บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ประวัติและความเป็นมาของการจำลองการจราจร

ในอดีตการแก้ไขปัญหาจราจรมาการทำได้หลายรูปแบบ เช่น การเก็บตัวอย่างข้อมูลนำมาวิเคราะห์โดยอาศัยหลักวิชาการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ยังไม่แพร่หลายมากนัก ทำให้วิธีการแก้ไขปัญหาการจราจรเป็นไปได้อย่างล่าช้า และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการแก้ไข อีกทั้งยังได้ผลลัพธ์ที่ไม่ตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้นมากนัก แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหาการจราจรได้เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีผู้พัฒนาโปรแกรมที่สามารถจะช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มากรวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถใช้ได้กับทางแยกที่ใช้สัญญาณไฟควบคุม และไม่มีสัญญาณไฟควบ เช่น วงเวียน อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์แก้ไขปัญหาทั้งโครงข่ายของระบบการจราจรที่เป็นเมืองได้อีกด้วย ดังนั้นความสำคัญของการจำลองการจราจรจึงมีบทบาทอย่างมาในปัจจุบันที่จะช่วยลดเวลาในการแก้ไขปัญหาการจราจร อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2.2 การพัฒนาแบบจำลองการจราจร

ในการศึกษาสภาพการจราจรของทางแยกที่มีสัญญาณไฟควบคุมและไม่มีสัญญาณไฟควบคุม รวมถึงระบบเมืองที่มีความซับซ้อนนั้น ต้องอาศัยแบบจำลองการจราจรที่พัฒนาขึ้นมาให้เข้ากับสภาพจริงในแต่ละท้องถิ่นแล้วจึงใช้แบบจำลองในการทดสอบผลกระทบจากการดำเนินมาตรการการจัดการจราจร และสามารถนำมาใช้วิเคราะห์สภาพการจราจรในอนาคต อันแสดงให้เห็นถึงลักษณะความต้องการเดินทางที่จะเกิดขึ้น และการปรับปรุงสภาพการจราจรที่มีปัญหาจะประกอบไปด้วยแบบจำลองชนิดต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequentail-4-step Model) ซึ่งประกอบไปด้วยแบบจำลองการเดินทาง แบบจำลองการกระจายการเดินทาง แบบจำลองการเลือกประเภทของการเดินทาง แบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีแบบจำลองที่ใช้สำหรับแก้ไขปัญหาเฉพาะในส่วนที่ไม่เป็นโครงข่าย หรือสามารถแก้ไขได้เฉพาะบริเวณทางแยก เพื่อที่จะได้นำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหาในส่วนที่เป็นโครงข่ายในลำดับต่อไป

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกสถานที่วิจัย คือ บริเวณวงเวียนหลักภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นเส้นทางเข้า-ออกที่สำคัญของมหาวิทยาลัย และมีปริมาณการจราจรที่คับคั่งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า-เย็น ดังนั้นการแก้ไข

ปัญหาบริเวณนี้จึงจำเป็นที่จะต้องจำลองการจราจรทางแยกแบบไม่มีสัญญาณไฟ อีกทั้งยังมีปัจจัยของโครงข่ายต่างๆที่อยู่ที่ด้านในและด้านนอกของมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยหลักในการวิจัยในครั้งนี้ และการศึกษาเบื้องต้นพบว่าบริเวณดังกล่าวในปัจจุบันใช้รูปแบบของวงเวียนเนื่องจากมีความเหมาะสมหลายประการ ดังนั้นจึงเลือกรูปแบบที่จะจำลองเป็นแบบวงเวียน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการวิเคราะห์ด้านการจราจรโดยการสร้างแบบจำลอง

2.3.1 JMP Thailand, 2543 ได้พัฒนาแบบจำลองพื้นที่ย่อยขนาดเล็กซึ่งได้รับมอบหมายจากสำนักงานจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) ในเอกสารโครงการศูนย์ข้อมูลและแบบจำลองด้านการจราจรและการขนส่ง TDMC (Transport Data and Model Center) จำนวน 4 พื้นที่ ประกอบด้วย พื้นที่หัวหมาก พื้นที่ประตูน้ำ พื้นที่กรุงรัตนโกสินทร์ และพื้นที่สนามเป้า นอกจากนั้นยังได้รวมแบบจำลองพื้นที่ย่อยทั้ง 4 เข้าด้วยกันเป็นพื้นที่รวมพื้นที่เดียว โดยแบบจำลองดังกล่าวนี้ได้ขยายขอบเขตให้ครอบคลุมพื้นที่สีลมที่ปรับปรุงจากแบบจำลองเดิมในการพัฒนาแบบจำลองพื้นที่ย่อยขนาดเล็ก แต่ละพื้นที่สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองโดยรวมได้ดังนี้ ซึ่งในรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไป

- การศึกษาลักษณะของพื้นที่
- การสร้างโครงข่ายแบบจำลอง
- การสร้างตารางการเดินทาง
- การสำรวจปริมาณการจราจรและเวลาในการเดินทาง
- การปรับเทียบแบบจำลอง
- การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
- การจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

การศึกษาลักษณะของพื้นที่ เป็นการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาให้ชัดเจนและพิจารณาเส้นทางที่เชื่อมต่อกับพื้นที่ข้างเคียงรวมทั้งเป็นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจองค์ประกอบต่างๆที่ประกอบขึ้นเป็นระบบหรือพื้นที่ศึกษา เช่น ถนนสายหลักสายรอง ทางด่วน คลอง และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

การสร้างโครงข่ายของแบบจำลองโดยใช้โครงข่ายของแบบจำลองกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลเป็นโครงข่ายพื้นฐาน และทำการปรับปรุงโครงข่ายให้เป็นปัจจุบันโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลที่ใช้ในการปรับปรุงโครงข่ายสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มคือ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร สภาพผิวจราจร ความกว้างของช่องจราจร

และข้อมูลที่ทางแยก เช่น จังหวะสัญญาณไฟจราจร จำนวนช่องจราจร (Approach Lane) เครื่องหมายจราจร เป็นต้น

การสร้างตารางการเดินทาง โดยใช้ตารางของแบบจำลองกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นตารางการเดินทางเริ่มต้น และทำการปรับปรุงตารางการเดินทางให้เป็นปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจ และข้อมูลปริมาณการจราจรจากกรุงเทพมหานครและสำนักงานจัดระบบการจราจรทางบก

ในการสำรวจปริมาณการจราจรและเวลาที่ใช้ในการเดินทางเพิ่มเติม เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แบ่งเป็นการสำรวจในชั่วโมงเร่งด่วนเช้าคือ ตั้งแต่เวลา 06.00 - 09.00 น.

