15 ปี สนข

ขับเคลื่อนแผนงานคมนาคม เพื่อความสุขของประชาชน

การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 1

โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจร (Traffic Impact Assessment)

TIA

วันจันทร์ที่ 28 มกราคม 2562

ณ ห้องจามจุรี 1 โรงแรมปทุมวัน ปริ๊นเซส

หัวข้อการอบรม

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

A21 CONSULTANT

PSK

กำหนดการฝึกอบรม

09.00 - 09.15 น.	ลงทะเบียน
09.15 - 09.30 น.	ประธานกล่าวเปิดการอบรมครั้งที่ 1
09.30 - 10.45 น.	**การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง** และฝึกปฏิบัติ โดยดร. ศิรดล ศิริธร
10.45 – 11.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
11.00 – 12.00 น.	**การสำรวจความจุของถนน** โดยรศ.ดร. เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.00 น.	**การฝึกปฏิบัติการสำรวจความจุของถนน** โดยรศ.ดร. เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช
14.00 – 14.15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
14.15 – 14.30 น.	**สรุปแนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ** โดยดร.สุรศักดิ์ ทวีศิลป์
14.30 – 14.45 น.	ปิดการอบรม

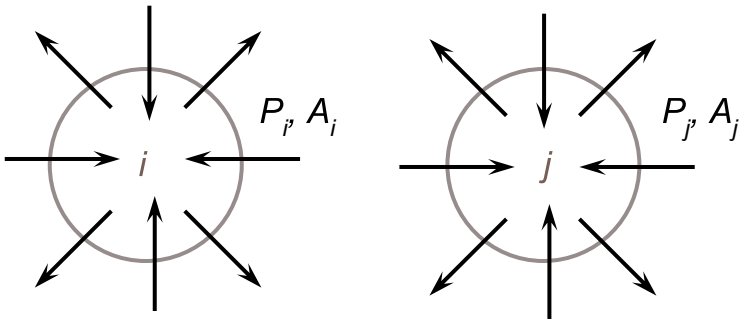
หัวข้อการอบรม

TIA

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

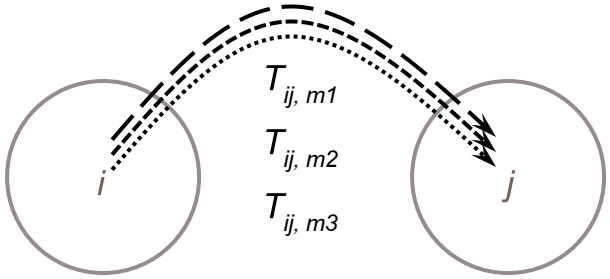
  - หลักการวางแผนการขนส่งสี่ขั้นตอน
  - วิธีหาอัตราเดินทาง (Trip Rate Analysis)
  - วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

หลักการวางแผนการขนส่งสี่ขั้นตอน



1. การเกิดการเดินทาง

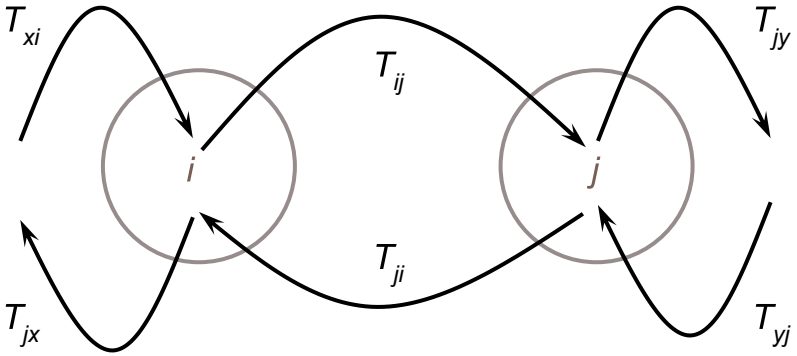
Trip Generation



3. การเลือกรูปแบบการเดินทาง

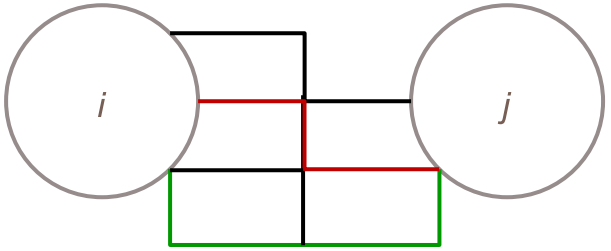
Modal Split

(Mode Choice)



2. การกระจายการเดินทาง

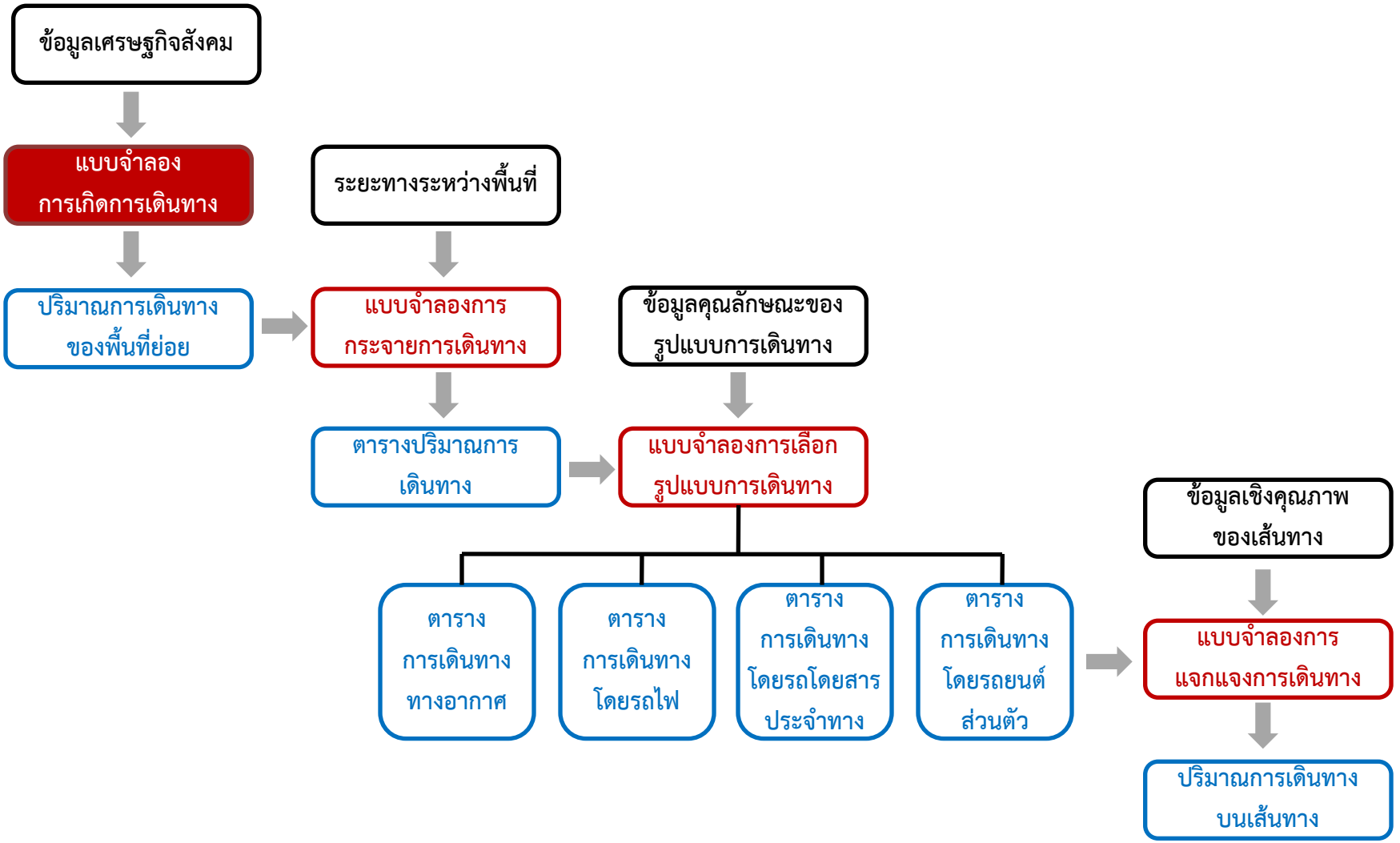
Trip Distribution



4. การแจกแจงการเดินทาง

Traffic Assignment

หลักการวางแผนการขนส่งสี่ขั้นตอน



หัวข้อการอบรม

TIA

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

  - หลักการวางแผนการขนส่งสี่ขั้นตอน
  - วิธีหาอัตราเดินทาง (Trip Rate Analysis)
  - วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

วิธีหาอัตราเดินทาง (Trip Rate Analysis)

- คำนวณปริมาณการสร้างการเดินทางหรือการดึงดูดการเดินทางต่อหน่วยของปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเดินทาง
- ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเดินทาง

01 ที่พักอาศัย

จำนวนผู้อยู่อาศัย จำนวนห้องพัก พื้นที่ใช้สอย พื้นที่รวม ฯลฯ

02 ย่านธุรกิจ

การจ้างงาน จำนวนที่จอดรถ พื้นที่ใช้สอย จำนวนที่นั่ง ฯลฯ

03 อุตสาหกรรม

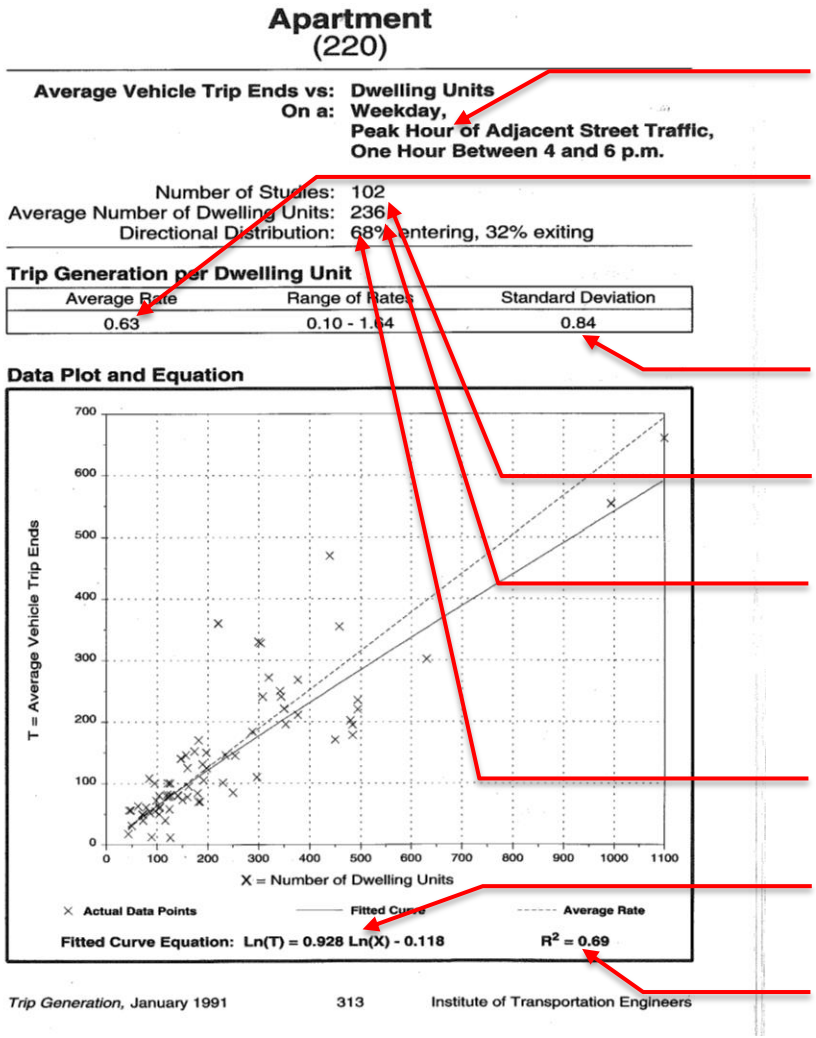
พื้นที่โรงงาน จำนวนคนงาน ฯลฯ

04 อื่น ๆ

วิธีหาอัตราเดินทาง (Trip Rate Analysis)

- คู่มืออัตราการเดินทาง
  - Institute of Transport Engineers (ITE) Trip Generation Manual
  - Trip Generation Manual ของเมืองต่างๆ ในอเมริกา โดยสำนักงานขนส่งของรัฐหรือเมือง
  - Dubai Trip Generation and Parking Rates Manual
  - Thailand Trip Generation Manual

องค์ประกอบในคู่มือการเดินทาง



Apartment
(220)

Average Vehicle Trip Ends vs: Dwelling Units
On a: Weekday,
Peak Hour of Adjacent Street Traffic,
One Hour Between 4 and 6 p.m.

