บทที่ 4
วิธีการและผลการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจควบคุมทางแยก

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก (Decision Support System for Selection of Intersection Control, DSIC) แบ่งการอธิบายเป็น 5 หัวข้อหลักคือ วิธีการศึกษา การเลือกการควบคุมที่ทางแยก การออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟจราจร การพัฒนาระบบ DSIC และสรุปวิธีการวิจัย รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1 วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาทั้งหมดแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน คือ ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดลำดับวิธีการควบคุมที่ทางแยก รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาวิธีการพัฒนาระบบออกแบบการควบคุมการจราจรทางแยก ทำการพัฒนาระบบออกแบบ ทดสอบการทำงานโดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมและการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ หากการทดสอบแล้วการพัฒนาระบบยังไม่เหมาะสมจะต้องทำการพัฒนาระบบออกแบบใหม่จนกระทั่งมีความเหมาะสมแล้วจึงดำเนินการในขั้นตอนสุดท้ายคือ สรุปผลการศึกษา ขั้นตอนการศึกษาได้แสดงลำดับดังภาพที่ 4.1

การรวบรวมองค์ความรู้ที่ใช้ในการพัฒนา ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก (Decision Support System for Selection of Intersection Control, DSIC) ทำโดยทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก จากห้องสมุดในมหาวิทยาลัย ค้นคว้าผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการทบทวนรายงานการศึกษาจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และปรึกษาผู้ช่วยชาญจากกรมทางหลวง เพื่อนำองค์ความรู้มาใช้กำหนดรายละเอียดของการพัฒนาระบบ DSIC ได้แบ่งการรวบรวมองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาระบบแบ่งเป็น 3 ส่วนประกอบ คือ 1) การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก 2) การออกแบบรัศมีวงเวียนและจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน และ 3) การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของการรวบรวมองค์ความรู้ในลำดับต่อไป

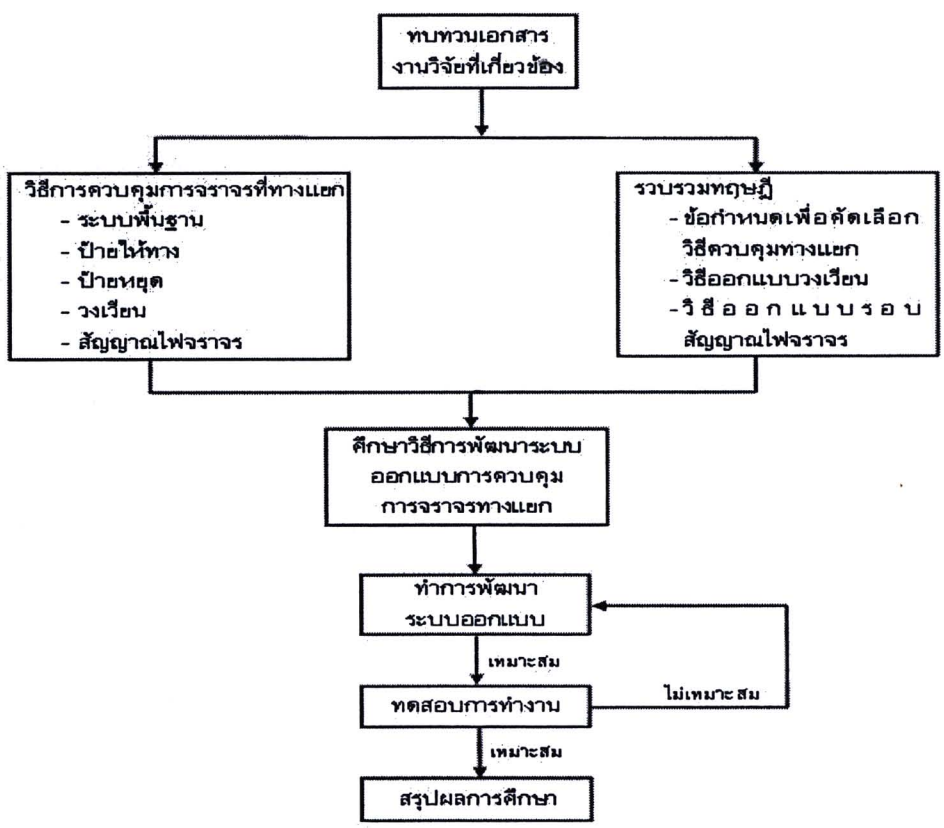
4.2 การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก

การประยุกต์ระบบ DSS เพื่อพัฒนาให้ได้ระบบ DSIC ที่สามารถคัดเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นโดยเริ่มจากการรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับการพิจารณาการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก เมื่อนำข้อมูลต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์เพื่อหาสายทางการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีการควบคุมตามข้อจำกัดของการจราจร

ลักษณะเรขาคณิต ในแต่ละทางแยก แล้วทำการประมวลผลเพื่อพัฒนาระบบให้มีความแม่นยำมากที่สุด โดยสามารถอธิบายส่วนประกอบการพิจารณาการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกโดยละเอียดได้ดังนี้

4.2.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับการพิจารณาการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาความเหมาะสมในการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาของกรมทางหลวงมีเพียงการพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเท่านั้น แต่การพิจารณาการควบคุมด้วยวิธีการอื่นจะใช้การดัดแปลงจากเกณฑ์มาตรฐานการพิจารณาจากต่างประเทศ ประกอบด้วย American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) AUSTROADS (The association of Australian and New Zealand road transport and traffic authorities, 1993) และ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นมาตรฐานในหลายประเทศ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการนำเกณฑ์การวิเคราะห์ของทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมาช่วยในการพัฒนาระบบ DSIC ให้มีความสามารถในการพิจารณาเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้เหมาะสมกับสภาพของทางแยกนั้น ๆ ได้มากที่สุด



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการศึกษา

4.2.2 ข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก

การวิเคราะห์เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นของทางแยกหากรวบรวมข้อมูลได้ยิ่งมากการวิเคราะห์ก็ยิ่งมีความแม่นยำและเหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยหลายส่วนเริ่มจากตำแหน่งทางแยกที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าอยู่เขตในเมืองหรือเขตนอกเมือง ทราบชนิดของทางเอกและทางโทที่ตัดกันของทางแยก เนื่องจากตำแหน่งและชนิดของถนนจะมีผลต่อวิธีการเลือกวิธีการควบคุม ข้อมูลที่ใช้บางส่วนมีความจำเป็นบางส่วนไม่มีความจำเป็นในการวิเคราะห์เนื่องจากชนิดของทางแยกอาจจะไม่เหมาะสมในการเลือกวิธีการควบคุมบางชนิด ดังนั้นการคัดเลือกข้อมูลก็จะช่วยให้การกรอกข้อมูลทำได้ง่ายมากยิ่งขึ้น สำหรับข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์สามารถแยกย่อยได้ดังนี้

1) ปริมาณจราจรทางเอกสองทิศทางและทางโทด้านมากหนึ่งทิศทาง แบ่งเป็น 3 ประเภทแล้วแต่การกรอกข้อมูล
   1.1) ปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมงใด ๆ ของวันปกติ (คัน/ชั่วโมง)
   1.2) ปริมาณจราจรใน 4 ชั่วโมงใด ๆ ของวันปกติ (คัน/ชั่วโมง)
   1.3) ปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน (คัน/ชั่วโมง)
2) ปริมาณจราจรเฉลี่ยของทางเอกวันปกติทั้งวัน (คัน/วัน)
3) ปริมาณจราจรเฉลี่ยของทุกทิศทางวันปกติทั้งวัน (คัน/วัน)
4) ความเร็วทางเอกความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
5) ความเร็วทางโทความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ร้อยละ 85 (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
6) จำนวนประชากรน้อยกว่า 10,000 คนหรือไม่
7) จำนวนช่องจราจรในทางเอกและโท (ช่อง)
8) ปริมาณคนข้ามถนนและจักรยานที่ทางแยกใน 4 ชั่วโมงใด ๆ ในวันปกติ (หน่วยต่อชั่วโมง)
9) ผลรวมคนเดินเท้าและรถจักรยานในทิศทางโท ทั้งสองทิศทาง ใน 4 ชั่วโมงใด ๆ ในวันปกติ (หน่วยต่อชั่วโมง)
10) อัตราการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือน ที่มีมูลค่าความเสียหายมากกว่า 20,000 บาท (ครั้ง)
11) อัตราการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือน โดยทั่วไปไม่กำหนดมูลค่า (ครั้ง)
12) ปริมาณจราจรทุกทิศทางที่ผ่านทางแยก ในชั่วโมงเร่งด่วนของวันธรรมดาโดยแยกทางเอกและทางโทแล้วพิจารณาแยก (คัน/ชั่วโมง) (บางข้อรวมทั้งหมด บางข้อแยก)
13) ปริมาณจราจรในทุกทิศทางที่ผ่านทางแยกของ 8 ชั่วโมงในวันธรรมดาโดยแยกทางเอกและทางโทแล้วพิจารณาแยก (คัน/ชั่วโมง) (บางข้อรวมทั้งหมด บางข้อแยก)

14) ปริมาณจราจรสูงสุดใน 5 ชั่วโมงที่ผ่านทางแยกของวันหยุด (คัน/ชั่วโมง)

15) ระยะห่างจากแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟที่ใกล้ที่สุด น้อยกว่า 400 เมตร หรือไม่

16) มีปัญหาด้านความเร็วที่ทางเอกหรือไม่

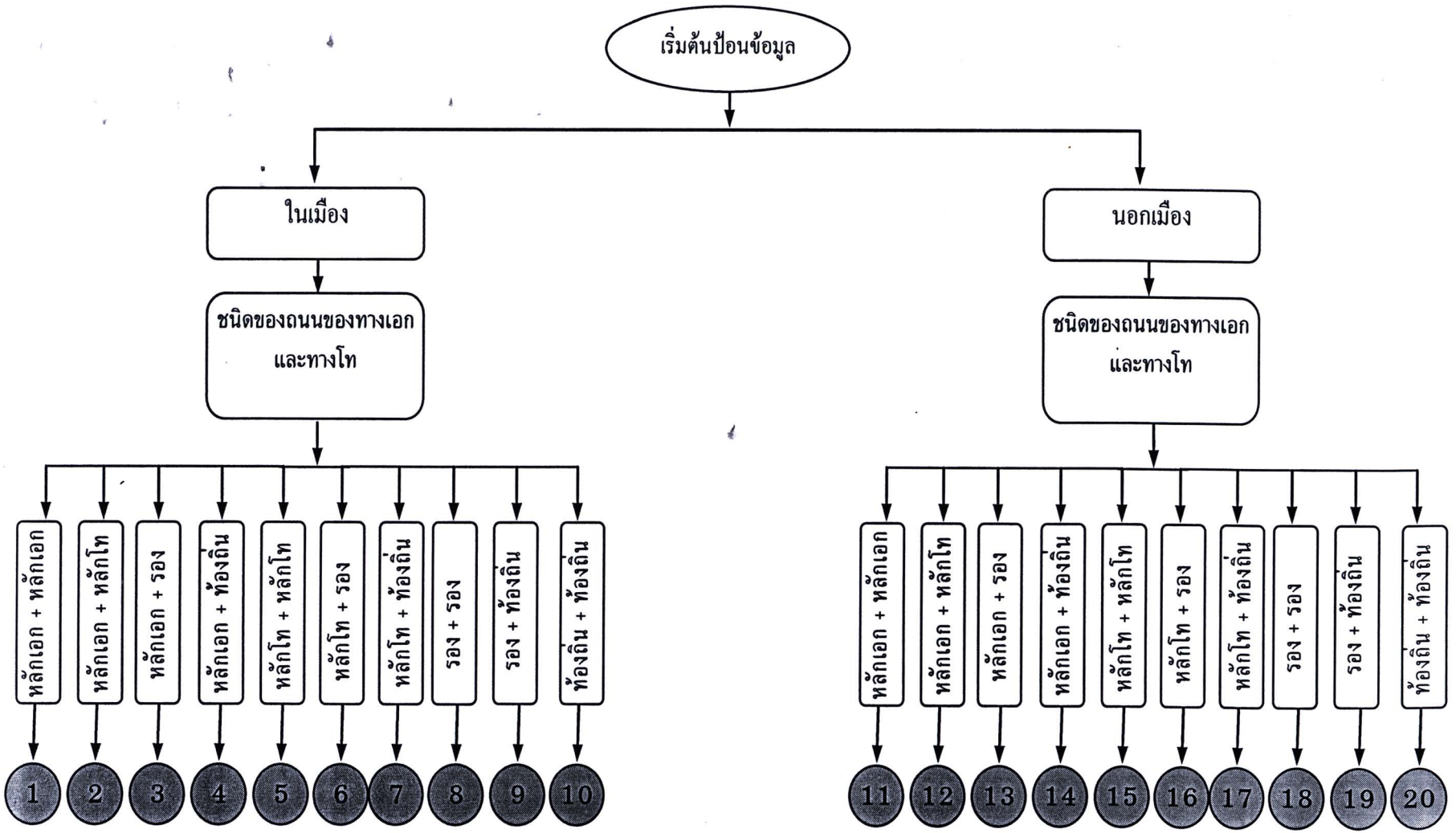
17) ระยะการมองเห็นของทางโท กรอกข้อมูลระยะทางเอกที่มองเห็นในทิศทางโทตามความเร็วทิศทางเอก (เมตร)

18) ประเมินความล่าช้า TWSC จาก HCM2000 (วินาที/คัน)

19) ทางแยกที่ยังไม่มีการควบคุมใด ๆ กรอกความล่าช้าเฉลี่ยในชั่วโมงปริมาณจราจรสูงสุดที่ทางแยกจากการเก็บข้อมูลในสนาม (วินาที/คัน) (ประเมินการติดตั้ง AWSC)

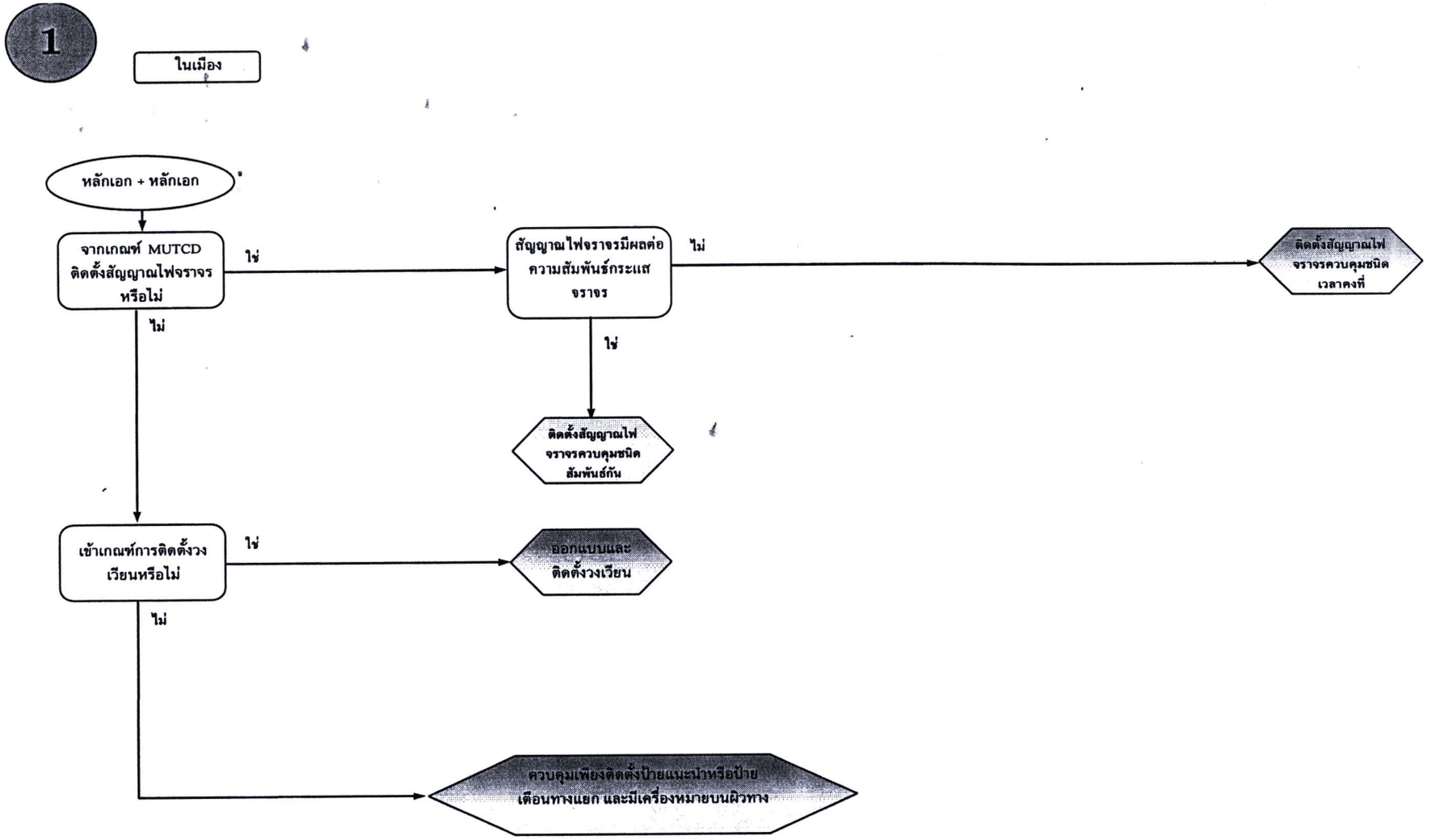
4.2.3 รูปแบบการพัฒนาวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

