือกใช้ความเร็วค่อนข้างไม่ได้รับผลกระทบ แต่ความมีอิสระในการเคลื่อนไหวภายในกระแสจราจรลดลงหากเทียบกับ LOS A ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างรถอย่างน้อยเท่ากับ 88 เมตร หรือ ประมาณ 15 คันรถ

ระดับบริการ C

LOS C มีความเร็วเท่ากับหรือใกล้เคียงกับสภาพการไหลแบบอิสระ แต่ความมีอิสระในการเคลื่อนไหวภายในกระแสน้ำจะเห็นได้ว่าถูกจำกัด อาทิ การเปลี่ยนช่องจราจรจะต้องระมัดระวังรถคันอื่น โดยทั่วไป ระดับความสะดวก และสบายลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีการรบกวนกันภายในกระแสน้ำ อาทิ อุบัติการณ์ที่อาจส่งผลให้เกิดแถวคอย หรือความล่าช้าขึ้น ซึ่งสภาพเช่นนี้จะเกิดขึ้นใน LOS A และ LOS B น้อยมาก ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างรถอย่างน้อยเท่ากับ 61 เมตร หรือระยะห่างประมาณ 10 คันรถ

ระดับบริการ D

LOS D หมายถึง สภาพการจราจรที่ความเร็วจราจรเริ่มลดลงเล็กน้อยเมื่อปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ความมีอิสระในการเคลื่อนไหวภายในกระแสน้ำถูกจำกัดมากขึ้น ผู้ขับขี่จะรู้สึกถึงความสะดวก สบายทั้งด้านกายภาพ และจิตใจลดลง อุบัติการณ์ทำให้เกิดแถวคอยยาวขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นมากขึ้น ประกอบกับในระดับบริการนี้ระยะห่างระหว่างรถน้อยลงที่จะซึมซับการรบกวนภายในกระแสน้ำ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างรถอย่างน้อยเท่ากับ 45 เมตร หรือ ยาวประมาณ 7 คันรถ

ระดับบริการ E

LOS E หมายถึงสภาพการใช้งานของการจราจรเข้าใกล้ หรือเท่ากับความจุของทาง การรบกวนต่อกระแสน้ำถึงแม้จะไม่มาก อาทิ รถเข้าเชื่อมจากทางเข้า หรือรถเปลี่ยนช่องทาง ก็สามารถก่อให้เกิดความล่าช้าได้ เนื่องจากการที่รถคันอื่นยอมให้ทางเพื่อการเคลื่อนไหวดังกล่าว โดยทั่วไป ความสามารถในการเคลื่อนไหวค่อนข้างจำกัด และผู้ขับขี่ก็ต่างประสบกับความไม่สะดวก สบายทั้งด้านกายภาพ และจิตใจ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างรถอย่างน้อยเท่ากับ 35 เมตร หรือ ประมาณ 6 คันรถ

ระดับบริการ F

LOS F อธิบายถึงกระแสจราจรที่มีแถวคอยที่ก่อตัวบนถนนทาง และมีการหยุดชะงัก ซึ่งอาจเป็นผลจากอุบัติเหตุ หรืออุบัติเหตุ หรืออาจเกิด ณ บริเวณที่อัตราเข้ามากกว่าความจุของทาง ได้แก่บริเวณทางเข้า และออกจากทางด่วน ที่ปริมาณจราจรเกินกว่าความจุของทางที่สามารถรองรับได้ รถมักเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำแล้วก็หยุด เคลื่อนที่แล้วหยุดสลับเช่นนี้ไป

3.2.3 อัตราการไหลบริการ และความจุ

ความหนาแน่นสูงสุด ความเร็วเฉลี่ยต่ำสุด อัตราส่วน v/c สูงสุด และอัตราการไหลบริการสูงสุดสำหรับระดับบริการต่างๆ สำหรับทางด่วน และ ทางหลวงหลายช่องทางสามารถหาได้จากตารางที่ 23 และ 24 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ในตารางนี้หาโดยตรงจากภาพที่ 5 และ 6 แต่เพื่อความสะดวกก็ได้ทำการปรับค่าให้ใกล้เคียงเลขสิบมากที่สุด สำหรับหน่วยของอัตราการไหลบริการสูงสุดในที่นี้เป็น คัน (รถนั่งส่วนบุคคล) ต่อชั่วโมงต่อช่องทาง (pc/h/ln)

ตารางที่ 23 เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางด่วน

Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 120 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	120.0	120.0	114.6	99.6	85.7
Maximum v/c	0.35	0.55	0.77	0.92	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	840	1320	1840	2200	2400
FFS = 110 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	110.0	110.0	108.5	97.2	83.9
Maximum v/c	0.33	0.51	0.74	0.91	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	770	1210	1740	2135	2350

ตารางที่ 23 (ต่อ)

Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 100 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	100.0	100.0	100.0	93.8	82.1
Maximum v/c	0.30	0.48	0.70	0.90	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	700	1100	1600	2065	2300
FFS = 90 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	90.0	90.0	90.0	89.1	80.4
Maximum v/c	0.28	0.44	0.64	0.87	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	630	990	1440	1955	2250

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 24 เกณฑ์กำหนดระดับบริการสำหรับทางหลวงหลายช่องทาง

Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 100 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	25
Minimum speed (km/h)	100.0	100.0	98.4	91.5	88.0
Maximum v/c	0.32	0.5	0.72	0.92	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	700	1100	1575	2015	2200

ตารางที่ 24 (ต่อ)

Criteria	LOS				
	A	B	C	D	E
FFS = 90 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	26
Minimum speed (km/h)	90.0	90.0	89.8	84.7	80.8
Maximum v/c	0.30	0.47	0.68	0.89	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	630	990	1435	1860	2100
FFS = 80 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	27
Minimum speed (km/h)	80.0	80.0	80.0	77.6	74.1
Maximum v/c	0.28	0.44	0.64	0.85	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	560	880	1280	1705	2000
FFS = 70 km/h					
Maximum density (pc/km/ln)	7	11	16	22	28
Minimum speed (km/h)	70.0	70.0	70.0	69.6	67.9
Maximum v/c	0.26	0.41	0.59	0.81	1.00
Maximum service flow rate (pc/h/ln)	490	770	1120	1530	1900

ที่มา: HCM (2000)

3.3 วิธีการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับช่วงทางด่วนพื้นฐาน และทางหลวงหลายช่องทาง

ลักษณะและหลักเกณฑ์ที่บรรยายข้างต้นสำหรับทางด่วน และ ทางหลวงหลายช่องทาง ใช้กับสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีสภาพจราจร และทางเป็นแบบพื้นฐาน โดยทั่วไปแล้วสภาพพื้นฐานดังกล่าวยากที่จะปรากฏ จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงผลกระทบของสภาพทางที่กำหนดที่มีต่อลักษณะ และหลักเกณฑ์ องค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

- ความกว้างของช่องทาง
- ระยะห่างด้านข้าง
- จำนวนช่องทาง (สำหรับทางด่วน)
- ประเภทของถนน (สำหรับทางหลวงหลายช่องทาง)
- ความถี่ของทางแยกต่างระดับ (สำหรับทางด่วน) หรือจุดเข้าเชื่อม (สำหรับทางหลวงหลายช่องทาง)

- ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร
- จำนวนผู้ใช้ทางที่ไม่คุ้นเคยกับพื้นที่

บางองค์ประกอบที่กล่าวข้างต้นมีผลกระทบต่อความเร็วการไหลแบบอิสระ ขณะที่องค์ประกอบอื่นมีผลต่ออุปสงค์อัตราการไหลสมมูลบนสิ่งอำนวยความสะดวก

3.3.1 ประเภทของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ที่สามารถนำมาปฏิบัติกับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภททางด่วนและทางหลวงหลายช่องทาง จำแนกได้ 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์การดำเนินงาน 2) อัตราการไหลบริการ และการวิเคราะห์ปริมาณจราจรบริการ และ 3) การวิเคราะห์ออกแบบ

3.3.1.1 การวิเคราะห์การดำเนินงาน

การวิเคราะห์การดำเนินงานเป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลาย โดยสภาพการจราจร ทาง และการควบคุมสำหรับช่วงทางที่เป็นอยู่ หรือที่พิจารณาจะถูกกำหนด จากนั้นก็จะหาระดับบริการที่คาดว่าจะเกิด และตัวประกอบการดำเนินต่างๆ

ขั้นตอนก็โดยเปลี่ยนปริมาณจราจรปัจจุบัน หรือที่คาดไว้ในอนาคตเป็นอัตราการไหลสมมูลภายใต้สภาพอุดมคติ ดังนี้

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p} \quad (19)$$

โดยที่ V_p = อัตราการไหลที่ต้องการภายใต้สภาพอุดมคติ (pc/h/mi)
 V = ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง (คัน/ชั่วโมง)

PHF	=	ตัวประกอบปริมาณจราจรชั่วโมงคับคั่ง
N	=	จำนวนช่องทาง ในทิศทางเดียว
f_{HV}	=	ตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่
f_p	=	ตัวประกอบปรับแก้สำหรับผู้ใช้งานที่ไม่คุ้นเคยหรือใช้ สิ่งอำนวยความสะดวกนี้

ผลลัพธ์ที่ได้จากสมการข้างต้น นำมาใช้ในแผนผังความเร็ว-อัตราการไหลมาตรฐานที่แสดงในภาพที่ 5 สำหรับของทางด่วน จากระดับความเร็วกระแสจราจรอิสระที่เหมาะสม ให้แทนค่าอัตราการไหล (v_p) ในแกน X จะทำให้ได้ระดับบริการ และความเร็วเฉลี่ยของการจราจร

3.3.1.2 การวิเคราะห์อัตราการไหลบริการ และปริมาณจราจรบริการ

การหาอัตราการไหลบริการ และปริมาณจราจรบริการสำหรับระดับบริการต่าง ๆ ภายใต้สภาพทางที่กำหนดจะทำให้ได้ประโยชน์อย่างมาก ระดับอุปสงค์ต่าง ๆ อาจถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ประมาณหาได้นี้สำหรับการหาระดับบริการ อัตราการไหลบริการสำหรับระดับบริการที่กำหนดสามารถหาได้จาก

$$SF_i = MSF_i \times N \times f_{HV} \times f_p \quad (20)$$

โดยที่: SF_i = อัตราการไหลบริการ สำหรับระดับบริการ “i” (veh/h)
 MSF_i = อัตราการไหลบริการสูงสุดสำหรับระดับบริการ “i” (pc/h/ln)

อัตราการไหลบริการสูงสุดสำหรับแต่ละระดับบริการ (MSF_i) หาได้จากตารางที่ 23 และ 24 สำหรับทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง ตามลำดับ การใช้ตารางดังกล่าว ให้เริ่มด้วยความเร็วการไหลแบบอิสระที่เหมาะสม จากนั้นก็อาจใช้การประมาณค่าที่ใกล้เคียงได้

อัตราการไหลบริการ กล่าวในพจน์ของอัตราการไหลสูงสุดในช่วงเวลาการจราจรคับคั่ง ปกติใช้ช่วงเวลา 15 นาที สำหรับวิเคราะห์หา เพื่อความสะดวกจะเปลี่ยนอัตราการไหลบริการเป็นปริมาณจราจรบริการในช่วงเวลาจราจรคับคั่งเต็มชั่วโมง ทั้งนี้โดยหาจากตัวประกอบปริมาณจราจรชั่วโมงคับคั่งดังนี้

$$V_i = SF_i \times PHF \quad (21)$$

โดยที่ : V_i = ปริมาณจราจรบริการในช่วงเวลาจราจรคับคั่งเต็มชั่วโมง
สำหรับระดับบริการ “i”

3.3.1.3 การวิเคราะห์ห้ออกแบบ

ในการวิเคราะห์ห้ออกแบบ ปริมาณจราจรปัจจุบันหรือที่คาดไว้ในอนาคต จะถูกนำมาใช้หาจำนวนช่องทางที่ต้องการสำหรับระดับบริการที่ระบุ จำนวนช่องจราจรอาจหาได้จาก

$$N_i = \frac{DDHV}{PHF \times MSF_i \times f_{HV} \times f_p} \quad (22)$$

โดยที่ : N_i = จำนวนช่องทางที่ต้องการ เพื่อได้ระดับบริการ “i” (ใน
(ในทิศทางเดียว)
 $DDHV$ = ปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบ ตามทิศทางจราจร

วิธีการวิเคราะห์การออกแบบสำหรับทางด่วนเป็นกระบวนการกระทำซ้ำ ค่า MSF_i ขึ้นอยู่กับความเร็วการไหลแบบอิสระของสิ่งอำนวยความสะดวก ในกรณีทางด่วน ความเร็วการไหลแบบอิสระ ขึ้นอยู่กับจำนวนช่องทางที่มี ดังนั้นจำเป็นต้องสมมติจำนวนช่องทางที่มีให้บริการจากนั้นคำนวณซ้ำต่อเนื่องจนกระทั่งค่าสมมติกับค่าที่คำนวณได้ใกล้เคียงกัน

จะเป็นการสะดวกหากคำนวณอัตราการใช้บริการและปริมาณจราจรบริการสำหรับระดับบริการที่ต้องการด้วยการแปรเปลี่ยนค่าจำนวนช่องจราจร (เป็น 2 3 4 หรือ 5 ช่องทาง) จากนั้นอัตราการใช้บริการ สามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากที่คำนวณได้ตามจำนวนช่องจราจรที่ต้องการ

3.3.2 การหาความเร็วกระแสจราจรอิสระ

การหาความเร็วการไหลแบบอิสระด้วยการสำรวจในสนามจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุด จากแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราการไหลของทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทาง ค่าความเร็วเฉลี่ยที่อัตราการไหลเท่ากับหรือน้อยกว่า 1000 คันต่อชั่วโมงต่อช่องทางอาจถือได้ว่าเป็นความเร็วการไหลแบบอิสระ อย่างไรก็ตาม เป็นการยากที่จะสำรวจหาความเร็วในสนามได้สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกกำลังอยู่ในขณะดำเนินการปรับปรุง ในกรณีเช่นนี้อาจประมาณค่าได้ดังจะกล่าวต่อไป

3.3.2.1 การหาความเร็วกระแสจราจรอิสระทางด่วน

ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางด่วนสามารถหาได้จาก

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} \quad (23)$$

โดยที่:

FFS = ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางด่วน เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

BFFS = ความเร็วการไหลแบบอิสระพื้นฐานของทางด่วน เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

f_{LW} = ค่าปรับแก้สำหรับความกว้างช่องทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

f_{LC} = ค่าปรับแก้สำหรับระยะปลอดภัยข้างทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

f_N = ค่าปรับแก้สำหรับจำนวนช่องทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

f_{ID} = ค่าปรับแก้สำหรับความถี่ทางแยกต่างระดับ เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วการไหลแบบอิสระพื้นฐานของทางด่วน สำหรับทางด่วนในเมืองและชานเมือง และทางด่วนนอกเมือง เท่ากับ 110 km/h และ 120 km/h ตามลำดับ

การปรับแก้ความกว้างช่องทาง สภาพพื้นฐานสำหรับความกว้างช่องทางคือมีความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 3.6 เมตร หรือกว้างกว่า สำหรับช่องทางที่กว้างน้อยกว่าที่ระบุความเร็วการไหลแบบอิสระก็จะลดลงด้วยตัวประกอบในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความกว้างช่องทางบนทางด่วน

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้ระยะปลอดภัยข้างทาง ความกว้างระยะปลอดภัยข้างทางพื้นฐานของช่วงทางด่วนพื้นฐาน สำหรับด้านซ้ายกำหนดเท่ากับ 1.8 เมตร หรือกว้างกว่า และสำหรับด้านติดถนน (ด้านขวา) กำหนดเท่ากับ 0.6 เมตร หรือมากกว่า ค่าการปรับแก้สำหรับระยะปลอดภัยด้านซ้ายน้อยกว่า 1.8 เมตร ให้ไว้ในตารางที่ 26 และไม่ได้มีข้อกำหนดสำหรับระยะปลอดภัยด้านขวาน้อยกว่า 0.6 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากสภาพดังกล่าวไม่ค่อยปรากฏ

ตารางที่ 26 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับระยะปลอดโล่งข้างทางบนทางด่วน

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.3	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้สำหรับจำนวนช่องจราจร จำนวนช่องจราจรพื้นฐานในทิศทางหนึ่งของทางด่วนเท่ากับ 5 ช่องทางหรือมากกว่า ซึ่งจำนวนช่องทางที่ระบุข้างต้นไม่ค่อยพบเห็นในประเทศไทย ส่วนมากจะเป็นขนาด 6 ช่องทาง เหตุผลที่ต้องมีการปรับแก้ค่าก็เนื่องจากเป็นที่ตระหนักว่าความเร็วกระแสดูจราจรถะบนทางด่วนในเมืองหรือย่านชานเมืองยากที่จะรักษาระดับ 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้บนทางด่วนที่มีจำนวนช่องทางน้อยกว่าที่กำหนด ค่าการปรับแก้สำหรับจำนวนช่องจราจรกำหนดไว้ในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับจำนวนช่องทางบนทางด่วน

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้สำหรับความหนาแน่นทางแยกต่างระดับ องค์ประกอบที่พบว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความเร็วการไหลแบบอิสระบนทางด่วนก็คือ จำนวนและระยะห่างของทางแยกต่างระดับ ความหนาแน่นทางแยกต่างระดับ หมายถึง จำนวนทางแยกต่างระดับเฉลี่ยต่อระยะทางบนช่วงทางยาว 10 กิโลเมตรของทางด่วน โดยพิจารณา 5 กิโลเมตร ก่อน และหลังจากจุดหรือช่วงทางที่พิจารณา ควรเป็นที่ตระหนักว่า ความหนาแน่นของทางแยกต่างระดับไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของทางเชื่อม (Ramps) ทางแยกต่างระดับอาจประกอบด้วยทางเชื่อมหลายตัว ดังเช่นทางแยกต่างระดับแบบ Diamond ซึ่งมี 4 ทางเข้าเชื่อม ในขณะที่แบบ Full Cover-leaf มี 8 ทางเข้าเชื่อม อย่างไรก็ตามหากจะจัดว่าเป็นทางแยกต่างระดับจะต้องมีทางเข้าเชื่อมอย่างน้อย 1 จุด ดังนั้นทางแยกที่มีแต่ทางออกจะไม่ถือว่าเป็นทางแยกต่างระดับ สภาพพื้นฐานสำหรับความหนาแน่นทางแยกต่างระดับเป็น 0.3 ทางแยกต่อกิโลเมตร หมายความว่าค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างทางแยกต่างระดับเป็น 3.3 กิโลเมตร ค่าปรับแก้สำหรับความหนาแน่นทางแยกต่างระดับแสดงไว้ในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความหนาแน่นทางแยกต่างระดับบนทางด่วน

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

ที่มา: HCM (2000)

3.3.2.2 การหาความเร็วกระแสจราจรอิสระทางหลวงหลายช่องทาง

ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางหลวงหลายช่องทางหาได้จาก

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A \quad (24)$$

โดยที่:

- FFS = ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางหลวงหลายช่องทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
- BFFS = ความเร็วการไหลแบบอิสระพื้นฐานของทางหลวงหลายช่องทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
- f_{LW} = ค่าปรับแก้สำหรับความกว้างช่องทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
- f_{LC} = ค่าปรับแก้สำหรับระยะปลอดภัยข้างทาง เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง
- f_M = ค่าปรับแก้สำหรับประเภทรถหนัก เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

f_A = ค่าปรับแก้สำหรับจุดเข้าเชื่อม เป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วการไหลแบบอิสระพื้นฐานของทางหลวงหลายช่องทาง สำหรับทางหลวงนอกเมือง และในเมือง เท่ากับ 96 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในกรณีไม่มีข้อมูลจากสนาม หากมีการกำหนดความเร็วจำกัด ให้ใช้ค่าสูงกว่าความเร็วกำหนดประมาณ 11 และ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับทางหลวงที่กำหนดความเร็วจำกัดไว้เป็น 64-72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 80-88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

การปรับแก้ความกว้างช่องทาง สภาพพื้นฐานสำหรับความกว้างช่องทางของทางหลวงหลายช่องทาง คือ มีความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 3.6 เมตร หรือมากกว่า เช่นเดียวกับทางด่วน สำหรับช่องทางที่แคบกว่าที่ระบุ ความเร็วการไหลแบบอิสระก็จะลดลงด้วย ตัวประกอบในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความกว้างช่องทางบนทางหลวงหลายช่องทาง

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้สำหรับระยะปลอดโค้งข้างทาง สำหรับทางหลวงหลายช่องทาง ค่าการปรับแก้ขึ้นอยู่กับระยะปลอดโค้งข้างทางรวม (Total Lateral Clearance) ซึ่งเป็นผลรวมของระยะปลอดโค้งด้านซ้ายและด้านขวาของทาง

- ระยะปลอดโล่งข้างทางกว้าง 3.6 เมตร กำหนดเป็นสภาพพื้นฐาน ฉะนั้นจะพิจารณาระยะปลอดโล่งเท่ากับ 3.6 เมตรเท่านั้น ถึงแม้ว่าระยะปลอดโล่งจริงจะกว้างกว่านี้ ดังนั้นระยะปลอดโล่งรวมพื้นฐานเท่ากับ 3.6 เมตร (ด้านซ้าย และด้านขวา กว้างข้างละ 1.8 เมตร)

- สำหรับทางหลวงหลายช่องทางที่ไม่มีฉนวนกลาง จะไม่มีระยะปลอดโล่งด้านขวา หรือด้านชิดติดฉนวน อย่างไรก็ตาม ก็จะมีการปรับแก้การแยกของการจราจรสำหรับประเภทของฉนวนกลาง ซึ่งรวมถึงกรณีทางหลวงไม่มีฉนวนกลางด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงการนับซ้ำผลกระทบของทางหลวงไม่มีฉนวนกลาง ระยะปลอดโล่งด้านขวา ของทางหลวงที่ไม่มีฉนวนกลาง กำหนดให้ใช้เท่ากับ 1.8 เมตร

- สำหรับทางหลวงหลายช่องทางที่จัดช่องทางสำหรับเลี้ยวขวาทั้งสองทิศทาง ความกว้างของระยะปลอดโล่งด้านขวา หรือด้านติดฉนวนทำนองเดียวกันก็ให้ใช้เท่ากับ 1.8 เมตร

- สำหรับทางหลวงแบ่งแยกทิศทางจราจร ระยะปลอดโล่งด้านข้างขึ้นอยู่กับระยะห่างของสิ่งอุปสรรคที่ติดตั้ง หรือมีอยู่ในฉนวนกลาง รวมทั้งระยะห่างของช่องทางสำหรับทิศทางตรงข้าม อย่างไรก็ตาม ให้ใช้ค่าได้สูงสุดเท่ากับ 1.8 เมตร

การปรับแก้ความเร็วการไหลแบบอิสระสำหรับระยะปลอดโล่งข้างทางรวมบนทางหลวงหลายช่องทางแสดงไว้ในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับระยะปลอดภัยข้างทางทั้งหมดบนทางหลวงหลายช่องทาง

Four-Lane Highways		Six-Lane Highways	
Total Lateral Clearance ^a (m)	Reduction in FFS (km/h)	Total Lateral Clearance ^a (m)	Reduction in FFS (km/h)
3.6	0.0	3.6	0.0
3.0	0.6	3.0	0.6
2.4	1.5	2.4	1.5
1.8	2.1	1.8	2.1
1.2	3.0	1.2	2.7
0.6	5.8	0.6	4.5
0.0	8.7	0.0	6.3

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้สำหรับประเภทถนนเกาะกลาง การปรับแก้จากประเภทถนนแสดงในตารางที่ 31 โดยลดลง 2.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับทางหลวงแบบไม่มีถนนกลางในขณะทางหลวงแบบมีถนนกลาง หรือทางหลวงหลายช่องทางที่มีช่องทางสำหรับรถเลี้ยวขวาได้ทั้งสองทิศทาง จะถือว่าเป็นสภาพพื้นฐาน

ตารางที่ 31 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับประเภทถนนบนทางหลวงหลายช่องทาง

Median Type	Reduction in FFS (km/h)
Undivided highways	2.6
Divided highways (including TWLTLs)	0.0

ที่มา: HCM (2000)

การปรับแก้สำหรับความหนาแน่นจุดเข้าเชื่อมต่อ (Access-Point Density) ความหนาแน่นจุดเข้าเชื่อมต่อเป็นจำนวนทางแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟเฉลี่ยต่อกิโลเมตรที่ยอมให้รถในทิศทางอื่นเข้าเชื่อมกับทางหลวงหลายช่องทางทางด้านซ้ายมือได้ หรือทางเข้าเชื่อมต่อที่มีปริมาณจราจรต่ำ หรือที่ไม่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้ขับขี่ก็จะไม่พิจารณาในกรณีนี้ การปรับแก้ด้วยองค์ประกอบนี้แสดงไว้ในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ตัวประกอบปรับแก้ FFS สำหรับความหนาแน่นจุดเชื่อมบนทางหลวงหลายช่องทาง

Access Points/Kilometer	Reduction in FFS (km/h)
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥ 24	16.0

ที่มา: HCM (2000)

2.3.3 การหาองค์ประกอบรถบรรทุกขนาดใหญ่

การปรับแก้ปริมาณจราจรที่สำคัญอย่างหนึ่งได้แก่ตัวประกอบรถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นการปรับแก้ค่าปริมาณจราจรเนื่องจากการปรากฏของรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร รถบรรทุกขนาดใหญ่ในที่นี้หมายถึงรถที่มีจำนวนล้อที่สัมผัสผิวทางมากกว่าสี่ล้อ ซึ่งจำแนกได้เป็นสองประเภทได้แก่ 1) รถบรรทุกและรถโดยสาร และ 2) รถเพื่อการพักผ่อน (Recreational vehicles, RV)

สำหรับวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ความจุของทาง รถบรรทุกและรถโดยสารมีสมรรถนะคล้ายกันจึงได้ถูกจัดในกลุ่มเดียวกัน และรถที่กล่าวถึงนี้หมายถึงรถที่ใช้ในเชิงพาณิชย์เท่านั้น ไม่รวมรถบรรทุกส่วนบุคคลขนาดเล็ก อย่างไรก็ตาม รถบรรทุกมีขนาดแตกต่างกันมากมีทั้งรถตอนเดียว รถพ่วง และรถหัวลาก ตัวประกอบนี้ที่ระบุใน HCM 2000 ขึ้นกับการปะปนของรถบรรทุกที่มีอัตราส่วนน้ำหนักต่อกำลังแรงม้า ประมาณ 667:1 (667 นิวตันต่อแรงม้า)

สำหรับรถ RV ก็เช่นเดียวกัน มีหลายขนาดและมีลักษณะแตกต่างกัน ในการดำเนินงานรถประเภทนี้ โดยทั่วไป ผู้ขับขี่เป็นเจ้าของขับเอง ไม่ใช่คนขับอาชีพอย่างเช่นรถบรรทุก และรถโดยสาร ที่มีทักษะและการฝึกฝนการขับเป็นอย่างดี ปกติแล้ว รถ RV มักจะมีสมรรถนะดีกว่ารถบรรทุกและรถโดยสาร โดยมีอัตราส่วนน้ำหนักต่อกำลังแรงม้าอยู่ในช่วงประมาณ 334 – 445 นิวตันต่อแรงม้า อนึ่ง รถประเภทนี้ในประเทศไทยแทบไม่มี ในการวิเคราะห์ความจุของทางองค์ประกอบนี้จึงไม่ต้องนำมาพิจารณา

ผลกระทบของรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสรถหลายช่องทางแบบไม่มีการจัดจังหวะก็เป็นเช่นเดียวกับทางด่วนและทางหลวงหลายช่องทาง ดังนั้นวิธีการที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งสองประเภทได้

หลักการร่นั่งสมมูล และความสัมพันธ์กับตัวประกอบปรับแก้รถบรรทุกขนาดใหญ่

ตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ขึ้นกับแนวคิดของการสมมูลกับรถนั่ง หรือรถนั่งสมมูล ซึ่งในที่นี้หมายความว่า จำนวนรถนั่งที่เทียบเท่ากับรถบรรทุก รถโดยสาร หรือรถ RV หนึ่งคันในกระแสรถภายใต้สภาพที่กำหนด จากประเภทของรถที่กำหนดไว้ ค่ารถนั่งสมมูลของรถทั้งสองประเภทอธิบายได้ดังนี้

E_T = รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสารในกระแสรถภายใต้สภาพที่กำหนด

E_R = รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV ในกระแสรถภายใต้สภาพที่กำหนด