Number of Studies: 102
Average Number of Dwelling Units: 236
Directional Distribution: 68% entering, 32% exiting

Trip Generation per Dwelling Unit

Average Rate	Range of Rates	Standard Deviation
0.63	0.10 - 1.64	0.84

Data Plot and Equation

Trip Generation, January 1991 313 Institute of Transportation Engineers

ประเภทของปริมาณจราจร (Type of Traffic)

อัตรา/ช่วงของอัตราการเดินทางเฉลี่ย (Average Rate/Range of Rate)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

จำนวนการศึกษา (Number of Studies)

ปริมาณการเดินทางเฉลี่ยของปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเดินทาง

ทิศทางการเดินทาง

สมการเส้นแนวโน้ม

Coefficient of Determination (R^2)

หัวข้อการอบรม

TIA

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

  - หลักการวางแผนการขนส่งสี่ขั้นตอน
  - วิธีหาอัตราเดินทาง (Trip Rate Analysis)
  - วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

ตัวอย่างที่ 1 การสร้างโครงการคอมเพล็กซ์แห่งหนึ่งในเมือง ก มีการใช้ประโยชน์ที่ดินสามรูปแบบ ได้แก่ โรงแรม ห้างสรรพสินค้า และโรงภาพยนตร์ คู่มือการเดินทางของเมืองนี้แสดงอัตราการเดินทางต่อชั่วโมงในช่วง 12:00 น.

การใช้พื้นที่	ขนาด	ปัจจัยการเกิดเดินทาง	อัตราการเดินทาง	ทิศทาง (เข้า:ออก)
โรงแรม	300 ห้องพัก	ห้องพัก	0.75	55:45
ห้างสรรพสินค้า	4,500 ตร.ม.	พื้นที่ 100 ตร.ม.	3.50	60:40
โรงภาพยนตร์	1,200	ที่นั่ง	0.08	55:45

จงประมาณปริมาณการเดินทางเข้าออกพื้นที่ที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- ปริมาณการเดินทางจากโรงแรม = 300 x 0.75 = 225 เที่ยว

  เข้า 0.55 x 225 = 123.75 เที่ยว ออก 0.45 x 225 = 101.25 เที่ยว

- ปริมาณการเดินทางจากห้างสรรพสินค้า = 4,500/100 x 3.50 = 157.5 เที่ยว

  เข้า 0.60 x 157.5 = 94.5 เที่ยว ออก 0.40 x 157.5 = 63 เที่ยว

- ปริมาณการเดินทางจากโรงภาพยนตร์ = 1200 x 0.28 = 336 เที่ยว

  เข้า 0.55 x 336 = 184.8 เที่ยว ออก 0.45 x 336 = 151.2 เที่ยว

- รวมการเดินทางเข้าสู่โครงการ 403.05 เที่ยว และเดินทางออกจากโครงการ 315.45 เที่ยว

วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

แบบฝึกหัดที่ 1 จงหาอัตราการเกิดการเดินทางของโครงการ

ลำดับ	ชื่ออาคาร	พื้นที่ใช้สอย	ปริมาณจราจรเข้าออก
1	KSP	2,800	541
2	เกทออน	3,000	877
3	บริษัทเมโทรเซอร์นิคส์	1,000	449
4	สำนักงานบริษัทรักษาความปลอดภัยสตรองแมน	300	70
5	อาคารสกล	6,000	600
6	อาคารวิริยถาวร	22,000	6,428
7	Tipco	27,000	6,428
8	สำนักงานเขตดอนเมือง	8,000	1,012
9	สำนักงานเขตบางกะปิ	400	1,078
10	สำนักงานเขตห้วยขวาง	3,500	2,045
11	ศาลาว่าการกรุงเทพ	5,000	1,484

โปรแกรมการคำนวณวิธีอัตราการเดินทาง

Sheet: Trip Rate Analysis

ข้อมูลนำเข้า:				ประเภทอาคาร		พื้นที่	
ประเภทอาคาร:	2	คอนโด		1	หมู่บ้าน	1	เทศบาลเมือง
พื้นที่:	1	เทศบาลเมือง		2	คอนโด	2	เทศบาลนคร
จำนวนห้อง:	250	ห้อง		3	โรงแรม	3	กรุงเทพและปริมณฑล
				4	ร้านอาหาร		
อัตราการเกิดการเดินทาง:	3.25	PCU/ห้อง		5	ตลาด		
				6	ห้างสรรพสินค้า		
ผลการวิเคราะห์:				7	ห้างค้าปลีก		
ปริมาณการเดินทางใน 1 วัน	813	PCU/วัน		8	สำนักงาน		
ปริมาณการเดินทางในช่วงเช้า	49	PCU/ชม.		9	นิคมอุตสาหกรรม		
เข้า	17	PCU/ชม.		10	โรงเรียนประถม		
ออก	32	PCU/ชม.		11	มัธยมศึกษา		
ปริมาณการเดินทางในช่วงเย็น	60	PCU/ชม.		12	มหาวิทยาลัย		
เข้า	33	PCU/ชม.		13	โรงพยาบาล		
ออก	27	PCU/ชม.		14	หอประชุม		

วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

แบบฝึกหัดที่ 2

จงวิเคราะห์อัตราการเกิดการเดินทาง

- นิคมอุตสาหกรรมขอนแก่น 4,000 ไร่
- ห้าง แบงค็อก มอลล์ บางนา พื้นที่รวม 650,000 ตร.ม. ประกอบด้วย
  - พื้นที่ห้างสรรพสินค้า 300,000 ตร.ม.
  - พื้นที่จอดรถ 250,000
  - พื้นที่อาคารชุด 50,000 ตร.ม. แบ่งเป็น 898 ห้อง
  - พื้นที่โรงแรม 50,000 ตร.ม. จำนวน 498 ห้อง

การสร้างสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณการเกิดการเดินทาง

การวิเคราะห์สมการถดถอย

- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเดินทางและปัจจัยต่างๆในพื้นที่ด้วยสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

$$y_i = ax_i + b + e_i$$

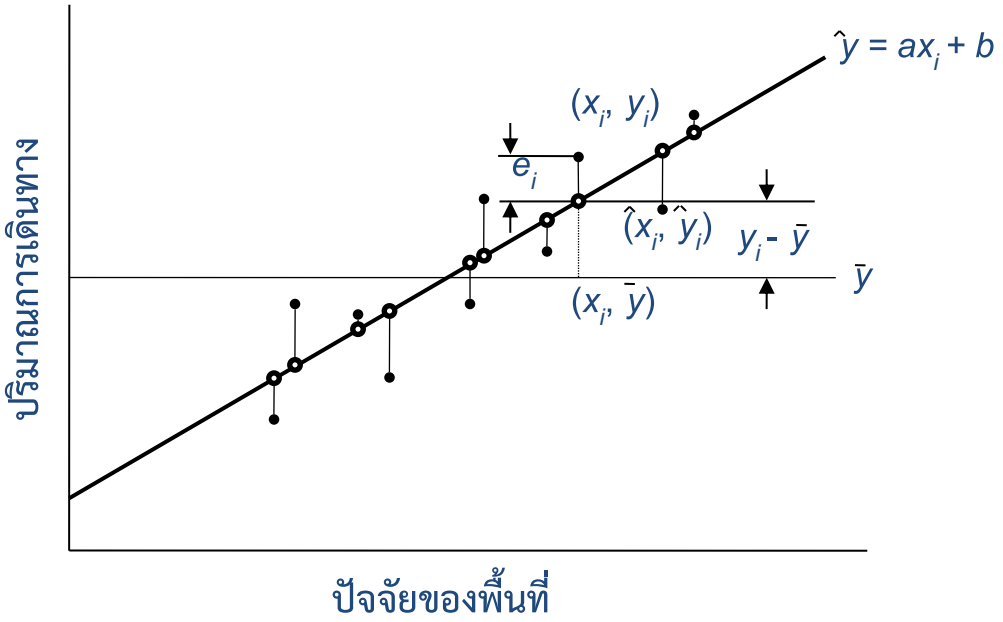
$$\hat{y}_i = ax_i + b$$

- Minimize

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}\right)^2$$

$$a = \frac{\sum x_i \sum y_i - n\sum x_i y_i}{\sum \left(x_i\right)^2 - n\sum x_i^2}$$

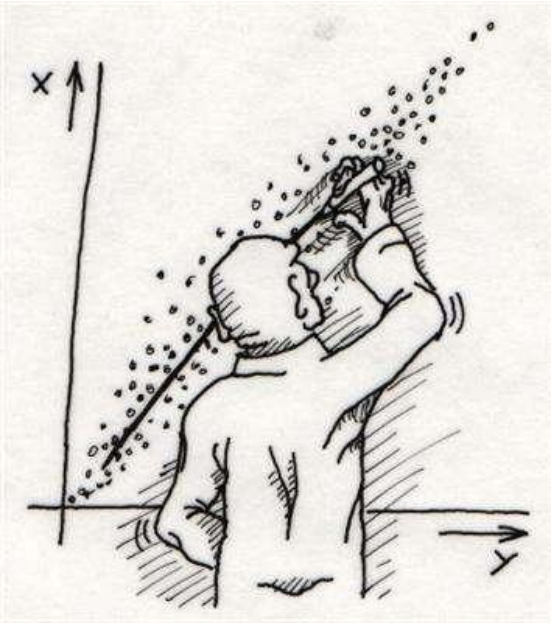
$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$



วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

ตัวอย่างที่ 2 การสำรวจสำนักงานในเมือง ก พบว่ามีขนาดพื้นที่และปริมาณการเดินทางใน 1 วันของสำนักงานต่างๆ 10 แห่งดังตารางต่อไปนี้

สำนักงาน	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	การเกิดการเดินทาง (เที่ยวต่อวัน)
1	600	120
2	700	135
3	740	147
4	880	170
5	910	188
6	950	195
7	1,030	205
8	1,080	210
9	1,120	228
10	1,200	210



วิธีการคำนวณปริมาณการเกิดการเดินทาง

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ) จงสร้างแบบจำลองเชิงเส้นตัวแปรเดียวแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สำนักงานและปริมาณการเดินทาง

i	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2
1	600	125	75,000	360,000
2	700	140	98,000	490,000
3	740	181	133,940	547,600
4	880	175	154,000	774,400
5	910	209	190,190	828,100
6	950	195	185,250	902,500
7	1,030	214	220,420	1,060,900
8	1,080	216	233,280	1,166,400
9	1,120	228	255,360	1,254,400
10	1,200	259	310,800	1,440,000
Sum	9,210	1,942	1,856,240	8,824,300
Avg	921	194.2		

$$a = \frac{\sum x_i \sum y_i - n \sum x_i y_i}{\Sigma (x_i)^2 - n \sum x_i^2}$$

$$= \frac{9210 \times 1942 - 10 \times 1856240}{9210^2 - 10 \times 8824300}$$

$$= 0.198$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

$$= 180.4 - 0.173 \times 921$$

$$= 11.94$$

$$y = 0.198x + 11.94$$

การสร้างสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณการเกิดการเดินทาง

ถ้าต้องการสร้างสำนักงานแห่งใหม่ มีพื้นที่ 900 ตารางเมตร

- วิธีอัตราการเดินทาง

  ปริมาณการเดินทางใน 1 วัน = 900 x 0.25 = 225 pcu

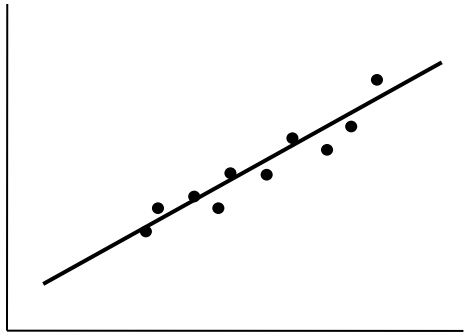
- สมการเชิงเส้น

  ปริมาณการเดินทางใน 1 วัน = (0.198 x 900) + 11.94 = 190 pcu

การสร้างสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณการเกิดการเดินทาง

- สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

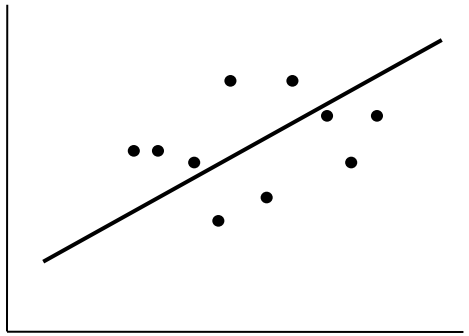
$$R^2 = \frac{SSR}{SS_{yy}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{y}_i - \bar{y}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \bar{y}\right)^2}$$

