

บทที่ 5

การบ่งชี้จุดอันตราย (Identification of Hazardous Locations)

5.1 คำนำ

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงหัวข้อดังต่อไปนี้

- ทำไมต้องมีระบบบ่งชี้จุดอันตราย
- ขั้นตอนในบ่งชี้จุดอันตราย
- หลักพื้นฐานในการบ่งชี้จุดอันตราย
- วิธีการต่าง ๆ ในการบ่งชี้จุดอันตราย
- ผลของการแจกแจงเชิงมุมของการเกิดอุบัติเหตุ
- การคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Crash หรือ Accident Rates)
- แผนภาพการชน (Collision Diagram)
- การวิเคราะห์เพิ่มเติม การทบทวนบันทึกอุบัติเหตุในเชิงลึก
- การวิเคราะห์เพิ่มเติม การตรวจสอบความปลอดภัยของถนน (Road Safety Audits)
- การวิเคราะห์เพิ่มเติม เทคนิคการจัดเรียงของการจราจร (Traffic Conflict Techniques)
- องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมจราจรที่สำคัญ

5.2 ทำไมต้องมีระบบบ่งชี้จุดอันตราย

เหตุผลที่ต้องมีระบบบ่งชี้จุดอันตราย เพราะ

- ความปลอดภัย เป็นวัตถุประสงค์เบื้องต้นของทุกหน่วยงานที่เกี่ยวกับถนน
- จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ เป็นดัชนีหนึ่งในการวัดว่าระบบของถนนและการควบคุมการจราจรทำงานได้ดีเพียงใด
- การเข้าใจลักษณะของความปลอดภัย สามารถช่วยในการจัดลำดับความสำคัญและพัฒนาโครงการปรับปรุงถนน
- เพื่อที่จะสามารถพัฒนามาตรการป้องกันแก้ไขเพื่อบรรเทาผลของการเกิดอุบัติเหตุ หน่วยงานจำเป็นต้องมีระบบติดตามเพื่อบ่งชี้จุดอันตราย ลักษณะสำคัญของจุดอันตราย และปัจจัยเสริมที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
- การดำเนินการเชิงรุก (การบ่งชี้จุดอันตรายโดยหน่วยงานเอง) ย่อมเป็นการดีกว่า การดำเนินการเชิงรับ (รอการแจ้งบอเกี่ยวกับจุดเสี่ยงต่ออันตรายจากสาธารณะ)

5.3 ขั้นตอนในการบ่งชี้จุดอันตราย

ขั้นตอนพื้นฐานในการบ่งชี้จุดอันตรายโดยทั่วไปประกอบด้วย

- การบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ ฐานข้อมูล และวัตถุประสงค์ของความปลอดภัย
- การพิจารณาเบื้องต้นในภาพรวมของระบบ(การกลั่นกรองและการบ่งชี้ปัญหา)
- การวิเคราะห์เพิ่มเติม
- การพัฒนากลยุทธ์ต่าง ๆ ในการบรรเทาปัญหา
- การดำเนินการให้เป็นผล
- การศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุง

โดยมีรายละเอียดดังนี้

- พัฒนาระบบข้อมูลบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ (ข้อมูลอุบัติเหตุควรมีรายละเอียดมากเพียงพอ ที่จะนำไปวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมการจราจร เพื่อหาสาเหตุ หาแนวทางมาตรการ การป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล) และวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความปลอดภัยของหน่วยงาน เพื่อวัดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุเพื่อช่วยหาระดับความเสี่ยงสัมพัทธ์ รูปที่ 5.3-1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกอุบัติเหตุซึ่งเสนอแนะโดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร(สนข.) หากสนใจแบบฟอร์มและคู่มือการบันทึกอุบัติเหตุ ติดต่อได้ที่ อาคาร สจร. เลขที่ 35 ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 โทรศัพท์ : 662-215-4672 โทรสาร : 662-215-4656 website <http://www.otp.go.th>
- ทบทวนบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ บ่งชี้ความถี่หรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุ แล้วทำการเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับความปลอดภัยของหน่วยงาน และบ่งชี้จุดที่น่าจะเป็นปัญหา
- ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม ทบทวนตรวจสอบในสนาม วิเคราะห์ความขัดแย้ง และตรวจสอบความปลอดภัย ฯลฯ
- พัฒนากลยุทธ์ต่าง ๆ ในการบรรเทาปัญหา โดยประเมินบนพื้นฐานจำนวนการลดลงของอุบัติเหตุที่คาดหวัง ผลประโยชน์และค่าใช้จ่าย ความเหมาะสมและเป็นไปได้ คัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด(ซึ่งอาจได้แก่ การไม่ทำอะไร)
- การดำเนินการให้เป็นผล
- การศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุง เป็นขั้นตอนสุดท้ายซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดแต่ก็ถูกมองข้ามเกี่ยวกับการเขียนรายงานประสิทธิผลของกลยุทธ์ที่เลือก ซึ่งโดยทั่วไปจะรวมถึง การศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุง และการประเมินเชิงสถิติ ผลจากขั้นตอนนี้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงเนื้อหาองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมจราจร และ ใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาโครงการในอนาคต

แบบบันทึกการเกิดอุบัติเหตุจราจร ณ จุดเกิดเหตุ (Traffic Accident Report Form)

เดิมข้อความและท่าเครื่องหมาย ○ รอบ [] หน้าข้อความที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ (ทำเครื่องหมายได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. วันเกิดอุบัติเหตุ วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา.....น.
2. สถานที่เกิดเหตุ แยก / รอย.....ถนน / ทางหลวง.....กม.ที่.....จุดอ้างอิงเด่นชัด.....
ไปทางทิศ.....เป็นระยะ.....(กม./ม.) ตำบล/แขวง.....อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....
3. ลักษณะที่เกิดเหตุ [1] รถชนกัน [2] รถชนคน [3] รถชนสัตว์ [4] รถชนวัตถุ [5] รถชนสิ่งอื่น (ระบุ).....
[6] คนตกรถ [7] รถคว่ำ / ตกถนน [8] รถเกิดเพลิงไหม้ [9] อื่น ๆ (ระบุ).....
4. บริเวณที่เกิดเหตุ [1] เขตที่พักอาศัย [2] เขตโรงเรียน [3] เขตธุรกิจ/การค้า [4] เขตสถานที่ราชการ
[5] เขตอุตสาหกรรม/โรงงาน [6] ตลาด [7] สถานบันเทิง [8] สถานบริการ [9] อื่น ๆ (ระบุ).....
5. จุดเกิดเหตุ [1] ทางแยกแบบตัว + [2] ทางแยกแบบตัว Y [3] ทางแยกแบบตัว T [4] ทางมากกว่า 4 แยก [5] ทางตรง
[6] ทางโค้ง [7] ทางแคบ [8] ทางเบี่ยง [9] ทางลาด / ทางชัน [10] ทางต่างระดับ [11] ทางกลับรถ
[12] ทางตัดรถไฟ [13] ทางคนข้าม [14] ทางเดินเท้า / ไหล่ทาง [15] ทางเข้าออกซอย / สถานที่
[16] จุดตัดทางด่วน [17] จุดเปิดเกาะกลาง [18] บริเวณเกาะกลาง [19] ทางรถมวลชน / รถโดยสารประจำทาง
[20] สะพาน [21] พหุเขื่อน [22] ป้ายหยุดรถโดยสารประจำทาง [23] สถานี / อาคารจอดรถ / สถานที่เอกชน
[24] อื่น ๆ
6. ชนิดและจำนวนรถที่เกิดเหตุ
[1] รถยนต์ส่วนบุคคล.....คัน [2] รถจักรยานยนต์.....คัน [3] รถยนต์สามล้อ.....คัน [4] รถแท็กซี่.....คัน
[5] รถปิคอัพ.....คัน [6] รถตู้.....คัน [7] รถโดยสาร.....คัน [8] รถรับส่งนักเรียน.....คัน
[9] รถจักรยาน.....คัน [10] รถสามล้อถีบ.....คัน [11] รถบรรทุก(6 ล้อ).....คัน [12] รถบรรทุก(10 ล้อ).....คัน
[13] รถบรรทุกพ่วง.....คัน [14] รถกึ่งพ่วง.....คัน [15] รถเพื่อการเกษตร (เช่น รถไถ).....คัน
[16] รถอื่น ๆ (ระบุชนิดและจำนวน).....

7. รายละเอียดยานพาหนะ / ผู้ขับขี่

รายละเอียด	ผู้ประสบเหตุ	คันที่ 1 (คันเหตุ)	คันที่ 2	มากกว่า 2 คัน
[1] ชนิดยานพาหนะ(เลือกหมายเลขจากข้อ 6)				
[2] หมายเลขทะเบียน				
[3] เพศผู้ขับขี่ / อายุ		(1) ชาย (2) หญิง / อายุ.....ปี	(1) ชาย (2) หญิง / อายุ.....ปี	(1) ชาย (2) หญิง / อายุ.....ปี

8. สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุ (จากถ้อยคำพื้นฐานเบื้องต้น)

8.1 จากบุคคล (คันที่อาจเป็นคันเหตุ)

- [1] บรรทุกเกินอัตรา
- [2] เมาสุรา
- [3] เผลออออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท
- [4] รถเสียไม่แสดงเครื่องหมาย / สัญญาณ
- [5] ขับรถกะทันหัน
- [6] หยุดรถโดยลางนอกเขต / ป้าย
- [7] ขับรถร่วมเส้นแบ่งทาง
- [8] ขับรถระลอก / หยุดรถกะทันหัน
- [9] ขับรถแรงอย่างผิดกฎหมาย
- [10] ขับรถตามกระชั้นชิด
- [11] ขับรถคันหน้ากระชั้นชิด
- [12] ขับรถผิดช่องทาง
- [13] ขับรถไม่ชำนาญ
- [14] ขับรถฝ่าฝืนเครื่องหมาย / สัญญาณจราจร
- [15] ขับรถเร็วเกินกว่ากฎหมายกำหนด
- [16] ขับรถหนีใน
- [17] ขับรถออกนอกช่องทางรถประจำทาง
- [18] ใช้โทรศัพท์มือถือ
- [19] ใช้สัญญาณไฟไม่ถูกต้อง
- [20] ไม่ยอมให้รถมีสิทธิไปก่อน
- [21] ไม่เปิดสวิตช์กระบอกท้าย
- [22] ไม่เปิดประตูรถโดยสาร
- [23] ไม่เปิดไฟในเวลาค่ำคืน
- [24] ไม่หยุดรถในทางข้าม
- [25] ไม่ให้สัญญาณจอดรถ / เลี้ยว / ระลอก
- [26] อื่น ๆ (ระบุ).....

