รายงานฉบับย่อสำหรับผู้บริหาร

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง มีความมุ่งมั่นที่จะยกระดับความปลอดภัยทางถนนให้แก่ผู้ใช้ถนน และพร้อมที่ก้าวไปกับความนำสมัยของเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อสภาพถนน และสังคมของประเทศไทย เพื่อให้บริการผู้ใช้ถนนอย่างเท่าเทียม สะดวก และปลอดภัย โดยอาศัยการพัฒนาองค์ความรู้และการศึกษาวิจัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควบคู่กับการทำงานของบุคลากรที่มีคุณภาพ

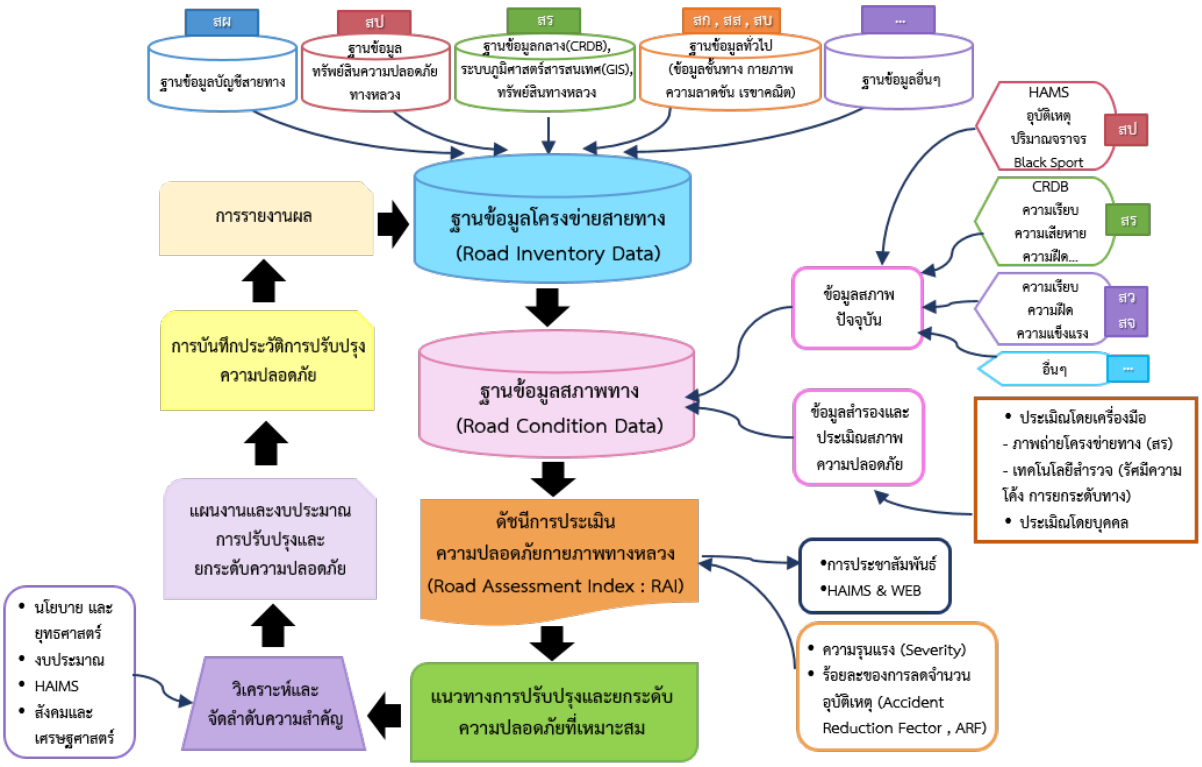
ในปี พ.ศ.2553 กรมทางหลวงได้ว่าจ้างที่ปรึกษาในการดำเนินการ "โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ (GIS) และข้อมูลเพื่อตรวจสอบประเมินความปลอดภัยและเผยแพร่ข้อมูลทางหลวงบน Website" เพื่อขยายผลการใช้งานระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวงให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง โดยศึกษากระบวนการประเมินความปลอดภัยทางถนน รวมถึงกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย พร้อมทั้งดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านความปลอดภัยทางถนน ให้ครอบคลุมทั้งกระบวนการตรวจสอบและประเมินความปลอดภัยทางถนน ภายในโครงการดังกล่าวได้มีการพัฒนาดัชนีที่ใช้วัดระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง หรือเรียกว่า “ดัชนีความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI)” โดยดำเนินการประเมินสายทางต้นแบบเป็นระยะทางประมาณ 4,000 กิโลเมตร เพื่อการพัฒนาระบบฐานข้อมูลให้ครอบคลุมโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ

จากผลสำเร็จที่ผ่านมา กรมทางหลวงจึงได้ดำเนินการพัฒนาองค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง โดยได้รับการจัดสรรงบประมาณในโครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้ "โครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน สำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 1)" ครอบคลุมการประเมินดัชนีความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) บนเส้นทางหลวงหมายเลข 1, 2 และ 3 หลัก ซึ่งผลการดำเนินงานของโครงการได้นำสู่ “ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (Highway Safety Management System: HSMS)” โดยมีขั้นตอนในการดำเนินโครงการตั้งแต่การสำรวจ การจัดเก็บข้อมูล การประเมินผล รวมถึงพัฒนาการเชื่อมโยงฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) จากระบบอื่นๆ ภายในกรมทางหลวง เช่น ระบบงานสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highway Accident Information Management System: HAIMS) ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลปริมาณการจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System: TIMS) เป็นต้น

ในส่วนของงานระยะที่ 2 "โครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน สำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2)" กรมทางหลวงได้ดำเนินการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI) บนเส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก เพื่อให้ครอบคลุมทั้งโครงข่ายของกรมทางหลวงทั่วประเทศ และมีการปรับปรุงระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) ให้สามารถสะท้อนความปลอดภัยทางกายภาพทางหลวงได้อย่างแม่นยำ และสอดคล้องกับหลักการประเมินในระดับนานาชาติมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงสามารถนำไปใช้ประกอบวางแผนโครงการและแผนงาน ตลอดจนการจัดสรรงบประมาณการอำนวยการ

ความปลอดภัยทางถนน รวมถึงการยกระดับความปลอดภัยในบริเวณทางโค้ง ที่จะก่อให้เกิดการดำเนินงานที่ต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพ มีระบบที่ทันสมัย เกิดผลสัมฤทธิ์ ตลอดจนเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่กรมทางหลวง

ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS) เป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งที่จะช่วยเจ้าหน้าที่กรมทางหลวงในการวางแผนเพื่อดำเนินการยกระดับความปลอดภัยทางถนนบนทางหลวงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการให้บริการประชาชนและการบริหารราชการเป็นไปตามยุทธศาสตร์ของประเทศไทยในการลดอัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนให้ต่ำกว่า 10 คนต่อประชากร 100,000 คน ในปี พ.ศ. 2563 ต่อไป



รูปที่ 1 ภาพรวมระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง

1. วัตถุประสงค์

โครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2) มีวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังต่อไปนี้

1.1 เพื่อการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) บนโครงข่ายของกรมทางหลวง

1.2 สำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งของกรมทางหลวง

1.3 บูรณาการฐานข้อมูลภายในระบบบริหารจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน (Highway Safety Management System) ของกรมทางหลวง

2. ขอบเขตของงาน

โครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2) ประกอบด้วยขอบเขตของงาน ดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI)

1) การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) ในเส้นทางสายหลักของกรมทางหลวง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายของสำนักบริหารบำรุงทาง เส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก หากไม่มีข้อมูลภาพถ่ายของสำนักบริหารบำรุงทาง ต้องดำเนินการสำรวจและประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) ให้ครอบคลุมเส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ยกเว้นในสายทางที่อันตรายจนไม่สามารถเข้าพื้นที่สำรวจได้

2) นำเข้าข้อมูลผลการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวงสู่ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง พร้อมแสดงผลในรูปแบบ GIS

3) จัดอบรมและถ่ายทอดความรู้แก่บุคลากรกรมทางหลวง เพื่อให้สามารถเข้าใจเกณฑ์ความปลอดภัยกายภาพทางหลวง และสามารถนำไปดำเนินการได้จริง

2.2 สำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง

1) คัดเลือกจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง อย่างน้อย 100 แห่ง จากระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง โดยพิจารณาจากค่า RAI ข้อมูลกายภาพของทาง ข้อมูลจำนวน และลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ

2) พัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งที่คัดเลือก ณ สภาพปัจจุบัน ได้แก่ รัศมีความโค้งของถนนในแนวราบ และการยกโค้ง (Super elevation) พร้อมเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขในบริเวณทางโค้งเสี่ยงอันตราย อย่างน้อย 10 แห่ง

3) วิเคราะห์และนำเข้าข้อมูลจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งในระบบบริหารจัดการด้านความปลอดภัยทางถนนของกรมทางหลวง พร้อมแสดงผลในรูปแบบ GIS

4) จัดอบรมและถ่ายทอดความรู้แก่บุคลากรกรมทางหลวง เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงเทคโนโลยีการสำรวจและประเมินจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง และสามารถนำไปดำเนินการได้จริง

2.3 บูรณาการฐานข้อมูลภายในระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนของกรมทางหลวง

1) ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้านงานทางที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนที่จัดเก็บโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย ได้แก่ ข้อมูลจุดตัดทางรถไฟ ทางแยกระดับเดียวกันและต่างระดับ จุดกลับรถระดับเดียวกันและต่างระดับ ข้อมูลงานร้องเรียน ข้อมูลงานการอนุญาตดำเนินการใดๆ ในเขตทางหลวง

2) พัฒนาระบบการเชื่อมโยงและนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนจากหน่วยงานอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลความกว้างของผิวทาง ความกว้างไหล่ทาง เขตทาง (Right of way)

ข้อมูลค่าความฝืดของสายทาง (Skid resistant) ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI) และตามข้อ (1) เข้าสู่ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง

3) จัดทำรูปแบบการวิเคราะห์ การประมวลผล การค้นหาข้อมูล พร้อมรายงานและแสดงบนแผนที่ GIS

4) พัฒนาเทคโนโลยีการแสดงผลการประเมินความปลอดภัยกายภาพทาง และการแสดงค่า RAI ผ่านอุปกรณ์มือถือ หรืออุปกรณ์พกพา

5) จัดอบรมและถ่ายทอดความรู้ให้แก่บุคลากรกรมทางหลวง เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง และสามารถนำไปดำเนินการได้จริง

3. กรอบแนวคิดในการศึกษาโครงการ

การดำเนินงานของโครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2) นั้นมี 4 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 งานทบทวนและปรับปรุงการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง ประกอบด้วยดำเนินการหาความสัมพันธ์ของค่า RAI กับการประเมินการรับรู้ความปลอดภัยกายภาพทางหลวง และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงเกณฑ์การคำนวณที่ใช้แบ่งระดับการประเมินความปลอดภัยทางถนนตามค่าคะแนน RAI เพื่อให้สอดคล้องกับการรับรู้ความปลอดภัยของผู้ขับขี่/ผู้ใช้ทาง พิจารณาเพิ่มปัจจัยการประเมินให้สอดคล้องกับถนนในประเทศไทย รวมถึงการทบทวน วิเคราะห์ ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (Accident Reduction Factors: ARF) ที่ส่งผลกระทบหลักกับค่าการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง เพื่อให้การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) สามารถใช้เป็นตัวแทนในการสะท้อนถึงความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนน และสามารถนำไปเป็นเครื่องมือคัดกรองเบื้องต้นเพื่อพิจารณาการยกระดับความปลอดภัยของทางหลวง

องค์ประกอบที่ 2 งานสำรวจและรวบรวมข้อมูลความปลอดภัยในเชิงวิศวกรรม โดยคัดเลือกพื้นที่ศึกษาเพื่อดำเนินการสำรวจ รวบรวมข้อมูลความปลอดภัยทางถนน สภาพปัจจุบัน รวมถึงการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) ในเส้นทางสายรอง (เส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก) และการพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจ การคัดเลือก การประเมิน การวิเคราะห์และนำเข้าข้อมูลจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง รวมถึงการเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขในบริเวณทางโค้งเสี่ยงอันตราย

องค์ประกอบที่ 3 งานเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการข้อมูลความปลอดภัยทางถนน แสดงถึงแนวทางการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน จัดเก็บข้อมูลด้านงานทางที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนเพิ่มเติม และพัฒนาการเชื่อมโยงฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนจากหน่วยงานอื่นๆ รวมถึงการแสดงผลบนแผนที่ GIS พร้อมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการแสดงผลค่า RAI บนอุปกรณ์พกพา

องค์ประกอบที่ 4 การฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยจัดอบรมและถ่ายทอดความรู้ให้แก่บุคลากรกรมทางหลวง เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง รวมถึงเกณฑ์ความปลอดภัยกายภาพทางหลวง สามารถเข้าใจถึงเทคโนโลยีการสำรวจและประเมินจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง และสามารถนำไปดำเนินการได้จริง

1. งานทบทวนและปรับปรุงการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง

1) การปรับปรุงปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI)

- การปรับปรุงค่าความรุนแรง (Severity) ของการเกิดอุบัติเหตุ

โครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2) นี้ ได้ประเมินทางหลวงหมายเลข 1-4 หลัก ซึ่งครอบคลุมถนนหลากหลายประเภท ซึ่งผ่านในพื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน รวมถึงทางหลวงที่อยู่ในพื้นที่เขตชุมชน ซึ่งมักจะได้รับผลกระทบจากกิจกรรมข้างทาง รวมถึงผู้ใช้ทางที่เป็นคนเดินเท้าค่อนข้างสูง ที่ปรึกษาจึงเห็นควรให้เพิ่มการพิจารณาลักษณะการชนที่เกี่ยวข้องกับการชนคนเดินเท้า (Pedestrian Collision) เพิ่มอีก 1 ประเภท เพื่อให้ได้ค่า RAI ที่สะท้อนถึงลักษณะทางกายภาพของถนนในบริเวณนั้น

การปรับปรุงคะแนนความรุนแรง (Severity Score) ของการเกิดอุบัติเหตุ พิจารณาจากความเสี่ยงของลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ อันเนื่องมาจากองค์ประกอบของสายทางที่ไม่สมบูรณ์ แล้วส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนในลักษณะต่างๆ ซึ่งอาจมีความรุนแรงจนเป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บได้ โดยลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนที่ใช้ในโครงการฯ ระยะที่ 2 นี้ ได้พิจารณาลักษณะการชน 6 ประเภท ได้แก่

1) การพลิกคว่ำ/ตกข้างทาง (Run-off-road)
   - เสียหลักตกถนนทางตรง
   - เสียหลักตกถนนทางตรง ชนถาวรวัตถุ
   - เสียหลักไปอยู่ในช่องจราจรอื่นๆ
   - แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางตรงขณะเลี้ยวเข้าทางเชื่อม
   - ชนเกาะกลางถนน รวมถึงเสาไฟ ฯลฯ
   - เสียหลักตกถนนเนื่องจากหลบรถในทิศทางตรงข้ามวิ่งคู่กันมา
   - เสียหลักแล้วปีนข้ามเกาะกลางถนน
   - เสียหลักตกถนนทางโค้ง
   - เสียหลักตกถนนทางโค้ง ชนถาวรวัตถุ
   - แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางโค้งขณะเลี้ยวเข้าทางเชื่อม
   - อื่นๆ ที่เกี่ยวกับเสียหลักออกนอกทางตรง/โค้ง
2) การชนประสานงา (Head On)
   - ชนประสานงา
   - รถเลี้ยวชนรถทางตรงบนถนนสายเดียวกัน

- รถเลี้ยวชนรถเลี้ยวบนถนนสายเดียวกัน
- รถทางตรงชนรถที่กำลังเลี้ยวกลับรถบนถนนสายเดียวกัน
- อื่นๆ เกี่ยวกับการชนในทิศทางตรงกันข้ามบนถนนสายเดียวกัน

