การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้ได้ทบทวนทฤษฎี แนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางและระเบียบวิธีการวิจัย การทบทวนดังกล่าวได้แบ่งแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 5 ส่วน คือ

1. นิยามของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร
2. นิยามและคำจำกัดความต่าง ๆ สำหรับทางแยกสัญญาณไฟจราจร
3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ
4. อุบัติเหตุ
5. ความเร็ว

นิยามของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

Federal Highway Administration, FHWA กล่าวว่า “การฝ่าฝืนสัญญาณไฟเกิดขึ้นในขณะที่ผู้ใช้ทางเคลื่อนที่อยู่ในทางแยก ขณะที่สัญญาณไฟเป็นสีแดง อย่างไรก็ตามหากยานพาหนะนั้นเคลื่อนที่อยู่ในทางแยกเพื่อรอเลี้ยวซ้ายแล้วสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็นสีแดง ถือว่าไม่เป็นการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ”

Insurance Institute for Highway Safety, IIHS (1996-2006) กล่าวว่า “การฝ่าฝืนสัญญาณไฟเกิดขึ้นหลังจากยานพาหนะเคลื่อนที่อยู่ในทางแยก (โดยเจตนา) เมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็นสีแดง ส่วนยานพาหนะที่อยู่ในทางแยกโดยไม่เจตนาเมื่อสัญญาณไฟเปลี่ยนเป็นสีแดงในขณะที่รอเลี้ยวถือว่าไม่เป็นการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ”

พระราชบัญญัติจราจรทางบก พุทธศักราช 2522 มาตรา 22 ความว่า “ผู้ขับขี่ต้องปฏิบัติตามสัญญาณจราจรหรือเครื่องหมายจราจร ที่ปรากฏข้างหน้าในกรณีต่อไปนี้

1. สัญญาณจราจรไฟสีเหลืองอำพัน ให้ผู้ขับขี่เตรียมหยุดรถหลังเส้น ให้รถหยุดเพื่อเตรียมปฏิบัติตามสัญญาณที่จะปรากฏต่อไป เว้นแต่ผู้ขับขี่ที่ได้เลยเส้นให้รถหยุดไปแล้วให้เลยไปได้

2. สัญญาณจราจรไฟสีแดงหรือเครื่องหมายจราจรสีแดงที่มีคำว่า "หยุด" ให้ผู้ขับขี่หยุดรถหลังเส้นให้รถหยุด

3. สัญญาณจราจรไฟสีเขียวหรือเครื่องหมายจราจรสีเขียวที่มี คำว่า "ไป" ให้ผู้ขับขี่ขับรถต่อไปได้ เว้นแต่จะมีเครื่องหมายจราจรกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

4. สัญญาณจราจรไฟลูกศรสีเขียวชี้ให้เลี้ยวหรือชี้ให้ตรงไปหรือสัญญาณ จราจรไฟสีแดงแสดงพร้อมกับสัญญาณจราจรไฟลูกศรสีเขียวชี้ให้เลี้ยวหรือชี้ให้ ตรงไปให้ผู้ขับขี่เลี้ยวรถหรือขับรถตรงไปได้ตามทิศทางที่ลูกศรชี้ และต้องขับรถด้วยความระมัดระวัง และต้องให้สิทธิแก่คนเดินเท้าในทางข้ามหรือรถที่มาทางขวาก่อน

5. สัญญาณจราจรไฟกระพริบสีแดง ถ้าติดตั้งอยู่ที่ทางร่วมทางแยกใด เปิดทางใดให้ผู้ขับขี่มาทางด้านนั้นหยุดรถหลังเส้นให้รถหยุด เมื่อเห็นว่า ปลอดภัยและไม่เป็นการกีดขวางการจราจรแล้ว จึงให้ขับรถต่อไปได้ด้วย ความระมัดระวัง

6. สัญญาณจราจรไฟกระพริบสีเหลืองอำพัน ถ้าติดตั้งอยู่ ณ ที่ใด ให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วของรถลงและผ่านทางเดินรถนั้นไปด้วยความระมัดระวัง ผู้ขับขี่ซึ่งจะขับรถตรงไปต้องเข้าอยู่ในช่องเดินรถที่มีเครื่องหมายจราจรแสดงให้ตรงไป ส่วนผู้ขับขี่ซึ่งจะเลี้ยวรถต้องเข้าอยู่ในช่องเดินรถที่มีเครื่องหมายจราจรแสดงให้เลี้ยว การเข้าอยู่ในช่องเดินรถดังกล่าวจะต้องเข้าตั้งแต่เริ่มมีเครื่องหมายจราจรแสดง ให้ปฏิบัติเช่นนั้น

หมายเหตุ มาตรานี้ความเดิมได้ถูกยกเลิกไป และมีการเพิ่มเติมข้อความ ใหม่เข้าไปโดย พ.ร.บ. แก้ไขเพิ่มเติม พ.ร.บ.จราจรทางบก (ฉบับที่ 4) พ.ศ.2535 ใน มาตรา 5 ซึ่งได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 109 ตอนที่ 39 หน้า 44 วันที่ 6 เมษายน พ.ศ.2535 ความว่าให้ยกเลิกความในมาตรา 22 แห่งพระราชบัญญัติ จราจรทางบก พ.ศ. 2522 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

สัญญาณจราจรไฟลูกศรสีเขียวชี้ให้เลี้ยวหรือชี้ให้ตรงไป หรือ สัญญาณจราจรไฟสีแดงแสดงพร้อมกับสัญญาณจราจรไฟลูกศรสีเขียวชี้ให้เลี้ยวหรือชี้ให้ตรงไป ให้ ผู้ขับขี่เลี้ยวรถหรือขับรถตรงไปได้ตามทิศทางที่ลูกศรชี้ และต้องขับรถด้วยความระวังระวัง และ ต้องให้สิทธิแก่คนเดินเท้าในทางข้ามหรือรถที่มาทางขวาก่อน

เกณฑ์พิจารณาการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ ตามพระราชบัญญัติ จราจรทางบก พ.ศ. 2522 คือ รถที่เคลื่อนที่ออกจากเส้นหยุดหลังจากสัญญาณไฟเปลี่ยนสีเป็นสีแดงถือว่าเป็นการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ

นิยามและคำจำกัดความต่าง ๆ สำหรับทางแยกสัญญาณไฟจราจร

1. ประเภทของสัญญาณไฟควบคุมการจราจร

1.1. สัญญาณไฟแบบกำหนดเวลาแน่นอน (Pre-timed Signals) เป็นสัญญาณไฟที่กำหนดเวลาที่เป็นแบบแผนไว้ก่อนแน่นอน โดยอาจจะมีแบบเดียว (Single Predetermined Time) หรือ อาจจะกำหนดเวลาเป็นแบบแผนได้หลาย ๆ แบบ เป็นลำดับ (Series Predetermined Time)โดยรูปแบบในการทำงานของสัญญาณไฟแบบกำหนดเวลาแน่นอน เช่น รอบเวลาสัญญาณไฟ เวลาไฟเขียว จะมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่ใช้งาน จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ก็ต่อเมื่อต้องมีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมต่าง ๆ ก่อนที่จะใช้งาน

1.2. สัญญาณไฟแบบปรับตามปริมาณการจราจร (Traffic-Actuated Signals) เป็นรูปแบบของสัญญาณไฟที่ตลอดการทำงานค่าเวลาสัญญาณไฟต่าง ๆ สามารถผันแปรให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรโดยการใช้เครื่องตรวจจับ (Detector) โดยทั่ว ๆ ไป สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

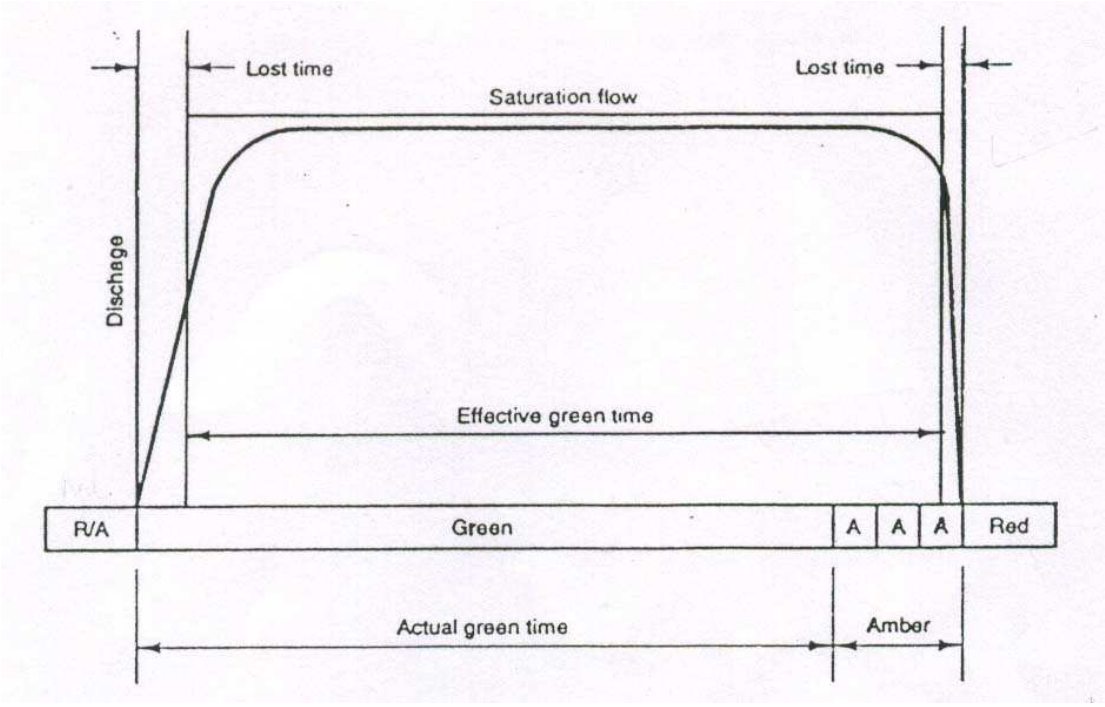
1.2.1. Semi Traffic-Actuated Signals จะตรวจจับการมาของรถในบางทิศทางที่เข้าสู่ทางแยกเท่านั้น เหมาะสำหรับทางแยกที่ปริมาณการจราจรบนทางโทมีปริมาณต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการจราจรบนทางเอก โดยจะติดตั้งเครื่องตรวจจับบนทางโท หรืออาจนำมาใช้สำหรับควบคุมบริเวณทางข้ามก็ได้

1.2.2. Full Traffic-Actuated Signals จะตรวจจับการมาของรถในทุกทิศทางที่เข้าสู่ทางแยก ระบบนี้เหมาะสำหรับทางแยกที่ปริมาณการจราจรที่ผ่านไม่คงที่ โดยปริมาณการจราจรจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

2. ผลขององค์ประกอบทางด้านการจราจรที่มีต่อความจุของทางเข้าสู่ทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร

จำนวนรถที่แล่นผ่านทางแยกในช่วงเวลาหนึ่ง จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลอิ่มตัว (Saturation flow) และช่วงเวลาไฟสัญญาณที่การจราจรใช้ในการเคลื่อนตัวผ่านทางแยกที่มีอัตราการไหลเท่ากับอัตราการไหลอิ่มตัว เรียกช่วงเวลานี้ว่า ระยะเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (Effective green time)

เมื่อเริ่มสัญญาณไฟเขียวการจราจรจะเริ่มเคลื่อนตัวผ่านทางแยกโดยมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงอัตราการไหลสูงสุดที่ การจราจรสามารถผ่านทางแยกไปได้ จนกระทั่งเมื่อเริ่มสัญญาณไฟเหลือง อัตราการไหลของ การจราจรก็จะลดลงอย่างรวดเร็วจนเป็นศูนย์ หรือไม่มีปริมาณการจราจรผ่านทางแยกเลยเมื่อเริ่มสัญญาณไฟแดง ดังภาพที่ 1 พื้นที่ใต้กราฟ คือปริมาณการจราจรที่แล่นผ่านทางแยกในช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียว การหาพื้นที่นี้ค่อนข้างยุ่งยากเพื่อความสะดวกจึงใช้รูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้าแทน ความสูงของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคือค่าอัตราการไหลอิ่มตัวและความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคือระยะเวลาไฟเขียวประสิทธิผล



ภาพที่ 1 การแปรผันของอัตราการไหลของรถยนต์ในช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียว
ที่มา: Salter and Hounsell(1996)

ช่วงเวลาระหว่างจุดเริ่มต้นของสัญญาณไฟเขียวกับจุดเริ่มต้นของ ระยะเวลาไฟเขียวประสิทธิผล (Effective green time) และช่วงเวลาระหว่างจุดสุดท้ายของ ระยะเวลาไฟเขียวประสิทธิผล กับจุดสุดท้ายของสัญญาณไฟเหลือง เรียกรวมกันว่า ช่วงเวลาไฟสัญญาณที่สูญเสียไปเนื่องจากความล่าช้าในการออกรถ (Lost time due to starting and ending delays)

3. ความล่าช้าที่ทางแยก

การศึกษาความล่าช้าที่บริเวณทางแยกเป็นการศึกษาเพื่อประเมินความล่าช้าเนื่องจากการหยุดของรถยนต์และคนเดินทางที่ใช้ทางแยกนั้น การหาความล่าช้าทั้งหมดที่เกิดขึ้น ช่วยในการวางแผนปรับปรุงทางแยก ทำให้การสัญจรทั้งทางรถยนต์และคนเดินเท้ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือควบคุมการจราจรที่มีอยู่ ตรวจสอบรอบเวลา และจังหวะสัญญาณไฟที่เป็นอยู่

ความล่าช้าเป็นส่วนหนึ่งของการเดินทาง ซึ่งยากที่จะหลีกเลี่ยงได้ โดยทั่วไปแล้วความล่าช้าหมายถึง เวลาที่เพิ่มขึ้นหรือเวลาที่สูญเสียไปในระหว่างการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง ความล่าช้ามักกล่าวเป็นนาที หรือวินาทีต่อคัน แต่เมื่อกล่าวถึงความล่าช้าที่เกิดขึ้น ณ.บริเวณทางแยก หรือช่วงทางมักกล่าวเป็นชั่วโมง ในที่นี้ความล่าช้าจัดเป็น 2 ประเภท ดังนี้ ความล่าช้าคงที่ ความล่าช้าผันแปร

โดยปกติความล่าช้าที่ทางแยกมักมีค่ามากในเวลาชั่วโมงคับคั่ง และต่ำในช่วงชั่วโมงปกติ ดังนั้นจึงมักทำการศึกษาความล่าช้าในช่วงเวลาชั่วโมงคับคั่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพบริเวณปัจจุบัน การศึกษานี้มีประโยชน์ต่อการออกแบบและการหามาตรการควบคุมการจราจร และกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจร อาทิเช่น การห้ามจอด การห้ามเลี้ยว การจัดช่องทางเฉพาะ การเพิ่มช่องทางจราจร อื่นๆ เป็นต้น

ในการศึกษาความล่าช้า ณ ทางแยก องค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้

- ความล่าช้าทั้งหมด (Total delay) เป็นความล่าช้าทั้งหมดที่เป็นเหตุให้รถยนต์ต้องหยุดที่ทางเข้าสู่ทางแยก ทางหรือขาเข้าสู่ทางแยก ในที่นี้หมายถึง ทิศทางที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าสู่ทางแยก ซึ่งมีหลายทิศทาง

- ความล่าช้าเฉลี่ยต่อคัน (Average delay per stopped vehicle) เป็นอัตราส่วนของความล่าช้าทั้งหมดของขาเข้าสู่ทางแยกกับจำนวนรถยนต์ที่หยุดทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น

- ความล่าช้าเฉลี่ยต่อทางเข้าสู่ทางแยก (Average delay per approach vehicle) เป็นอัตราส่วนของความล่าช้าทั้งหมดของขาเข้าสู่ทางแยกกับจำนวนรถยนต์ทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น ซึ่งรวมถึงรถยนต์ที่หยุดและไม่หยุด

- จำนวนร้อยละรถยนต์ที่หยุด (Percentage of vehicle stopped) เป็นจำนวนรถยนต์ที่หยุดในขาเข้าสู่ทางแยกหารด้วยจำนวนรถยนต์ทั้งหมดในขาเข้าสู่ทางแยกนั้น

4. รอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle Length)

คือ ระยะเวลารวมทั้งหมดที่จังหวะสัญญาณไฟเปลี่ยนไปครบทุกจังหวะ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลารอบสัญญาณไฟกับความล่าช้าเฉลี่ย

เนื่องจากสัญญาณไฟจราจรใช้เพื่อเปลี่ยนสิทธิในการเคลื่อนที่ผ่านทางแยก โดยการหยุดการจราจรบางกลุ่ม เพื่อให้การจราจรกลุ่มหนึ่งได้เคลื่อนที่ผ่านไป ทำให้เกิดระยะเวลาที่ผู้ขับขี่ต้องเสียไปโดยเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งเรียกระยะเวลาดังกล่าวว่า ความล่าช้า (Delay) ความล่าช้าที่เกิดขึ้นขณะที่รถยนต์หยุดนิ่ง (Stop-time delay) Highway Capacity Manual (1994) กำหนดให้ใช้ความล่าช้าหยุดนิ่งเฉลี่ยเป็นหลักในการวัดประสิทธิผลของทางแยกสัญญาณไฟ โดยกำหนดให้ใช้ความล่าช้าหยุดนิ่งเฉลี่ย หมายถึงอัตราส่วนระหว่างผลรวมของความล่าช้าหยุดนิ่งของรถยนต์ทุกคันต่อจำนวนรถยนต์ที่ผ่านทางแยกในเวลานั้น

ระยะเวลารอบสัญญาณไฟที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าที่มากเกินไปโดยระยะเวลารอบสัญญาณไฟที่น้อยเกินไปจะมีสัดส่วนของระยะเวลาที่สูญเสียมาก แต่หากกำหนดระยะเวลารอบสัญญาณไฟมากเกินไปจะมีผลให้รถยนต์ในแถวคอยเคลื่อนที่ผ่านเส้นหยุดเฉพาะในช่วงแรกของระยะเวลาสัญญาณไฟเขียว โดยค่าระยะช่วงเวลาห่างกันระหว่างรถยนต์ในช่วงท้ายของสัญญาณไฟเขียวจะมีค่าค่อนข้างมาก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าที่มากเกินไปสำหรับรถยนต์ในขาอื่นๆ ของทางแยกที่หยุดรอสัญญาณไฟ และอาจเกิดอันตรายต่อรถยนต์คันที่เข้าสู่ทางแยก

ในช่วงท้ายของระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวที่ต้องเร่งความเร็วเพื่อให้ผ่านทางแยกได้ทันในจังหวะสัญญาณไฟเขียวนั้น

6. รอบเวลาสัญญาณไฟที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทางแยก (Optimum cycle times for an intersection)

รอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle time) สำหรับสัญญาณไฟชนิดช่วงเวลาไฟสัญญาณคงที่ (Fixed-time Signals) ขึ้นอยู่กับสภาวะการจราจร เมื่อมีการจราจรแออัดที่บริเวณทางแยกรอบเวลาไฟสัญญาณ ก็จะยาวกว่าเมื่อมีการจราจรเบาบาง

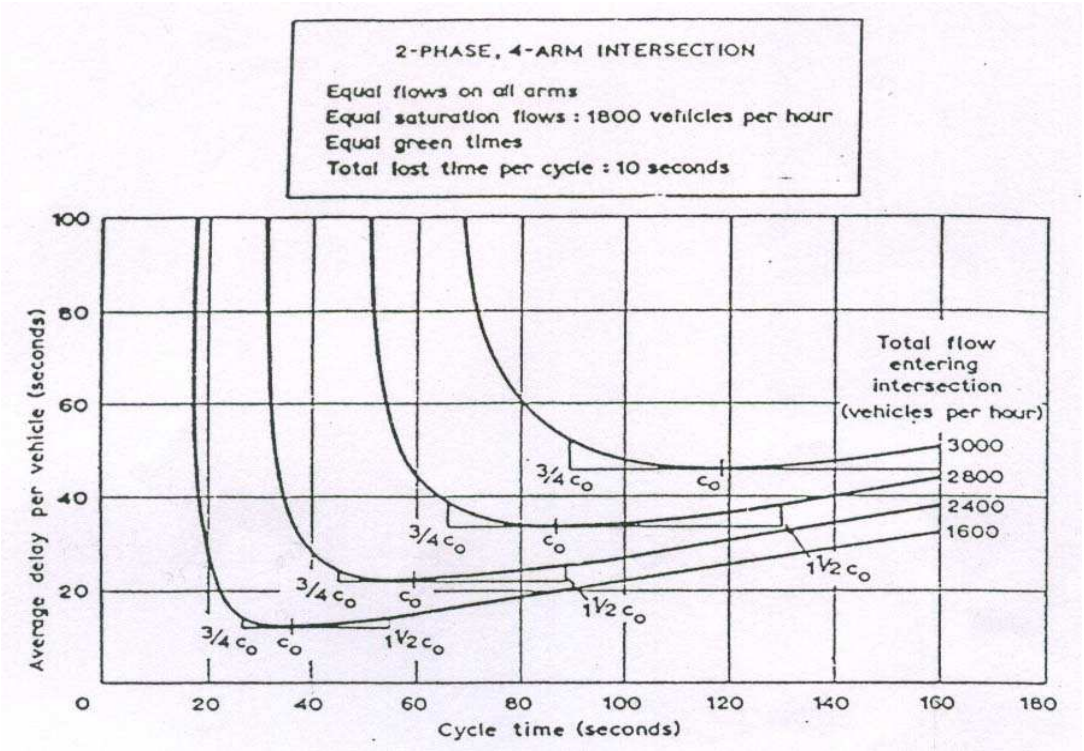
สิ่งที่เป็นตัวกำหนดระดับของการจราจร ของแต่ละทางเข้าสู่ทางแยกคือ ค่า y ซึ่งเป็นสัดส่วนของปริมาณการจราจรบนทางเข้าสู่ทางแยกนั้นต่อ อัตราการไหลอิ่มตัว