เมื่อรวบรวมข้อมูลได้แล้วจึงเริ่มทำการวิเคราะห์โดยเริ่มต้นจากการจำแนกถนนตามตำแหน่งของทางแยกอยู่ในแหล่งชุมชนเมืองหรือนอกเมืองและแบ่งประเภทของถนนที่ตัดกันแล้วเกิดทางแยกว่าทางเอกและทางโทเป็นถนนประเภทใดดังแสดงดังภาพที่ 4.2 และหมายเลขด้านล่างของภาพดังกล่าวใช้ในการแยกลำดับการประเมินที่ทางแยกแบ่งเป็น 20 สายทางและเพื่อช่วยในการอธิบายการวิเคราะห์ให้ง่ายยิ่งขึ้นในลำดับต่อไป

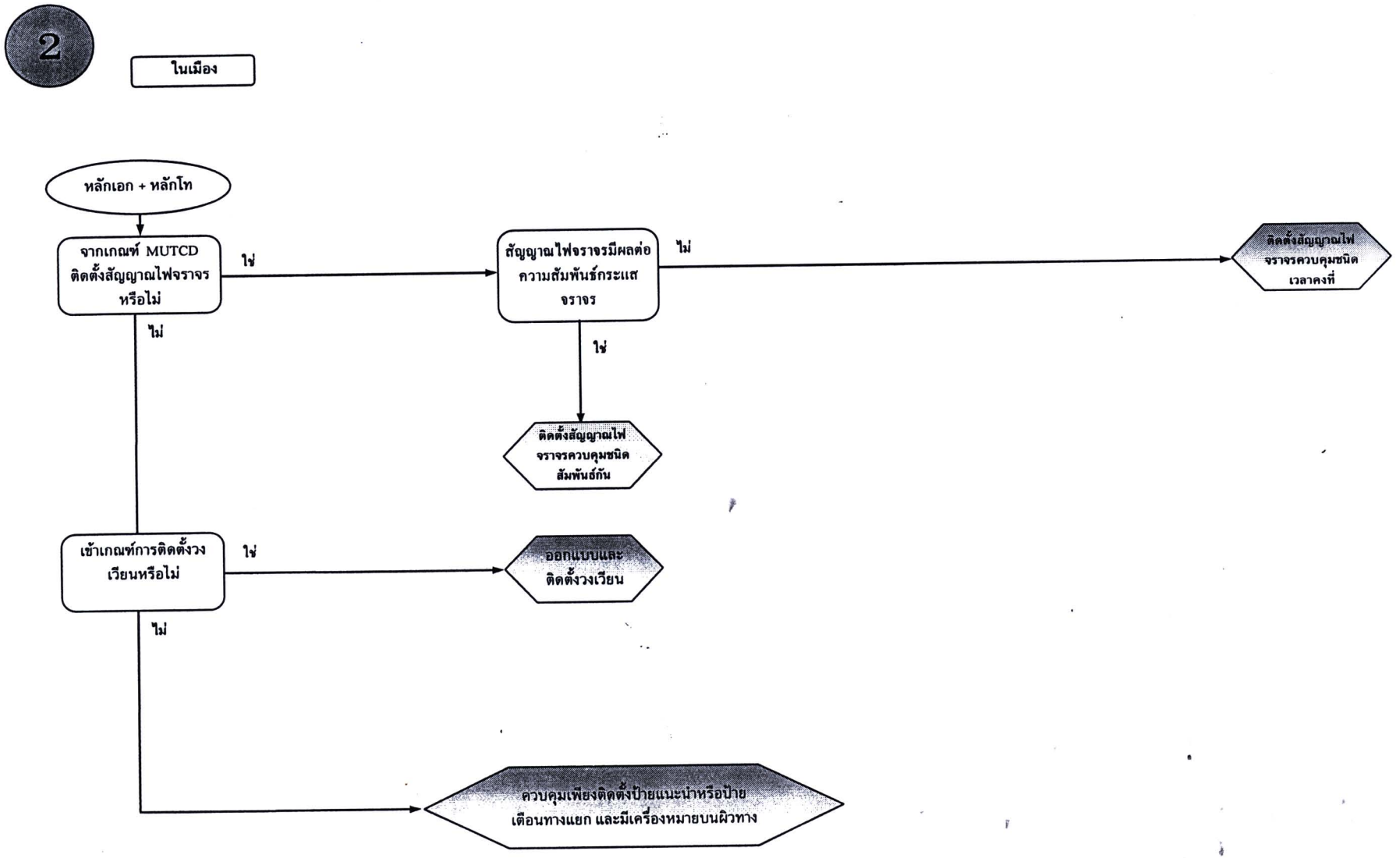


ภาพที่ 4.2 แผนภาพการวิเคราะห์โดยแยกตำแหน่งที่ตั้งทางแยกและชนิดถนนทางเอกและทางโท

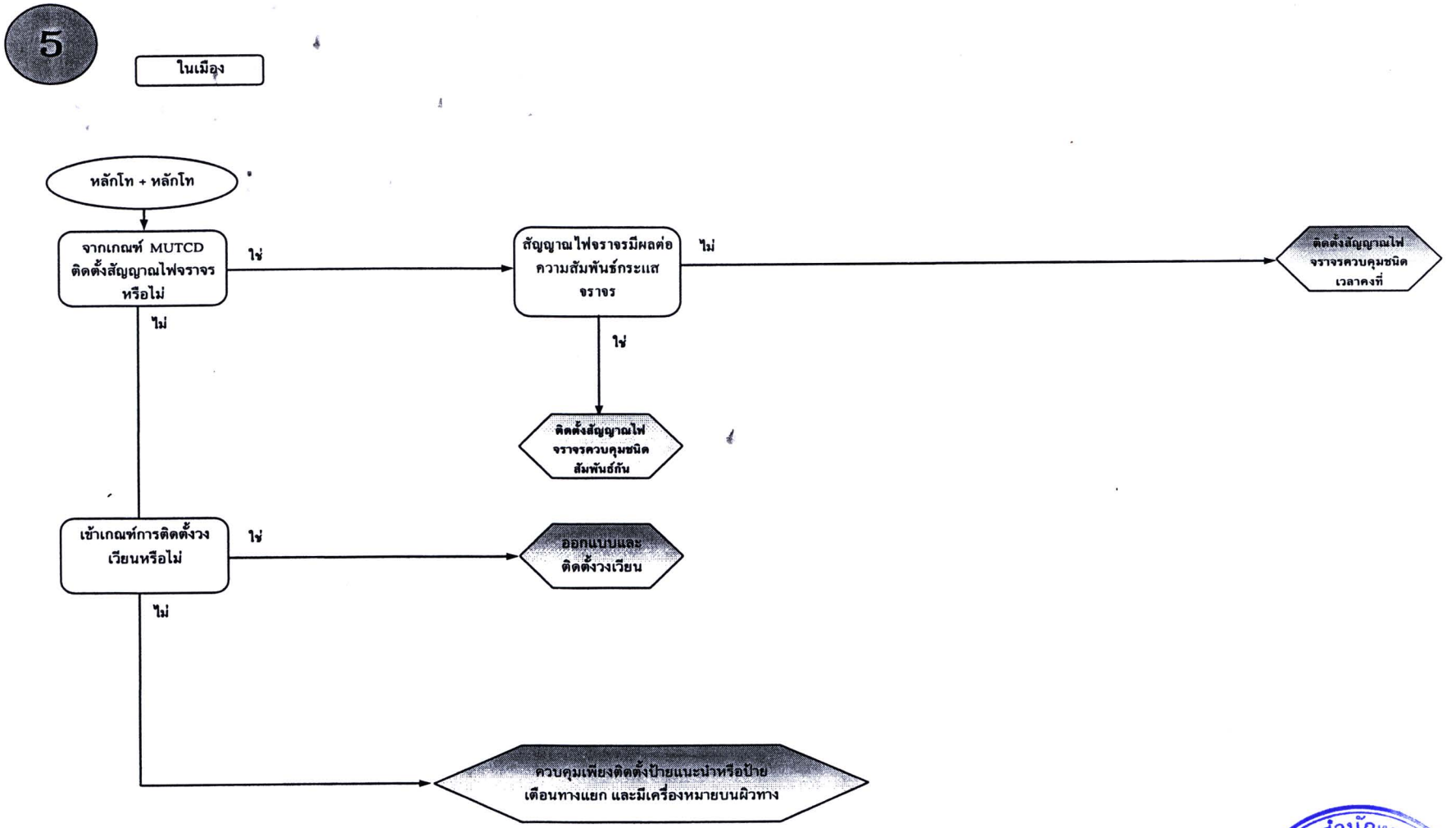
สายทางที่ 1 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางหลักเอก สายทางที่ 2 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางหลักโท และสายทางที่ 5 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางหลักโทมีการพิจารณาเช่นเดียวกัน เนื่องจากการควบคุมโดยการใช้ป้ายให้ทางและป้ายหยุดไม่เหมาะสมกับทางแยกประเภทนี้เนื่องจากมีปริมาณจราจรมากในทุกทิศทางและมีความเร็วของยวดยานสูง ดังนั้นการแบ่งการควบคุมจึงแบ่งเป็น 3 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่นๆ 2) วงเวียน และ 3) สัญญาณไฟจราจร โดยเริ่มจากการพิจารณาว่าทางแยกเข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ โดยใช้มาตรฐานจาก MUTCD หากเข้าเกณฑ์การติดตั้งจะพิจารณาต่อในเส้นทาง “ใช่” และพิจารณาต่อไปว่า “ความห่างของแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรห่างจากแยกดังกล่าวมากกว่า 400 เมตร หรือไม่” หากห่างน้อยกว่า 400 เมตร พิจารณา “ไม่” ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดประสานสัมพันธ์ หากห่างมากกว่า 400 เมตร พิจารณา “ใช่” ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ แต่หากการพิจารณาแล้วทางแยกไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรพิจารณาในเส้นทาง “ไม่” พิจารณาต่อไปว่า “เข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียนหรือไม่” หากเข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียนพิจารณาทิศทาง “ใช่” แล้วทำการออกแบบและติดตั้งวงเวียน หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียนพิจาณาทิศทาง “ไม่” แสดงว่าทางแยกดังกล่าวควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำ ป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ โดยสายทางที่ 1 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก ภาพที่ 4.3 สายทางที่ 2 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักโท ภาพที่ 4.4 สายทางที่ 5 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักโทตัดกับทางหลักโท ภาพที่ 4.5 ดังนี้



ภาพที่ 4.3 สายทางที่ 1 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก



ภาพที่ 4.4 สายทางที่ 2 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก



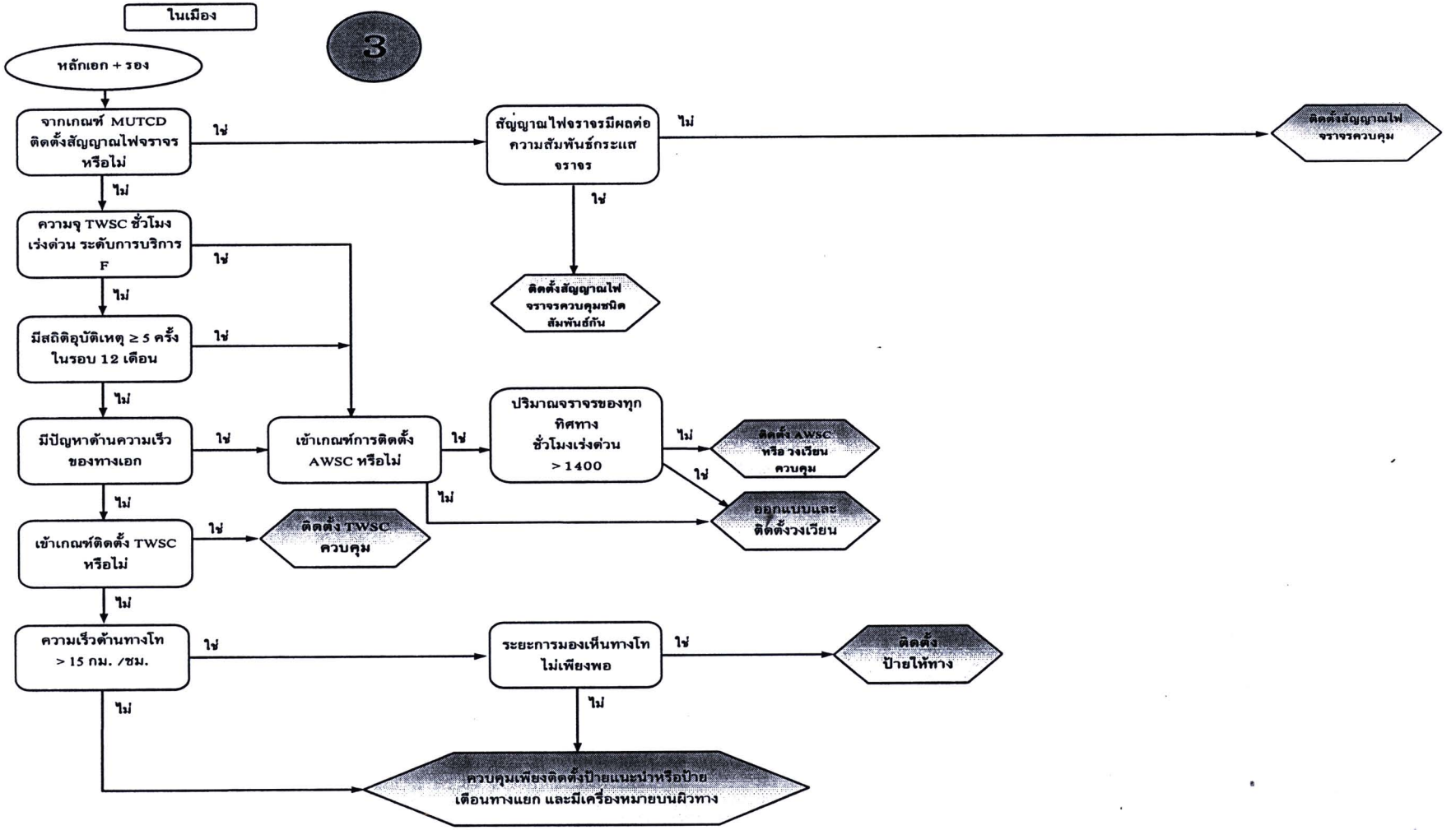
ภาพที่ 4.5 สายทางที่ 5 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สายทางที่ 3 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายรอง แบ่งการควบคุมจึงแบ่งเป็น 5 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ 2) ป้ายให้ทาง 3) ป้ายหยุด 4) วงเวียน และ 5) สัญญาณไฟจราจร โดยเริ่มจากการพิจารณาว่า "ทางแยกเข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรหรือไม่" โดยใช้มาตรฐานจาก MUTCD หากเข้าเกณฑ์การติดตั้งจะพิจารณาต่อในเส้นทาง "ใช่" และพิจารณาต่อไปว่า "ความห่างของแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรห่างจากแยกดังกล่าวมากกว่า 400 เมตร หรือไม่" หากห่างน้อยกว่า 400 เมตร พิจารณา "ไม่" ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดประสานสัมพันธ์ หากห่างมากกว่า 400 เมตร พิจารณา "ใช่" ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ แต่หากการพิจารณาแล้วทางแยกไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรพิจารณาในเส้นทาง "ไม่"พิจารณาต่อ"เมื่อติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทาง (Two-way stop control, TWSC) แล้วในชั่วโมงเร่งด่วนระดับการให้บริการอยู่ในระดับ F (ระดับแย่ที่สุด) หรือไม่" โดยใช้การวิเคราะห์จาก HCM2000 หากระดับการบริการอยู่ในระดับ F แสดงว่าการใช้การควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยใช้ป้ายหยุดในสองทิศทางไม่เหมาะสมกับแยกดังกล่าว พิจารณา "ใช่" พิจารณาในลำดับต่อไปว่า "ทางแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่" แต่หากระดับการให้บริการไม่อยู่ในระดับ F จะต้องพิจารณาต่อไปว่า "ในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมามีอุบัติเหตุที่ทางแยกนั้น 5 ครั้งขึ้นไปหรือไม่" หากมีอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมา 5 ครั้งขึ้นไปหรือมีปัญหาความเร็วการจราจรทางเอกควรพิจารณาในลำดับต่อไปว่า "ทางแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่" แต่หากมีอุบัติเหตุในปีที่ผ่านมาไม่ถึง 5 ครั้งและแยกดังกล่าวไม่มีปัญหาด้านความเร็วของยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทางเอกสามารถพิจารณาว่า "แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทางหรือไม่" หรือพิจารณาจากรถที่วิ่งมาจากทางโทจำเป็นต้องหยุดเป็นประจำหรือไม่ หากเข้าเกณฑ์ดังกล่าวหรือรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทจำเป็นต้องหยุด สามารถพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดในสองทิศทางได้ แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ความเร็วของยวดยานที่วิ่งสู่ทางแยกจากทางโทมีปัญหาด้านความเร็วหรือไม่" ความเร็วของผู้ขับขี่มีความเร็วมากกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง "ใช่" ควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่จากทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกเพียงพอหรือไม่" หากไม่เพียงพอควรพิจารณาติดตั้งป้ายให้ทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่จากทางโท แต่หากระยะการมองเห็นตามความสัมพันธ์ของความเร็วมีเพียงพอหรือความเร็วของผู้ขับขี่จากทางโทน้อยกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แยกดังกล่าวสามารถควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทางและอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ ก็เพียงพอ