3) การชนเป็นมุมที่ทางแยก (Angle Collision)

- รถทางตรงชนรถทางตรง
- รถทางตรงชนรถเลี้ยว
- รถเลี้ยวชนรถทางตรง
- รถเลี้ยวชนรถเลี้ยว
- อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการชนบริเวณทางแยก

4) การชนด้านข้าง (Side Slip)

- ชนกับรถที่หักแซงขึ้นมาในทิศทางตรงข้าม
- แซงขึ้นมาแล้วเสียหลักแฉลบออก
- แซงไม่พ้น หักชนรถที่ถูกแซง
- เบียดแซงออกมาถูกรถที่วิ่งตามมาชน
- ถูกชนเพราะหลบรถที่วิ่งทิศทางตรงข้าม
- ถูกชนเพราะแซงซ้ายแล้วเบียดเข้าช่องจราจร
- ถูกรถที่กำลังแซงชนท้าย
- แซงขวาชนกับรถเลี้ยวขวา
- อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการชนด้านข้างหรือการแซง

5) การชนท้าย (Rear End)

- ชนท้าย
- ถูกชนท้ายขณะเลี้ยว
- ถูกชนท้ายขณะกลับรถ
- รถที่วิ่งคู่กันมาเฉี่ยวชนกัน
- ถูกชนจากรถที่เปลี่ยนช่องทางขวา/ซ้าย
- รถทางตรงหรือเลี้ยวชนกับรถเลี้ยว (จากทิศทางเดียวกัน)
- ชนรถที่กำลังเปลี่ยนช่องจราจร
- อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการชนในทิศทางเดียวกัน

6) การชนคนเดินเท้า (Pedestrian Collision)

- ชนคนใกล้ฝั่งข้าม
- ชนคนที่ออกมาจากหน้าหรือหลังรถที่จอดบัง

- ชนคนไกลฝั่งข้าม
- ชนคนยืน นอน ทำงาน หรือเล่นบนถนน
- ชนคนเดินริมถนน ตามทิศทางรถ (หันหลังให้รถ)
- ชนคนเดินริมถนน สวนทิศทางรถ (หันหน้าให้รถ)
- ชนคนขณะเดินข้ามทางม้าลาย
- ชนคนเดินบนฟุตบาท
- ชนคนเดินเท้าขณะเลี้ยว
- อื่นๆ ที่เกี่ยวกับคนเดินเท้า

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการปรับปรุงสูตรการคำนวณ ค่าระดับความปลอดภัยกายภาพทางถนนบนทางหลวง และลักษณะการชนเพิ่มเติม โดยภาพรวมลักษณะการชนที่พิจารณาสำหรับการคำนวณค่า RAI ในโครงการฯ ระยะที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 2



ก) สำหรับถนน 2 ช่องจราจร ข) สำหรับถนนมากกว่า 2 ช่องจราจร

รูปที่ 2 ภาพรวมลักษณะการชนที่พิจารณาสำหรับการคำนวณค่า RAI ในโครงการฯ ระยะที่ 2

นอกจากนี้ ที่ปรึกษาได้พิจารณาคะแนนความรุนแรง (Severity Score) ของการเกิดอุบัติเหตุตามสมการที่ 1 โดยแยกตามประเภทถนนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ถนนที่มี 2 ช่องจราจร และถนนที่มีมากกว่า 2 ช่องจราจร เนื่องจากรูปแบบการใช้งานของถนนทั้ง 2 กลุ่มนี้ค่อนข้างแตกต่างกัน การเปรียบเทียบคะแนนดังแสดงในตารางที่ 1

$$\text{Severity Index} = \frac{(12 \times \text{Fatal}) + (3 \times \text{Injury}) + (1 \times \text{Property})}{N} \quad (1)$$

โดยที่ Fatal = อุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต (ครั้ง)
Injury = อุบัติเหตุที่มีเพียงผู้บาดเจ็บ (ครั้ง)
Property = อุบัติเหตุที่มีเพียงทรัพย์สินบนเขตทางเสียหายเท่านั้น (ครั้ง)
N = อุบัติเหตุทั้งหมด (ครั้ง)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงสำหรับการคำนวณค่า RAI

ลำดับที่	ลักษณะการชน	คะแนนความรุนแรง (Severity Score)		
		ค่า RAI โครงการฯ ระยะที่ 1	ค่า RAI โครงการฯ ระยะที่ 2 (2 ช่องจราจร)	ค่า RAI โครงการฯ ระยะที่ 2 (> 2 ช่องจราจร)
1	พลิกคว่ำ/ตกข้างทาง	13	10	10
2	ชนประสานงา	26	19	17
3	ชนเป็นมุมที่ทางแยก	20	15	16
4	ชนด้านข้าง	22	18	15
5	ชนท้าย	19	14	11
6	ชนคนเดินเท้า/จักรยาน	-	24	31

เมื่อพิจารณาแยกประเภทถนนตามจำนวนช่องจราจร จะเห็นได้ว่าคะแนนความรุนแรงมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรณีการชนคนเดินเท้า/จักรยาน โดยถนนที่มีมากกว่า 2 ช่องจราจร มีคะแนนค่อนข้างสูง เนื่องจากผู้ขับขี่ใช้ความเร็วในการขับขี่สูงกว่าถนนที่มี 2 ช่องจราจร ดังนั้น การเกิดอุบัติเหตุการชนคนเดินเท้าแต่ละครั้งจึงมีความรุนแรงมาก เพราะผู้ประสบเหตุส่วนใหญ่จะเสียชีวิต

การปรับปรุงปัจจัยและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ

โครงการฯ ระยะที่ 2 นี้ มีปัจจัยที่ใช้ในการประเมินทั้งสิ้น 22 ปัจจัย ดังนี้

1) ความกว้างช่องจราจร
2) ความกว้างไหล่ทาง
3) สิ่งกีดขวางข้างทาง
4) ระยะปลอดภัย
5) จำนวนช่องจราจร
6) เส้นจราจร
7) ราวกันอันตราย
8) ประเภททางโค้ง
9) ทางเชื่อม
10) ประเภททางแยก
11) ช่องทางรอเลี้ยว
12) ประเภทเกาะกลางถนน
13) จุดกลับรถ
14) ช่องทางรอกลับรถ
15) สภาพผิวทาง
16) การจอดรถข้างทาง
17) เขตโรงเรียน
18) อุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณเสี่ยง
19) ระยะมองเห็น
20) ทางเท้า
21) ทางข้าม
22) ไฟฟ้าแสงสว่าง

ค่า RAI คำนวณจากข้อมูลทางกายภาพของถนนที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรง (Severity) ของการเกิดอุบัติเหตุ โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยทางถนนจากค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (Accident Reduction Factor: ARF) ที่ปรึกษาได้รวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลก CMF Clearinghouse (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2017) และสรุปเป็นค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ ของปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน โดยพิจารณาจากการปรับปรุงปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (ARF) ของปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน

ลำดับที่	ปัจจัยที่พิจารณา	การปรับปรุง	ทบทวนค่า ARF	แหล่งอ้างอิง	ค่า ARF* ที่ใช้
1	ความกว้างช่องจราจร	ขยายความกว้างช่องจราจร 3.5 เมตร ขึ้นไป	0.28	Yanmaz-Tuzel and Ozbay (2010)	0.28
2	ความกว้างไหล่ทาง	ขยายความกว้างไหล่ทาง 2.5 เมตร ขึ้นไป	0.23, 0.18, 0.71	Park et al.(2014), Abdel-Aty et al.(2014), Yichuan Peng, Srinivas Reddy Geedipally, and Dominique Lord (2012)	0.23
3	สิ่งกีดขวางข้างทาง	กำจัดสิ่งกีดขวางข้างทาง	0.38, 0.98	Hovey and Chowdhury (2005), Ogle et al. (2009)	0.68
4	ระยะปลอดภัยข้างทาง	ขยายระยะปลอดภัย	0.49, 0.27, 0.60	Van Petegem and Wegman (2014), Jurewicz and Pyta (2010)	0.49
5	จำนวนช่องจราจร	เพิ่มจำนวนช่องเป็น 4 ช่องจราจรขึ้นไป	0.20, 0.22, 0.25	Gan et al. (2005)	0.22
6	เส้นจราจร	ปรับเส้นจราจรให้มองเห็นได้ชัดเจน	0.18	Elvik, R. and Vaa, T. (2004)	0.18
7	ราวกันอันตราย	ติดตั้งราวกันอันตราย	0.58	Jang et al. (2010)	0.58
8	ประเภททางโค้ง	ปรับปรุงรัศมีความโค้ง	0.58, 0.87	iRAP Albert Gan et al. (2005), US DOT (2008)	0.72
9	ทางเชื่อม	ปิดทางเชื่อม	0.44	Lee et al.(2011)	0.44

ตารางที่ 2 ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (ARF) ของปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน (ต่อ)

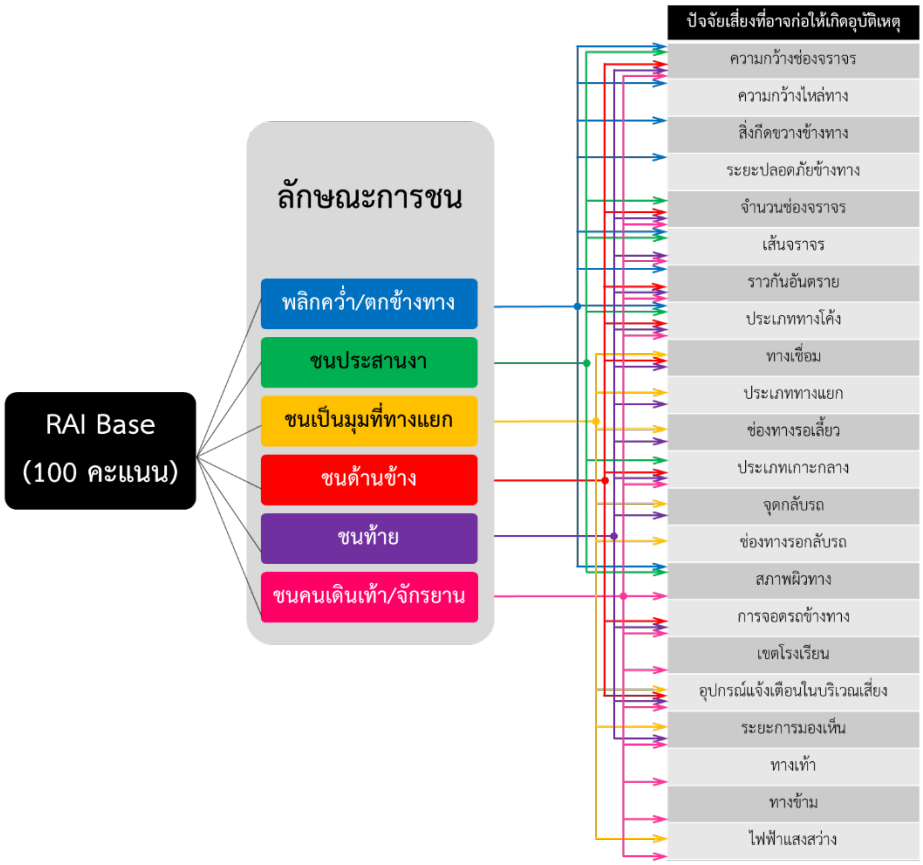
ลำดับที่	ปัจจัยที่พิจารณา	การปรับปรุง	ทบทวนค่า ARF	แหล่งอ้างอิง	ค่า ARF* ที่ใช้
10	ประเภททางแยก	ปรับ 4 แยก เป็น 3 แยก	0.25, 0.33	Elvik, R. and Vaa, T. (2004)	0.29
		ปรับทางแยกเป็นวงเวียน	0.65	Schoon and van Minnen (1994)	0.65
		การติดตั้งสัญญาณไฟจราจร	0.15	Kenneth R.A. et al. (1996)	0.15
11	ช่องทางรอเลี้ยว	ติดตั้งช่องทางรอเลี้ยว	0.25	Srinivasan et al. (2014)	0.25
12	ประเภทเกาะกลาง	ติดตั้งเกาะกลางถนน	0.14, 0.71, 0.55, 0.19, 0.26, 0.68, 0.24, 0.25, 0.71, 0.43, 0.30, 0.31, 0.20, 0.42	Yanmaz-Tuzel and Ozbay (2010), Schultz et al. (2008), Elvik, R. and Vaa, T. (2004), Hughes et al. (2010)	0.30
13	จุดกลับรถ	ปิดจุดกลับรถ	0.77, 0.72	Brich and Cottrell (1994)	0.75
14	ช่องรอกลับรถ	ติดตั้งช่องรอกลับรถ	0.03	Liu et al. (2008)	0.03
15	สภาพผิวทาง	ปรับปรุงสภาพผิวทาง	0.40	iRAP	0.40
16	การจอดรถข้างทาง	ห้ามไม่ให้จอดรถข้างทาง	0.20	Elvik, R. and Vaa, T. (2004)	0.20
17	เขตโรงเรียน	มีโรงเรียน	-		-
18	อุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณเสี่ยง	ติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณจุดเสี่ยง	0.28, 0.74, 0.50	Felipe et al. (1998), Polanis (1999), Elvik, R. and Vaa, T. (2004)	0.50
19	ระยะการมองเห็น	ปรับปรุงระยะการมองเห็น	0.42	iRAP	0.42
20	ทางเท้า	ขยายทางเท้า	0.20	iRAP	0.20
21	ทางข้าม	ติดตั้งทางข้าม หรือทางม้าลาย	0.40, 0.19,0. 65	Li Chen, Cynthia Chen, and Reid Ewing (2012), Haleem and Abdel-Aty(2010)	0.40
22	ไฟฟ้าแสงสว่าง	ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง	0.49, 0.69, 0.28, 0.18	Wanvik (2009) Elvik, R. and Vaa, T.(2004)	0.38

หมายเหตุ: *เสนอโดยที่ปรึกษา โดยวิเคราะห์จากค่าที่ได้จากงานวิจัย

2) การปรับปรุงการคำนวณการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)

- ค่าความสัมพันธ์ของความรุนแรง (Severity) ของการเกิดอุบัติเหตุกับปัจจัยความเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ

ปัจจัยความเสี่ยงเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุทางถนนและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยความเสี่ยงที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะการชนทั้ง 6 ประเภท



รูปที่ 3 ภาพรวมแนวทางการคำนวณการประเมินระดับความปลอดภัยทางกายภาพทางถนน (RAI)

- การปรับปรุงค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Factor)

