บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ประวัติและความเป็นมาของการใช้วงเวียน

De Aragao (1992) ได้รายงานว่า วงเวียนแห่งแรกได้เกิดขึ้นที่ประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1877 โดยสถาปนิกชาวฝรั่งเศสชื่อ Eugene Henard และในช่วงเวลาเดียวกัน สถาปนิกชาวอเมริกันชื่อ William Eno ได้นำเสนอรูปแบบของการใช้วงเวียนขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับจัดการจราจรในเมืองนิวยอร์ค

หลังจากที่กฎ "Yield-at-entry" ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยอังกฤษและฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 และ 1983 ตามลำดับ วงเวียนก็ได้รับความสนใจและเกิดงานวิจัยตามมา เพราะความง่ายต่อการออกแบบและการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความปลอดภัย

จากความสำเร็จในด้านความปลอดภัยและความจุของการใช้วงเวียน ทำให้วงเวียนได้รับความนิยมและได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อใดที่ปริมาณการจราจรเพิ่มสูงขึ้นมาก จะทำให้ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ลดน้อยลงจนถึงขั้นติดขัด ซึ่งอาจจะต้องทำการปรับปรุงทางแยกให้มีความเหมาะสมต่อไป

Bovy (1992) ได้รายงานว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 – 1990 ในช่วง 6 ปีหลัง จำนวนวงเวียนในประเทศเนเธอร์แลนด์ได้เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 400 แห่ง เนื่องจากเหตุผลของการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ การลดความเร็วเมื่อผ่านวงเวียน เพิ่มความปลอดภัยให้คนเดินเท้า จำกัดการใช้สัญญาณไฟจราจร ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการตรวจจับ และมีปริมาณความจุรถยนต์มากกว่า 2,000 คัน ใน 1 ชั่วโมง ต่อ 1ช่องจราจร

Dagersten (1992) ได้ระบุในงานวิทยานิพนธ์ว่า ในปี ค.ศ. 1985 นอรเวย์ได้ติดตั้งป้ายชลอความเร็วที่ทางเข้าวงเวียนทุกวงเวียน ทำให้สภาพการจราจรดีขึ้นและลดจำนวนอุบัติเหตุได้

Giaever (1992) ได้รายงานว่า ก่อนปี ค.ศ. 1980 นอรเวย์ มีวงเวียนเพียง 15 แห่ง ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 จำนวนวงเวียนเพิ่มขึ้นเป็น 350 แห่ง และในปี ค.ศ. 1992 จำนวนวงเวียนได้เพิ่มเป็น 500 แห่ง (8,000 คน ต่อ วงเวียน 1 แห่ง)

ในปี ค.ศ. 1987 วงเวียนมากกว่า 500 แห่งได้ถูกก่อสร้างขึ้นในเมืองบริเธนี และเมืองข้างเคียงทางตะวันตกของฝรั่งเศส หลังจากนั้นการใช้วงเวียนก็ได้รับความนิยมจากทุกเมืองในฝรั่งเศส ทั้งที่ก่อสร้างใหม่และเปลี่ยนรูปแบบจากสัญญาณไฟเป็นวงเวียน ในปี ค.ศ. 1991 อัตราการเพิ่มของวงเวียนเท่ากับ 1,000 แห่งต่อปี

Nunes da Silva (1992) ได้รายงานว่า วงเวียนในโปตุเกสได้ถูกออกแบบโดยนักวางผังเมืองและสถาปนิกซึ่งไม่ได้คำนึงถึงปริมาณความจุที่วงเวียนจะรองรับได้ซึ่งคล้ายกับประเทศฝรั่งเศสซึ่งออกแบบโดยใช้แนวคิดของ Henard

วงเวียนสมัยเก่าจำนวนมากในเมืองลิสบอนได้เผชิญกับสภาพการจราจรที่ติดขัดอย่างมากเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจรที่รวดเร็ว จนต้องติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเพื่อแก้ไขปัญหา แต่สำหรับเมืองขนาดเล็กและขนาดกลาง วงเวียนสมัยใหม่ประสบความสำเร็จอย่างมาก

ออสเตรเลียเป็นประเทศที่มีการใช้วงเวียนสำหรับควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและได้มีการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีเอกสารงานวิชาการและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้งานอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ

สำหรับประเทศไทย พบว่าในจดหมายเหตุการอนุรักษ์กรุงรัตนโกสินทร์ของกรมศิลปากรระบุว่า มีการก่อสร้างวงเวียนตั้งแต่ปี พ.ศ.2460 และได้ใช้พื้นที่ในวงเวียนเพื่อก่อสร้างเป็นหอนาฬิกาหรืออนุสาวรีย์ ซึ่งสามารถพบเห็นได้แทบทุกจังหวัดอย่างน้อยจังหวัดละ 1 แห่ง รวมถึงกรุงเทพมหานครที่มีวงเวียนทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่หลายแห่ง รูปแบบโดยทั่วไปของวงเวียนมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกมากกว่า 60 เมตร บางแห่งไม่มีเกาะกลางสำหรับแบ่งช่องจราจร บางแห่งไม่มีการควบคุมให้ผู้ขับขี่ต้องหักพวงมาลัยเพื่อเลี้ยวโค้งเมื่อเข้าสู่วงเวียน

