บรรณานุกรม

ฆนิศา รุ่งแจ้ง. (2544). **โปรแกรมการออกแบบสัญญาณไฟสำหรับทางแยกสามขา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทรัตน์ กิ่งแสง. (2553). **บทที่ 10 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

ชโยธิต และคณะ. (2553). **การใช้วงเวียนเพื่อควบคุมการจราจรในประเทศไทย.** สงขลา: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทวีศักดิ์ นาคม่วง. (2547). **ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ(Decision Support Systems).** ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2552, จาก http://www.sirikitdam.egat.com/WEB MIS/107/index.html

ธงชัย กล่ำจตุรงค์. (2543). **การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจร.** กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประหยัด สุพะกำ. (2549). **ตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการควบคุมสัญญาณไฟจราจร.** รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน. (2549). **การศึกษาโครงการสำรวจข้อมูลด้านการขนส่งและจราจรเพื่อจัดทำแผนแม่บทในเมืองภูมิภาค: จังหวัดกาฬสินธุ์.** ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2550). **การศึกษาโครงการสำรวจข้อมูลด้านการขนส่งและจราจรเพื่อจัดทำแผนแม่บทในเมืองภูมิภาค: จังหวัดมหาสารคาม.** ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักการจราจรและการขนส่ง. (2537). **รายการมาตรฐานการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจร.** กรุงเทพฯ: กองการจราจร.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2547). **คู่มือและมาตรฐานสัญญาณไฟจราจร.** เล่มที่3. กรุงเทพฯ: กระทรวงคมนาคม

_____. 2547. **มาตรฐานความปลอดภัยการจราจรและการขนส่ง.** กรุงเทพฯ: กระทรวงคมนาคม

สิริวิมล จันทรา และ อิงอร เพ็ญภาคสกุล. (2549). **การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองทางสถิติเพื่อกำหนดสัญญาณไฟจราจร.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

AASHTO. (2001). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book).** 4th ed. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AUSTROADS. (1993). **Guide to Traffic Engineering Practice: Part 6 – Roundabouts.** Sydney: AUSTROADS National Office.

Chan et. All., (1989). **Volume Delay Relationship at Four Way Stop Controlled Intersections: A Response Surface Model.** Washington DC: Institute of Transportation Engineer.

Federal Highway Administration. (1983). **Traffic Control Devices Handbook: Stop and Yield Sign Control.** [n.p]: US DOT.

_____. (2000). **Manual on Uniform Traffic Control Devices.** U.S.A.: Department of Transportation.

_____. (2003). **Manual on Uniform Traffic Control Devices.** U.S.A.: Department of Transportation.

_____. (2007). **Unsignalized Intersection Safety Strategies.** U.S.A.: Department of Transportation.

_____. (2008). **Traffic Signal Timing Manual.** U.S.A.: Department of Transportation.

_____. (2007). **Florida Intersection Design Guide.** Retrieved July 23, 2009, from http://www.dot.state.fl.us/rddesign/FIDG-Manual/FIDG2007.pdf

Homburger et al. (1996). Fundamentals of traffic engineering. **Institute of Transportation Studies.** USA.: University of California Berkeley.

J. S. Linkenhild et al. (1992). Knowledge – Based System for Design of Signalized Intersections. American Society of Civil Engineers. **Journal of Transportation Engineering, 118(2).**

Jeffrey W. Buckholz. (2002). Choosing Intersection Control. International Municipal Signal Association. **Journal Florida, 1.**

Michael Kyte and Joseph Marek. (1989). Collecting Traffic Data at All-Way Stop Controlled Intersections. **ITE Journal, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley, 2(1).**

Microsoft Thailand. (2010). **Visual Studio 2010.** Retrieved July 23, 2009, From http://www.microsoft.com/thailand /visualstudio/ about_product.aspx

Minnesota Department of Transportation. (1998). **Minnesota Manual on Uniform Traffic Control Device.** U.S.: Department of Transportation.

Oregon Department of Transportation Salem. (1997). **Intersection Sight Distance.** Transportation Research Institute. [n.p.]: Oregon State University Corvallis.

Parker, C. and Case, T. (1993). **Management Information Systems: Strategy and Action.** New York: McGraw-Hill.

Roess et. All. (2004). **Traffic Engineering.** Third Edition. New Jersey, USA.: Pearson Prentice Hall, Pearson Education.

State University of New York Institute of Technology. (2007). **Intersection control.** Retrieved July 23, 2009, from https://people.sunyit.edu/~wolfea/CTC-340/Intersection%20Control.ppt#256,1,Intersection Control

Transportation Research Board. (2000). **Highway Capacity Manual.** Washington, DC: [n.p].

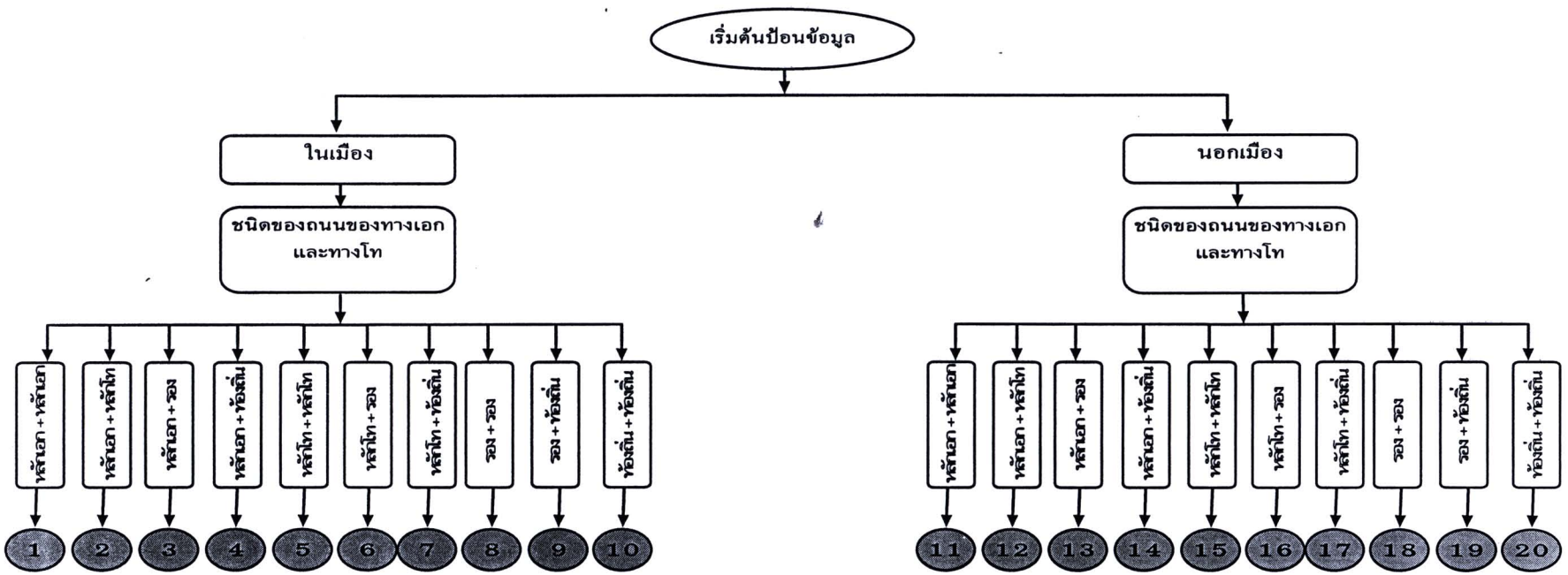
W. Martin Bretherton. (2009). **Multi-way Stops - The Research Shows the MUTCD is Correct.** Retrieved July 23, 2010, from http://troymi.gov/trafficengineering/multiway.htm

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สายทางการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกย่อย

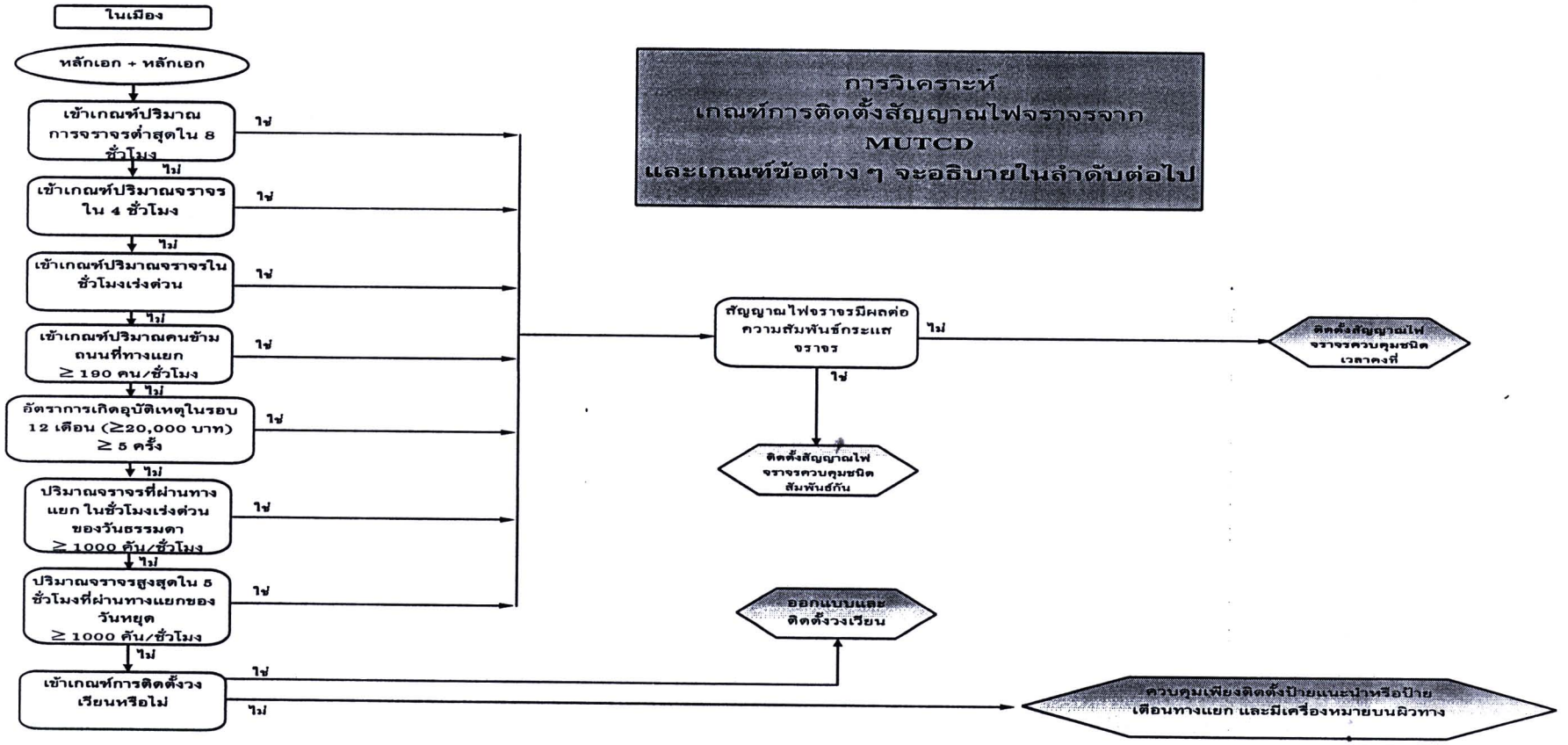
จากสายทางการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกอย่างเหมาะสมจากบทที่ 4 ได้อธิบายการวิเคราะห์ทั้งหมด 20 สายทาง แต่ในแต่ละสายทางยังมีการวิเคราะห์ภายในซึ่งแต่ละจุดของการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาเป็นระบบ DSIC นั้นจะต้องมีความละเอียดในแต่ละสายทาง ดังนั้น เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้อธิบายการวิเคราะห์เพิ่มเติมในแต่ละจุดในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้ผู้สนใจและผู้ใช้งานได้เข้าใจหลักการทำงานของระบบดียิ่งขึ้น โดยสามารถขยายการอธิบายสายทางการเลือกภายในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เริ่มต้นจากการแบ่งสายทางการแบ่งตำแหน่งและชนิดถนนที่ตัดกันของทางแยกโดยแบ่งเป็น 20 สายทางการวิเคราะห์ ดังภาพที่ ก-1



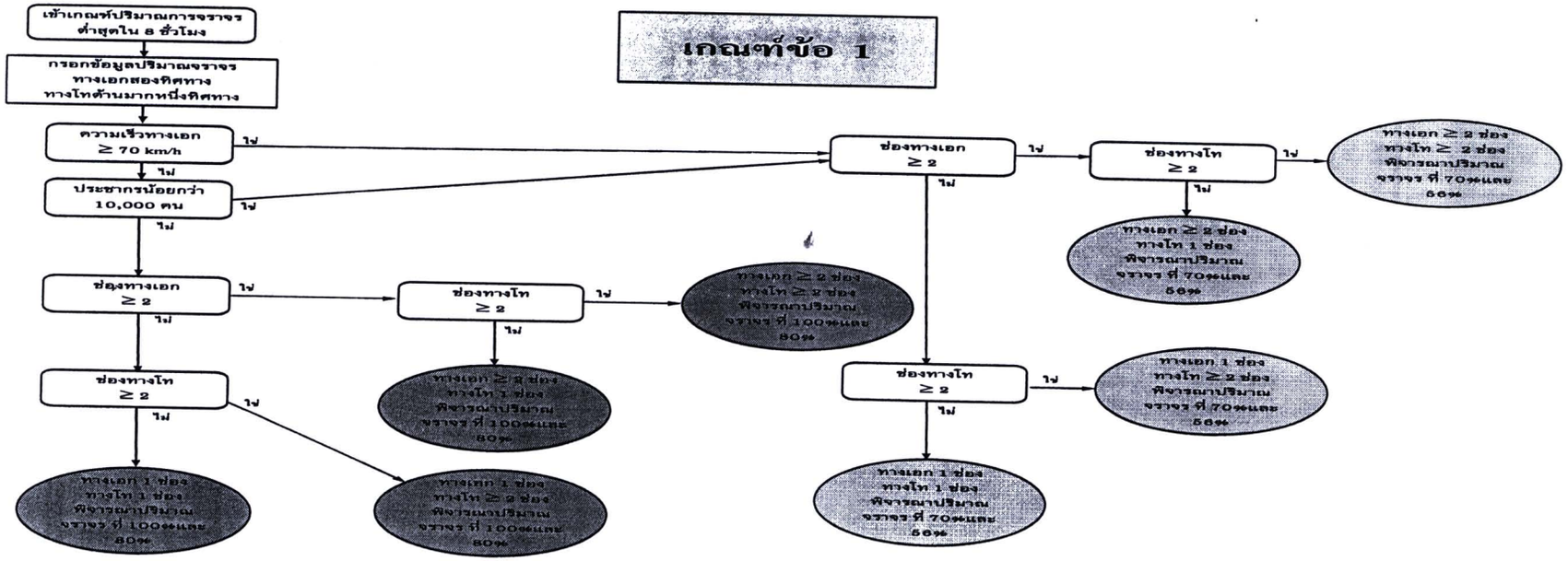
ภาพที่ ก-1 แผนภาพการวิเคราะห์โดยแยกตำแหน่งที่ตั้งทางแยกและชนิดถนนทางเอกและทางโท

จากสายทางการวิเคราะห์การเลือกวิธีการวิเคราะห์การควบคุมการจราจรที่ทางแยก อธิบายตัวอย่างสายทางการเข้าเกณฑ์การวิเคราะห์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจาก MUTCD ได้จากภาพที่ ก – 2 ซึ่งเกณฑ์ต่าง ๆ ตามสายทางสามารถอธิบายได้ในลำดับต่อไป

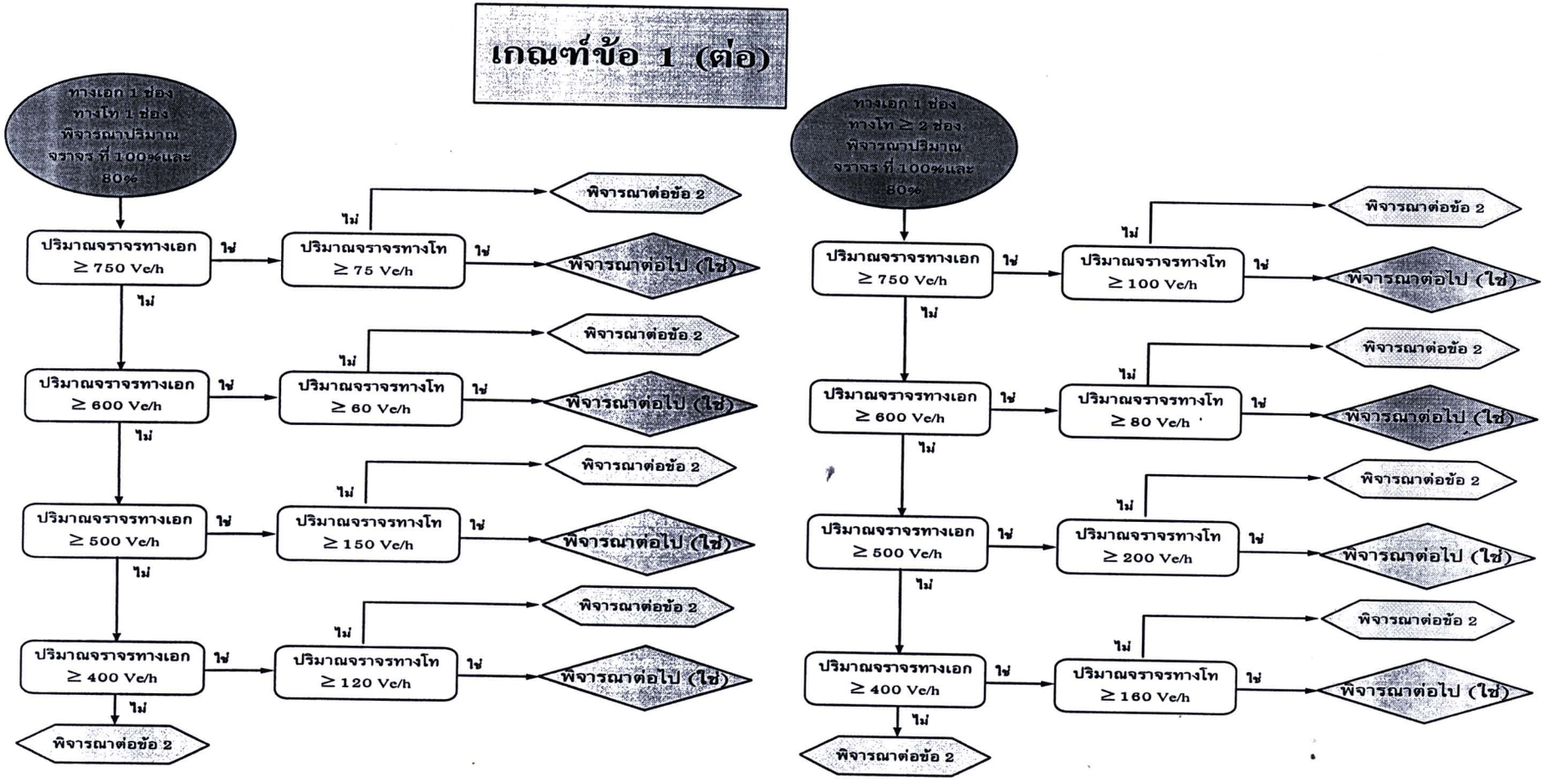


ภาพที่ ก-2 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD

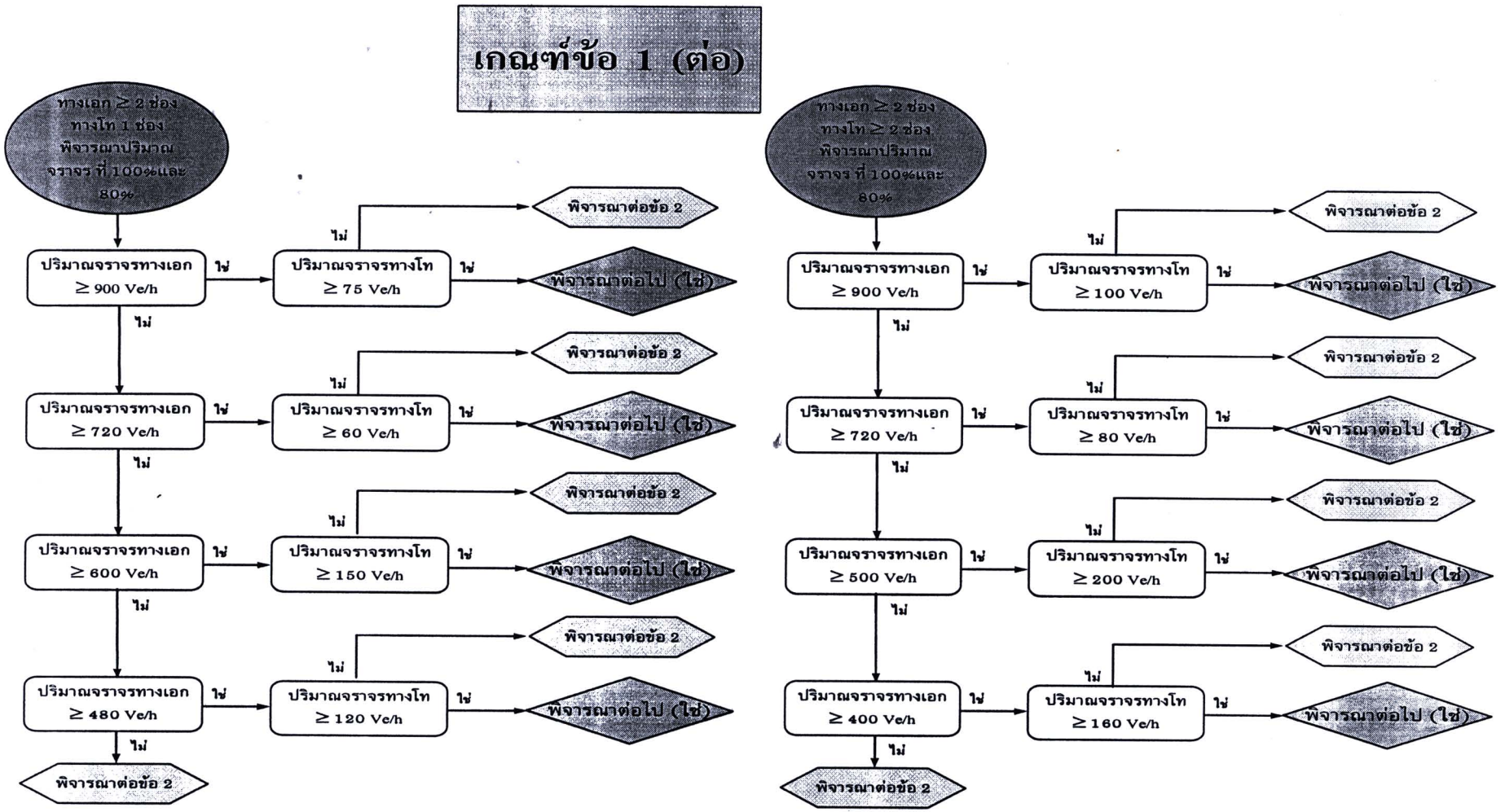
จากเกณฑ์ข้อที่ 1 การเข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง โดยสิ่งที่มีผลต่อการวิเคราะห์ คือ ปริมาณจราจรของทางเอกรวมสองทิศทางและทางโทด้านมากทิศทางเดียว ใน 8 ชั่วโมงของวันปกติ ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานในทางเอก ย่านทางแยกอยู่ในชุมชนหรือไม่โดยดูจากปริมาณประชากรในบริเวณทางแยกนั้น และ จำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทที่ตัดกันเป็นทางแยก สามารถอธิบายเป็นแผนภาพดังภาพที่ ก-3 และจากจำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทการเชื่อมความสัมพันธ์ของช่องและปริมาณจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมงเพื่อวิเคราะห์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสามารถอธิบายแผนภาพเพิ่มเติมจากเกณฑ์ดังกล่าวได้ดังภาพที่ ก-4 ภาพที่ ก-5 และ ก-6 ดังนี้



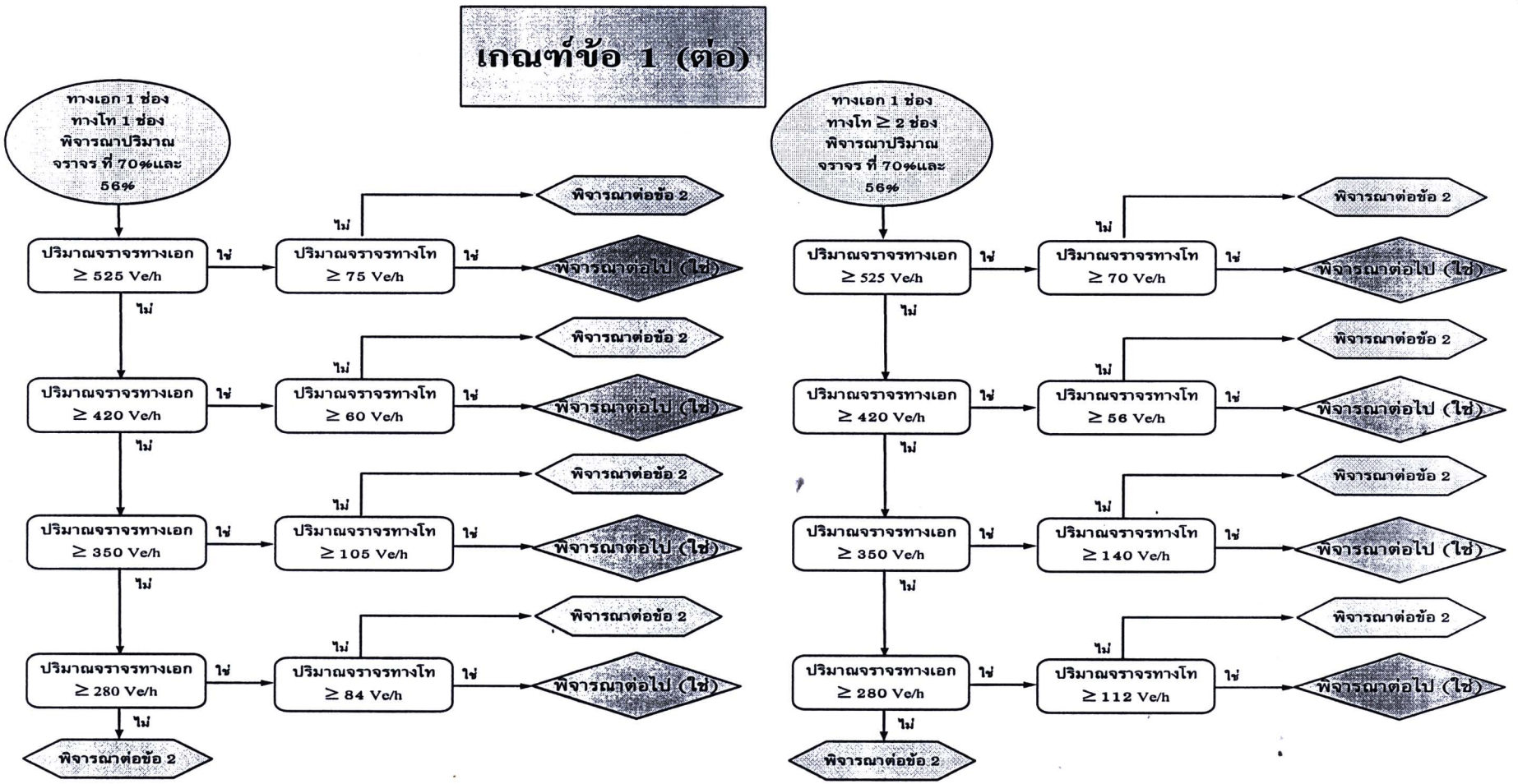
ภาพที่ ก-3 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 1



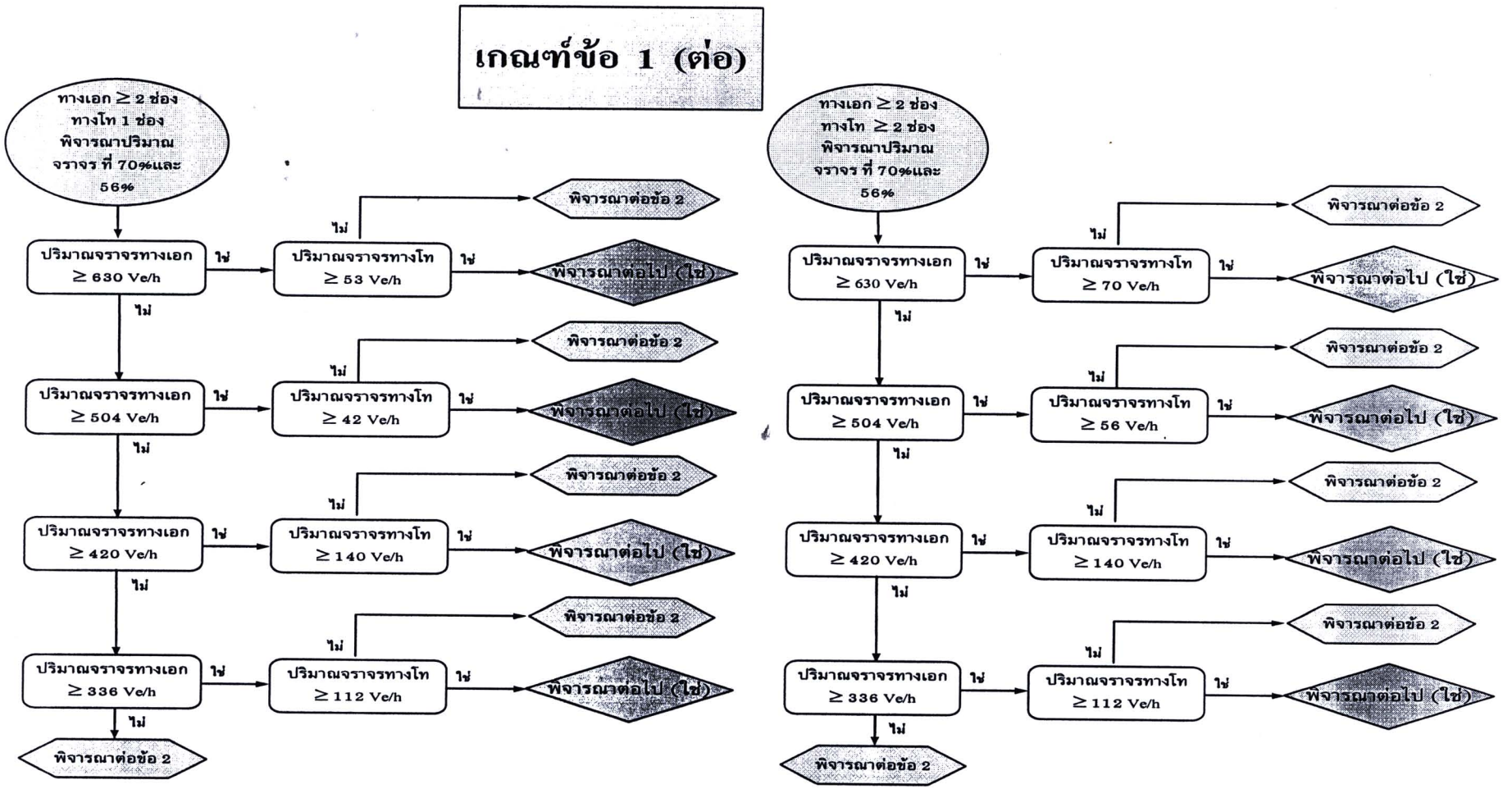
ภาพที่ ก-3 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 1 (ต่อ)



ภาพที่ ก-4 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 1 (ต่อ)

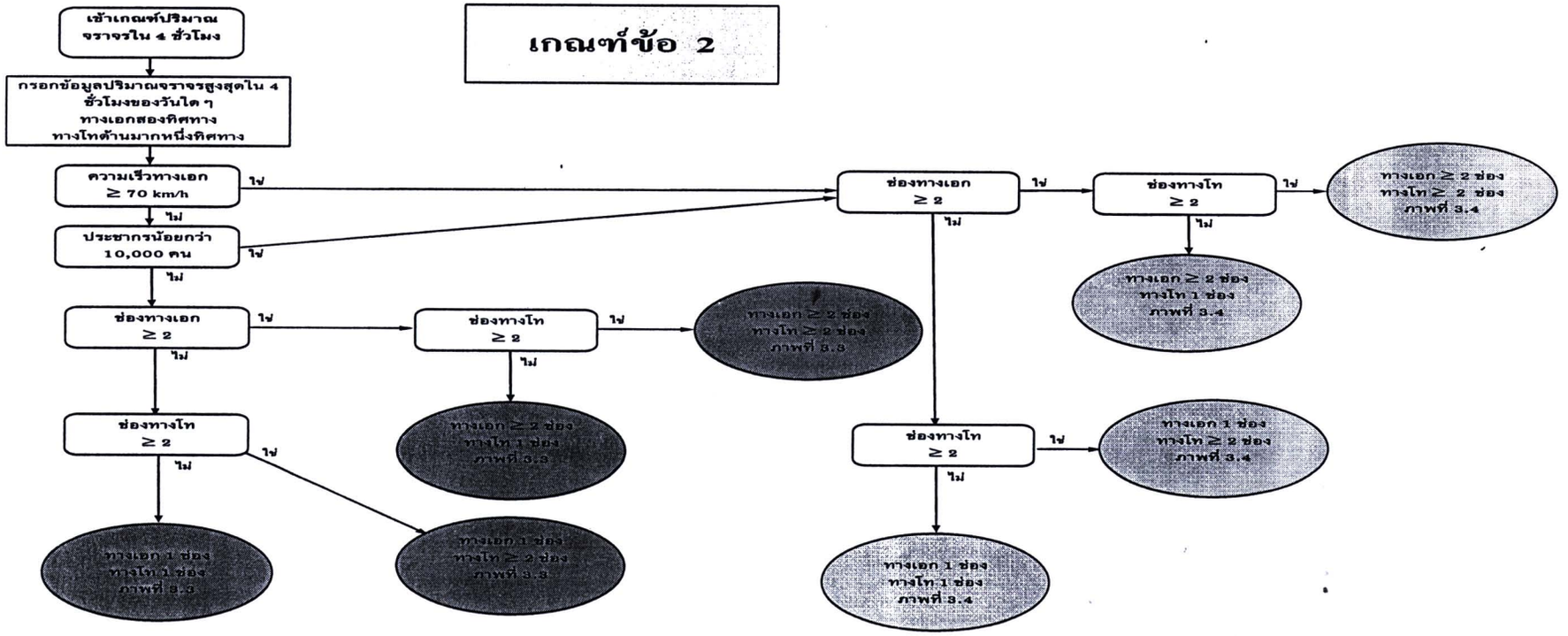


ภาพที่ ก-5 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 1 (ต่อ)