พลิกหน้าถัดไป

สำนักงานคณะกรรมการจัดการระบบการจราจรทางบก (สจร.) สำนักงานกฤษฎีกา
Accident Form 001 / ทรปรจ.จาก สจร. Police Office (Australia-1994) และ สจร. โทร / โทรสาร : 215-2264

(หน้า 1)

รูปที่ 5.3-1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกอุบัติเหตุแนะนำโดย สจร.

รูปที่ 5.3-1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกอุบัติเหตุแนะนำโดย สจร.(ต่อ)

โปรแกรม "รหัสตัวเลข" ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ(เข้รวมกับขอ 10)

5.4 หลักพื้นฐานของการบังคับจูงอันตราย

- การเกิดอุบัติเหตุมีแนวโน้มจะมีการกระจายเชิงสุ่มไปทั่วทั้งระบบของถนน ยกเว้นบางสถานที่ซึ่งมีการกระจุกตัวซึ่งปกติจะเป็นบริเวณที่มีปริมาณจราจรสูง หรือมีสภาพทางเรขาคณิตหรือการควบคุมการจราจรที่ไม่เหมาะสม
- ดังนั้นวัตถุประสงค์พื้นฐานของแผนงานความปลอดภัย คือการดำเนินการเก็บรวบรวมรายละเอียดของระบบ เพื่อบ่งชี้จุดซึ่งบกพร่องในความปลอดภัย การเก็บรวบรวมข้อมูลอาจประกอบด้วยการทำสำรวจทางแยกหรือช่วงถนนทั้งหมดที่รับผิดชอบ หรืออาจใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติในการกลั่นกรองสถานที่ส่วนใหญ่ ซึ่งไม่ได้แสดงว่ามีปัญหาความปลอดภัยและไม่เข้าเกณฑ์ที่จะต้องทำการตรวจสอบเพิ่มเติมออกไป
- เนื่องจากข้อจำกัดด้านบุคลากรและขนาดของระบบถนน หน่วยงานส่วนมากจะใช้เทคนิคบางประการในการกลั่นกรองเพื่อให้หน่วยงานนั้น ๆ สามารถทำการวิเคราะห์เจาะลึกบนจุดเพียงไม่กี่จุดซึ่งมีปัญหาด้านความปลอดภัย
- งานสำคัญ คือ จะทำการบ่งชี้จุดซึ่งไม่ปลอดภัยนั้นได้อย่างไร ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ให้นิยามจุดอันตรายดังนี้ เป็น จุดซึ่งมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจริงมากเกินจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่คาดว่าจะมี

- ทำไม จุดซึ่งมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจริงมากเกินจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่คาดว่าจะมี จึงนิยมใช้นิยามจุดอันตราย มีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ จากประสบการณ์และความน่าเชื่อถือเชิงสถิติ ทางแยกและช่วงถนนทุกประเภทจะมีค่าเฉลี่ยของจำนวนการเกิดอุบัติเหตุค่าหนึ่ง และจากประสบการณ์พบว่ามีเพียงส่วนน้อยของจุดเหล่านี้ซึ่งไม่ปลอดภัย นอกจากนี้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติบางจุดซึ่งเกิดอุบัติเหตุ 1, 2 หรือ มากถึง 15 ครั้ง ใน 1 ปี สามารถถูกพิจารณาได้ว่ายังคงปลอดภัย

5.5 วิธีการต่าง ๆ ในการบ่งชี้จุดอันตราย

วิธีเบื้องต้นในการบ่งชี้จุดอันตรายมี 3 วิธี

1. จำนวนหรือความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่อปีซึ่งมากกว่าการเกิดอุบัติเหตุจำนวน X ครั้งต่อปี
2. อัตราการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ Y ครั้งต่อชวดยานล้านคันต่อปี
3. อัตราวิกฤต ซึ่งเป็น อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ถูกปรับเชิงสถิติเพื่อให้คำนึงถึงธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ

5.5.1 จำนวนหรือความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่อปีซึ่งมากกว่าการเกิดอุบัติเหตุจำนวน X ครั้งต่อปี

วิธีนี้จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดเกณฑ์ค่าของการเกิดอุบัติเหตุ X ครั้งต่อปีที่จุดใด ๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเพราะใช้ข้อมูลน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามการเลือกเกณฑ์ค่าดังกล่าวขึ้นกับแต่ละหน่วยงาน และวิธีนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างของปริมาณจราจร ลักษณะการออกแบบถนนและการควบคุมการจราจรในแต่ละจุด

วิธีนี้ดีกว่าไม่มีวิธีอะไรเลย และส่วนใหญ่จะใช้กับระบบซึ่งมีประเภทถนนคล้ายกันและมีความแตกต่างกันของปริมาณการจราจรค่อนข้างน้อย

5.5.2 อัตราการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุ Y ครั้งต่อชวดยานล้านคันต่อปี

วิธีนี้จะคำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุแล้วเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์อัตราที่เลือกมาค่าหนึ่ง (Y ครั้งต่อชวดยานล้านคันต่อปี)

ข้อดีของวิธีนี้ คือ สามารถใช้เปรียบเทียบระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีปริมาณจราจรต่างกัน

ข้อเสียของวิธีนี้ คือ

- การเลือกค่าเกณฑ์ขึ้นกับแต่ละหน่วยงาน
- ต้องการข้อมูลมากขึ้น(ปริมาณการจราจร)
- ไม่ได้คำนึงถึงความแปรปรวนในอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละประเภทของการออกแบบถนน
- ไม่ได้คำนึงถึงธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ

วิธีนี้มีข้อจำกัดในการใช้ แต่ยังคงดีกว่าวิธีที่หนึ่งซึ่งใช้เพียงจำนวนหรือความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุในการบ่งชี้จุดอันตราย

5.5.3 อัตราวิกฤต

ซึ่งเป็น อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ถูกปรับเชิงสถิติเพื่อให้คำนึงถึงธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ

วิธีนี้เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ เรียกว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต

ข้อดี จะบ่งชี้ว่าจุดนั้นอันตราย เมื่อมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุของสิ่งอำนวยความสะดวกที่คล้ายกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงสถิติ

ข้อเสีย เป็นวิธีซึ่งต้องใช้ข้อมูลมากที่สุด(ต้องใช้ทั้งข้อมูลปริมาณจราจรและค่าเฉลี่ยการเกิดอุบัติเหตุของสภาพถนนแต่ละประเภท)

วิธีนี้ เป็นวิธีซึ่งดีที่สุด แม่นยำที่สุด และน่าเชื่อถือเชิงสถิติมากที่สุดในการบ่งชี้จุดอันตราย

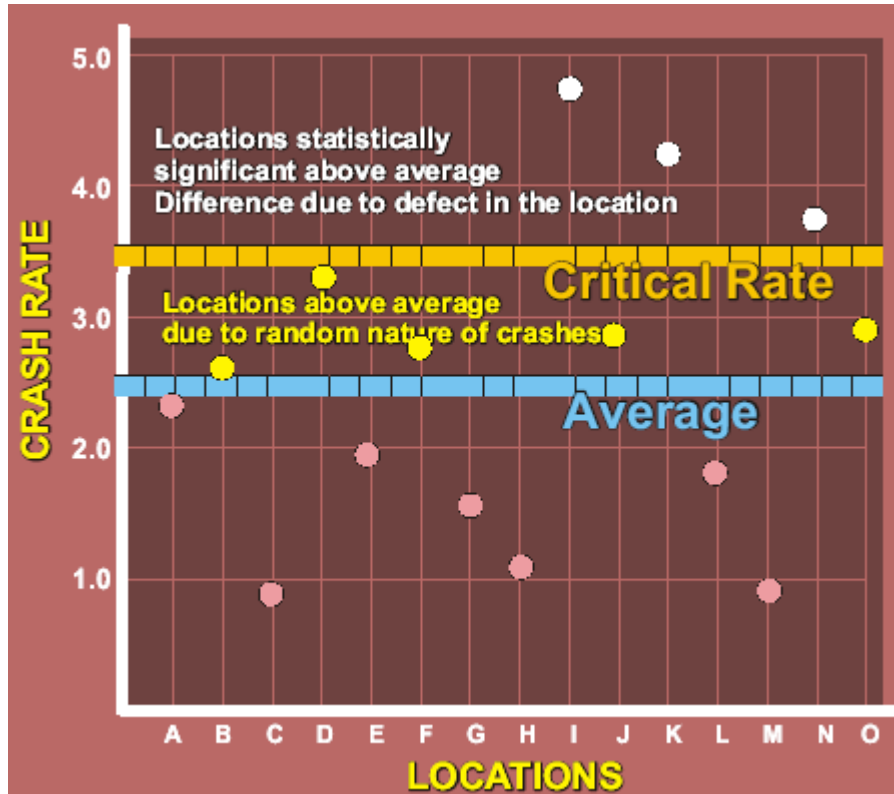
5.6 ผลของการแจกแจงเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ

แนวคิดเกี่ยวกับ อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต (Critical Crash Rate)

- เทคนิคที่ใช้อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤตถูกพิจารณาว่าเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับบ่งชี้จุดอันตราย
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต คำนึงถึงตัวแปรสำคัญซึ่งมีผลต่อความปลอดภัย ดังนี้
 - การออกแบบของสิ่งอำนวยความสะดวกในลักษณะต่าง ๆ
 - ชนิดของการควบคุมที่ทางแยก
 - ปริมาณของการมาปรากฏ(Exposure)
 - ธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ
- แนวคิดนี้แนะนำว่า ตัวอย่างหรือประเภทใด ๆ ของทางแยกหรือช่วงถนนสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน พื้นฐาน ดังนี้
 - จุดซึ่งอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจำแนกตามประเภทของถนน จุดเหล่านี้ถือว่าเป็นปลอดภัย เพราะว่าการเกิดอุบัติเหตุมีความถี่ต่ำ และสามารถตัดทิ้งไปจากการศึกษาเพิ่มเติม
 - จุดซึ่งอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าค่าเฉลี่ยจำแนกตามประเภทของถนน แต่ต่ำกว่าอัตราวิกฤต จุดเหล่านี้ถือว่าเป็นปลอดภัย เพราะว่ามีแนวโน้มจะเป็นค่อนข้างสูง(90-95%) ที่ส่วนที่เกินค่าเฉลี่ยมีสาเหตุเนื่องจากธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ
 - จุดซึ่งอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่า อัตราวิกฤต ถือว่าจุดเหล่านี้ ไม่ปลอดภัย และจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม เพราะว่ามีแนวโน้มจะเป็นค่อนข้างสูง(90-95%) ที่สภาพ ณ สถานที่นั้นมีปัจจัยเสริมทำให้เกิดอุบัติเหตุสูง