หลังจากปี พ.ศ. 2510 วงเวียนบางแห่งก็ถูกเปลี่ยนเป็นทางแยกที่ใช้สัญญาณไฟ และบางแห่งก็ถูกติดตั้งสัญญาณไฟ เนื่องจากปริมาณการจราจรที่เพิ่มอย่างรวดเร็วจนเกินกว่าความจุที่จะรองรับได้จึงทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้การใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกในประเทศไทยขาดการยอมรับและความเชื่อมั่นจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้ปริมาณวงเวียนที่เคยมีอยู่เดิมลดน้อยลงเรื่อยๆ ทั้งๆที่ปริมาณความจุยังมีอยู่เพียงพอและสภาพการจราจรก็อยู่ในระดับดี

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าได้มีการใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกในหลายๆประเทศและประสบความสำเร็จอย่างน่าพอใจซึ่งตรงข้ามกับประเทศไทย อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ประเภททางแยกอย่างเหมะสมจะช่วยให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อส่วนรวม ดังนั้นการศึกษาการใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกจึงเป็นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะและสภาพการใช้งานที่แท้จริงเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

2.2 ความปลอดภัย

Maryland State Highway Administration (2001) รายงานว่า รัฐแมรี่แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา มีวงเวียนมากกว่า 25 แห่ง ซึ่งมี 8 แห่งที่ถูกก่อสร้าง เป็นวงเวียน 1 ช่องจราจร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 50 เมตร หรือน้อยกว่า ปริมาณจราจร 3,700 – 21,000 คัน/วัน ได้เก็บข้อมูล "ก่อนและหลัง" (before & After)ระหว่างปี ค.ศ. 1993 – 1998 มากกว่า 1 ปี ซึ่งผลที่ได้คือ อุบัติเหตุในช่วงหลังลดลงกว่าช่วงก่อน 64% คือจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยในช่วงก่อนก่อสร้าง คือ 5 ครั้ง/ปี และ 1.8 ครั้ง/ปี สำหรับช่วงหลัง อัตราการบาดเจ็บลดลง 83% คือจาก 3 ครั้ง/ปี เป็น 0.5 ครั้ง/ปี

สำหรับวงเวียน 2 ช่องจราจรมีอยู่ 3 แห่ง แต่มีเพียงวงเวียน Towson ที่มีข้อมูลมากกว่า 1 ปี Towson เป็นวงเวียนที่อยู่ในบริเวณย่านชุมชน ซึ่งแทนที่ทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟ 2 แห่ง การออกแบบได้ออกแบบเป็นรูปวงรีมีเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก 40 เมตร ถึง 80 เมตร มีแขน 5 แขน ปริมาณจราจร 50,000 คัน/วัน ข้อมูลอุบัติเหตุก่อนและหลัง เฉพาะทรัพย์สินเสียหายเพิ่มขึ้น คือช่วงก่อน 26 ครั้ง/ปี และช่วงหลัง 10 ครั้ง/ปี แต่สำหรับอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บลดลงคือ ช่วงก่อน 4.2 ครั้ง/ปี และช่วงหลัง 1.5 ครั้ง/ปี ไม่มีอุบัติเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต ระดับการให้บริการดีขึ้นคือ ในช่วงเช้าเปลี่ยนจากระดับ B เป็น A และช่วงเย็นเปลี่ยนจากระดับ E เป็น B และความล่าช้าลดลง 70 % ช่วงเย็นลดลง 58% การวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุรวมก่อนและหลังเป็นดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุ "ก่อนและหลัง"

	อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (ครั้ง/ล้านคัน)	อัตราการบาดเจ็บ (ครั้ง/ล้านคัน)
ช่วงก่อน	1.53	0.97
ช่วงหลัง	0.48	0.11

ที่มา : http://www.ksu.edu/roundabout/news/MarylandRoundaboutsafetyExperience.html/

จากผลการลดลงของอุบัติเหตุและสภาพการจราจรที่ดีขึ้น รัฐแมรี่แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา พอใจที่จะขยายการใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกและประเมินค่าความปลอดภัยต่อไป

Ourston and Bared (1995) ได้รายงานว่า "Modern Roundabout" แห่งแรกของอเมริกาได้ถูกสร้างขึ้นในช่วงฤดูใบไม้ผลิของปี ค.ศ. 1990 ที่เมืองเมอร์ลิน ด้านทิศตะวันตกของ ลาสเวกัส วงเวียนทางด้านเหนือซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 61 เมตรและได้ถูกออกแบบให้รองรับ

ปริมาณการจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน 3,000 คัน/ชม. ปัจจุบันต้องรองรับปริมาณการจราจรประมาณ 7,000 คัน/ชม. (ชั่วโมงเร่งด่วน)

วงเวียนทางด้านใต้มีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 91.5 เมตรและได้ถูกออกแบบให้รองรับปริมาณการจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน 6,000 คัน/ชม. ปัจจุบันต้องรองรับปริมาณการจราจรประมาณ 11,000 คัน/ชม. (ชั่วโมงเร่งด่วน) ทั้งสองวงเวียนนี้มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 – 1995 เพียง 4 ครั้งเท่านั้น

Myers (1995) ได้รายงานว่าเมืองซานตาบาบารา รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1992 ได้นำวงเวียนมาใช้กับทางแยก 5 ขา ถนน 2 ช่องจราจร และใช้การควบคุมด้วยป้ายหยุด ทางแยกแบบเก่าเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 4 ครั้งต่อปี แต่หลังจากเปลี่ยนเป็นวงเวียนอุบัติเหตุเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 2.1 ครั้งต่อปี (5 ครั้ง / 28 เดือน)