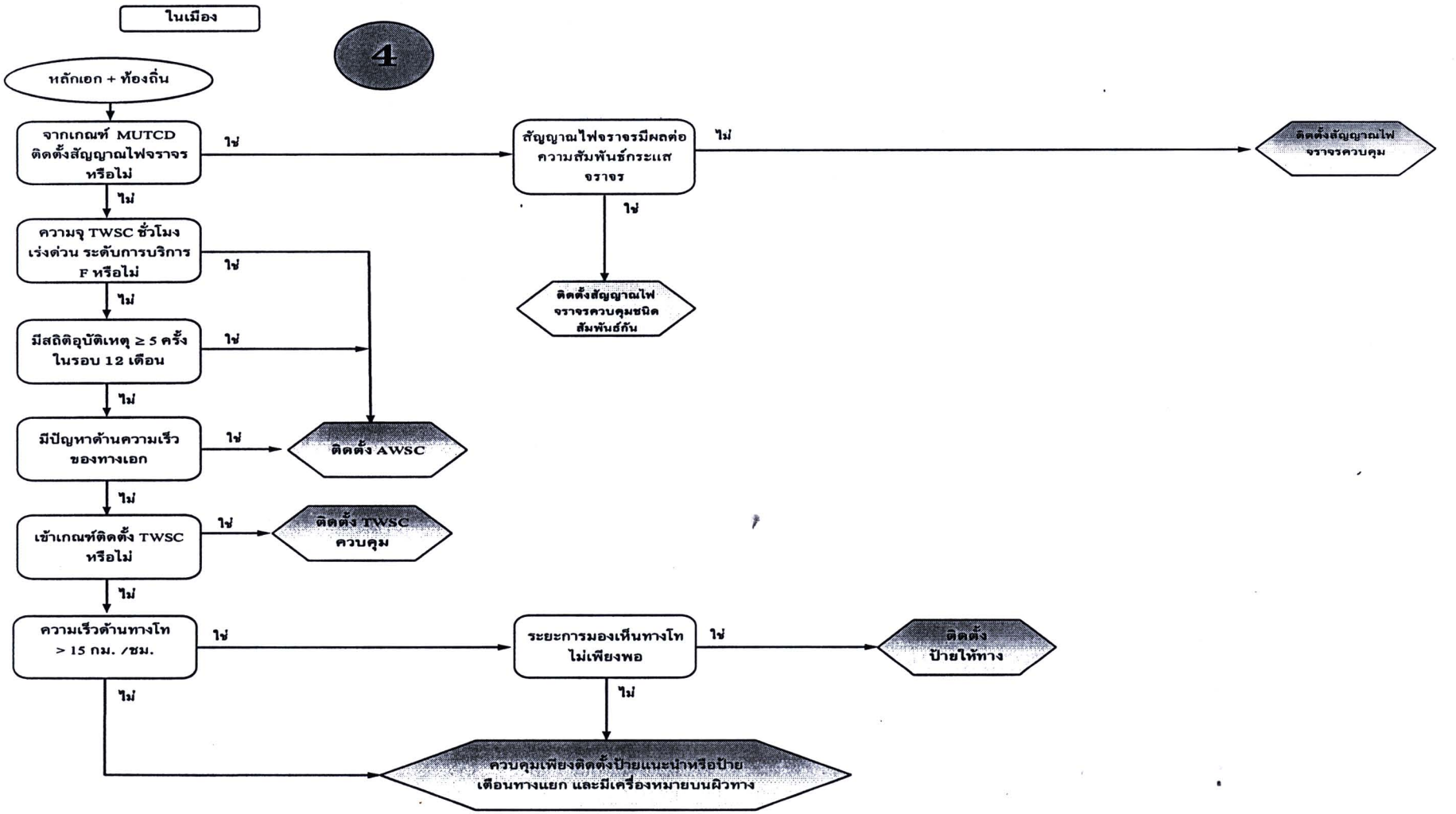
ถ้าแยกดังกล่าวการวิเคราะห์การติดตั้ง TWSC จาก HCM อยู่ในระดับการให้บริการ F มีสถิติอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมาตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไปและมีปัญหาความเร็วด้านทางเอกหรือความเร็วและปริมาณจราจรที่ไม่ต่างกันทั้งสองทิศทาง ควรพิจารณาใน

ลำดับต่อไปว่า “แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การพิจารณาการติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่” หาก แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางแต่มีปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนในทุก ทิศทางน้อยกว่า 1,400 คันต่อชั่วโมง สามารถเลือกใช้การควบคุมทางแยกด้วยการติดตั้งป้ายหยุด หรือวงเวียนตามความเหมาะสม แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือมีปริมาณ จราจรในชั่วโมงเร่งด่วนในทุกทิศทางตั้งแต่ 1,400 คันต่อชั่วโมง ขึ้นไปจะเลือกใช้การควบคุมทาง แยกโดยการใช้วงเวียน เนื่องจากการทบทวนการวิจัยที่ผ่านมาทราบว่า หากทางแยกที่มีปริมาณ จราจรมากกว่า 1,400 คัน/ชั่วโมง เมื่อเทียบการควบคุมระหว่างป้ายหยุดและวงเวียน วงเวียนจะ มีความล่าช้าที่น้อยกว่าการควบคุมด้วยป้ายหยุด สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ โดยสายทางที่ 3 พิจารณาการควบคุมทางแยกที่ตำแหน่งในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายรอง ภาพที่ 4.6 ดังนี้

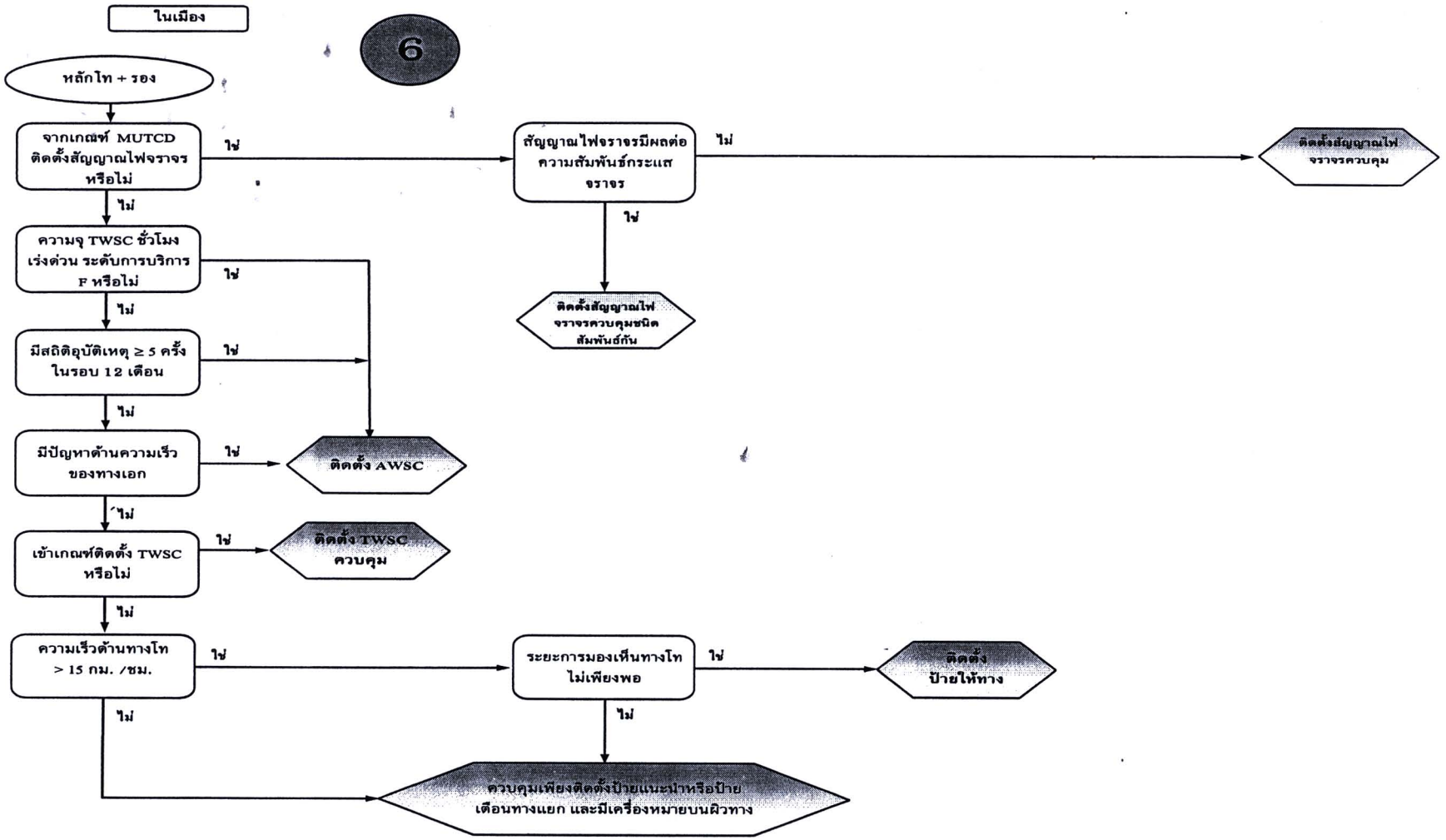


ภาพที่ 4.6 สายทางที่ 3 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายรอง

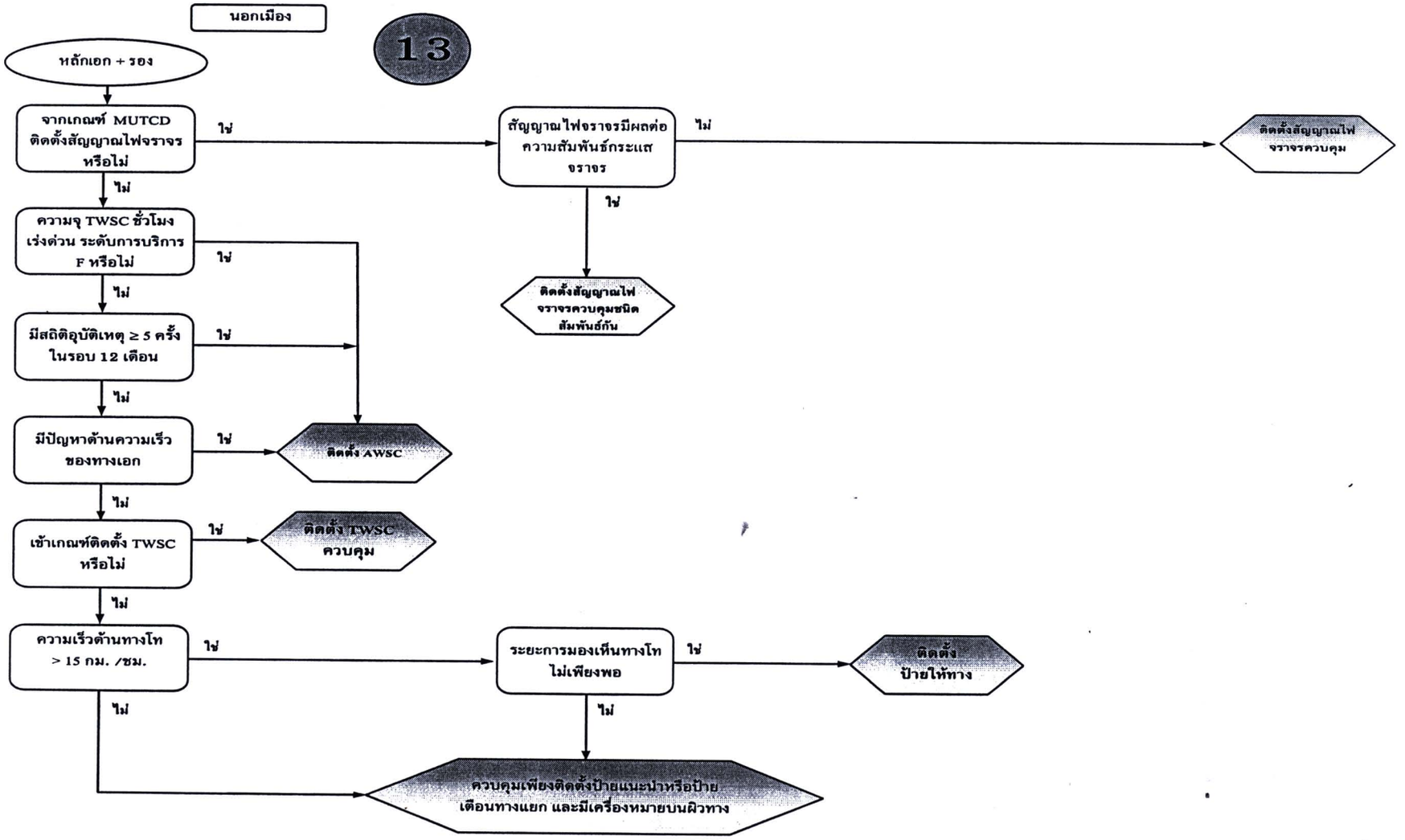
สายทางที่ 4 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายท้องถิ่น สายทางที่ 6 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายรอง และสายทางที่ 13 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายรอง แบ่งการควบคุมจึงแบ่งเป็น 5 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทางและอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ 2) ป้ายให้ทาง 3) ป้ายหยุด และ 4) สัญญาณไฟจราจร โดยเริ่มจากการพิจารณา "ว่าทางแยกเข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรหรือไม่" โดยใช้มาตรฐานจาก MUTCD หากเข้าเกณฑ์การติดตั้งจะพิจารณาต่อในเส้นทาง "ใช่" และพิจารณาต่อไปว่า "ความห่างของแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรห่างจากแยกดังกล่าวมากกว่า 400 เมตร หรือไม่" หากห่างน้อยกว่า 400 เมตร พิจารณา "ไม่" ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดประสานสัมพันธ์ หากห่างมากกว่า 400 เมตร พิจารณา "ใช่" ไปในทิศทางการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ แต่หากการพิจารณาแล้วทางแยกไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร พิจารณาในเส้นทาง "ไม่" พิจารณาต่อ "เมื่อติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทาง (Two-way stop control, TWSC) แล้วในชั่วโมงเร่งด่วนระดับการให้บริการอยู่ในระดับ F (ระดับแย่ที่สุด) หรือไม่" โดยใช้การวิเคราะห์จาก HCM2000 หากระดับการบริการอยู่ในระดับ F แสดงว่าการใช้การควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยใช้ป้ายหยุดในสองทิศทางไม่เหมาะสมกับแยกดังกล่าว พิจารณา "ใช่" ให้พิจารณาการติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทาง แต่หากระดับการให้บริการไม่อยู่ในระดับ F จะต้องพิจารณาต่อไปว่า "ในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมามีอุบัติเหตุที่ทางแยกนั้น 5 ครั้งขึ้นไปหรือไม่" หากมีอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมา 5 ครั้งขึ้นไปหรือมีปัญหาความเร็วการจราจรทางเอก ควรพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทาง แต่หากมีอุบัติเหตุในปีที่ผ่านมาไม่ถึง 5 ครั้ง และแยกดังกล่าวไม่มีปัญหาด้านความเร็วของยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทางเอก สามารถพิจารณาว่า "แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทางหรือไม่" หรือพิจารณาจากรถที่วิ่งมาจากทางโทจำเป็นต้องหยุดเป็นประจำหรือไม่ หากเข้าเกณฑ์ดังกล่าวหรือรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทจำเป็นต้องหยุด สามารถพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดในสองทิศทางได้ แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ความเร็วของยวดยานที่วิ่งสู่ทางแยกจากทางโทมีปัญหาด้านความเร็วหรือไม่" ความเร็วของผู้ขับขี่มีความเร็วมากกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง "ใช่" ควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่จากทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกเพียงพอหรือไม่" หากไม่เพียงพอควรพิจารณาติดตั้งป้ายให้ทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่จากทางโท แต่หากระยะการมองเห็นตามความสัมพันธ์ของความเร็วมีเพียงพอหรือความเร็วของผู้ขับขี่จากทางโทน้อยกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แยกดังกล่าวสามารถควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ ก็เพียงพอ สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ สายทางที่ 4 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.7 สายทางที่ 6 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายรอง ภาพที่ 4.8 และสายทางที่ 13 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายรอง ภาพที่ 4.9 ดังนี้