- ข้อดีเบื้องต้นของการใช้อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต ได้แก่ วิธีนี้ช่วยกลั่นกรองจุดซึ่งไม่มีปัญหาออกไปได้ประมาณ 90% ของระบบ ทำให้สามารถทุ่มเทความสนใจและทรัพยากรซึ่งมีจำกัดสำหรับจุดอันตรายจริงๆ

รูปที่ 5.6-1 แสดงผลของการแจกแจงเชิงกลุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ



รูปที่ 5.6-1 แสดงผลของการแจกแจงเชิงกลุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ

5.7 การคำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

- จำนวนของการเกิดอุบัติเหตุที่จุดใด ๆ ส่วนใหญ่ขึ้นกับการมาปรากฏ เช่น ปริมาณยานพาหนะที่แล่นเข้าสู่ทางแยก หรือ ปริมาณคัน-กิโลเมตร ของการเดินทางบนช่วงถนน
- การใช้อัตราการเกิดอุบัติเหตุ(ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่อมาตรวัดเกี่ยวกับการมาปรากฏ) ซึ่งคำนึงถึงตัวแปรเหล่านี้และช่วยให้สามารถเปรียบเทียบจุดต่าง ๆ ซึ่งมีการออกแบบคล้ายกันแต่มีปริมาณจราจรต่างกัน
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยกโดยทั่วไปจะแสดงอยู่ในรูปของ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อล้านคัน ยานพาหนะที่แล่นเข้าสู่ทางแยก
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุบนช่วงถนนโดยทั่วไปจะแสดงอยู่ในรูปของ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อล้านคัน-กิโลเมตรของการเดินทาง
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุถูกคำนวณโดยทำการปรับแก้ค่าเฉลี่ยในแต่ละประเภทของถนนทั่วทั้งระบบ โดยมีพื้นฐานบนปริมาณการมาปรากฏ และค่าคงที่เชิงสถิติซึ่งชี้ระดับของความเชื่อมั่น
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุจะเพิ่มขึ้น ถ้า ปริมาณจราจรลดลง
- สูตรเดียวกันนี้ สามารถใช้ คำนวณอัตราตาย หรือ อัตราบาดเจ็บ หรือ อัตราการเกิดของอุบัติเหตุประเภทลักษณะต่าง ๆ
- กฎโดยทั่วไปก็คือ ใช้ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ 3 ปี(ถ้ามี) ส่วนใหญ่ข้อมูลมากย่อมมีประโยชน์เสมอ แต่จะเพิ่มโอกาสที่ต้องเกี่ยวข้องกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป ในทางกลับกันการใช้ข้อมูลเพียง 1 หรือ 2 ปีจะเกี่ยวข้องกับขนาดของตัวอย่างและความน่าเชื่อถือ

รูปที่ 5.7-1 แสดงสูตรการคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

Calculating Crash Rates

Intersection Rates:

$$\text{Rate per Million Entering Vehicles} = \frac{(\text{number of crashes}) (1 \text{ million})}{(\text{number of years}) (\text{ADT}) (365)}$$

Segment Rates:

$$\text{Rate per Million Vehicle Miles} = \frac{(\text{number of crashes}) (1 \text{ million})}{(\text{segment length}) (\text{number of years}) (\text{ADT}) (365)}$$

$$\text{Critical Rate: } R_c = R_a + K (R_a / m)^{1/2} - 0.5/m$$

R_c = Critical Crash Rate for intersections: crashes per MEV
for segments: crashes per MVM

R_a = System Wide Average Crash Rate by Intersection or Highway Type

m = Vehicle Exposure During Study Period

for intersections: $\text{ADT} (365/10^6)$

for segments: $\text{ADT} (365/10^6) \text{ length}$

k = Constant based on Level of Confidence

Level of Confidence	0.995	0.950	0.900
k	2.576	1.645	1.282

รูปที่ 5.7-1 แสดงสูตรการคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

5.8 แผนภาพการชน(Collision Diagram)

- แผนภาพการชน เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับแสดงให้เห็นความถี่และรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยกได้ชัดเจน
- แผนภาพการชนโดยทั่วไป จะรวมถึง การเขียนภาพร่างคร่าว ๆ ของทางแยก การอธิบายเกี่ยวกับทางแยก การควบคุมการจราจรและการดำเนินการ และการแสดงสัญลักษณ์อธิบายรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยก

รูปที่ 5.8-1 แสดงตัวอย่างแผนภาพการชน(Collision Diagram)

Collision Diagram:

Intersection: _____ and _____
 Period: _____ from _____ to _____
 City: _____ prepared by: _____

Symbols:

- Moving Vehicle
- Backing Vehicle
- Non-Involved Veh
- Pedestrian
- Parked Vehicle
- Fixed Object
- Fatal Crash
- Injury Crash

Types of Collisions:

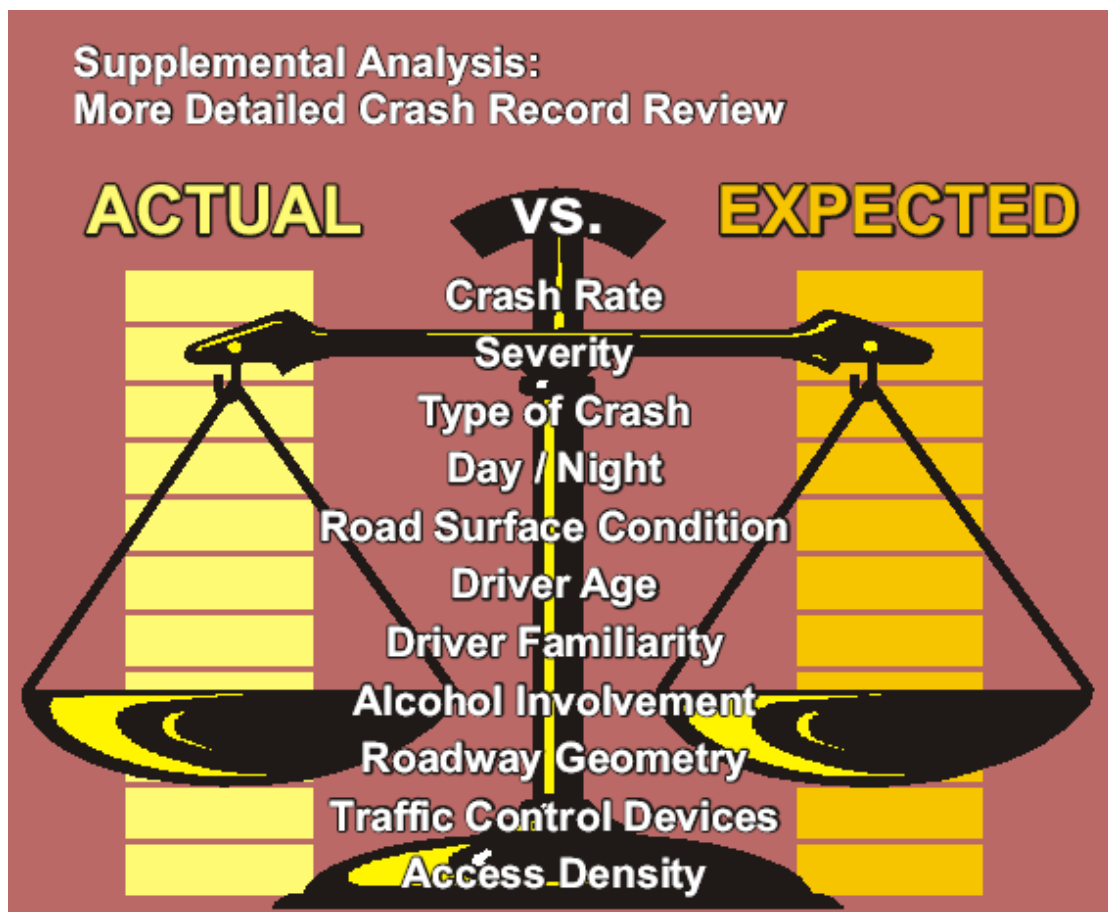
- Rear End
- Head On
- Side Swipe
- Out of Control
- Left Turn
- Right Angle

รูปที่ 5.8-1 แสดงตัวอย่างแผนภาพการชน(Collision Diagram)

5.9 การวิเคราะห์เพิ่มเติม – การทบทวนบันทึกการเกิดอุบัติเหตุในเชิงลึก

- หลังจากบ่งชี้จุดอันตรายแล้ว ขั้นตอนต่อไปได้แก่ การวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจให้มากขึ้นเกี่ยวกับปัญหา ซึ่งจะช่วยให้สามารถพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
- การวิเคราะห์เพิ่มเติมของข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงกับลักษณะที่คาดหวัง แล้วพิจารณาหาความแตกต่าง ความแตกต่างนี้จะช่วยบอกปัจจัยเสริมซึ่งจะทำให้สามารถบ่งชี้มาตรการที่เหมาะสมได้
- ข้อควรสังเกต คือ ถนนซึ่งออกแบบเหมือนกัน มีปริมาณจราจรใกล้เคียงกัน จะมีการดำเนินการในลักษณะคล้ายกัน และเป็นไปได้ที่จะมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่คล้ายกัน

รูปที่ 5.9-1 แสดงหัวข้อในการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงกับลักษณะที่คาดหวัง



รูปที่ 5.9-1 แสดงหัวข้อในการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริงกับลักษณะที่คาดหวัง