Myess (1995) ได้รายงานว่าที่เมืองลิสบอน รัฐแมรี่แลนด์ ได้ก่อสร้างวงเวียนเพื่อควบคุมทางแยก 4 ขา ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 1993 ก่อนการใช้วงเวียนได้เกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 8 ครั้ง ต่อปี และมีคนเจ็บ 8 คนต่อปี หลังจากที่ใช้วงเวียนมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 2 ครั้ง ในช่วง 3 เดือนแรก และมีผู้บาดเจ็บ 2 คน หลักจาก 21 เดือน ไม่ได้รับรายงานการเกิดอุบัติเหตุอีกเลย

Shoon and Minnen (1994) ได้รายงานว่าที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ สามารถลดจำนวนผู้โดยสารที่บาดเจ็บจากอุบัติเหตุได้ 95 % เมื่อใช้วงเวียนควบคุมทางแยก

Brenac (1992) ได้รายงานว่า วงเวียนในประเทศฝรั่งเศสได้ถูกสร้างขึ้นในย่านชุมชนและบริเวณใกล้เคียงเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงบริเวณที่พักด้วย โดยทั่วไปแล้วความปลอดภัยของวงเวียนจะสูงมากยกเว้นวงเวียนที่มีขนาดใหญ่และมีทางเข้ากว้าง หรือมีการใช้รถจักรยานเข้ามาเกี่ยวข้อง อัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณวงเวียนของถนนชนบทจะน้อยกว่าทางแยกที่ควบคุมด้วยป้ายหยุดหรือป้ายชลอความเร็ว อัตราการบาดเจ็บโดยเฉลี่ยเนื่องจากอุบัติเหตุบริเวณทางแยกเท่ากับ 12 ครั้งต่อจำนวนรถ 100 ล้านคันที่เข้าสู่ทางแยก ซึ่งมากกว่าวงเวียนประมาณ 3 เท่า นั่นคือวงเวียนจะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 4 ครั้งต่อจำนวนรถ 100 ล้านคัน ที่เข้าสู่ทางแยก

Brilon and Stuwe (1992) ได้รายงานว่า วงเวียนในเยอรมันจำนวนมากที่มี 1 ช่องจราจร และ 2 ช่องจราจร ได้ถูกสร้างขึ้นจำนวนมากเมื่อเร็ว ๆ นี้ แต่วงเวียนรูปแบบเก่าที่มีขนาดใหญ่ก็ยังคงมีอยู่ ได้มีการเปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อจำนวนรถ 1 ล้านคัน ของวงเวียน 14 แห่ง และทางแยกที่ไม่ใช้วงเวียน 14 แห่ง ที่ใกล้กับบริเวณวงเวียน ดังนี้

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกต่าง ๆ ในประเทศเยอรมัน

วงเวียนรูปแบบเก่า (ครั้ง/ล้านคัน)	ทางแยกติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (ครั้ง/ล้านคัน)	วงเวียนขนาดเล็ก (ครั้ง/ล้านคัน)
6.58	3.35	1.24

ที่มา : Ourston, Leif, autumn. 1995. "Roundabouts: A Direct Way to Safer Highways ". Public Roads . USA. : P 41-49.

Giaever (1992) ได้รายงานว่า ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุเทียบกับจำนวน 100 ล้านคัน ของวงเวียน 59 แห่ง และทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟ 124 แห่ง ในประเทศนอร์เวย์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 – 1988 ดังนี้

ตาราง 2.3 เปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุระหว่างวงเวียนกับทางแยกติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

จำนวนขาของทางแยก	วงเวียน (คัน/หนึ่งร้อยล้านคัน)	ทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร (คัน/หนึ่งร้อยล้านคัน)
3	3	5
4	5	10

ที่มา : Giaever, T.. 1992. "Application, Design, and Safety of Roundabouts in Norway ". Actes du Seminaire "Giratories 92". Norway.

นอกเหนือจากประโยชน์ที่ได้รับในด้านความปลอดภัยก็ยังมีการลดความเร็วการใช้วงเวียนแสดงการแบ่งแยกพื้นที่ ย่านชุมชน หรือประเภทของถนน และการเพิ่มความจุ

Maycock and Hall (1984) ได้รายงานว่า วงเวียนขนาดเล็กในอังกฤษ โดยทั่วไปถนนเข้าสู่วงเวียนจะมี 2 – 3 ช่องจราจร ถึงแม้ว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกาะกลางวงเวียนจะน้อยกว่า 4 เมตร และได้ชี้ให้เห็นว่าวงเวียนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะปลอดภัยมากขึ้น แต่ Ourston and Bared (1995) ได้รายงานว่า ในยุโรปได้มีการใช้วงเวียนขนาดเล็กที่มี 1 ช่องจราจร เป็นส่วนใหญ่และอัตราการเกิดอุบัติเหตุก็น้อยกว่าวงเวียนขนาดใหญ่

Maycock and Hall (1984) ได้เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์ของเพื่อทำนายจำนวนอุบัติเหตุในวงเวียน ดังนี้

$$A = kQ^{a} \exp\left(c_1 G_1 + c_2 G_2 + c_3 G_3 + \ldots\right)$$

หรือ

$$A = kQ_e^{a} Q_c^{b} \exp\left(c_1 G_1 + c_2 G_2 + c_3 G_3 + \ldots\right)$$

เมื่อ A = จำนวนอุบัติเหตุในแต่ละขาต่อปี (ครั้ง)

Q = ปริมาณจราจร (ADT) (คัน/วัน)