ภาพที่ 4.7 สายทางที่ 4 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายท้องถิ่น



ภาพที่ 4.8 สายทางที่ 6 พิจารณาการควบคุมทางแยกในเขตเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายรอง

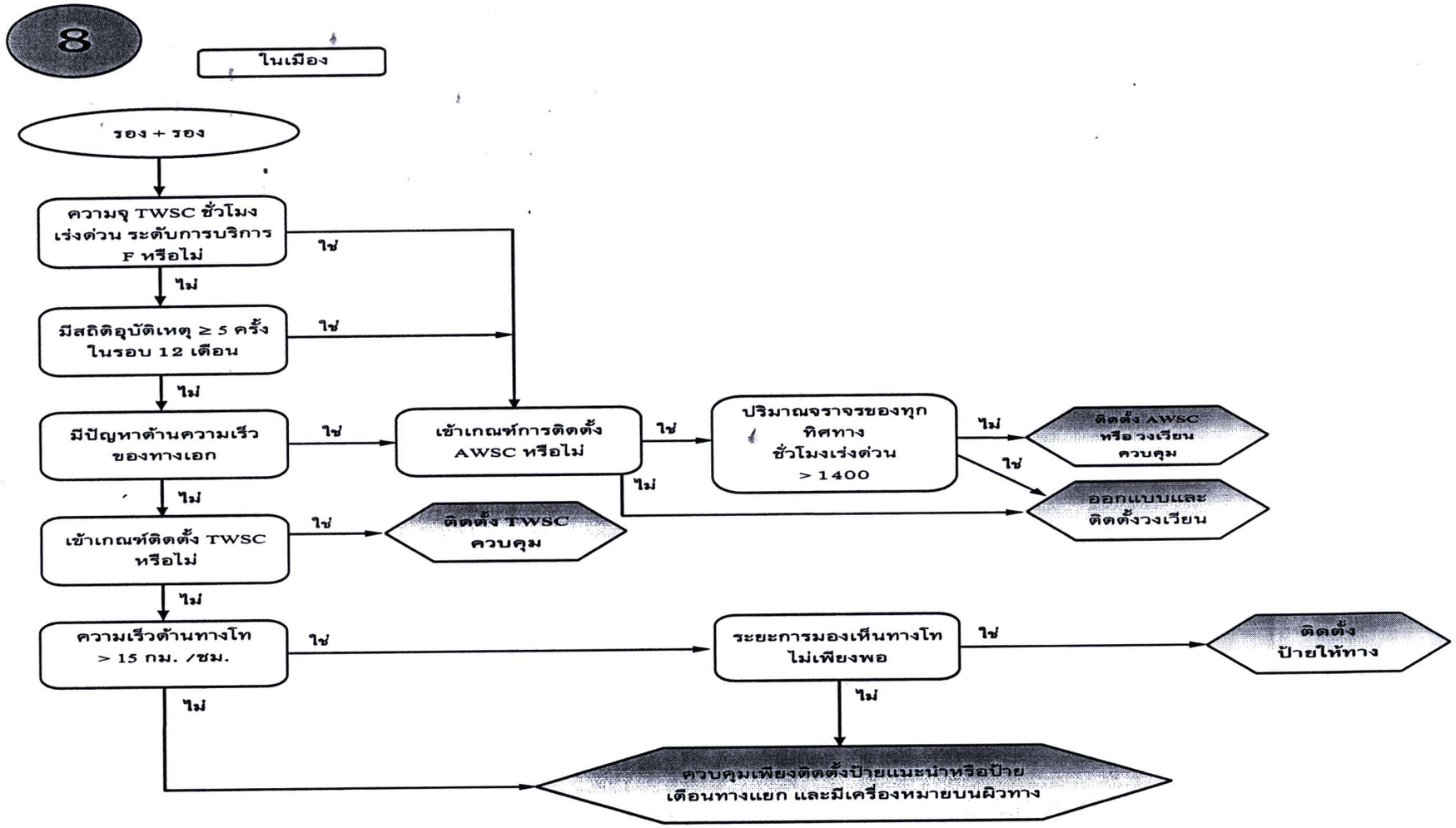


ภาพที่ 4.9 สายทางที่ 13 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายรอง

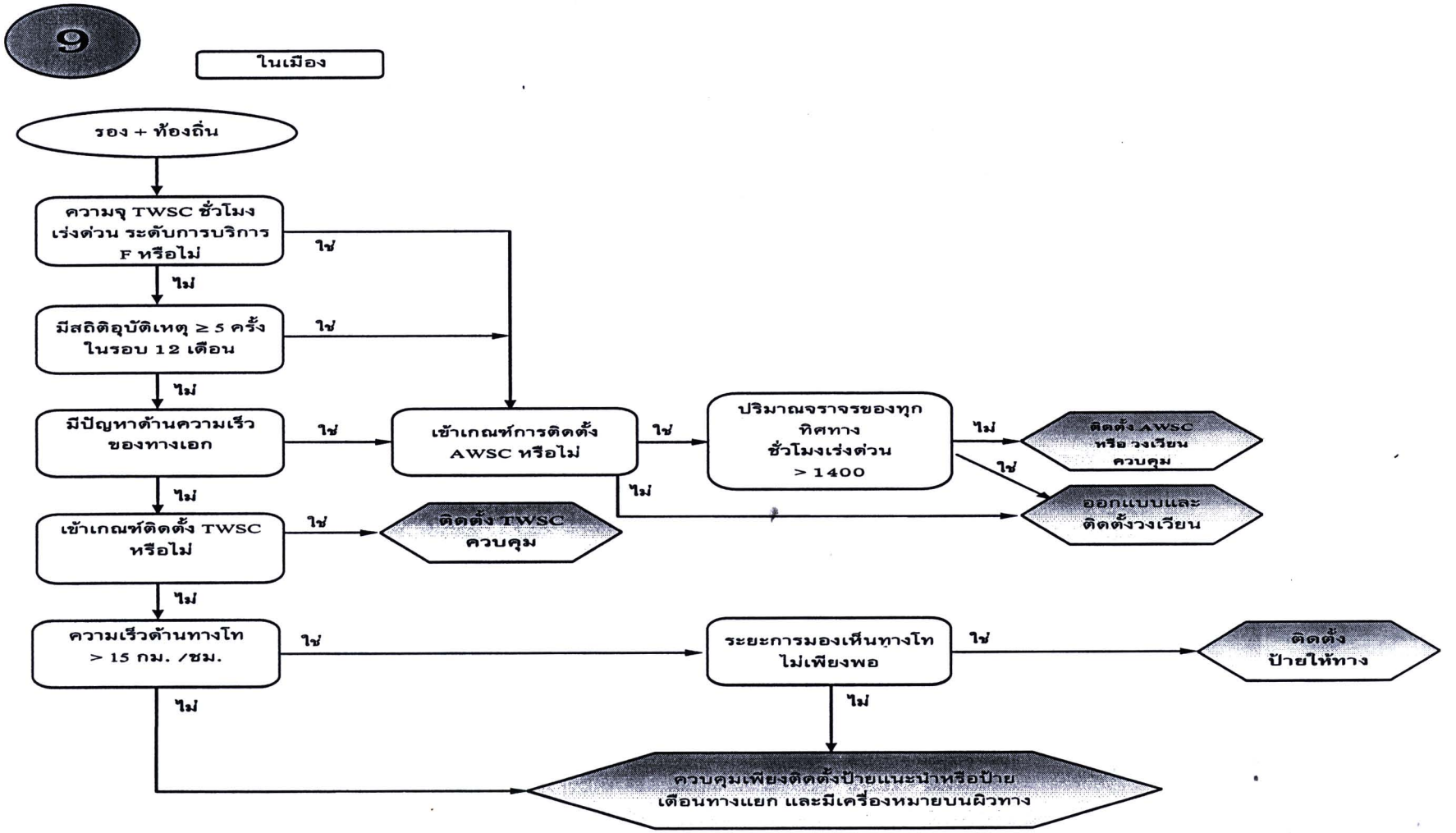
สายทางที่ 8 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองกับทางสายรอง สายทางที่ 9 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองกับทางสายท้องถิ่น และสายทางที่ 10 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางสายท้องถิ่นกับทางสายท้องถิ่น แบ่งการควบคุมจึงแบ่งเป็น 4 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทางและอุปกรณ์นำทางอื่นๆ 2) ป้ายให้ทาง 3) ป้ายหยุด และ 4) วงเวียน โดยเริ่มจากการพิจารณา "เมื่อติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทาง (Two-way stop control, TWSC) แล้วในชั่วโมงเร่งด่วนระดับการให้บริการอยู่ในระดับ F (ระดับแย่ที่สุด) หรือไม่" โดยใช้การวิเคราะห์จาก HCM2000 หากระดับการบริการอยู่ในระดับ F แสดงว่าการใช้การควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยใช้ป้ายหยุดในสองทิศทางไม่เหมาะสมกับแยกดังกล่าว พิจารณา "ใช่" พิจารณาในลำดับต่อไปว่า "ทางแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่" แต่หากระดับการให้บริการไม่อยู่ในระดับ F จะต้องพิจารณาต่อไปว่า "ในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมามีอุบัติเหตุที่ทางแยกนั้น 5 ครั้งขึ้นไปหรือไม่" หากมีอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมา 5 ครั้งขึ้นไปหรือมีปัญหาความเร็วการจราจรทางเอก ควรพิจารณาในลำดับต่อไปว่า "ทางแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่" แต่หากมีอุบัติเหตุในปีที่ผ่านมาไม่ถึง 5 ครั้งและแยกดังกล่าวไม่มีปัญหาด้านความเร็วของยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทางเอกสามารถพิจารณาว่า "แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทางหรือไม่" หรือพิจารณาจากรถที่วิ่งมาจากทางโทจำเป็นต้องหยุดเป็นประจำหรือไม่ หากเข้าเกณฑ์ดังกล่าวหรือรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทจำเป็นต้องหยุด สามารถพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดในสองทิศทางได้ แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ความเร็วของยวดยานที่วิ่งสู่ทางแยกจากทางโทมีปัญหาด้านความเร็วหรือไม่" ความเร็วของผู้ขับขี่มีความเร็วมากกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง "ใช่" ควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ "ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่จากทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกเพียงพอหรือไม่" หากไม่เพียงพอควรพิจารณาติดตั้งป้ายให้ทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่จากทางโท แต่หากระยะการมองเห็นตามความสัมพันธ์ของความเร็วมีเพียงพอหรือความเร็วของผู้ขับขี่จากทางโทน้อยกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แยกดังกล่าวสามารถควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทางและอุปกรณ์นำทางอื่นๆ ก็เพียงพอ

ถ้าแยกดังกล่าวการวิเคราะห์การติดตั้ง TWSC จาก HCM อยู่ในระดับการให้บริการ F มีสถิติอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมาตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไปและมีปัญหาความเร็วด้านทางเอกหรือความเร็วและปริมาณจราจรที่ไม่ต่างกันทั้งสองทิศทาง ควรพิจารณาในลำดับต่อไปว่า "แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การพิจารณาการติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือไม่" หากแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางแต่มีปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนในทุกทิศทางน้อยกว่า 1,400 คันต่อชั่วโมง สามารถเลือกใช้การควบคุมทางแยกด้วยการติดตั้งป้ายหยุดหรือวงเวียนตามความเหมาะสม แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางหรือมีปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนในทุกทิศทางตั้งแต่ 1,400 คันต่อชั่วโมง ขึ้นไปจะเลือกใช้การควบคุมทาง

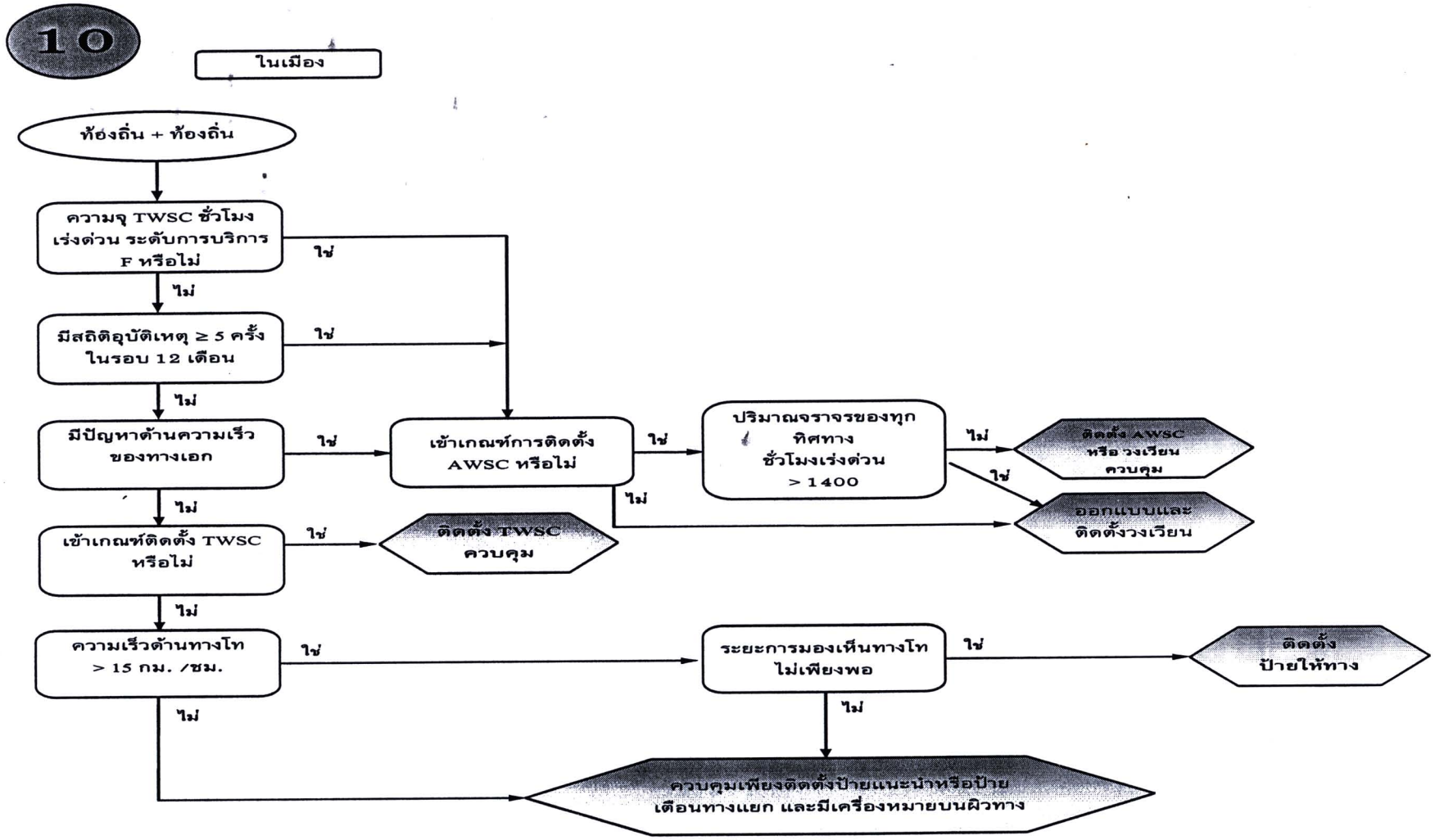
แยกโดยการใช้วงเวียน เนื่องจากการทบทวนการวิจัยที่ผ่านมาทราบว่า หากทางแยกที่มีปริมาณจราจรมากกว่า 1,400 คัน/ชั่วโมง เมื่อเทียบการควบคุมระหว่างป้ายหยุดและวงเวียน วงเวียนจะมีความล่าช้าที่น้อยกว่าการควบคุมด้วยป้ายหยุด สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ โดยสายทางที่ 8 พิจารณาการควบคุมทางแยกที่ตำแหน่งในเขตเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายรอง ภาพที่ 4.10 สายทางที่ 9 พิจารณาการควบคุมทางแยกที่ตำแหน่งในเขตเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.11 และสายทางที่ 10 พิจารณาการควบคุมทางแยกที่ตำแหน่งในเขตเมือง ทางสายท้องถิ่นตัดกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.12 ดังนี้



ภาพที่ 4.10 สายทางที่ 8 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายรอง

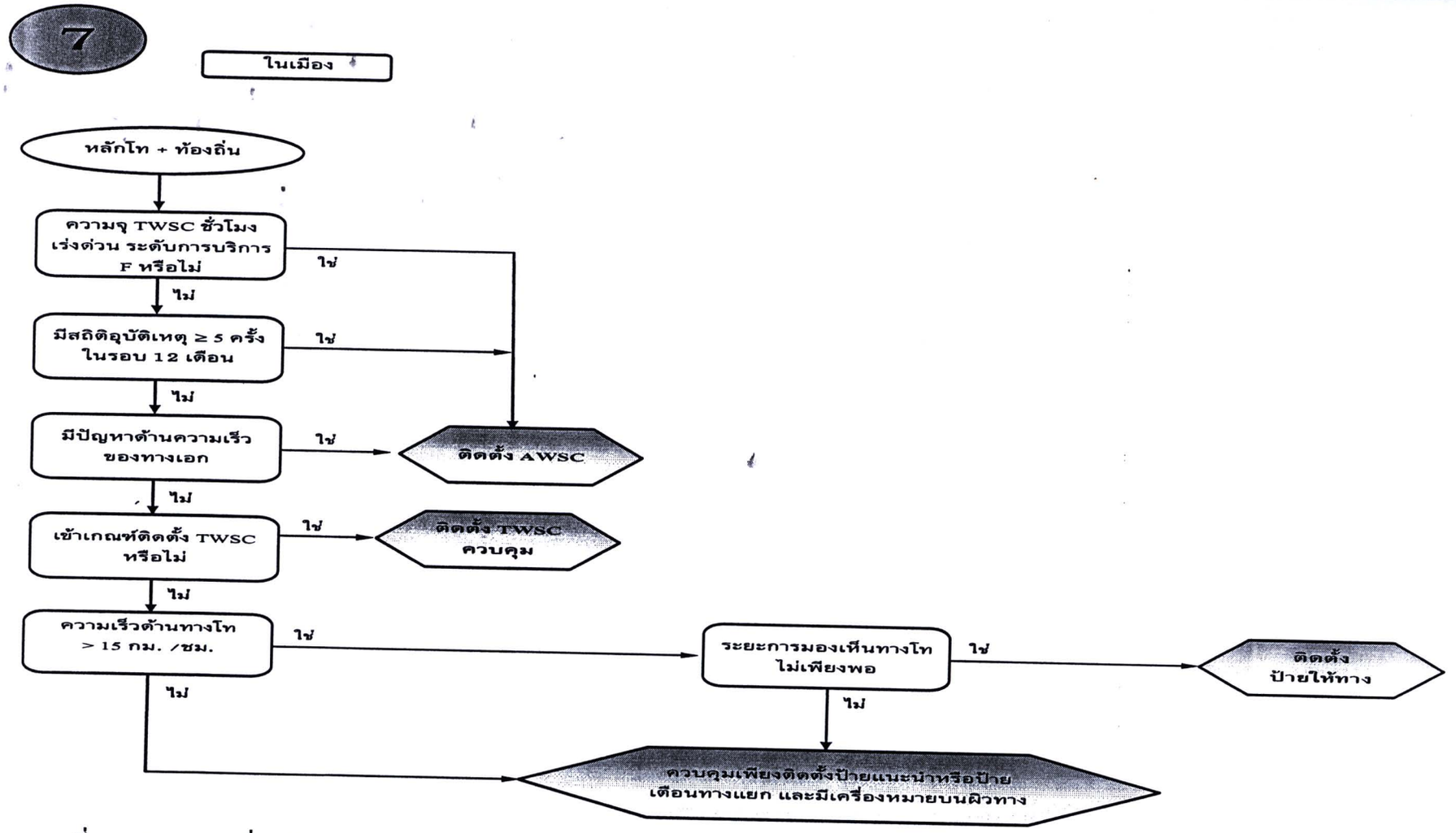


ภาพที่ 4.11 สายทางที่ 9 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายท้องถิ่น

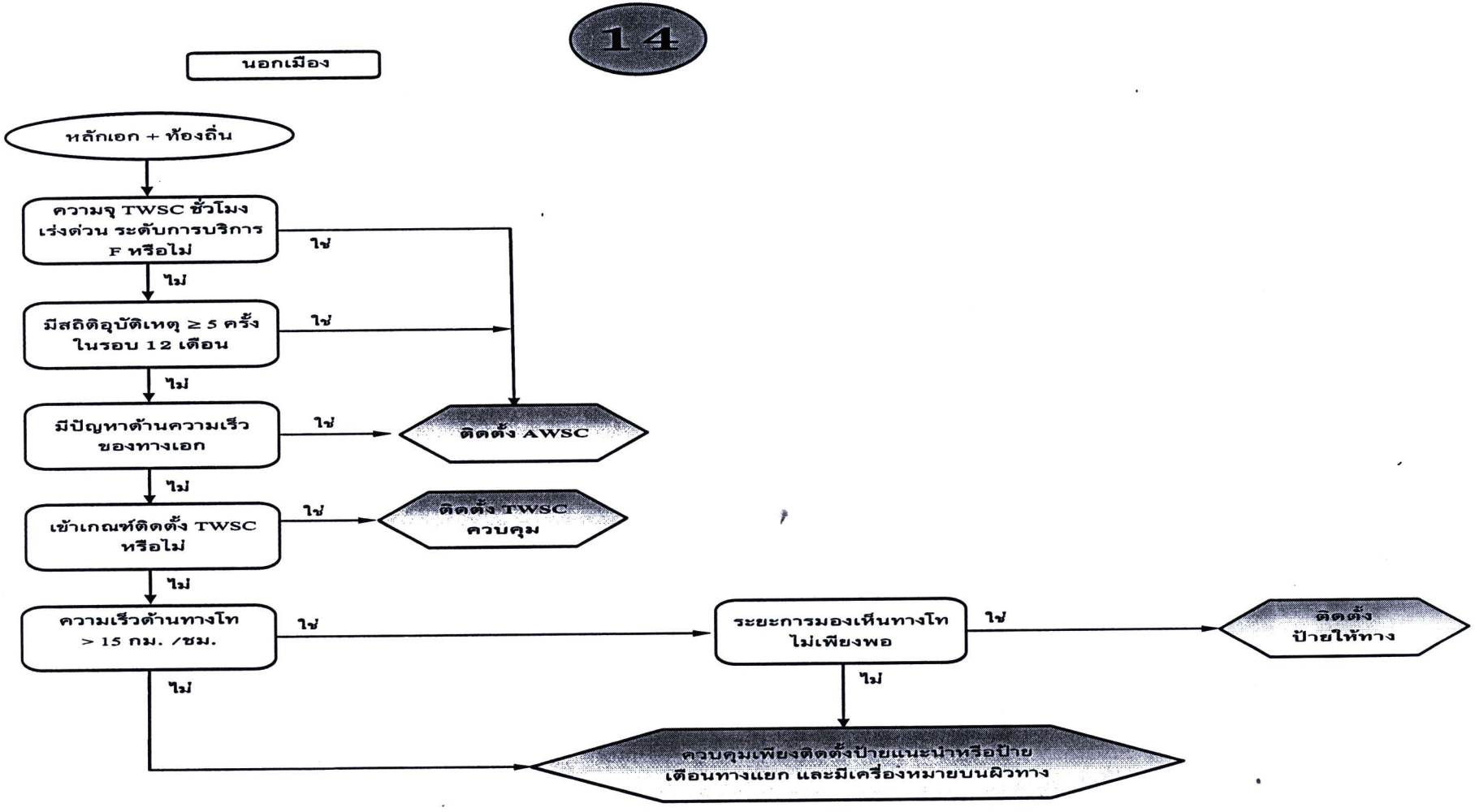


ภาพที่ 4.12 สายทางที่ 10 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางสายท้องถิ่นตัดกับทางสายท้องถิ่น

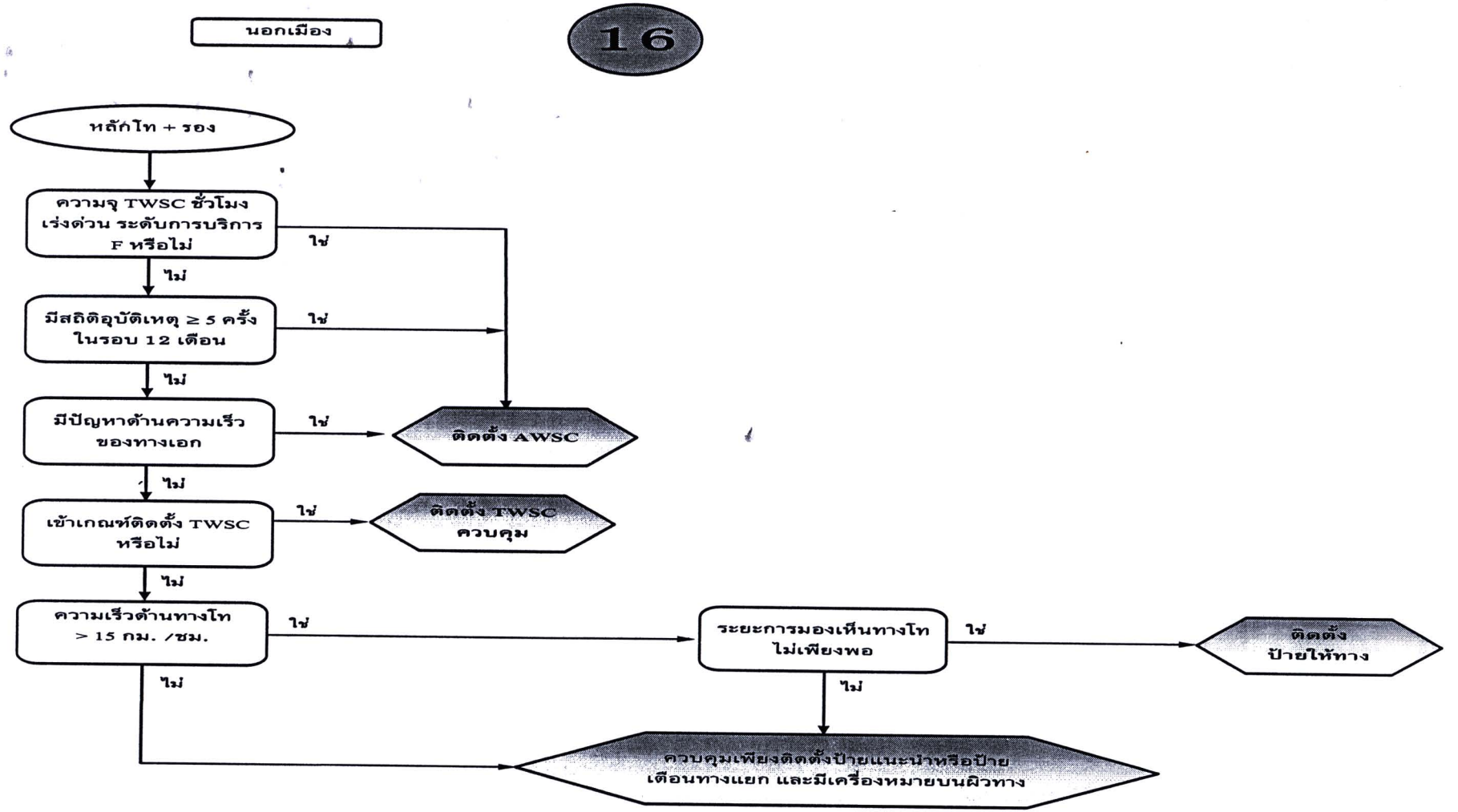
สายทางที่ 7 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายท้องถิ่น สายทางที่ 14 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายท้องถิ่น สายทางที่ 16 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายรอง สายทางที่ 17 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายท้องถิ่น สายทางที่ 18 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองตัดกับทางสายรอง สายทางที่ 19 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองกับทางสายท้องถิ่น และสายทางที่ 20 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายท้องถิ่นกับทางสายท้องถิ่น แบ่งการควบคุมจึงแบ่งเป็น 3 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่นๆ 2) ป้ายให้ทาง 3) ป้ายหยุด โดยเริ่มจากการพิจารณาว่า “เมื่อติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทาง (Two-way stop control, TWSC) แล้วในชั่วโมงเร่งด่วนระดับการให้บริการอยู่ในระดับ F (ระดับแย่ที่สุด) หรือไม่” โดยใช้การวิเคราะห์จาก HCM2000 หากระดับการบริการอยู่ในระดับ F แสดงว่าการใช้การควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยใช้ป้ายหยุดในสองทิศทางไม่เหมาะสมกับแยกดังกล่าว พิจารณา “ใช่” ให้พิจารณาการติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทาง แต่หากระดับการให้บริการไม่อยู่ในระดับ F จะต้องพิจารณาต่อไปว่า “ในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมามีอุบัติเหตุที่ทางแยกนั้น 5 ครั้งขึ้นไปหรือไม่” หากมีอุบัติเหตุในรอบ 12 เดือนหรือปีที่ผ่านมา 5 ครั้งขึ้นไปหรือมีปัญหาความเร็วการจราจรทางเอก ควรพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทาง แต่หากมีอุบัติเหตุในปีที่ผ่านมาไม่ถึง 5 ครั้ง และแยกดังกล่าวไม่มีปัญหาด้านความเร็วของยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทางเอกสามารถพิจารณาว่า “แยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดสองทิศทางหรือไม่” หรือพิจารณาจากรถที่วิ่งมาจากทางโทจำเป็นต้องหยุดเป็นประจำหรือไม่ หากเข้าเกณฑ์ดังกล่าวหรือรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทจำเป็นต้องหยุด สามารถพิจารณาติดตั้งป้ายหยุดในสองทิศทางได้ แต่หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ “ความเร็วของยวดยานที่วิ่งสู่ทางแยกจากทางโทมีปัญหาด้านความเร็วหรือไม่” ความเร็วของผู้ขับขี่มีความเร็วมากกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง “ใช่”ควรพิจารณาในลำดับต่อไปคือ “ระยะการมองเห็นของผู้ขับขี่จากทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกเพียงพอหรือไม่” หากไม่เพียงพอควรพิจารณาติดตั้งป้ายให้ทางเพื่อเตือนผู้ขับขี่จากทางโท แต่หากระยะการมองเห็นตามความสัมพันธ์ของความเร็วมีเพียงพอหรือความเร็วของผู้ขับขี่จากทางโทน้อยกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แยกดังกล่าวสามารถควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่นๆ ก็เพียงพอ สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ สายทางที่ 7 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.13 สายทางที่ 14 ทางแยกในเขตเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.14 และสายทางที่ 16 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายรอง ภาพที่ 4.15 สายทางที่ 17 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.16 สายทางที่ 18 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองกับทางสายรอง ภาพที่ 4.17 สายทางที่ 19 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายรองกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.18 และสายทางที่ 20 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางสายท้องถิ่นกับทางสายท้องถิ่น ภาพที่ 4.19 ดังนี้



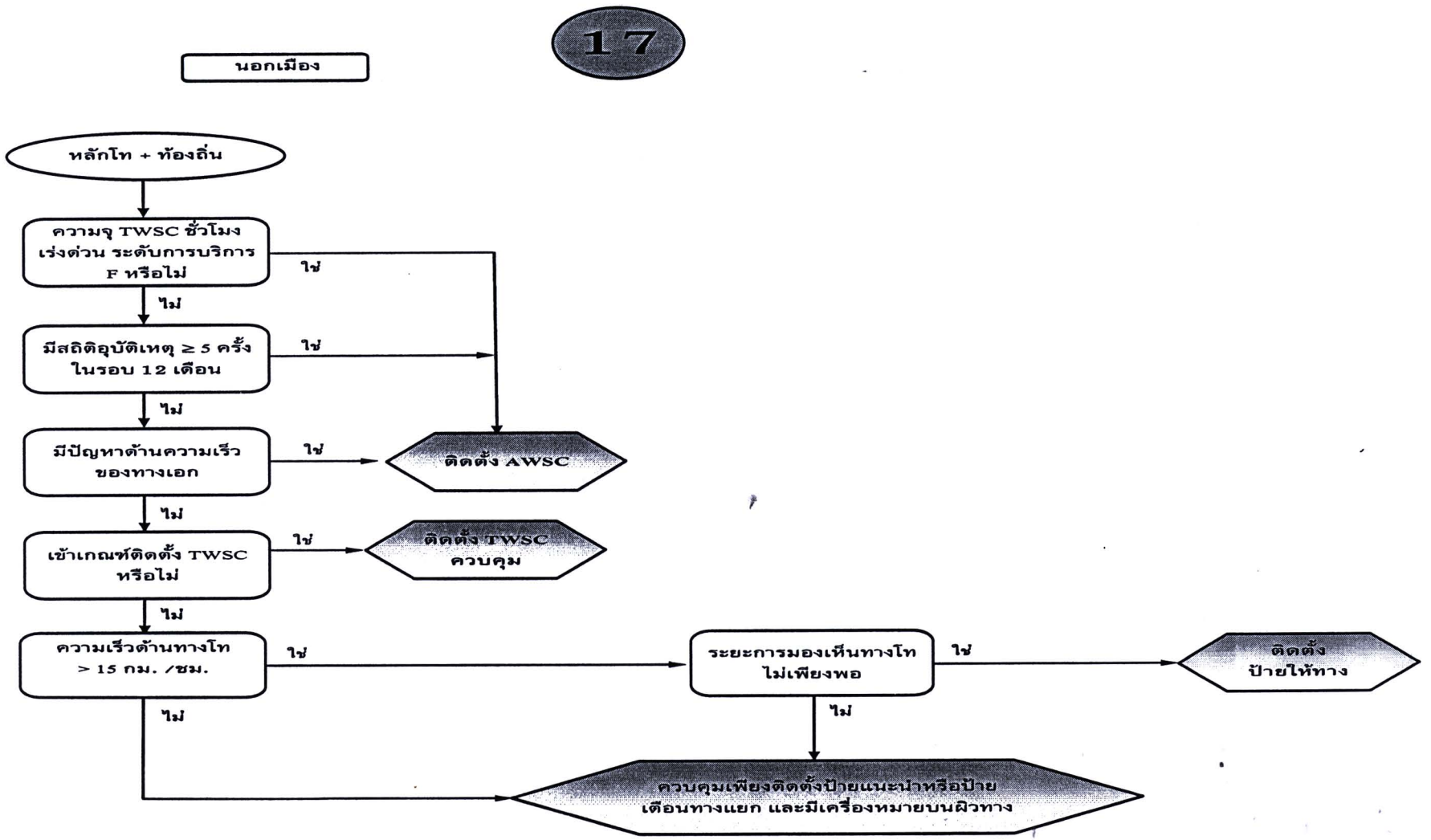
ภาพที่ 4.13 สายทางที่ 7 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตในเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายท้องถิ่น