จากคำจำกัดความ ตัวประกอบปรับแก้สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ (f_{HV}) นำไปหารอัตราการไหล หน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง ทำให้หน่วยเปลี่ยนเป็นคันรถนั่งต่อชั่วโมง (pc/h) ดังสมการ

$$V_{pce} = \frac{V_{vph}}{f_{HV}} \quad (25)$$

โดยที่ :

$$V_{pce} = \text{อัตราการไหล เป็นคันรถนั่งต่อชั่วโมง (pce/h)}$$

$$V_{vph} = \text{อัตราการไหล เป็นคันต่อชั่วโมง (veh/h)}$$

จำนวนรถนั่งสมมูลต่อชั่วโมงสำหรับรถแต่ละประเภทคำนวณจากการคูณปริมาณจราจรทั้งหมดด้วยสัดส่วนของรถแต่ละประเภทในกระแสจราจรและค่าตัวประกอบปรับแก้รถนั่งสมมูลสำหรับรถแต่ละประเภท ซึ่งจำนวนรถนั่งสมมูลในกระแสจราจรหาได้จาก

$$V_{pce} = (V_{vph} \times P_T \times E_T) + (V_{vph} \times P_R \times E_R) + [V_{vph} \times (1 - P_T - P_R)] \quad (26)$$

โดยที่ :

$$P_T = \text{สัดส่วนรถบรรทุกและรถโดยสารในกระแสจราจร}$$

$$P_R = \text{สัดส่วนรถ RV ในกระแสจราจร}$$

$$E_T = \text{รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสาร}$$

$$E_R = \text{รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV}$$

องค์ประกอบรถบรรทุกขนาดใหญ่อาจแสดงได้เป็น

$$f_{HV} = \frac{V_{vph}}{V_{pce}} \quad (27)$$

แทนค่า V_{pce} จะได้

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T (E_T - 1) + P_R (E_R - 1)} \quad (28)$$

รถนั่งสมมูลสำหรับช่วงทางด่วน และทางหลวงหลายช่องทางขยาย

HCM 2000 ได้ระบุค่ารถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุกและรถโดยสาร และรถ RV สำหรับช่วงทางบนทางหลวงที่ยาวในสภาพภูมิประเทศลักษณะต่างๆ และสำหรับความลาดชันที่ระบุ

ช่วงทางของทางหลวงที่ยาวอาจพิจารณาว่าเป็นช่วงทางยาวได้เลย ถ้าไม่มีช่วงทางที่มีความลาดชันเท่ากับ 3% หรือมากกว่า มีความยาวเกิน 0.4 กิโลเมตร และ ถ้าไม่มีช่วงทางที่มีความลาดชันไม่เกิน 3% มีความยาวมากกว่า 0.8 กิโลเมตร สภาพแนวทางของช่วงทางสามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

สภาพแนวทางราบ สภาพแนวทางที่ประกอบด้วยแนวทางแนวตั้งที่มีความลาดชันสั้นๆ อย่างมากไม่เกิน 2% ทางอาจมีทั้งแนวทางตั้งและแนวทางราบรวมกันที่ยอมให้รถบรรทุกสามารถยังคงรักษาระดับความเร็วบนช่วงทางนั้นได้เท่ากับรถนั่งในกระแสดำเนิน

สภาพแนวทางเป็นเนินเขา สภาพแนวทางที่ประกอบด้วยทั้งแนวทางราบ และแนวทางตั้งรวมกัน เป็นเหตุให้ความเร็วรถบรรทุก หรือรถขนาดใหญ่บนช่วงทางนั้นลดลงต่ำกว่ารถนั่ง แต่ไม่ถึงความเร็วคิปลาน ไม่ว่าช่วงทางจะยาวมากก็ตาม ความเร็วคิปลาน ในที่นี้ หมายถึงความเร็วต่ำสุดที่รถขนาดใหญ่สามารถคงระดับไว้บนช่วงทางหลวงที่กำหนด

สภาพแนวทางบนภูเขา สภาพแนวทางที่มีความลาดชันมาก และมีทางโค้งมาก เป็นเหตุให้รถขนาดใหญ่ต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคิปลานบ่อยครั้ง

เป็นที่น่าสังเกตว่า ในทางปฏิบัติยานักที่จะพบแนวทางเป็นสภาพแนวทางบนภูเขา และก็จะไม่ค่อยมีช่วงทางที่ยาวบนสภาพทางเช่นนี้ที่ทำให้รถขนาดใหญ่ต้องวิ่งด้วยความเร็วคิปลานบ่อยครั้ง และ/หรือ สำหรับช่วงทางยาวที่ปราศจากการฝืนขอบเขตของการวิเคราะห์ช่วงทางยาว ซึ่งสภาพดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับทางลาดที่ยาวและมีความลาดชันสูงที่ต้องการการวิเคราะห์ในแบบ ความลาดชันจำเพาะ

ตารางที่ 33 แสดงรถนั่งสมมูล สำหรับสภาพทางต่างๆ บนช่วงทางยาวของทางด่วนและทางหลวงหลายช่องทางบนสภาพแนวทางทั่วไป

ตารางที่ 33 รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุก รถโดยสาร และรถ RV บนช่วงทางยาวสำหรับสภาพ
แนวทางต่างๆ ของทางค่วน และทางหลวงหลายช่องทาง

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2	4

ที่มา: HCM (2000)

ในการวิเคราะห์ช่วงทางยาวทั่วไป แนวเส้นทางจะเป็นตัวกำหนดประเภทแนวทาง ไม่ใช่สภาพภูมิประเทศรอบๆ เส้นทาง ดังเช่น ทางค่วนหรือทางหลวงหลายช่องทางในเมือง ที่สภาพภูมิประเทศค่อนข้างเป็นที่ราบ สภาพแนวทางอาจจัดว่าเป็นทางเนินเขาก็ได้ทั้งนี้ขึ้นกับว่าทางเป็นทางลอดหรือเป็นสะพานข้ามทางแยก

รถนั่งสมมูลสำหรับทางลาดชันจำเพาะ

ทางที่มีความลาดชันน้อยกว่า 3% และมีความยาวมากกว่า 0.8 กิโลเมตร และทางที่มีความลาดชันเท่ากับ 3% หรือมากกว่า และมีความยาวมากกว่า 0.4 กิโลเมตรจะพิจารณาว่าเป็นทางลาดชันจำเพาะ ทั้งนี้เพราะทางลาดที่ยาวอาจมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการปฏิบัติงานของรถขนาดใหญ่ และลักษณะกระแสดจราจร

HCM 2000 ระบุรถนั่งสมมูลสำหรับรถประเภทต่างเป็นดังนี้

รถบรรทุกและรถโดยสารบนทางลาดชันขึ้นจำเพาะ (ตารางที่ 34)

รถ RV บนทางลาดชันขึ้นจำเพาะ (ตารางที่ 35)

รถบรรทุกและรถโดยสารบนทางลาดชันลงจำเพาะ (ตารางที่ 36)

รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV บนช่วงทางลาดลงจะพิจารณาให้ใช้ค่าเท่ากับบนช่วงทางในสภาพแนวทางราบ หรือ 1.2

จากเวลาที่ผ่านมาก สมรรถนะของรถบรรทุกได้มีการปรับปรุงเช่นเดียวกับรถนั่งส่วนบุคคล รถบรรทุกในปัจจุบันมีกำลังแรงมามากขึ้นเมื่อเทียบกับรถในอดีต ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาเครื่องยนต์ ตารางที่ 34 ถึง 36 ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบของรถบรรทุกที่มีต่อกระแสน้ำจราจร ในกรณีที่เลวร้ายสุดๆ รถบรรทุกเทียบได้ถึง 7.0 – 7.5 คันรถนั่งส่วนบุคคล การเทียบนี้พิจารณาทั้งจากขนาดของรถ และความจริงที่ว่ารถบรรทุกไม่สามารถรักษา หรือคงความเร็วได้ตลอดทุกสภาพทางดังเช่นรถนั่งส่วนบุคคล ซึ่งในกรณีหลัง เป็นผลให้เกิดช่วงว่างห่างไกลระหว่างรถบรรทุก และรถนั่งส่วนบุคคล

ในบางกรณี ผลกระทบของทางลาดชันลงของรถขนาดใหญ่เลวร้ายกว่ารถขนาดเล็กเดียวกันที่วิ่งขึ้นทางลาดชันที่มีความลาดชันเท่ากัน ผลกระทบของทางลาดชันขึ้นขึ้นอยู่กับว่ารถบรรทุกหรือรถขนาดเล็กจะต้องเปลี่ยนเป็นเกียร์ต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียการควบคุม ปัญหาดังกล่าวนี้อาจเกิดกับรถบรรทุกหากทางมีความลาดชันลงมากกว่า 4% สำหรับทางลาดชันลงมีค่าน้อยกว่านี้ ค่า ET อาจใช้ค่าสำหรับสภาพแนวทางราบ

ความลาดชันประกอบ

ค่ารถนั่งสมมูลที่ให้ไว้ในตารางที่ 34 – 36 อาศัยพื้นฐานทางที่ทราบความยาว และมีความลาดชันคงที่ อย่างไรก็ตาม โดยส่วนมากแล้วแนวทางทั่วไปจะประกอบด้วยทางลาดชันขึ้น และทางลาดชันลงที่มีค่าต่างกัน ในกรณีเช่นนี้ ค่าความลาดชันคงที่สมมูลจะถูกใช้เพื่อหาค่ารถนั่งสมมูลที่เหมาะสม

ตารางที่ 34 รถนั่งสมมูลสำหรับรถบรรทุก และรถโดยสาร บนทางลาดชันขึ้น

Upgrade	Length	E _T								
		Percentage of Trucks and Buses								
(%)	(km)	2	4	5	6	8	10	15	20	25
<2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0.0–0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4–0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

ตารางที่ 34 (ต่อ)

Upgrade	Length	E _T								
		Percentage of Trucks and Buses								
≥ 2-3	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
> 3-4	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
> 4-5	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
(%)	(km)	2	4	5	6	8	10	15	20	25
> 4-5	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
> 5-6	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5

ตารางที่ 34 (ต่อ)

Upgrade	Length	E_T								
		Percentage of Trucks and Buses								
> 6	> 0.5–0.8	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
	> 0.8–1.2	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
	> 1.2–1.6	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
	> 1.6	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 35 รถนั่งสมมูลสำหรับรถ RV บนทางลาดชันขึ้น

Grade (%)	Length (km)	E_R								
		Percentage of RVs								
		2	4	5	6	8	10	15	20	25
<2	All	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
> 2–3	0.0–0.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	> 0.8	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2
	0.0–0.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
> 3–4	> 0.4–0.8	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5
	> 0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5
	0.0–0.4	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
> 4–5	> 0.4–0.8	4.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0
	> 0.8	4.5	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0
	0.0–0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5
> 5	> 0.4–0.8	6.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0
	> 0.8	6.0	4.5	4.0	4.5	3.5	3.0	3.0	2.5	2.0

ที่มา: HCM (2000)

ตารางที่ 36 รดน้ำสมมูลสำหรับรถบรรทุก และรถโดยสาร บนทางลาดลง

Downgrade	Length	E_T			
		Percentage of Trucks			
		5	10	15	20
(%)	(km)				
<4	All	1.5	1.5	1.5	1.5
4-5	0.0-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.8	2.0	2.0	2.0	1.5
> 5-6	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5
	> 0.4-0.8	5.5	4.0	4.0	3.0
> 6	> 0.8	1.5	1.5	1.5	1.5
	0.0-0.4	7.5	6.0	5.5	4.5

ที่มา: HCM (2000)

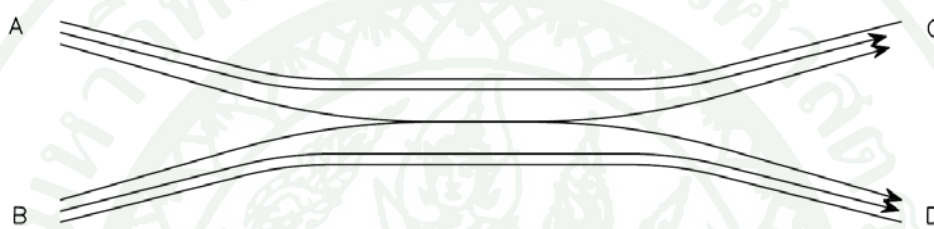
3.3.4 การหาค่าประกอบปริมาณผู้ขับขี่

ขั้นตอนพื้นฐานองค์ประกอบนี้สำหรับทางด่วนและทางหลวงหลายช่องทาง สมมติประชากรผู้ขับขี่ที่สัญจรในเส้นทางนี้เป็นประจำ หรือผู้ขับขี่คุ้นเคยกับเส้นทางและลักษณะของทาง บางเส้นทาง อาทิ เส้นทางในแหล่งท่องเที่ยว ผู้ขับขี่ส่วนมากอาจไม่คุ้นเคยกับเส้นทาง ซึ่งส่งผลต่อการใช้รถบนเส้นทางอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวประกอบปรับแก้อาจยากแก่การกำหนด แต่จะขึ้นกับสภาพของท้องถิ่นที่เส้นทางผ่าน โดยทั่วไป ตัวประกอบมีค่าอยู่ในช่วงพิสัยระหว่าง 1.00 (สำหรับผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เป็นผู้สัญจรประจำ) ถึง 0.85 ที่เป็ค่าต่ำสุด (สำหรับประชากรผู้ขับขี่ขึ้นนอกเหนือจากที่กล่าว) อย่างไรก็ตาม หากไม่มีเหตุผลเฉพาะที่เชื่อได้สำหรับใช้ค่าต่ำ ก็ให้ใช้ค่าเท่ากับ 1.00 ในการวิเคราะห์

4. พื้นที่การไขว้กัน (Weaving)

การไขว้กัน หมายถึง การตัดผ่านกันของกระแสจราจรสองสาย หรือมากกว่าที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันของทาง โดยที่ไม่มีเครื่องช่วยควบคุมกระแสจราจรเลย พื้นที่การไขว้กัน (Weaving Areas) จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อพื้นที่การเข้าสู่ (Merge Areas) อยู่ใกล้กับพื้นที่ออก (Diverge Areas) ที่ถัดไปมาก หรือเมื่อทางแยกเข้า (On-ramp) อยู่ใกล้กับทางแยกออก (Off-ramp) ที่อยู่ถัดไปมาก โดยที่ทางสองทางมีช่องทางพิเศษเชื่อมต่อกันอยู่ ดังภาพที่ 7

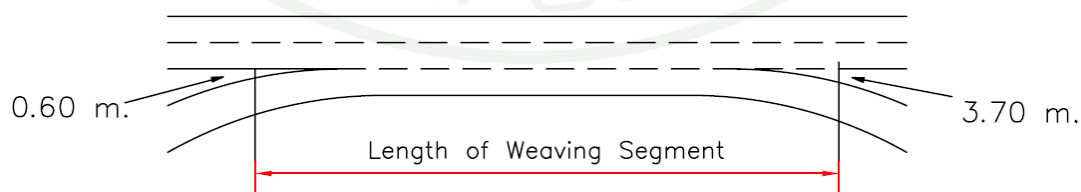


ภาพที่ 7 พื้นที่การไขว้กัน

ที่มา: HCM (2000)

4.1 ความยาวของการไขว้และลักษณะพื้นที่การไขว้

ความยาวของการไขว้กัน เป็นลักษณะที่สำคัญมากต่อการออกแบบด้านเรขาคณิตของทางด่วน การวัดความยาวของการไขว้กันแสดงได้ดังภาพที่ 8

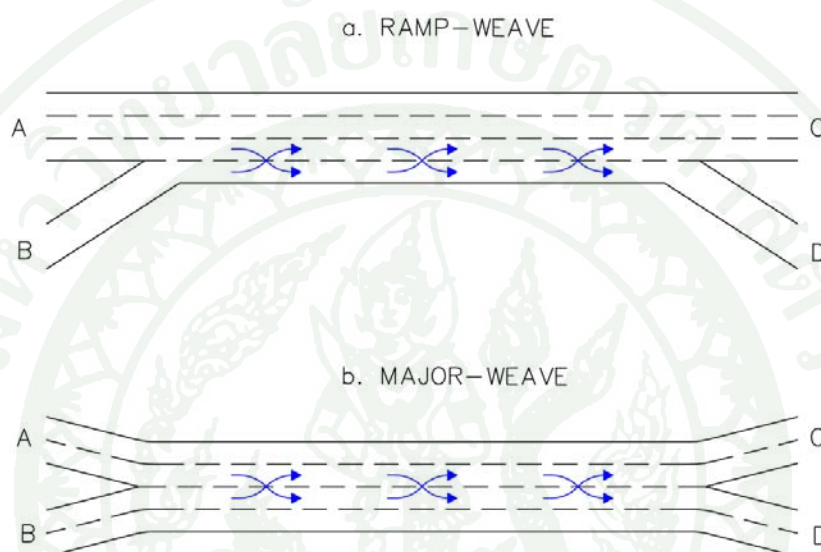


ภาพที่ 8 การวัดความยาวของการไขว้

ที่มา: HCM (2000)

สำหรับการศึกษานี้จะพิจารณาเฉพาะกรณีที่ความยาวของการไขว้กันมีค่าไม่เกิน 2500 ฟุต (750 เมตร) หากมากกว่าที่กำหนดให้ใช้การวิเคราะห์ทางร่วม (Ramp) พิจารณาแทน

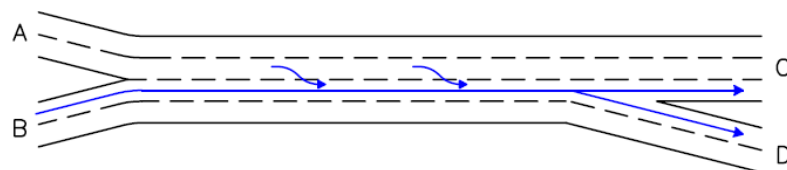
พื้นที่การไขว้กันในการศึกษาโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ พื้นที่การไขว้กันประเภท A, B และ C ดังแสดงในภาพที่ 9, 10 และ 11



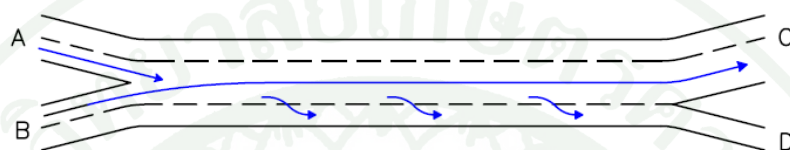
ภาพที่ 9 พื้นที่การไขว้กันแบบ A

ที่มา: HCM (2000)

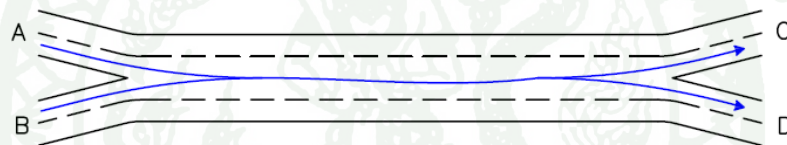
d. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE



b. MAJOR-WEAVE WITH MERGE AT ENTRY GORE

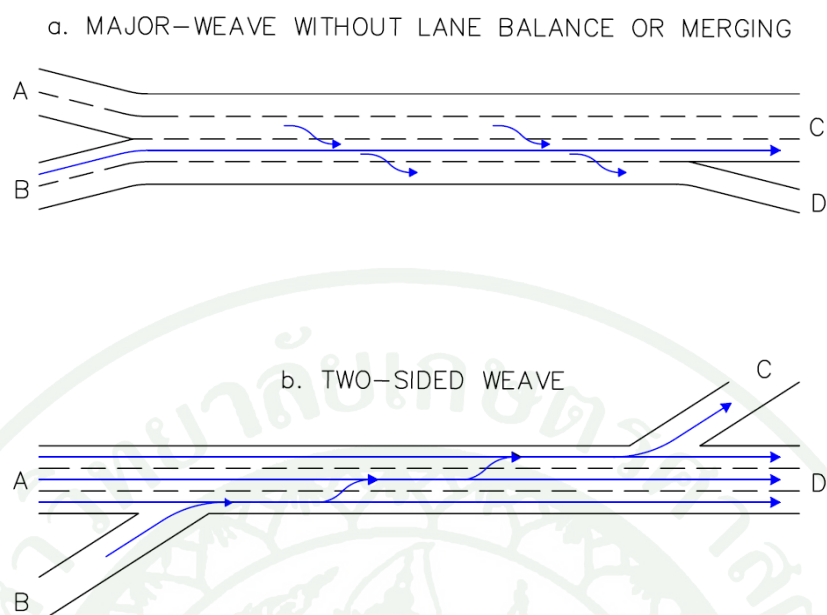


c. MAJOR-WEAVE WITH MERGE AT ENTRY GORE AND LANE BALANCE AT EXIT GORE



ภาพที่ 10 พื้นที่การไขว้กันแบบ B

ที่มา : HCM (2000)



ภาพที่ 11 พื้นที่การไขว้กันแบบ C

ที่มา : HCM (2000)

หลักการพิจารณาว่าพื้นที่การไขว้กันจะเป็นประเภทใดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 37

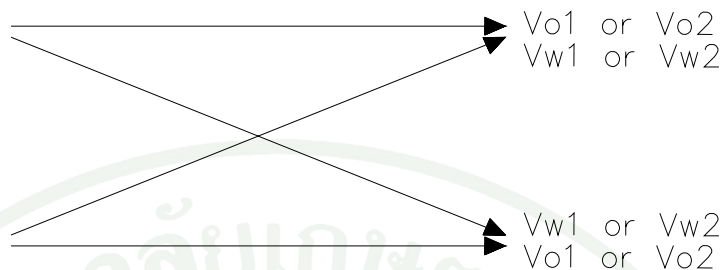
ตารางที่ 37 การพิจารณาหาประเภทพื้นที่การไขว้กัน

Number of Lane Changes Required by Movement , v_{w1}	Number of Lane Changes Required by Movement , v_{w2}		
	0	1	≥ 2
0	Type B	Type B	Type C
1	Type B	Type A	N/A
≥ 2	Type C	N/A	N/A

ที่มา : HCM (2000)

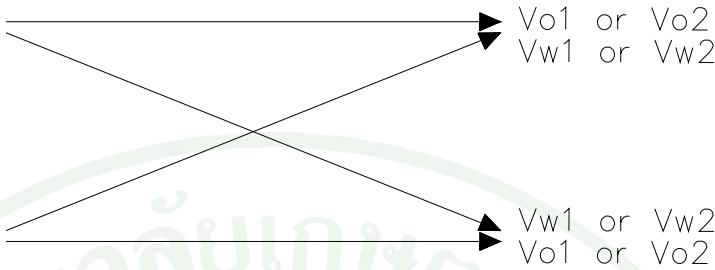
ส่วนตัวแปรสำคัญ ๆ ที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่การไขว้กัน แสดงไว้ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการในพื้นที่การไขว้กัน



Symbol	Definition
L	Length of weaving segment (m)
N	Total number of lanes in the weaving segment
N_w	Number of lanes to be used by weaving vehicles if unconstrained operation is to be achieved
$N_w(\max)$	Maximum number of lanes that can be used by weaving vehicles for a given configuration
N_{nw}	Number of lanes used by nonweaving vehicles
v	Total flow rate in the weaving segment (pc/h)
v_{o1}	Larger of the two outer, or nonweaving, flow rates in the weaving segment (pc/h)
v_{o2}	Smaller of the two outer, or nonweaving, flow rates in the weaving segment (pc/h)
v_{w1}	Larger of the two weaving flow rates in the weaving segment (pc/h)
v_{w2}	Smaller of the two weaving flow rates in the weaving segment (pc/h)
v_w	Total weaving flow rate in the weaving segment (pc/h) ($v_w = v_{w1} + v_{w2}$)
v_{nw}	Total nonweaving flow rate in the weaving segment (pc/h) ($v_{nw} = v_{o1} + v_{o2}$)
VR	Volume ratio; the ratio of weaving flow rate to total flow rate in the weaving segment ($VR = v_w/v$)
R	Weaving ratio; the ratio of the smaller weaving flow rate to total weaving flow rate ($R = v_{w2}/v_w$)
S_w	Speed of weaving vehicles in the weaving segment (km/h)

ตารางที่ 38 (ต่อ)



Symbol	Definition
S_{nw}	Speed of nonweaving vehicles in the weaving segment (km/h)
S	Speed of all vehicles in the weaving segment (km/h)
D	Density of all vehicles in the weaving segment (pc/km/ln)
W_w	Weaving intensity factor for prediction of weaving speed
W_{nw}	Weaving intensity factor for prediction of nonweaving speed
S_{nw}	Speed of nonweaving vehicles in the weaving segment (km/h)
S	Speed of all vehicles in the weaving segment (km/h)

ที่มา : HCM (2000)

3.2 วิธีการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการของ Weaving

ในการศึกษาพื้นที่การไขว้กัน สิ่งจำเป็นที่ควรทราบนอกจากประเภทของพื้นที่การไขว้กันและตัวแปรหลักแล้ว ผู้ศึกษาต้องเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ Constrained Condition และ Unconstrained Condition ของพื้นที่การไขว้กัน ซึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนช่องจราจรที่จำเป็นสำหรับพื้นที่การไขว้กัน

หลักสำคัญ คือ ต้องสมมติให้พื้นที่การไขว้กันที่กำลังศึกษาให้มีสภาพการดำเนินการแบบ Unconstrained Condition ก่อน คือ ยานพาหนะทุก ๆ คันในพื้นที่การไขว้กัน สามารถเคลื่อนตัวไปในระบบกระแสจราจรภายใต้สภาพสมดุล ใช้พื้นที่ช่องจราจรตามสัดส่วนเท่า ๆ กัน และก่อให้เกิดความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่ไขว้และไม่ไขว้เท่า ๆ กัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก

การสมมติขั้นแรกนี้ก็เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเร็วในการไขว้กัน S_w และไม่ไขว้กัน S_{nw} สำหรับเป็นประโยชน์ในการคำนวณช่องจราจร, N_w ภายใต้ Unconstrained Condition ต่อ

ค่า N_w นี้จะเป็นหลักเกณฑ์สำหรับใช้เปรียบเทียบกับ $N_{w(max)}$ ว่า พื้นที่การไขว้กันที่กำลังศึกษานั้นมีระบบการดำเนินการในลักษณะใด Unconstrained Condition หรือ Constrained Condition

หากพบว่า $N_w < N_{w(max)}$ จะเป็น Unconstrained Condition

$N_w > N_{w(max)}$ จะเป็น Constrained Condition

ซึ่งหากเป็นการดำเนินการแบบ Constrained จำเป็นต้องคำนวณ S_w และ S_{nw} ใหม่หมด กระทั่งออกแบบพื้นที่การไขว้กันใหม่ด้วยการเพิ่มจำนวนช่องจราจร, N เป็นต้น

ตารางที่ 39 ค่าคงที่สำหรับการคำนวณ S_w และ S_{nw} ในพื้นที่การไขว้กัน

$W = \frac{a(1 + VR^b \left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28)^d}$								
	Constants for Weaving Speed, S_w				Constants for Nonweaving Speed, S_{nw}			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Type A Configuration								
Unconstrained	0.15	2.2	0.97	0.80	0.0035	4.0	1.3	0.75
Constrained	0.35	2.2	0.97	0.80	0.0020	4.0	1.3	0.75
Type B Configuration								
Unconstrained	0.08	2.2	0.70	0.50	0.0020	6.0	1.0	0.50
Constrained	0.15	2.2	0.70	0.50	0.0010	6.0	1.0	0.50

ตารางที่ 39 (ต่อ)

$$W = \frac{a(1 + VR)^b \left(\frac{V}{N}\right)^c}{(3.28)^d}$$

	Constants for Weaving Speed, S_w				Constants for Nonweaving Speed, S_{nw}			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Type C Configuration								
Unconstrained	0.08	2.3	0.80	0.60	0.0020	6.0	1.1	0.60
Constrained	0.14	2.3	0.80	0.60	0.0010	6.0	1.1	0.60

ที่มา : HCM (2000)

ตารางที่ 40 มาตรฐานสำหรับการดำเนินการแบบ Unconstrained Condition และ Constrained Condition ในพื้นที่การไขว้กัน

Configuration	Number of Lanes Required for Unconstrained Operation, N_w	$N_w(\max)$
Type A	$1.21(N) VR^{0.571} L^{0.234} / S_w^{0.438}$	1.4
Type B	$N[0.085 + 0.703VR + (71.57/L) - 0.0112(S_{nw} - S_w)]$	3.5
Type C	$N[0.761 + 0.047VR - 0.00036L - 0.0031(S_{nw} - S_w)]$	3.0 ^a

ที่มา : HCM (2000)

ขั้นตอนการวิเคราะห์

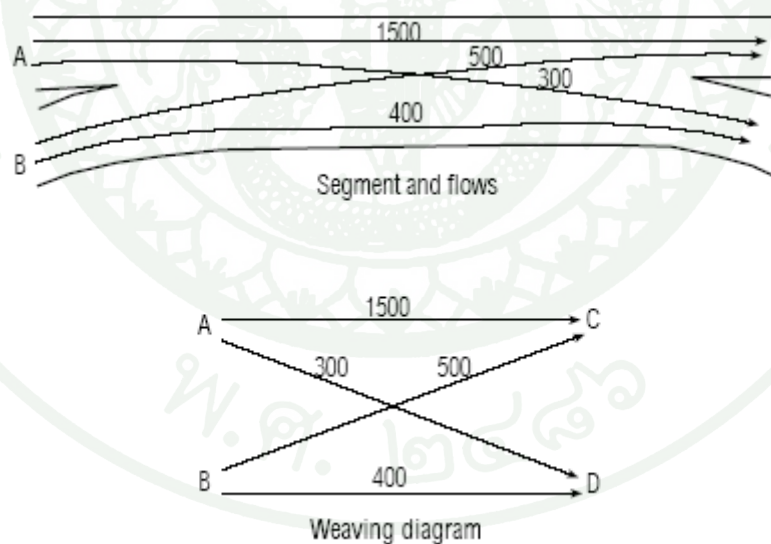
1. สร้าง/ศึกษา สภาพพื้นที่ และสภาพการจราจร อัตราการไหล ปริมาณจราจร โดยการรวบรวมข้อมูลขั้นต้นของพื้นที่

