

บทที่ 7

เทคนิคการประยุกต์วิธีปรับแต่งตัวแปรของระบบ SCOOT (กรณีศึกษา)

ผลการวิเคราะห์การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบพื้นที่ย่อยจากบทที่ 6 พบว่ามี 2 พื้นที่ย่อยที่มีปัญหาของการติดขัดของทางแยกไปยังแยกที่อยู่ติดกัน คือ พื้นที่ย่อย AB และพื้นที่ย่อย G และในบทที่ 6 ได้ศึกษาพารามิเตอร์ 4 ตัวที่จะนำมาปรับแต่งเพื่อบรรเทาปัญหาเหล่านี้ ในบทที่ 7 จะนำผลการวิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหา มาแก้ปัญหาทั้ง 2 พื้นที่ย่อยนี้ให้สภาพการจราจรมีสภาพดีขึ้น อยู่ในการควบคุมการจราจรได้เป็นปกติ โดยจะเปรียบเทียบค่าที่มีปัญหา คือ Degree of Saturation และค่าความยาวคิวก่อนและหลังจากที่หาแนวทางแก้ไขแล้ว

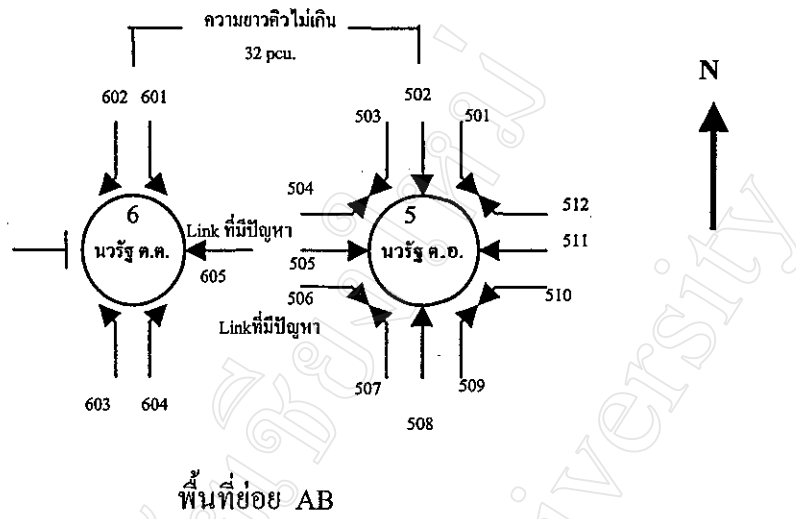
7.1 ทางแยกที่มีปัญหาและลักษณะปัญหา

พื้นที่ย่อยที่พบว่ามีปัญหาจากการวิเคราะห์ มีอยู่ 2 พื้นที่ย่อย คือ

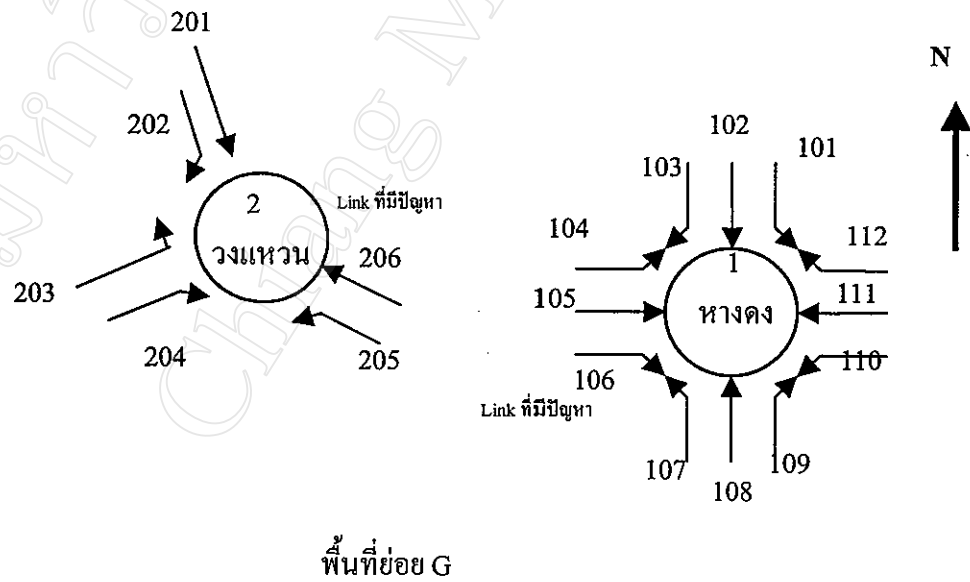
1. พื้นที่ย่อย AB ประกอบด้วยทางแยก นวรัฐตะวันตกและนวรัฐตะวันออก
2. พื้นที่ย่อย G ประกอบด้วยทางแยก หางดงและวงแหวน

ลักษณะปัญหาได้จากการวิเคราะห์ด้วย โปรแกรม TRANSYT และจากการสังเกต โดยปกติการควบคุมการจราจรนั้น จะให้ Degree of Saturation ในแต่ละ Link ไม่เกิน 90% และความยาวคิวในแต่ละ Link จะพยายามไม่ให้เกิน 70% ของความยาวทางแยกที่ติดกันเหลือไว้ 30% เพื่อป้องกันไว้เป็นไว้เป็นพื้นที่สำรองเพราะสภาพการจราจรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การวิเคราะห์ให้รถยนต์ 1 pcu. บวกกับช่องว่างระหว่างคันมีระยะทางเท่ากับ 6.2 เมตร

จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง TRANSYT เบื้องต้น (ไม่มีการประยุกต์ Parameter Weighting) แสดงปัญหาสำหรับพื้นที่ย่อย AB และ G ดังรายละเอียดในรูปที่ 7.1-7.2 และตารางที่



รูปที่ 7.1 แสดง Link ที่มีปัญหาของพื้นที่ย่อย AB



รูปที่ 7.2 แสดง Link ที่มีปัญหาของพื้นที่ย่อย G

ตารางที่ 7.1 แสดงรายละเอียดพื้นที่ย่อย Link ที่มีปัญหาและลักษณะของปัญหา

พื้นที่ย่อย	Link ที่มีปัญหา	ทิศทาง	Degree of Saturation (%)	ความยาวคิวต้องการไม่เกิน (PCU.)	ความยาวคิวจากการวิเคราะห์ (PCU.)	หมายเหตุ
AB	506	จากแยกนารัฐตะวันตกไปทางแยกนารัฐตะวันออกเลี้ยวขวา	372	32	145 ต้องลด 77.93%	ประกอบด้วยทางแยก 1 นารัฐตะวันออก 2 นารัฐตะวันตก
	605	จากแยกนารัฐตะวันออกไปแยกนารัฐตะวันตกตรงไป	60	32	42 ต้องลด 23.81%	
G	106	ทางแยกวงแหวนไปทางแยกทางคงเลี้ยวขวา	117	25	54 ต้องลด 53.70%	ประกอบด้วยทางแยก 1 ทางคง 2 วงแหวน
	206	ทางแยกทางคงไปทางแยกวงแหวนตรงไป	83	25	53 ต้องลด 52.83%	

7.2 เสนอแนะวิธีแก้ปัญหทางแยกของพื้นที่ย่อยที่มีปัญหา

จากการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ที่จะนำมาปรับแต่งแก้ปัญหพื้นที่ย่อยที่มีปัญหา การตัดสินใจของคิวยาวถึงทางแยกข้างเคียงในบทที่ 6 ทำให้ทราบแนวทางการแก้ไขที่จะเลือกพารามิเตอร์แต่ละตัวมาช่วยในการปรับแต่งแก้ไขปัญหา

ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ 4 ตัวที่นำมาปรับแต่งแก้ปัญหพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาตัดสินใจของค่าคิวยาวในบทที่ 6 ทราบว่าพารามิเตอร์ Max Queue penalty สามารถลดความยาวคิว และ Degree of Saturation ได้โดยไม่ทำให้ค่าดัชนี PI. (ความล่าช้าและการหยุด) ของทางแยกเพิ่มขึ้นมากนัก แต่ลดความยาวคิว และ Degree of Saturation ได้เร็วปานกลางเมื่อเทียบกับพารามิเตอร์ Delay Weighting ซึ่งลดได้ 44.44% ในช่วงค่าคิวยาวที่เกินค่าความยาวคิวที่ตั้งไว้และทำการบวกค่าสูญเสียที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 400 ต่อคัน ในช่วงหลังจากนี้จะลดความยาวคิวลงไม่ได้มากนัก ส่วนค่า Delay weighting สามารถลดความยาวคิวได้เร็วมากแต่มีข้อด้อยคือจะทำให้ค่าดัชนี PI. (ความล่าช้าและการหยุด) ของทางแยกเพิ่มขึ้นเร็วตามไปด้วย

การใช้ยุทธวิธีในการประยุกต์ปรับแต่งพื้นที่ย่อยที่มีปัญหา ทำโดยการตั้งค่าความยาวคิวของ Link ไม่ให้ยาวเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ของความยาวคิวของ Link ใส่ค่า Max Queue Penalty คิดค่าสูญเสียเพิ่มขึ้นจาก ความยาวคิวที่เกินค่าที่ตั้งไว้เท่ากับ 400 ต่อคัน เนื่องจากเป็นช่วงที่ลดค่าความยาวคิวได้รวดเร็ว (จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 6) ในส่วนความยาวคิวที่ยังเกินอยู่จะทำการทดลองเพิ่มค่า Delay Weighting ไปเรื่อย ๆ จนสามารถลดความยาวคิวโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหา การเสนอแนะยุทธวิธีในการประยุกต์ปรับแต่งพื้นที่ย่อยที่มีปัญหามีแนวทางและรายละเอียดดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 แสดงแนวทางและรายละเอียดการเสนอแนะยุทธวิธีในการประยุกต์ปรับแต่งแก้ปัญห
พื้นที่ย่อยที่มีปัญหา

พื้นที่ย่อย	Link ที่มี ปัญหา	Degree of Saturation ต้องการ ไม่เกิน (%)	Degree of Saturation ต้องลด (%)	ความยาวคิว ต้องการ ไม่เกิน	ความยาวคิว ต้องลด (%)	ใช้ค่า Max Queue Penalty	ใช้ค่า Delay Weighting
AB	506	90	75.81	32	77.93	400	แปรผัน
	605	90	23.08	32	23.81	400	แปรผัน
G	106	90	23.08	25	53.70	400	แปรผัน
	206	90	-	25	52.83	400	แปรผัน

7.3 ผลการปรับแต่งระบบของพื้นที่ย่อยที่มีปัญหา

ผลการปรับแต่งระบบของพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาด้วยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาความไวในบทที่ 6 เมื่อแก้ไขปัญหาโดยใช้ค่า Max Queue Penalty 400 ต่อคัน และเพิ่มค่า Delay Weighting ขึ้นเรื่อย ๆ จนผลการวิเคราะห์ได้ค่าความยาวคิวที่ต้องการของพื้นที่ย่อย AB และพื้นที่ย่อย G ผลปรากฏว่าพื้นที่ย่อย AB สามารถแก้ปัญหได้ ผลการแก้ปัญหแสดงดังตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 ผลการปรับแต่งระบบพื้นที่ย่อย AB

Link	Max Queue Penalty	Delay Weighting	Degree of Saturation		ความยาวคิว	
			เดิม	หลังปรับแต่ง	เดิม	หลังปรับแต่ง
506	400	200	372	101	145	27
605	400	2,000	60	48	42	30

ในการพยายามแก้ปัญหพื้นที่ย่อย G ใช้วิธีเดียวกับพื้นที่ย่อย AB แต่ไม่สามารถลดความยาวคิวลงได้ จึงได้ทำการทดลองหาวิธีแก้ปัญหหลายทางเลือกโดยใช้ยุทธวิธีในการประยุกต์ปรับแต่งแก้ปัญหพื้นที่ย่อย G ดังนี้

1. ตั้งค่าความยาวคิวของ Link 106 และ 206 ไม่เกิน 25 pcu ใส่ค่าพารามิเตอร์ Max Queue Penalty คิดค่าความยาวคิวที่เกิน 25 pcu เท่ากับ 400 ต่อคัน ทั้ง 2 Link จากนั้นแปรผันเพิ่ม

ค่าพารามิเตอร์ Delay Weighting เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รับความยาวคิวใน Link 106 และ 206 ไม่เกิน 25 pcu ผลการวิเคราะห์เมื่อเพิ่มค่า Delay Weighting ของทั้ง 2 Link ค่าความยาวคิวจะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อค่า Delay Weighting เพิ่มขึ้นจนถึง 1,000 ค่าความยาวคิวของ Link 106 สามารถลดลงได้ต่ำกว่า 25 pcu แต่ค่าความยาวคิวของ Link 206 ไม่มีแนวโน้มว่าจะลดลงได้ต่ำกว่า 25 pcu เมื่อเพิ่มค่า Delay Weighting พร้อมกันทั้ง 2 Link ไปมากกว่านี้ ค่าความยาวคิวของ Link 106 ก็ไม่ลดลงอีก

2. ตั้งค่าความยาวคิวของ Link 106 และ 206 ไม่เกิน 25 pcu ใส่ค่าพารามิเตอร์ Max Queue Penalty คิดค่าความยาวคิวที่เกิน 25 pcu เท่ากับ 400 ต่อคัน ทั้ง 2 Link ใส่ค่าพารามิเตอร์ Delay Weighting Link 106 เท่ากับ 1,000 จากนั้นแปรผันค่าพารามิเตอร์ Delay Weighting ของ Link 206 เพิ่มขึ้นจาก 1000 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รับความยาวคิวใน Link 206 ไม่เกิน 25 pcu ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า เมื่อเพิ่มค่า Delay Weighting ไปเรื่อย ๆ ความยาวคิวลดลงจนถึงค่า Delay Weighting ของ Link 206 เท่ากับ 7000 ค่าความยาวคิวของ Link 206 ก็จะไม่ลดลงอีก

3. ตั้งค่าความยาวคิวของ Link 106 และ 206 ไม่เกิน 25 pcu ใส่ค่าพารามิเตอร์ Max Queue Penalty คิดค่าความยาวคิวที่เกิน 25 pcu เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้ง 2 Link เพื่อให้ได้ความยาวคิวของทั้ง 2 Link ลดลง และไม่เกิน 25 pcu โดยไม่มีการใส่ค่าพารามิเตอร์ Delay Weighting ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า เมื่อเพิ่มค่า Max Queue Penalty ไปเรื่อย ๆ ความยาวคิวลดลงจนถึงค่าเท่ากับ 9000 ค่าความยาวคิวของ Link 206 ยังมีค่าเกิน 25 pcu

4. ตั้งค่าความยาวคิวของ Link 106 และ 206 ไม่เกิน 25 pcu ใส่ค่าพารามิเตอร์ Max Queue Penalty คิดค่าความยาวคิวที่เกิน 25 pcu เท่ากับ 9,000 ทั้ง 2 Link จากนั้นแปรผันค่าพารามิเตอร์ Delay weightng ของ Link 206 จนความยาวคิวของทั้ง 2 Link ลดลง ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า เมื่อเพิ่มค่า Delay Weighting ไปเรื่อย ๆ ความยาวคิวลดลงจนค่า Delay Weighting มีค่าถึงเท่ากับ 9000 ซึ่งเป็นค่าเกือบสูงสุดแล้วแต่ค่าความยาวคิวของ Link 206 ยังมีค่าลดลงได้เพียง 27 pcu และไม่สามารถทำให้ค่าลดลงได้มากกว่านี้แล้ว จึงใช้ทางเลือกนี้เพราะมีค่าความยาวคิวใกล้เคียง 25 pcu มากที่สุด การใช้ทางเลือกและผลการแก้ปัญหาพื้นที่ย่อย G แสดงดังตารางที่ 7.4

ผลการเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหของพื้นที่ย่อย G ที่มีค่า Degree of Saturation ของ Link 106 เกิน 90 เปอร์เซนต์ และค่าความยาวของคิว Link 106 มีค่าเท่ากับ 54 pcu. Link 206 มีค่าเท่ากับ 53 pcu. ยาวเกินความยาวคิวที่จำกัดไว้คือ 32 pcu. ทางเลือกที่ใช้ได้ผล คือ ทางเลือกที่ 4 ซึ่งทำให้ค่า Degree of Saturation ทั้ง 2 Link ไม่เกิน 90 เปอร์เซนต์ และค่าความยาวคิวใน Link 106 ไม่เกิน 25 pcu. แต่ใน Link 206 มีค่าเท่ากับ 27 pcu เกินค่าความยาวคิวที่ต้องการ คือ 25 pcu. ซึ่งมีค่าน้อยมาก และเป็นทางเลือกที่สามารถลดค่าความยาวคิวที่เกินค่าที่ต้องการได้ดีที่สุด ผลของการควบคุมเป็น

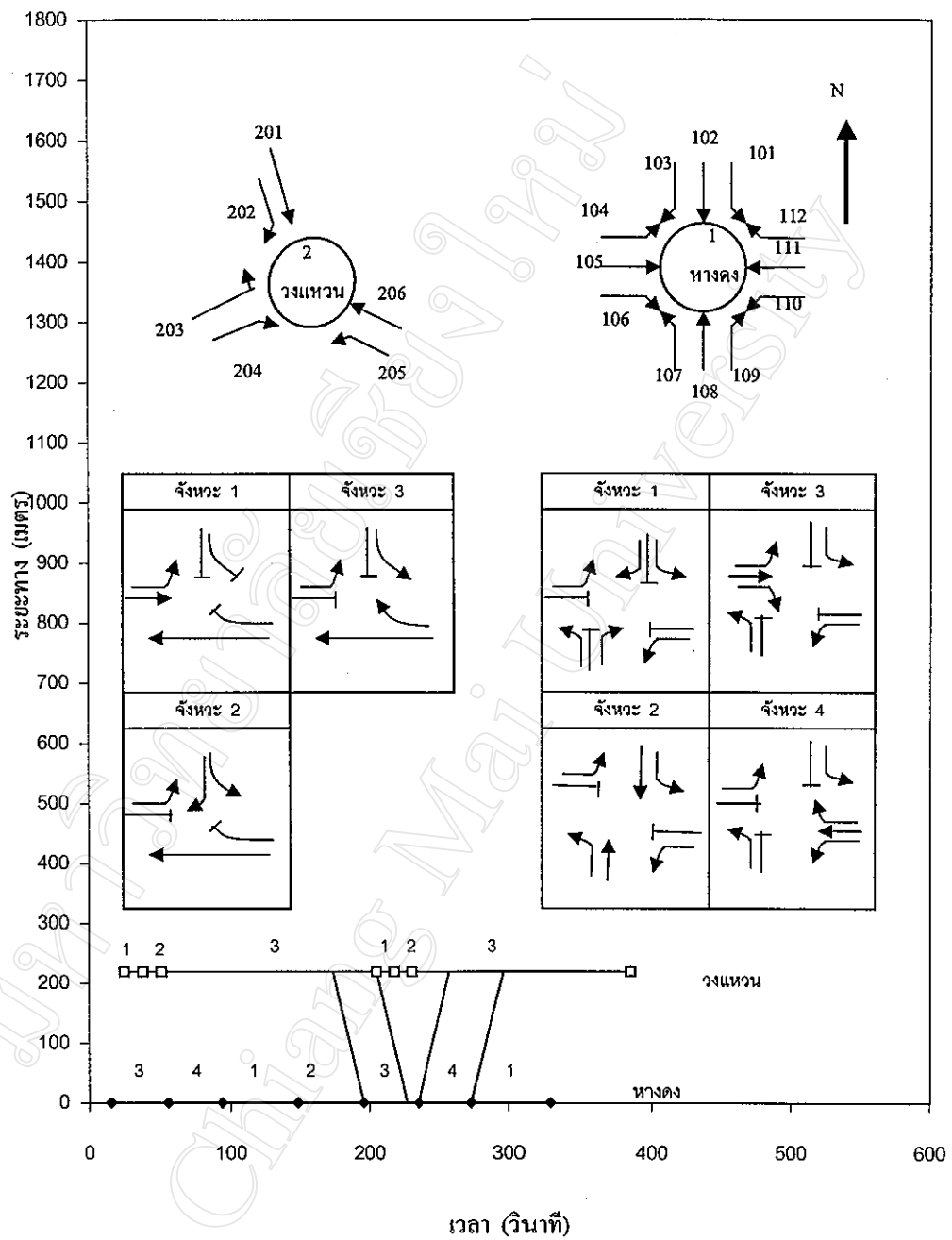
พื้นที่ที่ให้การจราจรในทิศทางหลักวิ่งผ่านทางแยกเป็นพื้นที่ยังคงใช้ได้เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 7.3

7.4 พารามิเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม TRANSYT และ โปรแกรม SCOOT

จากการวิเคราะห์ผลการนำพารามิเตอร์มาแก้ไขปัญหาโดยใช้โปรแกรม TRANSYT เป็นโปรแกรมจำลองในการช่วยวิเคราะห์ ทำให้ทราบตัวพารามิเตอร์ที่นำมาใช้และค่าที่เหมาะสมในการนำไปใช้แก้ไขปัญหา จากการที่การควบคุมการจราจรของสภาพปัจจุบันใช้โปรแกรม SCOOT เป็นตัวควบคุมการจราจร ซึ่งทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนทดลองวิเคราะห์ได้โดยตรงเพราะจะทำให้เกิดปัญหาในการปฏิบัติหากใช้กับการจราจรในสภาพจริงที่ยังไม่ทราบว่าจะได้ผลจริงหรือไม่ จึงนำมาทดลองวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TRANSYT ก่อนเพราะเป็นพื้นฐานในการคำนวณของโปรแกรม SCOOT ที่แปรเปลี่ยนพารามิเตอร์เป็นชื่ออื่นและเพิ่มความสามารถของพารามิเตอร์อื่น ๆ เข้ามา ในการวิเคราะห์จะนำค่าและพารามิเตอร์ที่ใช้แก้ปัญหการจราจรได้ผลดีในโปรแกรม TRANSYT มาเทียบเคียงเป็นพารามิเตอร์และค่าที่เทียบเคียงได้ของพารามิเตอร์ในโปรแกรม SCOOT

7.4.1 พารามิเตอร์ของ TRANSYT

1. Saturation flow เป็นค่าอัตราการไหลของกระแสการจราจรในสถานะอิ่มตัวที่ไหลออกจากเส้นหยุดของทางแยก มีหน่วยเป็นคันต่อเลนต่อชั่วโมงไฟเขียว สามารถวัดได้จากทางแยกได้โดยตรง หรือแปลงได้จากความกว้างของเลน แล้วปรับแก้ด้วย Factor ต่าง ๆ ค่า Saturation Flow ที่ใส่ในโปรแกรม TRANSYT และนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรมีค่าอยู่ในช่วง 500 ถึง 20000 คันต่อชั่วโมงไฟเขียว



รูปที่ 7.3 ไดอะแกรม ระยะทาง - เวลา แสดงการเคลื่อนที่ต่อเนื่องในไฟเขียว

จากการประสานสัมพันธ์ ของแยกทางดงและแยกวงแหวนในพื้นที่ย่อย G
(1, 2, 3 และ 4 หมายถึง เวลาเริ่มต้นจังหวะ)

