การประเมิน iRAP พื้นฐาน (Baseline iRAP Assessment)
รายงานทางเทคนิค สำหรับเส้นทางหลวงระหว่างกรุงเทพฯ-หัวหิน

Bloomberg Initiative for Global Road Safety (BIGRS)

Road Assessments and Capacity Building in Thailand, **2018**

GRSF Global Road Safety Facility

CHULA ENGINEERING Foundation toward Innovation

iRAP

About iRAP

The International Road Assessment Programme (iRAP) is registered charity dedicated to saving lives through safer roads. iRAP works in partnership with government and non-government organisations to:

- inspect high-risk roads and develop Star Ratings and Safer Roads Investment Plans
- provide training, technology and support that will build and sustain national, regional and local capability
- track road safety performance so that funding agencies can assess the benefits of their investments.

The programme is the umbrella organisation for EuroRAP, AusRAP, usRAP, KiwiRAP and ChinaRAP. Road Assessment Programmes (RAP) are now active in more than 90 countries throughout Europe, Africa, Asia Pacific, North, Central and South America.

iRAP is financially supported by the FIA Foundation for the Automobile and Society and the Road Safety Fund. Projects receive support from the Global Road Safety Facility, automobile associations, regional development banks and donors. National governments, automobile clubs and associations, charities, the motor industry and institutions such as the European Commission also support RAPs in the developed world and encourage the transfer of research and technology to iRAP. In addition, many individuals donate their time and expertise to support iRAP.

For more information

For enquiries, contact:

Luke Rogers
Senior Road Safety Engineer, Asia Pacific
iRAP
Email: luke.rogers@irap.org

Kasem Choocharukul
Associate Professor of Civil Engineering
Chulalongkorn University
Email: kasem.choo@chula.ac.th

Abbreviations

BIGRS	Bloomberg Initiative for Global Road Safety
BMA	Bangkok Metropolitan Administration
DOH	Department of Highways
FSI	Fatal and serious injury
GRSF	World Bank Global Road Safety Facility
iRAP	International Road Assessment Programme
km	Kilometre
SRIP	Safer Roads Investment Plan
ViDA	iRAP online software
WHO	World Health Organization

© International Road Assessment Programme (iRAP) 2018

iRAP technology including protocols, processes and brands may not be altered or used in any way without the express written agreement of iRAP. iRAP is registered in England & Wales under company number 05476000 and charity number 1140357. Registered office: 60 Trafalgar Square, London, WC2N 5DS.

28 December 2018

สารบัญ

ประวัติการปรับปรุงรายงาน 3
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร 4
Executive summary 6
1. บทนำ 8
1.1 กระบวนการการประเมิน 8
1.2 เอกสารอ้างอิง 9
1.3 ผลการวิเคราะห์ในรูปแบบออนไลน์ 9
2. สายทางที่ศึกษา 9
2.1 ปริมาณจราจรและความเร็ว 11
3. การประเมินถนน 12
3.1 แนวทางการสำรวจถนน 12
3.2 การให้คะแนนถนน 12
3.3 เส้นความเสี่ยง 15
3.4 รูปภาพจากการประเมิน Star Rating 17
3.5 การเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัส 23
3.5.1 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัส 24
3.5.2 การเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสตามประเภทของผู้ใช้ถนน 24
4. แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Roads Investment Plans) 25
4.1 Star Rating หลังจากการดำเนินมาตรการแก้ไข 33
4.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ 34
5. การนำไปปฏิบัติ และข้อเสนอแนะ 35
5.1 การออกแบบ Star Ratings 36
5.2 การดำเนินตามแนวคิดระบบปลอดภัย (Safe System Approach) 36
5.3 การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น 37
5.4 การกำหนดเป้านโยบาย 37
5.5 การอบรมและการสนับสนุน 38
ภาคผนวก ก: ค่าตัวแปรและสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา 39
ภาคผนวก ข: เส้นความเสี่ยง 40

ประวัติการปรับปรุงรายงาน (Document version history)

ฉบับที่ (Version)	ผู้เขียน (Author)	วันที่ (Date)	คำอธิบาย (Description)
ร่างฉบับแรก (First Draft)	เกษม ชูจารุกุล K. Choocharukul	28 December 2018	รับฟังความคิดเห็น เพื่อนำไปปรับปรุง
ร่างฉบับที่ 2 (Second Draft)	เกษม ชูจารุกุล K. Choocharukul	22 January 2019	ผนวกความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

World Bank Global Road Safety Facility (GRSF) ได้เชิญ iRAP ในฐานะส่วนหนึ่งของ Bloomberg Initiative for Global Road Safety (BIGRS) ให้ดำเนินงานประเมินความเสี่ยงโครงสร้างพื้นฐานของถนนในหลายเส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเพื่อสร้างขีดความสามารถและฝึกอบรมให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ด้วย

ถนนในโครงการนี้เป็นพื้นที่ศึกษานำร่องภายใต้การดูแลของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม คือทางหลวงหมายเลข 35 จากพื้นที่ดาวคะนอง (กม. 0+000) และสิ้นสุดที่วังมะนาวในจังหวัดราชบุรี (กม. 84+041) และต่อเนื่องไปยังทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงกม. 125+000 ไปจนถึงหัวหิน (กม.217+500) ทางหลวงดังกล่าวสร้างขึ้นเพื่อเป็นเส้นทางหลักในการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปสู่ภาคใต้ของประเทศไทย และยังผ่านสถานที่มีความสำคัญทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวของประเทศไทย

การประเมินของ iRAP ในรายงานฉบับนี้ใช้ข้อมูลภาพภายจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ Google Street View ระยะทางถนน 182 กิโลเมตร ทำการประเมินสองทิศทางทางถนน รวมระยะทางทั้งสิ้น 364 กิโลเมตร โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสสำหรับผู้ใช้รถยนต์ รถจักรยานยนต์ คนเดินเท้าและผู้ใช้จักรยาน รายงานฉบับนี้นำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจรวบรวมข้อมูล แนวคิดและวิธีการที่ใช้เพื่อจัดอันดับการให้คะแนน (Star Rating) ของถนนต่าง ๆ และสร้างแผนการลงทุนเพื่อจัดทำถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plans) รวมถึงนำเสนอผลลัพธ์จากการศึกษา

แนวคิด iRAP Star Rating ตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลจากการตรวจสอบถนน โดยจัดเป็นมาตรวัดระดับความปลอดภัยที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สามารถพิจารณาระดับความปลอดภัยของถนนในมิติของผู้ขับขี่รถยนต์ ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ ผู้ใช้จักรยาน และคนเดินเท้า ถนนที่ประเมินได้ระดับ 5 ดาว จัดเป็นถนนที่มีความเสี่ยงต่ำที่สุด ขณะที่ถนนที่ได้ระดับ 1 ดาว จะเป็นถนนที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด จากการวิเคราะห์ในภาพรวมของถนนทั้งหมดในการศึกษา พบว่ามีสัดส่วนของถนนที่ได้คะแนนที่ระดับ 3 ดาวหรือดีกว่า คิดเป็นร้อยละ 50 สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ และคิดเป็นเพียงร้อยละ 8 สำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์

ผลลัพธ์ของ Star Rating สำหรับถนนที่สำรวจทั้งหมด

คะแนน	รถยนต์		รถจักรยานยนต์		คนเดินเท้า		จักรยานยนต์	
	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ
5 ดาว	1.0	0.27	0.1	0.03	2.2	0.60	0	0.00
4 ดาว	45.3	12.45	2.6	0.71	10.3	2.83	0	0.00
3 ดาว	136.5	37.52	25.5	7.01	5.8	1.59	7.2	1.98
2 ดาว	132.8	36.50	119.8	32.93	9.8	2.69	2.6	0.71
1 ดาว	47.8	13.14	215.4	59.21	106.7	29.33	71.1	19.54
ระบุไม่ได้	0.4	0.11	0.4	0.11	229	62.95	282.9	77.76
รวม	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100	363.8	100.00

แม้ว่าโครงข่ายถนนครึ่งหนึ่งถูกจัดอยู่ในระดับ 3 ดาวหรือดีกว่าสำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ แต่โครงข่ายส่วนใหญ่ยังมีความเสี่ยงค่อนข้างสูงสำหรับกลุ่มผู้ใช้ประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะผู้ขี่จักรยานยนต์ ซึ่งจากการประเมินพบว่ากว่าร้อยละ 92.14 ได้ระดับดาวเพียง 1-2 ดาวเท่านั้น ทั้งนี้จากการประเมินยังพบว่ามีประเด็นด้านโครงข่ายถนนที่ควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมในเชิงลึก เพื่อลดความเสี่ยงต่อผู้ใช้ถนน อาทิเช่น การปรับปรุงความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance (paved road) และการติดตั้งแถบแจ้งเตือนบนไหล่ทาง (Shoulder rumble strips) นอกจากนี้ สิ่งอันตรายข้างทางควรต้องถูกกำจัด และราวกันอันตรายข้างทาง ฝั่งผู้โดยสาร (Roadside barriers - passenger side) ควรต้องได้รับการติดตั้งเพิ่มเติมในบางบริเวณ

ผลการคาดการณ์จากข้อมูลอุบัติเหตุที่มี พบว่าในแต่ละปีจะมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุ 84 คน มีผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัส 841 คน บนโครงข่ายถนนที่ได้สำรวจในการศึกษานี้ ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความสูญเสียทั้งสิ้นถึง 17.29 พันล้านบาท (533.66 ล้านเหรียญสหรัฐ)

การศึกษาครั้งนี้ยังรวมถึงการวิเคราะห์แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plan, SRIP) ซึ่งพิจารณาจากผลประโยชน์ของมาตรการปรับปรุงต่าง ๆ มากกว่า 90 ทางเลือก โดยเรียงลำดับจากมาตรการต้นทุนต่ำ (อาทิเช่น การตีเส้นจราจรและการทำเกาะพักสำหรับคนเดินข้ามถนน) ไปยังมาตรการที่ต้องใช้ต้นทุนสูง (อาทิเช่น การยกระดับทางแยก) แผนการลงทุนดังกล่าวสามารถนำเสนอมาตรการทางเลือกที่ช่วยลดการการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้มากที่สุด ภายในงบประมาณที่มีอยู่ โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงในประเด็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

- การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการหลุดออกนอกสายทาง
- กำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง
- ลดความเสี่ยงบริเวณทางแยกโดยการปรับปรุงแบบ หรือสัญลักษณ์จราจร
- การปรับปรุงปรับปรุงสัญลักษณ์จราจรบนพื้นทางบริเวณทางโค้ง

ตารางด้านล่างแสดงสรุปแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (SRIP) โดยพบว่าการใช้งบประมาณลงทุน 6.13 พันล้านบาท จะช่วยลดจำนวนการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสลงได้ถึงร้อยละ 63 สามารถช่วยป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้ 11,592 คนในช่วงเวลาการวิเคราะห์ 20 ปี และมีอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุนโดยรวมประมาณ 4 :1

สรุปแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (กรอบการวิเคราะห์ 20 ปี)

รายละเอียด	ผลสรุป
มูลค่าปัจจุบันของการลงทุน	6.13 พันล้านบาท
จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสที่สามารถป้องกันได้ (20 ปี)	11,592 คน
มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย	22.8 พันล้านบาท
ต้นทุนต่อผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสที่สามารถป้องกันได้	528,868 บาท
อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost Ratio: BCR)	4
ร้อยละการลดลงของการเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส	63%

ผู้เกี่ยวข้องหรือผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดของโครงการและใช้งานซอฟแวร์ออนไลน์ เพื่อวิเคราะห์ iRAP ได้ที่ http://vida.irap.org

ผลลัพธ์จากการศึกษานี้มุ่งเน้นการสืบค้นรูปแบบการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางถนนที่สามารถช่วยปรับปรุงความปลอดภัยได้ อย่างไรก็ดี มาตรการอื่น ๆ ยังจะต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน นอกเหนือจากการปรับปรุงเชิงวิศวกรรมตามที่แสดงในรายงานนี้ เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดของความปลอดภัยทางถนนในโครงข่าย ผลประโยชน์ที่มีนัยสำคัญจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีความร่วมมือประสานงานในการให้ความรู้แก่ผู้ใช้ถนนเพื่อปรับปรุงพฤติกรรมของผู้ใช้ถนน เช่น การขับขี่ภายใต้ความเร็วจำกัด การเพิ่มอัตราของการใช้เข็มขัดนิรภัยและหมวกกันน็อค และการลดการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ขณะขับขี่ นอกจากนี้ การปรับปรุงกระบวนการการออกใบอนุญาตขับขี่และการจดทะเบียนยานพาหนะ รวมถึงการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยของยานพาหนะ ก็อาจมีส่วนช่วยให้การลงทุนเกิดความคุ้มค่าเช่นกัน ประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากชุดเครื่องมือความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Toolkit, http://toolkit.irap.org) และคู่มือการปฏิบัติที่ดีในการร่วมมือด้านความปลอดภัยทางถนนโดยสหประชาชาติ (United Nations Road Safety Collaboration Good Practice Manuals)

Executive summary

As part of the Bloomberg Initiative for Global Road Safety (BIGRS), the World Bank Global Road Safety Facility (GRSF) invited iRAP to undertake road infrastructure risk assessments of several high profile corridors for the city of Bangkok and Thailand and to provide capacity building and training for local stakeholders.

The key priority roads in this study are under the Department of Highways (DOH), Ministry of Transport. The priority section starts from Highway Route 35 from the Dao Khanong area (Route 35, km 0+000) to Wang Manao in Ratchaburi province (Route 35, km 84+041), and continues to Highway Route 4 (km 125+000) to Hua Hin (km 217+500). The studied highways are considered the main corridor linking Bangkok to the southern part of Thailand and cover several attractions that are vital to both the economic and tourism industries of Thailand.

The iRAP assessments in this report focus on examining the risk of death and serious injury for all road user types, including vehicle occupants, motorcyclists, pedestrians, and bicyclists. A total of 364 kilometres were assessed utilising the data collected via Google Street View. This report includes details on data collection, describes the methodology used to create Star Ratings and Safer Road Investment Plans and also contains a summary of the results.

iRAP Star Ratings are based on road inspection data and provide a simple and objective measure of the level of safety which is 'built-in' to the road for vehicle occupants. 5-star roads are the lowest risk while 1-star roads are the highest risk. Overall, 50% of the existing roads are rated 3-stars or better for vehicle occupants.

Star Rating results for all surveyed roads

Star Ratings	Vehicle Occupant		Motorcyclist		Pedestrian		Bicyclist	
	Length (km)	Percent	Length (km)	Percent	Length (km)	Percent	Length (km)	Percent
5 Stars	1	0.27	0.1	0.03	2.2	0.60	0.0	0.00
4 Stars	45.3	12.45	2.6	0.71	10.3	2.83	0.0	0.00
3 Stars	136.5	37.52	25.5	7.01	5.8	1.59	7.2	1.98
2 Stars	132.8	36.50	119.8	32.93	9.8	2.69	2.6	0.71
1 Star	47.8	13.14	215.4	59.21	106.7	29.33	71.1	19.54
Not applicable	0.4	0.11	0.4	0.11	229	62.95	282.9	77.76
Totals	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100.00

Although half of the surveyed roads are rated 3 stars or better for vehicle occupants, most of the network is yet rated as high-risk for other road users, especially for motorcyclists where 92.14% of the surveyed roads are rated 1 and 2 star only. Despite some of the roads being divided with physical medians, with adequate pavement condition and delineation, there are still several issues that should be further investigated in order to explore the potential to reduce road user risk, for instance, the improvement of skid resistance and the installation of shoulder rumble strips. Roadside hazards should be also removed, and installation of guardrail should be considered in certain parts of the surveyed network.

Based on limited crash data it is estimated that 84 deaths and a further 841 serious injuries occur on the 364 km surveyed network each year at a total cost of THB 17.29 billion (US$ 533.66 m).

The analysis includes the creation of a Safer Road Investment Plan (SRIP) based on relative benefits of over 90 different countermeasure options, ranging from low cost road markings and pedestrian refuges to higher cost intersection upgrades. The investment plan provides countermeasure options that could maximise the prevention of deaths and serious injuries within available budgets, and largely focus on:

- installing shoulder rumble strips
- eliminating roadside hazards
- reducing risk at intersections through improved design and delineation
- improving curve delineation

A summary of the most comprehensive SRIP is shown in the table below. It shows that by investing THB 6.13 billion the number of deaths and serious injuries on the roads could be reduced by 63%, preventing 11,592 deaths and serious injuries over 20 years. The overall benefit cost ratio is estimated to be 4:1.

Safer Road Investment Plan summary (20 year analysis)

Safer Road Investment Plan Summary	
Present value of investment	THB 6.13 billion
Deaths and serious injuries prevented (20yrs)	11,592
Present value of safety benefits	THB 22.8 billion
Cost per death and serious injury prevented	THB 528,868
Benefit cost ratio (BCR)	4
Reduction in death and serious injuries	63%

The detailed results of the project and online software that enabled the iRAP analyses to be undertaken are available to stakeholders for further exploration and use (visit: http://vida.irap.org).

The results of this study focus on identifying investments in road infrastructure that will deliver improved safety outcomes. In order to maximise road safety performance on the network, efforts that go beyond the engineering improvements discussed in this report will be necessary. Significant benefits could also be realised through a coordinated programme of road user education to improve road user behaviour such as speed limit compliance, improved seat belt and helmet wearing rates and reducing alcohol use. Improved vehicle licensing and registration and ensuring compliance with vehicle safety standards may also provide good returns on investment. The Road Safety Toolkit (http://toolkit.irap.org) and United Nations Road Safety Collaboration Good Practice Manuals provide further information on these issues.

1. บทนำ

World Bank Global Road Safety Facility (GRSF) ได้เชิญ iRAP ในฐานะส่วนหนึ่งของ Bloomberg Initiative for Global Road Safety (BIGRS) ให้ดำเนินงานประเมินความเสี่ยงโครงสร้างพื้นฐานของถนนในหลาย ๆ เส้นทางภายในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย และเพื่อสร้างขีดความสามารถและฝึกอบรมให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ด้วย

ถนนในโครงการนี้เป็นพื้นที่ศึกษานำร่องภายใต้การดูแลของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม คือทางหลวงหมายเลข 35 จากพื้นที่ดาวคะนอง (กม. 0+000) และสิ้นสุดที่วังมะนาวในจังหวัดราชบุรี (กม. 84+041) และต่อเนื่องไปยังทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงกม. 125+000 ไปจนถึงหัวหิน (กม.217+500) ทางหลวงดังกล่าวสร้างขึ้นเพื่อเป็นเส้นทางหลักในการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปสู่ภาคใต้ของประเทศไทย และยังผ่านสถานที่มีความสำคัญทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวของประเทศไทย

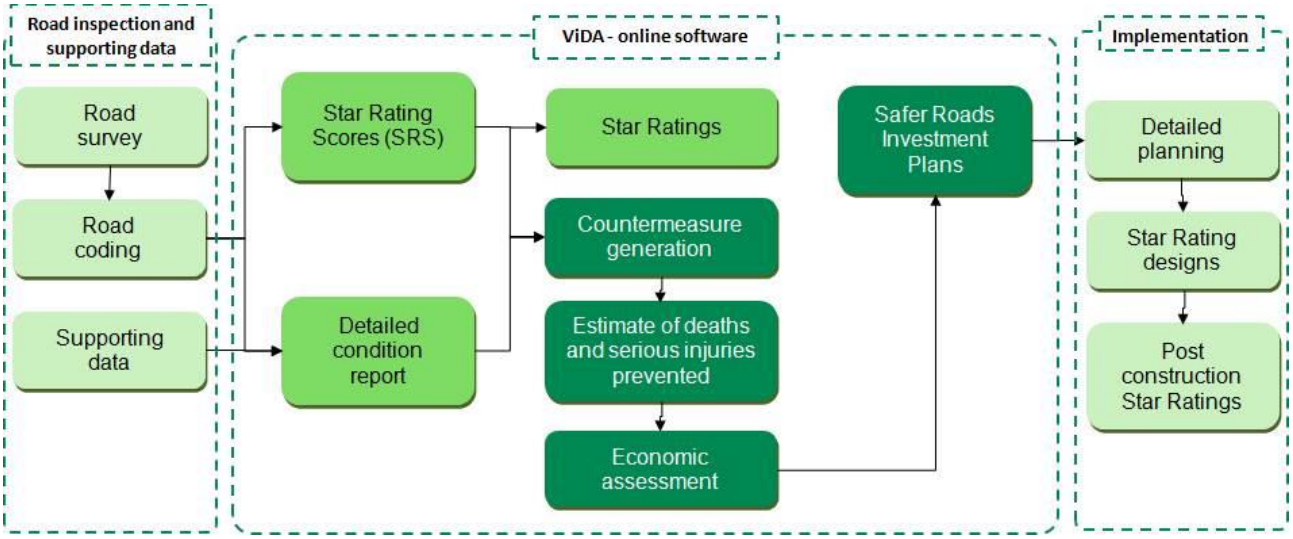
การประเมินของ iRAP ในรายงานฉบับนี้ มุ่งเน้นการตรวจสอบความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสสำหรับผู้ใช้ถนนทุกประเภท โดยใช้ข้อมูลภาพภายจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ Google Street View ระยะทางทั้งสิ้น 364.0 กิโลเมตร รายงานฉบับนี้นำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการสำรวจรวบรวมข้อมูล แนวคิดและวิธีการที่ใช้เพื่อจัดอันดับการให้คะแนน (Star Rating) ของถนนต่าง ๆ และสร้างแผนการลงทุนเพื่อจัดทำถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plans) รวมไปถึงการสรุปผลการศึกษา

1.1 กระบวนการการประเมิน (Assessment Process)

กระบวนการของการประเมิน iRAP ของโครงการนี้สามารถแสดงได้ในรูปที่ 1 โดยรูปแบบของการแบ่งระดับคะแนน (Star Rating) สามารถที่จะปรับปรุงย้อนกลับได้เช่นเดียวกับการออกแบบและพัฒนาถนน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเสร็จสมบูรณ์หลังจากได้ดำเนินการจัดระดับคะแนน (Star Rating) เรียบร้อยแล้ว

การสร้าง iRAP Star Ratings และแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plans) เกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลและกระบวนการสำรวจและวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยการประเมิน iRAP จะใช้ข้อมูลคุณลักษณะของถนนที่มีมากกว่า 50 ตัวแปร ทุก ๆ ระยะ 100 เมตรตลอดช่วงของถนน ซึ่งข้อมูลจะถูกรวบรวมผ่านการสำรวจถนนที่เก็บภาพถ่ายดิจิตอล (Digital Images) โดยใช้กล้องความละเอียดสูงหลายมุมมอง หลังจากนั้น ผู้วิเคราะห์จะพิจารณาภาพถ่ายดังกล่าวโดยใช้ซอฟแวร์เฉพาะด้านเพื่อบันทึกคุณลักษณะต่างๆ ของถนน

รูปที่ 1 กระบวนการประเมิน iRAP



1.2 เอกสารอ้างอิง

iRAP ใช้แบบจำลองการวิเคราะห์ที่เป็นสากลทั่วโลกในการสร้างระดับการให้คะแนน (Star Rating) และแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plans) สำหรับผู้ครอบครองยานพาหนะ ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ คนเดินเท้า รวมถึงผู้ขี่จักรยาน แนวคิดและสาระสำคัญของวิธีการดังกล่าวสามารถดาวน์โหลดได้ที่: http://irap.org/about-irap-3/methodology

เอกสารอ้างอิง iRAP อื่น ๆ ที่ใช้ในโครงการนี้ ประกอบด้วย

- *The True Cost of Road Crashes – Valuing life and the cost of a serious injury*
- *Vehicle Speeds and the iRAP Protocols*
- *iRAP Star Ratings and Investment Plans: Coding Manual (August 2014)*
- *iRAP Star Ratings and Investment Plans: Quality Assurance Guide*
- Road Safety Toolkit: http://toolkit.irap.org.

