บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์การเลือกวิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยกนั้น จำเป็นต้องมีความรู้และความสามารถในการประเมินผลกระทบจากกระแสจราจรที่มีผลทำให้เกิดความสับสนจนอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยที่ทางแยก การรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะประกอบด้วยการรวบรวมด้านทฤษฎีแนวทาง หลักเกณฑ์ ข้อแนะนำจากงานวิจัยต่าง ๆ หรือหน่วยงานที่ทำการศึกษาการจราจรที่ทางแยกและวิธีการวิเคราะห์การเลือกใช้วิธีการควบคุมการจราจรที่ทางแยก ข้อดี ข้อเสีย ของการควบคุมในแต่ละทางเลือก เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยกต่อไป สามารถแบ่งหัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ 6 หัวข้อ คือ การควบคุมจราจรที่ทางแยก หลักเกณฑ์การควบคุมจราจรที่ทางแยก และ ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของทางแยก การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร การออกแบบวงเวียน และระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การควบคุมจราจรที่ทางแยก

ทางแยกมีหน้าที่หลักคือให้การจราจรเปลี่ยนเส้นทางได้ การไหลของการจราจรบนโครงข่ายถนนจะถูกควบคุมด้วยการไหลของการจราจรที่ทางแยก เนื่องจากปกติทางแยกจะมีความจุน้อยกว่าความจุของช่วงถนน ดังนั้นควรจัดการหรือควบคุมที่ทางแยกให้เหมาะสมเพื่อให้ความจุของทางแยกใกล้เคียงกับความจุของช่วงถนน จะทำให้โครงข่ายถนนอำนวยความสะดวกการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดอุบัติเหตุด้วย นอกจากนี้การบังคับใช้กฎจราจรที่ทางแยกอย่างเข้มงวดเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การควบคุมการจราจรที่ทางแยกมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสิทธิของผู้ขับขี่ เพื่อให้การไหลของการจราจรในบริเวณทางแยกเป็นไปอย่างปลอดภัย โดยลดการขัดแย้งของกระแสจราจร ให้การจราจรไหลเป็นไปตามลำดับและสามารถคาดคะเนการเคลื่อนที่ของกระแสจราจรได้ การพิจารณาทางหลักและทางรองว่าเส้นทางใดมีความสำคัญในการระบายการจราจรหรือการเข้าถึงแหล่งชุมชนเป็นหลัก จะช่วยในการกำหนดสิทธิในการให้บริการของทางแยก

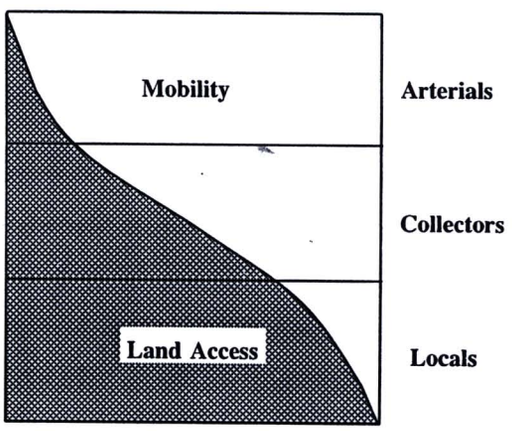
พนกฤษณ คลังบุญครอง (2547) ได้กล่าวอ้างวิธีการจำแนกถนนตามหลักการใช้งาน (Functional classification) ตามแนวทาง AASHTO 2001 ออกแบบจากการให้บริการการจรจรและการเข้าถึงพื้นที่ข้างเคียง (Land Use Access) ซึ่งความสัมพันธ์ของระบบการให้บริการแก่การจราจรและการเข้าถึงพื้นที่ได้แสดงดัง ภาพที่ 3.1 และสามารถแบ่งประเภทของถนนประเภทต่าง ๆ เรียงตามลำดับจากต่ำไปสูง ดังต่อไปนี้

สายท้องถิ่น (Local Streets) ถนนที่ใช้ในการให้บริการการเข้าออกบริเวณบ้านที่พักอาศัย ถนนชนิดนี้จะอยู่ในย่านการค้าหรือย่านอุตสาหกรรม

สายรอง (Collector Street) ถนนที่รวบรวมการจราจรจากถนนสายท้องถิ่น ป้อนเข้าสู่ถนนสายใหญ่และใช้เป็นทางเข้าออกของพื้นที่อยู่สองข้างของถนนด้วย

สายหลักโท (Minor Arteries) เป็นเส้นทางสำหรับการให้บริการปริมาณจราจรของยวดยานเป็นหลัก โดยใช้ในการติดต่อเชื่อมโยงโดยตรงกับส่วนต่าง ๆ ของเมืองและเชื่อมโยงแหล่งกำเนิดการจราจร อันได้แก่ บริเวณศูนย์กลางธุรกิจการค้า (Central Business District) แหล่งทำงาน สถานีรถไฟ ท่าเทียบเรือ เป็นต้น

สายหลักเอก (Principal Arteries หรือ Expressway) คือทางหลวงที่แยกการจราจรในสองทิศทางออกจากกัน (Divided Highway) ซึ่งออกแบบสำหรับปริมาณจราจรผ่าน มีการควบคุมการเข้าออกของปริมาณจราจรของทางแยกด้านข้างถนน การเข้าออกของปริมาณจราจรจะกระทำได้ ณ จุดที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อลดจำนวนทางร่วมทางแยกไม่ให้มีมากเกินไป



ภาพที่ 3.1 ความสัมพันธ์ของระบบการจำแนกตามหน้าที่การทำงานในแง่ของการให้บริการแก่การจราจรและการเข้าถึงพื้นที่ (AASHTO, 2001)

Underwood (1995) ได้แนะนำประเภทของการควบคุมที่ทางแยกจากตารางที่ 3.1 สามารถแบ่งได้เป็นดังนี้

A คือ การควบคุมด้วยป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง และอุปกรณ์นำทางอื่น ๆ

B คือ ควบคุมด้วยป้ายหยุดหรือป้ายให้ทาง

C คือ มีการขยายช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยว หรือเพิ่มช่องสำหรับรถแล่นตรง

D คือ ทางแยกซึ่งมีเกาะ

E คือ ทางแยกแบบวงเวียน

F คือ ทางแยกซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 3.1 การเลือกประเภทของการควบคุมการจราจรที่ทางแยก

ประเภทของถนนทางเอก	ในเมืองหรือนอกเมือง	ประเภทของถนนสายโท			
		สายหลักเอก	สายหลักโท	สายรอง	สายท้องถิ่น
สายหลักเอก	ในเมือง	ACDEF	ACDEF	ABCDF	AB
	นอกเมือง	ACDE	ACDE	ABC	AB
สายหลักโท	ในเมือง		ACDEF	ABDF	AB
	นอกเมือง		ACDE	AB	AB
สายรอง	ในเมือง			ABE	ABE
	นอกเมือง			AB	AB
สายท้องถิ่น	ในเมือง				ABE
	นอกเมือง				AB

(Underwood, 1995)

Federal Highway Administration (FHWA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แนะนำวิธีการจัดการควบคุมที่ทางแยกในหนังสือ Manual Uniform Traffic Control Devices (MUTCD, 2003) ว่าการพิจารณาการควบคุมที่ทางแยกนั้นเป็นคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละพื้นที่ ที่สามารถเลือกใช้การควบคุมโดยสัญญาณจราจร การเลือกการควบคุมโดยสัญญาณจราจรเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากสำหรับการควบคุมการจราจรของผู้ขับขี่ คนเดินเท้า และยวดยานทุกชนิดที่มีผลต่อการจราจรในพื้นที่นั้น

คุณสมบัติของการออกแบบสัญญาณการควบคุมการจราจร คือ วิธีการออกแบบ ทำเล วิธีการดำเนินการ และการบำรุงรักษา การติดตั้งสัญญาณเพื่อควบคุมกระแสจราจรที่ทางแยกส่งผลดีต่อการระบายยวดยานที่ทางแยก ดังนี้

1) จัดระบบการควบคุมที่เหมาะสมกับลักษณะการเคลื่อนตัวของการจราจร

2) รองรับความจุที่เพิ่มขึ้นในอนาคตของทางแยกนั้น โดยจะต้องอยู่ในมาตรฐาน ดังนี้

(1) เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และค่าที่ใช้ในการควบคุมตามมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

(2) ตัวแปรที่ใช้ดำเนินการคิดวิเคราะห์ ได้รับการทบทวนจากการศึกษาก่อนหน้าและเพื่อการปรับปรุงในอนาคต จากค่าที่ใช้บนหลักการพื้นฐาน (ซึ่งวิศวกรเป็นผู้ให้คำแนะนำที่เหมาะสมต่ออัตราการไหลหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้งานของพื้นที่ที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต) จนถึงค่าที่มากที่สุดที่เหมาะสมกับความสามารถของการควบคุมโดยการใช้สัญญาณให้เหมาะสมกับอัตราการไหลจราจร

3) สามารถลดอัตราการเกิดและความรุนแรงของอุบัติเหตุได้

4) ทำให้การไหลของกระแสจราจรจากแยกหนึ่ง สู่แยกที่ใกล้เคียงมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม

5) ลดความเร็วของกระแสจราจรเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับรถ คนเดินเท้า หรือผู้ที่ใช้ทางแยกได้อย่างเหมาะสม

การใช้สัญญาณไฟควบคุมที่ทางแยก ส่วนมากจะคิดว่าเป็นการแก้ปัญหาการจราจรที่ทางแยกได้ในทุกด้านของทุกทางแยก แต่ความเป็นจริงแล้วการติดตั้งสัญญาณไฟในที่ที่มีกระแสจราจรที่ไม่เหมาะสมกับการติดตั้ง จะส่งผลต่อทางแยกนั้นในทางกลับกัน อาจเกิดปัญหาต่อผู้ใช้ทางแยกทั้งทางด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการระบายกระแสจราจรของยวดยาน ผู้ขับขี่จักรยาน และคนเดินเท้า หากการติดตั้งสัญญาณไฟที่ทางแยกไม่ได้ทำการวิเคราะห์ก่อนว่ามีความเหมาะสมกับสภาวะของทางแยก ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางแยก วิธีการดำเนินการการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม หรือการบำรุงรักษาไม่เพียงพอ สามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อการระบายปริมาณจราจรที่ทางแยกนั้นได้ เช่น ความล่าช้าสูงขึ้น เกิดความสับสนของผู้ขับขี่ ผู้ขับขี่ไม่เคารพสัญญาณจราจรและพยายามฝ่าฝืนสัญญาณไฟ ส่งผลให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยกเพิ่มสูงขึ้น การเลือกการควบคุมทางแยกด้วยป้ายหยุดหรือในลักษณะอื่นที่มีความเหมาะสมกับสภาวะของทางแยกนั้นมากกว่า อาจช่วยลดความล่าช้าและความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุได้ดีกว่าการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร การพิจารณาควรคัดเลือกการควบคุมที่เหมาะสมกับทางแยกมากกว่าหนึ่งประเภท เพื่อช่วยให้การตัดสินใจในการเลือกชนิดของการจัดการควบคุมได้อย่างเหมาะสม หลักการเลือกระบบที่ใช้ในการควบคุมสามารถแนะนำได้ดังนี้

1) ควรมีการติดตั้งเครื่องหมายบนเส้นทางของถนนสายหลักเพื่อเตือนให้ผู้ที่ขับขี่เข้าสู่ทางแยกทราบ

2) ตีเส้นหยุด (Stop Line) และปรับปรุงเส้นสัญญาณจราจรต่าง ๆ ให้ชัดเจน

3) ออกแบบวิธีการควบคุมความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก

4) ป้ายหยุดควรมีแสงไฟหรือสะท้อนแสง

5) ติดตั้งป้ายหยุดที่ทางแยกด้านหนึ่งที่ต้องการให้หยุด เพื่อให้อีกทางไปก่อนหรือทั้งทางเอกและทางโท

6) เพิ่มจำนวนช่องจราจรของทางโทเพื่อลดจำนวนปริมาณจราจรคันต่อช่องจราจรที่ขับเข้าสู่ทางแยก เพื่อลดจังหวะการขัดแย้งของกระแสจราจรในทางเอก

7) ปรับปรุงด้านเรขาคณิตของทางแยกโดยเฉพาะการจัดช่องการไหลเพื่อลดอัตราความล่าช้าของยวดยาน พร้อมทั้งพิจารณาการอำนวยความสะดวกแก่คนเดินเท้า

8) เพิ่มความสว่างที่ทางแยกให้เหมาะสมเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการมองเห็นช่วงเวลากลางคืน

9) ปรับปรุงข้อจำกัดต่าง ๆ ในการเลี้ยวโค้งที่ทางแยก

10) สามารถติดตั้งป้ายหยุดในทุกทิศทางได้ หากต้องการควบคุมยวดยานที่วิ่งผ่านทางแยกทุกทิศทาง

11) การควบคุมการจราจรด้วยการติดตั้งวงเวียน เป็นการบังคับให้ผู้ขับขี่เข้าสู่ทางแยกชะลอและหยุดก่อนถึงทางแยก และช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการตัดกันของกระแสจราจร

12) สามารถเลือกวิธีการอื่นได้ ตามสภาวะของแต่ละทางแยก

3.2 หลักเกณฑ์การควบคุมจราจรที่ทางแยก

จากการรวบรวมข้อมูลของผู้วิจัย เพื่อให้การควบคุมที่ทางแยกมีประสิทธิภาพสูงสุด ก่อนที่จะพิจารณาติดตั้งสัญญาณควบคุมแบบป้ายหยุด สามารถพิจารณาติดตั้ง ป้ายให้ทาง (Yield Signs Control) ได้ ดังนั้นลำดับของการควบคุมจึงเปลี่ยนเป็น 5 ระดับ คือ 1) ควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง (Uncontrolled) 2) ป้ายให้ทาง (Yield Signs Control) 3) ป้ายหยุด (Stop Control) 4) วงเวียน (Roundabout Control) และ 5) สัญญาณไฟจราจร (Signalize control) มีรายละเอียดในแต่ละระดับดังต่อไปนี้

1) ควบคุมเพียงติดตั้งป้ายแนะนำหรือป้ายเตือนทางแยก และมีเครื่องหมายบนผิวทาง (Uncontrolled Intersection)

ลักษณะทางแยกมีปริมาณจราจรน้อย ไม่มีปัญหาด้านกระแสจราจร รถทางซ้ายมืออนุญาตให้รถขวามือไปก่อน และรถที่เลี้ยวอนุญาตให้รถวิ่งตรงผ่านไปก่อน ไม่มีปัญหาด้านจุดขัดแย้ง ระยะการมองเห็นที่เพียงพอในทุกๆ ทิศทาง และ ไม่เกิดอุบัติเหตุที่รุนแรง