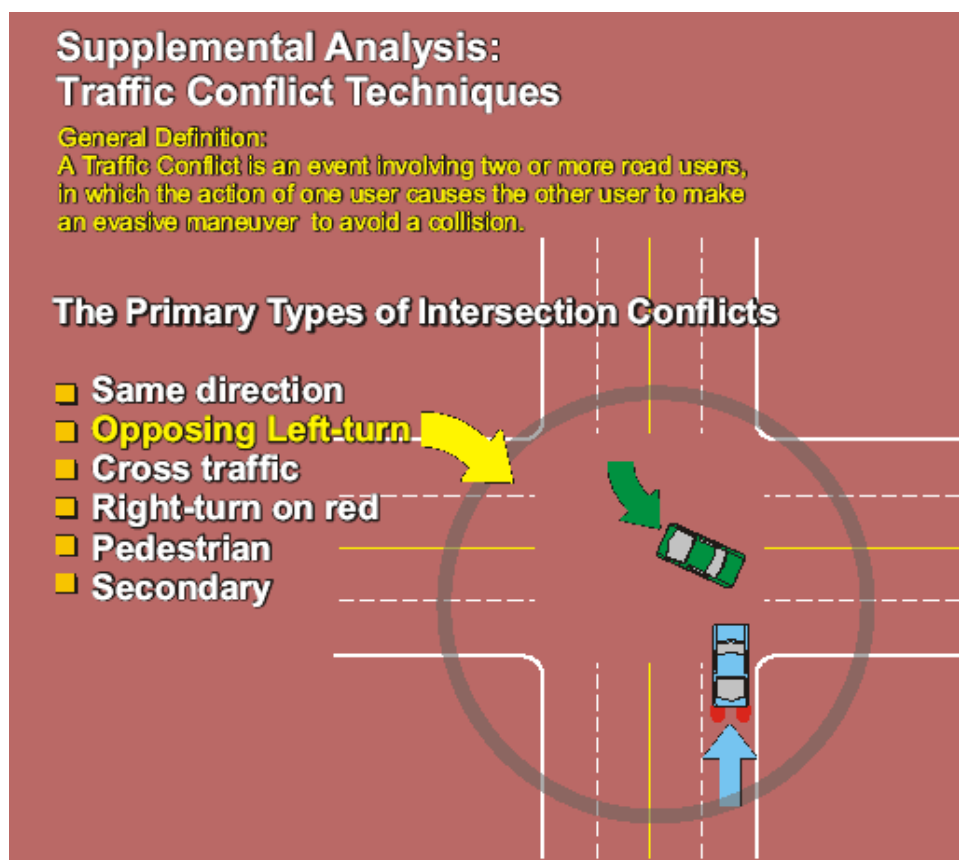
5.10 การวิเคราะห์เพิ่มเติม – การตรวจสอบความปลอดภัย(Road Safety Audits, RSA)

- การวิเคราะห์เพิ่มเติมบ่อยครั้ง จะรวมถึง การตรวจสอบในสนามเพื่อรายงานลักษณะทางกายภาพของจุดซึ่งสนใจ และเพื่อสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมถนนกับผู้ใช้ถนน
- องค์ประกอบสำคัญของ การตรวจสอบความปลอดภัย ได้แก่
 - การสร้างทีม ซึ่ง ควรจะประกอบด้วย วิศวกรจราจร ผู้ออกแบบ ผู้บำรุงรักษา ตำรวจ นักวิเคราะห์ปัจจัยจากพฤติกรรมของคน
 - บันทึกผลจากการสังเกตในสนาม
 - เตรียมการเขียนรายงานบรรยายสารสนเทศเบื้องต้น ข้อสังเกต และรายการข้อเสนอแนะเรียงตามลำดับความสำคัญ

5.11 การวิเคราะห์เพิ่มเติม – เทคนิคการขัดแย้งของการจราจร

- การสำรวจการขัดแย้งของการจราจร เป็น วิธีสำหรับรายงานความถี่ของกิจกรรมของยานพาหนะที่สวนกัน จะเกี่ยวข้องกับ เช่น การเบรก และหรือ การแทรกสลับเลนกัน(weaving) นักวิจัยพบว่าการขัดแย้งเป็นตัวทำนายการเกิดอุบัติเหตุที่ดี และสามารถชี้เสริมบันทึกการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดซึ่งมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบ่อย
- ในการสังเกตในสนามโดยทั่วไปควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้
 - ระยะมองเห็น / แนวการมองเห็น
 - ความเร็วของยานพาหนะ
 - การฝ่าฝืนกฎจราจร
 - ความเข้าใจอุปกรณ์ควบคุมการจราจร
 - ปฏิสัมพันธ์กับคนเดินเท้า
 - การกำหนดช่องจราจรไหล(channelization) การกำหนดช่องจราจรให้แล่นตรงหรือเลี้ยวอย่างไร
 - สภาพของผิวทาง
 - การให้ไฟส่องสว่าง

รูปที่ 5.11-1 แสดงประเภทของจุดขัดแย้งที่ทางแยกที่พบบ่อย



รูปที่ 5.11-1 แสดงประเภทของจุดขัดแย้งที่ทางแยกที่พบบ่อย

5.12 องค์ความรู้ด้านวิศวกรรมจราจรที่สำคัญ

- ความปลอดภัยข้างถนน (Roadside Safety)
- แนวตรง และ แนวโค้ง
- ระยะมองเห็นที่ทางแยก
- ผลการออกแบบช่องจราจรสำหรับเกี่ยวข้องกับระยะมองเห็น
- การขัดแย้งที่ทางแยก – เมื่อ มีการควบคุมอย่างเต็มที่ และ บางส่วน
- วิธีการทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุ
- กรณีศึกษา – อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ก่อนและหลังการปรับปรุง
- การลดการเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธีการปรับปรุงแบบต่าง ๆ
- ค่าใช้จ่ายการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย
- แผนงานอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย(Benefit/Cost, B/C Ratio) ในการลดการเกิดอุบัติเหตุ
- อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายโดยทั่วไป สำหรับการปรับปรุงแบบต่าง ๆ
- นัยสำคัญเชิงสถิติของการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ
- ประสิทธิภาพของกลยุทธ์ความปลอดภัยแบบต่าง ๆ

5.12.1 ความปลอดภัยด้านข้างถนน

- ความปลอดภัยด้านข้างถนนสำคัญมากที่สุด เนื่องจาก ประมาณหนึ่งในสามของอุบัติเหตุที่เสียชีวิตเกี่ยวข้องกับยานยนต์คันเดียวแล่นออกไปจากถนน(ข้อมูลของสหรัฐอเมริกา)
- ความปลอดภัยด้านข้างถนนสำคัญมากยิ่งขึ้นไปอีก สำหรับถนนนอกเมือง เนื่องจากอุบัติเหตุจากยานยนต์คันเดียวเป็นประเภทอุบัติเหตุที่พบเป็นปกติ และ เกี่ยวข้องถึง สองในสามของการตายบนถนนนอกเมือง(ข้อมูลของสหรัฐอเมริกา)
- องค์ประกอบสำคัญของความปลอดภัยด้านข้างถนนเกี่ยวกับ การลดผลจากการที่รถคันเดียวหลุดออกไปจากถนนให้น้อยที่สุดและ กลยุทธ์เบื้องต้นได้แก่การจัดให้มีพื้นที่โล่งและราบให้มากที่สุด
- กลยุทธ์อื่น ๆ ได้แก่
 - การย้ายต้นไม้ซึ่งเสี่ยงต่อการอันตราย(ต้นไม้เป็นสาเหตุของการตายมากกว่าวัตถุอื่น ๆ)
 - เพิ่มระยะขับห่างออกไปของเสาสาธารณูปโภคต่าง ๆ
 - ทำให้ความชันด้านข้างของคันทางให้น้อยลง
 - พิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยเมื่อทำการปรับปรุงภูมิทัศน์ของถนนในเมือง
 - ปรับปรุงมาตรฐานอุปกรณ์ความปลอดภัยด้านข้างถนน
- ราวกัน(Guardrails) ควรถูกติดตั้งเฉพาะเมื่อพิจารณาแล้วว่า การย้ายสิ่งกีดขวาง การทำให้ความชันด้านข้างของคันทางน้อยลง หรือการทำให้เสถียรต่าง ๆ ล้มพับได้ ไม่เหมาะสมไม่คุ้มค่า

รูปที่ 5.12-1 แสดงการหาระยะโล่งปราศจากวัตถุซึ่งเป็นอันตรายต่อรถยนต์(Clear Zone) วัดจากขอบผิวทาง

Example #1
1:6 slope (fill slope)
110 km/h 5,000 vpd
Answer: Clear zone width = 9 m