2. แปลงปริมาณการจราจรเป็นอัตราการไหลภายใต้สภาพทางทฤษฎี

$$SF = \frac{V}{PHF \times f_{HV} \times f_w \times f_p} \quad (29)$$

โดยที่ : SF = อัตราการไหลสูงสุดช่วง 15 นาที ภายใต้สภาพทางทฤษฎี (pc/h)
 V = ปริมาณการจราจรรายชั่วโมง ภายใต้สภาพทั่วไป (v/h)

3. สร้างแผนภูมิการไขว้กัน



ภาพที่ 12 แผนภูมิการไขว้กัน

ที่มา: HCM (2000)

4. คำนวณ S_w และ S_{nw} ภายใต้ Unconstrained Condition

5. ตรวจสอบสภาพการดำเนินการว่าเป็น Unconstrained Condition หรือ Constrained Condition

6. ตรวจสอบขีดจำกัดต่าง ๆ ของพื้นที่การไขว้กัน จากตารางที่ 41 และหาระดับบริการของพื้นที่การไขว้กันจากตารางที่ 42

ตารางที่ 41 ขีดจำกัดของพื้นที่การไขว้กัน

Type of Configuration	Weaving Capacity, Maximum v_w	Maximum v/N (pcphpl)	Maximum vol.ratio, VR	Maximum Weaving ratio, R	Maximum Weaving Length, L
Type A	1,800 pcph	1,900	N	VR	2,000 ft
			2	1.00	
			3	0.45	
			4	0.35	
			5	0.22	
Type B	3,000 pcph	1,900	0.80	0.50	2,500 ft
Type C	3,000 pcph	1,900	0.50	0.40	2,500 ft

ที่มา : HCM (2000)

ตารางที่ 42 ระดับบริการของพื้นที่การไขว้กัน

LOS	Density (pc/km/ln)	
	Freeway Weaving Segment	Multilane and Collector-Distributor
	Weaving Segments	
A	≤ 6.0	≤ 8.0
B	$> 6.0-12.0$	$> 8.0-15.0$
C	$> 12.0-17.0$	$> 15.0-20.0$
D	$> 17.0-22.0$	$> 20.0-23.0$
E	$> 22.0-27.0$	$> 23.0-25.0$
F	> 27.0	> 25.0

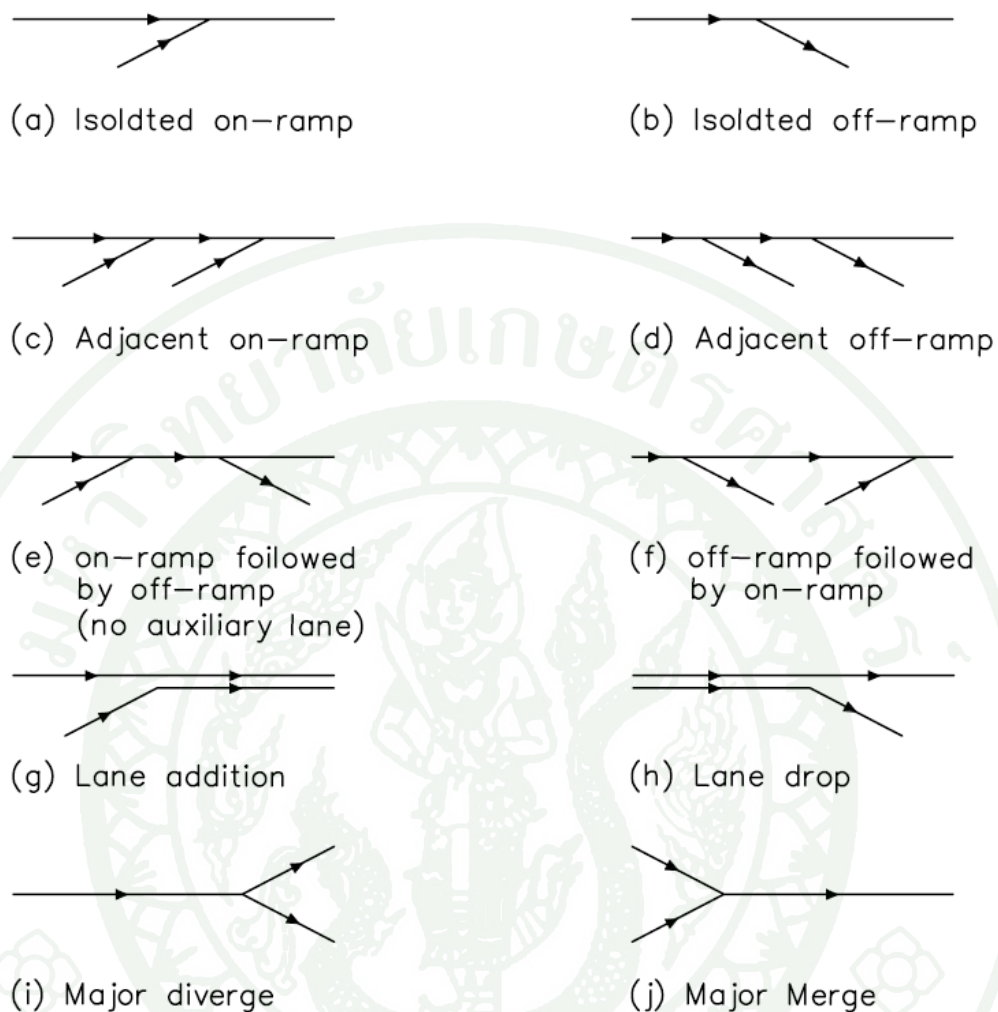
ที่มา: HCM (2000)

4. ทางร่วม (Freeways Ramp junctions)

ทางร่วม คือ ถนนหรือทางช่วงยาวช่วงหนึ่งที่ทำหน้าที่เชื่อมสิ่งอำนวยความสะดวกของทาง 2 ทาง

4.1 ลักษณะทางร่วม

ลักษณะของทางร่วมประเภทต่าง ๆ แสดงไว้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ลักษณะของทางร่วมประเภทต่างๆ

ที่มา: HCM (2000)

4.2 องค์ประกอบของทางร่วม

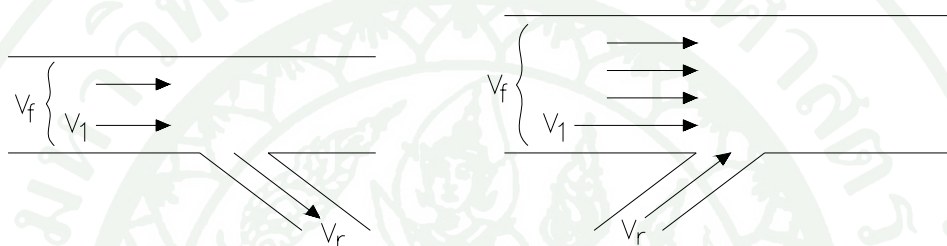
ทางร่วมใด ๆ มีส่วนประกอบทางเรขาคณิต 3 ส่วน

- จุดทางร่วมตัดกับทางด่วน (Ramp-Freeway Junction)
- ตัวทางร่วม (Ramp Roadway)
- จุดทางร่วมตัดกับถนน (Ramp-Street Junction)

ในส่วนนี้จะพิจารณาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ และออกแบบความจุของทางร่วมตัดกับทางด่วน

4.3 ข้อพิจารณาในการวิเคราะห์ความจุของทางร่วมตัดกับทางด่วน

หลักสำคัญของการวิเคราะห์ความจุของทางร่วมตัดกับทางด่วน คือ ปริมาณการจราจรของช่องจราจรที่ 1 (Lane 1 Volume) ซึ่งหมายถึง ปริมาณจราจรบนทางด่วนในช่องจราจรที่อยู่ติดกับทางร่วมดังภาพที่ 14

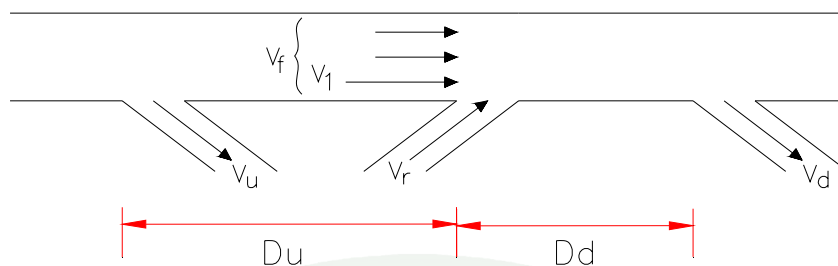


ภาพที่ 14 ลักษณะปริมาณจราจรบนทางด่วนในช่องจราจรที่อยู่ติดกับทางร่วม

ที่มา : HCM (2000)

ดังนั้นสิ่งสำคัญ คือ การพยากรณ์หรือการประมาณค่าปริมาณการจราจรในช่องจราจรที่ 1 ที่จุดเหนือกระแสจราจร (Upstream) ของทางร่วม ปกติแล้ว V_1 จะขึ้นอยู่กับ

- ปริมาณการจราจรในทางร่วม, V_r
- ปริมาณการจราจรทั้งหมดของทางด่วนเหนือจุดทางร่วม, V_f
- ระยะห่างระหว่างทางร่วมด้วยกันที่อยู่เหนือหรือใต้กระแสจราจร, D_u, D_d
- ปริมาณการจราจรในทางร่วมใกล้เคียงที่อยู่เหนือหรือใต้กระแสจราจร, V_u, V_d
- ชนิดของทางร่วม (ทางร่วมออก-เข้า, จำนวนช่องจราจรที่จุดตัดของทางร่วมกับทางด่วน ฯลฯ)

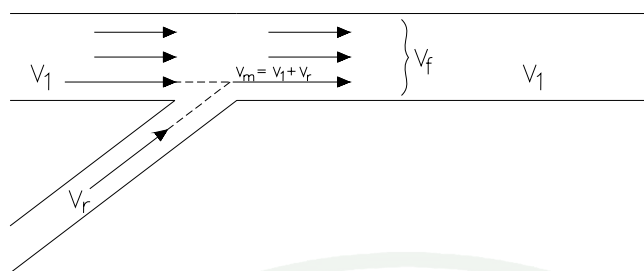


ภาพที่ 15 ปริมาณการจราจรประเภทต่าง ๆ ณ บริเวณจุดตัดทางร่วมกับทางด่วน

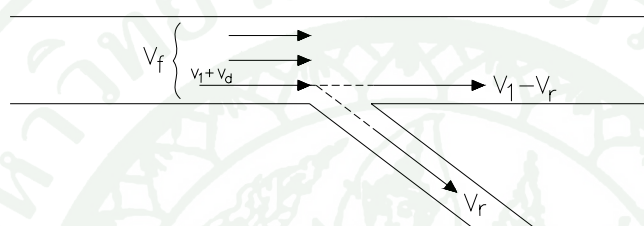
ที่มา: HCM (2000)

หลังจากที่ทราบปริมาณการจราจรในช่องจราจรที่ 1, V_1 จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบของกระแสจราจรที่สำคัญอีกดังนี้

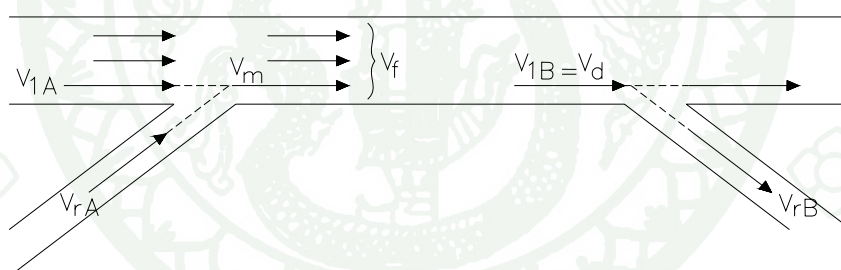
- 1) ปริมาณการจราจรเข้า, V_m
- 2) ปริมาณการจราจรแยก, V_d
- 3) ปริมาณการจราจรของทางด่วน, V_f



(a) Chexpoint volumes at an on-ramp



(b) Chexpoint volumes at an off-ramp



(c) Chexpoint volumes at an on-ramp followed by an off-ramp (no auxiliary lane)

ภาพที่ 16 ปริมาณการจราจร ณ จุดตัดระหว่างทางร่วมกับทางด่วน

ที่มา: HCM (2000)

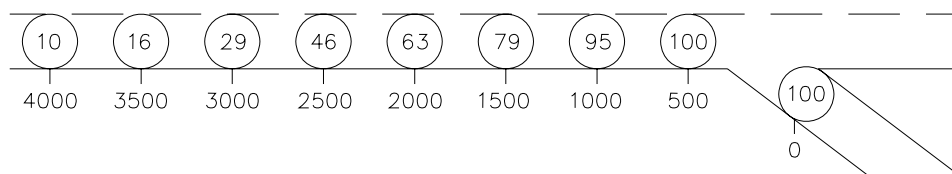
4.4 วิธีการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการของ Freeways Ramp junctions

4.4.1 การคำนวณ V_1 หาได้จากตารางที่ 42 และภาพที่ 17 ในการประมาณค่า

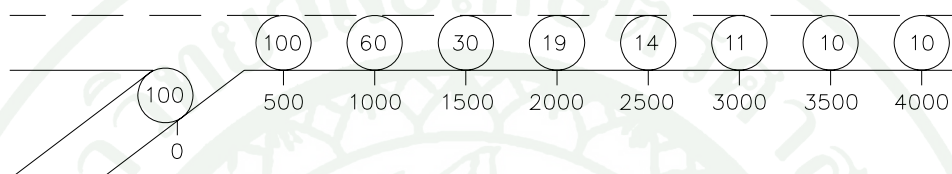
ตารางที่ 43 เปอร์เซ็นต์การประมาณปริมาณการจราจรที่คงเหลือในช่องจราจรที่ 1 จากปริมาณการจราจรตรงทั้งหมด

Volume, One Direction (veh)	8-Lane Freeway	6-Lane Freeway	4-Lane Freeway
≥ 6500	10	—	—
6000-6499	10	—	—
5500-5999	10	—	—
5000-5499	9	—	—
4500-4999	9	18	—
4000-4499	8	14	—
3500-3999	8	10	—
3000-3499	8	6	40
2500-2999	8	6	35
2000-2499	8	6	30
1500-1999	8	6	25
≤ 1499	8	6	20

ที่มา: HCM (2000)



Percentage of Off-Ramp Traffic Present in Lane 1 at Various Distances from Ramp

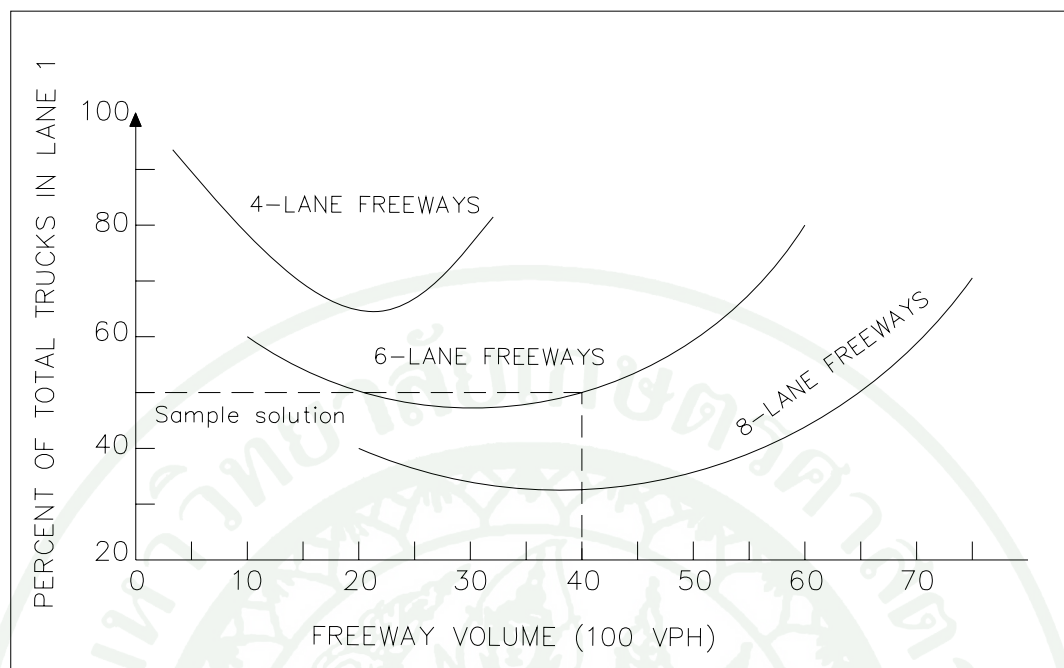


Percentage of On-Ramp Traffic Present in Lane 1 at Various Distances from Ramp

ภาพที่ 17 เปอร์เซนต์ปริมาณการจราจรจาก/เข้าทางร่วม ในช่องจราจรที่ 1

ที่มา: HCM (2000)

กรณีพบว่ามีรถบรรทุกหนักในกระแสจราจร จำเป็นต้องปรับให้เป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (pc) ซึ่งสามารถทำได้โดยอาศัยภาพที่ 18 ส่วนขั้นตอนการดำเนินการจะเป็นไปดังตัวอย่างข้างล่าง



ภาพที่ 18 การมีรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1

ที่มา: HCM (2000)

ตัวอย่าง กำหนดให้ V_f ก่อนการรวม (Before Merge) เท่ากับ 4000 vph สัดส่วนรถบรรทุกหนักเป็น 8 % ; $V_r = 400$ vph สัดส่วนรถบรรทุกหนักเท่ากับ 10 % ; $V_1 = 856$ vph จงคำนวณหาสัดส่วนรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1 และสัดส่วนรถบรรทุกหนักบนทางด่วนหลังการรวม (After Merge) สำหรับทางด่วน 6 ช่องจราจร

ขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ หาสัดส่วนรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1 จากรูปข้างต้น ซึ่งจะได้ 52 % ของจำนวนรถบรรทุกหนักทั้งหมดของทางด่วน จากนั้นจึงคำนวณค่าต่างๆตามขั้นตอนดังนี้

1. จำนวนรถบรรทุกหนักบนทางด่วน = $4000 \times 0.08 = 320$ คัน
2. จำนวนรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1 = $320 \times 0.52 = 166$ คัน
3. สัดส่วนรถบรรทุกหนักในช่องจราจรที่ 1 = $166 / 856 = 19 \%$
4. จำนวนรถบรรทุกหนักบนทางด่วนหลังการรวม = $320 + (0.10 \times 400)$

= 360 คัน

5. ปริมาณการจราจรทั้งหมดบนทางด่วนหลังการรวม = $4000 + 400 = 4400$ คัน
6. สัดส่วนรถบรรทุกหนักบนทางด่วนหลังการรวม = $360 / 4400 = 8 \%$

4.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. สร้างแผนภูมิลักษณะทางกายภาพของทางร่วม และปริมาณการจราจรต่างๆ
2. คำนวณ V_1
3. แปลงปริมาณการจราจรทั้งหมดเป็น pcph ด้วยการใช้ f_{HV}

$$f_{HV} = \frac{1}{[1 + P_T(E_T - 1)]} \quad (30)$$

4. คำนวณ Checkpoint Volumes

$$V_m = V_r + V_1 \quad (31)$$

$$V_d = V_1$$

$$V_f = \text{ปริมาณการจราจรทั้งหมด} = V_{\Pi} + V_r$$

5. แปลงปริมาณการจราจรเป็นอัตราการไหลสูงสุดจาก

$$V = \frac{V}{PHF} \quad (32)$$

$$\text{เช่น } V_m = \frac{V_m}{PHF}$$

6. หาระดับบริการที่สัมพันธ์กับค่าที่ได้จากขั้นก่อนหน้า โดยการเปรียบเทียบกับตารางที่ 44

ค่าที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับตารางข้างต้นแล้ว จะทำให้ทราบลักษณะ และสภาพการดำเนินการของทางร่วมนั้น

ตารางที่ 44 มาตรฐานระดับบริการเมื่อพิจารณา Checkpoint Volumes

Level of service	Merge Flow Rate (pcph) ^a v_m	Diverge Flow Rate (pcph) ^b v_d	Freeway Flow Rates (pcph) ^c , v_f								
			70-mph Design Speed			60-mph Design Speed			50-mph Design Speed		
			4-Lane	6-Lane	8-Lane	4-Lane	6-Lane	8-Lane	4-Lane	6-Lane	8-Lane
A	≤ 600	≤ 650	$\leq 1,000$	$\leq 2,100$	$\leq 2,800$	d	d	d	d	d	d
B	$\leq 1,000$	$\leq 1,050$	$\leq 2,200$	$\leq 3,300$	$\leq 4,400$	$\leq 2,000$	$\leq 3,000$	$\leq 4,000$	d	d	d
C	$\leq 1,450$	$\leq 1,500$	$\leq 3,100$	$\leq 4,650$	$\leq 6,200$	$\leq 2,800$	$\leq 4,200$	$\leq 5,600$	$\leq 2,600$	$\leq 3,900$	$\leq 5,200$
D	$\leq 1,750$	$\leq 1,800$	$\leq 3,700$	$\leq 5,550$	$\leq 7,400$	$\leq 3,400$	$\leq 5,100$	$\leq 6,800$	$\leq 3,200$	$\leq 4,800$	$\leq 6,400$
E	$\leq 2,000$	$\leq 2,000$	$\leq 4,000$	$\leq 6,000$	$\leq 8,000$	$\leq 2,003$	$\leq 6,000$	$\leq 8,000$	$\leq 3,800$	$\leq 5,700$	$\leq 7,600$
F			Widely Variable								

ที่มา: HCM (2000)

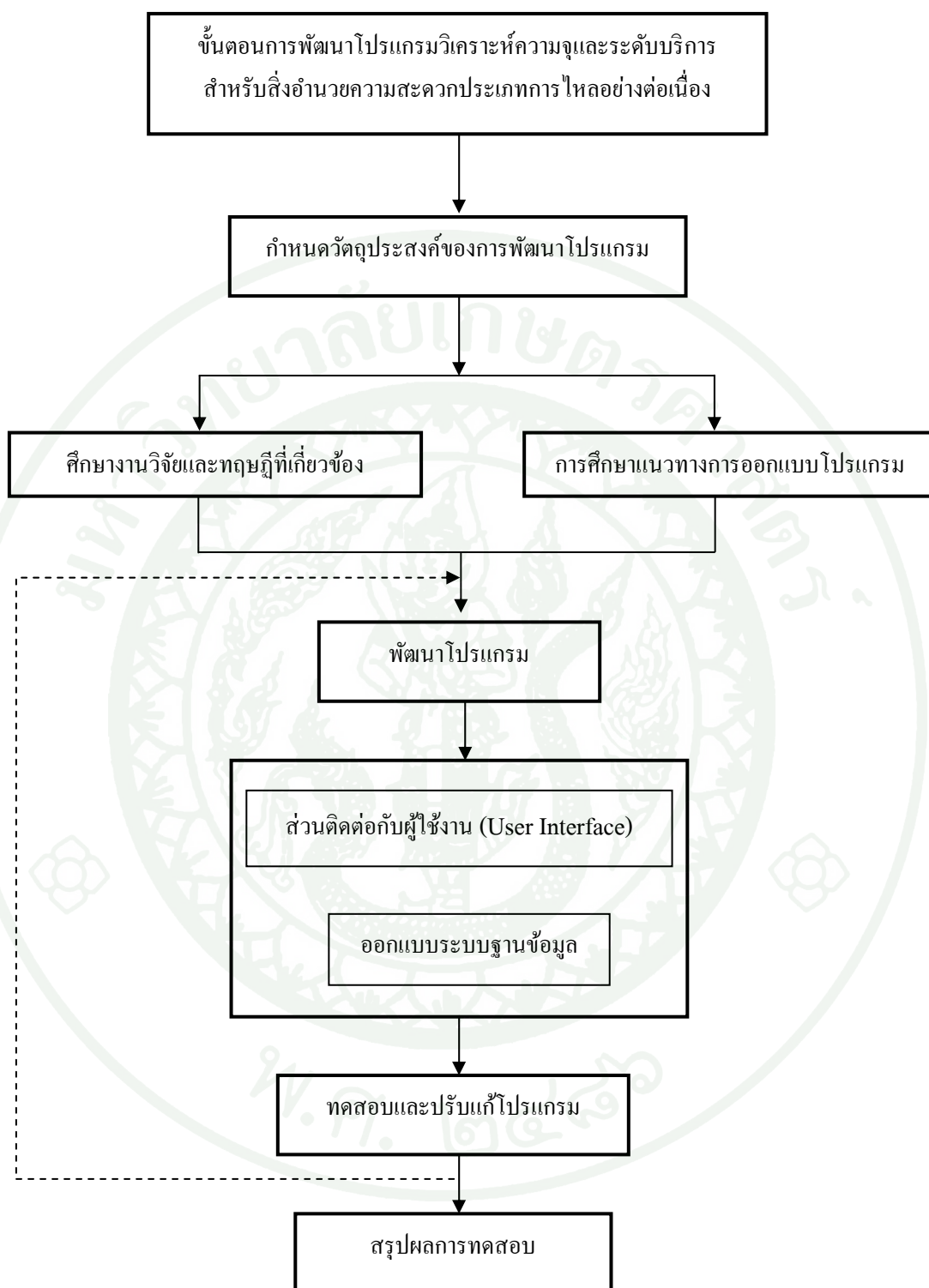
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่อง Printer	จำนวน 1 เครื่อง
3. เครื่อง Scanner	จำนวน 1 เครื่อง
4. ซอร์ฟแวร์โปรแกรม PHP.NET	จำนวน 1 ชุด

วิธีการ

การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เป็นการนำทฤษฎีจากมาตรฐานการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการตามมาตรฐานของ Highway Capacity Manual (TRB,2000) มาใช้ในการจัดทำ เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วสำหรับผู้ใช้งาน ขั้นตอนการดำเนินงานมีรายละเอียดดังนี้ (ดังแสดงในภาพที่ 19) คือ การศึกษาจะเริ่มต้นจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางและวิธีการศึกษา อันได้แก่ ศึกษาคู่มือการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการ Highway Capacity Manual (TRB,2000) จากนั้นจะเป็นขั้นตอนที่จะกำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมที่จะจัดทำ เมื่อได้วัตถุประสงค์แล้วก็จะขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรม และในขั้นตอนสุดท้ายก็จะเป็นขั้นตอนทดสอบโปรแกรม



ภาพที่ 19 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากงานวิจัยการเขียนโปรแกรมโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ สิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความจุและระดับ บริการของถนน ซึ่งมีขอบเขตของการวิจัยดังกล่าวไว้แล้วนั้น ผู้วิจัยต้องมีความรู้ความเข้าใจใน พื้นฐานของทฤษฎีทางด้านการจราจร ลักษณะกายภาพของถนนและต้องมีความเข้าใจในภาษา โปรแกรม PHP.NET และวิธีการของโปรแกรมเป็นอย่างดี จึงสรุปแนวทางในการดำเนินงานได้ ดังนี้

1.1 การศึกษาวิจัยในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอัน ประกอบด้วย หนังสือคู่มือวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ Highway Capacity Manual (TRB, 2000) เอกสารทางวิชาการ บทความ ตำรา วิทยานิพนธ์ และการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต จากนั้นก็นำ ข้อมูลที่รวบรวมได้ มาคัดแปลงและรวบรวมใหม่ เพื่อให้เกิดความเหมาะสม โดยในส่วนนี้จะเน้น การศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการ ไหลอย่างต่อเนื่อง

1.2 ศึกษาแนวทางการออกแบบโปรแกรม จากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พบว่าการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการของถนนมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างซับซ้อน จึง ต้องทำการออกแบบโปรแกรมให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายต่อการเข้าใจ โดยในส่วนของการปรับแก้ ต่างๆ ได้นำเข้าไปไว้ในส่วนของฐานข้อมูลแล้ว

2. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

กระบวนการในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับ PHP นั้นคล้ายกับการออกแบบ โปรแกรมอื่นๆ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมที่ชัดเจน เพียงแต่ความแตกต่างจะอยู่ใน ส่วนของ พื้นฐานความรู้ ของงานที่ต้องการพัฒนานั้นๆและภาษาที่จะใช้โปรแกรม รวมทั้งเครื่องมือ ที่จะใช้ในการพัฒนาเท่านั้นเอง กระบวนการทั้งหมดที่จะกล่าวต่อไปนี้ จึงอยู่ภายใต้เงื่อนไขของ ความรู้ความเข้าใจของผู้พัฒนาโปรแกรมเองว่า โดยพื้นฐานแล้วผู้พัฒนาโปรแกรมมีความเข้าใจใน สิ่งเหล่านี้มากน้อยเพียงใด นั่นคือ ความเข้าใจในพื้นฐานของงานที่กำลังพัฒนาอยู่เช่น ความเข้าใจ ในขั้นตอนการทำงานและมาตรฐานของการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการของ HCM 2000 ความเข้าใจในคำสั่งทั้งหลาย รวมทั้งสิ่งแวดล้อมและกระบวนการทำงานของโปรแกรม PHP

เราสามารถที่จะลำดับกระบวนการในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่องโดยใช้ภาษา C ด้วยโปรแกรม PHP.NET (ดังภาพที่ 20,21,22,23 และ 24) ได้ดังต่อไปนี้

2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานหรือหน้าจอโปรแกรม เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกับโปรแกรมได้อย่างสะดวก โดยผู้ใช้จะใช้เมาส์ชี้ไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในหน้าจอ และกรอกข้อมูลเข้าทางแป้นพิมพ์เพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการ โดยการดำเนินงานมีทั้งการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม และการสั่งให้โปรแกรมทำงานในขบวนการทำงานของโปรแกรม เพื่อให้ได้ผลงานตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานโปรแกรม ซึ่งหน้าจอโปรแกรมหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ 1) ส่วน Applications ซึ่งเป็นส่วนที่ให้เลือกประเภทของการวิเคราะห์ที่ต้องการคำนวณ 2) ส่วนแสดงข้อมูลทั่วไป 3) ส่วนนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต 4) ส่วนแสดงผลการคำนวณ

2.2 ส่วนขบวนการนำเข้าข้อมูล (Input data)

ขบวนการนำเข้าข้อมูลเป็นขั้นตอนในการให้รายละเอียดของโครงการ ได้แก่ การนำเข้าข้อมูลทางเรขาคณิต และข้อมูลสภาพการจราจร เพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ ณ จุดที่ต้องการวิเคราะห์

2.3 ส่วนการแสดงผลของโปรแกรม (Output)

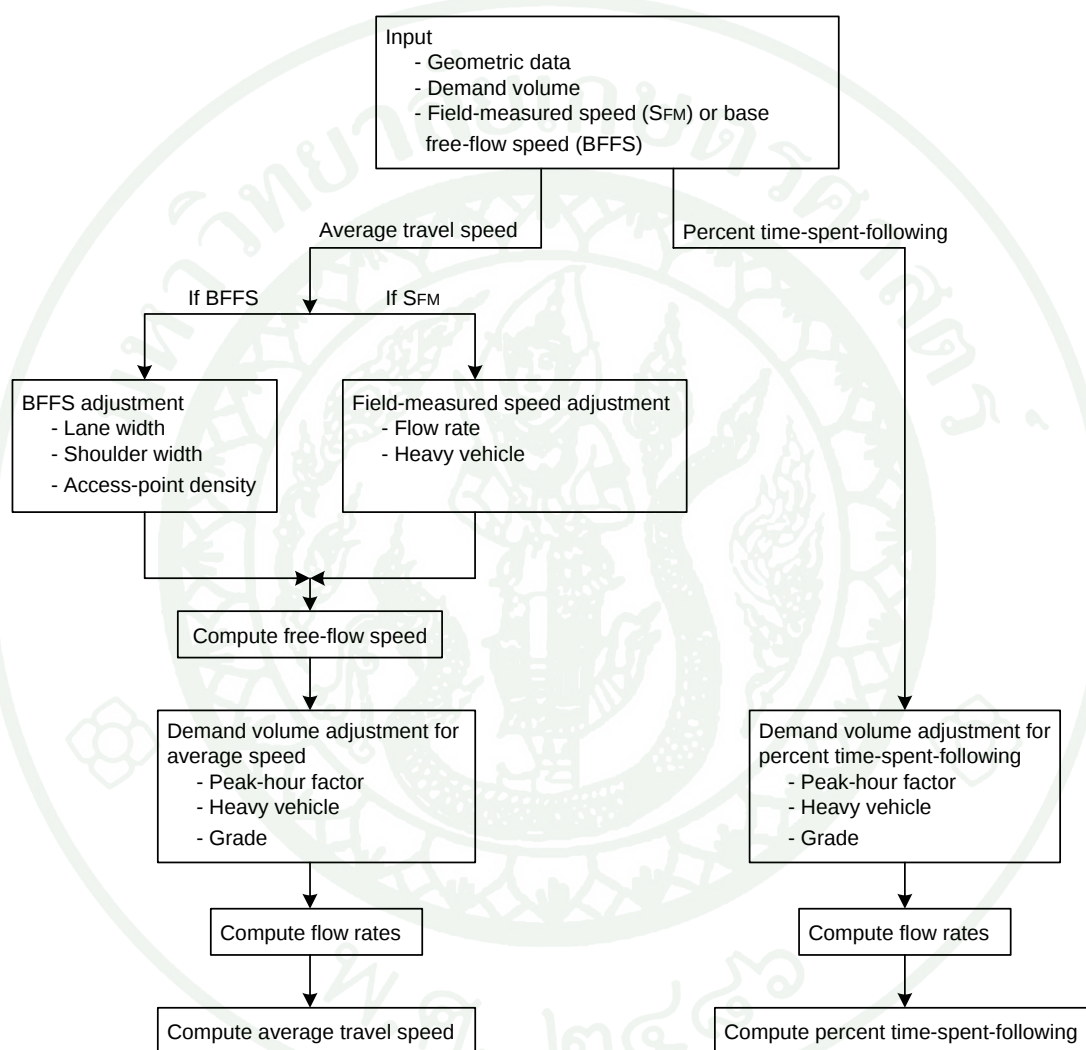
เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมจากการนำเข้าข้อมูล ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานโปรแกรม โดยรายละเอียดที่แสดงผล ได้แก่ ค่าปรับแก้ต่างๆที่ได้ทำการปรับแก้แล้ว และแสดงผลค่าความจุและระดับบริการนั้น

2.4 ส่วนการแสดงผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม (Output Report)

เป็นการแสดงผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม โดยการแสดงผลออกทางจอภาพ ในลักษณะของ Print Preview ซึ่งเป็นรูปตัวอย่างการแสดงผลทางหน้าจอ และแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน

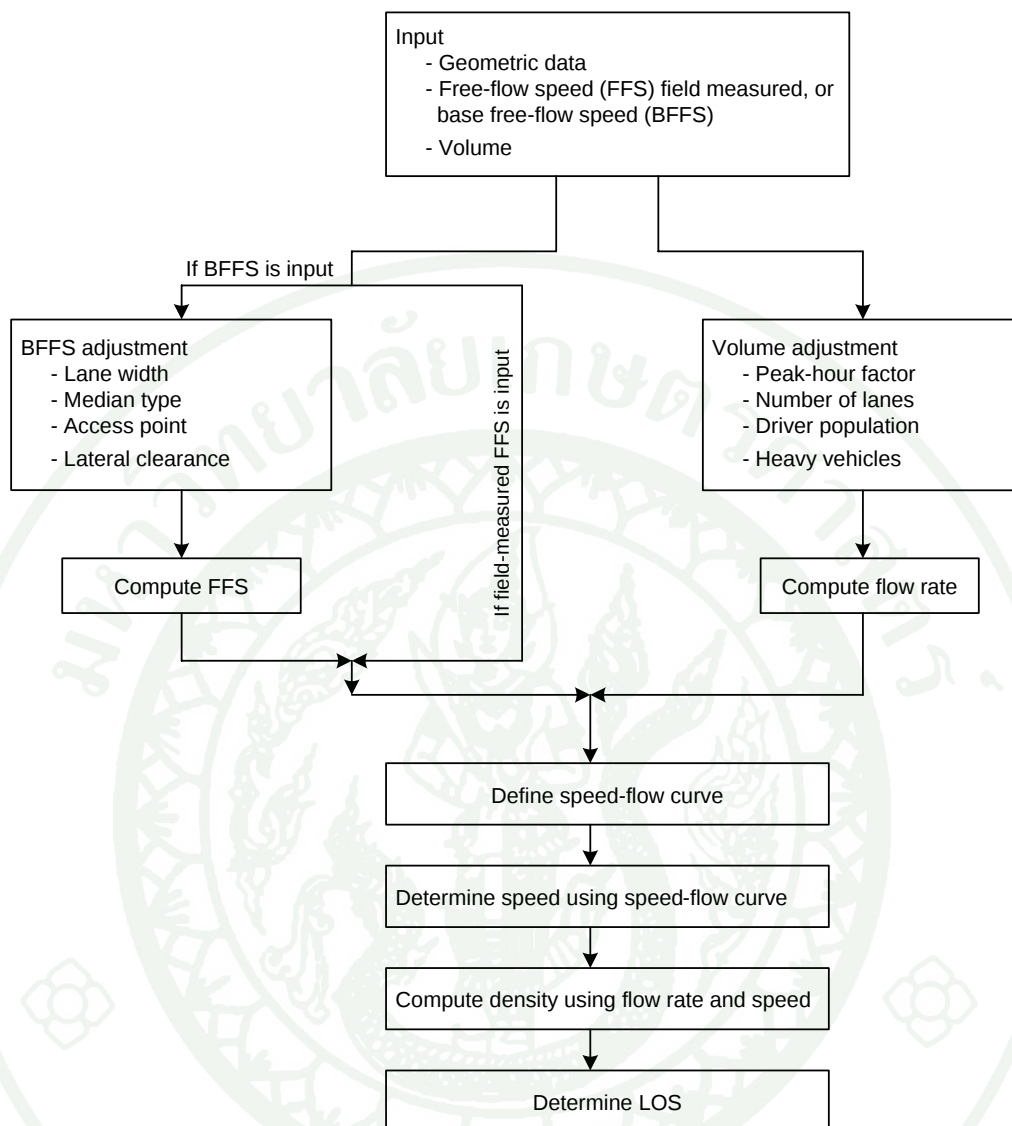
2.5 คู่มือการใช้งานโปรแกรม

เป็นคู่มือเพื่อช่วยผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ของโปรแกรม



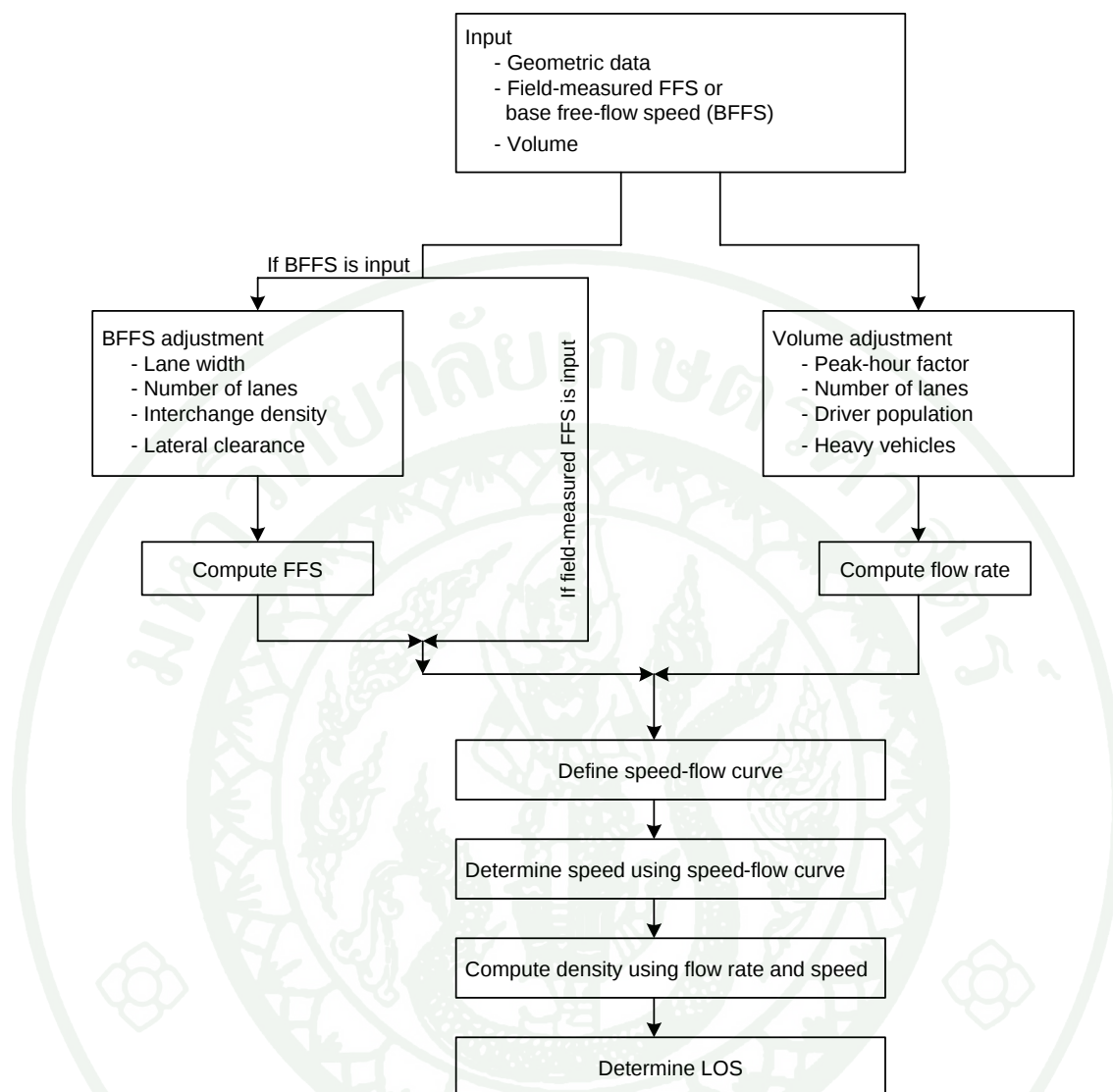
ภาพที่ 20 แสดงการทำงานของ Two-Lane Highways

ที่มา: HCM (2000)



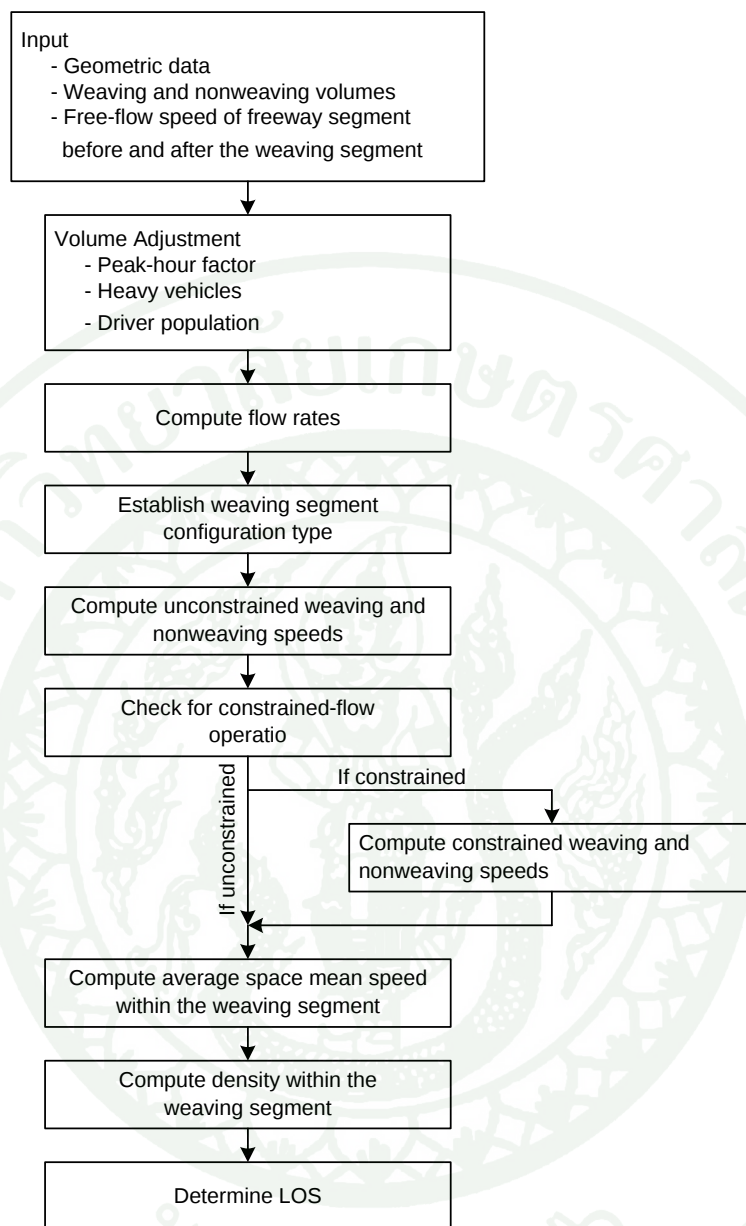
ภาพที่ 21 แสดงการทำงานของ Multilane Highways

ที่มา: HCM (2000)



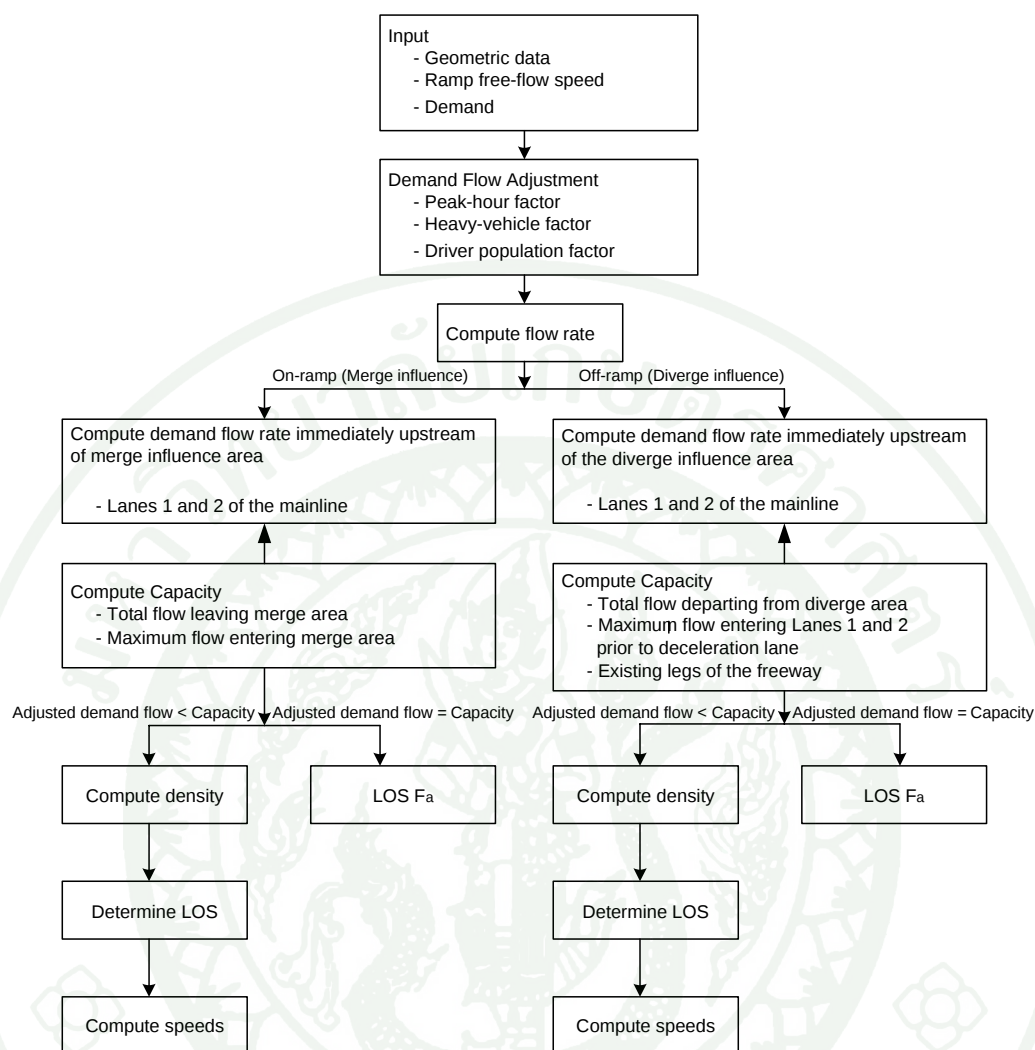
ภาพที่ 22 แสดงการทำงานของ Basic Freeway Segment

ที่มา: HCM (2000)



ภาพที่ 23 แสดงการทำงานของ Freeway Weaving

ที่มา: HCM (2000)



ภาพที่ 24 แสดงการทำงานของ Ramps and Ramp junctions

ที่มา: HCM (2000)

3. การทดสอบโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อทำการทดสอบและปรับแก้โปรแกรมโดยป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการออกแบบและการเขียนโปรแกรมทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจได้ว่าโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงโดยนำโปรแกรมไปให้ผู้ใช้งานทดสอบ

ผลและวิจารณ์

ผลการออกแบบโปรแกรม

ตามแนวทางการออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการของถนน ประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 5 ส่วนด้วยกันคือ โปรแกรมที่ช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ ทางหลวงสองช่องทาง ทางหลวงหลายช่องทาง ทางด่วน พื้นที่ทางไขว้กัน และ ทางเชื่อม

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ PHP.NET ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานบนวินโดวส์ และสามารถใช้งานสลับกับโปรแกรมอื่นๆบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้ โดยโปรแกรมถูกพัฒนาจากคู่มือวิเคราะห์ความจุและระดับบริการของถนน Highway Capacity Manual (TRB, 2000) เป็นหลัก มีการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ทั้งในการนำเข้าข้อมูล และการแสดงผลรายงานการวิเคราะห์ ซึ่งความสามารถทั่วไปของโปรแกรมมีดังนี้

1. การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

1.1 การติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ทำได้ง่าย เช่น หน้าจอหลักที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการเริ่มต้นโครงการ ดังภาพที่ 25 และมีการนำเข้าข้อมูลโดยมีช่องให้ผู้ใส่กรอกข้อมูลที่เป็นลำดับและขั้นตอน ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้เข้าใจ เป็นต้น ซึ่งหน้าจอโปรแกรมหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ 1) ส่วน Applications ซึ่งเป็นส่วนที่ให้เลือกประเภทของการวิเคราะห์ที่ต้องการคำนวณ 2) ส่วนแสดงข้อมูลทั่วไป 3) ส่วนนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต 4) ส่วนแสดงผลการคำนวณ

The screenshot shows the 'Two-Way Two-Lane Highway Segment' software interface. It features a sidebar with 'Applications' (1) including 'Two-Lane Highway', 'Multilane Highway', 'Basic Freeway Segments', 'Freeway Weaving', 'Ramps and Ramp Junctions', and 'คู่มือการใช้งาน'. The main area is divided into 'General Information' (2) with fields for Analyst, Agency or Company, Date Performed, and Analysis Time Period; 'Site Information' (3) with fields for Highway/Direction of Travel, From/To, Jurisdiction, and Analysis Year; 'Input Data' (3) with fields for Type of highway, Terrain, Two-way hourly volume, Directional split, Peak-hour factor, % Trucks and buses, % Recreational vehicles, Shoulder width, Lane width, Segment length, Base free flow speed, Field measured speed, and Observed volume; and a bottom section (4) with 'Average Travel Speed' and '% Time-Spend-Following' tables.

Average Travel Speed		% Time-Spend-Following	
Grade adjustment factor, F_G	0.99	Grade adjustment factor, F_G	1
% car equivalents for trucks, E_T	1.5	% car equivalents for trucks, E_T	1
% car equivalents for RVs	1.1	% car equivalents for RVs	1

ภาพที่ 25 หน้าต่างแสดงส่วนประกอบหลักของโปรแกรม

จากภาพที่ 25

- เมนู Applications เป็นเมนูที่ให้เลือกประเภทของการวิเคราะห์ที่ต้องการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่องนี้ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ประเภท คือ 1) Two-Lane Highways 2) Multilane Highways 3) Basic Freeways sections 4) Freeways Weaving และ 5) Freeways Ramp and Ramp junctions

- เมนู General Information เป็นเมนูที่แสดงข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อผู้วิเคราะห์หรือหน่วยงานที่ทำการวิเคราะห์ วันที่ และเวลา ที่ทำการวิเคราะห์

- เมนู Site Information เป็นเมนูที่แสดงข้อมูลบริเวณที่ทำการวิเคราะห์ และช่วงถนนที่ทำการวิเคราะห์

- เมนู Input Data เป็นเมนูที่แสดงส่วนนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทาง
เรขาคณิต ดังภาพที่ 26,27,28,29,30,31 และ 32

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.4 m
Two-way hourly volume	1600 veh/h	Segment length, L_t	10 km
Directional split	50 / 50	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %	Observed volume V_f	veh/h
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

The diagram illustrates a two-lane highway segment. It shows a cross-section with two lanes, each labeled 'Lane width'. On either side of the lanes are 'Shoulder width' areas. A red arrow at the bottom indicates the 'Segment, L_t '.

ภาพที่ 26 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways
สำหรับการวิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Grade:	Length km ☐ Up ☐ Down %	Segment length, L_t	10 km
Analysis direction volume, V_d	1200 veh/h	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Opposing direction volume, V_o	400 veh/h	Field measured speed, S_{FM}	km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Observed volume V_f	km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

The diagram illustrates a two-lane highway segment. It shows a cross-section with two lanes. The top lane is labeled 'Opposing direction' and the bottom lane is labeled 'Analysis direction'. On either side of the lanes are 'Shoulder width' areas. A red arrow at the bottom indicates the 'Segment, L_t '.

ภาพที่ 27 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways
สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Grade:	Length km	Segment length, L_t	10 km
	☐ Up % ☐ Down %	Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u	2 km
Analysis direction volume, V_d	1200 veh/h	Length of passing-lane including tapers	2 km
Opposing direction volume, V_o	400 veh/h	L_{pl}	
Peak-hour factor, PHF	0.95	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Recreational vehicles, P_R	4 %	Observed volume V_f	km/h
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

The diagram illustrates a two-lane highway segment. It shows two lanes with arrows indicating 'Opposing direction' (rightward) and 'Analysis direction' (leftward). Below the lanes, a horizontal line represents the segment length L_t , which is divided into four sub-segments: L_u (upstream of the passing lane), L_{pl} (passing lane length including tapers), L_{de} (downstream of the passing lane), and L_d (distance to the next access point).