1.3 ผลการวิเคราะห์ในรูปแบบออนไลน์ (Online Results)

รายงานฉบับนี้นำเสนอภาพรวมของผลการศึกษา โดยผลลัพธ์แบบสมบูรณ์ รวมถึง ผลสรุป ตารางผลลัพธ์แบบละเอียด แผนที่แบบโต้ตอบได้ และข้อมูลสนับสนุนการวิเคราะห์ สามารถเข้าถึงได้จากซอฟแวร์ออนไลน์ของ iRAP ที่เรียกว่า ViDA โดยสามารถดูได้ที่: http://vida.irap.org สำหรับผู้ที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลนั้นสามารถติดต่อ Luke Rogers โดยตรงได้ที่อีเมล์ luke.rogers@irap.org

2. สายทางที่ศึกษา

ถนนที่ประเมินในการศึกษานี้เป็นเส้นทางหลวงระหว่างกรุงเทพฯ-หัวหิน โดยประกอบด้วยทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนพระรามที่ 2) แบ่งเป็นตอนย่อย 5 ตอน และทางหลวงหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) แบ่งเป็นตอนย่อย 5 ตอน คิดเป็นระยะทางรวม 364 กิโลเมตร โดยสายทางดังกล่าวได้รับการประเมินโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจาก Google Street View โดยมีรายละเอียดสายทาง ดังตารางที่ 1 และ 2

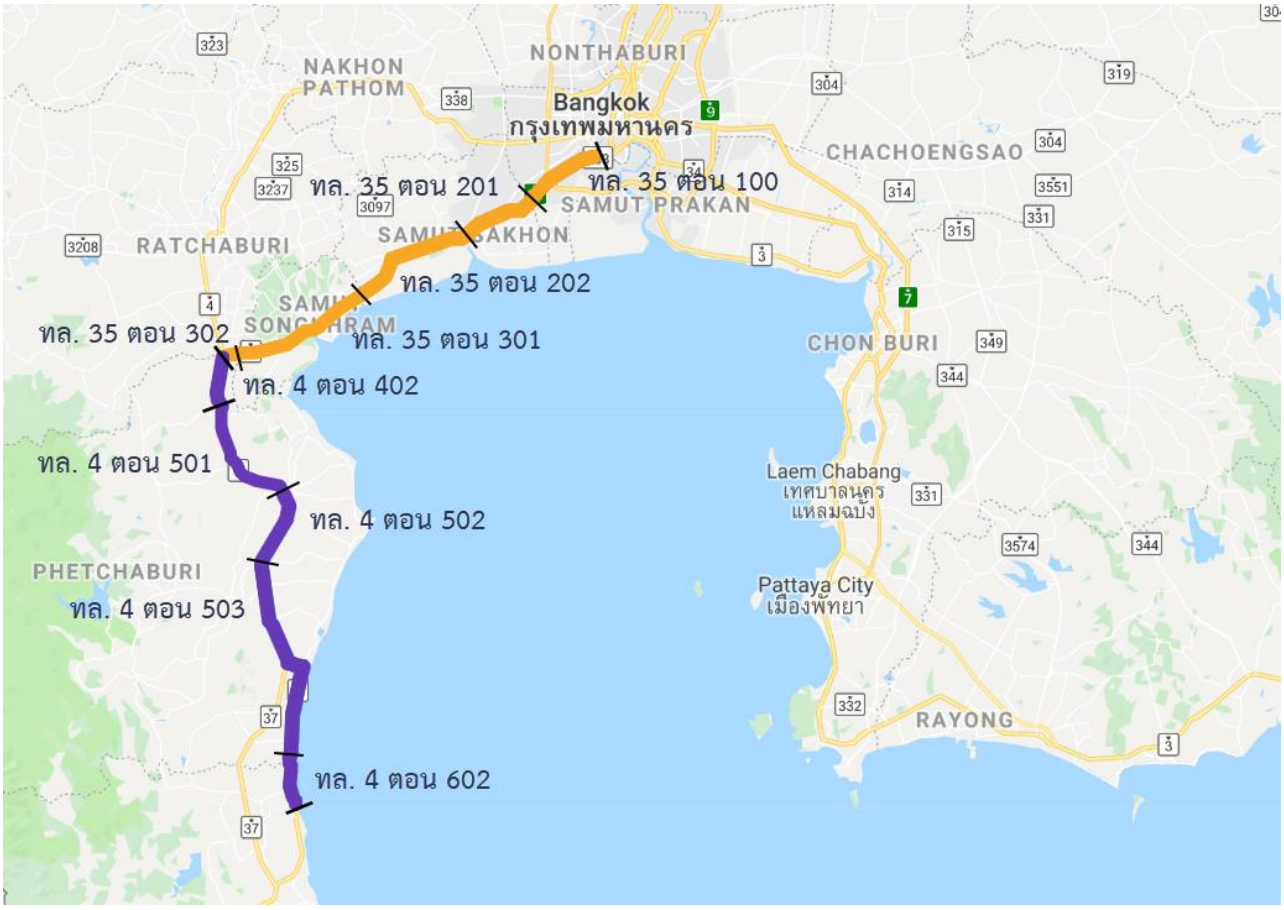
ตารางที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 35

ลำดับ	ตอนที่	ชื่อถนน	ระยะทางประเมิน (กม.)
1	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	29.2
2	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	31.4
3	202	สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก - นาโคก	47.8
4	301	นาโคก - แพรกหนามแดง	56.0
5	302	แพรกหนามแดง - วังมะนาว	3.6
รวม			**168.0**

ตารางที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 4

ลำดับ	ตอนที่	ชื่อถนน	ระยะทางประเมิน (กม.)
1	402	ปากท่อ - สระพัง	18.0
2	501	สระพัง - เขาวัง	49.0
3	502	เขาวัง - สระพระ	32.4
4	503	สระพระ - ห้วยทรายใต้	79.8
5	602	ห้วยทรายใต้ - วังยาว	18.8
รวม			**196.0**

รูปที่ 2 ตำแหน่งของสายทางที่ศึกษา



2.1 ปริมาณจราจรและความเร็ว

ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง แสดงให้เห็นถึงปริมาณจราจรบนถนนที่แตกต่างกัน จากสายทางที่ศึกษาในโครงการ ปริมาณจราจรสูงที่สุดอยู่บริเวณหลวงหมายเลข 35 ช่วงตอนที่ 100 ซึ่งเป็นช่วงสายทางที่ใกล้กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 3

จากข้อมูลข้างต้น แม้จะมีการจำกัดความเร็วที่ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับทุกถนนในพื้นที่นอกเขตเมือง แต่จากผลการสำรวจความเร็วอิสระของการจราจร (Free Flow Speed) พบว่า ความเร็วจริงในการขับขี่ที่ตรวจสอบได้มีค่าสูงกว่าความเร็วจำกัดที่กฎหมายบังคับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลานอกเร่งด่วน

ตารางที่ 3 ปริมาณจราจรและความเร็วการจราจร

ชื่อถนน	ทิศทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน	สัดส่วนรถจักรยานยนต์ (ร้อยละ)	ความเร็วจำกัด (กม./ชม.)	ความเร็วการจราจรที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์	ค่าเฉลี่ยความเร็วการจราจร
ทล.35	MA	145,629	2	80	81	72
ตอนที่ 100	MB	129,570	2	80	81	72
ทล.35	MA	51,379	2	80	81	68
ตอนที่ 201	MB	45,975	2	80	92	83
ทล.35	MA	73,325	12	80	88	81
ตอนที่ 202	MB	64,658	12	80	88	81
ทล.35	MA	42,997	7	90	91	79
ตอนที่ 301	MB	42,836	7	90	100	92
ทล.35	MA	46,487	7	90	99	87
ตอนที่ 302	MB	44,894	7	90	108	96
ทล.4	MA	34,382	7	90	83	75
ตอนที่ 402	MB	34,183	7	90	93	79
ทล.4	MA	22,277	11	80	87	80
ตอนที่ 501	MB	23,471	11	80	86	79
ทล.4	MA	29,502	11	80	77	68
ตอนที่ 502	MB	28,999	11	80	107	98
ทล.4	MA	14,610	21	80	85	71
ตอนที่ 503	MB	14,794	21	80	98	84
ทล.4	MA	15,341	21	60	53	42
ตอนที่ 602	MB	14,573	21	60	53	42

3. การประเมินถนน

3.1 แนวทางการรวบรวมข้อมูลถนน

การรวบรวมข้อมูลถนนดำเนินการโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยอาศัยภาพถ่ายถนนจาก Google Street View การตรวจสอบ iRAP ประกอบด้วยการสำรวจถนนและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมุ่งเน้นที่คุณลักษณะของถนนต่าง ๆ กว่า 50 ปัจจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุ คุณลักษณะเหล่านี้ประกอบด้วยปัจจัยอาทิเช่น การออกแบบทางแยก จำนวนช่องจราจรและการทาสีตีเส้น อันตรายจากบริเวณข้างทาง ทางเท้า และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับรถจักรยานยนต์ ข้อมูลการตรวจสอบถนนนับเป็นองค์ประกอบหลักในการจัดระดับคะแนน iRAP (iRAP Star Rating) และการวิเคราะห์แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Roads Investment Plans: SRIP)

ทีมงานจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใช้ภาพถ่ายโครงข่ายถนนจาก Google Street View โดยอาศัย GPS Visualizer (http://www.gpsvisualizer.com/) ในการถอดรหัสพิกัดของถนนแต่ละเส้นทางทุกระยะ 100 เมตร จากนั้นจึงจัดเก็บภาพถ่ายในแต่ละตำแหน่งด้วยโปรแกรม Google Earth เพื่อนำไประบุคุณลักษณะของถนนต่อไป

ทั้งนี้ทีมงานจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้จัดหลักสูตรการฝึกอบรมของ iRAP โดยมีตัวแทนจากกรุงเทพมหานคร และกรมทางหลวงชนบทเข้าร่วมสังเกตการณ์ด้วย

รูปที่ 3 การรวบรวมข้อมูลและการฝึกอบรมการระบุคุณลักษณะถนน

3.2 การให้คะแนนถนน

การวิเคราะห์ iRAP Star Ratings จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะต่าง ๆ ของโครงสร้างพื้นฐานของถนน รวมไปถึงระดับที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสและความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาจากรูปแบบการชนที่พบได้ทั่วไปและการชนที่เกิดความรุนแรงสำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ คนเดินเท้า และผู้ขี่จักรยาน

แนวคิดของ iRAP Star Ratings จัดเป็นมาตรวัดระดับความเสี่ยงของโครงสร้างพื้นฐานทางถนนต่อผู้ใช้ทางที่ง่ายและสามารถวัดได้ โดยระดับ 5 ดาว (สีเขียว) เป็นถนนที่ปลอดภัยสูงสุด และระดับ 1 ดาว (สีดำ) เป็นถนนที่ปลอดภัยต่ำสุด อย่างไรก็ดี ระบบการให้คะแนนแบบดาวนี้จะไม่ใช้สำหรับถนนที่มีจำนวนกลุ่มประเภทผู้ใช้ต่ำ ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงไม่มีค่าคะแนนแบบดาวสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์และรถจักรยานในบางเส้นทาง

การจัดคะแนนแบบดาวจะขึ้นอยู่กับการให้คะแนน Star Rating Scores (SRS) โดยแบบจำลอง iRAP จะคำนวณค่า SRS สำหรับทุก ๆ ระยะ 100 เมตร และสำหรับผู้ใช้ถนนแต่ละประเภท โดยวิเคราะห์จากปัจจัยเสี่ยงสำหรับแต่ละค่าคุณลักษณะของถนน ค่า

คะแนนจะคำนวณได้จากการพิจารณาปัจจัยความเสี่ยงโดยใช้แบบจำลองการคูณ (Multiplicative Model) ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงที่ใช้ในแบบจำลองสามารถดูเพิ่มเติมได้จากรายงานวิธีการศึกษา ที่ www.irap.org

ผลการจัดอันดับ Star Rating สำหรับช่วงถนนทั้งหมดที่ได้ทำการสำรวจแสดงให้เห็นว่า iRAP มีศักยภาพในการปรับปรุงความปลอดภัยของโครงสร้างพื้นฐานของถนนสำหรับผู้ใช้ถนนทั้งหมด โดยช่วงถนนที่มีความเสี่ยงสูงอย่างมีนัยสำคัญประกอบด้วยโครงข่ายส่วนใหญ่ที่ทำการสำรวจ ซึ่งได้คะแนนระดับ 2 ดาว หรือน้อยกว่า (จากคะแนนเต็ม 5 ดาว) สำหรับประเภทของผู้ใช้ถนนทุกประเภท

จากการวิเคราะห์ Star Ratings จะพบได้ว่า

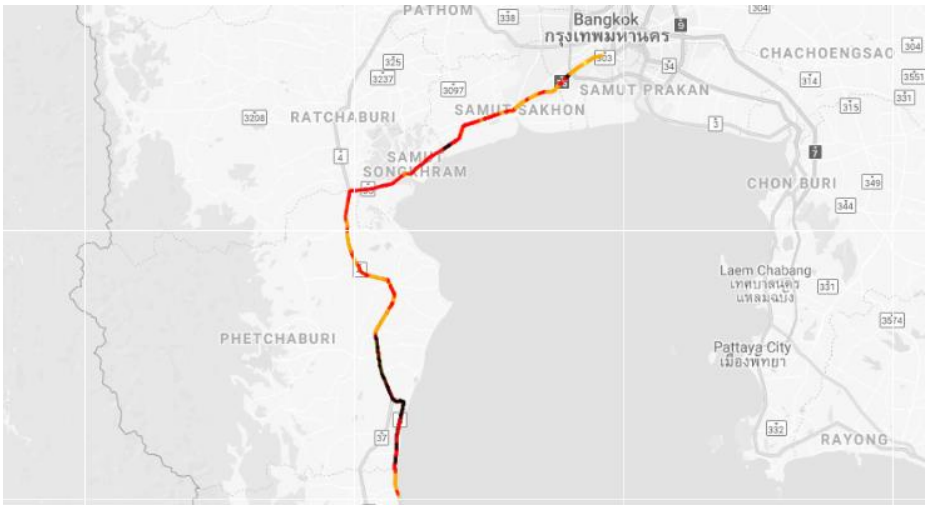
- สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ 50% ของความยาวช่วงถนนได้คะแนนตั้งแต่ 3 ดาวขึ้นไป ขณะที่ 37% ของความยาวช่วงถนนได้คะแนน 2 ดาว และ 13% ของความยาวช่วงถนนได้คะแนนเพียง 1 ดาว
- ช่วงถนนส่วนใหญ่ได้คะแนนต่ำกว่า 3 ดาวสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ คนเดินเท้าและจักรยาน

ตารางที่ 4 Star Rating สภาพสายทางปัจจุบัน

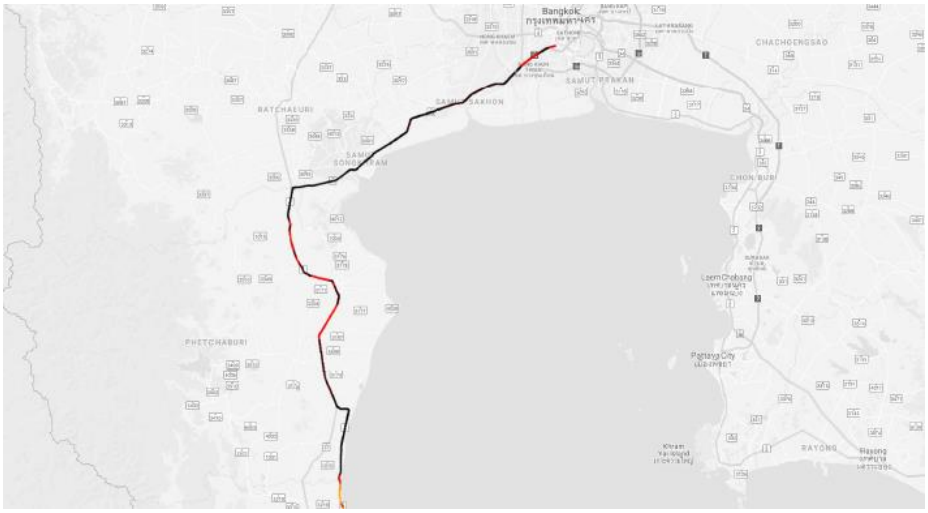
คะแนน	รถยนต์		รถจักรยานยนต์		คนเดินเท้า		จักรยาน	
	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ
5 ดาว	1.0	0.27	0.1	0.03	2.2	0.60	0.0	0.00
4 ดาว	45.3	12.45	2.6	0.71	10.3	2.83	0.0	0.00
3 ดาว	136.5	37.52	25.5	7.01	5.8	1.59	7.2	1.98
2 ดาว	132.8	36.5	119.8	32.93	9.8	2.69	2.6	0.71
1 ดาว	47.8	13.14	215.4	59.21	106.7	29.33	71.1	19.54
ระบุไม่ได้	0.4	0.11	0.4	0.11	229	62.95	282.9	77.76
รวม	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100	363.8	100

รูปที่ 4 แสดงค่า Star Rating ของถนนที่สำรวจในโครงการ สำหรับผู้ใช้รถยนต์ ในรูปแบบของแผนที่ ซึ่งแสดงถึงระดับความปลอดภัยของถนน แม้ว่าถนนกว่าร้อยละ 50 จะมีคะแนนตั้งแต่ 3 ดาวขึ้นไป แต่เมื่อสังเกตช่วงปลายถนนด้านบนของโครงข่าย พบว่ายังมีถนนที่ได้คะแนน 1 – 2 ดาว ซึ่งเป็นบริเวณที่ควรได้รับการพิจารณาปรับปรุงให้มีความปลอดภัยที่สูงขึ้น รูปที่ 5-7 แสดงข้อมูลลักษณะเดียวกันสำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์ คนเดินเท้า และผู้ขี่จักรยาน ตามลำดับ

รูปที่ 4 แผนที่ Star Rating สำหรับถนนที่สำรวจ สำหรับผู้ใช้รถยนต์



รูปที่ 5 แผนที่ Star Rating สำหรับถนนที่สำรวจ สำหรับผู้ใช้รถจักรยานยนต์



รูปที่ 6 แผนที่ Star Rating สำหรับถนนที่สำรวจ สำหรับคนเดินเท้า

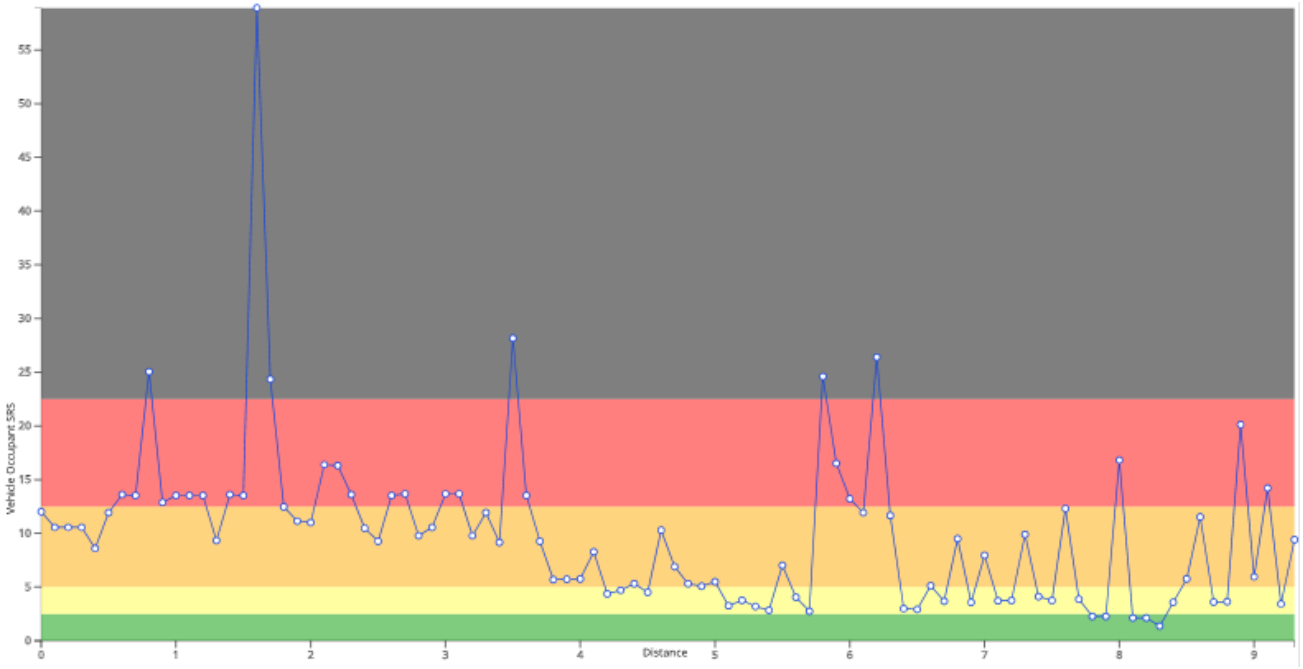
รูปที่ 7 แผนที่ Star Rating สำหรับถนนที่สำรวจ สำหรับผู้ขี่จักรยาน

3.3 เส้นความเสี่ยง

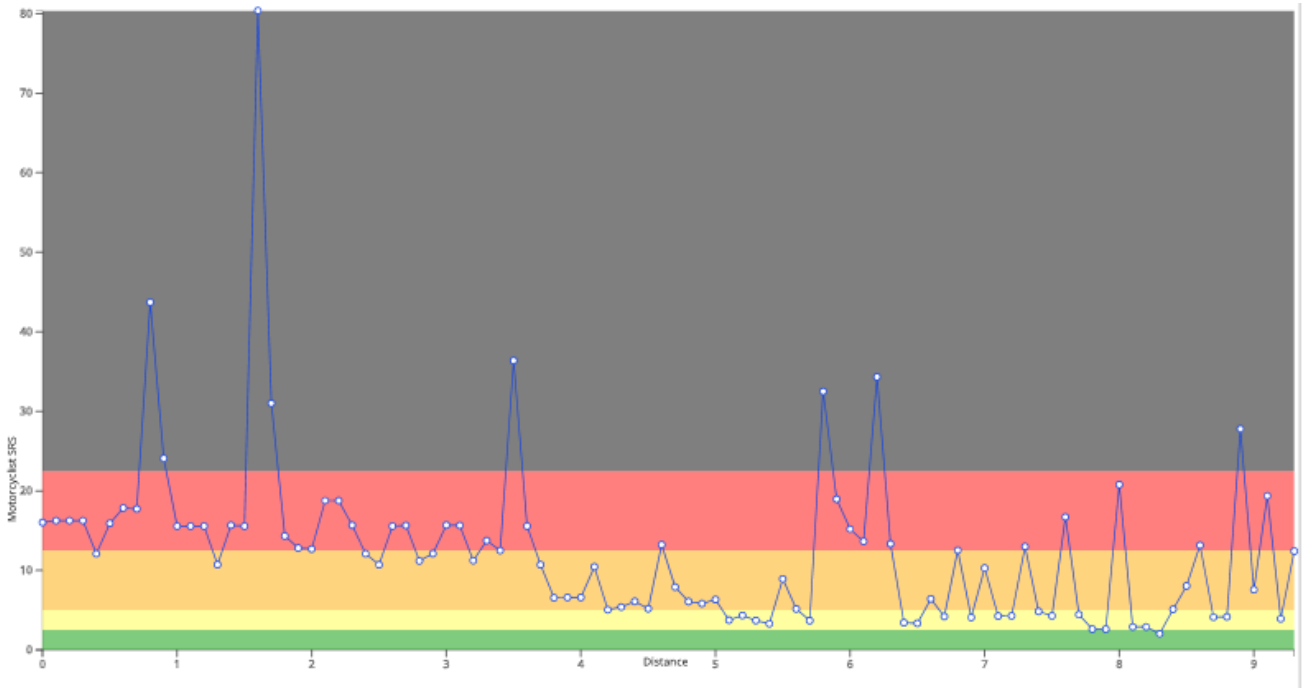
เส้นความเสี่ยงเป็นกราฟเส้นที่แสดงค่าคะแนน Star Rating Score ตามความแตกต่างไปตลอดความยาวของช่วงถนน โดยที่ SRS คือคะแนนความเสี่ยงที่เป็นพื้นฐานสำหรับสร้าง Star Rating โดยแถบ Star Rating จะแสดงในพื้นหลังของกราฟ และมีค่า SRS อยู่ด้านบน โดยแกนนอนของกราฟจะแสดงระยะของช่วงถนนที่สำรวจ รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างเส้นความเสี่ยงสำหรับเส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 602 แยกตามประเภทของผู้ใช้ถนน ได้แก่ ผู้ขับขี่รถยนต์ ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ คนเดินเท้า และผู้ขับขี่จักรยาน โดยรายละเอียดสำหรับแต่ละสายทางแสดงในภาคผนวก ข ของรายงานฉบับนี้

รูปที่ 8 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 602

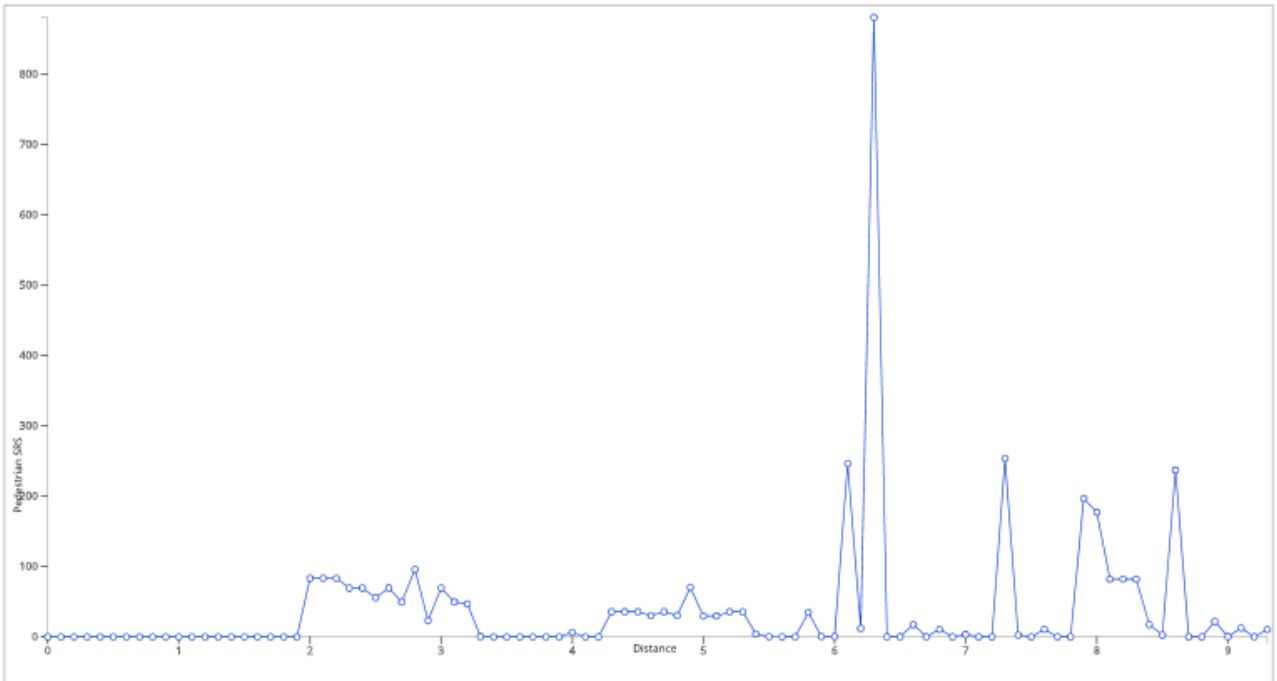
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



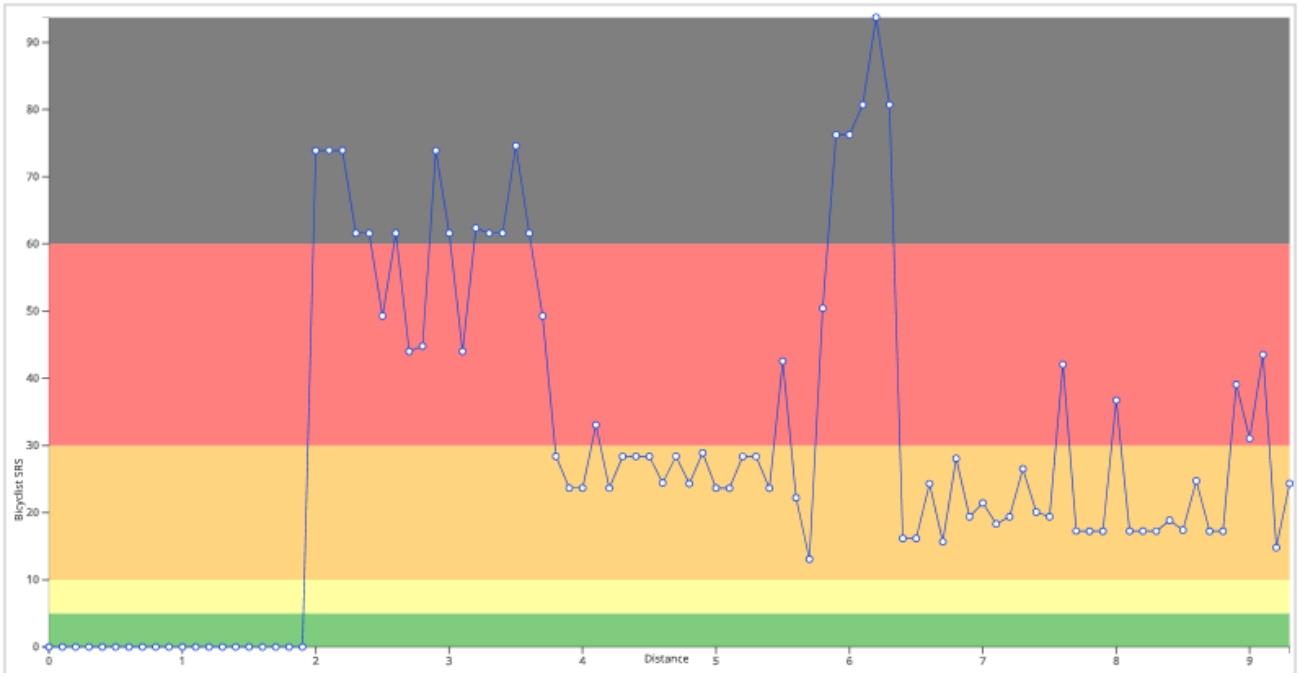
(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์