การปรับปรุงค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Factor) ที่ปรึกษาเห็นควรให้นำค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (ARF) มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณ เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกับสากลที่การประเมิน International Road Assessment Program (iRAP) ใช้ สำหรับสูตรที่ใช้ในการประยุกต์ใช้ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (ARF) ดังแสดงในสมการที่ 2 และได้แสดงรายละเอียดถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยดังแสดงตารางที่ 3

$$\text{Weight Factor} = 1 - (\text{ARF}/100) \qquad (2)$$

ตารางที่ 3 ตัวเลือกในการประเมินค่า RAI

ปัจจัย	ตัวเลือกในการประเมิน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ความกว้างช่องจราจร	3.5 เมตร ขึ้นไป	1.00
	น้อยกว่า 3.5 เมตร	0.72
ความกว้างไหล่ทาง	2.5 เมตร ขึ้นไป	1.00
	น้อยกว่า 2.5 เมตร	0.77
	ไม่มีไหล่ทาง	0.29
ลักษณะข้างทาง	ไม่มีสิ่งกีดขวางข้างทาง	1.00
	ทางลาดลง	0.66
	ต้นไม้ ป้ายจราจร เสาโพล เสาไฟฟ้า เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ขึ้นไป	0.32
	หน้าผา	0.15
ระยะปลอดภัยข้างทาง	3 เมตร ขึ้นไป	1.00
	น้อยกว่า 3 เมตร	0.51
	ไม่มี	0.40
จำนวนช่องจราจร	มากกว่า 2 ช่องจราจร	1.00
	2 ช่องจราจร	0.78
เส้นจราจร	มองเห็นได้ชัดเจน	1.00
	มองเห็นได้ไม่ชัดเจน	0.82
ราวกันอันตราย	ไม่จำเป็นต้องมีราวกันอันตราย	1.00
	ไม่มีราวกันอันตราย	0.42
	มีราวกันอันตราย	1.58
ประเภททางโค้ง	ทางตรงหรือทางโค้งรัศมีกว้าง (รัศมีมากกว่า 900 เมตร)	1.00
	ทางโค้งรัศมีปานกลาง (รัศมี 500 – 900 เมตร)	0.42
	ทางโค้งรัศมีแคบ (รัศมี 200 – 500 เมตร)	0.27
	ทางโค้งรัศมีแคบมาก (รัศมีไม่เกิน 200 เมตร)	0.13
ทางเชื่อม	ไม่มีทางเชื่อม	1.00
	มีทางเชื่อม	0.56
ประเภททางแยก	ไม่มีทางแยก	1.00
	วงเวียนมีสัญญาณไฟ	0.71
	วงเวียนไม่มีสัญญาณไฟ	0.60
	สามแยกมีสัญญาณไฟ	0.43
	สามแยกไม่มีสัญญาณไฟ	0.50
	สี่แยกหรือมากกว่าสี่แยกมีสัญญาณไฟ	0.35
	สี่แยกหรือมากกว่าสี่แยกไม่มีสัญญาณไฟ	0.30
	จุดตัดทางรถไฟ	0.30

ตารางที่ 3 ตัวเลือกในการประเมินค่า RAI (ต่อ)

ปัจจัย	ตัวเลือกในการประเมิน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ช่องทางรอเลี้ยว	ไม่จำเป็นต้องมีช่องทางรอเลี้ยว	1.00
	ไม่มีช่องทางรอเลี้ยว	0.75
	มีช่องทางรอเลี้ยว	1.25
ประเภทเกาะกลาง	เกาะกลางแบบกดเป็นร่อง	1.71
	เกาะกลางแบบยก	1.71
	เกาะกลางแบบราวกันหรือกำแพงกั้น	1.71
	เกาะกลางแบบเกาะสี	1.15
	ไม่มีเกาะกลาง	1.00
จุดกลับรถ	ไม่จำเป็นต้องมีจุดกลับรถ	1.00
	ไม่มีจุดกลับรถ	1.00
	มีจุดกลับรถ	0.25
ช่องทางรอกลับรถ	ไม่จำเป็นต้องมีช่องทางรอกลับรถ	1.00
	ไม่มีช่องทางรอกลับรถ	0.70
	มีช่องทางรอกลับรถ	1.30
สภาพผิวทาง	สภาพผิวทางมีความปลอดภัยต่อการขับขี่	1.00
	สภาพผิวทางมีการเสื่อมสภาพ	0.60
การจอดรถข้างทาง	ไม่มีการจอดรถข้างทาง	1.00
	มีการจอดรถข้างทาง	0.80
เขตโรงเรียน	ไม่มีโรงเรียน	1.00
	มีโรงเรียน	0.80
อุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณเสี่ยง	ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์แจ้งเตือน	1.00
	ไม่มีอุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณเสี่ยง	0.50
	มีอุปกรณ์แจ้งเตือนในบริเวณเสี่ยง	1.50
ระยะการมองเห็น	ระยะการมองเห็นเพียงพอ	1.00
	ระยะการมองเห็นไม่เพียงพอ	0.58
ทางเท้า	ไม่จำเป็นต้องมีทางเท้า	1.00
	ไม่มีทางเท้า	0.80
	มีทางเท้า	1.20
ทางข้าม	ไม่จำเป็นต้องมีทางข้าม	1.00
	ไม่มีทางข้าม	0.60
	ทางม้าลาย	1.40
	สะพานลอย	1.99
ไฟฟ้าแสงสว่าง	ไม่มีไฟฟ้าแสงสว่าง	0.62
	มีไฟฟ้าแสงสว่าง	1.38

- การปรับปรุงสูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ที่ปรึกษาได้ทบทวนสมการในการคำนวณค่า RAI ของโครงการฯ ในระยะที่ 1 แสดงดังสมการที่ 3 และเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและมีความเป็นสากลเทียบเท่ากับการประเมิน iRAP ที่ปรึกษาจึงได้ดำเนินการปรับปรุงสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า RAI ของโครงการฯ ในระยะที่ 2 ดังแสดงในสมการที่ 4

<u>สมการการคำนวณค่า RAI ของโครงการฯ ระยะที่ 1</u>

$$RAI_{Base} = \sum_{j=1}^{5}\left[\left(\prod_{i=1}^{n_j} X_{ij}^{a_{ij}}\right)\times S_j\right]\times k \qquad (3)$$

โดยที่ i = ปัจจัยด้านวิศวกรรมที่มีผลต่อความปลอดภัยทางถนน

j = ลักษณะการชน (1 = Run-Off, 2 = Head On, 3 = Angle Collision, 4 = Side Slip, 5 = Rear End)

n_j = จำนวนปัจจัยที่พิจารณาตามลักษณะการชน j

a_{ij} = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้านวิศวกรรม i ที่มีผลต่อลักษณะการชน j

X_{ij} = ค่าร้อยละอุบัติเหตุที่ลดลงของปัจจัยวิศวกรรม i ที่มีผลต่อลักษณะการชน j

S_j = ค่าถ่วงน้ำหนักของลักษณะการชน j ที่พิจารณา

k = ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (Accident Reduction Factor: ARF)

<u>สมการการคำนวณค่า RAI ของโครงการฯ ระยะที่ 2</u>

$$RAI_{Base} = \sum_{j=1}^{6}\left[\left(\prod_{i=1}^{n_j} 1-\frac{ARF_{ij}}{100}\right)\times S_j\right] \qquad (4)$$

โดยที่ i = ปัจจัยด้านวิศวกรรมที่มีผลต่อความปลอดภัยทางถนน

j = ลักษณะการชน (1 = Run-Off, 2 = Head On, 3 = Angle Collision, 4 = Side Slip, 5 = Rear End, 6 = Pedestrian Crash)

ARF_{ij} = ค่า Accident Reduction Factor ของปัจจัย i ที่พิจารณาตามลักษณะการชน j

n_j = จำนวนปัจจัยที่พิจารณาตามลักษณะการชน j ที่พิจารณา

S_j = ค่าความรุนแรงตามลักษณะการชน j ที่พิจารณา

3) การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI)

ที่ปรึกษาได้จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายเส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ยกเว้นในสายทางที่อันตรายที่ไม่สามารถเข้าพื้นที่สำรวจและรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายได้ ได้แก่ พื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายของสำนักบริหารบำรุงทาง และการสำรวจสายทาง เพื่อให้การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI) ครอบคลุมโครงข่ายเส้นทางหลวงทั้งประเทศ และนำเข้าข้อมูลผลการประเมินสู่ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนของกรมทางหลวง จำนวน 33,603.03 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางประเมินทั้งหมดในโครงการฯ ระยะที่ 2 นี้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปเส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลักใหม่ จากการปิดปีสายทางในปี 2558 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง

ลำดับที่	สำนักงานทางหลวง	ระยะทางที่ประเมินค่า RAI	
		ความยาวถนน (กม.)	ระยะทางประเมิน (กม.)
1	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	2,605.86	2,674.53
2	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,972.08	3,056.01
3	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,615.29	1,628.20
4	สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,175.08	1,265.79
5	สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2,207.25	2,257.17
6	สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,934.97	1,974.28
7	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,816.97	1,833.80
8	สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,254.63	1,290.55
9	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,267.15	2,364.32
10	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	1,901.15	1,992.84
11	สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	1,998.65	2,216.43
12	สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	2,255.04	2,409.04
13	สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,015.36	1,295.72
14	สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1,533.40	1,631.56
15	สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,391.04	1,678.44
16	สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	2,192.19	2,475.50
17	สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	926.96	1,008.36
18	สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	473.24	550.50
รวม		**31,536.29**	**33,603.03**

หมายเหตุ: เส้นทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ที่ไม่สามารถเข้าสำรวจได้ คิดเป็นระยะทาง 33.29 กิโลเมตร เนื่องจากเป็นทางแคบความกว้างน้อยกว่า 3.5 เมตร, เป็นพื้นที่ที่มีหน่วยงานอื่นดูแลรักษาความปลอดภัย, เป็นพรมแดนระหว่างประเทศ, เป็นพื้นที่เฉพาะที่มีการควบคุม และกำลังดำเนินการก่อสร้าง

และที่ปรึกษาได้ปรับปรุงค่า RAI ทางหลวงหมายเลข 1 - 3 หลัก ที่ได้ดำเนินการในโครงการฯ ระยะที่ 1 โดยใช้สูตรคำนวณที่ที่ปรึกษาได้ปรับปรุงใหม่ โดยจำแนกตามจำนวน 2 ช่องจราจร และมากกว่า 2 ช่องจราจร และได้กำหนดเกณฑ์ความปลอดภัยกายภาพทางหลวงได้ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งระดับคะแนนของการประเมินค่า RAI

ช่วงคะแนน	Star Rating	สี	ความหมาย
0 ≥ RAI < 20	1 ดาว	สีแดง	ถนนมีความปลอดภัยต่ำ
20 ≥ RAI < 40	2 ดาว	สีชมพู	ถนนมีความปลอดภัยค่อนข้างต่ำ
40 ≥ RAI < 60	3 ดาว	สีเหลือง	ถนนมีความปลอดภัย
60 ≥ RAI < 80	4 ดาว	สีฟ้า	ถนนมีความปลอดภัยค่อนข้างสูง
80 ≥ RAI < 100	5 ดาว	สีเขียว	ถนนมีความปลอดภัยสูง

ตารางที่ 6 สรุปผลการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง จำแนกตามหลักทางหลวง

สถานะข้อมูล: ปี 2559

ประเภททางหลวง	ระดับความปลอดภัย					ระยะทางรวม (กม.)
	5 ดาว (กม.)	4 ดาว (กม.)	3 ดาว (กม.)	2 ดาว (กม.)	1 ดาว (กม.)	
ทางหลวงหมายเลข 1 หลัก						
2 ช่องจราจร	0	70	865	237	12	1,184
มากกว่า 2 ช่องจราจร	2,100	2,009	377	365	18	4,869
ทางหลวงหมายเลข 2 หลัก						
2 ช่องจราจร	0	67	897	143	19	1,126
มากกว่า 2 ช่องจราจร	2,569	2,397	455	596	77	6,094
ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก						
2 ช่องจราจร	0	500	6,135	1,474	373	8,482
มากกว่า 2 ช่องจราจร	3,257	4,499	1,357	1,277	134	10,524
ทางหลวงหมายเลข 4 หลัก						
2 ช่องจราจร	0	614	16,706	5,313	1,409	24,042
มากกว่า 2 ช่องจราจร	1,096	4,025	1,899	849	164	8,033

ตารางที่ 7 สรุปผลการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวงทั้งประเทศ

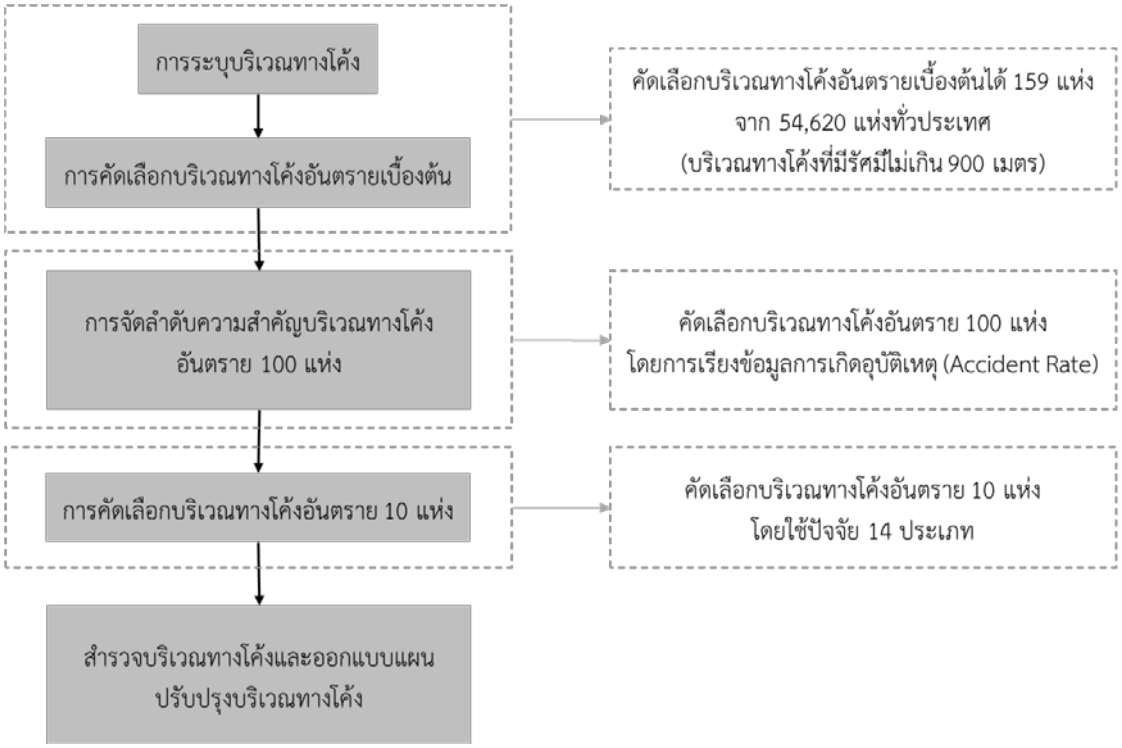
สถานะข้อมูล: ปี 2559

ประเภททางหลวง	ระดับความปลอดภัย					ระยะทางรวม (กม.)
	5 ดาว (กม.)	4 ดาว (กม.)	3 ดาว (กม.)	2 ดาว (กม.)	1 ดาว (กม.)	
ระยะทางรวมทั้งประเทศ						
2 ช่องจราจร	0	1,251	24,603	7,167	797	33,818
มากกว่า 2 ช่องจราจร	9,022	12,930	4,088	3,087	393	29,520
						63,338
คิดเป็นร้อยละ						
2 ช่องจราจร	0.00	1.98	38.84	11.32	1.26	53.39
มากกว่า 2 ช่องจราจร	14.24	20.41	6.45	4.87	0.62	46.61
รวม	**14.24**	**22.39**	**45.30**	**16.19**	**1.88**	**100.00**

2. งานสำรวจและรวบรวมข้อมูลความปลอดภัยในเชิงวิศวกรรม

1) การคัดเลือกจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง 100 แห่งและการวางแผนสำรวจ

- การคัดเลือกจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งและการวางแผนสำรวจ ดังนี้



รูปที่ 4 แผนการประเมินจุดเสี่ยงอันตรายบริเวณทางโค้ง

การระบุโค้งดำเนินการโดยใช้แนวคิดการหาเส้นโค้งที่เหมาะสม (Curve Fitting) ร่วมกับการใช้ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปีและข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไปเป็นปัจจัยในการคัดเลือกโค้งอันตราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี

จากการศึกษาที่ปรึกษาพบว่า โดยทั่วไปข้อมูลอุบัติเหตุที่นำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกโค้งอันตรายมักใช้ข้อมูลอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ปี ซึ่งข้อมูลที่รวมในระยะเวลาที่มากขึ้นจะช่วยหลีกเลี่ยงความเอนเอียงของการถดถอยสู่ค่ากลางได้ อย่างไรก็ตามการใช้ข้อมูลที่รวบรวมในระยะยาวอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของถนนที่ได้รับการปรับปรุง เช่น การเพิ่มจำนวนจราจร ทำให้ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น เป็นต้น ดังนั้น จึงควรพิจารณาข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในช่วงระยะเวลาสั้นหรืออย่างน้อย 1 ปีควบคู่กันไปด้วย (FHWA, 2010) เพราะฉะนั้นที่ปรึกษาจึงใช้ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 - 2558 ในการคัดเลือกโค้งอันตรายเบื้องต้น

2. ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป

จากการศึกษาที่ปรึกษาได้ทำการระบุจุดเสี่ยงอันตรายโดยเลือกบริเวณที่มีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 3 ปี เพราะมีความเหมาะสมกับประเทศไทยมากที่สุดทั้งทางด้านทรัพยากรและงบประมาณ ดังนั้นเบื้องต้นที่ปรึกษาจึงเลือกจุดบริเวณทางโค้งที่มีการเกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป มาใช้ประกอบการตัดสินใจคัดเลือกโค้งอันตราย (Sujin et. All การศึกษาเรื่อง sequential data analysis for black spot identification, 2009)

จากขั้นตอนการคัดเลือกโค้งอันตรายเบื้องต้น สามารถสรุปได้ว่าจากบริเวณทางโค้งทั้งหมดทั่วประเทศไทยทำการคัดเลือกบริเวณทางโค้งที่มีรัศมีไม่เกิน 900 เมตร และมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุในรอบ 3 ปี ออกมาได้จำนวน 54,620 แห่ง และวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป จะได้บริเวณทางโค้งจำนวน 159 แห่ง โดยทำการแบ่งออกเป็นช่วงได้ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 บริเวณทางโค้งที่เกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ครั้งขึ้นไป ในรอบ 3 ปี

รัศมีความโค้ง (เมตร)	**บริเวณทางโค้งทั้งประเทศ (แห่ง)**	**บริเวณทางโค้งที่เกิดอุบัติเหตุตั้งแต่ 3 ขึ้นไป ในรอบ 3 ปี (แห่ง)**
0 – 200	9,203	26
201 – 500	28,394	71
501 – 900	17,023	62
รวม	**54,620**	**159**

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดลำดับความสำคัญการคัดเลือกบริเวณทางโค้งอันตราย ตามดัชนีความรุนแรง (Severity Index) ของการเกิดอุบัติเหตุ ตั้งแต่ค่าจำนวนมากไปจนถึงค่าจำนวนน้อย บริเวณทางโค้งที่มีดัชนีความรุนแรงสูงที่ปรึกษาสันนิษฐานได้ว่าอาจเป็นโค้งที่มีจุดเสี่ยงอันตรายสูง

- การคัดเลือกจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งเบื้องต้น 10 แห่งและการวางแผนสำรวจ

การคัดเลือกโค้งอันตรายที่ปรึกษาได้ใช้ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยและข้อมูลลักษณะการชนมาใช้เป็นปัจจัยหลัก และทำการกำหนดปัจจัยย่อยสำหรับประกอบการพิจารณาคัดเลือกทางโค้งอันตราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	**ปัจจัย**	**เงื่อนไข**
1	ความชัน	เป็นทางตรงหรือทางลาดลง
2	ทางแยก	มีทางแยกหรือไม่มีทางแยก
3	ทางเชื่อม	มีหรือไม่มีทางเชื่อมบริเวณทางโค้ง
4	ข้างทาง (แนวถนน)	มีกิจกรรมข้างทางที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น ตลาดนัด
5	ช่องจราจร	จำนวนช่องจราจร เช่น 2, 3, 4 ช่องจราจร
6	เกาะกลาง	มีหรือไม่มีเกาะกลาง
7	ปริมาณจราจร	จำนวนการเดินทางในบริเวณทางโค้ง

ลำดับที่	ปัจจัย	เงื่อนไข
8	อุบัติเหตุกลางวัน - กลางคืน	บริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ เกิดขึ้นเวลากลางวันหรือกลางคืน
9	โค้งต่อเนื่อง	โค้งที่มีลักษณะเป็นโค้งต่อเนื่องมีผลก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
10	มาตรฐานชั้นทาง	เป็นมาตรฐานชั้นทางที่ 1, 2, 3 หรือมาตรฐานชั้นทางพิเศษ
11	ประเภทผิวทาง	ผิวถนนเป็นแบบ คอนกรีต ลาดยาง หรือลูกรัง
12	ประเภทของอุบัติเหตุ	ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้งเป็นแบบ เสียหลักตกถนนทางโค้งขวา ชนรถที่กำลังออกจากทางเชื่อมถนนสายย่อย เป็นต้น
13	ประเภทของยานพาหนะ	รถที่เกิดอุบัติเหตุเป็นแบบ รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสาร หรือรถบรรทุก
14	ในเมือง - นอกเมือง	ถนนที่เกิดอุบัติเหตุอยู่บริเวณในเมืองหรือนอกเมือง

- สรุปสายทางจากการคัดเลือกโค้งอันตรายเบื้องต้น

ที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจจุดเสี่ยงอันตรายบริเวณทางโค้งจำนวนทั้งสิ้น 12 แห่ง ที่ได้คัดเลือกมาจากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และจากข้อเสนอแนะของกรมทางหลวง ดังแสดงในตารางที่ 9 โดยในการศึกษาวิเคราะห์สาเหตุเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุได้นั้น ได้ทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ ประกอบด้วย

1) ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุ
2) สภาพทางกายภาพของบริเวณที่ตั้งโค้งอันตราย
3) ความสมบูรณ์และครบถ้วนของป้ายและเครื่องหมายจราจร
4) สภาพของผิวทางในช่วงทางโค้ง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องมีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เบื้องต้นที่ปรึกษาได้คัดเลือกโค้งอันตรายโดยใช้ระยะแนวกันชน (Buffer) 50 เมตร แต่เนื่องจากในการคัดเลือกต้องคำนึงถึงระยะหยุดรถปลอดภัยซึ่งรถขนาดใหญ่ต้องการระยะทางประมาณ 300 เมตร ในการหยุดรถหมายถึง ถ้าผู้ขับขี่รับรู้ว่ามีเหตุการณ์เกิดขึ้น หรือมีทางโค้งอยู่ด้านหน้า จะสามารถลดความเร็วหรือหยุดรถได้ทันก่อนถึงจุดอันตราย ที่ปรึกษาจึงเลือกใช้ระยะแนวกันชน (Buffer) 300 เมตร

ตารางที่ 9 บริเวณทางโค้งอันตรายที่ได้จากการคัดเลือกด้วยข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และข้อเสนอแนะของกรมทางหลวง

บริเวณทางโค้งลำดับที่	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ปริมาณจราจร (คันต่อวัน) (ปี 2558)	อุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี พ.ศ. 2556 - 2558		
							จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)	จำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บ (คน)
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ									
1	1035	0102	สำเภาทอง - สันติสุข	52+561	52+865	7,539	5	0	3
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางเขา									
2	12	0603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว	374+400	377+000	2,791	5	30	10
3	118	0100	เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว	48+700	52+015	39,165	3	3	9
4	1092	0100	ปง - ปัวดอย	1+450	1+680	3,373	4	0	2
5	3199	0102	ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์	58+175	59+700	2,095	5	11	33
6	4029	0100	กะทู้ - ป่าตอง	0+950	1+450	31,024	13	8	48
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ									
7	402	0101	โคกกลอย - หมากปรก	13+202	14+616	21,358	20	1	12
8	4034	0100	ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง	5+950	7+514	7,117	33	2	13
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางเขา									
9	210	0300	วังสำราญ - วังสะพุง	99+750	99+950	6,280	9	0	6
ในเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ									
10	2095	0100	พรเจริญ - โซ่พิสัย	14+410	14+700	2,539	4	0	3
11	4018	0200	ไม้เสียบ - หัวถนน	30+100	30+520	1,709	58	0	55
ในเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ									
12	216	0102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	9+700	10+150	25,066	16	1	13

- แนวทางการออกแบบเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้ง

แนวทางที่ดำเนินการนั้นมีตั้งแต่การดำเนินการได้ในทันที เช่น การกำจัดสิ่งบดบังป้ายจราจร การติดตั้งป้ายเตือน ไปจนถึงการเพิ่มรัศมีความโค้ง การยกโค้ง หรือแม้แต่การตัดแนวถนนใหม่ สำหรับในการศึกษานี้จะครอบคลุมเฉพาะแนวทางในการแก้ไขปัญหาระยะสั้นด้วยการปรับปรุงป้าย และเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง การติดตั้งหรือปรับปรุงอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย การติดตั้งป้ายเตือนหรือไฟสัญญาณเตือน การปรับปรุงผิวทางด้วยวัสดุที่เพิ่มแรงเสียดทาน โดยหลักการในการพิจารณาประกอบด้วย

1. การกำจัดปัญหาหรือสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
2. การให้ข้อมูลแก่ผู้ขับขี่ล่วงหน้า
3. การจำกัดและควบคุมความเร็วให้ลดลง

ตารางที่ 10 สรุปลักษณะการเกิดอุบัติเหตุและมาตรการในการดำเนินการ

ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ	มาตรการในการดำเนินการ
การลื่นไถล	- การปรับปรุงผิวทาง - การใช้วัสดุป้องกันการลื่นไถล - ปรับปรุงระบบการระบายน้ำ
การชนกับอุปสรรคข้างทาง	- ติดตั้งราวกันอันตราย - ย้าย/รื้อถอนอุปสรรคข้างทาง - ปรับปรุงสภาพข้างทางให้เห็นอุปสรรคได้ชัดเจน - ติดตั้งหลักนำโค้ง
การสูญเสียการควบคุมรถ	- ปรับปรุงป้ายจราจร ติดตั้งป้ายเตือน - ปรับปรุงเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง - การติดตั้งแถบเตือนความเร็ว - การควบคุมความเร็ว - ติดตั้งราวกันอันตราย - การปรับปรุงเพิ่มไหล่ทาง - การยกโค้ง
อุบัติเหตุเวลากลางคืน	- ติดป้ายสะท้อนแสง หรือไฟเตือน - ปรับปรุงเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง - ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง - ติดตั้งหลักนำทาง
การมองเห็นที่ไม่ดี เช่น ป้ายจราจรถูกบดบัง ระยะมองเห็นไม่เพียงพอ	- ตัดแต่งต้นไม้ หรือย้ายออก - เพิ่มระยะการมองเห็น - ปรับแนวเส้นทาง - การปรับปรุงสภาพข้างทางให้ปลอดภัย

ตารางที่ 10 สรุปลักษณะการเกิดอุบัติเหตุและมาตรการในการดำเนินการ (ต่อ)

ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ	มาตรการในการดำเนินการ
วินัยในการขับขี่ การขับขี่ในช่องทาง	- ปรับปรุงเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง - การบังคับใช้กฎจราจร - การจัดทำเกาะกลางแบบ Raised Median - การทำช่องจราจรสำหรับแซง
มาตรการอื่นๆ	- การจัดช่องทาง การควบคุมการเลี้ยว - การจัดทำช่องทางเฉพาะรถมอเตอร์ไซค์ หรือรถจักรยาน - การควบคุมการเชื่อมต่อ และการใช้พื้นที่ข้างทาง

ตารางที่ 11 ค่า ARF ของปัจจัยที่ลดอุบัติเหตุจากมาตรการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย 12 แห่ง

ลำดับที่	บริเวณทางโค้ง	มาตรการแก้ไขบริเวณทางโค้ง	แหล่งอ้างอิง	ARF	ARF_{total}
1	ทางหลวงหมายเลข 1035 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน สำเภาทอง - สันติสุข	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.87
		ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.30	
		ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง	Wanvik et al.,2009	0.52	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.22
		ขยายรัศมีความโค้ง	Hauer et al.2004	0.22	
2	ทางหลวงหมายเลข 12 ตอนควบคุม 0603 ชื่อตอน น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.56
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.32	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.55
		เพิ่มจุดบริการพักรถถาวร เพื่อตรวจสอบสภาพรถ	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.23	
		ปรับปรุงทางให้มีความลาดชันที่ลดลง	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.42	
*3	ทางหลวงหมายเลข 118 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.71
		ติดตั้ง Rumble Strip	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.34	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.32	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			*
		โครงการขยาย 4 ช่องจราจร	-	*	

ตารางที่ 11 ค่า ARF ของปัจจัยที่ลดอุบัติเหตุจากมาตรการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย 12 แห่ง (ต่อ)

ลำดับที่	บริเวณทางโค้ง	มาตรการแก้ไขบริเวณทางโค้ง	แหล่งอ้างอิง	ARF	ARF_{total}
4	ทางหลวงหมายเลข 1092 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน ปง - ปัวดอย	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.81
		ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.30	
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.32	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.67
		ปรับปรุงเพิ่มรัศมีความโค้ง	Hauer et al.2004	0.30	
		ปรับปรุงราวกันชนเหล็กให้ต่อรับกับปลายราวสะพาน	Park et. al.,2015	0.06	
		ติดตั้งไฟกะพริบเพื่อเตือนผู้ขับขี่	Elvik, R. and Vaa, T.,2004	0.50	
5	ทางหลวงหมายเลข 3199 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.60
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.82
		เพิ่มจุดบริการพักรถถาวร (Service Area)	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.23	
		ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดการกระแทกจากการชน (Crash Cushion)	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.69	
		ติดตั้งเครื่องตรวจวัดและแสดงความเร็ว	Various et al.,2010	0.26	

ตารางที่ 11 ค่า ARF ของปัจจัยที่ลดอุบัติเหตุจากมาตรการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย 12 แห่ง (ต่อ)

ลำดับที่	บริเวณทางโค้ง	มาตรการแก้ไขบริเวณทางโค้ง	แหล่งอ้างอิง	ARF	ARF_{total}
6	ทางหลวงหมายเลข 4029 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน กะทู้ - ป่าตอง	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.80
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		ปรับปรุงราวกันอันตรายให้รองรับการชนของรถทุกประเภทได้ปลอดภัย	Park et. al.,2015	0.06	
		จัดการย้ายสิ่งกีดขวางและบดบังสายตา รบกวนการมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.34	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.19	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.37
		เพิ่ม Widening บริเวณทางโค้ง	Wu et al.2015	0.32	
		ติดตั้ง Variable Message sign	Bham et al.2010	0.08	
7	ทางหลวงหมายเลข 402 ตอนควบคุม 0101 ชื่อตอน โคกกลอย - หมากปรก	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.68
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.19	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.41
		เพิ่มรัศมีทางโค้ง/ปรับปรุงลักษณะทางโค้ง	Choi et al., 2015	0.41	

ตารางที่ 11 ค่า ARF ของปัจจัยที่ลดอุบัติเหตุจากมาตรการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย 12 แห่ง (ต่อ)

ลำดับที่	บริเวณทางโค้ง	มาตรการแก้ไขบริเวณทางโค้ง	แหล่งอ้างอิง	ARF	ARF_{total}
8	ทางหลวงหมายเลข 4034 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.68
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		เพิ่ม Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.19	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.87
		ขยายรัศมีความโค้ง	Hauer et al.2004	0.47	
		จัดระเบียบการเชื่อมต่อแนวเขตทาง (ทางเชื่อมทางโค้ง)	Harkey et al.,2008	0.75	
9	ทางหลวงหมายเลข 210 ตอนควบคุม 0300 ชื่อตอน วังสำราญ - วังสะพุง	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.60
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.28
		ขยายรัศมีความโค้ง	Hauer et al.2004	0.28	
*10	ทางหลวงหมายเลข 2095 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน พรเจริญ - โซ่พิสัย	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.79
		ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.30	
		ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย	Montella.,2009	0.39	
		ทาสีเส้นเครื่องหมายจราจรบนผิวทางให้ชัดเจน	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.19	
		ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)	Merritt et al.,2015	0.35	
		บริเวณช่วงกลางโค้งติด Guard Rail	Park et. al.,2015	0.06	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			*
		การก่อสร้างเส้นทางใหม่	-	*	