Example #2
1:6 slope (cut slope)
100 km/h 750 vph
Answer: Clear zone width = 6 m

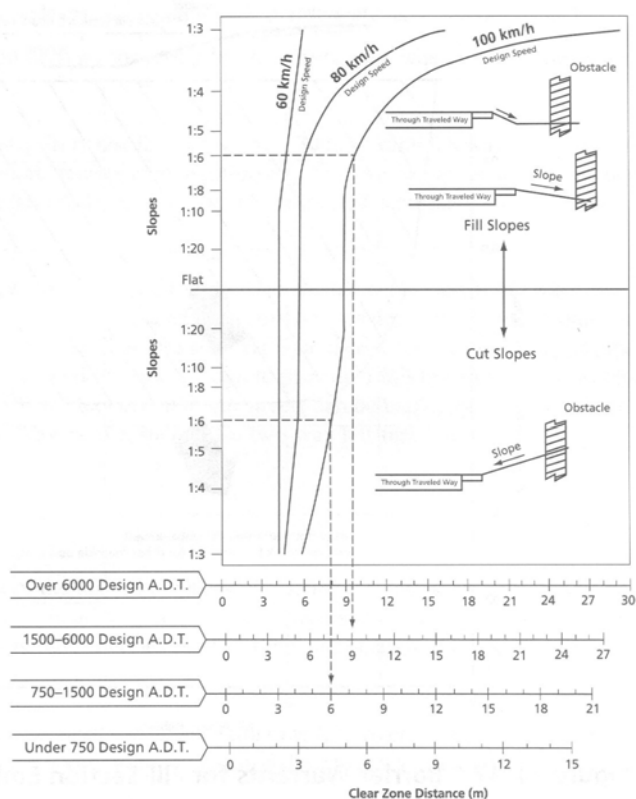


Figure 11-16(a) Clear Distance Curves

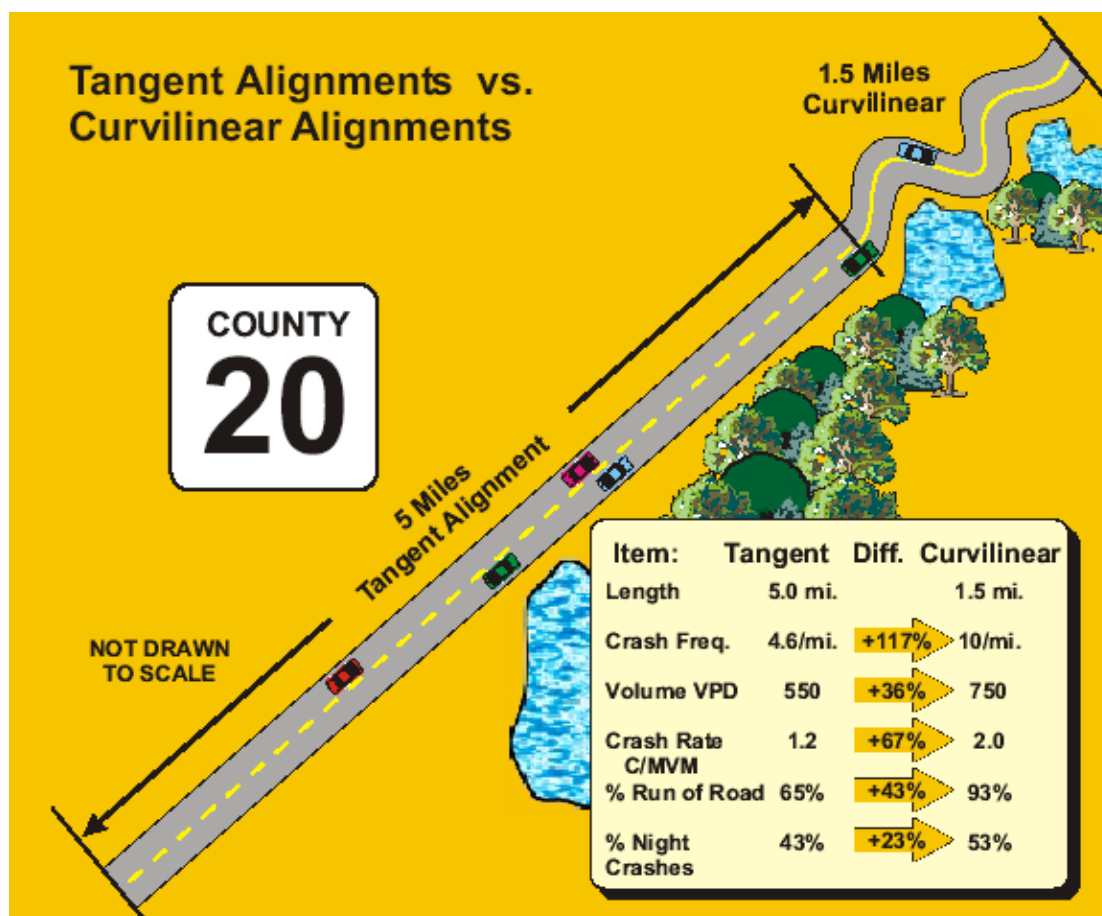
Source: AASHTO Roadside Design Guide, Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1996.

รูปที่ 5.12-1 แสดงการหาระยะโล่งปราศจากวัตถุซึ่งเป็นอันตรายต่อยานยนต์(Clear Zone) วัดจากขอบผิวทาง

5.12.2 แนวตรง กับ แนวโค้ง

- จากรายงานวิจัยหลายฉบับ สรุปว่าแนวโค้งเสี่ยงต่ออันตรายมากกว่าแนวตรง
- จากการศึกษามือเมือง Blue Earth County ในสหรัฐอเมริกา บนถนนยาว 6.5 ไมล์ พบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่แตกต่างกันระหว่าง แนวตรง กับ แนวโค้ง ดังแสดงในรูปที่ 5.12.2
- จากข้อมูลนี้สนับสนุนให้ผู้บริหารของเมืองตัดสินใจ ทำการปรับปรุงถนนที่คดโค้ง

รูปที่ 5.12.2 แสดงอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่แตกต่างกันระหว่าง แนวตรง กับแนวโค้ง

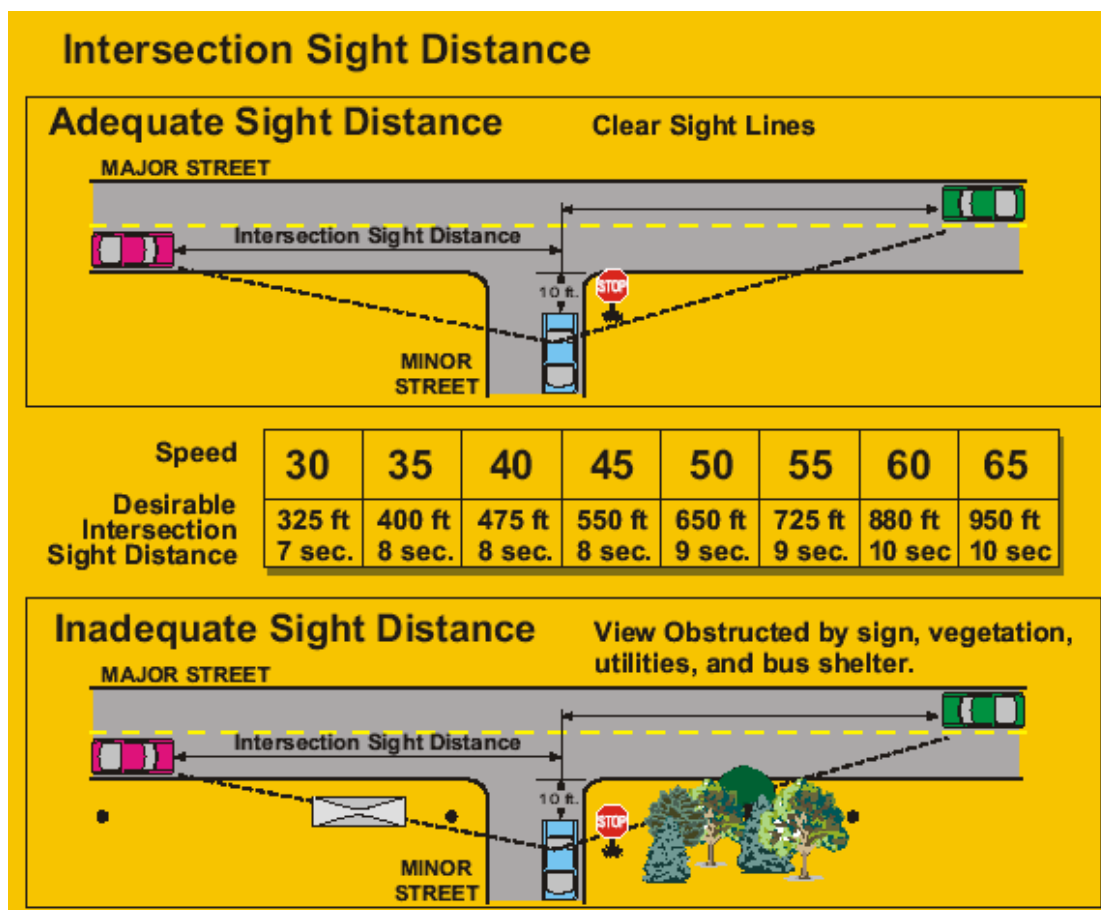


รูปที่ 5.12.2 แสดงอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ต่างกันระหว่าง แนวตรง กับแนวโค้ง

5.12.3 ระยะมองเห็นที่ทางแยก

- ระยะมองเห็นที่ทางแยก หมายถึง ความยาวของช่องว่าง(gap) ตามแนวทางเอกซึ่งเพียงพอที่จะให้รถทางโทเล่นเข้าสู่หรือตัดข้ามทางเอกอย่างปลอดภัย
- ระยะมองเห็นที่ทางแยกซึ่งสมเหตุสมผลจะยอมให้เวลาเกิดปฏิกิริยาของคนขับมากพอ(2.5 วินาที) และมากเพียงพอที่จะผ่านพ้นทางเอก หรือเลี้ยวเข้าสู่ทางเอกและเร่งให้มีความเร็วเท่ากับความเร็วในทางเอกโดยไม่ไปรบกวนรถที่เล่นเข้ามาแล้วทำให้รถที่เล่นเข้ามามีความเร็วลดลงมากกว่า 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- ความยาวที่แท้จริงของระยะมองเห็นที่ทางแยกที่แนะนำเป็นฟังก์ชันกับความเร็วบนทางเอก อย่างไรก็ตามก็ตามขนาดของช่องว่างมีช่วงค่าตั้งแต่ 7 วินาทีที่ความเร็ว 48 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึง 10 วินาทีที่ความเร็ว 96 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- ข้อสังเกต ระยะมองเห็นที่ทางแยกจะมากกว่าระยะหยุด(stopping sight distance) เสมอ โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 30 ถึง 60 %
- กฎ “10 วินาที” 10 วินาทีของระยะมองเห็นที่ทางแยกเป็นค่าประมาณที่ดีซึ่งใช้ได้กับทุกสภาพ

รูปที่ 5.12.3 แสดงระยะมองเห็นที่ทางแยกทางเอกตัดกับทางโท



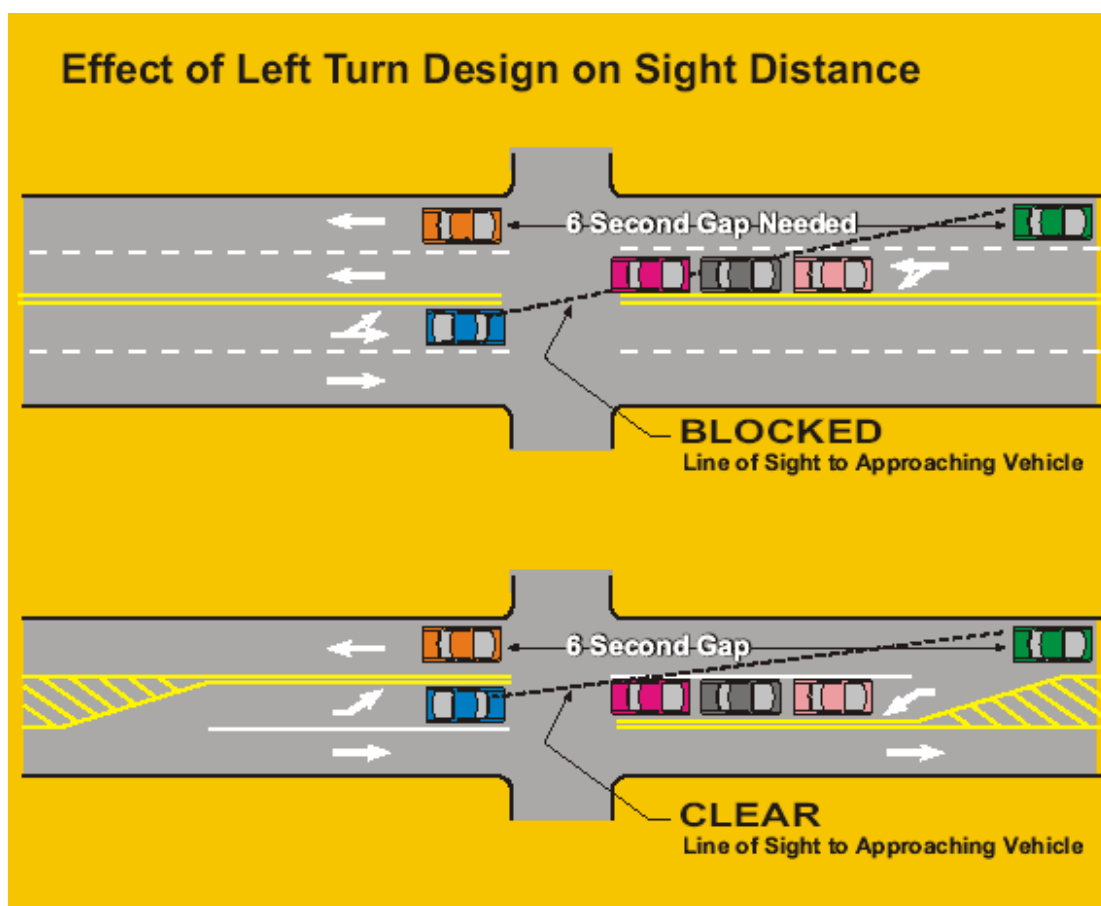
ระยะมองเห็นที่ทางแยกทางเอกตัดกับทางโท								
ความเร็วของทางเอก, ไมล์ต่อชม.	30	35	40	45	50	55	60	65
ระยะมองเห็น, ฟุต(คำนวณ)	307	410	468	527	658	724	878	951
ระยะมองเห็น, ฟุต(ปรับ)	325	400	475	550	650	725	880	950
ความยาวช่องห่างในทางเอก, วินาที	7	8	8	8	9	9	10	10
ความเร็วของทางเอก, กม.ต่อชม.	48	56	64	72	80	88	96	104
ระยะมองเห็น, เมตร(คำนวณ)	94	125	143	161	201	221	268	290
ระยะมองเห็น, เมตร(ปรับ)	95	125	145	160	200	225	270	290