ตารางที่ 7.4 แสดงทางเลือกวิธีแก้ปัญหาและผลที่ได้ของพื้นที่ย่อย G

ทางเลือก	Link	Max Queue Penalty	Delay Weighting	Degree of Saturation		ความยาวคิว		หมายเหตุ
				ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1 (PI. =522.9)	106	400	แปรผันเพิ่มขึ้นจนถึง 1,000	117	87	54	22	ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เพราะความยาวคิวของ Link 206 ยังคงยาวเกิน 25 pcu.
	206	400	แปรผันเพิ่มขึ้นจนถึง 1,000	83	76	53	47	
2 (PI. =780.4)	106	400	1,000	117	76	54	17	ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เพราะความยาวคิวของ Link 206 ยังคงยาวเกิน 25 pcu.
	206	400	แปรผันเพิ่มขึ้นจนถึง 7,000	83	60	53	42	
3 (PI. =458.2)	106	เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 9,000	-	117	95	54	26	ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เพราะความยาวคิวของ Link 206 ยังคงยาวเกิน 25 pcu.
	206	9,000	-	83	73	53	23	
4 (PI. =778.3)	106	9,000	-	117	82	54	18	สามารถลดความยาวคิวของ Link 206 เหลือ 27 pcu. ซึ่งเป็นทางเลือกที่ใกล้เคียงที่สุด
	206	9,000	9000	83	56	53	27	

2. Delay Weighting เป็นค่าที่ผู้ใช้งานต้องการที่จะถ่วงน้ำหนักความล่าช้าเพื่อให้ได้ความล่าช้าใน Link นั้นลดลงเพราะได้ไฟเขียวเพิ่มขึ้น ค่า Delay Weighting ที่ใส่ในโปรแกรม TRANSYT จะให้ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรออกมาเป็นดัชนี PI. การคำนวณดัชนี PI. จะได้ออกมาในแต่ละ Link และรวมทุก Link เป็นความล่าช้าทั้งหมดของทางแยก ตามสมการ

$$PI. = \sum_{i=1}^N (W * w_i d_i) \quad \text{ปอนด์ต่อชั่วโมง} \quad \dots\dots\dots(7.1)$$

โดยที่ N = จำนวนของ Link
W = ค่าเสียเวลา ความล่าช้าต่อคันต่อชั่วโมง
 w_i = ค่าถ่วงน้ำหนักความล่าช้าของ Link ที่ i
 d_i = ความล่าช้าของ Link i

การวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ W = 100 เพ้น/คัน/ชั่วโมง (เพื่อค่า PI. จะได้ออกมาเป็นเวลา)

w_i = ค่าถ่วงน้ำหนักความล่าช้าของ Link i ที่ผู้ใช้ใส่เข้าไปมีค่าอยู่ระหว่าง 9999 ถึง -9999 ถ้าใส่ 0 มีค่าเท่ากับ 100 ซึ่งเป็นค่าที่เครื่องตั้งไว้ (Default) ใส่ค่าลบหมายถึงการถ่วงน้ำหนักเป็นลบซึ่งให้ผลในทิศตรงข้ามคือมีความล่าช้าเพิ่มขึ้นเพราะได้ไฟเขียวน้อยลง ค่า w_i ที่ใส่เข้าไปจะถูกหารด้วย 100 เพื่อต้องการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ ให้ผู้ใช้ใส่เป็นจำนวนเต็ม จึงได้รูปสมการออกมาดังนี้

$$PI. (ความล่าช้า) = \sum_{i=1}^N (100 * \frac{w_i d_i}{100}) \dots\dots\dots(7.2)$$

3. Stop weighting เป็นค่าที่ผู้ใช้ต้องการที่จะถ่วงน้ำหนักความล่าช้า (ที่เกิดจากการหยุด) เพื่อให้ได้ความล่าช้าใน Link นั้นลดลง เพราะได้ไฟเขียวเพิ่มขึ้น มีลักษณะคล้าย ๆ กับค่า Delay Weighting แต่ไปถ่วงน้ำหนักที่การหยุด ค่า Stop weighting ที่ใส่ในโปรแกรม TRANSYT ที่ใช้ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรออกมาเป็นดัชนี PI. การคำนวณดัชนี PI. ของการหยุดนี้จะได้ออกมาในแต่ละ Link และรวมทุก Link เป็นความล่าช้าทั้งหมดของทางแยก ตามสมการ

$$PI. (เฉพาะการหยุด) = \sum_{i=1}^N (K * k_i S_i) \quad \text{ปอนด์ต่อชั่วโมง} \dots\dots\dots(7.3)$$

- โดยที่
- N = จำนวนของ Link
 - K = ค่าเสียเวลาของการหยุดต่อ 100 คัน เพ้นต่อคันต่อชั่วโมง
 - k_i = ค่าถ่วงน้ำหนักความล่าช้าของ Link ที่ i
 - S_i = ความล่าช้าของ Link i

การวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ $K = 56$ เพ้น/คัน/ชั่วโมง (เพื่อค่า PI. จะได้ออกมาเป็นเวลา)
 k_i = ค่าถ่วงน้ำหนักความล่าช้าของ Link i ที่ผู้ใช้ใส่เข้าไปมีค่าอยู่ระหว่าง 9999 ถึง -9999 ถ้าใส่ 0 มีค่าเท่ากับ 100 ซึ่งเป็นค่าที่เครื่องตั้งไว้ (Default) ใส่ค่าลบหมายถึงการถ่วงน้ำหนักเป็นลบ ซึ่งให้ผลในทิศตรงข้าม คือมีความล่าช้า (จากการหยุด) เพิ่มขึ้นเพราะได้ไฟเขียวน้อยลง ค่า k_i ที่ใส่เข้าไปจะถูกหารด้วย 100 เพื่อต้องการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ ให้ผู้ใช้ใส่เป็นจำนวนเต็ม จึงได้รูปสมการออกมาดังนี้

$$PI. \text{ (การหัก)} = \sum_{i=1}^N (56 * \frac{k_i S_i}{100}) \dots\dots\dots(7.4)$$

4. Max Queue Penalty เป็นค่าที่ผู้ใช้ต้องการให้ความสำคัญต่อ Link ที่ต้องการเพื่อไม่ให้ความยาวของคิว (เป็นคัน) เกินความยาวใน Link ที่ต้องการ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความยาวคิวยาวไปถึงทางแยกที่อยู่ติดกัน โดยความยาวของคิวที่ยาวเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะถูกคิดเป็นค่าสูญเสียเพิ่มขึ้นต่อคันที่เกินความยาวคิวที่ตั้งไว้คูณด้วยค่าที่ใส่เข้าไป เป็น พื้นที่ชั่วโมงต่อคัน ซึ่งจะถูกคิดรวมไปอยู่กับค่าดัชนี PI. ค่าความยาวคิวที่ตั้งไว้ไม่ให้เกิน มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 200 คัน ค่าสูญเสียเพิ่มขึ้นต่อคันที่เกินของ Link ที่ตั้งไว้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 9999

7.4.2 พารามิเตอร์ของ SCOOT

1. Saturation Occupancy คืออัตราการปล่อยออกของคิวสูงสุดจากเส้นหยุดของทางแยกต่อวินาที มีหน่วยเป็น Link Profile Unit (LPU) ต่อวินาที ซึ่งค่า LPU เป็นหน่วยวัดเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัดยานพาหนะปล่อยสัญญาณออกมาตรวจนับยานพาหนะวัดเป็นระยะความยาว (space) ของยานพาหนะที่ถูกอุปกรณ์ตรวจวัดยานพาหนะปล่อยสัญญาณออกมาตรวจจับทุก ๆ 0.25 วินาที ถ้าเป็นรถบรรทุกก็就会有ความยาวของการถูกตรวจจับมาก ถ้าเป็นรถยนต์ก็จะน้อยลงมา ถ้าเป็นมอเตอร์ไซค์ก็จะน้อยที่สุด เพราะตัวจับสัญญาณไม่สามารถนับรถแยกประเภทได้ว่ายานพาหนะที่เข้ามาเป็นชนิดอะไรได้ และนำมาแปลงคูณด้วยค่า Equivalent factor เหมือนใช้คนนับ จึงต้องใช้วัดเป็นความหนาแน่นและแปลงค่าความหนาแน่นเป็นค่ามาตรฐานของชนิดรถ ซึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ใช้ 17 LPU มีค่าเท่ากับรถยนต์ 1 คัน