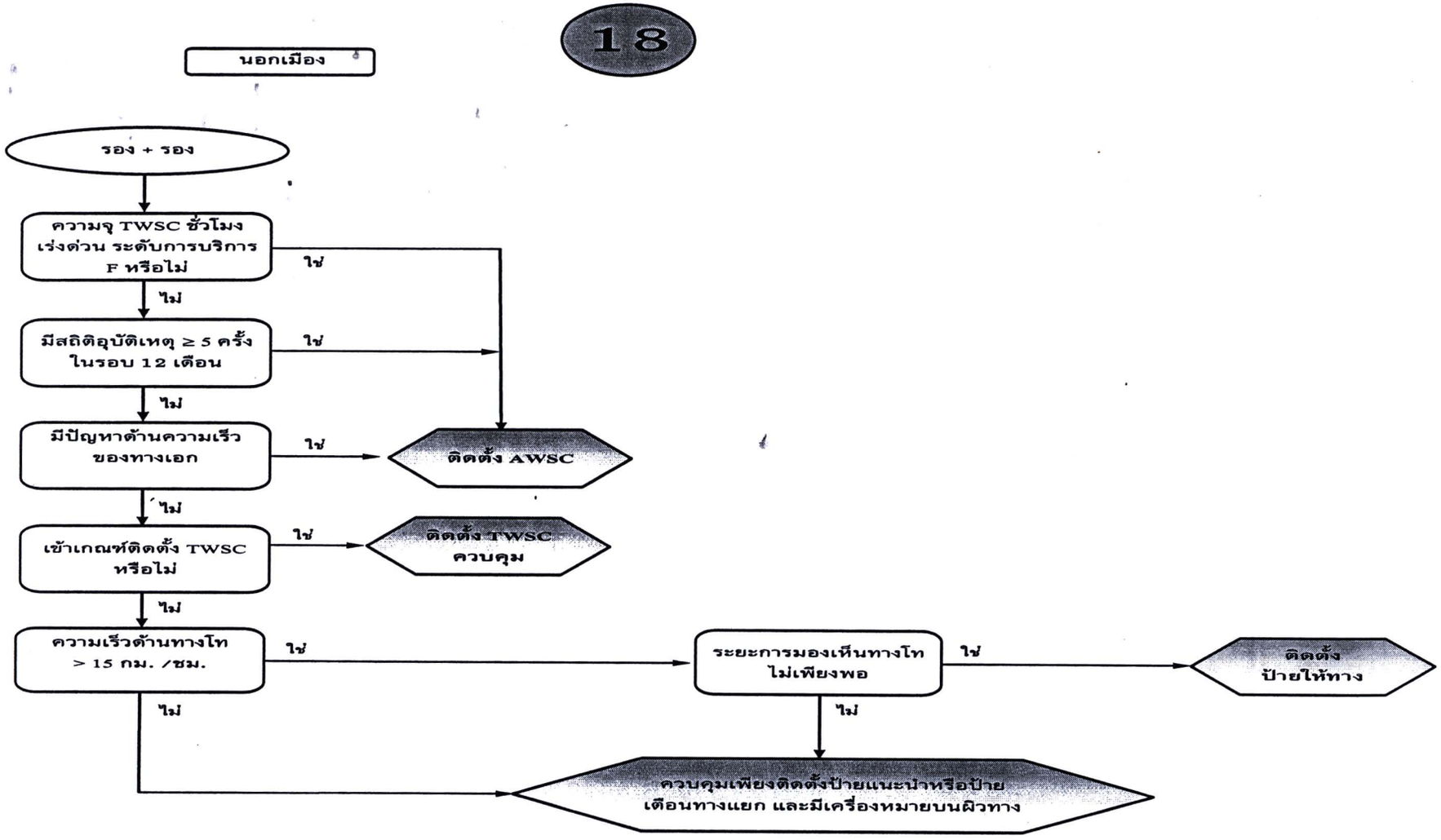
ภาพที่ 4.14 สายทางที่ 14 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางสายท้องถิ่น



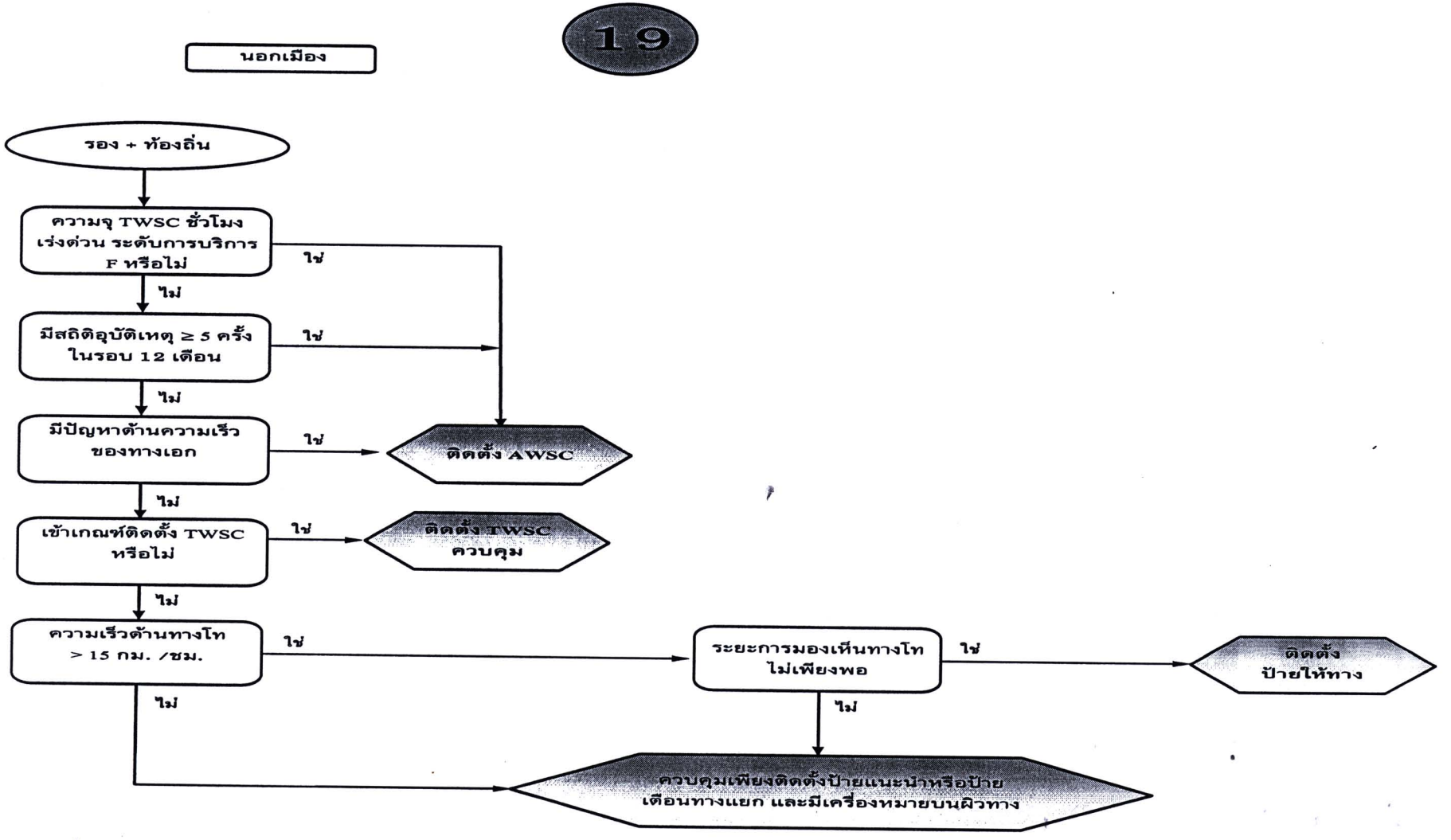
ภาพที่ 4.15 สายทางที่ 16 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายรอง



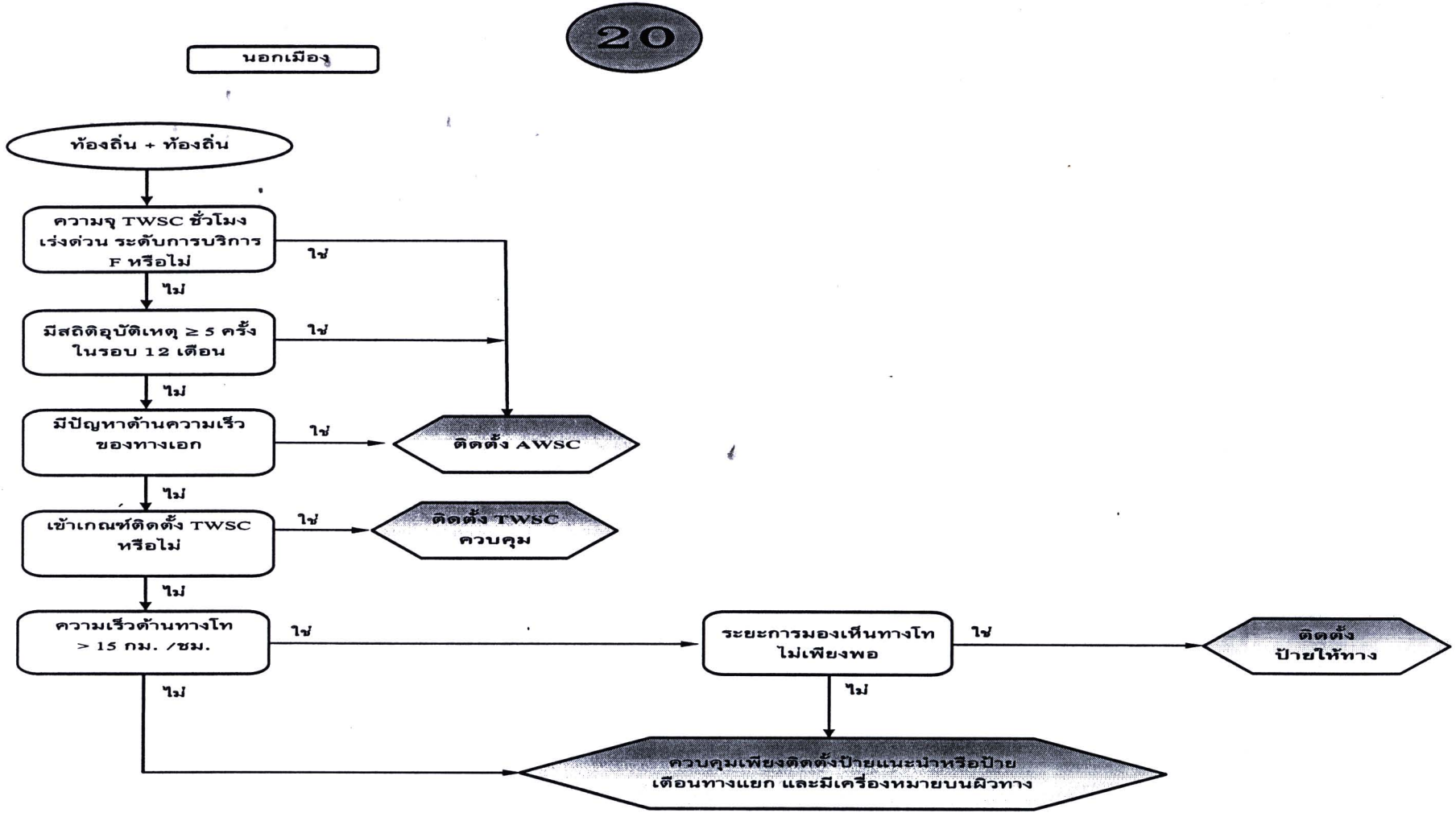
ภาพที่ 4.16 สายทางที่ 17 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางสายท้องถิ่น



ภาพที่ 4.17 สายทางที่ 18 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายรอง

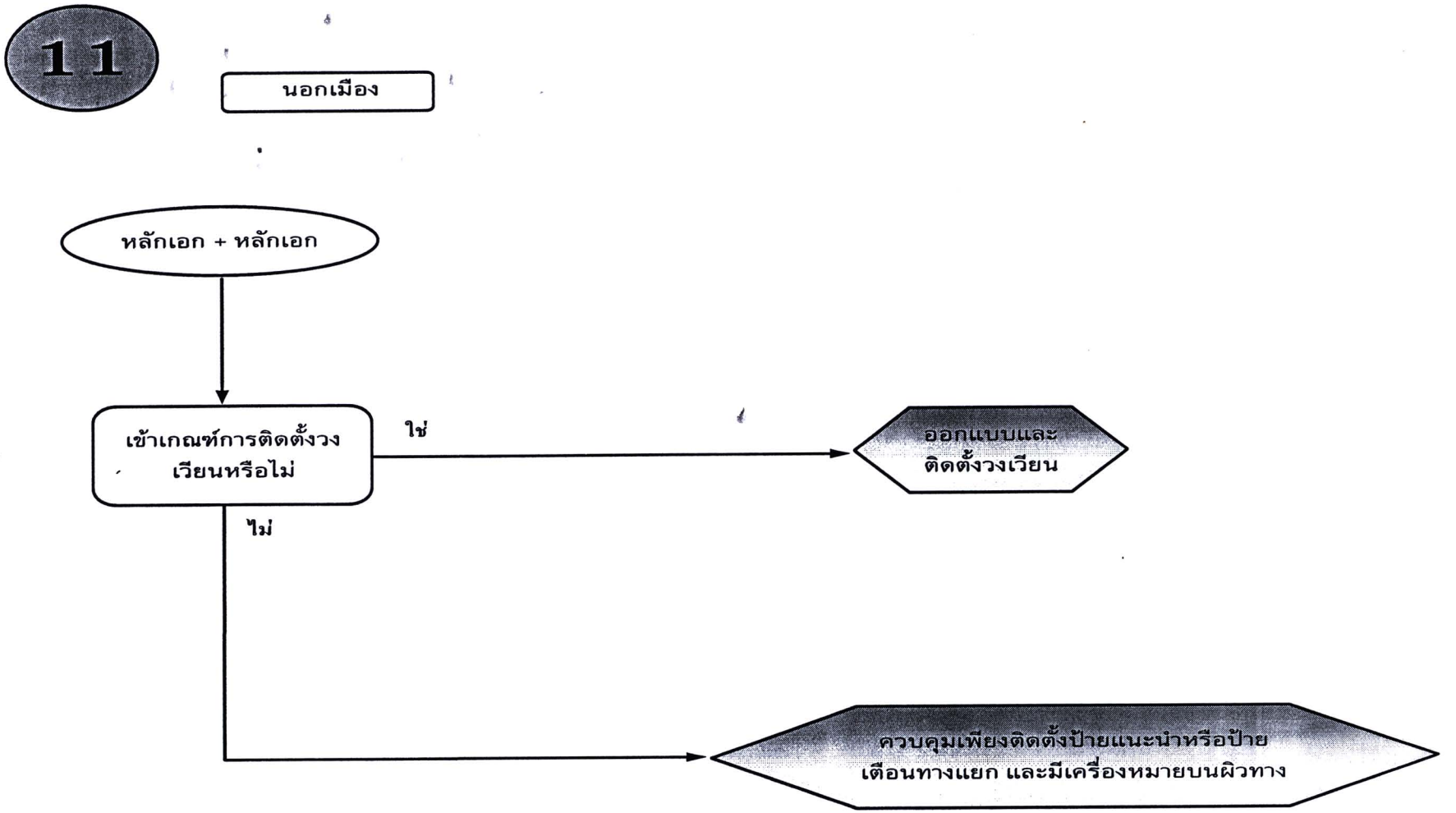


ภาพที่ 4.18 สายทางที่ 19 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายรองตัดกับทางสายท้องถิ่น

