บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

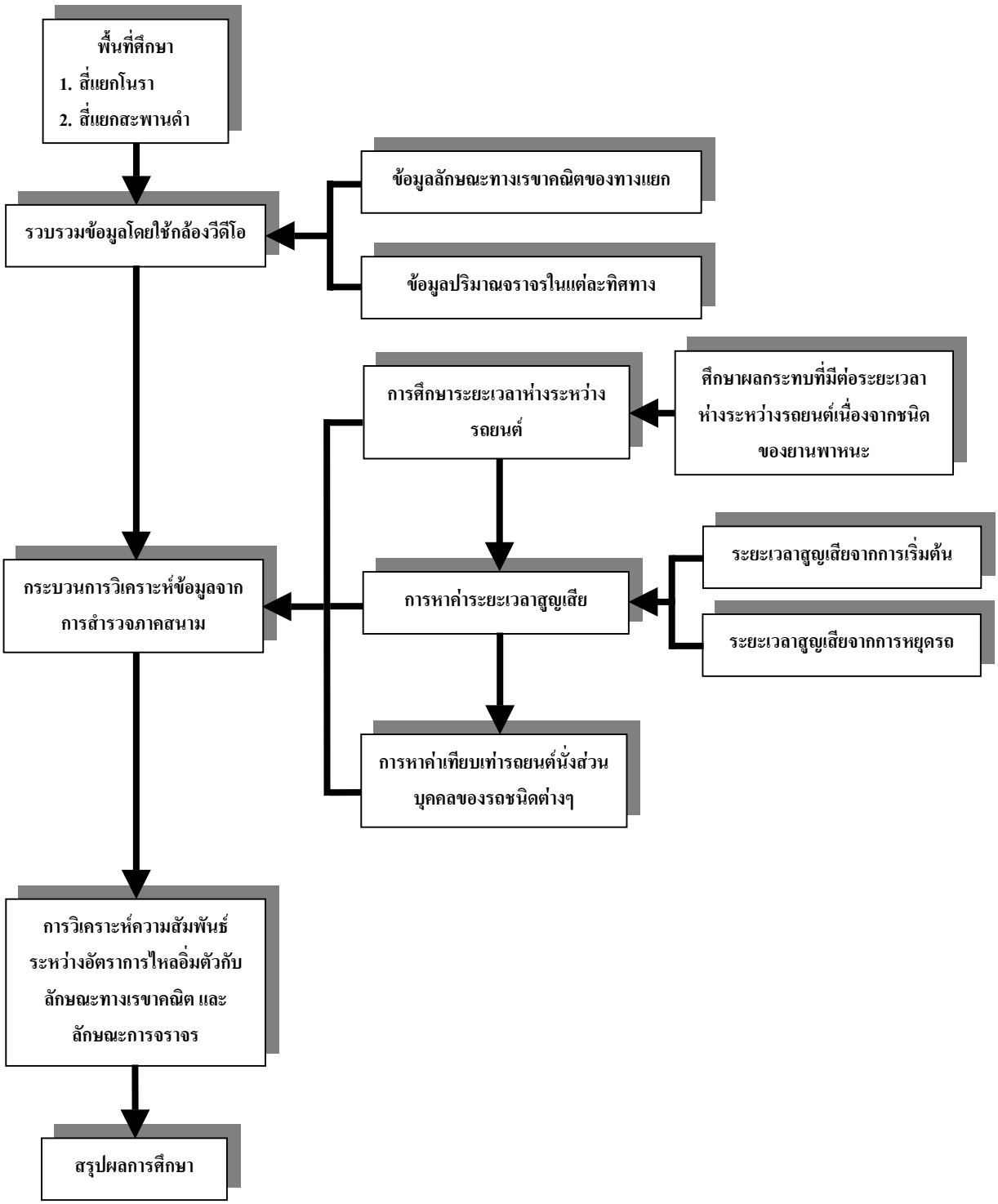
3.1 กล่าวนำ

ในการสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามที่ทางแยกสัญญาณไฟ มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การศึกษาผลกระทบที่มีต่ออัตราการไหลอิ่มตัวของการจราจรเนื่องจากลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบของการจราจรที่ทางแยก จากการศึกษาทฤษฎีอัตราการไหลอิ่มตัวของการจราจรจากบุคคลและหน่วยงานต่างๆ ซึ่งได้แก่ ทฤษฎีของ Webster และ Cobbe (1966) หน่วยงาน Transportation and Road Research Laboratory (TRRL) ประเทศอังกฤษ ทฤษฎีของ Miller (1968) และ Akcelik (1981) หน่วยงาน Australian Road Research Board (ARRB) ประเทศออสเตรเลีย ทฤษฎีของ HCM (1994) หน่วยงาน Transportation Research Board (TRB) ประเทศสหรัฐอเมริกา และงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกล่าวไว้ในบทที่ 2 เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางและขั้นตอนการศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัวที่สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพและการจราจรของทางแยกในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ดังภาพประกอบ 3.1

3.2 การสำรวจเก็บข้อมูลที่ทางแยกสัญญาณไฟ

3.2.1 ข้อมูลที่ทำการรวบรวม

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษา ข้อมูลสำคัญที่ทำการรวบรวมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลด้านลักษณะการจราจรและข้อมูลด้านลักษณะทางกายภาพของทางแยก การรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีแรกเพื่อหาค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ (Headway) และระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น (Start - Up Lost Time) ซึ่งยานพาหนะใช้ในการออกจากทางแยก ส่วนวิธีที่สองเพื่อหาค่าระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ (Clearance Lost Time) ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลของยานพาหนะแต่ละชนิด (Passenger Car Equivalent, PCE) สำหรับการหาค่าอัตราการไหลอิ่มตัว และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับลักษณะทางกายภาพและลักษณะการจราจรของทาง-แยก



ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัว

3.2.2 วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลด้านลักษณะทางกายภาพของทางแยกจะใช้วิธีการวัดโดยตรงในสนาม ส่วนการเก็บข้อมูลด้านลักษณะการจราจรของทางแยกจะใช้วิธีการถ่ายภาพด้วยกล้องวีดีโอ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางการเคลื่อนที่ของแต่ละด้านของทางแยก ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะ ลักษณะการเลี้ยว และระยะเวลาในการเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดของกระแสจราจร ในแต่ละรอบสัญญาณไฟ โดยข้อดีของวิธีใช้ภาพถ่าย คือ รายละเอียดของข้อมูลจำนวนมากจะถูกบันทึกในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งสามารถนำมาถอดข้อมูลในกรณีที่มีการวิเคราะห์เพิ่มเติม และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในภายหลัง ส่วนข้อเสียของวิธีนี้ คือ ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการถอดข้อมูลจะเพิ่มขึ้น