2. Congestion Importance Factor เป็นค่าใช้ถ่วงน้ำหนักความสำคัญของการติดขัดในแต่ละ Link ของระบบ SCOOT มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 7 ระบบ SCOOT จะพยายามให้ลำดับความสำคัญของการพยายามปล่อยรถในแต่ละ Link ให้วางโดยไม่มีการให้ติดขัดขวางไปถึงทางแยกข้างเคียงเป็นอันดับแรก ซึ่งค่าในแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

- 0 ใช้กับ การติดขัดไม่จำเป็นต้องคำนึงถึง มีพื้นที่สำรองของ Link มากพอ เช่นทางเข้าที่มี Link ยาวมาก
- 1 ใช้กับ Link ทางเข้าสู่ระบบ
- 2 ใช้กับ ถนน Link รองเข้าสู่ทางแยก หรือ ถนน Link หลักที่ยังให้มีผู้ใช้ทางเท้าข้ามได้อยู่
- 3 ใช้กับ ถนน Link หลัก

- 4 ใช้กับ ถนน Link หลักที่สั้น
- 5 ใช้กับ Link ที่มีความสำคัญมาก ซึ่งจะไม่ปล่อยให้มีการติดขัด
- 6 ใช้กับ Link วิกฤติ ซึ่งทางแยกต้นทางมีคิวติดขัดถึงทางแยกอื่น
- 7 ใช้กับ Link ของทางแยกมีความสำคัญติดขัดมากจนใช้การไม่ได้(ปกติไม่ใช่)

3. Offset weighting คือค่าที่เป็นการให้ความสำคัญแก่ Link ในทิศทางกระแสจราจรหลักว่าจะให้ด้านไหน (เข้าหรือออกเมือง) สำคัญมากกว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 10 – 100 ในโปรแกรม SCOOT ให้ค่า 10 เท่ากับไม่มีการถ่วงน้ำหนัก ถ้าค่ามากกว่า 10 คือให้ความสำคัญมากกว่าปกติ

4. Split weighting คือค่าที่เป็นการให้ความสำคัญใน Link ที่ต้องการซึ่งปกติระบบ SCOOT จะให้ Link ของทางแยกมีค่า Degree of Saturation เท่ากัน เมื่อถ่วงน้ำหนัก Link ที่ต้องการด้วย Split Weighting ผลคือจะทำให้ Link นั้นมีค่า Degree of Saturation ลดลง เนื่องจาก Link นั้นได้รับการแบ่งเวลาของสัญญาณไฟเขียวเพิ่มขึ้น ค่า Split Weighting มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 32

7.5 การเทียบเคียงพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT กับระบบ SCOOT

ในการใช้พารามิเตอร์ที่มีความไวในการปรับแต่งพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาของระบบ TRANSYT เพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับสภาพการควบคุมการจราจรที่เปิดใช้งานจริงด้วยระบบ SCOOT จึงมีความจำเป็นต้องนำมาเทียบพารามิเตอร์ทั้ง 4 ตัว คือ Delay Weighting , Stop Weighting , Saturation Flow และ Max Queue Penalty ของระบบ SCOOT ด้วยหลักการเหตุผลดังแสดงตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.5 แสดงผลการเทียบเคียงพารามิเตอร์และค่าที่ใช้ของระบบ TRANSYT กับระบบ SCOOT

พารามิเตอร์ที่เทียบเคียงกันได้		เหตุผล
TRANSYT	SCOOT	
Delay Weighting	Split Weighting	ใช้เพื่อให้ Link ที่ต้องการได้รับไฟเขียวเพิ่มขึ้น
Stop Weighting	Offset Weighting	ใช้เพื่อให้ Link ที่ต้องการได้รับไฟเขียวเพิ่มขึ้น โดยให้มีการหยุดใน Link นั้นน้อยที่สุด
Stop Weighting	Saturation Occupancy	เป็นค่าที่ใช้ใส่เพื่อทราบอัตราการปล่อยของ กระแสการจราจรสูงสุดใน Link นั้น คั่นต่อไฟเขียว
Max Queue Penalty	Congestion Importance Factor	เป็นค่าใช้เพื่อถ่วงน้ำหนัก เพื่อแก้ไขความยาวของคิว ใน Link นั้น ไม่ให้ยาวมากเกินไปจนความต้องการ

เพื่อที่จะทดลองวิเคราะห์เทียบเคียงพารามิเตอร์ TRANSYT เป็นพารามิเตอร์ของระบบ SCOOT ในส่วนของพารามิเตอร์ Delay Weighting และ Stop Weighting ทดลองเลือกพื้นที่ย่อย G ในการวิเคราะห์เพราะพื้นที่ย่อย G เป็นพื้นที่ย่อยที่เวลาในแต่ละจังหวะไม่ถูกบังคับที่ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของทางแยก ทำให้การปรับเปลี่ยนเป็นไปอย่างอิสระ ไม่ถูกบังคับด้วยค่าเหล่านี้และพื้นที่ย่อย G เป็นพื้นที่ย่อยที่จากการวิเคราะห์และสังเกตมีปัญหาการติดขัดยาวของคิวเกิดขึ้นจริง การวิเคราะห์ทำการใส่ค่า Stop Weighting ที่ Link 111 และ 206 มีค่าเท่ากับ 1000 เพื่อดูค่าเวลาไฟเขียว และการหยุดในทิศทางหลักของกระแสการจราจรในการเทียบเท่าพารามิเตอร์ Stop Weighting ของระบบ SCOOT และใส่ค่า Delay Weighting ของ Link 108 เท่ากับ 1000 เพื่อดูค่าเวลาไฟเขียวของกระแสการจราจร Link รองในการเทียบเท่าพารามิเตอร์ Split Weighting ของระบบ SCOOT ผลการวิเคราะห์และเทียบเท่าพารามิเตอร์ Stop Weighting และ Delay Weighting ของระบบ TRANSYT เป็นระบบ SCOOT แสดงดังตารางที่ 7.6

ตารางที่ 7.6 แสดงผลการเทียบเคียงพารามิเตอร์บางตัวของโปรแกรม TRANSYT กับ โปรแกรม SCOOT

พารามิเตอร์ (TRANSYT)	วิธีการ		ผลการวิเคราะห์	เทียบกับ พารามิเตอร์ SCOOT
	Link	ค่าถ่วงน้ำหนัก		
Stop Weighting	111 ในแยกทางลง 206 ในแยกวงแหวน	1,000 1,000	ทิศทางการไหลของกระแสจราจร หลักเพิ่มขึ้นและการหยุดน้อยลง	Stop Weighting
Delay Weighting	108 ในแยกทางตรงทิศที่ ไม่ใช่กระแสจราจรหลัก	1,000	ได้เวลาไฟเขียวเพิ่มขึ้น ใน Link ที่ถ่วงน้ำหนัก	Split Weighting