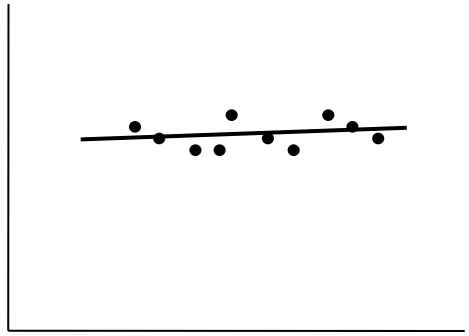


- ทดสอบ student's t-test

$$t_a = \frac{a}{SE(a)}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \hat{y}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}}$$





การสร้างสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณการเกิดการเดินทาง

การวิเคราะห์ใน Excel

- **หาค่า a** : =slope (known_ys, known_xs)
- **หาค่า b** : =intercept (known_ys, known_xs)
- **หาค่า R^2** : =rsq (known_ys, known_xs)

Analysis ToolPak

1. File ⇨ Options
2. คลิก **Add-Ins**, ในกล่อง **Manage** เลือก **Excel Add-ins.**
3. คลิก **Go**
4. ในกล่อง **Add-Ins available** เลือก **Analysis ToolPak** คลิก **OK.**

หัวข้อการอบรม

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

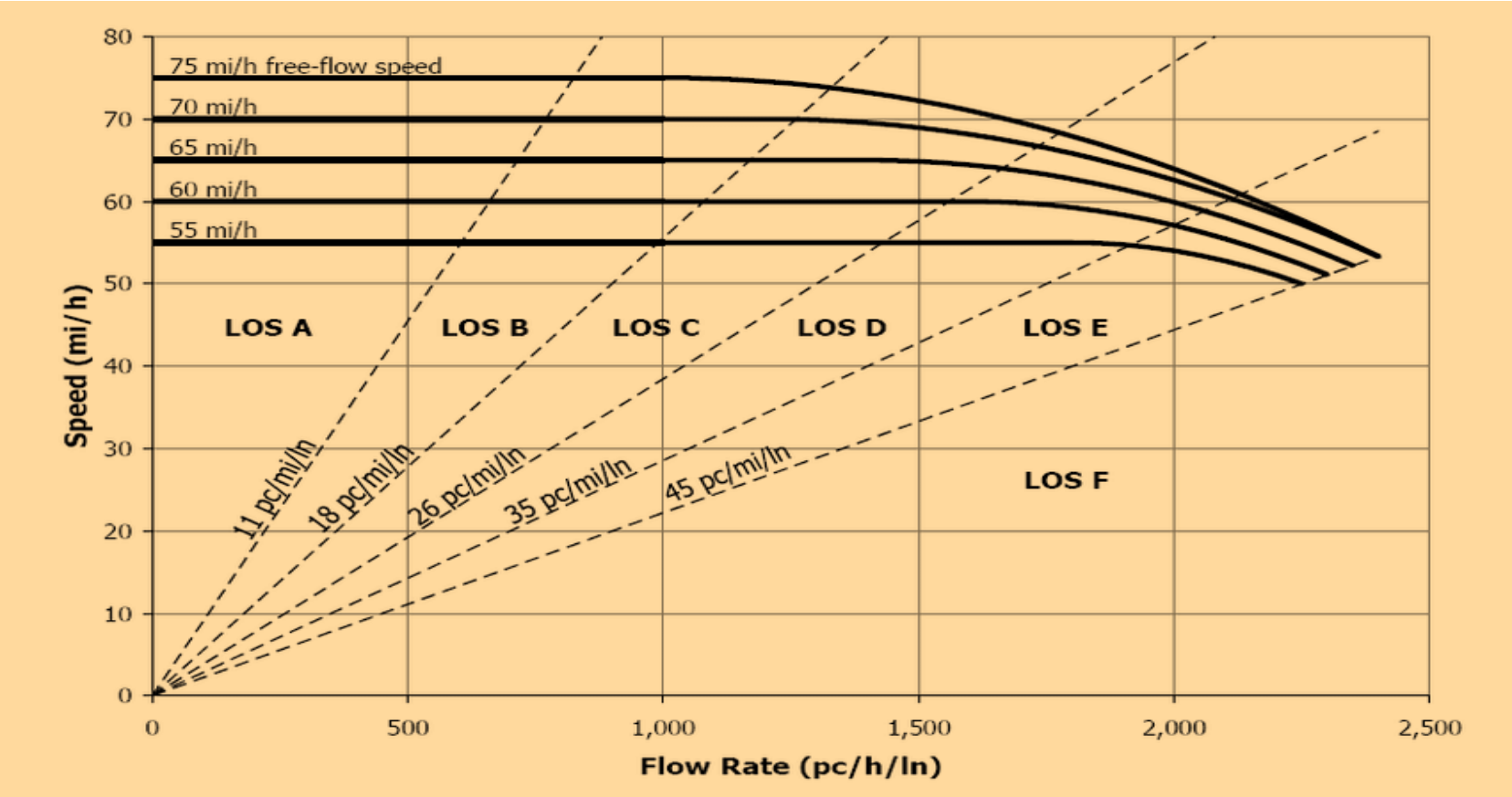
TIA

- ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ
- การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- การหาค่าพารามิเตอร์
- การประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความจุ

ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ

- อ้างอิงแนวทางในต่างประเทศ และคำนึงถึง**ลักษณะเฉพาะของประเทศไทย** เช่น
  - การมีสัดส่วนของรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจรสูง
  - การรบกวนของการพัฒนาริมสายทาง
  - การมีจุดกลับรถ
- ทำการสำรวจความจุของถนน/ทางแยกตัวอย่าง เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะการใช้งานต่างๆ เพื่อเป็นค่ามาตรฐานสำหรับการศึกษา TIA
- การเปิดโอกาสให้แต่ละโครงการทำการสำรวจค่าจริงเพื่อเป็นทางเลือก และช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของค่ามาตรฐานต่อไป

ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ



- แนวคิดของ Highway Capacity Manual
- อธิบายการไหลของจราจรด้วยตัวแปรหลักคือ Flow Speed และ Density
- ระดับการให้บริการจะพิจารณาจากความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจรเทียบกับความเร็วอิสระ

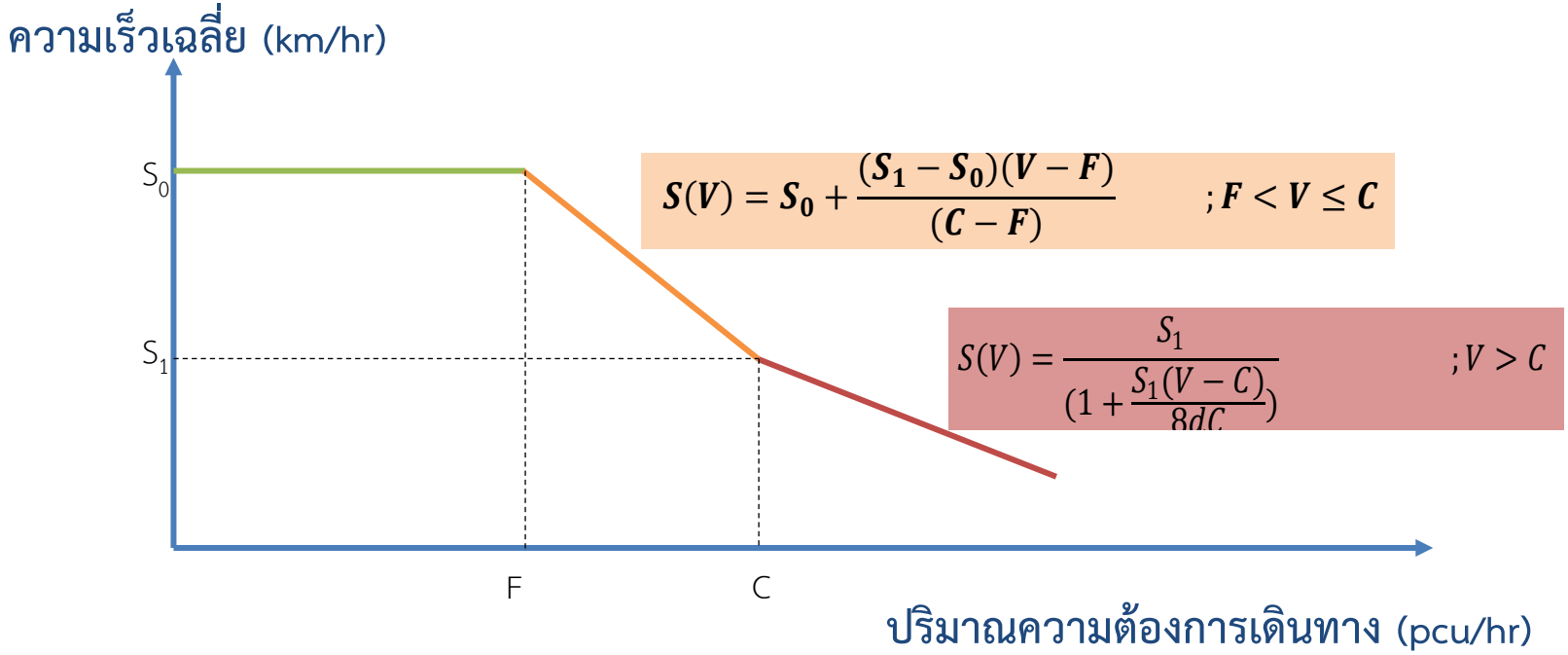
ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ: ถนน

ตัวอย่างเกณฑ์การแบ่งระดับการให้บริการของถนนโดยใช้ค่าอัตราส่วนความเร็วเฉลี่ยต่อความเร็วอิสระ

ระดับการให้บริการ (LOS)	ถนน Class 1	ถนน Class 2
A	0.8	0.6
B	0.65	0.45
C	0.5	0.4
D	0.4	0.3
E	0.3	0.2

ที่มา : A Revised Version of the HCM 2010 Urban Streets Automobile LOS Methodology (2012)

ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ: ถนน



ปรับให้ง่ายยิ่งขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงการไหล

- การไหลแบบอิสระ
- การไหลช่วงเข้าสู่ความจุ
- การไหลแบบติดขัด

ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ: ทางแยก

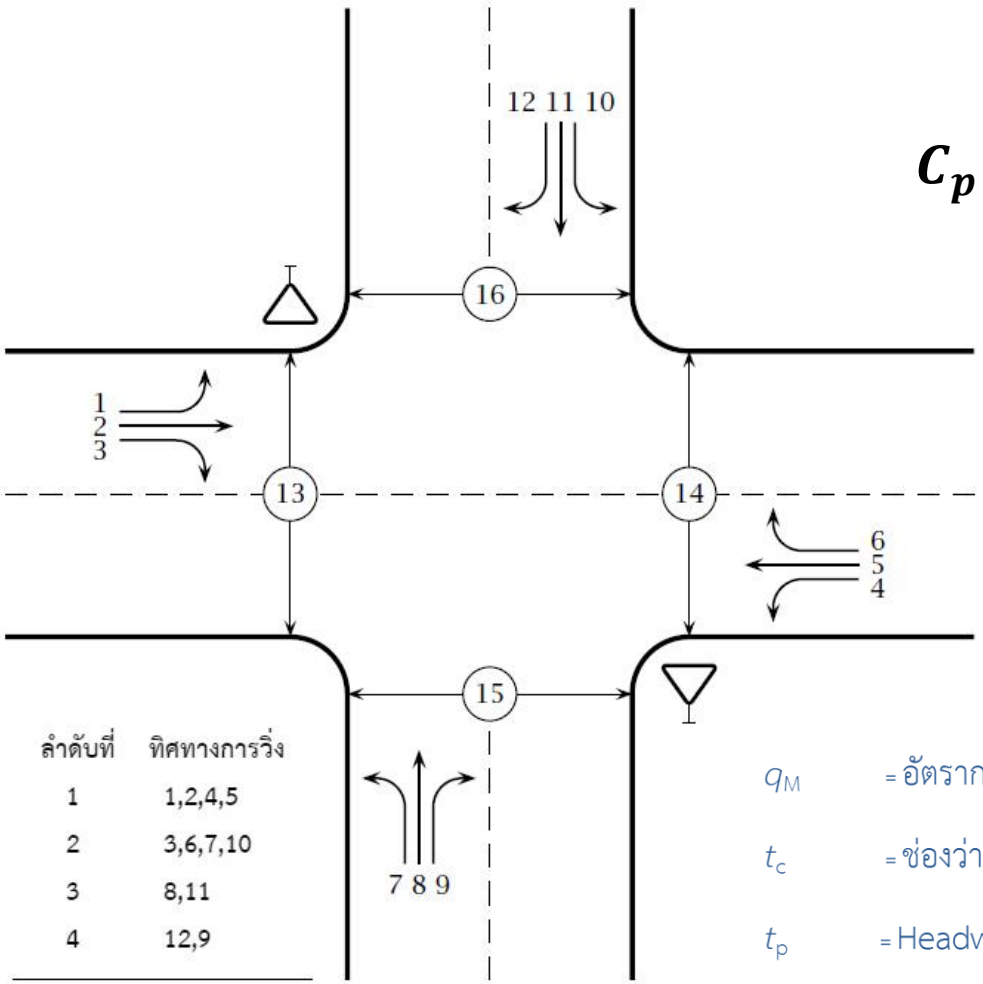
- ทางแยกจำแนกได้หลายประเภทตาม
  - การควบคุม: สัญญาณไฟ/ไม่มีสัญญาณไฟ
  - จำนวนขา: 3/4/วงเวียน
- การวัดระดับการให้บริการคิดจากค่า v/c
- การวิเคราะห์ความจุ ต้องใช้เทคนิคเฉพาะสำหรับแต่ละประเภท

การควบคุม	จำนวนขา	วิธีการ
มีสัญญาณไฟ	3/4/วงเวียน	ค่าอัตราการไหลอิ่มตัว / ค่าควาสูญเสียเริ่มต้น
ไม่มีสัญญาณไฟ	3/4/วงเวียน	สมการเชิงเส้นอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจราจรบนทางหลัก/ทางรอง สมการคำนวณความจุโดยใช้ช่องว่างวิกฤต (Critical gap)

ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ: ทางแยก

- Austroads (2016) ได้แนะนำให้ใช้ค่าระดับความอิ่มตัวของการไหลที่ทางแยก (Degree of Saturation) หรือค่า v/c เป็นตัวชี้วัดผลกระทบของการพัฒนาโครงการ
- ค่าความจุของทางแยก จะถูกคำนวณโดย
  - ค่าอัตราการไหลอิ่มตัว (Saturation Flow Rate)
  - ค่าความสูญเสียช่วงต้น (Start-up Lost Time)

ทฤษฎีการหาความจุของทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร: HCM(2000)



ลำดับที่	ทิศทางการวิ่ง
1	1,2,4,5
2	3,6,7,10
3	8,11
4	12,9

$$C_p = \frac{q_m e^{-q_m(t_c - t_p)/(3600 - q_m t_p)}}{\left(1 - e^{-q_m t_f/(3600 - q_m t_p)}\right)}$$

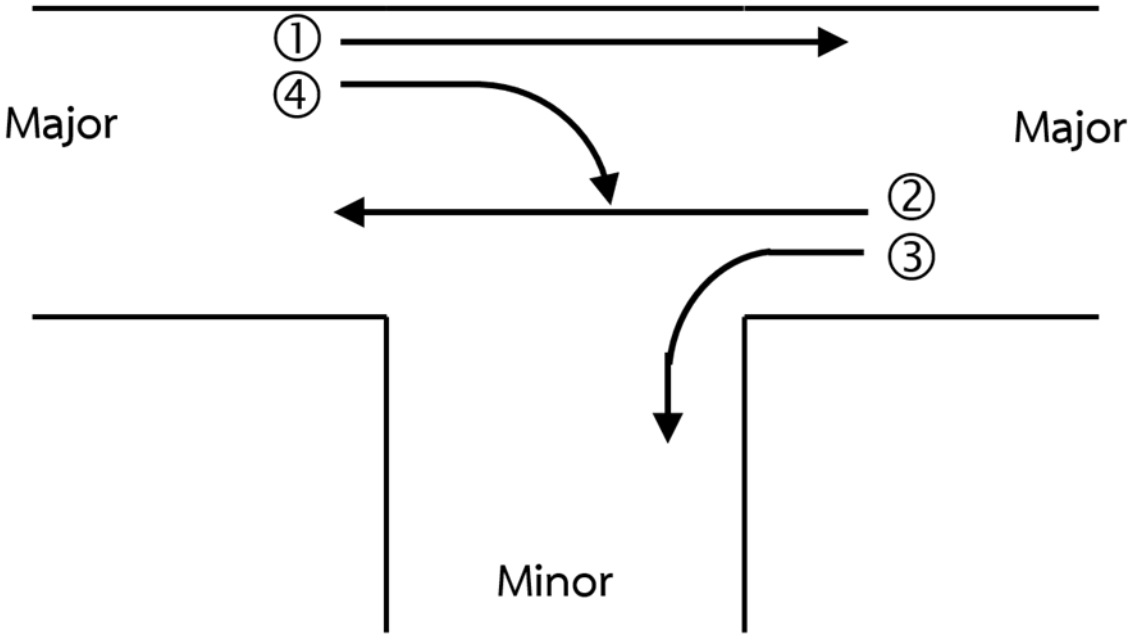
q_M = อัตราการไหลบนถนนสายหลักในหน่วย คัน/ชั่วโมง/ช่องจราจร

t_c = ช่องว่างวิกฤตบนถนนสายหลัก (Critical gap)

t_p = Headway ที่น้อยที่สุดของการไหลตามกันบนถนนสายหลัก

t_f = Headway ของการไหลตามกันบนถนนสายรอง (Follow-up time)

ทฤษฎีการหาความจุของทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร: TRRL(1976)



$$q_m = q_0 + \sum_{i=1}^{4} a_i q_i$$

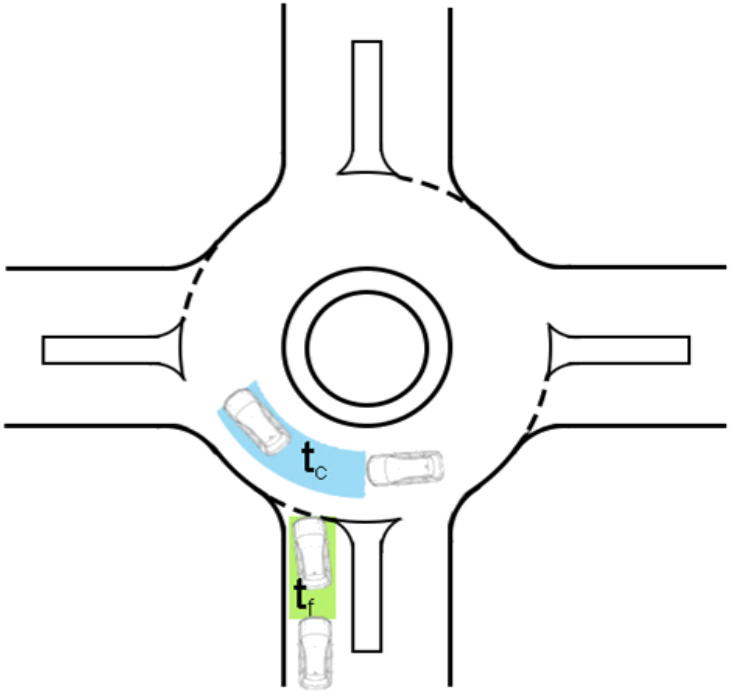
โดยที่ q_m = ความจุของถนนสายรอง (pcu/hr)

q_0 = ความจุสูงสุดที่เป็นไปได้บนถนนสายรอง (pcu/hr)

q_i = อัตราการไหลของทิศทาง i บนถนนสายหลัก (pcu/hr)

a_i = ค่าสัมประสิทธิ์ปรับลดจากการไหลของทิศทางหลัก i ที่ตัดการไหลของรถบนถนนสายรอง

ทฤษฎีการหาความจุของวงเวียน: HCM(2000)



$$q_{e,max} = \frac{q_c e^{\frac{-q_c t_c}{3600}}}{1 - e^{\frac{-q_c t_f}{3600}}}$$

เมื่อ $q_{e,max}$ คือ ปริมาณจราจรสูงสุดที่กำลังเข้ามาภายในวงเวียน (คัน/ชม.)

q_c คือ ปริมาณจราจรที่อยู่ภายในวงเวียน (คัน/ชม.)

t_c คือ ระยะเวลาระหว่างยานพาหนะวิกฤติ (วินาที) ควรมีค่าประมาณ 4.1 – 4.6 วินาที

t_f คือ ระยะเวลาระหว่างยานพาหนะที่ติดตามกัน (วินาที) ควรมีค่าประมาณ 2.6 - 3.1 วินาที

หัวข้อการอบรม

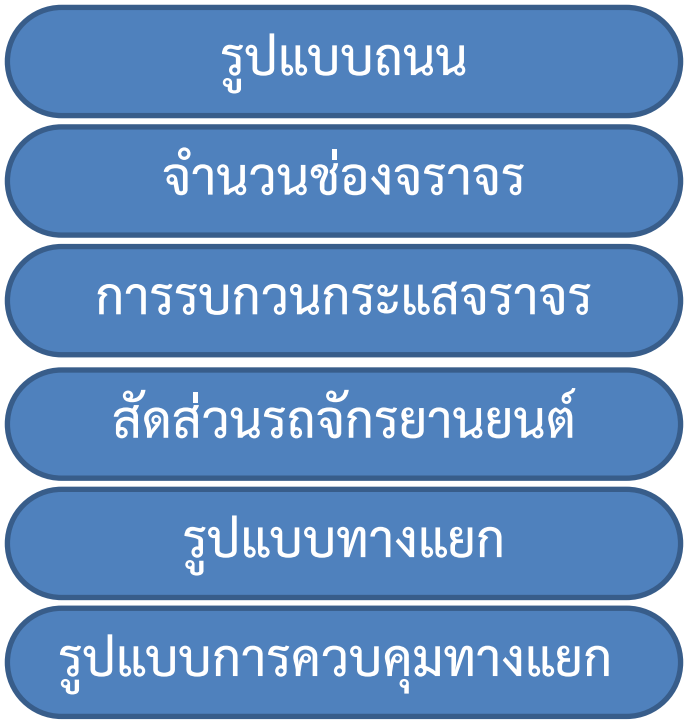
- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