สำหรับแยกที่ไม่มีการควบคุมผู้ขับขี่ที่วิ่งมาในทุกด้านต้องสามารถมองเห็นจุดขัดแย้งที่เพียงพอกับการหยุดหรือชะลอเพื่อไม่ให้เกิดความกังวลต่อการขับขี่และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ โดยระยะการมองเห็นจะต้องสัมพันธ์กับความเร็วที่เพียงพอ เพื่อใช้ในการตัดสินใจหยุดในจังหวะที่เหมาะสม AASTO ได้แนะนำระยะการมองเห็นที่น้อยที่สุดดังตารางที่ 3.2 ซึ่งความเร็วของการขับขี่ก่อนถึงทางแยกจะมีผลต่อระยะการมองเห็นที่เพียงพอก่อนการหยุดรถ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ระยะการมองเห็นที่น้อยที่สุด

ความเร็ว (ไมล์ต่อชั่วโมง)	ระยะการมองเห็นเพียงพอก่อนการหยุดรถ (ฟุต)
15	70
20	90
25	115
30	140
35	165
40	195
45	220
50	245
55	285

(AASTO, 2001)

2) ควบคุมโดยใช้ป้ายให้ทาง (Yield Sign)

การควบคุมวิธีนี้ใช้ควบคุมการจราจรเข้าสู่ทางแยกที่มีความเร็วต่ำ ใช้ควบคุมทางแยกที่มีปัญหาระยะการมองเห็นและรถที่วิ่งจากทางโทไม่จำเป็นต้องหยุดเสมอเมื่อขับผ่านทางแยก ป้ายให้ทางใช้ควบคุมทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกที่มีความเร็วสูงเพื่อให้รถที่วิ่งจากทางเอกสามารถวิ่งผ่านทางแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Federal Highway Administration (FHWA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แนะนำเกณฑ์การเลือกวิธีควบคุมการจราจรที่ทางแยกโดยใช้ป้ายให้ทางใน Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD, 2003) ว่าการติดตั้งป้ายให้ทางสามารถติดตั้งแทนป้ายหยุดได้หากรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทที่ความเร็วร้อยละ 85 ไม่จำเป็นต้องหยุดเสมอหรือจำเป็นต้องชะลอก่อนเข้าสู่ทางแยก การติดตั้งป้ายให้ทางมักติดตั้งในทางโทเพื่อให้สิทธิทางเอกไปก่อน มีข้อแนะนำดังนี้

(1) ติดตั้งบริเวณก่อนเข้าช่องทางด่วนซึ่งมีความยาวไม่เพียงพอสำหรับเร่งความเร็วและแยกที่มีระยะการมองเห็นที่ไม่เพียงพอ

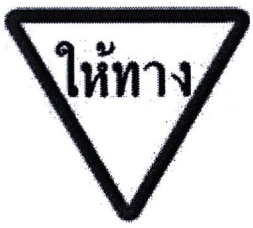
(2) รถที่วิ่งจากทางโทเข้าสู่ทางเอกที่มีความกว้างของถนนมากกว่า 9 เมตร หรือทางด่วน เพื่อข้ามไปยังฝั่งตรงข้าม สามารถติดตั้งป้ายหยุดบริเวณทางเข้าสู่ทางเอกและติดตั้งป้ายให้ทางบริเวณทางที่วิ่งเข้าสู่ทางโท

(3) ทางแยกที่มีปัญหาการจราจรเมื่อมีการติดตั้งป้ายให้ทางสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

(4) ควรติดตั้งป้ายให้ทางสำหรับช่องจราจรเลี้ยวซ้ายซึ่งมีข้อจำกัดด้านเรขาคณิตและระยะการมองเห็น

(5) ติดตั้งบริเวณก่อนเข้าสู่วงเวียนเพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ชะลอความเร็ว

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD, 2000) ได้แนะนำว่าหากรถที่วิ่งจากทางโทเข้าสู่ทางแยกมีความเร็วที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 มากกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ก็สามารถติดตั้งป้ายให้ทางเพื่อใช้ควบคุมความเร็วเพื่อให้รถได้ชะลอก่อนถึงทางแยกได้ ป้ายให้ทางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมและมีข้อความด้านในว่า “ให้ทาง” ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ป้ายให้ทาง (กรมทางหลวง, 2547)

3) ควบคุมโดยใช้ป้ายหยุด (Stop Sign)

เมื่อยวดยานที่แล่นเข้าสู่ทางแยกจำเป็นต้องหยุดก่อนผ่านเข้าไปในทางแยกการติดตั้งป้ายหยุดสามารถติดตั้งได้ที่ทางแยกสามขาหรือมากกว่า ควรติดตั้งป้ายหยุดเพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่ทราบ การติดตั้งป้ายหยุดจะลดความขัดแย้งของกระแสจราจร สามารถช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากความสับสน ปกติการติดตั้งป้ายหยุดจะติดตั้งด้านทางโท ซึ่งตัดกับทางเอกที่ยวดยานมีความเร็วสูง โดยเฉพาะการติดตั้งป้ายหยุดเพื่อเตือนรถที่วิ่งจากทางโทตัดกับถนนสายหลักที่มีความเร็วของกระแสจราจรหรือมีปริมาณจราจรคับคั่ง ป้ายหยุดสามารถติดตั้งแบบป้ายหยุดสองทิศทาง (Two-Way Stop Control, TWSC) สำหรับติดตั้งเพื่อควบคุมยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทตัดกับทางเอกที่มีปริมาณจราจรและความเร็วของกระแสจราจรสูงกว่ามาก ประกอบกับระยะมองเห็นถูกจำกัดและมีอุบัติเหตุบ่อยครั้งในลักษณะที่หากติดตั้งป้ายหยุดแล้วจะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุได้และป้ายหยุดแบบทุกทิศทาง (All-Way Stop Control, AWSC) สำหรับติดตั้งเพื่อควบคุมยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทุกทิศทางซึ่งเป็นทางแยกที่มีปริมาณจราจรและความเร็วของทางเอกและทางโททุกทิศทางใกล้เคียงกัน การติดตั้งป้ายหยุดไม่ควรใช้ในการควบคุมความเร็วและไม่ควรติดตั้งบริเวณถนนสายหลักนอกจากได้ทำการศึกษาว่ามีความจำเป็นที่จะติดตั้งแล้ว หากรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกไม่จำเป็นต้องหยุดประจำ ควรติดตั้งป้ายให้ทางแทนและไม่ควรติดตั้งป้ายหยุดบริเวณทางแยกซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ซึ่งป้ายหยุดมีลักษณะทางเรขาคณิตเป็นรูปแปดเหลี่ยมและมีข้อความด้านในว่า “หยุด” หรือต่างประเทศใช้คำว่า “STOP”

มีตัวอย่างป้ายหยุดในประเทศไทยดังภาพที่ 3.3 และเกณฑ์การติดตั้งป้ายหยุดแบบสองทิศทาง และป้ายหยุดแบบทุกทิศทาง มีหลักเกณฑ์ดังนี้

ภาพที่ 3.3 ป้ายหยุด (กรมทางหลวง, 2547)

3.1) ป้ายหยุดแบบสองทิศทาง (Two-Way Stop Control, TWSC)

Highway Capacity Manual (2000) แนะนำการติดตั้งป้ายหยุดแบบสองทิศทาง การติดตั้งจะติดตั้งป้ายหยุดเพื่อควบคุมรถที่เข้าสู่ทางแยกจากทางโทเพื่อป้องกันการขัดแย้งของกระแสจราจรที่วิ่งจากทางเอกและป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการตัดกันของกระแสจราจร โดยการควบคุมปริมาณจราจรจากทางแยกในแต่ละขาพิจารณาจาก 3 ปัจจัย คือ 1) การกระจายตัวของช่องว่าง (Gap) ของกระแสจราจรในทางเอก 2) การตัดสินใจของผู้ขับขี่ในการเลือกช่องว่างที่เหมาะสมในการขับตัดกระแสจราจร และ 3) เวลาการรอคอยในการขับตัดกระแสจราจรของผู้ขับขี่แต่ละคนในแถวคอย การพิจารณาการติดตั้งอาจพิจารณาจากระยะทางแยกที่อยู่ห่างจากแยกที่มีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร น้อยกว่า 400 เมตร

3.2) ป้ายหยุดแบบทุกทิศทาง (All-Way Stop Control, AWSC)

MUTCD (2003) แนะนำการติดตั้งป้ายหยุดในทุกทิศทาง สามารถเพิ่มความปลอดภัยสำหรับทางแยกซึ่งมีปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางใกล้เคียงกัน เงื่อนไขในการติดตั้งป้ายหยุดทุกทิศทางมีดังนี้

(1) สามารถติดตั้งป้ายหยุดระหว่างรอการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

(2) เกิดอุบัติเหตุ 5 ครั้งขึ้นไปภายใน 12 เดือน และสามารถแก้ไขอุบัติเหตุได้หากติดตั้งป้ายหยุดในทุกทิศทาง

(3) ปริมาณจราจรจากทางเอกทั้งสองทิศทางโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 300 คันต่อชั่วโมง ของ 8 ชั่วโมงใด ๆ ในวันปกติ

(4) ผลรวมของจำนวนยวดยาน คนเดินเท้า และจำนวนผู้ขับขี่จักรยาน ที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกในทางโททั้งสองทิศทางไม่น้อยกว่า 200 หน่วยต่อชั่วโมง ของ 8 ชั่วโมงใด ๆ ในวันปกติ และรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกจากทางโทมีความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรไม่น้อยกว่า 30 วินาทีต่อคันในช่วงชั่วโมงปริมาณจราจรสูงสุด

(5) การจราจรจากทางโทที่ความเร็วร้อยละ 85 มากกว่า 65 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ให้ลดเกณฑ์ปริมาณจราจรที่น้อยที่สุดลงเหลือเพียงร้อยละ 70 จากที่กำหนด

4) ควบคุมโดยใช้วงเวียน (Roundabout Control)

การติดตั้งวงเวียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระแสจราจรที่ทางแยกนั้นได้ดียิ่งขึ้น สามารถลดความล่าช้า มีความปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้สัญญาณไฟจราจร แก้ปัญหาการจราจรที่ทางแยกได้หลายกรณี เช่น ความต่อเนื่องของกระแสจราจร การเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยก ความเร็วเมื่อเข้าสู่ทางแยกในเขตชุมชน เป็นต้น การพิจารณาการติดตั้งวงเวียนอาจพิจารณาจากการเปรียบเทียบข้อมูลของแยกนั้นกับแยกที่มีการแก้ไขโดยการติดตั้งวงเวียนแล้วช่วยให้ประสิทธิภาพของทางแยกนั้นดียิ่งขึ้น โดยแยกที่ติดตั้งวงเวียนจะต้องมีการติดตั้งป้ายให้ทาง หรือป้ายหยุด เพื่อเตือนให้ผู้ขับขี่เข้าสู่ทางแยกหยุดให้รถในวงเวียนไปก่อน ประกอบการติดตั้งกับวงเวียนด้วย

การติดตั้งวงเวียนจะช่วยลดความขัดแย้งของการเคลื่อนที่ของรถบริเวณทางแยก โดยเฉพาะความขัดแย้งของการพบกันที่ก่อให้เกิดจุดขัดแย้งในลักษณะตัดกระแสจราจร (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2547) เส้นทางเลี้ยวในวงเวียนถูกออกแบบสร้างขึ้นเพื่อลดหย่อนความพลุกพล่าน และให้เป็นเส้นทางที่รถทุกๆ คัน สามารถที่จะวิ่งออกไปได้อย่างราบรื่น แต่เป็นอันตรายอย่างมากถ้าผู้ใช้รถขับไม่ถูกกฎจราจรหรือผิดพลาด การใช้รถในวงเวียนเราจะต้องหยุดรถให้รถที่วิ่งมาทางด้านขวาผ่านพ้นไปก่อนเสมอ การใช้วงเวียนหลังจากขับรถเข้าไปแล้ว ตำแหน่งการวิ่งจะต้องถูกต้องพร้อมกับเลือกเส้นทางที่เราจะเลี้ยวแยกออกไปให้เหมาะสมและปลอดภัยและระวังรถขนาดใหญ่แย่งชิงเส้นทางและบดบัง

Federal Highway Administration (2008) ได้จัดทำหนังสือ Roundabout: An Informational Guide เพื่อแนะนำวิธีการเลือกใช้และประเมินความเหมาะสมในการติดตั้งวงเวียนเพื่อใช้ควบคุมกระแสจราจรที่ทางแยก ซึ่งมีลำดับการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) ข้อจำกัดของตำแหน่งการติดตั้ง เมื่อมีการวิเคราะห์ขนาดของวงเวียนที่เหมาะสมต่อการควบคุมกระแสจราจรที่ทางแยกแล้ว พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งมีขนาดเพียงพอต่อการติดตั้งหรือไม่

2) ประเมินจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียนที่เหมาะสมต่อความจุปริมาณจราจรที่วิ่งเข้าสู่วงเวียน

3) การติดตั้งวงเวียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระแสจราจรที่ทางแยกนั้นได้ดียิ่งขึ้น เช่น ความต่อเนื่องของกระแสจราจร ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุ ความเร็วเมื่อเข้าสู่ทางแยกในเขตชุมชน เป็นต้น โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบข้อมูลของแยกนั้นกับแยกที่มีการแก้ไขโดยการติดตั้งวงเวียนแล้วช่วยให้ประสิทธิภาพของทางแยกนั้นดียิ่งขึ้น

4) เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทางเลือกอื่นๆ ที่สามารถใช้ควบคุมกระแสจราจรที่ทางแยกได้กับการติดตั้งวงเวียน

5) ในบางครั้งการประเมินรัศมีวงเวียนที่เพียงพอกับรถที่วิ่งภายในวงเวียน พิจารณาจากปริมาณจราจรและความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก อาจจำเป็นต้องใช้วงเวียนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางค่อนข้างใหญ่ ทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นจึงควรเลือกวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่า

6) หากการประเมินช่องว่างที่เพียงพอกับรถที่วิ่งภายในวงเวียน วงเวียนที่ได้มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ใหญ่มากเกินไป มีความเหมาะสมกับพื้นที่ และคุ้มค่าต่อการลงทุน ก็สามารถติดตั้งวงเวียนที่ทางแยกนั้นได้

AUSTROADS (1993) ได้จัดทำหนังสือ Guide to Traffic Engineering Practice ใน Part 6 - Roundabouts เพื่อแนะนำรูปแบบการติดตั้งวงเวียนที่ทางแยก และได้แนะนำว่าตำแหน่งการติดตั้งของวงเวียนเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการ โดยเฉพาะทางแยกที่มีถนนทางเอกและทางโทที่มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งข้อแนะนำในการติดตั้งวงเวียนบนทางแยกที่มีการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ใน ตารางที่ 3.3 สามารถใช้เป็นหลักในการประเมินการติดตั้งวงเวียนได้อีกทางหนึ่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.3 ความเหมาะสมในการติดตั้งวงเวียนบนทางแยกที่มีทางเอกและทางโทในลักษณะต่าง ๆ