ในสภาวะการจราจรใดๆ ของทางแยกที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟชนิดช่วงเวลาไฟสัญญาณคงที่นั้น รอบเวลาไฟสัญญาณจะมีผลต่อความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรที่แล่นผ่านทางแยกนั้น เมื่อรอบเวลาไฟสัญญาณสั้น จะทำให้สัดส่วนของ เวลาที่สูญเสีย (Lost time = ผลรวมของ Lost time in the intergreen period และ Lost time due to starting and ending delays) ในรอบเวลาไฟสัญญาณสูง ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟต่ำ และทำให้เกิดความล่าช้ามาก

แต่ในขณะเดียวกันถ้ารอบเวลาสัญญาณไฟ ยาวนานเกินไปก็มีผลเสียเช่นเดียวกันเพราะช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวจะนานเกินไปด้วย รถที่จอดรอจะเคลื่อนที่ผ่านทางแยกในช่วงแรกของสัญญาณไฟเขียว แต่เมื่อระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวนานเกินไปแล้ว รถที่จะเคลื่อนที่ผ่านทางแยกในช่วงหลังของระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวจะเป็นรถที่เพิ่งมาถึงทางแยก และ Saturation flow จะสูงที่สุดเมื่อมีรถคอยอยู่ในแถวเตรียมพร้อมที่จะเคลื่อนที่ การที่รอบเวลาสัญญาณไฟนานเกินไปก็จะทำให้ประสิทธิภาพของการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟต่ำลงไปด้วย

จากการศึกษาที่ Road Research Laboratory โดยใช้การจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ (Computer simulation) ของการจราจรที่ทางแยกที่ควบคุมการจราจรด้วยสัญญาณไฟ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรกับรอบเวลาสัญญาณไฟ เมื่อปริมาณการจราจรในทุกแนวทางวิ่งมีค่าคงที่ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งกำหนดให้การจราจรเคลื่อนที่ผ่านสี่แยก ซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณไฟแบบ 2 เฟส ที่มีระยะเวลาสัญญาณไฟเขียวเท่ากัน ปริมาณการจราจรในแต่

ละทางเข้าสู่ทางแยกเท่ากัน อัตราการไหลอิ่มตัวของแต่ละทางเข้าสู่ทางแยกเท่ากันและเท่ากับ 1800 คัน/ชั่วโมง และมีค่าช่วงเวลาสัญญาณไฟที่สูญเสีย ใน 1 รอบเวลาสัญญาณไฟ เท่ากับ 10 วินาที



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความล่าช้าเฉลี่ยกับระยะเวลารอบสัญญาณไฟ
ที่มา: Webster (1969)

จากภาพที่ 2 นี้ c_o คือค่ารอบเวลาสัญญาณไฟที่ยังผลให้เกิดความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรน้อยที่สุด (Optimum cycle time) เมื่อ รอบเวลาสัญญาณไฟ (Cycle time) มีค่าน้อยกว่า c_o ค่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรจะเพิ่มสูงมาก กล่าวคือ ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์จะชันมาก ในขณะที่เมื่อ รอบเวลาสัญญาณไฟ มีค่ามากกว่า c_o ค่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย เมื่อ รอบเวลาสัญญาณไฟ มีค่าอยู่ระหว่าง $3/4\,c_o$ และ $1\frac{1}{2}\,c_o$ จะพบว่าค่าความล่าช้าเฉลี่ยของการจราจรไม่แปรเปลี่ยนไปมากนัก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงอาจจัด รอบเวลาสัญญาณไฟ ให้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า c_o เล็กน้อย เพื่อให้ได้ตัวเลขจำนวนเต็ม ทำให้ง่ายต่อการแบ่งรอบเวลาสัญญาณไฟใน เฟสต่างๆ

Webster ได้เสนอสมการเพื่อหา c_o ดังนี้

$$c_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \quad (3)$$

โดยที่:

L = Lost time ทั้งหมดใน 1 Cycle

Y = ผลรวมของค่า y สูงสุดของทุก Phase ใน 1 Cycle

7. จังหวะสัญญาณไฟ (Signal Phase)

คือ ช่วงเวลาที่จัดไว้เป็นจังหวะ ๆ ในหนึ่งรอบเวลาสัญญาณไฟ เพื่อให้การจราจรทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หรือหลายทิศทางได้รับสิทธิเคลื่อนที่ผ่านทางแยกในระหว่างหนึ่งหรือหลายช่วงเวลา

ในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก ปัญหาการรบกวน (Conflicts) ระหว่างกระแสจราจรในทิศทางต่าง ๆ ป้องกันได้โดยการแบ่งเวลาให้กับการจราจรในแต่ละทิศทาง วิธีการนี้เรียกว่า Phasing

การหาจำนวนและระยะเวลาของจังหวะสัญญาณไฟจราจร ต้องพิจารณาถึงการตัดกันที่สำคัญของกระแสจราจรที่จะมีขึ้นที่ทางแยกนั้น และคำนึงถึงปริมาณจราจรเป็นหลัก โดยทั่วไปแล้วควรให้มีจำนวนจังหวะสัญญาณไฟน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากจังหวะที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะเวลาไฟเขียวต่อชั่วโมงลดลง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความล่าช้าเพิ่มขึ้นเพราะเวลาที่สูญเสียไปอันเกิดจากการเริ่มเคลื่อนที่ของรถ ระยะเวลาไฟเหลือง และนอกจากนี้ยังส่งผลให้รอบเวลาสัญญาณไฟเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงความปลอดภัย และความจุของถนนเพิ่มขึ้น จังหวะสัญญาณไฟจึงจำเป็นต้องมีหลายจังหวะ โดยเฉพาะจังหวะสำหรับให้รถเลี้ยวขวาเป็นที่นิยมปฏิบัติกันมาก

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร

การฝ่าฝืนสัญญาณไฟเป็นผลมาจากปัจจัยที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ปัจจัยเกี่ยวกับผู้ใช้ทาง ปัจจัยเกี่ยวกับยานพาหนะ และปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. ปัจจัยเกี่ยวกับผู้ใช้ทาง

ตัวแปรและงานที่วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยเกี่ยวกับเพศ เพศนับเป็นปัจจัยทางโครงสร้างประชากรที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการฝ่าฝืนกฎจราจร ซึ่งจากศึกษาวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับอุบัติเหตุจราจร จะพบว่า เพศชายมักประสบอุบัติเหตุมากกว่าเพศหญิงและมีโอกาสได้รับบาดเจ็บมากกว่าซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเพศชายมีพฤติกรรมการขับขี่ที่ฝ่าฝืนกฎจราจรและมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการขับขี่รถมากกว่าเพศหญิง

อุบัติเหตุที่ฝ่ายชายก่อให้เกิดขึ้นเป็นอุบัติเหตุเนื่องจากการดื่มของมึนเมาและชอบขับรถเร็ว ส่วนอุบัติเหตุจากผ่ายหญิงเกิดเพราะส่วนมากผ่ายหญิงมีประสบการณ์ในการขับรถน้อยมีอาการลังเลขาดการดูสัญญาณต่างๆ

สุพัตรา (2540) ศึกษาพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ใช้รถใช้ถนน ส่วนมากการแก้ไขปัญหาจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า คนขับขี่รถยนต์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย

ชัยรพ (2540) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการฝ่าฝืนกฎจราจรของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์รับจ้างในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์รับจ้างเพศหญิง จะมีการฝ่าฝืนกฎจราจรน้อยกว่าเพศชาย

สโตรี (Storic. TRRL 761: Abstract) เขียนบทความเรื่อง “Male and Female Cardrivers : Differences Observed in Accident” โดยใช้เวลาในการศึกษา 4 ปี จากผู้ขับรถยนต์ในประเทศอังกฤษ ได้สัมภาษณ์ผู้ขับขี่รถยนต์ที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งชายและหญิง รวมทั้งหาข้อมูลจากสถิติและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้เข้าสามารถทราบลักษณะนิสัยของชายและหญิงในประเทศอังกฤษ ซึ่งก่อให้เกิดอุบัติเหตุในลักษณะที่ไม่เหมือนกัน จากความแตกต่างทางเพศไม่เหมือนกันนั่นเอง

ปัจจัยที่เกี่ยวกับอายุ ระดับอายุนับเป็นปัจจัยทางโครงสร้างของประชากร ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุจราจร อายุที่แตกต่างกันอาจแสดงถึงการมีประสบการณ์ในการขับขี่รถหรือการใช้รถใช้ถนนที่แตกต่างกัน อายุที่แตกต่างกันย่อมมีพฤติกรรมการขับขี่รถที่ต่างกัน ผู้ที่มีอายุน้อยกว่า

มักจะขับขี่รถโดยขาดความยั้งคิดขาดการไตร่ตรองหรือความรอบคอบผู้ที่มีระดับอายุมากกว่าจะมีประสบการณ์ในการดำเนินชีวิตในสังคมมากกว่า มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม มีความคิดรอบคอบ มีความระมัดระวังในการขับขี่รถมากกว่าผู้ที่มีระดับอายุมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า ดังนั้นผู้ที่มีอายุมากกว่าจึงน่าจะมีพฤติกรรมการขับขี่ฝ่าฝืนกฎจราจรน้อยกว่า

วิจิตร (2529) ศึกษาการสำรวจวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ในกรุงเทพมหานครพบว่า จำนวนผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่ได้รับอุบัติเหตุมักเป็นกลุ่มประชากรที่มีอายุอยู่ในช่วง 14-24 ปี

จินดู (Jindu. 1984) ศึกษาระบาดวิทยาอุบัติเหตุยานยนต์ใน โอโย สเตท ประเทศไนจีเรีย พบว่า เกิดในกลุ่มเด็กวัยรุ่น และหนุ่มสาว

จะเห็นได้ว่าอายุมีความสัมพันธ์กับการฝ่าฝืนกฎจราจร จนได้รับอุบัติเหตุ คือ กลุ่มประชากรที่มีอายุน้อย ซึ่งเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย จิตใจ และอารมณ์อย่างมาก ชอบความก้าวร้าว เสี่ยง โลดโผน ท้าทย ซึ่งมีโอกาสนำไปสู่การมีพฤติกรรมฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรได้

ปัจจุบันการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเกี่ยวกับผู้ใช้ทางที่มีผลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟมีไม่มากนัก แต่การฝ่าฝืนสัญญาณไฟมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุการชนบริเวณทางแยก ซึ่งการศึกษาเกี่ยวกับผู้ใช้ทางเป็นการพิจารณาถึงองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดการเดินทาง กลไกที่ใช้ในการเดินทางและแนวทางในการปฏิบัติ ทั้งนี้เพราะเพียงแค่เฉพาะพฤติกรรมของผู้ใช้ทางอย่างเดียวก็ก่อให้เกิดลักษณะการจราจรหลายแบบ สภาวะและองค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของผู้ใช้ทางประกอบด้วยปัจจัยทางด้านจิตศาสตร์และปัจจัยทางด้านกายภาพ

1.1 การมองเห็น

ในแง่วิศวกรรมจราจร การมองเห็นถือว่ามีความสำคัญมากกว่าบรรดาโสตประสาทในการรับรู้อื่นๆ ทั้งหมด และมีผลต่อการออกแบบและการดำเนินงานทางด้านจราจร ทั้งนี้เพราะผู้ขับขี่มักตัดสินใจ และกระทำตอบต่อสภาพจราจรต่างๆ บนพื้นฐานการมองเห็นของตนเอง และต้องเป็นที่ตระหนักว่าสภาพการมองเห็นของผู้ขับขี่มักจะแปรเปลี่ยน และอาจเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ปกติแล้วการมองเห็นถูกจำกัดด้วยความสามารถของตา ภาพที่เห็นเกิดจากแสงกระทบ

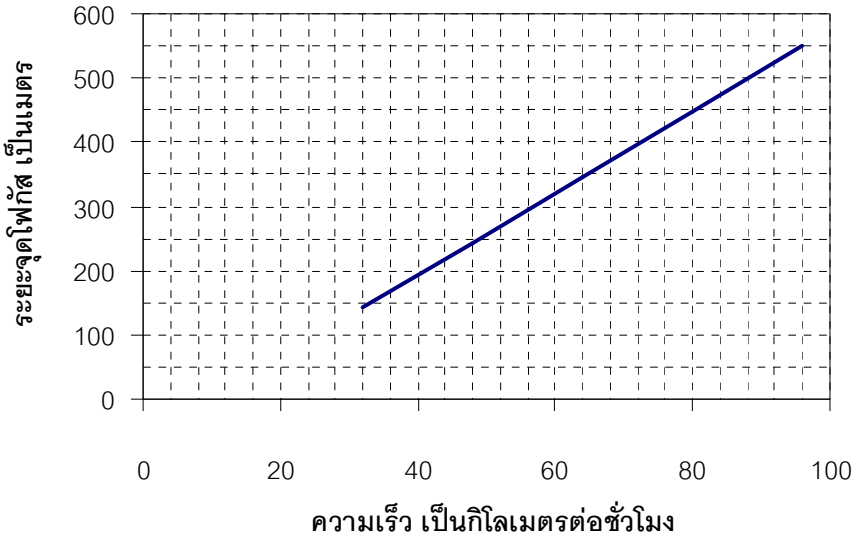
เยื่อภายในลูกตา ซึ่งทำหน้าที่เป็นจอรับภาพ และก่อให้เกิดรูปหรือความรู้สึกซึ่งถูกส่งผ่านเส้นประสาทตาไปยังสมองก่อให้เกิดการรับ แสง สี และรูปร่างขึ้น ในการเกิดรูปภาพนี้ กระจกตา เลนส์ตา และของไหลในลูกตาก่อให้เกิดการหักเหของแสงเนื่องจากวัตถุภายนอกแล้วเกิดเป็นภาพขึ้นที่จอรับภาพในลูกตา

เมื่อตาจ้องอยู่ ณ ตำแหน่งใดๆ พื้นที่ที่มองเห็นชัดเจนมากที่สุดจะอยู่ในรูปกรวยการมองที่มีมุมแคบๆ แค่ 3 องศา สำหรับการมองเห็นให้เห็นชัดเจนที่สุด รูปภาพของวัตถุควรตกบนลูกตาและอยู่ภายในรูปกรวยของสายตานี้ อย่างไรก็ตามการมองเห็นจะรู้สึกชัดมากที่สุดหากวัตถุอยู่ภายในรูปกรวยการมองประมาณ 5 – 6 องศา และจะยังคงสภาพการมองเห็นในระดับขั้นดีพอใช้จนกระทั่งรูปกรวยการมองมีมุมสูงถึง 20 องศา สำหรับการมองเห็นอย่างเด่นชัดมุมการมองในแนวดิ่งจะเป็นประมาณครึ่งหนึ่ง หรือสองในสามของมุมการมองในแนวนอน

1.2 ความสนใจในการมอง

ตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุมการจราจรและสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการจราจร พร้อมทั้งระยะห่างจากข้างทางควรได้รับการออกแบบพิจารณาติดตั้งให้มีประสิทธิผลและให้อยู่ภายในพื้นที่ธรรมชาติของการมองของผู้ใช้ทาง และพื้นที่ดังกล่าวนี้ผู้ขับขี่มักจะเล็งสายตาไกลออกไปตามความเร็วของการขับขี่ที่เพิ่มขึ้น จากภาพที่ 3

ดังนั้นการออกแบบการจราจร หรือการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจราจรจึงไม่ควรซับซ้อนและผิดแปลกจากธรรมชาติเกินไป จนมีผลต่อการดึงดูดความสนใจการมองของผู้ใช้ทาง



ภาพที่ 3 ผลกระทบของความเร็วต่อระยะโฟกัส
ที่มา: Traffic Engineering (2004)

1.3 เวลาในการรับรู้และปฏิบัติตอบ

การปฏิบัติตอบของผู้ใช้ทางที่ถูกกระตุ้นโดยสภาพการจราจรจำเป็นต้องใช้เวลา ซึ่งเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติตอบในแต่ละสภาวะก็แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ขับขี่ ในทุกสภาพการณ์ไม่ว่าจะเป็นการหลบหลีก ห้ามล้อ เร่งความเร็ว หรืออื่นๆ ต่างต้องอาศัยขั้นตอนทางจิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยการรับรู้ การทำความเข้าใจ การรู้สึก และการปฏิบัติตอบ หรือทฤษฎี PIEV ดังนั้นในการวิเคราะห์และศึกษาการจราจร วิศวกรต้องคำนึงและพิจารณาถึงองค์ประกอบของเวลาดังกล่าวนี้ด้วย

1.3.1 การรับรู้ การรับรู้สภาพการณ์สามารถรับได้ทางตา หู และทางสัมผัสหรือทางร่างกาย แล้วสภาพการณ์นั้นๆ จะถูกส่งผ่านไปยังสมองและระบบประสาท เวลาที่ใช้ในขั้นตอนดังกล่าวนี้เรียกว่า เวลาในการรับรู้ อย่างไรก็ตาม ประสบการณ์ อุปนิสัย ความคุ้นเคย และองค์ประกอบอื่นๆ อาจมีผลทำให้มีการปฏิบัติตอบต่อสภาพการณ์นั้นก่อนที่สมองจะรับรู้ แต่ลักษณะเช่นนี้มักจะไม่เกิดขึ้นกับสภาพปัญหาการจราจร ความซับซ้อนของสภาพการณ์มีผลต่อเวลาในการรับรู้มาก กล่าวคือ เวลาในการรับรู้จะเพิ่มตามความซับซ้อนของสภาพการณ์จราจร

1.3.2 การทำความเข้าใจ การรับรู้อาจง่ายต่อความเข้าใจ หรืออาจมีผลต่อความเข้าใจ ยังเป็นผลให้เกิดความคิดขึ้น การรับรู้สัญญาณไฟแดง ผู้ขับขี่จะปฏิบัติตามแนวทางเดิมที่เคยประสบมาก่อน การพบเห็นหลุม บ่อ หรือความขรุขระบนผิวจราจรผู้ขับขี่จะนึกถึงประสบการณ์เดิมที่เคยประสบมา แต่การกระทำตอบต่อสภาพการณ์ที่พบเห็นอาจแตกต่างไปจากเดิม โดยเวลาที่ใช้ในการประมวล เปรียบเทียบ และแสดงความรู้สึกต่อสภาพการณ์ที่พบเห็นนี้ เรียกว่า เวลาในการทำความเข้าใจ

1.3.3 อารมณ์ เป็นความรู้สึกที่เชื่อมขั้นตอนการรับรู้ และความเข้าใจ อารมณ์อาจมีผลต่อคำสั่งจากสมองไปยังกล้ามเนื้อ หรืออวัยวะของร่างกาย เพื่อปฏิบัติตอบตามอารมณ์ที่กล้าเสี่ยง โกรธ หรือฉุนเฉียว เป็นผลให้อุบัติเหตุเกิดขึ้นได้

1.3.4 การปฏิบัติตอบ ในขณะขั้นตอนการเข้าใจ สมองมีแนวทางในการปฏิบัติตอบต่อสภาพการณ์นั้นหลายๆ แบบ ซึ่งโดยส่วนมากการปฏิบัติตอบจะขึ้นอยู่กับความจดจำ ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึก ความต้องการ และความเมื่อยล้าของผู้ใช้ทาง

ทฤษฎีของ PIEV

ในการปฏิบัติตอบต่อสิ่งกระตุ้นของผู้ใช้ทางทุกครั้งมีขั้นตอนดังนี้ การรับรู้ การเข้าใจ อารมณ์ การปฏิบัติตอบ ขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมาใช้เวลาอย่างต่ำ 0.5 วินาที สำหรับสภาพการณ์ธรรมดาๆ และอาจใช้เวลานานถึง 3 หรือ 4 วินาทีสำหรับสภาพการณ์ที่ซับซ้อน อาทิ เช่น การตัดสินใจทำการแซงผ่านบนทาง 2 ช่องทางจราจร อย่างไรก็ตาม สำหรับสภาพการณ์เดียวกัน แต่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ทางต่างกัน เวลาของขั้นตอน PIEV อาจแตกต่างกัน เนื่องจากขึ้นอยู่กับสมรรถภาพ พฤติกรรม อุปนิสัย และประสบการณ์ของผู้ใช้ทางนั้นๆ

1.4 ผลจากผู้ใช้ทางโดยรอบ

ผลกระทบหนึ่งสำคัญต่อผู้ใช้ทางที่เข้ามาในบริเวณทางแยกที่ก่อทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ คือ ยานพาหนะที่ตามมา การศึกษาจาก Allsop, Brown, Groeger และ Robertson (1991) พบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับทางแยกสัญญาณไฟ คือ การเคลื่อนที่ของรถที่ใกล้กันเกินไปเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุการชนกัน เนื่องจากหากรถคันแรกมีระยะหยุดที่น้อยลง เมื่อช่วงเวลาระยะห่าง

ระหว่างรถน้อยกว่า 2 วินาที ดังนั้นช่วงระยะเวลาที่ห่างและช่วงระยะทางที่ห่างของรถคันแรกและคันถัดไปจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ

1.5 ปัจจัยอื่นๆ

Dienstfrey and Sothoron (1998) กล่าวว่า “การข้ามทางแยกนั้นไม่ถือว่ามีความปลอดภัย” โดยทำการสังเกตุว่าการข้ามทางแยกสัญญาณไฟนั้นมีอันตรายถึง 83 เปอร์เซนต์ ส่วนการศึกษาของ Porter และ Berry (1999) สรุปได้ว่า กว่า 80 เปอร์เซนต์ของอุบัติเหตุมักเกิดจากพฤติกรรมของผู้ใช้ทาง อย่างไรก็ตามก็ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของทางแยกนั้นด้วย

กฎหมายและข้อบังคับทางการจราจรมีผลต่อการตัดสินใจในการข้ามทางแยกสัญญาณไฟ และเป็นอันตรายต่อพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ถนน Retting และ Williams (2000) ได้ทำการศึกษาว่า จำนวน 46 เปอร์เซนต์ของผู้ใช้ทาง (ในเมืองและไม่มีการบังคับทางด้านกฎจราจร) เชื่อว่า ควรมีการกำหนดช่วงระยะเวลาสัญญาณไฟแดง ดังนั้นกฎและข้อบังคับทางด้านจราจรจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการจราจร

2. ปัจจัยเกี่ยวกับรถยวดยาน

ยานพาหนะแต่ละประเภทมีอัตราการฝ่าฝืนสัญญาณไฟที่แตกต่างกัน โดยแบ่งประเภทของรถได้ 7 ประเภท ตามลักษณะการใช้งานของรถ คือ รถจักรยานยนต์ รถนั่งส่วนบุคคล รถโดยสารขนาดเล็ก รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดกลาง และรถบรรทุกขนาดใหญ่

Washburn (2004) พบว่า “รถบรรทุกขนาดเล็กมีอัตราการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรมากเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมา คือ รถจักรยานยนต์”

3. ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการฝ่าฝืนสัญญาณไฟแบ่งได้เป็น 3 ปัจจัยหลัก คือ การควบคุมบริเวณทางแยก สภาพจราจร ลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

3.1 การควบคุมบริเวณทางแยก

3.1.1 ชนิดของสัญญาณไฟ

สัญญาณไฟจราจร (Traffic Signals) ใช้ในการควบคุมการจราจรได้อย่างประสิทธิภาพสูงสุด จะทำให้การเคลื่อนที่ของยวดยานเป็นไปอย่างมีระเบียบและช่วยลดอุบัติเหตุ สัญญาณไฟจราจรแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

แบบมีระยะเวลาใน 1 รอบ คงที่ (Pre-Timed Signal) หรือบางครั้งเรียกว่าแบบ Fixed Time Signal เป็นระบบที่ได้กำหนดระยะเลาใน 1 รอบ ไว้ก่อนแล้วนั่นคือ ในทางแยกนั้นจะมีการกำหนดให้ระยะเวลาของไฟเขียวของแต่ละเฟส ใน 1 รอบคงที่ ข้อเสียของสัญญาณไฟจราจร แบบนี้คือ หากปริมาณการจราจรน้อย จะเกิดความล่าช้ามาก

แบบเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการจราจร (Traffic Actuated Signal) เป็นระบบที่ช่วงระยะเวลาไฟเขียว และไฟแดงในแต่ละเฟส จะมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการจราจรอย่างอัตโนมัติ โดยที่ในแต่ละทิศทางจะมีเครื่องตรวจจับ (Detector) ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นแบบแสง ระบบนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือแบบ Full-Traffic Actuated Signal & Semi-Traffic Actuated Signal รูปแบบแรกจะเหมาะสำหรับทางแยกที่มีปริมาณการจราจรเท่า ๆ กันทุกทิศทาง หากในทิศทางใดมีปริมาณการจราจรมากก็จะให้สัญญาณไฟเขียวนานรูปแบบที่สองเหมาะสำหรับติดตั้งในทางแยกที่เป็นแบบถนนสายหลักตัดกับถนนสายรอง (ทางเอกตัดกับทางโท) หลักการโดยทั่วไปของรูปแบบนี้คือ การกำหนดระยะไฟเขียวน้อยสุดของรถในแต่ละทิศทาง แต่รถในทุกทิศทางจะถูกกำหนดระยะเวลาไฟเขียวมากที่สุดเอาไว้ด้วย รถในทางเอกจะได้รับสัญญาณไฟเขียวต่อเนื่องจนกระทั่งเมื่อมีรถในทางโท และพ้นระยะเวลาไฟเขียวน้อยสุดในทางเอกแล้ว รถในทางโทจะได้รับสัญญาณไฟเขียวต่อไปหากยังคงมีรถเข้าสู่ทางโทเพิ่มขึ้นแต่ระยะเวลาไฟเขียวจะมีค่าไม่เกินค่าที่มากที่สุด

3.1.2 รอบเวลาสัญญาณไฟ

งานวิจัยหลายชิ้นยอมรับความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเปลี่ยนสัญญาณไฟและการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ (Porter and England, 2000; Baguley, 1988; Van der Host and Wilmick, 1986). ถ้ารอบสัญญาณไฟเพิ่มขึ้น ความถี่ต่อชั่วโมงของการเปลี่ยนสัญญาณไฟจะลดลง ซึ่งทำให้ลดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟของผู้ขับขี่ลงได้ (Bonneson, Brewer, and Zimmerman, 2001).

3.1.3 ช่วงเวลาไฟเหลือง

ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟเหลืองกับช่วงเวลาของสัญญาณไฟแดง Van der Horst (1998) สังเกตการลดช่วงเวลาของสัญญาณไฟแดงหลังจากเพิ่มช่วงเวลาสัญญาณไฟเหลืองจาก 3 วินาทีเป็น 4 วินาที (ในชุมชนเมือง) และจาก 4 วินาทีเป็น 5 วินาที (ชานเมือง) โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้ถนนในพฤติกรรมการหยุดรถของผู้ใช้ทาง ซึ่งได้อ้างถึงความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของรอบสัญญาณไฟเหลือง และกล่าวว่าเมื่อรอบสัญญาณไฟเหลืองยาวขึ้นทำให้การตัดสินใจในการข้ามทางแยกของผู้ใช้ทางมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการชนท้ายกมากขึ้นเช่นกัน

3.2 สภาพจราจร

3.2.1 อัตราไหล

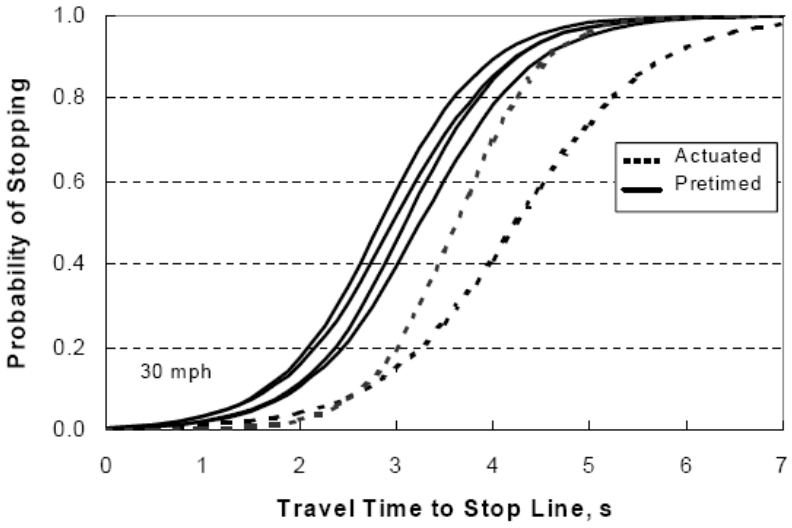
งานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรและการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ (Porter and England, 2000) และอุบัติเหตุการชนเนื่องจากการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ (Mohamedshah, Chen, and Council, 2000) โดยทั่วไปขณะที่อัตราการไหลผ่านทางแยกเพิ่มขึ้น ความถี่ของการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน นั่นคือทางแยกที่มีปริมาณจราจรสูงจะมีจำนวนการฝ่าฝืนสัญญาณไฟสูงด้วย

3.2.2 ความเร็วรถที่เข้าสู่ทางแยก

ความเร็วรถที่เข้าสู่ทางแยกเป็นปัจจัยให้ผู้ขับขี่ใช้ตัดสินใจในการหยุดยานพาหนะขณะเข้าสู่ทางแยก เมื่อให้เวลาในการเดินทางเข้าสู่ทางแยกเท่ากัน ยานพาหนะที่ใช้ความเร็วสูงมีแนวโน้มที่จะหยุดน้อยกว่ายานพาหนะที่ใช้ความเร็วต่ำ (Allsop, Brown, Groeger, and Robertson, 1991). ความแตกต่างระหว่างผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วสูงและผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วต่ำมีแนวโน้มจะลดลง ขณะที่เวลาในการเดินทางมาถึงเส้นหยุดลดลง

3.2.3 เวลาในการเดินทางมาที่เส้นหยุด

ความน่าจะเป็นของการหยุดยานพาหนะก่อนจะถึงเส้นหยุดในขณะสัญญาณไฟเหลือง ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและเวลาในการเดินทางมาที่เส้นหยุดของยานพาหนะ โดยทั่วไปขณะที่เวลาที่เพียงพอในการเดินทางมาที่เส้นหยุดเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นในการหยุดยานพาหนะที่เส้นหยุดจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความสัมพันธ์นี้ไม่เป็นสมการเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 2 (Bonneson, Brewer, and Zimmerman, 2001)



ภาพที่ 4 ความน่าจะเป็นที่ของการหยุดยานพาหนะ

ที่มา: Adppted from Bonneson, Brewer, and Zimmerman, 2001

3.3 ลักษณะทางกายภาพ

3.3.1 ความลาดชันเข้าสู่ทางแยก

ผลกระทบของความลาดชันของทางที่มีต่อรถยนต์นั่งส่วนบุคคลนั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับรถบรรทุกบนทางที่มีความลาดชันต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วรถยนต์นั่งแทบไม่มีผลกระทบใดๆ และมีก็เฉพาะรถยนต์นั่งที่มีอัตราส่วนกำลังต่อน้ำหนักต่ำๆ เท่านั้นที่ความเร็วจะลดลงเมื่อความลาดชันของทางสูงถึง 6 หรือ 7 เปอร์เซ็นต์ ความลาดชันสูงสุดของทางสำหรับการออกแบบทางหลวง AASHTO ได้กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 1

สำหรับทางหลวงในเมือง ความลาดชันสูงสุดของทางควรใช้ประมาณ 3 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณใกล้ทางแยกหรือทางแยกต่างระดับ หรือในบางกรณีอาจใช้ 5 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ เช่น ในช่วงทางที่มีระยะทางลาดชันสั้นๆ

สำหรับทางในเมืองเนื่องจากมีความยุ่งยากต่อการกำหนดหรือวางแนวทางของถนน ความลาดชันของทางอาจใช้สูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีเช่นนี้ต้องคำนึงถึงค่าความเสียดทานระหว่างผิวจราจรกับล้อยางเป็นสำคัญ เพื่อใช้เป็นตัวประกอบในการควบคุมการใช้งานอย่างปลอดภัยภายใต้สภาพการณ์ต่างๆ