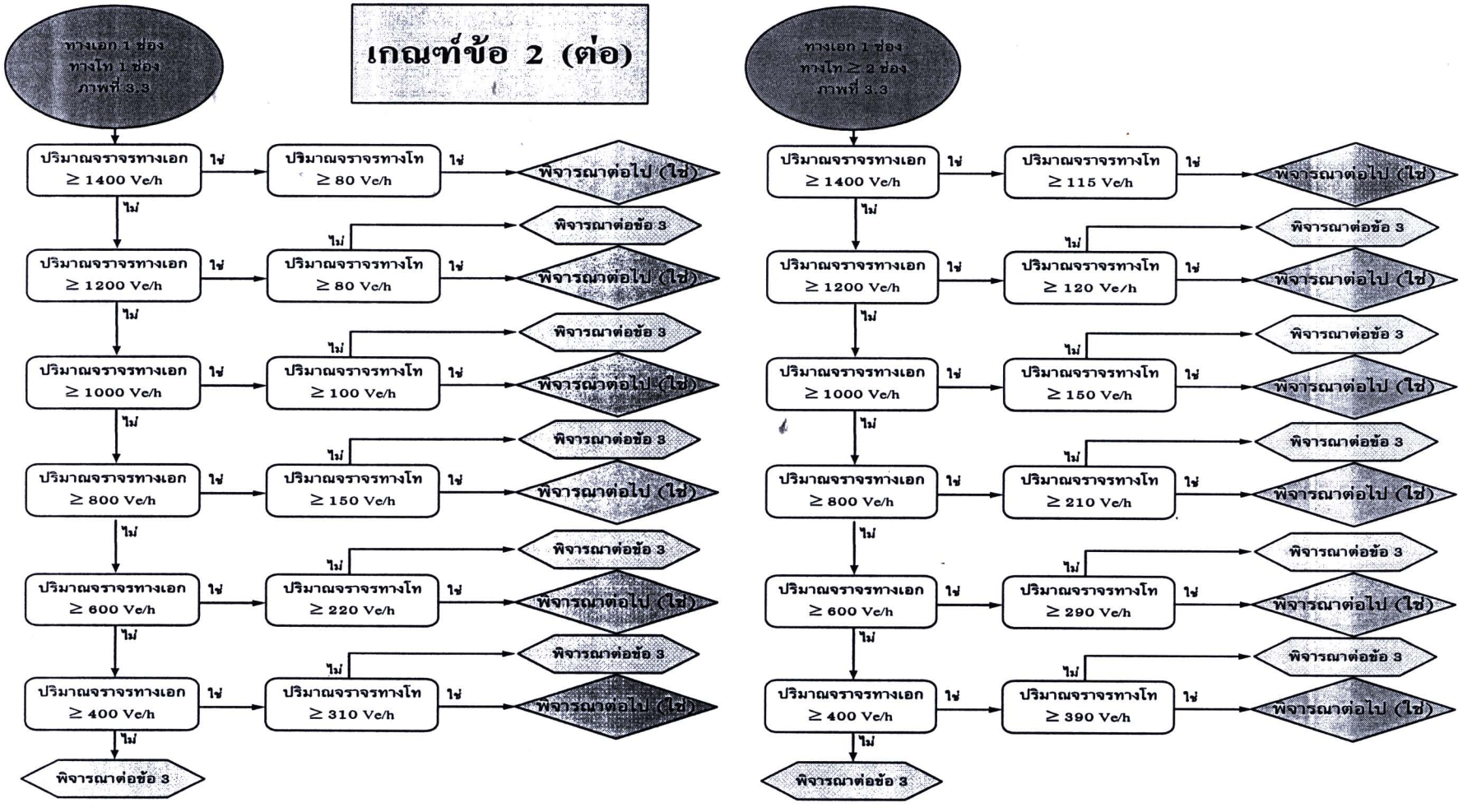


ภาพที่ ก-6 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 1 (ต่อ)

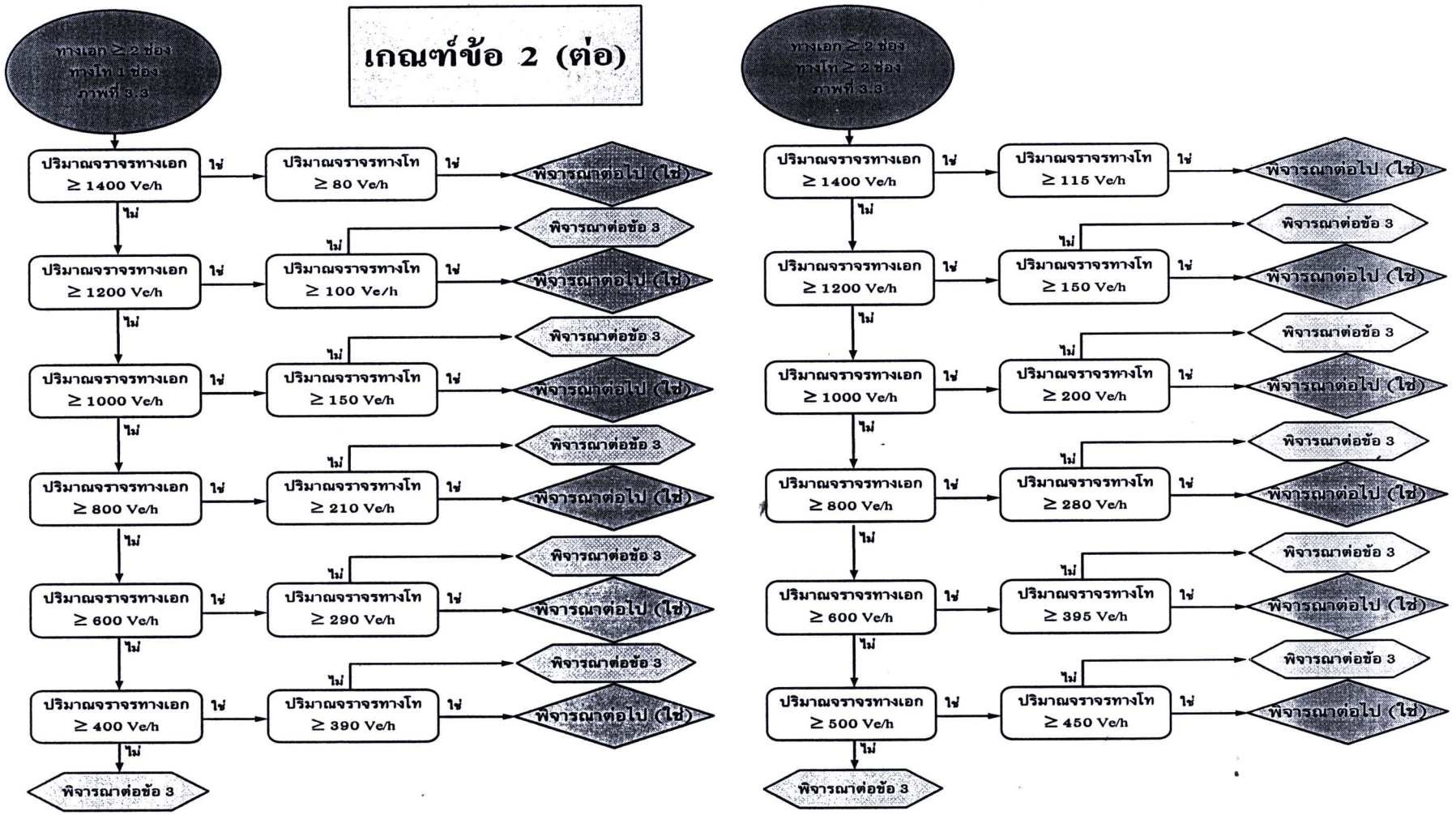
จากเกณฑ์ข้อที่ 2 การเข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง โดยสิ่งที่มีผลต่อการวิเคราะห์ คือ ปริมาณจราจรสูงสุดของทางเอกรวมสองทิศทาง และทางโทด้านมากทิศทางเดียว ใน 4 ชั่วโมงของวันใด ๆ ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานในทางเอก ย่านทางแยกอยู่ในชุมชนหรือไม่โดยดูจากปริมาณประชากรในบริเวณทางแยกนั้น และ จำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทที่ตัดกันเป็นทางแยก สามารถอธิบายเป็นแผนภาพดังภาพที่ ก-7 และจากจำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทการเชื่อมความสัมพันธ์ของช่องและปริมาณจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมงเพื่อวิเคราะห์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสามารถอธิบายแผนภาพเพิ่มเติมจากเกณฑ์ดังกล่าวได้ดังภาพที่ ก-8 ภาพที่ ก-9 ภาพที่ ก-10 และ ก-11 ดังนี้



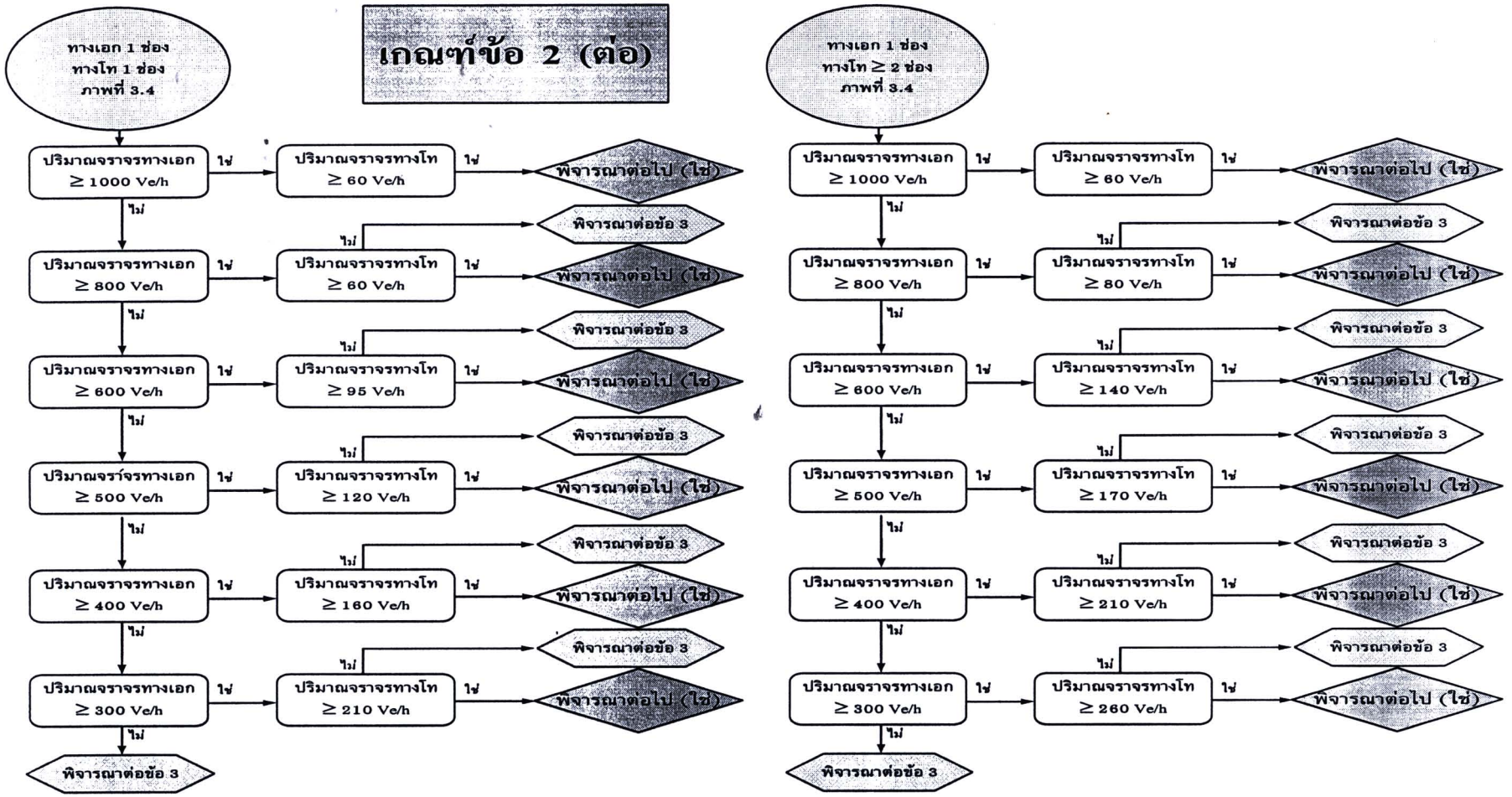
ภาพที่ ก-7 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 2



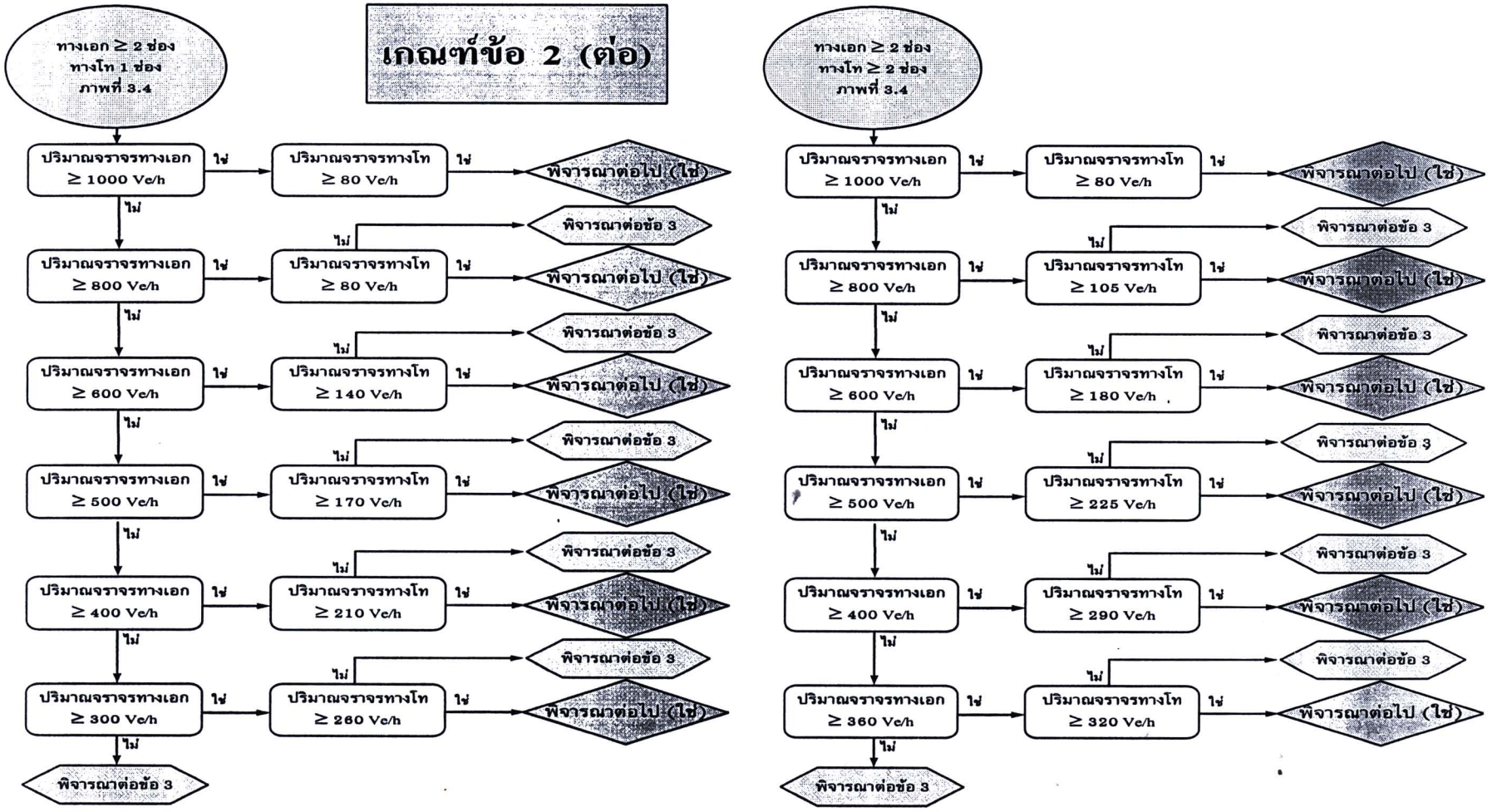
ภาพที่ ก-8 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 2 (ต่อ)



ภาพที่ ก-9 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 2 (ต่อ)

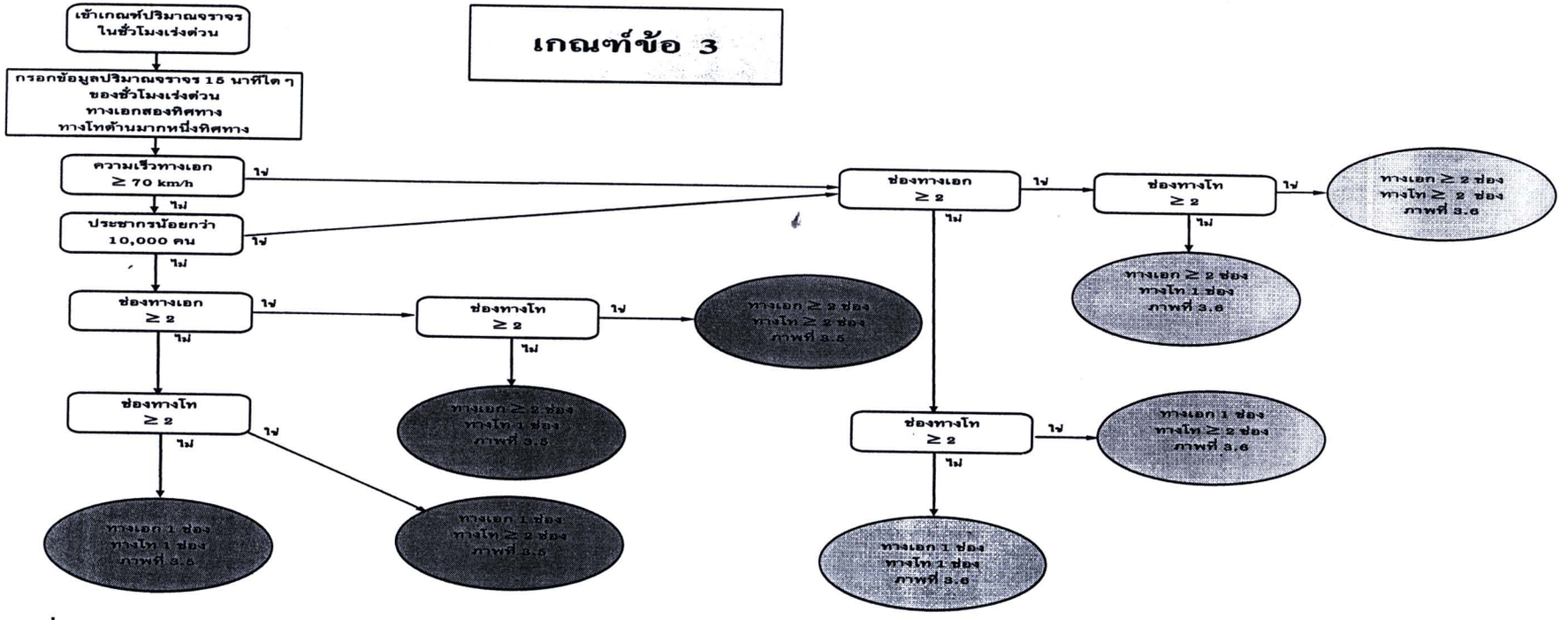


ภาพที่ ก-10 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 2 (ต่อ)

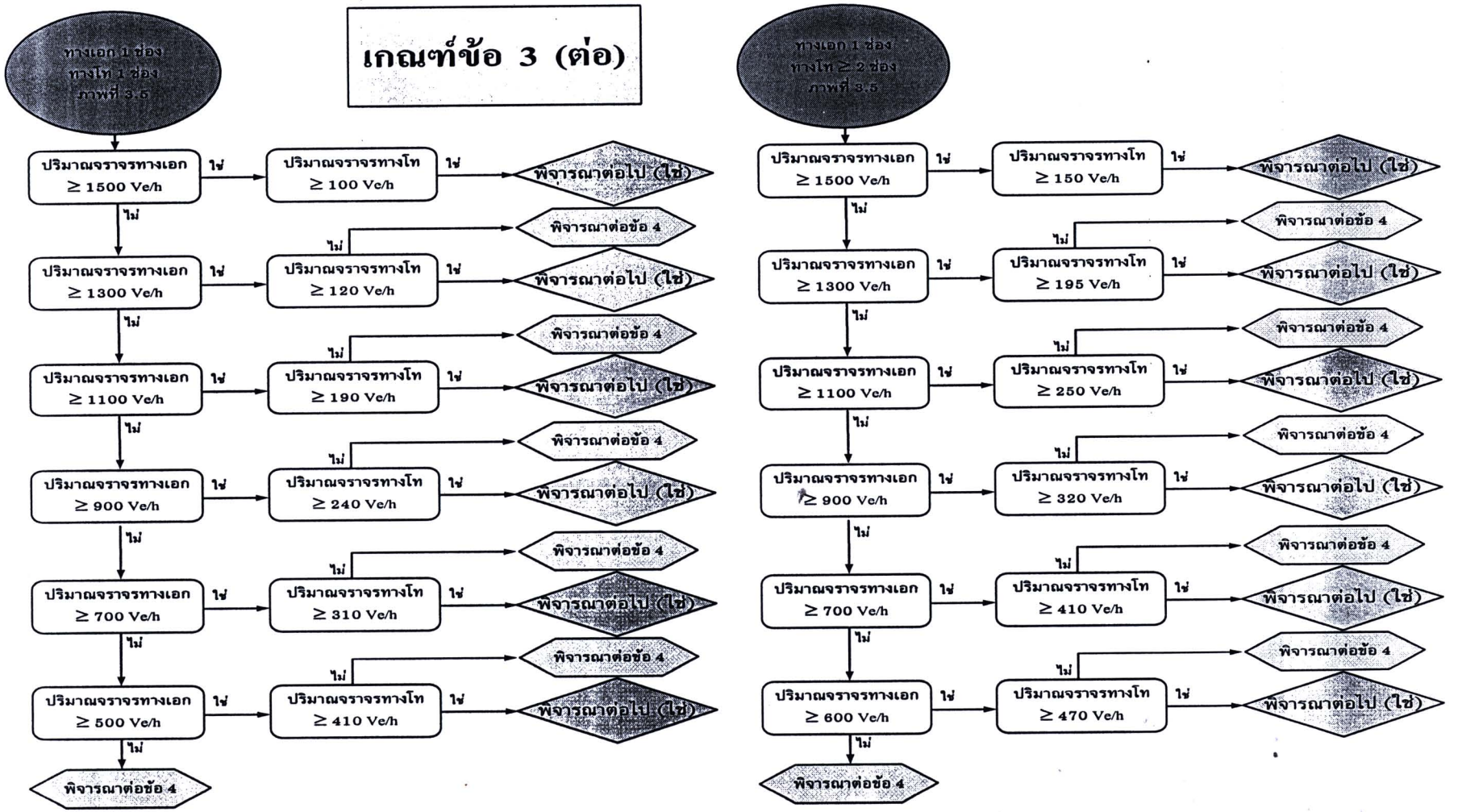


ภาพที่ ก-11 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 2 (ต่อ)

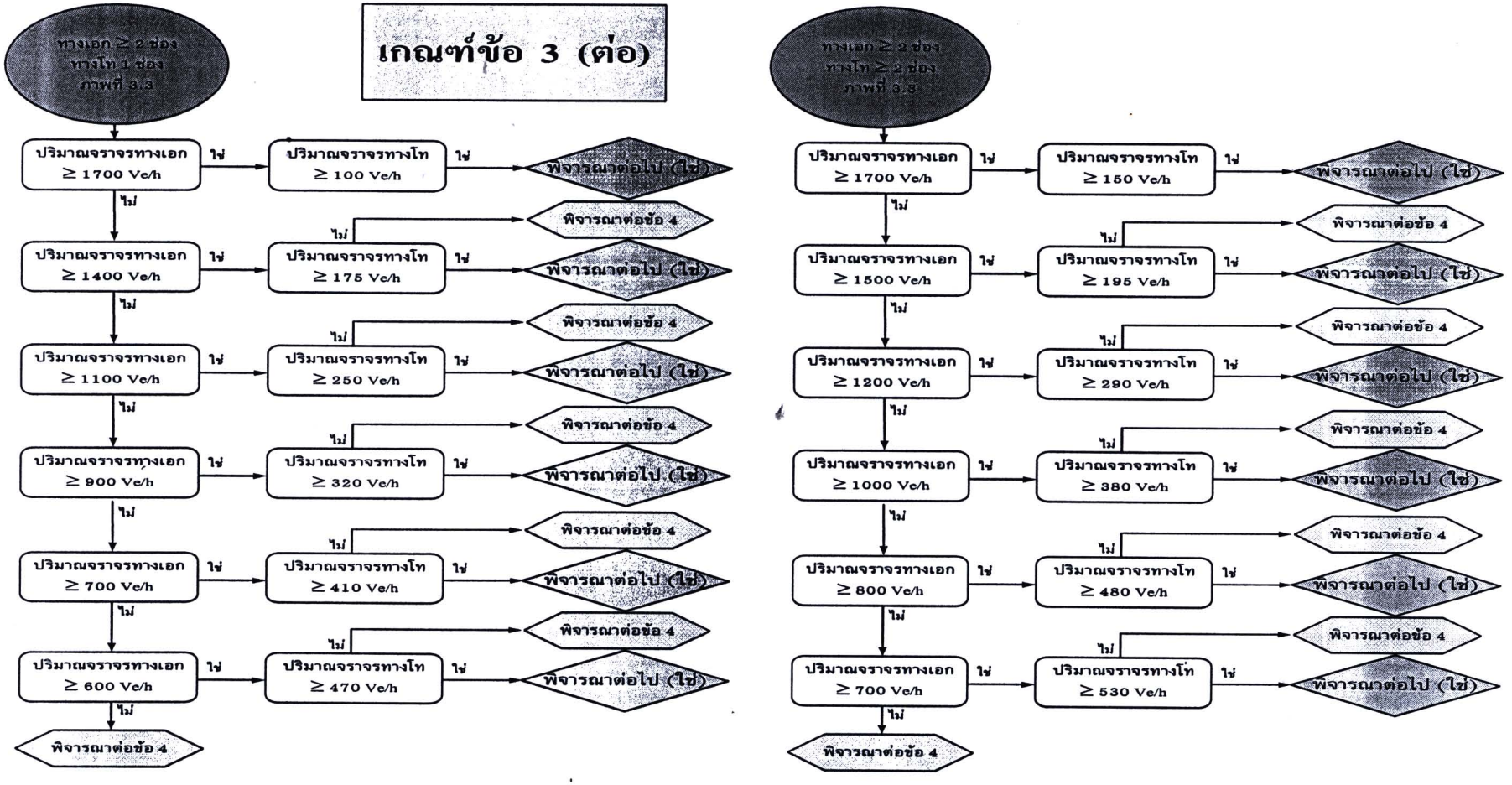
จากเกณฑ์ข้อที่ 3 การเข้าเกณฑ์ปริมาณจราจร 15 นาทีใด ๆ ของชั่วโมงเร่งด่วนของทางเอกรวมสองทิศทางและทางโทด้านมากทิศทางเดียว โดยสิ่งที่มีผลต่อการวิเคราะห์ คือ ปริมาณจราจร 15 นาทีใด ๆ ของชั่วโมงเร่งด่วน ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานในทางเอก ย่านทางแยกอยู่ในชุมชนหรือไม่โดยดูจากปริมาณประชากรในบริเวณทางแยกนั้น และ จำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทที่ตัดกันเป็นทางแยก สามารถอธิบายเป็นแผนภาพดังภาพที่ ก-12 และจากจำนวนช่องจราจรในทางเอกและทางโทการเชื่อมความสัมพันธ์ของช่องและปริมาณจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมงเพื่อวิเคราะห์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร สามารถอธิบายแผนภาพเพิ่มเติมจากเกณฑ์ดังกล่าวได้ดังภาพที่ ก-13 ภาพที่ ก-14 ภาพที่ ก-15 และ ก-16 ดังนี้



ภาพที่ ก-12 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 3

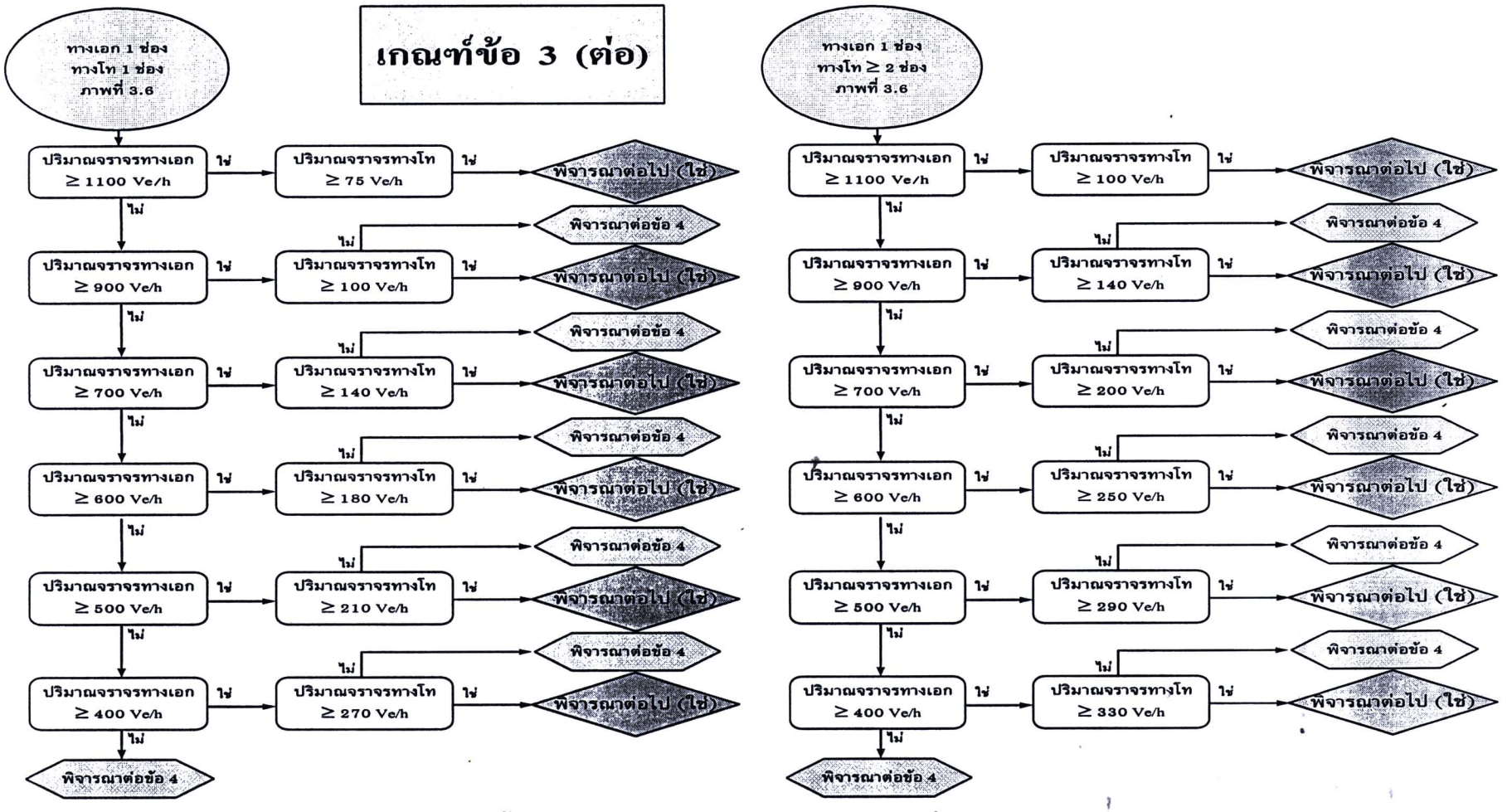


ภาพที่ ก-13 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 3 (ต่อ)

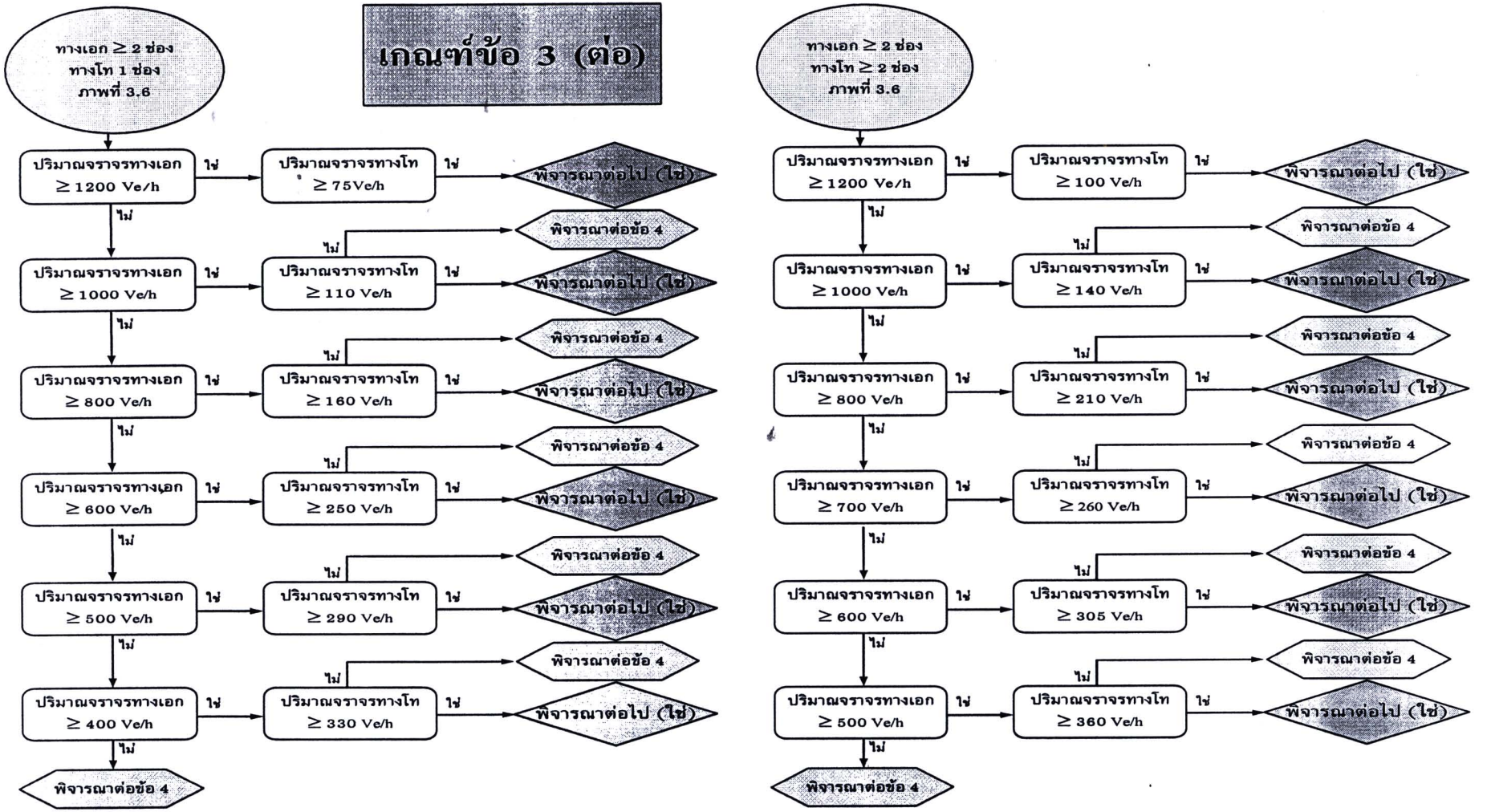


ภาพที่ ก-14 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 3 (ต่อ)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

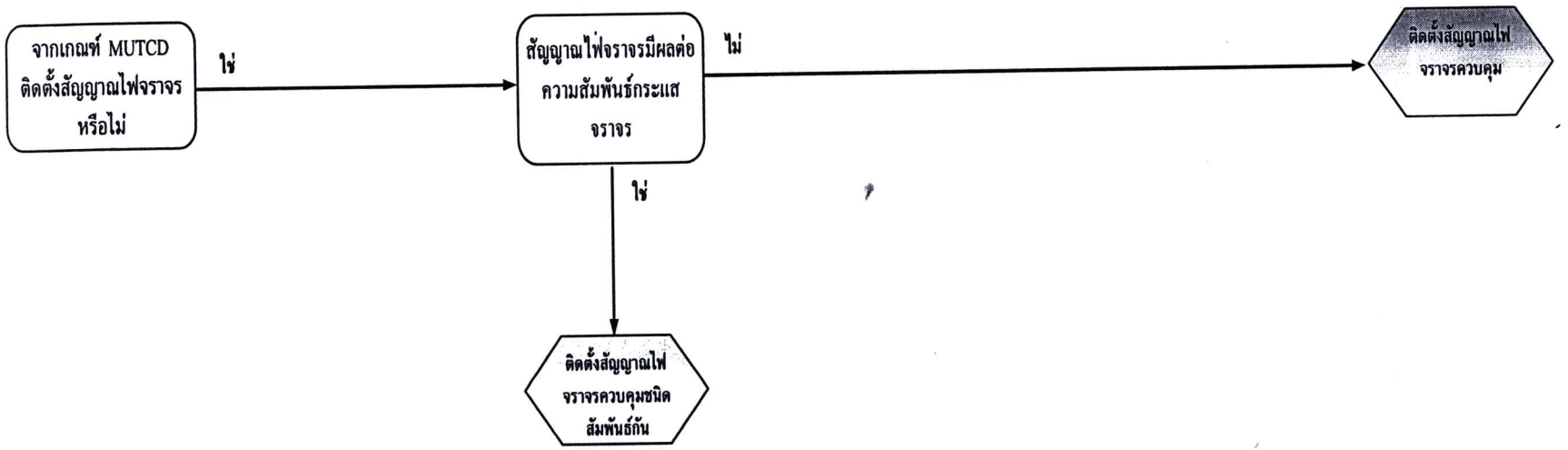


ภาพที่ ก-15 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 3 (ต่อ)