ประเภทถนนทางเอก	ประเภทของถนนทางโท			
	สายหลักเอก	สายหลักโท	สายรอง	สายท้องถิ่น
สายหลักเอก	B	B	C	C
สายหลักโท		B	B	C
สายรอง			A	B
สายท้องถิ่น				A

(AUSTROADS, 1993)

หมายเหตุ A. มีความเหมาะสม
B. สามารถติดตั้งได้
C. ไม่เหมาะสม

5) ควบคุมโดยใช้สัญญาณไฟจราจร (Signalize Control)

เป็นลำดับสุดท้ายในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการควบคุมกับวิธีอื่น ๆ หากติดตั้งในทางแยกที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าที่เพิ่มสูงขึ้น การฝ่าฝืนสัญญาณไฟและสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น ดังนั้น ควรพิจารณาการควบคุมด้วยวิธีอื่นก่อนการเลือกการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร ทางแยกที่ต้องควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรส่วนมากจะอยู่ในเขตเมืองหรือชานเมืองที่เป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม การจราจร

ในพื้นที่เหล่านี้มีลักษณะ (Characteristics) ที่แตกต่างกันตามความซับซ้อนของกิจกรรมที่เกิดขึ้น ดังนั้นการจัดระบบจราจรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรในแต่ละพื้นที่ จะช่วยให้การควบคุมการไหลของจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตามมาตรฐาน MUTCD (2003) ประเทศสหรัฐอเมริกา สรุปเกณฑ์การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรไว้ 8 หัวข้อ หากเข้าเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่ง ก็ควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร รายละเอียดของเกณฑ์ในข้อต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1) เกณฑ์ปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมง (Eight-Hour Vehicular Volume) เกณฑ์นี้จะพิจารณาจากปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมงใด ๆ ของวันให้ค่าปริมาณจราจรสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ เกณฑ์ที่กล่าวนี้จะลดความเข้มข้นลงเมื่อความเร็วที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ของการจราจรบนถนนสายหลักเกิน 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือเมื่อทางแยกที่พิจารณาอยู่ในเขตชุมชนโดดเดี่ยวมีจำนวนประชากรน้อยกว่า 10,000 คน เกณฑ์นี้หากปริมาณจราจรต่อชั่วโมงในแต่ละทิศทางมีมากกว่า 70 เปอร์เซนต์ สามารถใช้ค่าจากปริมาณจราจรจาก 100 เปอร์เซนต์แทนได้ เกณฑ์ปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมง สามารถแบ่งออกได้ 2 เกณฑ์ย่อย คือ เกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุด (Minimum Vehicular Volume) และ เกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร (Interruption of Continuous Traffic) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

5.1.1) เกณฑ์ปริมาณการจราจรต่ำสุด (Minimum Vehicular Volume) พิจารณาจากปริมาณจราจรรายชั่วโมงทั้งบนถนนสายหลักและถนนสายรองที่ได้จากการนับต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง ในวันปกติต้องไม่น้อยกว่าค่าที่แนะนำในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุด

เงื่อนไข A – เกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุด									
จำนวนช่องจราจรของแต่ละขาที่เข้าสู่ทางแยก		ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงบนทางเอก (รวมทั้งสองทิศทาง)				ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงบนทางโทด้านมาก (ทิศทางเดียว)			
ถนนทางเอก	ถนนทางโท	100%a	80%b	70%c	56%d	100%a	80%b	70%c	56%d
1	1	500	400	350	280	150	120	105	84
2 หรือมากกว่า	1	600	480	420	336	150	120	105	84
2 หรือมากกว่า	2 หรือมากกว่า	600	480	420	336	200	160	140	112
1	2 หรือมากกว่า	500	400	350	280	200	160	140	112

(MUTCD, 2003)

หมายเหตุ a ปริมาณจราจรต่ำสุดพื้นฐาน

b ใช้สำหรับกรณีพิจารณาเงื่อนไข A และ B ร่วมกัน

c ความเร็วบนทางเอกเกิน 70 km/h หรือ ในย่านซึ่งมีประชากรน้อยกว่า 10,000 คน

d ใช้สำหรับกรณีพิจารณาเงื่อนไข A และ B ร่วมกันเมื่อความเร็วบนทางเอกเกิน 70 km/h หรือ ในย่านซึ่งมีประชากรน้อยกว่า 10,000 คน

5.1.2) เกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร (Interruption of Continuous Traffic) หากปริมาณจราจรบนถนนสายหลักมีปริมาณสูงและยานพาหนะบนถนนสายรองที่ตัดก่อให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของกระแสการจราจรบนถนนสายหลัก หรือการจราจรในทางโทต้องรอนานเกินไปกว่าจะผ่านเข้าไปในทางแยกได้ ทำให้เกิดความล่าช้าสูงและอาจเป็นอันตรายต่อรถทั้งสองทิศทาง จึงควรพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรไม่น้อยกว่าเกณฑ์ปริมาณจราจรจากทางเอกและทางโท ในแต่ละชั่วโมงต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 ชั่วโมงใด ๆ ในวันปกติ ดังค่าที่ได้แนะนำในตารางที่ 3.5

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร

เงื่อนไข B – เกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร									
จำนวนช่องจราจรของแต่ละขาที่เข้าสู่ทางแยก		ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงบนทางเอก (รวมทั้งสองทิศทาง)				ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงบนทางโทด้านมาก (ทิศทางเดียว)			
ถนนทางเอก	ถนนทางโท	100%a	80%b	70%c	56%d	100%a	80%b	70%c	56%d
1	1	750	600	525	420	75	60	53	42
2 หรือมากกว่า	1	900	720	630	504	75	60	53	42
2 หรือมากกว่า	2 หรือมากกว่า	900	720	630	504	100	80	70	56
1	2 หรือมากกว่า	750	600	525	420	100	80	70	56

(MUTCD, 2003)

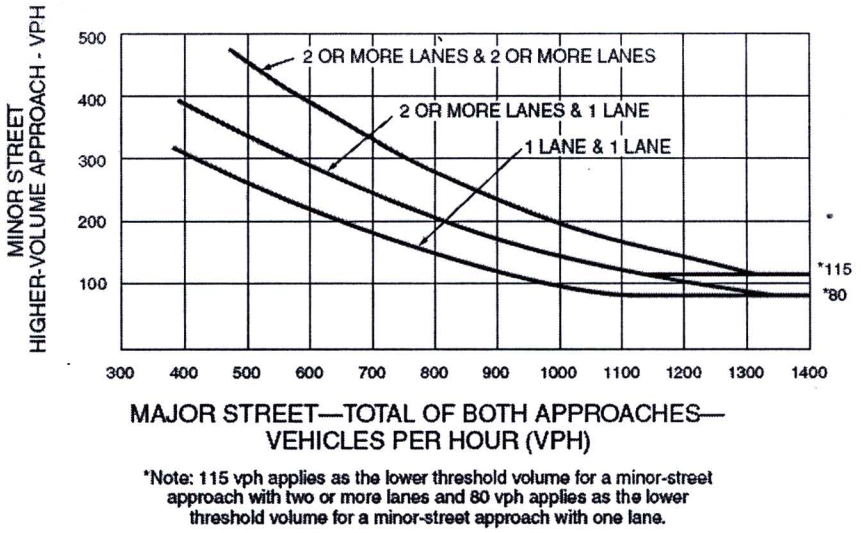
หมายเหตุ a ปริมาณจราจรต่ำสุดพื้นฐาน

b ใช้สำหรับกรณีพิจารณาเงื่อนไข A และ B ร่วมกัน

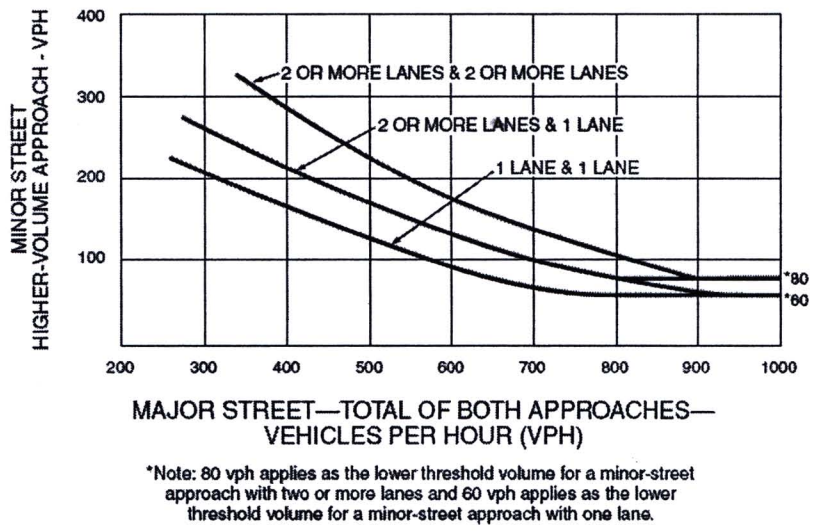
c ความเร็วบนทางเอกเกิน 70 km/h หรือ ในย่านซึ่งมีประชากรน้อยกว่า 10,000 คน

d ใช้สำหรับกรณีพิจารณาเงื่อนไข A และ B ร่วมกันเมื่อความเร็วบนทางเอกเกิน 70 km/h หรือ ในย่านซึ่งมีประชากรน้อยกว่า 10,000 คน

5.2) เกณฑ์ปริมาณจราจรใน 4 ชั่วโมง (Four-Hour Vehicular Volume) เกณฑ์นี้จะพิจารณาจากปริมาณจราจรใน 4 ชั่วโมงใด ๆ ของวัน ให้ค่าปริมาณจราจรสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้สัมพันธ์กับจำนวนช่องจราจรมุ่งเข้าสู่ทางแยกของทางเอกและทางโท สำหรับปริมาณจราจรในทางเอกทั้งสองทิศทางและทางโทในทิศด้านมากเพียงทิศทางเดียว ในแต่ละ 4 ชั่วโมงเดียวกัน เมื่อนำค่ามาพร็อตลงในกร๊าฟจากภาพที่ 3.4 จุดตัดอยู่เหนือเส้นโค้งจำนวนช่องจราจรทั้งทางเอกและทางโทควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร หากจุดตัดอยู่ต่ำกว่าเส้นดังกล่าวแยกนั้นไม่จำเป็นต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และเกณฑ์ที่กล่าวนี้จะลดความเข้มข้นลงเมื่อความเร็วที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ของการจราจรบนถนนสายหลักเกิน 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือเมื่อทางแยกที่พิจารณาอยู่ในเขตชุมชนโดดเดี่ยวที่มีจำนวนประชาการน้อยกว่า 10,000 คน ให้ใช้ภาพที่ 3.5 พิจารณาแทน



ภาพที่ 3.4 เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในแต่ละ 4 ชั่วโมง (MUTCD, 2003)



ภาพที่ 3.5 เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในแต่ละ 4 ชั่วโมงกรณีพิเศษ (MUTCD, 2003)

5.3) เกณฑ์ชั่วโมงเร่งด่วน (Peak Hour) พิจารณาเมื่อการจราจรบนถนนสายรองเกิดความล่าช้าหรืออาจจะได้รับอันตรายจากการข้ามผ่านถนนสายหลัก เกณฑ์การพิจารณานี้จะพิจารณาปริมาณจราจรที่เกิดจากถนนสายหลักและถนนสายรองในช่วงเวลา 15 นาทีใด ๆ ของชั่วโมงเร่งด่วน ถ้าปริมาณจราจรมีมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะต้องทำการติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ในการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจากเกณฑ์ปริมาณจราจรสูงสุดต่อชั่วโมง ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

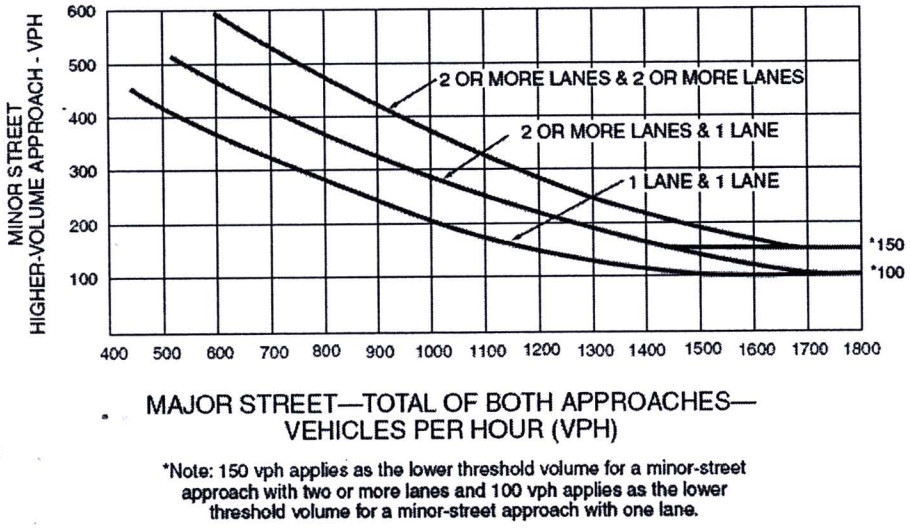
5.3.1) จากปริมาณจราจร 15 นาทีใด ๆ ของชั่วโมงเร่งด่วนในวันปกติมีเงื่อนไข 3 หัวข้อย่อย ดังนี้

(1) ผลรวมของการหยุด โดยการจราจรในทิศทางเดียวของทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก หากการติดตั้งป้ายหยุดทำให้มีรถหยุดตั้งแต่ 4 คัน-ชั่วโมงสำหรับหนึ่งช่องจราจร และ 5 คัน-ชั่วโมงสำหรับสองช่องจราจร

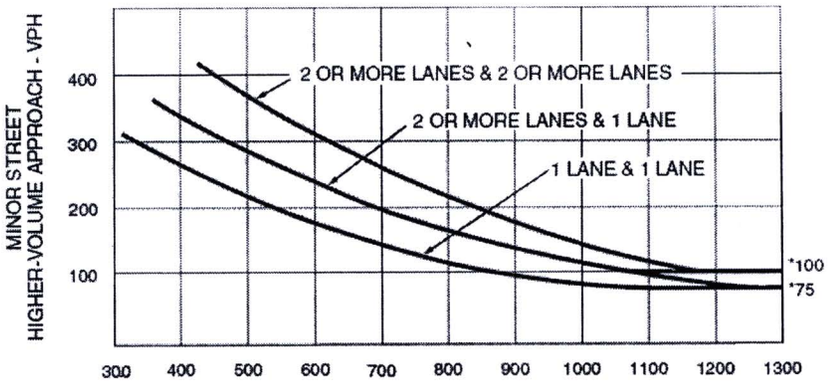
(2) ปริมาณจราจรในทิศทางเดียวของทางโทที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกตั้งแต่ 100 คันต่อชั่วโมงสำหรับหนึ่งช่องจราจรหรือตั้งแต่ 150 คันต่อชั่วโมงสำหรับ 2 ช่องจราจร