ส่วนมาตรฐานการกำหนดความลาดชันต่ำสุด ก็เพื่อประโยชน์ในการระบายน้ำจากผิวทางลงสู่คูน้ำข้างทาง AASHTO ได้แนะนำความลาดชันต่ำสุดของทางไว้เป็น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และในบางสภาพการณ์ อาจใช้ 0.35 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่านี้

3.3.2 ปัญหาสภาพของถนน

ก. การหลุดร่อน (Raveling) การหลุดร่อนมีลักษณะเป็น ผิวทางที่ขรุขระคล้ายหน้าข้าวตัง มีสาเหตุเกิดจากยางแอสฟัลต์ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมประสาน เริ่มแข็งตัวตามอายุการใช้งานสูญเสียแรงยึดเกาะ ทำให้มวลรวมหลุดร่อนออกไป หรือเกิดจากขั้นตอนการก่อสร้าง เนื่องจากการบดอัดไม่เพียงพอ การปูผิวทางที่บางในระหว่างอากาศเย็น การใช้วัสดุมวลรวมสกปรกหรือไม่ยึดเกาะ การใช้ยางแอสฟัลต์น้อยเกินไป หรือการให้ความร้อนในการผสมสูงเกินไปหรือการให้ความร้อนในการผสมสูงเกินไป (Overheat) การหลุดร่อนนี้อาจเกิดจากการใช้ยานพาหนะบางชนิดวิ่งผ่าน เช่น ล้อตีนตะขาบ สาเหตุอีกประการหนึ่งคือ การมีน้ำมันหกลงบนผิวทางทำให้ผิวทางด้านบนอ่อนตัวและวัสดุมวลรวมหลุดร่อนได้

ระดับความรุนแรง แบ่งสภาพความรุนแรงออกเป็น 3 ระดับคือ สภาพความรุนแรงเล็กน้อย คือ วัสดุมวลรวม หรือยางแอสฟัลต์ เริ่มหลุดร่อน บางพื้นที่เป็นหลุมขรุขระเล็กๆ (Pit) แต่ยังมิได้ขยายตัวเพิ่มขึ้น ในกรณีของน้ำมันหกลงบนผิวทางจะเห็นรอยคราบน้ำมัน แต่ผิวทางยังแข็งแรงอยู่ ไม่สามารถใช้เหรียญกดลงบนผิวทางได้ สภาพความรุนแรงปานกลาง คือ วัสดุมวลรวม หรือยางแอสฟัลต์ หลุดร่อน เป็นผิวหยาบปานกลาง และเป็นหลุมขรุขระพอประมาณ บางพื้นที่เป็นหลุมขรุขระเล็กๆ (Pit) ในกรณีของน้ำมันหกลงบนผิวทาง จะทำให้ผิวทางด้านบนอ่อนตัว

สามารถใช้เหรียญกดลงบนผิวทางได้ และสภาพความรุนแรงสูง คือ วัสดุมวลรวม หรือยางแอสฟัลต์ มีการหลุดร่อนอย่างรุนแรง ผิวหยาบมาก และเป็นหลุมขรุขระมาก หากเกิดเป็นหลุมใหญ่กว่า 100 ม.ม. และลึกมากกว่า 12 ม.ม. จะนับเป็นความเสียหายของ “หลุมบ่อ” ในกรณีของน้ำมันหกลงบนผิวทาง จะทำให้ยางแอสฟัลต์และมวลรวม เกิดการสูญเสีย และหลุดออก

การวัดปริมาณ การวัดปริมาณวัดเป็นพื้นที่ครอบคลุมความเสียหาย หน่วยเป็นตารางเมตร พร้อมระบุระดับความรุนแรง ทางเลือกในการซ่อมบำรุง สภาพความรุนแรงเล็กน้อย ไม่ต้องซ่อมบำรุง ฉาบผิว สภาพความรุนแรงปานกลาง ฉาบผิว เสริมผิว สภาพความรุนแรงสูง เสริมผิว เซอร์เฟสรีไซคลิ่ง

ข. รอยปะซ่อม (Patching) รอยปะซ่อมเป็นรอยที่เกิดจากการปะซ่อมหรือการขุดซ่อมผิวจราจรเดิมที่เกิดความเสียหาย โดยการเสริมด้วยวัสดุใหม่ หรือรื้อวัสดุเดิมออก แล้วแทนที่ด้วยวัสดุใหม่ อย่างไรก็ตามรอยปะซ่อมหรือบริเวณใกล้เคียงนี้ มีคุณภาพการใช้งานไม่ดีเท่าผิวจราจรเดิม จึงถือว่าเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง

ระดับความรุนแรง สภาพความรุนแรงเล็กน้อย คือ รอยปะซ่อมยังมีสภาพดี และใช้งานได้ สภาพความรุนแรงปานกลาง คือ รอยปะซ่อมเสื่อมสภาพ หรือชำรุดทรุดโทรม และมีผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งานบางส่วน เป็นความเสียหายอื่นๆในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง สภาพความรุนแรงสูง คือ รอยปะซ่อมเสื่อมสภาพ หรือชำรุดทรุดโทรม และมีผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งานเป็นอย่างมาก เป็นความเสียหายอื่นๆ ในระดับสูง จำเป็นต้องรื้อซ่อมแซมใหม่

วิธีการวัดปริมาณ การวัดปริมาณวัดเป็นพื้นที่ครอบคลุมความเสียหาย หน่วยเป็นตารางเมตร พร้อมระบุระดับความรุนแรง ทางเลือกในการซ่อมบำรุง สภาพความรุนแรงเล็กน้อย ไม่ต้องซ่อมบำรุง สภาพความรุนแรงปานกลาง ไม่ต้องซ่อมบำรุง อุดรอยแตก ขุดซ่อม สภาพความรุนแรงสูง อุดรอยแตก ขุดซ่อม

ตารางที่ 1 ความลาดชันสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้ สำหรับทางลาด

Design Speed		Freeway			Arterials						Collectors-Rural			Local-Rural		
					Rural			Urban								
Mph	km/h	Flat	Rolling	Mountainous	Flat	Rolling	Mountainous	Flat	Rolling	Hilly	Flat	Rolling	Mountainous	Flat	Rolling	Mountainous
20	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	12	8	11	16
30	48	-	-	-	-	-	-	8	9	11	7	9	10	7	10	14
40	64	-	-	-	-	-	-	7	8	10	7	8	10	7	9	12
50	80	4	5	6	4	5	7	6	7	9	6	7	9	6	8	10
60	97	3	4	6	3	4	6	5	6	8	5	6	-	5	6	-
65	105	-	-	-	3	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	113	3	4	-	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Source : A Policy on Geometric Design.																
Grades 1% sleeper than values shown may be used for extreme cases in urban areas where' development precludes the use of flatter																
Grades and for one-way grades in mountainous terrain.																
No prescribed values for urban collectors. Should be consistent with surrounding terrain.																
No prescribed values for local streets. Maximum is 15%																

3.3.3 ระยะการมองเห็น

ระยะการมองเห็นบริเวณทางแยกควรมีความยาวเพียงพอเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถมองเห็นรถที่เคลื่อนที่เข้าสู่ทางแยกได้อย่างชัดเจน และมีเวลาเพียงพอ ที่จะตัดสินใจปฏิบัติการขับขี่ได้อย่างถูกต้องว่าควรจะหยุดหรือเคลื่อนรถต่อไป ด้วยความเร็วเท่าไรเป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ที่ผู้ขับขี่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุบนท้องถนนได้ทันเวลา การจัดการระยะการมองเห็นอาจกระทำได้ด้วยการติดตั้งเครื่องหมายจราจรหยุด หรือให้ทาง หรือติดตั้งสัญญาณไฟจราจรในกรณีที่ระยะการมองเห็นต่ำมาก และถนนมีปริมาณจราจรพอสมควร นอกจากนี้อาจดำเนินแก้ไขปัญหาได้โดยการรื้อถอน ปรับเปลี่ยนสิ่งปลูกสร้าง เสาไฟฟ้า ต้นไม้หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ เพื่อให้ผู้ขับขี่มีระยะการมองเห็นที่ดีขึ้น

ในบางครั้งไม่สามารถสร้างทางแยกที่มีระยะการมองเห็นที่เพียงพอตามหลักการทางวิชาการได้เนื่องจากปัจจัยทางทางกายภาพที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น ไม่สามารถรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างนอกเขตทางได้ หรือลักษณะการวางตัวของแนวถนนถูกจำกัดด้วยลักษณะพื้นที่และสิทธิการถือครองที่ดินระยะการมองเห็นที่ไม่เพียงพอนี้สามารถทำการปรับปรุงหรือแก้ไขได้ดังต่อไปนี้

จัดระบบการควบคุมการจราจรโดยการติดตั้งเครื่องหมายจราจรตามความเหมาะสมเช่น การติดตั้งป้ายหยุด ป้ายให้ทาง หรือสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางแยก เป็นต้น ซึ่งการติดตั้งเครื่องหมายจราจรนี้ควรเป็นไปตามเหตุอันควรตามมาตรฐานการติดตั้งเครื่องหมายจราจรแจ้งให้ผู้ขับขี่ทราบลักษณะถนนข้างหน้า เช่นทางแยกข้างหน้า ทางโค้งข้างหน้า ทางลาดชัน หรือทางข้ามข้างหน้าเป็นต้น

นำมาตรการลดความเร็วมาใช้ เพราะการที่รถเคลื่อนที่ช้าลงจะทำให้ระยะการมองเห็นสั้นลงซึ่งจะส่งผลให้ระยะการมองเห็นที่วัดได้เป็นไปตามมาตรฐานตามตารางที่ 2 และ 3 การลดความเร็วนี้มักจะใช้ได้ดีในบริเวณทางแยก อย่างไรก็ตามมาตรการลดความเร็วไม่จำเป็นจะต้องเป็นการกำหนดเขตจำกัดความเร็วเท่านั้น อื่นๆ ตามความเหมาะสมของปัญหาการจราจรและลักษณะของพื้นที่

ตารางที่ 2 แสดงระยะการมองเห็นขณะเข้าทางแยก

ความเร็วรถที่อนุญาตให้ขับขี่ได้ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ระยะการมองเห็น (เมตร)
30	25
40	35
50	45
60	55
70	65
80	75
90	85
100	90

ที่มา: AASTHO Green Book and AASHTO Little Green Book, 2001

ตารางที่ 3 ระยะการมองเห็นจากทางแยก

ความเร็วรถที่อนุญาตให้ขับขี่ได้ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ระยะการมองเห็น (เมตร)
40	20
50	30
60	40
70	55
80	65
90	80
100	95
110	115
120	140

อุบัติเหตุ

การฝ่าฝืนสัญญาณไฟเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกสัญญาณไฟ ดังนั้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุกับการฝ่าฝืนสัญาณไฟจราจรต้องศึกษาอุบัติเหตุดังนี้