TIA

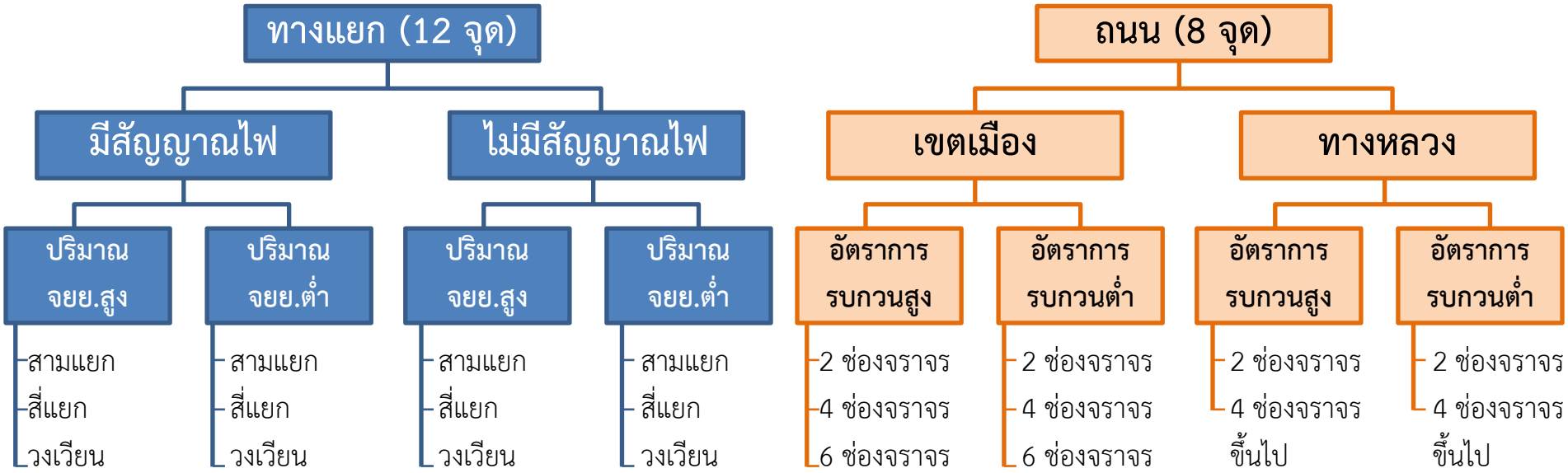
- ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ
- การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- การหาค่าพารามิเตอร์
- การประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความจุ

การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

- สำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลจราจรที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ค่าความจุ
- การคัดเลือกจุดสำรวจให้ครอบคลุม



การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น



การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

- **ค่าพารามิเตอร์หลักของถนน** ประกอบด้วย
  - ความเร็วอิสระ (Free flow speed)
  - ปริมาณการไหลสูงสุดที่ความเร็วอิสระ
  - ความจุ (Capacity)
  - ความเร็วที่ปริมาณการไหลเท่ากับความจุ (Speed at capacity)
- **ค่าพารามิเตอร์ของทางแยก**
  - **มีสัญญาณไฟจราจร**: อัตราการไหลอิ่มตัว (Saturation flow) และ ความสูญเสียช่วงเริ่มต้น (Start-up lost time)
  - **ไม่มีสัญญาณไฟจราจร**: ระยะห่างระหว่างคันวิกฤต (Critical headway) และระยะในการเคลื่อนตามกัน (Follow-up headway) และพารามิเตอร์ของสมการเส้นตรง (a_i)

การสำรวจค่าพารามิเตอร์ของถนน

- สำรวจค่าปริมาณการไหลและความเร็วเฉลี่ยของกระแสจราจร เพื่อสร้าง Speed-Flow Curve
- ต้องสำรวจให้ครอบคลุมสภาพจราจรที่เบาบาง หนาแน่น จนถึงติดขัด
- **การสำรวจปริมาณจราจร แบบ MB Count -> อัตราการไหล**
  - นับจำนวนรถแยกตามประเภท ทุกช่วงเวลา 3-5 นาที
  - ปรับเป็นค่า PCU โดยใช้ค่า PCE
  - ปรับเป็นอัตราการไหลต่อชั่วโมง (pcu/hr)
- **การสุ่มสำรวจความเร็วของยวดยาน -> ความเร็วเฉลี่ยแบบ Space-mean speed**
  - จับเวลาในการเดินทางผ่านช่วงถนนในระยะที่เหมาะสม เช่น ถนนในเมือง 30-50 เมตร ทางหลวง 80-100 เมตร
  - นำระยะเวลามาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{t}$)
  - ความเร็วเฉลี่ย = $\frac{s}{\bar{t}}$

การสำรวจค่าพารามิเตอร์ของทางแยก

- สำรวจค่าปริมาณการไหลในแต่ละขาของทางแยก
- ต้องสำรวจในช่วงปริมาณจราจร หนาแน่น จนถึงติดขัด
- **การสำรวจปริมาณจราจร แบบ TMC -> อัตราการไหล**
  - นับจำนวนรถแยกตามประเภท ทุกช่วงเวลา 3-5 นาที
  - ปรับเป็นค่า PCU โดยใช้ค่า PCE
  - ปรับเป็นอัตราการไหลต่อชั่วโมง (pcu/hr)
- **การจับเวลาขณะรถเคลื่อนออกจากแยก -> อัตราการไหลอิ่มตัว และ Lost time**

หัวข้อการอบรม

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

TIA

- ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ
- การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- การหาค่าพารามิเตอร์
- การประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความจุ

การหาค่าพารามิเตอร์: ถนน

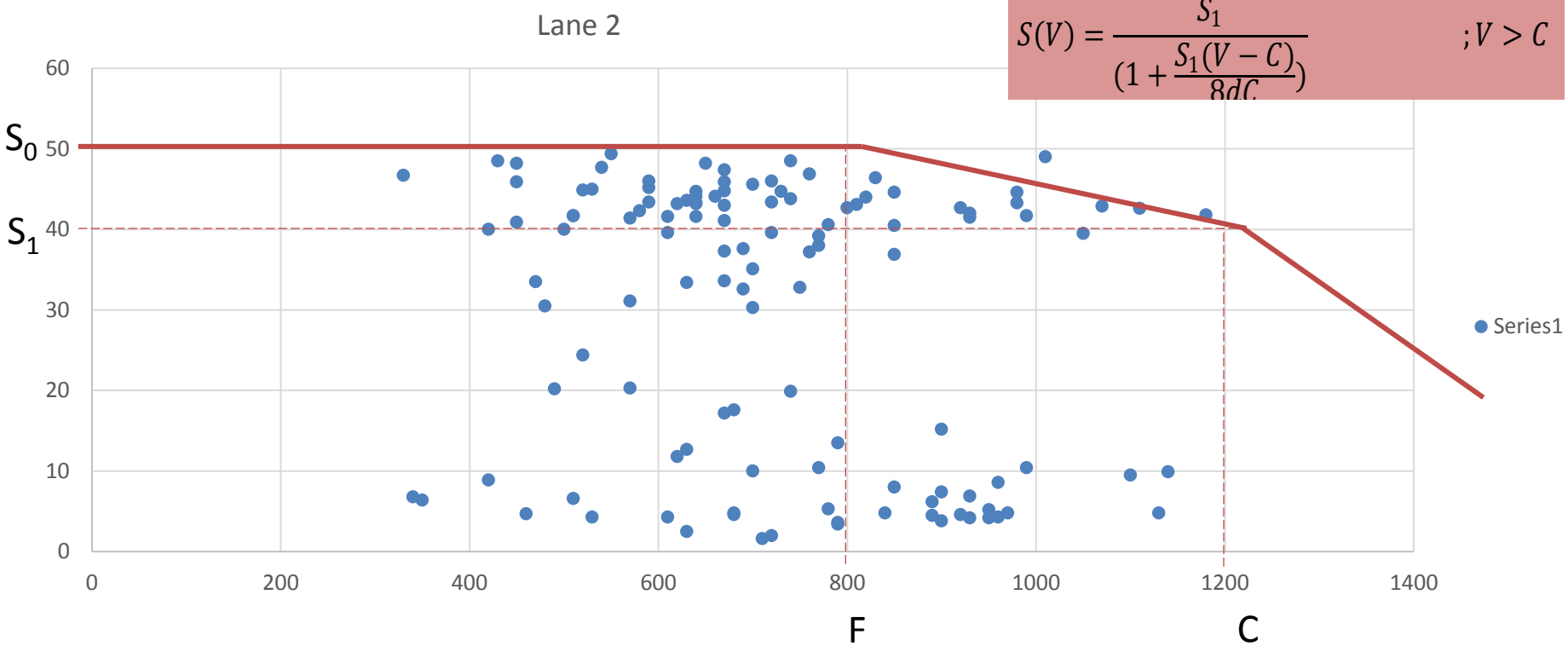
- นำ Speed-Flow Curve มาหาค่าพารามิเตอร์หลักคือ
  - ความเร็วอิสระ (Free flow speed)
  - ปริมาณการไหลสูงสุดที่ความเร็วอิสระ
  - ความจุ (Capacity)
  - ความเร็วที่ปริมาณการไหลเท่ากับความจุ (Speed at capacity)
- สามารถแบ่งการไหลออกเป็น 3 ช่วงคือ
  - การไหลแบบอิสระ (A-B)
  - การไหลช่วงเข้าสู่ความจุ (C-D)
  - การไหลแบบติดขัด (E)

การหาค่าพารามิเตอร์: ถนน

- ตัวอย่างการหาค่าพารามิเตอร์ของถนนในเมือง 4 ช่องจราจร

$$S(V) = S_0 + \frac{(S_1 - S_0)(V - F)}{(C - F)} \quad ; F < V \leq C$$

$$S(V) = \frac{S_1}{(1 + \frac{S_1(V - C)}{8dC})} \quad ; V > C$$



การหาค่าพารามิเตอร์: ทางแยกแบบมีสัญญาณไฟ

- ตัวอย่างการหาค่าพารามิเตอร์ของสามแยก

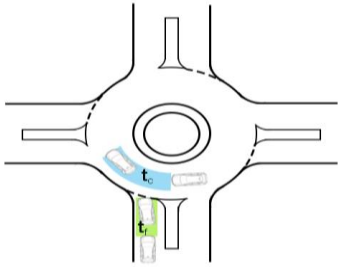
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.08	0.06	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07
2	0.11	0.09	0.1	0.09	0.08	0.08	0.12	0.11	0.15
3	0.14	0.15	0.13	0.12	0.12	0.12	0.16	0.13	0.18
4	0.16	0.17	0.15	0.15	0.14	0.14	0.19	0.16	0.21
5	0.19	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.23	0.2	0.22
6	0.21	0.25	0.2	0.21	0.2	0.2	0.27	0.23	0.3
7	0.22	0.29	0.22	0.24	0.22	0.22	0.28	0.25	0.32
8	0.25	0.32	0.24	0.3	0.23	0.25	0.3	0.27	0.34
9	0.27	0.35	0.27	0.31	0.25	0.27	0.32	0.34	0.36
10	0.3	0.37	0.29	0.33	0.31	0.3	0.37	0.36	0.37
Lost time	7	2	6	0	5	3	8	5	8
Headway	2.25	3.75	2.25	3.75	2.25	2.75	2.75	2.75	3.25

$$h = (t_8 - t_4)/4 \quad \Rightarrow \quad S = \frac{3600}{h}$$

$$L = t_4 - 4h$$

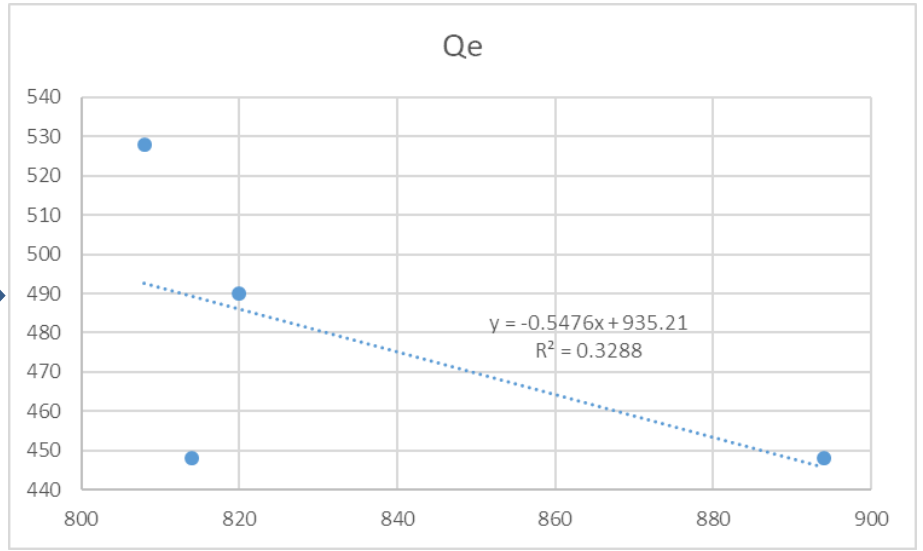
การหาค่าพารามิเตอร์: ทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟ

- ตัวอย่างการหาค่าพารามิเตอร์ของวง



Qc	Qe
432	190
692	286
708	342
814	448
820	490
808	528
894	448
734	356
690	440
732	396
684	446
656	464
540	338

Qc	Qe
814	448
820	490
808	528
894	448

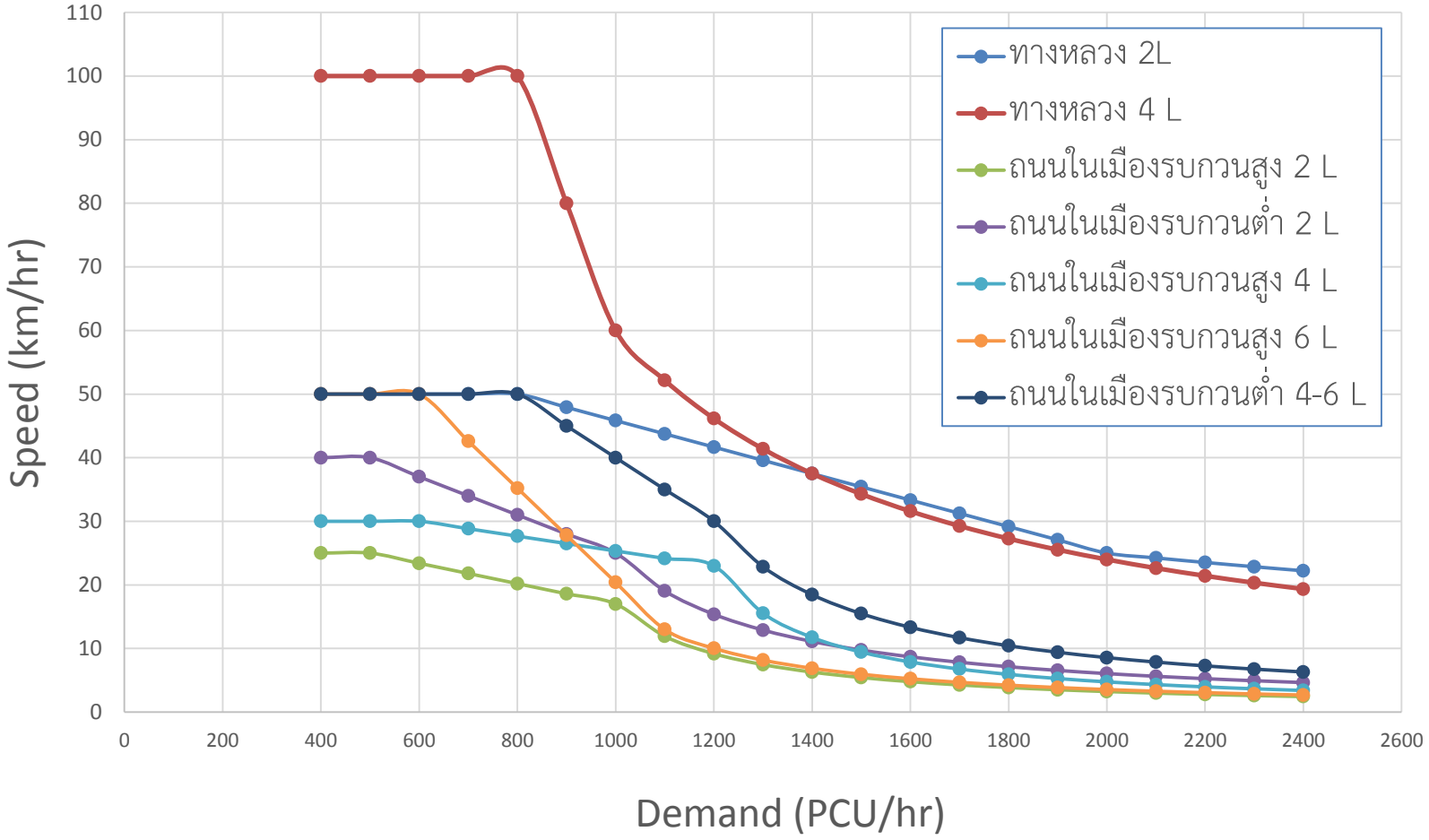


qc	Thailand FHWA	Thailand Linear	Actual
700	536	565	440
800	487	510	528
900	442	455	448

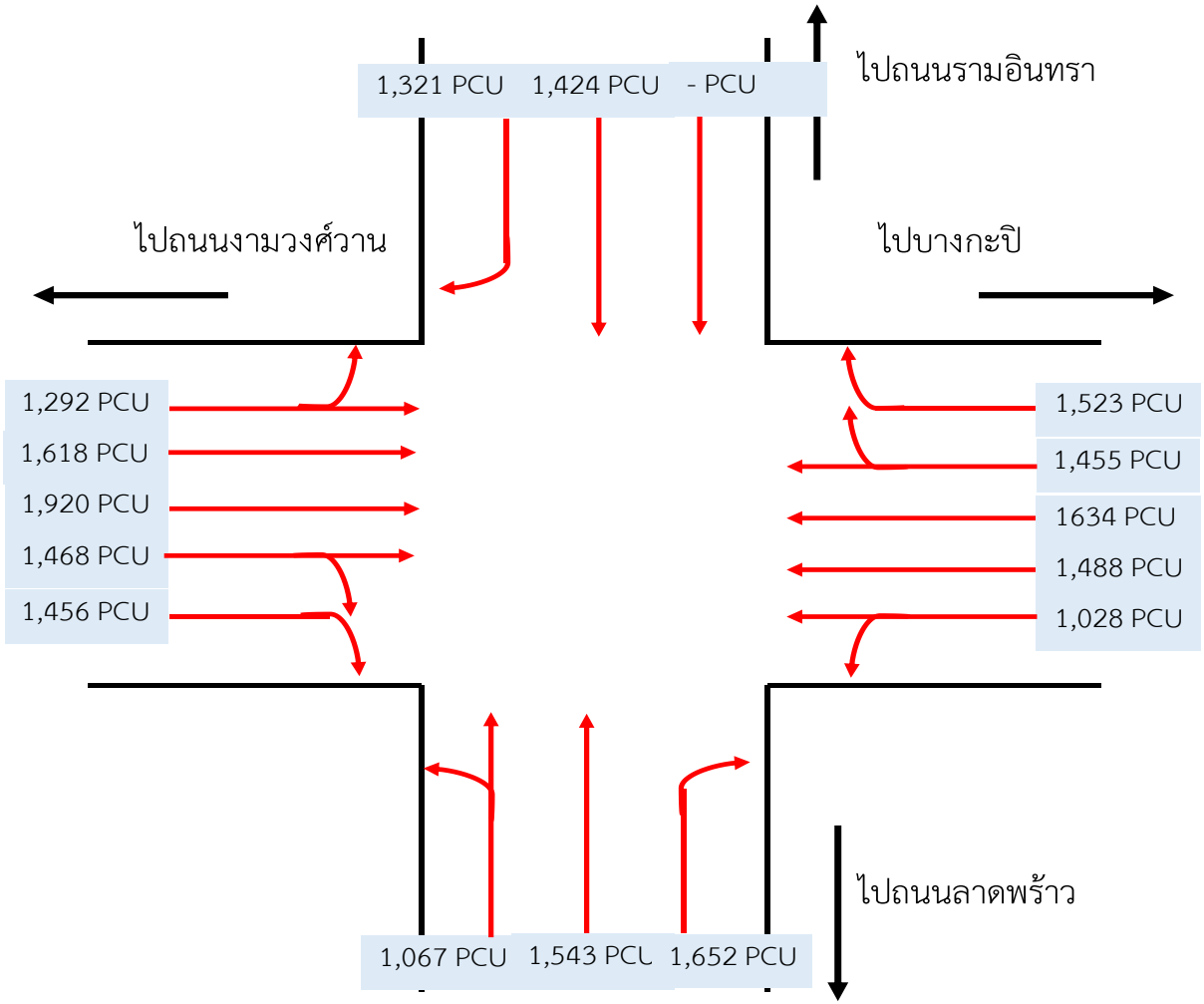
ผลการวิเคราะห์ความจุของถนน

ประเภท	จำนวนช่องจราจร	ความเร็วอิสระ (km/hr)	รวม		ช่องจราจร 1		ช่องจราจร 2		ช่องจราจร 3	
			ความจุ (pcu/hr)	ความเร็วที่ความจุ (km/hr)	ความจุ (pcu/hr)	ความเร็วที่ความจุ (km/hr)	ความจุ (pcu/hr)	ความเร็วที่ความจุ (km/hr)	ความจุ (pcu/hr)	ความเร็วที่ความจุ (km/hr)
เมือง รบกวนต่ำ	2	40	1,570*	25	1,000	25				
เมือง รบกวนสูง	2	25	1,710*	15	1,300	17				
เมือง รบกวนต่ำ	4	50	2,400	40	1,100	36	1,200	40		
เมือง รบกวนสูง	4	30	2,520	23	1,100	25	1,600	21		
เมือง รบกวนต่ำ	6	60	3,520	37	1,000	30	1,900	41	1,400	38
เมือง รบกวนสูง	6	50	3,550	13	1,300	11	1,500	18	1,000	8
ทางหลวง	2	50	3,600*	30	2,000	30				
ทางหลวง	6	100	2,900	56	1,000	43	1,100	58	900	66