(3) ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก ที่สามแยกตั้งแต่ 650 คันต่อชั่วโมงขึ้นไปและที่สี่แยกตั้งแต่ 800 คันต่อชั่วโมงขึ้นไป

5.3.2) ปริมาณจราจรต่อชั่วโมง พิจารณาจากปริมาณจราจรในทางเอกทั้งสองทิศทางและทางโทในทิศด้านมากเพียงทางเดียวจากปริมาณจราจร 15 นาทีใด ๆ ในชั่วโมงเร่งด่วน สัมพันธ์กับจำนวนช่องจราจรมุ่งเข้าสู่ทางแยกของทางเอกและทางโทแล้วนำค่าที่ได้พร็อตลงในกร๊าฟจากภาพที่ 3.6 หากจุดตัดอยู่เหนือเส้นโค้งจำนวนช่องจราจรทั้งทางเอกและทางโทควรติดตั้งสัญญาณไฟจราจร หากจุดตัดอยู่ต่ำกว่าเส้นดังกล่าวแยกนั้นไม่จำเป็นต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และเกณฑ์ที่กล่าวนี้จะลดความเข้มข้นลงหากความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 ของการจราจรบนถนนสายหลักเกิน 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือเมื่อทางแยกที่พิจารณาอยู่ในเขตชุมชนโดดเดี่ยวที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 10,000 คน สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.6 เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน (MUTCD, 2003)



ภาพที่ 3.7 เกณฑ์การคัดเลือกจากปริมาณจราจรในชั่วโมงเร่งด่วนกรณีพิเศษ (MUTCD, 2003)

5.4) เกณฑ์ปริมาณคนข้ามถนน (Pedestrian Volume) สัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามทั้งที่บริเวณระหว่างช่วงถนนและที่ทางแยก จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการข้ามทาง สัญญาณไฟควรเป็นแบบกระตุ้นโดยมีปุ่มสำหรับให้คนเดินเท้าที่ต้องการข้ามถนนกด สำหรับเกณฑ์ปริมาณคนข้ามถนนมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5.4.1) มีปริมาณคนข้ามถนนเกิน 190 คนต่อชั่วโมง หรือเกิน 100 คนในชั่วโมงใดๆ ที่มีการนับต่อเนื่องติดต่อกันรวม 4 ชั่วโมง

5.4.2) หากความเร็วเฉลี่ยของคนเดินข้ามถนนส่วนใหญ่ในบริเวณดังกล่าวต่ำกว่า 1.2 เมตรต่อวินาที อาจพิจารณาติดตั้งได้ แม้ว่าปริมาณคนข้ามถนนอาจจะน้อยกว่าเกณฑ์ข้างต้น แต่ทั้งนี้ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 50 ของเกณฑ์ดังกล่าว

5.4.3) กรณีที่มีช่วงระยะเวลาข้าม (Acceptance Gaps) ที่คนข้ามได้มีน้อยกว่า 60 ครั้งใน 1 ชั่วโมงก็สามารถพิจารณาติดตั้งสัญญาณไฟจราจรทางข้ามได้

5.5) เกณฑ์ทางข้ามบริเวณหน้าโรงเรียน (School Crossings) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการข้ามถนนของเด็กนักเรียน ทางข้ามบริเวณหน้าโรงเรียนควรมีการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อใช้ในการข้ามถนน โดยเฉพาะบริเวณที่มีช่วงระยะเวลาข้ามไม่เพียงพอ การติดตั้งควรพิจารณาจากปริมาณคนข้ามถนนในแต่ละชั่วโมงใน 4 ชั่วโมงใดๆ ในวันปกติต้องไม่น้อยกว่า 100 คนต่อชั่วโมง มีช่องห่าง (Gap) ในกระแสจราจรซึ่งห่างมากพอที่คนสามารถข้ามถนนได้น้อยกว่า 60 ช่วงเวลาต่อชั่วโมง มีทางแยกซึ่งมีสัญญาณจราจรอยู่ห่างจากบริเวณดังกล่าวไม่น้อยกว่า 90 เมตร โดยสัญญาณไฟจราจรดังกล่าวควรเป็นแบบกระตุ้น โดยมีปุ่มสำหรับให้คนเดินเท้าที่ต้องการข้ามถนนกด

5.6) เกณฑ์ความสัมพันธ์ของระบบสัญญาณ (Coordinated Signal Systems) เพื่อทำให้การจราจรของยวดยานมีการไหลต่อเนื่อง ไม่ติดขัดจากการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรอย่างไม่จำเป็น เกณฑ์นี้ใช้เมื่อสัญญาณไฟจราจรข้างเคียงอยู่ใกล้กันจนไม่สามารถควบคุมความเร็วบนถนนในหนึ่งทิศทาง หรือสองทิศทางได้ การพิจารณานี้ระยะห่างระหว่างทางแยกที่จะติดตั้งสัญญาณไฟต้องไม่น้อยกว่า 305 เมตร (1000 ฟุต)

5.7) เกณฑ์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Crash Experience) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรจะช่วยให้ลดอัตราเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุลงได้ โดยการพิจารณาการติดตั้งดังนี้

5.7.1) อัตราการเกิดอุบัติเหตุถึงขั้นบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหายตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไป ภายในรอบ 12 เดือน และเมื่อติดตั้งแล้วสามารถแก้ไขการเกิดอุบัติเหตุในลักษณะดังกล่าวได้

5.7.2) ปริมาณการจราจรต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเกณฑ์ปริมาณจราจรใน 8 ชั่วโมง ทั้งสองอย่างคือ เกณฑ์ปริมาณจราจรต่ำสุด และเกณฑ์ความต่อเนื่องของกระแสจราจร ซึ่งการติดตั้งสัญญาณไฟจราจรต้องไม่ส่งผลกระทบที่รุนแรงต่อความต่อเนื่องของกระแสการจราจร

5.7.3) ปริมาณคนข้ามถนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเกณฑ์ปริมาณคนข้ามถนน

5.8) เกณฑ์โครงข่ายถนน (Roadway Network) การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรบางแยกต้องติดตั้งเพื่อช่วยจัดระบบการจราจรให้ดีขึ้น เกณฑ์นี้จะใช้เมื่อเส้นทางหลักตั้งแต่ 2 สายขึ้นไปมาเชื่อมต่อกันจนเกิดทางแยกสำหรับโครงข่ายถนนมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

5.8.1) ปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกไม่น้อยกว่า 1,000 คัน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันธรรมดาและในรอบ 5 ปี ปริมาณจราจรเข้าเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อจากเกณฑ์ข้อ 1 ข้อ 2 และ ข้อ 3 ในช่วงอัตราเฉลี่ยต่อสัปดาห์

5.8.2) ปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกไม่น้อยกว่า 1,000 คัน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันธรรมดา หรือตลอด 5 ชั่วโมงในวันหยุด

3.3 ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของทางแยก

ธวัชชัย กล่ำจตุรงค์ (2546) แนะนำว่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของทางแยก ที่นิยมใช้ในประเทศไทยดัชนีที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกมี 5 ดัชนี ได้แก่ 1) ความล่าช้าเฉลี่ย 2) ความยาวแถวคอยเฉลี่ย 3) ความจุ 4) ความจุสำรอง และ 5) ระดับความอิ่มตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความล่าช้าเฉลี่ย (Average Delay)` หมายถึง ความล่าช้าของยานพาหนะต่อคันโดยเฉลี่ยที่วิ่งผ่านทางแยกมีหน่วยเป็นวินาที และความล่าช้าโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกับยานพาหนะที่วิ่งผ่านทางแยก หมายถึง ผลต่างระหว่างระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางในการแล่นผ่านทางแยก

กับระยะเวลาของการเดินทางที่ไม่ต้องหยุดหรือแล่นช้าลงเนื่องจากสัญญาณไฟจราจร การคำนวณหาค่าความล่าช้าทำโดยนำความล่าช้าที่คำนวณได้มาคูณกับปริมาณยานพาหนะที่ผ่านทางแยกในทิศทางนั้น ๆ

2) ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (Average queue lengths) หมายถึง ความยาวโดยเฉลี่ยของยานพาหนะที่ติดอยู่บนทางแยกที่พิจารณา ณ จุดเริ่มต้นไฟเขียว ทำให้ผู้ออกแบบทราบว่าทางแยกที่พิจารณามีความยาวแถวคอยมากน้อยเพียงไร เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดความยาวช่องจราจรสำหรับรถเลี้ยวซ้ายและรถเลี้ยวขวาให้มีความเหมาะสมกับปริมาณจราจร โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.1

$$N = qr \tag{3.1}$$

โดยที่

N	คือ	ความยาวแถวคอยเฉลี่ย (คัน)
q	คือ	ปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยก (คันต่อวินาที)
r	คือ	ช่วงเวลาไฟแดงประสิทธิผล (วินาที)

3) ความจุของทางแยก (Capacity) หมายถึง อัตราสูงสุดต่อชั่วโมงซึ่งคนหรือยวดยานสามารถผ่านจุดใดจุดหนึ่งหรือช่วงใดช่วงหนึ่งในช่องจราจรช่องหนึ่งหรือทั้งถนน ในช่วงเวลาที่กำหนดภายใต้สภาพถนน การจราจรและการควบคุมการจราจรโดยทั่วไป ช่วงเวลาที่ใช้วิเคราะห์ความจุปกตินิยมใช้ช่วงเวลา 15 นาที เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่สั้นที่สุดซึ่งการไหลควลตัว (Stable หรือ Steady) จะเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามบางครั้งอาจใช้ช่วงเวลา 30 หรือ 60 นาที โดยสามารถคำนวณความจุที่ทางแยกได้แสดงไว้ในสมการที่ 3.2 ดังนี้

$$c_i = S_i\left(\frac{g_i}{C}\right) \tag{3.2}$$

โดยที่

c_i	คือ	ความจุของทางแยกในแต่ละทิศทาง (PCUsต่อชั่วโมง)
S	คือ	อัตราการไหลอิ่มตัว (PCUsต่อชั่วโมง)
g_i	คือ	ช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (วินาที)
C	คือ	รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร (วินาที)

4) ความจุสำรอง (Reserve Capacity) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความจุของทางแยกที่ยังมีเหลือสำหรับรองรับปริมาณการจราจรที่จะมีการเพิ่มขึ้นในอนาคต สำหรับทางแยกใหม่ควรออกแบบให้มีค่าความจุสำรองอย่างน้อยร้อยละ 25 มิฉะนั้นผู้ออกแบบต้องกลับไปคำนวณใหม่โดยการปรับปรุงทางแยกใหม่หรือทำการปรับปรุงรูปแบบการจัดจังหวะสัญญาณไฟใหม่ให้มีความ

เหมาะสมกับสภาพของการจราจรมากยิ่งขึ้นหรือหากเป็นเส้นทางสายเก่าไม่สามารถขยายเส้นทางได้ อีกสามารถลดค่าความจุสำรองได้ตามความเหมาะสม โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.3 ดังนี้

$$RC = \frac{100(Y_{PRACT} - Y)}{Y} \quad (3.3)$$

โดยที่

RC คือ ความจุสำรอง (เปอร์เซนต์)
Y_{PRACT} คือ ผลรวมของอัตราการไหลวิกฤติในแต่ละทิศทาง
Y คือ อัตราการไหลที่ยอมให้ (โดยทั่วไปใช้ 0.9)

5) ระดับความอิ่มตัว (Degree of Saturation) ของช่องจราจรช่องใดช่องหนึ่งหรือของขาทางแยกขาใดขาหนึ่ง อาจนิยามด้วยอัตราส่วนของปริมาณจราจรที่มาในช่วงเวลาที่กำหนด ต่อความจุของช่องจราจรหรือของขาทางแยกนั้นในช่วงเวลาเดียวกัน อาจมีค่าจากใกล้ 0 สำหรับกรณีมีปริมาณจราจรที่มาน้อยมาก จนถึง 1 เมื่อปริมาณจราจรที่มาเท่ากับความจุ เมื่อระดับของความอิ่มตัวเข้าใกล้ 1 จะเกิดแถวคอยยาวและเกิดความล่าช้ามาก ดังนั้นระดับของความอิ่มตัวควรจะมีค่าอยู่ประมาณ 0.85 ถึง 0.9 โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.4 ดังนี้

$$X_i = \frac{V_i}{S_i\left(\frac{g_i}{C}\right)} \quad (3.4)$$

โดยที่

X_i คือ ระดับของความอิ่มตัวในทิศทาง i
S_i คือ อัตราการไหลอิ่มตัวในทิศทาง i (PCUsต่อชั่วโมง)
g_i คือ ช่วงเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (วินาที)
C คือ รอบเวลาของสัญญาณไฟจราจร (วินาที)

Highway Capacity Manual (2000) แนะนำข้อมูลที่จำเป็นในการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกที่ควบคุมด้วย ป้ายหยุดแบบสองทิศทาง (TWSC) ประกอบด้วย 1) การควบคุมความล่าช้า (Delay control) 2) ความล่าช้าของรถทางเอกที่วิ่งตรงข้ามผ่านทางแยก 3) ความยาวแถวคอย 4) อัตราส่วนระหว่างปริมาณจราจรกับความจุของทางแยก (v/c) สำหรับทางแยกที่ควษคุมการจราจรด้วยการติดตั้งป้ายหยุดแบบทุกทิศทาง (AWSC) การประเมินประสิทธิภาพโดยส่วนใหญ่จะใช้การวิเคราะห์จากความล่าช้าแป็นหลัก โดยการวิเคราะห์ความล่าช้าของทางแยกสามารถประเมินประสิทธิภาพได้จากการเปรียบเทียบระดับการให้บริการ (Level of Service) หากระดับการให้บริการดีที่สุดคือ ระดับการบริการระดับ A และระดับการให้บริการที่แย่ที่สุดคือ F ซึ่งสามารถวิเคราะห์ระดับการให้บริการได้ดังตารางที่ 3.6 ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายหยุดแบบสองทิศทางและทุกทิศทางจากเกณฑ์ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน

Level of Service	ความล่าช้าต่อคัน (s/veh)
A	0-10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

(HCM, 2000)

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร การวิเคราะห์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ 1) อัตราส่วนระหว่างปริมาณจราจรกับความจุของทางแยก (v/c) 2) ความยาวแถวคอย 3) ระดับความอิ่มตัวของทางแยก (Degree of Saturate) และ 4) ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน และนำความล่าช้าที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาประเมินหาระดับการให้บริการของทางแยกนั้น โดยระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจรจากเกณฑ์ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน ได้แสดงในตารางที่ 3.7 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ระดับการให้บริการของทางแยกที่ควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟจราจรจากเกณฑ์ความล่าช้าต่อคัน

Level of Service	ความล่าช้าต่อคัน (s/veh)
A	≤ 10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

(HCM, 2000)