การปรับเทียบแบบจำลอง กระทำโดยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรจากแบบจำลองและปริมาณจราจรจากการสำรวจ

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง มีการตรวจสอบใน 2 ลักษณะ คือ

- ตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจในโครงการศูนย์ข้อมูลและแบบจำลองด้านการจราจรและการขนส่ง และข้อมูลจากกรุงเทพมหานคร กับข้อมูลปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองแนวเส้นทดสอบ (Screen line)

- ตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบเวลาในการเดินทางเฉลี่ย (Journey Time) กับเวลาเดินทางที่ได้จากแบบจำลอง

โดยมีเกณฑ์การทดสอบว่า ถ้าผลต่างระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีค่าไม่เกินร้อยละ 20 แสดงว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมามีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ แต่ถ้าผลต่างระหว่างข้อมูลทั้ง 2 มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 จะต้องย้อนกลับไปพิจารณาค่าตัวแปรอื่นๆที่มีผลกระทบต่อแบบจำลองใหม่แล้วจึงทำการทดสอบซ้ำและจะต้องดำเนินการตามกระบวนการนี้ซ้ำไปเรื่อยจนกระทั่งได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีความถูกต้องตามเกณฑ์

- ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรโดยทั่วไปที่ได้จากแบบจำลองระดับพื้นที่ขนาดเล็ก ได้แก่ ปริมาณการเดินทาง (PCU - เที่ยว) ระยะเดินทางรวม (คัน - กิโลเมตร) เวลาที่ใช้ในการเดินทางรวม (คัน - ชั่วโมง) และความเร็วเฉลี่ย (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

2.3.2 สรายุทธ อินทวิเชียร, 2545 ได้ทำการจำลองการจราจรโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA1.0 ของกรณีศึกษา 2 แห่ง คือ วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลาและวง

เวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา นำผลที่ได้จากในสนามมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA1.0 ซึ่งแสดงผลในรูปของตารางและกราฟโดยผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

ข้อมูลที่ได้จากในสนาม เช่น ปริมาณจราจรโดยแยกตามทิศทางการเคลื่อนที่และลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียน ถูกนำไปป้อนในโปรแกรม RIDES (Road Intersection Data Editing System) เพื่อวิเคราะห์หาสภาพการจราจรในวงเวียน และนำค่าความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวคิวสูงสุดที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งแสดงผลในโปรแกรม GOSID (Graphical Output System for Intersection Design) นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากในสนาม

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ aaSIDRA1.0 กำหนดกลุ่มของยานพาหนะเป็น 2 กลุ่ม คือ ยานพาหนะขนาดเล็ก (Light Vehicles, LV) และยานพาหนะขนาดใหญ่ (Heavy Vehicles, HV) แต่ในสภาพความเป็นจริงของกรณีศึกษา คือ มีรถรถจักรยานยนต์เข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือกรณีแรกไม่นำปริมาณรถรถจักรยานยนต์เข้ามาพิจารณา และกรณีที่สองนำปริมาณรถรถจักรยานยนต์เข้ามาพิจารณาโดยแปลงค่าเท่ากับหนึ่งในสี่ของรถยนต์ แล้วจึงบวกเพิ่มเข้าไปในกลุ่มยานพาหนะขนาดเล็ก

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้แบ่งได้ 2 พื้นที่คือ

2.3.2.1 วงเวียนน้ำพุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

ความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากในสนามมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯ ยกเว้นทางทิศเหนือ (ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1) สาเหตุเนื่องจากเจ้าหน้าที่ตำรวจต้องการเร่งระบายรถในถนนเพชรเกษมด้านทิศใต้ อีกทั้งกลุ่มรถดังกล่าวมีความต้องการเคลื่อนที่ไปยังถนนเพชรเกษมด้านทิศตะวันออก จึงทำให้รถจากทางทิศเหนือต้องหยุดรอ

ค่าความล่าช้าเฉลี่ยในสนามที่เกิดขึ้นที่ถนนเพชรเกษมด้านทิศตะวันออก(เทศบาล) มีค่าน้อยมาก คือประมาณ 0.5 – 1.7 วินาที/คันและน้อยกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุเนื่องมาจากมีการขยายช่องจราจรในวงเวียนสำหรับรถเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนเพชรเกษมด้านใต้ (หอนาฬิกา)

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ อยู่ระหว่าง 14-96 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ (คิดรวมรถจักรยานยนต์) อยู่ระหว่าง 10-97 เปอร์เซ็นต์

ความยาวคิวสูงสุดที่ได้จากในสนามมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ระหว่าง 0 - 700 เปอร์เซ็นต์และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ (คิดรวมรถจักรยานยนต์) อยู่ระหว่าง 7-700 เปอร์เซ็นต์ แต่ความยาวคิว

สูงสุดในสนามที่ถนนเพชรเกษมด้านทิศตะวันออกจะมีค่าต่ำกว่า 27-71 เปอร์เซ็นต์สาเหตุเนื่องมาจากมีการขยายช่องจราจรในวงเวียนสำหรับรถเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนเพชรเกษมด้านใต้ (หอนาฬิกา)

การนำรถจักรยานยนต์เข้ามาพิจารณาในโปรแกรมฯทำให้ได้ค่าความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวคิวสูงสุดสูงขึ้น

ความแตกต่างของความล่าช้าเฉลี่ยระหว่างการนำรถจักรยานยนต์มาพิจารณาและไม่นำมาพิจารณาพบว่า ต่างกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์และความยาวคิวสูงสุดต่างกันประมาณ 300 เปอร์เซ็นต์

2.3.2.2 วงเวียนหน้าโรงพยาบาลยะลา อ.เมือง จ.ยะลา

ความล่าช้าเฉลี่ยที่ได้จากในสนามมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯ ยกเว้นทางทิศใต้ (ถนนสิโรรส) สาเหตุเนื่องจากถนนดังกล่าวอยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้าง ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าลง

ค่าความล่าช้าเฉลี่ยในสนามที่เกิดขึ้นทางทิศใต้ (ถนนสิโรรส) มีค่ามาก คือ ประมาณ 25 – 36 วินาที/คันและมากกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯประมาณ 179 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ อยู่ระหว่าง 0-86 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ (คิดรวมรถจักรยานยนต์) อยู่ระหว่าง0-86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกันมาก

ความยาวคิวสูงสุดที่ได้จากในสนามมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมฯ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอยู่ระหว่าง 100-900 เปอร์เซ็นต์และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยในสนามกับโปรแกรมฯ (คิดรวมรถจักรยานยนต์) อยู่ระหว่าง 100-950 เปอร์เซ็นต์

การนำรถจักรยานยนต์เข้ามาพิจารณาในโปรแกรมฯไม่ได้ทำให้ค่าความล่าช้าเฉลี่ยและความยาวคิวสูงสุดแตกต่างกันมากนัก

ความแตกต่างของความล่าช้าเฉลี่ยระหว่างการนำรถจักรยานยนต์มาพิจารณาและไม่นำมาพิจารณาพบว่า ต่างกันประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์และความยาวคิวสูงสุดต่างกันประมาณ 200 เปอร์เซ็นต์

2.4 ประวัติและความเป็นมาของวงเวียน

DE Argro (1992) ได้รายงานว่า วงเวียนแห่งแรกได้เกิดขึ้นที่ประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1877 โดยสถาปนิกชาวฝรั่งเศส ชื่อ Eugene Henard และในช่วงเวลาเดียวกัน สถาปนิกชาว

อเมริกันชื่อ William Eno ได้นำเสนอรูปแบบของการใช้วงเวียนขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับจัดการจราจรในเมืองนิวยอร์ค

หลังจากที่กฎ "Yeild-at-entry" ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยอังกฤษและฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี ค.ศ.1966 และ1983 ตามลำดับ วงเวียนก็ได้รับความสนใจและเกิดการพัฒนางายวิจัยตามมา เพราะง่ายต่อการออกแบบและการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความปลอดภัย

จากความสำเร็จในด้านความปลอดภัยและความจุของถนนของการใช้วงเวียน ทำให้วงเวียนได้รับความนิยมและได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อใดที่ปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นสูงมาก จะทำให้ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ลดน้อยลงจนถึงขั้นติดขัด ซึ่งอาจจะต้องทำการปรับปรุงทางแยกให้มีความเหมาะสมต่อไป

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

Dagersten(1992) ได้ระบุในงานวิทยานิพนธ์ว่าในปี ค.ศ. 1985 นอรเวย์ได้ติดตั้งป้ายชลอความเร็วที่ทางเข้าวงเวียนทุกวงเวียน ทำให้สภาพการจราจรดีขึ้นและลดจำนวนอุบัติเหตุได้

Giaever(1992) ได้รายว่า ก่อนปี ค.ศ. 1980 นอร์เวย์ 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 ในปี ค.ศ. 1991 อัตราการเพิ่มของวงเวียนเท่ากับ 1, 000 แห่งต่อปี

Nunes da Silva (1992) ได้รายว่า วงเวียนในโปรตุเกสได้ถูกออกแบบโดยนักวางผังเมืองแลสถาปนิกซึ่งไม่ได้คำนึงถึงปริมาณความจุที่วงเวียนจะรองรับได้ซึ่งคล้ายกับประเทศฝรั่งเศสซึ่งออกแบบโดยใช้แนวคิดของ Henard

วงเวียนสมัยเก่าจำนวนมากในลิสบอนได้เผชิญกับสภาพการจราจรที่ติดขัดอย่างมากเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของของปริมาณการจราจรที่รวดเร็ว จนต้องติดตั้งสัญญาณไฟจารจรเพื่อแก้ไขปัญหา แต่สำหรับเมืองขนาดเล็กและขนาดกลาง วงเวียนสมัยใหม่ประสบความสำเร็จอย่างมาก

ออสเตรเลียเป็นประเทศที่มีการใช้วงเวียนสำหรับการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและได้มีการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีเอกสารและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้งานอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ

สำหรับประทศไทย พบว่าในจดหมายเหตุการณ์อนุรักษ์กรุงรัตนโกสินทร์ของกรมศิลปากรระบุว่า มีการก่อสร้างวงเวียนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2460 และได้ใช้พื้นที่ในวงเวียนเพื่อก่อสร้างเป็นหอนาฬิกาหรืออนุสาวรีย์ ซึ่งสามารถพบเห็นได้แทบทุกจังหวัดอย่างน้อยจังหวัดละ 1 แห่ง รวมถึงกรุงเทพมหานครที่มีวงเวียนทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่หลายแห่ง รูปแบบทั่วไปวงเวียนมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกมากกว่า 60 เมตร บางแห่งไม่มีเกาะกลางสำหรับแบ่งช่องจราจร บางแห่งไม่มีการควบคุมให้ผู้ขับขี่ต้องต้องหักพวงมาลัยเพื่อเลี้ยวโค้งเมื่อเข้าสู่วงเวียน