1. คำจำกัดความของบริเวณหรือจุดอันตรายบนถนน

วิวัฒน์ (2546) บริเวณอันตรายบนถนน โดยทั่วไปจะหมายถึง จุดดำ ซึ่งเป็นจุดที่มีจำนวนอุบัติเหตุมาก และตำแหน่งที่แน่ชัด เช่น ตรงทางแยกทางโค้ง หรือทางข้ามถนนแต่ในทางปฏิบัติบริเวณที่มีโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุสูง มีนอกเหนือไปจากคำจำกัดความข้างต้น

OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development) ได้กำหนดคำจำกัดความของบริเวณอันตรายบนถนนไว้ดังนี้

1.1 บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงสุด ซึ่งแต่ละจุดอาจกำหนดได้จาก ประวัติของการเกิดอุบัติภัยในจุดนั้น ๆในลักษณะของจำนวนอุบัติภัยที่เกิดขึ้น

จุดดำ เป็นตำแหน่งที่สามารถกำหนดได้จากลักษณะทางกายภาพของถนนเป็นทางแยกทางโค้งหรือเนิน

ช่วงถนนสีดำ เป็นช่วงถนนที่มีอัตราการเกิดอุบัติภัยจราจรสูง

พื้นที่สีดำ เป็นพื้นที่ที่มีอุบัติภัยจราจรเกิดขึ้นเป็นหย่อม ใช้กับพื้นที่ในเขตเมืองซึ่งวิธีการรายงานอาจไม่ชัดเจนพอที่จะระบุแต่ละถนนที่อยู่ในโครงข่ายที่หนาแน่น

1.2 บริเวณที่มีความเสี่ยงปานกลาง เป็นบริเวณที่จำนวนอุบัติภัยอาจมีน้อยเกินไปที่จะระบุตำแหน่งได้จากบันทึกอุบัติเหตุจราจรเพียงอย่างเดียว แต่เพื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากกลุ่มบริเวณที่มีลักษณะคล้ายกันหรือจากการสังเกตสถานที่ อาจชี้ให้เห็นลักษณะที่อาจเป็นอันตรายบางอย่าง บริเวณเหล่านี้อาจเรียกว่าเป็น จุดสีเทา ช่วงถนนสีเทาหรือพื้นที่สีเทา

1.3 บริเวณที่ซึ่งมีสภาพการณ์หรือลักษณะที่คล้ายกัน ปรากฏอย่างเด่นชัด ในอุบัติภัยที่เกิดขึ้นกล่าวคืออาจมีอุบัติภัยจำเพาะที่เกิดขึ้นมาก แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเป็นกลุ่มก้อน

2. สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุทางด้านการจราจรเป็นผลมาจากความบกพร่องขององค์ประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1 องค์ประกอบเกี่ยวกับคน อายุ เพศ แอลกอฮอล์ ยา และสภาพจิตใจ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งนี้เพราะองค์ประกอบเหล่านี้มีผลสมรรถภาพในการควบคุมและบังคับตนเองของคน ซึ่งคนในที่นี้รวมถึงผู้ขับขี่ และคนเดินเท้า จากการศึกษาในประเทศญี่ปุ่นพบว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอันเป็นสาเหตุจากคนมีเป็นจำนวนสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

2.2 องค์ประกอบเกี่ยวกับรถ ประเภท สภาพ และการใช้งานของรถก็มีส่วนก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ ทั้งนี้เนื่องจากรถแต่ละประเภทมีขนาด สมรรถภาพ และลักษณะการใช้งานแตกต่างกัน จากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในประเทศไทยพบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลประสบอุบัติเหตุมีสัดส่วนสูงสุด เมื่อเทียบกับรถประเภทอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณรถประเภทนี้มีจำนวนมาก อีกทั้งมีสมรรถภาพดีกว่ารถประเภทอื่น

2.3 องค์ประกอบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม สภาพของทางและสิ่งแวดล้อมมีส่วนก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ถนนที่มีสภาพการใช้งานไม่ดี หรือได้รับการออกแบบทางด้านเรขาคณิตไม่ถูกต้อง อาทิเช่น รัศมีความโค้งน้อยไป ทางลาดชันยาวมากก็จะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ทัศนะวิสัยในการขับขี่ไม่ว่าจะเนื่องจากสภาพอากาศ หรือสภาพการจราจร ที่มีผลต่อการมองเห็น และความระมัดระวังในการขับขี่ ก็มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายเช่นกัน

3. เหตุผลที่ต้องทำการศึกษาอุบัติเหตุจราจร

3.1 เพื่อหาจุดหรือบริเวณที่มีอันตรายจากการเกิดอุบัติเหตุสูง รวมทั้งหาสาเหตุเพื่อดำเนินการแก้ไข

3.2 เพื่อใช้เป็นเครื่องชี้ถึงความต้องการในการปรับปรุงทางหรือติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสำหรับการจราจร

3.3 เพื่อใช้ประกอบการประเมิน และแสดงผลได้ก่อน – หลังการปรับปรุงการจราจร

3.4 เพื่อเป็นเครื่องช่วยในการประเมินผลของการออกแบบทางด้านการจราจร

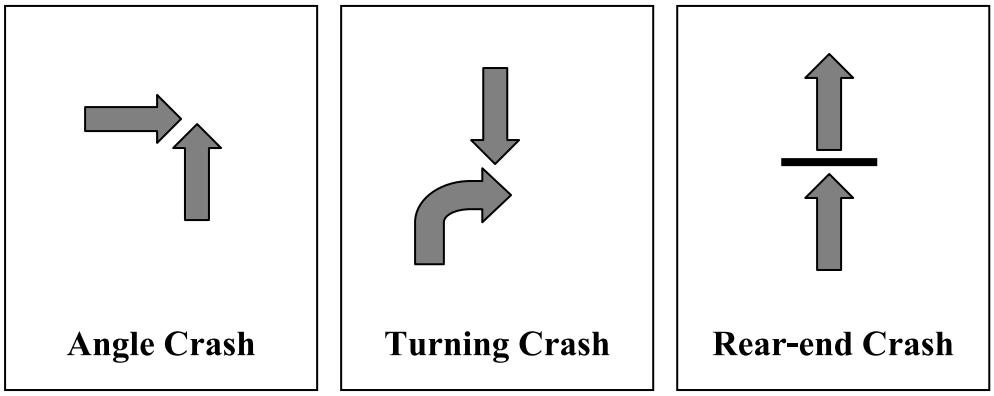
3.5 เพื่อใช้คำนวณหาค่าความสูญเสียทางด้านเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ

4. ลักษณะอุบัติเหตุการชนบริเวณทางแยก

S. Washburn (2004) โดยทั่วไปมากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกสัญญาณไฟมักเกิดจากรถตั้งแต่สองคันขึ้นไป เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสำหรับรถคันเดียว มักเกิดขึ้นกับคนเดินเท้าหรือรถจักรยาน เมื่อเกิดการฝ่าฝืนสัญญาณไฟมักก่อให้เกิดอันตรายบนทางแยกสำหรับคนเดินเท้าหรือรถจักรยานที่ใช้ถนนบริเวณทางแยกได้

อุบัติเหตุบริเวณทางแยกมีสองเหตุการณ์หลักที่มักเกิดขึ้นบ่อยครั้ง คือ เหตุการณ์อุบัติเหตุการชนด้านข้าง และ การชนขณะเลี้ยวรถ ซึ่งเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยก รถที่มีการเลี้ยวซ้ายและกลับรถบริเวณทางแยกนั้น โดยเกิดจากการปะทะกันระหว่างรถที่เลี้ยวกับรถที่อยู่ในทิศทางตรงข้าม ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่ทั้งสองฝ่ายฝ่าฝืนสัญญาณไฟ

ในอดีตมีการวิเคราะห์วิจัย เพื่อหาค่าผลกระทบโดยใช้กล้องวิดีโอหรือโปรแกรมสำหรับตรวจสอบลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุการชนกันบริเวณทางแยก 3 รูปแบบ คือ การชนด้านข้าง การชนขณะเลี้ยว และการชนท้าย ดังภาพที่ 5 ซึ่งการชนท้ายไม่ได้เกิดจากการฝ่าฝืนสัญญาณไฟ หากแต่เกิดจากการที่รถคันแรกหยุดรถกระทันหันแล้วรถคันที่ตามท้ายมามีทัศนวิสัยในการมองเห็นสำหรับสัญญาณไฟไม่ชัดเจนจึงทำให้ไม่สามารถหยุดรถได้ทันจึงทำให้เกิดการชนท้าย บางการศึกษาพบว่าอุบัติเหตุแบบชนด้านข้างและการชนขณะเลี้ยวรถมีสถิติลดลงแต่การชนท้ายกลับมีสถิติเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 5 รูปแบบอุบัติเหตุการชนบริเวณทางแยก

5. การวิเคราะห์อุบัติเหตุ

การวิเคราะห์อุบัติเหตุมีอยู่ 2 แบบ คือ

5.1 การวิเคราะห์แบบมหภาค เป็นการวิเคราะห์เพื่อสรุปรวบรวมอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมาโดยอาจจำแนกออกตามชนิดหรือลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ

5.2 การวิเคราะห์แบบจุลภาค หรือตำแหน่งอุบัติเหตุ เป็นการวิเคราะห์รายละเอียด และสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ณ บริเวณที่ทำการศึกษา

6. ขั้นตอนการศึกษาอุบัติเหตุ

รายงานและบันทึกอุบัติเหตุจราจรมีความสำคัญมาก สำหรับการดำเนินงานทางด้านการจราจร องค์ประกอบที่มีผลต่อความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นนั้นมีหลายอย่าง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ยากต่อการหาสาเหตุที่แท้จริงได้ แต่อย่างไรก็ตาม จากวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุก็พอที่จะหาแนวทางแก้ไข และปรับปรุงได้
การศึกษาอุบัติเหตุมี 6 ขั้นตอนดังนี้

6.1 รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ โดยทำการรวบรวมบันทึกอุบัติเหตุ ในขอบเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยทั่วไปสามารถหาได้จากสถานีตำรวจที่ดูแล และรับผิดชอบพื้นที่นั้น ๆ

6.2 เลือกบริเวณอันตราย จากข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้สามารถหาบริเวณที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูง หรือบริเวณที่มีอันตรายจากอุบัติเหตุสูง ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา

6.3 จัดเตรียมแผนผังอุบัติเหตุ ซึ่งแผนผังอุบัติเหตุมีประโยชน์มากเพราะแสดงถึงลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 7.9 แผนผังไม่จำเป็นต้องมีมาตราส่วน สำหรับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมักแสดงแทนด้วยลูกศร เพื่อชี้ให้เห็นถึงทิศทางการเดินของรถ ส่วนวันเวลาที่เกิดอุบัติเหตุควรแสดงไว้ข้างลูกศร ถ้าสภาพแวดล้อม หรือสภาพการมองเห็นมีส่วนสำคัญที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุก็ควรแสดงไว้ด้วย