3.4 การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรที่ออกแบบควรทำให้ความล่าช้าของยวดยานโดยรวมลดลง และลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ สัญญาณจราจรควรลดการขัดแย้งของกระแสจราจรให้เหลือน้อยที่สุด แต่หากต้องการลดการขัดแย้งให้เหลือน้อยจำนวนจังหวะยวดยานโดยเฉลี่ยมาก ดังนั้นควรพิจารณาการออกแบบเป็น 2 จังหวะก่อนโดยใช้รอบสัญญาณสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ หากวิเคราะห์แล้วไม่เหมาะสมจึงค่อยปรับเพิ่มเป็น 3 หรือ 4 ตามลำดับ (ประสิทธิ์, 2547) ข้อแนะนำในการออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกเดี่ยวข้อแนะนำในทางปฏิบัติจาก Underwood มีดังนี้

1) เวลาไฟเขียวไม่ควรน้อยกว่า 5 วินาที

2) เวลาไฟเขียวสำหรับคนข้ามถนนไม่ควรน้อยกว่า 6 วินาที

3) เวลาไฟเขียวนานที่สุดไม่ควรเกิน 80 วินาที

4) รอบสัญญาณไฟจราจรไม่ควรนานเกิน 120 วินาที สำหรับกรณีมีสองจังหวะและไม่ควรเกิน 200 วินาที สำหรับกรณีมีมากกว่า 2 จังหวะ

การออกแบบจังหวะสัญญาณไฟจราจร เริ่มจากการคำนวณหาอัตราการไหลอิ่มตัวของทางแยกโดยใช้การปรับเทียบค่ารถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Car Unit, PCU) แล้วทำการคัดเลือกจักหวะ (Phase) ของจังหวะสัญญาณไฟแล้วทำการคำนวณช่วงเวลาของจังหวะไฟต่าง ๆ ประกอบด้วย จังหวะไฟแดง ไฟแดงทุกทิศทาง ไฟเหลือง ไฟเขียว โดยเวลาไฟเขียวทั้งหมดจะต้องรวมถึงเวลาสูญเสียในการเคลื่อนตัวของกระแสจราจรด้วย ลำดับหัวข้อการออกแบบสัญญาณไฟจราจรประกอบด้วย องค์ประกอบรอบสัญญาณไฟจราจร วิธีการคำนวณหาอัตราการไหลอิ่มตัว รอบสัญญาณไฟจราจร ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไฟเหลือง ช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง และช่วงเวลาไฟเขียว มีรายละเอียดและสมการการคำนวณดังต่อไปนี้

3.4.1 องค์ประกอบรอบสัญญาณไฟจราจร

การออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรต้องออกแบบช่วงระยะเวลาของจังหวะสัญญาณไฟในแต่ละจังหวะ ซึ่งประกอบไปด้วย จังหวะสัญญาณไฟแดง ไฟเขียวและไฟเหลือง ดังนั้นก่อนออกแบบรอบสัญญาณไฟจำเป็นจะต้องทราบองค์ประกอบต่าง ๆ ของสัญญาณไฟจราจร

ธงชัย กล่ำจตุรงค์ (2543) อ้างอิงจากบทความของ จินดา มงคลสวัสดิ์ (2542) ซึ่งอธิบายถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของการควบคุมการจราจรที่ทางแยกด้วยสัญญาณไฟจราจรว่ามีองค์ประกอบของการออกแบบสัญญาณไฟจราจรประกอบด้วย 4 ส่วน คือ รอบสัญญาณไฟจราจร จังหวะสัญญาณไฟจราจร รูปแบบของการจัดเรียงลำดับจังหวะสัญญาณไฟจราจร และ ช่วงเวลาต่าง ๆ ของจังหวะสัญญาณไฟจราจร สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) รอบสัญญาณไฟจราจร (Cycle Time) หมายถึง เวลาที่ต้องการในการหมุนเวียนสัญญาณไฟตามอนุกรมสีให้ครบระยะเวลา 1 รอบสัญญาณไฟ นั่นคือนับเวลาตั้งแต่เริ่มจังหวะไฟแดง ไฟเขียวและไฟเหลืองทั้งหมดในรอบนั้นจนกลับมาไฟแดงอีกครั้งซึ่งมีหน่วยเป็น วินาที

2) จังหวะสัญญาณไฟจราจร (Phasing) หมายถึง ส่วนของรอบสัญญาณไฟจราจรที่กำหนดให้กระแสจราจรหรือการผสมผสานของกระแสจราจรสองกระแสหรือมากกว่านั้นให้มีความเหมาะสมของสภาพการจราจรที่ทางแยกนั้น ๆ

3) รูปแบบของการจัดเรียงลำดับจังหวะสัญญาณไฟจราจร (Phase Sequence) หมายถึง การจัดเรียงจังหวะสัญญาณไฟจราจรในแบบต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องและต่อเนื่องเพื่อให้การควบคุมที่ทางแยกมีประสิทธิภาพสูงสุด

4) ช่วงเวลาต่าง ๆ ของจังหวะสัญญาณไฟจราจร หมายถึง ช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสัญลักษณ์ในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก เพื่อสื่อให้ผู้ขับขี่ได้เข้าใจการกำหดการขับขี่ในจังหวะสัญญาณไฟในช่วงเวลานั้น ๆ ซึ่งช่วงเวลาต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

4.1) ช่วงเวลาไฟเขียว (Green Interval) หมายถึง ระยะเวลาที่สัญญาณไฟแสดงสัญญาณไฟเขียวในจังหวะนั้น ๆ เพื่ออนุญาตให้ยวดยานวิ่งผ่านทางแยก

4.2) ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไฟเหลือง (Chang Interval) หมายถึง ระยะเวลาที่สัญญาณไฟแสดงสัญญาณไฟเหลืองในจังหวะนั้น ๆ เพื่อเตือนให้ยวดยานชะลอความเร็ว

4.3) ช่วงเวลาไฟแดง (Red Interval) หมายถึง ระยะเวลาที่สัญญาณไฟแสดงสัญญาณไฟแดงในจังหวะนั้น ๆ เพื่อบังคับให้ยวดยานทุกคันหยุด

4.4) ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไฟเขียว (Inter-green time) หมายถึง ระยะเวลาสิ้นสุดจากจุดสิ้นสุดของไฟเขียวในจังหวะหนึ่งไปจังจุดเริ่มต้นของไฟเขียวในจังหวะต่อไป

4.5) ช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง (All-red Interval) หมายถึง เวลาที่สัญญาณไฟในทุกขาของทางแยกจะเป็นสัญญาณไฟแดง ต่างประเทศใช้สำหรับคนเดินข้ามกลุ่มใหญ่ผ่านทางแยกก่อนที่จะอนุญาตให้ยวดยานในทิศตรงกันข้ามได้รับสัญญาณไฟเขียว

4.6) ช่วงเวลาสูญเสียทั้งหมด (Total lost time) หมายถึง เวลาที่สูญเสียทั้งหมดบริเวณทางแยกในช่วงหนึ่งรอบสัญญาณไฟ ซึ่งจะประกอบด้วย ผลรวมของเวลาที่สูญเสียในแต่ละจังหวะกับเวลาที่สูญเสียไปในช่วงของการเปลี่ยนจังหวะ การเปลี่ยนจังหวะบางจังหวะจำเป็นต้องมีจังหวะไฟแดงทุกจังหวะเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในทางแยก โดยเฉพาะจังหวะที่มีการเลี้ยวขวาของการจราจร

3.4.2 วิธีการคำนวณหาอัตราการไหลอิ่มตัว (Estimation of Saturation flow)

ในการออกแบบรอบสัญญาณจำเป็นต้องทราบอัตราการไหลอิ่มตัวเพื่อทราบถึงจำนวนของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก แล้วนำไปวิเคราะห์รอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมในการระบายยวดยานที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก และการคำนวณอัตราการไหลจะต้องทราบค่าปริมาณรถยนต์นั่งเทียบเท่าของรถแต่ละชนิดมาคูณกับปริมาณการจราจรของแต่ละประเภท โดยค่าสัมประสิทธิ์ปรับค่ารถยนต์นั่งเทียบเท่าได้แสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 สัมประสิทธิ์ปรับค่ารถยนต์นั่งเทียบเท่าของรถยนต์แต่ละประเภท

ประเภทของรถ	ค่าสัมประสิทธิ์
รถจักรยานยนต์ (MC)	0.33
รถยนต์นั่งส่วนบุคล (PC)	1.00
รถบรรทุกเล็ก (LT)	1.75
รถบรรทุก (HT)	1.75
รถประจำทาง (HB)	2.25

(Webster, 1966)

สูตรที่ใช้ในการประมาณค่าอัตราการไหลอิ่มตัวจาก HCM 2000 จะใช้อัตราการไหลในสภาพอุดมคติเป็นฐานในการคำนวณ โดยจะใช้สัมประสิทธิ์ปรับค่าต่าง ๆ มาเป็นตัวคูณ รายละเอียดสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.5 และวิธีการคำนวณค่าของสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ได้แสดงสมการและตัวแปรที่จำเป็นอย่างละเอียดในตารางที่ 3.9

$$s = s_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{RU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad (3.5)$$

โดยที่

s คือ อัตราการไหลอิ่มตัว (PCUs ต่อชม.)

s_o คือ อัตราการไหลในสภาพอุดมคติต่อช่องจราจร (มีค่าเท่ากับ 1900 PCUs ต่อช่องจราจร ต่อชั่วโมง)

f_w คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ ความกว้างของช่องจราจร

f_{HV} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ รถบรรทุกหนักที่อยู่ในกระแสจราจร

f_g คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ ความลาดชันของถนนที่วิ่งเข้าสู่ทางแยก

f_{bb} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ การขัดจังหวะจากรถเมร์

f_a คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ ชนิดของพื้นที่ (ศูนย์กลางเมืองใช้ 0.9 พื้นที่อื่นใช้ 1.00)

f_{RU} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ

f_{LT} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ รถเลี้ยวซ้าย

f_{RT} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่าสำหรับ รถเลี้ยวขวา

f_{Lpb} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่า การขัดจังหวะเลี้ยวซ้ายโดยคนข้ามและจักรยาน

f_{Rpb} คือ สัมประสิทธิ์ปรับค่า การขัดจังหวะเลี้ยวขวาโดยคนข้ามและจักรยาน

ตารางที่ 3.9 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อหาอัตราการไหลอิ่มตัว

ปัจจัย	สมการ	คำนิยาม	หมายเหตุ
ช่องจราจร	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{9}$	W = ความกว้างของช่องจราจร(เมตร)	$W \geq 2.4$ $W > 4.8$; ให้วิเคราะห์เป็นสองช่องจราจร
รถบรรทุก	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%\text{HV}(E_T - 1)}$	%HV = เปอร์เซนต์รถบรรทุก	E_T = 2.0 ; ค่าเทียบเท่ารถยนต์ส่วนบุคคล
ความลาดชัน	$f_g = 1 - \frac{\%\text{G}}{200}$	%G = ความลาดชันของถนนที่เข้าสู่ทางแยก	$-6 \leq \%\text{G} \leq +10$ ทางลงเนินมีค่าเป็นลบ
ที่จอดรถ	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 N_m}{3600}}{N}$	N = จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง N_m = จำนวนรถที่เข้าจอดในที่จอดรถ (คันต่อชั่วโมง)	$0 \leq N_m \leq 180$ $f_p \geq 0.05$ f_p = 1.00; ไม่มีที่จอดรถ
การขัดขวางโดยรถเมร์	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 N_B}{3600}}{N}$	N = จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง N_B = จำนวนรถเมร์ที่จอดในที่ป้ายรถเมร์ (จำนวนครั้งต่อชั่วโมง)	$0 \leq N_B \leq 250$ $f_{bb} \geq 0.05$
ชนิดของพื้นที่	$f_a = 0.900$ในเมือง $f_a = 1.000$นอกเมือง		
การใช้ประโยชน์จากช่องจราจร	$f_{RU} = v_g / (v_{g1} N)$	v_g = จำนวนอัตราการไหลที่ต้องการต่อทิศทาง (คันต่อชั่วโมง) v_{g1} = จำนวนอัตราการไหลที่ต้องการของช่องจราจรที่มากที่สุดต่อทิศทางเพียงช่องเดียว N = จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง	

ตารางที่ 3.9 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เพื่อหาอัตราการไหลอิ่มตัว (ต่อ)

ปัจจัย	สมการ	คำนิยาม	หมายเหตุ
เลี้ยวซ้าย	ช่องเลี้ยวซ้ายเฉพาะ: $f_{LT} = 0.85$ ใช้ช่องเลี้ยวซ้ายร่วมกัน: $f_{LT} = 1.0 - (0.15)P_{LT}$ ช่องจราจรเดี่ยว: $f_{LT} = 1.0 - (0.135)P_{LT}$	P_{LT} = อัตราส่วนของจำนวนรถที่เลี้ยวซ้ายต่อรถทั้งหมดในทิศทาง	$f_{LT} \geq 0.050$
เลี้ยวขวา	การป้องกันของจังหวะสัญญาณไฟ: ช่องเลี้ยวขวาเฉพาะ: $f_{RT} = 0.95$ ใช้ช่องเลี้ยวขวาร่วมกัน: $f_{RT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{RT}}$	P_{RT} = อัตราส่วนของจำนวนรถที่เลี้ยวขวาต่อรถทั้งหมดในทิศทาง	
การขัดขวางจากคนเดินเท้าและรถจักรยาน	เลี้ยวซ้าย: $f_{Lpb} = 1.0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$ เลี้ยวขวา: $f_{Rpb} = 1.0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA})$	P_{LT} = อัตราส่วนของจำนวนรถที่เลี้ยว ซ้ายต่อรถทั้งหมดในทิศทาง A_{pbT} = จังหวะสัญญาณไฟที่อนุญาตให้มีการขัดจังหวะการขับขี่ได้ P_{LTA}= อัตราส่วนของรถที่เลี้ยวซ้ายในช่วงจังหวะสัญญาณไฟเขียวที่ไม่อนุญาติให้ขัดจังหวะการขับขี่ P_{RT} = อัตราส่วนของจำนวนรถที่เลี้ยวขวาต่อรถทั้งหมดในทิศทาง P_{RTA}= อัตราส่วนของรถที่เลี้ยวขวาในช่วงจังหวะสัญญาณไฟเขียวที่ไม่อนุญาติให้ขัดจังหวะการขับขี่	

3.4.3 รอบสัญญาณไฟจราจร (Cycle Time)

ในการออกแบบรอบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ความล่าช้าเฉลี่ยของยวดยานต่อคันมีค่าน้อยที่สุด วิธีควบคุมสัญญาณไฟจราจรคงที่เหมาะสมกับปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางของทางแยกค่อนข้างคงที่ โดยความยาวรอบสัญญาณและช่วงเวลาไฟเขียวได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลการจราจรเฉลี่ยในอดีต โดยปกติจะแบ่งช่วงเวลาการออกแบบเป็น ช่วงเช้า กลางวัน เย็นและหลังเที่ยงคืน