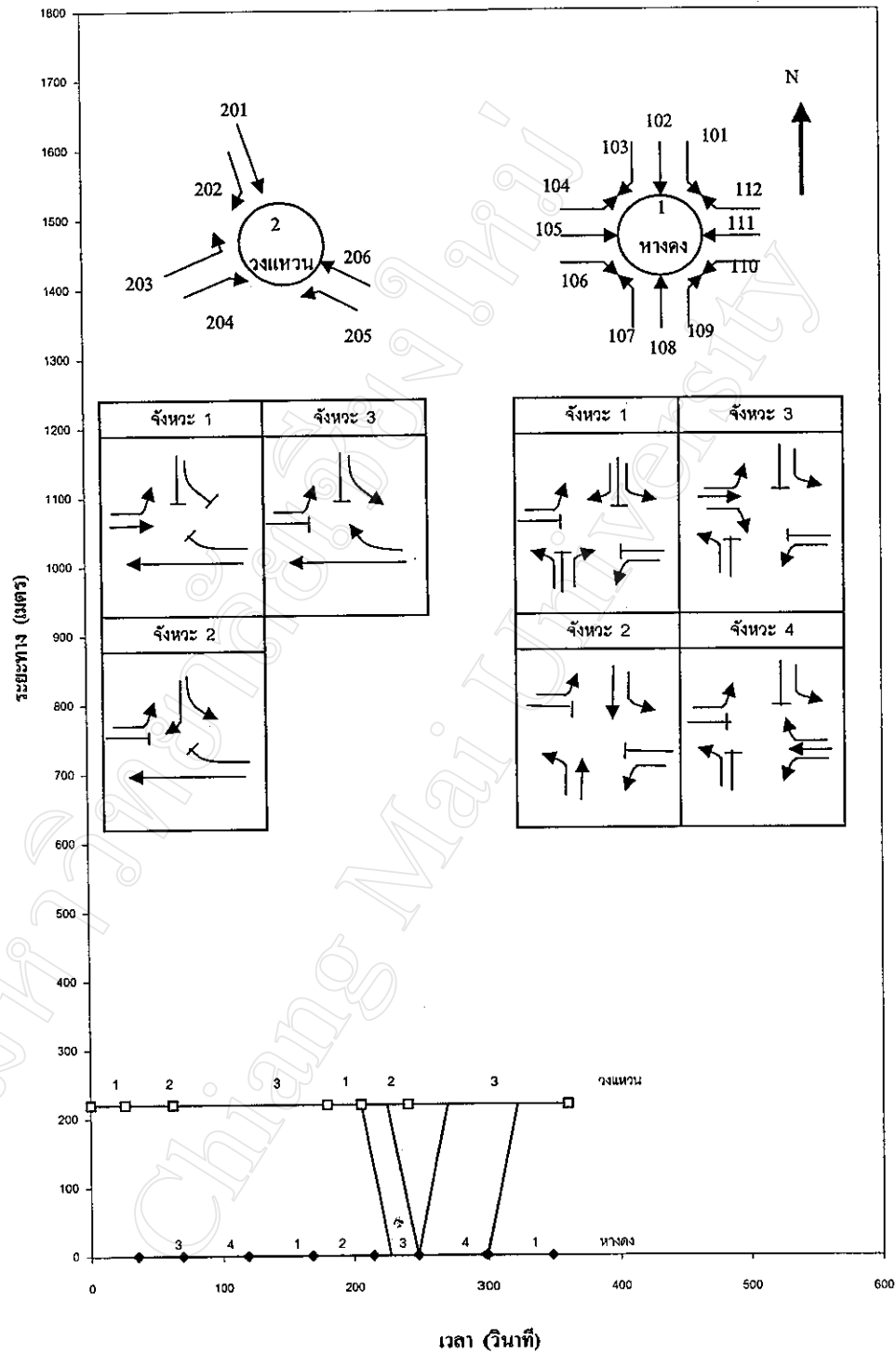
ผลของการควบคุมเป็นพื้นที่ ยังคงทำให้การจราจรในทิศทางหลักวิ่งผ่านสัมพันธ์ระหว่างทางแยกเป็นพื้นที่ยังคงใช้ได้เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 7.4 และรูปที่ 7.5

7.6 ผลการแก้ไขพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาด้วยพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT และเทียบเคียงเป็นพารามิเตอร์ ของระบบ SCOOT

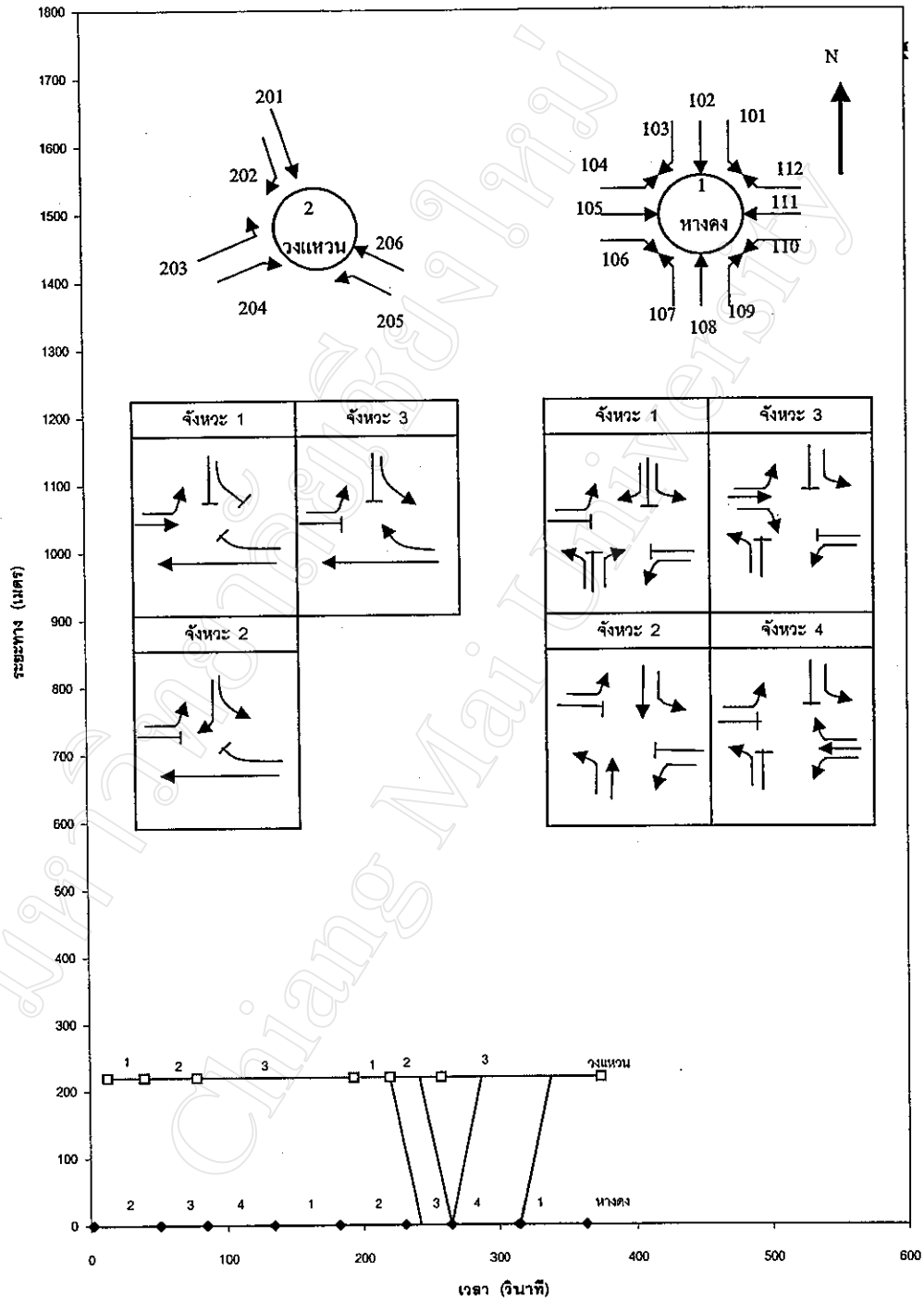
จากการนำพารามิเตอร์มาปรับแต่งพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาทั้ง 2 พื้นที่ย่อย คือ พื้นที่ย่อย AB และ พื้นที่ย่อย G เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลพารามิเตอร์ทั้ง 4 ตัว คือ Delay Weighting Stop Weighting Saturation Flow และ แมกซ์คิวพินอลดี ของ TRANSYT ไปใช้กับระบบ SCOOT ว่าควรที่จะเป็นค่าตัวใดและมีค่าพารามิเตอร์เป็นค่าเท่าไรของในระบบ SCOOT การแสดงผลการแก้ไขพื้นที่ย่อยที่มีปัญหา ทั้ง 2 พื้นที่ย่อยด้วยพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT และเทียบเคียงเป็นพารามิเตอร์ของระบบ SCOOT มีผลดังต่อไปนี้

7.6.1 ผลการแก้ไขพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาของพื้นที่ย่อย AB ด้วยพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT และเทียบเคียงเป็นพารามิเตอร์ระบบ SCOOT