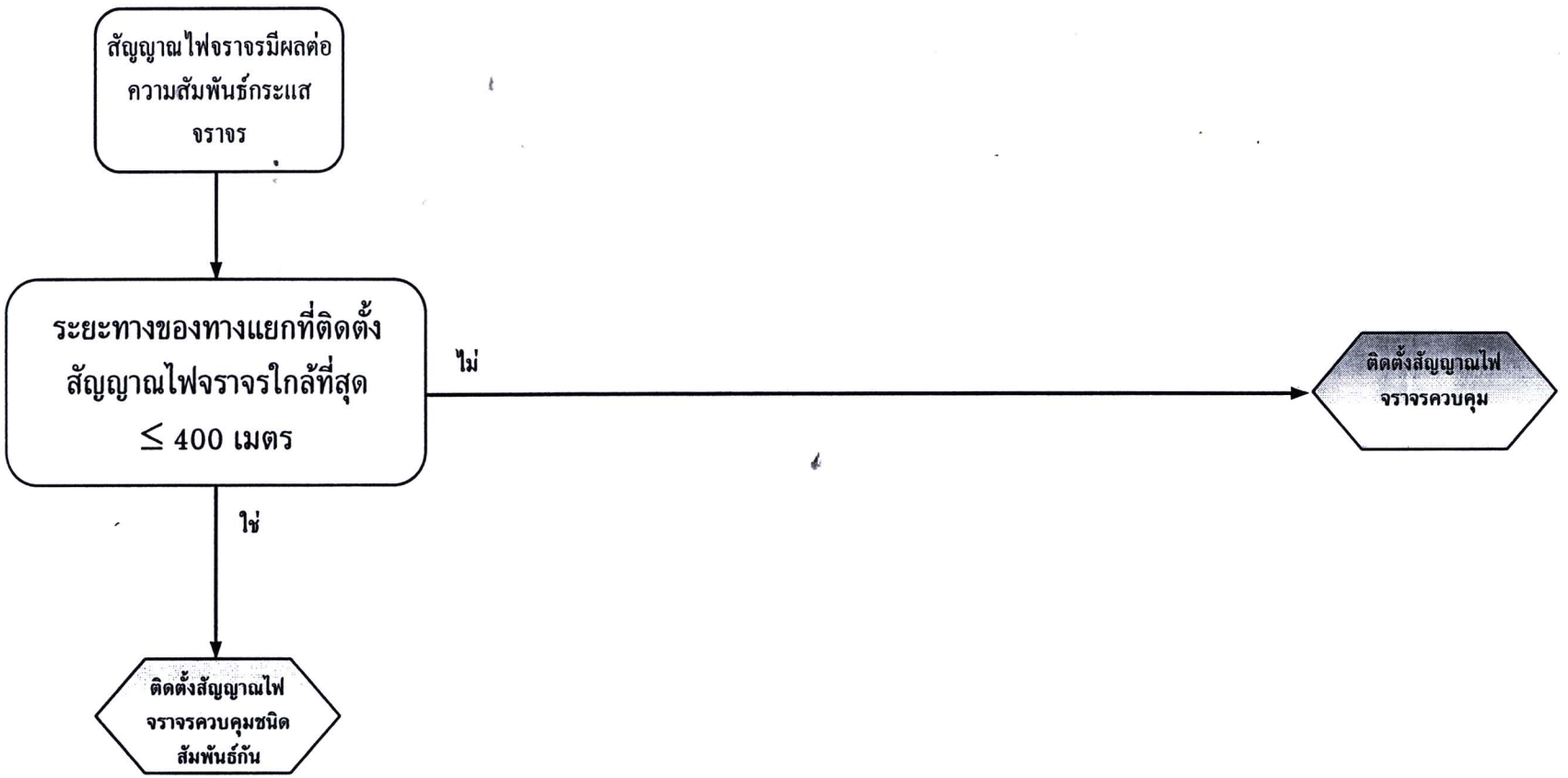


ภาพที่ ก-16 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร จาก MUTCD เกณฑ์ข้อที่ 3 (ต่อ)

หากการพิจารณาเข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจาก MUTCD แล้วจะต้องพิจารณาว่าสัญญาณไฟจราจรที่จะติดตั้งมีผลต่อ ความต่อเนื่องของกระแสจราจรหรือไม่ พิจารณาโดยใช้ระยะห่างระหว่างทางแยกที่พิจารณากับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ใกล้ที่สุด หากทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ใกล้ที่สุดอยู่ใกล้กับทางแยกที่พิจารณาว่าสมควรติดตั้ง น้อยกว่า 400 เมตร จะพิจารณาว่า ใช่ จะติดตั้งสัญญาณไฟแบบ ประสานสัมพันธ์ แต่สำหรับตัวโปรแกรมจะไม่พิจาณาต่อ เพียงแต่บอกว่าสมควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจรแบบประสานสัมพันธ์เท่านั้น แต่หากอยู่ไกลกว่าจะพิจารณาว่า ไม่ และพิจารณาการออกแบบสัญญาณไฟต่อไป จากเกณฑ์การพิจารณาความสัมพันธ์ของกระแสจราจรเพื่อพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสามารถพิจารณาแผนภาพได้ดังภาพที่ ก-17 และแผนภาพการวิเคราะห์ระยะทางที่ใกล้ที่สุดของทางแยกที่ตัดตั้งสัญญาณไฟจราจรดังภาพที่ ก-18 ดังนี้

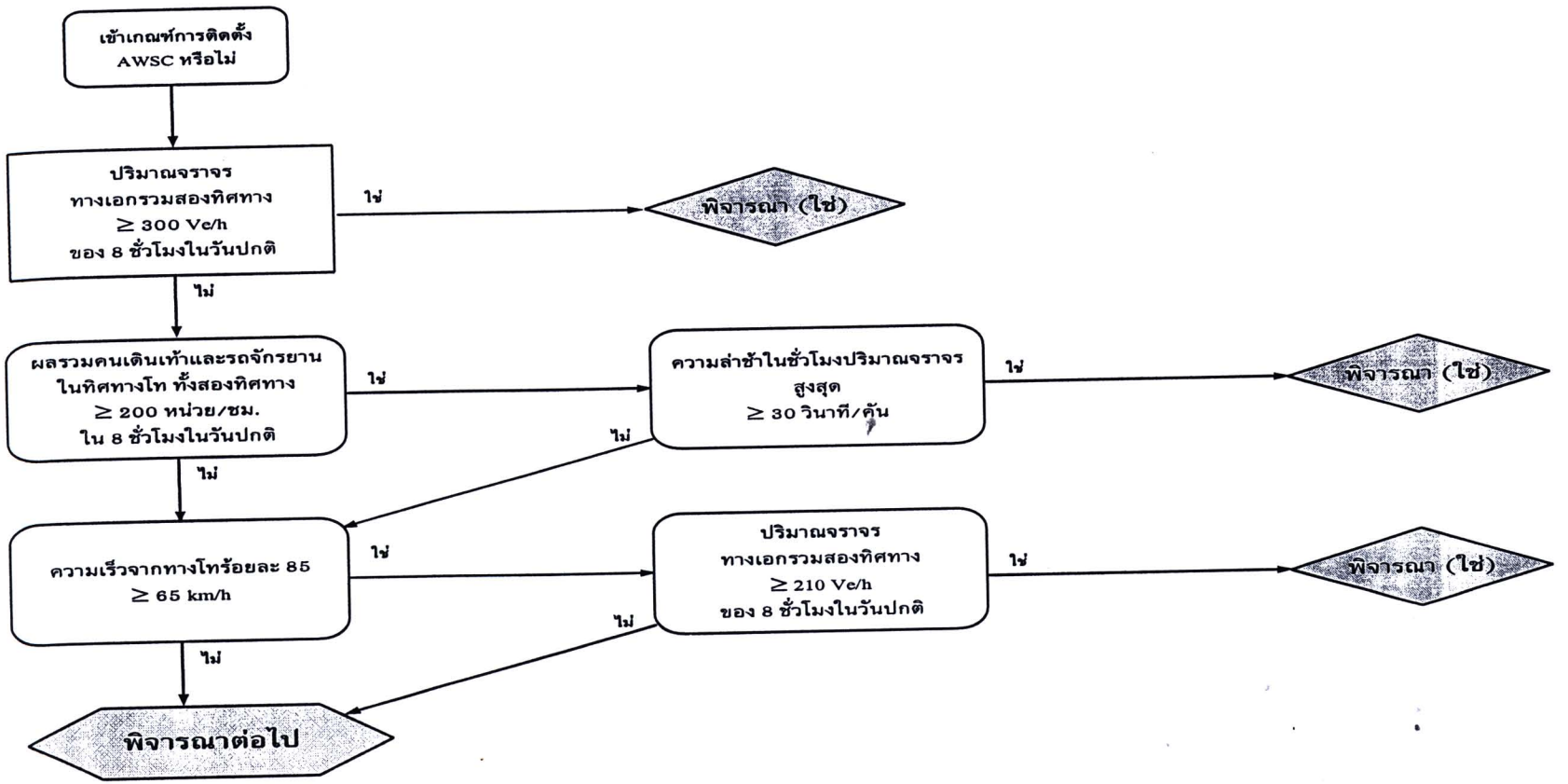


ภาพที่ ก-17 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรระหว่างการติดตั้งแบบประสานสัมพันธ์และรอบสัญญาณไฟจราจรคงที่



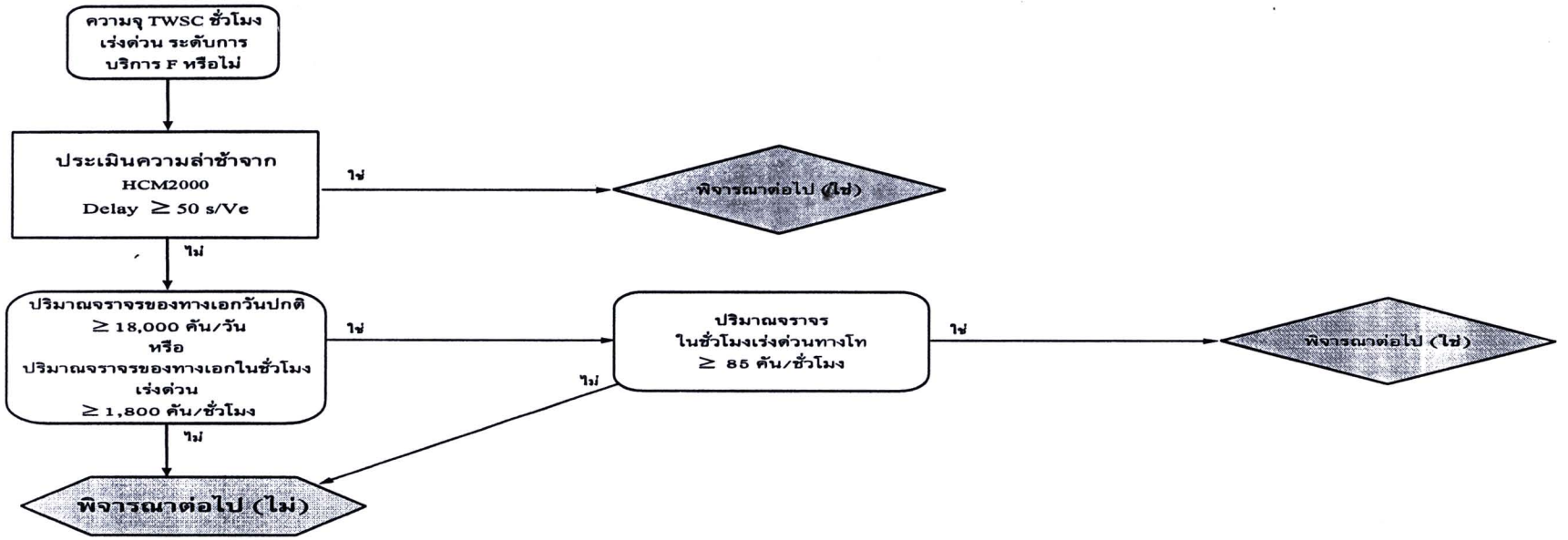
ภาพที่ ก-18 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรระหว่างการติดตั้งแบบประสานสัมพันธ์และรอบสัญญาณไฟจราจรคงที่ (ต่อ)

จากเกณฑ์การติดตั้ง AWSC สิ่งที่มีผลต่อการวิเคราะห์ คือ ปริมาณจราจรทางเอกรวมสองทิศทางของ 8 ชั่วโมงในวันปกติ ผลรวมคนเดินเท้าและรถจักยานในทิศทางโททั้งสองทิศทาง ความล่าช้าในชั่วโมงปริมาณจราจรสูงสุด และความเร็วในทิศทางโท โดยสายทางการวิเคราะห์สามารถอธิบายการพิจารณาดังภาพที่ ก-19 ดังนี้

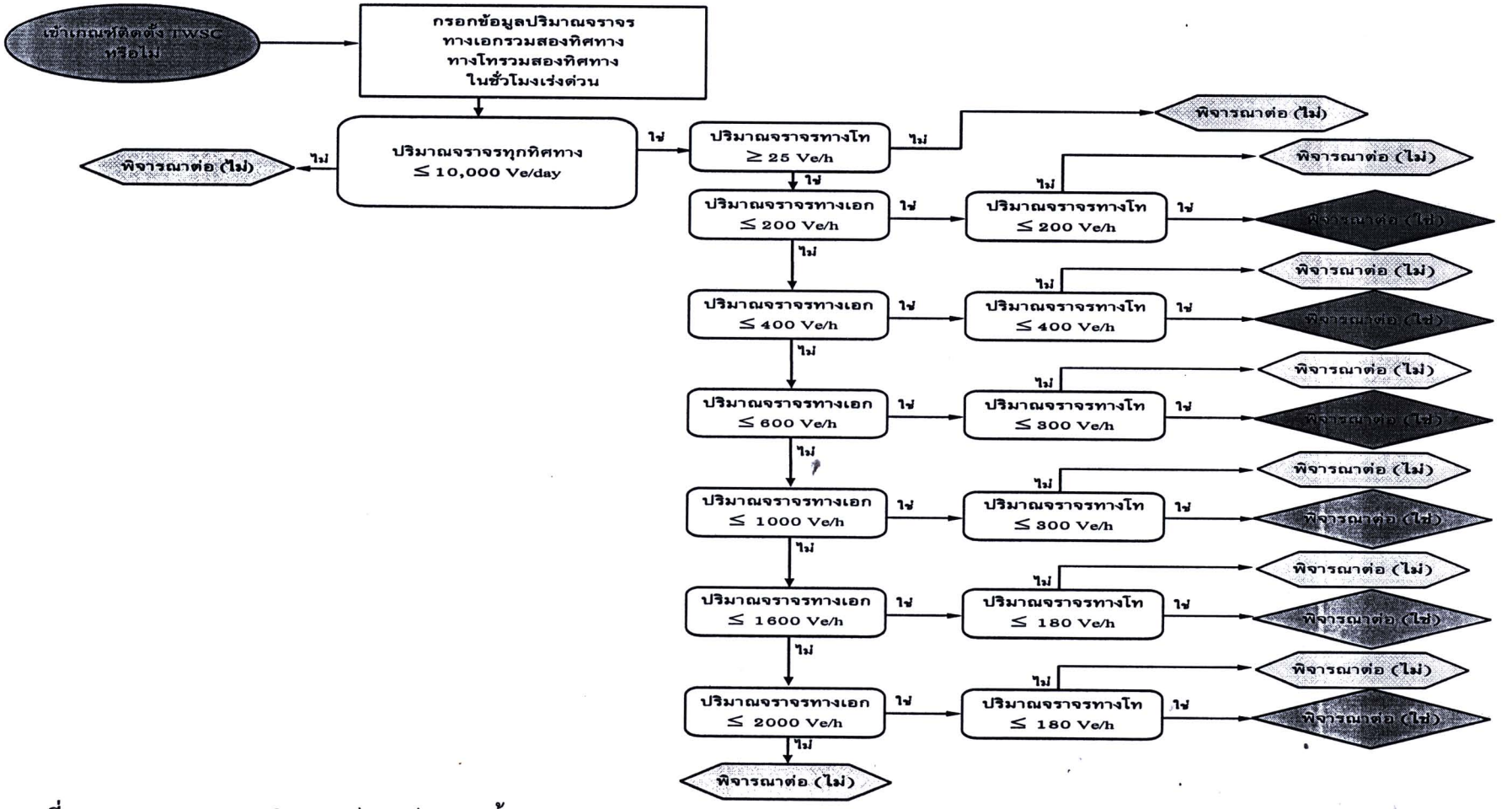


ภาพที่ ก-19 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้ง AWSC

โดยการควบคุมปริมาณจราจรจากทางแยกในแต่ละขาพิจารณาจาก 3 ปัจจัย คือ 1) การกระจายตัวของช่องว่าง (Gap) ของกระแสจราจรในทางเอก 2) การตัดสินใจของผู้ขับขี่ในการเลือกช่องว่างที่เหมาะสมในการขับตัดกระแสจราจร และ 3) เวลาการรอคอยในการขับตัดกระแสจราจรของผู้ขับขี่แต่ละคนในแถวคอย การพิจารณาการติดตั้งอาจพิจารณาจากระยะทางแยกที่อยู่ห่างจากแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร น้อยกว่า 400 เมตร โดยสายทางการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยการใช้ TWSC ผลของการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วย ข้อมูลปริมาณจราจรทางเอกรวมสองทิศทาง และทางโทรวมสองทิศทางในชั่วโมงเร่งด่วน และจากการวิเคราะห์การประเมินความล่าช้าจาก HCM 2000 หากมี delay ของทางแยกมีความล่าช้า 50 วินาที/คัน ระดับการบริการเป็น F หรือ ปริมาณจราจรของทางเอก $\geq$ 18,000 คัน/วัน หรือ ในชั่วโมงเร่งด่วน $\geq$ 1,800 คัน/ชั่วโมง และปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนทางโท $\geq$ 85 คัน/ชั่วโมง สามารถอธิบายสายทางการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้ดังภาพที่ ก-20 และภาพที่ ก-21 ดังนี้

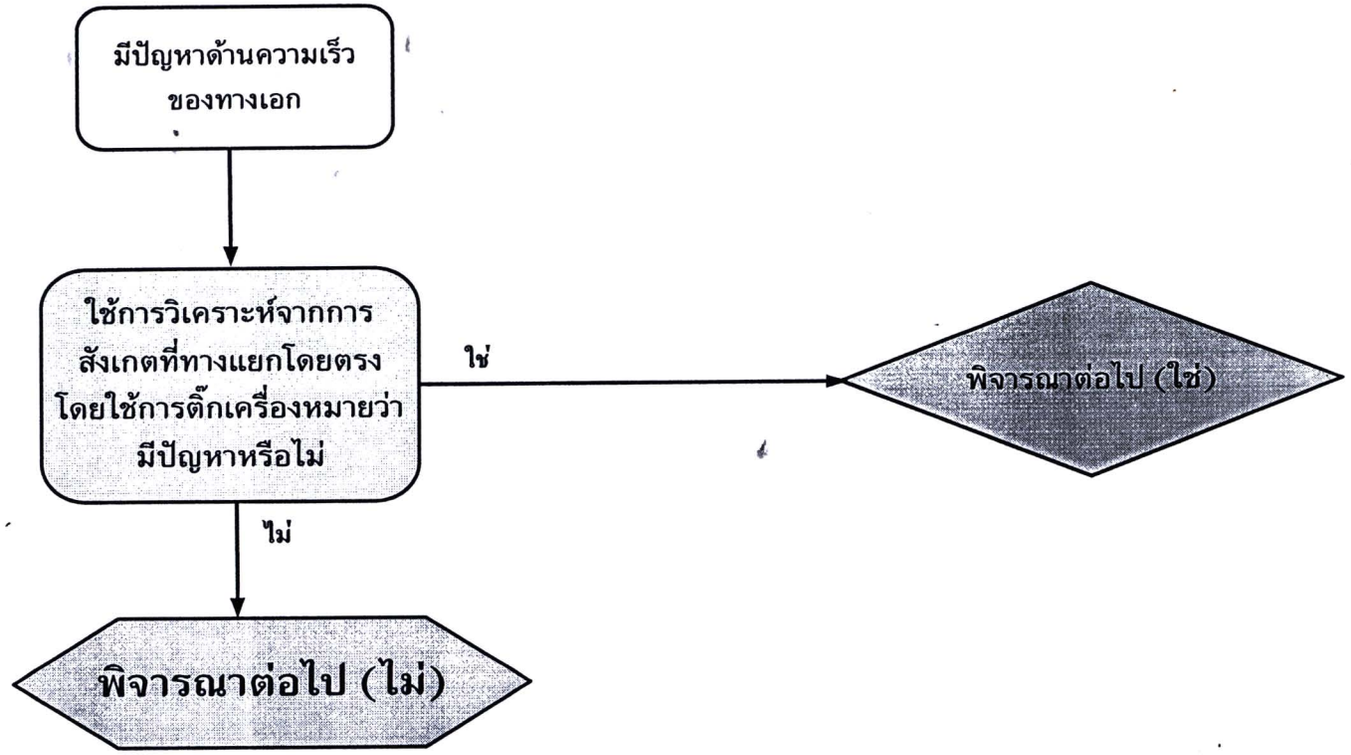


ภาพที่ ก-20 แผนภาพการวิเคราะห์ความจุว่าอยู่ในระดับการบริการ F หรือไม่



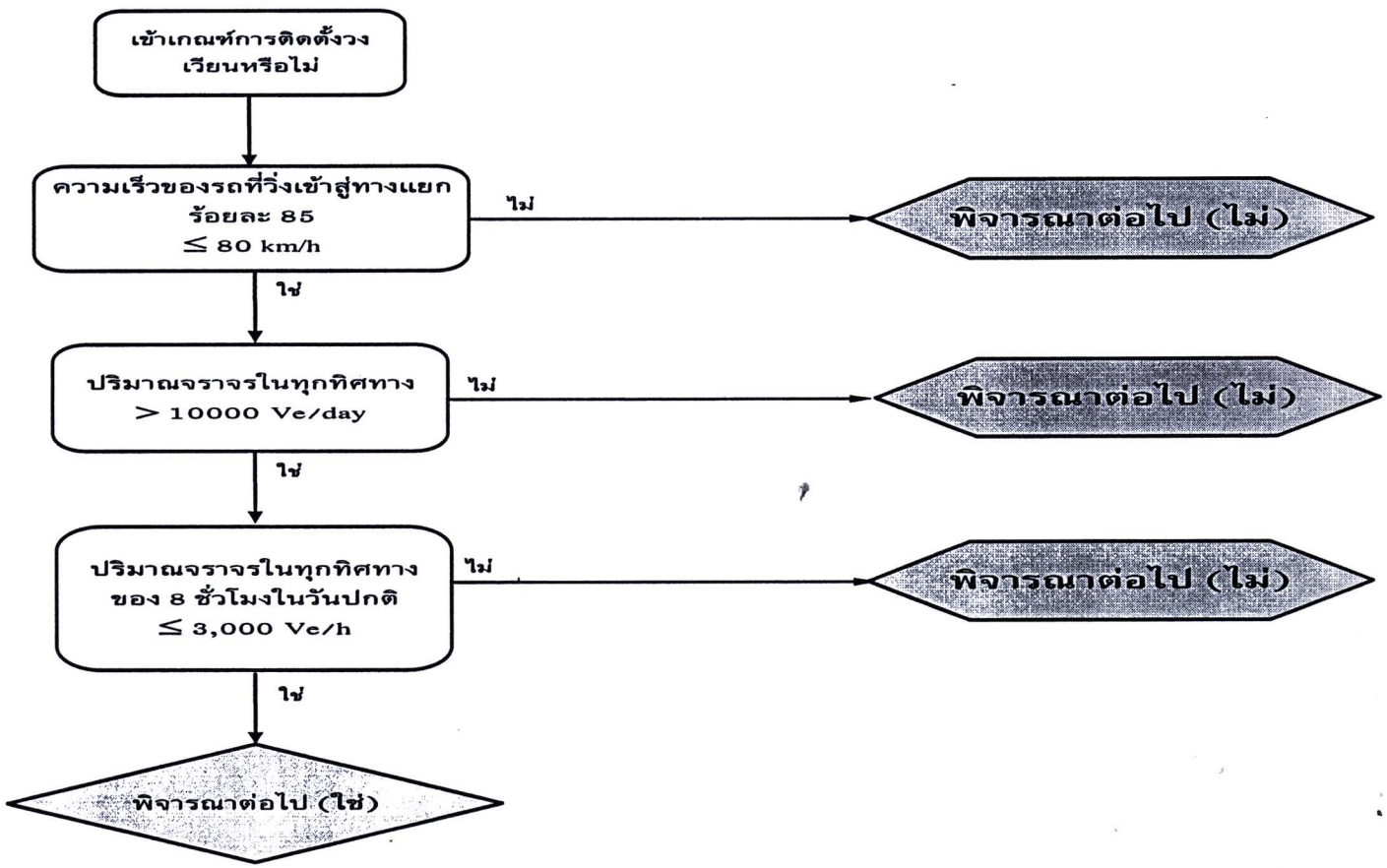
ภาพที่ ก-21 แผนภาพการวิเคราะห์เกณฑ์การติดตั้ง TWSC

จากการวิเคราะห์ปัญหาความเร็วด้านทิศทางเอกเพื่อติดตั้ง AWSC โดยใช้การสังเกตทางแยกโดยตรง จากระบบจะใช้การติ๊กเครื่องหมายเพื่อบอกกับระบบว่าทางแยกนี้มีปัญหาความเร็วด้านทิศทางเอก แผนภาพการวิเคราะห์สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ ก-22 ดังนี้



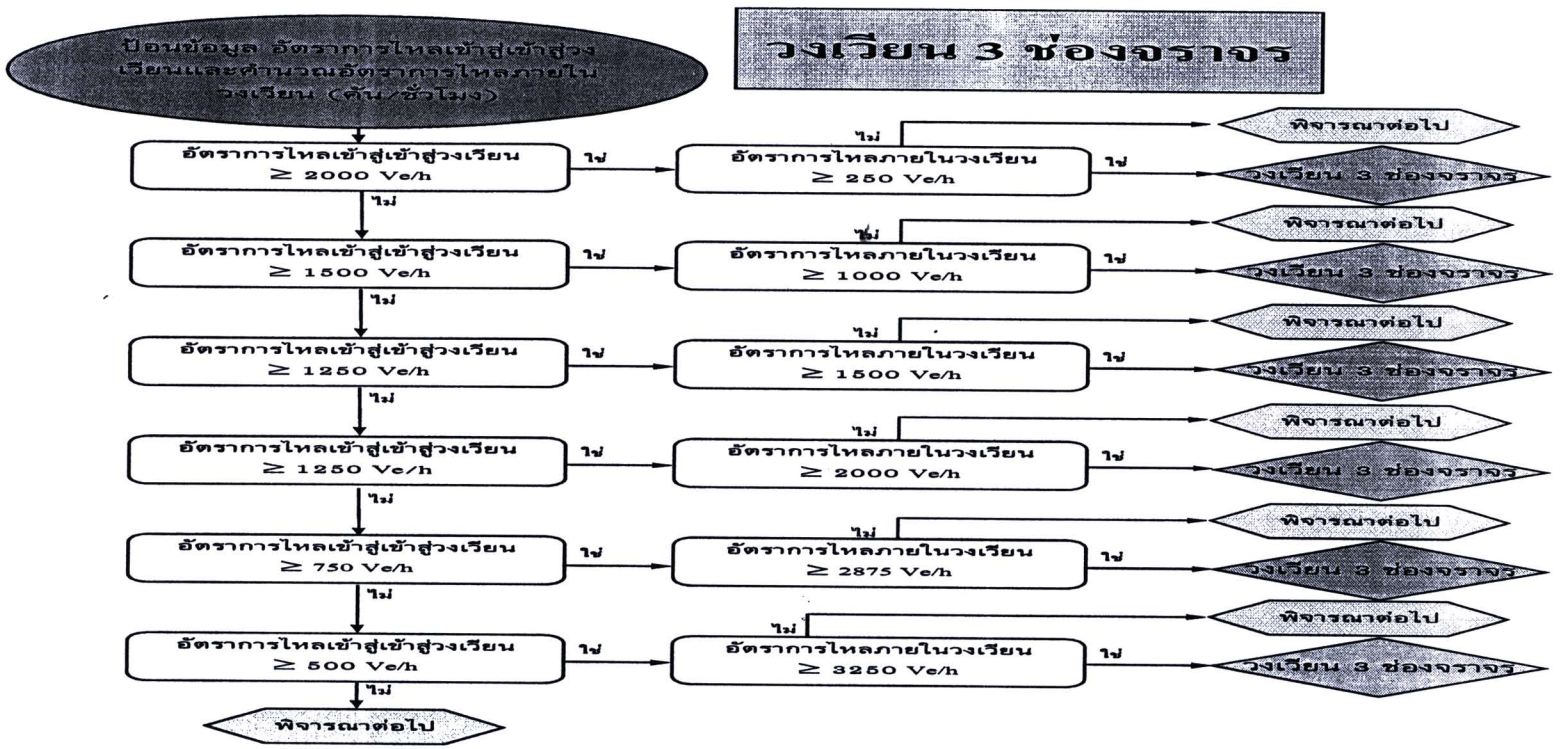
ภาพที่ ก-22 แผนภาพการวิเคราะห์ปัญหาด้านความเร็วของทางเอก

จากเกณฑ์การพิจารณาการติดตั้งวงเวียน ข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์การติดตั้งคือ ความเร็วรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกด้านเร็วที่สุดที่ ร้อยละ 85 ผลรวมปริมาณจราจรในทุกทิศทางต่อวัน และปริมาณจราจรในทุกทิศทางของ 8 ชั่วโมงในวันปกติ โดยมีสายทางการวิเคราะห์การเลือกการติดตั้งดังภาพที่ ก-23 ดังนี้

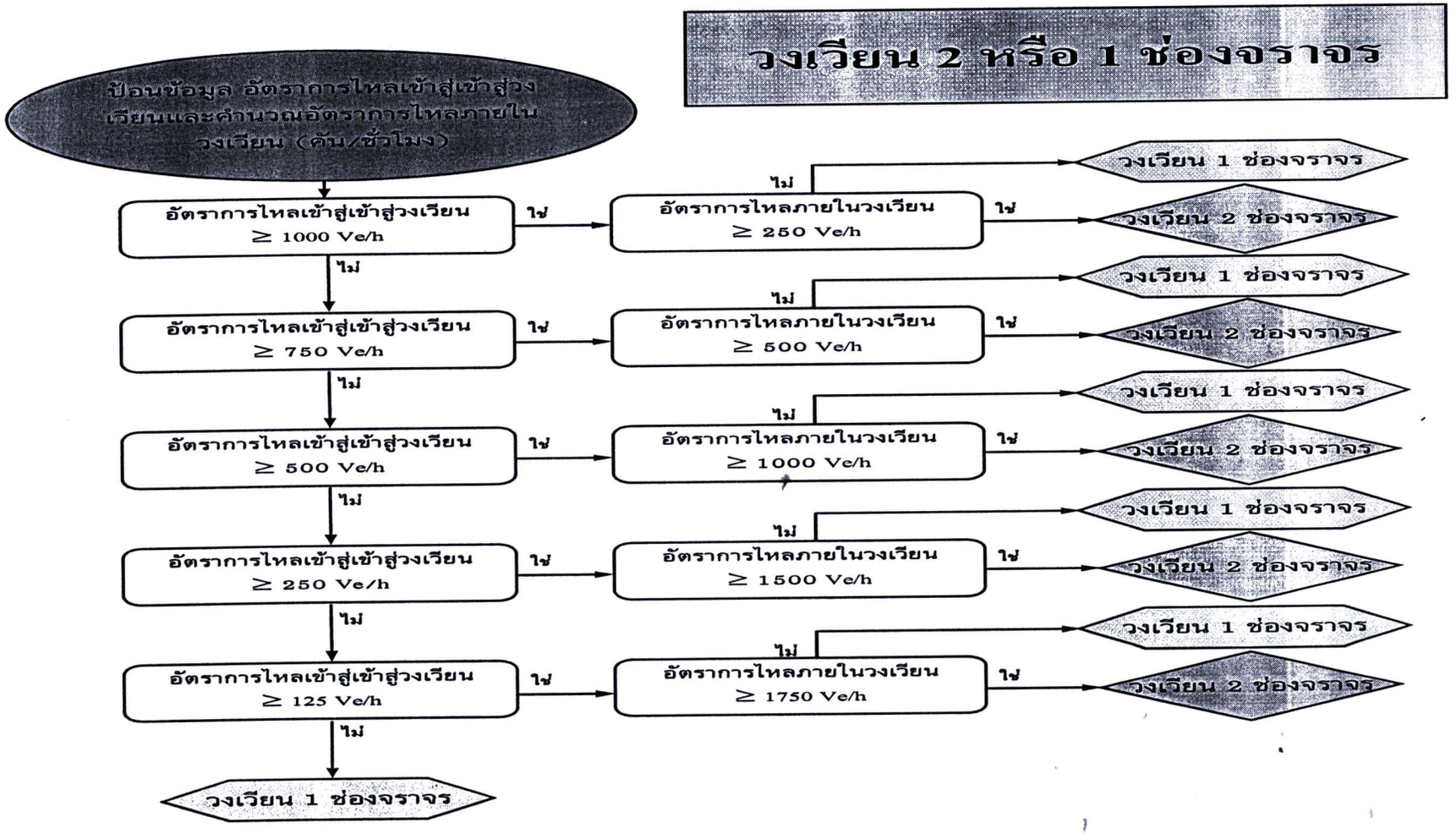


ภาพที่ ก-23 แผนภาพการวิเคราะห์การเลือกการติดตั้งวงเวียนที่ทางแยก

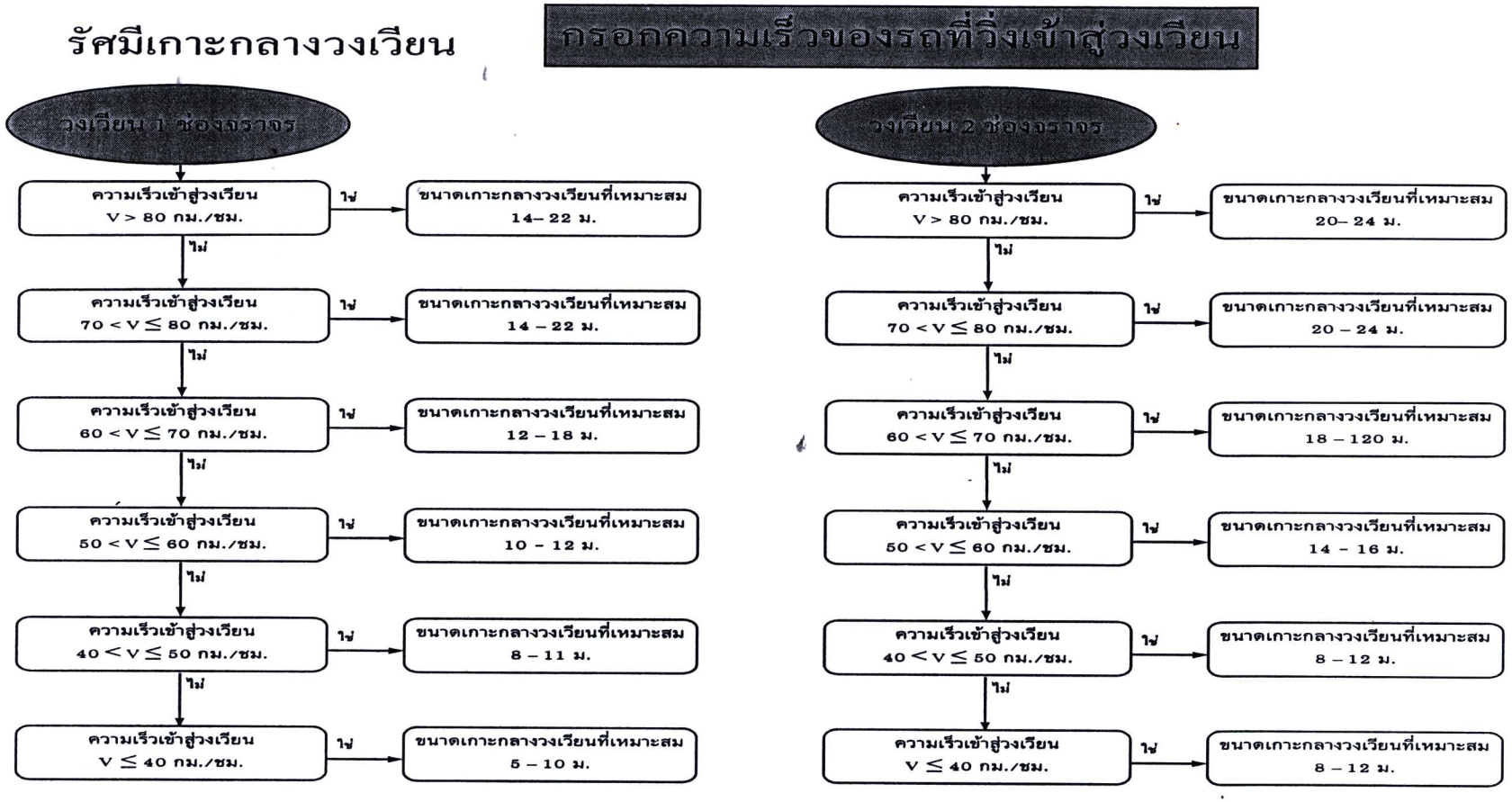
เมื่อมีการพิจารณาต่อไปเพื่อติดตั้งวงเวียน หลังจากนั้นระบบจะทำการประมวลค่าจากการกรอกข้อมูลความเร็วด้านมากสุดที่วิ่งเข้าสู่วงเวียนและปริมาณจราจรตามทิศทางเพื่อวิเคราะห์อัตราการไหลเข้า ออก เมื่อติดตั้งวงเวียนและอัตราการไหลของการจราจรภายในวงเวียน เพื่อใช้ในการเลือกขนาดและส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงเวียน โดยการวิเคราะห์เริ่มจากการวิเคราะห์เพื่อหา จำนวนช่องจราจรภายใน ดังภาพที่ ก-24 และ ภาพที่ ก-25 รัศมีของเกาะกลางวงเวียน ดังภาพที่ ก-26 และ ภาพที่ ก-27 ความกว้างทางเข้าวงเวียนไปจนถึง การหาความกว้างของถนนภายในวงเวียนและสามารถสรุปการเลือกส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงเวียนดังภาพที่ ก-28