แผนผังแสดงสภาพทางกายภาพของบริเวณควรจัดทำไว้เพื่อใช้ประกอบการศึกษา ซึ่งอาจแยกจากแผนผังอุบัติเหตุ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิเคราะห์อุบัติเหตุ โดยแผนผังนี้ควรรวบรวม ป้าย เครื่องหมายจราจร ทางข้าม สัญญาณไฟจราจร ป้ายรถประจำทาง การควบคุมการจอดรถ อาคารและสิ่งกีดขวางต่าง ๆ

6.4 จัดประเภทอุบัติเหตุ เป็นการจำแนกอุบัติเหตุออกตามประเภทหรือลักษณะอุบัติเหตุ อาทิเช่น จำนวนอุบัติเหตุบนแต่ละทางเข้าสู่ทางแยกทางร่วม จำนวนอุบัติเหตุในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

6.5 สำรวจพื้นที่ศึกษา ซึ่งควรกระทำในช่วงเวลาที่อุบัติเหตุมักจะเกิดขึ้น พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมของการจราจร และสังเกตสภาพกายภาพรวมทั้งลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมการจราจร เพื่อนำมาใช้ประกอบเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

6.6 การวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทั้งจากสนามและในห้องทำงาน สามารถนำมาสรุป และเสนอแนะวิธีการแก้ไข พร้อมทั้งเสนอแนวทางปรับปรุงเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ

ความเร็ว

ความเร็วเป็นอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดที่เดินทางได้กับเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางบนช่วงเส้นทางนั้น หน่วยมักกล่าวเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือเมตรต่อวินาที จากนิยามดังกล่าวสามารถแบ่งวิธีการวัดความเร็วเฉลี่ยได้เป็น 2 วิธี ดังต่อไปนี้

ความเร็วเฉลี่ยที่เป็นความเร็วจุด (Spot Speed หรือ Time Mean Speed) เป็นค่าเฉลี่ยความเร็วของรถยนต์ตรงจุดที่ทำการสำรวจ สามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\overline{U_t} = \frac{\sum U_i}{n} \qquad (4)$$

โดยที่

$\bar{U}_t$ คือ ความเร็วเฉลี่ยที่เป็นความเร็วจุด

U_i คือ ความเร็วของรถยนต์คันที่ i ตรงจุดสำรวจ

n คือ จำนวนรถยนต์ที่ทำการสำรวจ

ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average Travel Speed หรือ Space Mean Speed) เป็นความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการหารระยะทางด้วยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางระหว่างช่วงทางดังกล่าว ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\overline{U_s} = \frac{dn}{\sum t_i} \qquad (5)$$

โดยที่

$\overline{U_s}$ คือ ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง

t_i คือ เวลาที่ใช้เดินทางของรถยนต์คันที่ i

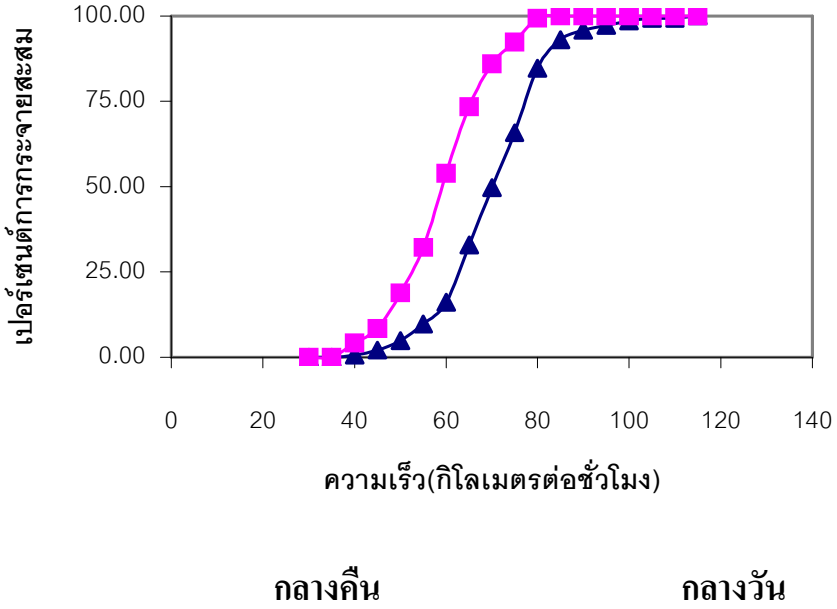
d คือ ระยะทางของการเดินทาง

n คือ จำนวนรถยนต์ที่ทำการสำรวจ

โดยทั่วไปแล้วความเร็วเฉลี่ยที่เป็นความเร็วจุดจะสูงกว่าความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง ทั้งนี้เนื่องจากความเร็วการเดินทางขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของการจราจร ซึ่งเกี่ยวพันกับเวลาการเดินทาง เพราะอาจทำให้เกิดความล่าช้าขึ้น ส่วนความเร็วจุด ขึ้นอยู่กับจำนวนรถยนต์ที่ผ่านจุด

สำรวจเท่านั้น โดยปกติความเร็วจราจรจะผันแปรตามประเภทของทางและปริมาณจราจร ความเร็วจราจรจะสูงบนทางด่วน และบนทางหลวง แต่จะต่ำบนถนนในเมือง หรือถนนในชุมชน องค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อความเร็วได้แก่ ความกว้างช่องทางจราจร และระยะมองเห็น โดยความเร็วจะลดลงเมื่อปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ปริมาณจราจรในที่นี้หมายถึง จำนวนรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านจุดกำหนดบนเส้นทาง หรือช่องทางจราจรต่อหน่วยเวลา

ความเร็วจุด เป็นความเร็วรถยนต์ขณะวิ่งผ่านจุดสำรวจบนช่วงทางที่ทำการศึกษา หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้บนถนน ความเร็วจุดสามารถหาได้จาก ระยะทางที่กำหนดหารด้วยระยะเวลาที่รถยนต์ใช้ในการเดินทางผ่านบนช่วงทางดังกล่าว จากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาเขียนกราฟการกระจายความเร็วสะสมบนช่วงทางนั้นได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบการกระจายความเร็วสะสมตามกาลเวลา

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ (2545 ข)

โดยที่ ภาพที่ 6 แสดงลักษณะทั่วๆ ไปของเส้นกราฟการกระจายความเร็วสะสมที่ได้จากการศึกษาความเร็วจุดบนช่วงทาง ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการกระจายของความเร็วรถยนต์ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน การศึกษาความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของรถยนต์ในกระแสจราจร

บริเวณทางแยกพบว่าการการใช้ความเร็วเกิน ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์มีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางแยกมากขึ้น (Park and Saccomano, 2005)

เรดาร์มิเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วโดยเครื่องมือนี้จะทำการส่งคลื่นไมโครเวฟความถี่สูงไปยังยวดยานเป้าหมายที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ และคลื่นก็จะสะท้อนกลับมา การเปลี่ยนแปลงของความถี่ระหว่างที่ส่งไปและสะท้อนกลับมานี่เองจะเป็นสัดส่วนกลับความเร็วของยวดยานเป้าหมาย ความถูกต้องแม่นยำของเรดาร์ขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อน 2 ชนิด นั่นก็คือ การปัดเศษและมุมของการยิงเรดาร์ โดยทั่วไปค่าที่แสดงบนเครื่องจะเป็นการปัดลง ความคลาดเคลื่อนของมุมเกิดเนื่องจากมุมตกกระทบของคานเรดาร์ไปยังยวดยานเป้าหมายที่กำลังเคลื่อนที่ ซึ่งทำให้อ่านค่าได้น้อยกว่าความเป็นจริง ค่าที่วัดได้จะเป็นความเร็วในรูปโคไซน์กับมุมตกกระทบ ดังนั้นความเร็วแบบจุดที่วัดได้จึงต้องมีการปรับแก้ ตารางที่ 4 แสดงผลที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของมุมที่มีผลต่อความเร็วที่วัดได้ เครื่องวัดเรดาร์บางเครื่องจะมีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากมุมโดยการกำหนดมุมที่ทำการยิงเรดาร์

ตารางที่ 4 ความเร็วที่แท้จริงและความคลาดเคลื่อนโคไซน์

มุม	ความเร็วที่วัดได้ที่ความเร็วจริงจาก					
(องศา)	30 mph	40 mph	50 mph	55 mph	60 mph	70 mph
0	30	40	50	55	60	70
1	29.99	39.99	49.99	54.99	59.99	69.99
3	29.96	39.94	49.93	54.92	59.92	69.90
5	29.89	39.85	49.81	54.79	59.77	69.73
10	29.54	39.39	49.24	54.16	59.09	68.94
15	28.98	38.64	48.30	53.12	57.94	67.61
20	28.19	37.59	46.99	51.68	56.38	65.78
30	25.98	34.64	43.30	47.63	51.96	60.62
45	21.21	28.28	35.36	38.89	42.43	49.50
60	15.00	20.00	25.00	27.50	30.00	35.00
90	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ (2545 ข)

จำนวนตัวอย่างขั้นต่ำสามารถคำนวณได้จาก สมาการที่ 4 โดยการศึกษาสามารถประมาณค่า S ได้จากการศึกษาเรื่องความเร็วในครั้งก่อนๆภายใต้สภาพเงื่อนไขเดียวกัน หากไม่มีข้อมูลครั้งก่อน ก็สามารถใช้ตารางที่ 4 ช่วยในการคำนวณได้ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำ ควรทำการคำนวณค่า S จากข้อมูลที่เก็บมาได้และตรวจสอบว่าจำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอก็ต้องทำการเก็บเพิ่มเติมภายใต้สภาพเงื่อนไขเดิม ค่าคงที่ z สามารถดูได้จากตารางที่ 1 ส่วนค่า d หรือความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีค่าอยู่ระหว่าง ± 1 ถึง ± 5 ไมล์ต่อชั่วโมง

ตารางที่ 5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเร็วจุดสำหรับการหาจำนวนตัวอย่าง

Traffic Areas	Highway Type	Average Standard Deviation	
		mph	kph
Rural	Two-lane	5.3	8.5
	Four-lane	4.2	6.8
Intermediate	Two-lane	5.3	8.5
	Four-lane	5.3	8.5
Urban	Two-lane	4.8	7.7
	Four-lane	4.9	7.9
	Rounded value:	5.0	8.0

ที่มา: Box and Oppenlander (1997)

การวิเคราะห์ข้อมูลของความเร็วจุดที่ได้มานั้น อาจกระทำได้ทั้งการคำนวณ หรือการสร้างกราฟ โดยการคำนวณทางสถิติทำให้ทราบถึงค่า ความเร็วเฉลี่ย(Average Mean Speed) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความผิดพลาดของตัวกลางมาตรฐาน (Standard Error of The Mean) ส่วนการสร้างกราฟ สามารถใช้หาค่าร้อยละของความเร็ว (Percentile of Speed) ต่างๆ ได้