วิธีที่นิยมใช้กันแพร่หลายเป็นวิธีการออกแบบจาก Webster ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับทางแยกเดี่ยวที่อยู่ห่างจากแยกอื่นมาก ๆ ภายใต้เงื่อนไขปริมาณจราจรต่ำกว่าจุดอิ่มตัว ปริมาณจราจรที่เข้าสู่ทางแยกค่อนข้างคงที่ วัตถุประสงค์หลักของการควบคุม คือทำให้ความล่าช้าที่ทางแยกต่ำสุด รอบสัญญาณไฟที่ดีที่สุดการคำนวณจะรวมถึงเวลาที่สูญเสียในรอบสัญญาณไฟด้วยดังสมการที่ 3.6

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \tag{3.6}$$

โดย

C_o คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟที่ดีที่สุด (วินาที)

L คือ ผลรวมของเวลาที่สูญเสียไป (Lost Time) ใน 1 รอบสัญญาณไฟ (วินาที)

Y คือ อัตราส่วนที่มีค่ามากที่สุดของปริมาณจราจรต่อปริมาณการไหลอิ่มตัว (Saturation Flow) ในแต่ละจังหวะสัญญาณไฟ

ϕ คือ จำนวนจังหวะสัญญาณไฟ

I คือ ลำดับจังหวะสัญญาณไฟ

อีกวิธีที่นิยมใช้ในการคำนวณหารอบสัญญาณไฟจราจรชนิดรอบเวลาคงที่ คือ การคำนวณจากวิธีของ Highway Capacity Manual (HCM, 2000) ซึ่งเป็นหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.7 และ สมการที่ 3.8

$$C = \frac{LX_c}{\left[X_c - \sum_i \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}\right]} \tag{3.7}$$

$$C = \sum_i^{\phi} (g+\tau)_i \tag{3.8}$$

โดยที่

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

L คือ เวลาสูญเสียทั้งหมดต่อรอบสัญญาณ (วินาที)

X_c คือ ค่าสูงสุดของอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของแยก (พิจารณารอบเวลาที่สั้นที่สุดใช้ 1.0)

v คือ ปริมาณจราจรของกลุ่มช่องจราจร (คันต่อชั่วโมง)

s คือ อัตราการไหลอิ่มตัวของกลุ่มช่องจราจร (คันต่อชั่วโมง)

g_i คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในจังหวะ i (วินาที)

τ_i คือ ช่วงเวลาไฟเหลืองในจังหวะ i (วินาที)

3.4.4 ช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไฟเหลือง (Chang Interval)

ประสิทธิ์ จึงสงวนพรสุข (2547) กล่าวใน วิศวกรรมการทาง เล่ม 1 ว่าการออกแบบช่วงเวลาไฟเหลืองต้องพอดีทำให้ผู้ขับขี่สามารถหยุดรถได้ทันด้วยความหน่วงที่ทั้งคนขับและผู้โดยสารในรถรู้สึกสบายก่อนถึงเส้นหยุดอย่างนุ่มนวลหรือสามารถผ่านทางแยกด้วยความเร็วซึ่งเท่ากับขีดจำกัดความเร็วโดยไม่ต้องเร่ง สามารถผ่านพ้นทางแยกไปได้พอดีภายในช่วงเวลาไฟเหลือง

การกำหนดช่วงเวลาสัญญาณไฟเหลืองไม่ควรสั้นเกิน 3 วินาที และไม่ควรนานเกิน 5 วินาที ในกรณีที่การคำนวณไฟเหลืองนานเกิน 5 วินาทีให้กำหนดเวลาที่เกินนั้นเป็นเวลาไฟแดงทุกด้าน (All Red) (ประสิทธิ์ จึงสงวนพรสุข อ้างอิงจาก Garber and Hoel, 1997) ช่วงเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุดซึ่งพอเหมาะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.9 τ_{min} เป็นช่วงเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุดซึ่งคนขับสามารถหยุดรถได้ทันพอดีด้วยความหน่วงที่สบายหรือสามารถผ่านทางแยกไปได้ทันพอดีโดยไม่ต้องเร่งความเร็ว และหากพิจาณาช่วงเวลาไฟเหลืองโดยประมาณสามารถประเมินจากความเร็วที่เข้าสู่ทางแยกได้จากตารางที่ 3.10

$$\tau_{min} = \delta_2 + \frac{v_0}{2a_2} + \frac{w+L}{v_0} \qquad (3.9)$$

โดยที่

τ_{min} คือ ช่วงเวลาไฟเหลืองที่น้อยที่สุด (วินาที)

δ_2 คือ เวลารับรู้และเกิดปฏิกิริยาแตะเบรค (วินาที)

a_2 คือ ความหน่วงที่สบาย (เมตรต่อวินาที)

w คือ ความกว้างของทางแยก (เมตร)

L คือ ความยาวรถ (เมตร)

v_0 คือ ความเร็วของรถขณะเริ่มแตะเบรค (ใช้ความเร็วจากการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญ) (เมตรต่อวินาที)

ตารางที่ 3.10 เวลาไฟเหลืองโดยประมาณ

ความเร็วเข้าสู่ทางแยก (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	เวลาไฟเหลือง (วินาที)
≤ 56	3.0
57-64	3.5
65-72	4.0
73-80	4.5
> 80	5

(Homburger et al., 1996)

3.4.5 ช่วงเวลาไฟแดงทุกทิศทาง(All-red Interval)

Roess et. all (2004) ได้อ้างอิงการออกแบบช่วงเวลาจังหวะไฟแดงทุกทิศทาง (All Red) จาก Institute of Transportation Engineers (ITE, 2000) โดยการออกแบบช่วงเวลาพิจารณาจากระยะทางข้ามถนน แบ่งเป็นสามประเภท ประกอบด้วย ทางแยกที่ไม่มีคนข้ามถนนใช้สมการ 3.10 สำหรับทางแยกที่มีการข้ามถนนเป็นประจำ ให้ความสำคัญกับผู้ข้ามถนน ทางแยกประเภทนี้มักอยู่ในเขตศูนย์การค้าย่านธุรกิจ ใช้สมการ 3.11 และลำดับสุดท้ายแยกที่มีการข้ามถนนของคนเดินเท้าไม่มากนักใช้สมการ 3.12 มีรายละเอียดดังนี้

$$ar = \frac{w+L}{0.278S_{15}} \tag{3.10}$$

$$ar = \frac{P+L}{0.278S_{15}} \tag{3.11}$$

$$ar = \max\left[\left(\frac{w+L}{0.278S_{15}}\right),\left(\frac{P}{0.278S_{15}}\right)\right] \tag{3.12}$$

โดย

ar คือ ช่วงเวลาไฟแดงทุกด้าน (วินาที)

w คือ ระยะทางจากเส้นหยุดไปยังเส้นหยุดฝั่งตรงข้าม (เมตร)

P คือ ระยะทางจากเส้นหยุดถึงเส้นทางม้าลายด้านไกล ฝั่งตรงข้าม (เมตร)

L คือ ความยาวของรถยนต์ (ใช้ 4.6 เมตร)

S_{15} คือ ความเร็วของรถวิ่งเข้าสู่ทางแยกที่ 15 เปอร์เซนต์ไทล์ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

3.4.6 ช่วงเวลาไฟเขียว (Green Interval)

ควรจัดสรรเวลาไฟเขียวให้เพียงพอเท่าที่ปริมาณจราจรในแต่ละทิศทางต้องการ การให้เวลาไฟเขียวนานเกินไปจนกระทั่งยวดยานในกระแสจราจรเริ่มทิ้งช่วงห่างกันมากหรือไม่มีปริมาณจราจรมาเลย เป็นการใช้เวลาไฟเขียวอย่างไม่มีประสิทธิภาพ จะก่อให้เกิดความล่าช้าโดยใช่เหตุและจะเป็นการจูงใจให้ผู้ขับขี่ในทิศทางอื่นฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดง การพิจารณาช่วงเวลาไฟเขียวประกอบด้วย เวลาไฟเขียวน้อยที่สุดโดยพิจารณาจากการข้ามถนนของคนเดินเท้า และเวลาไฟเขียวประสิทธิผลซึ่งจะต้องไม่น้อยกว่าเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด หากไฟเขียวประสิทธิผลน้อยกว่าจะต้องใช้เวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุดในการกำหนดช่วงเวลาไฟเขียว การช่วงเวลาไฟเขียวมีรายละเอียดดังนี้

1) เวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด (Minimum Green time) ในการกำหนดช่วงเวลาไฟเขียวจะต้องคำนึงถึงการอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนพอเหมาะกับจำนวนของผู้ข้าม เพื่อให้คนข้ามถนนสามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย ความยาวของเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุดอาจยาวกว่าเวลาไฟเขียวที่ยวดยานต้องการผ่านทางแยก ดังนั้นเวลาไฟเขียวสำหรับทิศทางการจราจรของยวดยานในแนวเหนือใต้ต้องยาวไม่น้อยกว่าเวลาที่คนต้องการใช้ในการข้ามถนนในแนวออกตกและในทำนองเดียวกัน เวลาไฟเขียวสำหรับทิศทางการจราจรของยวดยานในแนวออกตกต้องยาวไม่น้อยกว่าเวลาที่คนต้องการใช้ในการข้ามถนนในแนวเหนือใต้ เวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด HCM 2000 กำหนดช่วงเวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุดสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.13 และ สมการที่ 3.14

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(2.70\frac{N_{ped}}{W_E}\right) \quad \text{; สำหรับ } W_E > 3.0 \text{ เมตร} \quad (3.13)$$

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(2.70 N_{ped}\right) \quad \text{; สำหรับ } W_E < 3.0 \text{ เมตร} \quad (3.14)$$

โดยที่

G_p คือ เวลาไฟเขียวที่น้อยที่สุด (วินาที)

L คือ ความยาวของทางข้าม (เมตร)

3.2 คือ ความเร็วเฉลี่ยของคนข้าม ปกติใช้ 1.2 เมตรต่อวินาที (สมมติให้เป็นตัวแทนของความเร็วเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 15)

W_E คือ ความกว้างประสิทธิผลของทางข้าม (เมตร)

N_{ped} คือ จำนวนคนข้ามในช่วงเวลาไฟสัญญาณนั้น

2) เวลาไฟเขียวประสิทธิผล จาก HCM 2000 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.15

$$g_i = \left(\frac{v}{s}\right)_i * \left(\frac{C}{X_i}\right) \quad (3.15)$$

โดยที่

g_i คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในจังหวะ i (วินาที)

$(v/s)_i$ คือ อัตราส่วนการไหลของกลุ่มช่องจราจรในจังหวะ i

C คือ ความยาวรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

X_i คือ อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของกลุ่มช่องจราจรในจังหวะ i (โดยทั่วไปใช้ 0.90)

เวลาไฟเขียวทั้งหมดจะต้องรวมถึง เวลาสูญเสีย (Lost time) เข้าไปด้วยเพื่อช่วยในการระบายรถได้เหมาะสมกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงจากการจราจร ซึ่ง เวลาสูญเสีย หมายถึง เวลาที่สูญเสียจากการเปลี่ยนจังหวะของสัญญาณไฟจราจรในแต่ละจังหวะ ซึ่งเมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนจากแดงเป็นเขียว ยวดยานที่จอดแถวคอยจะเริ่มขับออกเพื่อผ่านทางแยกตอนเริ่มต้นจะไม่คงที่ทำให้เกิดช่วงเวลาสูญเสียเริ่มต้น จนยวดยานเคลื่อนตัวไปจนมีอัตราการไหลที่คงที่ และเมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็นไฟเหลือง ยวดยานทั้งหมดจะลดความเร็วและจอดจะทำให้เกิดช่วงเวลาสูญเสียในช่วงท้าย ซึ่งสามารถอธิบายได้จากภาพที่ 3.8 เวลาสูญเสียทั้งหมดคำนวณได้จากสมการที่ 3.16

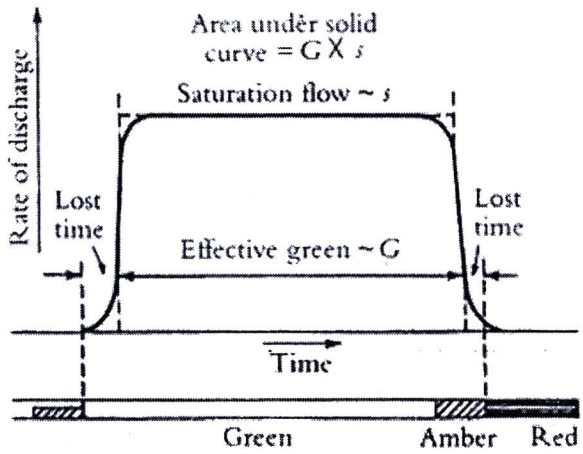
$$L = \sum_i^{\phi} l_i + R \quad (3.16)$$

โดยที่

L คือ เวลาสูญเสียทั้งหมดต่อรอบสัญญาณ (วินาที)

l_i คือ เวลาสูญเสียในจังหวะ i (วินาที)

R คือ เวลาไฟแดงทุกด้านทั้งหมดในหนึ่งรอบสัญญาณ (วินาที)



ภาพที่ 3.8 แผนภาพการไหลของการจราจรผ่านทางแยกซึ่งมีสัญญาณไฟจราจร (Garber and Hoel, 1997)

ดังนั้น การคำนวณช่วงเวลาของสัญญาณไฟเขียวจริงในหนึ่งรอบสัญญาณไฟจำเป็นจะต้องรวมเวลาสูญเสียในแต่ละจังหวะเข้าไปด้วย สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.17 และสัญญาณไฟเขียวจริงแต่ละจังหวะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.18

$$G_a = \sum_i (g + l - \tau)_i \qquad (3.17)$$

$$G_{ai} = g_i + l_i - \tau_i \qquad (3.18)$$

โดยที่

G_a คือ เวลาไฟเขียวจริงในหนึ่งรอบสัญญาณไฟ (วินาที)

G_{ai} คือ เวลาไฟเขียวจริงในจังหวะ i (วินาที)

g_i คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในจังหวะ i (วินาที)

l_i คือ เวลาสูญเสียในจังหวะ i (วินาที)

τ_i คือ ช่วงเวลาไฟเหลืองในจังหวะ i (วินาที)

เวลาสูญเสียแต่ละจังหวะสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.19

$$l_i = G_{ai} + \tau_i - g_i \qquad (3.19)$$

โดยที่

g_i คือ เวลาไฟเขียวประสิทธิผลในจังหวะ i (วินาที)

l_i คือ เวลาสูญเสียในจังหวะ i (วินาที)

τ_i คือ ช่วงเวลาไฟเหลืองในจังหวะ i (วินาที)