ตารางที่ 11 ค่า ARF ของปัจจัยที่ลดอุบัติเหตุจากมาตรการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย 12 แห่ง (ต่อ)

ลำดับที่	บริเวณทางโค้ง	มาตรการแก้ไขบริเวณทางโค้ง	แหล่งอ้างอิง	ARF	ARF_{total}
11	ทางหลวงหมายเลข 4018 ตอนควบคุม 0200 ชื่อตอน ไม้เสียบ - หัวถนน	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.44
		ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.30	
		ปรับปรุงเครื่องหมายจราจรให้ชัดเจน	Tsyganov et al.,2009	0.20	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.31
		ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรถ้ามีปริมาณจราจรหรืออุบัติเหตุถึงเกณฑ์ที่กำหนด	Abdel-Aty et al.,2014	0.31	
12	ทางหลวงหมายเลข 216 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานี ด้านทิศตะวันตก	**แผนการแก้ไขระยะสั้น**			0.61
		ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.30	
		ติดตั้ง Optical Speed Bar	Elvik, R. and Vaa, T.2004	0.19	
		ติดตั้งสัญญาณไฟจราจรถ้ามีปริมาณจราจรหรืออุบัติเหตุถึงเกณฑ์ที่กำหนด	Abdel-Aty et al.,2014	0.31	
		แผนการแก้ไขระยะยาว			0.04
		พิจารณาออกแบบให้เป็นทางแยกต่างระดับเพื่อลดจุดตัดการเกิดอุบัติเหตุ	Elvik, R. and Erke, A.,2007	0.04	

*หมายเหตุ *แผนการแก้ไขระยะยาวของบริเวณทางหลวงหมายเลข 118 และ 2095 ไม่มีการระบุค่า ARF เนื่องจากไม่มีงานวิจัยหรือเอกสารทางวิชาการรองรับ*

มูลค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรกรณีการเสียชีวิต กรณีบาดเจ็บ และกรณีทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจร จำแนกตามระดับความรุนแรงปี พ.ศ. 2559

ระดับความรุนแรง	ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจร (บาท)
กรณีเสียชีวิต*	5,441,000 - 6,402,000
กรณีพิการ	5,496,000 - 7,427,000
กรณีบาดเจ็บสาหัส**	170,000 - 176,000
กรณีบาดเจ็บเล็กน้อย***	41,600 - 41,900
กรณีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว****	56,000

ที่มา: โครงการศึกษามูลค่าอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย, 2547 (ปรับค่าเป็นปัจจุบันปี พ.ศ.2559 โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง)

หมายเหตุ: มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรที่ปรึกษาเลือกใช้ข้อมูลดังนี้

*กรณีเสียชีวิตที่ปรึกษาเลือกใช้ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรมูลค่า 6,402,000 บาท

**กรณีบาดเจ็บสาหัสที่ปรึกษาเลือกใช้ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรมูลค่า 176,000 บาท

***กรณีบาดเจ็บเล็กน้อยที่ปรึกษาเลือกใช้ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรมูลค่า 41,900 บาท

****กรณีกรณีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียวที่ปรึกษาเลือกใช้ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรมูลค่า 56,000 บาท

ตารางที่ 13 ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ.2557 - 2559) และข้อมูลเฉลี่ยต่อครั้งการเกิดอุบัติเหตุ

บริเวณทางโค้งลำดับที่	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ปริมาณจราจร (คันต่อวัน) (ปี 2558)	มาตรฐานชั้นทาง	การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)						อุบัติเหตุทั้งหมด				ผู้ได้รับเคราะห์กรรม (Casualty)			สัดส่วนต่อครั้ง			มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ					ผลประโยชน์ของโครงการตลอดอายุอุบัติเหตุ (บาท) ***
								โค้งย่อยลำดับที่	ทิศทาง	ค่า RAI		SRAI (RAI with Speed)		ที่มีการเสียชีวิต (ครั้ง) (ก)	ที่มีการบาดเจ็บ (ครั้ง) (ข)	ที่มีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (ครั้ง) (ค)	รวม (ครั้ง)	เสียชีวิต (คน) (ง)	บาดเจ็บสาหัส (คน) (จ)	บาดเจ็บเล็กน้อย (คน) (ฉ)	สัดส่วนการเสียชีวิต (ง/ก)	สัดส่วนการบาดเจ็บสาหัส (จ/ข)	สัดส่วนการบาดเจ็บเล็กน้อย (ฉ/ข)	เสียชีวิต (บาท)	บาดเจ็บสาหัส (บาท)	บาดเจ็บเล็กน้อย (บาท)	ทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท)	รวม (บาท)	
										ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง																
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ																													
1	1035	0102	สำเภาทอง - สันติสุข	52+561	52+865	7,539	ชั้นที่ 1	1	L/R	21.51	79.39	6.64	24.5	0	3	2	5	0	1	2	0	0.33	0.67	0	58,080	28,073	112,000	198,153	172,393
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางเขา																													
2	12	0603	น้ำดุก - ห้วยขำมะคาว	373+650	375+000	2,791	ชั้นที่ 2	1	L/R	13.55	74.22	4.55	24.94	2	2	1	5	30	8	2	15	4	1	96,030,000	704,000	41,900	56,000	96,831,900	54,225,864
								2		13.57	75.40	4.31	23.93																
								3		11.06	74.55	3.32	22.38																
3	118	0100	เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว	48+700	52+015	39,165	ชั้นพิเศษ	1	L/R	11.00	75.93	4.52	31.20	2	0	1	3	3	9	0	1.50	4.50	0	9,603,000	792,000	0	56,000	10,451,000	7,420,210
								2		11.00	75.93	4.30	29.66																
								3		11.18	75.93	4.37	29.66																
								4		11.07	78.94	4.79	34.17																
								5		11.44	78.94	4.95	34.17																
4	1092	0100	ปง - ป๊วดอย	1+450	1+680	3,373	ชั้นที่ 5	1	L/R	21.28	75.40	6.22	22.03	0	2	2	4	0	0	2	0	0	1	0	0	41,900	112,000	153,900	124,659
5	3199	0102	ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์	57+532	59+035	2,095	ชั้นที่ 2	1	L/R	28.22	73.63	9.22	24.04	2	3	0	5	11	28	5	5.50	9.33	1.67	35,211,000	1,642,080	69,973	0	36,923,053	22,153,832
								2		36.30	74.22	8.23	16.83																
								3		28.22	73.63	3.14	8.18																
6	4029	0100	กะทู้ - ป่าตอง	0+950	1+450	31,024	ชั้นพิเศษ	1	L/R	36.30	74.22	4.80	9.81	6	5	2	13	8	11	37	1.33	2.20	7.40	8,514,660	387,200	310,060	112,000	9,323,920	7,459,136
								2		36.30	74.22	16.13	32.99																
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ																													
7	402	0101	โคกกลอย - หมากปรก	13+202	14+616	21,358	ชั้นพิเศษ	1	L	47.03	85.39	22.37	40.62	1	7	12	20	1	0	12	1	0	1.71	6,402,000	0	71,649	672,000	7,145,649	4,859,041
								2		47.03	85.39	21.86	39.70																
								3		58.64	85.39	32.98	48.03																
								1	R	47.03	85.39	33.59	60.98																
								2		39.35	85.39	21.07	45.72																
								3		55.96	83.68	27.88	41.70																
8	4034	0100	ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง	5+950	7+514	7,117	ชั้นที่ 5	1	L	37.58	88.71	13.39	31.62	2	10	21	33	2	8	5	1	0.80	0.50	6,402,000	140,800	20,950	1,176,000	7,739,750	5,263,030
								2		35.98	80.46	10.24	22.89																
								3		32.89	77.95	13.26	31.42																
								4		35.74	79.17	13.96	30.93																
								1	R	35.74	79.17	12.01	26.61																
								2		38.00	85.47	13.15	29.57																
								3		35.74	79.17	14.41	31.92																
								4		17.62	78.87	9.67	43.27																

ตารางที่ 13 ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ.2557 - 2559) และข้อมูลเฉลี่ยต่อครั้งการเกิดอุบัติเหตุ (ต่อ)

บริเวณทางโค้งลำดับที่	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ปริมาณจราจร (คันต่อวัน) (ปี 2558)	มาตรฐานชั้นทาง	การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)						อุบัติเหตุทั้งหมด				ผู้ได้รับเคราะห์กรรม (Casualty)			สัดส่วนต่อครั้ง			มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ					ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุ (บาท) ***
								โค้งย่อยลำดับที่	ทิศทาง	ค่า RAI		SRAI (RAI with Speed)		ที่มีการเสียชีวิต (ครั้ง) (ก)	ที่มีการบาดเจ็บ (ครั้ง) (ข)	ที่มีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (ครั้ง) (ค)	รวม (ครั้ง)	เสียชีวิต (คน) (ง)	บาดเจ็บสาหัส (คน) (จ)	บาดเจ็บเล็กน้อย (คน) (ฉ)	สัดส่วนการเสียชีวิต (ง/ก)	สัดส่วนการบาดเจ็บสาหัส (จ/ข)	สัดส่วนการบาดเจ็บเล็กน้อย (ฉ/ข)	เสียชีวิต (บาท)	บาดเจ็บสาหัส (บาท)	บาดเจ็บเล็กน้อย (บาท)	ทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท)	รวม (บาท)	
										ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง																
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางเขา																													
9	210	0300	วังสำราญ - วังสะพุง	99+750	99+950	6,280	ชั้นพิเศษ	1	L/R	23.92	83.47	10.09	35.20	0	6	3	9	0	1	5	0	0.17	0.83	0	29,920	34,777	168,000	232,697	139,618
ในเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ																													
10	2095	0100	พรเจริญ - โซ่พิสัย	14+410	14+700	2,539	ชั้นที่ 5	1	L/R	17.00	71.00	11.00	44.00	0	3	1	4	0	0	3	0	0	1	0	0	41,900	56,000	97,900	77,341
11	4018	0200	ไม้เสียบ - หัวถนน	30+100	30+520	1,709	ชั้นที่ 5	1	L/R	21.00	74.00	29.00	100.00	0	33	25	58	0	12	43	0	0.36	1.30	0	63,360	54,470	1,400,000	1,517,830	667,845
								2		20.00	74.00	21.00	78.00																
ในเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ																													
12	216	0102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานี ด้านทิศตะวันตก	9+700	10+150	25,066	ชั้นพิเศษ	1	L	45.00	72.00	12.00	19.00	1	7	8	16	1	2	11	1	0.29	1.57	6,402,000	51,040	65,783	448,000	6,966,823	4,249,762
									R	44.59	71.76	12.03	19.37																

หมายเหตุ ที่ปรึกษาอ้างอิงข้อมูลมูลค่าทรัพย์สินเสียหายจากระบบ Highway Accident Information Management System (HAIMS)

**บริเวณทางโค้งลำดับที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 118 ตอนควบคุม 0100 เกิดอุบัติเหตุ 3 ครั้งในอุบัติเหตุ 2 ครั้งมีทั้งผู้เสียชีวิตและผู้บาดเจ็บสาหัสจึงเลือกใช้อุบัติเหตุที่มีการเสียชีวิต (ก) มาคำนวณสัดส่วนของผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัส*

***มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ = ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจร x สัดส่วนต่อครั้ง ตัวอย่างเช่น บริเวณทางโค้งลำดับที่ 1 กรณีบาดเจ็บสาหัสค่าเฉลี่ยความสูญเสียกการเกิดอุบัติเหตุจราจรมูลค่า 176,000 บาท สัดส่วนการบาดเจ็บสาหัสเท่ากับ 0.33 (176,000 x 0.33 = 58,080 บาท)*

****ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุ = มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุรวม x ARF_{total} ตัวอย่างเช่น บริเวณทางโค้งลำดับที่ 1 มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุรวมเท่ากับ 198,600 บาท ARF_{total} บริเวณทางโค้งลำดับที่ 1 เท่ากับ 0.87 (198,600 x 0.87 = 172,393 บาท)*

ตารางที่ 14 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง 12 แห่ง (เฉพาะแผนการแก้ไขระยะสั้น)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 1035 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน สำเภาทอง - สันติสุข กม.ที่ 52+561 ถึง 52+865					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,820	ตร.ม.	1,000	1,820,000
2	ป้ายจราจรเตือนแนวทางต่างๆ	2	ป้าย-ชุด	5,200	10,400
3	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
4	ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง	1	LS	100,951	100,951
				รวม	1,936,351
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	2,634,986
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 12 ตอนควบคุม 0603 ชื่อตอน น้ำดุก - ห้วยซำมะคาว กม.ที่ 373+650 ถึง 375+000					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,231	ตร.ม.	1,000	1,231,000
2	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	50	ม.	48	2,400
				รวม	1,233,400
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	1,678,411
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 118 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว กม.ที่ 48+700 ถึง 52+015					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,559	ตร.ม.	1,000	1,559,000
2	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	435	ม.	48	20,880
3	ติดตั้ง Rumble Strips	485	ม.	44	21,098
				รวม	1,600,978
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	2,178,610
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 1092 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน ปง - ปัวดอย กม.ที่ 1+450 ถึง 1+680					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,110	ตร.ม.	1,000	1,110,000
2	ป้ายบังคับห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	3,170	6,340
3	ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	8,390	16,780
4	ป้ายเตือนทางโค้ง	2	ป้าย-ชุด	3,500	7,000
5	ป้ายเตือนทางแยก	1	ป้าย-ชุด	3,500	3,500
6	ป้ายข้อความโค้งอันตรายลดความเร็ว	1	ป้าย-ชุด	9,800	9,800
7	ป้ายข้อความลดความเร็ว	1	ป้าย-ชุด	2,700	2,700
8	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	50	ม.	48	2,400

ตารางที่ 14 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง 12 แห่ง (เฉพาะแผนการแก้ไขระยะสั้น) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
9	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
				รวม	1,163,520
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	1,583,318
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 5 ทางหลวงหมายเลข 3199 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์ กม.ที่ 57+532 ถึง 59+035					
1	งานทาสี Anti-Skid	880	ตร.ม.	1,000	880,000
2	ป้ายบังคับห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	3,170	6,340
3	ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	8,390	16,780
				รวม	903,120
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	1,228,966
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 6 ทางหลวงหมายเลข 4029 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน กะทู้ - ป่าตอง กม.ที่ 0+950 ถึง 1+450					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,116	ตร.ม.	1,000	1,116,000
2	งานทาสี Anti-Skid (สำหรับช่องจราจรของรถจักรยานยนต์)	2,580	ตร.ม.	1,000	2,580,000
3	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง เตือนความเร็ว	3	จุด	2,000	6,000
4	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	120	ม.	48	5,760
5	ข้อความบนผิวทาง "กำหนดความเร็ว"	5	จุด	1,500	7,500
6	กำแพงคอนกรีต	280	ม.	2,450	686,000
				รวม	4,401,260
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	5,989,235
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 7 ทางหลวงหมายเลข 402 ตอนควบคุม 0101 ชื่อตอน โคกกลอย - หมากปรก กม.ที่ 13+202 ถึง 14+616					
1	งานทาสี Anti-Skid	2,450	ตร.ม.	1,000	2,450,000
2	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	1,160	ม.	48	55,680
				รวม	2,505,680
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	3,409,729