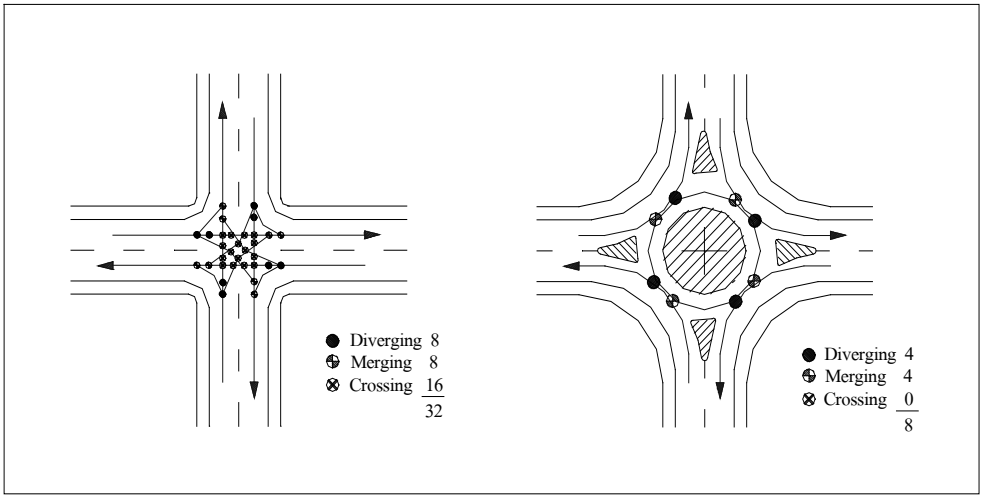
หลังจากปี พ.ศ. 2510 วงเวียนบางแห่งก็ถูกเปลี่ยนเป็นทางแยกที่ใช้สัญญาณไฟและบางแห่งก็ถูกติดตั้งสัญญาณไฟ เนื่องจากปริมาณการจราจรที่เพิ่มอย่างรวดเร็วจนเกินกว่าความจุที่จะรองรับได้จึงทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวทำให้วงเวียนที่ใช้อยู่ในประเทศไทยขาดการยอมรับและความเชื่อมั่นจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้จำนวนของวงเวียนในประเทศไทยลดน้อยลง และในบางแห่งก็ปรับเปลี่ยนมาเป็นทางแยกโดยใช้สัญญาณไฟทั้งสิ้น

2.5 หลักการทำงานของวงเวียน

วงเวียนเป็นรูปแบบหนึ่งของทางแยกที่ไม่ใช้สัญญาณไฟควบคุม แต่อาศัยหลักการทางเรขาคณิตเป็นตัวบังคับให้ผู้ขับขี่บังคับยานพาหนะในทิศทางตามกายภาพของวงเวียน และสามารถลดความเร็วลงได้เอง เมื่อจะเข้าสู่วงเวียน และจากลักษณะทางกายภาพของวงเวียนที่เป็นเส้นโค้งนั้น จะทำให้ผู้ขับขี่เกิดความระมัดระวังมากขึ้นเมื่อเข้าสู่วงเวียน ดังนั้นจะส่งผลให้เกิดความปลอดภัยที่มากกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟ โดยประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนของการใช้วงเวียนก็คือ ความปลอดภัย ความล่าช้าต่ำกว่าทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร อีกทั้งยังสามารถรองรับปริมาณจราจรได้อย่างเหมาะสม

หลักการสำคัญที่ช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในวงเวียน คือ

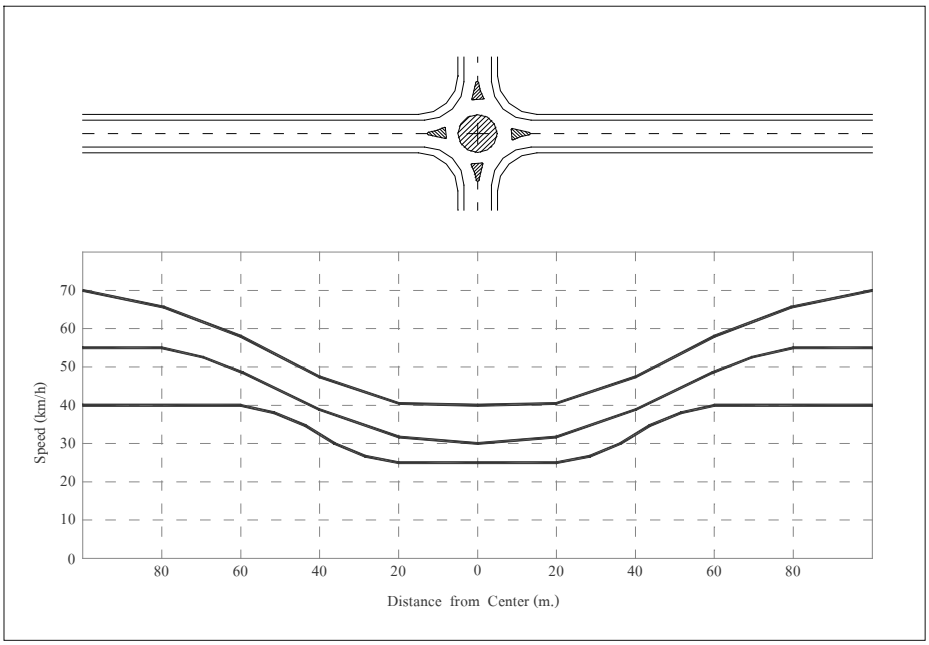
- จำนวนจุดขัดแย้ง (Conflict Point) จากการเปรียบเทียบจำนวนจุดขัดแย้งของกระแสจราจรใน ทิศทางต่าง ๆ ในทางแยก ขนาด 1 ช่องจราจร กับวงเวียนขนาด 1 ช่องจราจร พบว่าทางแยกมี จุดขัดแย้งของการเคลื่อนที่ 32 จุด แต่วงเวียนมีจุดขัดแย้งของการเคลื่อนที่เพียง 8 จุด ดังภาพประกอบที่ 2.1



ภาพประกอบที่ 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 ดังภาพประกอบที่ 2.2