รูปที่ 5.12.3 แสดงระยะมองเห็นที่ทางแยกทางเอกตัดกับทางโท

5.12.4 ผลของการออกแบบช่องสำหรับรถเลี้ยวขวาต่อระยะมองเห็น

- การออกแบบช่องสำหรับรถเลี้ยวขวามีผลอย่างมากต่อความคล่องตัวและความปลอดภัยบริเวณทางแยก
- โดยพื้นฐาน ถ้าช่องสำหรับรถเลี้ยวขวาเอียงกัน แนวการมองเห็นของรถแล่นผ่านตรงจะถูกบังโดยรถที่จอดรอเลี้ยวขวา นอกจากนี้การออกแบบในลักษณะดังกล่าวยังทำให้รถที่จอดรอเลี้ยวขวาซึ่งอยู่ฝั่งตรงข้ามกันก็ดบังตัวเอง ขอบกพร่องนี้ช่วยอธิบายได้เป็นอย่างดีว่าเหตุใดอุบัติเหตุเกี่ยวข้องกับรถเลี้ยวขวาก็ค่อนข้างมากสำหรับทางแยกในเมือง
- ถ้าออกแบบให้ช่องสำหรับรถเลี้ยวขวายู่ตรงกัน แนวการมองเห็นของรถแล่นผ่านตรงจะไม่ถูกบังจากรถที่จอดรอเลี้ยวขวา เป็นผลให้ผู้ขับขี่มีระยะมองเห็นดีขึ้นและมีโอกาสที่ดีขึ้นในการเลือกช่องห่างที่ปลอดภัย
- การออกแบบในลักษณะช่องเลี้ยวขวาตรงกัน จึงเป็นเหตุผลหนึ่งซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนถนน 4 ช่องจราจรให้เป็น 3 หรือ 5 ช่องจราจร ซึ่งโดยปกติจะเป็นผลให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น

รูปที่ 5.12.4 แสดงผลของการออกแบบช่องสำหรับรถเลี้ยวขวาต่อระยะมองเห็น

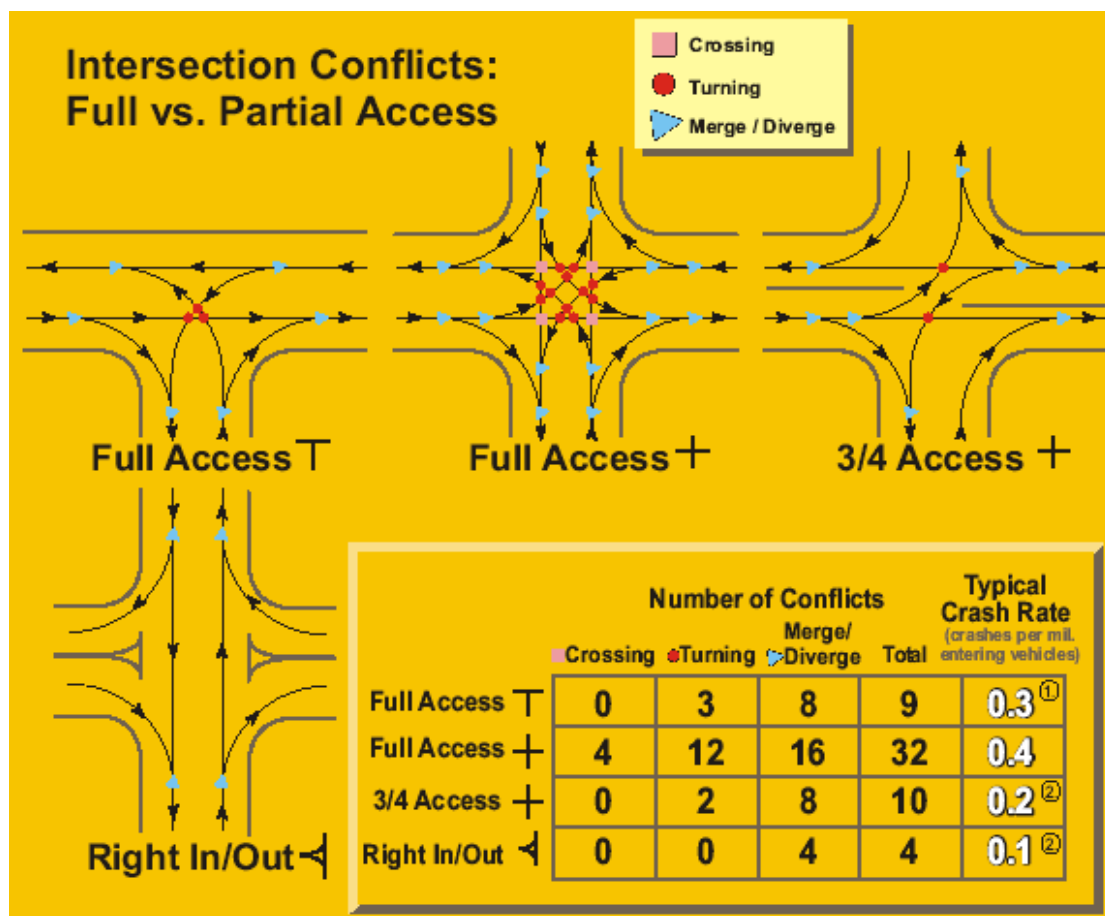


รูปที่ 5.12.4 แสดงผลของการออกแบบช่องสำหรับรถเลี้ยวขวาต่อระยะมองเห็น

5.12.5 จุดขัดแย้งที่ทางแยก – การควบคุมอย่างเต็มที่ กับ การควบคุมบางส่วน

- อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยกสัมพันธ์กับจำนวนจุดขัดแย้งที่ทางแยก
- จุดขัดแย้งจะอยู่ในบริเวณทางแยกหรือบริเวณขาเข้าทางแยกซึ่งแนวของขบวนรถ แทรกเข้าหากัน(merge) แยกจากกัน(diverge) หรือ ตัดกัน(crossing)
- จำนวนจุดของการขัดแย้งที่ทางแยกใด ๆ ขึ้นกับจำนวนของขาทางแยก(สามแยกตัวที่มีจุดขัดแย้งน้อยกว่าสี่แยก) และจำนวนการเคลื่อนที่ของขบวนรถที่ยอมให้

รูปที่ 5.12.5 แสดงจุดขัดแย้งที่ทางแยก – การควบคุมอย่างเต็มที่ กับ การควบคุมบางส่วน



รูปที่ 5.12.5 แสดงจุดขัดแย้งที่ทางแยก – การควบคุมอย่างเต็มที่ กับ การควบคุมบางส่วน

5.12.6 วิธีการทำนายการเปลี่ยนของอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

- ในการประเมินความเหมาะสมของการปรับปรุงใด ๆ จำเป็นต้องทำนายการเปลี่ยนแปลงที่คาดหวังของ ความถี่ของอัตราการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงถนนหรือการควบคุมการจราจร
- วิธีปกติ 3 วิธีที่ใช้กันมากได้แก่
- ใช้เอกสารรายงานอัตราการเกิดอุบัติเหตุของสิ่งอำนวยความสะดวกที่คล้ายกัน
 - ใช้ผลของการศึกษาก่อนและหลังของโครงการที่คล้ายกัน
 - ใช้แฟกเตอร์การลดอุบัติเหตุที่เคยตีพิมพ์มาแล้ว
- การใช้อัตราการเกิดอุบัติเหตุของสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ซึ่งมีรายงานไว้ โดยมีสมมติฐานว่าถนน หรือทางแยกซึ่งมีการออกแบบที่คล้ายกัน มีปริมาณและอุปกรณ์ควบคุมการจราจรที่คล้ายกัน จะมี ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่คล้ายกัน

ตัวอย่างเช่น

- การปรับปรุงถนน 4 ช่องจราจร ไม่มีเกาะกลางถนนซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วจะมีอัตราการชน 5.9 ครั้ง/ล้านคัน-กม. เปรียบเทียบกับถนน 4 ช่องจราจร มีเกาะกลางซึ่งจะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย 4.0 ครั้ง/ล้านคัน-กม. จะทำให้มีการเกิดอุบัติเหตุลดลง 32 %
- การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกซึ่งมีความเร็วสูงและมีปริมาณจราจรน้อย(ซึ่งมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.4 ครั้ง/ล้านคันที่เข้าสู่ทางแยก) จะมีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่ม 75 %

5.12.7 กรณีศึกษา อัตราการเกิดก่อนและหลังการปรับปรุง

- วิธีที่ 2 ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่คาดหวัง ได้แก่การใช้ผลการศึกษาก่อน-หลังการปรับปรุง ของโครงการที่คล้ายกัน
- ตัวอย่างเช่น รัฐมินิโซต้า ได้ดำเนินโครงการปรับปรุงถนนจาก 4 ช่องจราจรไม่มีเกาะกลางซึ่งเป็นถนนสายหลักในเมือง และมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงเนื่องจากขาดช่องสำหรับรถเลี้ยวขวา แต่ละถนนนั้นถูกปรับเป็น 3 หรือ 5 ช่องจราจร หรือ 4 ช่องจราจรและมีเกาะกลาง ผลการศึกษาพบว่าการเกิดอุบัติเหตุลดลงมีช่วงค่า 33% ถึง 62% โดยมีค่าเฉลี่ยในการลดประมาณ 40-45%
- ข้อสังเกต ส่วนลด 40-45% นี้ใกล้เคียงกับส่วนลดที่ทำนายโดยใช้วิธีเปรียบเทียบกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกที่คล้ายกัน