(c) คนเดินเท้า



(d) ผู้ขี่จักรยาน

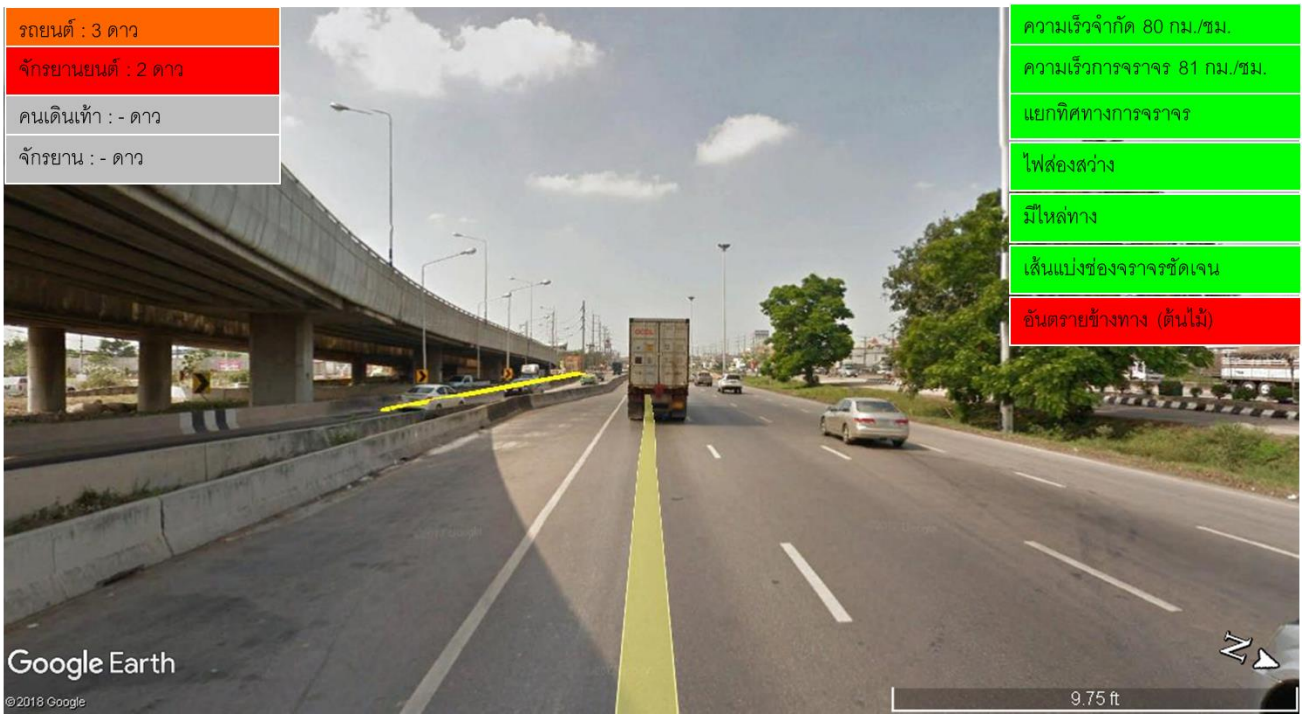


3.4 รูปภาพจากการประเมิน Star Rating

รูปภาพต่อไปนี้แสดงตัวอย่างของช่วงสายทาง พร้อมค่า Star Ratings สำหรับผู้ใช้ทางแต่ละประเภท และค่าคุณลักษณะต่างๆ ของถนนที่ส่งผลต่อค่าคะแนน Star Rating

รูปที่ 9 ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 100

รูปที่ 10 ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 201



รูปที่ 11 ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 202

รูปที่ 12 ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 301

รูปที่ 13 ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 302

รูปที่ 14 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 402

รูปที่ 15 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 501

รูปที่ 16 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 502 (ช่วงที่ 1)

รูปที่ 17 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 502 (ช่วงที่ 2)

รูปที่ 18 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 503

รูปที่ 19 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 602

3.5 การเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัส

ในการสอบเทียบแบบจำลอง iRAP จำเป็นต้องประมาณจำนวนของการเสียชีวิตที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายถนนที่สำรวจ โดยตามแบบจำลอง iRAP จะต้องพิจารณาการกระจายตัวของการเสียชีวิตตามประเภทของผู้ใช้ถนนและอัตราส่วนของการเสียชีวิตต่อการบาดเจ็บสาหัส ผู้วิจัยอาศัยข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปีล่าสุด (พ.ศ. 2558-2560 / ค.ศ. 2015-2017) จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยการเสียชีวิตทางถนนรายปีบนโครงข่ายที่สำรวจ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลอุบัติเหตุที่ใช้ในการศึกษา

ถนน	ข้อมูลการเสียชีวิตจาก อุบัติเหตุทางถนน (2015-2017)	ข้อมูลอุบัติเหตุทางถนน (2015-2017)	ค่าเฉลี่ยการเสียชีวิตต่อปี (ปรับทศนิยมขึ้น)	ค่าเฉลี่ยอุบัติเหตุต่อปี (ปรับทศนิยมขึ้น)
ทล.35 ตอนที่ 100	2	351	1	117
ทล.35 ตอนที่ 201	12	544	4	182
ทล.35 ตอนที่ 202	17	151	6	51
ทล.35 ตอนที่ 301	22	209	8	70
ทล.35 ตอนที่ 302	3	27	1	9
ทล.4 ตอนที่ 402	35	194	12	65
ทล.4 ตอนที่ 501	20	99	7	33
ทล.4 ตอนที่ 502	22	109	7	30
ทล.4 ตอนที่ 503	18	62	6	21
ทล.4 ตอนที่ 602	0	0	0	0
รวม	**147**	**1725**	**52**	**578**

ค่าประมาณของผู้เสียชีวิต 84 คนต่อปี และผู้บาดเจ็บสาหัส 841 คนต่อปี เป็นค่าสถิติที่นำไปใช้เพื่อกระจายตามโครงข่ายถนนที่สำรวจ ตามค่าเฉลี่ยต่อปีของการเสียชีวิต (จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี) รวมกับค่าปัจจัยการรายงานที่ต่ำกว่าความเป็นจริงที่มีค่าเท่ากับ 1.7 ดังระบุในรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนนปี 2558 (Global Status Report on Road Safety 2015) โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) [1] เอกสารสาระสำคัญของวิธีการประเมิน iRAP [2] (iRAP Methodology Factsheets) อธิบายวิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าจำนวนการบาดเจ็บสาหัสและต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุทางถนนสำหรับโครงการ iRAP ซึ่งวิธีการเหล่านี้ถูกประยุกต์ใช้อย่างสากลด้วย iRAP และร่วมดำเนินงานวิจัยโดย McMahon and Dahdah (2008) ซึ่งถือเป็นวิธีการที่แนะนำโดย Global Road Safety Facility สำหรับโครงการ iRAP และเนื่องจากขาดข้อมูลของจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสของโครงข่ายถนนที่สำรวจ การประมาณค่าจึงต้องใช้อัตราส่วนผู้บาดเจ็บสาหัสสำหรับทุกถนนที่มีการเสียชีวิต

[1] WHO Global status report on road safety 2018 https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

[2] http://irap.org/en/about-irap-3/methodology

3.5.1 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัส

McMahon และ Dahdah (2008) แนะนำค่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสสามารถประมาณค่า ดังนี้

- ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิต = 70 x ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ต่อรายได้ (ราคาปัจจุบัน)
- ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการบาดเจ็บสาหัส = 0.25 x ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิต

จากค่าข้างต้น เมื่อคำนวณเป็นต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์สำหรับประเทศไทย

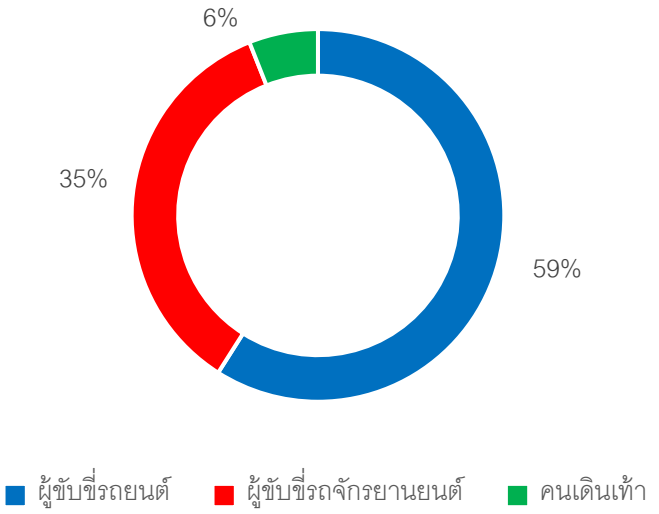
- ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิตในประเทศไทยประมาณ 70 x 214,437.62 บาท = 15.01 ล้านบาท (442,370 เหรียญสหรัฐ)
- ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการบาดเจ็บสาหัสประมาณ 0.25 x 15.01 ล้านบาท = 3.75 ล้านบาท (115,387 เหรียญสหรัฐ)

ดังนั้น ค่าประมาณของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสบนโครงข่ายถนนที่สำรวจเพียงอย่างเดียวจะมีค่าต้นทุนเท่ากับ 17.29 พันล้านบาท (533.66 ล้านเหรียญสหรัฐ) ต่อปี

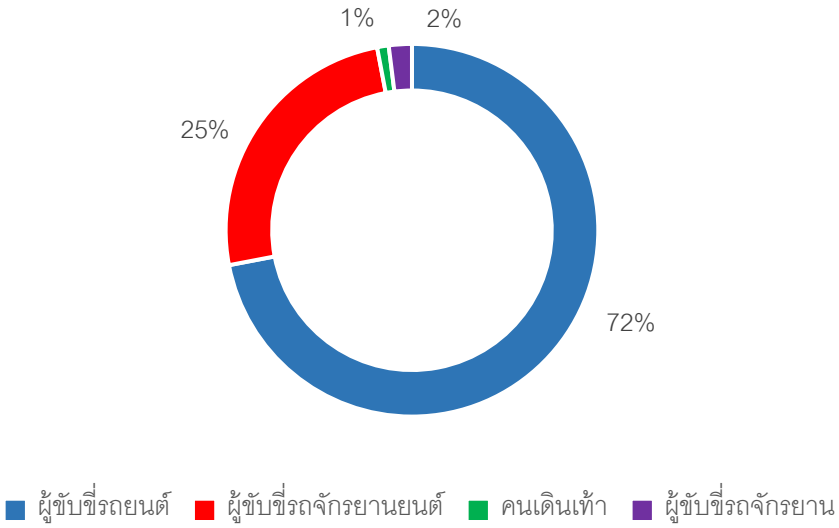
3.5.2 การเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสตามประเภทของผู้ใช้ถนน

จากข้อมูลสถิติอุบัติเหตุบนทางหลวงจากฐานข้อมูลสารสนเทศการรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) ระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2560 ได้สะท้อนถึงสัดส่วนของผู้เสียชีวิตและผู้ได้รับบาดเจ็บสาหัสบนโครงข่ายถนนดังนี้ ผู้ขับขี่รถยนต์ 59% ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ 35% และคนเดินเท้า 6% สำหรับทางหลวงหมายเลข 35 และคิดสัดส่วนที่เป็นผู้ขับขี่รถยนต์ 72% ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ 25% คนเดินเท้า 1% และผู้ขี่จักรยาน 2% สำหรับทางหลวงหมายเลข 4 ดังรูปที่ 20 และ 21 ตามลำดับ

รูปที่ 20 สัดส่วนของผู้ประสบเหตุบนทางหลวงหมายเลข 35



รูปที่ 21 สัดส่วนของผู้ประสบเหตุบนทางหลวงหมายเลข 4 (ช่วง กม. 125+000 ถึง 217+500)



4. แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Roads Investment Plans)

iRAP สามารถพิจารณาทางเลือกสำหรับการปรับปรุงถนนมากกว่า 90 ทางเลือก เพื่อรองรับความคุ้มค่าของแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plans: SRIP) โดยตัวเลือกของการปรับปรุงถนนจะมีตั้งแต่จากตัวเลือกที่มีต้นทุนต่ำ (เช่น การทาสีตีเส้นจราจรและการสร้างเกาะที่พักสำหรับคนข้ามถนน) ไปจนถึงตัวเลือกที่มีต้นทุนสูง (เช่น การยกระดับทางแยกและการสร้างถนนแบบเต็มรูปแบบ)

แผนการพัฒนาประกอบไปด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประมาณจำนวนของผู้เสียชีวิตและผู้บาดเจ็บสาหัสกระจายบนโครงข่ายถนน ตามแนวคิด Star Ratings และข้อมูลปริมาณการจราจร
2. สำหรับช่วงถนนทุก ๆ 100 เมตร จะพิจารณาทางเลือกในการปรับปรุงจากการลดลงได้ของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บ ยกตัวอย่างเช่น สำหรับช่วงของถนนที่มี Star Rating ของคนเดินเท้าต่ำและมีกิจกรรมของคนเดินเท้าสูง กิจกรรมที่เสนอเป็นทางเลือกอาจได้แก่ทางเดินเท้า หรือทางข้ามสำหรับคนเดินเท้า เป็นต้น
3. ทางเลือกในการปรับปรุงจะถูกประเมินเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพในการรองรับความคุ้มค่าของแผนการลงทุน โดยผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจวัดได้จากการป้องกันได้ของการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสทางถนน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดจะต้องมีค่ามากกว่าต้นทุนของการก่อสร้างและบำรุงรักษา (นั่นก็คือ จะต้องมีอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน หรือ BCR มากกว่า 1) ในหลาย ๆ กรณีอาจจะกำหนดเกณฑ์ของ BCR ให้มากกว่า 1 ก็ได้ ซึ่งจะส่งผลต่อการลดต้นทุนทั้งหมดของแผน กรณีนี้จะทำให้แน่ใจได้ว่าแผนการปรับปรุงดังกล่าวจะมีความเป็นไปได้และยังมีผลตอบแทนเป็นบวกในการลงทุน เกิดความคุ้มค่าในการใช้งบประมาณจากภาครัฐ

แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น หรือ SRIP จะแสดงรายการของมาตรการความปลอดภัยทางถนนที่มีความคุ้มค่า โดยเป็นแผนที่เหมาะสมกับการลดความเสี่ยงบนถนนที่สำรวจ ทั้งนี้มาตรการที่เสนอในแต่ละมาตรการจะตั้งอยู่บนหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าหากดำเนินการแล้วจะเกิดความคุ้มค่าและสามารถช่วยป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้ อย่างไรก็ตาม มาตรการเหล่านี้ควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติม รวมไปถึงการจัดลำดับความสำคัญ การวางแนวคิดและรายละเอียดการออกแบบก่อนการดำเนินงาน ดังนั้น ผู้ที่มี

ส่วนร่วมโครงการ เช่น วิศวกรจากสถาบันทรัพยากรโลก (WRI) ควรมีส่วนร่วมในการออกแบบมาตรการการปรับปรุงที่ได้นำเสนอ และควรช่วยตรวจสอบมาตรการที่เสนอก่อน

แผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น หรือ SRIP สามารถแสดงตัวเลือกของมาตรการที่สามารถช่วยป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดต่องบประมาณที่ต้องจ่ายไป โดยแผนส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่

- การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการหลุดออกนอกสายทาง
- กำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง
- การปรับปรุงคุณภาพทางโค้งให้รองรับการจราจรที่ความเร็วเหมาะสม
- การปรับปรุงปรับปรุงสัญลักษณ์จราจรบนพื้นทาง

แผนการลงทุนที่สร้างขึ้นอาศัยเกณฑ์ BCR โดยที่จะต้องมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 1 (นั่นคือ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละมาตรการที่ต้องใช้อย่างน้อยต้องมีค่าเท่ากับต้นทุน) และแสดงในส่วนของ FSIs ที่ป้องกันได้ ภาพรวมของแผนสามารถแสดงได้ในตารางที่ 6 โดยข้อมูลที่แสดงในตารางด้านล่างเป็นการสรุปรายละเอียดที่มีอยู่ภายในซอฟแวร์ออนไลน์ iRAP

แผนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการลงทุน 6.13 พันล้านบาทจะช่วยลดจำนวนการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสลงได้ถึง 63% ป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้ 11,592 คน ตลอดช่วงเวลา 20 ปี โดยที่อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุนโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4:1 ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

รายการของมาตรการปรับปรุงเพื่อการตรวจสอบต่อไปชี้ให้เห็นว่า การปรับปรุงความปลอดภัยที่สำคัญสามารถทำให้โครงข่ายถนนที่สำรวจผ่านการดำเนินการด้านความปลอดภัยทางที่สำคัญหลายมาตรการ อาทิ การปรับปรุงความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance (paved road) อาจช่วยป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้มากกว่า 3,243 คน ในช่วงเวลา 20 ปี ในขณะที่การติดตั้งราวกันอันตรายข้างทาง ฝั่งผู้โดยสาร (Roadside barriers - passenger side) จะสามารถช่วยลดการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้ 2,502 คน ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน รวมถึงมาตรการติดตั้งแถบแจ้งเตือนบนไหล่ทาง (Shoulder rumble strips) สามารถป้องกันการเสียชีวิตและการบาดเจ็บสาหัสได้มากกว่า 1,168 คน ในระยะเวลา 20 ปี

แผนที่แสดงตำแหน่งของแต่ละมาตรการที่ระบุไว้ในแผนการลงทุนเพื่อความปลอดภัยยิ่งขึ้น (Safer Road Investment Plan) สามารถดูเพิ่มเติมได้ใน SRIP Table ของระบบ ViDA ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 22 ถึงรูปที่ 30

รายละเอียดของแต่ละมาตรการที่แนะนำ รวมถึง คำอธิบายตำแหน่งที่ตั้ง ข้อมูลการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ (Geo-reference Data) และข้อมูลเชิงเศรษฐกิจ สามารถพิจารณาได้โดยการคลิกบนไอคอนแต่ละตัวภายในซอฟแวร์

นอกจากนี้ แผนต่อเนื่อง (Strip Plans) ที่แสดงตำแหน่งตามระยะทางของมาตรการแนะนำถึง 5 มาตรการสำหรับถนนแต่ละช่วง สามารถใช้งานได้บน ViDA ซึ่งเป็นซอฟแวร์ออนไลน์ iRAP ได้ที่ http://vida.irap.org/

ผู้สนใจสามารถพิจารณาคำอธิบายของมาตรการเหล่านี้ และการบำรุงรักษาความปลอดภัยทางถนนอื่น ๆ อีกมากมาย รวมถึงคำแนะนำในประเด็นการนำไปใช้และประสิทธิภาพของการลดอุบัติเหตุ ได้จากชุดเครื่องมือความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Toolkit) ที่ http://toolkit.irap.org

ตารางที่ 6 มาตรการของแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น (BCR ≥ 1)

มาตรการเพื่อถนนที่ปลอดภัย	ความยาว /พื้นที่ศึกษา	FSI ที่ลดได้ (20 ปี)	BCR
เพิ่มผิวไหล่ทาง กว้างมากกว่า 1 เมตร ฝั่งผู้โดยสาร (Shoulder sealing passenger side (>1m))	18.30 กม.	68	1
ปรับปรุงความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance (paved road))	251.00 กม.	3,243	4
ติดตั้งแถบแจ้งเตือนบนไหล่ทาง (Shoulder rumble strips)	305.80 กม.	1,168	18
กำจัดสิ่งกีดขวางที่บดบังวิสัยทัศน์ (Sight distance (obstruction removal))	33.50 กม.	1,120	73
การทาสี และปรับปรุงสัญลักษณ์การจราจรบริเวณทางแยก (Delineation and signing (intersection))	61 sites	431	30
ปรับปรุงสัญลักษณ์จราจรบนพื้นทาง (Improve Delineation)	134.40 กม.	400	6
เพิ่มผิวไหล่ทาง กว้างมากกว่า 1 เมตร ฝั่งคนขับ (Shoulder sealing driver side (>1m))	44.10 กม.	162	1
ติดตั้งราวกันอันตรายข้างทาง ฝั่งผู้โดยสาร (Roadside barriers - passenger side)	208.20 กม.	2,502	2
ทำรั้วกั้นสำหรับคนเดินเท้า (Pedestrian fencing)	53.80 กม.	311	7
ซ่อมแซมผิวถนน (Road surface rehabilitation)	11.50 กม.	161	2
สร้างทางเท้าพร้อมรั้วกัน ฝั่งผู้โดยสาร (Footpath provision passenger side (with barrier))	2.00 กม.	13	1
ติดตั้งราวกันอันตรายข้างทาง ฝั่งคนขับ (Roadside barriers - driver side)	4.90 กม.	41	1
ก่อสร้างช่องทางจักยานต์ยนต์บนถนน (Motorcycle Lane (Construct on-road))	35.60 กม.	58	18
เพิ่มช่องทางรถจักรยานยนต์ ด้วยการทาสีบนถนน (Motorcycle Lane (Painted logos only on-road))	154.30 กม.	59	10
เพิ่มทางม้าลาย (Side road unsignalised pedestrian crossing)	7 sites	1	2
เพื่อช่องทางเลี้ยวบริเวณ 3 แยก (Protected turn lane (unsignalised 3 leg))	25 sites	239	2
ควบคุมทางเชื่อมทางหลวง (Restrict/combine direct access points)	32.30 กม.	247	4
มาตรการลดความเร็วการจราจร (Traffic calming)	7.10 กม.	249	14
ติดตั้งสัญญาณไฟแก่ทางสามแยก (Signalise intersection (3-leg))	14 sites	495	11
เพิ่มแสงไฟบริเวณทางแยก (Street lighting (intersection))	24 sites	81	5
เพิ่มแสงไฟบริเวณเกาะกลาง (Street lighting (mid-block))	24.10 กม.	30	1
ขยายช่องจราจร กว้างมากกว่า 0.5 เมตร (Lane widening (up to 0.5m))	3.50 กม.	67	2
เพิ่มทางม้าลาย และติดตั้งสัญญาณไฟคนข้ามถนน (Side road signalised pedestrian crossing)	13 sites	8	2
สร้างทางเท้า (ไม่ทางการ) ฝั่งผู้โดยสาร ห่างจากช่องทางจราจรมากกว่า 1 เมตร (Footpath provision passenger side (informal path >1m))	5.40 กม.	4	6
ปรับปรุงคุณภาพทางโค้ง (Improve curve delineation)	0.50 กม.	4	35
เพิ่มรั้วกันบนเกาะกลางถนน (Central median barrier (no duplication))	0.90 กม.	174	36
เพิ่มช่องทางจักรยานริมถนน (Bicycle Lane (off-road))	61.70 กม.	59	3
สร้างช่องทางจักรยานยนต์แยกจากถนน (Motorcycle Lane (Segregated))	6.80 กม.	11	2
กำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง ฝั่งผู้โดยสาร (Clear roadside hazards - passenger side)	4.70 กม.	18	14
กำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง ฝั่งคนขับ (Clear roadside hazards - driver side)	6.40 กม.	7	4
เพิ่มช่องทางกลับรถตรงเกาะกลางถนน (Central turning lane full length)	1.60 กม.	146	13
ก่อสร้างวงเวียน (Roundabout)	1 site	6	1
กำจัดสิ่งอันตรายข้างทางบนเกาะกลางถนน ฝั่งผู้โดยสาร (Clear roadside hazards (seg MC lane) passenger side)	4.40 กม.	5	53
กำจัดสิ่งอันตรายข้างทางบนเกาะกลางถนน ฝั่งคนขับ (Clear roadside hazards (seg MC lane) driver side)	4.00 กม.	4	53

หมายเหตุ.