Q_e = ปริมาณจราจรเข้าสู่วงเวียน (ADT) (คัน/วัน)

Q_c = ปริมาณจราจรที่เคลื่อนที่ในวงเวียน (ADT) (คัน/วัน)

k, a, b, c_i = ค่าสัมประสิทธิ์

G_i = ค่าตัวแปรของลักษณะทางเรขาคณิต

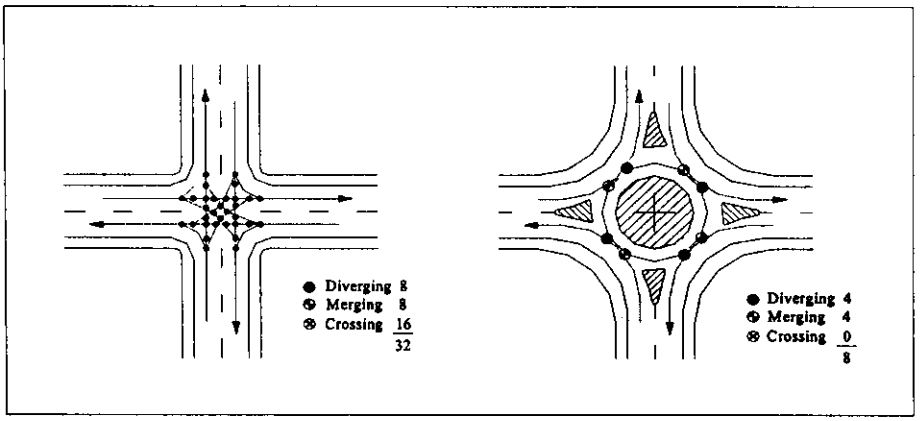
2.3 หลักการทำงานของวงเวียน

วงเวียนเป็นรูปแบบหนึ่งของทางแยกที่ไม่ใช้สัญญาณไฟจราจร แต่ใช้ลักษณะทางเรขาคณิตของถนน เพื่อการบังคับให้ผู้ขับขี่ ต้องชลอความเร็ว ก่อนเข้าสู่วงเวียน และต้องเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งเพื่อผ่านวงเวียน ซึ่งทำให้ผู้ขับขี่ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการขับขี่ และต้องรอจังหวะ หรือช่องว่างที่เหมาะสม ที่จะให้ผู้ขับขี่เร่งความเร็วเข้าไปแทรกในกระแสการจราจรในวงเวียนอย่างปลอดภัย แล้วใช้ความเร็วที่เหมาะสม เคลื่อนที่ตามกระแสการจราจร จนถึงทิศทางที่ต้องการจึงเร่งความเร็วเคลื่อนที่ออกจากวงเวียน กฎหลักสำหรับการใช้วงเวียนคือ ผู้ขับขี่ที่ต้องการเข้าสู่วงเวียน ต้องชลอความเร็ว หรือหยุดให้รถในวงเวียน ไปก่อน

ประโยชน์ที่สำคัญของการใช้วงเวียนเพื่อการควบคุมทางแยก คือ ความปลอดภัย ความล่าช้าต่ำกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร และสามารถรองรับปริมาณจราจรได้อย่างเหมาะสม

หลักการสำคัญที่ช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในวงเวียน คือ

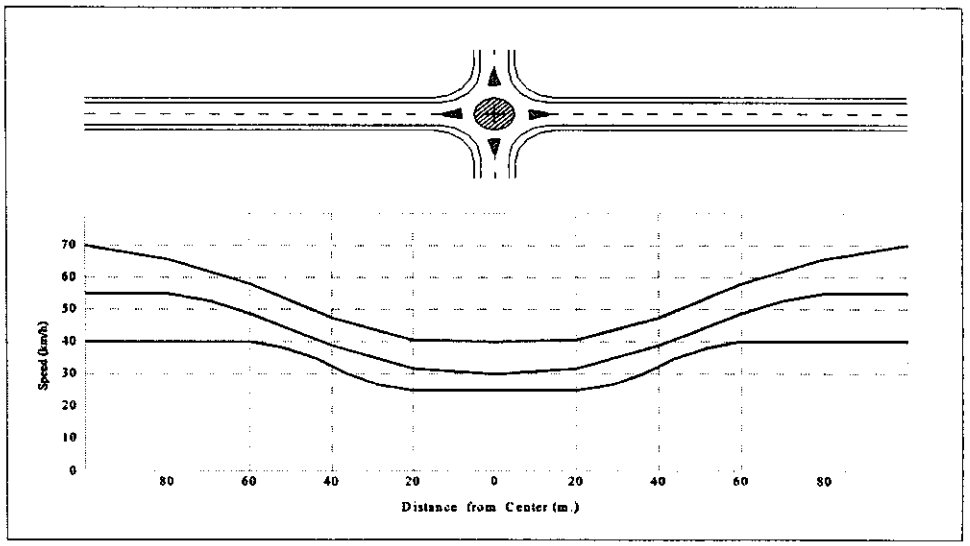
- จำนวนจุดขัดแย้ง (Conflict) จากการเปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้ง ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ไปยังทิศทางต่างๆ ในทางแยก ขนาด 1 ช่องจราจรกับวงเวียนขนาด 1 ช่องจราจร พบว่าทางแยกมีจุดขัดแย้ง ของการเคลื่อนที่ 32 จุด แต่วงเวียนมีจุดขัดแย้งของการเคลื่อนที่เพียง 8 จุด ดังภาพประกอบ 2.1



ภาพประกอบ 2.1 เปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้งระหว่างสี่แยก กับวงเวียน

ที่มา: Robinson, B. W.. 2000. Roundabouts: An Informational Guide. FHWA-RD-00-067. : p.106. Exhibit 5-2.