ภาพที่ 28 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง

จากภาพที่ 26, 27 และ 28 โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Two-Lane Highways นั้น ตามมาตรฐาน HCM 2000 ได้แบ่งวิธีการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) วิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง 2) วิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด 3) วิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนดบนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง ซึ่งข้อมูลที่ทำกรนำเข้าได้แก่

- 1) ชนิดของทางหลวง
- 2) สภาพภูมิประเทศและความลาดชันของพื้นที่
- 3) ปริมาณจราจร , ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร, ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง

4) Peak-Hour Factor

5) จำนวนจุดเชื่อมต่อทาง

6) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ความกว้างถนน ความกว้างไหล่ทาง

7) ความยาวของช่วงทางที่ทำการวิเคราะห์ ช่วงทางย่อยคันทาง ช่วงทางสำหรับแซง

8) ความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน ในกรณีที่ใช้วิธีประมาณค่าความเร็วการไหลแบบ

อิสระ

9) ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรที่สำรวจได้จากสนาม และ อัตราการไหลที่สังเกตได้
ในกรณีที่ใช้วิธีหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระในสนาม

Input Data				
Volume, V	1500	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.9
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P _T	6 %
Peak-hour proportion of AADT, K			Recreational vehicles, P _R	0 %
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☐ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:	Length 1.83 km
Lane width, LW	3.6	m	☐ Up ☐ Down	4 %
Total lateral clearance, TLC	3.6	m	Number of lanes	2
Access points, A	6	A/km	Free-flow speed, FFS (measured)	
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		Base free-flow speed, BFFS	84 km/h

ภาพที่ 29 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways

จากภาพที่ 29 โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Multilane Highways นั้น ข้อมูลที่ทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ปริมาณจราจรรายชั่วโมง
- 2) ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (AADT)
- 3) สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นบนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน
- 4) ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร
- 5) ความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง
- 6) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ความกว้างถนน ความกว้างไหล่ทาง
- 7) ความถี่ของจุดเชื่อมทาง
- 8) ประเภทของเกาะกลาง
- 9) Peak-Hour Factor
- 10) ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร
- 11) สภาพภูมิประเทศและความลาดชันของพื้นที่

12) จำนวนช่องทาง

13) ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางหลวงหลายช่องทาง

14) ความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน ในกรณีที่ใช้วิธีประมาณค่าความเร็วการไหล

แบบอิสระ

ภาพที่ 30 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway Segment

จากภาพที่ 30 โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Basic Freeway Segment นั้น ข้อมูลที่ทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ปริมาณจราจรรายชั่วโมง
- 2) ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (AADT)
- 3) สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นบนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน
- 4) ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร
- 5) ความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง
- 6) ลักษณะทางกายภาพของถนน ได้แก่ ความกว้างถนน ความกว้างไหล่ทาง
- 7) ความถี่ของทางแยกต่างระดับ
- 8) Peak-Hour Factor
- 9) ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร

- 10) สภาพภูมิประเทศและความลาดชันของพื้นที่
- 11) จำนวนช่องทาง
- 12) ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางด่วน
- 13) ความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน ในกรณีที่ใช้วิธีประมาณค่าความเร็วการไหลแบบอิสระ ซึ่งความเร็วการไหลอิสระพื้นฐานของทางด่วนมีให้เลือก 2 ประเภท คือ สำหรับในเมืองและนอกเมือง

Input Data

Diagram: a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE

Weaving type: ☐ Type A ☒ Type B ☐ Type C

Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110

Weaving number of lanes, N : 4

Weaving segment length, L : 450

Terrain: ☒ Level ☐ Rolling

Peak-hour factor, PHF: 0.91

% Trucks and buses, P_T : 10

Recreational vehicles, P_R : 0

Driver type: ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend

Volume A $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1815			

Volume B $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
1297			

Volume B $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1037			

Volume A $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
692			

ภาพที่ 31 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving

จากภาพที่ 31 โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Freeway Weaving นั้น ข้อมูลที่ทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ประเภทของ Weaving
- 2) ความเร็วการไหลแบบอิสระของทางด่วน
- 3) จำนวนช่องทางของ Weaving
- 4) ความยาวของช่วงที่มีการ Weaving เกิดขึ้น

- 5) สภาพภูมิประเทศ
- 6) ปริมาณจราจร , ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสดำเนินการ
- 7) Peak-Hour Factor
- 8) ความถี่ของผู้ใช้ทาง

UpStream Adjacent Ramp		Diagram		Downstream Adjacent Ramp	
☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off				☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off	
L_{up}	m			L_{down}	m
V_U	veh/h			V_D	veh/h
AADT	veh/day			AADT	veh/day
K				K	
D				D	
%HV	%			%HV	%
%RV	%			%RV	%

Input Data			
Freeway		Ramp	
Free flow speed of freeway, S_{FF}	110 km/h	Free flow speed of ramp, S_{FR}	80 km/h
Freeway flow rate, V_F	3000 veh/h	Ramp flow rate, V_R	1800 veh/h
Annual avg. daily traffic, AADT	veh/day	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)	veh/day
Peak-hour proportion of AADT, K		Peak-hour proportion of AADT, K	
Peak-hour direction proportion, D		Peak-hour direction proportion, D	
%Truck and buses, % HV_F	5 %	%Truck and buses, % HV_R	5 %
% RV_F	0 %	% RV_R	0 %

Terrain	☒ Level ☐ Rolling
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend
Peak-hour factor, PHF	0.95
Acceleration lane length(L_a)	420 m

ภาพที่ 32 หน้าต่างส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions

จากภาพที่ 32 โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Ramps and Ramp Junctions นั้น ข้อมูลที่ทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ชนิดของทางเชื่อม
- 2) ให้เลือกว่ามีหรือไม่มี Upstream และ Downstream
- 3) ช่วงความยาวของ Upstream และ Downstream
- 4) ปริมาณจราจรรายชั่วโมงบนทางด่วน, ทางร่วม, Upstream และ Downstream
- 5) ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (AADT) ของทางด่วน, ทางร่วม, Upstream และ Downstream
- 6) สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นบนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน ของทางด่วน, ทางร่วม, Upstream และ Downstream
- 7) ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร ของทางด่วน, ทางร่วม, Upstream, Downstream
- 8) ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกระแสจราจร ของทางด่วน, ทางร่วม, Upstream และ Downstream
- 9) สภาพภูมิประเทศ
- 10) ความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง
- 11) Peak-Hour Factor
- 13) ความยาวของเลนเร่งความเร็ว และลดความเร็ว

- เมนู Next เป็นเมนูสำหรับคลิกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการคำนวณของโปรแกรม ดังภาพที่ 33

Applications

Two-Lane Highway
 Two-Way Two-Lane Highway Segment
 Directional Two-Lane Highway Segment
 Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

Multilane Highway

Basic Freeway Segments

Freeway Weaving

Ramps and Ramp Junctions

คู่มือการใช้งาน

Two-Way Two-Lane Highway Segment

General Information

Analyst	ศตพร
Agency or Company	KU
Date Performed	1 มีนาคม 2011
Analysis Time Period	9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Jurisdiction	
Analysis Year	2011

Input Data

Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.4 m
Two-way hourly volume	1600 veh/h	Segment length, L_s	10 km
Directional split	50 / 50	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	
% Trucks and buses, P_T	14 %	Observed volume V_o	
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

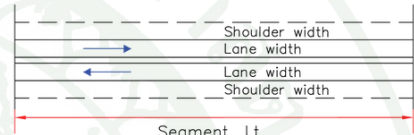


Diagram illustrating the geometry of the highway segment. It shows a cross-section with two lanes, each with a shoulder width. The total segment length is labeled as L_t .

Next

คลิกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการคำนวณของโปรแกรม

ภาพที่ 33 หน้าต่างส่วนแสดงเมนู Next

1.2 การแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการถูกพัฒนาให้แสดงผลเมื่อได้ทำการป้อนข้อมูลในหน้าจอ Input Data จนครบและสามารถแสดงผลทางเครื่องพิมพ์หรือหน้าจอคอมพิวเตอร์ การแสดงผลทางหน้าจอเมื่อป้อนข้อมูลในหน้าจอ Input Data เสร็จเรียบร้อยแล้วให้กดที่หัวข้อ “Next” จะปรากฏหน้าจอแสดงผลดังภาพที่ 34,35,36,37,38,39 และ 40

Two-Way Two-Lane Highway Segment				
Average Travel Speed				
Grade adjustment factor, F_G	0.99			
% car equivalents for trucks, E_T	1.5			
% car equivalents for RVs, E_{RV}	1.1			
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931			
Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h		
Highest directional split flow rate, V_{P2}	914	pc/h		
Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F	
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No	
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	914	1700	No	
Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h		
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3	km/h		
Free-Flow Speed, FFS	89.2	km/h		
Average Travel Speed, ATS	65.1	km/h		
%Time-Spend-Following				
Grade adjustment factor, F_G	1			
% car equivalents for trucks, E_T	1			
% car equivalents for RVs, E_{RV}	1			
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1			
Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h		
Highest directional split flow rate, V_{P2}	842	pc/h		
Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F	
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No	
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	842	1700	No	
Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h		
Adjustment for no-passing zone, $f_{d/np}$	4.8	%		
Best %Time-Spend-Following, BPTSF	77.2	%		
% Time-Spend-Following, PTSF	82	%		
Level Of Service, LOS = E				

ภาพที่ 34 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways
สำหรับวิเคราะห์การจราจรสองทิศทาง

Directional Two-Lane Highway Segment					
Average Travel Speed			%Time-Spend-Following		
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Opposing Direction (o)	
F_o	0.99	F_o	0.93	F_o	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h
Capacity Checks			Capacity Checks		
	Actual	Maximum	LOS F		Actual
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No	V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No	V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$			Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$		
1882 pc/h			1263 pc/h		
Adjustment for no-passing zone, f_{np}			Adjustment for no-passing zone, f_{np}		
2.7 km/h			11.7 %		
Free-Flow Speed, FFS_d			Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$		
89.2 km/h			84.7 %		
Average Travel Speed, ATS_d			% Time-Spent-Following, $PTSF_d$		
63 km/h			96.4 %		
Level Of Service, LOS = E					

ภาพที่ 35 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways
สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด

Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane			
Average Travel Speed			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_{ϕ}	0.99	F_{ϕ}	0.93
E_T	1.5	E_T	1.9
E_R	1.1	E_R	1.1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h
Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$		1882 pc/h	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}		2.7 km/h	
Free-Flow Speed, FFS_d		89.2 km/h	
Average Travel Speed, ATS_d		63 km/h	
Level Of Service, $LOS_d = E$			
%Time-Spend-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_{ϕ}	1	F_{ϕ}	0.94
E_T	1	E_T	1.5
E_R	1	E_R	1
f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h
Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$		1742 pc/h	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}		11.7 %	
Best %Time-Spend-Following, $BPTSF_d$		84.7 %	
% Time-Spend-Following , $PTSF_d$		96.4 %	
Average Travel Speed			
L_{de}	2.8 km		
L_d	3.2 km		
f_{pl}	1.11		
Average Travel Speed including passing lane, ATS_{pl}	65.2 km/h		
Level Of Service, $LOS_{pl} = D$			
%Time-Spend-Following			
L_{de}	5.8 km		
L_d	0.2 km		
f_{pl}	0.62		
% Time-spend-following including passing lane, $PTSF_{pl}$	78.5 %		

ภาพที่ 36 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ ของ Two-Lane Highways
สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง

จากภาพที่ 34, 35 และ 36 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways หน้าจอจะแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรถ
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed , ATS)
- 4) ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า(%Time-Spend-Following, PTSF)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

Multilane Highway			
Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	0 km/h
E_T	0	f_{LC}	0 km/h
E_R	0	f_A	4 km/h
f_{HV}	1.064	f_M	0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A - f_M$	80 km/h
Calculate Density & Level Of Service			
Flow rate, V_p	783 pc/h/ln	Density, $D = V_p / S$	9.79 pc/km/ln
Speed, S	80 km/h		
Level Of Service, LOS = B			

ภาพที่ 37 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways

จากภาพที่ 37 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสราง
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)
- 4) ความหนาแน่น (Density, D)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	3.3 km/h
E_T	2.5	f_{LC}	3.9 km/h
E_R	2	f_N	0 km/h
f_{HV}	0.93	f_{ID}	0.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_{ID} - f_N$	109.1 km/h

Calculate Density & Level Of Service	
Flow rate, V_p	1169
Speed, S	109.1
Density, $D = V_p / S$	10.71

Level Of Service, LOS = B

ภาพที่ 38 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway Segment

จากภาพที่ 38 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสน้ำจราจร

2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)

3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)

4) ความหนาแน่น (Density, D)

5) ระดับบริการ (LOS)

Freeway Weaving

Calculate Freeway Weaving

(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f_{HV}	f_p	v (veh/h)
V_{o1}				1815	0.91	10	0.952	1	2095
V_{o2}				1297	0.91	10	0.952	1	1497
V_{w1}				1037	0.91	10	0.952	1	1197
V_{w2}				692	0.91	10	0.952	1	799
V_w				1729	0.91	10	0.952	1	1996
V_{nw}				3112	0.91	10	0.952	1	3592
v				4841	0.91	10	0.952	1	5588

Volume ratio, $VR = 0.357$

Weaving ratio, $R = 0.4$

Calculate Weaving and Nonweaving Speeds

	Unconstrained		Constrained	
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)
Weaving intensity factor, W_i	0.648	0.454		
Weaving and nonweaving speed, S_i (km/h)	81	88.6		

Number of lane required for unconstrained operation, $N_w = 1.64$

Maximum number of lane, $N_w (\max) = 3.5$

$N_w > N_w (\max)$ (Unconstrained)

Weaving segment speed, $S = 85.7$ km/h

Weaving segment density, $D = 16.3$ pc/km/ln

Level of Service (LOS) = C

ภาพที่ 39 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving

จากภาพที่ 39 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving หน้าจอจะแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรายจร
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)
- 4) ความหนาแน่น (Density, D)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

Ramps and Ramp Junctions									
Calculate Freeway Weaving									
(pc/h)	AADT(veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f _{HV}	f _p	v (pc/h)
V _F				3000	0.95	5	0.976	1	3,236
V _R				1800	0.95	5	0.976	1	1,941
V _U									
V _D									
Merge									
L _{EQ}									
P _{FM}	0.555								
V ₁₂	1796 pc/h								
Capacity Checks									
(pc/h)	Actual	Maximum	LOS F						
V _{FO}	5177	7050	No						
V _{R12}	3737	4400	No						
Level of Service Determination (If not F)									
D _R	15.5 pc/km/ln								
Level Of Service, LOS	C								

ภาพที่ 40 หน้าต่างส่วนแสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการ สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions

จากภาพที่ 40 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions หน้าจอจะแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณจราจร และปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสจราจร
- 2) ปริมาณจราจร
- 3) ความหนาแน่น (Density, D)
- 4) ระดับบริการ (LOS)

1.3 การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ นอกจากการแสดงผลบนคอมพิวเตอร์แล้วผู้ใช้อย่างสามารถสั่งพิมพ์ข้อมูลนำเข้าและผลการวิเคราะห์โปรแกรมออกทางเครื่องพิมพ์ได้ การสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ทำได้โดยการเลือกแถบเครื่องมือ View Printer Friendly Version (ดังภาพที่ 41) ผลที่ได้จากโปรแกรมที่แสดงออกทางเครื่องพิมพ์ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป (General Information) ข้อมูล

บริเวณที่ทำการวิเคราะห์ และช่วงถนนที่ทำการวิเคราะห์โครงการ (Site Information) ข้อมูลปริมาณจราจรและลักษณะทางกายภาพของถนน และข้อมูลผลการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ ดังภาพที่ 42,43,44,45,46,47 และ 48

Applications	Two-Way Two-Lane Highway Segment																																						
Two-Lane Highway																																							
Two-Way Two-Lane Highway Segment																																							
Directional Two-Lane Highway Segment																																							
Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane																																							
Multilane Highway																																							
Basic Freeway Segments																																							
Freeway Weaving																																							
Ramps and Ramp Junctions																																							
คู่มือการใช้งาน																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Average Travel Speed</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grade adjustment factor, F_G</td> <td>0.99</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% car equivalents for trucks, E_T</td> <td>1.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% car equivalents for RV_s</td> <td>1.1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}</td> <td>0.931</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Two-way flow rate, V_P</td> <td>1827</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Highest directional split flow rate, V_{P2}</td> <td>914</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Average Travel Speed					Grade adjustment factor, F_G	0.99				% car equivalents for trucks, E_T	1.5				% car equivalents for RV_s	1.1				Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931				Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h			Highest directional split flow rate, V_{P2}	914	pc/h		
Average Travel Speed																																							
Grade adjustment factor, F_G	0.99																																						
% car equivalents for trucks, E_T	1.5																																						
% car equivalents for RV_s	1.1																																						
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931																																						
Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h																																					
Highest directional split flow rate, V_{P2}	914	pc/h																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">%Time-Spent-Following</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grade adjustment factor, F_G</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% car equivalents for trucks, E_T</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% car equivalents for RV_s</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Two-way flow rate, V_P</td> <td>1684</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Highest directional split flow rate, V_{P2}</td> <td>842</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					%Time-Spent-Following					Grade adjustment factor, F_G	1				% car equivalents for trucks, E_T	1				% car equivalents for RV_s	1				Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1				Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h			Highest directional split flow rate, V_{P2}	842	pc/h		
%Time-Spent-Following																																							
Grade adjustment factor, F_G	1																																						
% car equivalents for trucks, E_T	1																																						
% car equivalents for RV_s	1																																						
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1																																						
Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h																																					
Highest directional split flow rate, V_{P2}	842	pc/h																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Capacity Checks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V_P (Two-way flow rate) (pc/h)</td> <td>Actual</td> <td>Maximum</td> <td>LOS</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>V_P (Two-way flow rate) (pc/h)</td> <td>1827</td> <td>3200</td> <td>No</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)</td> <td>914</td> <td>1700</td> <td>No</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Capacity Checks					V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	Actual	Maximum	LOS	F	V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No		V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	914	1700	No																
Capacity Checks																																							
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	Actual	Maximum	LOS	F																																			
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No																																				
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	914	1700	No																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Capacity Checks</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V_P (Two-way flow rate) (pc/h)</td> <td>Actual</td> <td>Maximum</td> <td>LOS</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>V_P (Two-way flow rate) (pc/h)</td> <td>1684</td> <td>3200</td> <td>No</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)</td> <td>842</td> <td>1700</td> <td>No</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Capacity Checks					V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	Actual	Maximum	LOS	F	V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No		V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	842	1700	No																
Capacity Checks																																							
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	Actual	Maximum	LOS	F																																			
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No																																				
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	842	1700	No																																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Two-way flow rate, V_P</td> <td>1827</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adjustment for no-passing zone, f_{np}</td> <td>1.3</td> <td>km/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Free-Flow Speed, FFS</td> <td>89.2</td> <td>km/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Average Travel Speed, ATS</td> <td>65.1</td> <td>km/h</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h			Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3	km/h			Free-Flow Speed, FFS	89.2	km/h			Average Travel Speed, ATS	65.1	km/h																	
Two-way flow rate, V_P	1827	pc/h																																					
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3	km/h																																					
Free-Flow Speed, FFS	89.2	km/h																																					
Average Travel Speed, ATS	65.1	km/h																																					
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Two-way flow rate, V_P</td> <td>1684</td> <td>pc/h</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adjustment for no-passing zone, f_{np}</td> <td>4.8</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Best %Time-Spent-Following, BPTSF</td> <td>77.2</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Time-Spent-Following, PTSF</td> <td>82</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h			Adjustment for no-passing zone, f_{np}	4.8	%			Best %Time-Spent-Following, BPTSF	77.2	%			% Time-Spent-Following, PTSF	82	%																	
Two-way flow rate, V_P	1684	pc/h																																					
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	4.8	%																																					
Best %Time-Spent-Following, BPTSF	77.2	%																																					
% Time-Spent-Following, PTSF	82	%																																					
Level Of Service, LOS = E																																							
View Printer Friendly Version																																							

คลิกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการคำนวณของโปรแกรม

ภาพที่ 41 หน้าต่างส่วนแสดงเมนู View Printer Friendly Version

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.4 m
Two-way hourly volume	1600 veh/h	Segment length, L_t	10 km
Directional split	50 / 50	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %	Observed volume V_t	veh/h
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Diagram illustrating the highway segment layout with dimensions: Shoulder width (1.2 m), Lane width (3.4 m), and Segment length, L_t (10 km).

Average Travel Speed		%Time-Spent-Following	
Grade adjustment factor, F_G	0.99	Grade adjustment factor, F_G	1
% car equivalents for trucks, E_T	1.5	% car equivalents for trucks, E_T	1
% car equivalents for RV_s	1.1	% car equivalents for RV_s	1
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931	Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1
Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h	Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Highest directional flow rate, V_{P2}	914 pc/h	Highest directional flow rate, V_{P2}	842 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No
V_{P2} (Highest directional flow rate) (pc/h)	914	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3 km/h
Free-Flow Speed, FFS	89.2 km/h
Average Travel Speed, ATS	65.1 km/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No
V_{P2} (Highest directional flow rate) (pc/h)	842	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{dnp}	4.8 %
Best %Time-Spent-Following, BPTSF	77.2 %
% Time-Spent-Following, PTSF	82 %

Level Of Service, LOS = E

ภาพที่ 42 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์
การจราจรสองทิศทาง

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Two-way hourly volume	_____ veh/h	Segment length, L_t	10 km
Grade:	Length _____ km	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
	☐ Up _____ % ☐ Down _____ %	Field measured speed, S_{FM}	_____ km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Observed volume V_f	_____ veh/h
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Average Travel Speed			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_d	0.99	F_o	0.93
E_T	1.5	E_T	1.9
E_R	1.1	E_R	1.1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1882		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	2.7		km/h
Free-Flow Speed, FFS_d	89.2		km/h
Average Travel Speed, ATS_d	63		km/h

%Time-Spent-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_d	1	F_o	0.94
E_T	1	E_T	1.5
E_R	1	E_R	1
f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1263		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	11.7		%
Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$	64.7		%
% Time-Spent-Following, $PTSF_d$	96.4		%

Level Of Service, LOS = E

ภาพที่ 43 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์
การจราจรในทิศทางที่กำหนด

General Information		Site Information	
Analyst	ชุตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Two-way hourly volume	_____ veh/h	Segment length, L_t	10 km
Grade:	Length _____ km	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
	☐ Up _____ % ☐ Down _____ %	Field measured speed, S_{FM}	_____ km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Observed volume V_o	_____ veh/h
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Diagram illustrating the highway segment layout. It shows a two-lane highway with opposing directions of travel. The analysis direction is indicated by a blue arrow. The segment is divided into four parts: L_u (upstream of the segment), L_{pl} (passing lane), L_{de} (downstream of the segment), and L_d (downstream of the segment). The total segment length is L_t .

Average Travel Speed				%Time-Spend-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_o	0.99	F_o	0.93	F_o	1	F_o	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1882	pc/h	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	2.7	km/h	
Free-Flow Speed, FFS_d	89.2	km/h	
Average Travel Speed, ATS_d	63	km/h	

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1263	pc/h	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	11.7	%	
Best %Time-Spend-Following, $BPTSF_d$	84.7	%	
% Time-Spend-Following, $PTSF_d$	96.4	%	

Level Of Service, $LOS_d = E$			

Average Travel Speed		%Time-Spend-Following	
L_{de}	2.8 km	L_{de}	5.8 km
L_d	3.2 km	L_d	0.2 km
f_{pl}	1.11	f_{pl}	0.62
Average Travel Speed including passing lane, ATS_{pl}	65.2 km/h	% Time-spend-following including passing lane, $PTSF_{pl}$	78.5 %

Level Of Service, $LOS_{pl} = D$	

ภาพที่ 44 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ ของ Two-Lane Highways สำหรับวิเคราะห์การจราจรในทิศทางที่กำหนด บนช่วงทางที่มีช่องทางสำหรับแซง

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	

Input Data				
Volume, V	1500	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.9
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P_T	6 %
Peak-hour proportion of AADT, K			% RVs, P_R	%
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☐ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:	Length 1.83 km
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		Base free-flow Speed, BFFS	84 km/h

Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	0 km/h
E_T	1.5	f_{LC}	0 km/h
E_R	1.2	f_A	4 km/h
f_{HV}	0.971	f_M	0 km/h
		FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A - f_M	80 km/h

Calculate Density & Level Of Service				
Flow rate, V_p	858	pc/h/ln	Density, $D = V_p / S$	10.73 pc/km/ln
Speed, S	80	km/h		

Level Of Service, LOS = B	
---------------------------	--

ภาพที่ 45 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Multilane Highways

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data				
Volume, V	2000	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.92
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P_T	5 %
Peak-hour proportion of AADT, K			% RVs, P_R	%
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☒ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:	Length km
Lane width, LW	none	m		☐ Up % ☐ Down %
Total lateral clearance, TLC	0.6	m	Number of lanes	2
Access points, A	0.6	A/km	FFS (measured)	km/h
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		Base free-flow Speed, BFFS	☐ Urban ☒ Rural

Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
E_T	2.5	f_{LC}	3.9 km/h
E_R	2	f_N	0 km/h
f_{HV}	0.93	f_{ID}	0.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_{ID} - f_N$	109.1 km/h

Calculate Density & Level Of Service	
Flow rate, V_p	1169
Speed, S	109.1
Density, $D = V_p / S$	10.71

Level Of Service, LOS = B

ภาพที่ 46 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Basic Freeway Segment

General Information		Site Information	
Analyst	เจษฎาเดชเดช	Highway/Direction of Travel	เส้นทางสาย ๑๐๖ จากกรุงเทพฯ ไปเชียงใหม่
Agency or Company	KU.	From/To	เชียงใหม่ ไป กรุงเทพฯ
Date Performed	1 เดือนธันวาคม ๒๐๑๑	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 เดือน	Analysis Year	2011

Input Data																																									
a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Weaving type</th> <th>Type A</th> <th>Type B</th> <th>Type C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>b1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Weaving type	Type A	Type B	Type C			b1		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume A → C</th> <th>AADT</th> <th>K</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1815</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume B → D</th> <th>AADT</th> <th>K</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1297</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume B → C</th> <th>AADT</th> <th>K</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1037</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Volume A → D</th> <th>AADT</th> <th>K</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>692</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Volume A → C	AADT	K	D	1815				Volume B → D	AADT	K	D	1297				Volume B → C	AADT	K	D	1037				Volume A → D	AADT	K	D	692			
Weaving type	Type A	Type B	Type C																																						
		b1																																							
Volume A → C	AADT	K	D																																						
1815																																									
Volume B → D	AADT	K	D																																						
1297																																									
Volume B → C	AADT	K	D																																						
1037																																									
Volume A → D	AADT	K	D																																						
692																																									
Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110 Weaving number of lanes, N : 4 Weaving segment length, L : 450 Terrain : ☒ Level ☐ Rolling Peak-hour factor, PHF : 0.91 % Trucks and buses, P_T : 10 % RVs, P_R : Driver type : ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend																																									

Calculate Freeway Weaving									
(p c/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	fHV	fp	v (veh/h)
V_{o1}				1815	0.91	10	0.952	1	2095
V_{o2}				1297	0.91	10	0.952	1	1497
V_{w1}				1037	0.91	10	0.952	1	1197
V_{w2}				692	0.91	10	0.952	1	799
V_w				1729	0.91	10	0.952	1	1996
V_{rw}				3112	0.91	10	0.952	1	3592
V				4841	0.91	10	0.952	1	5588

Volume Ratio, $VR = 0.357$ Weaving Ratio, $R = 0.4$
--

Calculate Weaving and Nonweaving Speeds				
	Unconstrained		Constrained	
	Weaving ($i = w$)	Nonweaving ($i = nw$)	Weaving ($i = w$)	Nonweaving ($i = nw$)
Weaving intensity factor, W_i	0.648	0.454		
Weaving and non weaving speed, S_i (km/h)	81	88.6		

$N_W = 1.64$ $N_W (max) = 3.5$ $N_W > N_W (max)$ (Unconstrained)
--

Weaving segment speed, $S = 85.7$ km/h Weaving segment density, $D = 16.3$ pc/km/ln Level of Service (LOS) = C
--

ภาพที่ 47 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Freeway Weaving

General Information		Site Information	
Analyst	ศรพร	Highway/Direction of Travel	ทางผ่านสามารวมอินทรา-อาจณรงค์
Agency or Company	KU	From/To	ด้านลาดพร้าว-ด้านประชาอุทิศ
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

UpStream Adjacent Ramp		Downstream Adjacent Ramp	
☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off		☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off	
L_{up}	_____ m	L_{down}	_____ m
V_U	_____ veh/h	V_d	_____ veh/h
AADT	_____ veh/day	AADT	_____ veh/day
K	_____	K	_____
D	_____	D	_____
%HV	_____ %	%HV	_____ %
%RV	_____ %	%RV	_____ %

Merge 6 lane, 2 lane Ramp

Input Data			
Freeway		Ramp	
Free flow speed of freeway, S_{FF}	110 km/h	Free flow speed of ramp, S_{FR}	80 km/h
Freeway flow rate, V_F	3000 veh/h	Ramp flow rate, V_R	1800 veh/h
Annual avg. daily traffic, AADT	_____ veh/day	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)	_____ veh/day
Peak-hour proportion of AADT, K	_____	Peak-hour proportion of AADT, K	_____
Peak-hour direction proportion, D	_____	Peak-hour direction proportion, D	_____
%Truck and buses, %HV _F	5 %	%Truck and buses, %HV _R	5 %
%RV _F	_____ %	%RV _R	_____ %

Terrain	☒ Level ☐ Rolling
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend
Peak-hour factor, PHF	0.95
Deceleration lane length (L_d)	_____ m
Acceleration lane length (L_a)	420 m

Calculate Freeway Weaving									
(p/h)	AADT(veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f_{HV}	f_p	$V (p/h)$
V_F				3000	0.95	5	0.976	1	3,236
V_R				1800	0.95	5	0.976	1	1,941
V_U									
V_D									

Merge	
L_{EQ}	_____
P_{FM}	0.555
V_{12}	1796 p/h

Capacity Checks			
(p/h)	Actual	Maximum	LOS F
V_{FO}	5177	7050	No
V_{R12}	3737	4400	No

Level of Service Determination (if not F)	
D_R	15.5 pckm/h
Level Of Service, LOS	C

ภาพที่ 48 หน้าต่างส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ สำหรับวิเคราะห์ Ramps and Ramp Junctions

วิจารณ์ผลการออกแบบโปรแกรม

จากผลการออกแบบโปรแกรมจะเห็นได้ว่าโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการของถนน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาสามารถลดขั้นตอนการ ระยะเวลา ในการวิเคราะห์ ได้เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังช่วยลดความผิดพลาดเนื่องจากการคำนวณ จากวิธีเดิมที่เคยใช้กันมาก ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