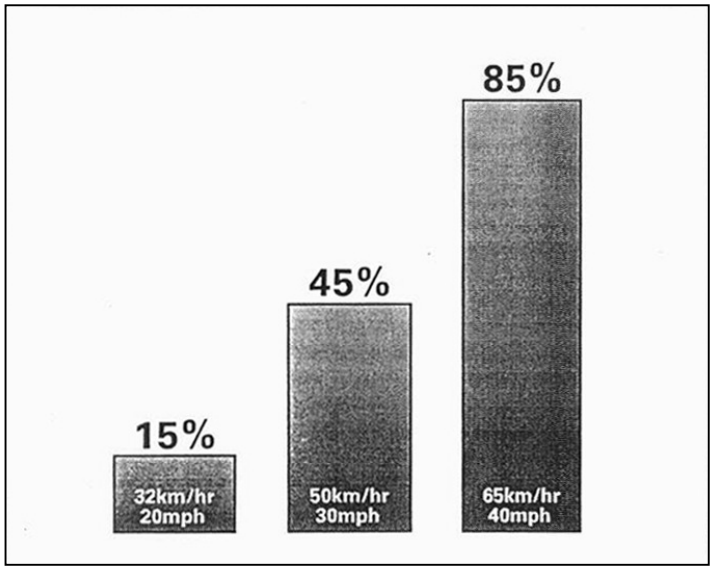


ภาพประกอบที่ 2.2 : แผนภูมิแสดงความเร็วของรถยนต์ที่เข้าสู่วงเวียน

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

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

Department of Transport (United Kingdom) (1995) ได้รายงานว่า โอกาสที่คนเดินเท้าจะถูกรถชนเสียชีวิตแปรผันตามความเร็วของรถยนต์ที่เข้ามาชน ดังภาพประกอบที่ 2.3



ภาพประกอบที่ 2.3: แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์โอกาสการสูญเสียชีวิตจากการถูกรถชน ที่ความเร็วต่างกัน

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

ดังนั้นการลดความเร็วของรถยนต์ที่วงเวียนเป็นการช่วยลดความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุและโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติ เกี่ยวกับอุบัติเหตุในหลาย ๆ ประเทศ พบว่าทางแยกที่มีการติดตั้ง วงเวียนจะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1: แสดงข้อมูลอุบัติเหตุเปรียบเทียบระหว่างวงเวียนและทางแยกอื่น ๆ ในแต่ละประเทศ

Country	Mean Reduction (%) All Crashes	Mean Reduction (%) Injury Crashes
Australia	**41 – 61**	**45 – 87**
France		**57 – 78**
Germany	**36**	
United Kingdom	**47**	
U.S.A		**25 – 39**
Netherlands	**37**	**51**

ที่มา : Guichet, B., “Roundabouts in France: Development Safety, Design and Capacity”, 1997

2.6 ปัญหาที่เป็นอยู่

ประเทศไทยในอดีตมีการก่อสร้างวงเวียนแทบทุกจังหวัด แต่ไม่ได้รับการยอมรับเท่าที่ควรเนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบและการใช้งานที่ถูกต้อง ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นสามารถแจกแจงได้ ดังนี้

- ไม่มีการกำหนดความสำคัญของลำดับก่อนและหลังในการใช้วงเวียน ทำให้รถที่เคลื่อนที่ในวงเวียนต้องหยุดรอรถที่ต้องการเคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียน และถ้าปริมาณจราจรที่ต้องการเข้าสู่ วงเวียนมีมากจะทำให้การจราจรในวงเวียนทั้งหมดต้องหยุดชะงัก
- ออกแบบให้ระยะการเคลื่อนที่แบบตัดสลับ (Weaving) ในวงเวียนยาวมาก จึงทำให้วงเวียนมีขนาดใหญ่
- แนวทางการเคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียน เกือบเป็นเส้นตรง ทำให้ผู้ขับขี่ไม่ลดความเร็วเมื่อเข้าสู่วงเวียนจึงทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังภาพประกอบที่ 2.4

ภาพประกอบที่ 2.4: การเคลื่อนที่เข้าสู่วงเวียนหลักของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ในปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่มีปริมาณการจราจรที่ค่อนข้างคับคั่งในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น เนื่องจากมีจำนวนอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษา อีกทั้งยังมีบุคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อราชการภายในมหาวิทยาลัยฯ เป็นจำนวนมาก โดยเส้นทางหลักที่จะเข้ามาติดต่อนั้นจะต้องผ่านวงเวียนหลักภายในมหาวิทยาลัย ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีปริมารณจราจรที่แน่นจนบางทิศทางมากกว่าความจุของวงเวียนที่จะรับได้

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าลักษณะการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยโดยส่วนใหญ่เป็นการจราจรแบบสองทิศทางสวนกันเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของถนนภายในมหาวิทยาลัยเป็นแบบสองช่องจราจรสวนทางกันได้ ดังนั้นในการแก้ไขหรือปรับปรุงการจราจรในงานวิจัยครั้งนี้จึงจำเป็นที่จะต้องยึดหลักในการแก้ไขจากทิศทางการจราจรที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเป็นหลักเพื่อมิให้ส่งผลกระทบถึงผู้ที่ใช้เส้นทางในภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งบริเวณวงเวียนที่ทำการวิจัยในครั้งนี้เป็นลักษณะที่สำคัญของทางมหาวิทยาลัย ดังนั้นจึงไม่สามารถแก้ไขทิศทางการเดินทางที่เข้าสู่วงเวียนได้ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งไปยังการแก้ไขในระบบโครงข่ายมากกว่าการที่จะแก้ไขเฉพาะในวงเวียนเท่านั้น