ผลการวิเคราะห์ความจุของถนน



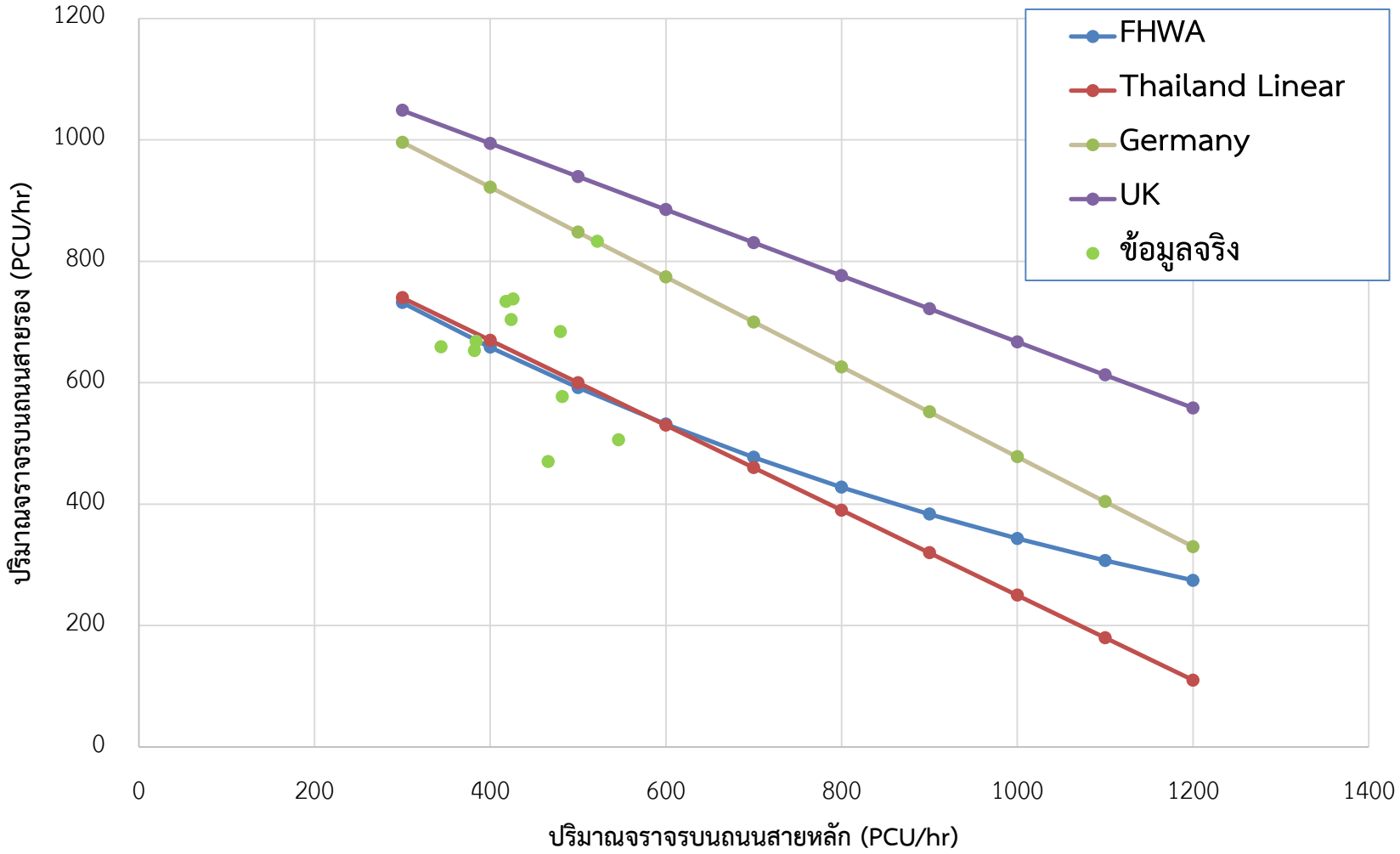
ผลการวิเคราะห์ความจุของทางแยกมีสัญญาณไฟ



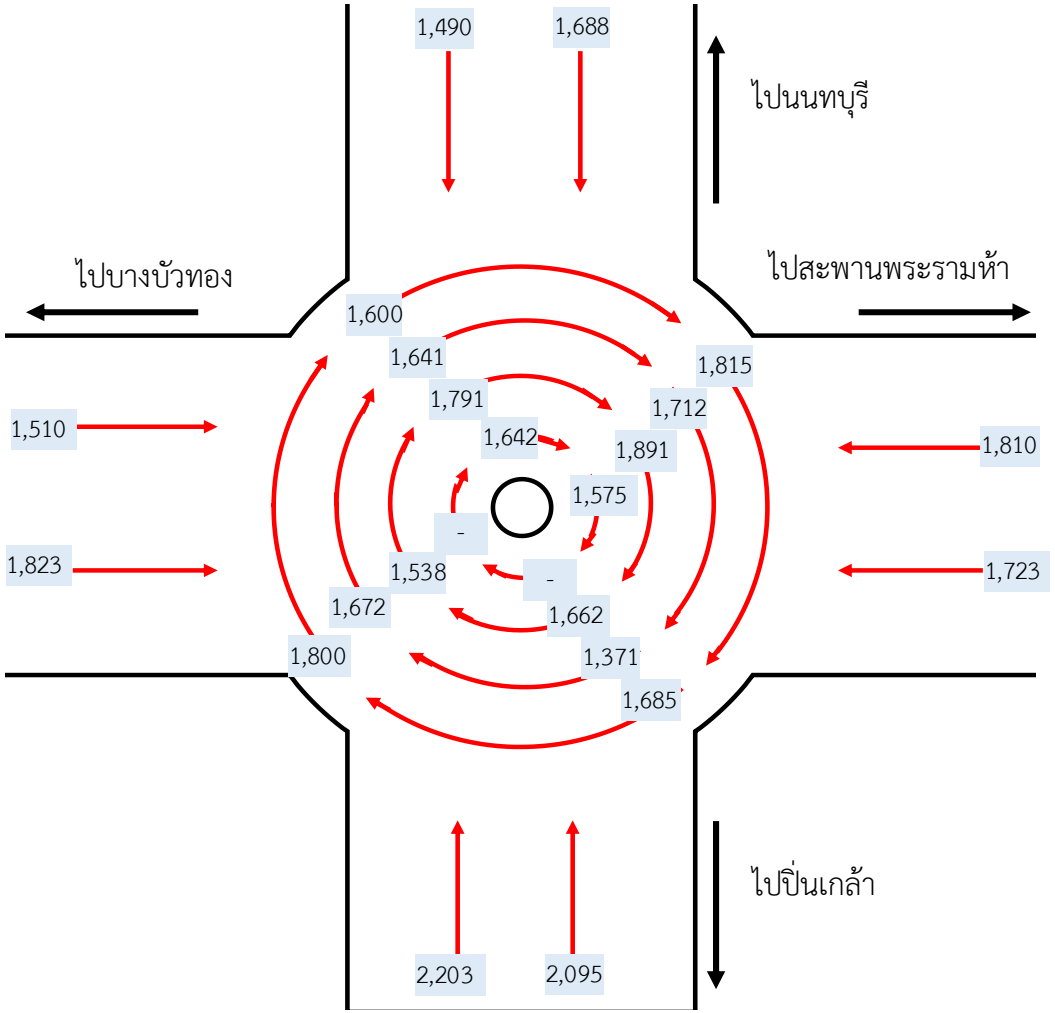
เฟสสัญญาณไฟ	ระยะเวลาสูญเสีย (วินาที)
→ ←	6.4
↱ ↰	5.8
↳ ↓	5.3
↑ ↱	7.1

Saturation flow (PCU)

ผลการวิเคราะห์ความจุของวงเวียนไม่มีสัญญาณไฟ



ผลการวิเคราะห์ความจุของวงเวียนมีสัญญาณไฟ



เฟสสัญญาณไฟ	ระยะเวลาสูญเสีย (วินาที)
	3.29
	5.14
	6.51
	3.95

Saturation flow (PCU)

\- ไม่สามารถหาค่า saturation flow ได้

ค่ามาตรฐานสำหรับถนน

ประเภทถนน	ปริมาณจราจร ที่ S_0	ปริมาณจราจร ที่ $0.8*S_0$	ปริมาณจราจร ที่ $0.5*S_0$	ความจุ
ทางหลวง 2 ช่องจราจร	800	1,280	2,000	2,000
ทางหลวง 4 ช่องจราจรขึ้นไป	800	900	1,130	1,000
ถนนในเมือง รบกวนสูง 2 ช่องจราจร	500	800	1,080	1,000
ถนนในเมือง รบกวนต่ำ 2 ช่องจราจร	500	750	1,080	1,000
ถนนในเมือง รบกวนสูง 4 ช่องจราจรขึ้นไป	600	1,100	1,300	1,200

- ใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยในการแสดงผลกระทบ และเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติจะมีเพียง 3 ระดับคือ
- **ความเร็วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.8-1.0 เท่าของความเร็วอิสระ** เป็นช่วงที่ระดับการให้บริการดี จึงพิจารณาได้ว่าไม่มีผลกระทบกับการจราจร
- **ความเร็วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.5-0.8 เท่าของความเร็วอิสระ** เป็นช่วงที่ระดับการให้บริการปานกลาง จึงพิจารณาได้ว่าเริ่มเกิดผลกระทบกับการจราจร
- **ความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่า 0.5 เท่าของความเร็วอิสระ** เป็นช่วงที่ระดับการให้บริการเริ่มแย่ และควรมีมาตรการเพื่อลดผลกระทบ

ค่ามาตรฐานสำหรับทางแยก

- เพื่อลดความซับซ้อน ที่ปรึกษาเสนอให้แบ่งระดับผลกระทบของโครงการเป็น 3 ระดับ
- ระดับต่ำ ไม่มีผลกระทบ
- ระดับปานกลาง เริ่มมีผลกระทบแต่ยังไม่รุนแรง
- ระดับสูง ผลกระทบมากจำเป็นต้องมีมาตรการลดผลกระทบ

ระดับผลกระทบ	ค่า v/c
ไม่มี	< 0.6
ปานกลาง	0.6-0.9
สูง	> 0.9

ค่ามาตรฐานสำหรับทางแยกแบบมีสัญญาณไฟจราจร

รูปแบบ	MC	ทิศทาง	S	L (sec)	ทิศทาง	S	L (sec)	ทิศทาง	S	L (sec)	ทิศทาง	S	L (sec)
สี่แยก	สูง	TL	1,100	3.3	T	1,500	5.8	TR	1,500	5.8	R	1,500	5.3
	ต่ำ				T	1,900	3.8				R	1,900	3.3
สามแยก	สูง				T	1,250	5.2				R	1,250	5.2
	ต่ำ	TL	1,800	4.9	T	1,900	4.6				R	1,500	4.6
วงเวียน	สูง	Te	1,500	3.5									
	ต่ำ	Te	1,800	4.4	Tc	1,600	5.6						

ค่ามาตรฐานสำหรับทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร

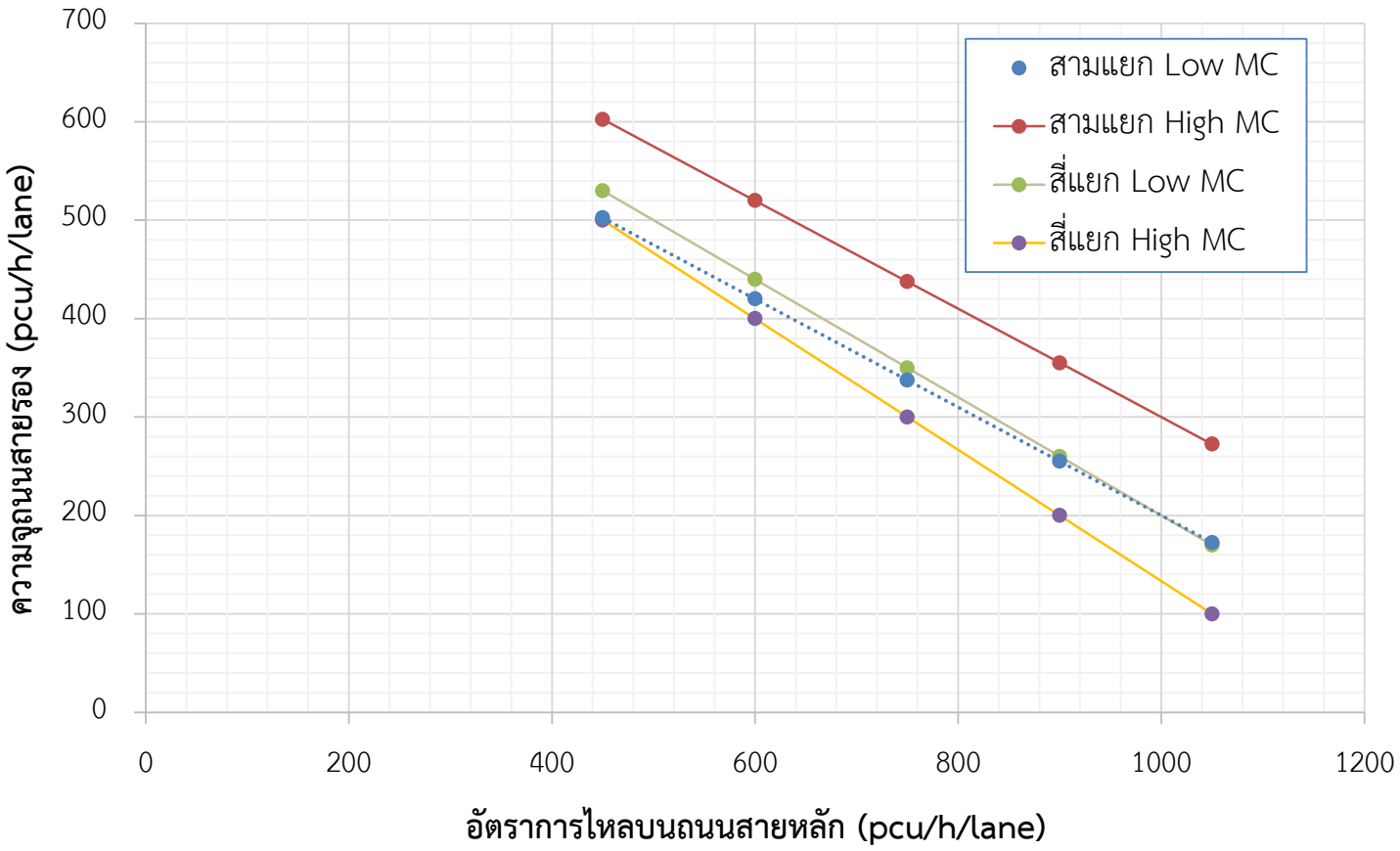
วิธีการของ HCM 2000

สัมประสิทธิ์	สามแยก		สี่แยก	วงเวียน	
	Low MC	High MC		Low MC	High MC
t_c	5.0	5.0	ไม่พิจารณา	5.0	
t_f	3.0	3.0		3.5	
t_p	1.8	1.8			