3.2.3 สถานที่ทำการเก็บข้อมูล

การกำหนดพื้นที่ศึกษาสำหรับวิเคราะห์อัตราการไหลอิ่มตัวและความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะของการจราจร ต้องคำนึงถึงสภาพทางกายภาพ และสภาพการจราจรของพื้นที่นั้นให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกและข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวม

เนื่องจากในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่มีทางแยกสัญญาณไฟหลายแห่ง ดังนั้น จึงทำการคัดเลือกสถานที่เก็บข้อมูล โดยมีหลักเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ดังนี้

1. ปัจจัยด้านลักษณะทางเรขาคณิต เป็นการกำหนดขอบเขตของตัวแปรด้านลักษณะทางกายภาพของทางแยก ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการไหลอิ่มตัว โดยมีข้อกำหนด คือ ลักษณะของทางแยกต้องอยู่ในแนวราบ (ไม่มีผลกระทบจากความลาดชันในแต่ละด้านของทางแยก) มีช่องทางจราจรที่ชัดเจนสำหรับยานพาหนะที่จะเข้ามาจอด และรูปแบบทางเรขาคณิตเหมาะสม เช่น ถนนสองสายตัดกันเป็นมุมประมาณ 90 องศา มีความกว้างของช่องจราจรในแต่ละด้านของทางแยกสม่ำเสมอและไม่มีข้อบกพร่องเนื่องจากโครงสร้างของผิวจราจร

2. ปัจจัยด้านสภาพการจราจร บริเวณทางแยกที่ทำการศึกษาต้องมีปริมาณการจราจรที่ทำให้เกิดลักษณะการไหลอิ่มตัวได้ และประเภทของยานพาหนะเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์อัตราการไหลอิ่มตัว ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง รถตู้ รถกระบะส่วนบุคคล) รถโดยสาร 2 แถว รถตุ๊กๆ รถบรรทุก (ตั้งแต่ 4 - 10 ล้อ) และรถบัสโดยสารประจำทาง

3. ปัจจัยด้านสัญญาณไฟจราจร การใช้สัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยกในช่วงที่มีการจราจรคับคั่งควรเป็นแบบอัตโนมัติ และมีการไหลอิ่มตัวของการจราจรตลอดช่วงสัญญาณไฟเขียว

4. การรบกวนจากคนเดินเท้าบริเวณทางแยกมีน้อย โดยจะไม่ทำการพิจารณาองค์ประกอบของคนเดินเท้าเกี่ยวข้องกับการไหลอิ่มตัวของการจราจร

5. ปัจจัยด้านสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล บริเวณทางแยกควรมีอาคารสูงเพียงพอและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องวีดีโอ เพื่อที่จะสามารถบันทึกภาพการเคลื่อนตัวของการจราจรในแต่ละด้านของทางแยกได้อย่างชัดเจน

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น บริเวณทางแยกที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับอัตราการไหลอิ่มตัวของการจราจร ประกอบด้วย 2 ทางแยก คือ สี่แยกโนรา (ถนนราษฎร์-ยินดี - ธรรมนูญวิถี) และสี่แยกสะพานดำ (ถนนเพชรเกษม - ราษฎร์อุทิศ) ซึ่งสถานที่ตั้งของทาง-แยกทั้งสองได้แสดงไว้ดังภาพประกอบ 3.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สี่แยกโนรา (ถนนราษฎร์ยินดี - ธรรมนูญวิถี)

ทางแยกอยู่ในแนวราบ แต่ละด้านของทางแยกมีแนวทางตรง มีเกาะกลางแบ่งทิศทางการจราจร มีเส้นแบ่งช่องจราจรที่ชัดเจน มีพื้นที่เฉพาะสำหรับจอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งอยู่ในตำแหน่งหน้ารถยนต์คันแรกในแถวคอย จำนวนช่องจราจรในแต่ละด้านของทางแยก 3 ช่องจราจร ยกเว้นด้านของทางแยกในทิศเหนือมี 2 ช่องจราจร โดยมีรายละเอียดของลักษณะทางเรขาคณิตของด้านของทางแยกที่ทำการศึกษาดังตาราง 3.1 และภาพประกอบ 3.3

ตาราง 3.1 ลักษณะทางกายภาพของช่องจราจรที่ทำการเก็บข้อมูลในแต่ละด้านของสี่แยกโนรา

ทิศทาง	ทิศใต้ (A3)			ทิศตะวันออก (A1)			ทิศตะวันตก (A2)		
ลักษณะช่องจราจร	L	T	R	L	T	R	L	T	R
ความกว้าง (เมตร)	2.10	3.30	3.60	2.65	2.65	3.00	2.40	2.60	2.80
รัศมีการเลี้ยว (เมตร)			25			21			21

2. สี่แยกสะพานดำ (ถนนเพชรเกษม - ราษฎร์อุทิศ)

ทางแยกอยู่ในแนวราบ แต่ละด้านของทางแยกมีแนวทางตรง มีเส้นแบ่งช่องทางจราจรที่ชัดเจน มีพื้นที่เฉพาะสำหรับจอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งอยู่ในตำแหน่งหน้ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลคัน

แรกในแถวคอย มีจำนวนช่องจราจรในแต่ละด้านของทางแยก 3 ช่องจราจร โดยมีรายละเอียดของลักษณะทางเรขาคณิตของด้านของทางแยกที่ทำการศึกษาดังตาราง 3.2 และภาพประกอบ 3.4

ตาราง 3.2 ลักษณะทางกายภาพของช่องจราจรที่ทำการเก็บข้อมูลในแต่ละด้านของสี่แยกสะพานดำ