ภาพที่ ก-24 แผนภาพการวิเคราะห์การเลือกวงเวียน 3 ช่องจราจร

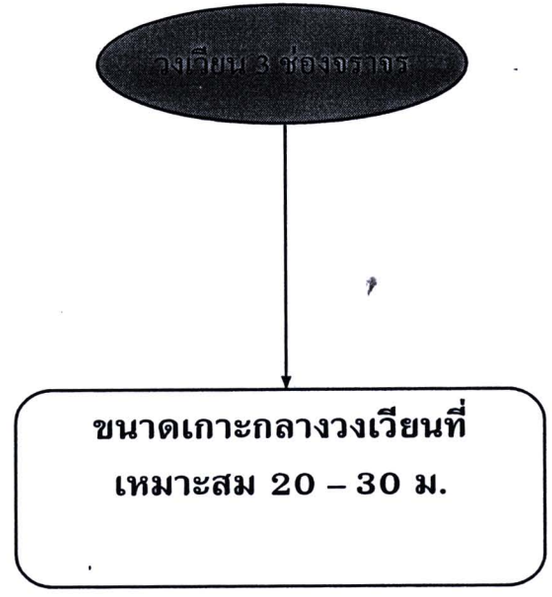


ภาพที่ ก-25 แผนภาพการวิเคราะห์การเลือกวงเวียน 2 ช่องจราจรและ 1

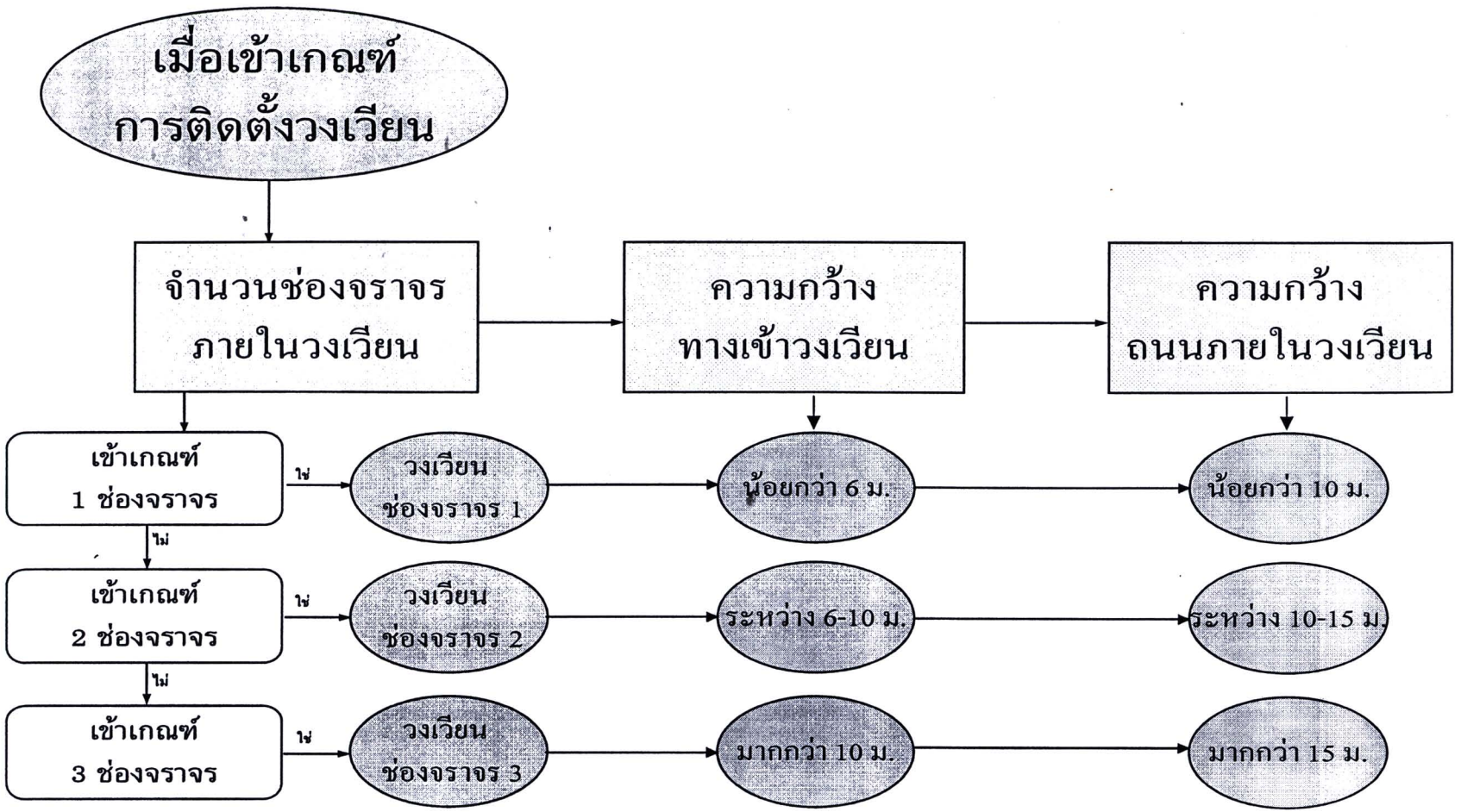


ภาพที่ ก-26 แผนภาพการวิเคราะห์หาขนาดรัศมีเกาะกลางวงเวียน 1 ช่องจราจรและ 2 ช่อง

รัศมีเกาะกลางวงเวียน **ไม่มีการวิเคราะห์รองรับความเร็วเข้าสู่วงเวียน**



ภาพที่ ก-27 แผนภาพการวิเคราะห์หาขนาดรัศมีเกาะกลางวงเวียน 3 ช่องจราจร



ภาพที่ ก-28 แผนภาพสรุปวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบวงเวียน

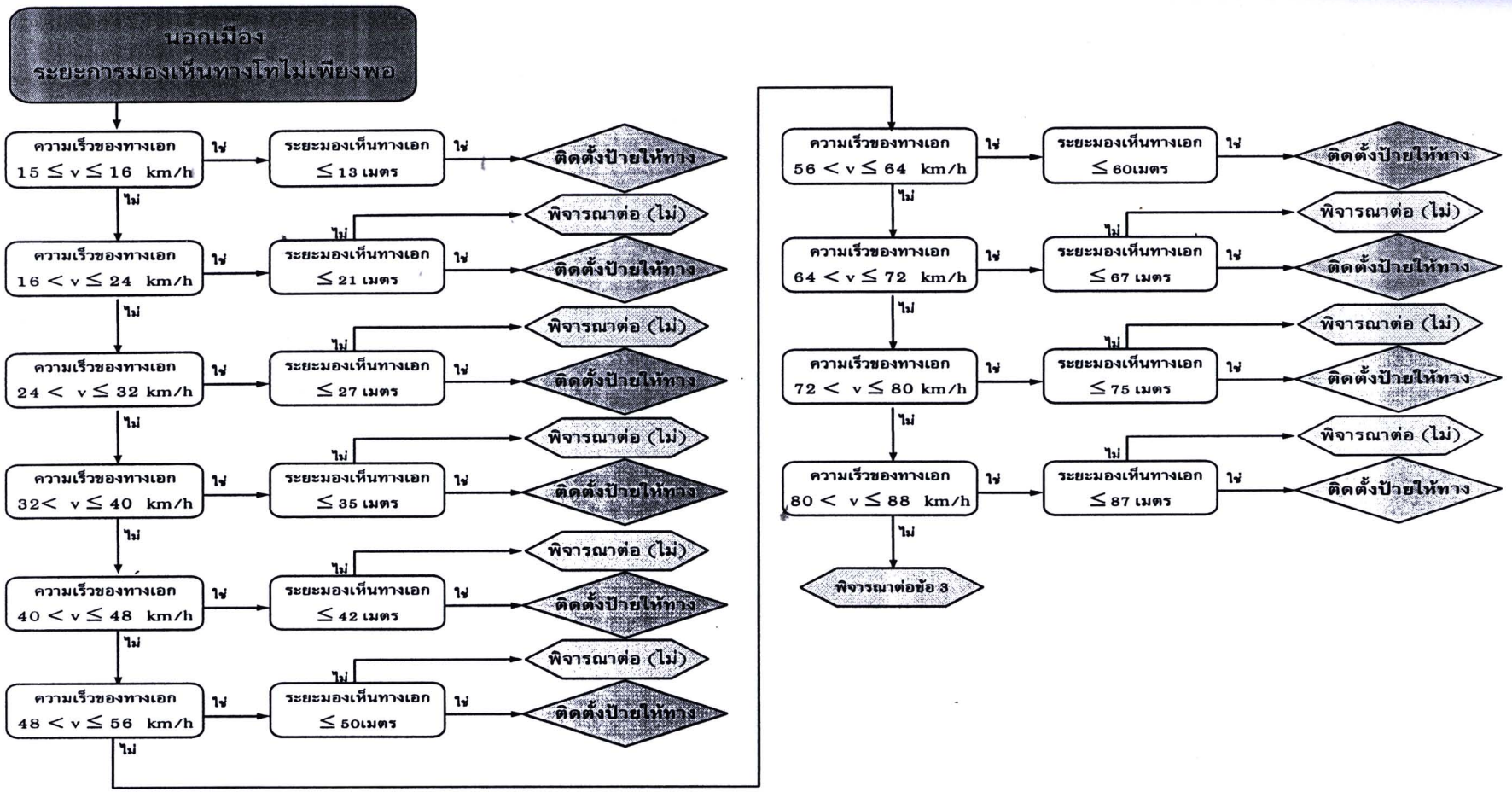
การวิเคราะห์ภายในการคัดเลือกระยะการมองเห็นในทิศทางโทไม่เพียงพอ เพื่อวิเคราะห์การติดตั้งป้ายให้ทางในกรณีที่ทิศทางโทมีระยะการมองเห็นรถที่วิ่งจากทิศทางเอกไม่เพียงพอ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ความเร็วของรถทางเอกและระยะการมองเห็นทางเอกในทิศทางโท โดยการกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบใช้หน่วยความเร็วเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมงซึ่งจากเกณฑ์การวิเคราะห์ระยะการมองเห็นที่เพียงพอในทิศทางเอกโดยการกรอกระยะของรถทิศทางเอกที่ทางโทสามารถมองเห็นได้จากระยะเส้นหยุดที่ทางแยกจาก AASHO ใช้หน่วยความเร็วเป็นไมล์ต่อชั่วโมง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการเปลี่ยนหน่วยการวิเคราะห์เพื่อความสะดวกในการกรอกข้อมูลมากยิ่งขึ้น โดยระยะและความเร็วสามารถแปลงค่าได้ดังตารางที่ ก-1 และสามารถอธิบายการวิเคราะห์ระยะการมองเห็นที่เพียงพอได้ดังภาพที่ ก-29 ดังนี้

ตาราง ก-1 แปลงระยะทางและความเร็วของระยะมองเห็นที่เพียงพอก่อนหยุดรถ

ความเร็ว (ไมล์ต่อชั่วโมง)	ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะการมองเห็นเพียงพอก่อนการหยุดรถ (ฟุต)	ระยะการมองเห็นเพียงพอก่อนการหยุดรถ (เมตร)
10	16.09	45	13.72
15	24.14	70	21.33
20	32.18	90	27.43
25	40.23	115	35.05
30	48.27	140	42.67
35	56.315	165	50.29
40	64.36	195	59.43
45	72.41	220	67.05
50	80.45	245	74.67
55	88.50	285	86.86

หมายเหตุ 1 เมตร = 3.281 ฟุต

1 ไมล์ = 1.609 กิโลเมตร



ภาพที่ ก-29 แผนภาพการวิเคราะห์ระยะหยุดและระยะการมองเห็นที่เพียงพอสำหรับทางโท

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้า และจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก

การสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้า และจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก

จากข้อมูลการสำรวจของศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธามหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการศึกษาโครงการสำรวจข้อมูลด้านการขนส่งและจราจรเพื่อจัดทำแผนแม่บทในเมืองภูมิภาค จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้ทำการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Intersection Turning Movement Count) ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า คือ 07:00 – 10:00 น. ในช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วนคือระหว่างเวลา 11:00 – 14:00 น. และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเย็นคือ ระหว่างเวลา 15:00 – 18:00 น. รวม 9 ชั่วโมง โดยได้ดำเนินการสำรวจในช่วงวันที่ 15 – 17 กุมภาพันธ์ 2549 ประเภทของยวดยานถูกจำแนกออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ คือ

1. รถจักรยานยนต์
2. รถสามล้อเครื่อง/รถยนต์ 4 ล้อ
3. รถ 6 ล้อ
4. รถโดยสารขนาดใหญ่
5. รถบรรทุกขนาดใหญ่

จุดที่ทำการสำรวจปริมาณจราจร ณ ทางแยก มี 14 จุด โดยแบ่งเป็นเขตนอกเมืองจากจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 4 และเขตนอกเมือง จากจุที่ 5 ถึงจุดที่ 14 แสดงตำแหน่งการสำรวจแยกในเขตนอกเมืองดังภาพที่ ข-1 และเขตในเมืองดังภาพที่ ข-2 นอกจากนั้นยังได้ทำการสำรวจความล่าช้าและความยาวแถวคอยบริเวณทางแยก ที่ตำแหน่งเดียวกันกับบริเวณที่ทำการสำรวจปริมาณจราจร นอกจากนี้ยังได้ทำการสำรวจข้อมูลระบบสัญญาณไฟจราจร ณ แยกต่าง ๆ อันได้แก่ ความยาวรอบสัญญาณไฟจราจร (Cycle length) เวลาไฟเขียว (Green time) เวลาไฟเหลือง เวลาไฟแดง เวลาไฟแดงทุกด้าน (All red) และทำการสำรวจจังหวะสัญญาณไฟจราจร โดยตำแหน่งของแต่ละจุดจะมีรายละเอียดดังนี้

จุดที่ 1 สามแยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ไปอำเภอยางตลาด) ตัดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ตอนเลี่ยงเมือง)

จุดที่ 2 สี่แยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ตอนเลี่ยงเมือง) ตัดกับทางหลวงแผ่นดินหลายเลข 214 (ไปอำเภอกมลาไสย)

จุดที่ 3 สี่แยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ตอนเลี่ยงเมือง) ตัดกับถนนทุ่งศรีเมือง

จุดที่ 4 สามแยกทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ไปอำเภอสมเด็จ) ตัดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 213 (ตอนเลี่ยงเมือง)

จุดที่ 5 ทางแยกด้านหน้าสถานีขนส่งผู้โดยสาร

จุดที่ 6 สามแยกถนนอรรถเปศลตัดกับถนนพรรณา

จุดที่ 7 สี่แยกถนนอรรถเปศลตัดกับถนนถีนานนท์ ถนนกาฬสินธุ์ และถนนทุ่งศรีเมือง

จุดที่ 8 สามแยกถนนถีนานนท์ตัดกับถนนธนะผล

จุดที่ 9 สี่แยกถนนอนรรฆนาคตัดกับถนนบุญกว้าง

จุดที่ 10 สี่แยกถนนธนะผลตัดกับถนนชัยสุนทร

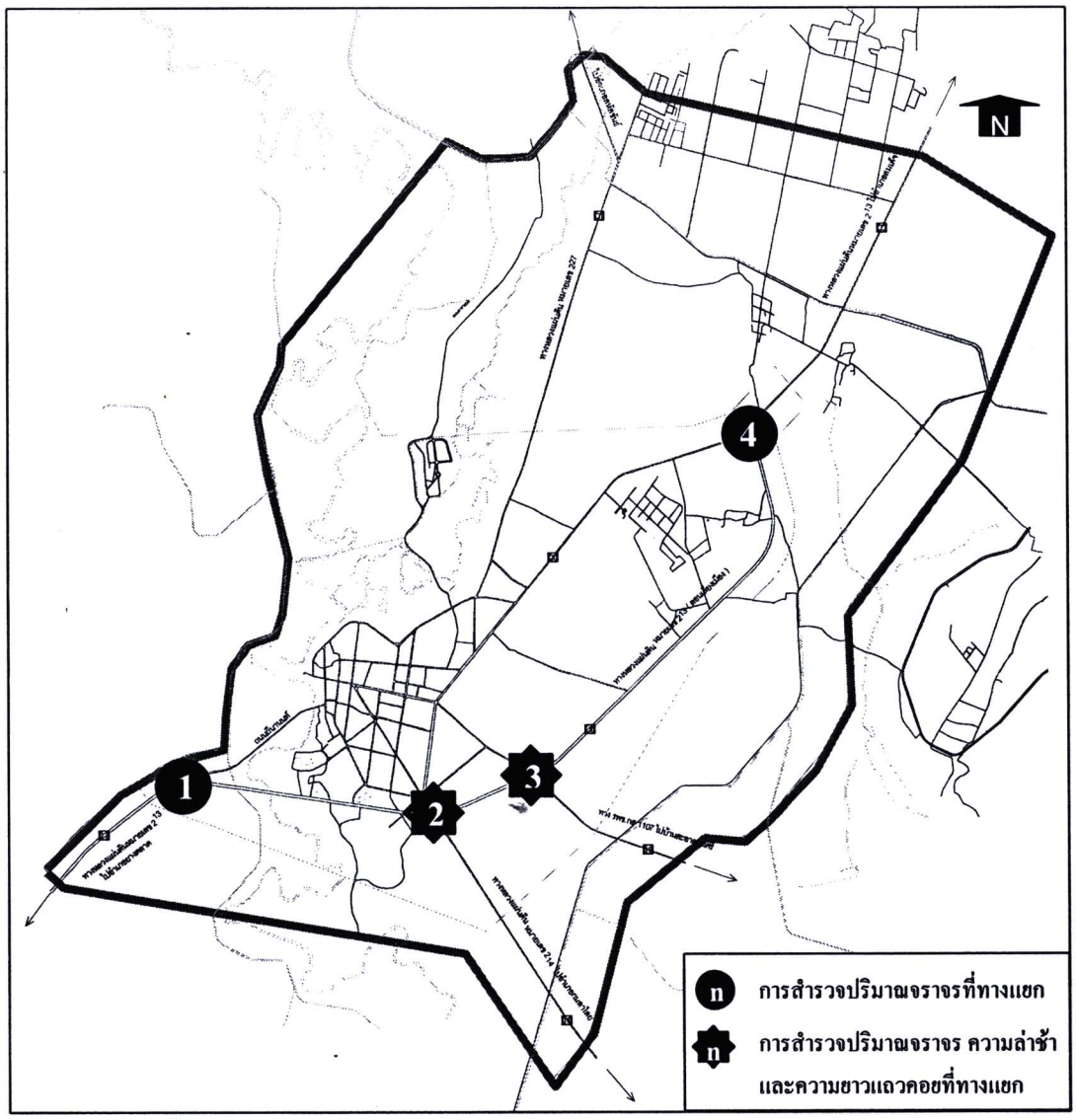
จุดที่ 11 สี่แยกถนนธนะผลตัดกับถนน 1155

จุดที่ 12 สี่แยกถนนชัยสุนทรตัดกับถนนเทศบาล 23

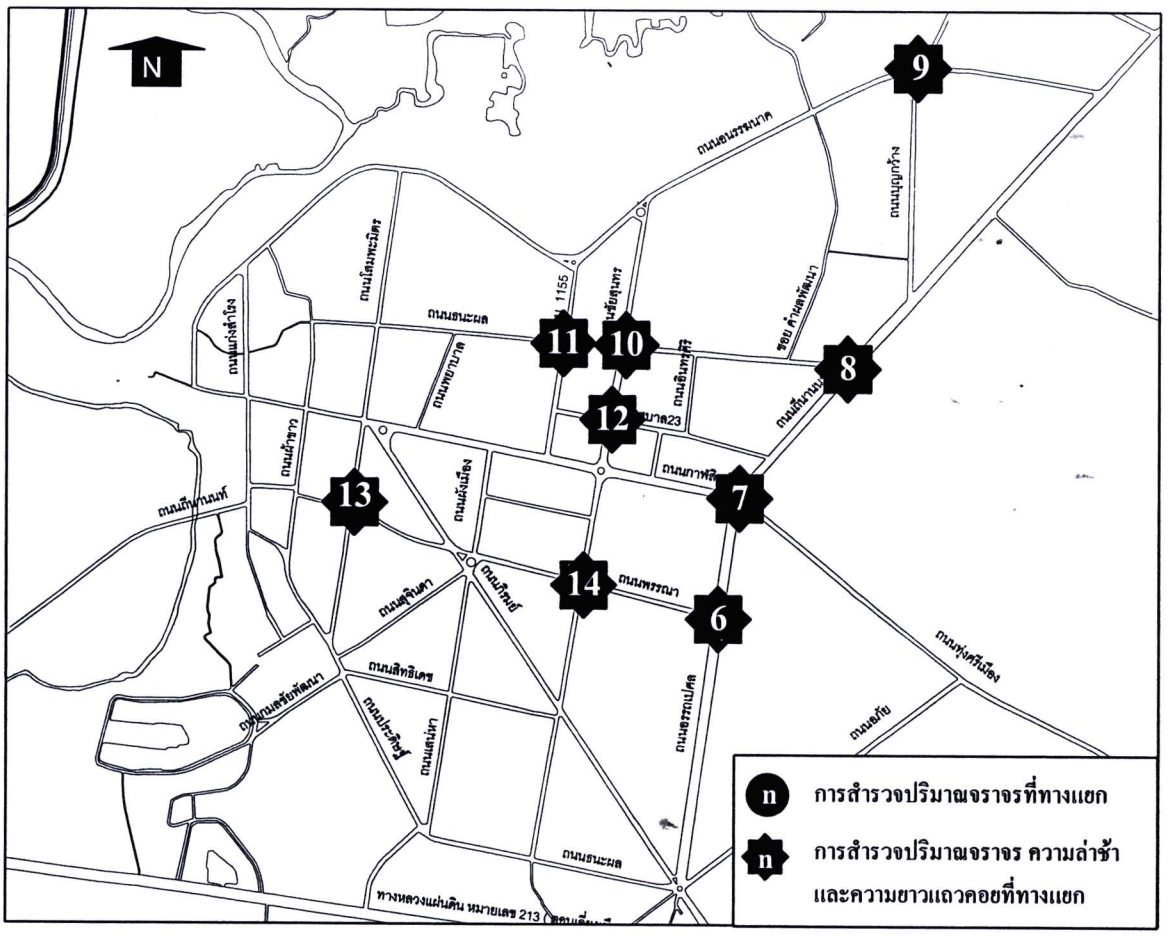
จุดที่ 13 สี่แยกถนนพรรณาตัดกับถนนโสมพะมิตร

จุดที่ 14 สี่แยกถนนชัยสุนทรตัดกับถนนพรรณนา

การคัดเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกจากแยกที่ได้รับการประเมินและผลจากการสำรวจความล่าช้า ณ ทางแยกสามารถทำโดยใช้เกณฑ์ประเมินระดับการให้บริการของทางแยกซึ่งพิจารณาจากความล่าช้าที่แต่ละขาของทางแยก เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับระบบ DSIC เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้อง ทางผู้วิจัยได้แสดงผลการสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้า ความยาวแถวคอย และจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07:30 – 8:30 น.) ช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วน (12:00 – 13:00 น.) และชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16:30 – 17:30 น.) ไว้ในภาคผนวก ค และสำหรับจุดที่ 5 ถนนกมลไชยพัฒนาตัดกับถนนสิทธิเดชและถนนประดิษฐ์ ได้ใช้ประกอบเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่เหมาะสมและจุดที่ 14 ถนนชัยสุนทร ตัดกับ ถนนพรรณา ใช้เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยก ในบทที่ 5

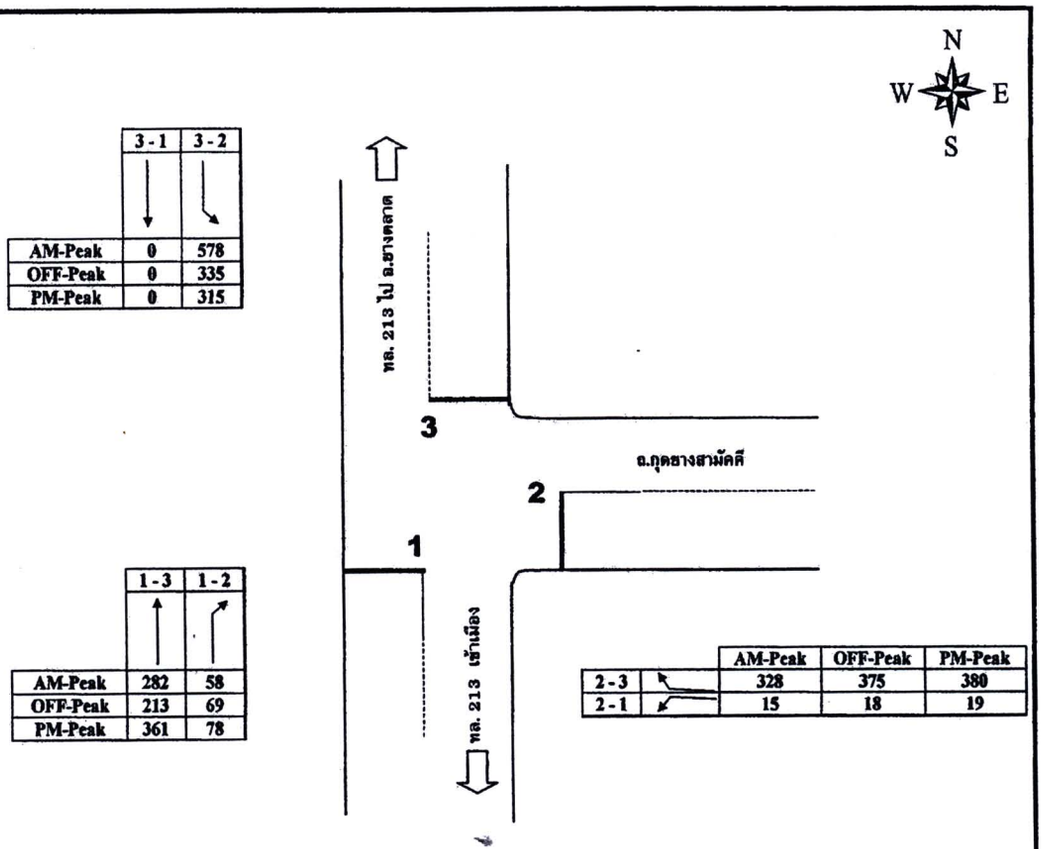


ภาพที่ ข-1 จุดสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้าและความยาวแถวคอยที่ทางแยก (ถนนนอกเมือง)



ภาพที่ ข-2 จุดสำรวจปริมาณจราจร ความล่าช้าและความยาวแถวคอยที่ทางแยก (ถนนในเมือง)

ภาคผนวก ค
ข้อมูลการสำรวจทางแยกตัวอย่างการวิเคราะห์ระบบ DSIC



	3 - 1	3 - 2
AM-Peak	0	578
OFF-Peak	0	335
PM-Peak	0	315

	1 - 3	1 - 2
AM-Peak	282	58
OFF-Peak	213	69
PM-Peak	361	78

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3		328	375	380
2 - 1		15	18	19

ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

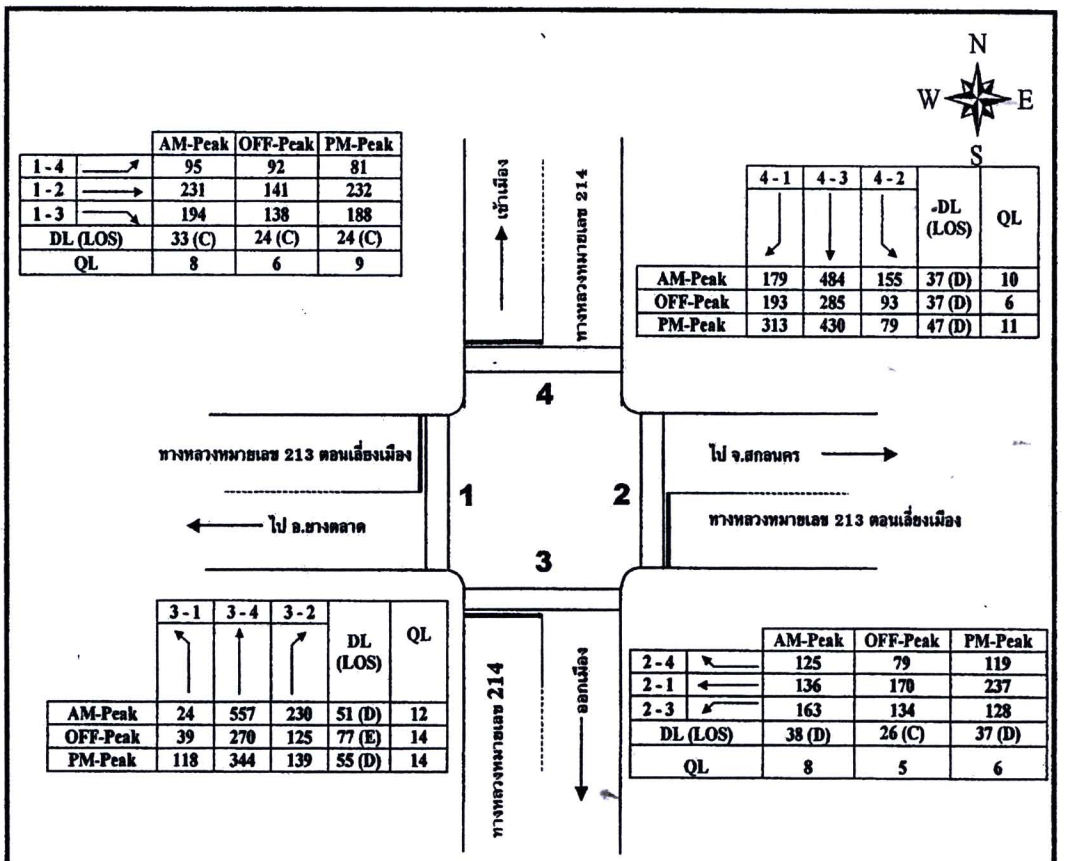
ระบบสัญญาณไฟ ไม่มี

สภาพ

เวลาที่เปิดใช้

ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 1 ทล.หมายเลข 213 ไปยางตลาด ตัดกับ ทล.หมายเลข 213 ตอนเลี่ยงเมือง



	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 4	95	92	81
1 - 2	231	141	232
1 - 3	194	138	188
DL (LOS)	33 (C)	24 (C)	24 (C)
QL	8	6	9

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	179	484	155	37 (D)	10
OFF-Peak	193	285	93	37 (D)	6
PM-Peak	313	430	79	47 (D)	11

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	24	557	230	51 (D)	12
OFF-Peak	39	270	125	77 (E)	14
PM-Peak	118	344	139	55 (D)	14

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 4	125	79	119
2 - 1	136	170	237
2 - 3	163	134	128
DL (LOS)	38 (D)	26 (C)	37 (D)
QL	8	5	6

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 171 วินาที

เฟส	A	B	C	D
เขียว	30	60	25	40
เหลือง	2	2	2	2
แดงทุกเฟส	2	2	2	2

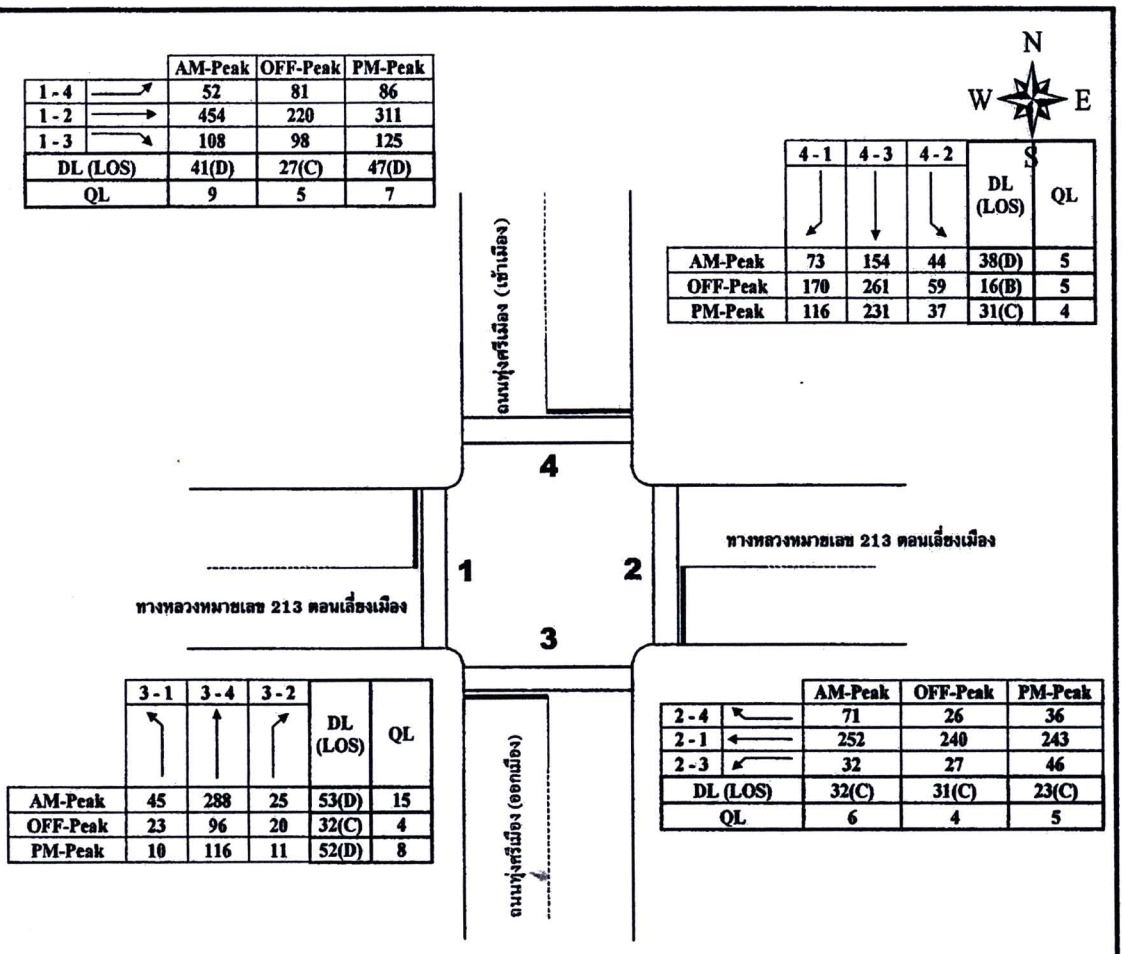
Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	ตลอด 24 ชั่วโมง
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 2 ทล. 213 ตอนเลี่ยงเมือง ตัดกับ ทล. 224 ไป อ.กมลาไสย