ตารางที่ 14 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง 12 แห่ง (เฉพาะแผนการแก้ไขระยะสั้น) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 8 ทางหลวงหมายเลข 4034 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง กม.ที่ 5+950 ถึง 7+514					
1	งานทาสี Anti-Skid	3,967	ตร.ม.	1,000	3,967,000
2	ป้ายข้อความโค้งอันตรายลดความเร็ว	2	ป้าย-ชุด	9,800	19,600
3	ข้อความบนผิวทาง "กำหนดความเร็ว"	4	จุด	1,500	6,000
4	ราวกันอันตราย - เหล็ก	259	ม.	1,789	463,351
				รวม	4,455,951
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	6,063,658
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 9 ทางหลวงหมายเลข 210 ตอนควบคุม 0300 ชื่อตอน วังสำราญ - วังสะพุง กม.ที่ 99+750 ถึง 99+950					
1	ป้ายจราจรจำกัดความเร็วไฟกะพริบ	2	ป้าย-ชุด	25,000	50,000
2	ป้ายข้อความลดความเร็ว	3	ป้าย-ชุด	2,700	8,100
3	ป้ายจราจรเตือนแนวทางต่างๆ ชนิดไฟกะพริบ	10	ป้าย-ชุด	20,400	204,000
4	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	520	ม.	48	24,960
5	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
				รวม	292,060
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	397,435
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 10 ทางหลวงหมายเลข 2095 ตอนควบคุม 0100 ชื่อตอน พรเจริญ – โซ่พิสัย กม.ที่ 14+410 ถึง 14+700					
1	งานทาสี Anti-Skid	1,110	ตร.ม.	1,000	1,110,000
2	ป้ายบังคับห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	3,170	6,340
3	ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	2	ป้าย-ชุด	8,390	16,780
4	ป้ายเตือนทางโค้ง	2	ป้าย-ชุด	3,500	7,000
5	ป้ายเตือนทางแยก	1	ป้าย-ชุด	3,500	3,500
6	ป้ายข้อความโค้งอันตรายลดความเร็ว	1	ป้าย-ชุด	9,800	9,800
7	ป้ายข้อความลดความเร็ว	1	ป้าย-ชุด	2,700	2,700
8	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	50	ม.	48	2,400
9	กำแพงคอนกรีต	120	ม.	2,450	294,000
10	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
				รวม	1,457,520
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	1,983,393

ตารางที่ 14 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง 12 แห่ง (เฉพาะแผนการแก้ไขระยะสั้น) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 11 ทางหลวงหมายเลข 4018 ตอนควบคุม 0200 ชื่อตอน ไม้เสียบ - หัวถนน กม.ที่ 30+100 ถึง 30+520					
1	ข้อความบนผิวทาง "หยุด"	2	จุด	1,200	2,400
2	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง แบ่งทิศทางการจราจร	75	ม.	44	3,263
3	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง เส้นหยุด	7.5	ม.	87	653
4	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
				รวม	11,315
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	15,397
บริเวณทางโค้งลำดับที่ 12 ทางหลวงหมายเลข 216 ตอนควบคุม 0102 ชื่อตอน ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก กม.ที่ 9+700 ถึง 10+150					
1	ป้ายจราจรเตือนทางแยกสัญญาณไฟจราจร	4	ป้าย-ชุด	3,500	14,000
2	ป้ายเตือนเขตห้ามแซง	4	ป้าย-ชุด	8,390	33,560
3	ป้ายข้อความลดความเร็ว	4	ป้าย-ชุด	2,700	10,800
4	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง Optical Speed Bar	520	ม.	48	24,960
5	ข้อความบนผิวจราจร "ลดความเร็ว" สัญญาณไฟจราจร	2	จุด	31,320	62,640
6	ตัดแต่งต้นไม้เพื่อเพิ่มระยะมองเห็น	1	LS	5,000	5,000
				รวม	150,960
				F-Factor	1.3608
				รวมทั้งหมด	205,426

ที่มา: 1. *อ้างอิงค่า F-Factor จาก สำนักมาตรฐานและประเมินผล กลุ่มมาตรฐานและข้อกำหนด กรมทางหลวง*
2. *แจ้งราคาต้นทุนวัสดุของงานไฟฟ้าแสงสว่างและงานราวกันอันตราย เพื่อเป็นแนวทางพิจารณาในการจัดทำรายละเอียดประกอบคำของบประมาณประจำเดือน พฤษภาคม 2560 โดยสำนักมาตรฐานและประเมินผล กลุ่มมาตรฐานและข้อกำหนด กรมทางหลวง*
3. *แจ้งราคาต้นทุนวัสดุของงานเครื่องหมายจราจรบนผิวทางและงานป้ายจราจร ประจำเดือน กันยายน 2557 โดยสำนักมาตรฐานและประเมินผล กรมทางหลวง*
4. *ราคามาตรฐานงานเครื่องหมายจราจรตามแบบมาตรฐานงานทาง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2556 และเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 โดยสำนักสำรวจและออกแบบ กลุ่มตรวจสอบแบบแปลนและประมาณราคา กรมทางหลวงชนบท*
5. *ราคาป้ายไฟกะพริบ ป้ายโรงเรียน จากบริษัท เอ็น เค อาร์ สตรีท ไลท์ติ้ง (สำนักงานใหญ่)*

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน (Benefit Cost Ratio)

บริเวณทางโค้งลำดับที่	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย (บาท)	ร้อยละอัตราการเติบโตของปริมาณจราจร	ความเร็วในการออกแบบ	ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุ (บาท)	ความเร็ว 85 เปอร์เซ็นไทล์		ค่าสัมประสิทธิ์ความฝืด (μ)					ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุสะสม (ล้านบาท)								ความคุ้มค่าในการลงทุน ในแต่ละปี (B/C)							
										ช้ายทาง	ขวาทาง	โค้งย่อยลำดับที่	ด้านแหม่ง	ต้นโค้ง	กลางโค้ง	ปลายโค้ง	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	B/C ปีที่ 0	B/C ปีที่ 1	B/C ปีที่ 2	B/C ปีที่ 3	B/C ปีที่ 4	B/C ปีที่ 5	B/C ปีที่ 6	B/C ปีที่ 7
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ																															
1*	1035	0102	สำเภาทอง - สันติสุข	52+561	52+865	2,634,986	24.86	40	172,393	68	76	C1	L/R	0.563	0.614	0.619	-	0.18	0.37	0.59	0.83	1.10	1.40	1.73	0.00	0.07	0.14	0.22	0.32	0.42	0.53	0.66
นอกเมือง 2 ช่องจราจร ทางเขา																															
2	12	0603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว	373+650	375+000	1,678,411	8.47	40	54,225,864	68	69	C1	L/R	0.705	0.675	0.636	-	147.63	289.91	427.19	559.79	688.02	812.16	932.47	0.00	88.13	173.06	255.01	334.17	410.72	484.83	556.65
										72	69	C2		0.571	0.675	0.636															
										68	77	C3		0.701	0.675	0.592															
3	118	0100	เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว	48+700	52+015	2,178,610	-0.45	50	7,420,210	78	77	C1	L/R	0.392	0.518	0.426	-	15.44	29.10	41.20	51.93	61.44	69.90	77.42	0.00	7.09	13.36	18.91	23.83	28.20	32.08	35.54
										78	82	C2		0.579	0.310	0.404															
										75	84	C3		0.497	0.462	0.538															
										67	84	C4		0.508	0.529	0.455															
										73	79	C5		0.508	0.447	0.453															
4*	1092	0100	ปง - ปัวดอย	1+450	1+680	1,583,318	9.99	40	124,659	68	79	C1	L/R	0.592	0.614	0.783	-	0.14	0.27	0.40	0.53	0.65	0.78	0.90	0.00	0.09	0.17	0.25	0.33	0.41	0.49	0.57
5	3199	0102	ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์	57+532	59+035	1,228,966	0.10	20	22,153,832	27	43	C1	L/R	0.570	0.540	-	-	55.39	104.65	148.52	187.62	222.51	253.68	281.56	0.00	45.07	85.15	120.85	152.66	181.05	206.42	229.10
										47	36	C2		0.560	0.500	-															
										53	66	C3		0.600	0.490	-															
6	4029	0100	กะทู้ - ป่าตอง	0+950	1+450	5,989,235	10.07	20	7,459,136	33	77	C1	L/R	-	0.420	-	-	13.78	27.19	40.35	53.25	65.91	78.34	90.57	0.00	2.29	4.54	6.74	8.89	11.00	13.08	15.12
										39	39																				
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ																															
7	402	0101	โคกกลอย - หมากปรก	13+202	14+616	3,409,729	5.66	60	4,859,041	87	71	C1	L	0.493	0.530	-	-	10.45	20.27	29.49	38.17	46.35	54.06	61.34	0.00	3.07	5.94	8.65	11.20	13.59	15.85	17.99
												C2		-	0.496	-															
										88	82	C3		-	0.433	-															
												C1	R	0.469	-	-															
										80	85	C2		-	0.394	-															
												C3		-	0.478	-															
8	4034	0100	ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง	5+950	7+514	6,063,658	2.76	40	5,263,030	67	69	C1	L	0.384	0.399	-	-	10.98	21.01	30.17	38.56	46.24	53.29	59.76	0.00	1.81	3.46	4.98	6.36	7.63	8.79	9.86
												C2		-	0.417	-															
										75	68	C3		-	0.430	-															
												C4		-	0.391	-															
										63	63	C1	R	0.395	-	-															
												C2		-	0.289	-															
										64	54	C3		-	0.337	-															
												C4		-	0.408	-															
นอกเมือง 4 ช่องจราจร ทางเขา																															
9	210	0300	วังสำราญ - วังสะพุง	99+750	99+950	397,435	-1.70	50	139,618	81	72	C1	L/R	0.407	0.153	0.482	-	0.21	0.39	0.54	0.68	0.80	0.91	1.00	0.00	0.52	0.97	1.37	1.72	2.02	2.29	2.52
														0.460	0.581	0.453															
ในเมือง 2 ช่องจราจร ทางราบ																															
10*	2095	0100	พรเจริญ - โซ่พิสัย	14+410	14+700	1,583,318	3.18	40	77,341	50	51	C1	L/R	0.627	0.461	0.627	-	0.09	0.17	0.24	0.31	0.37	0.43	0.48	0.00	0.05	0.11	0.15	0.19	0.23	0.27	0.30
11	4018	0200	ไม้เสียบ - หัวถนน	30+100	30+520	15,397	13.21	40	667,845	33	35	C1	L/R	0.450	0.510	0.460	-	1.35	2.70	4.07	5.44	6.83	8.23	9.65	0.00	87.48	175.48	264.09	353.43	443.59	534.69	627.84
										41	36	C2		0.460	0.400	0.410															

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน (Benefit Cost Ratio) (ต่อ)

บริเวณทางโค้งอันตรายที่	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้งอันตราย (บาท)	ร้อยละอัตราการเติบโตของปริมาณจราจร	ความเร็วในการออกแบบ	ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุ (บาท)	ความเร็ว 85 เปอร์เซ็นไทล์		ค่าสัมประสิทธิ์ความฝืด (μ)					ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุสะสม (ล้านบาท)								ความคุ้มค่าในการลงทุน ในแต่ละปี (B/C)							
										ซ้ายทาง	ขวาทาง	โค้งย่อยอันตรายที่	ต่ำแหน่ง	ต้นโค้ง	กลางโค้ง	ปลายโค้ง	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	B/C ปีที่ 0	B/C ปีที่ 1	B/C ปีที่ 2	B/C ปีที่ 3	B/C ปีที่ 4	B/C ปีที่ 5	B/C ปีที่ 6	B/C ปีที่ 7
ในเมือง 4 ช่องจราจร ทางราบ																															
12	216	0102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	9+700	10+150	190,730	10.67	40	4,249,762	77	77	C1	L	0.440	0.340	0.460	-	10.30	20.42	30.39	40.21	49.90	59.47	68.93	0.00	53.98	107.06	159.31	210.81	261.62	311.81	361.43
												C2	R	0.490	0.450	0.410															

หมายเหตุ : Traffic Volume Growth rate from TIMS

"Road Fatalities Under Report Factor (WHO, 2015) = 1.7239"

Discount = 12%

**โครงการไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (BC<0) เนื่องจากสถิติอุบัติเหตุมีมูลค่าความสูญเสียน้อย แต่ควรดำเนินการเนื่องจากเป็นการดำเนินการเชิงป้องกัน (Active Approach) ก่อนเกิดอุบัติเหตุรุนแรง เนื่องจากได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในอนาคต*

จากตารางที่ 15 สามารถแสดงรายการการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน (Benefit Cost Ratio) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน (Benefit Cost Ratio)

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน (B/C) จากการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง ที่ปรึกษาได้พิจารณาผลประโยชน์ในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง โดยใช้ค่าการลดลงของอุบัติเหตุตามมาตรการที่ใช้ปรับปรุงบริเวณทางโค้ง (ARF) จากการรวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลก จากเว็บไซต์ www.cmfclaringhouse.org ของ Crash Modification Factors Clearinghouse เพื่อวิเคราะห์ถึงอัตราการลดลงของอุบัติเหตุจากสถิติในอดีต

การคำนวณค่า ARF รวม (ตัวอย่างบริเวณทางโค้งลำดับที่ 6 อ้างอิงค่าจากตารางที่ 11)

<u>มาตรการการแก้ไข</u> : - ติดตั้งป้ายเตือนบริเวณทางโค้งอันตราย
- ติดตั้งแถบกันลื่น (Anti Skid)
- ปรับปรุงราวกันอันตรายให้รองรับการชนของรถทุกประเภทได้ปลอดภัย
- จัดการย้ายสิ่งกีดขวางและบดบังสายตารบกวนการมองเห็น
- เพิ่ม Optical Speed Bar

<u>สูตรในการคำนวณ</u> (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 11)

$ARF_{total} = 1 - [(1 - ARF_1) \times (1 - ARF_2) \times (1 - ARF_3) \times \ldots \times (1 - ARF_n)]$

$= 1 - [(1 - 0.39) \times (1 - 0.35) \times (1 - 0.06) \times (1 - 0.34) \times (1 - 0.19)]$

$= 0.80$

<u>สัดส่วนของอุบัติเหตุ</u> (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 13)

สัดส่วนการเสียชีวิต = จำนวนผู้เสียชีวิต (คน) / จำนวนอุบัติเหตุที่มีการเสียชีวิต (ครั้ง)
= 8/6
= 1.33

สัดส่วนการบาดเจ็บสาหัส = จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส (คน) / จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บสาหัส (ครั้ง)
= 11/5
= 2.20

สัดส่วนการบาดเจ็บเล็กน้อย = จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย (คน) / จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อย (ครั้ง)
= 37/5
= 7.40

<u>มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ</u> (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 12 และตารางที่ 13)

กรณีเสียชีวิต = สัดส่วนการเสียชีวิต x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรกรณีเสียชีวิต (บาท)
= 1.33 x 6,402,000
= 8,514,660 บาท

กรณีบาดเจ็บสาหัส = สัดส่วนการบาดเจ็บสาหัส x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรกรณีบาดเจ็บสาหัส (บาท)
= 2.20 x 176,000
= 387,200 บาท

กรณีบาดเจ็บเล็กน้อย = สัดส่วนการบาดเจ็บเล็กน้อย x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการ เกิดอุบัติเหตุจราจรกรณีบาดเจ็บเล็กน้อย (บาท)
= 7.40 x 41,900
= 310,060 บาท

กรณีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว = อุบัติเหตุที่มีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (ครั้ง) x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุจราจรกรณีอุบัติเหตุที่มีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท)
= 2 x 56,000
= 112,000 บาท

<u>ผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุ (บาท)</u> (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 11 และตารางที่ 13)

= [มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุกรณีเสียชีวิต (บาท) + มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุกรณีบาดเจ็บสาหัส (บาท) + มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุกรณีบาดเจ็บเล็กน้อย (บาท)+ มูลค่าความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุกรณีอุบัติเหตุที่มีทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท)] x ARF_{total}
= [8,514,660 + 387,200 + 310,060 + 112,000] x 0.80
= 7,459,136 บาท

2. การคำนวณผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุสะสมและความคุ้มค่าในการลงทุนในแต่ละปี (B/C)