วิธีการของ TRRL(1976)

สัมประสิทธิ์	สามแยก		สี่แยก		วงเวียน	
	Low MC	High MC	Low MC	High MC	Low MC	High MC
q_0	750	850	800	800	950	
a_1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.7	-0.55
a_2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3		
a_3	-0.15	-0.15	-0.3	-0.3		
a_4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5		

ค่ามาตรฐานสำหรับทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟจราจร



ค่าแนะนำสำหรับความจุบนถนนสายหลักและสายรอง

หัวข้อการอบรม

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ

TIA

- ทฤษฎีการวิเคราะห์ความจุ
- การสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- การหาค่าพารามิเตอร์
- การประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความจุ

การประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ความจุถนน

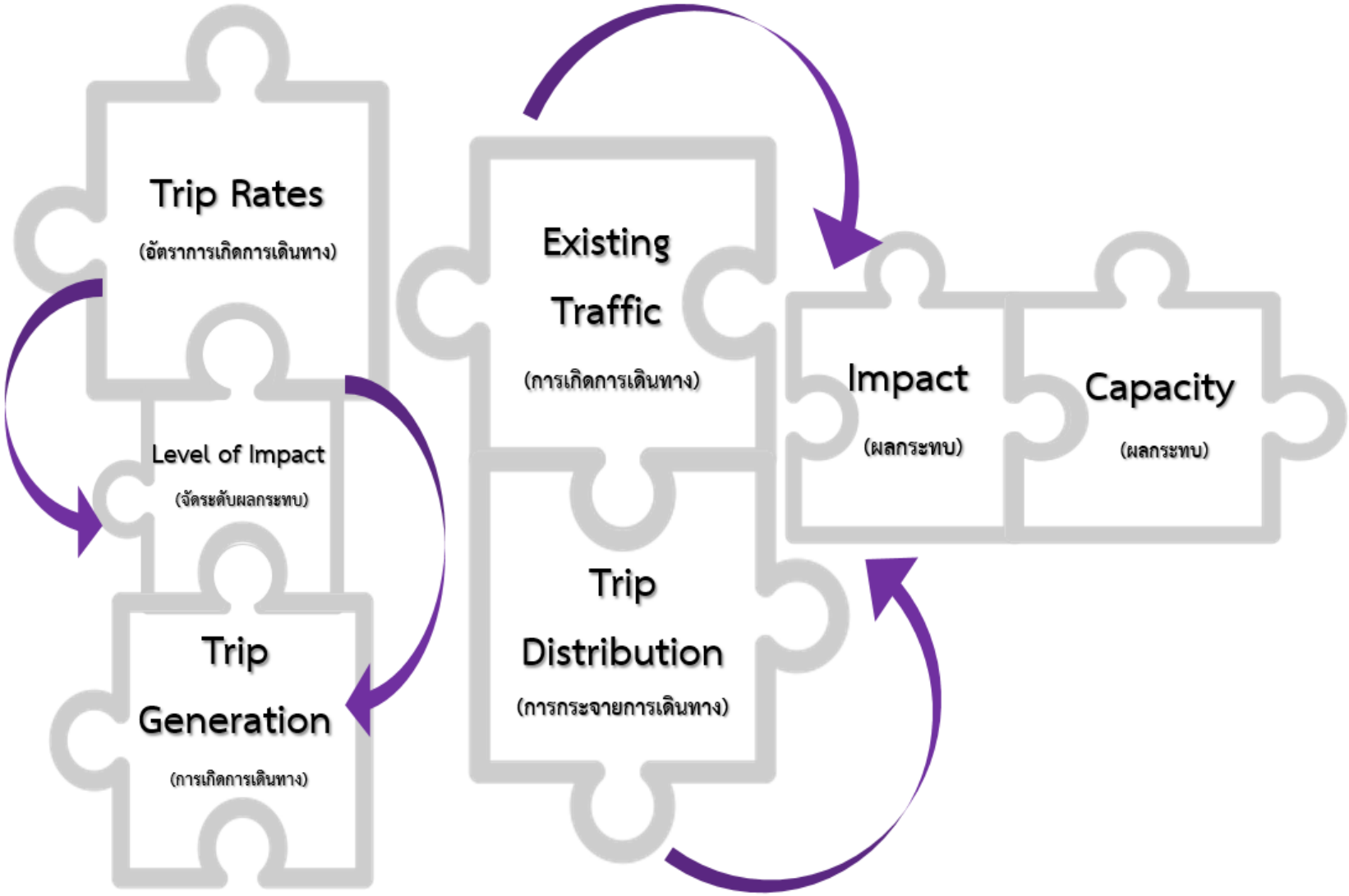
- ใช้ไฟล์ Excel ทำ workshop ประมาณ 30 นาที
- การสร้างกราฟของตัวแปรที่สนใจและวิเคราะห์ Regression
- การคำนวณ Average Headway และ Start-up lost time
- การคำนวณ Space mean speed และ สร้าง Speed-Flow Curve

หัวข้อการอบรม

TIA

- การสำรวจการดึงดูดการเดินทาง
- การสำรวจความจุของถนน
- แนวทางการกำหนดค่าดัชนี ตัวแปร พารามิเตอร์ในการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบ
  - กระบวนการทำ TIA
  - การใช้งาน Trip Rates (อัตราการเกิดการเดินทาง)
  - การใช้งาน Capacity (ความจุถนน)

กระบวนการทำ TIA



การใช้งาน Trip Rates (อัตราการเกิดการเดินทาง)

ประเภทอาคาร	ระดับ	กทม.และปริมณฑล	หน่วย
หมู่บ้าน	1	3.06	PCU/หลัง
คอนโด	2	1.77	PCU/ห้อง
โรงแรม	**2**	**8.26**	**PCU/ห้อง**
ร้านอาหาร	2	0.20	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
ตลาด	2	0.17	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
ห้างสรรพสินค้า	1	0.12	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
ห้างค้าปลีก	2	0.32	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
สำนักงาน	2	0.25	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
นิคมอุตสาหกรรม	1	20.02	PCU/พื้นที่ดิน (ไร่)
โรงเรียนประถม	3	0.22	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
มัธยมศึกษา	2	0.06	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)
มหาวิทยาลัย	2	39.05	PCU/พื้นที่ดิน (ไร่)
โรงพยาบาล	1	17.14	PCU/เตียง
หอประชุม	1	0.11	PCU/พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)

Trip Generation (การเกิดการเดินทาง)

ตัวอย่าง

ประเภทอาคาร: โรงแรม

จำนวน ยูนิต: 100 ยูนิต

Trip Rates: 8.26

Trip Generation: ***100x8.26 = 826 คันต่อชั่วโมงเร่งด่วน***

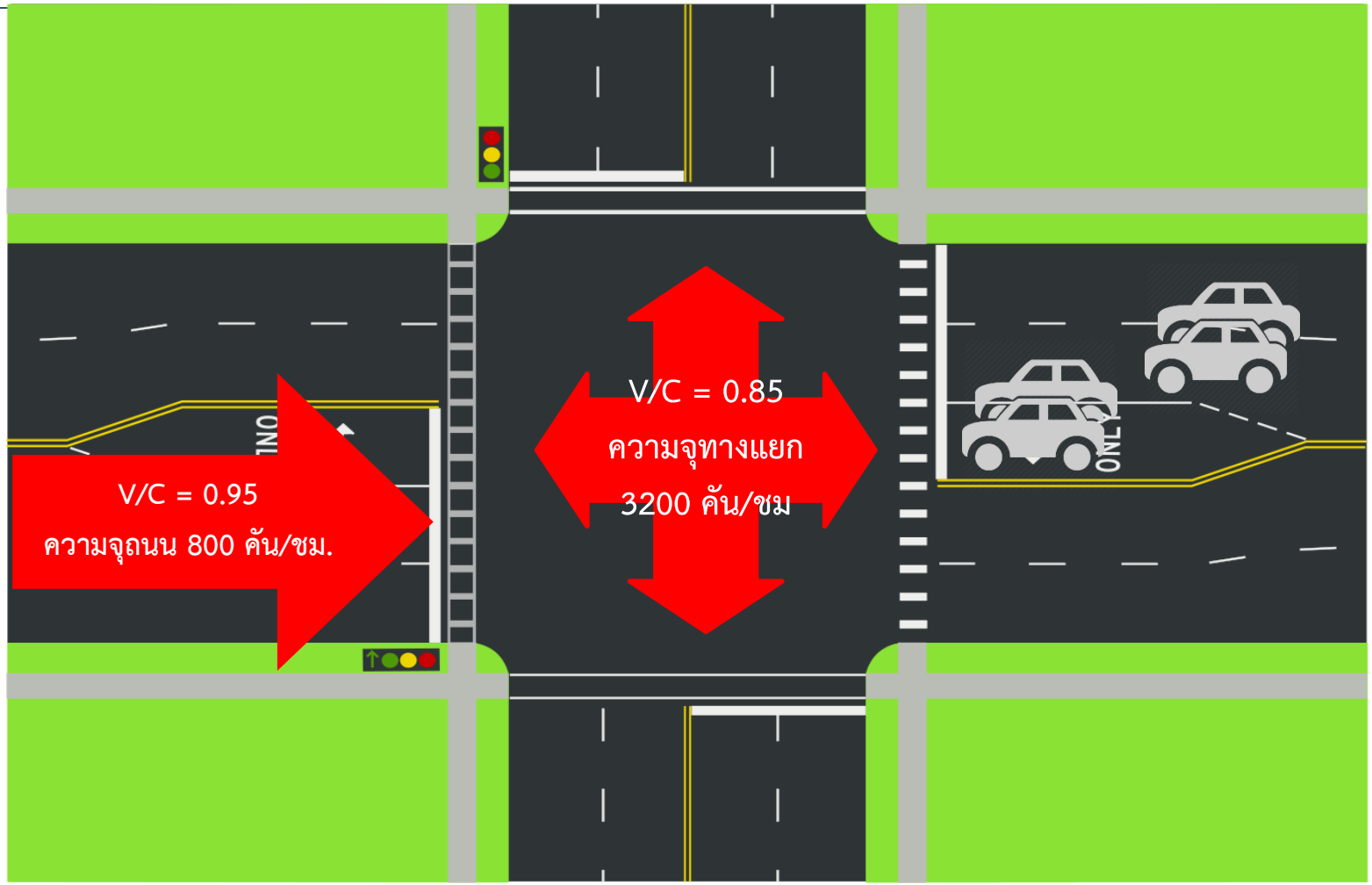
Classify Level of Impact (จัดระดับผลกระทบ)

ตัวอย่าง

xx จำนวนรถเป็นคันในชั่วโมงเร่งด่วน

การใช้งาน Capacity (ความจุถนน)

ตัวอย่าง



Urban Street
(ถนนในเมือง)

Link Capacity (ความจุช่วงถนน)

Junction Capacity (ความจุทางแยก)

หลังจากการคำนวณ สิ่งที่ได้คือ ค่า V/C และความจุของถนน ที่ระบุว่าถนนดังกล่าวสามารถรับการจราจรได้กี่คันที่เหมาะสมกับประเภทของถนนนั้นๆ