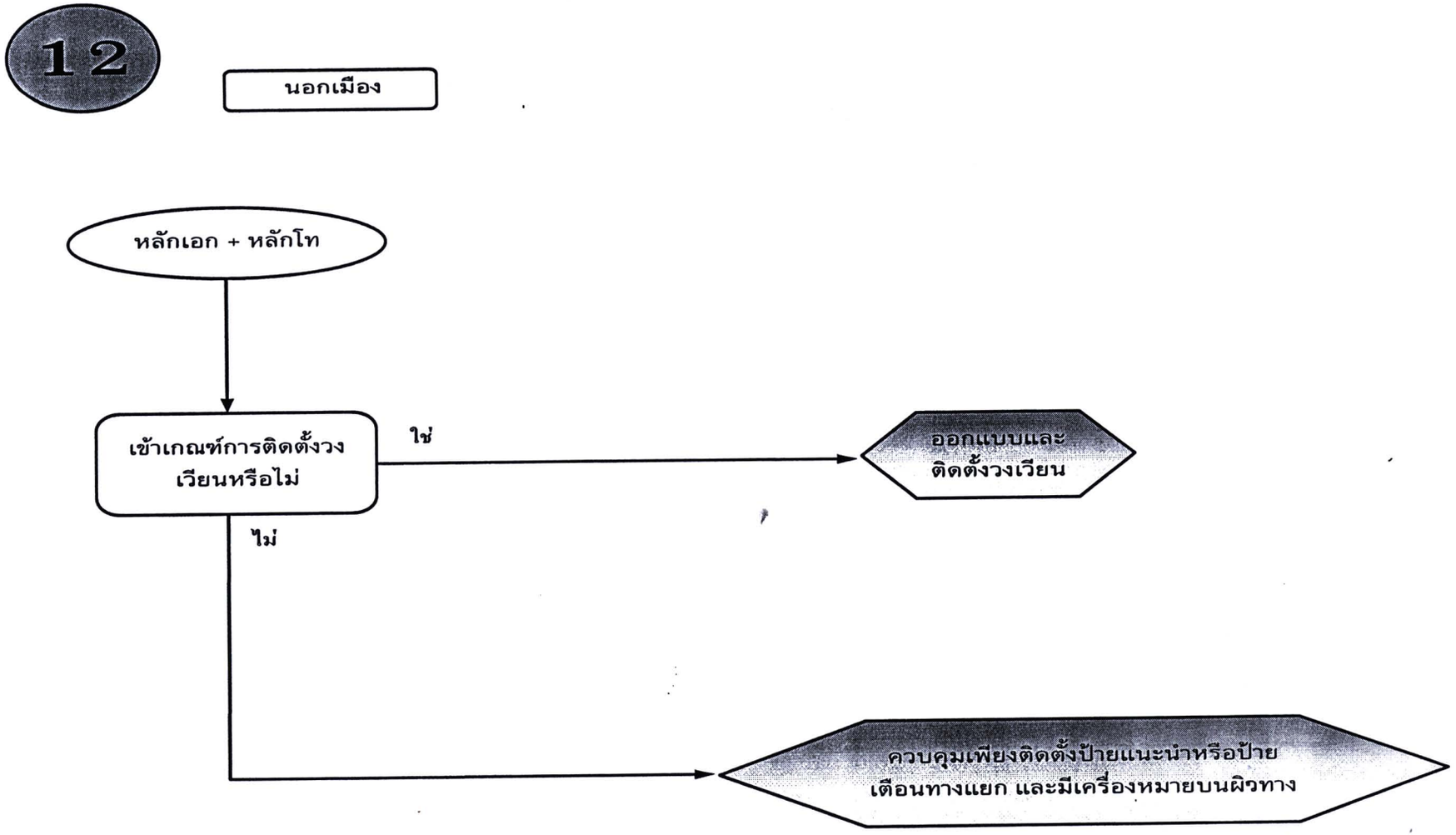


ภาพที่ 4.19 สายทางที่ 20 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางสายท้องถิ่นตัดกับทางสายท้องถิ่น

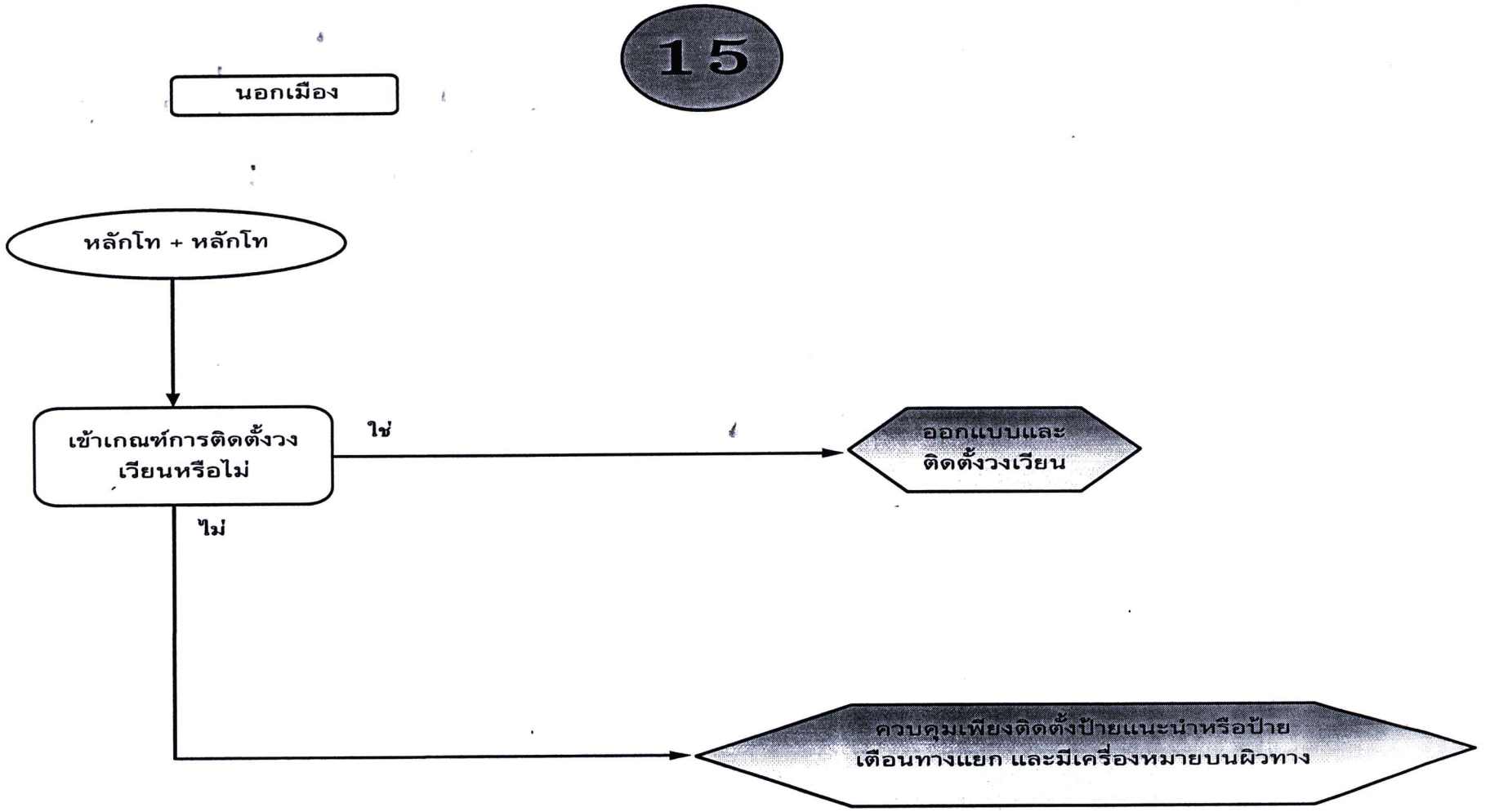
สายทางที่ 11 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางหลักเอก สายทางที่ 12 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักเอกกับทางหลักโท และสายทางที่ 15 ทางแยกเขตนอกเมือง ตัดกันระหว่างทางหลักโทกับทางหลักโทมีการพิจารณาเช่นเดียวกัน เนื่องจากการควบคุมโดยการใช้ป้ายให้ทางและป้ายหยุด หรือการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ไม่เหมาะสมกับทางแยกประเภทนี้เนื่องจากมีปริมาณจราจรมากในทุกทิศทางและมีความเร็วของยวดยานสูง มีปริมาณจราจรไม่หนาแน่น เหมือนในเมือง และส่วนมากเป็นรถขนาดใหญ่ ดังนั้น การแบ่งการควบคุมที่เหมาะสมจึงเป็นการติดตั้งวงเวียน และหากมีการจราจรที่หนาแน่นมาก จำเป็นต้องทำทางยก ทางลอด หรือการติดตั้งวงเวียนในลักษณะพิเศษซึ่งไม่ได้อยู่ในเกณฑ์การพิจารณาในการวิจัยนี้ ดังนั้นการพิจารณาจึงแบ่งเพียง 2 ลำดับ คือ 1) ควบคุมเพียงป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ และ 2) วงเวียน โดยเริ่มจากการพิจารณาว่าทางแยกว่า “เข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียนหรือไม่” หากเข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียนพิจารณาทิศทาง “ใช่” แล้วทำการออกแบบและติดตั้งวงเวียน หากไม่เข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียน พิจาณาทิศทาง “ไม่” แสดงว่าทางแยกดังกล่าวควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง สามารถอธิบายได้จากแผนภาพ โดยสายทางที่ 11 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก ภาพที่ 4.20 สายทางที่ 12 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักโท ภาพที่ 4.21 และ สายทางที่ 15 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางหลักโท ภาพที่ 4.22 ดังนี้



ภาพที่ 4.20 สายทางที่ 11 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักเอก



ภาพที่ 4.21 สายทางที่ 12 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักเอกตัดกับทางหลักโท



ภาพที่ 4.22 สายทางที่ 15 พิจารณาการควบคุมทางแยกเขตนอกเมือง ทางหลักโทตัดกับทางหลักโท

จากการวิเคราะห์วิธีเลือกใช้การควบคุมที่ทางแยก มีทั้งหมด 20 สายทาง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทำเป็นเครื่องมือช่วยเหลือให้มีการใช้งานที่สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ทางผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) เพื่อพัฒนาเป็น ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก (Decision Support System for Selection of Intersection Control, DSIC) โดยใช้การวิเคราะห์ตามสายทาง 20 สายในการออกแบบโปรแกรม

4.3 การออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟจราจร

4.3.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการออกวงเวียน

ขอบเขตการออกแบบวงเวียนเกณฑ์การออกแบบวงเวียนใช้มาตรฐาน AUSTROADS (The association of Australian and New Zealand road transport and traffic authorities, 1993) โดยออกแบบเพียงจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน ความกว้างช่องจราจรภายใน (Circulatory Road way Width) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกาะวงเวียน (Diameter of Central Island) เป็นการแนะนำต่อเนื่องสำหรับแยกที่จำเป็นในการติดตั้งวงเวียนเพื่อควบคุมที่ทางแยกนั้น โดยสามารถแบ่งการออกแบบได้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ

4.3.1.1 ขั้นตอนการรับข้อมูลของอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียน (Entry Flow) เป็นการนำข้อมูลของอัตราการไหลของจราจรในทุกทิศทางที่เข้าสู่ทางแยกนำเข้าสู่การคำนวณ

4.3.1.2 ขั้นตอนการคำนวณอัตราการไหลภายในวงเวียน (Circulating Flow) เมื่อนำข้อมูลอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนแล้วนำข้อมูลดังกล่าวทำการคำนวณหาอัตราการไหลภายในของวงเวียน ตามทิศทางการไหลของรถที่วิ่งเข้าจนออกจากวงเวียน

4.3.1.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน โดยหาความสัมพันธ์ปริมาณจราจรระหว่างอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนและอัตราการไหลภายในวงเวียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนช่องจราจร

4.3.1.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของวงเวียน ส่วนประกอบที่แนะนำประกอบด้วย ความกว้างทางเข้าวงเวียน ความกว้างช่องจราจรภายใน (Circulatory Road way Width) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกาะวงเวียน (Diameter of Central Island)

4.3.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจร

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสัญญาณไฟจราจร ผู้วิจัยพบว่าวิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวงใช้ในปัจจุบัน คือ วิธีการออกแบบที่พัฒนาขึ้นโดยกรมทางหลวง วิธีการออกแบบดังกล่าวเป็นวิธีง่ายและสะดวกในการใช้งาน แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการความละเอียดในการออกแบบสัญญาณไฟจราจร จึงได้ใช้วิธีการออกแบบซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในต่างประเทศคือ วิธีการของ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาให้ระบบ DSIC

มีความสามารถในการออกแบบสัญญาณไฟจราจรระบบสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ (Fixed-Time or Pre-Time Control) เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจรได้ ซึ่งวิธีการออกแบบสัญญาณไฟจราจรมีขั้นตอนของการออกแบบ 5 ขั้นตอนต่อเนื่องกันดังนี้

4.3.2.1 การคำนวณอัตราการไหลอิ่มตัว ในขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณหาปริมาณการจราจรสูงสุดที่ยานพาหนะสามารถเคลื่อนตัวผ่านทางแยกไปได้ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยพิจารณาจากสภาพทางเรขาคณิตของทางแยก และสถานที่ตั้งของทางแยก

4.3.2.2 การคำนวณหาอัตราการไหลวิกฤต เป็นการหาทิศทางของกระแสจราจรที่มีอัตราการไหลสูงสุดในจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่พิจารณาเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร และกำหนดช่วงเวลาไฟเขียวในแต่ละจังหวะสัญญาณไฟจราจร

4.3.2.3 ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร เป็นการคำนวณหาค่ารอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม โดยต้องคำนวณช่วงเวลาไฟเหลืองและช่วงเวลาไฟแดงทั้งหมดเพื่อใช้เป็นผลรวมของเวลาสูญเสียในช่วงเวลาเปลี่ยนไฟเขียวทั้งหมดและค่าอัตราการไหลวิกฤต แล้วนำไปคำนวณหาค่ารอบสัญญาณไฟจราจรในแบบจำลอง

4.3.2.4 ขั้นตอนการออกแบบสัดส่วนไฟเขียวในแต่ละจังหวะ เป็นการหาค่าสัดส่วนไฟเขียวในแต่ละจังหวะสัญญาณไฟจราจรจากสัดส่วนของอัตราการไหลวิกฤตในแต่ละจังหวะสัญญาณไฟจราจร

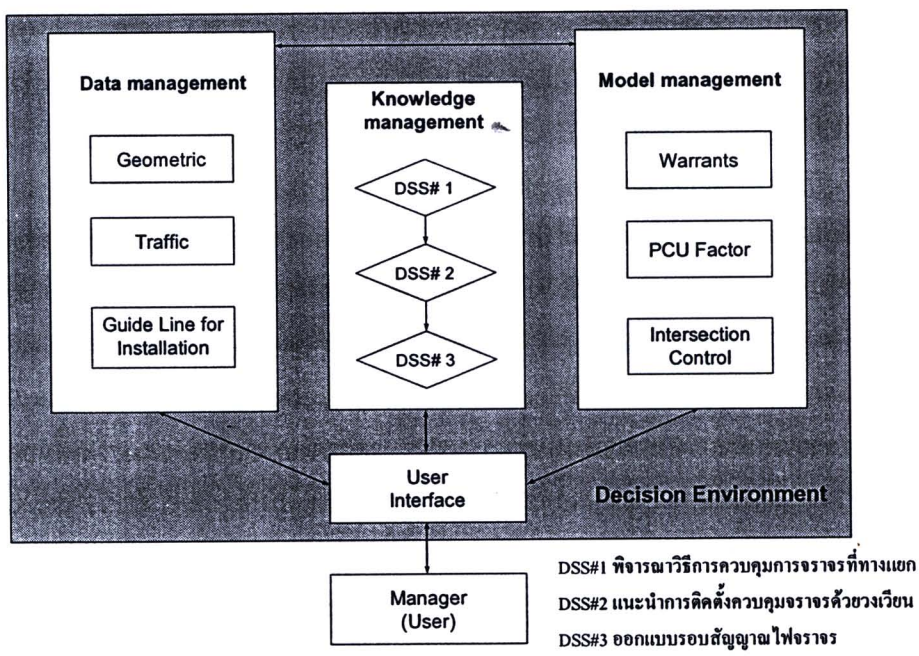
4.3.2.5 การประเมินทางแยก โดยวิเคราะห์จาก ความล่าช้าเฉลี่ย ความจุ ระดับความอิ่มตัว และระดับการให้บริการของทางแยก เพื่อสนับสนุนการพิจารณาการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

4.4 การพัฒนาระบบ DSIC

แนวทางการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจ (DSS) เริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเลือกการควบคุมทางแยกจากเจ้าหน้าที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในที่นี้คือ กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และวิศวกรในหน่วยงานนั้น ๆ รวมทั้งการรวบรวมงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เมื่อทำการรวบรวมปัญหาและองค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาเสร็จสมบูรณ์แล้วจะนำข้อมูลดังกล่าวทำการพัฒนาเป็นระบบพื้นฐานและระบบช่วยตัดสินใจการเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก เรียกว่า DSIC (Decision Support System for Selection of Intersection Control) ต่อจากนั้นนำระบบที่ได้พัฒนาทำการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำงานว่ามีความถูกต้องตามความต้องการในการใช้งานหรือไม่ และขั้นตอนสุดท้ายผู้วิจัยได้ทำเอกสารและคู่มือประกอบการใช้งานระบบ DSIC เพื่อง่ายในการศึกษาและนำไปใช้งานสำหรับหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน และผู้สนใจ โดยแบ่งเป็นหัวข้อทั้งหมดประกอบด้วย การกำหนดขีดความสามารถในการทำงานของระบบ DSIC ข้อมูลเครื่องมือและภาษาที่ใช้