FSI = การสูญเสียชีวิต และการบาดเจ็บสาหัส (*fatal and seriously injured*)

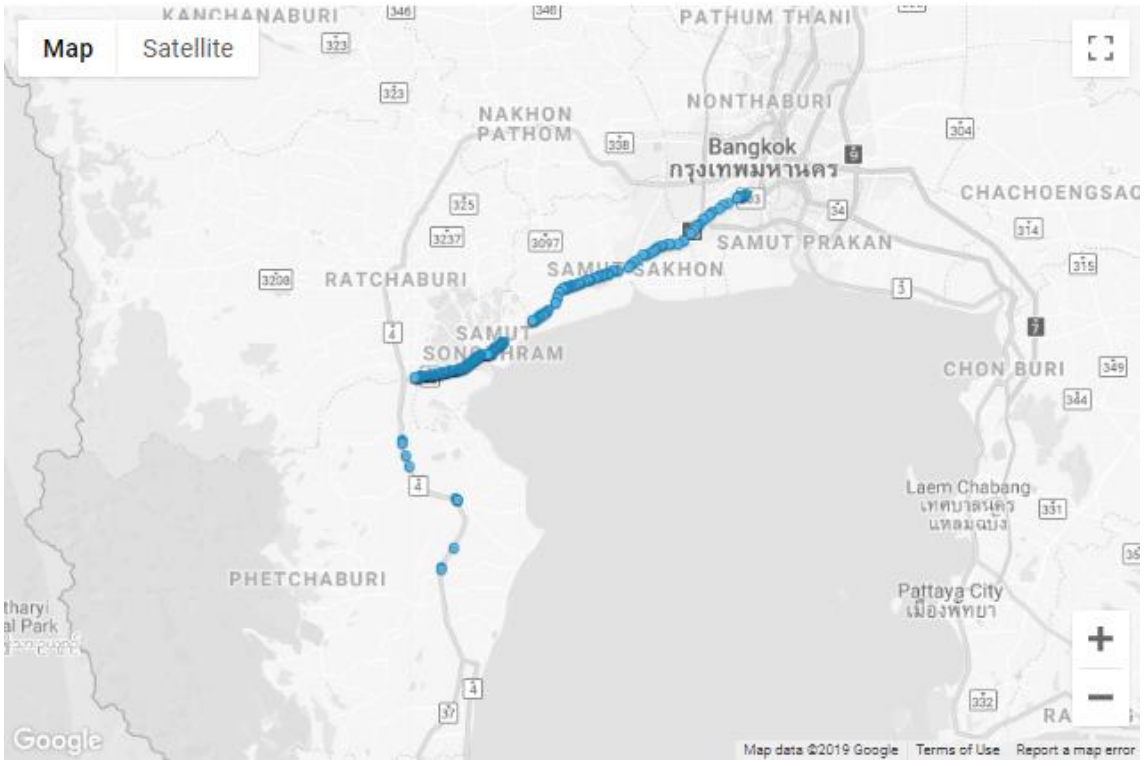
BCR = อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน *(benefit cost ratio)*

ตารางที่ 7 สรุปแผนการลงทุน

รายละเอียด	ผลสรุป
มูลค่าปัจจุบันของการลงทุน	6.13 พันล้านบาท
จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสที่สามารถป้องกันได้ (20 ปี)	11,592 คน
มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ด้านความปลอดภัย	22.8 พันล้านบาท
ต้นทุนต่อผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสที่สามารถป้องกันได้	528,868 บาท
อัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost Ratio: BCR)	4
ร้อยละการลดลงของการเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส	63%

รูปที่ 22 แสดงตำแหน่งที่ควรได้รับการปรับปรุงระยะการมองเห็นที่จำกัดจากสิ่งกีดขวางข้างทาง ซึ่งจะส่งผลต่อระยะเวลาในการตัดสินใจ และระยะทางในการหยุดยานพาหนะ โดยการกำจัดสิ่งขีดขวางข้างทาง เช่น ต้นไม้ ป้ายบอกทางหรือป้ายโฆษณา และสิ่งก่อสร้างชั่วคราวข้างทาง เมื่อผู้ขับขี่มีระยะการมองเห็นที่เพียงพอจะช่วยให้ผู้ขับขี่รับรู้ถึงสภาพสายทางและสภาพข้างทางอันต รายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจในการขับขี่ได้อย่างปลอดภัย อีกทั้งยังช่วยให้คนเดินเท้า และผู้ขี่จักรยานตัดสินใจในการข้ามทางได้อย่างปลอดภัย โดยมีตัวอย่างสภาพข้างทางบดบังทัศนวิสัยดังรูปที่ 23

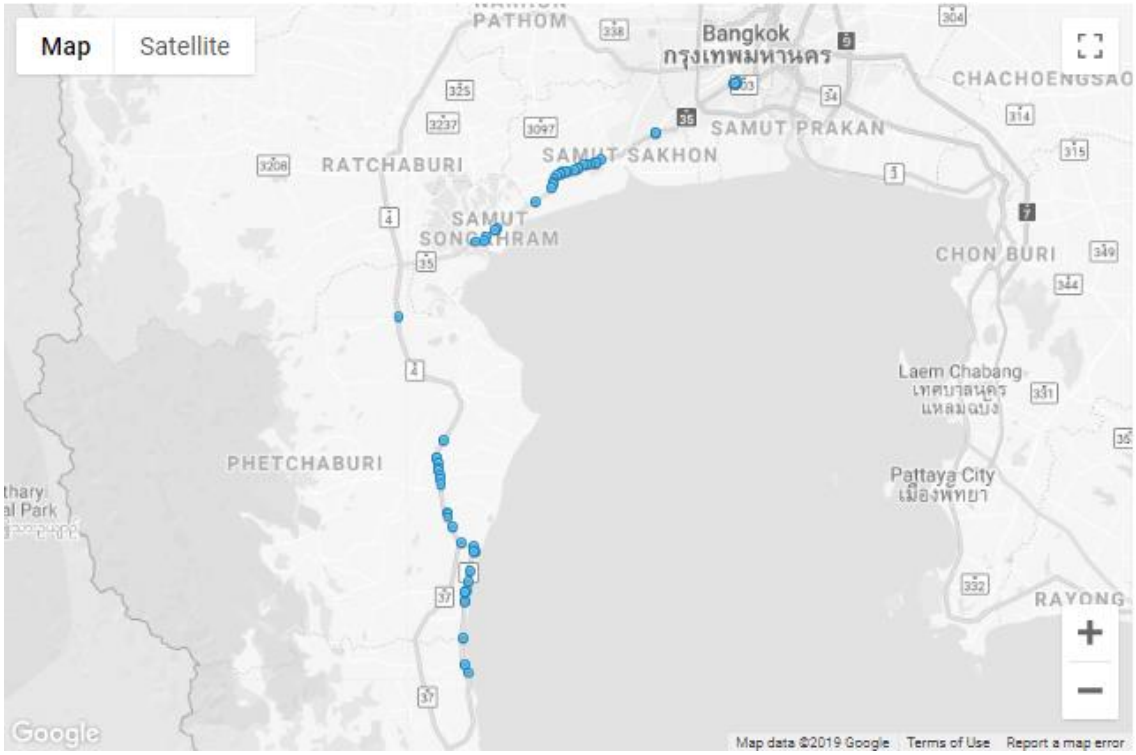
รูปที่ 22 ตัวอย่างแผนที่แสดงตำแหน่งของการใช้มาตรการ (กำจัดสิ่งกีดขวางที่บดบังวิสัยทัศน์)



รูปที่ 23 ตัวอย่างสภาพสายทางที่มีสิ่งกีดขวางที่บดบังวิสัยทัศน์

รูปที่ 24 แสดงตำแหน่งทางแยกที่ควรได้รับการปรับปรุงสัญลักษณ์บนพื้นทางซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ช่วยให้ผู้ขับที่สามารถเข้าใจและรับรู้ถึงสภาพสายทางข้างหน้า และสามารถหยุด หรือชะลอความเร็วในตำแหน่งที่เหมาะสม รวมถึงเลือกใช้ช่องจราจรที่ถูกต้อง ดังนั้นในบริเวณที่มีความเสี่ยง หรือระยะการมองเห็นที่จำกัด สัญลักษณ์จราจรบนพื้นทางจะเป็นเสมือนข้อแนะนำในการใช้ทางให้แก่ผู้ขับขี่ โดยตัวอย่างสัญลักษณ์การจราจรบริเวณทางแยกไม่สมบูรณ์แสดงดังรูปที่ 25

รูปที่ 24 ตัวอย่างแผนที่แสดงตำแหน่งของการใช้มาตรการ (การทาสี และปรับปรุงสัญลักษณ์การจราจรบริเวณทางแยก)



รูปที่ 25 ตัวอย่างสภาพสายทางที่มีสัญลักษณ์การจราจรบริเวณทางแยกไม่สมบูรณ์

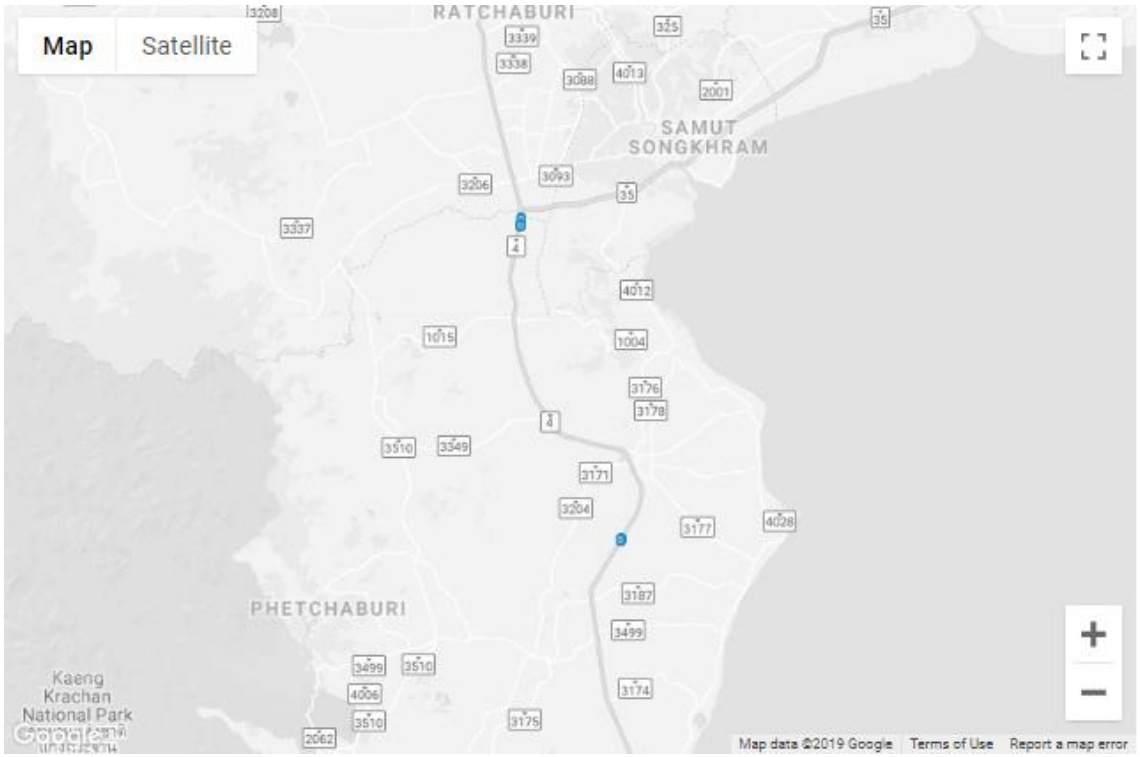
รูปที่ 26 แสดงตำแหน่งที่ควรได้รับการพิจารณามาตรการในการควบคุมความเร็วที่เหมาะสมเนื่องจากสภาพข้างทางมีความเสี่ยงต่อการชนจากการที่มีการจราจรทางเชื่อม หรือสถานที่ข้างทางที่มีกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดการใช้ทางที่ทำให้เกิดจุดตัดของกระแสจราจรบนทางหลัก เช่น การเข้าออกสถานีเติมน้ำมัน หรือร้านค้า คนเดินเท้าจากอาคารที่พัก รวมถึงบริเวณทางเชื่อมทางแยก ดังตัวอย่างในรูปที่ 27 ซึ่งอาจจะต้องพิจารณาถึงการกำหนดความเร็วจำกัด การบังคับทางกฎหมาย และการใช้นวัตกรรมการตรวจจับความเร็ว

รูปที่ 26 ตัวอย่างแผนที่แสดงตำแหน่งของการใช้มาตรการ (มาตรการลดความเร็วการจราจร)

รูปที่ 27 ตัวอย่างสภาพสายทางที่ความเร็วการจราจรเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

รูปที่ 28 แสดงตำแหน่งที่ควรได้รับการติดตั้งราวกันอันตรายบริเวณเกาะกลางถนน เพื่อลดความเสี่ยงจากการชนประสานงาจากการจราจรในแต่ละทิศทาง เนื่องจากเป็นถนนสายหลักที่มีความเร็วการจราจรค่อนข้างสูงจึงควรมีการแบ่งทิศทางการจราจรด้วยอุปกรณ์ที่ช่วยในป้องกันไม่ให้ยานพาหนะเดินทางข้ามไปยังทิศทางฝั่งตรงข้าม ดังตัวอย่างสภาพสายทางในรูปที่ 29 ซึ่งแม้ว่าจะมีเกาะกลางถนนแล้ว แต่เกาะรูปแบบดังกล่าวยังมีโอกาสที่ยานพาหนะข้ามฝั่งได้

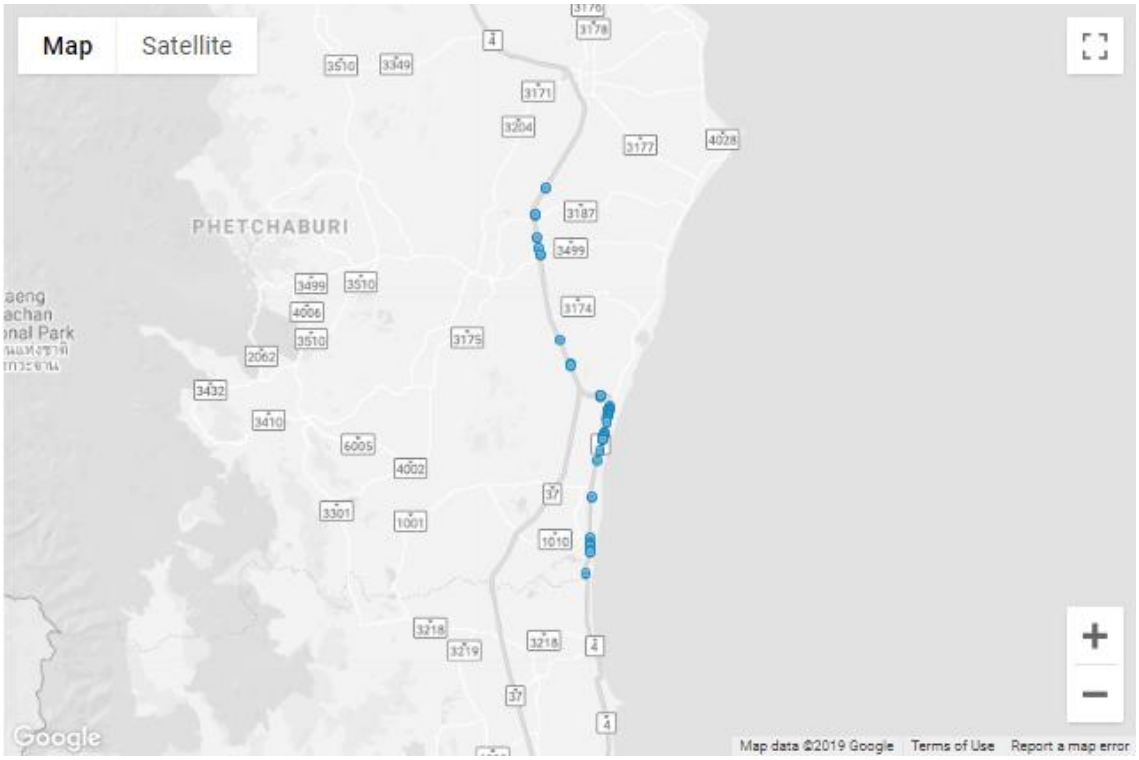
รูปที่ 28 ตัวอย่างแผนที่แสดงตำแหน่งของการใช้มาตรการ (เพิ่มราวกันอันตรายบนเกาะกลางถนน)



รูปที่ 29 ตัวอย่างสภาพสายทางที่ไม่มีราวกั้นแบ่งทิศทางจราจร

รูปที่ 30 แสดงตำแหน่งที่ควรกำจัดสิ่งอันตรายข้างทางที่อาจจะเพิ่มความรุนแรงของการชนหากผู้ขับขี่หลุดออกนอกช่องทางจราจร ในกรณีที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เช่น สิ่งก่อสร้างแข็ง เสาไฟ ต้นไม้ขนาดใหญ่ ในกรณีที่ไม่สามารถกำจัดสิ่งอันตรายข้างทางได้ อาจจะพิจารณาติดตั้งราวกันอันตราย เพื่อลดแรงปะทะระหว่างยานพาหนะและสิ่งอันตรายดังกล่าว โดยมีตัวอย่างสิ่งอันตรายข้างทางในรูปที่ 31

รูปที่ 30 ตัวอย่างแผนที่แสดงตำแหน่งของการใช้มาตรการ (กำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง ฝั่งผู้โดยสาร)



รูปที่ 31 ตัวอย่างสภาพสายทางที่มีอันตรายข้างทางฝั่งผู้โดยสาร

4.1 Star Rating หลังจากการดำเนินมาตรการแก้ไข

ตาราง Star Rating (หลังจากดำเนินมาตรการแก้ไข) แสดงรายละเอียดของการคาดการณ์ค่า Star Rating ภายใต้มาตรการที่ดำเนินการ

ตารางที่ 8 Star Rating หลังจากดำเนินมาตรการแก้ไข

คะแนน	รถยนต์		รถจักรยานยนต์		คนเดินเท้า		จักรยานยนต์	
	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ
5 ดาว	88.5	24.33	1.0	0.27	57.9	15.92	60.4	16.60
4 ดาว	154.6	42.50	36.0	9.90	21.3	5.85	1.5	0.41
3 ดาว	112.5	30.92	188.2	51.73	10.3	2.83	12.0	3.30
2 ดาว	5.9	1.62	120.9	33.23	7.4	2.03	4.9	1.35
1 ดาว	1.9	0.52	17.3	4.76	37.9	10.42	2.1	0.58
ระบุไม่ได้	0.4	0.11	0.4	0.11	229	62.95	282.9	77.76
รวม	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100.00	363.8	100.00

ผลจากการวิเคราะห์ Star Rating หลังจากดำเนินมาตรการแก้ไข แสดงให้เห็นว่าจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการเพิ่มสัดส่วนของสายทางที่ได้ค่าคะแนนตั้งแต่ระดับ 3 ดาวขึ้นไป จากร้อยละ 50 เป็นร้อยละ 97 สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ นอกจากนี้ สัดส่วนของสายทางที่ได้ระดับ 1 ดาวจะลดลงจากร้อยละ 13 เหลือเพียงต่ำกว่าร้อยละ 1

ถึงแม้ว่ามาตรการในการปรับปรุงจะได้รับการดำเนินการ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าร้อยละ 2 ของถนนที่สำรวจอาจจะยังคงมีความเสี่ยงสูง (1 หรือ 2 ดาว) สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ ดังนั้นจึงควรศึกษาหามาตรการอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ รวมไปถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนนอื่น ๆ มาใช้ควบคู่กันไปด้วย อาทิเช่น การให้ความรู้แก่ผู้ขับขี่ การ

จัดการความเร็ว และการบังคับใช้กฎหมาย การวางผังเมืองที่สามารถแยกยานพาหนะที่ใช้ความเร็วสูงออกจากกลุ่มผู้ใช้ถนนอื่น ๆ ที่มีความเสี่ยง (Vulnerable Road Users) เป็นต้น

4.2 การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

ค่า Crash Modification Factors เป็นค่าที่ใช้เพื่อการประมาณการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุทางถนนที่คาดว่าสามารถป้องกันได้ โดยอาศัยมาตรการปรับปรุงต่าง ๆ ที่เสนอในแผนการลงทุน ทั้งนี้ รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Crash Modification Factors ที่ใช้ในแบบจำลองสามารถดูได้ใน iRAP Road Attribute Risk Factor Factsheets จากเว็บไซต์ของ iRAP (http://irap.org/about-irap-3/methodology)

ผลจากการวิเคราะห์ประมาณว่าผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส (FSIs) สามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 63 โดยจะช่วยป้องกันการสูญเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสได้ 11,592 คน ตลอดช่วงการศึกษา 20 ปี หากมีการดำเนินการมาตรการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

โครงการ: **BIGRS Bangkok** สำหรับเส้นทางหลวงระหว่างกรุงเทพฯ-หัวหิน			
ระยะทางสำรวจ	364.0 กิโลเมตร		
การลงทุน	6.13 พันล้านบาท	190 ล้านเหรียญสหรัฐ	
ผลประโยชน์ (20 ปี)	22.8 พันล้านบาท	706 ล้านเหรียญสหรัฐ	
สัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน Benefit cost ratio (BCR)	4		
จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส	ผู้เสียชีวิต (ต่อปี)	เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส (ต่อปี)	เสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัส (20 ปี)
ก่อนใช้มาตรการ	84	925	18,494
หลังใช้มาตรการ	31	345	6,902
จำนวนการสูญเสียที่ป้องกันได้	53	580	11,592
ร้อยละที่ลดลง	63%		
ต้นทุนต่อการเสียชีวิตและบาดเจ็บสาหัสที่ป้องกันได้	528,868 บาท	16,395 เหรียญสหรัฐ	

หมายเหตุ: ผลรวมอาจไม่เท่ากันเนื่องจากการปัดเศษ

อัตราแลกเปลี่ยน 1 บาท = 0.031 เหรียญสหรัฐ (อ้างอิงเดือนธันวาคม 2561)

5. การนำไปปฏิบัติ และข้อเสนอแนะ

รายงานฉบับนี้แสดงให้เห็นว่าสภาพโครงสร้างพื้นฐานด้านถนนยังคงก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้ใช้ทางบนโครงข่ายสายทางที่ได้ศึกษา แม้ว่าทางถนนในโครงการนี้เป็นทางหลวงพิเศษที่มีการออกแบบตามมาตรฐานชั้นทางสูง แต่ก็พบว่าบางส่วนของโครงข่ายมีคะแนนอยู่ในช่วง 1 ถึง 2 ดาว (จากคะแนนเต็ม 5 ดาว) เท่านั้นสำหรับผู้ใช้ทางประเภทรถยนต์ ผลจากการศึกษาได้นำเสนอมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนที่มีความคุ้มค่า และสามารถลดความเสี่ยงและความรุนแรงของการเกิดุบัติเหตุทางถนน โดยควรดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการอื่น ๆ เช่น การพัฒนาพฤติกรรมของผู้ใช้ทาง มาตรฐานความปลอดภัยของยานพาหนะ และการบังคับใช้กฎหมายจราจร ร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจ รวมถึงข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และการจัดการเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ตั้งแต่เวลาที่ใช้ในการเข้าถึงที่เกิดเหตุ และการดูแลทางการแพทย์หลังเกิดเหตุ

ข้อมูลองค์ประกอบของถนนที่ทำการประเมิน แสดงให้เห็นว่าสายทางศึกษาประกอบด้วยสายทางที่มีการแบ่งทิศทางการจราจร โดยมีความหลากหลายความเร็วของการจราจร นอกจากนี้ยังพบสิ่งอันตรายข้างทางพอสมควร ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะ 1 เมตรจากขอบทางของช่องจราจร ควรพิจารณากำจัดสิ่งอันตรายข้างทาง หรือติดตั้งราวกันอันตรายเพื่อป้องกันผู้ขับขี่ที่ออกนอกเส้นทางไปชน ทั้งนี้การประเมินยังไม่พบแถบแจ้งเตือนข้างทาง หรือ Shoulder Rumble Strips ซึ่งเหมาะสำหรับถนนที่มีการจราจรที่ใช้ความเร็วสูง เพื่อเตือนไม่ให้ผู้ขับขี่ออกนอกสายทาง

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสภาพสายทาง นับเป็นข้อมูลที่มีส่วนในการจัดทำแผนการปรับปรุง และข้อมูลทางวิศวกรรม เช่น ข้อมูลองค์ประกอบของสายทาง ข้อมูลความเสี่ยงของผู้ใช้ถนน ข้อเสนอมาตรการในการแก้ไขปัญหา และการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ทุกระยะ 100 เมตร ตลอดช่วงสายทางศึกษา

การประเมินข้างต้นอาศัยโปรแกรมออนไลน์ของ iRAP ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก โดยมาตรการที่นำเสนอเป็นผลจากการวิจัยที่มีข้อมูลสนับสนุน ซึ่งหากได้ดำเนินการก็จะเกิดความคุ้มค่าและสามารถป้องกันการเสียชีวิต และการบาดเจ็บสาหัสได้

อย่างไรก็ดี การนำผลการศึกษานี้ไปใช้จะต้องตระหนักว่าการประเมินโดยอาศัยหลักการของ iRAP เป็นเพียงการประเมินความเสี่ยงและมาตรการแก้ไขในระดับโครงข่าย ดังนั้น จึงควรพิจารณาผลวิเคราะห์เป็นขั้นตอนแรกในการยกระดับความปลอดภัยของโครงข่ายสายทาง ด้วยเหตุผลดังกล่าว การนำมาตรการที่เสนอในรายงานนี้ไปใช้ควรมีขั้นตอนและลำดับดังต่อไปนี้

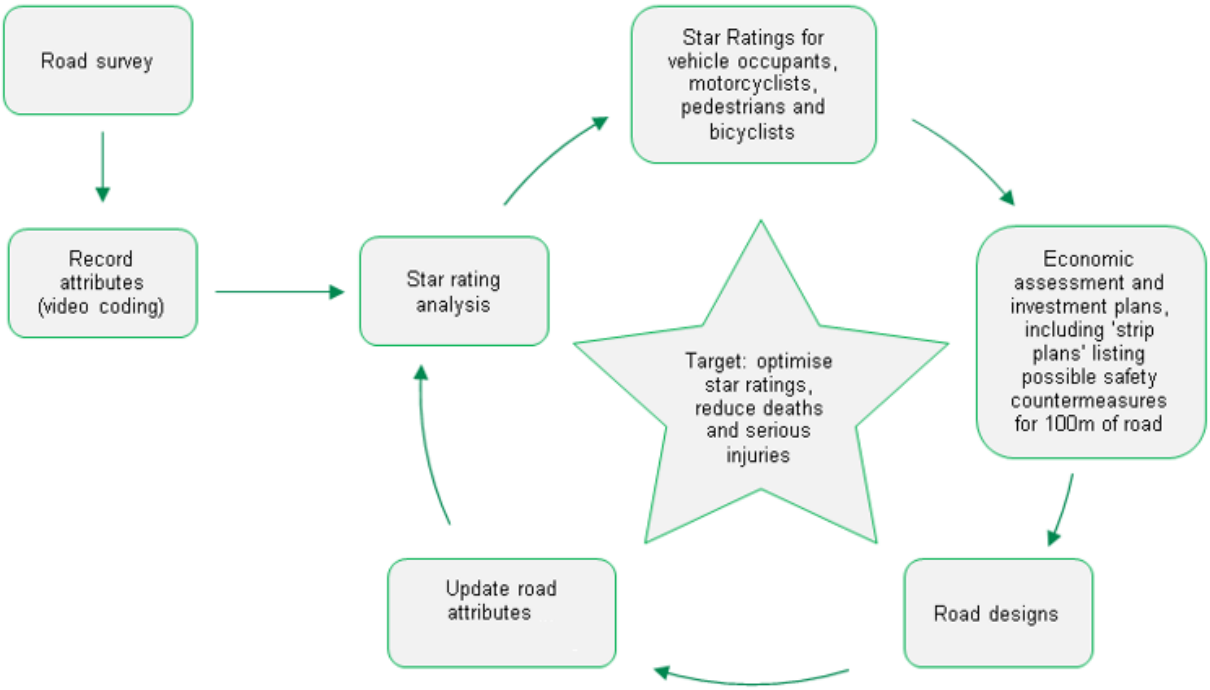
- ตรวจสอบและพิจารณามาตรการการแก้ไขในพื้นที่ (ร่วมกับการประชุมเชิงปฏิบัติการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน)
- วิเคราะห์รายละเอียดด้านการสำรวจจราจร และข้อมูลอุบัติเหตุ (กรณีที่มีข้อมูล)
- ศึกษาแผนการตรวจสอบเบื้องต้น รวมถึงการสำรวจภาคสนาม และการออกแบบเบื้องต้น
- ออกแบบรายละเอียด การให้คะแนนแบบ Star ratings การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน งบประมาณการ และการจัดจ้าง การประเมิน และการดำเนินการก่อสร้าง
- การประเมิน และตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนหลังการก่อสร้าง ประกอบด้วย การให้คะแนนสำหรับสายทางที่ได้รับการปรับปรุง และการวิเคราะห์ถึงอุบัติเหตุหลังการปรับปรุง เพื่อยืนยันความถูกต้องของมาตรการที่แนะนำ สำหรับการพัฒนาในอนาคต

รายละเอียดผลการประเมินของโครงการ และการเข้าถึงโปรแกรมออนไลน์ iRAP (http://vida.irap.org) จะส่งมอบให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลักในการพิจารณาและใช้งาน ข้อมูลสรุปรายละเอียดจะแบ่งปันกับหน่วยงานที่ร่วมมือกัน รวมถึง หน่วยงานที่ให้งบประมาณสนับสนุน กลุ่มที่ได้รับคัดเลือก หน่วยงานภาครัฐ และวิศวกรออกแบบ และนักวางแผน เพื่อให้มั่นใจว่าได้มีการพิจารณาการจัดลำดับความสำคัญของแผนงาน เพื่อลดการเสียชีวิต และบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุ หัวข้อถัดไปจะแสดงประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณาในกระบวนการข้างต้น

5.1 การออกแบบ Star Ratings

หน่วยงานที่ดูแลถนนในหลายแห่งได้นำหลักการให้คะแนน Star Rating ไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อให้มั่นใจว่าสายทางได้ถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยสูงสุด การให้คะแนนถนนมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงถึงระดับความเสี่ยงต่อถนนที่ออกแบบใหม่ และสามารถเสนอมาตรการปรับปรุงในการยกระดับสายทางที่มีงานวิจัยรับรองและเชื่อถือได้ ซึ่งวิธีการนี้ควรนำไปใช้ร่วมกับการออกแบบถนนในอนาคตทั้งในระดับโครงการและระดับพื้นที่

รูปที่ 32 การใช้ Star Ratings เพื่อปรับปรุงแบบถนน (แผนภูมิขั้นตอน)



หากสามารถให้ที่ปรึกษา หรือผู้รับเหมา เข้าใจและนำแนวคิด Star Rating ไปใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบถนน หน่วยงานที่ดูแลถนนจะสามารถประเมินบริเวณเสี่ยงต่อผู้ใช้ทางก่อนเริ่มทำการก่อสร้าง และยังสามารถแนะนำแนวทางที่ช่วยลดโอกาส และความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนนได้ (ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่: *Star Rating Road Designs: Performance Indicators for Roads in India* http://www.irap.net/about-irap-3/research-and-technical-papers?download=64:star-rating-road-designs-performance-indicators-roads-in-india.)