5.12.8 การลดลงของการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับการปรับปรุงแต่ละประเภท

- วิธีที่ 3 ใช้แฟกเตอร์การลดการเกิดอุบัติเหตุที่มีรายงานไว้ในรายงานวิจัยความปลอดภัยต่าง ๆ
- ความแม่นยำของการทำนายด้วยวิธีนี้อาจมีข้อสงสัย เพราะว่ามันไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างของสถานที่ในแต่ละแห่ง ดังนั้นต้องระมัดระวังในการใช้เตอร์เหล่านี้ และควรใช้วิธีอื่นตรวจสอบเปรียบเทียบด้วย
- เมื่อเลือกใช้อย่างเหมาะสม ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถคำนวณหาส่วนลดของการชนแต่ละประเภทได้

รูปที่ 5.12.8 แสดงการลดลงของการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับการปรับปรุงแต่ละประเภท

Crash Reduction by Type of Improvement										
IMPROVEMENT TYPE		EXPECTED CRASH REDUCTION (percent)								
		HEAD-ON	REAR-END	RIGHT ANGLE	SIDE SWIPE	LEFT TURN	RIGHT TURN	FIXED OBJECT	PED.	NIGHT CRASH
Pavement Markings				10	20	10	10		10	10
Signs	Upgrade	20	10						10	20
	Overhead Lane		10		20					
	Overhead Warning		20	20		20	20			
Signals	Timing		10	10		10	10		10	
	12 inch Lens		10							
	MUTCD (1)		20	20	10	20	20			20
	Turn Phase		10			50				
	OPT. Program	20	10	10		10				
	Actuate		10	10	20	10	20			
	Pedestrian Phase								60	
	Remove Signal		90							
Roads	Add Signal		(3)	80						
	Deslick									50
	Sight Distance	20		20		20	20			
	Turn Bay		20							
Misc.	Reconstruct	20	10							
	Close Median Open(2)	100	50	100	50	100				
	Relocate Fixed Object							60		
	Lighting								50	
	Relocate Drives	20	20	10	10	10	10			

(1) Includes Timing, 12 inch Lens, Turn Phasing and Actuation
 (2) Percent of crashes involved at Median opening
 (3) One crash increase per 2000 VPD

รูปที่ 5.12.8 แสดงการลดลงของการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับการปรับปรุงแต่ละประเภท

5.12.9 ค่าใช้จ่ายจากการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย

- กรมทางหลวงของรัฐมิชิแกนใช้ค่าใช้จ่ายของการเกิดอุบัติเหตุดังแสดงในรูปที่ 5.12.9-1 สำหรับคำนวณประโยชน์ที่คาดหวังในกรณีการปรับปรุงถนนและการควบคุมการจราจร
- ค่าใช้จ่ายที่แสดง ใช้สำหรับคำนวณเปรียบเทียบผลประโยชน์/ค่าใช้จ่าย เท่านั้น ค่าใช้จ่ายนี้รวมถึงปัจจัยค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐกิจและมาตรวัดค่าความสูญเสียคุณภาพชีวิตที่สังคมยินดีที่จะจ่ายเพื่อป้องกันการตายและบาดเจ็บอันเนื่องมาจากการเกิดอุบัติเหตุ ค่าใช้จ่ายนี้ตีพิมพ์โดย FHWA

รูปที่ 5.12.9 แสดงค่าใช้จ่ายจากการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย ตีพิมพ์โดย FHWA



รูปที่ 5.12.9 แสดงค่าใช้จ่ายจากการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย ตีพิมพ์โดย FHWA

5.12.10 อัตราผลประโยชน์/ค่าใช้จ่าย(Benefit/Cost Ratio, B/C Ratio) ในการลดการเกิดอุบัติเหตุ

- การเปรียบเทียบผลประโยชน์ จากการลดการเกิดอุบัติเหตุที่คาดหวังของมาตรการแก้ไขเพื่อความปลอดภัย ใด ๆ เป็นเครื่องมือเชิงวิเคราะห์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในการประเมินทางเลือกที่จุดใด ๆ หรือ เพื่อช่วยจัดลำดับความสำคัญของโครงการ
- แนวคิดพื้นฐานได้แก่การให้น้ำหนักกับโครงการซึ่งก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดโดยลงทุนน้อยที่สุด
- วิธีการ คือ คำนวณผลประโยชน์ตามค่าใช้จ่ายของการเกิดอุบัติเหตุที่คาดว่าจะลดลงต่อปี แล้ว เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่อปี
- วิธีการนี้ จะคำนึงถึงเฉพาะผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการลดการเกิดอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ สามารถปรับใช้สำหรับผลประโยชน์อื่น ๆ เช่นการปรับปรุงการดำเนินการด้านการจราจร(ลดความล่าช้าและเวลาเดินทาง)
- ควรสังเกตว่า การวิเคราะห์ผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายไม่ได้พยายามคำนึงถึงผลประโยชน์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจและสังคมบางอย่างยากที่จะประเมินเป็นตัวเลข

รายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวณ อัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่าย ดูเอกสาร “**Highway Safety Improvement Program**” โดย FHWA

5.12.11 อัตราผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปสำหรับการปรับปรุงประเภทต่าง ๆ (1974-1993)

- องค์การบริหารทางหลวงแห่งรัฐของสหรัฐอเมริกา(The Federal Highway Administration, FHWA) ได้ทำเอกสารรายงานอัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่าย สำหรับการปรับปรุงถนนที่เกี่ยวกับการความปลอดภัยลักษณะต่าง ๆ
- ช่วงค่าอัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายโดยทั่วไป อยู่ระหว่าง 1.9 – 21.0
- ค่าอัตราส่วนดังกล่าวควรใช้เป็นเพียงแนวทางเท่านั้น ไม่ควรใช้เพื่อหาค่าคาดหวังจริง ๆ
- ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่าย ใช้ได้เฉพาะจุดซึ่งมีความถี่การเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าค่าคาดหวังอย่างมีนัยสำคัญ
- กรมทางหลวงของรัฐมิชิแกน ได้รายงานวิจัยอัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายสำหรับการติดตั้งไฟส่องสว่างที่ทางแยกนอกเมืองได้ค่าเท่ากับของ FHWA และ ทำนายอัตราส่วนผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการการเข้าถึงอยู่ในช่วง 1.0 ถึง 3.0

รูปที่ 5.12.11 แสดงอัตราผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปสำหรับการปรับปรุงประเภทต่าง ๆ

Typical Benefit / Cost (B/C) Ratios for Various Improvements (1974 - 1993)		
RANK	CONSTRUCTION CLASSIFICATION	B/C RATIO
1.	ILLUMINATION	21.0
2.	RELOCATED BREAKAWAY UTILITY POLES	17.2
3.	TRAFFIC SIGNS	16.3
4.	UPGRADE MEDIAN BARRIER	13.7
5.	NEW TRAFFIC SIGNALS	8.3
6.	NEW MEDIAN BARRIER	8.3
7.	REMOVE OBSTACLES	8.3
8.	IMPACT ATTENUATORS	7.8
9.	UPGRADE GUARDRAIL	7.6
10.	UPGRADED TRAFFIC SIGNALS	7.4
11.	UPGRADE BRIDGE RAIL	7.1
12.	SIGHT DISTANCE IMPROVEMENTS	7.0
13.	GROOVE PAVEMENT FOR SKID RESISTANCE	5.6
14.	REPLACE OR IMPROVE MINOR STRUCTURE	5.2
15.	TURNING LANES AND TRAFFIC SEPARATION	4.4
16.	NEW RR CROSSING GATES	3.9
17.	CONSTRUCT MEDIAN FOR TRAFFIC SEPARATION	3.3
18.	NEW RR CROSSING FLASHING LIGHTS	3.2
19.	NEW RR FLASHING LIGHTS & GATES	3.0
20.	UPGRADE RR FLASHING LIGHTS	2.9
21.	PAVEMENT MARKING AND DELINATIONS	2.6
22.	FLATTEN SIDE SLOPES	2.5
23.	NEW BRIDGE	2.2
24.	WIDEN OR IMPROVE SHOULDER	2.1
25.	WIDEN OR MODIFY BRIDGE	2.0
26.	RE-ALIGN ROADWAY	2.0
27.	OVERLAY FOR SKID TREATMENT	1.9

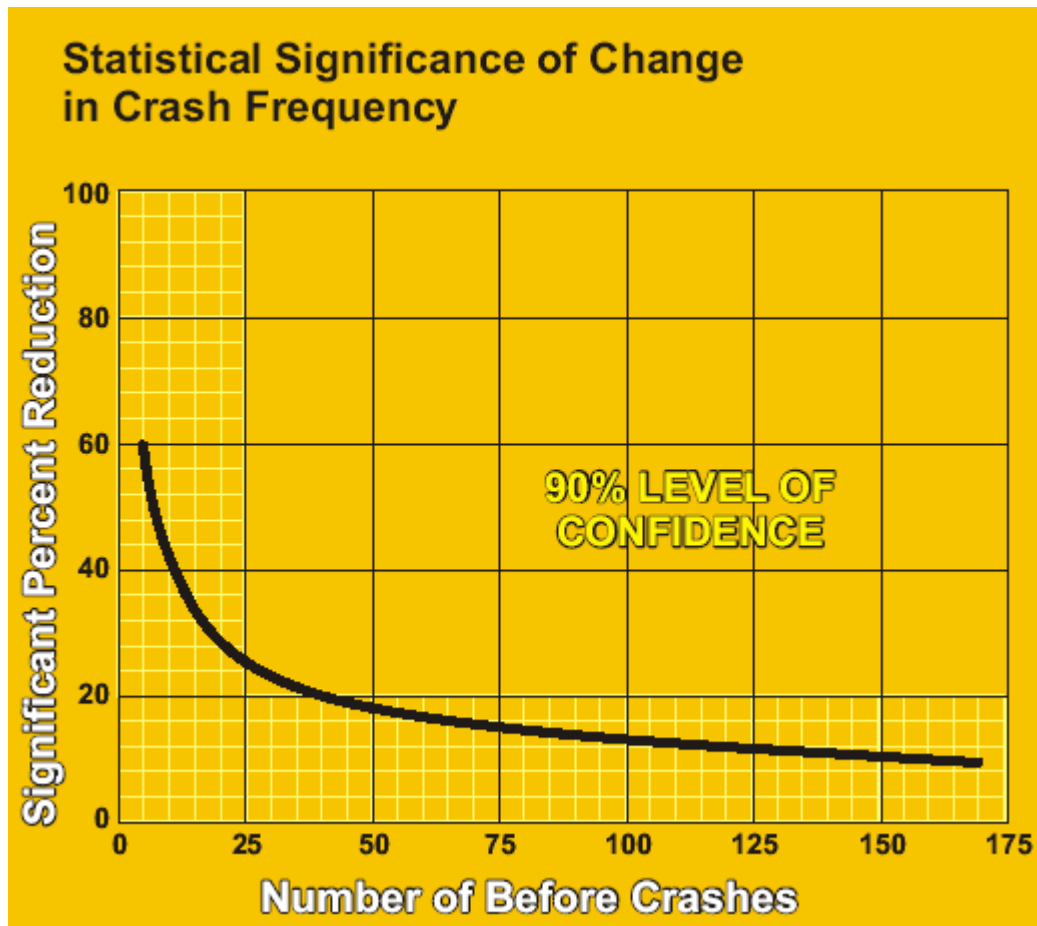
รูปที่ 5.12.11 แสดงอัตราผลประโยชน์/ค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปสำหรับการปรับปรุงประเภทต่าง ๆ