4.4.1 การกำหนดขีดความสามารถในการทำงานของระบบ DSIC

ระบบ DSIC ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก วัตถุประสงค์หลักของระบบ DSIC คือ การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน และบุคคลที่สนใจนำไปใช้ในการทำงานได้จริง ช่วยในการออกแบบการจัดการที่ทางแยกให้มีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งานและยังเพิ่มความสมารถของโปรแกรมโดยสามารถช่วยออกแบบรัศมีวงเวียนและจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน และการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร เฉพาะทางแยกเดี่ยว (Isolated Intersection) ที่มีปริมาณต่ำกว่าจุดอิ่มตัว (Under Saturation) ได้อีกด้วย ดังนั้นระบบ DSID ที่พัฒนาขึ้นจึงประกอบไปด้วยขั้นตอนการตัดสินใจทั้งหมด 3 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน คือ การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก การออกแบบรัศมีวงเวียนและจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน และ การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร โดยโครงสร้างพื้นฐานการตัดสินใจของระบบ DSIC ดังภาพที่ 4.23 สามารถอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมโครงสร้างต่างๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.23 โครงสร้างพื้นฐานการตัดสินใจของระบบ DSIC

4.4.1.1 การตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก(DSS#1) ระบบจะใช้เกณฑ์การคัดเลือกหลักคือ เกณฑ์การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกจาก Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highway (MUTCD) American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) AUSTROADS (The association of

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

Australian and New Zealand road transport and traffic authorities, 1993) และ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) เป็นเกณฑ์ว่ามีความเหมาะสมในการติดตั้งสัญญาณจราจรชนิดใดในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก โดยมีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากผู้ใช้เลือกตำแหน่งของทางแยกที่ใช้ในการวิเคราะห์ว่าอยู่ในเขตเมืองหรือนอกเมืองแล้วทำการเลือกชนิดของถนนทางเอกและทางโทที่ตัดกัน เมื่อเลือกแล้วหลังจากนั้นทำการป้อนข้อมูลด้านเรขาคณิตของทางแยก ประเภทของถนน ข้อมูลปริมาณจราจร แหล่งชุมชนบริเวณทางแยก และสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็น โดยทางระบบ DSIC จะนำเสนอและแจ้งข้อมูลที่จำเป็นในการกรอกให้กับผู้ออกแบบทราบจากการอธิบายในตำแหน่งการกรอกนั้น จากนั้นระบบจะส่งผ่านข้อมูลไปยังส่วนขององค์ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการคัดเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกโดยมีสายทางการเลือกการควบคุมทั้งหมด 20 สายตามประเภททางเอกและทางโทที่ตัดกันเป็นทางแยก เพื่อให้ระบบ DSIC ช่วยวิเคราะห์ทางแยกที่ออกแบบนี้ควรมีการควบคุมการจราจรด้วย สัญญาณไฟจราจร วงเวียน ป้ายหยุด ป้ายให้ทาง หรือควบคุมเพียงการใช้ป้ายเตือนทางแยกและขีดสีตีเส้นเท่านั้น จากข้อมูลที่ได้ระบบ DSIC จะใช้องค์ความรู้ที่ได้จากการรวบรวมนำมาวิเคราะห์เลือกวิธีการจัดการทางแยกที่เหมาะสมที่สุดให้กับทางแยกที่ได้ทำการวิเคราะห์ และเมื่อระบบได้ทำการวิเคราะห์ผลแล้ว จะส่งผ่านข้อมูลไปยังส่วนของการแสดงผลเป็นลักษณะข้อความแนะนำ และรูปภาพของวิธีการควบคุมที่เหมาะสม เพื่อแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบถึงผลการเลือกระบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม หากแยกดังกล่าวมีความเหมาะสมในการควบคุมโดยการติดตั้งวงเวียนหรือติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ระบบ DSIC จะสอบถามผู้ออกแบบว่าต้องการการแนะนำต่อไปหรือไม่ หากผู้ออกแบบมีความต้องการสามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปแต่หากไม่ต้องการก็สามารถหยุดการวิเคราะห์ได้

4.4.1.2 แนะนำการติดตั้งวงเวียน(DSS#2) สำหรับทางแยกที่มีความเหมาะสมในการควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยทางแยกที่ทำการวิเคราะห์การติดตั้งวงเวียนจะผ่านการวิเคราะห์วิธีการเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยกก่อน เมื่อทางแยกดังกล่าวเหมาะสมกับการติดตั้งวงเวียนโปรแกรมจะสอบถามผู้ใช้ว่าต้องการการแนะนำการติดตั้งวงเวียนต่อหรือไม่ การแนะนำขนาดของวงเวียน เกาะกลางวงเวียน จำนวนช่อง และความกว้างทางเข้าออกวงเวียน จะเป็นการแนะนำช่วงระยะที่เหมาะสม สามารถปรับให้เหมาะได้กับสภาพการจราจรและพื้นที่ในแต่ละตำแหน่งของทางแยก เนื่องจากการติดตั้งวงเวียนจะมีข้อจำกัดในด้านสถานที่การติดตั้งเมื่อเทียบกับการควบคุมการจราจรโดยวิธีอื่น โดยใช้เกณฑ์การออกแบบวงเวียนมาตรฐาน AUSTROADS การวิเคราะห์เริ่มจากการป้อนข้อมูลความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่วงเวียนและปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง แล้วโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์หาอัตราการไหลภายในวงเวียน ขนาดรัศมีเกาะกลางวงเวียน จำนวนช่องจราจรภายในวงเวียน จำนวนช่องจราจร ขนาดความกว้างถนนภายในวงเวียน และความกว้างทางเข้าวงเวียนทุกทาง แล้วโปรแกรมจะทำการเสนอในรูปแบบกราฟฟิคเพื่อให้ผู้ใช้ได้เข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

4.4.1.3 การตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจร(DSS#3) ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรระบบจะใช้วิธีการออกแบบของ Highway Capacity Manual (HCM) สำหรับทางแยกที่เหมาะสมกับการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม โปรแกรมจะทำการถามผู้ใช้ว่าต้องการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรหรือไม่ หากผู้ใช้ต้องการออกแบบก็ทำการออกแบบต่อไป โดยขั้นตอนเริ่มจากผู้ใช้ป้อนข้อมูลทางเรขาคณิต ข้อมูลปริมาณจราจรที่จำเป็นของทางแยก อัตราการไหลอิ่มตัวในแต่ละทิศทางและในแต่ละช่องจราจร โดยโปรแกรมจะบอกข้อมูลที่จำเป็นในการกรอกเพื่อทำการวิเคราะห์ทั้งหมดตามขั้นตอน หลังจากนั้นระบบ DSIC จะทำการวิเคราะห์ทางแยกว่าจำเป็นในการจัดจังหวะสัญญาณไฟเลี้ยวขวาเฉพาะหรือไม่ จากนั้นจะทำการหาช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง และช่วงเวลาไฟเหลืองตามลำดับ จากนั้นระบบ DSIC จะนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลโดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการตัดสินใจ โดยใช้องค์ความรู้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบสัญญาณไฟจราจร ผลจากการออกแบบโดยระบบ DSS จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมและคัดเลือกจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่มีความเหมาะสมที่สุดที่ทำให้การควบคุมการจราจรโดยระบบสัญญาณไฟจราจรมีประสิทธิภาพสูงสุด แล้วระบบจะแจ้งผลการออกแบบให้ผู้ใช้ทราบเป็นลักษณะกราฟฟิคของจังหวะสัญญาณไฟและช่วงเวลาในจังหวะต่าง ๆ นอกจากนี้เมื่อระบบได้ทำการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรแล้วหลังจากนั้นระบบสามารถคำนวณหา ความล่าช้าเฉลี่ย ความจุ ระดับความอิ่มตัว และระดับการให้บริการของทางแยกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางแยกเมื่อมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรและจัดรอบสัญญาณไฟจราจรในจังหวะดังกล่าว

4.4.2 การกำหนดโครงสร้างการทำงานระบบ DSIC

ระบบการทำงาน DSIC ที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างหลัก 3 หลัก คือ การตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยก แนะนำการติดตั้งวงเวียน และการตัดสินใจออกแบบสัญญาณไฟจราจร โดยแยกที่มีความจำเป็นในการออกแบบวงเวียน หรือติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสามารถเลือกการวิเคราะห์การออกแบบวงเวียนและรอบสัญญาณไฟจราจรต่อไปได้ และในแต่ละส่วนของการวิเคราะห์ช่วยตัดสินใจทั้ง 3 โครงสร้างหลัก สามารถแบ่งโครงสร้างย่อยของการทำงานทั้งหมด 3 ส่วนคือ ส่วนของการนำเข้าข้อมูล (Input Data Module) ส่วนของการช่วยตัดสินใจ (Decision Module) และส่วนของการแสดงผล (Presentation of Output Module) ซึ่งแต่ละส่วนจะต้องมีการเชื่อมโยงการทำงานซึ่งกันและกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.2.1 ส่วนการนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วยการนำเข้าข้อมูลทางเรขาคณิตของทางแยก ตำแหน่งที่ตั้งของทางแยก ชนิดถนนและข้อมูลคุณลักษณะของการจราจรในทิศทางเอกและทางโทของทางแยก โดยทางระบบจะแนะนำผู้ใช้ในการกรอกข้อมูลในช่องรับข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละส่วน โดยการนำเข้าข้อมูลของระบบ จะต้องกรอกข้อมูลใน 3 ส่วน ในส่วนแรกคือการกรอกข้อมูลเพื่อหาวิธีการควบคุมการจราจรที่เหมาะสมของทางแยก ส่วนที่สอง คือส่วนของการออกแบบวงเวียนเพื่อใช้ในการติดตั้งทางแยกที่จำเป็น ส่วนที่ 3 คือการกรอกข้อมูลเพื่อวิเคราะห์

หารอบสัญญาณไฟจราจรเพื่อออกแบบจังหวะสัญญาณไฟแต่ละจังหวะเพื่อใช้ในแยกที่จำเป็นในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรควบคุม

4.4.2.2 ส่วนของระบบช่วยการตัดสินใจ ระบบ DSIC มีส่วนการตัดสินใจประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ในขั้นตอนแรกเป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกได้อย่างเหมาะสม แบ่งการควบคุมเป็น 5 ระดับ คือ 1) ควบคุมโดยป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง (Uncontrolled Intersection) 2) ป้ายให้ทาง (Yield Signs Control) 3) ป้ายหยุด (Stop Control) 4) วงเวียน (Roundabout Control) และ 5) สัญญาณไฟจราจร (Signalize control) เมื่อโปรแกรมได้ทำการประมวลผลตามข้อมูลการนำเข้าแล้วแนะนำการควบคุมโดยป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยกและมีเครื่องหมายบนผิวทาง ป้ายให้ทาง หรือ ป้ายหยุด โปรแกรมจะหยุดทำการวิเคราะห์แต่ หากแยกดังกล่าวเข้าเกณฑ์การติดตั้งวงเวียน หรือ สัญญาณไฟจราจร โปรแกรมจะถามผู้ใช้งานว่าจะทำการวิเคราะห์ต่อหรือไม่ หากทำการวิเคราะห์ต่อผู้ใช้จะได้กรอกข้อมูลตามที่โปรแกรมแนะนำเพื่อทำการแนะนำการติดตั้งวงเวียน หรือ ออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรต่อไป

4.4.2.3 ส่วนการแสดงผล ระบบ DSIC สามารถแสดงผลการออกแบบการควบคุมการจราจรที่ทางแยกในรูปแบบตารางการวิเคราะห์และกราฟฟิคเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจและตรวจสอบผลการวิเคราะห์ได้โดยง่าย รวมถึงช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้ดีขึ้น เมื่อโปรแกรมได้ทำการวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมที่ทางแยกแล้ว หากทางแยกดังกล่าวควรติดตั้งวงเวียนหรือติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ระบบ DSIC ได้เพิ่มความสามารถการแนะนำและการวิเคราะห์การติดตั้งวงเวียน และการหารอบสัญญาณไฟจราจรได้ โดยกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ตามที่โปรแกรมได้แนะนำ แล้วจะแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิค และผลดังกล่าวในทุก ๆ ส่วนของการวิเคราะห์สามารถบันทึกและพิมพ์เป็นรายงานผลการวิเคราะห์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

การทำงานของระบบจะมีหลักการทำงานเริ่มจากผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบ จากนั้นระบบจะทำการตัดสินใจเลือกการควบคุมการจราจรที่ทางแยก แนะนำการติดตั้งวงเวียน หรือ ออกแบบรอบสัญญาณไฟ โดยใช้องค์ความรู้ที่ได้กำหนดการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละส่วนของการวิเคราะห์ หลังจากนั้นผลการวิเคราะห์จะส่งผ่านข้อมูลต่อมายังส่วนของการแสดงผล โดยผู้ใช้สามารถเรียกดูผลการแนะนำของระบบ DSIC ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยระบบสามารถแสดงผลได้ 2 ลักษณะคือ รูปแบบข้อความและรูปภาพ โดยสามารถแสดงผลผ่านทางหน้าจอหรือสามารถพิมพ์เพื่อตรวจสอบได้อีกด้วย

4.4.3 การคัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ DSIC

ผู้วิจัยได้คัดเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ วิชวลส์สตูดิโอดอทเหน็ต (Visual Studio.net) ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ DSIC เพราะโปรแกรมวิชวลส์สตูดิโอดอทเหน็ตมีลักษณะการทำงานแบบ Visual Programming ซึ่งมีวิธีการเขียนโปรแกรมโดยการนำเอาองค์ประกอบของชุดคำสั่งต่าง ๆ (Component) ที่มองเห็นมาวางบนหน้าจอของโปรแกรม

(Form) แล้วทำการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานให้องค์ประกอบนั้น ๆ จากนั้นเขียนชุดคำสั่งการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการคำนวณโดยชุดคำสั่งที่ใช้เขียนเป็นภาษาซีชาร์ป (C#) เมื่อเขียนชุดคำสั่งเรียบร้อย โปรแกรมจะทำการประมวลผล ทำให้ได้ไฟล์ใช้งานชนิด Execute File (*.EXE) ซึ่งสามารถนำไปใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้อย่างอิสระโดยไม่ยุ่งยากและเข้าใจง่าย ซึ่งลักษณะเด่นในการทำงานของวิชวลส์สตูดิโอดอทเน็ตมีดังนี้

1) Visual Studio มีภาษา Visual Basic, Visual C# และ Visual C++ ซึ่งรองรับการพัฒนาที่หลากหลายได้

2) Microsoft Visual Studio คือ ชุดเครื่องมือพัฒนาที่ถูกออกแบบมา เพื่อช่วยเหลือ ปรับปรุงขั้นตอนการพัฒนาและช่วยให้การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทำได้ง่ายขึ้นและน่าพอใจมากขึ้นกว่าเดิม

3) เครื่องมือตระกูล Visual Studio มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำงานได้มากขึ้นใช้เวลาน้อยลง โดยมีชุดคำสั่งมากมาย เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมประหยัดเวลาในการพิมพ์ชุดคำสั่ง ลดเวลาในการพัฒนาลงโดยลดความจำเป็นของการเขียนโค้ดระบบโครงสร้างพื้นฐาน และช่วยให้แอพพลิเคชัน (Application) มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น

4) Visual Studio ทำให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์ได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์แบบครบวงจรที่มีเครื่องมือ เซิร์ฟเวอร์ และเซอร์วิสต่าง ๆ อย่างครบถ้วน ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆในชุด Visual Studio ทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี แถมไม่เพียงแต่ทำงานร่วมกันได้ดีเท่านั้น แต่ยังทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์อื่น ๆของไมโครซอฟท์ได้อีกด้วย อาทิเช่น ผลิตภัณฑ์เซิร์ฟเวอร์ของไมโครซอฟท์และระบบ Microsoft Office เป็นต้น

5) ตรวจสอบความถูกต้องของแอพพลิเคชันได้ง่ายขึ้น ด้วย Unit Testing ที่ Visual Studio ช่วยสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ

6) สามารถแสดงผลในรูปแบบข้อความ และรูปภาพ ทำให้มีความหลากหลายในการสื่อสารกับผู้ใช้ ทำให้น่าสนใจและเข้าใจระบบการใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวในการพัฒนาระบบ DSS จึงใช้โปรแกรม Visual Studio .net เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโดยใช้ชื่อว่า “DSIC” ซึ่งมาจากคำว่า Decision Support System for Selection of Intersection Control หมายถึง ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเลือกวิธีควบคุมการจราจรของทางแยก ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและยังมีลักษณะง่ายต่อการใช้งาน