5.2 การดำเนินตามแนวคิดระบบปลอดภัย (Safe System Approach)

แผนการลงทุนประกอบมาตรการในการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถดำเนินการได้ทันที อย่างไรก็ตาม ผู้เกี่ยวข้องควรพิจารณามาตรการในภาพรวมเพิ่มเติมเพื่อยกระดับถนน และควรพิจารณากลยุทธ์ด้านความปลอดภัยในระยะยาวสำหรับถนนในกรุงเทพมหานครควบคู่ไปด้วย

แนวทางระบบความปลอดภัย (Safe System Approach) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีที่ว่า มนุษย์ทุกคนสามารถทำสิ่งผิดพลาดได้ แต่เมื่อเกิดความผิดพลาดบนถนนแล้วไม่ควรก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตหรือบาดเจ็บสาหัสขึ้น โดยร่างกายของมนุษย์จะมีความเสี่ยงต่อ

ความสูญเสีย และมีโอกาสไม่มากที่จะรอดชีวิตเมื่อเกิดการปะทะกับยานพาหนะที่มีความเร็วสูงกว่า 30 กม./ชม. ในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์กันชน

ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้บนถนน ก็จะเป็นสาเหตุที่นำไปสู่การเฉี่ยวชน หรืออุบัติเหตุทางถนน ซึ่งบางเหตุการณ์อาจจะส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตตามมา หรือบางเหตุการณ์อาจจะรุนแรงน้อยลงมา การพิจารณาถึงระบบความปลอดภัยจะช่วยให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานทางถนนที่ให้อภัยต่อผู้ใช้ทาง ที่จะช่วยลดความรุนแรงที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้ใช้ทางให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดความรุนแรงจากแรงปะทะเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เพื่อเพิ่มโอกาสในการรอดชีวิตของผู้ใช้ทาง

กลยุทธ์ระบบความปลอดภัย ประกอบด้วยมาตรการทางวิศวกรรม เช่น การนำอันตรายข้างทางออก หรือการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสิ่งอันตรายข้างทาง การปรับแบบถนน แบบสองข้างทาง หรือแบบทางแยก เพื่อลดความเสี่ยงให้เหลือน้อยที่สุด รวมถึงการปรับค่าความเร็วจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพโครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัย

มาตรการอีกส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยลดจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส และผู้เสียชีวิตจากอุบติเหตทางถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิเช่น การบังคับใช้กฎหมายจราจรของเจ้าหน้าที่ตำรวจ เช่น การขับขี่ตามความเร็วจำกัด การรัดเข็มขัดนิรภัย และ การไม่โดยสารเกินความจุของรถ เป็นต้น

5.3 การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น

การมีส่วนร่วมของประชาชนจะช่วยส่งเสริมให้ได้ผลประโยชน์สูงสุดจากโครงการด้านความปลอดภัยทางถนน การมีส่วนร่วมของประชาชนรวมถึงการสร้างเครือข่ายในการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งส่วนที่ดูแลถนนและส่วนท้องถิ่นที่สนใจ จะก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน (two-way flow of information) ซึ่งไม่ใช้เพียงการให้ความรู้ หรือสร้างความตระหนักให้แก่ผู้ใช้ทางท้องถิ่น และเครือข่ายชุมชนในด้านการใช้โครงข่ายถนนเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างความเข้าใจให้กับผู้ออกแบบถนนและผู้มีอำนาจตัดสินใจ ถึงความต้องการของกลุ่มที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวด้วย

การให้คะแนน Star Rating สามารถใช้เป็นตัวแทนในการสะท้อนถึงความต้องการในการออกแบบที่ถนนปลอดภัยต่อหน่วยงานด้านถนน รวมถึงผู้ที่อาศัยในพื้นที่ หรือผู้ที่ได้รับผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การให้คะแนน Star Rating ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประกาศความสำเร็จของการแก้ไขปัญหาด้านความปลอดภัยได้ เช่น หน่วยงานทางราชการ หรือหน่วยงานที่ดูแลทางถนนสามารถประกาศความสำเร็จในการยกระดับถนนคะแนน 1 ดาวเป็น 3 ดาวได้ทั้งหมด เป็นต้น

เพื่อให้การยกระดับความปลอดภัยทางด้านวิศวกรรมเกิดประโยชน์สูงสุด ควรพิจารณาถึงพฤติกรรมเสี่ยงของผู้ใช้ทาง เช่น การใช้ความเร็วเกินกำหนด การคาดเข็มขัดนิรภัย การสวมหมวกนิรภัย การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร และการขับขี่ขณะมึนเมา นอกจากนี้ยังควรพิจารณาถึงความปลอดภัยของยานพาหนะร่วมด้วย เช่น ระบบเบรก ระบบรองรับแรงปะทะ และถุงลมนิรภัย ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบความปลอดภัยซึ่งสามารถพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมใน Road Safety Toolkit (toolkit.irap.org) และ UN Road Safety Collaboration Good Practice Manuals (http://www.who.int/roadsafety/projects/ manuals/en/index.html)

5.4 การกำหนดเป้านโยบาย

จากสถิติการเพิ่มขึ้นของการเสียชีวิตบนโครงข่ายถนนในประเทศไทย รัฐบาลจึงควรกำหนดนโยบายโดยมีเป้าหมายเพื่อบรรเทาและลดอัตราการสูญเสียชีวิตในอนาคต ให้เป็นไปตามแนวทางของทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน (*Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020*) โดยมีข้อแนะนำจากโครงการ ประกอบด้วย

- ตั้งค่าเป้าหมายในการลดถนนที่มีความเสี่ยงสูง (ถนนที่มีคะแนน 1 และ/หรือ 2 ดาว) ในพื้นที่ที่มีความสำคัญ

- ตั้งค่าเป้าหมายในการลดถนนที่มีความเสี่ยงสูง (ถนนที่มีคะแนน 1 และ/หรือ 2 ดาว) บนโครงข่ายถนนหลักในประเทศไทย โดยอาจกำหนดช่วงเวลาวัดผล เช่น เมื่อสิ้นสุดทศวรรษความปลอดภัยทางถนน (พ.ศ. 2563) หรือภายในปี พ.ศ. 2573
- ตั้งค่าคะแนน Star Ratings ขั้นต่ำสำหรับถนนที่ออกแบบใหม่ เพื่อให้แน่ใจว่าถนนจะไม่ก่อให้เกิดผู้เสียชีวิตหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ เช่น การกำหนดนโยบายให้ถนนที่สร้างใหม่จะต้องมีคะแนน Star Ratings อย่างน้อย 3 ดาวขึ้นไปสำหรับกลุ่มผู้ใช้ทางทุกประเภท
- ประยุกต์ใช้ iRAP Star Ratings และ SRIP สำหรับถนนที่มีความเสี่ยงสูง หรือ สำหรับร้อยละ 10 ของถนนทั้งหมดโดยพิจารณาจากถนนที่มีปริมาณจราจรสูงก่อน

สำหรับการกำหนดนโยบายเป้าหมาย หรือแนวทางการพัฒนาแผนปฏิบัติการสำหรับหน่วยงานระดับท้องถิ่น หรือระดับชาติ รวมถึงการนำไปการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยทางถนนอย่างยั่งยืน ตามนโยบายทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ iRAP Star Rating Policy Targets: Discussion Paper http://irap.org/en/about-irap-3/research-and-technical-papers?download=266:irap-star-rating-policy-targets-discussion-paper.

5.5 การอบรมและการสนับสนุน

กรมทางหลวงควรส่งเสริม สนับสนุนบุคลากร และหน่วยงานภายในกรมทางหลวงที่เกี่ยวข้องให้มีการอบรมอย่างต่อเนื่อง รวมถึงสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงนำแนวคิดการประเมินถนนไปใช้เป็นเครื่องมือด้านความปลอดภัยทางถนนภายในหน่วยงานของตน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1. จัดการฝึกอบรมบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถประเมินคะแนน Star Rating ถนน และมีแนวคิดสำหรับแผนการลงทุนเพื่อถนนที่ปลอดภัยมากขึ้น (Safer Road Investment Plan) รวมถึงสามารถใช้งานโปรแกรม ViDA เพื่อวิเคราะห์หาผลประโยชน์สูงสุดจากข้อมูลที่มีในระบบ
2. จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ และการฝึกอบรมแก่หน่วยงานในส่วนภูมิภาค เพื่อให้วิศวกรที่ทำงานในระดับภูมิภาคและระดับพื้นที่สามารถใช้งานระบบ iRAP และสามารถวิเคราะห์ผลได้
3. จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ และการฝึกอบรมในการนำมาตรการ และแผนการปรับปรุงให้ถนนปลอดภัยยิ่งขึ้น ให้แก่เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงที่เกี่ยวข้องในการจัดทำแผนเพื่อการบำรุงรักษาถนน และการอำนวยความปลอดภัยทางถนน โดยอาจพิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีความเสี่ยงสูงมาดำเนินการก่อน เช่น ถนนที่ได้คะแนน 1 หรือ 2 ดาว เป็นต้น
4. จัดการฝึกอบรมสำหรับผู้ออกแบบทาง และที่ปรึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนการก่อสร้าง และบำรุงรักษาถนน
5. เสนอแนวทางเพื่อให้การฝึกอบรม iRAP เป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาใบรับรอง หรือการฝึกอบรมวิชาชีพ โดยภาครัฐบาลหรือมหาวิทยาลัย
6. จัดงานสัมมนาประจำปีด้านความปลอดภัยทางถนน เพื่อให้มีเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญในระดับนานาชาติ หรือในท้องถิ่น ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับความปลอดภัยทางถนน โดยงานสัมมนาควรประกอบด้วย การนำเสนอผลงานด้านพฤติกรรมการขับขี่ เทคโนโลยีสมัยใหม่ของยานพาหนะ การบันทึกและประยุกต์ใช้งานข้อมูลอุบัติเหตุ การบังคับใช้กฎจราจร และความสำเร็จจากการปรับปรุงแก้ไขด้านวิศวกรรม

จากการเริ่มต้นของความร่วมมือด้านความปลอดภัยทางถนน โดยการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปสู่ความช่วยเหลือเชิงเทคนิคนั้น Bloomberg Initiative for Global Road Safety คาดว่าจะสามารถนำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการลดจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง และพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

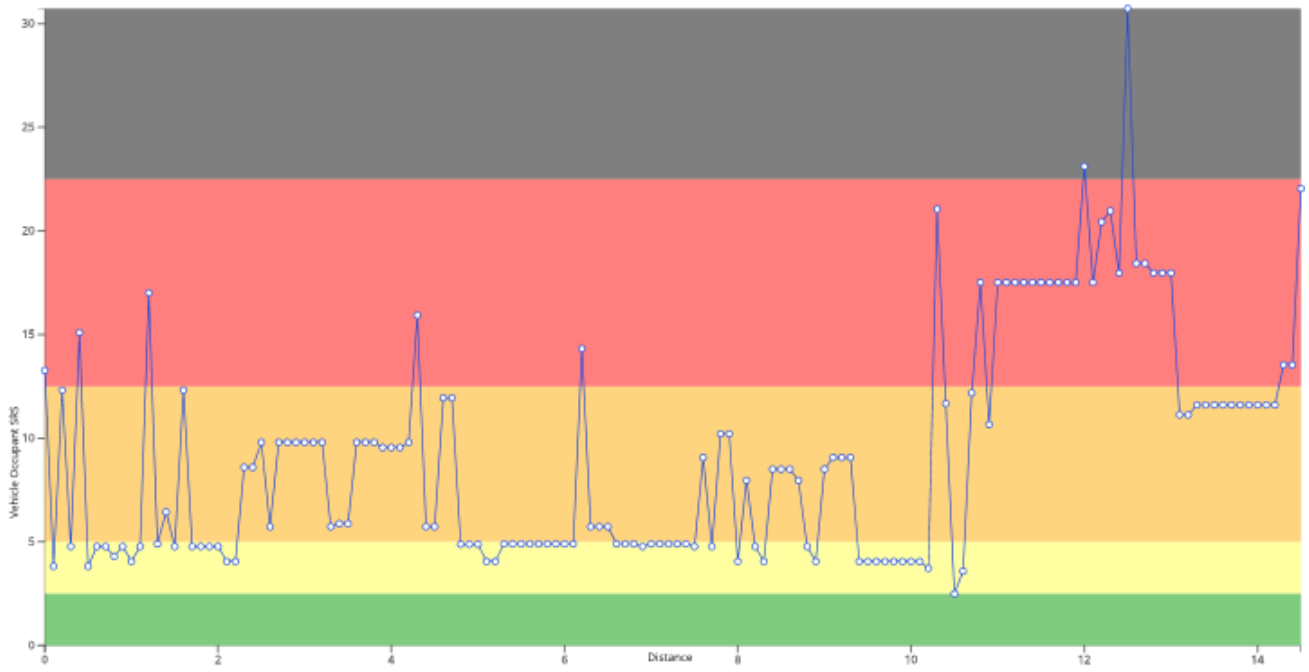
ภาคผนวก ก: ค่าตัวแปรและสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	ค่าที่ใช้/สมมติฐาน	แหล่งอ้างอิง / รายละเอียด
ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ต่อรายได้ (ราคาปัจจุบัน)	214,438 บาท	กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund: IMF)
มูลค่าชีวิต	15,010,633 บาท	70 x ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ต่อรายได้ (ราคาปัจจุบัน) อ้างอิงจาก McMahon and Dahdah (2009), *The True Cost of Road Crashes: Valuing Life and the Cost of a Serious Injury.*
มูลค่าการบาดเจ็บสาหัส	3,752,658 บาท	0.25 x ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเสียชีวิต อ้างอิงจาก McMahon and Dahdah (2009), *The True Cost of Road Crashes: Valuing Life and the Cost of a Serious Injury.*
อัตราส่วนการบาดเจ็บสาหัสต่อการเสียชีวิต	10:1	อ้างอิงจาก McMahon and Dahdah (2009), *The True Cost of Road Crashes: Valuing Life and the Cost of a Serious Injury.*
อัตราการเสียชีวิตทางถนนที่ไม่ได้รายงาน	1.7	รายงาน WHO Global Status Report on Road Safety 2015 จำนวนผู้เสียชีวิตตามรายงาน (ปี 2012) = 14,059 จำนวนผู้เสียชีวิตที่คาดการณ์ = 24,237
ผู้เสียชีวิตจำแนกตามประเภท		
รถยนต์	59%, 72%	กรมทางหลวง (ทางหลวงหมายเลข 35, ทางหลวงหมายเลข 4)
รถจักรยานยนต์	35%, 25%	กรมทางหลวง (ทางหลวงหมายเลข 35, ทางหลวงหมายเลข 4)
คนเดินเท้า	6%, 1%	กรมทางหลวง (ทางหลวงหมายเลข 35, ทางหลวงหมายเลข 4)
รถจักรยาน	0%, 2%	กรมทางหลวง (ทางหลวงหมายเลข 35, ทางหลวงหมายเลข 4)
อัตราการเติบโตของการจราจร	ไม่เพิ่มขึ้น	สมมติให้อัตราการเติบโตของการจราจรไม่เพิ่มขึ้นและไม่มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง เพื่อความง่ายต่อการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในความเป็นจริงค่าดังกล่าวอาจเพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้ค่าสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนในรายงานฉบับนี้เป็นค่าประมาณที่ต่ำกว่าความเป็นจริงได้