3.5 การออกแบบวงเวียน

มีส่วนประกอบการออกแบบพื้นฐานทางเรขาคณิตของวงเวียนได้แสดงดังภาพที่ 3.9 แต่ในตัวอย่างใช้การขับขี่ยวดยานทางขวา ดังนั้นหากพิจารณาในประเทศไทยจะต้องเปลี่ยนจากทางขวาเป็นซ้าย โดยส่วนประกอบมีดังนี้

1) Raised Central Island Diameter คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเกาะกลางวงเวียนซึ่งมีลักษณะนูนขึ้น มองเห็นได้ชัดเจนจากระยะไกล

2) Central Island Diameter คือ เส้นผ่านศูนย์กลางแท้ของเกาะกลางวงเวียนส่วนขอบมีลักษณะลาดลง ป้องกันรถที่ขับมากระแทกเกาะกลาง

3) Truck Apron คือ ส่วนที่มีพื้นลาดของเกาะกลางเพื่อป้องกันการกระแทกของรถที่เข้าสู่วงเวียน

4) Circulating Roadway Width คือ ระยะความกว้างของถนนภายในวงเวียน

5) Inscribed Circle Diameter คือ ความกว้างวงรอบภายนอกของวงเวียน

6) Yield Line คือ เส้นให้ทางก่อนเข้าสู่วงเวียน เพื่อให้รถในวงเวียนผ่านไปก่อน

7) Exit Curve คือ โค้งทางออกจากวงเวียน

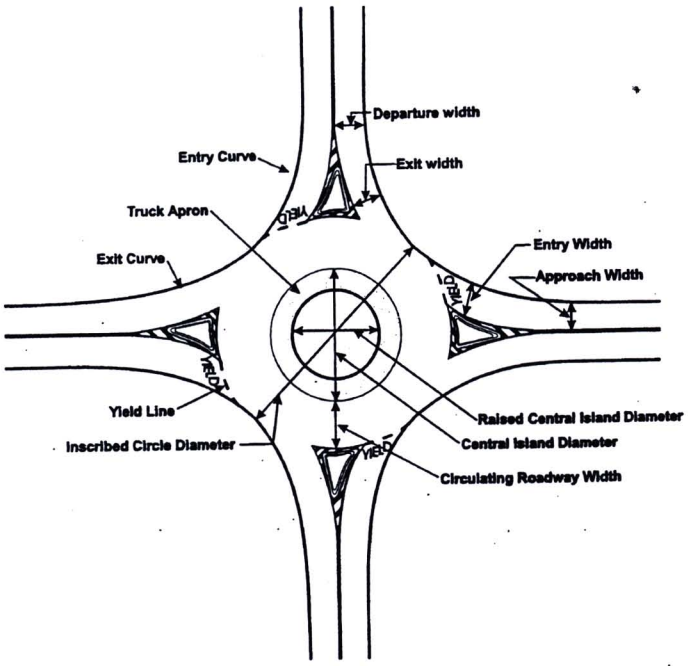
8) Entry Curve คือ โค้งทางเข้าวงเวียน

9) Departure width คือ ความกว้างของทางออกเมื่อออกจากวงเวียนไปแล้ว

10) Exit Width คือ ความกว้างทางออกวงเวียน

11) Entry Width คือ ความกว้างทาเข้าวงเวียน

12) Approach Width คือ ความกว้างของทางเข้าก่อนเข้าสู่วงเวียน



ภาพที่ 3.9 ส่วนประกอบพื้นฐานทางเรขาคณิตของวงเวียน (FLORIDA ROUNDABOUT GUIDE, 1996)

3.5.1 ข้อมูลอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียน (Entry Flow) การออกแบบวงเวียนเริ่มจากการหาอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียน นั้นหากมีรถบรรทุกเข้าสู่ทางแยกนั้นน้อยกว่าร้อยละ 5 ให้คิดเป็นดังรถยนต์ส่วนบุคคล แต่หากมีรถบรรทุกมากกว่าร้อยละ 5 ให้ปรับจำนวนรถบรรทุกที่มาในแต่ละทิศทางให้เป็นรถยนต์นั่งเทียบเท่าของรถยนต์ส่วนบุคคล (pcu) โดยสัมประสิทธิ์ปรับรถยนต์นั่งเทียบเท่าของรถยนต์ส่วนบุคคล หากเป็นรถบรรทุกเดี่ยว ให้ใช้ 2 pcu หากเป็นรถพ่วงให้ใช้ 3 pcu รถชนิดอื่น ๆ (จักรยานยนต์ จักรยาน อื่น ๆ) หากมีจำนวนน้อยไม่จำเป็นพิจารณาแต่หากมีผลกระทบต่อทางแยกโดยตรงก็จำเป็นในการวิเคราะห์

3.5.2 จำนวนช่องจราจรเข้าสู่วงเวียนและช่องการไหลภายในวงเวียน (Number of Entry and Circulating Lanes) เมื่อได้ข้อมูลอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียน (Entry Flow) แล้วนำข้อมูลดังกล่าวทำการคำนวณหาอัตราการไหลภายในวงเวียน (Circulating Flow) การคำนวณจะวิเคราะห์จากการไหลเมื่อติดตั้งวงเวียนและคำนวณตามทิศทางของรถที่วิ่งเข้าสู่วงเวียนจนออกจากวงเวียน หากทางแยกมีสี่ขาทิศทางการเคลื่อนที่สามารถทราบทิศทางได้จากภาพที่ 3.10 และการคำนวณอัตราการไหลภายในวงเวียนหาหาได้จากสมการที่ 3.20 จนถึง สมการที่ 3.23 เมื่อทำการคำนวณอัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนและภายในวงเวียนแล้ว นำข้อมูลไปพร็อตหาความสัมพันธ์เพื่อหาจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียนจากภาพที่ 3.11 โดยใช้การลากเส้นตั้งฉากจากจำนวนอัตราการไหลจนตัดกัน เมื่อตัดกันในส่วนใดแยกดังกล่าวควรมีจำนวนช่องจราจรตามที่จุดตัดนั้น

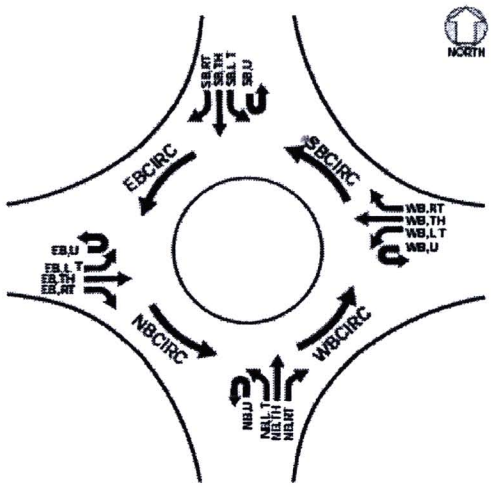
แบ่งเป็นสามส่วน คือ ส่วนที่ล่างสุดเป็นวงเวียนมีช่องจราจรภายใน 1ช่อง (Single Lane Roundabout) ส่วนกลาง วงเวียนช่องจราจรภายใน 2 ช่องจราจร (Two Lane Roundabout) และส่วนบนสุดคือ วงเวียนช่องจราจรภายใน 3 ช่องจราจร (Three Lane Roundabout) ในส่วนที่เป็นแถบสีดำระหว่างกลางนั้นสามารถเลือกใช้ช่องจราจรระหว่างแถบนั้นได้

$$V_{EB,crc} = V_{WB,LT} + V_{SB,LT} + V_{SB,TH} + V_{NB,U-turn} + V_{WB,U-Turn} + V_{SB,U-turn} \quad (3.20)$$

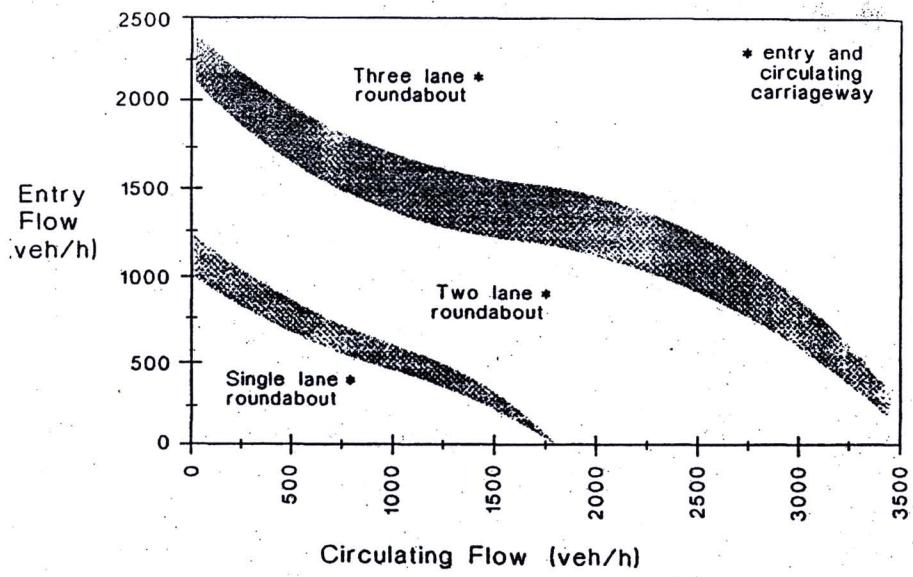
$$V_{WB,crc} = V_{EB,LT} + V_{NB,LT} + V_{NB,TH} + V_{SB,U-turn} + V_{EB,U-Turn} + V_{NB,U-turn} \quad (3.21)$$

$$V_{NB,crc} = V_{EB,LT} + V_{EB,TH} + V_{SB,LT} + V_{WB,U-turn} + V_{SB,U-Turn} + V_{EB,U-turn} \quad (3.22)$$

$$V_{SB,crc} = V_{WB,LT} + V_{WB,TH} + V_{NB,LT} + V_{EB,U-turn} + V_{NB,U-Turn} + V_{WB,U-turn} \quad (3.23)$$



ภาพที่ 3.10 ทิศทางการไหลของรถเมื่อเข้าสู่วงเวียนจนออกจากทางแยก (Federal Highway Administration, 2003)



ภาพที่ 3.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหลเข้าสู่วงเวียนและภายในวงเวียน

เนื่องจากประเทศไทยมีการขับขี่ช่องจราจรฝั่งซ้ายแต่จากสมการการคำนวณ คำนวณหาอัตราการไหลภายในวงเวียน (Circulating Flow) สมการที่ 3.20 ถึงสมการที่ 3.23 เป็นการขับเวียนทางช่องจราจรฝั่งขวา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับสมการเพื่อให้เหมาะสมในการคำนวณตามการเคลื่อนที่ของยวดยานในประเทศไทย ดังสมการที่ 3.24 จนถึง สมการที่ 3.27 ดังนี้

$$V_{EB,crc} = V_{WB,RT} + V_{NB,RT} + V_{NB,TH} + V_{NB,U-turn} + V_{WB,U-Turn} + V_{SB,U-turn} \quad (3.24)$$

$$V_{WB,crc} = V_{EB,RT} + V_{SB,RT} + V_{SB,TH} + V_{SB,U-turn} + V_{EB,U-Turn} + V_{NB,U-turn} \quad (3.25)$$

$$V_{NB,crc} = V_{SB,RT} + V_{WB,RH} + V_{WB,TH} + V_{WB,U-turn} + V_{SB,U-Turn} + V_{EB,U-turn} \quad (3.26)$$

$$V_{SB,crc} = V_{NB,RT} + V_{EB,RH} + V_{EB,TH} + V_{EB,U-turn} + V_{NB,U-Turn} + V_{WB,U-turn} \quad (3.27)$$

3.5.3 กำหนดขนาดทางเรขาคณิตของส่วนประกอบวงเวียน ส่วนประกอบย่อยต่าง ๆ ของวงเวียนสามารถเลือกขนาดออกแบบได้ตามพื้นที่ แต่ควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อไม่ทำให้เกิดความสับสนและเหมาะสมกับรถที่ผ่านแยกที่ติดตั้งวงเวียน จากหนังสือ Guide to Road Design จัดทำโดย AUSTROADS ได้แนะนำขนาดรัศมีน้อยสุดและพึงปรารถนาของเกาะกลางวงเวียน (Central island radius) ตามการออกแบบความเร็วของเส้นทางที่มุ่งเข้าสู่วงเวียนโดยแบ่งเป็นวงเวียนช่องจราจรภายใน 1 ช่องจราจร และ 2 ช่องจราจร ดังแสดงในตารางที่ 3.11 ดังนี้

ตารางที่ 3.11 รัศมีเกาะกลางวงเวียนที่เหมาะสมตามความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่วงเวียน

ความเร็วรถที่เข้าสู่วงเวียน (กม./ชม.)	รัศมีเกาะกลางวงเวียน 1 ช่องจราจร (ม.)		รัศมีเกาะกลางวงเวียน 2 ช่องจราจร (ม.)		ออกแบบโค้งทางเข้าเพื่อลดความเร็วก่อนเข้าสู่วงเวียน
	เหมาะสม	พึงปรารถนา	เหมาะสม	พึงปรารถนา	
≤ 40	5	10	8	12	ไม่จำเป็น
50	8	11	8	12	ไม่จำเป็น
60	10	12	14	16	ไม่จำเป็น
70	12	18	18	20	ไม่จำเป็น
80	14	22	20	24	ควรออกแบบ
≥ 90	14	22	20	24	จำเป็น

(AUSTROADS, 2000)

เมื่อกำหนดขนาดของวงเวียนได้แล้วต่อไปกำหนดขนาดส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงเวียน โดยความกว้างทางเข้าวงเวียน (Entry Widths) ออกแบบตามจำนวนช่องจราจรที่เข้าสู่วงเวียนและขนาดความกว้างถนนภายในวงเวียน (Circulating Widths) ออกแบบตามจำนวนช่องจราจรภายในวงเวียนโดยสามารถแนะนำขนาดเป็นช่วงความกว้างเพื่อเลือกใช้ในการออกแบบจากได้จากตารางที่ 3.12 หลังจากนั้นจะได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกวงเวียน (Inscribed diameter) โดยการนำขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเกาะกลางวงเวียนรวมกับกับความกว้างของถนนภายในวงเวียนหลังการออกแบบ

ตารางที่ 3.12 ขนาดความกว้างของทางเข้าและความกว้างถนนภายในวงเวียน

จำนวนช่องจราจร (ช่อง)	ความกว้างทางเข้าสู่วงเวียน (ม.)	ความกว้างถนนภายในวงเวียน (ม.)
1	≤ 6	≤ 10
2	6 - 10	10 - 15
3	≥ 10	≥ 15

หมายเหตุ: สำหรับการออกแบบความกว้างถนนภายในวงเวียนอยู่ระหว่าง 8 ถึง 10 เมตร และมีอัตราการไหลภายในวงเวียน (Circulating Flow) มากกว่า 1000 คัน/ชั่วโมง สามารถแบ่งช่องจราจรภายในออกเป็น 2 ช่องจราจรได้