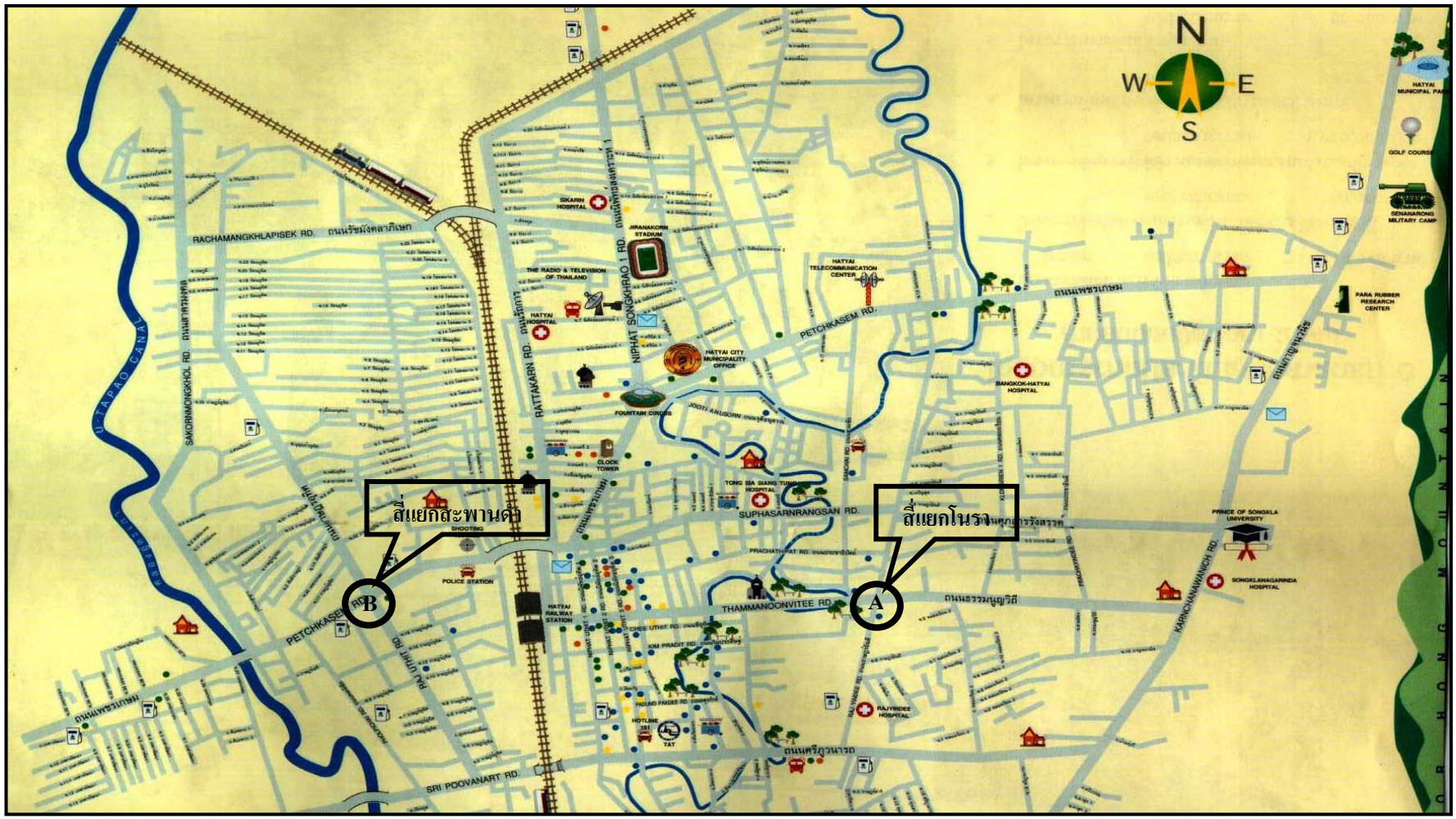
ทิศทาง	ทิศเหนือ (B4)			ทิศใต้ (B3)			ทิศตะวันออก (B2)			ทิศตะวันตก (B1)		
ลักษณะช่องจราจร	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
ความกว้าง (เมตร)	3.10	2.60	2.60	3.10	2.60	2.50	3.10	2.70	2.80	3.30	2.70	2.70
รัศมีการเลี้ยว (เมตร)			20			20			21			21

3.2.4 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

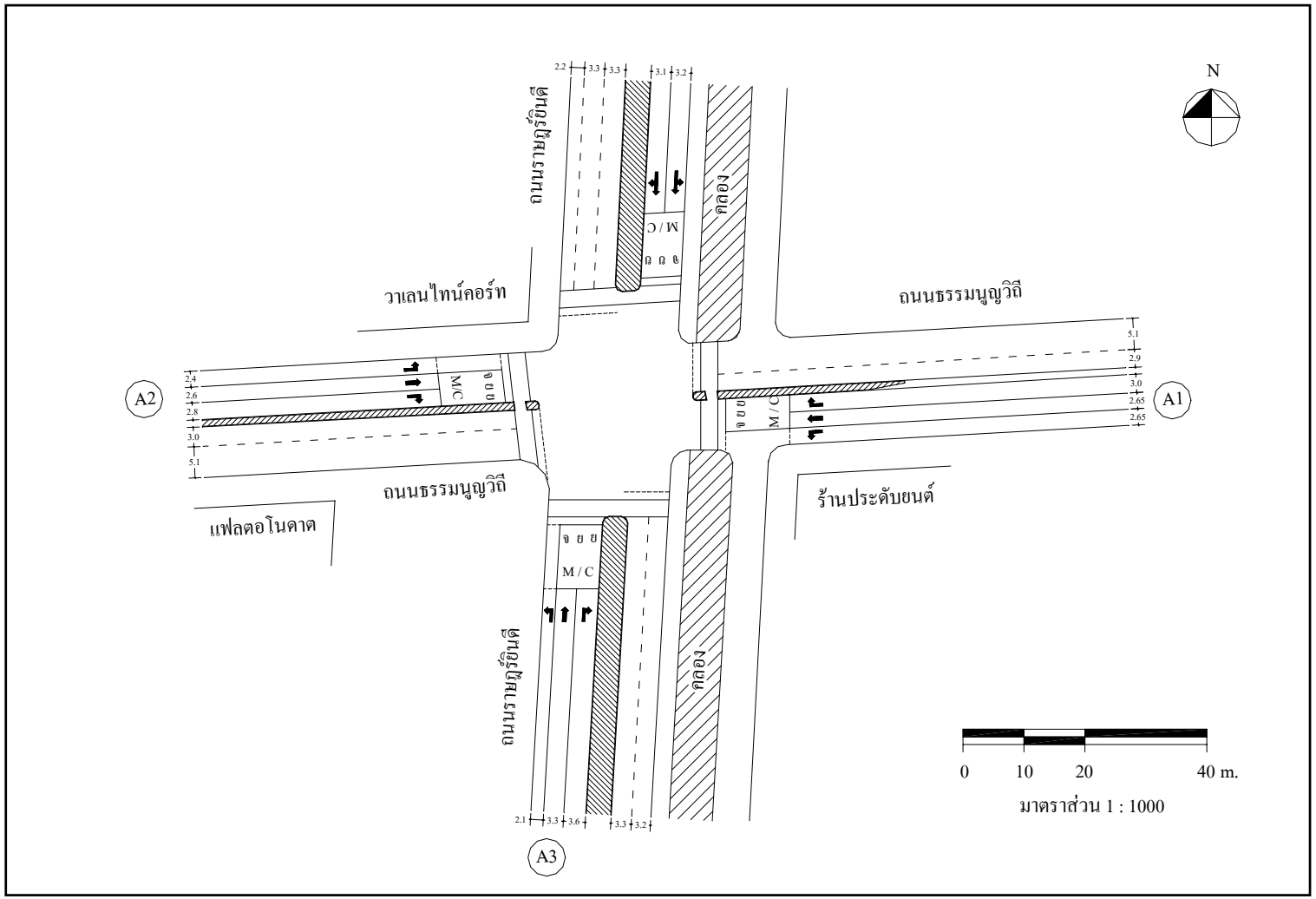
การกำหนดช่วงเวลาสำหรับเก็บข้อมูลด้านการจราจรบริเวณทางแยกทั้ง 2 แห่ง จะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่มีปริมาณจราจรเพียงพอที่ทำให้เกิดการไหลอิ่มตัว ซึ่งช่วงเวลาเร่งด่วนจะมีปริมาณจราจรที่มีลักษณะอิ่มตัวมากกว่าช่วงเวลาอื่นๆ และเวลาทำการของอาคารที่ขออนุญาตในการติดตั้งกล้องวีดีโอสำหรับบันทึกภาพ ซึ่งช่วงเวลาการเก็บข้อมูลด้านการจราจรบริเวณทางแยกทั้ง 2 แห่ง มีรายละเอียดดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลด้านการจราจรบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา

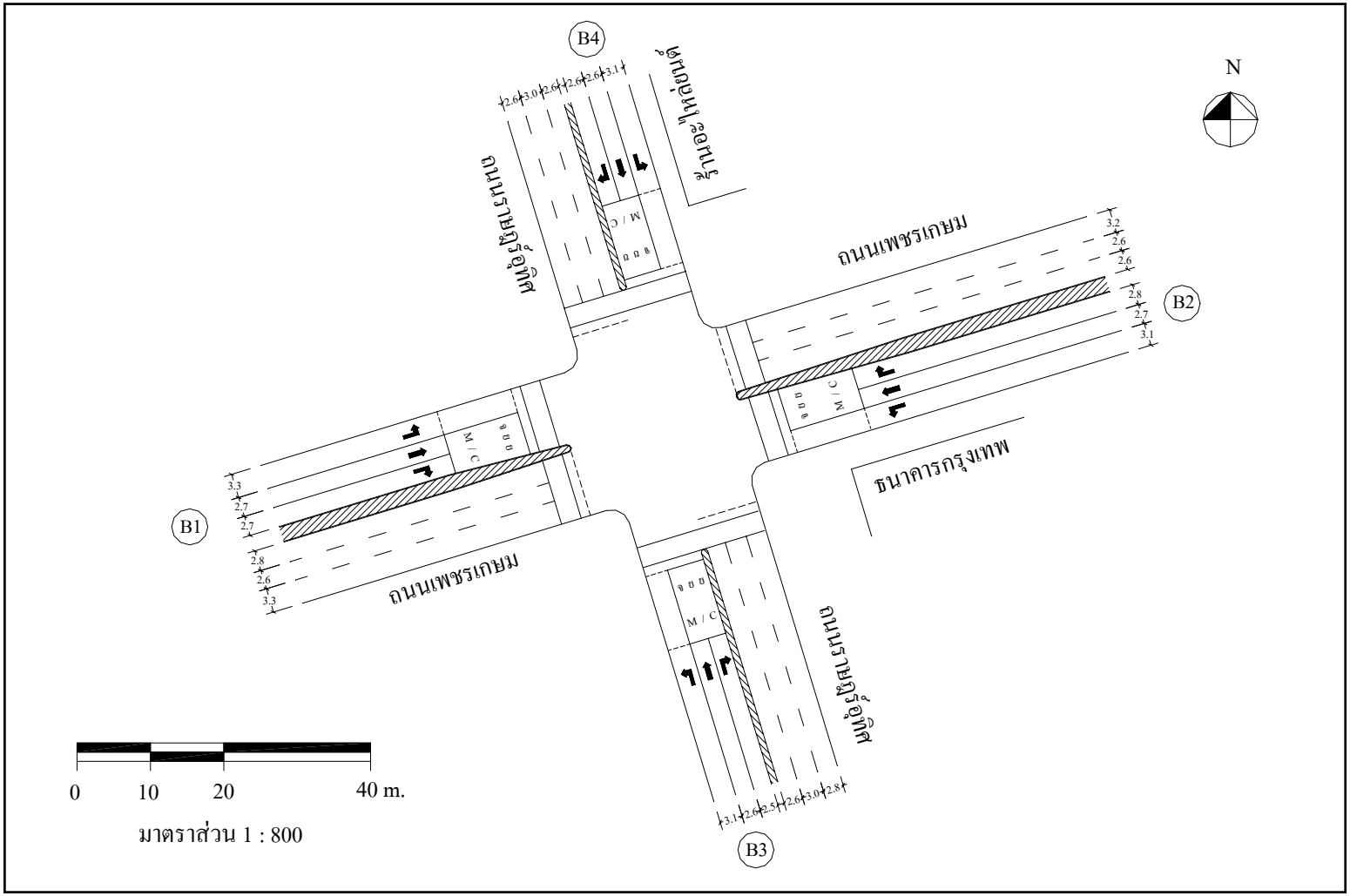
รหัสทางแยก	สถานที่เก็บข้อมูล	ด้านของทางแยกที่สำรวจ	ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล	วัน เดือน ปี ที่เก็บข้อมูล
A	สี่แยกโนรา	A1	07:00 - 09:00 น.	18 ธ.ค. 45
		A2	และ	18 ธ.ค. 45
		A3	16:00 - 18:00 น.	19 ธ.ค. 45
B	สี่แยกสะพานดำ	B1	07:00 - 09:00 น. และ 16:00 - 18:00 น.	25 ธ.ค. 45
		B2		25 ธ.ค. 45
		B3		26 ธ.ค. 45
		B4		26 ธ.ค. 45