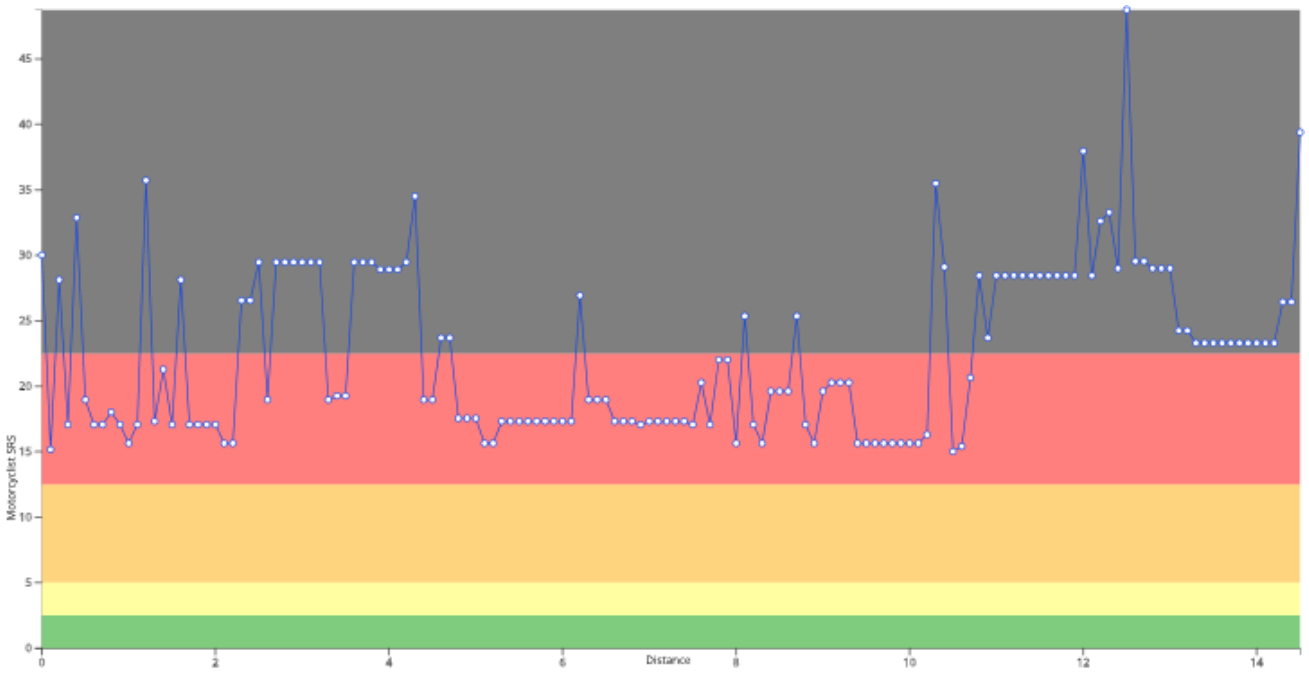
ภาคผนวก ข: เส้นความเสี่ยง

รูปที่ ข-1 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 101

(a) ผู้ขับขี่รถยนต์

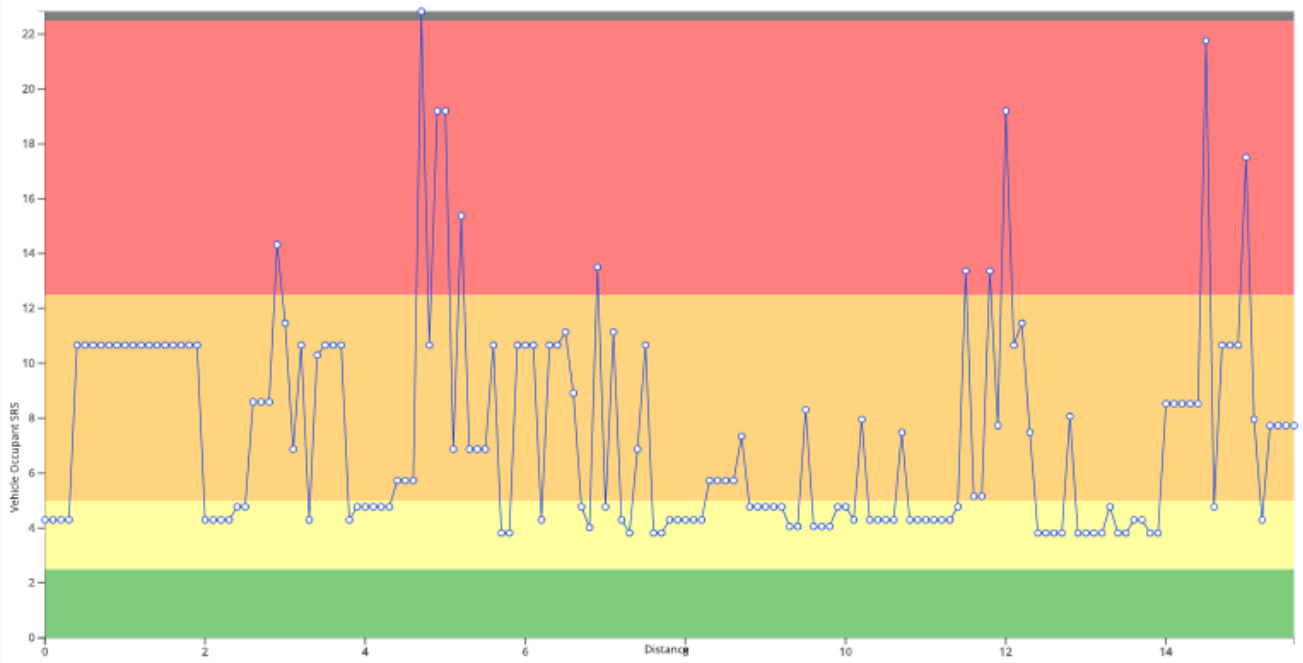


(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

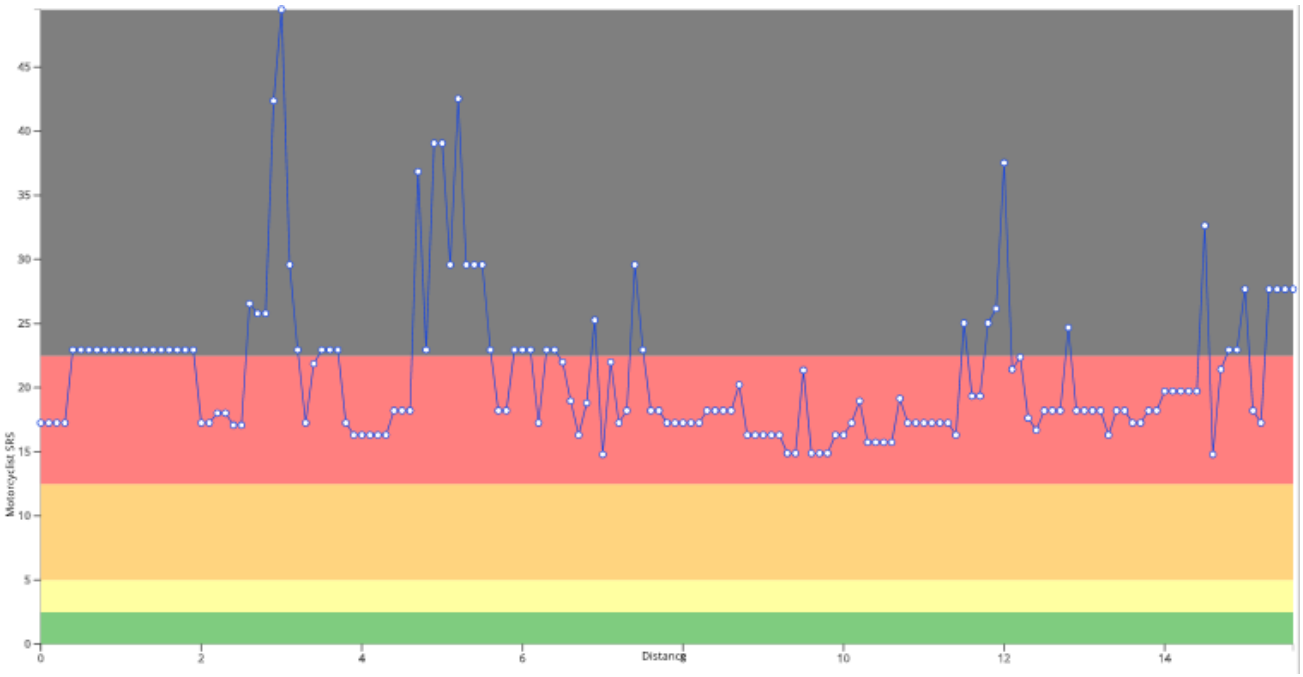


รูปที่ ข-2 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 201

(a) ผู้ขับขี่รถยนต์

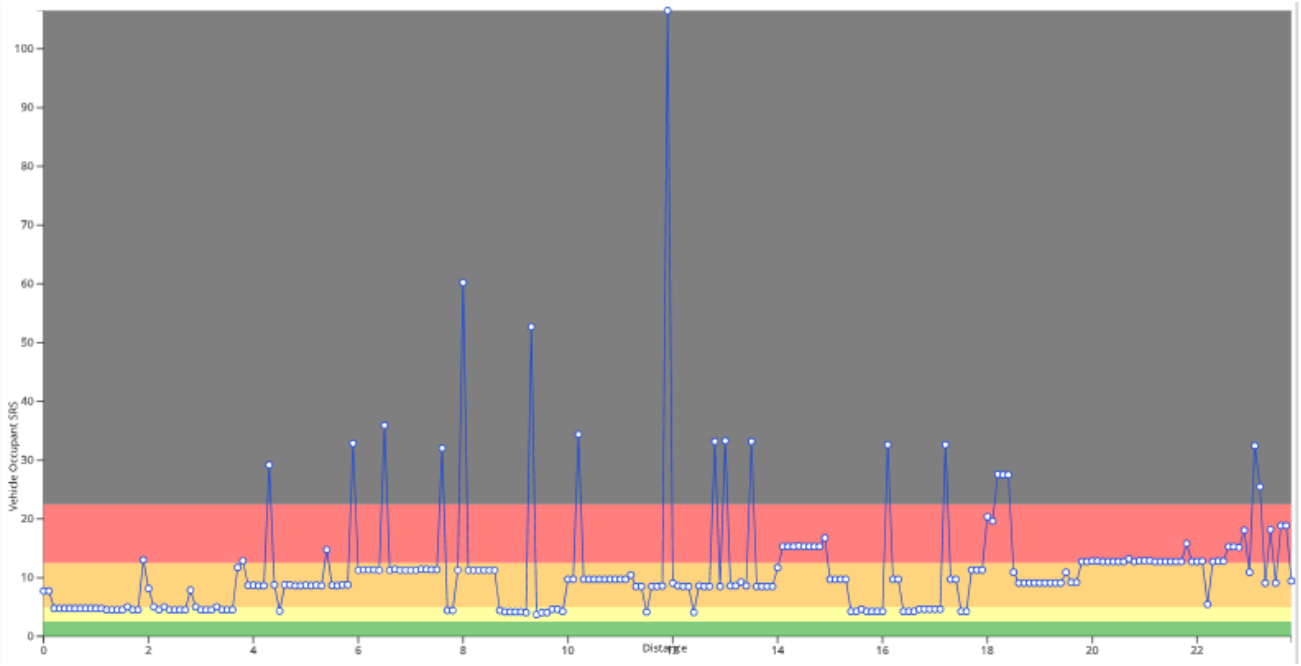


(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

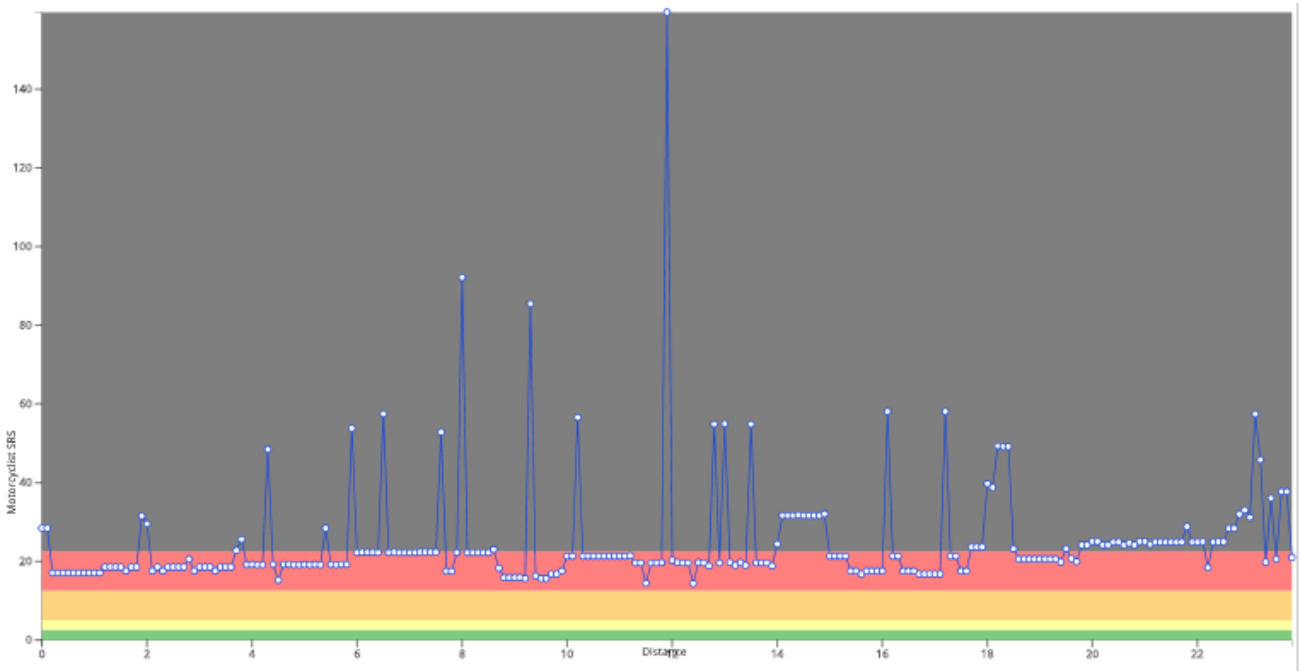


รูปที่ ข-3 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 202

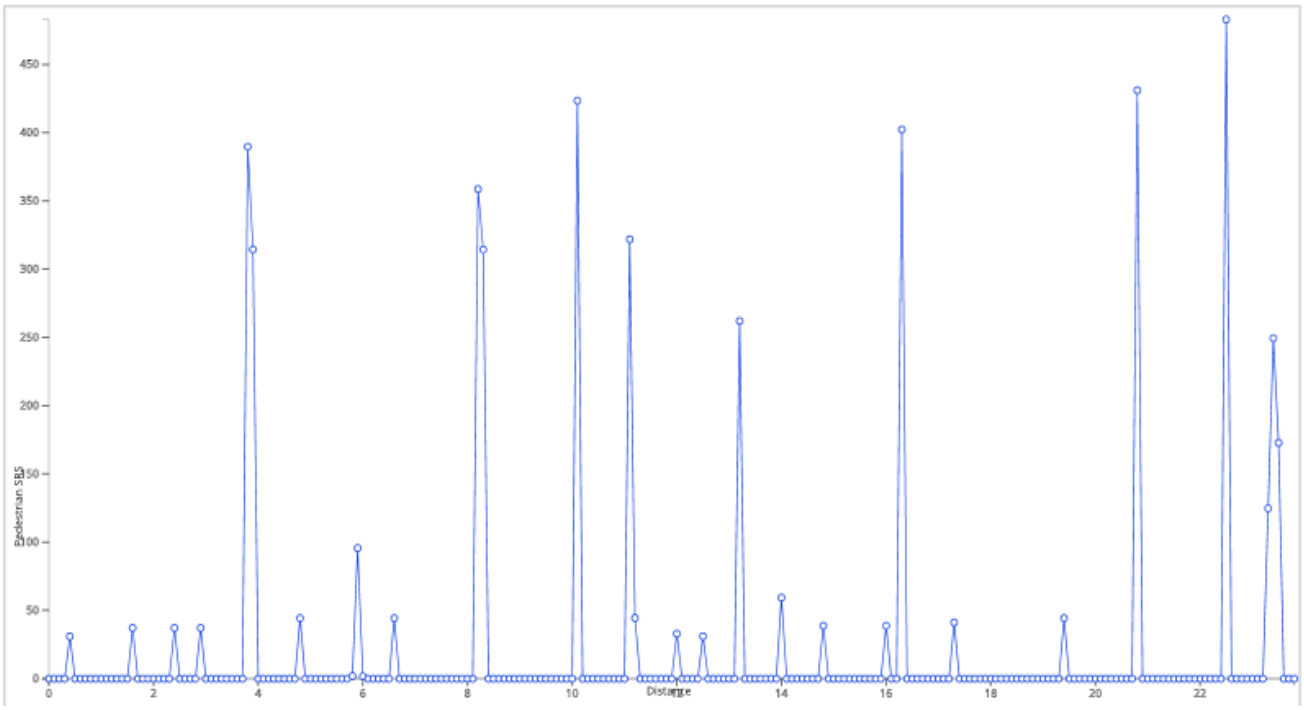
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

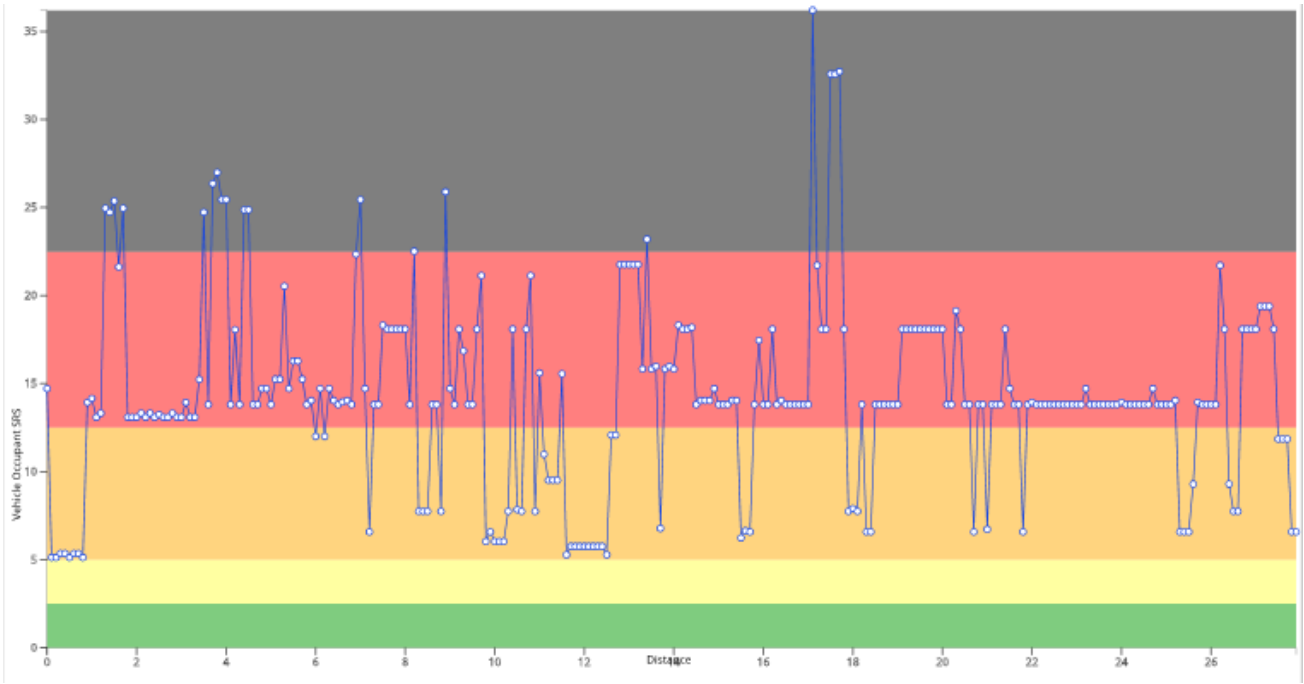


(c) คนเดินเท้า

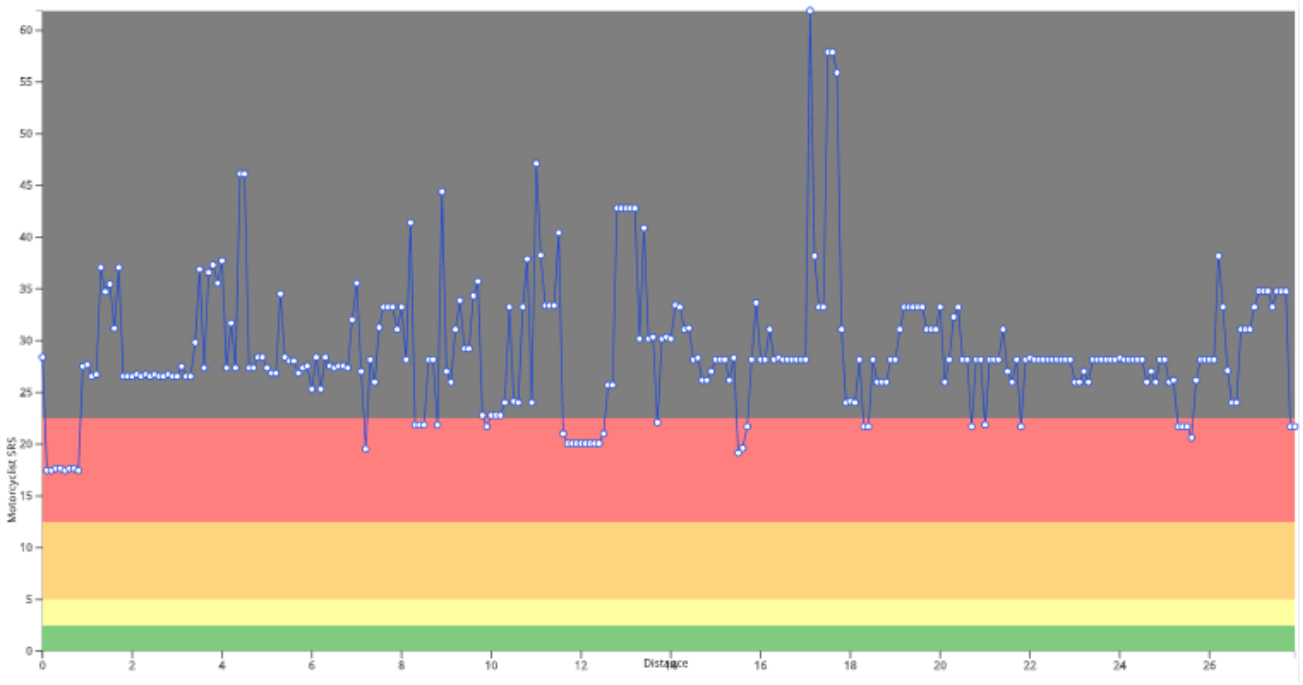


รูปที่ ข-4 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 301

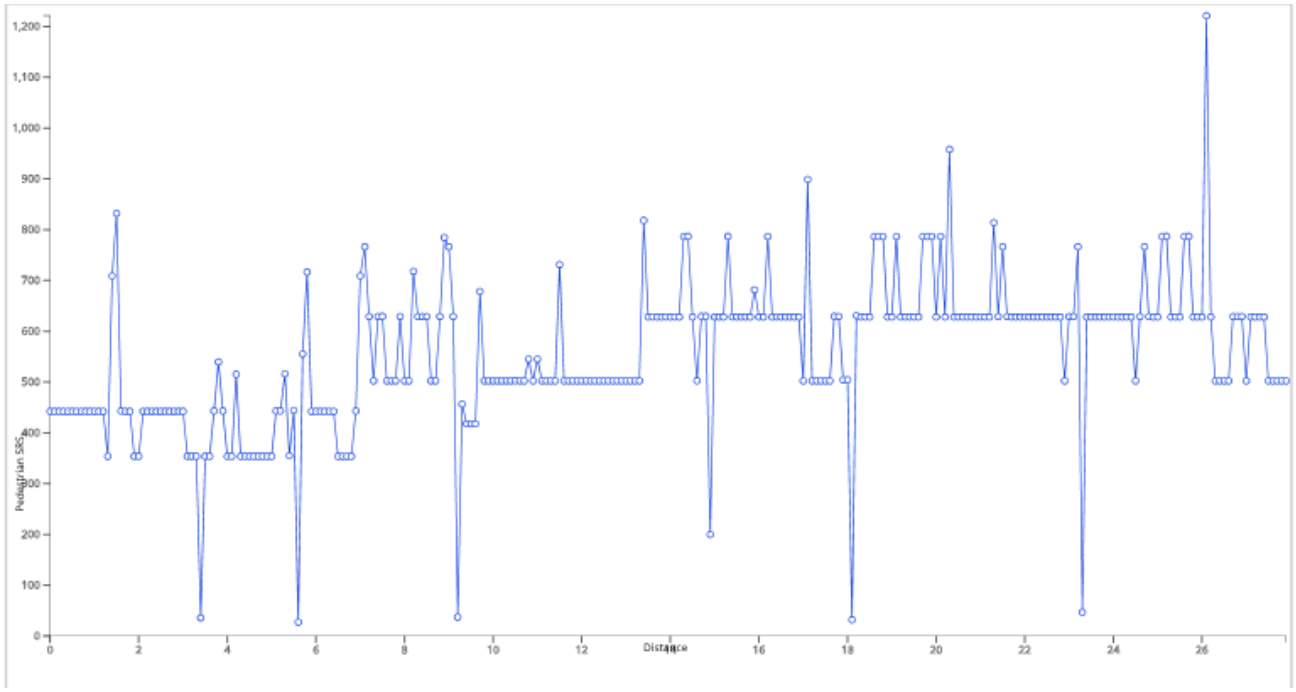
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