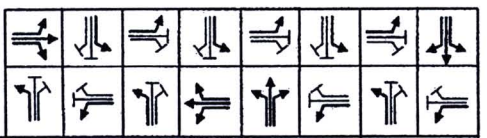
		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 4		52	81	86
1 - 2		454	220	311
1 - 3		108	98	125
DL (LOS)		41(D)	27(C)	47(D)
QL		9	5	7

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	73	154	44	38(D)	5
OFF-Peak	170	261	59	16(B)	5
PM-Peak	116	231	37	31(C)	4

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	45	288	25	53(D)	15
OFF-Peak	23	96	20	32(C)	4
PM-Peak	10	116	11	52(D)	8

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 4		71	26	36
2 - 1		252	240	243
2 - 3		32	27	46
DL (LOS)		32(C)	31(C)	23(C)
QL		6	4	5

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 130 วินาที



เฟส	A	B	C	D
เขียว	35	21	28	26
เหลือง	4	4	4	4
แดงทุกเฟส	1	1	1	1

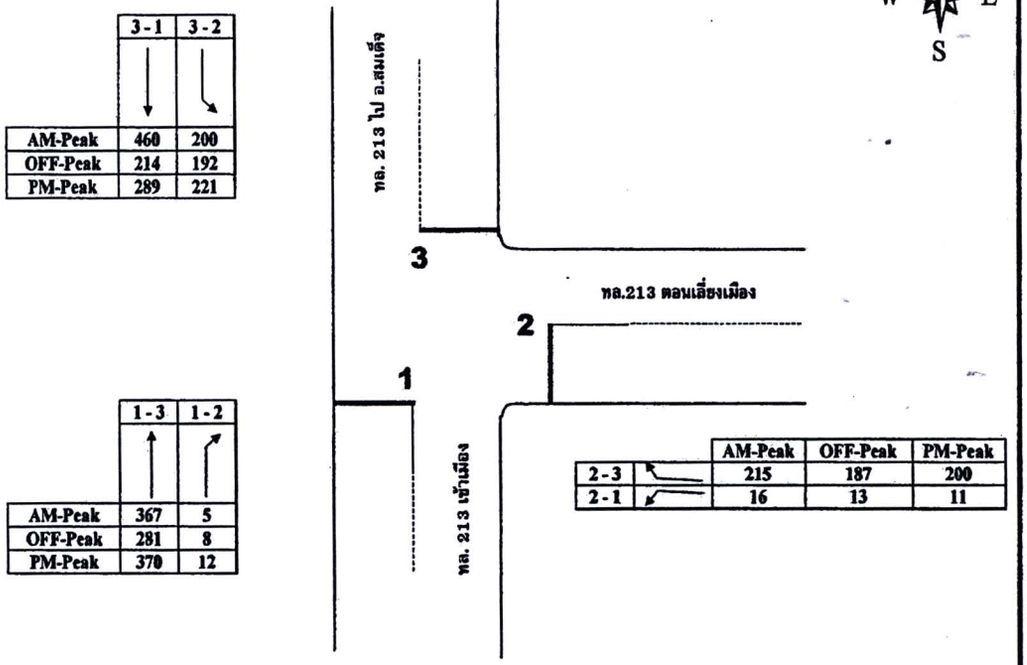
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาลงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 19.00 น.
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 3 ทล. 213 ตอนเลี่ยงเมือง ตัดกับถนนทุ่งศรีเมือง



	3-1	3-2
AM-Peak	460	200
OFF-Peak	214	192
PM-Peak	289	221

	1-3	1-2
AM-Peak	367	5
OFF-Peak	281	8
PM-Peak	370	12

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2-3	215	187	200
2-1	16	13	11

ไม่มีระบบสัญญาณไฟจราจร

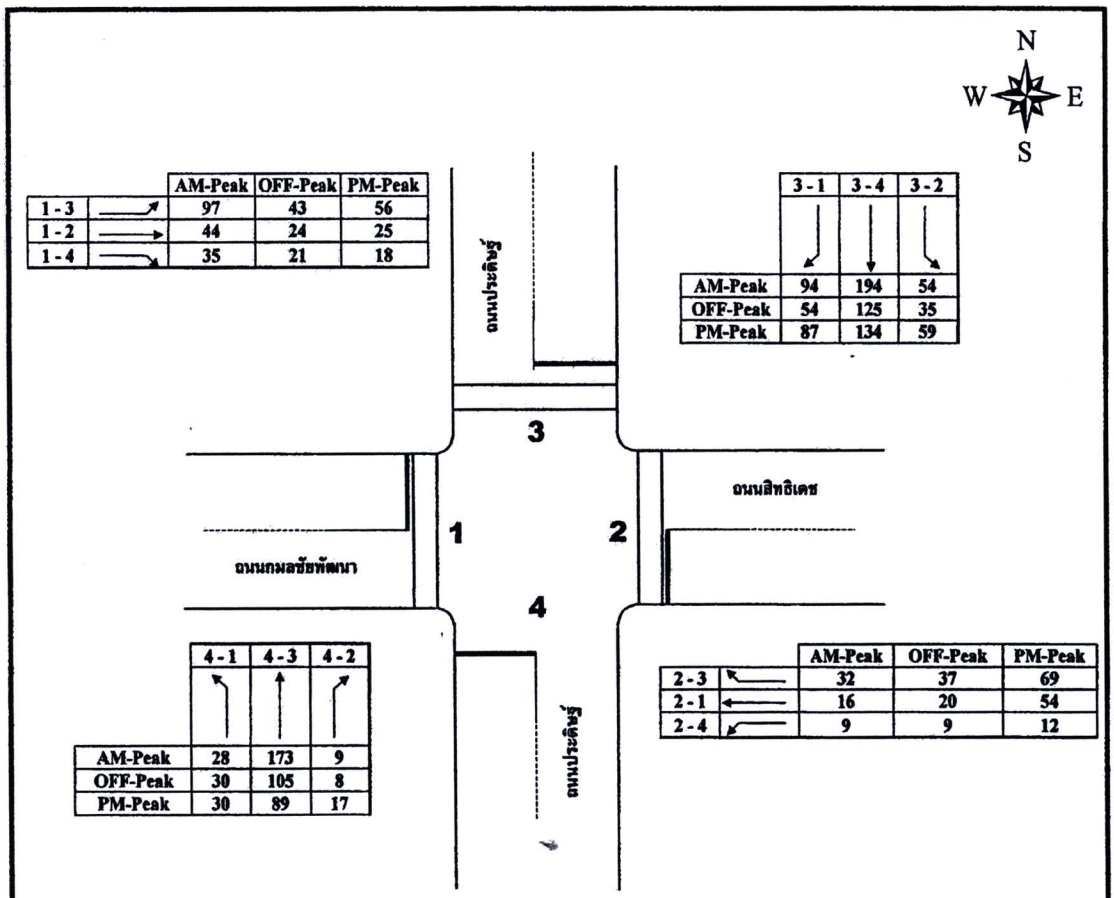
Legend:	
2-1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ ไม่มี
สภาพ
เวลาที่เปิดใช้
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ ไม่มี

กาฬสินธุ์ | จุดที่ 4 ทล. 213 ไป อ.สมเด็จ ตัดกับ ทล. 213 ตอนเลี่ยงเมือง



		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3		97	43	56
1 - 2		44	24	25
1 - 4		35	21	18

	3 - 1	3 - 4	3 - 2
AM-Peak	94	194	54
OFF-Peak	54	125	35
PM-Peak	87	134	59

	4 - 1	4 - 3	4 - 2
AM-Peak	28	173	9
OFF-Peak	30	105	8
PM-Peak	30	89	17

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3		32	37	69
2 - 1		16	20	54
2 - 4		9	9	12

ไม่มีระบบสัญญาณไฟจราจร

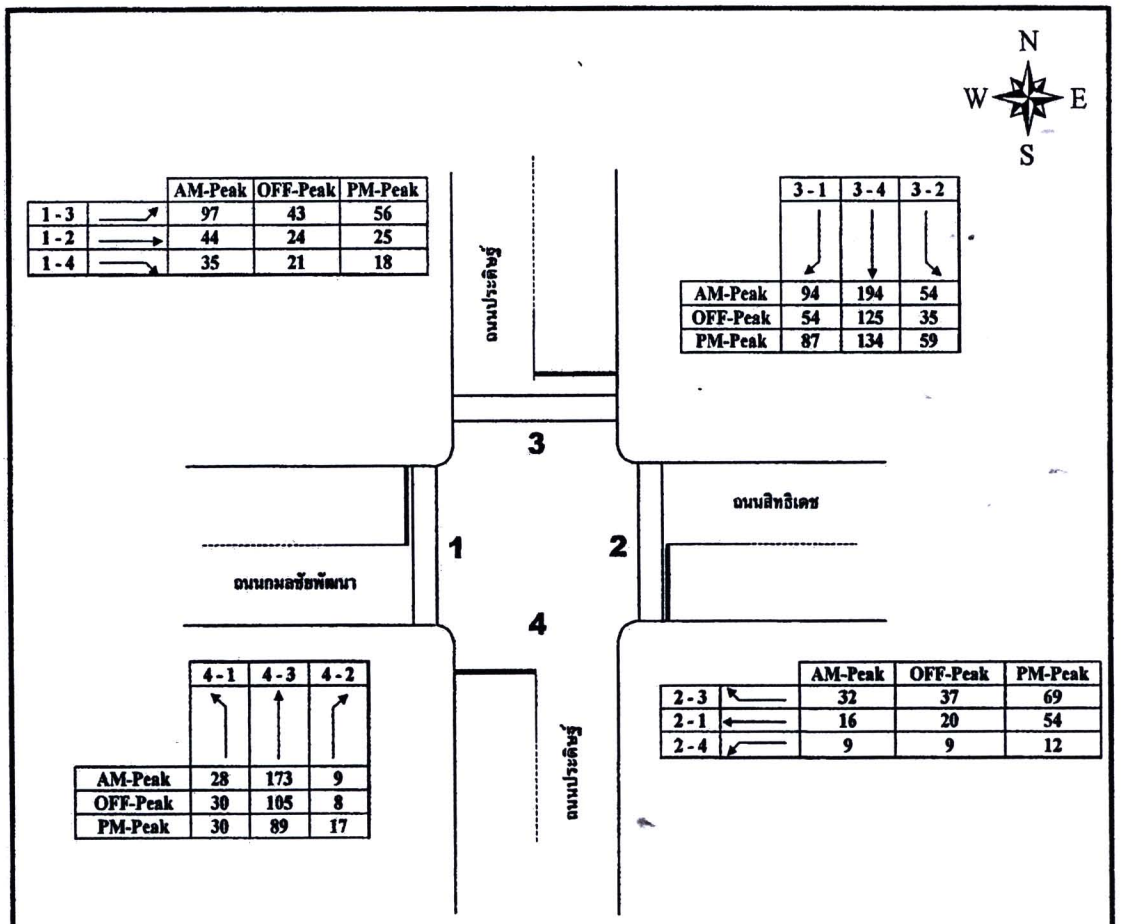
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ไม่มี
สภาพ	-
เวลาที่เปิดใช้	-
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กายภาพ	จุดที่ 5 ถนนกมลไชยพัฒนาตัดกับถนนสิทธิเดชและถนนประดิษฐ์



		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	↗	97	43	56
1 - 2	→	44	24	25
1 - 4	↘	35	21	18

	3 - 1	3 - 4	3 - 2
AM-Peak	94	194	54
OFF-Peak	54	125	35
PM-Peak	87	134	59

	4 - 1	4 - 3	4 - 2
AM-Peak	28	173	9
OFF-Peak	30	105	8
PM-Peak	30	89	17

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	↖	32	37	69
2 - 1	←	16	20	54
2 - 4	↙	9	9	12

ไม่มีระบบสัญญาณไฟจราจร

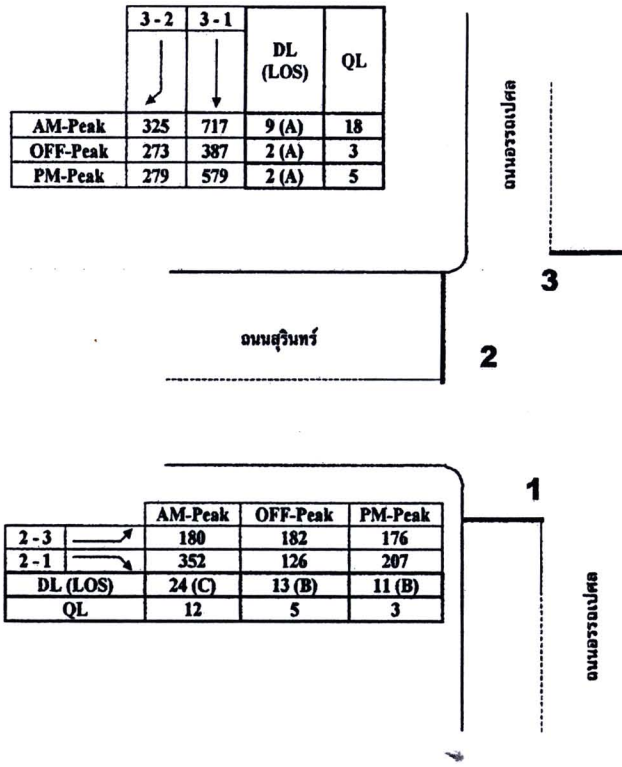
Legend:	
2 - 1	Movement
↗	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ไม่มี
สภาพ	-
เวลาที่เปิดใช้	-
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 5 ถนนกมลไชยพัฒนาตัดกับถนนสิทธิเดชและถนนประดิษฐ์



	3 - 2	3 - 1	DL (LOS)	QL
AM-Peak	325	717	9 (A)	18
OFF-Peak	273	387	2 (A)	3
PM-Peak	279	579	2 (A)	5

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	180	182	176
2 - 1	352	126	207
DL (LOS)	24 (C)	13 (B)	11 (B)
QL	12	5	3

	1 - 2	1 - 3	DL (LOS)	QL
AM-Peak	204	675	6 (A)	17
OFF-Peak	58	387	1 (A)	0
PM-Peak	122	579	2 (A)	2

ไม่มีระบบสัญญาณไฟจราจร

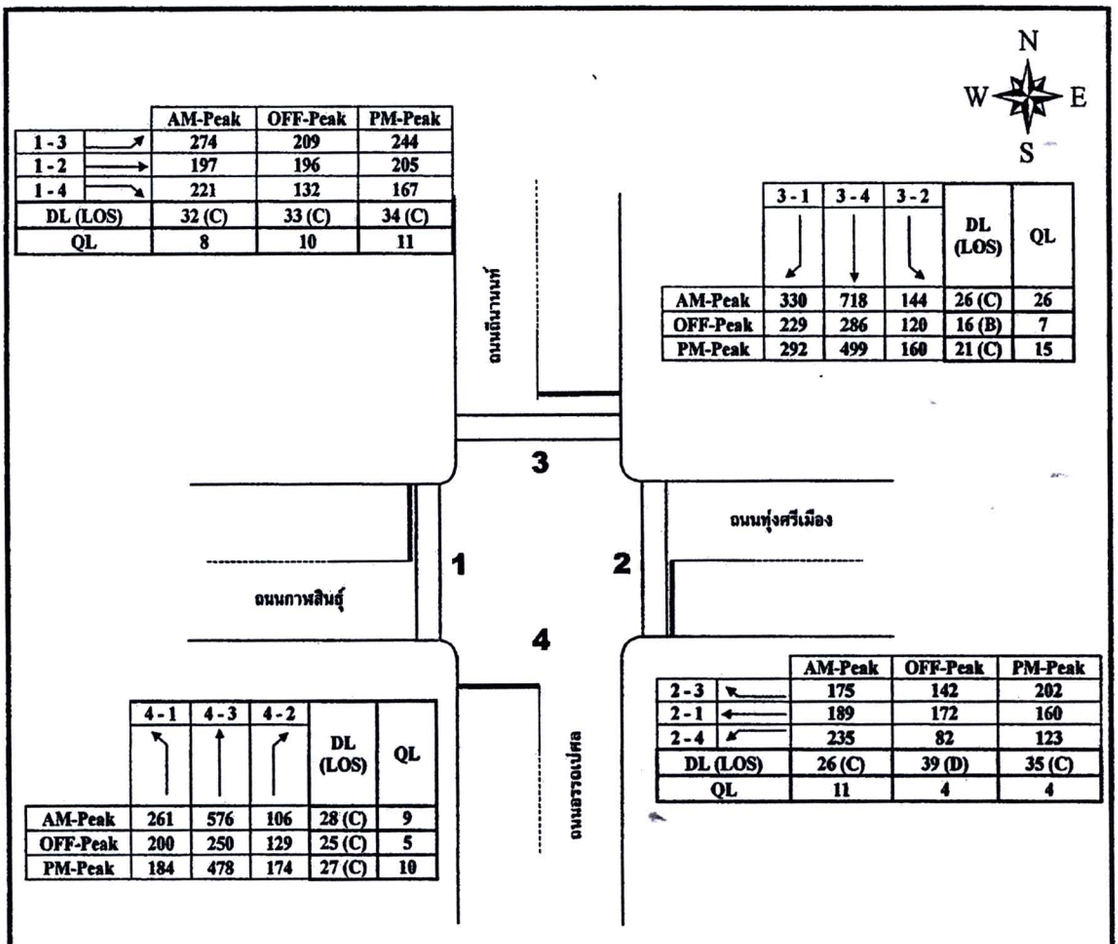
Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ไม่มี
สภาพ	-
เวลาที่เปิดใช้	
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 6 สามแยกถนนสุรินทร์ตัดกับถนนอรรถเปศล



	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	274	209	244
1 - 2	197	196	205
1 - 4	221	132	167
DL (LOS)	32 (C)	33 (C)	34 (C)
QL	8	10	11

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	330	718	144	26 (C)	26
OFF-Peak	229	286	120	16 (B)	7
PM-Peak	292	499	160	21 (C)	15

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	175	142	202
2 - 1	189	172	160
2 - 4	235	82	123
DL (LOS)	26 (C)	39 (D)	35 (C)
QL	11	4	4

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	261	576	106	28 (C)	9
OFF-Peak	200	250	129	25 (C)	5
PM-Peak	184	478	174	27 (C)	10

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 110 วินาที

เฟส	A	B	C	D
เขียว	30	20	20	20
เหลือง	3	3	3	3
แดงทุกเฟส	2	2	2	2

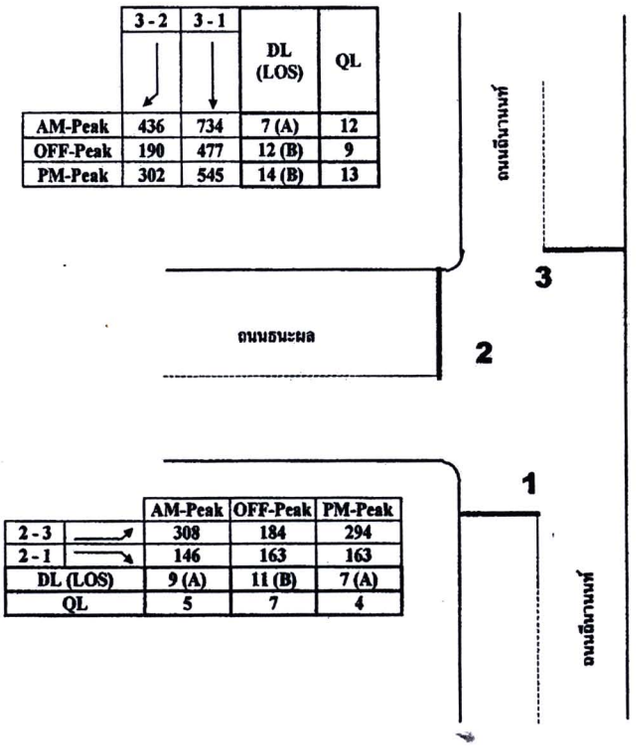
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 21.00 น.
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์ | **จุดที่ 7 ถนนฉือนานนท์ตัดกับถนนกาฬสินธุ์ ทุ่งศรีเมือง และอรรถเปศล**



N
W E
S

	3 - 2	3 - 1	DL (LOS)	QL
AM-Peak	436	734	7 (A)	12
OFF-Peak	190	477	12 (B)	9
PM-Peak	302	545	14 (B)	13

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	308	184	294
2 - 1	146	163	163
DL (LOS)	9 (A)	11 (B)	7 (A)
QL	5	7	4

	1 - 2	1 - 3	DL (LOS)	QL
AM-Peak	215	608	23 (C)	10
OFF-Peak	251	477	20 (B)	13
PM-Peak	188	545	17 (B)	12

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 136 วินาที

เฟส	A	B1	B2	C
เขียว	20	25	51	20
เหลือง	3	3	3	3
แดงทุกเฟส	2	2	2	2

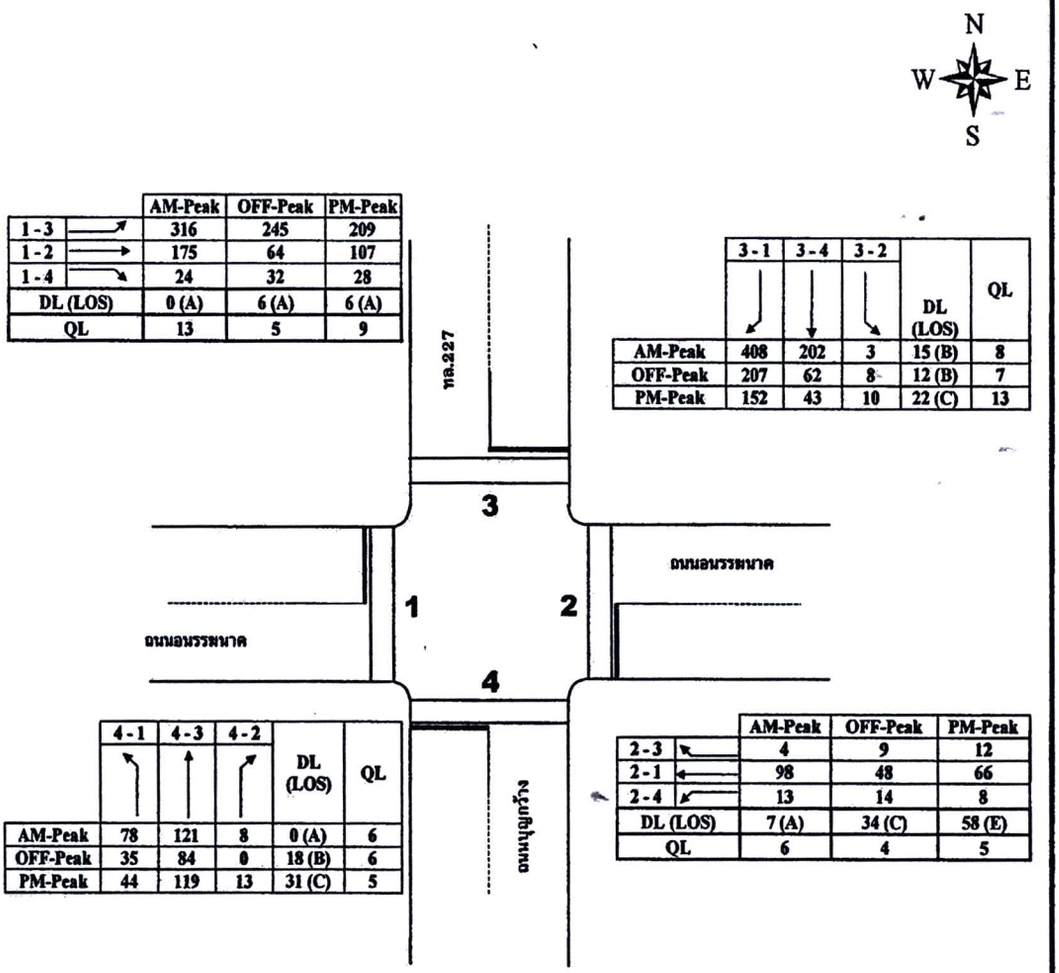
Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 21.00 น.
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 8 สามแยกถนนธนะผล ตัดกับ ถนนถีนานนท์



	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	316	245	209
1 - 2	175	64	107
1 - 4	24	32	28
DL (LOS)	0 (A)	6 (A)	6 (A)
QL	13	5	9

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	408	202	3	15 (B)	8
OFF-Peak	207	62	8	12 (B)	7
PM-Peak	152	43	10	22 (C)	13

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	78	121	8	0 (A)	6
OFF-Peak	35	84	0	18 (B)	6
PM-Peak	44	119	13	31 (C)	5

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	4	9	12
2 - 1	98	48	66
2 - 4	13	14	8
DL (LOS)	7 (A)	34 (C)	58 (E)
QL	6	4	5

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 87 วินาที

เฟส	A	B	C	D
เขียว	30	10	13	10
เหลือง	3	3	3	3
แดงทุกเฟส	3	3	3	3

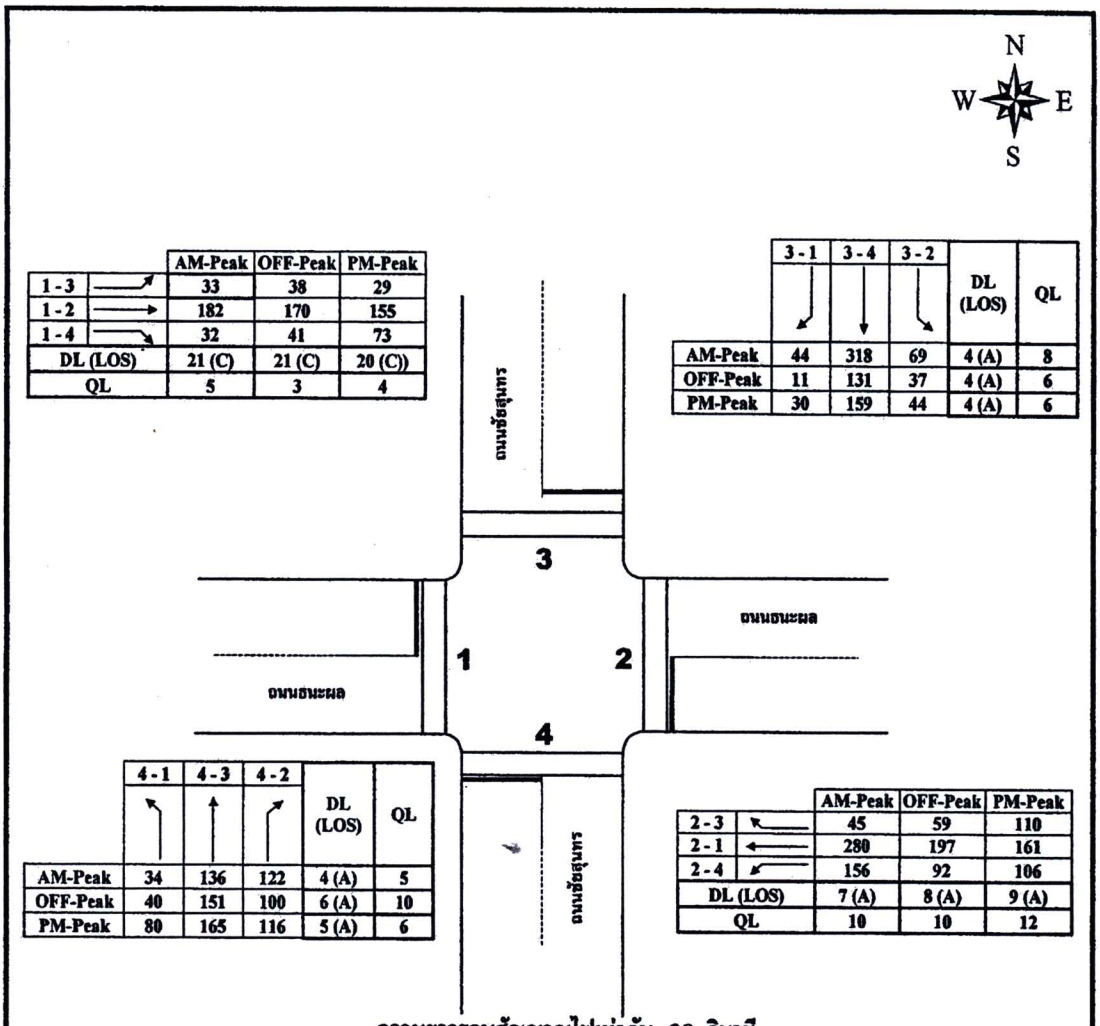
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
→	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 18.00 น.
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์ | **จุดที่ 9 ถนนบุญกว้างตัดกับถนนอนรรฆนาคและ ทล.227**



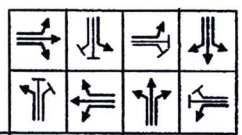
	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	33	38	29
1 - 2	182	170	155
1 - 4	32	41	73
DL (LOS)	21 (C)	21 (C)	20 (C))
QL	5	3	4

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	44	318	69	4 (A)	8
OFF-Peak	11	131	37	4 (A)	6
PM-Peak	30	159	44	4 (A)	6

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	34	136	122	4 (A)	5
OFF-Peak	40	151	100	6 (A)	10
PM-Peak	80	165	116	5 (A)	6

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	45	59	110
2 - 1	280	197	161
2 - 4	156	92	106
DL (LOS)	7 (A)	8 (A)	9 (A)
QL	10	10	12

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 68 วินาที



เฟส	A	B
เขียว	35	24
เหลือง	4	3
แดงทุกเฟส	1	1

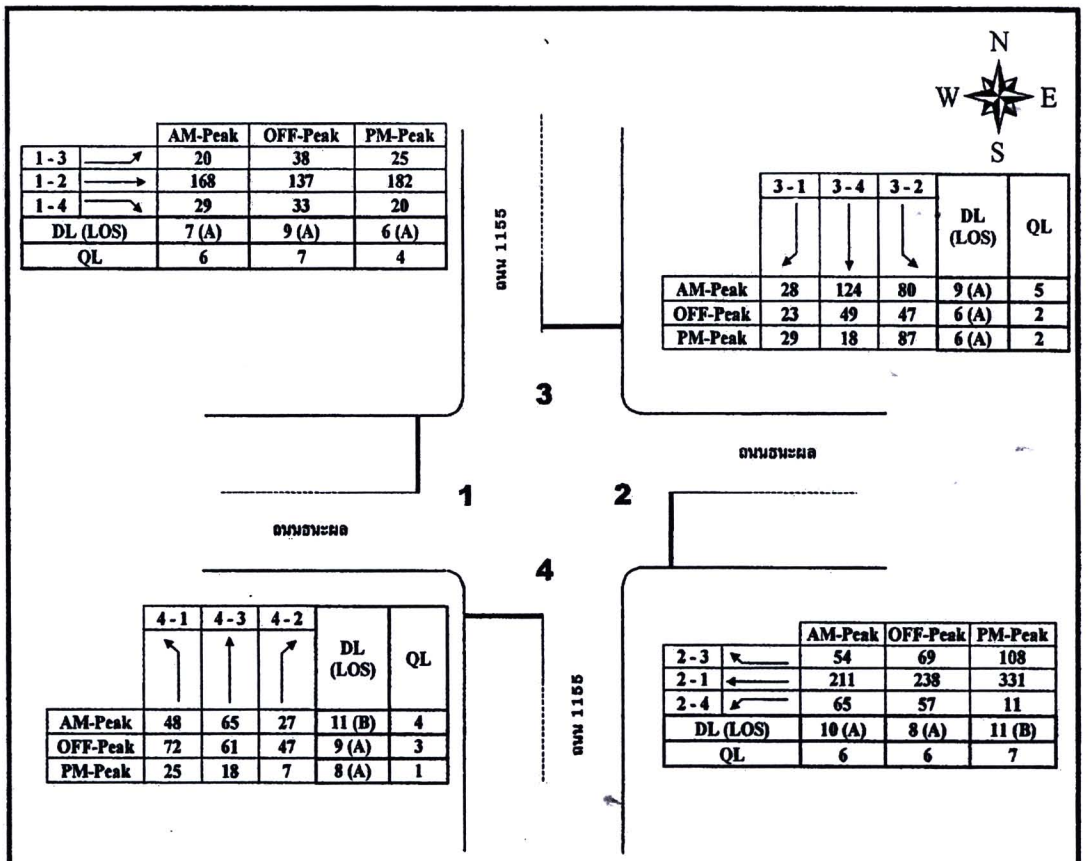
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	7.00 - 20.00
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 10 ถนนธนะผลตัดกับถนนชัยสุนทร



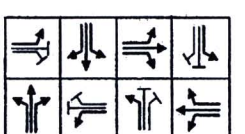
	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	20	38	25
1 - 2	168	137	182
1 - 4	29	33	20
DL (LOS)	7 (A)	9 (A)	6 (A)
QL	6	7	4

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	28	124	80	9 (A)	5
OFF-Peak	23	49	47	6 (A)	2
PM-Peak	29	18	87	6 (A)	2

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	48	65	27	11 (B)	4
OFF-Peak	72	61	47	9 (A)	3
PM-Peak	25	18	7	8 (A)	1

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	54	69	108
2 - 1	211	238	331
2 - 4	65	57	11
DL (LOS)	10 (A)	8 (A)	11 (B)
QL	6	6	7

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 63 วินาที



เฟส	A	B
เขียว	34	21
เหลือง	3	3
แดงทุกเฟส	1	1

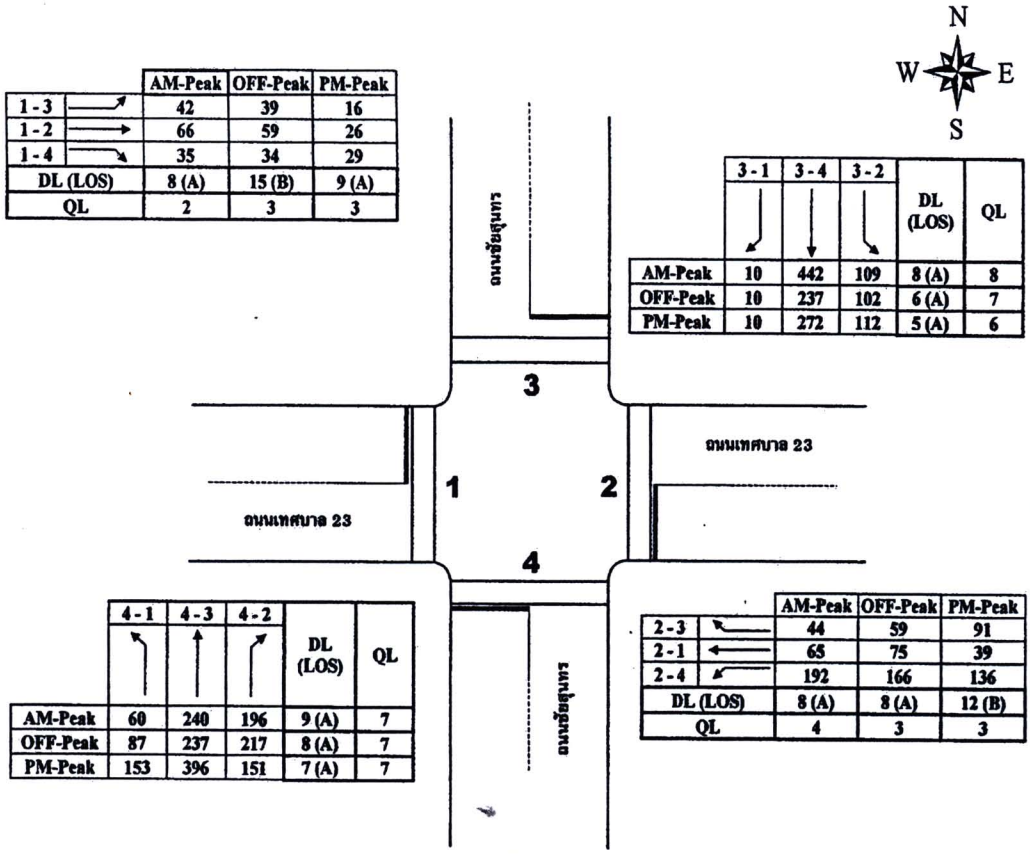
Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	ตลอด 24 ชั่วโมง
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 11 ถนนธนะผลตัดกับถนน 1155