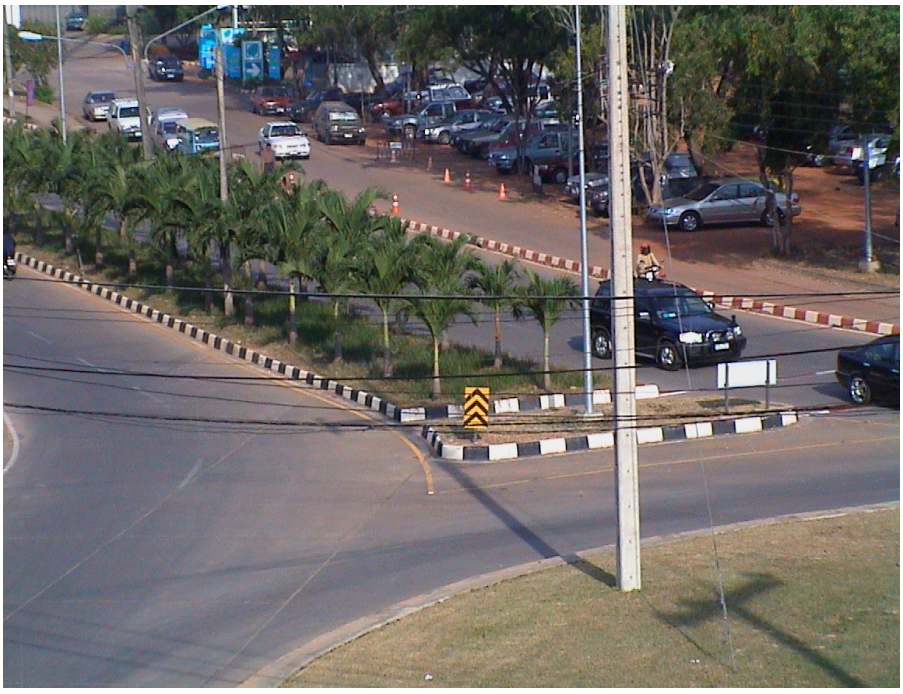
2.7 วิธีการจำลองและลักษณะของวงเวียนหลักของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในปัจจุบัน

การที่จะจำลองการจราจรของวงเวียนในเบื้องต้น ให้พิจารณาหลักการต่าง ๆ ดังนี้

2.7.1 การออกแบบและปรับปรุงหน้าคณะทันตแพทยศาสตร์

วงเวียนเป็นการควบคุมการจราจรด้วยลักษณะทางกายภาพของถนนรูปแบบหนึ่งภายใน มหาวิทยาลัย มีการนำวงเวียนมาใช้ในในการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกหลายแห่ง จนเป็นที่ประจักษ์ในความสำเร็จของการใช้วงเวียนได้เป็นอย่างดี สำหรับวงเวียนคณะทันตแพทย์เป็นวงเวียนขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางกว้าง 30 เมตร ลักษณะทางกายภาพของวงเวียนแห่งนี้และบริเวณใกล้เคียงในปัจจุบันมีสภาพที่ควรได้รับการปรับปรุงเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยต่อผู้ใช้เส้นทาง ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลทางเรขาคณิตเพื่อจำลองการจราจรบริเวณวงเวียนหลักโดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้

2.7.1.1 ลักษณะทางร่วมบริเวณหน้าปั๊มน้ำมันบางจาก

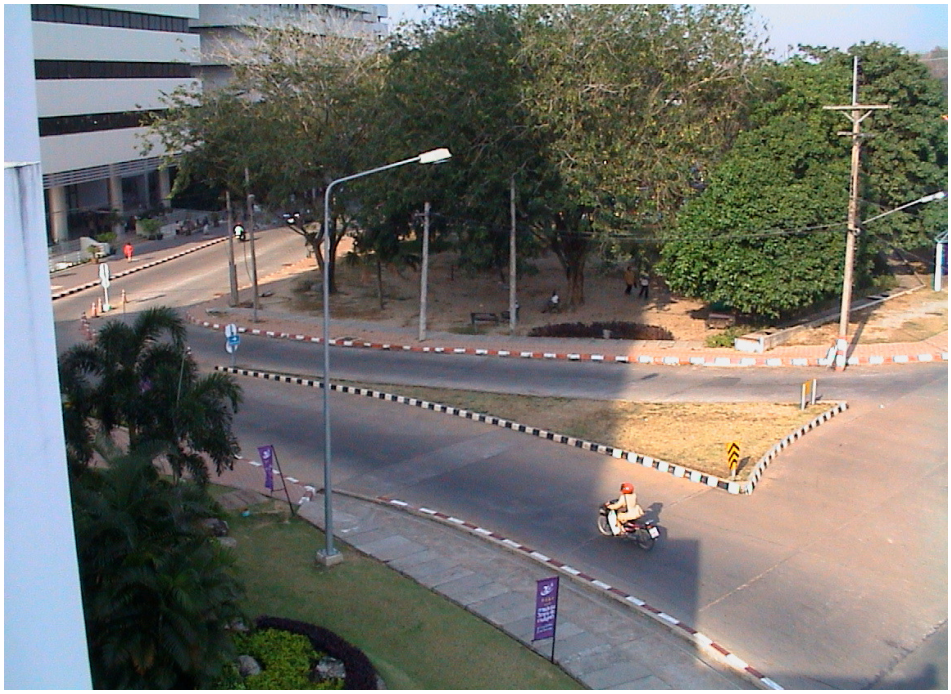


ภาพประกอบที่ 2.5 ลักษณะทางร่วมบริเวณหน้าปั๊มน้ำมันบางจาก (ทิศตะวันตก)

2.7.1.2 ลักษณะของช่องจราจรและเกาะกลางของถนนเส้นทางจากวงเวียนคณะทันตแพทย์-ทางแยกเข้าธนาคารไทยพาณิชย์

ภาพประกอบที่ 2.6 ลักษณะของช่องจราจรหน้าธนาคารไทยพาณิชย์ (ทิศตะวันออก)

2.7.1.3 ลักษณะช่องจราจร บริเวณทางแยกคณะทันตแพทย์



ภาพประกอบที่ 2.7 ลักษณะช่องจราจร บริเวณทางแยกคณะทันตแพทย์

2.8 สภาพการจราจรของวงเวียน

ความสามารถในการทำงานของวงเวียนพิจารณาได้จาก ความสามารถในการรองรับปริมาณจราจรหรือความจุ (Capacity) ความล่าช้า (Delay) และความยาวแถวคอย (Queue) เป็นต้น

2.8.1 ความจุ (Capacity) คือปริมาณสูงสุดที่ทางแยกสามารถรองรับได้ โดยทั่วไปค่าความจุจะขัดแย้งกับความปลอดภัย การวิเคราะห์ค่าความจุต้องคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆอีกหลายตัว และมีขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อนและยุ่งยาก จึงได้มีผู้ทำการวิจัยและนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุเพื่อช่วยในการวิเคราะห์