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละโค้งมีลักษณะความรุนแรงที่แตกต่างกัน ที่ปรึกษาได้คำนวณความเสียหายเฉลี่ยต่อการเกิดอุบัติเหตุ 1 ครั้ง ซึ่งพิจารณาแยกตาม อุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต (Fatalities) อุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บ (Injuries) และอุบัติเหตุที่มีทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว (PDO)

ความเสียหายต่ออุบัติเหตุ 1 ครั้ง (ตัวอย่างบริเวณทางโค้งลำดับที่ 6 อ้างอิงค่าจากตารางที่ 13)

เสียชีวิต 1.33 คน

บาดเจ็บสาหัส 2.20 คน

บาดเจ็บเล็กน้อย 7.40 คน

มูลค่าทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว 112,000 บาท

การคำนวณมูลค่าการสูญเสียต่อ อุบัติเหตุ 1 ครั้ง (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 12 และ ตารางที่ 13)

= เสียชีวิต 1.33 คน x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการเสียชีวิต (6,402,000 บาท) +
บาดเจ็บสาหัส 2.20 คน x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส (176,000 บาท) +
บาดเจ็บเล็กน้อย 7.40 คน x ค่าเฉลี่ยความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย (41,900 บาท) +
มูลค่าทรัพย์สินเสียหายเพียงอย่างเดียว 112,000 บาท

= 9,323,920 บาท

เพื่อให้การคำนวณผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นสามารถพิจารณาในรูปของมูลค่า ที่ปรึกษาได้อาศัยสมมติฐานการคำนวณ ดังนี้

- อุบัติเหตุในแต่ละปีจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติบโตของปริมาณจราจร (Growth Rate)
- การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทยมีการรายงานน้อยกว่าความเป็นจริง ปรับแก้โดย Road Fatalities Under Report Factor (WHO, 2015)
- เนื่องจากเป็นการประเมินโครงการของภาครัฐ ที่ปรึกษาได้เลือกใช้**อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ หรืออัตราส่วนลด (Discount Rate) ที่ร้อยละ 12** เพื่อวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปีอนาคตให้เป็นมูลค่าในปีปัจจุบัน (Present value) (ปีที่ 0)
- ค่าใช้จ่ายในโครงการพิจารณาเฉพาะค่าก่อสร้าง หรือติดตั้งอุปกรณ์ (Investment Cost) โดยไม่รวมค่าบำรุงรักษาประจำปี (Maintenance Cost)
- **พิจารณาอายุของโครงการที่ 7 ปี (Life)**

3. ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลประโยชน์ของโครงการ (Benefit) และความคุ้มค่าในการลงทุน (B/C)

การคำนวณ ผลประโยชน์ ในปีที่ 1 (ตัวอย่างบริเวณทางโค้งลำดับที่ 6 อ้างอิงค่าจากตารางที่ 13)

= (มูลค่าความสูญเสียจากการเสียชีวิต x Road Fatalities Under Report Factor) +
(มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส + มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย) +
มูลค่าความสูญเสียจากทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท)

= (8,514,660 x 1.7239) + 387,200 + 112,000

= 15,488,100 บาท

การคำนวณ ผลประโยชน์ ในปีที่ 1 ย้อนกลับมาปีที่ 0 (ตัวอย่างบริเวณทางโค้งลำดับที่ 6 อ้างอิงค่าจากตารางที่ 15)

= ผลประโยชน์ ในปีที่ 1 x อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้

= 15,488,100 x (1/1.12)

= 13,744,902.53 บาท

การคำนวณ ผลประโยชน์ ในปีที่ 2 (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 13 และ ตารางที่ 15)

= (มูลค่าความสูญเสียจากการเสียชีวิต x Road Fatalities Under Report Factor) + (มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บสาหัส + มูลค่าความสูญเสียจากการบาดเจ็บเล็กน้อย) + มูลค่าความสูญเสียจากทรัพย์สินเสียหายอย่างเดียว (บาท) x ร้อยละอัตราการเติบโตของปริมาณจราจร

= [(8,536,000 x 1.7239) + 697,260 + 112,000] x ((100+10.07)/100)

= 17,047,751.89 บาท

การคำนวณ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปีที่ 2 (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 15)

= ผลประโยชน์ในปีที่ 2 x อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (ยกกำลังปีก่อนหน้า) + ผลประโยชน์ในปีที่ 1

= 17,047,751.89 x $\{1/[(1+0.12)^{1}]\}$ + 13,744,902.53

= 27,186,938.55 บาท

การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่เกิดขึ้นที่ปีที่ 2 (อ้างอิงค่าจากตารางที่ 15)

= มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในปีที่ 2 / ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงบริเวณทางโค้ง

= 27,186,938.55 / 5,989,234.61

= 4.54

ตารางที่ 16 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขโค้งอันตรายทั้ง 12 แห่ง

ทางหลวง หมายเลข	ตอน ควบคุม	ชื่อตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1035	0102	สำเภาทอง - สันติสุข		
12	0603	น้ำดุก - ห้วยซำมะคาว		
118	0100	เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว		

ตารางที่ 16 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขโค้งอันตรายทั้ง 12 แห่ง (ต่อ)

ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
1092	0100	ปง - ปัวดอย		
3199	0102	ช่องสะเดา - ศรีสวัสดิ์		
4029	0100	กะทู้ - ป่าตอง		

ตารางที่ 16 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขโค้งอันตรายทั้ง 12 แห่ง (ต่อ)

ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
402	0101	โคกกลอย - หมากปรก		
4034	0100	ปากน้ำกระบี่ - เขาทอง		
210	0300	วังสำราญ - วังสะพุง		

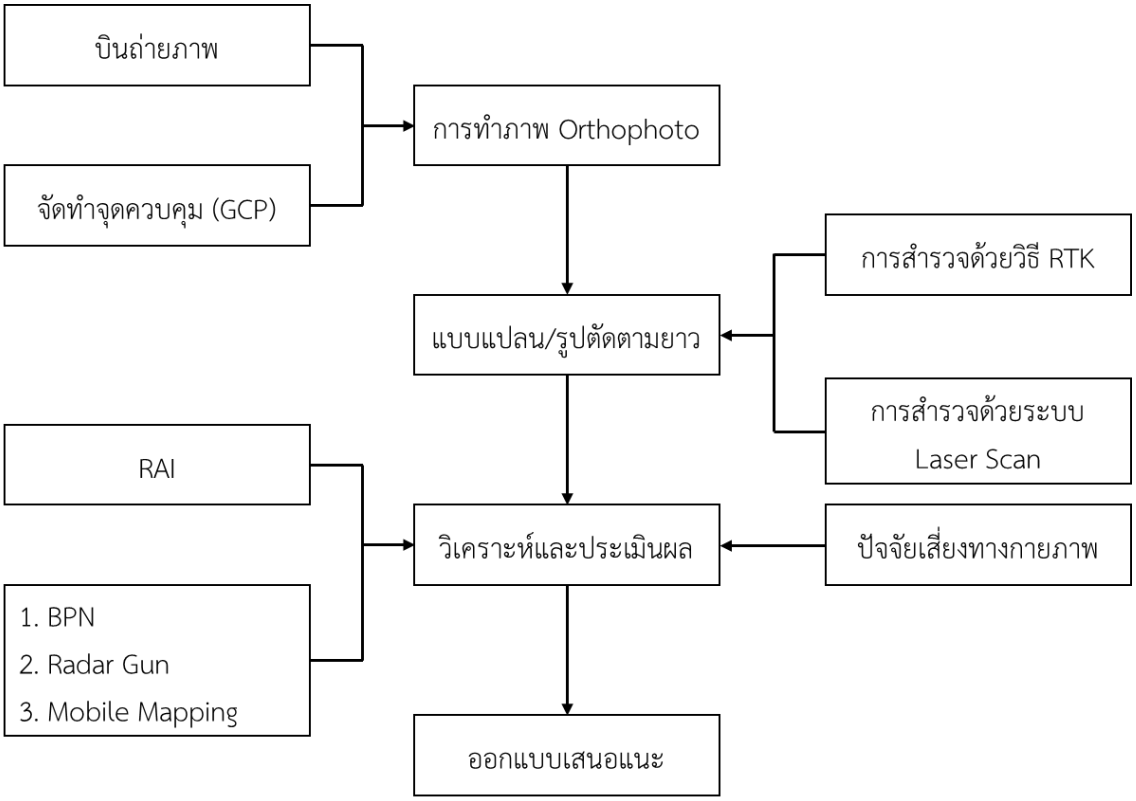
ตารางที่ 16 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขโค้งอันตรายทั้ง 12 แห่ง (ต่อ)

ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
2095	0100	พรเจริญ - โซ่พิสัย		
4018	0200	ไม้เสียบ - หัวถนน		

ตารางที่ 16 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามมาตรการแก้ไขโค้งอันตรายทั้ง 12 แห่ง (ต่อ)

ทางหลวง หมายเลข	ตอน ควบคุม	ชื่อตอน	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
216	0102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก		

- การวางแผนการสำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง



รูปที่ 5 ขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจ

2) เทคโนโลยีการสำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้ง

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบในการสำรวจสภาพทางเรขาคณิตของถนน โดยให้สามารถวัดค่ารัศมีความโค้งของถนนในแนวราบ และการยกโค้งของถนนได้ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีต้นแบบในการสำรวจสภาพทางเรขาคณิตของถนน

- เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ
  - การบินสำรวจถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ
  - สำรวจเพื่อวัดค่าความฝืดของผิวทาง ด้วยเครื่องมือ British Pendulum
  - การสำรวจเพื่อวัดค่าความเร็วรถขณะเคลื่อนที่บริเวณทางโค้ง (Speed Gun)
  - เทคโนโลยีในการจัดเก็บและสำรวจด้วยระบบรถ (Mobile Mapping)

3. งานเพิ่มประสิทธิภาพการบริการจัดการข้อมูลความปลอดภัยทางถนน

1) ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลด้านงานทางที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนน

- ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

จากโครงการฯ ระยะที่ 1 ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ความปลอดภัย จำนวน 4 ประเภท ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร ไฟฟ้าแสงสว่าง ราวกันอันตราย และสะพานคนเดินข้าม สำหรับในโครงการฯ ระยะที่ 2 นี้ ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ความปลอดภัยเพิ่ม จำนวน 5 ประเภท ได้แก่ จุดตัดทางรถไฟ จุดกลับรถระดับเดียวกัน จุดกลับรถต่างระดับ ทางแยกระดับเดียวกัน และทางแยกต่างระดับ โดยรายการข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 รายการข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

รายการข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย	จำนวนข้อมูล (แห่ง)
สัญญาณไฟจราจร	11,442
ไฟฟ้าแสงสว่าง	18,882
ราวกันอันตราย	35,359
สะพานคนเดินข้าม	2,030
จุดตัดทางรถไฟ	291
จุดกลับรถระดับเดียวกัน	8,919
จุดกลับรถต่างระดับ	116
ทางแยกระดับเดียวกัน	18,451
ทางแยกต่างระดับ	78

- ข้อมูลการร้องเรียนและข้อมูลการขออนุญาต

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมและนำเข้าข้อมูลการร้องเรียนเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้เบื้องต้น 2 ปี (ปี 2558 – ปี 2559) และรวบรวมข้อมูลการขออนุญาตย้อนหลัง 3 ปี (ปี 2557 - ปี 2559) จากการประสานงานกับเจ้าหน้าที่สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง เพื่อสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน และรูปแบบของข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงตำแหน่งที่มีอยู่ในระบบ ในการจัดทำข้อมูลเรื่องร้องเรียน และข้อมูลการขออนุญาตข้อมูลที่ได้มาจะจัดเก็บอยู่ในรูปแบบตาราง โดยจำนวนข้อมูลที่ทางที่ปรึกษาได้จัดทำ ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 รายการข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาต

ข้อมูลการร้องเรียน	ข้อมูลเรื่องร้องเรียน	ข้อมูลเรื่องอนุญาต
ข้อมูลปี 2557	-	2,313
ข้อมูลปี 2558	463	2,229
ข้อมูลปี 2559	413	730
จำนวนรวม	**876**	**5,272**

2) การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบรายงานของระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาระบบให้มีรูปแบบการออกรายงานที่สามารถแสดงผลข้อมูลที่นำเข้าระบบเรียบร้อยแล้วบนระบบที่มีชื่อว่า Jasper Report Engine โดยใช้โปรแกรม iReport ในการสร้างรูปแบบของรายงานและสร้างรายงานโดยใช้ข้อมูลรูปแบบนั้น

- ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

ที่ปรึกษาได้กำหนดสิทธิบัญชีผู้ใช้งาน (User Account) ในการออกรายงานข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 สิทธิผู้ใช้งานในการออกรายงานข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

ผู้ใช้งาน	รายงาน					
	ทั่วประเทศ	สำนัก	แขวง	จังหวัด	ภาค	สายทาง
ผู้ดูแลระบบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สำนักงานทางหลวง		✓	✓	✓		✓
แขวงทางหลวง			✓	✓		✓

- ข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาต

ที่ปรึกษาได้กำหนดสิทธิบัญชีผู้ใช้งาน (User Account) ในการออกรายงานข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาต ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 สิทธิผู้ใช้งานในการออกรายงานข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาต

ผู้ใช้งาน	รายงาน		
	ทั่วประเทศ	สำนัก	แขวง
ผู้ดูแลระบบ	✓	✓	✓
ส่วนกลาง	✓	✓	✓
ผู้อำนวยการสำนักอำนวยความปลอดภัย	✓	✓	✓

3) การพัฒนาระบบการเชื่อมโยงและนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนจากหน่วยงานอื่นๆ

- การเชื่อมโยงและนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัยทางถนนจากหน่วยงานอื่นๆ

โครงการฯ ระยะที่ 1 ที่ปรึกษาได้ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลบัญชีผิวทางและค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ภายใต้ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Central Road Database: RoadNet) ของสำนักบริหารบำรุงทาง ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุ ภายใต้ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highways Accident Information Management System: HAIMS) ข้อมูลปริมาณจราจร ภายใต้ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System: TIMS) ภาพแผนที่ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ข้อมูลรายละเอียดสายทาง ตำแหน่งที่ตั้งของสายทาง ภายใต้ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (Highway Registration Information System: HRIS) และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน ที่ปรึกษาจะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลความฝืดของสายทาง (Skid) จากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System: ระบบ MIIS) ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ข้อมูลความเร็ว จากกลุ่มสำรวจข้อมูลการจราจรและขนส่งของสำนักอำนวยความปลอดภัย และข้อมูลความเร็ว จากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (The Intelligent Traffic Information Center Foundation: iTIC)

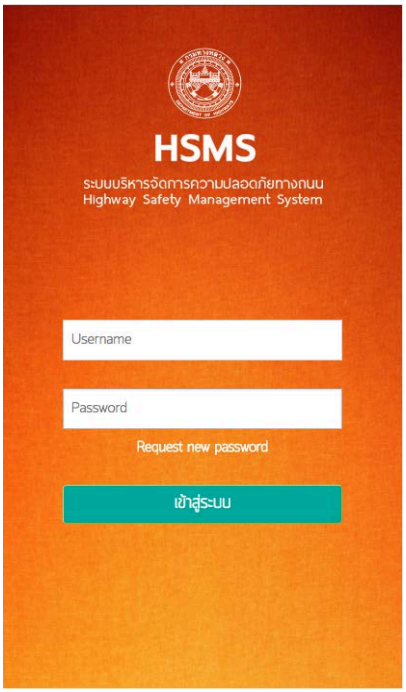
- การแสดงผลข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดทางด้านความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวงโดยการค้นหาตามเงื่อนไข จากข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงจากระบบต่างๆ

จากการพัฒนาระบบฐานข้อมูลให้สามารถรองรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบอื่นๆ ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน โดยการเชื่อมโยงข้อมูลกันระหว่างระบบสารสนเทศผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย (Internet) เพื่อการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณตัวชี้วัดทางด้านความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวง โดยการค้นหาตามเงื่อนไข จากข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงจากระบบต่างๆ ดังนี้