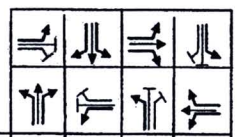
		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	↗	42	39	16
1 - 2	→	66	59	26
1 - 4	↘	35	34	29
DL (LOS)		8 (A)	15 (B)	9 (A)
QL		2	3	3

	3 - 1 ↓	3 - 4 ↓	3 - 2 ↓	DL (LOS)	QL
AM-Peak	10	442	109	8 (A)	8
OFF-Peak	10	237	102	6 (A)	7
PM-Peak	10	272	112	5 (A)	6

	4 - 1 ↖	4 - 3 ↑	4 - 2 ↗	DL (LOS)	QL
AM-Peak	60	240	196	9 (A)	7
OFF-Peak	87	237	217	8 (A)	7
PM-Peak	153	396	151	7 (A)	7

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	↖	44	59	91
2 - 1	←	65	75	39
2 - 4	↙	192	166	136
DL (LOS)		8 (A)	8 (A)	12 (B)
QL		4	3	3

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 56 วินาที



เฟส	A	B
เขียว	20	28
เหลือง	3	3
แดงทุกเฟส	1	1

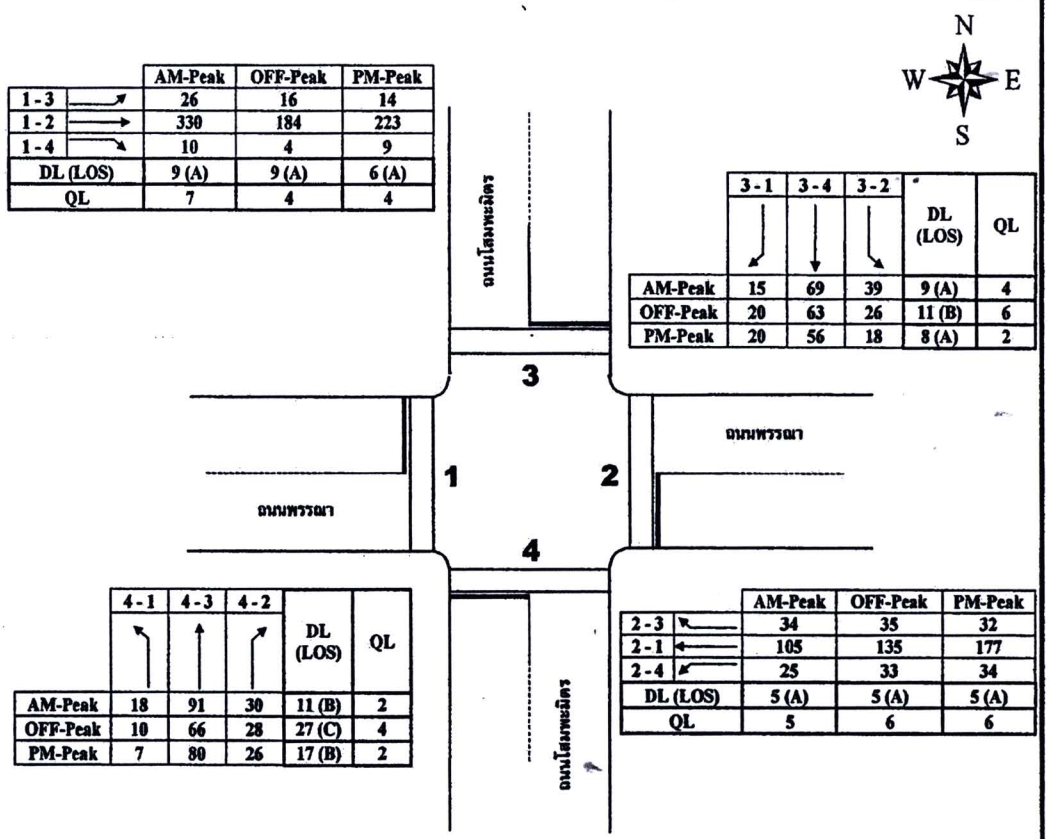
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
↗	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 19.00 น.
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 12 ถนนชัยสุนทรตัดกับถนนเทศบาล 23



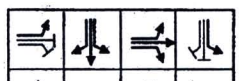
	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	26	16	14
1 - 2	330	184	223
1 - 4	10	4	9
DL (LOS)	9 (A)	9 (A)	6 (A)
QL	7	4	4

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	15	69	39	9 (A)	4
OFF-Peak	20	63	26	11 (B)	6
PM-Peak	20	56	18	8 (A)	2

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	18	91	30	11 (B)	2
OFF-Peak	10	66	28	27 (C)	4
PM-Peak	7	80	26	17 (B)	2

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	34	35	32
2 - 1	105	135	177
2 - 4	25	33	34
DL (LOS)	5 (A)	5 (A)	5 (A)
QL	5	6	6

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 48 วินาที



เฟส	A	B
เขียว	24	16
เหลือง	3	3
แดงทุกเฟส	1	1

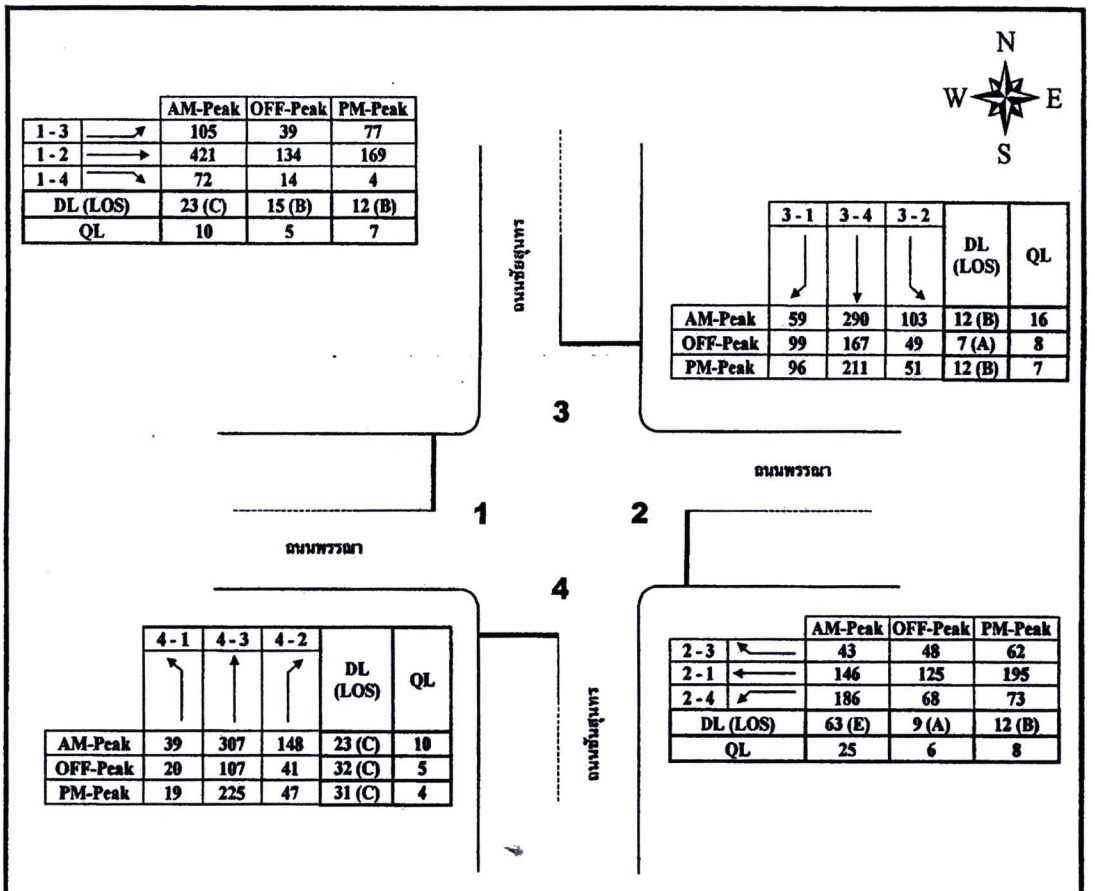
* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
→	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 20.00
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่สำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์	จุดที่ 13 ถนนโสมพะมิตร ตัดกับ ถนนพรรณา



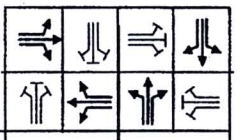
	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	105	39	77
1 - 2	421	134	169
1 - 4	72	14	4
DL (LOS)	23 (C)	15 (B)	12 (B)
QL	10	5	7

	3 - 1	3 - 4	3 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	59	290	103	12 (B)	16
OFF-Peak	99	167	49	7 (A)	8
PM-Peak	96	211	51	12 (B)	7

	4 - 1	4 - 3	4 - 2	DL (LOS)	QL
AM-Peak	39	307	148	23 (C)	10
OFF-Peak	20	107	41	32 (C)	5
PM-Peak	19	225	47	31 (C)	4

	AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	43	48	62
2 - 1	146	125	195
2 - 4	186	68	73
DL (LOS)	63 (E)	9 (A)	12 (B)
QL	25	6	8

ความยาวรอบสัญญาณไฟเท่ากับ 73 วินาที



เฟส	A	B
เขียว	34	31
เหลือง	3	3
แดงทุกเฟส	1	1

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30
DL (x)	Delay (LOS)
QL	Queue length

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ	ประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed Time Signal)
สภาพ	ดี
เวลาที่เปิดใช้	6.00 - 20.00
ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ	ไม่มี

กาฬสินธุ์ | **จุดที่ 14 ถนนชัยสุนทร ตัดกับ ถนนพรรณา**

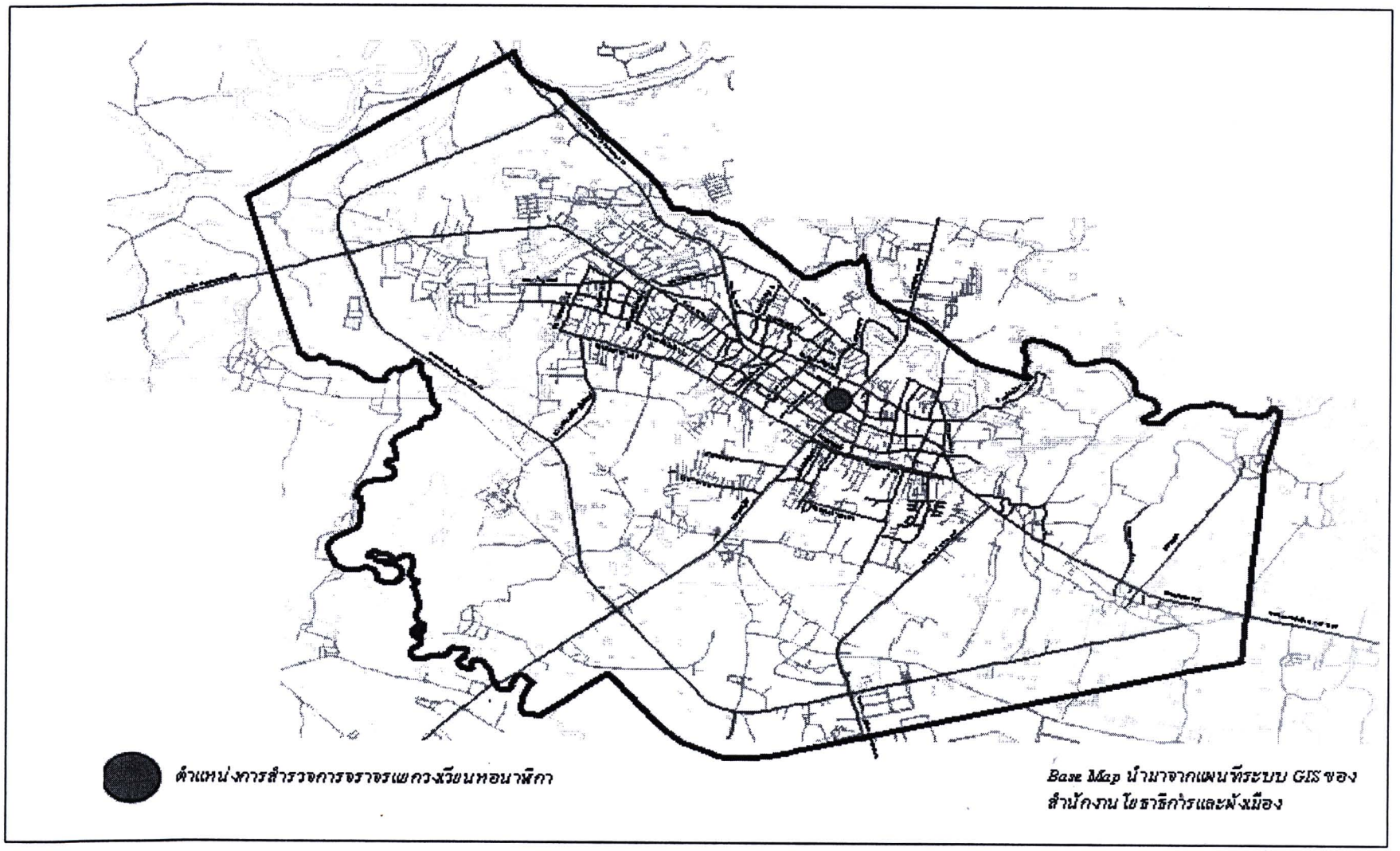
ภาคผนวก ง
รายละเอียดแยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา)

รายละเอียดการสำรวจปริมาณจราจรทางแยกตัวอย่างการออกแบบการติดตั้งวงเวียน

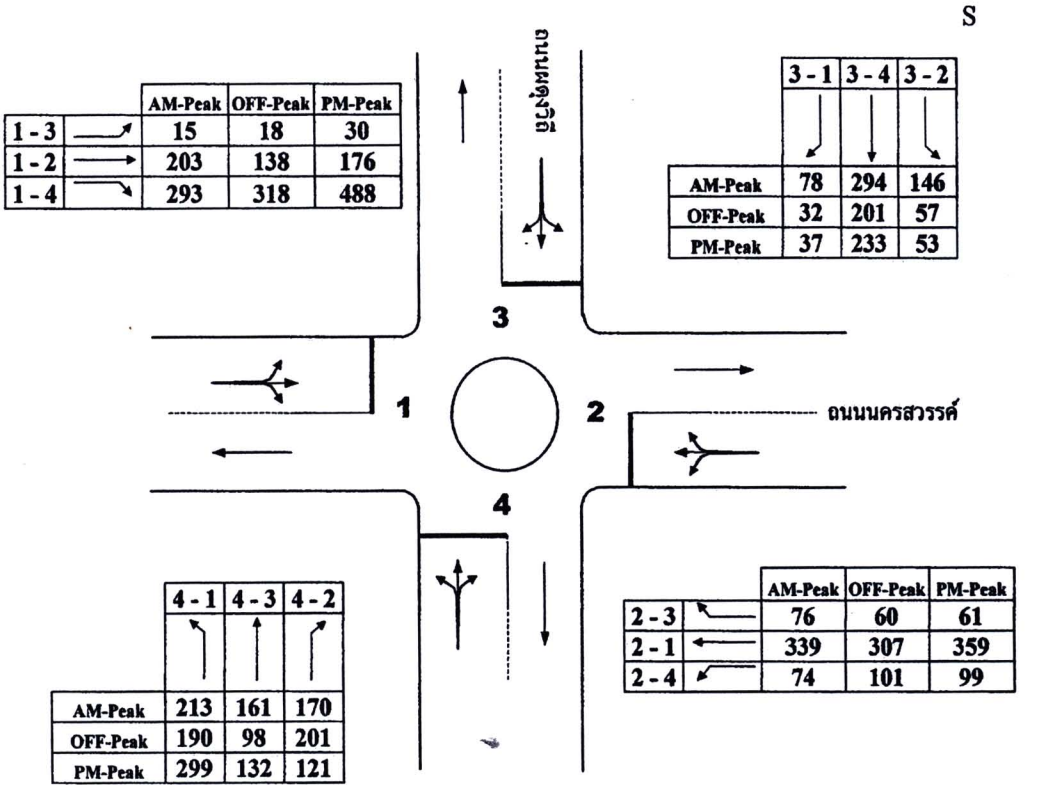
จากข้อมูลการสำรวจของศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธามหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการศึกษาโครงการสำรวจข้อมูลด้านการขนส่งและจราจรเพื่อจัดทำแผนแม่บทในเมืองภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม ได้ทำการสำรวจปริมาณการจราจรบริเวณทางแยก (Intersection Turning Movement Count) ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า คือ 07:00 – 10:00 น. ในช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วนคือระหว่างเวลา 11:00 – 14:00 น. และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเย็นคือ ระหว่างเวลา 15:00 – 18:00 น. รวม 9 ชั่วโมง) ระหว่างวันที่ 31 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550 ประเภทของยวดยานถูกจำแนกออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ คือ

1. รถจักรยานยนต์
2. รถสามล้อเครื่อง/รถยนต์ 4 ล้อ
3. รถ 6 ล้อ
4. รถโดยสารขนาดใหญ่
5. รถบรรทุกขนาดใหญ่

โดยข้อมูลทางแยกที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างการออกแบบการติดตั้งวงเวียนที่เหมาะสมในบทที่ 5 นั้นทางผู้วิจัยได้เลือกแยกสี่แยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา) ซึ่งเป็นแยกหลักของเมืองและเป็นสัญลักษณ์ของจังหวัดมหาสารคาม แล้วนำข้อมูลการจราจรที่ได้จากการสำรวจของศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธามหาวิทยาลัยขอนแก่นมาประมวลผลในระบบ DSIC แล้วนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับการสำรวจที่สนามและทำการสรุปผลการวิเคราะห์กับการติดตั้งจริงเพื่อบอกถึงความแตกต่าง โดยตำแหน่งของทางแยกที่ทำการสำรวจได้แสดงในภาพที่ ง-1 และการสำรวจปริมาณจราจรที่ทางแยกระยะเวลาในการสำรวจคือ ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07:30 – 8:30 น.) ช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วน (12:00 – 13:00 น.) และชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16:30 – 17:30 น.) โดยได้แสดงผลการสำรวจในข้อมูลการจราจรสี่แยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา)



ภาพที่ ง-1 ตำแหน่งทำการสำรวจ สี่แยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา)



		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
1 - 3	↗	15	18	30
1 - 2	→	203	138	176
1 - 4	↘	293	318	488

	3 - 1	3 - 4	3 - 2
	↓	↓	↓
AM-Peak	78	294	146
OFF-Peak	32	201	57
PM-Peak	37	233	53

	4 - 1	4 - 3	4 - 2
	↖	↑	↗
AM-Peak	213	161	170
OFF-Peak	190	98	201
PM-Peak	299	132	121

		AM-Peak	OFF-Peak	PM-Peak
2 - 3	↖	76	60	61
2 - 1	←	339	307	359
2 - 4	↙	74	101	99

ไม่มีระบบสัญญาณไฟจราจร

* ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของทางแยกไม่ได้เทียบมาตราส่วน

Legend:	
2 - 1	Movement
↗	Direction
128	Vehicle (PCU)
AM-Peak	07:30 - 08:30
OFF-Peak	12:00 - 13:00
PM-Peak	16:30 - 17:30

หมายเหตุ :

ระบบสัญญาณไฟ : ไม่มี

สภาพ : -

เวลาที่เปิดใช้ : -

ควบคุมระบบโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ : ไม่มี

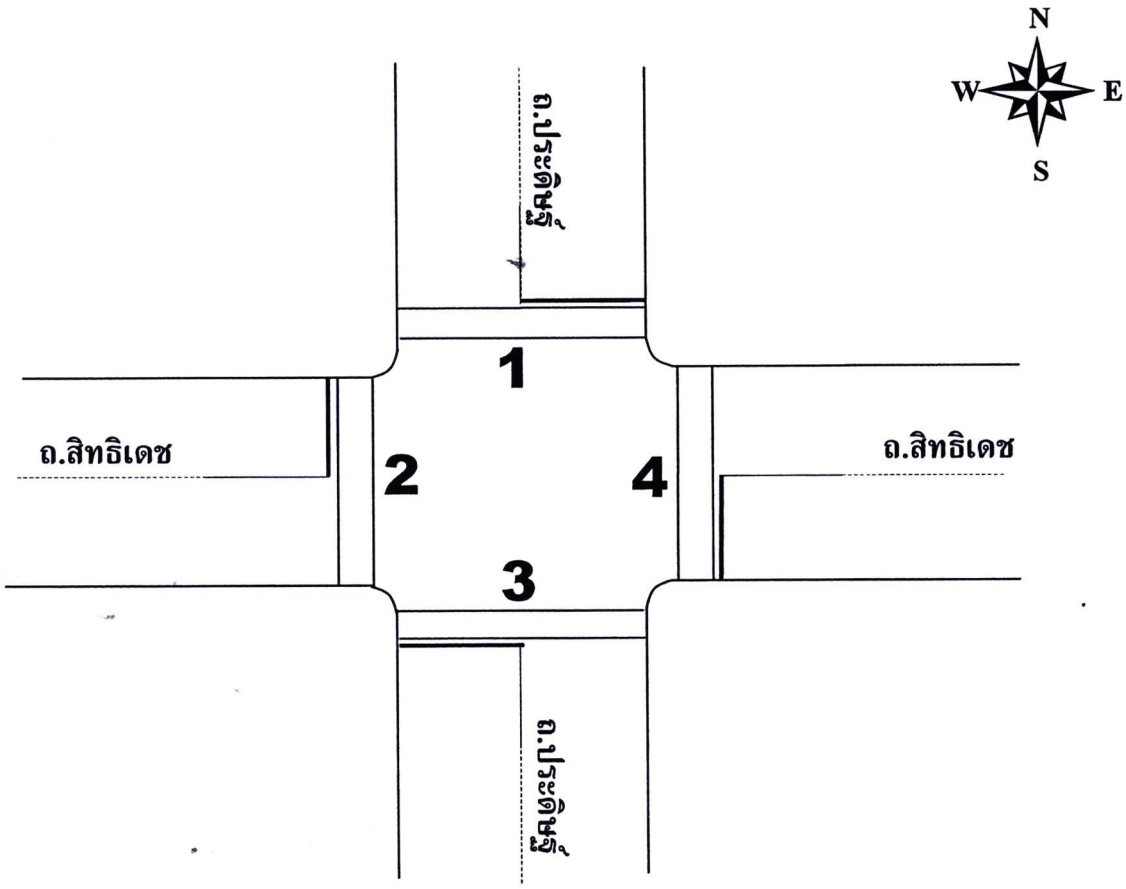
มหาสารคาม	ข้อมูลการจราจรสี่แยกถนนนครสวรรค์ตัดกับถนนผดุงวิถี (วงเวียนหอนาฬิกา)

ภาคผนวก จ
ตัวอย่างการวิเคราะห์และการคำนวณด้วยมือ

ในหัวข้อนี้จะเสนอตัวอย่างการวิเคราะห์ในรูปแบบต่าง ๆ ของระบบ DSIC เพื่อแสดงการคำนวณและวิธีการทำงานของโปรแกรมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ตัวอย่างการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก 2) ตัวอย่างการแนะนำการติดตั้งวงเวียน และ 3) ตัวอย่างการคำนวณรอบสัญญาณไฟ สามารถแสดงวิธีการและผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1) ตัวอย่างการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

รายละเอียดของกรณีศึกษานี้อ้างอิงจากบทที่ 5 ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของทางแยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ จ-1 และข้อมูลปริมาณจราจร แสดงในตารางที่ จ-1 ข้อมูลทั่วไป ทางแยกในเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนประดิษฐ์ ชนิดถนนสายรอง มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนสิทธิเดช ชนิดถนนสายรอง ความเร็วเฉลี่ยเข้าสู่ทางแยก 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

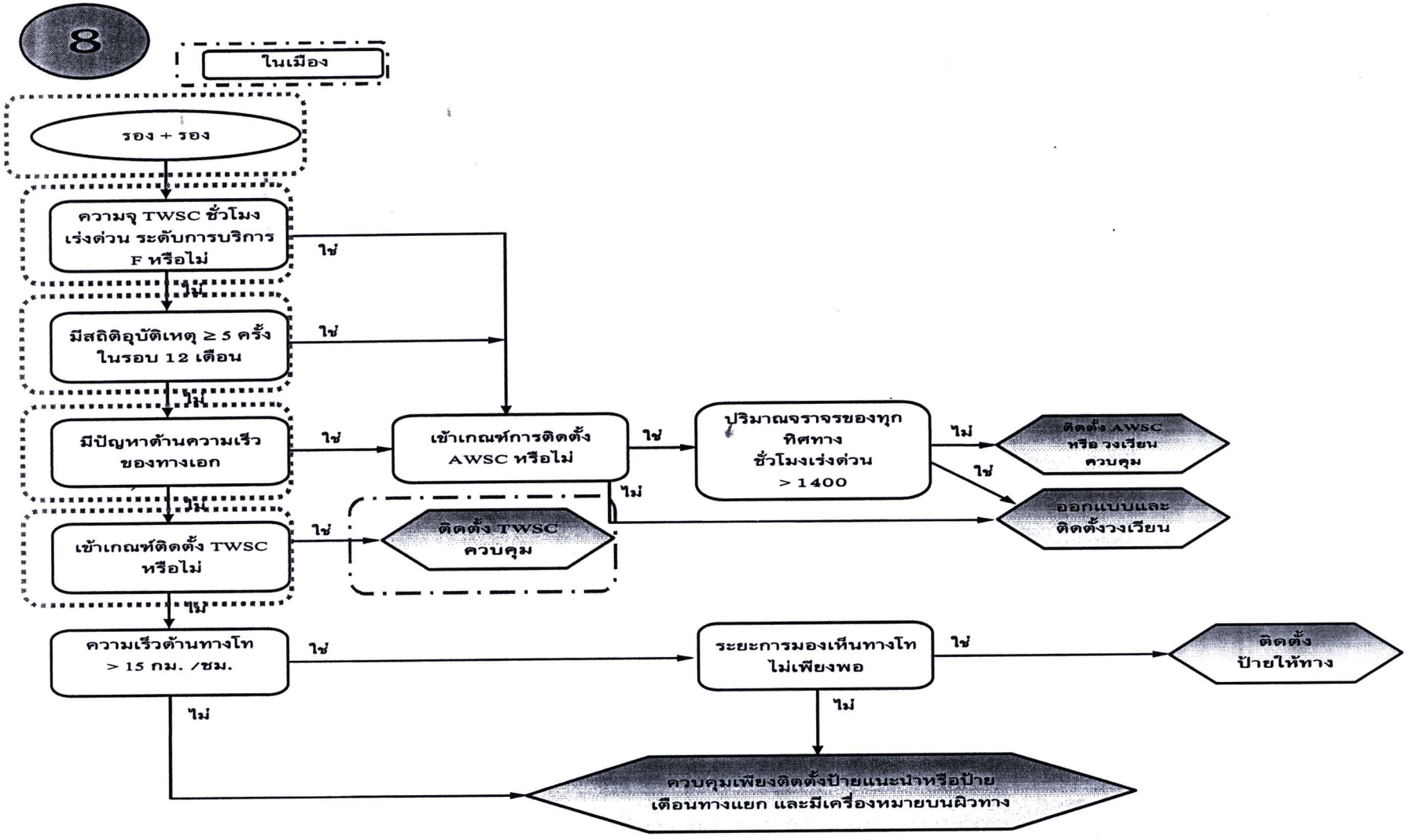


ภาพที่ จ-1 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกกรณีตัวอย่างการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

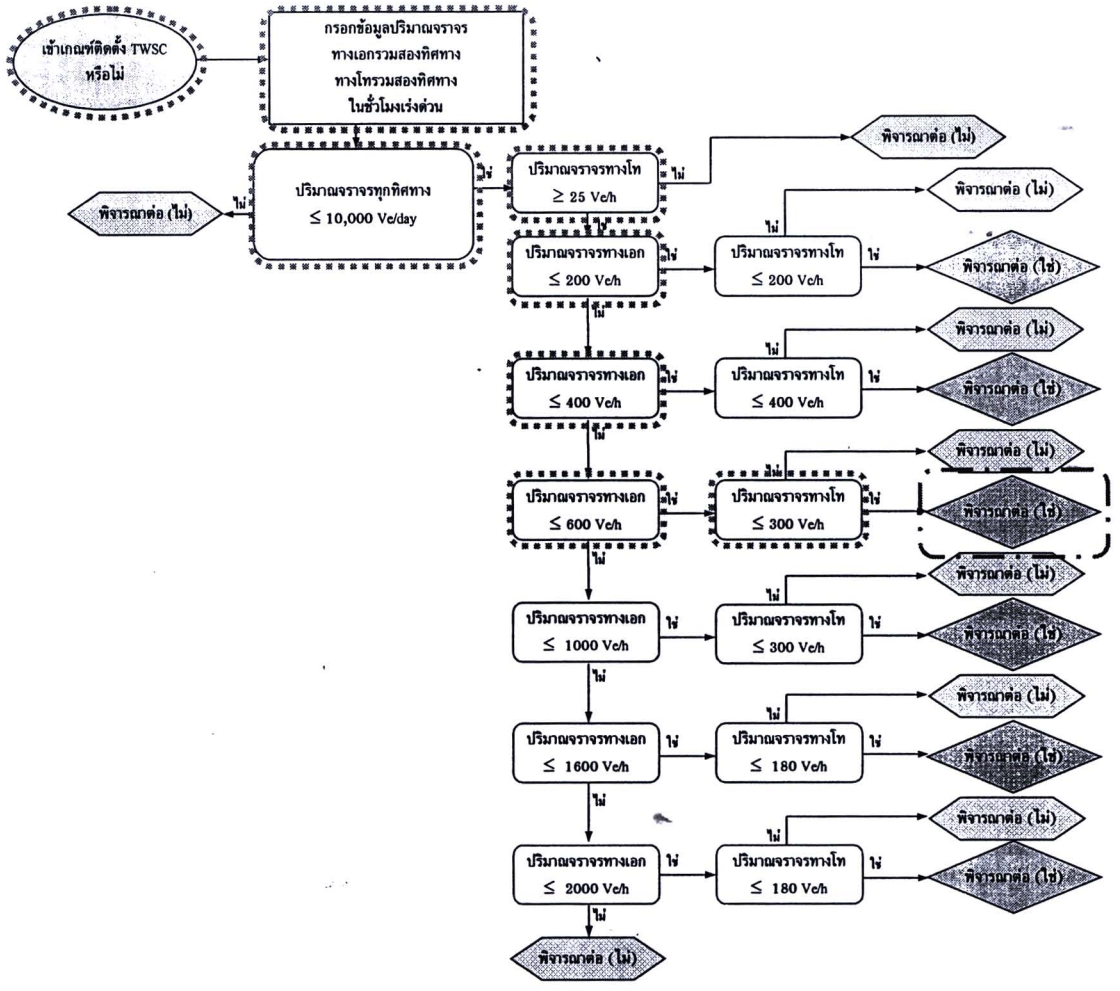
ตารางที่ จ-1 ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	28	173	9
SB (มุ่งใต้)	94	194	54
EB (มุ่งตะวันออก)	32	16	9
WB (มุ่งตะวันตก)	97	44	35

การวิเคราะห์เป็นไปตามสายทางการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกในกรณีทางเอกและทางโทเป็นถนนสายรองและตั้งอยู่ในเขตเมือง ดังภาพที่ จ-2 ข้อมูลทางแยก ความจุของทางแยกไม่อยู่ในระดับการให้บริการระดับ F วิเคราะห์ในทิศทาง “ไม่” ต่อไปวิเคราะห์สถิติการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือน 0 ครั้ง จากนั้นวิเคราะห์ในสายทาง “ไม่” วิเคราะห์ความเร็วในทิศทางเอก ไม่มีปัญหาด้านความเร็วทางเอก วิเคราะห์ในทิศทาง “ไม่” และจากการวิเคราะห์การเข้าเกณฑ์การติดตั้ง TWSC จากปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยกปริมาณของปริมาณทางเอกสองทิศทาง เป็น 543 คันต่อชั่วโมงและปริมาณจราจรในทางโทรวมเป็น 233 คันต่อชั่วโมง ซึ่งเข้าเกณฑ์การติดตั้ง ป้ายหยุดแบบสองทิศทาง (TWSC) โดยแสดงจากภาพที่ จ-3 ดังนั้นระบบจึงสรุปให้เลือก การติดตั้ง “ป้ายหยุดแบบสองทิศทาง” เพื่อควบคุมการจราจรที่ทางแยกดังกล่าว



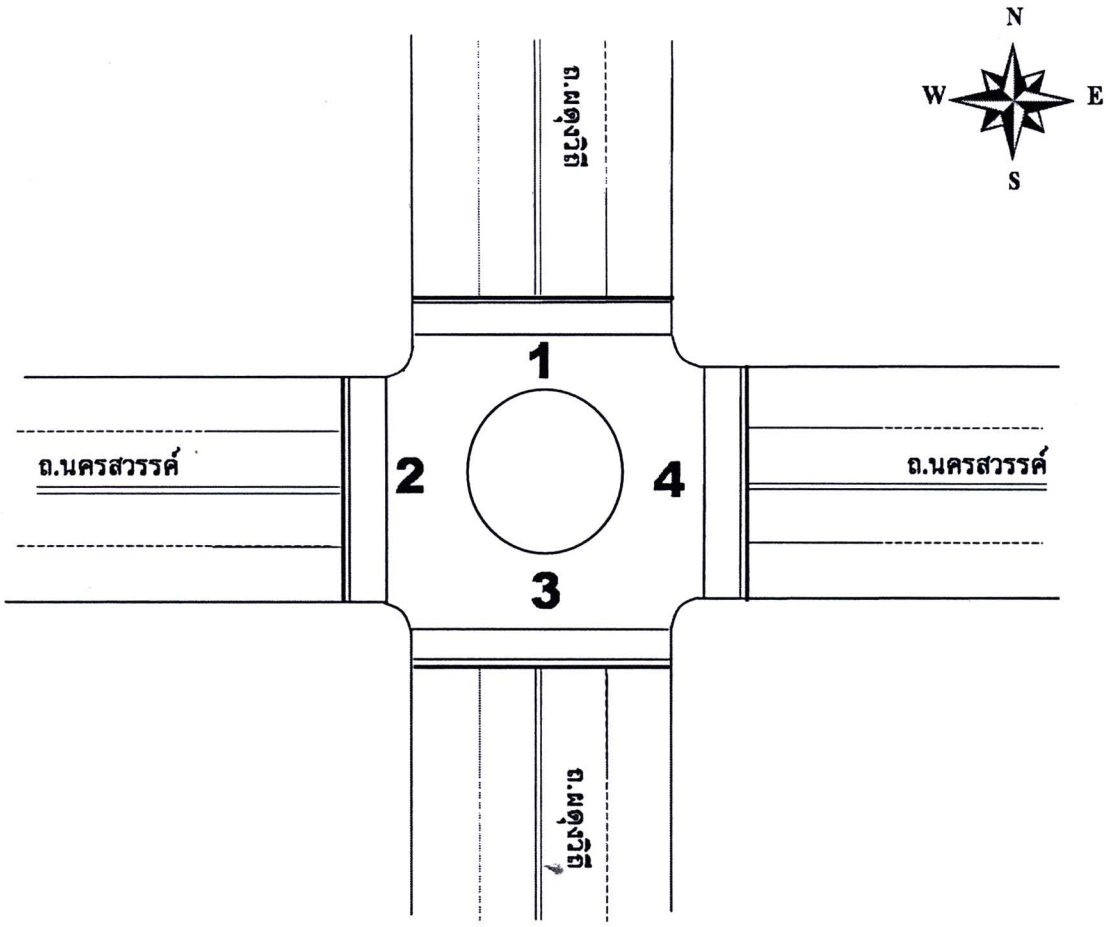
ภาพที่ จ-2 สายทางการวิเคราะห์กรณีตัวอย่างการเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยก



ภาพที่ จ-3 สายทางการวิเคราะห์การเข้าเกณฑ์การติดตั้ง TWSC จากปริมาณจราจรเข้าสู่ทางแยก

2) ตัวอย่างการแนะนำการติดตั้งวงเวียน

ตัวอย่างการวิเคราะห์ อ้างอิงจากบทที่ 5 รายละเอียดของกรณีศึกษานี้ประกอบไปด้วย ตำแหน่งของทางแยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ จ-4 และข้อมูลปริมาณจราจร แสดงในตารางที่ จ-2 ข้อมูลทั่วไป ทางแยกในเมือง จังหวัดมหาสารคาม มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนผดุงวิถี ชนิดถนนหลักโท มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนนครสวรรค์ ชนิดถนนหลักโท ความเร็วด้านมากสุดมุ่งเข้าสู่ทางแยก 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ จ-4 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกตัวอย่างการวิเคราะห์ติดตั้งวงเวียน

ตารางที่ จ-2 ข้อมูลปริมาณจราจรของพาหนะที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกของกรณีศึกษาการออกแบบการติดตั้งวงเวียน

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	213	161	170
SB (มุ่งใต้)	146	294	78
EB (มุ่งตะวันออก)	15	203	293
WB (มุ่งตะวันตก)	74	339	76

จากข้อมูลความเร็วสูงสุดที่มุ่งเข้าสู่ทางแยกและอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียน และการไหลภายในในวงเวียน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ตามสายทางของการออกแบบวงเวียนดัง ภาพที่ จ-8 จากการมีอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนรวม 2,062 คันต่อชั่วโมง และมีอัตราการไหลภายในวง

เวียนคิดเป็น 2,231 คันต่อชั่วโมง ทำให้อัตราการไหลของการจราจรที่ทางแยกเหมาะกับวงเวียนที่มี 3 ช่องจราจร การแนะนำขนาดเกาะกลางสำหรับวงเวียน 3 ช่องจราจรดังแสดงใน ภาพที่ จ-9 โดยแสดงทิศทางการไหลเข้าสู่วงเวียนจากภาพที่ จ-5 แสดงตำแหน่งของทิศทางการจราจรมุ่งเข้าสู่วงเวียนดังภาพที่ จ-6 และผลการคำนวณอัตราการไหลเข้าและอัตราการไหลภายในวงเวียนดังภาพที่ จ-7 และการคำนวณหาปริมาณการจราจรต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

1) หาอัตราการไหลเข้าและออกวงเวียน

เข้าสู่วงเวียน

จากทิศใต้ $V_{SP} = 213+161+170 = 544$

ปริมาณรถ 544 คันต่อชั่วโมง

จากทิศเหนือ $V_{NP} = 146+294+78 = 518$

ปริมาณรถ 518 คันต่อชั่วโมง

จากทิศตะวันตก $V_{WP} = 15+203+293 = 511$

ปริมาณรถ 511 คันต่อชั่วโมง

จากทิศตะวันออก $V_{EP} = 74+339+76 = 489$

ปริมาณรถ 489 คันต่อชั่วโมง

รวม 544+518+511+489 = 2062 คันต่อชั่วโมง

ออกจากวงเวียน

มุ่งทิศใต้ $V_S = 293+74+294 = 661$

ปริมาณรถ 661 คันต่อชั่วโมง

มุ่งทิศเหนือ $V_N = 76+15+161 = 252$

ปริมาณรถ 252 คันต่อชั่วโมง

มุ่งทิศตะวันตก $V_W = 78+213+339 = 630$

ปริมาณรถ 630 คันต่อชั่วโมง

มุ่งทิศตะวันออก $V_E = 203+170+146 = 519$

ปริมาณรถ 519 คันต่อชั่วโมง

2) หาอัตราการไหลภายในวงเวียน

$$V_{EB,crc} = V_{WB,RT} + V_{NB,RT} + V_{NB,TH} + V_{NB,U-turn} + V_{WB,U-Turn} + V_{SB,U-turn}$$

$$V_{EB,crc} = 76+170+161+0+0+0 = 407 \quad \text{คันต่อชั่วโมง}$$

$$V_{WB,crc} = V_{EB,RT} + V_{SB,RT} + V_{SB,TH} + V_{SB,U-turn} + V_{EB,U-Turn} + V_{NB,U-turn}$$

$V_{WB,crc} = 293 + 78 + 294 + 0 + 0 + 0 = 665$ คันต่อชั่วโมง

$V_{NB,crc} = V_{SB,RT} + V_{WB,RH} + V_{WB,TH} + V_{WB,U-turn} + V_{SB,U-Turn} + V_{EB,U-turn}$

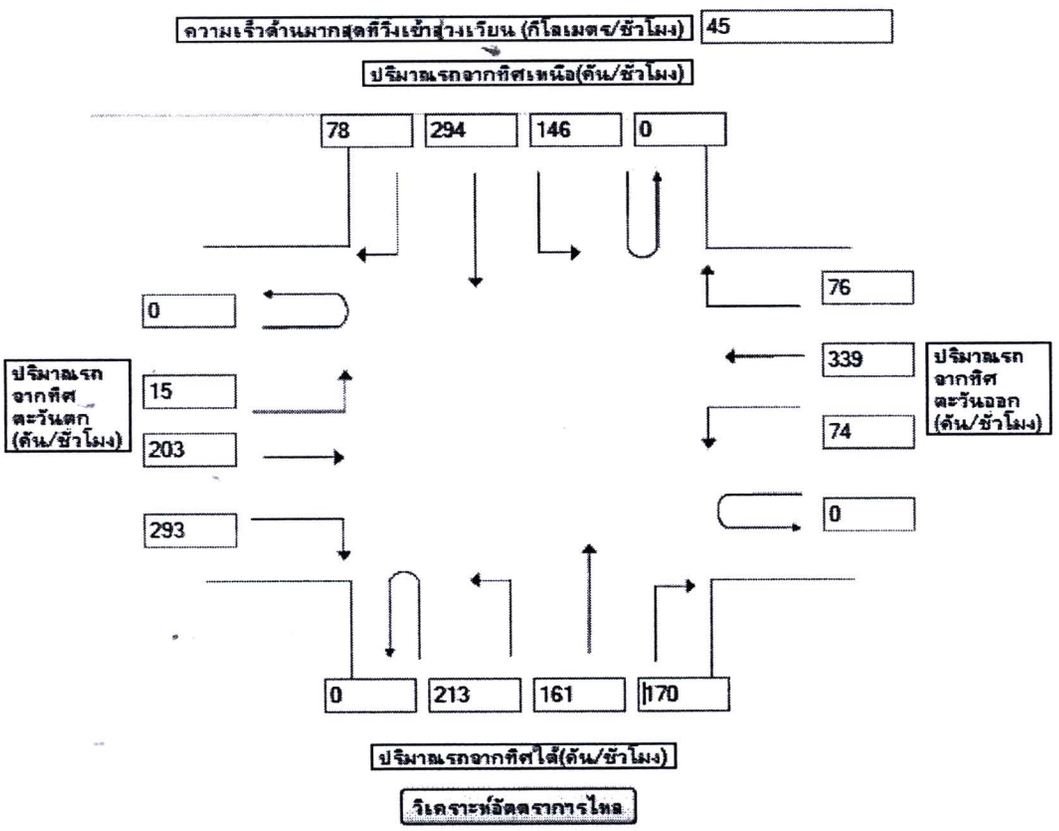
$V_{NB,crc} = 78 + 76 + 339 + 0 + 0 + 0 = 493$ คันต่อชั่วโมง

$V_{SB,crc} = V_{NB,RT} + V_{EB,RH} + V_{EB,TH} + V_{EB,U-turn} + V_{NB,U-Turn} + V_{WB,U-turn}$

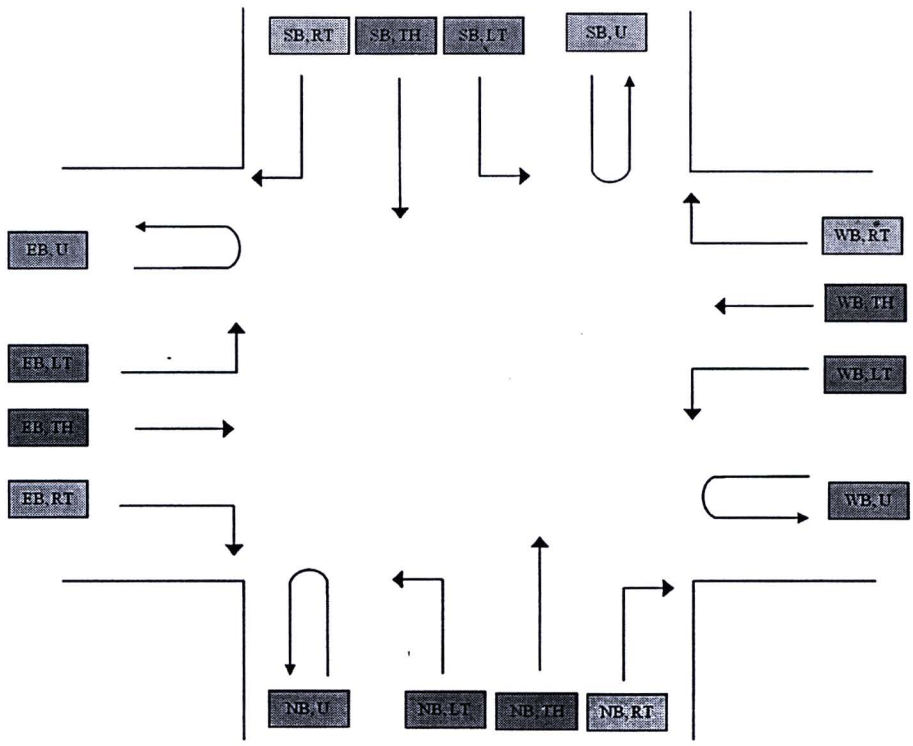
$V_{SB,crc} = 170 + 293 + 203 + 0 + 0 + 0 = 666$ คันต่อชั่วโมง

ผลรวมของอัตราการไหลภายในวงเวียน

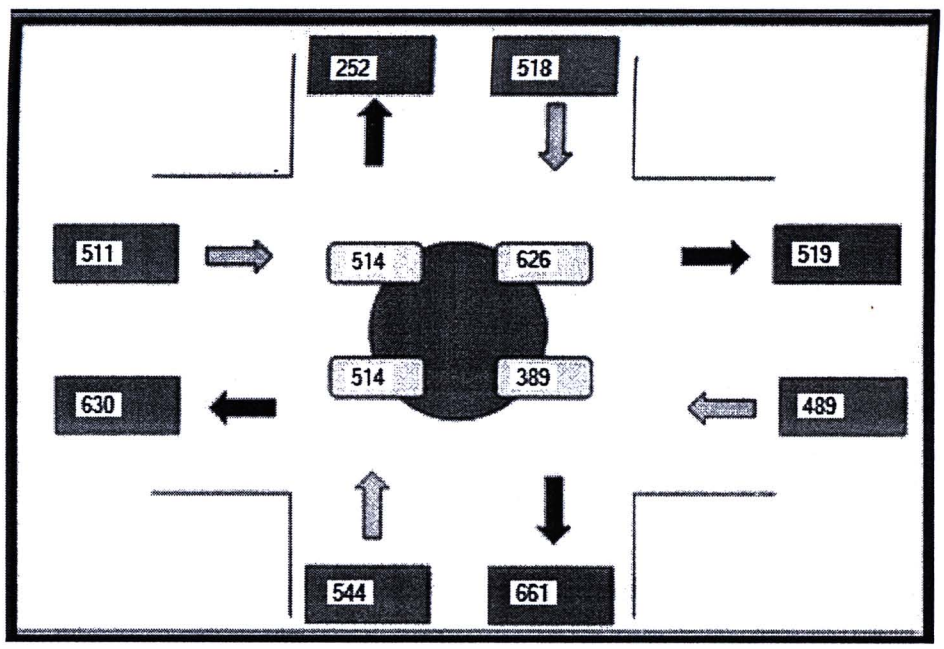
$V_{CRC} = 407 + 665 + 493 + 666 = 2231$ คันต่อชั่วโมง



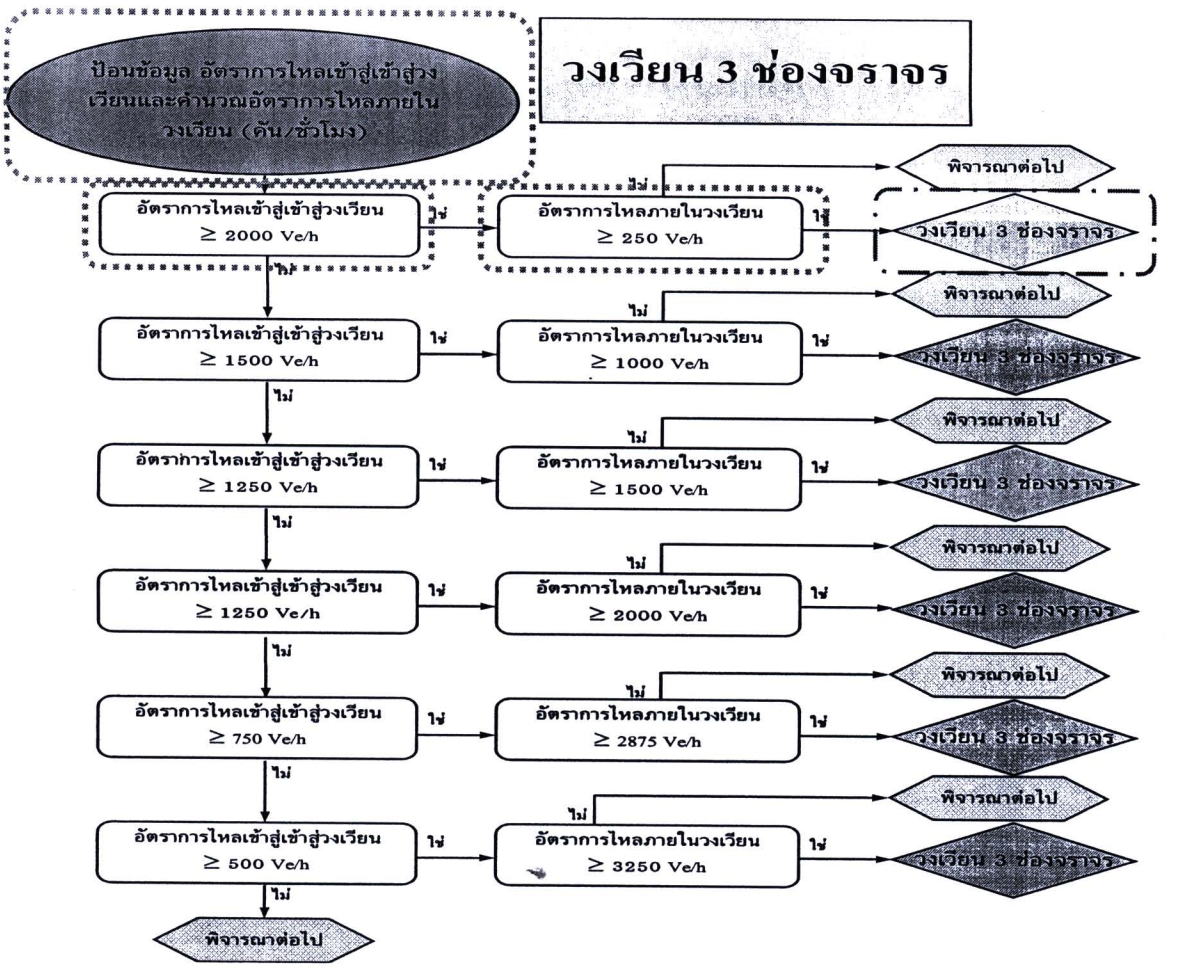
ภาพที่ จ-5 ทิศทางการไหลของปริมาณจราจรเข้าสู่วงเวียน



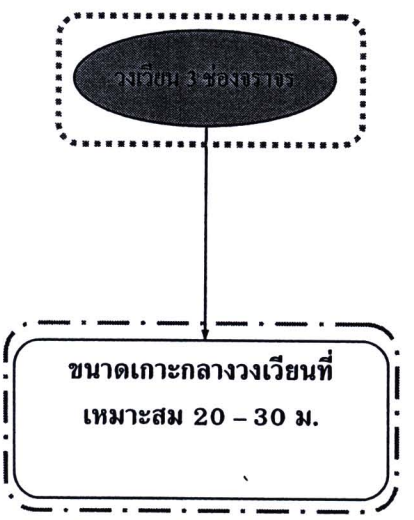
ภาพที่ จ-6 ตำแหน่งของทิศทางการจราจรมุ่งเข้าสู่วงเวียน



ภาพที่ จ-7 ผลการคำนวณอัตราการไหลเข้าออกและอัตราการไหลภายในวงเวียน



ภาพที่ จ-8 สายทางการแนะนำปริมาณช่องจราจรจากอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนและอัตราการไหลภายในวงเวียน



ภาพที่ จ-9 การแนะนำขนาดเกาะกลางสำหรับวงเวียน 3 ช่องจราจร

สรุปผลการวิเคราะห์ และการติดตั้งจริงแสดงภายในวงเล็บ

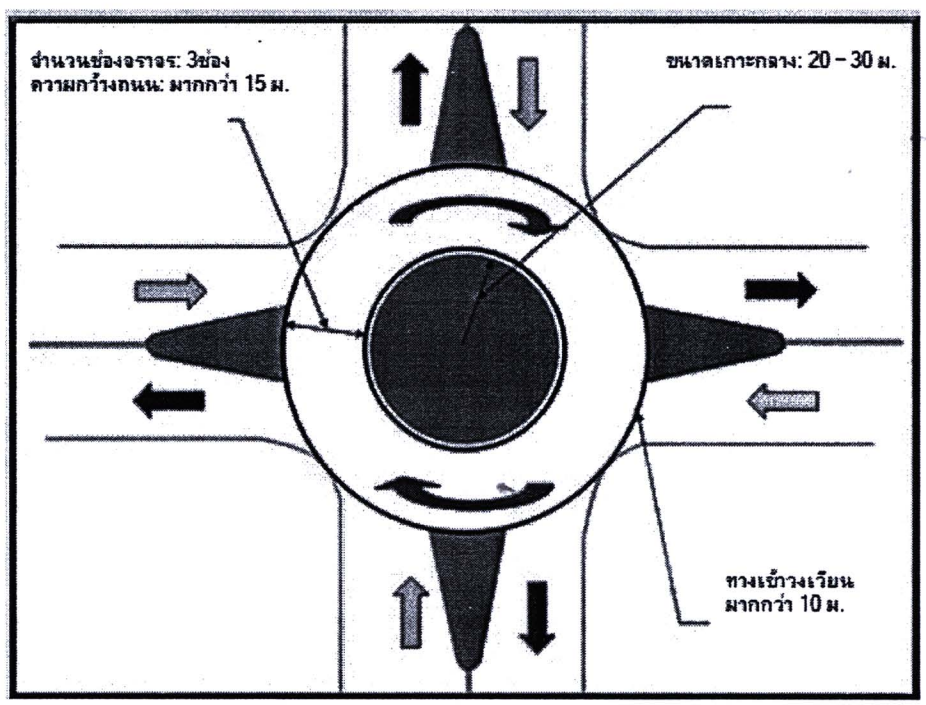
1) วงเวียน 3 ช่องจราจร (ติดตั้งจริง 2 ช่องจราจรขนาดใหญ่)

2) ความกว้างทางเข้าวงเวียน: มากกว่า 10 ม. (10 เมตร)

3) ความกว้างถนนภายในวงเวียน: มากกว่า 15 ม. (17.5 เมตร)

4) ขนาดเกาะกลาง: 20 – 30 ม. (22 เมตร)

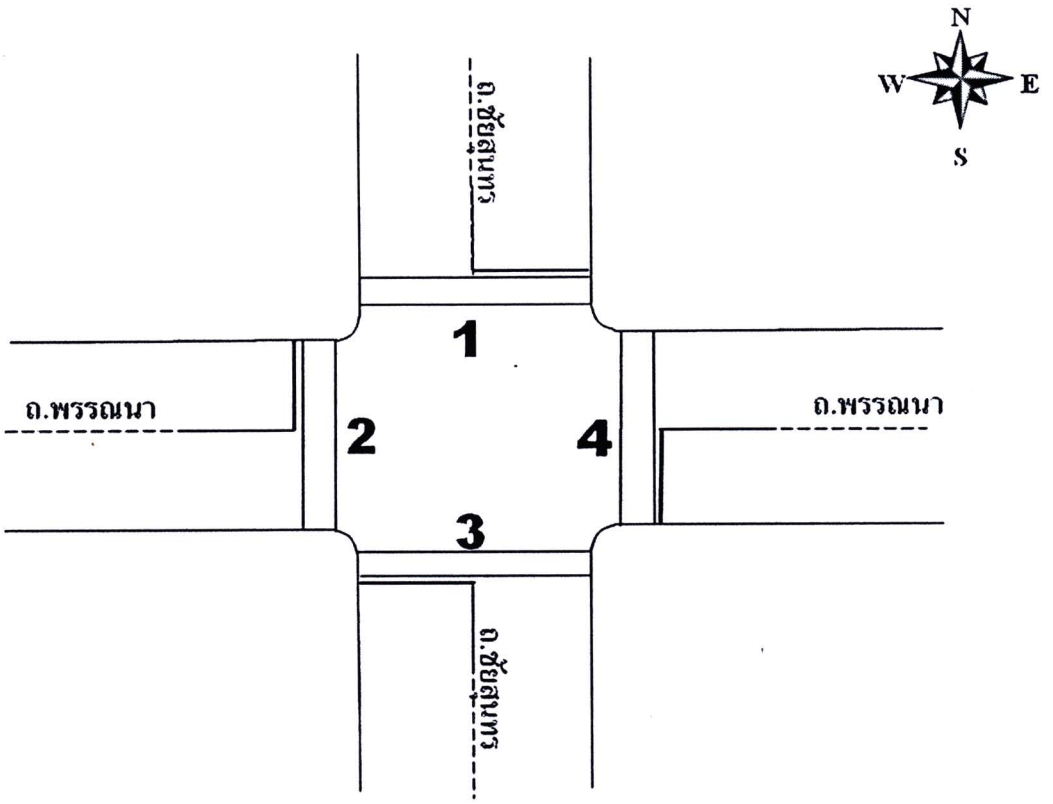
แสดงเป็นรูปภาพได้ดังภาพที่ จ-10



ภาพที่ จ-10 สรุปผลการวิเคราะห์วงเวียน

3) ตัวอย่างการคำนวณรอบสัญญาณไฟ

การวิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจร ระบบสามารถวิเคราะห์หารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมและสามารถหาความล้าช้าและระดับการให้บริการ (LOS) ของทางแยกที่ควบคุมสัญญาณไฟจราจร ในบทที่ 5 อธิบายถึงการทำงานของระบบ DSIC ในบทนี้จะกล่าวถึงการคำนวณและการวิเคราะห์ทางแยกของระบบ โดยใช้แยกกรณีศึกษาทางแยกในเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มุ่งเหนือ-ใต้ ถนนชัยสุนทร ชนิดถนนหลักโท มุ่งตะวันออก-ตะวันตก ถนนพรรณนา ชนิดถนนหลักโท ความเร็วด้านมากสุดมุ่งเข้าสู่ทางแยก 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แยก ข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยกโดยแสดงในภาพที่ จ-11 ข้อมูลการออกแบบและลักษณะทางกายภาพของทางแยก ดังตารางที่ จ-3 และข้อมูลปริมาณจราจรจากการสำรวจ แสดงในตารางที่ จ-4



ภาพที่ จ-11 ลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกตัวอย่างการเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

ตารางที่ จ-3 ข้อมูลการออกแบบและลักษณะทางกายภาพของทางแยก

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	จำนวนช่องจราจร	ขนาดช่องจราจร (เซนติเมตร)	อัตราการไหลอิ่มตัว (คันต่อชั่วโมง)	ค่า PHF
NB (มุ่งเหนือ)	1	350	1850	0.85
SB (มุ่งใต้)	1	350	1850	0.85
EB(มุ่งตะวันออก)	1	350	1850	0.85
WB(มุ่งตะวันตก)	1	350	1850	0.85

ตารางที่ จ-4 ข้อมูลปริมาณจราจรที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก

ทิศมุ่งสู่ทางแยก	ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า		
	เลี้ยวซ้าย	ตรง	เลี้ยวขวา
NB (มุ่งเหนือ)	39	307	148
SB (มุ่งใต้)	103	290	59
EB (มุ่งตะวันออก)	105	421	72
WB (มุ่งตะวันตก)	186	146	43

ข้อมูลการจราจรที่ใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร

1) ความเร็วเฉลี่ยด้านมากสุด 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
2) ไม่มีทางม้าลาย
3) ความกว้างทางแยกจากเส้นหยุดจนถึงเส้นหยุดฝั่งตรงข้ามด้านไกลสุด 11 เมตร
4) ความเร็วขณะแตะเบรกก่อนเข้าสู่ทางแยก 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรมีขั้นตอนการออกแบบการคำนวณ 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง (All Red)
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบระยะเวลาไฟเหลือง (Amber Time)
ขั้นตอนที่ 3 หาจังหวะการเลี้ยวขวาเฉพาะ
ขั้นตอนที่ 4 เลือกจังหวะ (Phase) สัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม
ขั้นตอนที่ 5 หาปริมาณจราจรกลุ่มเลน
ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาอัตราการไหลวิกฤต
ขั้นตอนที่ 7 หารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม
ขั้นตอนที่ 8 หาช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล
ขั้นตอนที่ 9 หาไฟเขียวในแต่ละจังหวะ
ขั้นตอนที่ 10 แสดงผลการออกแบบ

ในหัวข้อนี้จะแสดงถึงวิธีการและรายละเอียดการคำนวณจากข้อมูลตัวอย่างทางแยกที่มีการควบคุมการจราจรแบบสัญญาณไฟจราจร โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง (All Red)

$$ar = \max\left(\frac{w+L}{0.278S_{15}}, \frac{P}{0.278S_{15}}\right)$$

โดย

ar คือ ช่วงเวลาไฟแดงทุกด้าน (วินาที)

w คือ ระยะทางจากเส้นหยุดไปยังเส้นหยุดฝั่งตรงข้าม 11 เมตร

P คือ ระยะทางจากเส้นหยุดถึงเส้นทางม้าลายฝั่งตรงข้าม ไม่มีทางม้าลาย

L คือ ความยาวรถใช้ในการออกแบบ 4.6 เมตร

S_{15} คือ ความเร็วรถวิ่งเข้าสู่ทางแยกที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไทป์ 20-8 = 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

แทนค่า

$$ar = \max\left(\frac{11+4.6}{0.278\times12}, \frac{0}{0.278\times12}\right)$$

$$ar = 4.68$$

เลือก ar = 4.68 วินาที

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบระยะเวลาไฟเหลือง (Amber Time)

$$\tau_{\min} = \delta_2 + \frac{v_0}{2a_2} + \frac{w+L}{v_0}$$

โดยที่

$\tau_{\min}$ คือ ช่วงเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุด (วินาที)

δ_2 คือ เวลารับรู้และเกิดปฏิกิริยาแตะเบรค 1.5 วินาที

a_2 คือ ความหน่วงที่สบาย 3.05 เมตรต่อวินาที

w คือ ความกว้างของทางแยก 11 เมตร

L คือ ความยาวรถ 4.6 เมตร

v_0 คือ ความเร็วของรถขณะเริ่มแตะเบรค 20 กิโลเมตรต่อวินาที

แทนค่า

$$\tau_{\min} = 1.5 + \frac{20/3.6}{2\times3.05} + \frac{11+4.6}{20/3.6}$$

$$\tau_{\min} = 5.20$$

เลือก $\tau_{\min}$ = 5 วินาที

ขั้นตอนที่ 3 หาจังหวะการเลี้ยวขวาเฉพาะ

$$V_{RT} \geq 200$$

$$V_{RT} \times (V_o / N_o) \geq 50{,}000$$

โดยที่

V_{RT} คือ ปริมาณรถเลี้ยวขวา (คันต่อชั่วโมง)

V_o คือ ปริมาณรถวิ่งตรงจากฝั่งตรงข้าม (คันต่อชั่วโมง)

N_o คือ จำนวนช่องจราจรของทางวิ่งตรงจากฝั่งตรงข้าม (ช่อง)

แทนค่า

EB: มุ่งตะวันออก

$$V_{RT} = 72$$

$$V_{RT} \times (V_o / N_o) = 30312$$

ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

WB: มุ่งตะวันตก

$$V_{RT} = 43$$

$$V_{RT} \times (V_o / N_o) = 146$$

ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

NB: มุ่งเหนือ

$$V_{RT} = 148$$

$$V_{RT} \times (V_o / N_o) = 45436$$

ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

SB: มุ่งใต้

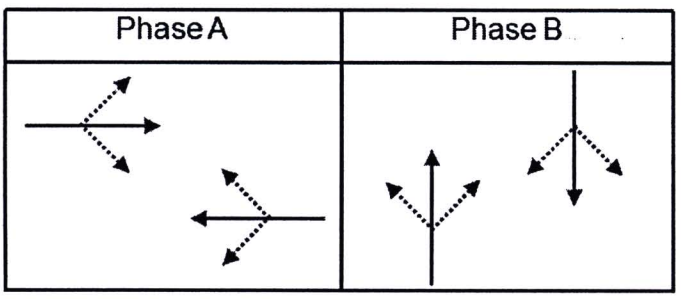
$$V_{RT} = 59$$

$$V_{RT} \times (V_o / N_o) = 17110$$

ไม่ต้องมีเลี้ยวขวาเฉพาะ

ขั้นตอนที่ 4 เลือกจังหวะ (Phase) สัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม
ระบบจะทำการเลือกจังหวะที่เหมาะสมสำหรับทางแยกตามจังหวะเลี้ยวขวาเฉพาะ
แนว N-S ไม่ต้องมีจังหวะเลี้ยวขวาเฉพาะ
แนว E-W ไม่ต้องมีจังหวะเลี้ยวขวาเฉพาะ

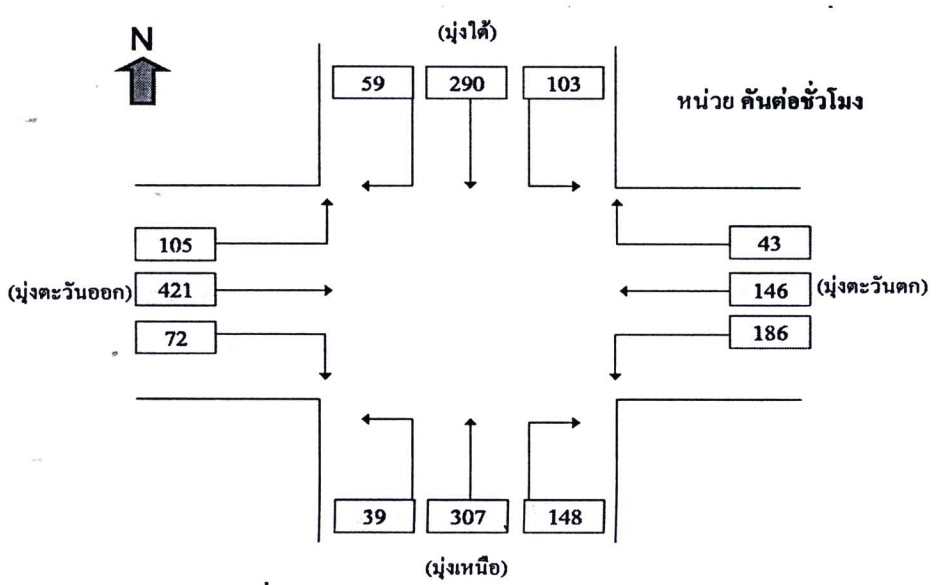
เลือกจังหวะสัญญาไฟจราจรเป็น 2 จังหวะ ดังภาพที่ จ-12



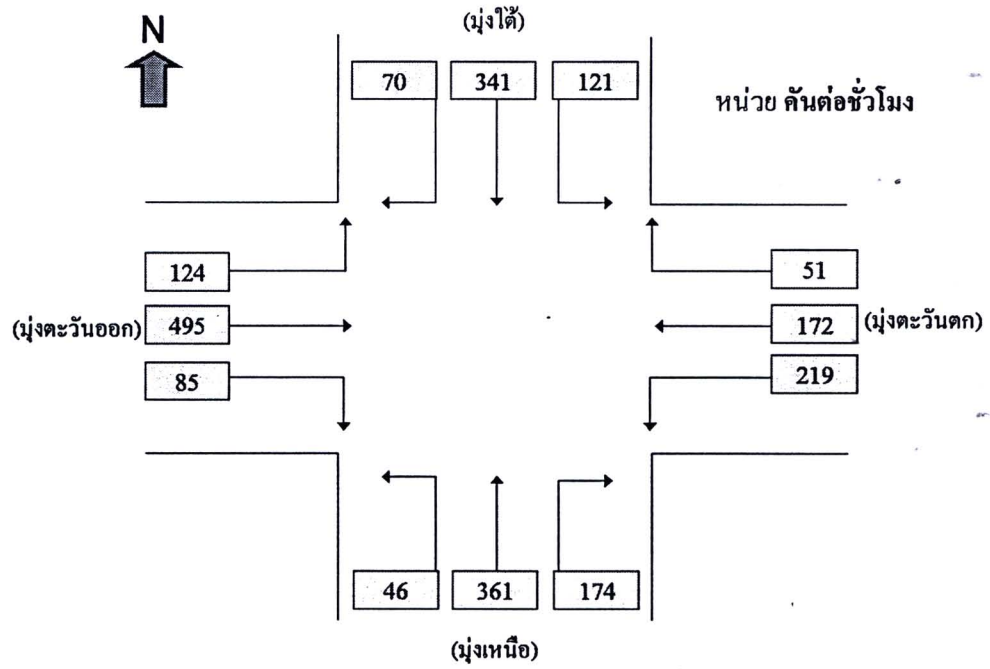
ภาพที่ จ-12 เลือกจังหวะสัญญาณไฟจราจร 2 จังหวะ

ขั้นตอนที่ 5 หาปริมาณจราจรกลุ่มเลน

ปริมาณจราจรตามทิศทางมุ่งเข้าสู่ทางแยกดังภาพที่ จ-13 และทำการหาปริมาณจราจรปรับเทียบเพื่อใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ค่า PHF กำหนด เท่ากับ 0.85 ใช้ในการหารปริมาณจราจรจริงเพื่อปรับเทียบให้เป็นปริมาณจราจรในการออกแบบ ดังภาพที่ จ-14 หลังจากนั้นหาปริมาณกลุ่มเลนโดยใช้ปริมาณจราจรปรับเทียบดังตารางที่ จ-5



ภาพที่ จ-13 ปริมาณจราจรวิ่งเข้าสู่ทางแยกในทิศทางต่าง ๆ



ภาพที่ จ-14 ปริมาณจราจรปรับเทียบ

ตารางที่ จ-5 หาปริมาณจราจรกลุ่มเลนจากปริมาณจราจรปรับเทียบ

มุ่ง	เลี้ยว	ปริมาณจราจร (คันต่อชั่วโมง)	ปริมาณจราจรปรับเทียบ (คันต่อชั่วโมง)	ปริมาณกลุ่มเลน (คันต่อชั่วโมง)
ตะวันออก	L	105	124	704
	T	421	495	
	R	72	85	
ตะวันตก	L	186	219	442
	T	146	172	
	R	43	51	
เหนือ	L	39	46	581
	T	307	361	
	R	148	174	
ใต้	L	103	121	532
	T	290	341	
	R	59	70	