Kimber (1980) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุ โดยคำนึงถึงความจุที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของวงเวียนเป็นสำคัญ

Troutbeck (1993) และ Ackelik (1998) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาค่าความจุ โดยคำนึงถึงหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับ Gap Acceptance ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตและปริมาณการจราจรเป็นสำคัญ

2.8.2 ความล่าช้า (Delay)

ความล่าช้าที่เกิดขึ้นในวงเวียนเป็นค่าเฉลี่ยประกอบด้วย

- ความล่าช้าเนื่องจากแถวคอย (Queue Delay) คือ ความล่าช้าที่เกิดจากผู้ขับขี่ต้องหยุดรอช่องว่างเพื่อเข้าสู่วงเวียนในกระแสการจราจร
- ความล่าช้าเนื่องจากลักษณะทางกายภาพหรือทางเรขาคณิต (Geometric Delay) ประกอบด้วยความล่าช้าที่เกิดจาการลดความเร็วเพื่อที่จะเข้าสู่วงเวียนและเร่งความเร็วเพื่อเข้าสู่สภาพความเร็วปกติ และความล่าช้าที่เกิดจากการชะลอความเร็วจนหยุดเพื่อเข้าแถวคอย (Queue) ไม่รวมระยะเวลาที่อยู่ในแถวคอยและเร่วความเร็วเมื่อมีช่องว่างเพียงพอรวมถึงปรับระดับความเร็วให้ปกติ

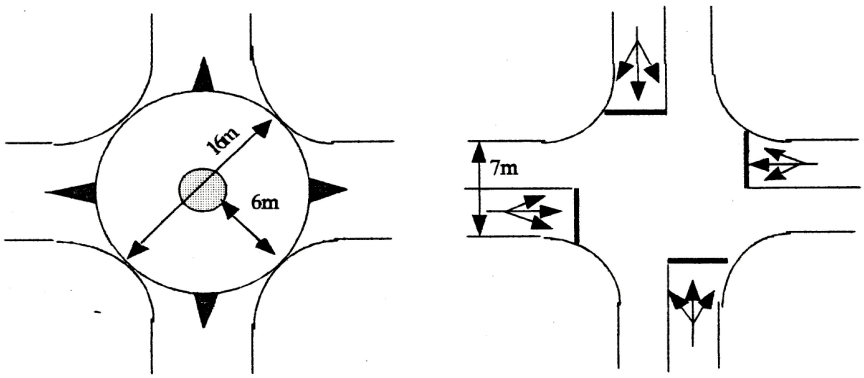
2.8.3 ความยาวแถวคอย (Queue Length)

ความยาวแถวคอย คือ ระยะทางที่ยานพาหนะต้องเข้าแถวคอยเพื่อเข้าสู่วงเวียน หน่วยของความยาวอาจเป็นคันหรือเมตรก็ได้

2.9 การเปรียบเทียบความจุของวงเวียนเทียบกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร

Tan (2001) ได้รายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความจุของวงเวียนกับทางแยกที่ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร โดยแบ่งตามขนาดของทางแยก คือ

2.9.1 ทางแยกขนาดเล็กมาก (Mini – junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรหนึ่งช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 16 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 6 เมตร ดังภาพประกอบที่ 2.8



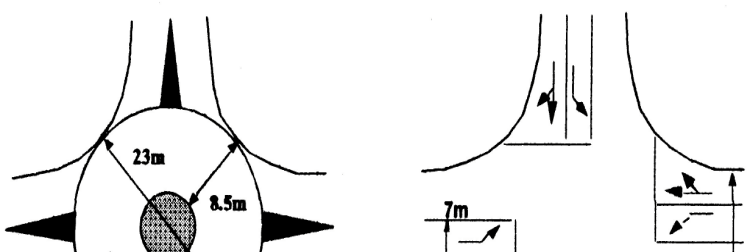
ภาพประกอบที่ 2.8 การออกแบบทางแยกขนาดเล็กมาก

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

2.9.2 ทางแยกขนาดเล็ก (Small Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรสองช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 23 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 8.5 เมตร ดังภาพประกอบที่ 2.9

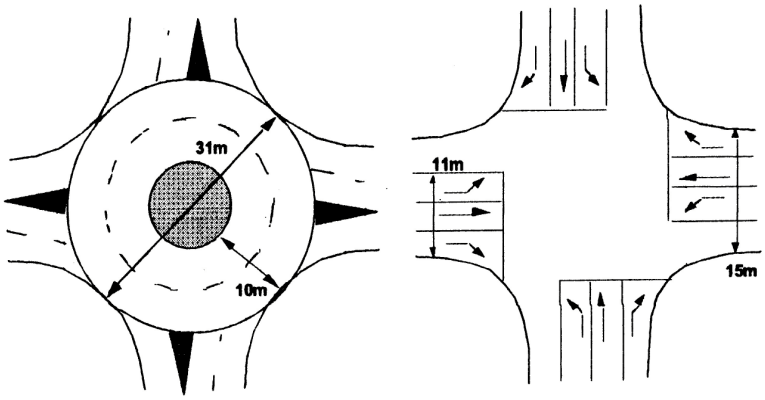


ภาพประกอบที่ 2.9 การออกแบบทางแยกขนาดเล็ก

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

2.9.3 ทางแยกขนาดกลาง (Moderate Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจรสามช่องจราจรในแต่ละด้าน สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางรองนอกประมาณ 31 เมตร และมีช่องจราจรใน วงเวียนกว้างประมาณ 10 เมตร ดังภาพประกอบที่ 2.10