ภาพประกอบ 3.2 สถานที่ตั้งของทางแยกสัญญาณไฟที่ทำการศึกษา



ภาพประกอบ 3.3 ลักษณะทางเรขาคณิตของสี่แยกโนรา (ราษฎร์ยินดี - ธรรมนูญวิถี)



ภาพประกอบ 3.4 ลักษณะทางเรขาคณิตของสี่แยกสะพานดำ (เพชรเกษม - ราษฎร์อุทิศ)

ในการเก็บข้อมูลลักษณะการจราจรของทางแยก ต้องกำหนดตำแหน่งในการติดตั้งกล้องวีดีโอสำหรับบันทึกภาพให้สามารถมองเห็นบริเวณที่ต้องการเก็บข้อมูลได้ครอบคลุม ซึ่งการสำรวจหาตำแหน่งของจุดติดตั้งกล้องวีดีโอเป็นอุปสรรคสำคัญในการปฏิบัติงาน (ตาราง 3.4) เนื่องจากต้องใช้อาคารสูงพอสมควรเพื่อบันทึกภาพการเคลื่อนตัวของการจราจรในแต่ละด้านของทางแยกและมักจะประสบปัญหาในการขออนุญาตขึ้นไปบนอาคาร

ตาราง 3.4 ตำแหน่งการติดตั้งกล้องวีดีโอบริเวณทางแยกสัญญาณไฟ

สถานที่เก็บข้อมูล	วัน เดือน ปี ที่เก็บข้อมูล	ตำแหน่งของกล้องวีดีโอ		มุมกล้องการบันทึกภาพ
สี่แยกโนรา	18 ธ.ค. 45	กล้องตัวที่ 1 กล้องตัวที่ 2	ดาดฟ้าวาเลนไทน์คอร์ด ดาดฟ้าแฟลตอโนดาต	ทิศทาง A1 (ภาพประกอบ 3.5) ทิศทาง A2 (ภาพประกอบ 3.5)
	19 ธ.ค. 45	กล้องตัวที่ 1	ดาดฟ้าวาเลนไทน์คอร์ด	ทิศทาง A3 (ภาพประกอบ 3.5)
สี่แยกสะพานดำ	25 ธ.ค.45	กล้องตัวที่ 1 กล้องตัวที่ 2	ชั้น 2 ของ ธ.กรุงเทพฯ ชั้น 2 ของ ธ.กรุงเทพฯ	ทิศทาง B1 (ภาพประกอบ 3.6) ทิศทาง B2 (ภาพประกอบ 3.6)
	26 ธ.ค. 45	กล้องตัวที่ 1 กล้องตัวที่ 2	ดาดฟ้าร้านอาภรณ์อะไหล่ ดาดฟ้าร้านอาภรณ์อะไหล่	ทิศทาง B3 (ภาพประกอบ 3.6) ทิศทาง B4 (ภาพประกอบ 3.6)

ทิศทาง A1

ทิศทาง A2

ภาพประกอบ 3.5 มุมกล้องการบันทึกภาพปริมาณการจราจรบริเวณสี่แยกโนรา

ทิศทาง A3

ภาพประกอบ 3.5 (ต่อ) มุมกล้องการบันทึกภาพปริมาณการจราจรบริเวณสี่แยกโนรา

ทิศทาง B1 และ B2

ทิศทาง B3

ทิศทาง B4

ภาพประกอบ 3.6 มุมกล้องการบันทึกภาพปริมาณการจราจรบริเวณสี่แยกสะพานดำ

3.1.5 จำนวนข้อมูลสำหรับการศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัว

ครรชิต ผิวนวล (2526) และ จาตุรนต์ ธนะสมบูรณ์ (2527) ทำการศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัวของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟ โดยการนับปริมาณจราจรที่ออกจากทางแยกอย่างน้อย 25 รอบสัญญาณไฟ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนข้อมูลที่เพียงพอจากการศึกษาของ Hummer (1994) ที่ปรากฏใน วิลาสินี ทวีเลิศ (2545) ตามสมการ

$$n = \left(Z \frac{s}{d} \right)^2 \qquad \text{.....(3.1)}$$

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูลที่เพียงพอ (รอบสัญญาณไฟ)

Z คือ ค่าคงที่จากการกระจายแบบปกติ ซึ่งขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น (ตาราง 3.5)

s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

d คือ ค่าความแตกต่างที่ยอมให้ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวเฉลี่ยกับอัตราการไหลอิ่มตัวที่เกิดขึ้น

ตาราง 3.5 ค่าคงที่ของการกระจายแบบปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ

เปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น	Z
90	1.64
95	1.96
99	2.58
99.5	2.81

ที่มา: ชูศรี วงศ์รัตนะ (2541)

โดยในรายงานของ Hummer กำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 140 คันต่อชั่วโมง ตามที่ Institute of Transportation Engineering (ITE) Technical Committee, 1991 ได้เสนอไว้ ค่าคงที่ของการกระจายแบบปกติ (Z) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความแตกต่างที่ยอมให้ของอัตราการไหลอิ่มตัวเฉลี่ยกับอัตราการไหลอิ่มตัวที่เกิดขึ้นไม่เกิน 50 คันต่อชั่วโมง ดังนั้น จำนวนข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัวจึงเป็น 30 รอบสัญญาณไฟ ซึ่งในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

ได้กำหนดรอบสัญญาณไฟไว้อย่างน้อย 30 รอบสัญญาณไฟเช่นกัน โดยตัดรอบสัญญาณไฟที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการวิจัยออกไปแล้ว

3.1.6 องค์ประกอบเพิ่มเติมประกอบการเก็บข้อมูล

1. ชนิดของช่องทางจราจร ลักษณะช่องทางจราจรที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย ช่องจราจรในทิศทางตรง และช่องทางจราจรเลี้ยวขวาที่เป็นช่องทางเฉพาะสำหรับรถเลี้ยวขวาและเป็นการเลี้ยวโดยไม่มีรถสวนจากทิศทางตรงกันข้าม

2. การออกรถที่ทางแยก ในการวัดระยะเวลาที่ยานพาหนะเคลื่อนออกจากแถวคอย จะวัดเมื่อล้อหลังของยานพาหนะทับเส้นหยุดไปแล้ว