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาอัตราการไหลวิกฤต

ผลการคำนวณแยกเป็น 2 จังหวะคือ จังหวะ A และ จังหวะ B หาอัตราส่วนปริมาณจราจรต่ออัตราการไหลของปริมาณจราจรอิ่มตัววิกฤติเพื่อใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร ผลการคำนวณดังตารางที่ จ-6 ดังนี้

ตารางที่ จ-6 แสดงการคำนวณหาอัตราส่วนปริมาณจราจรต่ออัตราการไหลของปริมาณจราจรอิ่มตัววิกฤติ

จังหวะเฟส	Phase A		Phase B	
กลุ่มช่องจราจร	1	2	1	2
v_{ij}	704	442	581	532
S_j	1850	1850	1850	1850
v_{ij}/ S_j	0.381	0.239	0.314	0.288
Y_i	0.381		0.314	

$$Y_c = \sum Y_i = 0.381 + 0.314$$

$$Y_c = 0.695$$

ขั้นตอนที่ 7 หารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม

หาเวลาสูญเสียรวมและรอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม

$$L = \sum_i^{\phi} l_i + R$$

$$L = 3.5 \times 2 + 4.68$$

$$L = 11.68$$

ใช้ เวลาสูญเสียรวม เป็น L = 11.68 วินาที

ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยใช้ Degree of Freedom ค่า X_c เท่ากับ 0.90

$$C = \frac{LX_c}{\left[X_c - \sum_i \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}\right]}$$

โดยที่

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

L คือ เวลาสูญเสียทั้งหมดต่อรอบสัญญาณ 11 วินาที

X_c คือ ค่าสูงสุดของอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของแยก 0.90

$\sum(v/S)_{ci}$ คือ อัตราส่วนปริมาณจราจรต่ออัตราการไหลอิ่มตัววิกฤต 0.695

แทนค่า

$$C = \frac{11.68 \times 0.90}{[0.90 - 0.695]}$$

$$C = 51.18$$

เลือก รอบเวลาสัญญาณไฟจราจร เท่ากับ 55 วินาที

ขั้นตอนที่ 8 หาช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล

$$g_i = C - L$$

$$g_i = 55 - 11.68$$

$$g_i = 43.32$$

เวลาไฟเขียวประสิทธิผลคือ 43.32 วินาที

โดยที่

G_i คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในจังหวะ i (วินาที)

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

L คือ เวลาสูญเสียทั้งหมดต่อรอบสัญญาณ (วินาที)

แทนค่า

Phase A

$$G_{iA} = \frac{0.381}{0.695} \times 43.32$$

$$G_{iA} = 23.73$$

Phase B

$$G_{iB} = \frac{0.314}{0.695} \times 43.32$$

$$G_{iB} = 19.59$$

เลือกจังหวะ A ไฟเขียวประสิทธิผล 24 วินาที

เลือกจังหวะ B ไฟเขียวประสิทธิผล 20 วินาที

ขั้นตอนที่ 9 หาไฟเขียวในแต่ละจังหวะ

หาเวลาไฟเขียวจริง

$$G_A = G_{iA} + L_{iA} - \tau_{iA}$$

$$G_A = 24 + 3.5 - 5$$

$$G_A = 22.5$$

$$G_B = G_{iB} + L_{iB} - \tau_{iB}$$

$$G_B = 20 + 3.5 - 5$$

$$G_B = 18.5$$

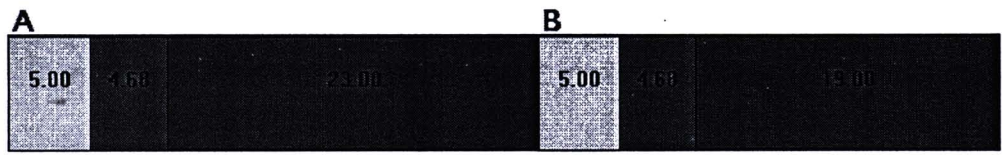
เลือกจังหวะ A ไฟเขียวจริงเท่ากับ 23 วินาที

เลือกจังหวะ B ไฟเขียวจริงเท่ากับ 19 วินาที

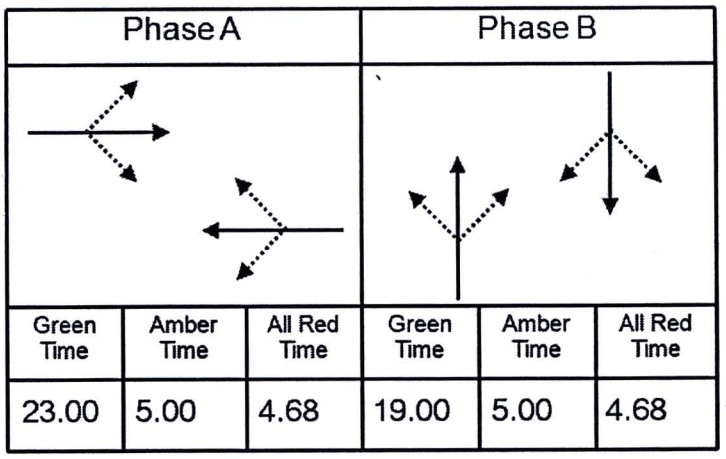
ดังนั้นผลรวมรอบเวลาสัญญาณไฟจริง คือ 23 + 19 + (5×2) + 4.68 = 56.68 วินาที

ขั้นตอนที่ 10 แสดงผลการออกแบบ

แสดงผลการออกแบบในรูปแบบแถบเวลาดังภาพที่ จ-15 และแบบภาพจังหวะสัญญาณไฟจราจร ดังภาพที่ จ-16



ภาพที่ จ-15 แสดงผลรูปแบบแถบเวลา



ภาพที่ จ-16 แสดงผลรูปแบบภาพจังหวะสัญญาณไฟจราจร

เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจรของระบบ DSIC กับการสำรวจ คิดเป็น

$$\frac{73-56.68}{73}\times 100\% \quad = \quad 22\%$$

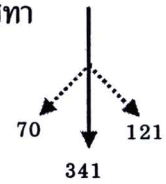
เมื่อออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรแล้ว ระบบจะทำการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) จาก HCM2000 โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาความจุ (Capacity) ของทางแยก
ขั้นตอนที่ 2 หาอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุวิกฤต (Critical v/c ratio) ของทางแยก
ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาความล่าช้า (Delay) ในแต่ละทิศทาง
ขั้นตอนที่ 4 หาความล่าช้า (Delay) รวมของทางแยก
ขั้นตอนที่ 5 ระบุระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) ของทางแยก
ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์

แสดงวิธีการและรายละเอียดการคำนวณจากข้อมูลตัวอย่างการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร เมื่อ รอบสัญญาณไฟจราจรเป็น 68 วินาที โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาความจุ (Capacity) ของทางแยก

ทิศทา



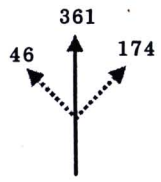
$$C_i = S_i \frac{g_i}{C}$$

แทนค่า $C_i = 1850\frac{20}{55}$

$C_i = 673$

ความจุ 673 คันต่อชั่วโมง

ทิศทาง

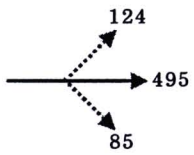


$$C_i = 1850\frac{20}{55}$$

$C_i = 673$

ความจุ 673 คันต่อชั่วโมง

ทิศทาง

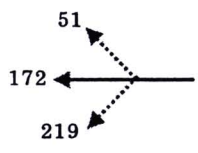


$$C_i = 1850\frac{24}{55}$$

$C_i = 808$

ความจุ 808 คันต่อชั่วโมง

ทิศทาง



$$C_i = 1850\frac{24}{55}$$

$C_i = 808$

ความจุ 808 คันต่อชั่วโมง

ผลรวมความจุของทางแยก คือ 673 + 673 + 808 + 808 = 2,962 คันต่อชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 หาอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุวิกฤต (Critical v/c ratio) ของทางแยก

$$X_c = \frac{Y_c \times C}{C - L}$$

แทนค่า

$$X_c = \frac{0.695 \times 55}{55 - 11.46}$$

$$X_c = 0.88$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาความล่าช้า (Delay) ในแต่ละทิศทาง
สมการการคำนวณความล่าช้ามีส่วนประกอบดังนี้

$$d_i = d_1(PF) + d_2$$

โดย

d_i คือ ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคันของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก (วินาทีต่อคัน)
d_1 คือ ความล่าช้าเฉลี่ยคงที่ (วินาทีต่อคัน)
d_2 คือ ความล่าช้าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (วินาทีต่อคัน)
PF คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ การเคลื่อนตัวในเบื้องหน้า

$$d_1 = \frac{0.5C\left(1 - \frac{g}{C}\right)}{1 - \left[\min(1, X)\frac{g}{C}\right]}$$

โดยที่

d_1 คือ ความล่าช้าเฉลี่ยคงที่ (วินาทีต่อคัน)
g คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผล (วินาที)
C คือ รอบสัญญาณไฟจราจร (วินาที)
X คือ ระดับความอิ่มตัว สัดส่วนปริมาณจราจรแท้จริงต่อปริมาณจราจรสูงสุดที่เป็นไปได้ภายใต้สภาวะที่กำหนด

$$d_2 = 900T\left[(X-1)+\sqrt{(X-1)^2+\frac{8kIX}{cT}}\right]$$

โดยที่

d_2 คือ ความล่าช้าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (วินาทีต่อคัน)

T คือ ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ (ชั่วโมง) (0.25)

X คือ ระดับความอิ่มตัว สัดส่วนปริมาณจราจรแท้จริงต่อปริมาณจราจรสูงสุดที่เป็นไปได้ภายใต้สภาวะที่กำหนด

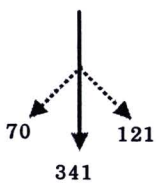
k คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าเนื่องจากความเป็นอิสระของตู้ควบคุม (ตู้ควบคุมชนิดตั้งเวลาไว้ก่อนใช้ค่า k = 0.5)

I คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าเนื่องจากการติดขัดของกระแสจราจร (สำหรับทางแยกเดี่ยว I = 1)

c คือ ความหนาแน่นของกลุ่มจราจร (คันต่อชั่วโมง)

สามารถแสดงการคำนวณหาความล่าช้าโดยละเอียด ดังต่อไปนี้

ทิศทาง มุ่งใต้ (SB)



แทนค่า $$d_1 = \frac{0.5(55)\left(1-\frac{20}{55}\right)}{1-\left[\min\left(1,\frac{532}{673}\right)\frac{20}{55}\right]}$$

$$d_1 = 24.554$$

แทนค่า $$d_2 = 900(0.25)\left[\left(\frac{532}{673}-1\right)+\sqrt{\left(\frac{532}{673}-1\right)^2+\frac{8(0.5)(1)\left(\frac{532}{673}\right)}{(673)(0.25)}}\right]$$

$$d_2 = 9.171$$

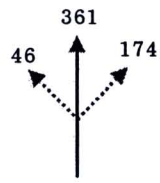
ดังนั้น $$d_i = 24.554(1.0)+9.171$$

$$d_i = 33.725$$

ผลความล่าช้าเฉลี่ยรวม คือ 33.725 วินาทีต่อคัน

สรุปผล การให้บริการ ระดับ C

ทิศทาง มุ่งเหนือ (NB)



แทนค่า $$d_1 = \frac{0.5(55)\left(1-\frac{20}{55}\right)}{1-\left[\min\left(1,\frac{581}{673}\right)\frac{20}{55}\right]}$$

$$d_1 = 25.503$$

แทนค่า $$d_2 = 900(0.25)\left[\left(\frac{581}{673}-1\right)+\sqrt{\left(\frac{581}{673}-1\right)^2+\frac{8(0.5)(1)\left(\frac{581}{673}\right)}{(673)(0.25)}}\right]$$

$$d_2 = 13.772$$

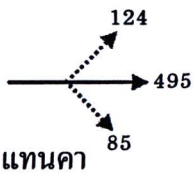
ดังนั้น $$d_i = 25.503(1.0)+13.772$$

$$d_i = 39.275$$

ผลความล่าช้าเฉลี่ยรวม คือ 39.275 วินาทีต่อคัน

สรุปผล การให้บริการ ระดับ D

ทิศทาง มุ่งตะวันออก (EB)



แทนคา $$d_1 = \frac{0.5(55)\left(1-\frac{24}{55}\right)}{1-\left[\min\left(1,\frac{704}{808}\right)\frac{24}{55}\right]}$$

$$d_1 = 25.003$$

แทนค่า $$d_2 = 900(0.25)\left[\left(\frac{704}{808}-1\right)+\sqrt{\left(\frac{704}{808}-1\right)^2+\frac{8(0.5)(1)\left(\frac{704}{808}\right)}{(808)(0.25)}}\right]$$

$$d_2 = 12.395$$

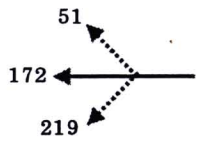
ดังนั้น $d_i = 25.003(1.0) + 12.395$

$d_i = 37.398$

ผลความล่าช้าเฉลี่ยรวม คือ 37.398 วินาทีต่อคัน

สรุปผล การให้บริการ ระดับ D

ทิศทาง มุ่งตะวันตก (WB)



แทนค่า $d_1 = \dfrac{0.5(55)\left(1-\dfrac{24}{55}\right)}{1-\left[\min\left(1,\dfrac{442}{808}\right)\dfrac{24}{55}\right]}$

$d_1 = 20.348$

แทนค่า $d_2 = 900(0.25)\left[\left(\dfrac{442}{808}-1\right)+\sqrt{\left(\dfrac{442}{808}-1\right)^2+\dfrac{8(0.5)(1)\left(\dfrac{442}{808}\right)}{(808)(0.25)}}\right]$

$d_2 = 2.645$

ดังนั้น $d_i = 20.348(1.0) + 2.645$

$d_i = 22.993$

ผลความล่าช้าเฉลี่ยรวม คือ 28.5 วินาทีต่อคัน

สรุปผล การให้บริการ ระดับ C

คำนวณหาความล่าช้ารวมในแต่ละทิศทาง

$$d_A = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

โดยที่

d_A คือ ความล่าช้าเฉลี่ยรวมในแต่ละทิศทาง (วินาทีต่อคัน)

d_i คือ ความล่าช้าเฉลี่ยรวมในจังหวะ i (วินาทีต่อคัน)

v_i คือ ปริมาณการจราจรในจังหวะ i (คันต่อชั่วโมง)

จากการวิเคราะห์การจราจรกลุ่มเลนและจังหวะไฟเขียวสามารถสรุปความล่าช้าแต่ละทิศทางได้ดังตารางที่ จ-7 ดังนี้

ตารางที่ จ-7 ผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการในแต่ละทิศทาง

ทิศทางเข้าสู่ทางแยก	ความล่าช้า (คันต่อวินาที)	ระดับการให้บริการ (LOS)
มุ่งเหนือ (NB)	39.275	D
มุ่งใต้ (SB)	33.725	C
มุ่งตะวันออก (EB)	37.398	D
มุ่งตะวันตก (WB)	22.993	C

ขั้นตอนที่ 4 หาความล่าช้า (Delay) รวมของทางแยก

ความล่าช้ารวมของทางแยกหาได้จากสมการ

$$d_I = \frac{\sum d_A v_A}{\sum v_A}$$

d_I คือ ความล่าช้าเฉลี่ยรวมของทางแยก (วินาทีต่อคัน)

d_A คือ ความล่าช้าเฉลี่ยรวมในทิศทาง A (วินาทีต่อคัน)

v_A คือ ปริมาณการจราจรในทิศทาง A (คันต่อชั่วโมง)

แทนค่า $$d_I = \frac{(39.275\times 581)+(33.725\times 532)+(37.398\times 704)+(22.993\times 442)}{(581+532+704+442)}$$

$$d_I = 34.202$$

ความล่าช้าเฉลี่ยรวมของทางแยก คือ 34.202 วินาทีต่อคัน

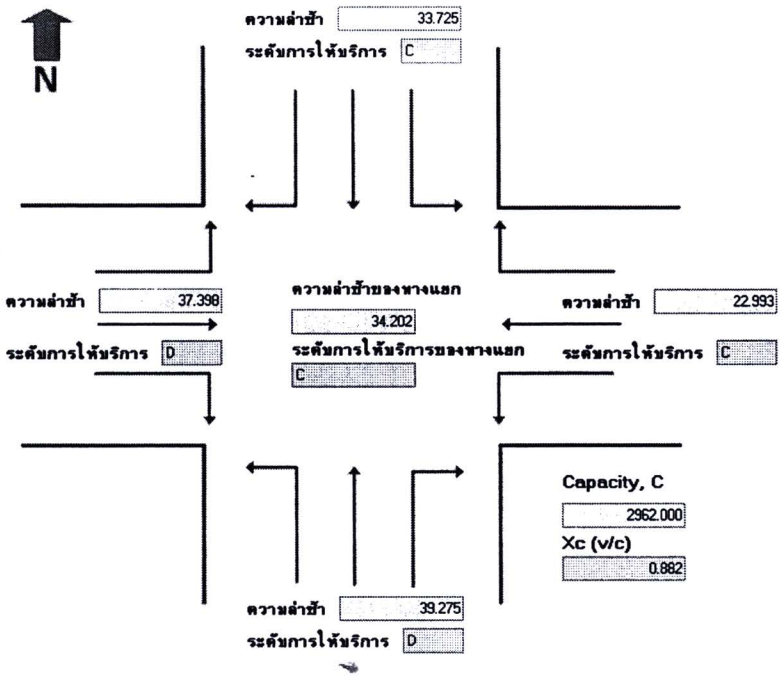
ขั้นตอนที่ 5 ระบุระดับการให้บริการ (Level of Service, LOS) ของทางแยก

สรุปผล การให้บริการของทางแยก ระดับ C

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์

ทางแยกดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ จ-17 ดังนี้



ภาพที่ จ-17 สรุปผลการวิเคราะห์ทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

การคำนวณการเปรียบเทียบการใช้งานจริงและจากการวิเคราะห์จากระบบ DISIC

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์โดยระบบ DSIC นำค่าที่ได้เปรียบเทียบจากการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรเปรียบเทียบกับข้อมูลการสำรวจ โดยการเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบใน 3กรณี คือ ความแตกต่างระยะเวลารอบสัญญาณไฟจราจร ความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยก และ ระดับการให้บริการ โดยผลการเปรียบเทียบได้แสดงดังตารางที่ 5-11 ซึ่งวิธีการคำนวณสามารถแสดงรายละเอียด ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาค่าความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกจากการสำรวจ

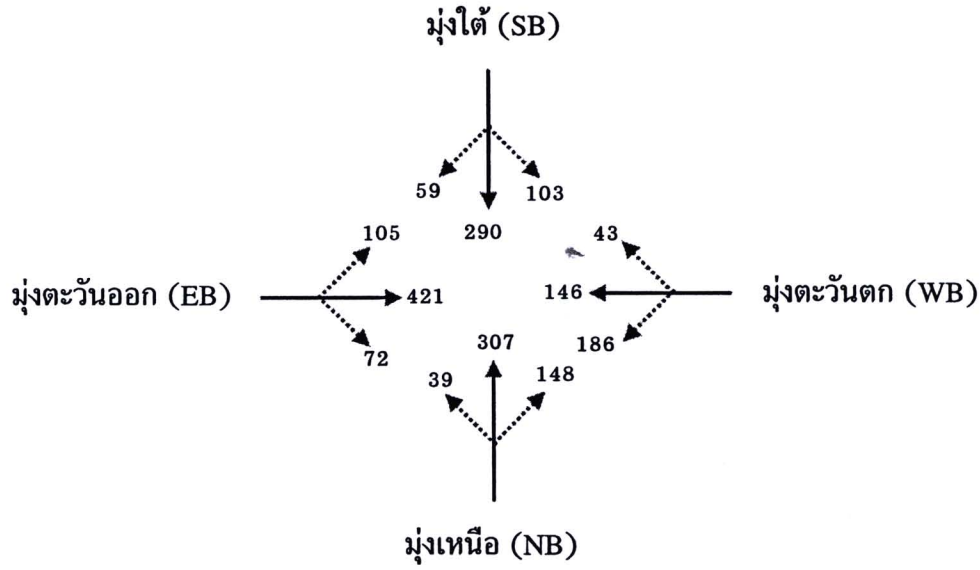
จากภาพผนวก ค จุดที่ 14 ช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้า แสดงความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางและระดับการให้บริการได้ดัง ตารางที่ จ-8

ตารางที่ จ-8 แสดงความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทางและระดับการให้บริการ

ทิศทางเข้าสู่ทางแยก	ความล่าช้าเฉลี่ย (วินาทีต่อคัน)	ระดับการให้บริการ
มุ่งเหนือ (NB)	23	C
มุ่งใต้ (SB)	12	B
มุ่งตะวันออก (EB)	23	C
มุ่งตะวันตก (WB)	63	E
รวมเฉลี่ยทุกทิศทาง	**28.3**	**C**

รายละเอียดปริมาณจราจร (คันต่อชั่วโมง) มุ่งเข้าสู่ทางแยก ชั่วโมงเร่งด่วนเช้า แสดงดังภาพที่ จ-18

คำนวณหาความล่าช้าเฉลี่ยในแต่ละทิศทาง



ภาพที่ จ-18 ปริมาณจราจร มุ่งเข้าสู่ทางแยกในชั่วโมงเร่งด่วนเช้า

แสดงการคำนวณความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกจากการสำรวจ

จาก $$d_I = \frac{\sum d_A v_A}{\sum v_A}$$

แทนค่า

$$d_I = \frac{(494)(23)+(452)(12)+(598)(23)+(375)(63)}{494+452+598+375}$$

$$d_I = \frac{54{,}165}{1{,}919}$$

$$d_I = 28.3 \quad \text{วินาทีต่อคัน}$$

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่าความล่าช้าเฉลี่ยของทางแยกจากการสำรวจและการวิเคราะห์ของระบบ DSIC

เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์คิดเป็น

$$\frac{34.202 - 28.3}{28.3} \times 100\% \quad = \quad 20.8\%$$

ความล่าช้าเฉลี่ยรวมของทางแยกเปรียบเทียบมีความแตกต่างคิดเป็นร้อยละ 20.8

ภาคผนวก ฉ
การคัดเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกโดย DSIC

จุดที่ 1

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: นอกเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ทล. 213
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ถ.กุดยางสามัคคี
> ตรวจสอบเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน
  > ความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 [70 <= 80] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง [8500 > 10000] .... FAIL
  < ไม่ผ่านเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน

ควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง

จุดที่ 2

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: นอกเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ทล. 214
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ทล. 213
> ตรวจสอบเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน
  > ความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 [70 <= 80] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง [23400 > 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง ของ 8 ชั่วโมงในวันปกติ [1629 <= 3000] .... PASS
  < ผ่านเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน

ออกแบบและติดตั้งวงเวียน

จุดที่ 3

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: นอกเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ถนนทุ่งศรีเมือง
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ทล.213
> ตรวจสอบเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน
  > ความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 [60 <= 80] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง [15032 > 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง ของ 8 ชั่วโมงในวันปกติ [969 <= 3000] .... PASS
  < ผ่านเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน

ออกแบบและติดตั้งวงเวียน

จุดที่ 4

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: นอกเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ทล.213 เข้าเมือง-สมเด็จ
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ทล.213 เลี่ยงเมือง
> ตรวจสอบเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน
  > ความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 [70 <= 80] .... PASS
  > ปริมาณจราจรในทุกทิศทาง [9756 > 10000] .... FAIL
  < ไม่ผ่านเงื่อนไขการติดตั้งวงเวียน

ควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง

จุดที่ 5

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ประดิษฐ์
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: สิทธิเดช-ชัยพัฒนา
> ตรวจสอบความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการ F
  > ประเมินความล่าช้าจาก HCM2000 [0 >= 50] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอก (คัน/วัน) [0 >= 18000] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอกในชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชม.) [552 >= 1800] .... FAIL
  < ความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการไม่ใช่ F
  > มีสถิติอุบัติเหตุมกกว่า 5 ครั้ง ในรอบ 12 เดือน [0 >= 5] .... FAIL
> ตรวจสอบเข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC
  > ปริมาณจราจรทุกทิศทาง มีค่าตั้งแต่ 10,000 Ve/day [0 <= 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทตั้งแต่ 26 Ve/day [176 >= 85] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 200 Ve/day [552 <= 200] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 400 Ve/day [552 <= 400] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 600 Ve/day [552 <= 600] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทมีค่าน้อยกว่า 300 Ve/day [176 <= 300] .... PASS
  < เข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC

ติดตั้ง TWSC ควบคุม

จุดที่ 6

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: อรรถเปศล
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ประดิษฐ์
> ทดสอบ MUTCD
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [15 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [1 >= 2] .... FAIL
    > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก 1 ช่อง ทางโท 1 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 750] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
    < ไม่ผ่านเกณฑ์
    < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [15 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [1 >= 2] .... FAIL
    > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก 1 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL

< ไม่ผ่านเกณฑ์

< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง

> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน

> ความเร็วทางเอก [15 >= 70] .... FAIL

> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL

> ช่องทางเอก [1 >= 2] .... FAIL

> ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL

> ทางเอก 1 ช่อง ทางโท 1 ช่อง

> ปริมาณจราจรทางเอก [1921 >= 1500] .... PASS

> ปริมาณจราจรทางโท [532 >= 100] .... PASS

< ผ่านเกณฑ์

< เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน

< ผ่านการทดสอบ MUTCD

> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร

> ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL

ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม

จุดที่ 7

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: อรรถเปศล-ถีนานนท์
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ทุ่งศรีเมือง-กาฬสินธุ์
> ทดสอบ MUTCD
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [25 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
    > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
      < ไม่ผ่านเกณฑ์
    < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [25 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
    > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
      < ไม่ผ่านเกณฑ์
    < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง

> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> > ความเร็วทางเอก [25 >= 70] .... FAIL
> > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
> > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [1894 >= 1700] .... PASS
> > > ปริมาณจราจรทางโท [692 >= 150] .... PASS
> > > < ผ่านเกณฑ์
> > < เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> < ผ่านการทดสอบ MUTCD

> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> > ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL

ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุมชนิดเวลาคงที่

จุดที่ 8

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
> > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
> > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
> > ตำแหน่ง: ในเมือง
> > วันที่บันทึก: 20/09/53
> > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ถีนานนท์
> > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ธนะผล

> ทดสอบ MUTCD
> > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> > > ความเร็วทางเอก [0 >= 70] .... FAIL
> > > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> > > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> > > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
> > > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
> > > > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
> > > > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
> > > > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL

> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
> ความเร็วทางเอก [0 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> ความเร็วทางเอก [0 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
> ปริมาณจราจรทางเอก [2020 >= 1700] .... PASS
> ปริมาณจราจรทางโท [454 >= 150] .... PASS
< ผ่านเกณฑ์
< เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
< ผ่านการทดสอบ MUTCD
> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL

ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุมชนิดเวลาคงที่

จุดที่ 9

- ข้อมูลโปรเจ็ค:
  - ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  - ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  - ตำแหน่ง: ในเมือง
  - วันที่บันทึก: 20/09/53
  - ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ทล.227 - บุญกว้าง
  - ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: อนรรฆนาค
- ทดสอบ MUTCD
  - ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
    - ความเร็วทางเอก [40 >= 70] .... FAIL
    - ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    - ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    - ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
    - ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
      - ไม่ผ่านเกณฑ์
    - ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
  - ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
    - ความเร็วทางเอก [40 >= 70] .... FAIL
    - ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    - ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    - ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
    - ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
      - ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 500] .... FAIL
      - ไม่ผ่านเกณฑ์
    - ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง

> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> > ความเร็วทางเอก [40 >= 70] .... FAIL
> > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
> > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [820 >= 1700] .... FAIL
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [820 >= 1500] .... FAIL
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [820 >= 1200] .... FAIL
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [820 >= 1000] .... FAIL
> > > ปริมาณจราจรทางเอก [820 >= 800] .... PASS
> > > ปริมาณจราจรทางโท [515 >= 480] .... PASS
> > < ผ่านเกณฑ์
> < เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
< ผ่านการทดสอบ MUTCD

> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> > ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL

ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม

จุดที่ 10

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
> > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
> > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
> > ตำแหน่ง: ในเมือง
> > วันที่บันทึก: 20/09/53
> > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ชัยสุนทร
> > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ธนะพล

> ทดสอบ MUTCD
> > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> > > ความเร็วทางเอก [0 >= 70] .... FAIL
> > > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> > > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> > > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS

> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
> ปริมาณจราจรทางเอก [653 >= 900] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [653 >= 720] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [653 >= 500] .... PASS
> ปริมาณจราจรทางโท [327 >= 200] .... PASS
< ผ่านเกณฑ์
< เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
< ผ่านการทดสอบ MUTCD
> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL
ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุมชนิดเวลาคงที่

จุดที่ 11

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
> ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
> ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
> ตำแหน่ง: ในเมือง
> วันที่บันทึก: 20/09/53
> ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: 1155
> ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: ธนพล
> ทดสอบ MUTCD
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 480] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง

> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
  > ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
  > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
  > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
  > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
    < ไม่ผ่านเกณฑ์
  < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
  > ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
  > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
  > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
  > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 1700] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 1400] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 1100] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 900] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 700] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [547 >= 600] .... FAIL
    < ไม่ผ่านเกณฑ์
  < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> ปริมาณคนข้ามที่ทางแยก (คน/ชั่วโมง) [0 >= 190] .... FAIL
> อัตราการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือน (>20,000 บาท) [0 >= 5] .... FAIL
> ปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก ในชั่วโมงเร่งด่วนของวันธรรมดา (คัน/ชั่วโมง) [0 >= 1000] .... FAIL
> ปริมาณจราจรสูงสุดใน 5 ชั่วโมงที่ผ่านทางแยกของวันหยุด (คัน/ชั่วโมง) [0 >= 1000] .... FAIL
< ไม่ผ่านการทดสอบ MUTCD

> ตรวจสอบความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการ F
  > ประเมินความล่าช้าจาก HCM2000 [0 >= 50] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอก (คัน/วัน) [0 >= 18000] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอกในชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชม.) [547 >= 1800] .... FAIL
  < ความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการไม่ใช่ F
> มีสถิติอุบัติเหตุมากกว่า 5 ครั้ง ในรอบ 12 เดือน [0 >= 5] .... FAIL
> ตรวจสอบเข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC
  > ปริมาณจราจรทุกทิศทาง มีค่าตั้งแต่ 10,000 Ve/day [0 <= 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทตั้งแต่ 26 Ve/day [232 >= 85] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 200 Ve/day [547 <= 200] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 400 Ve/day [547 <= 400] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 600 Ve/day [547 <= 600] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทมีค่าน้อยกว่า 300 Ve/day [232 <= 300] .... PASS
  < เข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC

ติดตั้ง TWSC ควบคุม

จุดที่ 12

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ชัยสุนทร
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: เทศบาล 23
> ทดสอบ MUTCD
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [40 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    > ช่องทางโท [2 >= 2] .... PASS
    > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท >= 2 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
      > ปริมาณจราจรทางเอก [895 >= 900] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [895 >= 720] .... PASS

> ปริมาณจราจรทางโท [256 >= 80] .... PASS
< ผ่านเกณฑ์
< เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
< ผ่านการทดสอบ MUTCD
> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL
ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม

จุดที่ 13

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
> ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินธุ์
> ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
> ตำแหน่ง: ในเมือง
> วันที่บันทึก: 290/09/53
> ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: โสมพะมิตร
> ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: พรรณา
> ทดสอบ MUTCD
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 480] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
> ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS

> ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
> ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
> ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
> ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
> ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 1700] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 1400] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 1100] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 900] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 700] .... FAIL
> ปริมาณจราจรทางเอก [530 >= 600] .... FAIL
< ไม่ผ่านเกณฑ์
< ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
> ปริมาณคนข้ามที่ทางแยก (คน/ชั่วโมง) [0 >= 190] .... FAIL
> อัตราการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือน (>20,000 บาท) [0 >= 5] .... FAIL
> ปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก ในชั่วโมงเร่งด่วนของวันธรรมดา (คัน/ชั่วโมง) [0 >= 1000] .... FAIL
> ปริมาณจราจรสูงสุดใน 5 ชั่วโมงที่ผ่านทางแยกของวันหยุด (คัน/ชั่วโมง) [0 >= 1000] .... FAIL
< ไม่ผ่านการทดสอบ MUTCD

> ตรวจสอบความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการ F
  > ประเมินความล่าช้าจาก HCM2000 [0 >= 50] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอก (คัน/วัน) [0 >= 18000] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรของทางเอกในชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชม.) [530 >= 1800] .... FAIL
  < ความจุ TWSC ชั่วโมงเร่งด่วน ระดับการบริการไม่ใช่ F
> มีสถิติอุบัติเหตุมากกว่า 5 ครั้ง ในรอบ 12 เดือน [0 >= 5] .... FAIL
> ตรวจสอบเข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC
  > ปริมาณจราจรทุกทิศทาง มีค่าตั้งแต่ 10,000 Ve/day [0 <= 10000] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทตั้งแต่ 26 Ve/day [139 >= 85] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 200 Ve/day [530 <= 200] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 400 Ve/day [530 <= 400] .... FAIL
  > ปริมาณจราจรทางเอกมีค่าน้อยกว่า 600 Ve/day [530 <= 600] .... PASS
  > ปริมาณจราจรทางโทมีค่าน้อยกว่า 300 Ve/day [139 <= 300] .... PASS
  < เข้าเกณฑ์ติดตั้ง TWSC

ติดตั้ง TWSC ควบคุม

จุดที่ 14

> ข้อมูลโปรเจ็ค:
  > ชื่อโครงการ: แผนแม่บทกาฬสินทร์
  > ผู้วิเคราะห์: ดนัย พรมชาติ
  > ตำแหน่ง: ในเมือง
  > วันที่บันทึก: 20/09/53
  > ชื่อถนนทิศ เหนือ-ใต้: ชัยสุนทร
  > ชื่อถนนทิศ ออก-ตก: พรรณา
> ทดสอบ MUTCD
  > ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง
    > ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
    > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
    > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
    > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
    > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง พิจารณาปริมาณจราจร ที่ 100%และ 80%
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 900] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 720] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
      > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 480] .... FAIL
      < ไม่ผ่านเกณฑ์
    < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 8 ชั่วโมง

> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณการจราจรใน 4 ชั่วโมง
  > ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
  > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
  > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
  > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1400] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1200] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 1000] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 800] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 600] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [0 >= 400] .... FAIL
    < ไม่ผ่านเกณฑ์
  < ไม่เข้าเกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุดใน 4 ชั่วโมง
> ทดสอบเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
  > ความเร็วทางเอก [30 >= 70] .... FAIL
  > ประชากรน้อยกว่า 10,000 คน .... FAIL
  > ช่องทางเอก [2 >= 2] .... PASS
  > ช่องทางโท [1 >= 2] .... FAIL
  > ทางเอก >= 2 ช่อง ทางโท 1 ช่อง
    > ปริมาณจราจรทางเอก [973 >= 1700] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [973 >= 1400] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [973 >= 1100] .... FAIL
    > ปริมาณจราจรทางเอก [973 >= 900] .... PASS
    > ปริมาณจราจรทางโท [494 >= 320] .... PASS
    < ผ่านเกณฑ์
  < เข้าเกณฑ์ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน
< ผ่านการทดสอบ MUTCD
> ตรวจสอบเงื่อนไขสัญญาณไฟจราจร
> ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร .... FAIL
ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม

ประวัติผู้เขียน

นายดนัย พรมชาติ เกิดเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2527 ณ ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขาวิศวกรรมโยธา เมื่อปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขาวิศวกรรมโยธาเมื่อปี พ.ศ.2550