5.12.12 นัยสำคัญเชิงสถิติของการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ

- การทดสอบนัยสำคัญเชิงสถิติเป็นขั้นตอนสำคัญมากที่สุดในกระบวนการอำนวยความสะดวกทั้งหมด
- เหตุผลเบื้องต้นสำหรับการทดสอบนัยสำคัญเชิงสถิติ ก็เพื่อประเมินประสิทธิผลของกลยุทธ์การแก้ไข และตอบคำถามสำคัญว่า การเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุเกิดเนื่องจากโครงการปรับปรุง ความปลอดภัยหรือเนื่องจากธรรมชาติเชิงสุ่มของการเกิดอุบัติเหตุ
- แนวคิดของนัยสำคัญเชิงสถิติ ซึ่งถึงความต้องการพื้นฐานของวิศวกรจราจร คือความต้องการที่จะทราบว่า กลยุทธ์ใดขององค์ความรู้ด้านวิศวกรรมจราจรและความปลอดภัยจะถูกนำมาใช้ในอนาคต บนพื้นฐานของความสามารถที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ในทางตรงกันข้าม กลยุทธ์ใดที่ควรตัดทิ้งไปเนื่องจากไม่ได้แสดงความสามารถในการลดการเกิดอุบัติเหตุ
- ถ้าเรากำลังจะลงทุน เวลา ความพยายาม และเงิน ควรลงทุนในกลยุทธ์ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าจะมี ประสิทธิภาพ

มีวิธีการมากมายในการทดสอบนัยสำคัญเชิงสถิติ วิธีที่ง่ายที่สุดได้แก่พล็อตค่าการเกิดอุบัติเหตุในสภาพก่อนปรับปรุงและค่าเปอร์เซ็นต์ลดลงของการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากโครงการ ลงในกราฟความน่าจะเป็น ถ้าจุดที่ได้อยู่นเหนือเส้นโค้งแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงมีนัยสำคัญเชิงสถิติ(ในกรณีนี้ ใช้ระดับความเชื่อมั่น 90 % ซึ่งเพียงพอสำหรับโครงการด้านถนน) ตัวอย่างเช่นในกรณีที่ก่อนการปรับปรุงมีการเกิดอุบัติเหตุมากกว่าหรือเท่ากับ 40 ถ้าภายหลังการปรับปรุงมีการเกิดอุบัติเหตุลดลงมากกว่าหรือเท่ากับ 20% แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีนัยสำคัญเชิงสถิติด้วยระดับความเชื่อมั่น 90%

รูปที่ 5.12.12 แสดงกราฟสำหรับทดสอบนัยสำคัญเชิงสถิติของการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ



รูปที่ 5.12.12 แสดงกราฟสำหรับทดสอบนัยสำคัญเชิงสถิติของการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ

5.12.13 ประสิทธิภาพของกลยุทธ์ความปลอดภัยแบบต่าง ๆ

- วิศวกรจราจรได้พัฒนาองค์ความรู้และกลยุทธ์ต่าง ๆ มานานแล้ว ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาด้านความปลอดภัย
- ผลการวิจัยในเร็ว ๆ นี้พบว่า มาตรการความปลอดภัยบางอย่างที่มีอยู่เดิมสามารถใช้ได้ต่อไป บางอย่างควรทิ้งไป มีมาตรการบางอย่างควรเพิ่มเติมเข้ามาเป็นองค์ความรู้ใหม่ และบางอย่างควรศึกษาต่อไป

รูปที่ 5.12.13 แสดงประสิทธิภาพของกลยุทธ์ความปลอดภัยแบบต่าง ๆ

Effectiveness of Various Safety Strategies		
Generally EFFECTIVE	Generally INEFFECTIVE	JURY IS STILL OUT
Street Lights at Rural Intersections Access Management Roadside Safety Initiatives Pave / Widen Shoulders Left Turn Lanes on Urban Arterials Removing Marked Pedestrian Crosswalks Exclusive Left Turn Signal Phasing Shoulder Rumble Strips Improved Roadway Alignment	Rumble Strips (on the approach to intersections) Overhead Red/Yellow Flashers Increased Levels of Intersection Traffic Control	Neighborhood Traffic Control (Traffic Calming) Turn and Bypass Lanes at Rural Intersections Warning Devices at Horizontal Curves Roundabouts

รูปที่ 5.12.13 แสดงประสิทธิภาพของกลยุทธ์ความปลอดภัยแบบต่าง ๆ

5.13 ลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุที่สำคัญบางประการ

- การเกิดอุบัติเหตุมีแนวโน้มเกิดขึ้นเป็นแบบเชิงสุ่ม แต่การควบคุมการเข้าถึง ลักษณะถนนที่ออกแบบ และการควบคุมการจราจรที่ทางแยกมีผลอย่างมากต่อความปลอดภัย
- ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนการมาต่อเชื่อมเข้ากับถนน
- ถนนซึ่งทำหน้าที่เพียงอย่างเดียว(เพื่อการเคลื่อนที่หรือเพื่อการเข้าถึง อย่างใดอย่างหนึ่ง) มีแนวโน้มที่ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุจะต่ำที่สุด ส่วนถนนซึ่งทำหน้าที่ทั้งสองอย่างจะมีแนวโน้มที่ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุจะสูงสุด
- ถนนซึ่งมีลักษณะ 4 ช่องจราจรไม่มีเกาะหรืออุโมงค์กลาง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าถนนซึ่งมีรูปตัดแบบอื่น ๆ
- การเพิ่มปริมาณหรือความเข้มข้นในการควบคุมการจราจรที่ทางแยก ไม่ทำให้ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุลดลงเสมอไป แต่การควบคุมการจราจรที่ทางแยกด้วยปริมาณหรือความเข้มข้นซึ่งน้อยที่สุดที่เพียงพอต่อการใช้งานได้ เป็นแนวทางที่ดีที่สุด

5.14 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการบ่งชี้จุดอันตราย

- การชนมีแนวโน้มจะมีการกระจายเชิงสุ่มทั่วทั้งระบบถนน ด้วยความคาดหวังว่าจะมีเพียงไม่กี่จุดซึ่งมีการกระจุกตัวของการเกิดอุบัติเหตุ อันเนื่องมาจากลักษณะทางเรขาคณิตหรือสภาพการควบคุมการจราจรที่ไม่เหมาะสม
- หน่วยงานที่ดูแลด้านถนนควรมีระบบบ่งชี้จุดอันตราย ที่รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพื่อบ่งชี้จุดซึ่งบ่งชี้ความปลอดภัย
- วิธีที่ดีที่สุดในการบ่งชี้จุดอันตรายได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต แต่วิธีนี้ต้องเก็บข้อมูลอย่างละเอียดมากที่สุด อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะใช้วิธีการใด ๆ ในการบ่งชี้จุดอันตราย ยังดีกว่าที่ไม่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง
- นิยามที่ดีที่สุดของจุดอันตราย คือ จุดซึ่งมีการเกิดอุบัติเหตุจริงมากกว่าค่าคาดหวัง
- หลังจากบ่งชี้จุดอันตราย การทำความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อพัฒนามาตรการแก้ไข
- การวิเคราะห์เพิ่มเติม เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจริง กับ ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่คาดหวัง จากนั้นค้นหาความแตกต่าง
- ถนนซึ่งมีการออกแบบที่คล้ายกัน และปริมาณจราจรใกล้เคียงกัน มีความเป็นไปได้สูงที่จะดำเนินงานในลักษณะที่คล้ายกัน และมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่คล้ายกัน

5.15 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับองค์ความรู้ด้านวิศวกรจราจร

- การเปิดไฟกระพริบและการติดตั้งแถบลูกระนาดบนทางแยกนอกเมืองไม่ได้ช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุ
- การติดตั้งไฟส่องสว่างที่ทางแยกนอกเมืองช่วยเพิ่มความปลอดภัย
- อัตราการเกิดอุบัติเหตุทุกประเภทของทั้งถนนในเมืองและถนนนอกเมือง ขึ้นกับ ความหนาแน่นของการต่อเชื่อม
- ช่องจราจรสำหรับเลี้ยวขวามบนถนนสายหลักในเมือง เป็นกลยุทธ์ความปลอดภัยที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่
- ถ้าจะลงทุน เวลา ความพยายาม แรงงาน และเงินในการแก้ไขความบกพร่องต่อความปลอดภัย ควรลงทุนในกลยุทธ์ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยลดความถี่และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ
- ใช้ระดับของการแก้ปัญหาให้เท่าเทียมกับระดับของปัญหา
- ควรพิจารณาใช้มาตรการเบื้องต้นบรรเทาปัญหาไปก่อน ในกรณีซึ่งวิธีการแก้ปัญหาต้องใช้เวลาหลายปี
- กลยุทธ์ซึ่งมีประสิทธิผลมากที่สุดปกติประกอบด้วยองค์ประกอบ **4E** ซึ่งควรดำเนินการควบคู่ไปด้วยกัน **Education** ได้แก่ การรณรงค์ การให้การศึกษา ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้รถใช้ถนนอย่างปลอดภัย , **Enforcement** ได้แก่ การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวดจริงจัง ต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และเสมอภาค, **Engineering** ได้แก่ การออกแบบทางเรขาคณิตและการควบคุมการจราจรที่เหมาะสม ส่วน **Emergency Services** ได้แก่ การบริการกู้ชีพฉุกเฉินที่รวดเร็วฉับไว