  - ข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจร (TIMS)
  - ข้อมูลอุบัติเหตุจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)
  - ข้อมูลค่าความฝืดของสายทาง (Skid resistant) จากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS)
  - ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (IRI) จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (RoadNet)
- การพัฒนาเทคโนโลยีการแสดงผลการประเมินความปลอดภัยกายภาพทางและการแสดงค่า RAI บนอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบ HSMS ในโครงการฯ ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษาได้พัฒนาการแสดงผลข้อมูลความปลอดภัยบนโครงข่ายทางหลวงผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา โดยใช้งานระบบผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ผ่านแม่ข่ายเว็บ (Web Server)

การเข้าใช้งานระบบ HSMS ผู้ใช้ต้องมีบัญชีผู้ใช้งานอยู่ในระบบแล้วเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเปิดเว็บไซต์เพื่อใช้งานระบบผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา ระบบจะแสดงแบบฟอร์มให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบ โดยการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน



รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอการเข้าสู่ระบบ HSMS ผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา

ระบบ HSMS จะมีการใช้งานการโต้ตอบต่างๆ เพื่อรองรับกิจกรรมการบริหารจัดการข้อมูลความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวงผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา ดังต่อไปนี้

1) ค้นหาสายทางเพื่อดูข้อมูลด้านความปลอดภัย เช่น ค่า RAI ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ข้อมูลการร้องเรียน ข้อมูลการขออนุญาต เฉพาะส่วนที่ผู้ใช้งานมีสิทธิเข้าถึงข้อมูลได้
2) ดูข้อมูลสถิติด้านความปลอดภัยเฉพาะส่วนที่ผู้ใช้งานมีสิทธิเข้าถึงข้อมูลได้

เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบเรียบร้อย ระบบจะแสดงหน้าจอการใช้งานหลัก ซึ่งประกอบด้วยเมนูการใช้งานภายในระบบดังนี้

1) การค้นหา - สำหรับค้นหาสายทาง โดยสามารถระบุ รหัสสายทาง รหัสตอนควบคุม สำนักงานทางหลวง หน่วยงาน หรือ จังหวัด ในสายทางที่ผู้ใช้งานมีสิทธิดูข้อมูลบนแผนที่ได้

2) ชั้นข้อมูล - สำหรับดูตำแหน่งและข้อมูลด้านความปลอดภัย เช่น ค่า RAI ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ข้อมูลการร้องเรียน ข้อมูลการขออนุญาต
3) สรุปสถิติ - สำหรับดูข้อมูลสถิติด้านความปลอดภัย

- ความสามารถของการแสดงผลผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา กับความต้องการของผู้ใช้งาน

การแสดงผลผ่านอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพาของระบบสามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้งานได้ ทั้ง 3 ฝ่าย ได้แก่

1) ฝ่ายบริหาร สามารถค้นหาข้อมูลค่า RAI ได้ทั้งตอนควบคุม ทุกๆ 1 กิโลเมตร และทุกๆ 200 เมตร เพื่อง่ายต่อการวางแผนงาน รวมทั้งข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ข้อมูลการขออนุญาต และข้อมูลการร้องเรียน
2) ฝ่ายสถิติ สามารถค้นหาข้อมูลค่า RAI ได้ทั้งตอนควบคุม ทุกๆ 1 กิโลเมตร และทุกๆ 200 เมตร เช่นเดียวกับฝ่ายบริหาร และสามารถดูข้อมูลสถิติสรุปรวมของข้อมูลอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยได้ง่าย และรวดเร็ว
3) ฝ่ายวิศวกร สามารถค้นหาข้อมูลค่า RAI ได้ทั้งตอนควบคุม ทุกๆ 1 กิโลเมตร และทุกๆ 200 เมตร ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย อีกทั้งยังสามารถดูข้อมูลรายละเอียดสายทาง, AADT, Accident Severity, IRI, SKID และ Slope ได้ เพื่อง่ายต่อการดำเนินงาน หากอยู่ในพื้นที่ภาคสนาม

ข้อมูลที่กล่าวข้างต้น เป็นการสรุปจุดเด่นที่ผู้ใช้งานทั้ง 3 ฝ่ายจะได้รับประโยชน์จากการใช้งานมากที่สุด โดยที่ผู้ใช้งานทุกฝ่ายมีสิทธิเข้าถึงข้อมูลได้เท่ากัน

4. การฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้

1) การฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้

ที่ปรึกษาดำเนินการฝึกอบรมการใช้งานระบบ HSMS และถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านความปลอดภัยกายภาพทางหลวง เพื่อให้สามารถเข้าใจเกณฑ์ความปลอดภัยกายภาพทางหลวง และสามารถนำไปดำเนินการได้จริง จำนวน 3 รุ่น รุ่นละ 100 คน โดยมีกำหนดการอบรมในวันที่ 3 - 5 กรกฎาคม 2560 ณ ห้อง ITDS C อาคาร 22 ศูนย์พัฒนาและบริการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีเนื้อหาการอบรม 4 หัวข้อหลัก ดังนี้

- การประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)
- เทคโนโลยีการสำรวจและประเมินจุดเสี่ยงอันตรายบริเวณทางโค้ง
- การใช้งานระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน
- การใช้งานระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนบนอุปกรณ์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา

<u>ผลการประเมินความพึงพอใจการฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้</u>

จากผลการประเมินความพึงพอใจการฝึกอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้ จำนวน 3 รุ่น มีผลความพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 98.44 จากจำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม ดังนี้

- รุ่นที่ 1 จำนวนที่เข้าร่วมการฝึกอบรม 101 คน
- รุ่นที่ 2 จำนวนที่เข้าร่วมการฝึกอบรม 100 คน
- รุ่นที่ 3 จำนวนที่เข้าร่วมการฝึกอบรม 101 คน





รูปที่ 7 ภาพบรรยากาศการฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

2) การจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษา

ที่ปรึกษาได้จัดงานสัมมนาเพื่อนำเสนอ และสรุปผลการดำเนินงานโครงการฯ ในวันที่ 21 กรกฎาคม 2560 ณ โรงแรมพลูแมน บางกอก คิงพาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร ผู้เข้าร่วมสัมมนาเป็นเจ้าหน้าที่/ บุคลากร/ ผู้สนใจ จากหน่วยงานภายในและภายนอก รวมจำนวน 100 คน



รูปที่ 8 ภาพบรรยากาศการจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษา
ณ โรงแรมพลูแมน บางกอก คิงพาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร

5. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานโครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน สำหรับกรมทางหลวง (ระยะที่ 2) ที่ปรึกษาได้จัดทำระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (Highway Safety Management System: HSMS) ประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวงบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ (1- 4 หลัก) และมีค่าการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index: RAI) ทุก 200 เมตร ทุก 1 กิโลเมตร และทุกตอนควบคุม รวมถึงการสำรวจและประเมินสภาพจุดเสี่ยงอันตรายในบริเวณทางโค้งของกรมทางหลวง และบูรณาการฐานข้อมูลภายในระบบบริหารจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน เพื่อให้เกิดการพัฒนาระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนนอย่างต่อเนื่อง จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การยกระดับความปลอดภัยกรมทางหลวง

- <u>การยกระดับความปลอดภัยบนทางหลวงที่มีค่า RAI ระดับ 1 - 2 ดาว ให้เป็น 3 ดาว</u>

  กรมทางหลวง ควรเร่งดำเนินการจัดทำโครงการยกระดับความปลอดภัยบนทางหลวง บริเวณที่มีค่า RAI (0 - 40 คะแนน) ให้อยู่ในระดับ 3 ดาว ซึ่งมีระยะทางบนทางหลวง 2 ช่องจราจร 7,964 กิโลเมตร และทางมากกว่า 2 ช่องจราจร 3,480 กิโลเมตร

- <u>การยกระดับความปลอดภัยบริเวณทางโค้ง</u>

  กรมทางหลวง ควรเร่งดำเนินการสำรวจบริเวณทางโค้งที่ที่ปรึกษาคัดเลือก 159 แห่ง เพื่อกำหนดมาตรการแก้ไขปรับปรุงจากกรณีศึกษาทั้ง 12 แห่ง

2. ข้อมูลการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)

กรมทางหลวงได้มีข้อมูลการประเมินกายภาพทางหลวง (RAI) ข้อมูลพื้นฐานในปี 2558 ครอบคลุมโครงข่ายเส้นทางหลวงทั้งประเทศ ยกเว้นในสายทางที่อันตรายไม่สามารถเข้าพื้นที่สำรวจได้ ได้แก่ พื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ซึ่งกรมทางหลวงสามารถเรียกดูข้อมูลผ่านทางระบบ HSMS และกรมทางหลวงควรพิจารณาการพัฒนาค่า RAI โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ค่า RAI ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสะท้อนถึงความปลอดภัยทางด้านกายภาพทางหลวง สำหรับกรมทางหลวง ในการเฝ้าติดตามสภาพความปลอดภัยของโครงข่ายทางหลวง ซึ่งจะพิจารณาจากลักษณะทางเรขาคณิต และอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยต่างๆ โดยในความเป็นจริงแล้วความปลอดภัยทางถนนเป็นผลเนื่องจากปัจจัยด้านทางหลวงเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น โดยปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน คือ พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทาง หรือสภาพการจราจร ทั้งนี้ในระดับนานาชาติ หน่วยงาน iRAP ได้มีการพัฒนาตัวชี้วัดด้านความปลอดภัย เพื่อแสดงถึงความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในระดับโครงข่าย ซึ่งจะพิจารณาทั้งด้านกายภาพทาง และสภาพจราจร โดยแสดงผลเป็นค่าคะแนนความเสี่ยง (Risk Score) และระดับดาว (Star Rating) ซึ่งที่ปรึกษาได้ศึกษา

วิธีการคำนวณค่า RAI และหลักเกณฑ์การกำหนดระดับดาวของค่า RAI ให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการประเมิน iRAP ดังนั้น เพื่อให้กรมทางหลวงสามารถแสดงค่าตัวชี้วัดที่เทียบเท่าระดับนานาชาติ กรมทางหลวงควรพิจารณาวิธีการในคำนวณค่าดัชนีที่เทียบเท่า iRAP จากข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการประเมิน RAI ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลด้านการจราจรเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย อาทิเช่น ปริมาณจราจร สัดส่วนรถจักรยานยนต์ ปริมาณรถจักรยาน ปริมาณคนเดินเท้า อัตราความเร็วในการข้ามทาง/ถนน อัตราความเร็วที่จำกัด และการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่ยานพาหนะ

- ค่า RAI ที่ได้ดำเนินการประเมินไปแล้วนั้น เป็นการประเมินผ่านสภาพทางหลวงในช่วงเวลาระหว่างการดำเนินโครงการ ดังนั้น กรมทางหลวงควรมีการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของสภาพทางหลวงในพื้นที่รับผิดชอบอยู่สม่ำเสมอ เพื่อนำไปปรับปรุงค่า RAI ให้เป็นค่าที่ตรงกับสภาพปัจจุบัน ซึ่งในระบบ HSMS ได้เชื่อมโยงกับประวัติการซ่อมบำรุงและปรับปรุงสายทาง และแสดงผลการแจ้งเตือนในบริเวณดังกล่าวสำหรับให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบดำเนินการปรับปรุงค่า RAI อย่างสม่ำเสมอ
- ค่า RAI ที่ระดับ 1 ดาว และ 2 ดาว เป็นทางหลวงที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพบางประการที่ทำให้สภาพทางหลวงไม่เป็นไปตามแบบมาตรฐานของกรมทางหลวง กรมทางหลวงควรดำเนินการปรับปรุงให้อยู่ในระดับ 3 ดาวขึ้นไป ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ทาง
- เพื่อให้สะท้อนถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวง กรมทางหลวงสามารถพิจารณาค่าความเร็วของการจราจรร่วมกับค่า RAI โดยอาศัยค่าปรับแก้จาก ความเร็วของการจราจร (Operating Speed 85th percentile) ดังนี้

$$SRAI\ (RAI\ with\ speed) = RAI \times (Speed\ Limit / Actual\ Speed)^2$$

โดยเมื่อความเร็วของการจราจรสูงกว่าความเร็วจำกัด จะทำให้ค่า SRAI ยิ่งต่ำ ซึ่งแสดงถึงบริเวณที่กายภาพทางหลวงเป็นไปตามมาตรฐานกรมทางหลวงแล้ว แต่ยังมีสถิติอุบัติเหตุเกิดขึ้นเนื่องจากพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ก่อให้เกิดอันตราย

3. งานสำรวจและรวบรวมข้อมูลความปลอดภัยในเชิงวิศวกรรม

เพื่อนำผลที่ได้ดำเนินการในโครงการฯ ให้นำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและมีการบูรณาการกับส่วนงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว เพื่อลดอุบัติเหตุบนทางหลวง ที่ปรึกษามีข้อเสนอแนะดังนี้

- <u>การสร้างทีมงานเพื่อตรวจสอบบริเวณและวิเคราะห์หาทางแก้ไขกรณีอุบัติเหตุร้ายแรง /เร่งด่วน</u>

  ในกรณีที่มีการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง หรือมีการซ้ำซ้อนต่อเนื่องจนเกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเวลาอันสั้น ควรจะต้องพิจารณาให้มีทีมงานที่จะลงไปตรวจสอบสภาพพื้นที่และจัดเก็บข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุ และทำการเสนอแนะกำหนดแนวทาง จัดทำรูปแบบที่จะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขเร่งด่วน เพื่อที่จะป้องกันมิให้เกิดอุบัติเหตุดังกล่าวเพิ่มเติมขึ้นมาอีก

  ทีมงานจะต้องประกอบด้วย

  - วิศวกรสำรวจและวิเคราะห์อุบัติเหตุ
  - เจ้าหน้าที่เทคนิค
  - วิศวกรการทาง/จราจร
  - เจ้าหน้าที่เขียนแบบ
  - เลขานุการ/ผู้ช่วย

  นอกจากนั้นควรจะต้องมีการจัดเตรียมงบประมาณสำหรับการนำไปใช้ในกรณีเร่งด่วน ในการจัดหาผู้รับจ้างเพื่อดำเนินการซ่อมแซม/ปรับปรุงเร่งด่วน เพื่อสร้างเสริมภาพลักษณ์เชิงรุกการอำนวยความปลอดภัยกรมทางหลวง

4. งานเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการข้อมูลความปลอดภัยทางถนน

ระบบ HSMS ประกอบด้วยฐานข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย และลักษณะเฉพาะบริเวณของโครงข่ายที่สำคัญในการวางแผนงาน/โครงการอำนวยความปลอดภัย รวมถึงได้พัฒนาให้เป็นฐานข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาตดำเนินการใดๆ ในเขตทางหลวง สำหรับการบริหารงานของสำนักอำนวยความปลอดภัย และเนื่องจากระบบ HSMS ได้ถูกพัฒนาให้เป็นฐานข้อมูลในการจัดเก็บ ข้อมูลค่า RAI (ค่าการประเมินระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง) ข้อมูลรูปภาพที่ใช้ในการประเมินค่า RAI ทุก 200 เมตร ทุก 1 กิโลเมตร และทุกตอนควบคุม ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย และข้อมูลการร้องเรียนและการขออนุญาต จึงทำให้เนื้อที่หน่วยความจำในเครื่องแม่ข่ายถูกใช้งานค่อนข้างมาก กรมทางหลวง ควรมีการติดตามตรวจสอบการทำงานของระบบเป็นประจำ และควรพิจารณาจัดหาครุภัณฑ์เพิ่มเติมในการจัดเก็บข้อมูลตลอดจนการพัฒนาระบบโดยใช้บริการด้าน iCloud