จากการนำพารามิเตอร์TRANSYTมาปรับแต่งแก้ไขปัญหพื้นที่ย่อยในสภาพจำลองเพื่อที่สามารถนำไปใช้งานกับสภาพควบคุมการจราจรปัจจุบันที่เปิดใช้งานด้วยระบบSCOOT จึงได้ทำการเปรียบเทียบกับค่าที่วิเคราะห์ได้จากโปรแกรมTRANSYT เป็นค่าของระบบSCOOT เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



รูปที่ 7.4 ไดอะแกรม ระยะทาง - เวลา แสดงการเคลื่อนที่ต่อเนื่องในไฟเขียว
จากการประสานสัมพันธ์ของแยกทางดงและแยกวงแหวนในพื้นที่ย่อย G
กรณี Link 111 และ 206 มีค่า Stop Weighting เท่ากับ 1000
(1, 2, 3 และ 4 หมายถึง เวลาเริ่มต้นจังหวะ)



รูปที่ 7.5 โค้ดแตรม ระยะทาง - เวลา แสดงการเคลื่อนที่ต่อเนื่องในไฟเขียว

จากการประสานสัมพันธ์ของแยกหางดงและแยกวงแหวนในพื้นที่ย่อย G

กรณี Link 108 มีค่า Delay Weighting เท่ากับ 1000

(1, 2, 3 และ 4 หมายถึง เวลาเริ่มต้นจังหวะ)

จากการวิเคราะห์สภาพการจราจรหลังจากใช้พารามิเตอร์ที่มีความไวของ TRANSYT คือ พารามิเตอร์ Delay Weighting และ แมกซ์คิวพีนอลดี นำมาใช้แก้ปัญหาพื้นที่ย่อย AB ได้ผลการแก้ไขที่ดีได้ค่าพารามิเตอร์ออกมาและเทียบเคียงด้วยสัดส่วนเป็นพารามิเตอร์และค่าที่ใช้ของระบบ SCOOT แสดงดังตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.7 ผลการเทียบเคียงพารามิเตอร์และค่าที่ใช้ของระบบ TRANSYT กับระบบ SCOOT ของพื้นที่ย่อย AB

พารามิเตอร์ TRANSYT	เทียบเคียงกับ พารามิเตอร์ SCOOT	Link	ค่าที่ใช้ของ TRANSYT	ค่าที่ใช้ของ SCOOT	หมายเหตุ
Delay Weighting	Split Weighting	506	200	1	
		605	2,000	6	
Max Queue Penalty	Congestion Importance Factor	506	400	4	
		605	400	4	

7.6.2 ผลการแก้ไขพื้นที่ย่อยที่มีปัญหาของพื้นที่ย่อย G ด้วยพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT และเทียบเคียงเป็นพารามิเตอร์ระบบ SCOOT

จากการวิเคราะห์สภาพการจราจรหลังจากใช้พารามิเตอร์ที่มีความไวของ TRANSYT คือ พารามิเตอร์ Delay Weighting และ Max Queue Penalty ที่นำมาใช้แก้ปัญหาพื้นที่ย่อย G ได้ผลการแก้ไขที่ดีได้ค่าพารามิเตอร์ออกมาและเทียบเคียงด้วยสัดส่วนเป็นพารามิเตอร์และค่าที่ใช้ของระบบ SCOOT แสดงดังตารางที่ 7.8

ตารางที่ 7.8 ผลการเทียบเคียงพารามิเตอร์และค่าที่ใช้ของระบบ TRANSYT กับระบบ SCOOT ของพื้นที่ย่อย G

พารามิเตอร์ TRANSYT	เทียบเคียงกับ พารามิเตอร์ SCOOT	Link	ค่าที่ใช้ของ TRANSYT	ค่าที่ใช้ของ SCOOT	หมายเหตุ
Delay	Split Weighting	106	-	0	
Weighting		206	9000	6	
Max Queue	Congestion Importance	106	9000	6	
Penalty	Factor	206	9000	6	

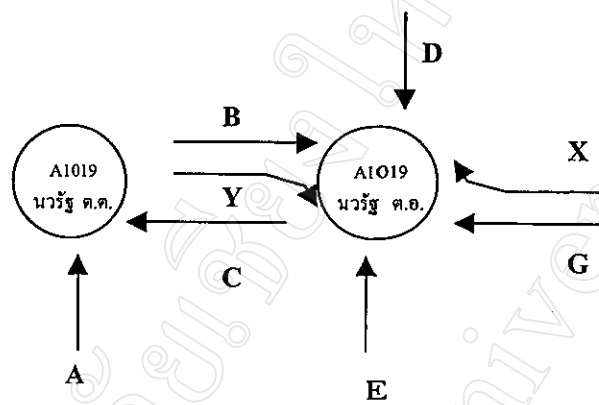
7.7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมปัจจุบันและการควบคุมตามวิธีที่นำเสนอ

เนื่องจากการควบคุมการจราจรในสภาพจริงไม่สามารถที่จะทดลองนำพารามิเตอร์ที่ใช้ปรับแต่งของวิธีการควบคุมที่นำเสนอมาประยุกต์ใช้จริงกับระบบสัญญาณไฟด้วยคอมพิวเตอร์ระบบ SCOOT ที่เปิดใช้อยู่ในปัจจุบันได้ เพราะมีการจัดการและขั้นตอนการดำเนินงานหลายขั้นตอน

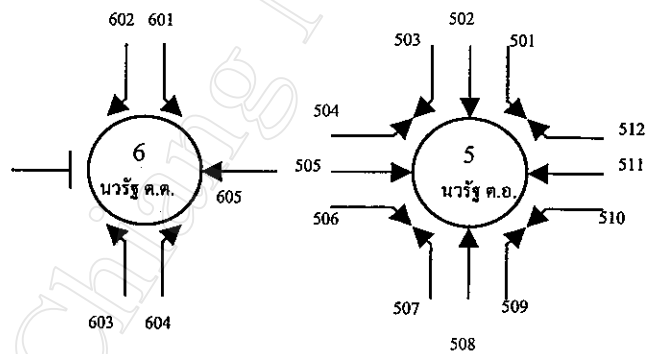
เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมปัจจุบันและการควบคุมตามวิธีที่นำเสนอ ได้อาศัยการเปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ซึ่งได้ดำเนินการโดยนำผลของพารามิเตอร์ที่ได้จากการศึกษา และที่ใช้ในปัจจุบันของระบบ SCOOT มาประยุกต์ในโปรแกรม TRANSYT และเปรียบเทียบสภาพการควบคุมด้วยตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพบางตัว เช่น ค่าความยาวคิว ค่า Degree of Saturation และค่าดัชนี PI. ของพื้นที่ย่อยเป็นต้น

7.7.1 สภาพการควบคุมปัจจุบัน พื้นที่ย่อย AB ของระบบ SCOOT และการเทียบค่าเป็นพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT

สภาพการควบคุมการจราจรแบบปัจจุบันพื้นที่ย่อย AB ของระบบ SCOOT มีการปรับแต่งพารามิเตอร์ในบาง Link ของทางแยก นวรัฐตะวันตก และ นวรัฐตะวันออก (พื้นที่ย่อย AB) รูปแบบจำลอง Link และทางแยก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์จากสภาพปัจจุบัน รูปแบบของ SCOOT เพื่อนำไปเทียบค่าแบบที่นำเสนอ รูปแบบของ TRANSYT แสดงดังรูป 7.6



รูปจำลอง Node และ Link ในระบบ SCOOT



รูปจำลอง Node และ Link ในระบบ TRANSYT

รูปที่ 7.6 แสดงรูปจำลอง Node และ Link ของพื้นที่ย่อย AB
ในระบบ SCOOT และระบบ TRANSYT

พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ปรับแต่งการควบคุมสภาพการจราจรของพื้นที่ย่อย AB ของระบบ SCOOT ปัจจุบันประกอบด้วย คอนเจสชันอิมพอร์ทเทนแฟกเตอร์ และ Stop Weighting นำมาเทียบค่าด้วยสัดส่วนเป็นระบบ TRANSYT เพื่อไปวิเคราะห์เปรียบกับแบบที่นำเสนอได้เป็นพารามิเตอร์ และ ค่าต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 7.9