จากวิธีการเดิมหลังจากที่ได้ข้อมูลจากการสำรวจปริมาณจราจรและลักษณะทางกายภาพ ของสายทางในสนามแล้ว ผู้ใช้ต้องนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ด้วยตัวเอง ซึ่งการวิเคราะห์แต่ละ ขั้นตอนค่อนข้างจะยุ่งยากในการวิเคราะห์ เพราะต้องพิจารณาเงื่อนไข สูตรคำนวณ การอ้างอิง ข้อมูล และค่าปรับแก้ต่าง ๆ จากตารางเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจทำให้เกิดความผิดพลาด ในการวิเคราะห์ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานในการวิเคราะห์ และค่าที่ทำการวิเคราะห์อาจเกิดการ ผิดพลาด ทำให้เกิดความเสียหายจากการนำค่าที่ผิดพลาดไปใช้ในการออกแบบ แต่หากใช้ โปรแกรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผู้ใช้สามารถที่จะนำข้อมูลดิบที่ได้จากสนาม มาป้อนข้อมูลที่หน้าจอ Input Data โปรแกรมจะทำการประมวลผลแล้ววิเคราะห์ผลออกมาได้ทันที และสามารถ print ผล การวิเคราะห์ออกมาในรูปของเอกสาร จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมประหยัดกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีเดิม ซึ่งโดยวิธีเดิมใช้เวลาในการวิเคราะห์โดยไม่ใช้โปรแกรมใด ๆ ใช้เวลาประมาณ 10 นาที สำหรับผู้ที่ เชี่ยวชาญแล้ว และต้องนำผลที่ได้จากการคำนวณพิมพ์ลงคอมพิวเตอร์ เพื่อ print ออกมาในรูปแบบ ของเอกสารอีกด้วย

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภท การไหลอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์จากงานจริง และมาตรฐานของ Highway Capacity Manual (TRB, 2000) ผลที่ได้ตรงกัน จึงสรุปได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถ นำไปใช้งานได้จริง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแนวทางในการพัฒนาโปรแกรม ประยุกต์มาจากคู่มือการวิเคราะห์ความจุและระดับบริการของถนน Highway Capacity Manual (TRB, 2000) และจัดทำโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม PHP.NET มาช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่องให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะลักษณะการทำงานของ PHP.NET ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows จึงทำให้ใช้งานได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว สามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการลงโปรแกรม

จากการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่องและนำไปทดสอบการใช้งาน ได้ผลสรุปการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. โปรแกรมนี้มีความสามารถที่จะทำการวิเคราะห์หาค่าความจุและค่าระดับบริการของทางหลวงสองช่องทาง โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ที่อ้างอิงหลักการวิเคราะห์ค่าความจุ และระดับบริการของ Highway Capacity Manual (TRB, 2000)
2. โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม PHP ผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ฟรี โดยรูปแบบในการป้อนข้อมูลและการแสดงผลของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นตาราง ซึ่งทำให้สะดวกในการป้อนข้อมูล และดูผลการวิเคราะห์
3. โปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพในการคำนวณผลที่ดีและให้ค่าผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีความถูกต้อง สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงถนนให้มีระดับการบริการที่ดีขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง แม้ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นที่น่าพอใจแล้วก็ตาม แต่การที่จะให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นนั้นจะต้องเพิ่มเติมสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ควรได้รับการพัฒนาโปรแกรมให้ครอบคลุมสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างไม่ต่อเนื่อง (Interrupted Flow) ได้แก่ ทางแยกสัญญาณไฟ ทางแยกไม่มีสัญญาณไฟ, ถนนในเมือง, การขนส่ง, คนเดินเท้า, จักรยาน
2. เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์สภาพความจุและระดับบริการนี้ยังคงเป็นเกณฑ์เดียวกับที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งควรมีการศึกษาเพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสมกับประเทศไทยขึ้นมา
3. ควรได้รับการพัฒนาในส่วนการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ต่าง ๆ และสามารถเรียกฐานข้อมูลเดิมมาดูได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล. 2545. **คู่มือการศึกษาการจราจร**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัคราณา)
- วิโรจน์ รุโปลาการ. 2530. **เอกสารประกอบการสอน วิชา CE 573 การวิเคราะห์การจราจร**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วรพล เรืองศรี และคณะ. 2544. **โปรแกรมการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการที่ทางแยกแบบเดินรถช่องทางด้านซ้าย**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- กิตติ และคณะ. 2545. **การวิเคราะห์สภาพความจุ และระดับบริการบนทางด่วนสายบางนา-ชลบุรี**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ปริญญา และคณะ. 2551. **โปรแกรมวิเคราะห์ระดับบริการสำหรับทางด่วน ทางหลวงสองช่องทางวิ่งสองทิศทางและทางหลวงหลายช่องทางจราจร**. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.
- Transportation Research Board. 2000. **Highway Capacity Manual** . National Research Council, Washington, D.C.
- Mactrans Moving Technology. 2554. **Highway Capacity Software**.
<http://mctrans.ce.ufl.edu/hcs,1> พฤษภาคม 2552)
- <http://www.php.net> (วันที่ค้นข้อมูล : 15 สิงหาคม 2552)

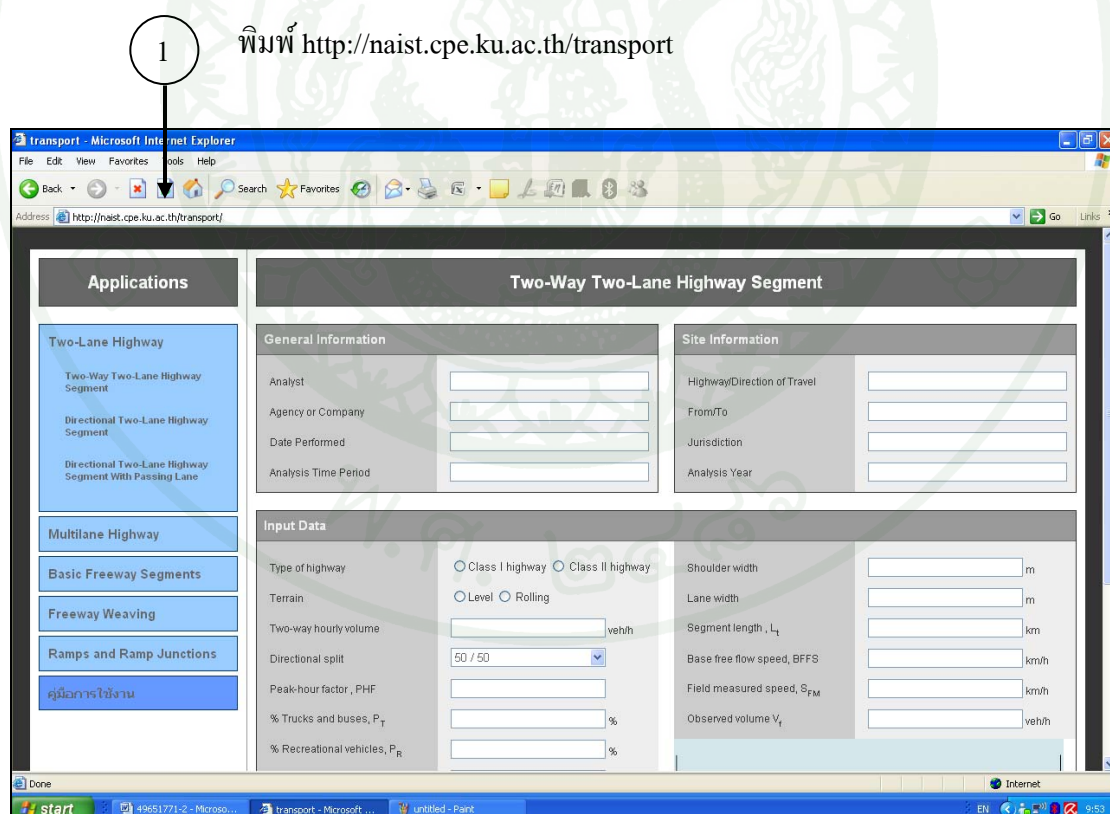


คู่มือการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง ตัวโปรแกรมประกอบด้วยส่วนใหญ่นับ 5 ส่วนด้วยกันคือโปรแกรมที่ช่วยในการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways, Multilane Highways, Basic Freeways sections, Freeways Weaving และ Freeways Ramps and Ramp junctions ซึ่งแต่ละส่วนจะประกอบด้วยขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล ขั้นตอนการแสดงผล และการเปิดอ่านเอกสารเพื่อส่งพิมพ์ข้อมูล ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีวิธีการใช้ดังนี้

1. การติดตั้งโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเปิดให้ใช้งานฟรี โดยเข้าไปที่ <http://naist.cpe.ku.ac.th/transport> ซึ่งจะปรากฏหน้าจอหลักดังภาพผนวกที่ 1



ภาพผนวกที่ 1 หน้าจอแสดงการเปิดใช้งานโปรแกรม

หน้าจอโปรแกรมหลัก ๆ ประกอบไปด้วย

- เมนู Applications เป็นเมนูที่ให้เลือกประเภทของการวิเคราะห์ที่ต้องการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทการไหลอย่างต่อเนื่องนี้ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ประเภท คือ 1) Two-Lane Highways 2) Multilane Highways 3) Basic Freeways sections 4) Freeways Weaving และ 5) Freeways Ramp and Ramp junctions

- เมนู General Information เป็นเมนูที่แสดงข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อผู้วิเคราะห์หรือหน่วยงานที่ทำการวิเคราะห์ วันที่ และเวลา ที่ทำการวิเคราะห์

- เมนู Site Information เป็นเมนูที่แสดงข้อมูลบริเวณที่ทำการวิเคราะห์ และช่วงถนนที่ทำการวิเคราะห์

- เมนู Input Data เป็นเมนูที่แสดงส่วนนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

2. การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Two-Lane Highways นั้น ตามมาตรฐาน HCM 2000 ได้แบ่งวิธีการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) Two-Way Two-Lane Highway Segment 2) Directional Two-Lane Highway Segment 3) Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรม วิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways ได้ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Way Two-Lane Highway Segment

1. คลิกเลือก Applications ที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งมี 3 Applications ให้เลือกคือ 1) Two-Way Two-Lane Highway 2) Directional Two-Lane Highway Segment 3) Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane ให้ผู้ใช้เลือก Two-Way Two-Lane Highway ดังภาพผนวกที่ 2

1. คลิกเลือก Applications ที่ต้องการวิเคราะห์

2. บันทึกข้อมูลทั่วไป

3. บันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

4. นำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

Applications

- Two-Lane Highway
- Two-Way Two-Lane Highway Segment
- Directional Two-Lane Highway Segment
- Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane
- Multilane Highway
- Basic Freeway Segments
- Freeway Weaving
- Ramps and Ramp Junctions
- คู่มือการใช้งาน

Two-Way Two-Lane Highway Segment

General Information

Analyst: ศตพร

Agency or Company: KU.

Date Performed: 1 มีนาคม 2011

Analysis Time Period: 9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel: พหลโยธิน

From/To: พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13

Jurisdiction:

Analysis Year: 2011

Input Data

Type of highway: ☒ Class I highway ☐ Class II highway

Terrain: ☐ Level ☒ Rolling

Two-way hourly volume: 1600 veh/h

Directional split: 50 / 50

Peak-hour factor, PHF: 0.95

% Trucks and buses, P_T : 14 %

% Recreational vehicles, P_R : 4 %

% No-passing zone: 50 %

Access points/km: 12 /km

Shoulder width: 1.2 m

Lane width: 3.4 m

Segment length, L_s : 10 km

Base free flow speed, BFFS: 100 km/h

Field measured speed, S_{FM} : km/h

Observed volume V_o : veh/h

Diagram: Shoulder width, Lane width, Lane width, Shoulder width, Segment, L_t

Next

ภาพผนวกที่ 2 ส่วนของ User Interface สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาทำการวิเคราะห์

3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information

4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 3

Input Data

Type of highway: ☒ Class I highway ☐ Class II highway

Terrain: ☐ Level ☒ Rolling

Two-way hourly volume: 1600 veh/h

Directional split: 50 / 50

Peak-hour factor, PHF: 0.95

% Trucks and buses, P_T : 14 %

% Recreational vehicles, P_R : 4 %

% No-passing zone: 50 %

Access points/km: 12 /km

Shoulder width: 1.2 m

Lane width: 3.4 m

Segment length, L_t : 10 km

Base free flow speed, BFFS: 100 km/h

Field measured speed, S_{FM} : km/h

Observed volume V_f : veh/h

Diagram labels: Shoulder width, Lane width, Segment, L_t

Next

ภาพผนวกที่ 3 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

1) ให้ผู้ใช้เลือกชนิดของทางหลวง ในหัวข้อ Type of highway โดยทางหลวงสองช่องทางนี้ได้จำแนกเป็น 2 ประเภท ซึ่งได้จำแนกตามหน้าที่ของทางหลวงดังนี้

- ทางหลวงชั้น 1 เป็นทางหลวงสองช่องทางที่มีหน้าที่เป็นทางสายหลัก เป็นเส้นทางที่ใช้ในการสัญจรประจำ และทำหน้าที่เชื่อมโยงกับทางสายหลักอื่น ผู้ขับขี่คาดหวังว่าสามารถเดินทางได้ด้วยความเร็วสูง
- ทางหลวงชั้น 2 เป็นทางหลวงสองช่องทางที่ผู้ขับขี่คาดหวังว่าเดินทางด้วยความเร็วต่ำกว่าบนทางหลวงชั้น 1 ทางหลวงชั้นนี้ทำหน้าที่รองรับการจราจรเพื่อถ่ายต่อทางหลวงชั้น 1 ความยาวการเดินทางเฉลี่ยบนทางหลวงชั้น 2 นี้ โดยทั่วไปจะสั้นกว่าทางหลวงชั้น 1

- 2) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทางราบ และ Rolling คือ สภาพแนวทางเป็นเนินเขา
- 3) ใส่ค่าปริมาณจราจรในช่องกรอกข้อมูล Two-way hourly volume
- 4) คลิกที่ Directional split เพื่อเลือกอัตราส่วนปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง

ภาพผนวกที่ 4 แสดงการคลิกเลือก อัตราส่วนปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางในเมนู Directional split

- 5) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor
- 6) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T
- 7) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R

8) ป้อนข้อมูล % No-passing zone

9) ป้อนข้อมูล Access points/km

10) ป้อนข้อมูล Shoulder width

11) ป้อนข้อมูล Lane width

12) ป้อนข้อมูล Segment length , L_i

13) ป้อนข้อมูล Base free flow speed, BFFS ในกรณีที่การสำรวจหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระไม่สามารถกระทำได้ในสนามได้ แต่ถ้าสามารถสำรวจหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระในสนามได้ ให้ป้อนข้อมูลในช่อง Field measured speed, S_{FM} (ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรที่สำรวจได้จากสนาม) และ Observed volume , V_f (อัตราการไหลที่สังเกตได้)

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ [Next](#) เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 5

Two-Way Two-Lane Highway Segment

Average Travel Speed

Grade adjustment factor, F_G	0.99
% car equivalents for trucks, E_T	1.5
% car equivalents for RVs	1.1
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931
Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h
Highest directional split flow rate, V_{P2}	914 pc/h

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	914	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3 km/h
Free-Flow Speed, FFS	89.2 km/h
Average Travel Speed, ATS	65.1 km/h

%Time-Spend-Following

Grade adjustment factor, F_G	1
% car equivalents for trucks, E_T	1
% car equivalents for RVs	1
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1
Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Highest directional split flow rate, V_{P2}	842 pc/h

Capacity Checks

	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No
V_{P2} (Highest directional split flow rate) (pc/h)	842	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{dnp}	4.8 %
Best %Time-Spend-Following, BPTSF	77.2 %
% Time-Spend-Following, PTSF	82 %

Level Of Service, LOS = E

[View Printer Friendly Version](#)

ภาพผนวกที่ 5 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

ในกรณีที่ผู้ใช้อป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้งานขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 6

Two-Way Two-Lane Highway Segment			
General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011
% Trucks and buses, P_T is required % Recreational vehicles, P_R is required - Lane width is required			
Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	m
Two-way hourly volume	1600 veh/h	Segment length, L_t	10 km
Directional split	50 / 50	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Trucks and buses, P_T	%	Observed volume V_f	veh/h
% Recreational vehicles, P_R	%		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

ภาพผนวกที่ 6 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

จากภาพผนวกที่ 5 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Way Two-Lane Highway หน้าจอจะแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรายรถ
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed , ATS)
- 4) ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า(%Time-Spend-Following, PTSF)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้ใช้คลิกที่
เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 7

View Printer Friendly Version

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.4 m
Two-way hourly volume	1600 veh/h	Segment length, L_s	10 km
Directional split	50 / 50	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %	Observed volume V_f	veh/h
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Diagram illustrating the highway segment geometry and parameters.

Average Travel Speed		%Time-Spent-Following	
Grade adjustment factor, F_G	0.99	Grade adjustment factor, F_G	1
% car equivalents for trucks, E_T	1.5	% car equivalents for trucks, E_T	1
% car equivalents for RVs, E_{RV}	1.1	% car equivalents for RVs, E_{RV}	1
Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	0.931	Heavy-vehicle adjustment factor, f_{HV}	1
Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h	Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Highest directional flow rate, V_{P2}	914 pc/h	Highest directional flow rate, V_{P2}	842 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1827	3200	No
V_{P2} (Highest directional flow rate) (pc/h)	914	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1827 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	1.3 km/h
Free-Flow Speed, FFS	89.2 km/h
Average Travel Speed, ATS	65.1 km/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_P (Two-way flow rate) (pc/h)	1684	3200	No
V_{P2} (Highest directional flow rate) (pc/h)	842	1700	No

Two-way flow rate, V_P	1684 pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{dnp}	4.8 %
Best %Time-Spent-Following, BPTSF	77.2 %
% Time-Spent-Following, PTSF	82 %

Level Of Service, LOS = E

ภาพผนวกที่ 7 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 8 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที

The screenshot shows the 'transport' application in Microsoft Internet Explorer. The 'File' menu is open, and 'Print...' is selected. The application interface includes a 'Site Information' section on the right and an 'Input Data' section on the left. The 'Input Data' section contains fields for Type of highway, General terrain, Two-way hourly volume, and Directional split. The 'Site Information' section contains fields for Highway/Direction of Travel, From/To, Jurisdiction, and Analysis Year. The 'Analysis Time Period' section is also visible.

Site Information	
Highway/Direction of Travel	
From/To	
Jurisdiction	
Analysis Year	

Input Data	
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway
General terrain	☒ Level ☐ Rolling
Two-way hourly volume	1600 veh/h
Directional split	50 / 50

ภาพผนวกที่ 8 วิธีการสั่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Two-Way Two-Lane Highway

2.2 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

1. คลิกเลือกการวิเคราะห์แบบ Directional Two-Lane Highway Segment ดังภาพผนวกที่ 9

1 คลิกเลือก Directional Two-Lane Highway Segment

2 บันทึกข้อมูลทั่วไป

3 บันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

4 นำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

Applications

- Two-Lane Highway
 - Two-Way Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment**
 - Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane
- Multilane Highway
- Basic Freeway Segments
- Freeway Weaving
- Ramps and Ramp Junctions
- คู่มือการใช้งาน

Directional Two-Lane Highway Segment

General Information

Analyst: ศศพร

Agency or Company: K.U.

Date Performed: 1 มีนาคม 2011

Analysis Time Period: 9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel: พหลโยธิน

From/To: พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13

Jurisdiction:

Analysis Year: 2011

Input Data

Type of highway: ☒ Class I highway ☐ Class II highway

Terrain: ☐ Level ☒ Rolling

Grade: Length: km

☐ Up % ☐ Down %

Analysis direction volume, V_d : 1200 veh/h

Opposing direction volume, V_o : 400 veh/h

Peak-hour factor, PHF: 0.95

% Trucks and buses, P_T : 14 %

% Recreational vehicles, P_R : 4 %

% No-passing zone: 50 %

Access points: 12 /km

Shoulder width: 1.2 m

Lane width: 3.3 m

Segment length, L_t : 10 km

Base free flow speed, BFFS: 100 km/h

Field measured speed, S_{FM} : km/h

Observed volume V_i : km/h

Diagram: Shoulder width, Opposing direction, Lane width, Analysis direction, Lane width, Shoulder width, Segment, L_t

Next

ภาพผนวกที่ 9 ส่วนของ User Interface สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์
3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information
4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 10

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Grade:	Length km	Segment length, L_t	10 km
	☐ Up % ☐ Down %	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Analysis direction volume, V_d	1200 veh/h	Field measured speed, S_{FM}	km/h
Opposing direction volume, V_o	400 veh/h	Observed volume V_f	km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95		
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		
Next			

ภาพผนวกที่ 10 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ให้ผู้ใช้เลือกชนิดของทางหลวง ในหัวข้อ Type of highway
- 2) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทางราบ และ Rolling คือ สภาพแนวทางเป็นเนินเขา แต่ถ้าความลาดชันเท่ากับ 3 % หรือมากกว่า และมีความยาวไม่น้อยกว่า 0.96 กิโลเมตร ให้ระบุในหัวข้อ Grade แทน
- 3) ใส่ค่าปริมาณจราจรในทิศทางที่วิเคราะห์ในช่องกรอกข้อมูล Analysis direction volume, V_d
- 4) ใส่ค่าปริมาณจราจรในทิศทางตรงข้ามในช่องกรอกข้อมูล Opposing direction volume, V_o
- 5) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor
- 6) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T
- 7) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R
- 8) ป้อนข้อมูล % No-passing zone
- 9) ป้อนข้อมูล Access points/km

10) ป้อนข้อมูล Shoulder width

11) ป้อนข้อมูล Lane width

12) ป้อนข้อมูล Segment length , L_s

13) ป้อนข้อมูล Base free flow speed, BFFS ในกรณีที่การสำรวจหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระไม่สามารถกระทำได้ในสนามได้ แต่ถ้าสามารถสำรวจหาค่าความเร็วการไหลแบบอิสระในสนามได้ ให้ป้อนข้อมูลในช่อง Field measured speed, S_{FM} (ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรที่สำรวจได้จากสนาม และ Observed volume , V_o (อัตราการไหลที่สังเกตได้)

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ [Next](#) เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 11

Directional Two-Lane Highway Segment							
Average Travel Speed				%Time-Spent-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_o	0.99	F_o	0.93	F_o	1	F_o	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h
Capacity Checks				Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F		Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No	V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No	V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$		1882 pc/h		Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$		1263 pc/h	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}		2.7 km/h		Adjustment for no-passing zone, f_{np}		11.7 %	
Free-Flow Speed, FFS_d		89.2 km/h		Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$		84.7 %	
Average Travel Speed, ATS_d		63 km/h		% Time-Spent-Following, $PTSF_d$		96.4 %	
Level Of Service, LOS = E							
View Printer Friendly Version							

ภาพผนวกที่ 11 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 12

Directional Two-Lane Highway Segment			
General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011
V_d is required % No-passing zone is required			
Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Grade:	Length km	Segment length, L_t	10 km
	☐ Up % ☐ Down %	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Analysis direction volume, V_d	veh/h	Field measured speed, S_{FM}	km/h
Opposing direction volume, V_o	400 veh/h	Observed volume V_t	km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95		
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	%		
Access points/km	12 /km		
Next			

ภาพผนวกที่ 12 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

จากภาพผนวกที่ 11 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways หน้าจอจะแสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสดำเนินการ

2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)

3) ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed , ATS)

4) ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า(%Time-Spend-Following, PTSF)

5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้ใช้คลิกที่

[View Printer Friendly Version](#)

เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 13

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Two-way hourly volume	_____ veh/h	Segment length, L_s	10 km
Grade:	Length _____ km	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
	☐ Up _____ % ☐ Down _____ %	Field measured speed, S_{FM}	_____ km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Observed volume V_f	_____ veh/h
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Average Travel Speed				%Time-Spent-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_G	0.99	F_G	0.93	F_G	1	F_G	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1882		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	2.7		km/h
Free-Flow Speed, FFS_d	89.2		km/h
Average Travel Speed, ATS_d	63		km/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1263		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	11.7		%
Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$	84.7		%
% Time-Spent-Following, $PTSF_d$	96.4		%

Level Of Service, LOS = E

ภาพผนวกที่ 13 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 14 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที

Site Information	
Highway/Direction of Travel	
From/To	
Jurisdiction	
Analysis Year	

Input Data	
Type of highway	☐ Class I highway ☐ Class II highway
General terrain	☐ Level ☐ Rolling
Two-way hourly volume	veh/h
Grade:	Length km
	☐ Up % ☐ Down %
Shoulder width	
Lane width	
Segment length, L_s	
Base free flow speed, BFFS	
Field measured speed, S_{FM}	

Analysis Time Period	
Start Date	1 มีนาคม 2011
End Date	9.00 น.

ภาพผนวกที่ 14 วิธีการสั่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment

2.3 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

1. คลิกเลือกการวิเคราะห์แบบ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane ดังภาพผนวกที่ 15

1 คลิกเลือก Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

2 บันทึกข้อมูลทั่วไป

3 บันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

Applications

Two-Lane Highway

Two-Way Two-Lane Highway Segment

Directional Two-Lane Highway Segment

Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

Multilane Highway

Basic Freeway Segments

Freeway Weaving

Ramps and Ramp Junctions

คู่มือการใช้งาน

Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

General Information

Analyst:

Agency or Company:

Date Performed:

Analysis Time Period:

Site Information

Highway/Direction of Travel:

From/To:

Jurisdiction:

Analysis Year:

Input Data

Type of highway: ☒ Class I highway ☐ Class II highway

Terrain: ☐ Level ☒ Rolling

Grade: km

☐ Up % ☐ Down %

Analysis direction volume, V_d : veh/h

Opposing direction volume, V_o : veh/h

Peak-hour factor, PHF:

% Trucks and buses, P_T : %

% Recreational vehicles, P_R : %

% No-passing zone: %

Access points/km: /km

Shoulder width: m

Lane width: m

Segment length, L_t : km

Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u : km

Length of passing-lane including tapers, L_{pl} : km

Base free flow speed, BFFS: km/h

Field measured speed, S_{FM} : km/h

Observed volume V_f : km/h

Diagram labels: L_u , L_{pl} , L_{de} , L_d , Segment, L_t

Next

4 นำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

ภาพผนวกที่ 15 ส่วนของ User Interface สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์
3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งที่ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information

4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 16

Input Data

Type of highway: ☒ Class I highway ☐ Class II highway

Terrain: ☐ Level ☒ Rolling

Grade: Length km
☐ Up % ☐ Down %

Analysis direction volume, V_d : 1200 veh/h

Opposing direction volume, V_o : 400 veh/h

Peak-hour factor, PHF: 0.95

% Trucks and buses, P_T : 14 %

% Recreational vehicles, P_R : 4 %

% No-passing zone: 50 %

Access points/km: 12 /km

Shoulder width: 1.2 m

Lane width: 3.3 m

Segment length, L_t : 10 km

Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u : 2 km

Length of passing-lane including tapers, L_{pl} : 2 km

Base free flow speed, BFFS: 100 km/h

Field measured speed, S_{FM} : km/h

Observed volume V_f : km/h

Diagram labels: L_u , L_{pl} , L_{de} , L_d , Segment, L_t

Next

ภาพผนวกที่ 16 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ให้ผู้ใช้เลือกชนิดของทางหลวง ในหัวข้อ Type of highway
- 2) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทาบราบ และ Rolling คือ สภาพแนวทาบเป็นเนินเขา แต่ถ้าความลาดชันเท่ากับ 3 % หรือมากกว่า และมีความยาวไม่น้อยกว่า 0.96 กิโลเมตร ให้ระบุในหัวข้อ Grade แทน
- 3) ใส่ค่าปริมาณจราจรในทิศทางที่วิเคราะห์ในช่องกรอกข้อมูล Analysis direction volume, V_d

4) ใส่ค่าปริมาณจราจรในทิศทางตรงข้ามในช่องกรอกข้อมูล Opposing direction volume,

V_o

5) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor

6) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T

7) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R

8) ป้อนข้อมูล % No-passing zone

9) ป้อนข้อมูล Access points/km

10) ป้อนข้อมูล Shoulder width

11) ป้อนข้อมูล Lane width

12) ป้อนข้อมูล Segment length, L_i

13) ป้อนข้อมูล Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u

14) ป้อนข้อมูล Length of passing-lane including tapers, L_{pl}

15) ป้อนข้อมูล Base free flow speed, BFFS ในกรณีที่การสำรวจหาความเร็วการไหลแบบอิสระไม่สามารถกระทำได้ในสนามได้ แต่ถ้าสามารถสำรวจหาความเร็วการไหลแบบอิสระในสนามได้ ให้ป้อนข้อมูลในช่อง Field measured speed, S_{FM} (ความเร็วเฉลี่ยของการจราจรที่สำรวจได้จากสนาม และ Observed volume, V_f (อัตราการไหลที่สังเกตได้)

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 17

Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane					
Average Travel Speed			%Time-Spent-Following		
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Opposing Direction (o)	
F_O	0.99	F_O	0.93	F_O	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h
				V_o	479 pc/h
Capacity Checks					
	Actual	Maximum	LOS F		
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No	V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No	V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479
Two-way flow rate, $V_P = V_d + V_o$		1882 pc/h		Two-way flow rate, $V_P = V_d + V_o$	
Adjustment for no-passing zone, f_{np}		2.7 km/h		Adjustment for no-passing zone, f_{np}	
Free-Flow Speed, FFS_d		89.2 km/h		Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$	
Average Travel Speed, ATS_d		63 km/h		% Time-Spent-Following, $PTSF_d$	
				96.4 %	
Level Of Service, $LOS_d = E$					
Average Travel Speed			%Time-Spent-Following		
L_{de}	2.8	km	L_{de}	5.8	km
L_d	3.2	km	L_d	0.2	km
f_{pl}	1.11		f_{pl}	0.62	
Average Travel Speed including passing lane, ATS_{pl}	65.2	km/h	% Time-spent-following including passing lane, $PTSF_{pl}$	78.5	%
Level Of Service, $LOS_{pl} = D$					
View Printer Friendly Version					

ภาพผนวกที่ 17 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 18

Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane			
General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011
- Segment length, L_t is required - Length of passing-lane including tapers, L_{pl} is required - Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u is required			
Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
Terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Grade:	Length km	Segment length, L_t	km
	☐ Up % ☐ Down %	Length of two-lane highway upstream of the passing lane, L_u	km
Analysis direction volume, V_d	1200 veh/h	Length of passing-lane including tapers, L_{pl}	km
Opposing direction volume, V_o	400 veh/h	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
Peak-hour factor, PHF	0.95	Field measured speed, S_{FM}	km/h
% Trucks and buses, P_T	14 %	Observed volume V_f	km/h
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		
		Next	

ภาพผนวกที่ 18 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

จากภาพผนวกที่ 17 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Two-Lane Highways หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสดำเนิน

- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed , ATS)
- 4) ร้อยละของเวลาที่ใช้วิ่งตามรถคันหน้า(%Time-Spend-Following, PTSF)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้ใช้คลิกที่
เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 19

[View Printer Friendly Version](#)



General Information		Site Information	
Analyst	ชัชวาล	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Type of highway	☒ Class I highway ☐ Class II highway	Shoulder width	1.2 m
General terrain	☐ Level ☒ Rolling	Lane width	3.3 m
Two-way hourly volume		Segment length, L_s	10 km
Grade:	Length km	Base free flow speed, BFFS	100 km/h
	☐ Up % ☐ Down %	Field measured speed, S_{FM}	
Peak-hour factor, PHF	0.95	Observed volume V_f	
% Trucks and buses, P_T	14 %		
% Recreational vehicles, P_R	4 %		
% No-passing zone	50 %		
Access points/km	12 /km		

Diagram illustrating the highway segment layout with opposing and analysis directions, and segment lengths: L_u , L_{pl} , L_{de} , and L_d . The total segment length is L_t .