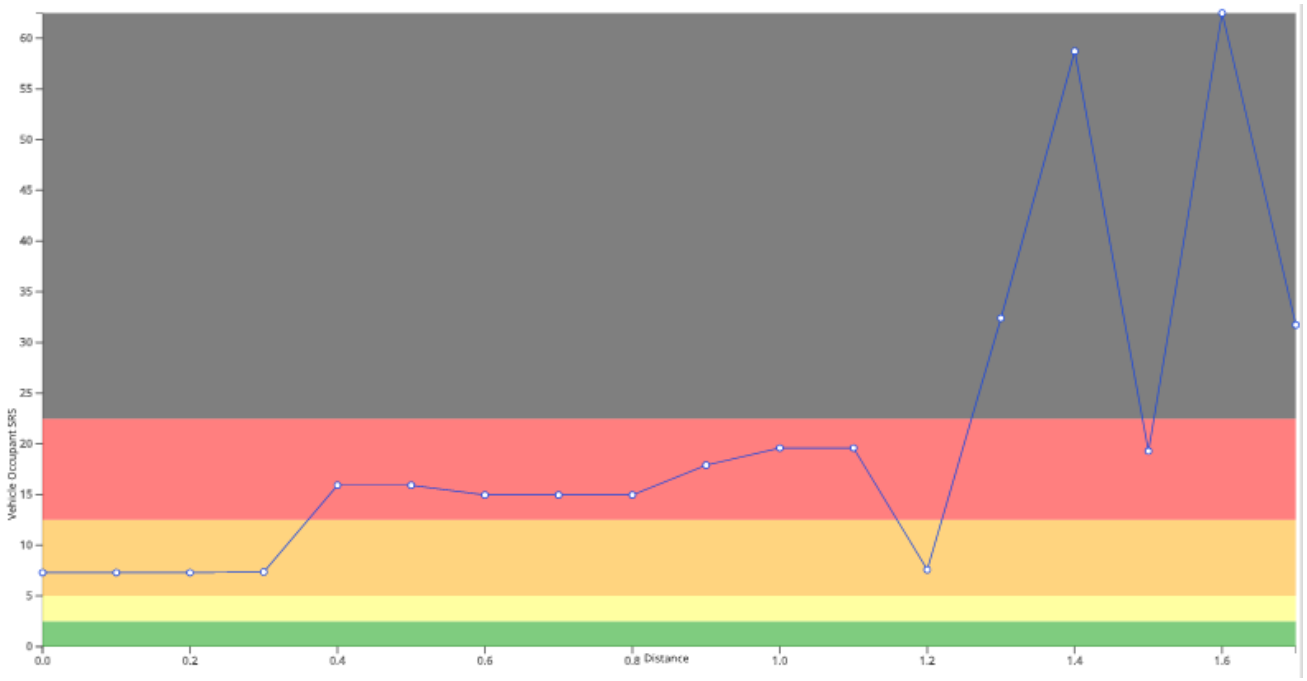


(c) คนเดินเท้า

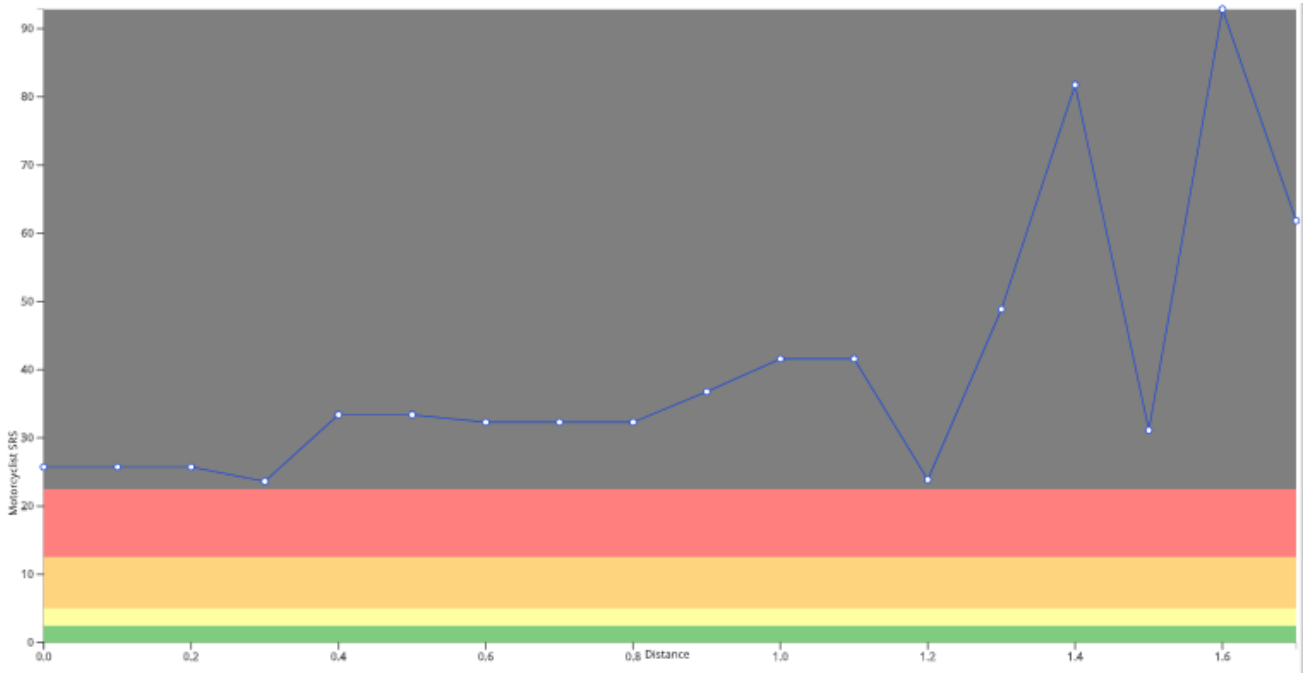


รูปที่ ข-5 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 35 ตอนที่ 302

(a) ผู้ขับขี่รถยนต์

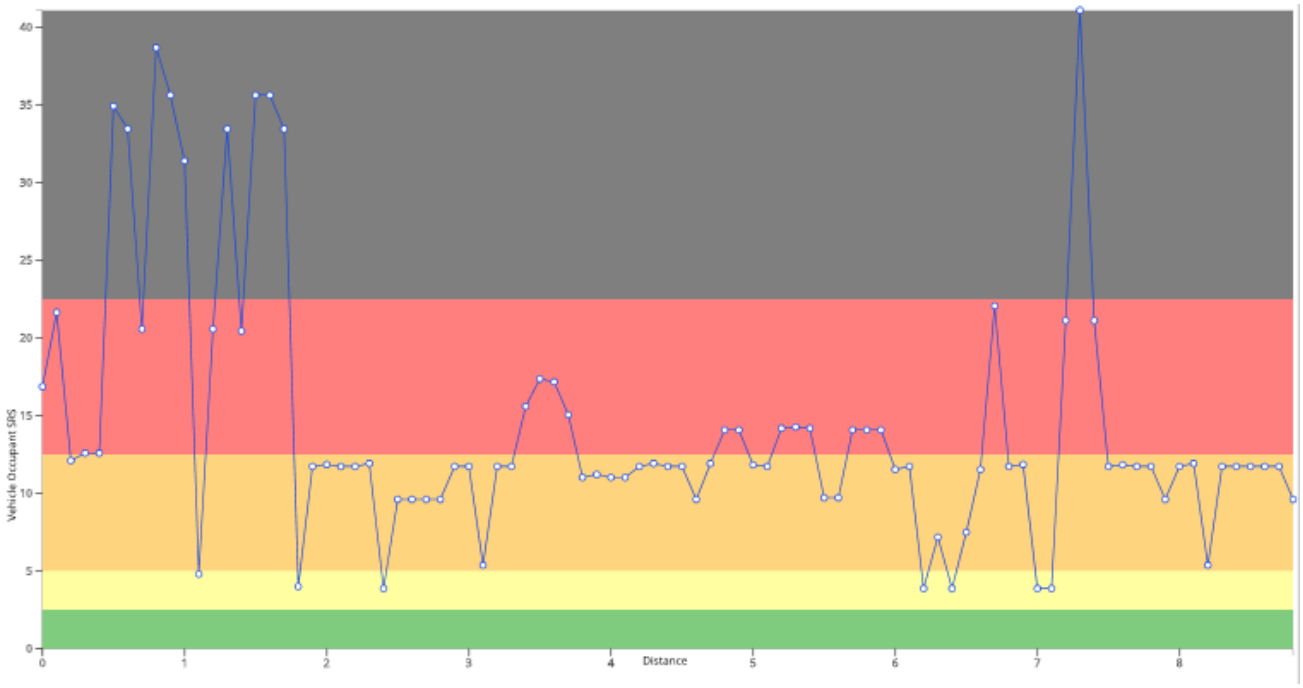


(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

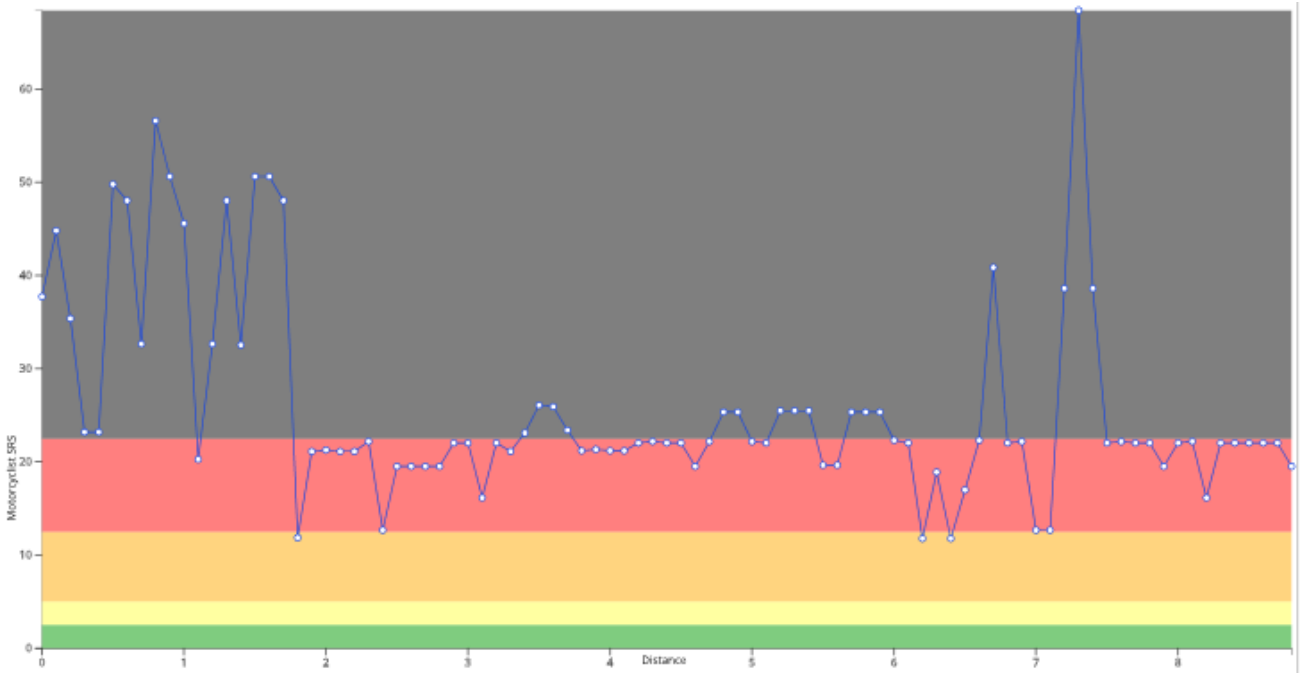


รูปที่ ข-6 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 402

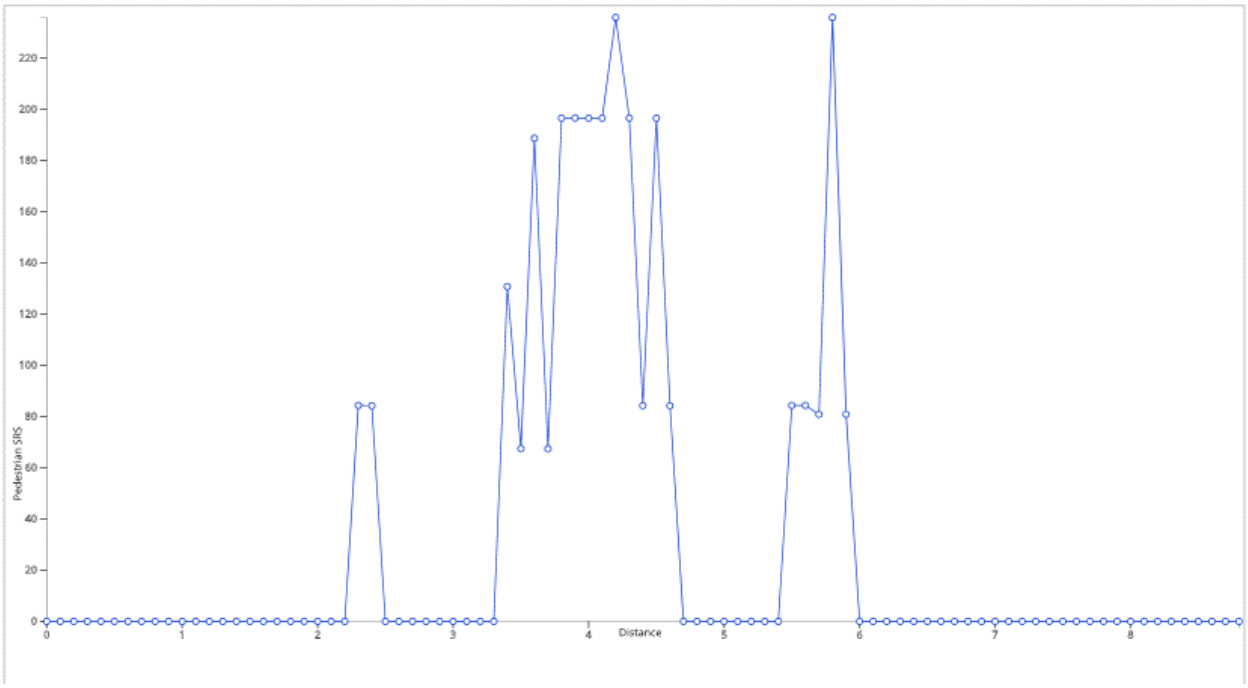
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

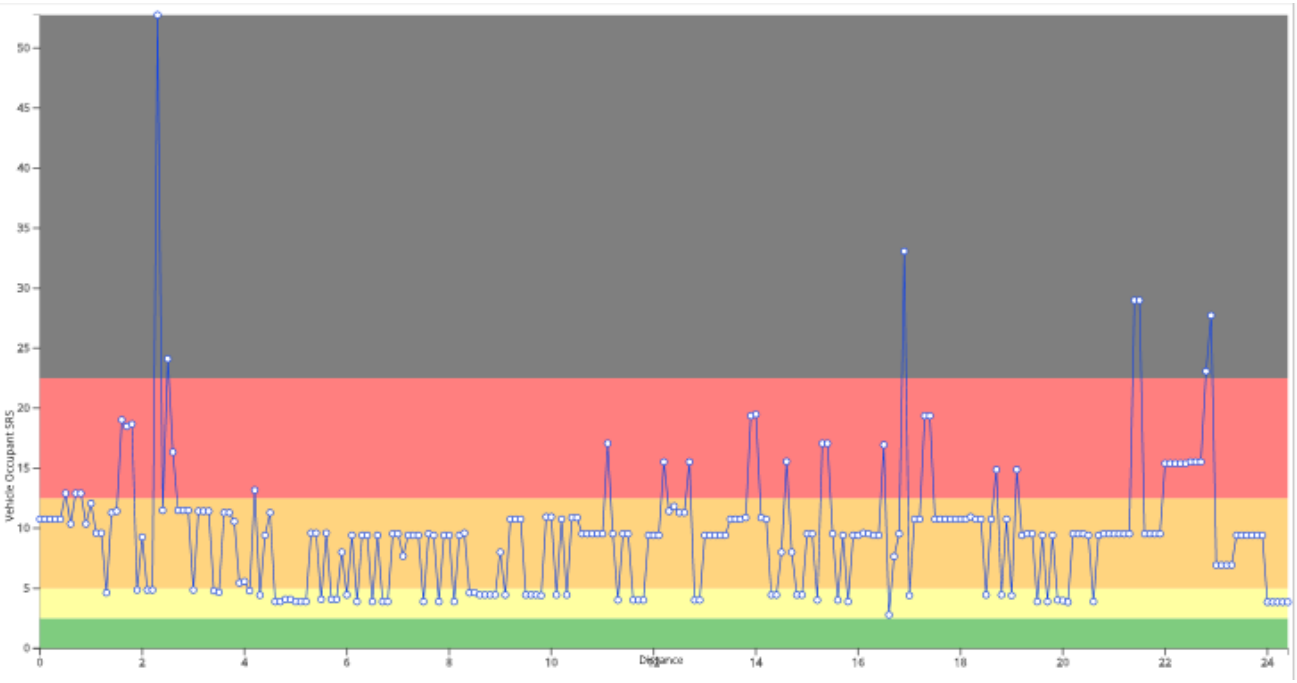


(c) คนเดินเท้า

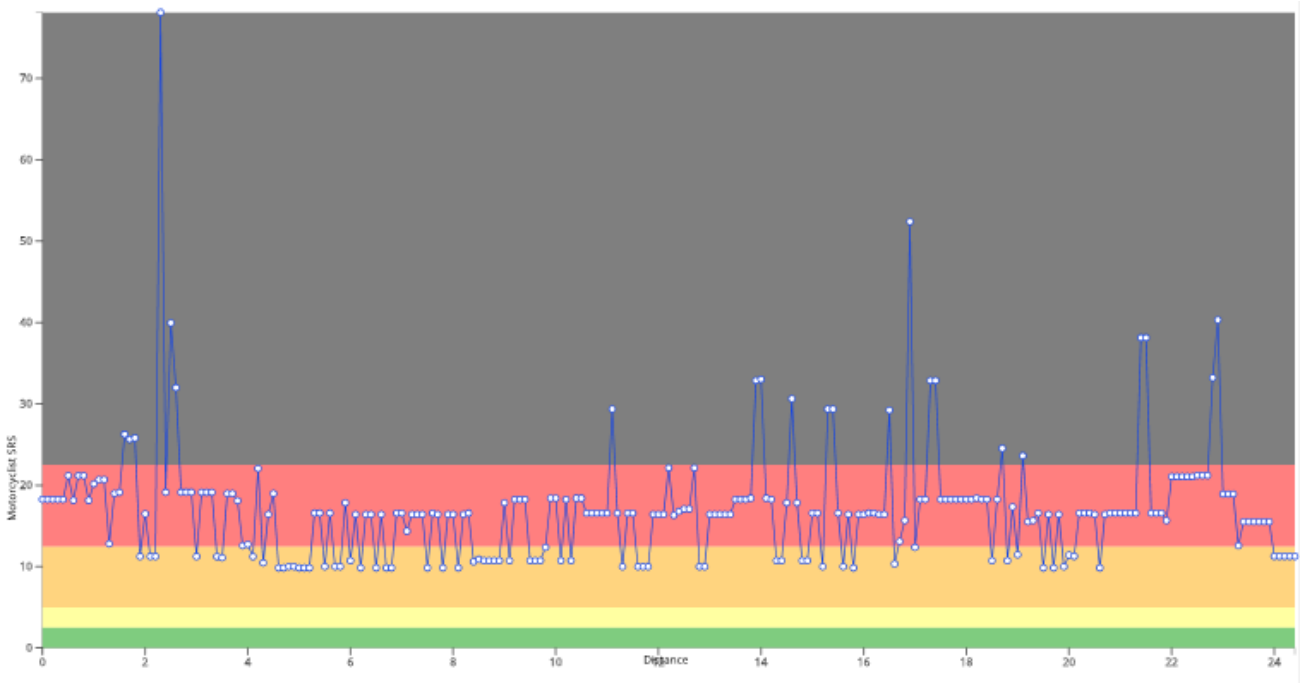


รูปที่ ข-7 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 501

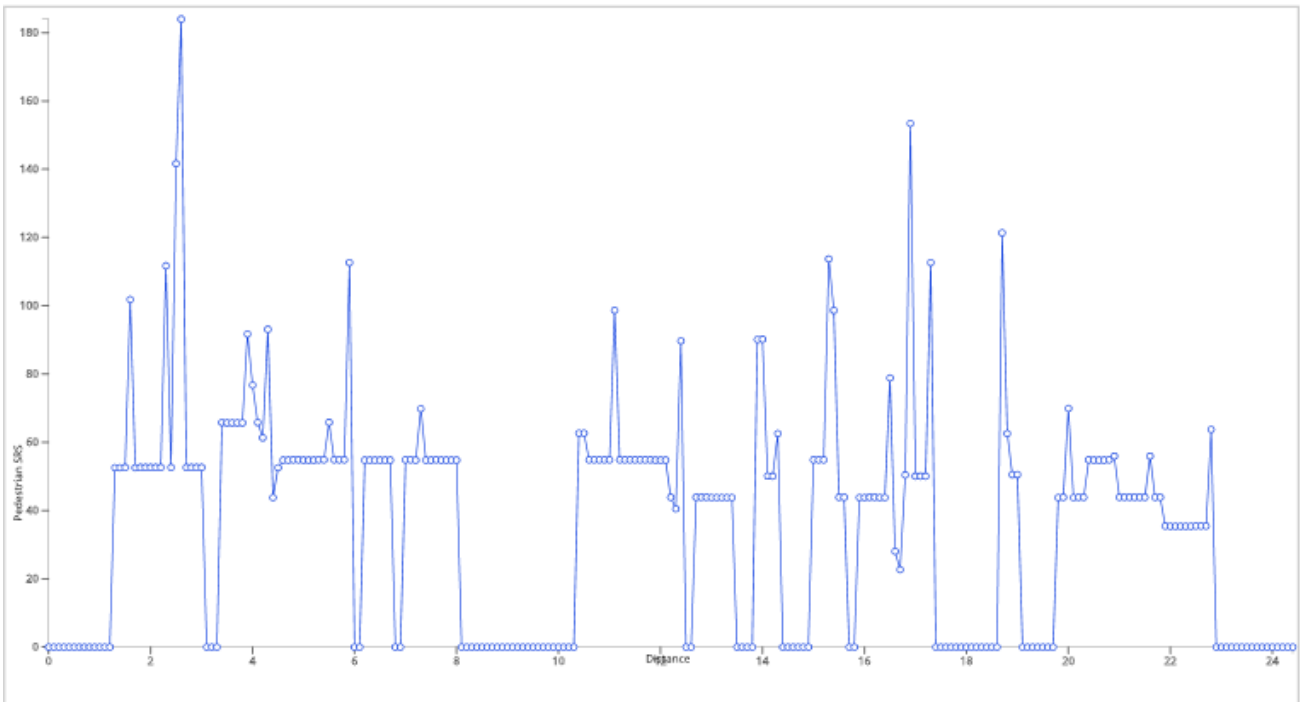
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



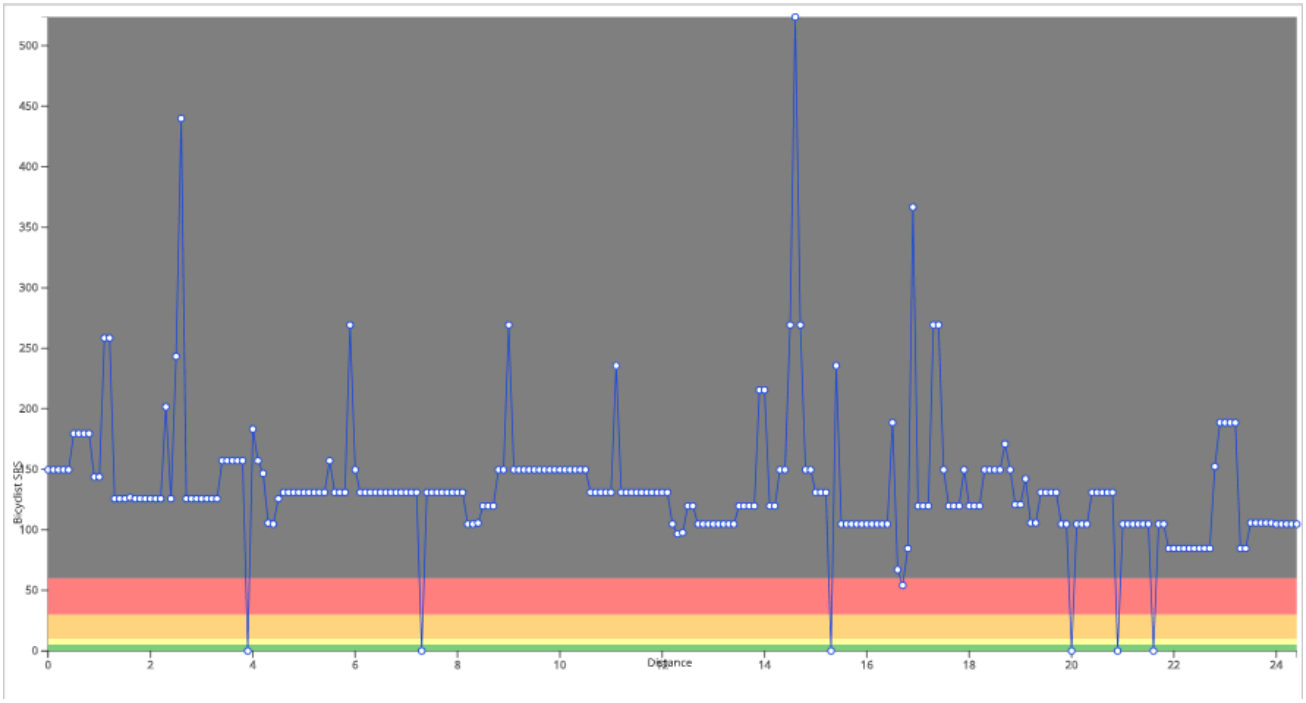
(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์



(c) คนเดินเท้า

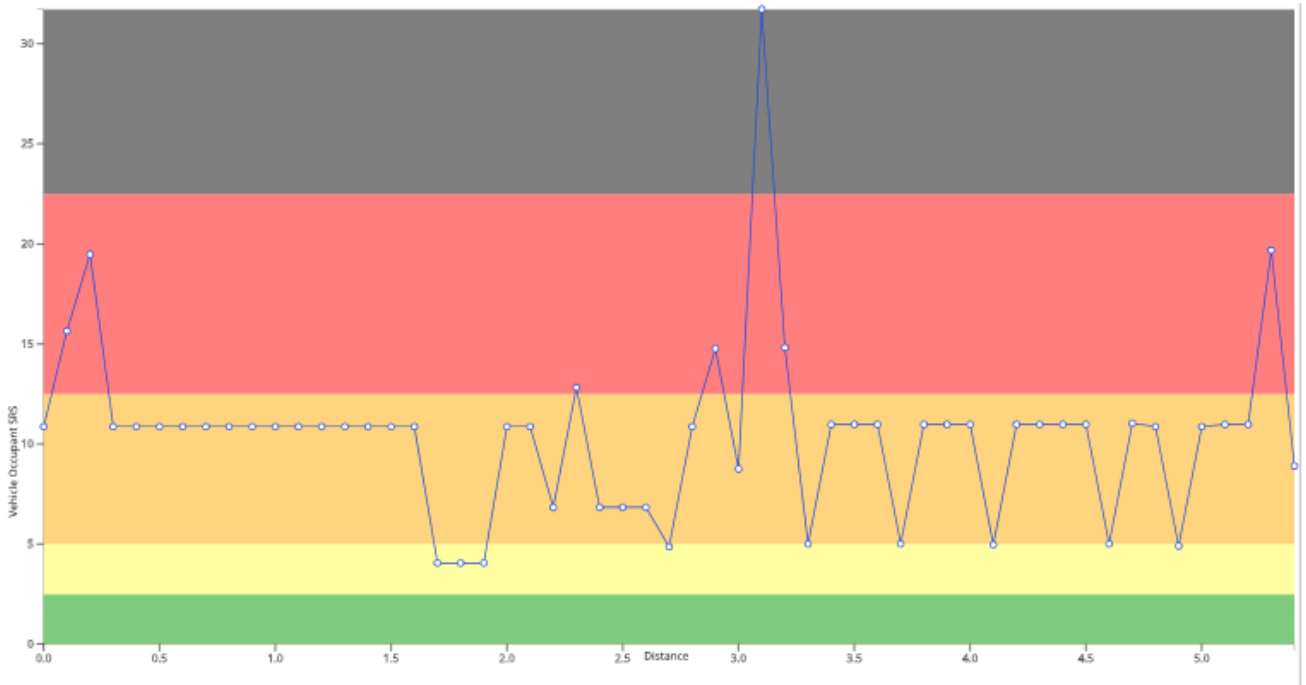


(d) ผู้ขี่จักรยาน

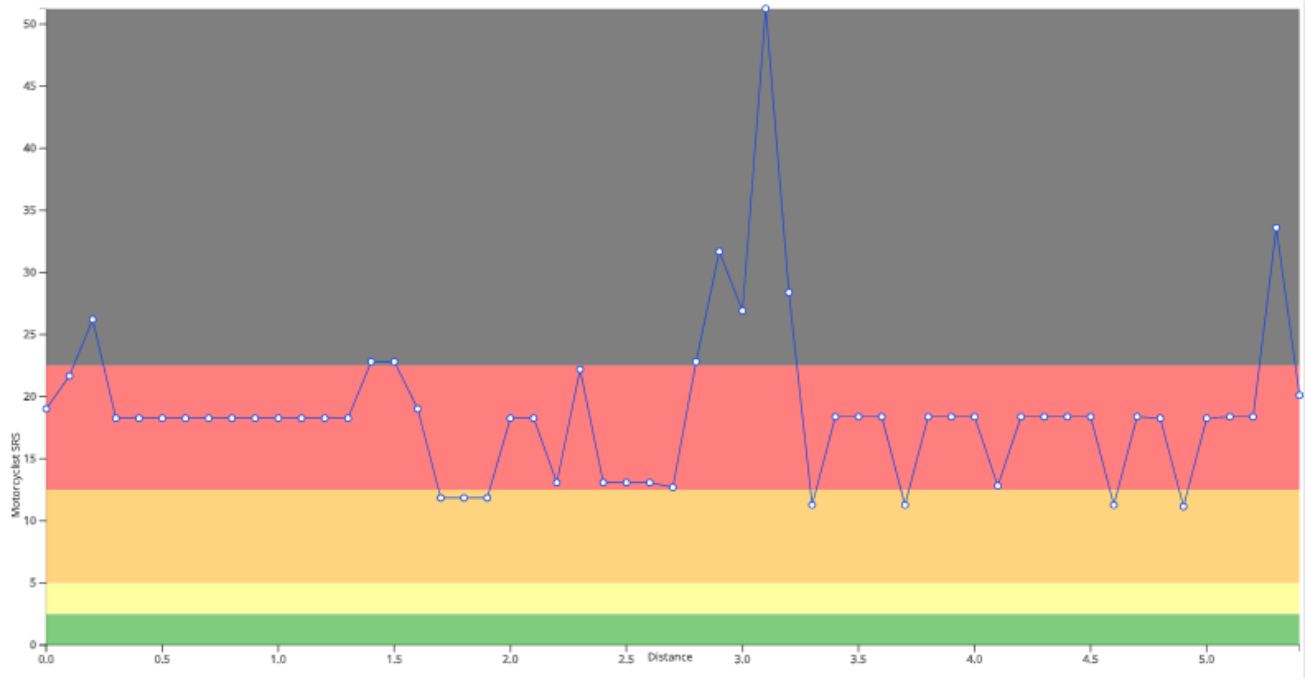


รูปที่ ข-8 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 502 (ช่วงที่ 1)

(a) ผู้ขับขี่รถยนต์

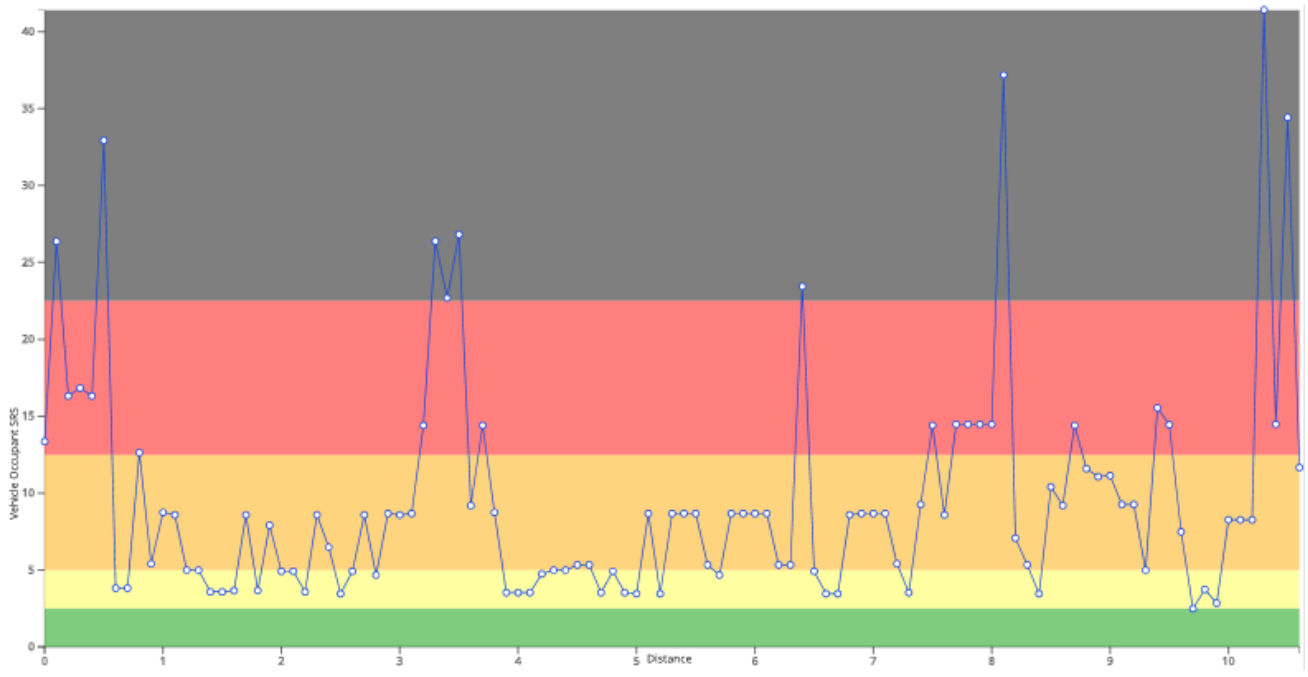


(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์

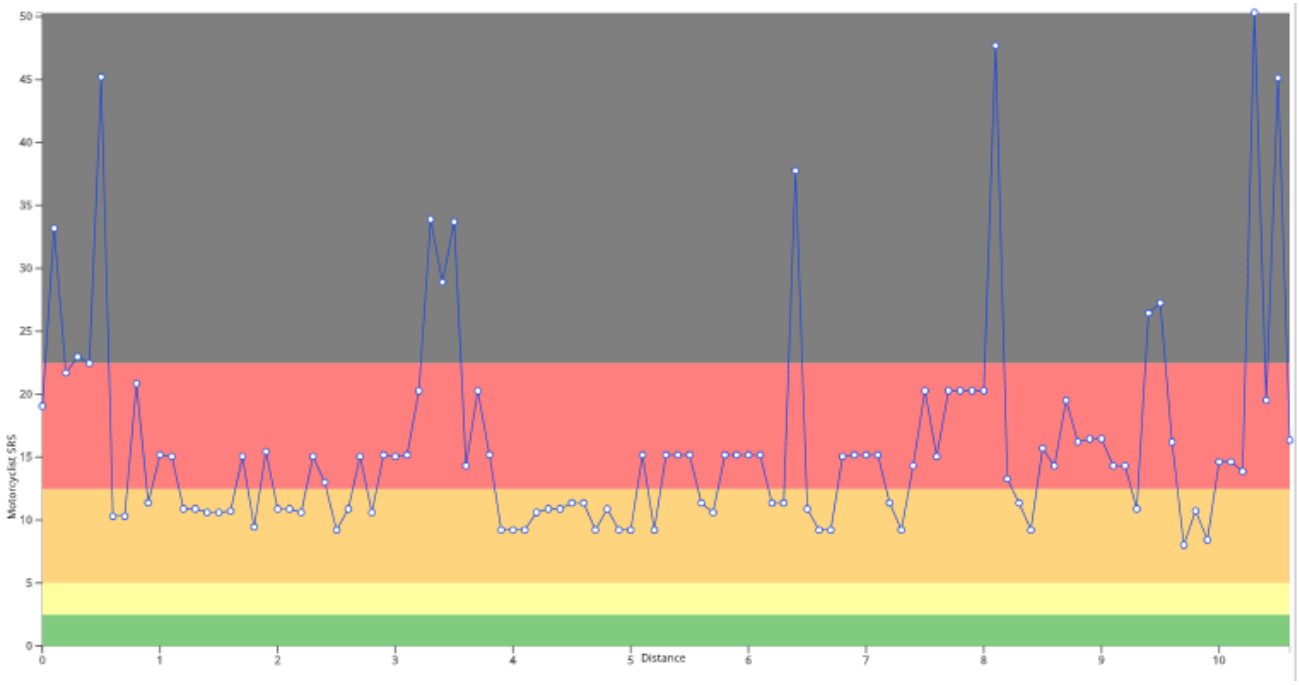


รูปที่ ข-9 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 502 (ช่วงที่ 2)