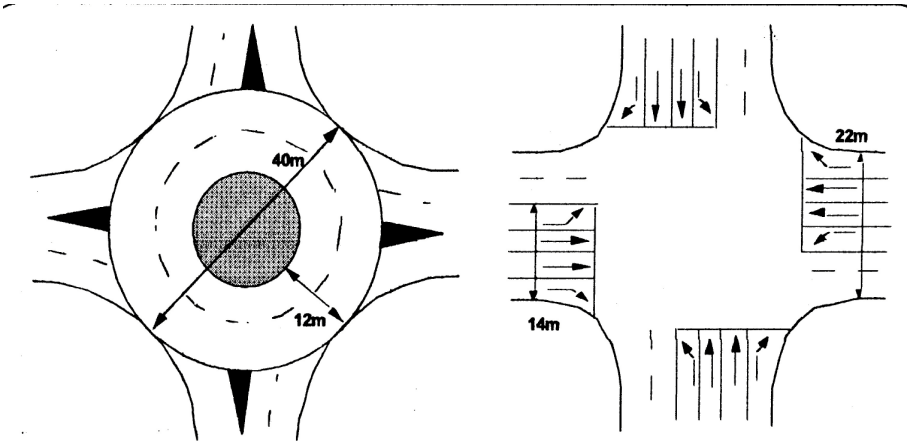


ภาพประกอบที่ 2.10 การออกแบบทางแยกขนาดกลาง

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

2.9.4 ทางแยกขนาดใหญ่ (Big Junctions) เป็นทางแยกที่มีช่องจราจร 6 ช่องในแต่ละด้าน (รวมช่องจราจรขาออก) สำหรับวงเวียนจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอกประมาณ 40 เมตร และมีช่องจราจรในวงเวียนกว้างประมาณ 12 เมตร ดังภาพประกอบที่ 2.11

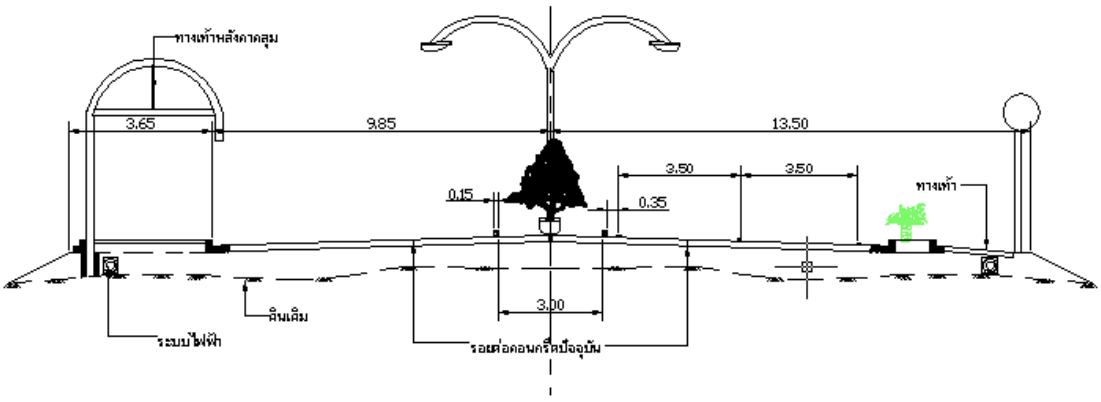


ภาพประกอบที่ 2.11 การออกแบบทางแยกขนาดใหญ่

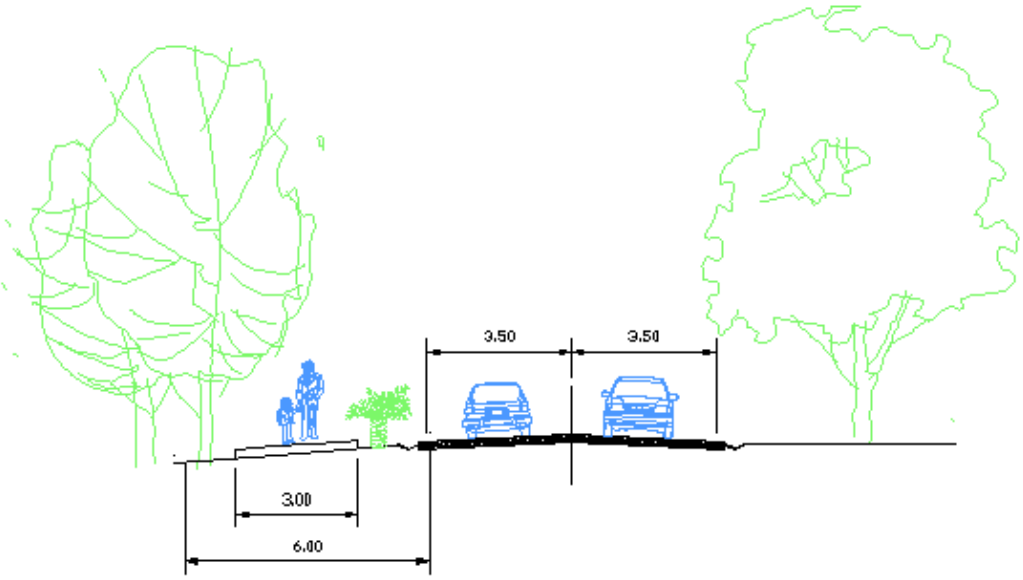
ที่มา : Tan, Jian-an. 2001. “Comparison of capacity between roundabout design and signalised junction design”. Conference paper STRC2001 session Engineering. Figure11. : p. 13.

2.10 ลักษณะของถนนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีถนนภายในมหาวิทยาลัยคิดเป็นความยาวรวมประมาณ 20 กิโลเมตร มีผิวจราจรชนิดคอนกรีตเสริมเหล็กและมีความกว้างของแต่ละเส้นทางที่แตกต่างกัน และมีลักษณะของประโยชน์การใช้งานที่แตกต่างกันไป ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็น 2 ช่องจราจรที่สวนทางกัน แต่ก็มีบางเส้นทางที่ได้ทำการปรับปรุงเป็น 4 ช่องจราจร และมีเกาะกลาง เพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบันดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.12



ภาพประกอบที่ 2.12 หน้าตัดถนน 4 ช่องจราจร ด้านประตูศรีทรัพย์ฯ



ภาพประกอบที่ 2.13 หน้าตัดโดยทั่วไปภายในมหาวิทยาลัย