3. ผลของรถจักรยานยนต์ ในแต่ละด้านของทางแยกจะมีพื้นที่เฉพาะที่จัดไว้สำหรับจอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งอยู่หน้ารถยนต์คันแรกในแถวคอย ในการนับปริมาณจราจรจะไม่นับรถจักรยานยนต์ในพื้นที่ดังกล่าว โดยนับเฉพาะจำนวนรถจักรยานยนต์ที่อยู่หลังเส้นหยุดเท่านั้น

4. การแบ่งชนิดของยานพาหนะในกระแสจราจร ชนิดของยานพาหนะประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ (รถจักรยานยนต์ทุกชนิด รวมทั้งรถจักรยานยนต์พ่วง 3 ล้อ) รถตุ๊กๆ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง รถกระบะส่วนบุคคล และรถตู้) รถโดยสาร 2 แถว รถบรรทุก (รถบรรทุก 4 - 10 ล้อ) และรถบัสโดยสารประจำทาง

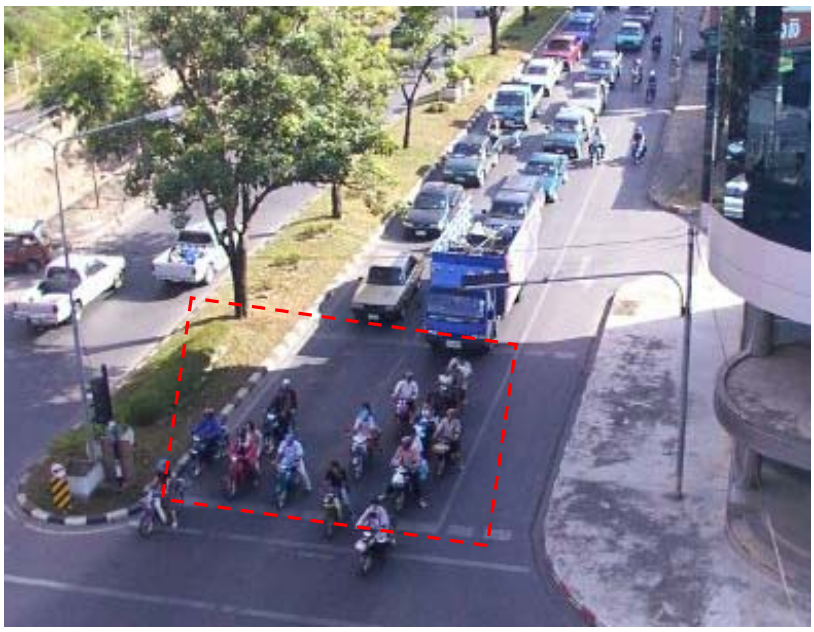
3.3 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.1 การวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ (Headway)

การศึกษาอัตราการไหลอิ่มตัวในหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมง ด้วยวิธีการวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ และความสัมพันธ์ในสมการที่ 3.2 ในที่นี้ชนิดของรถยนต์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ประกอบด้วย รถตุ๊กๆ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล และรถโดยสาร 2 แถว

การวัดระยะเวลาระหว่างรถยนต์ 2 คันที่วิ่งตามกันมาในแต่ละช่องทางจราจร จะใช้นาฬิกาจับเวลาที่ยานพาหนะแต่ละคันใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุด ซึ่งกำหนดให้เป็นจุดอ้างอิง โดยบันทึกเวลาเมื่อล้อหลังของยานพาหนะแต่ละคันวิ่งทับเส้นหยุด ซึ่งการใช้กล้องวีดีโอในการเก็บข้อมูลจะให้ความถูกต้องในการจับเวลาและการบันทึกระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์มากกว่าการบันทึกในสนาม สำหรับลักษณะการจอดของยานพาหนะในแถวคอยบริเวณทางแยก จะมีพื้นที่เฉพาะสำหรับจอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งอยู่หน้ารถยนต์คันแรกในแถวคอย (ภาพประกอบ 3.7) ในการ

ศึกษานี้จะไม่นับจำนวนรถจักรยานยนต์ดังกล่าวมาพิจารณาในการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ เนื่องจากจำนวนรถจักรยานยนต์ดังกล่าวจะเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดไปได้ด้วยความรวดเร็วเมื่อได้รับสัญญาณไฟเขียว ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ในช่วงที่เกิดการไหลอิ่มตัว แต่ยังมีจำนวนรถจักรยานยนต์ที่อยู่ในตำแหน่งระหว่างรถยนต์ในแถวคอย (นอกเหนือจากที่จอดในพื้นที่เฉพาะดังกล่าว) ซึ่งมีผลกระทบต่อค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ ดังนั้นในการศึกษานี้ นอกจากการวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์แล้ว ยังมีการเก็บข้อมูลจำนวนรถจักรยานยนต์ดังกล่าวด้วย ดังภาพประกอบ 3.8