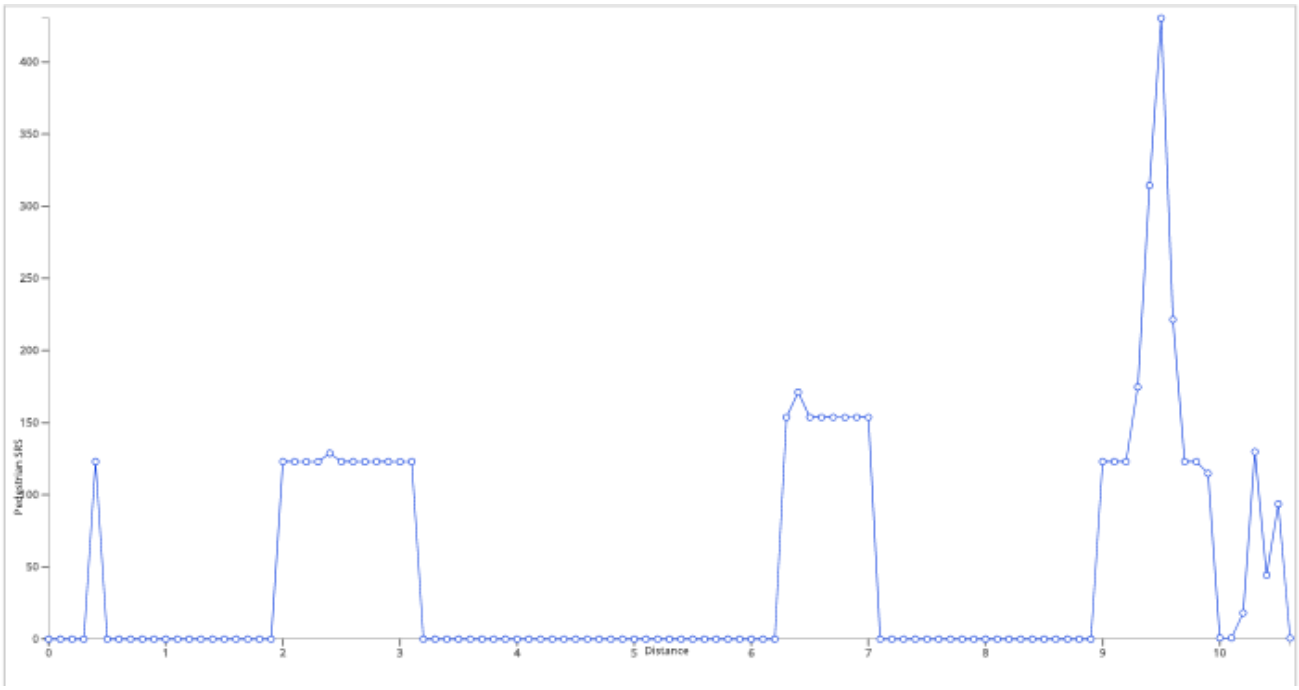
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



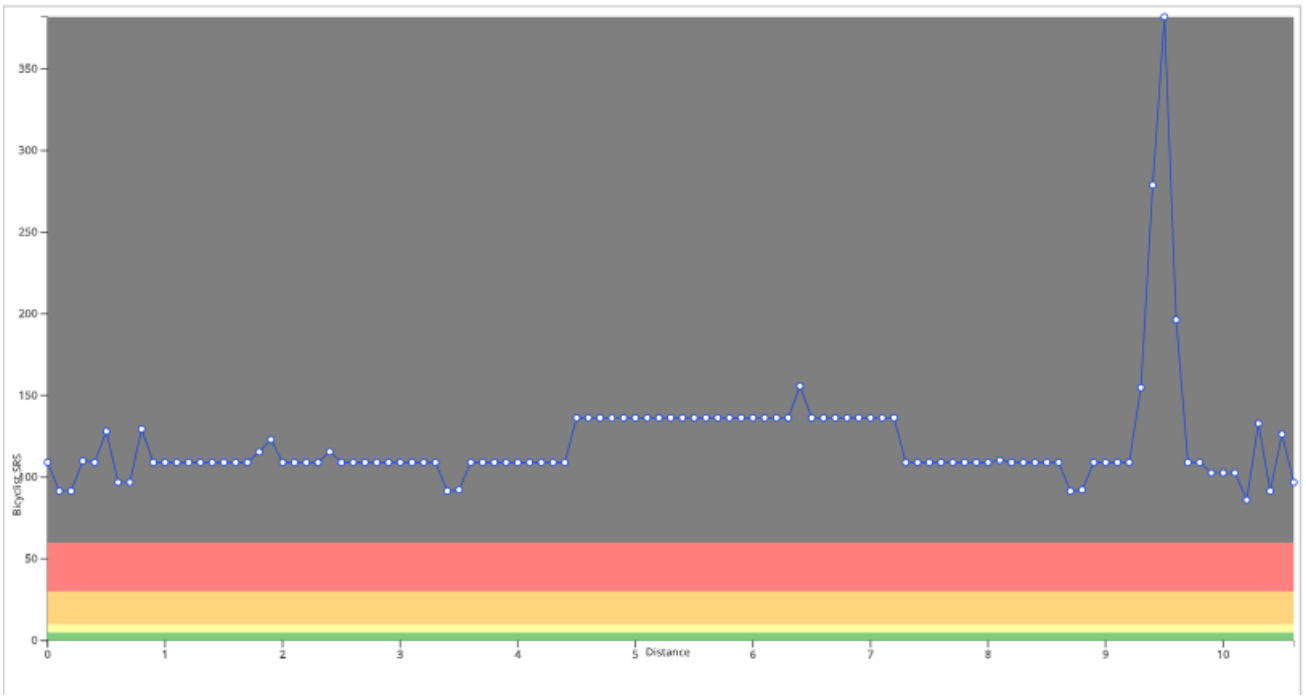
(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์



(c) คนเดินเท้า

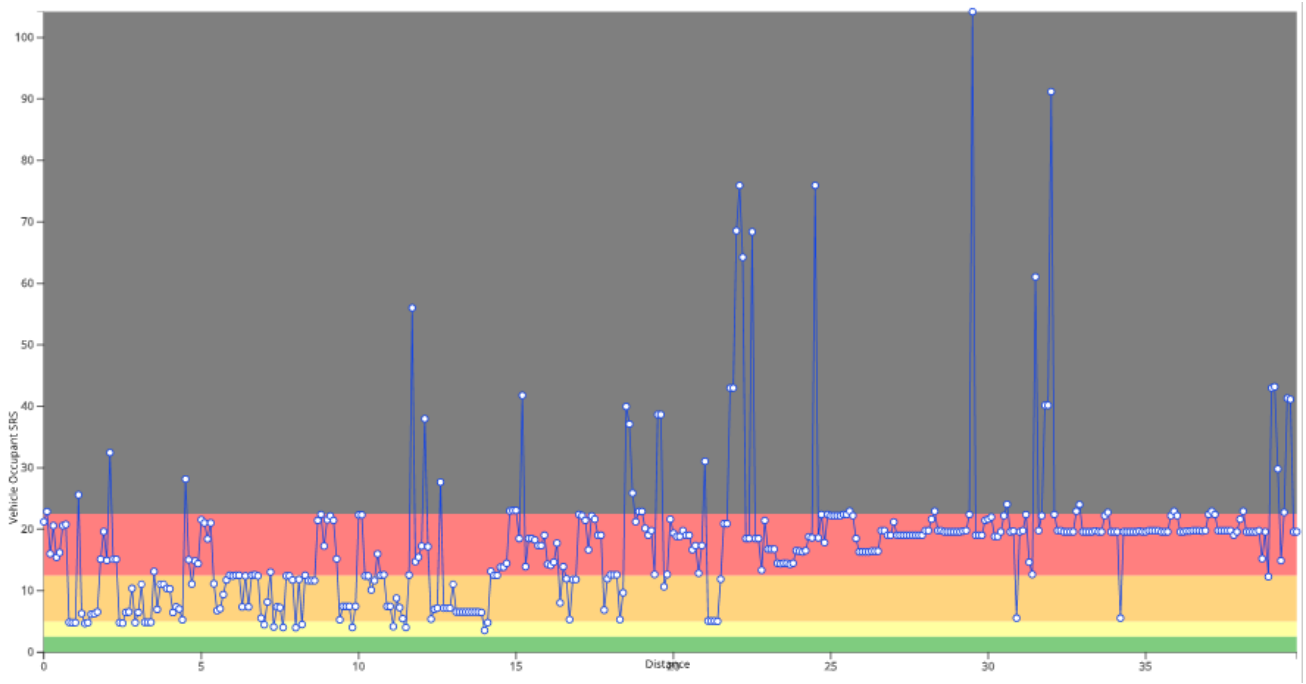


(d) ผู้ขี่จักรยาน

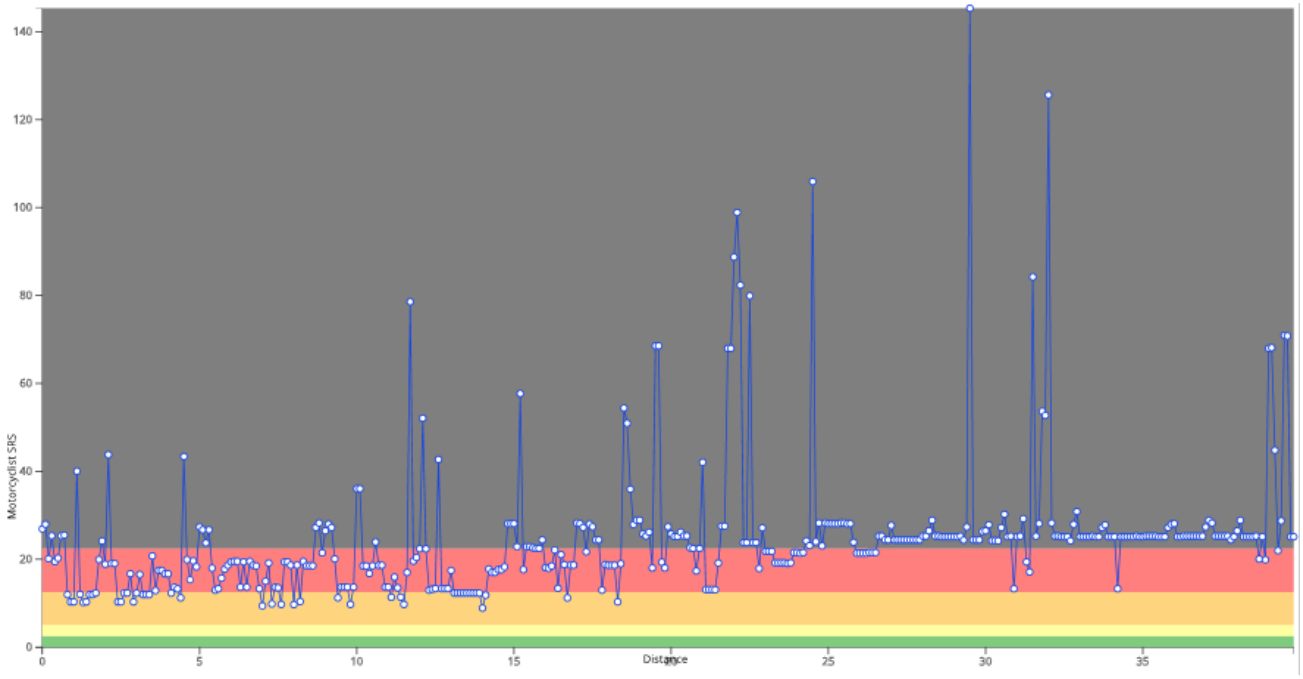


รูปที่ ข-10 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 503

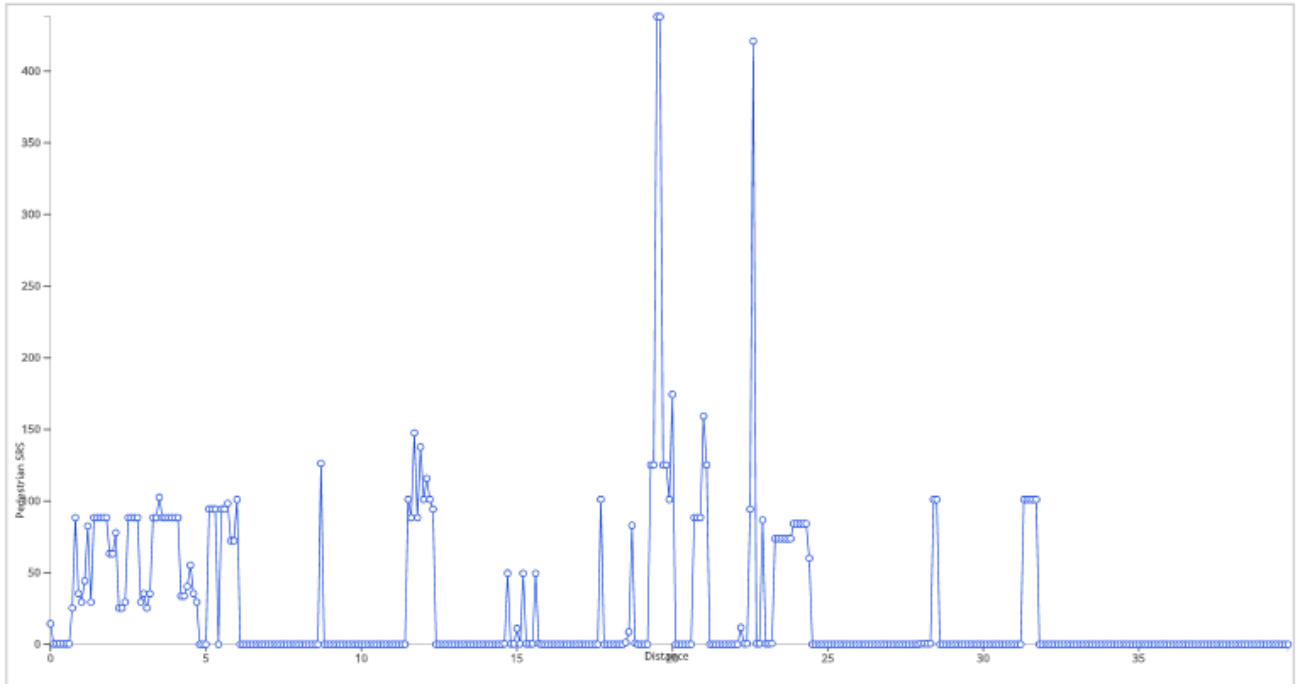
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



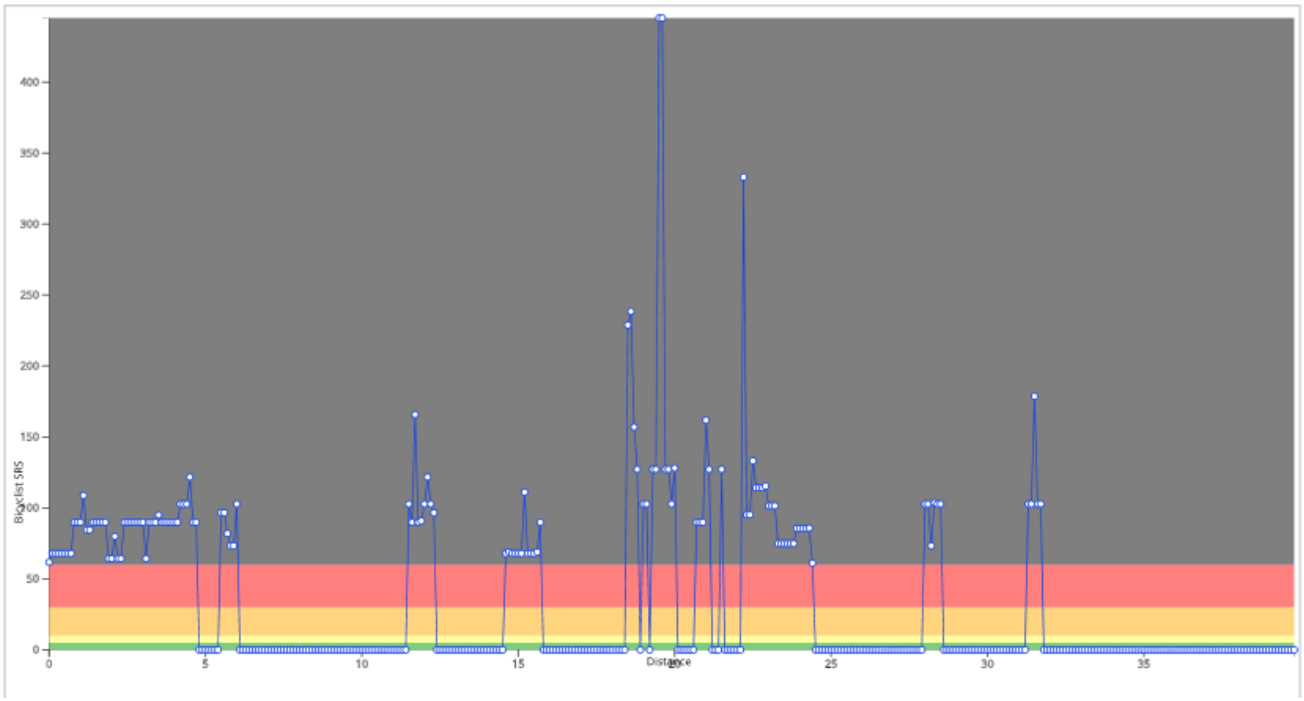
(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์



(c) คนเดินเท้า

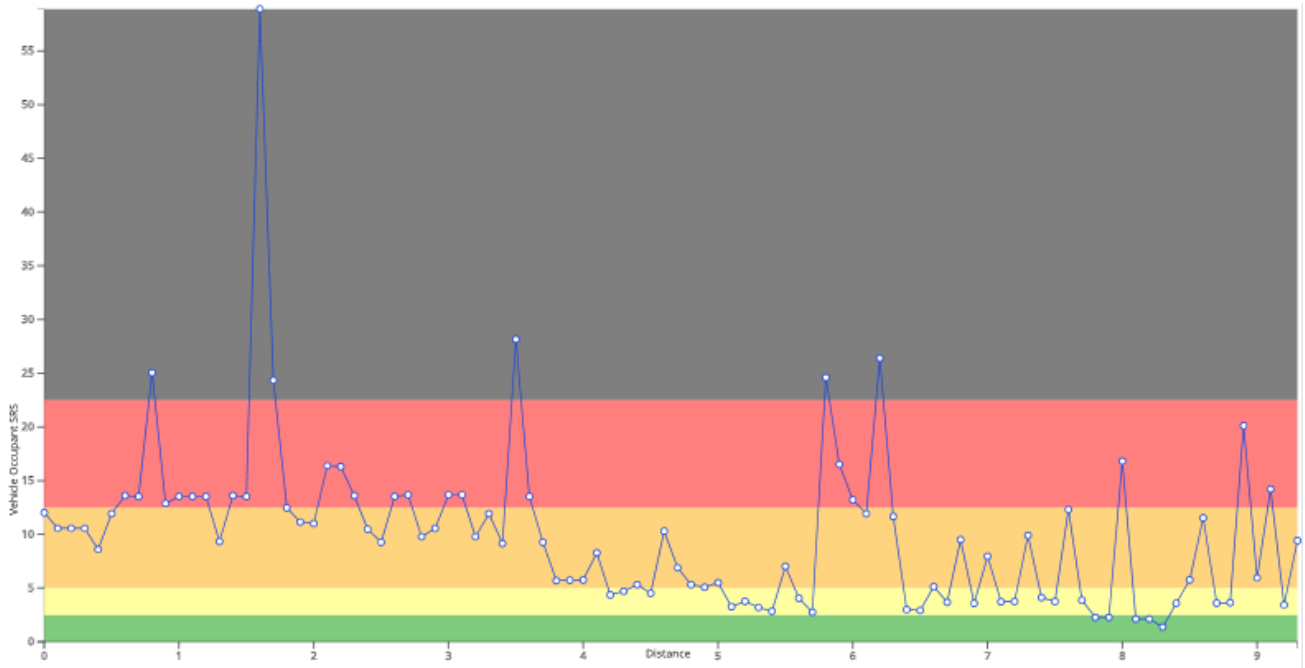


(d) ผู้ขี่จักรยาน

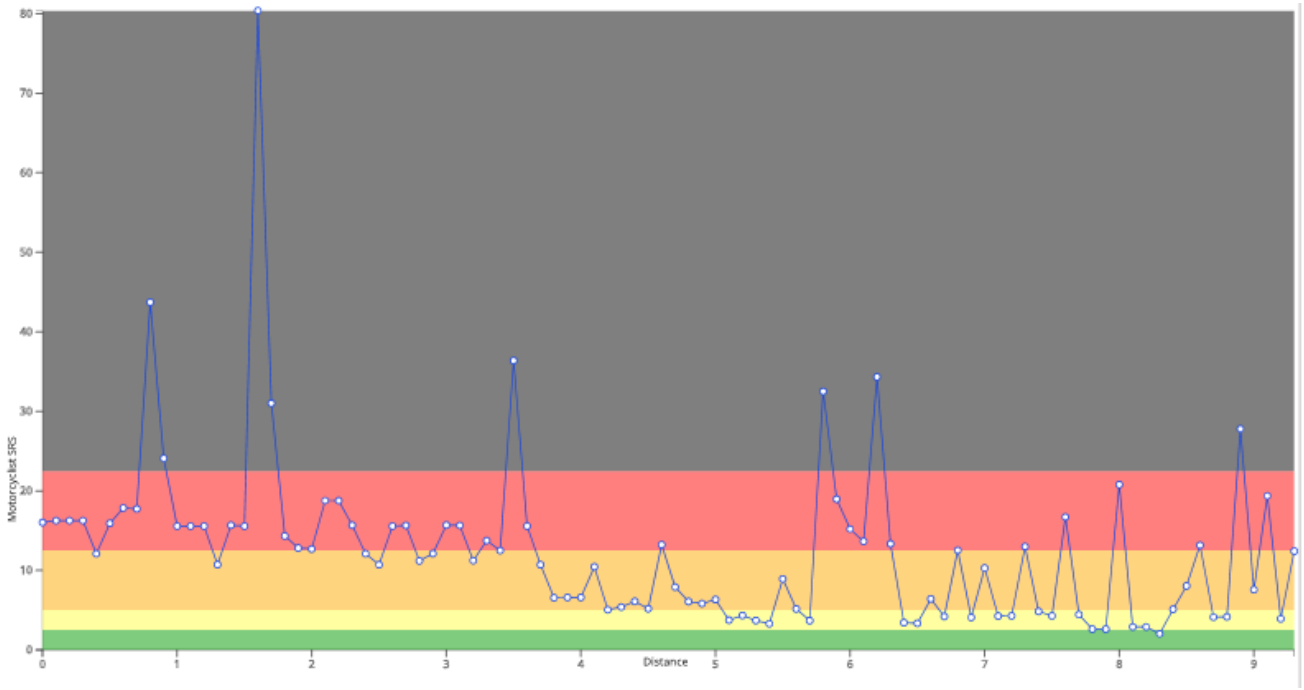


รูปที่ ข-11 เส้นความเสี่ยงทางหลวงหมายเลข 4 ตอนที่ 602

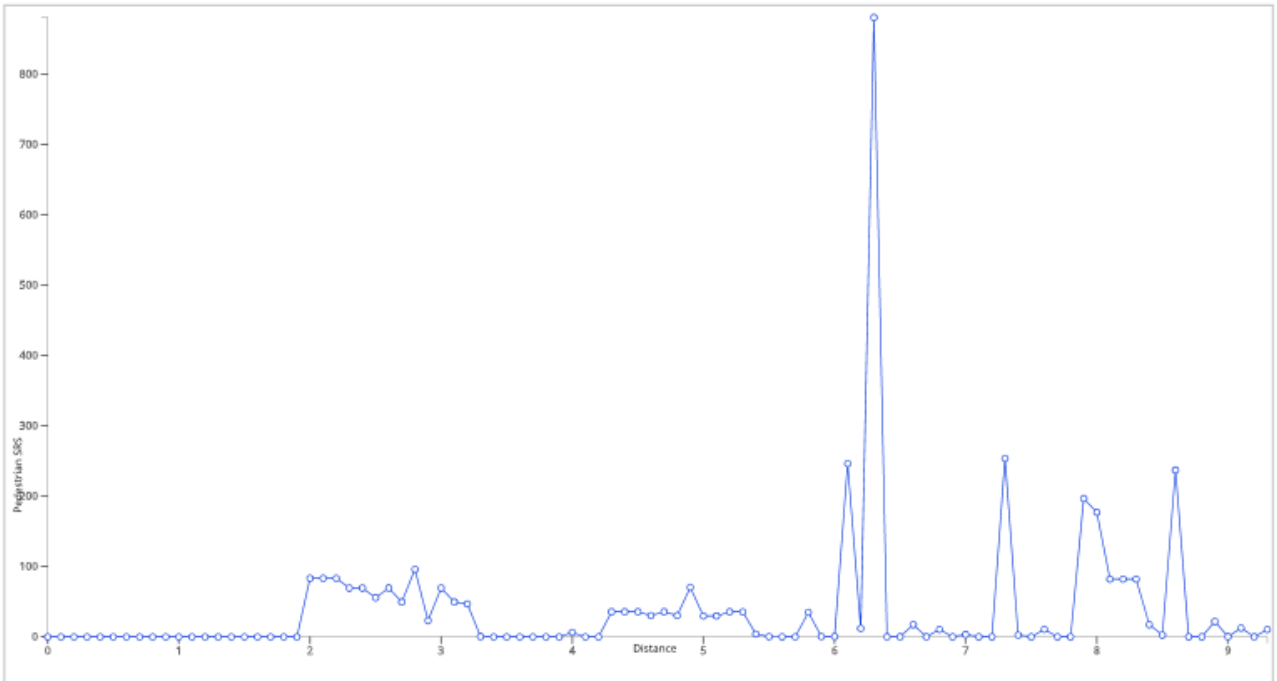
(a) ผู้ขับขี่รถยนต์



(b) ผู้ขับขี่จักรยานยนต์



(c) คนเดินเท้า



(d) ผู้ขี่จักรยาน