3.5.4 ระยะมองเห็นที่เพียงพอ (Sight Distance) เมื่อยวดยานวิ่งเข้าสู่วงเวียนควรมีป้ายให้ทางเตือนให้รถที่วิ่งได้ชะลอความเร็ว อีกทั้งสามารถมองเห็นวงเวียนได้ในระยะที่พอเหมาะและระยะหยุดที่เพียงพอ (Stopping Distance) ตามความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่วงเวียนก่อนถึงเส้นให้ทาง (Yield Line) สามารถกำหนดได้ดังตารางที่ 3.13 ได้แนะนำระยะหยุดที่น้อยที่สุดตามความเร็วของรถที่วิ่งเข้าสู่ทางแยกที่ควบคุมโดยวงเวียน

ตารางที่ 3.13 ระยะหยุดที่น้อยที่สุดก่อนเข้าสู่วงเวียน

ความเร็วเข้าสู่วงเวียน (กม./ชม.)	ระยะหยุดที่น้อยที่สุด (ม.)
40	30
50	40
60	55
70	70
80	105
90	130
100	160

3.6 ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS)

จันทรัตน์ กิ่งแสง (2553) กล่าวใน บทที่ 10 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ว่าระบบ DSS ระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) เป็นซอฟแวร์ที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน ภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน นอกจากนั้น DSS ยังเป็นการประสานการทำงานระหว่างบุคลากรกับเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ โดยเป็นการกระทำโต้ตอบกัน เพื่อแก้ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้าง และอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นถึง สิ้นสุดขั้นตอนหรืออาจกล่าวได้ว่า DSS เป็นระบบที่โต้ตอบกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อหาคำตอบที่ ง่าย สะดวก รวดเร็ว จากปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน ดังนั้นระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ จึงประกอบด้วยชุดเครื่องมือ ข้อมูล ตัวแบบ (Model) และทรัพยากรอื่นๆ ที่ผู้ใช้หรือนักวิเคราะห์นำมาใช้ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหา ดังนั้นหลักการของ DSS จึงเป็นการให้เครื่องมือที่จำเป็นแก่ผู้บริหารในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีรูปแบบที่ซับซ้อน แต่มีวิธีการปฏิบัติที่ยืดหยุ่น DSS จึงถูกออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ไม่เพียงแต่การตอบสนองในเรื่องความต้องการของข้อมูลเท่านั้น

ส่วนประกอบของระบบสนับสนุนการ ตัดสินใจ (Component of DSS) ส่วนประกอบเบื้องต้นของ DSS เป็นการเชื่อมระหว่างฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และข้อมูลที่จำเป็นที่จะต้องใช้ใน

การตัดสินใจของผู้จัดการหรือผู้ใช้ พิจารณาดังภาพที่ 3.12 สามารถอธิบายโดยละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) อุปกรณ์ (Hardware) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการโต้ตอบ โดยปกติจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Microcomputer) หรือคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) ซึ่งอยู่ในรูปเอกเทศ (Stand-alone) หรือเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่โดยผ่านสาย โทรศัพท์ เพื่อติดต่อกับซอฟต์แวร์ของ DSS ตัวแบบ (Model) และแหล่งข้อมูล การโต้ตอบบนหน้าจอ (Interactive display terminal) สามารถที่จะใช้โดยผ่านเครื่อง คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นส่วนประกอบแรกและเป็นโครงสร้างพื้นฐานของ DSS โดยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยกันคือ

1.1) อุปกรณ์ประมวลผล ประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งในสมัยเริ่มแรกจะใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Mainframe) หรือมินิคอมพิวเตอร์ (Mini Computer) ในสำนักงานเป็นหลักแต่ในปัจจุบันองค์การส่วนมากหันมาใช้ระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) แทนเนื่องจากมีราคาถูก มีประสิทธิภาพดี และสะดวกต่อการใช้งาน ตลอดจนผู้ใช้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในงานสารสนเทศสูงขึ้น โดยเฉพาะผู้บริหารรุ่นใหม่ที่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ สามารถที่จะพัฒนา DSS ขึ้นบนคอมพิวเตอร์ส่วน บุคคลโดยใช้ชุดคำสั่งประเภทฐานข้อมูล และ Spread Sheet ประกอบ

1.2) อุปกรณ์สื่อสาร ประกอบด้วยระบบสื่อสารต่างๆ เช่น ระบบเครือข่ายเฉพาะพื้นที่(LAN) ได้ถูกนำเข้ามาประยุกต์ เพื่อทำการสื่อสารข้อมูลและสารสนเทศของ DSS โดยในบางครั้งอาจจะใช้การประชุมโดยอาศัยสื่อวีดีโอ (Video Conference) หรือการประชุมทางไกล (Teleconference) ประกอบ เนื่องจากผู้มีหน้าที่ตัดสินใจอาจอยู่กันคนละพื้นที่

1.3) อุปกรณ์แสดงผล DSS ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีอุปกรณ์แสดงผลเช่น จอภาพที่มีความละเอียดสูง เครื่องพิมพ์อย่างดี และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เพื่อช่วยถ่ายทอดข้อมูลสารสนเทศตลอดจนสร้างความเข้าใจในสารสนเทศให้แก่ผู้ใช้ และช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ

2) ระบบการทำงาน มีนักวิชาการหลายท่านให้ความเห็นว่า ระบบการทำงานเป็นส่วนประกอบหลักของ DSS เพราะถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญในการที่จะทำให้ DSS ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งระบบการทำงานจะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ

2.1) ฐานข้อมูล (Database) DSS จะไม่มีหน้าที่สร้าง ค้นหา หรือปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลขององค์การ เนื่องจากระบบข้อมูลขององค์การเป็นระบบขนาดใหญ่มีข้อมูลหลากหลายและเกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายประเภท แต่ DSS จะมีฐานข้อมูลของตัวเอง ซึ่งจะมีหน้าที่รวบรวมข้อมูลที่สำคัญจากอดีตถึงปัจจุบันและนำมาจัดเก็บ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บไว้อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน และแน่นอน เพื่อรอการนำไปประมวลผลประกอบการตัดสินใจ

ขณะเดียวกัน DSS อาจจะต่อเชื่อมกับระบบฐานข้อมูลขององค์การ เพื่อดึงข้อมูลสำคัญบางประเภทมาใช้งาน

2.2) ฐานแบบจำลอง (Model Base) มีหน้าที่รวบรวมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองในการวิเคราะห์ปัญหาที่สำคัญ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ปกติ DSS จะถูกพัฒนาขึ้นมาตามจุดประสงค์เฉพาะอย่าง ดังนั้น DSS จะประกอบด้วยแบบจำลองที่ต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้

2.3) ระบบชุดคำสั่งของ DSS (DSS Software System) ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ (Software) ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Software package) ที่ใช้ในการพัฒนาและรักษา (Maintain) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ มักจะถูกเรียกว่า ตัวสร้าง DSS (DSS Generators) ซึ่งรูปแบบนี้จะประกอบด้วยหลายส่วน (Modules) สำหรับฐานข้อมูล ตัวแบบ และการจัดการโต้ตอบ ส่วนการจัดการฐานข้อมูล (Database management module) ใช้ในการสร้าง รักษา และสอบถาม (Query) ฐานข้อมูลของ DSS เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูลและฐานแบบจำลอง โดยระบบชุดคำสั่งของ DSS จะมีหน้าที่จัดการ ควบคุมการพัฒนา จัดเก็บ และเรียกใช้แบบจำลองต่างๆ โดยระบบชุดคำสั่ง ของ DSS จะมีหน้าที่จัดการควบคุมการพัฒนา จัดเก็บ และเรียกใช้แบบจำลองต่างๆเพื่อนำมาประมวลผลกับข้อมูลจากฐานข้อมูล นอกจากนี้ระบบชุดคำสั่งยังมีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือผู้ใช้ในการโต้ตอบกับ DSS โดยที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนคือ 1) ผู้ใช้ 2) ฐานแบบจำลอง และ 3) ฐานข้อมูล

3) ข้อมูล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนของ DSS ไม่ว่า DSS จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัย และได้รับการออกแบบการทำงานให้สอดคล้องกันและเหมาะสมกับการใช้งานมากเพียงใด ถ้าข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผลไม่มีคุณภาพเพียงพอแล้วก็จะไม่สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งยังอาจจะสร้างปัญหา หรือความผิดพลาดในการตัดสินใจขึ้นได้ ข้อมูลที่จะนำมาใช้กับ DSS จะแตกต่างจากข้อมูลในระบบสารสนเทศอื่น โดยที่ข้อมูล DSS ที่เหมาะสม สมควรที่จะมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

3.1) มีปริมาณพอเหมาะแก่การนำไปใช้งาน

3.2) มีความถูกต้องและทันสมัยในระดับที่เหมาะสมกับความต้องการ

3.3) สามารถนำมาใช้ได้สะดวก รวดเร็ว และครบถ้วน

3.4) มีความยืดหยุ่นและสามารถนำมาจัดรูปแบบ เพื่อการวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม

4) บุคลากร เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เนื่องจากบุคคลจะเกี่ยวข้องกับ DSS ตั้งแต่ การกำหนดเป้าหมายและความต้องการ การพัฒนาออกแบบ และการใช้ DSS ซึ่งสามารถแบ่งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับ DSS ออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

4.1) ผู้ใช้ (End-user) เป็นผู้ใช้งานโดยตรงของ DSS ได้แก่ ผู้บริหารในระดับต่าง ๆ ตลอดจนนักวิเคราะห์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านธุรกิจที่ต้องการข้อมูลสำหรับประกอบการตัดสินใจในปัญหาที่เกิดขึ้น

4.2) ผู้สนับสนุน DSS (DSS Supports) ได้แก่ ผู้ควบคุมดูแลรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้จัดการข้อมูลและที่ปรึกษาเกี่ยวกับระบบ เพื่อให้ DSS มีความสมบูรณ์ และสามารถดำเนินงานอย่างเต็มประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้ เราจะเห็นว่าหัวใจสำคัญของ DSS ที่ดีจำเป็นที่จะต้องมีบุคลากรที่มีความสามารถ เหมาะสมที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามความต้องการขององค์การได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล คุณสมบัติของ DSS พัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบัน ทำให้ DSS สามารถช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลที่จำเป็น แบบจำลองในการตัดสินใจที่สำคัญ และชุดคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งานรวมเข้าเป็นระบบเดียว เพื่อสะดวกต่อในการใช้งานของผู้ใช้ โดยที่ DSS ที่เหมาะสมควรมีคุณลักษณะ ดังนี้

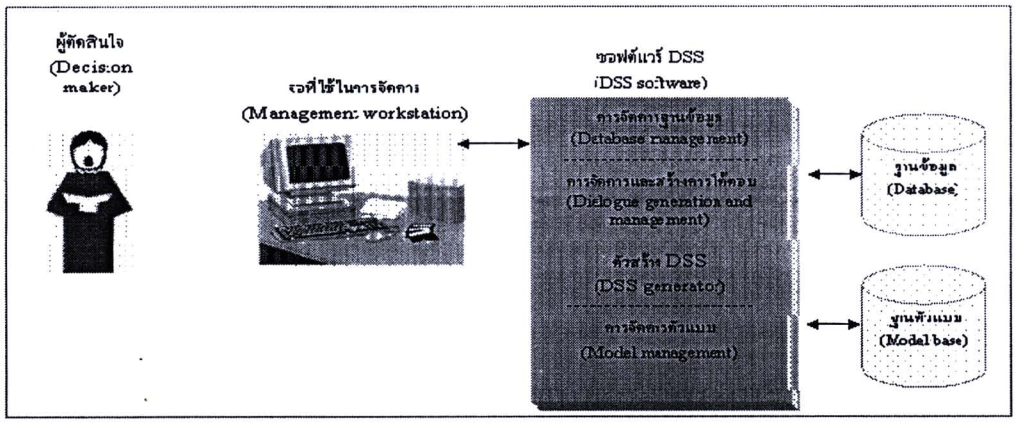
1) ง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้อาจมีทักษะทางสารสนเทศที่จำกัด ตลอดจนความเร่งด่วนในการใช้งานและความต้องการของปัญหา ทำให้ DSS ต้องมีความสะดวกต่อผู้ใช้

2) สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยที่ DSS ที่ดีต้องสามารถสื่อสารกับผู้ใช้อย่างฉับพลัน โดยตอบสนองความต้องการและโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ทันเวลา โดยเฉพาะในสถานการณ์ปัจจุบัน ที่ต้องการความรวดเร็วในการแก้ปัญหา

3) มีข้อมูล และแบบจำลองสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจที่เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะของปัญหา

4) สนับสนุนการตัดสินใจแบบกึ่งโครงสร้าง และไม่มีโครงสร้าง ซึ่งแตกต่างจากระบบสารสนเทศสำหรับปฏิบัติ งานที่จัดการข้อมูลสำหรับงานประจำวันเท่านั้น

5) มีความยืดหยุ่นที่จะสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้ใช้ เนื่องจากลักษณะของปัญหาที่มีความไม่แน่นอน และเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ นอกจากนี้ผู้จัดการจะเผชิญหน้ากับปัญหา ที่มีความไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงทางสถานการณ์ นอกจากนี้ผู้จัดการจะเผชิญกับปัญหาในหลายลักษณะจึงต้องการระบบสารสนเทศที่ช่วยจัดรูปข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการตัดสินใจคุณสมบัติของ DSS สร้างความเป็นเอกลักษณ์ในการทำงานของระบบ ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของธุรกิจ ปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากหลายองค์การสนับสนุนให้มีการพัฒนาหรือซื้อระบบสารสนเทศที่ช่วยให้การตัดสินใจของผู้บริหารมีประสิทธิภาพขึ้น



ภาพที่ 3.12 แสดงส่วนประกอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Component of a DSS) (Parker and Case, 1993)

จะเห็นว่าส่วนประกอบของ DSS ซึ่งเป็นระบบสนับสนุน การตัดสินใจประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และข้อมูลโดยเริ่มจากผู้ที่ทำการตัดสินใจ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านจอภาพ มีการติดต่อกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ช่วยในการตัดสินใจ ซอฟต์แวร์ดังกล่าวประกอบด้วย การจัดการฐานข้อมูล การจัดการและสร้างการโต้ตอบตัวสร้าง DSS และการจัดการตัวแบบ ซึ่งการทำงานของซอฟต์แวร์จะต้องอาศัยฐานข้อมูล และฐานตัวแบบในการทำงานร่วมกัน ดังนั้น การนำระบบ DSS มาพัฒนาเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ในสิ่งที่มีความซับซ้อนให้มีความสะดวกสบายในการตัดสินใจมากยิ่งขึ้น โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การประมวลผลที่มีองค์ความรู้จากผู้ช่วยชาญเป็นฐานข้อมูลการวิเคราะห์และสื่อสารกับผู้ใช้ จะทำให้การวิเคราะห์มีความสะดวกและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น