- ความเร็ว (Speed) จากการเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง ตามสภาพของลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียน ทำให้ผู้ขับขี่ต้องระมัดระวัง และลดความเร็วลง ดังภาพประกอบ 2.2

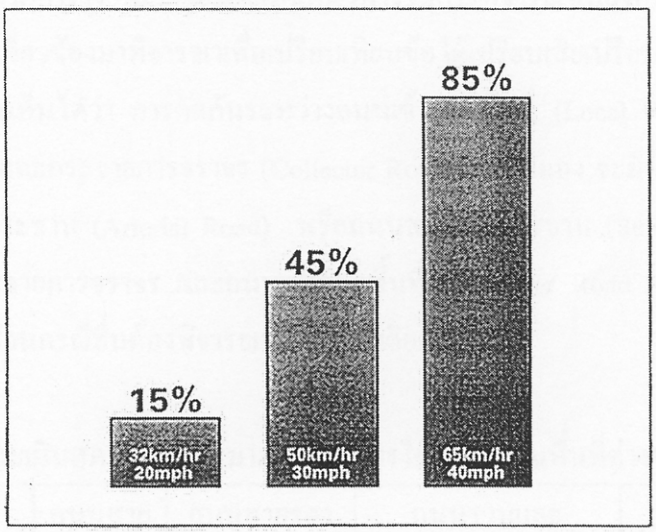


ภาพประกอบ 2.2 แผนภูมิแสดงความเร็วของรถยนต์ที่เข้าสู่วงเวียน

ที่มา: Robinson, B. W.. 2000. Roundabouts: An Informational Guide. FHWA-RD-00-067. : p.133. Exhibit 6-3.

จากภาพประกอบ 2.2 พบว่า ความเร็วก่อนเข้าสู่วงเวียน อยู่ระหว่าง 40 – 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วในวงเวียน อยู่ระหว่าง 25 – 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง

Department of Transport (United Kingdom) (1995) ได้รายงานว่า โอกาสที่คนเดินเท้าจะถูกรถชนเสียชีวิต แปรผันตามความเร็วของรถยนต์ที่เข้ามาชน ดังภาพประกอบ 2.3



ภาพประกอบ 2.3 เปอร์เซ็นต์โอกาสการสูญเสียชีวิตจากการถูกรถชนที่ความเร็วต่างกัน

ที่มา : Robinson, B. W.. 2000. Roundabouts: An Informational Guide. FHWA-RD-00-067. : p.25. Exhibit 2-2.

ดังนั้นการลดความเร็วของรถยนต์ที่วงเวียนเป็นการช่วยลดความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ และโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ

2.4 วิธีการออกแบบ/ปฏิบัติที่ดี

การที่จะพิจารณาเลือกใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยกและออกแบบวงเวียนในเบื้องต้นให้พิจารณาหลักการต่างๆ ดังนี้

2.4.1 หลักการพิจารณาการเลือกใช้วงเวียน

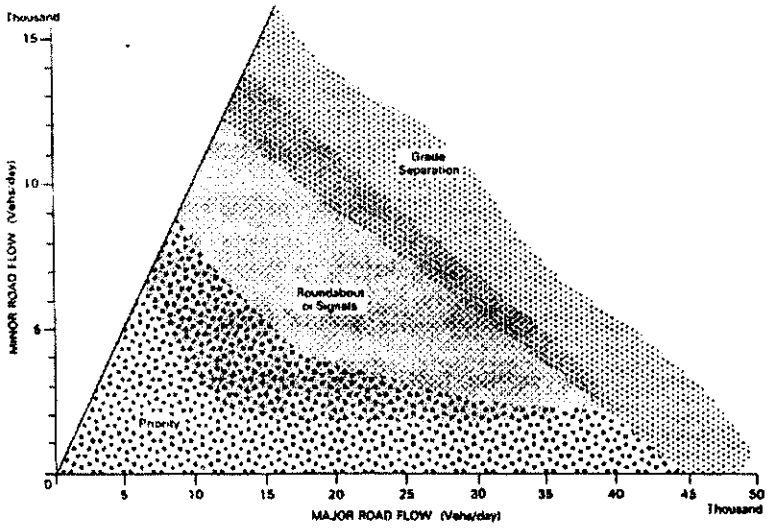
ข้อมูลจากตาราง 10.2 จะช่วยเป็นแนวทางในการพิจารณาเบื้องต้น แต่ยังคงต้องนำองค์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบข้อได้เปรียบเสียเปรียบ ก่อนดำเนินการตัดสินใจ จากตารางจะเห็นได้ว่า การตัดกันระหว่างถนนเข้าออกพื้นที่ (Local Road) ด้วยกันเอง และระหว่างถนนรวมและกระจายการจราจร (Collector Road) ด้วยกันเอง จะมีความเหมาะสมที่สุด แต่ถ้าเป็นถนนสายประธาน (Arterial Road) หรือถนนสายรองประธาน (Sub-arterial Road) ตัดกับถนนรวมและกระจายการจราจร และถนนเข้าออกพื้นที่ (Collector Road / Local Road) จะไม่มีความเหมาะสม ส่วนกรณีอื่นต้องพิจารณาในรายละเอียด

ตาราง 2.4 การประเมินสภาพความเหมาะสมของการใช้วงเวียนในพื้นที่ต่างๆ

	ถนนสายประธาน	ถนนสายรองประธาน	ถนนรวมและกระจายการจราจร	ถนนเข้าออกพื้นที่
ถนนสายประธาน	B	B	C	C
ถนนสายรองประธาน		B	B	C
ถนนรวมและกระจายการจราจร			A	B
ถนนเข้าออกพื้นที่				A

ที่มา : AUSTROADS. 1993. Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6 – Roundabouts, Sydney. Table 2.1. : p.3.