Average Travel Speed				%Time-Spent-Following			
Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)		Analysis Direction (d)		Opposing Direction (o)	
F_o	0.99	F_o	0.93	F_o	1	F_o	0.94
E_T	1.5	E_T	1.9	E_T	1	E_T	1.5
E_R	1.1	E_R	1.1	E_R	1	E_R	1
f_{HV}	0.931	f_{HV}	0.885	f_{HV}	1	f_{HV}	0.935
V_d	1370 pc/h	V_o	512 pc/h	V_d	1263 pc/h	V_o	479 pc/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1370	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	512	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1882		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	2.7		km/h
Free-Flow Speed, FFS_d	89.2		km/h
Average Travel Speed, ATS_d	63		km/h

Capacity Checks			
	Actual	Maximum	LOS F
V_d (Directional flow rate) (pc/h)	1263	1700	No
V_o (Directional flow rate) (pc/h)	479	1700	No
Two-way flow rate, $V_p = V_d + V_o$	1263		pc/h
Adjustment for no-passing zone, f_{np}	11.7		%
Best %Time-Spent-Following, $BPTSF_d$	84.7		%
% Time-Spent-Following, $PTSF_d$	96.4		%

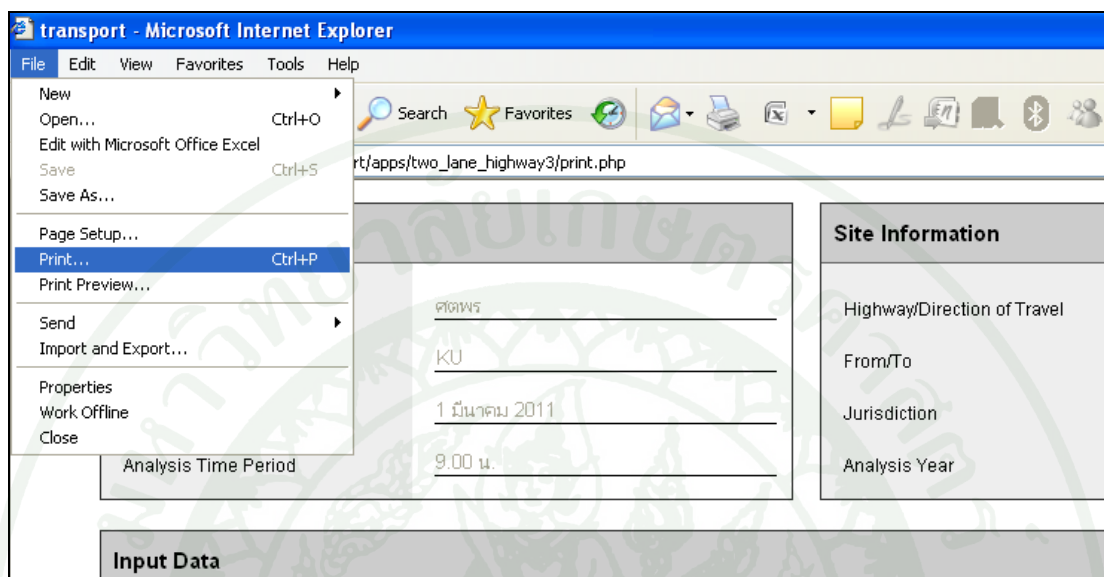
Level Of Service, $LOS_d = E$			

Average Travel Speed		%Time-Spent-Following	
L_{de}	2.8 km	L_{de}	5.8 km
L_d	3.2 km	L_d	0.2 km
f_{pl}	1.11	f_{pl}	0.62
Average Travel Speed including passing lane, ATS_{pl}	65.2 km/h	% Time-spent-following including passing lane, $PTSF_{pl}$	78.5 %

Level Of Service, $LOS_{pl} = D$	

ภาพผนวกที่ 19 ส่วนแสดงผลทางเครื่องมือสำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 20 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที



ภาพผนวกที่ 20 วิธีการสั่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane

3. การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Multilane Highways นั้น ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรม วิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกเลือก Multilane Highways ดังภาพผนวกที่ 21

The screenshot shows the 'Multilane Highway' section of a software interface. It is divided into three main panels: 'Applications', 'General Information', and 'Input Data'.

1 Click to select Applications that require analysis. The 'Applications' panel on the left lists options: 'Two-Lane Highway' (with sub-options: 'Two-Way Two-Lane Highway Segment', 'Directional Two-Lane Highway Segment', 'Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane'), 'Multilane Highway' (highlighted with a dashed box), 'Basic Freeway Segments', 'Freeway Weaving', 'Ramps and Ramp Junctions', and 'คู่มือการใช้งาน'.

2 Enter all data. The 'General Information' panel contains fields for: Analyst (ตตพร), Agency or Company (KU), Date Performed (1 มีนาคม 2011), and Analysis Time Period (9.00 น.).

3 Enter data for the location. The 'Site Information' panel contains fields for: Highway/Direction of Travel (พหลโยธิน), From/To (พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13), Jurisdiction, and Analysis Year (2011).

4 Enter traffic condition and road condition data. The 'Input Data' panel contains multiple fields: Volume, V (1500 veh/h); Annual avg. daily traffic, AADT; Peak-hour proportion of AADT, K; Peak-hour direction proportion, D; Driver type (Commuter/Weekday selected, Recreational/Weekend); Lane width, LW (3.6 m); Total lateral clearance, TLC (3.6 m); Access points, A (6 A/km); Median type, M (Undivided selected, Divided); Peak-hour factor, PHF (0.9); % Trucks and buses, P_T (6 %); Recreational vehicles, P_R (0 %); General terrain (Level selected, Rolling, Mountainous); Grade (Length 1.83 km, Up 0 %, Down 4 % selected); Number of lanes (2); Free-flow speed, FFS (measured); and Base free-flow speed, BFFS (84 km/h).

A 'Next' button is located at the bottom right of the 'Input Data' panel.

ภาพผนวกที่ 21 ส่วนของ User Interface สำหรับ Multilane Highways

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์
3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งที่ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information
4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 22

Input Data				
Volume, V	1500	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.9
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P_T	6
Peak-hour proportion of AADT, K			Recreational vehicles, P_R	0
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☐ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:	Length 1.83 km
Lane width, LW	3.6	m	☐ Up % ☒ Down 4	%
Total lateral clearance, TLC	3.6	m	Number of lanes	2
Access points, A	6	A/km	Free-flow speed, FFS (measured)	
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		Base free-flow speed, BFFS	84
Next				

ภาพผนวกที่ 22 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Multilane Highways

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

1) ป้อนข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง Volume, V หรือ ทำการป้อนข้อมูล AADT, K, D เพื่อหาปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบตามทิศทางแทนในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง

- ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Annual avg. daily traffic, AADT)
- สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นบนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน (Peak-hour proportion of AADT, K)
- ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร (Peak-hour direction proportion, D)

2) ผู้ใช้เลือกประเภทความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง

3) ป้อนข้อมูล Lane width, L_w

4) ป้อนข้อมูล Total lateral clearance, T_{LC}

5) ป้อนข้อมูล Access points, A

6) ผู้ใช้เลือกชนิดของเกาะกลาง

7) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor

8) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T

9) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R

10) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทาบ และ Rolling คือ สภาพแนวทางเป็นเนินเขา และ Mountainous คือ สภาพแนวทางบนภูเขา แต่ถ้าความลาดชันเท่ากับ 3 % หรือมากกว่า และมีความยาวเกิน 0.4 กิโลเมตร ให้ระบุในหัวข้อ Grade แทน

11) คลิกที่ Number of lanes เพื่อเลือกจำนวนช่องทาง ดังภาพผนวกที่ 23

Number of lanes	2	
Free-flow speed, FFS (measured)	2	km/h
	3	
Base free-flow speed, BFFS		km/h

ภาพผนวกที่ 23 แสดงการคลิกเลือก จำนวนช่องทางในเมนู Number of lanes

12) ป้อนข้อมูล ความเร็วการไหลแบบอิสระ (Free-flow speed, FFS) แต่ในกรณีที่ไม่มี FFS ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูล ความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน (Base free-flow speed, BFFS) เพื่อประมาณค่า FFS ได้

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 24

Multilane Highway			
Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	0 km/h
E_T	1.5	f_{LC}	0 km/h
E_R	1.2	f_A	4 km/h
f_{HV}	0.971	f_M	0 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A - f_M$	80 km/h
Calculate Density & Level Of Service			
Flow rate, V_p	858 pc/h/ln	Density, $D = V_p / S$	10.73 pc/km/ln
Speed, S	80 km/h		
Level Of Service, LOS = B			
View Printer Friendly Version			

ภาพผนวกที่ 24 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 25

Multilane Highway			
General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011
Peak-hour factor, PHF is required			
Input Data			
Volume, V	1500 veh/h	Peak-hour factor, PHF	
Annual avg. daily traffic, AADT		% Trucks and buses, P_T	6 %
Peak-hour proportion of AADT, K		Recreational vehicles, P_R	0 %
Peak-hour direction proportion, D		General terrain	☐ Level ☐ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend	Grade:	Length 1.83 km
Lane width, LW	3.6 m	☐ Up % ☒ Down 4 %	
Total lateral clearance, TLC	3.6 m	Number of lanes	2
Access points, A	6 A/km	Free-flow speed, FFS (measured)	
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided	Base free-flow speed, BFFS	84 km/h
Next			

ภาพผนวกที่ 25 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Multilane Highways

จากภาพผนวกที่ 24 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Multilane Highways หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรายจร
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)
- 4) ความหนาแน่น (Density, D)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้คลิกที่

[View Printer Friendly Version](#)

เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 26

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	

Input Data			
Volume, V	1500	veh/h	Peak-hour factor, PHF
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P_T
Peak-hour proportion of AADT, K			% RVs, P_R
Peak-hour direction proportion, D			General terrain
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade: Length 1.83 km
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		Base free-flow Speed, BFFS
			84 km/h

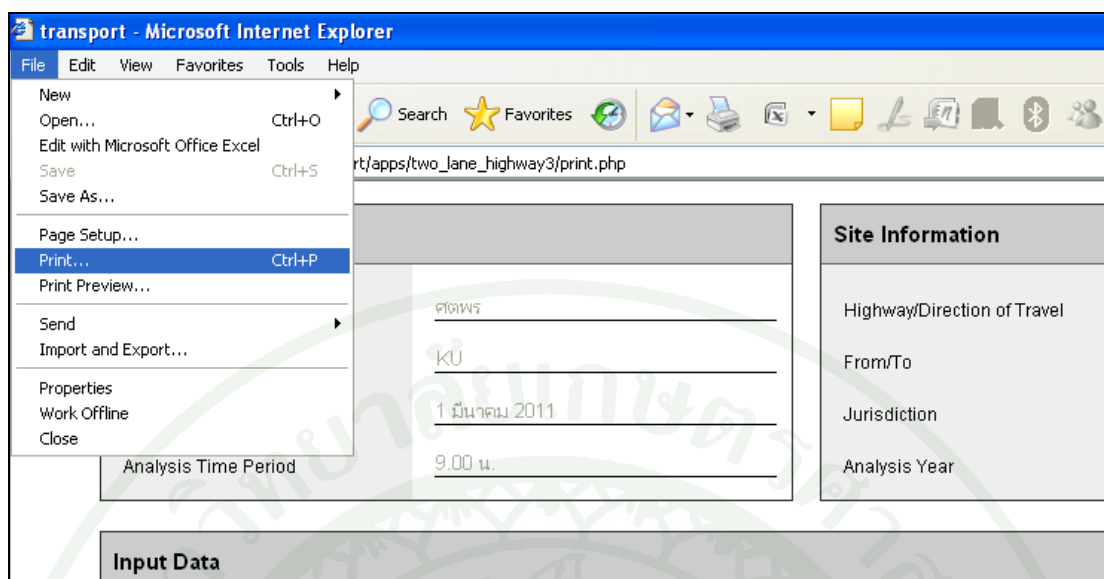
Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	0 km/h
E_T	1.5	f_{LC}	0 km/h
E_R	1.2	f_A	4 km/h
f_{HV}	0.971	f_M	0 km/h
		FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A - f_M	80 km/h

Calculate Density & Level Of Service			
Flow rate, V_p	858	pc/h/ln	Density, $D = V_p / S$
Speed, S	80	km/h	10.73 pc/km/ln

Level Of Service, LOS = B

ภาพผนวกที่ 26 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Multilane Highways

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print
 ดังภาพผนวกที่ 27 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที



ภาพผนวกที่ 27 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Multilane Highways

4. การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Basic Freeway Segment นั้น ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรม วิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกเลือก Basic Freeway Segment ดังภาพผนวกที่ 28

The screenshot shows the 'Basic Freeway Segment' user interface. It is divided into three main sections: Applications, General Information, and Site Information, with a large Input Data section at the bottom.

1 Click to select Applications that require analysis

2 Enter all data in the General Information section

3 Enter data in the Site Information section

4 Enter traffic condition and road condition data in the Input Data section

Applications

- Two-Lane Highway
 - Two-Way Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane
- Multilane Highway
- Basic Freeway Segments
- Freeway Weaving
- Ramps and Ramp Junctions
- คู่มือการใช้งาน

Basic Freeway Segment

General Information

Analyst	ศตพร
Agency or Company	KU
Date Performed	1 ธันวาคม 2011
Analysis Time Period	9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Jurisdiction	
Analysis Year	2011

Input Data

Volume, V	2000	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.92
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P _T	5 %
Peak-hour proportion of AADT, K			Recreational vehicles, P _R	0 %
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☒ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade	Length km
Lane width, LW	3.3	m	☐ Up ☐ Down	% % %
Rt-shoulder lateral clearance	0.6	m	Number of lanes	2
Interchange density	0.6	1/km	Free-flow speed, FFS (measured)	km/h
			Base free-flow speed, BFFS	☐ Urban ☒ Rural

Next

ภาพผนวกที่ 28 ส่วนของ User Interface สำหรับ Basic Freeway Segment

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์
3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งที่ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information
4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 29

Input Data				
Volume, V	2000	veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.92
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P_T	5 %
Peak-hour proportion of AADT, K			Recreational vehicles, P_R	0 %
Peak-hour direction proportion, D			General terrain	☐ Level ☒ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:	Length km
Lane width, LW	3.3	m	☐ Up % ☐ Down %	
Rt.-shoulder lateral clearance	0.6	m	Number of lanes	2
Interchange density	0.6	l/km	Free-flow speed, FFS (measured)	km/h
			Base free-flow speed, BFFS	☐ Urban ☒ Rural

ภาพผนวกที่ 29 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Basic Freeway Segment
ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

1) ป้อนข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง Volume, V หรือ ทำการป้อนข้อมูล AADT, K, D เพื่อหาปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบตามทิศทางแทนในกรณีที่ไม่มีความรู้ปริมาณจราจรรายชั่วโมง

- ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Annual avg. daily traffic, AADT)
- สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นฝนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน (Peak-hour proportion of AADT, K)
- ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงสุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนนซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร (Peak-hour direction proportion, D)

2) ผู้ใช้เลือกประเภทความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง

3) ป้อนข้อมูล Lane width, L_w

4) ป้อนข้อมูล Rt.-shoulder lateral clearance

5) ป้อนข้อมูล Interchange density

6) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor

7) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T

8) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R

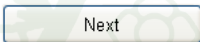
9) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทาบราบ และ Rolling คือ สภาพแนวทาบเป็นเนินเขา และ Mountainous คือ สภาพแนวทาบขรุขระ แต่ถ้าความลาดชันเท่ากับ 3 % หรือมากกว่า และมีความยาวเกิน 0.4 กิโลเมตร ให้ระบุในหัวข้อ Grade แทน

10) คลิกที่ Number of lanes เพื่อเลือกจำนวนช่องทาง ดังภาพผนวกที่ 30

Number of lanes	2	
Free-flow speed, FFS (measured)	2	km/h
	3	
	4	
Base free-flow speed, BFFS	>=5	

ภาพผนวกที่ 30 แสดงการคลิกเลือก จำนวนช่องทางในเมนู Number of lanes

11) ป้อนข้อมูล ความเร็วการไหลแบบอิสระ (Free-flow speed, FFS) แต่ในกรณีที่ไม่มี FFS ผู้ใช้สามารถเลือกความเร็วการไหลอิสระพื้นฐาน (Base free-flow speed, BFFS) เพื่อประมาณค่า FFS ได้ ซึ่ง BFFS ที่กำหนดให้มี 2 ประเภทคือ 1) สำหรับถนนในเมือง (Urban) 2) สำหรับถนนนอกเมือง (Rural)

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่  เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 31

Basic Freeway Segment			
Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
f_p	1	f_{LW}	3.3 km/h
E_T	2.5	f_{LC}	3.9 km/h
E_R	2	f_N	0 km/h
f_{HV}	0.93	f_{ID}	0.6 km/h
		$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_{ID} - f_N$	109.1 km/h
Calculate Density & Level Of Service			
Flow rate, V_p	1169	Density, $D = V_p / S$	10.71
Speed, S	109.1		
Level Of Service, LOS = B			
View Printer Friendly Version			

ภาพผนวกที่ 31 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 32

Basic Freeway Segment			
General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์
Agency or Company	KU.	From/To	ด่านลาดพร้าว-ด่านประชาอุทิศ
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011
• Driver Type is required • General terrain is required			
Input Data			
Volume, V	2000 veh/h	Peak-hour factor, PHF	0.92
Annual avg. daily traffic, AADT		% Trucks and buses, P_T	5 %
Peak-hour proportion of AADT, K		Recreational vehicles, P_R	0 %
Peak-hour direction proportion, D		General terrain	☐ Level ☐ Rolling ☐ Mountainous
Driver type	☐ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend	Grade:	Length km
Lane width, LW	3.3 m		☐ Up % ☐ Down %
Rt.-shoulder lateral clearance	0.6 m	Number of lanes	2
Interchange density	0.6 /km	Free-flow speed, FFS (measured)	km/h
		Base free-flow speed, BFFS	☐ Urban ☒ Rural
Next			

ภาพผนวกที่ 32 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Basic Freeway Segment

จากภาพผนวกที่ 31 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Basic Freeway Segment หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรายจร
- 2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)
- 3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)
- 4) ความหนาแน่น (Density, D)
- 5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้คลิกที่ [View Printer Friendly Version](#) เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 33

General Information		Site Information	
Analyst	ศตพร	Highway/Direction of Travel	พหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

Input Data			
Volume, V	2000	veh/h	Peak-hour factor, PHF
Annual avg. daily traffic, AADT		veh/day	% Trucks and buses, P _T
Peak-hour proportion of AADT, K			% RVs, P _R
Peak-hour direction proportion, D			General terrain
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		Grade:
Lane width, LW	none	m	Length
Total lateral clearance, TLC	0.6	m	☐ Up ☐ Down
Access points, A	0.6	A/km	Number of lanes
Median type, M	☐ Undivided ☒ Divided		FFS (measured)
			Base free-flow Speed, BFFS
			☐ Urban ☒ Rural

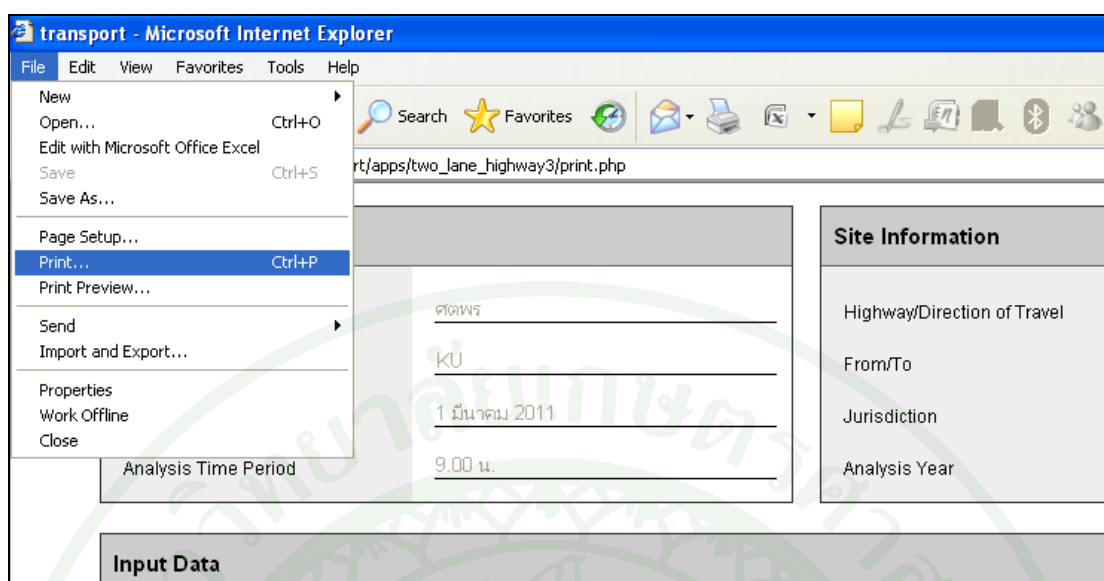
Calculate Flow Adjustments		Calculate Speed Adjustments and FFS	
E _T	2.5	f _{LC}	3.9
E _R	2	f _N	0
f _{HV}	0.93	f _D	0.6
		FFS = BFFS - f _{LW} - f _{LC} - f _D - f _N	109.1

Calculate Density & Level Of Service	
Flow rate, V _p	1169
Speed, S	109.1
Density, D = V _p / S	10.71

Level Of Service, LOS = B

ภาพผนวกที่ 33 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Basic Freeway Segment

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 34 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที



ภาพผนวกที่ 34 วิธีการสิ่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Basic Freeway Segment

5. การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Freeway Weaving นั้น ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรม วิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกเลือก Freeway Weaving ดังภาพผนวกที่ 35

1 คลิกเลือก Applications ที่ต้องการวิเคราะห์

2 บันทึกข้อมูลทั่วไป

3 บันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

4 นำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

Applications

- Two-Lane Highway
 - Two-Way Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane
- Multilane Highway
- Basic Freeway Segments
- Freeway Weaving**
- Ramps and Ramp Junctions
- คู่มือการใช้งาน

Freeway Weaving

General Information

Analyst: ศตพร

Agency or Company: KU.

Date Performed: 1 ธันวาคม 2011

Analysis Time Period: 9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel: พหลโยธิน

From/To: พหลโยธิน 11-พหลโยธิน 13

Jurisdiction:

Analysis Year: 2011

Input Data

Diagram: a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE

Weaving type: ☐ Type A ☒ Type B ☐ Type C

Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110

Weaving number of lanes, N : 4

Weaving segment length, L : 450

Terrain: ☒ Level ☐ Rolling

Peak-hour factor, PHF: 0.91

% Trucks and buses, P_T : 10

Recreational vehicles, P_R : 0

Driver type: ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend

Volume A $\rightarrow$ C: AADT 1815, K, D

Volume B $\rightarrow$ D: AADT 1297, K, D

Volume B $\rightarrow$ C: AADT 1037, K, D

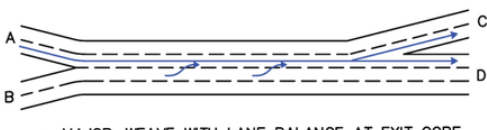
Volume A $\rightarrow$ D: AADT 692, K, D

Next

ภาพผนวกที่ 35 ส่วนของ User Interface สำหรับ Freeway Weaving

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์ หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์
3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งที่ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information
4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 36

Input Data



a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE

Diagram showing traffic flow from A and B to C and D.

Weaving type	Type A	Type B	Type C
	☐	☒	☐
		a	

Volume A $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1815			

Volume B $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
1297			

Volume B $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1037			

Volume A $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
692			

Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110

Weaving number of lanes, N: 4

Weaving segment length, L: 450

Terrain: ☒ Level ☐ Rolling

Peak-hour factor, PHF: 0.91

% Trucks and buses, P_T : 10

Recreational vehicles, P_R : 0

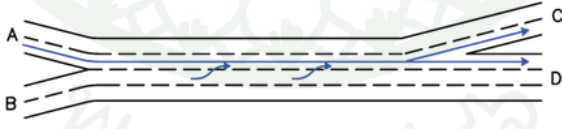
Driver type: ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend

Next

ภาพผนวกที่ 36 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Freeway Weaving

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ผู้ใช้ทำการเลือกชนิดของ Weaving ดังภาพผนวกที่ 37



a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE

Diagram showing traffic flow from A and B to C and D.

Weaving type	Type A	Type B	Type C
	☐	☒	☐
		a	
		none	
		a	
		b	
		c	

Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110

Weaving number of lanes, N: 4

Weaving segment length, L: 450

ภาพผนวกที่ 37 แสดงการคลิกเลือก ชนิดของ Weaving ในเมนู Weaving type

- 1) ป้อนข้อมูล Freeway free-flow speed, S_{FF}
- 2) ป้อนข้อมูล Weaving number of lanes, N
- 3) ป้อนข้อมูล Weaving segment length, L
- 4) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทาบ

และ Rolling คือ สภาพแนวทาบเป็นเนินเขา

- 5) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor
- 6) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, P_T
- 7) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, P_R
- 8) ผู้ใช้เลือกประเภทความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง
- 9) ป้อนข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง Volume, V หรือ ทำการป้อนข้อมูล AADT, K , D เพื่อหาปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบตามทิศทางแทนในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง
 - ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Annual avg. daily traffic, AADT)
 - สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นฝนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน (Peak-hour proportion of AADT, K)
 - ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนน ซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร (Peak-hour direction proportion, D)

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ Next เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 38

Freeway Weaving									
Calculate Freeway Weaving									
(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f_{HV}	f_p	v (veh/h)
v_{o1}				1815	0.91	10	0.952	1	2095
v_{o2}				1297	0.91	10	0.952	1	1497
v_{w1}				1037	0.91	10	0.952	1	1197
v_{w2}				692	0.91	10	0.952	1	799
v_w				1729	0.91	10	0.952	1	1996
v_{nw}				3112	0.91	10	0.952	1	3592
v				4841	0.91	10	0.952	1	5588
Volume ratio, $VR = 0.357$ Weaving ratio, $R = 0.4$									
Calculate Weaving and Nonweaving Speeds									
	Unconstrained		Constrained						
	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)	Weaving (i = w)	Nonweaving (i = nw)					
Weaving intensity factor, W_i	0.648	0.454							
Weaving and nonweaving speed, S_i (km/h)	81	88.6							
Number of lane required for unconstrained operation, $N_W = 1.64$ Maximum number of lane, $N_W (\max) = 3.5$ $N_W > N_W (\max)$ (Unconstrained)									
Weaving segment speed, $S = 85.7$ km/h Weaving segment density, $D = 16.3$ pc/km/ln Level of Service (LOS) = C									
View Printer Friendly Version									

ภาพผนวกที่ 38 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 39

Freeway Weaving

General Information

Analyst: ศศพร

Agency or Company: KU.