ภาพประกอบ 3.7 ลักษณะพื้นที่เฉพาะสำหรับจอดรถจักรยานยนต์ในบริเวณทางแยก

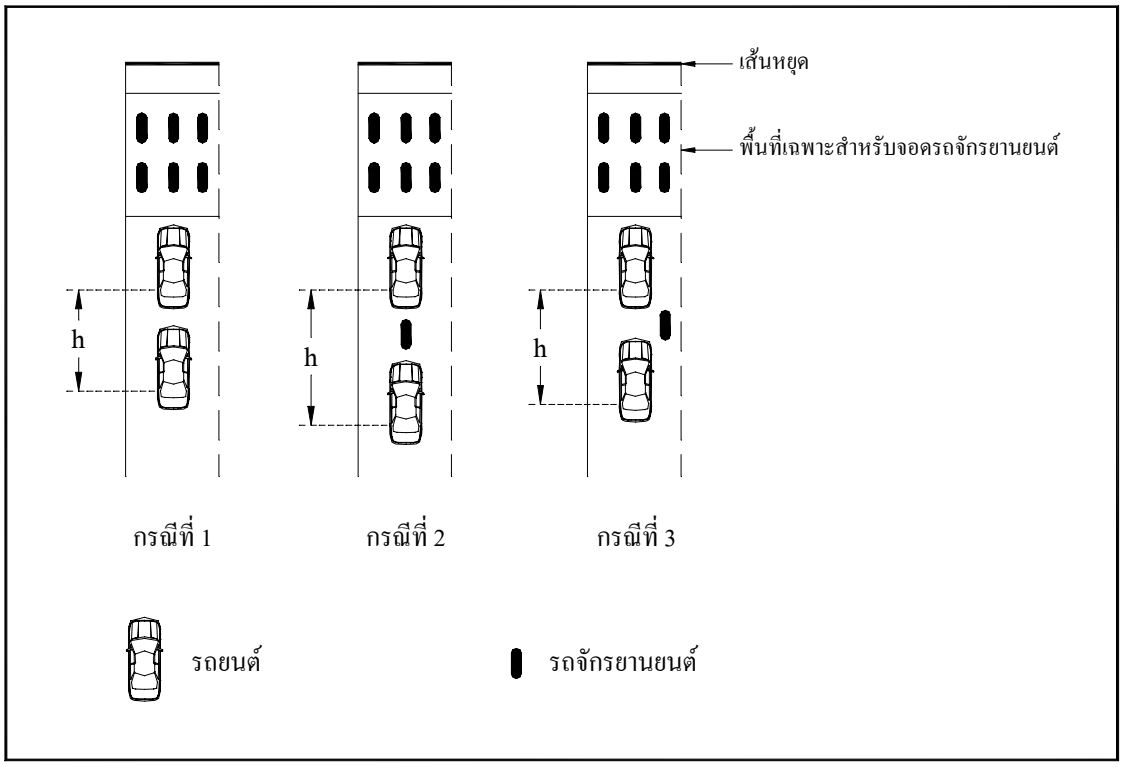
การเก็บข้อมูลในแต่ละรอบสัญญาณไฟ จะกระทำในแถวคอยที่มีรถยนต์จอดอยู่ตั้งแต่ 7 คันขึ้นไป (ไม่มีรถบรรทุกและรถบัสโดยสารประจำทาง) โดยจะเริ่มต้นบันทึกเวลาเมื่อช่องทางที่พิจารณาได้รับสัญญาณไฟเขียวและรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งบันทึกจำนวนรถจักรยานยนต์ที่อยู่ในตำแหน่งระหว่างรถยนต์ ในช่วงที่เกิดการไหลอิ่มตัวของระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ (Saturation Headway) สำหรับการคำนวณหาอัตราการไหลอิ่มตัวของรถยนต์จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์จากตำแหน่งที่ทำให้ค่าเริ่มคงที่ ดังสมการ

$$S = \frac{3600}{\bar{h}} \qquad \text{.....(3.2)}$$

เมื่อ

S คือ อัตราการไหลอิ่มตัวเฉลี่ยของรถยนต์ (คันต่อชั่วโมง)

$\bar{h}$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ (วินาที)



ภาพประกอบ 3.8 ตำแหน่งของรถจักรยานยนต์และการวัดระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์

3.1.2 การหาค่าระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น (Start – Up Lost Time)

การออกรถที่ทางแยกสัญญาณไฟเมื่อเริ่มได้รับสัญญาณไฟเขียวจะเสียเวลาช่วงหนึ่งก่อนที่รถทุกคันจะวิ่งด้วยความเร็วสม่ำเสมอออกจากทางแยก ซึ่งเป็นเวลาที่สูญเสียไปจากการตอบสนองในการเร่งความเร็วของรถออกจากทางแยกหลังได้รับสัญญาณไฟเขียว

ในการศึกษานี้ การหาระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นจะใช้วิธีการของ Hummer (1994) ที่ปรากฏใน วิลาสินี (2545) โดยทำการบันทึกเวลาเมื่อช่องทางที่พิจารณาได้รับสัญญาณไฟเขียว และเวลาที่รถยนต์คันที่ x ในแถวคอยผ่านเส้นหยุด (เป็นตำแหน่งของรถยนต์ ซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดไป

แล้ว ทำให้ระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เริ่มคงที่) จากนั้นทำการคำนวณระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นจากสมการ

$$\text{ระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้น} = (T_x - T_0) - x\ (\text{Average Headway}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3.3)$$

เมื่อ

T_0 คือ เวลาเริ่มต้นไฟเขียว (วินาที)

T_x คือ เวลาที่รถยนต์คันที่ x ในแถวคอยเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุด (วินาที)

Average Headway คือ ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์ในช่วงที่เกิดการไหลอิ่มตัว (เป็นค่าที่ได้จากการศึกษาในหัวข้อที่ 3.3.1) (วินาทีต่อคัน)

x คือ ลำดับที่ของรถยนต์ในแถวคอย ซึ่งเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดไปแล้ว ทำให้ค่าระยะเวลาห่างระหว่างรถยนต์เริ่มคงที่

จากสมการที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นกรณีที่มีกลุ่มของรถจักรยานยนต์จอดอยู่หน้าแถวคอยของรถยนต์ และชนิดของรถยนต์ในช่วงเวลาสูญเสียเริ่มต้นเป็นรถยนต์ 4 ล้อเท่านั้น โดยถ้าค่าระยะเวลาสูญเสียเริ่มต้นที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าศูนย์ ให้ใช้ค่าปรับแก้เท่ากับศูนย์

3.1.3 การหาค่าระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ (Clearance Lost Time)

ระยะเวลาสูญเสียจากการหยุดรถเป็นช่วงเวลาที่ผู้ขับขี่ใช้ในการตัดสินใจว่าจะหยุดหรือผ่านทางแยกไปเมื่อสิ้นสุดสัญญาณไฟเขียว (ได้รับสัญญาณไฟเหลืองกระพริบ) ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในช่วงเวลาสัญญาณไฟเหลือง ในการศึกษานี้ทำการหาค่าดังกล่าวจากช่วงเวลาซึ่งรถคันสุดท้ายของเฟสผ่านเส้นหยุดไปจนถึงเวลาที่สัญญาณไฟเขียวของเฟสต่อไปเริ่มต้น การหาค่าด้วยวิธีนี้จะทำได้เมื่อมีการไหลอิ่มตัวของการจราจรตลอดในช่วงเวลาไฟเขียว เนื่องจากถ้ายานพาหนะสามารถผ่านทางแยกได้หมดในขณะที่ยังไม่สิ้นสุดสัญญาณไฟเขียว ค่าเวลาสูญเสียจากการหยุดรถจะมีค่ามากเกินจริง ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.1.4 การหาค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Equivalent, PCE)

ชนิดของยานพาหนะที่อยู่ในระบบการจราจรของทางแยกมีผลโดยตรงต่ออัตราการไหลอิ่มตัว ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงได้ทดลองจัดทำค่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถชนิดต่างๆ ในเขตพื้นที่ศึกษาขึ้น เพื่อแปลงยานพาหนะชนิดต่างๆ ให้เป็นหน่วยเดียวกัน คือ หน่วยรถยนต์นั่งส่วน

บุคคลต่อชั่วโมงไฟเขียว การหาค่าเทียบเท่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลกระทำโดยการเก็บข้อมูลในแต่ละรอบสัญญาณไฟโดยตรงมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย (ครรชิต, 2526)

1. ปริมาณของยานพาหนะแต่ละชนิดในช่วงที่เกิดการไหลอิ่มตัวของแต่ละช่องทางจราจร ประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ (MC) รถตุ๊กๆ (TT) รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (C) รถโดยสาร 2 แถว (P) รถบรรทุก (T) และรถบัสโดยสารประจำทาง (B)

2. ความยาวของช่วงเวลาที่เกิดการไหลอิ่มตัว (T - วินาที) คือ ช่วงเวลาสัญญาณไฟ (ไฟ-เขียว + ไฟเหลือง) ลบช่วงเวลาสูญเสียจากการเริ่มต้นและช่วงเวลาสูญเสียจากการหยุดรถ

จากข้อมูลดังกล่าว กำหนดให้ *a, b, c, d* และ *e* เป็นค่าเทียบเท่าหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลของรถจักรยานยนต์ รถตุ๊กๆ รถโดยสาร 2 แถว รถบรรทุก และรถบัสโดยสารประจำทาง ตามลำดับ และ *F* คือ อัตราการไหลอิ่มตัวในหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลต่อชั่วโมง

$$F = \frac{\left(C + a \cdot MC + b \cdot TT + c \cdot P + d \cdot T + e \cdot B\right)}{T} \times 3600 \quad \text{.....(3.4)}$$

เนื่องจากทราบค่าของปริมาณจราจรแต่ละชนิด (MC, TT, C, P, T และ B) ดังนั้น

$$\begin{aligned} Y &= C \cdot \frac{3600}{T} \\ X_1 &= MC \cdot \frac{3600}{T} \\ X_2 &= TT \cdot \frac{3600}{T} \\ X_4 &= P \cdot \frac{3600}{T} \\ X_5 &= T \cdot \frac{3600}{T} \\ X_6 &= B \cdot \frac{3600}{T} \end{aligned} \quad \text{.....(3.5)}$$

จากสมการที่ 3.4 และ 3.5 สามารถเขียนสมการใหม่ ได้ดังนี้

$$F = Y + a \cdot X_1 + b \cdot X_2 + c \cdot X_4 + d \cdot X_5 + e \cdot X_6$$

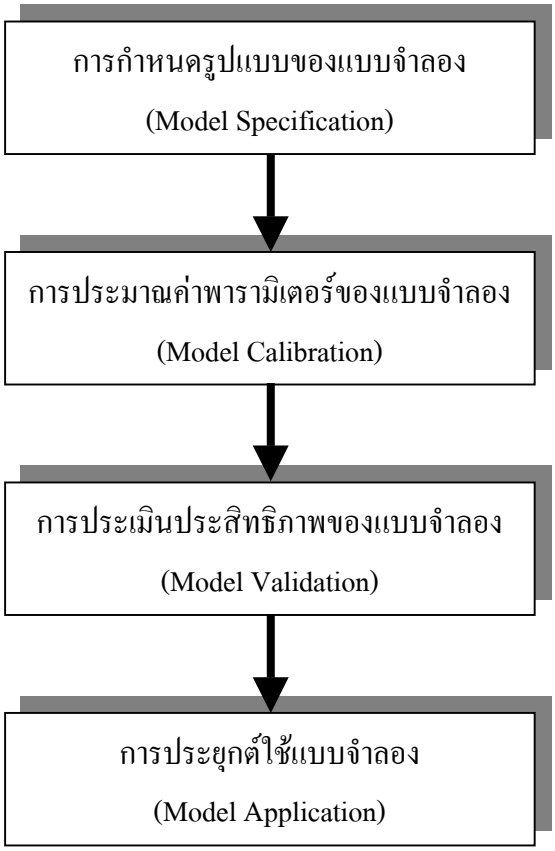
$$Y = F - a \cdot X_1 - b \cdot X_2 - c \cdot X_4 - d \cdot X_5 - e \cdot X_6 \quad \text{.....(3.6)}$$

เนื่องจากในแต่ละรอบสัญญาณไฟจะทราบค่าของตัวแปร Y, X_1, X_2, X_4, X_5 และ X_6 ดังนั้น จึงสามารถหาค่าของตัวแปร *a, b, c, d* และ *e* ได้ ในที่นี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นพหุตัวแปร (Multiple Linear Regression Analysis) เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแปรเหล่านั้น จากนั้น

สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ในการหาค่าอัตราการไหลอิ่มตัวในสภาวะที่การจราจรประกอบด้วยยาน-พาหนะชนิดต่างๆ ได้

3.1.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับลักษณะทางเรขาคณิตและคุณลักษณะการจราจร

เมื่อทราบผลกระทบจากชนิดของยานพาหนะในกระแสจราจรจากหัวข้อที่ 3.3.4 สามารถสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลอิ่มตัวกับลักษณะทางกายภาพและชนิดของยานพาหนะได้ โดยการศึกษานี้ใช้สมการถดถอย (Regression Equation) ในการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การเกิดอัตราการไหลอิ่มตัว ซึ่งขั้นตอนการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังภาพประกอบ 3.9 และมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพประกอบ 3.9 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง
ที่มา: วิโรจน์ และคณะ (2542)

1. การกำหนดรูปแบบของแบบจำลอง (Model Specification) เป็นการกำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง สมการของแบบจำลอง และตัวแปรในแบบจำลอง ซึ่งจะมีผลต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลและการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง (Model Calibration) เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และได้ผลการพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือตามหลักสถิติ ซึ่งหากไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้ อาจจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบของแบบจำลองใหม่และทำตามขั้นตอนต่อไป

3. การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Model Validation) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลองว่ามีระดับความถูกต้องมากน้อยเพียงใด และแบบจำลองสามารถใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ อาจจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบของแบบจำลองใหม่และทำตามขั้นตอนต่อไป

4. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง (Model Application) เป็นการนำแบบจำลองมาใช้งาน เช่น การพยากรณ์อัตราการไหลอิ่มตัวที่เกิดขึ้น ซึ่งหากแบบจำลองไม่สามารถประยุกต์ใช้งานได้ตามต้องการ อาจจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบของแบบจำลองใหม่และทำตามขั้นตอนต่อไป