Ogden (1996) ได้นำเสนอแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรในถนนสายหลักกับถนนสายรอง ซึ่งมีความเหมาะสมกับรูปแบบทางแยกในลักษณะต่างๆ ดังภาพประกอบ 2.4



ภาพประกอบ 2.4 ปริมาณจราจรที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบทางแยกที่แตกต่างกัน

ที่มา: Ogden, K.W.. 1996. Safer Roads, A Guide to Road Safety Engineering. Figure. 9.1

การใช้วงเวียนจะเหมาะสมกับสภาพการต่อไปนี้

- ทางแยกที่ไม่ได้ติดตั้งสัญญาณไฟ ทางแยกที่กำหนดทางเอก-ทางโท สามแยก ซึ่งมีความล่าช้าในทางรองมาก การใช้วงเวียนจะทำให้ความล่าช้าในทางรองลดลง แต่จะเพิ่มความล่าช้าให้กับทางเอก

- ทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร พบว่ามีความล่าช้ามากกว่าการใช้วงเวียนและมีวงเวียนจำนวนมากที่รองรับความจุได้ใกล้เคียงกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร แต่มีความล่าช้าน้อยกว่า และปลอดภัยมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่ไม่ใช่ชั่วโมงเร่งด่วน

- วงเวียนจะช่วยให้ทางแยกที่มีปริมาณรถเลี้ยวขวามาก สามารถเคลื่อนตัวได้ดี

- ทางแยกที่มีมากกว่า 4 ขา การใช้ป้ายหยุด หรือป้ายให้ทาง เพื่อกำหนดลำดับการเคลื่อนที่บริเวณทางแยกที่มีมากกว่า 4 ขา ไม่ค่อยจะสำเร็จ เพราะผู้ขับขี่เกิดความสับสนได้ง่าย และถ้าติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ก็จะต้องกำหนดรอบสัญญาณไฟมากขึ้นและต้องใช้ระยะเวลาในการคอยมากขึ้น

- สำหรับทางแยกระหว่างถนนรวมและกระจายการจราจร ตัดกับถนนเข้าออกพื้นที่ ที่มีปริมาณจราจรไม่มาก แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุบ่อย ควรปรับปรุงโดยใช้วงเวียน

- ทางแยกระหว่างถนนสายหลักที่อยู่ห่างจากย่านชุมชนและถนนระหว่างเมืองซึ่งยานพาหนะจะใช้ความเร็วสูง และมีปริมาณรถเลี้ยวขวามาก ควรใช้วงเวียนเพื่อควบคุมทางแยก

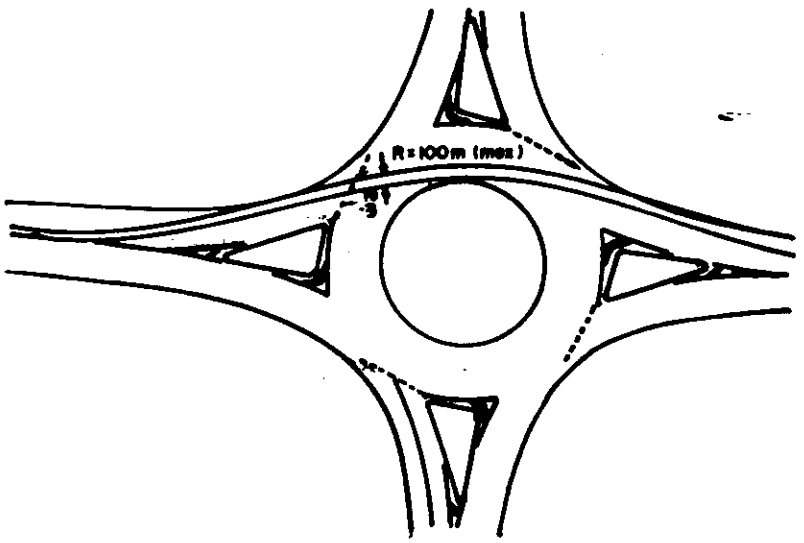
- ทางแยกตัว Y หรือ ตัว T ที่มีรถเลี้ยวขวามาก

2.4.2 การออกแบบวงเวียน

การออกแบบวงเวียนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ ต้องออกแบบให้เกิดความสมดุลระหว่าง ความปลอดภัย และการสามารถรองรับสภาพการจราจรในวงเวียน การออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่ ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุก คนเดินเท้า และรถจักรยาน เป็นต้น

หลักการออกแบบเบื้องต้น

- ควบคุมความเร็วที่เข้าสู่วงเวียนให้เหมาะสม โดยทำให้การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งเนื่องจากเกาะกลางแบ่งทิศทางการจราจร (Splitter Island) เกาะกลาง (Central Island) สีตีเส้น
- ต้องคำนวณระยะหยุดปลอดภัย และกำหนดเขตทางที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นสภาพการจราจรในวงเวียนได้อย่างชัดเจน
- ต้องให้ความรู้ ความเข้าใจแก่ผู้ขับขี่ เกี่ยวกับการกำหนดให้ ผู้ขับขี่ที่ต้องการเคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียน ต้องชลอความเร็ว หรือหยุด เพื่อให้รถในวงเวียนเคลื่อนที่ไปก่อน
- ต้องติดตั้งป้ายจราจร สีตีเส้น และไฟฟ้าแสงสว่าง ให้ครบถ้วน



ภาพประกอบ 2.5 แนวทางการเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งอ้อมเกาะกลางวงเวียน

ที่มา : AUSTROADS. 1993. Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6 – Roundabouts. Figure 4.7. : p.26.