Date Performed: 1 มีนาคม 2011

Analysis Time Period: 9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel: ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์

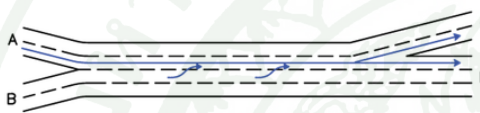
From/To: ด้านลาดพร้าว-ด้านประชาอุทิศ

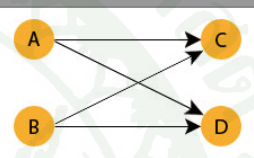
Jurisdiction:

Analysis Year: 2011

- Terrain is required
- Peak-hour factor, PHF is required
- % Trucks and buses, P_T is required
- % RVs, P_R is required
- Driver type is required

Input Data





a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE

Weaving type	☐ Type A	☒ Type B	☐ Type C
		a	

Freeway free-flow speed, S_{FF} : 110

Weaving number of lanes, N: 4

Weaving segment length, L: 450

Terrain: ☐ Level ☐ Rolling

Peak-hour factor, PHF:

% Trucks and buses, P_T :

Recreational vehicles, P_R :

Driver type: ☐ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend

Volume A $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1815			

Volume B $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
1297			

Volume B $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1037			

Volume A $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
692			

[Next](#)

ภาพผนวกที่ 39 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Freeway Weaving

จากภาพผนวกที่ 38 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Freeway Weaving หน้าจอจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสรถ

2) อัตราการไหลอุปสงค์ (V_p)

3) ความเร็วในการเดินทาง (Speed, S)

4) ความหนาแน่น (Density, D)

5) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้ใช้คลิกที่
เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 40

[View Printer Friendly Version](#)

General Information		Site Information	
Analyst	เจษฎาเดช	Highway/Direction of Travel	เส้นทางจากถนนสุขุมวิทไปถนนพหลโยธิน
Agency or Company	KU.	From/To	จากถนนสุขุมวิทไปถนนพหลโยธิน
Date Performed	1 เดือนก่อนสอบ 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 เดือน	Analysis Year	2011

Input Data			
a. MAJOR-WEAVE WITH LANE BALANCE AT EXIT GORE			
Weaving type	Type A	Type B	Type C
		b1	
Freeway free-flow speed, S_{FF}	110		
Weaving number of lanes, N	4		
Weaving segment length, L	450		
Terrain	☒ Level ☐ Rolling		
Peak-hour factor, PHF	0.91		
% Trucks and buses, P_T	10		
% RVs, P_R			
Driver type	☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend		

Volume A $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1815			

Volume B $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
1297			

Volume B $\Rightarrow$ C	AADT	K	D
1037			

Volume A $\Rightarrow$ D	AADT	K	D
692			

Calculate Freeway Weaving									
(pc/h)	AADT (veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	fHV	f _p	v (veh/h)
V_{o1}				1815	0.91	10	0.952	1	2095
V_{o2}				1297	0.91	10	0.952	1	1497
V_{w1}				1037	0.91	10	0.952	1	1197
V_{w2}				692	0.91	10	0.952	1	799
V_w				1729	0.91	10	0.952	1	1996
V_{nw}				3112	0.91	10	0.952	1	3592
v				4841	0.91	10	0.952	1	5588

Volume Ratio, $VR = 0.357$
 Weaving Ratio, $R = 0.4$

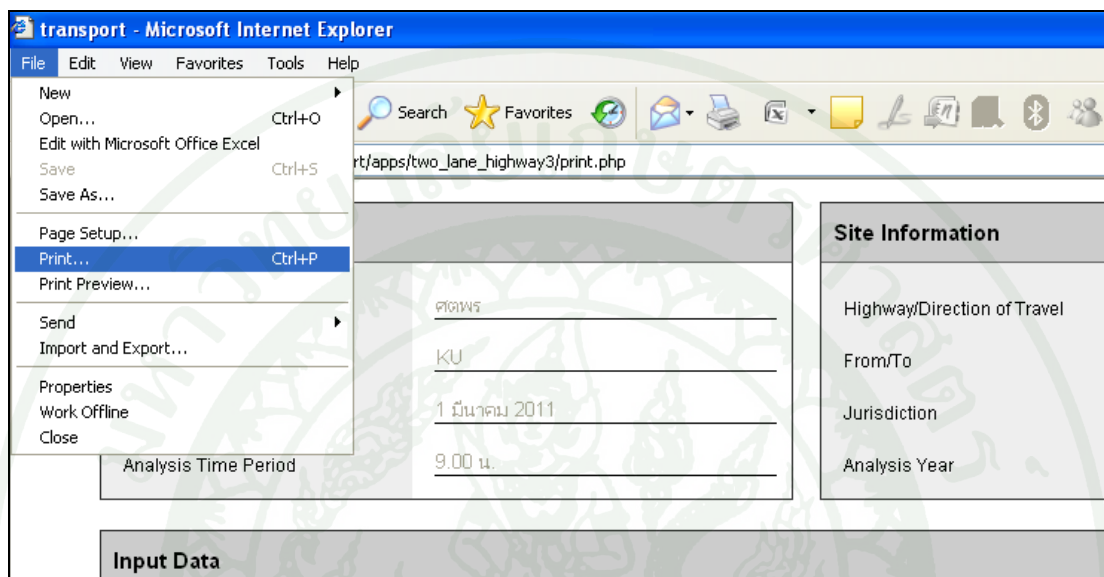
Calculate Weaving and Nonweaving Speeds				
	Unconstrained		Constrained	
	Weaving ($i = w$)	Nonweaving ($i = nw$)	Weaving ($i = w$)	Nonweaving ($i = nw$)
Weaving intensity factor, W_i	0.648		0.454	
Weaving and non weaving speed, S_i (km/h)	81		88.6	

$N_w = 1.64$
 $N_w (\max) = 3.5$
 $N_w > N_w (\max)$ (Unconstrained)

Weaving segment speed, $S = 85.7$ km/h
 Weaving segment density, $D = 16.3$ pc/km/ln
 Level of Service (LOS) = C

ภาพผนวกที่ 40 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Freeway Weaving

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 41 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที



ภาพผนวกที่ 41 วิธีการสั่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Freeway Weaving

6. การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions

โปรแกรมวิเคราะห์ความจุและระดับบริการ สำหรับ Ramps and Ramp Junctions นั้น ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรม วิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกเลือก Ramps and Ramp Junctions ดังภาพผนวกที่ 42

1 คลิกเลือก Applications ที่ต้องการวิเคราะห์

2 บันทึกข้อมูลทั่วไป

3 บันทึกข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง

4 นำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิต

Applications

- Two-Lane Highway
 - Two-Way Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment
 - Directional Two-Lane Highway Segment With Passing Lane
- Multilane Highway
- Basic Freeway Segments
- Freeway Weaving
- Ramps and Ramp Junctions
- คู่มือการใช้งาน

Ramps and Ramp Junctions

General Information

Analyst: ศตพร
 Agency or Company: KU.
 Date Performed: 1 ธันวาคม 2011
 Analysis Time Period: 9.00 น.

Site Information

Highway/Direction of Travel: ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์
 From/To: ตำบลพญาศรี-ตำบลประจักษ์
 Jurisdiction:
 Analysis Year: 2011

UpStream Adjacent Ramp

☐ Yes ☐ On
☒ No ☐ Off

L_{up} m
 V_U veh/h
 AADT veh/day
 K
 D
 $\%HV$ %
 $\%RV$ %

Downstream Adjacent Ramp

☐ Yes ☐ On
☒ No ☐ Off

L_{down} m
 V_D veh/h
 AADT veh/day
 K
 D
 $\%HV$ %
 $\%RV$ %

Input Data

Freeway

Free flow speed of freeway, S_{FF} 110 km/h
 Freeway flow rate, V_F 3000 veh/h
 Annual avg. daily traffic, AADT veh/day
 Peak-hour proportion of AADT, K
 Peak-hour direction proportion, D
 $\%Truck$ and buses, $\%HV_F$ 5 %
 $\%RV_F$ 0 %

Ramp

Free flow speed of ramp, S_{FR} 80 km/h
 Ramp flow rate, V_R 1800 veh/h
 Annual avg. daily traffic, AADT (VR) veh/day
 Peak-hour proportion of AADT, K
 Peak-hour direction proportion, D
 $\%Truck$ and buses, $\%HV_R$ 5 %
 $\%RV_R$ 0 %

Terrain: ☒ Level ☐ Rolling
 Driver type: ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend
 Peak-hour factor, PHF 0.95
 Acceleration lane length (L_a) 420 m

Next

ภาพผนวกที่ 42 ส่วนของ User Interface สำหรับ Ramps and Ramp Junctions

2. ทำการบันทึกข้อมูลทั่วไปในหัวข้อ General Information ได้แก่ข้อมูล ชื่อผู้วิเคราะห์
 หน่วยงาน วันที่ และเวลาที่ทำการวิเคราะห์

3. ทำการบันทึกตำแหน่งที่ตั้งที่ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อ Site Information

4. ทำการนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรและสภาพทางเรขาคณิตในหัวข้อ Input Data ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปทำการปรับแก้และประมวลผลโดยโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์ความจุและระดับบริการออกมา ดังภาพผนวกที่ 43

UpStream Adjacent Ramp

☐ Yes ☐ On
☒ No ☐ Off

L_{up} m
 V_U veh/h
 AADT veh/day
 K
 D
 %HV %
 %RV %

Downstream Adjacent Ramp

☐ Yes ☐ On
☒ No ☐ Off

L_{down} m
 V_D veh/h
 AADT veh/day
 K
 D
 %HV %
 %RV %

Input Data

Freeway		Ramp	
Free flow speed of freeway, S_{FF}	110 km/h	Free flow speed of ramp, S_{FR}	80 km/h
Freeway flow rate, V_F	3000 veh/h	Ramp flow rate, V_R	1800 veh/h
Annual avg. daily traffic, AADT	veh/day	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)	veh/day
Peak-hour proportion of AADT, K		Peak-hour proportion of AADT, K	
Peak-hour direction proportion, D		Peak-hour direction proportion, D	
%Truck and buses, %HV _F	5 %	%Truck and buses, %HV _R	5 %
%RV _F	0 %	%RV _R	0 %

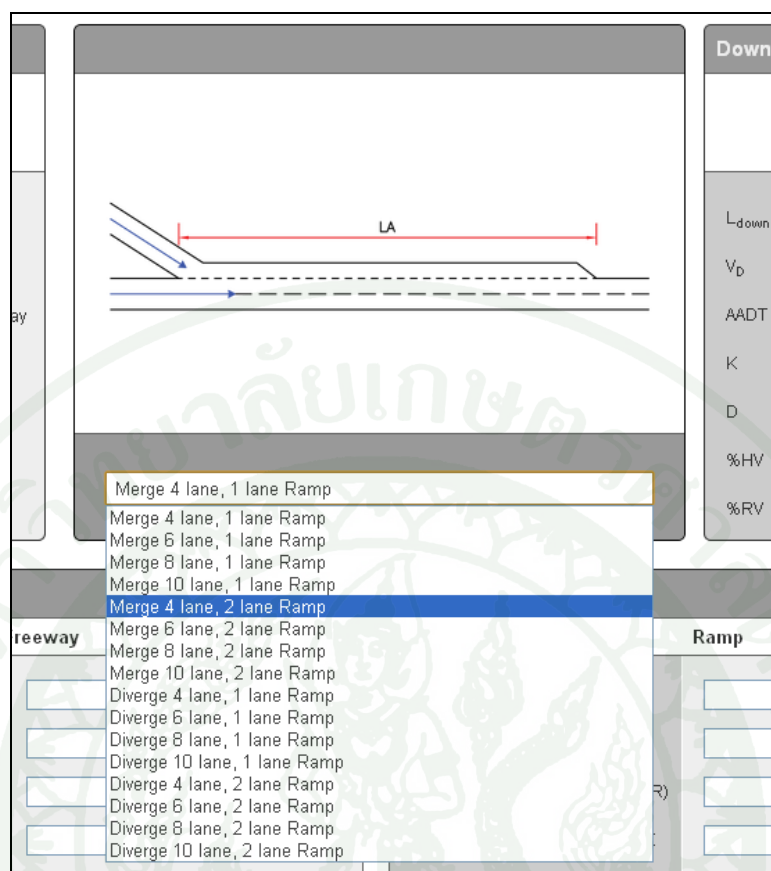
Terrain ☒ Level ☐ Rolling
 Driver type ☒ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend
 Peak-hour factor, PHF 0.95
 Acceleration lane length(La) 420 m

Next

ภาพผนวกที่ 43 ส่วนป้อนข้อมูลการจราจรและสภาพเรขาคณิต สำหรับ Ramps and Ramp Junctions

ข้อมูลที่ต้องทำการนำเข้าได้แก่

- 1) ผู้ใช้ทำการเลือกชนิดของ Ramps ดังภาพผนวกที่ 44
- 2) ผู้ใช้เลือกว่ามีหรือไม่มี Upstream และ Downstream โดยการคลิกเลือกที่ Yes หรือ No ซึ่งถ้าผู้ใช้เลือก Yes ก็ให้คลิกเลือกว่า On หรือ Off ด้วย
- 3) ในกรณีที่ผู้ใช้เลือก Yes ผู้ใช้ต้องทำการป้อนข้อมูลดังต่อไปนี้ลงในส่วนการป้อนข้อมูลของ Upstream หรือ Downstream ที่ผู้ใช้เลือก
 - ช่วงความยาวของ Upstream และ Downstream (L_{up} , L_{down})
 - ปริมาณจราจรรายชั่วโมงของ Upstream และ Downstream หรือ ทำการป้อนข้อมูล AADT, K, D เพื่อหาปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบตามทิศทางแทนในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง
 - ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, %HV
 - ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, %RV
- 4) ป้อนข้อมูล Freeway free-flow speed, S_{FF} ของ Freeway และ Ramps
- 5) ป้อนข้อมูล Freeway flow rate, V_F หรือ ทำการป้อนข้อมูล AADT, K, D เพื่อหาปริมาณจราจรชั่วโมงออกแบบตามทิศทางแทนในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง ของ Freeway และ Ramps
 - ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Annual avg. daily traffic, AADT)
 - สัดส่วนของ AADT ที่เกิดขึ้นฝนชั่วโมงออกแบบหรือชั่วโมงเร่งด่วน (Peak-hour proportion of AADT, K)
 - ค่า % ของกระแสจราจรที่เกิดขึ้นในทิศทางที่มีกระแสจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วน หรือ เป็น % ของปริมาณการจราจรในทิศทางเอกของการไหลของกระแสจราจรบนถนน ซึ่งมีมากกว่า 2 ช่องจราจร (Peak-hour direction proportion, D)
- 6) ป้อนข้อมูล % Trucks and buses, % HV_F ของ Freeway และ Ramps
- 7) ป้อนข้อมูล % Recreational vehicles, % RV_F ของ Freeway และ Ramps
- 8) ทำการเลือกสภาพภูมิประเทศในหัวข้อ Terrain โดยที่ Level คือ สภาพแนวทาบ และ Rolling คือ สภาพแนวทาบเป็นเนินเขา
- 9) ผู้ใช้เลือกประเภทความคุ้นเคยของผู้ใช้ทาง
- 10) ป้อนข้อมูล Peak-hour factor
- 11) ป้อนข้อมูลความยาวของเลนเร่งความเร็ว และลดความเร็ว



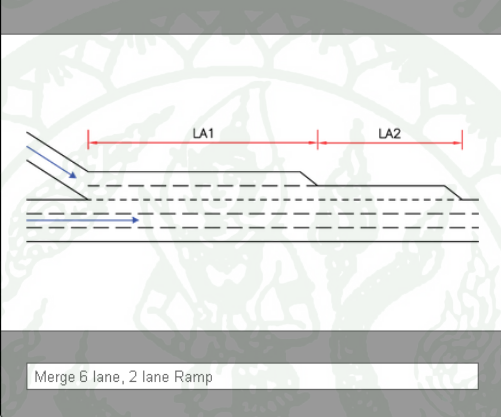
ภาพผนวกที่ 44 แสดงการคลิกเลือก ชนิดของ Ramps

5. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทุกหัวข้อเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 45

Ramps and Ramp Junctions									
Calculate Freeway Weaving									
(pc/h)	AADT(veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f _{HV}	f _p	v (pc/h)
V _F				3000	0.95	5	0.976	1	3,236
V _R				1800	0.95	5	0.976	1	1,941
V _U									
V _D									
Merge									
L _{EQ}									
P _{FM}	0.555								
V ₁₂	1796 pc/h								
Capacity Checks									
(pc/h)	Actual	Maximum	LOS F						
V _{FO}	5177	7050	No						
V _{R12}	3737	4400	No						
Level of Service Determination (if not F)									
D _R	15.5 pc/km/ln								
Level Of Service, LOS	C								
View Printer Friendly Version									

ภาพผนวกที่ 45 ส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions

ในกรณีที่ผู้ใช้ป้อนข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมจะไม่ทำการวิเคราะห์ผลให้ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าผู้ใช้ขาดข้อมูลอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้ครบได้ทันที ดังภาพผนวกที่ 46

Ramps and Ramp Junctions																																		
General Information <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Analyst</td> <td> ศตพร </td> </tr> <tr> <td>Agency or Company</td> <td> KU </td> </tr> <tr> <td>Date Performed</td> <td> 1 มีนาคม 2011 </td> </tr> <tr> <td>Analysis Time Period</td> <td> 9.00 น. </td> </tr> </table>	Analyst	ศตพร	Agency or Company	KU	Date Performed	1 มีนาคม 2011	Analysis Time Period	9.00 น.	Site Information <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Highway/Direction of Travel</td> <td> ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์ </td> </tr> <tr> <td>From/To</td> <td> ด่านลาดพร้าว-ด่านประชาอุทิศ </td> </tr> <tr> <td>Jurisdiction</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Analysis Year</td> <td> 2011 </td> </tr> </table>	Highway/Direction of Travel	ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์	From/To	ด่านลาดพร้าว-ด่านประชาอุทิศ	Jurisdiction		Analysis Year	2011																	
Analyst	ศตพร																																	
Agency or Company	KU																																	
Date Performed	1 มีนาคม 2011																																	
Analysis Time Period	9.00 น.																																	
Highway/Direction of Travel	ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์																																	
From/To	ด่านลาดพร้าว-ด่านประชาอุทิศ																																	
Jurisdiction																																		
Analysis Year	2011																																	
- Terrain is required - Driver type is required																																		
UpStream Adjacent Ramp <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"> ☒ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off </td> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">L_{up}</td> <td> m</td> </tr> <tr> <td>V_U</td> <td> veh/h</td> </tr> <tr> <td>AADT</td> <td> veh/day</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>D</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>%HV</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td>%RV</td> <td> %</td> </tr> </table>	☒ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off		L _{up}	m	V _U	veh/h	AADT	veh/day	K		D		%HV	%	%RV	%	 Merge 6 lane, 2 lane Ramp	Downstream Adjacent Ramp <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"> ☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off </td> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">L_{down}</td> <td> m</td> </tr> <tr> <td>V_D</td> <td> veh/h</td> </tr> <tr> <td>AADT</td> <td> veh/day</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>D</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>%HV</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td>%RV</td> <td> %</td> </tr> </table>	☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off		L _{down}	m	V _D	veh/h	AADT	veh/day	K		D		%HV	%	%RV	%
☒ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off																																		
L _{up}	m																																	
V _U	veh/h																																	
AADT	veh/day																																	
K																																		
D																																		
%HV	%																																	
%RV	%																																	
☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off																																		
L _{down}	m																																	
V _D	veh/h																																	
AADT	veh/day																																	
K																																		
D																																		
%HV	%																																	
%RV	%																																	
Input Data <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: left;">Freeway</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Ramp</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Free flow speed of freeway, S_{FF}</td> <td>Free flow speed of ramp, S_{FR}</td> </tr> <tr> <td> 110 km/h</td> <td> 80 km/h</td> </tr> <tr> <td>Freeway flow rate, V_F</td> <td>Ramp flow rate, V_R</td> </tr> <tr> <td> 300 veh/h</td> <td> 1800 veh/h</td> </tr> <tr> <td>Annual avg. daily traffic, AADT</td> <td>Annual avg. daily traffic, AADT (VR)</td> </tr> <tr> <td> veh/day</td> <td> veh/day</td> </tr> <tr> <td>Peak-hour proportion of AADT, K</td> <td>Peak-hour proportion of AADT, K</td> </tr> <tr> <td> %</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td>Peak-hour direction proportion, D</td> <td>Peak-hour direction proportion, D</td> </tr> <tr> <td> %</td> <td> %</td> </tr> <tr> <td>%Truck and buses, %HV_F</td> <td>%Truck and buses, %HV_R</td> </tr> <tr> <td> 5 %</td> <td> 5 %</td> </tr> <tr> <td>%RV_F</td> <td>%RV_R</td> </tr> <tr> <td> 0 %</td> <td> 0 %</td> </tr> </tbody> </table>			Freeway	Ramp	Free flow speed of freeway, S _{FF}	Free flow speed of ramp, S _{FR}	110 km/h	80 km/h	Freeway flow rate, V _F	Ramp flow rate, V _R	300 veh/h	1800 veh/h	Annual avg. daily traffic, AADT	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)	veh/day	veh/day	Peak-hour proportion of AADT, K	Peak-hour proportion of AADT, K	%	%	Peak-hour direction proportion, D	Peak-hour direction proportion, D	%	%	%Truck and buses, %HV _F	%Truck and buses, %HV _R	5 %	5 %	%RV _F	%RV _R	0 %	0 %		
Freeway	Ramp																																	
Free flow speed of freeway, S _{FF}	Free flow speed of ramp, S _{FR}																																	
110 km/h	80 km/h																																	
Freeway flow rate, V _F	Ramp flow rate, V _R																																	
300 veh/h	1800 veh/h																																	
Annual avg. daily traffic, AADT	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)																																	
veh/day	veh/day																																	
Peak-hour proportion of AADT, K	Peak-hour proportion of AADT, K																																	
%	%																																	
Peak-hour direction proportion, D	Peak-hour direction proportion, D																																	
%	%																																	
%Truck and buses, %HV _F	%Truck and buses, %HV _R																																	
5 %	5 %																																	
%RV _F	%RV _R																																	
0 %	0 %																																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Terrain</td> <td> ☒ Level ☐ Rolling </td> </tr> <tr> <td>Driver type</td> <td> ☐ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend </td> </tr> <tr> <td>Peak-hour factor, PHF</td> <td> 0.95 </td> </tr> <tr> <td>Acceleration lane length(La)</td> <td> 420 m</td> </tr> </table>			Terrain	☒ Level ☐ Rolling	Driver type	☐ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend	Peak-hour factor, PHF	0.95	Acceleration lane length(La)	420 m																								
Terrain	☒ Level ☐ Rolling																																	
Driver type	☐ Commuter/Weekday ☐ Recreational/Weekend																																	
Peak-hour factor, PHF	0.95																																	
Acceleration lane length(La)	420 m																																	
Next																																		

ภาพผนวกที่ 46 แสดงการแจ้งเตือนของโปรแกรมในกรณีผู้ป้อนข้อมูลไม่ครบ สำหรับ Ramps and Ramp Junctions

จากภาพผนวกที่ 45 แสดงผลการคำนวณความจุ และระดับบริการสำหรับ Ramps and Ramp Junctions

หน้าจะแสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1) ค่าปรับแก้ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าปรับแก้ความลาดชัน ค่าปรับแก้ปริมาณจราจร และปริมาณรถบรรทุกใหญ่ในกระแสจราจร
- 2) ปริมาณจราจร
- 3) ความหนาแน่น (Density, D)
- 4) ระดับบริการ (LOS)

6. ผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยผู้คลิกที่
เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการสั่งพิมพ์ผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม ดังภาพผนวกที่ 47

[View Printer Friendly Version](#)

General Information		Site Information	
Analyst	ตติพร	Highway/Direction of Travel	ทางด่วนสายบรมฉัตร-อ่างทอง
Agency or Company	KUJ	From/To	ด้านลาดพร้าว-ด้านประจวบคีรีขันธ์
Date Performed	1 มีนาคม 2011	Jurisdiction	
Analysis Time Period	9.00 น.	Analysis Year	2011

UpStream Adjacent Ramp		Downstream Adjacent Ramp	
☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off		☐ Yes ☐ On ☒ No ☐ Off	
L _{up}	_____ m	L _{down}	_____ m
V _U	_____ veh/h	V _d	_____ veh/h
AADT	_____ veh/day	AADT	_____ veh/day
K	_____	K	_____
D	_____	D	_____
%HV	_____ %	%HV	_____ %
%RV	_____ %	%RV	_____ %

Merge 6 lane, 2 lane Ramp

Input Data			
Freeway		Ramp	
Free flow speed of freeway, S _{FF}	110 km/h	Free flow speed of ramp, S _{FR}	80 km/h
Freeway flow rate, V _F	3000 veh/h	Ramp flow rate, V _R	1800 veh/h
Annual avg. daily traffic, AADT	_____ veh/day	Annual avg. daily traffic, AADT (VR)	_____ veh/day
Peak-hour proportion of AADT, K	_____	Peak-hour proportion of AADT, K	_____
Peak-hour direction proportion, D	_____	Peak-hour direction proportion, D	_____
%Truck and buses, %HV _F	5 %	%Truck and buses, %HV _R	5 %
%RV _F	_____ %	%RV _R	_____ %

Terrain	☒ Level ☐ Rolling
Driver type	☒ Commute/Weekday ☐ Recreational/Weekend
Peak-hour factor, PHF	0.95
Deceleration lane length (L _d)	_____ m
Acceleration lane length (L _a)	420 m

Calculate Freeway Weaving									
(pc/h)	AADT(veh/day)	K	D	V (veh/h)	PHF	%HV	f _{HV}	f _p	v (pc/h)
V _F				3000	0.95	5	0.976	1	3,236
V _R				1800	0.95	5	0.976	1	1,941
V _U									
V _D									

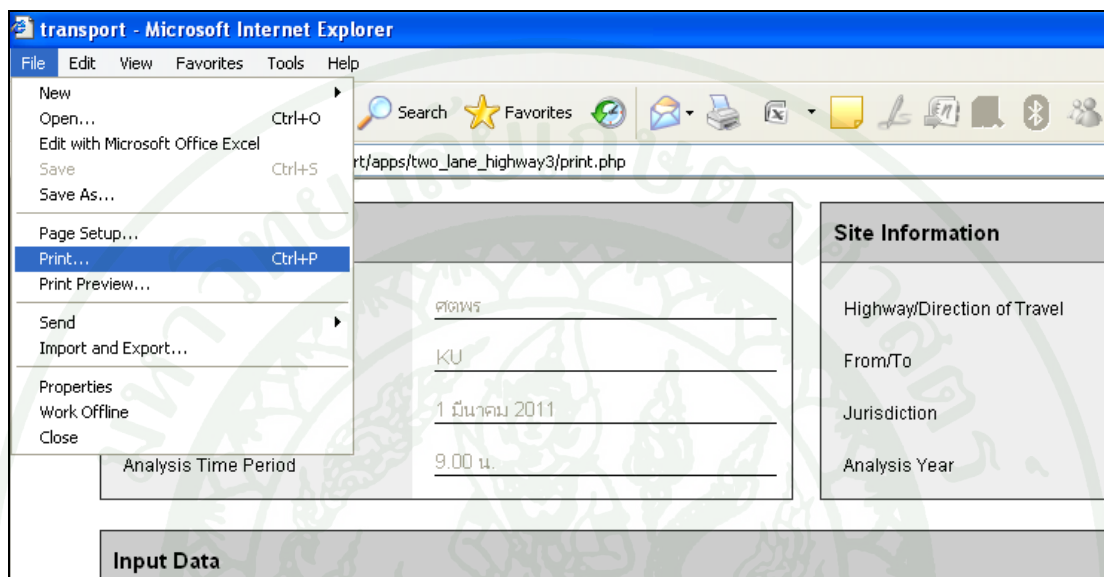
Merge	
L _{EQ}	_____
P _{FM}	0.555
V ₁₂	1796 pc/h

Capacity Checks			
(pc/h)	Actual	Maximum	LOS F
V _{FO}	5177	7050	No
V _{R12}	3737	4400	No

Level of Service Determination (if not F)	
D _R	15.5 pc/km/h
Level Of Service, LOS	C

ภาพผนวกที่ 47 ส่วนแสดงผลทางเครื่องพิมพ์สำหรับ Ramps and Ramp Junctions

และผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์เอกสารผลการวิเคราะห์ได้โดยใช้เมาส์คลิกที่ File เลือก Print ดังภาพผนวกที่ 48 ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ก็จะถูกสั่งพิมพ์ออกมาในรูปแบบของเอกสารได้ทันที



ภาพผนวกที่ 48 วิธีการสั่งพิมพ์ข้อมูล สำหรับ Ramps and Ramp Junctions

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวศตพร กันตเจตน์
เกิดวันที่	25 พฤษภาคม 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (โยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรโยธา/วิศวกรขนส่ง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทกรุงเทพเอ็นเนียมบริงคอนสตรัคชั่น จำกัด
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทรงวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-