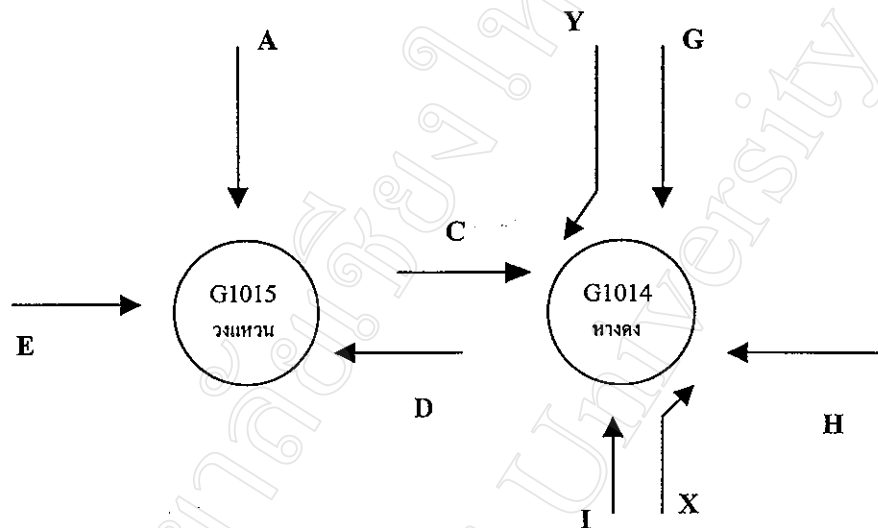
ตารางที่ 7.9 การเทียบค่าของ Link พารามิเตอร์จากระบบ SCOOT เป็นระบบ TRANSYT ของพื้นที่ย่อย AB

ทางแยก	Link		พารามิเตอร์			
	SCOOT	TRANSYT	Congestion Importance Factor	Max Queue Penalty	Offset Weighting	Stop Weighting
			SCOOT	TRANSYT	SCOOT	TRANSYT
นพรัตน์วันออก	D	502	2	2856	-	-
	D	503	2	2856	-	-
	B	505	4	5713	80	7799
	E	508	2	2856	-	-
	E	509	2	2856	-	-
	G	511	7	9999	-	-
นพรัตน์วันตก	A	604	3	4285	-	-
	C	605	4	5713	80	7799

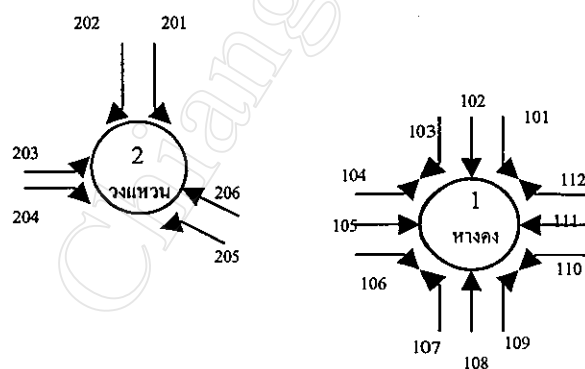
7.7.2 สภาพการควบคุมปัจจุบันพื้นที่ย่อย G ของระบบ SCOOT และการเทียบค่าเป็นพารามิเตอร์ของระบบ TRANSYT

สภาพการควบคุมการจราจรในปัจจุบันของพื้นที่ย่อย G ด้วยระบบ SCOOT มีการปรับแต่งพารามิเตอร์บางตัวของ Link ของทางแยกทางตรงและวงแหวน การแสดงรูปแบบจำลอง Link และทางแยกของทางแยกทางตรงและวงแหวนในรูปแบบ SCOOT เพื่อนำไปเทียบค่ารูปแบบจำลอง Link และทางแยกของทางแยกในรูปแบบ TRANSYT แสดงดังรูป 7.7

การเทียบ Link และทางแยกของทางแยกทางตรงและวงแหวนจาก SCOOT นำไปจำลองรูปแบบของ TRANSYT โดยการใส่ค่าพารามิเตอร์ของ Link และ ทางแยกที่เทียบด้วยสัดส่วนกันได้



รูปจำลอง Node และ Link ในระบบ SCOOT



รูปจำลอง Node และ Link ในระบบ TRANSYT

รูปที่ 7.7 แสดงรูปจำลอง Node และ Link ของพื้นที่ย่อย G
ในระบบ SCOOT และระบบ TRANSYT

แล้วของระบบSCOOTเป็นพารามิเตอร์ของระบบTRANSYT ผลการเทียบค่าพื้นที่ที่ย่อย G จากระบบ SCOOTเป็นระบบTRANSYT แสดงดังตารางที่ 7.10

ตารางที่ 7.10 การเทียบค่าของ Link พารามิเตอร์จากระบบ SCOOT เป็นระบบ TRANSYT ของพื้นที่ย่อย G

ทางแยก	Link		พารามิเตอร์			
	SCOOT	TRANSYT	Congestion Importance Factor	Max Queue Penalty	Offset Weighting	Stop Weighting
			SCOOT	TRANSYT	SCOOT	TRANSYT
ทางดง (14)	D	102	1	1428	-	-
	C	105	3	4285	-	-
	C	106	3	4285	-	-
	I	108	1	1428	-	-
	X	109	7	9999	-	-
	H	111	1	1428	-	-
	H	112	1	1428	-	-
วงแหวน (15)	A	201	1	1428	-	-
	A	202	1	1428	-	-
	E	204	5	71472	-	-

7.8 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการควบคุมปัจจุบันและการควบคุมตามวิธีที่นำเสนอ

เมื่อนำการจำลองรูปแบบการจราจรรวมทั้งพารามิเตอร์ของพื้นที่ย่อย AB และ G ของระบบ SCOOT เปิดให้อยู่ในสภาพปัจจุบันไปเทียบค่าเป็นการจำลองรูปแบบการจราจรของระบบ TRANSYT ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TRANSYT ทำให้ทราบว่า การควบคุมการจราจรแบบปัจจุบันเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรูปแบบการควบคุมที่นำเสนอจะให้สภาพการควบคุมที่ดีน้อยกว่า มีปัญหาของความยาวคิวของทางแยกที่ติดกันมาถึงทางแยกข้างเคียง ทั้ง 2 พื้นที่ย่อย เช่น พื้นที่ย่อย G Link 106 ของทางแยกทางดงคิวยาวจนถึงทางแยกวงแหวนและมีค่า Degree of Saturation เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าที่ใช้ควบคุมปกติ ที่มีค่าประมาณ 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ย่อย Link 506 ของทางแยกนวัตรตะวันตกคิวยาวไปถึงทางแยกนวัตรตะวันตก และมีค่า Degree of

Saturation เท่ากับ 372 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าค่าที่ใช้ควบคุมปกติที่มีค่าประมาณ 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์

ผลการสภาพการควบคุมการจราจรของพื้นที่ย่อย AB และ G แบบ ปัจจุบันและการควบคุมตามวิธีที่นำเสนอ ดังตารางที่ 7.11

ตารางที่ 7.11 ผลการเปรียบเทียบสภาพการควบคุมการจราจรของพื้นที่ย่อย AB และพื้นที่ย่อย G แบบปัจจุบันและการควบคุมตามวิธีที่นำเสนอ

พื้นที่ย่อย	ทางแยก	Link	ความยาวคิว		Degree of Saturation		หมายเหตุ
			ปัจจุบัน	นำเสนอ	ปัจจุบัน	นำเสนอ	
AB	นพรัตน์ตะวันออก	506	149	27	372	101	ดัชนี PI. ปัจจุบันเท่ากับ 8763.0
	นพรัตน์ตะวันตก	605	22	30	45	48	ดัชนี PI. นำเสนอเท่ากับ 766.4
G	ทางดง	106	31	18	100	82	ดัชนี PI. ปัจจุบันเท่ากับ 3498.3
	วงแหวน	206	44	27	74	56	ดัชนี PI. นำเสนอเท่ากับ 778.3