- สำหรับบริเวณที่มีคนเดินเท้า และผู้ขับขี่รถจักรยาน ต้องให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยกับกลุ่มคนดังกล่าวในลำดับต้นๆ

- รัศมีของแนวทางการเคลื่อนที่ไม่ควรเกิน 100 เมตร
- ขนาดของช่องจราจรในวงเวียนไม่ควรเกิน 6 เมตร

ตาราง 2.5 แนวทางเบื้องต้นสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิต

	วงเวียนขนาดเล็ก	วงเวียนขนาดกลาง	วงเวียนขนาดใหญ่
ความเร็วสูงสุดเข้าสู่วงเวียน (กม./ชม.)	25	30	40
จำนวนช่องจราจร (ช่อง)	1	1 - 2	2
เส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอก (เมตร)	<20	20 -40	40 - 60
ปริมาณจราจรสูงสุดเข้าสู่วงเวียน (คัน/ชม.)	1,200	2,400	>2,400
ปริมาณจราจรสูงสุดในวงเวียน (คัน/ชม.)	1,800	3,400	>3,400

ที่มา : 1.AUSTROADS. 1993. Guide to Traffic Engineering Practice, Part 6 – Roundabouts.

2. Robinson, B. W.. 2000. Roundabouts: An Informational Guide. FHWA-RD-00-067. Exhibit 1 – 7. : p.1

2.5 สภาพการจราจรของวงเวียน

ความสามารถในการทำงานของวงเวียนพิจารณาได้จาก ความสามรถในการรองรับปริมาณจราจรหรือความจุ (Capacity) ความล่าช้า (Delay) และความยาวคิว (Queue Length) เป็นต้น

2.5.1 ความจุ (Capacity)

ความจุ คือ ปริมาณจราจรสูงสุดที่ทางแยกสามารถรองรับได้ โดยทั่วไปค่าความจุจะขัดแย้งกับความปลอดภัย การวิเคราะห์ค่าความจุต้องคำนึงตัวแปรอื่นๆ อีกหลายตัวและมีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก จึงมีผู้ทำการวิจัยและนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์

Kimber (1980) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุ โดยคำนึงถึงความจุที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียนเป็นสำคัญและถูกนำไปใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ RODEL

Troutbeck (1993)และAckelik (1998) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุ โดยคำนึงถึงหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับ Gap Acceptance ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตและปริมาณจราจรเป็นสำคัญ

2.5.2 ความล่าช้า (Delay)

ความล่าช้าเฉลี่ยรวมทั้งหมดในวงเวียนประกอบด้วย

- ความล่าช้าเนื่องจากคิว(Queue Delay) คือ ความล่าช้าที่เกิดจากผู้ขับขี่ต้องหยุดรอช่องว่างเพื่อเข้าสู่กระแสการจราจรในวงเวียน

- ความล่าช้าเนื่องจากลักษณะทางเรขาคณิต (Geometric Delay) ประกอบด้วยความล่าช้าที่เกิดจากการลดความเร็วเพื่อที่จะเข้าสู่วงเวียนและเร่งความเร็วเพื่อเข้าสู่สภาพความเร็วปกติ และความล่าช้าที่เกิดจากการลดความเร็วจนหยุดเพื่อเข้าคิว (ไม่รวมระยะเวลาที่รอในคิว) และเร่งความเร็วเมื่อมีช่องว่างเพียงพอรวมถึงปรับระดับความเร็วให้ปกติ

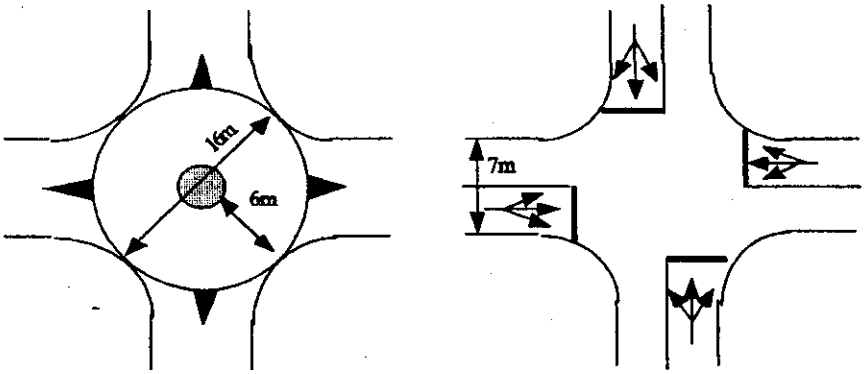
2.5.3 ความยาวคิว (Queue Length)

ความยาวคิว คือ ระยะทางที่ยานพาหนะต้องเข้าแถวรอเพื่อเข้าสู่วงเวียน หน่วยของความยาวคิวอาจเป็นคันหรือเมตรก็ได้

2.6 การเปรียบเทียบความจุของวงเวียนเทียบกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

Tan (2001) ได้รายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความจุของวงเวียนกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งตามขนาดของทางแยก คือ

2.6.1 ทางแยกขนาดเล็กมาก (Mini – junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรหนึ่งช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 16 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 6 เมตร ดังภาพประกอบ 2.6

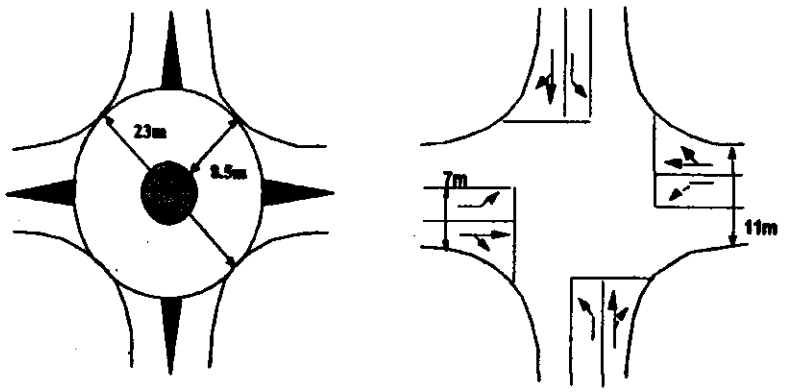


ภาพประกอบ 2.6 การออกแบบทางแยกขนาดเล็กมาก

ที่มา : Tan, Jian-an. 2001. "Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design" Conference paper STRC2001 session Engineering. Figure 3. : p.7.

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณความจุในวงเวียนจะมากกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรทุกกรณี

2.6.2 ทางแยกขนาดเล็ก (Small Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรสองช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 23 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 8.5 เมตร ดังภาพประกอบ 2.7

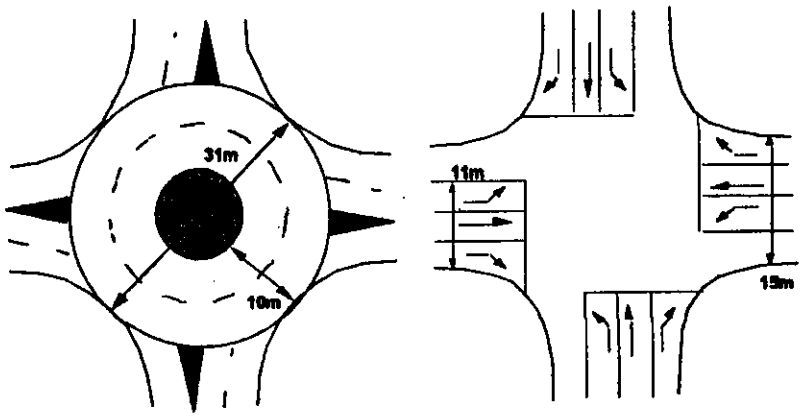


ภาพประกอบ 2.7 การออกแบบทางแยกขนาดเล็ก

ที่มา : Tan, Jian-an. 2001. "Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design" Conference paper STRC2001 session Engineering. Figure 5. : p. 9.

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณความจุในวงเวียนจะมากกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเกือบทุกกรณี

2.6.3 ทางแยกขนาดกลาง (Moderate Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรสามช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางรองนอกประมาณ 31 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 10 เมตร ดังภาพประกอบ 2.8

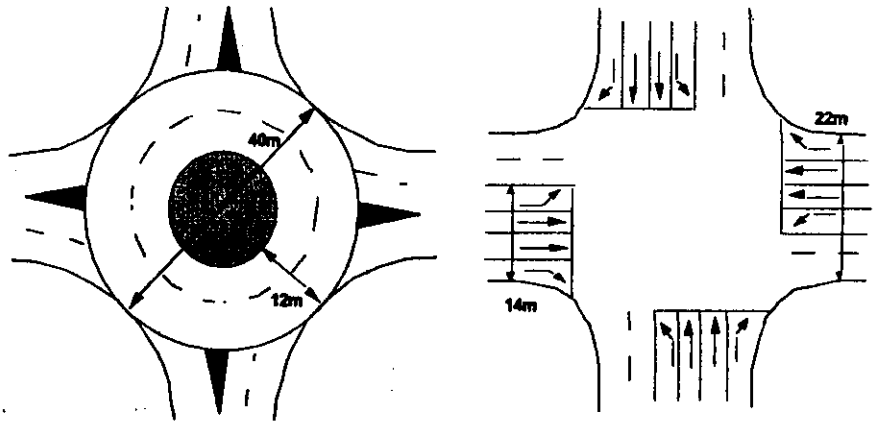


ภาพประกอบ 2.8 การออกแบบทางแยกขนาดกลาง

ที่มา : Tan, Jian-an. 2001. "Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design". Conference paper STRC2001 session Engineering. Figure 8. : p. 11.

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณความจุในวงเวียนจะน้อยกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรยกเว้นถ้าปริมาณรถเลี้ยวขวามีน้อย

2.6.4 ทางแยกขนาดใหญ่ (Big Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจร 6 ช่องในแต่ละด้าน (รวมช่องจราจรขาออก) สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 40 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 12 เมตร ดังภาพประกอบ 2.9



ภาพประกอบ 2.9 การออกแบบทางแยกขนาดใหญ่

ที่มา : Tan, Jian-an. 2001. "Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design". Conference paper STRC2001 session Engineering. Figure 11. : p. 13.

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณความจุในวงเวียนจะน้อยกว่างทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรเกือบทุกกรณี