การประยุกต์ใช้วิธีการเลื่อนระยะเพื่อคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง

นางสาวพิณทิพย์ ศิระอำพร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF SLIDING-WINDOW METHOD FOR SCREENING BLACK SPOTS ON HIGHWAYS

Miss Pinthip Siraamporn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้วิธีการเลื่อนระยะเพื่อคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง
โดย	นางสาวพิณทิพย์ ศิระอำพร
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม ชูจารุกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม ชูจารุกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิณทิพย์ ศิระอำพร : การประยุกต์ใช้วิธีการเลื่อนระยะเพื่อคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง (APPLICATION OF SLIDING-WINDOW METHOD FOR SCREENING BLACK SPOTS ON HIGHWAYS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. เกษม ชูจารุกุล, 120 หน้า.

การคัดเลือกจุดอันตรายนับเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน ซึ่งความคลาดเคลื่อนของการระบุจุดอันตรายเบื้องต้นอาจทำให้การวิเคราะห์หาจุดอันตรายผิดพลาดไป ส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรในการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนที่ไม่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) 2 แบบด้วยกัน คือ แบบ Regular Intervals Placement และแบบ All-Point Placement โดยอาศัยข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558 ผลการศึกษา พบว่าจุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement มีระยะทางรวมมากกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement สอดคล้องกับจำนวนอุบัติเหตุรวมที่ได้มากกว่า แต่กลับได้จำนวนจุดอันตรายน้อยกว่า จากการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test) พบว่าการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement สามารถคัดเลือกจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ดีกว่า จากผลการศึกษาดังกล่าว นำไปสู่การวิเคราะห์หาระยะเลื่อนของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ที่เหมาะสมตามกลุ่มถนนทั้ง 12 กลุ่มที่ได้แบ่งกลุ่มตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT) โดยได้ศึกษาระยะเลื่อน 4 ระยะ ได้แก่ 100 200 500 และ 1,000 เมตร พบว่าเมื่อจำนวนช่องจราจรและ AADT เพิ่มขึ้น ระยะเลื่อนควรสั้นลง ผลการคัดเลือกได้จำนวนจุดอันตรายเบื้องต้น 2,257 แห่ง เมื่อนำจุดอันตรายที่ได้ไปจัดลำดับความสำคัญตามระดับความเสี่ยงอันตรายด้วยวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) พบว่ามีจุดอันตรายที่อยู่ในระดับเสี่ยงอันตรายสูงที่สุด สูง และปานกลาง จำนวน 19 555 และ 648 แห่งตามลำดับ งานวิจัยนี้สามารถช่วยให้เข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการคัดเลือกจุดอันตราย โดยสามารถนำไปปรับเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายให้ดียิ่งขึ้นได้ ส่งผลต่อการใช้งบประมาณในการปรับปรุงและแก้ไขจุดอันตรายที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5670309421 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEYWORDS: BLACK SPOT / SLIDING WINDOWS / HAZARDOUS ROAD LOCATION / NETWORK SCREENING / ROAD SAFETY IMPROVEMENT

PINTHIP SIRAAMPORN: APPLICATION OF SLIDING-WINDOW METHOD FOR SCREENING BLACK SPOTS ON HIGHWAYS. ADVISOR: ASSOC. PROF. KASEM CHOOCHARUKUL, Ph.D., 120 pp.

Black spot screening on highways is regarded as the first step for identification of hazardous road locations. Errors in initial black spot screening would lead to incorrect hazardous road locations and could result in inefficient use of available resources for road safety improvements. In this research, we present the sliding-window method for black spot screening. Two different placements are considered, i.e. regular interval placement and all-point placement. The analysis is based on highway accident data during year 2013-2015. The result showed that black spots identified from all-point placement method have a total length and a total number of accidents higher than regular interval placement method; however, the total black spots were found to be smaller. From the site consistency test, all-point placement method can better identify a high-risk site. The appropriate size of window of the all-point placement method was then investigated based on 12 groups of roads classifying by different number of lanes and AADT. Four sizes of window are considered, i.e. 100, 200, 500 and 1,000 meters. Results showed that when the number of lanes and AADT increase, appropriate size of window should be shortened. A total of 2,257 black spots was further prioritized by the rate quality control method. A total of 19, 555 and 648 spots were identified as highest, high, and medium risk, respectively. Findings from the present study could help understanding underlying factors that affect black spot identification process, and could be used to improve screening criteria in order to enhance budget allocation.

Department: Civil Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Civil Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้ความร่วมมือจากบุคคลต่างๆ ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ช่วยให้คำปรึกษาและอนุเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่ รศ.ดร. เกษม ชูจารุกุล ซึ่งเป็นผู้ดูแลและเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการวิจัยให้สามารถทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง ทั้งนี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่ รศ.ดร.ศักดิ์สิทธิ์ เฉลิมพงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. จิตติชัย รุจนกนกนาฏ และ รศ.ดร. กัณวีร์ กนิษฐ์พงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยตลอดจนการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ทั้งจากกรมทางหลวง ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูล และบริษัท อินฟรา พลัส จำกัด ที่ได้ให้ความรู้ ให้โอกาสในการทำงาน และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ คุณวรรณา กรสวัสดิ์ เจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการดำเนินเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอบวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงขอขอบพระคุณ คุณพิชญา พันวัน คุณเกริกฤทธิ์ ศรีรุ่งวิกรัย คุณสรัญพงศ์ มุสิแก้ว เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท และพี่ๆ นิสิตปริญญาเอกทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ คำแนะนำ คำปรึกษา ความช่วยเหลือจนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้าย ผู้วิจัยสำนึกในพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจเสมอมา รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสาทวิชาความรู้ จนผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย 4
1.6 องค์ประกอบของวิทยานิพนธ์ 4
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 อุบัติเหตุจราจรทางบก 5
2.1.1 ความหมายของอุบัติเหตุจราจรทางถนน 5
2.1.2 องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุจราจร 5
2.1.3 ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจร 6
2.2 จุดอันตรายบนถนน (Black Spot) 11
2.2.1 นิยามของจุดอันตรายบนถนน 11
2.2.2 การปรับปรุงจุดอันตรายบนถนน (Black Spot Improvement) 12
2.3 การคัดเลือกจุดอันตราย (Network Screening) 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.3.1 การกำหนดจุดมุ่งหมาย....16
2.3.2 การระบุโครงข่ายและการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิง....16
2.3.3 การเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพของจุดอันตราย....19
2.3.4 การเลือกวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย....24
2.3.5 การคัดเลือกและการประเมินผล....30
2.4 การคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding Window)....31
2.4.1 การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement....32
2.4.2 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement....33
2.5 การวิเคราะห์จุดอันตรายบนทางหลวง....34
2.5.1 สมการการคำนวณหาจุดอันตราย....36
2.5.2 การวินิจฉัยเพื่อหาจุดอันตราย....38
2.6 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....41
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....46
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย....46
3.2 การออกแบบและวางแผนงานวิจัย....47
3.3 การศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window)....48
3.3.1 การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement....49
3.3.2 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement....49
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....50
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล....51
3.6 แนวทางการดำเนินงานวิจัย....54
3.6.1 การศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะ (Sliding-window)....54
3.6.2 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน....58

หน้า

3.6.3 การกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม 59
3.6.4 การจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง.....59
บทที่ 4 ผลการศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 62
4.1 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ 62
4.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 67
4.3 ผลการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม 69
4.3.1 การกำหนดเกณฑ์ 70
4.3.2 การกำหนดระยะเลื่อน.....73
4.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง.....85
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัดของงานวิจัย.....88
5.1 สรุปผลการศึกษา 88
5.1.1 การคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ 88
5.1.2 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย.....89
5.1.3 การกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม 89
5.1.4 การจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง.....91
5.2 ข้อเสนอแนะ 93
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....94
รายการอ้างอิง 95
ภาคผนวก.....98
ภาคผนวก ก. 99
ภาคผนวก ข. 103
ภาคผนวก ค. 106
ภาคผนวก ง..... 113

หน้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 กระบวนการจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน (HSM, 2010) 15

รูปที่ 2 ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุที่ผันแปรตามเวลา (FHWA, 2010).....21

รูปที่ 3 กระบวนการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน (HSM, 2010).....31

รูปที่ 4 แนวคิดการเลื่อนระยะ (Sliding-window) (Sangjo and Youngihn, 2013) 32

รูปที่ 5 ลักษณะการจัดวางช่วงของการเลื่อนระยะ (Sliding-window).....32

รูปที่ 6 การเลื่อยระยะแบบ Regular Intervals Placement (Sangjo and Youngihn, 2013).....33

รูปที่ 7 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement (Sangjo and Youngihn, 2013) 34

รูปที่ 8 แผนผังแสดงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนทางหลวง (กรมทางหลวง) ..35

รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อระยะคัดเลือกเท่ากับความยาวของถนน (Hauer et al., 2002).....42

รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อแบ่งด้วยระยะคงที่เท่าๆ กัน (Hauer et al., 2002).43

รูปที่ 11 ขั้นตอนการระบุจุดอันตราย (Sujin et al., 2009).....44

รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อระยะคัดเลือกเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Hauer et al., 2002).....45

รูปที่ 13 แผนผังการวางแผนงานวิจัย 47

รูปที่ 14 แนวคิดการเลื่อนระยะ (Sliding-window) (Sangjo and Youngihn, 2013).....48

รูปที่ 15 ลักษณะการจัดวางช่วงของการเลื่อนระยะ (Sliding-window).....48

รูปที่ 16 การเลื่อยระยะแบบ Regular Intervals Placement (Sangjo and Youngihn, 2013).....49

รูปที่ 17 การเลื่อยระยะแบบ All-Point Placement (Sangjo and Youngihn, 2013).....50

รูปที่ 18 สถิติการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2558.....52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 19 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามปริมาณการจราจร.....52
รูปที่ 20 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามหมายเลขหลัก.....53
รูปที่ 21 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามจำนวนช่องจราจร.....53
รูปที่ 22 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุภายในช่วง 1,000 เมตร.....55
รูปที่ 23 ตัวอย่างการเก็บข้อมูล.....55
รูปที่ 24 เส้นใหม่ที่ได้จากการรวมเส้นที่ซ้อนหรือต่อกันอยู่.....56
รูปที่ 25 ผังขั้นตอนการหาจุดอันตรายเบื้องต้น.....57
รูปที่ 26 แผนผังการจัดระดับความเสี่ยงอันตรายของจุดอันตราย ประยุกต์จากของกรมทางหลวง.....61
รูปที่ 27 กราฟระหว่างจุดอันตรายกับจำนวนอุบัติเหตุสะสม.....63
รูปที่ 28 กราฟระหว่างจุดอันตรายกับระยะอันตรายสะสม.....63
รูปที่ 29 กราฟเปรียบเทียบระยะทางอันตรายสะสมกับจำนวนอุบัติเหตุสะสมของการเลื่อนระยะทั้งสองแบบ.....64
รูปที่ 30 เปรียบเทียบความต่อเนื่องของจุดอุบัติเหตุและความยาวจุดอันตราย.....65
รูปที่ 31 เปรียบเทียบความยาวของจุดอันตรายที่ครอบคลุมจุดอุบัติเหตุ.....66
รูปที่ 32 กราฟค่า SCT เฉลี่ยสะสมตามลำดับสายทางของกรมทางหลวง.....68
รูปที่ 33 กราฟแสดงจำนวนสายทางและจำนวนอุบัติเหตุ จำแนกตามกลุ่มถนน.....70
รูปที่ 34 กราฟแสดงจำนวนจุดอันตรายจากการเลื่อนระยะด้วยเกณฑ์ทั้ง 3 แบบ จำแนกตามกลุ่มถนน.....71
รูปที่ 35 กราฟแท่งแสดงอัตราส่วนความยาวของถนนต่อจุดอุบัติเหตุ (แท่งสีดำ) และความยาวเฉลี่ยของจุดอันตราย (แท่งสีอื่นๆ) จำแนกตามกลุ่มถนน.....81
รูปที่ 36 กราฟแท่งแสดงจำนวนจุดอันตรายที่ได้จากระยะเลื่อนทั้ง 4 ขนาด จำแนกตามกลุ่มของถนน.....82
รูปที่ 37 กราฟแสดงจำนวนของจุดอันตรายในระดับความเสี่ยงต่างๆ.....86
รูปที่ 38 กราฟแสดงร้อยละของจุดอันตรายในระดับความเสี่ยงต่างๆ.....86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 39 แผนที่แสดงจุดอันตรายตามระดับความเสี่ยงอันตราย 87

รูปที่ 40 ตัวอย่างผลการจัดระดับความเสี่ยงอันตราย 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับทางแยก โดยใช้การจำแนกรูปแบบการใช้งานและการควบคุมการจราจร (HSM, 2010) 17

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับช่วงถนน โดยใช้ประเภทของเกาะกลางถนนและหน้าตัดถนน (HSM, 2010).....18

ตารางที่ 3 สรุปข้อมูลที่ต้องการสำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพใดๆ (HSM, 2010) 20

ตารางที่ 4 สรุปข้อมูลที่ต้องใช้จุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (FHWA, 2010).....22

ตารางที่ 5 การประยุกต์ใช้วิธีการคัดเลือกจุดอันตราย (HSM, 2010).....24

ตารางที่ 6 สรุปวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายที่ใช้ในแต่ละรัฐของสหรัฐอเมริกา 26

ตารางที่ 7 ภาพรวมของการนิยามจุดอันตรายใน 8 ประเทศของทวีปยุโรป (Elvik, 2008) 28

ตารางที่ 8 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ 29

ตารางที่ 9 การพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ.....38

ตารางที่ 10 การพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราความรุนแรงของอุบัติเหตุ 40

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์จำนวนจุดอันตรายตามความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Sujin et al., 2009).....44

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ในการคัดเลือกจุดอันตราย 68

ตารางที่ 13 การแบ่งกลุ่มถนนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร.....69

ตารางที่ 14 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 0 – 5,000 คันต่อวัน.....74

ตารางที่ 15 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 5,000 – 10,000 คันต่อวัน.....74

ตารางที่ 16 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน.....75

ตารางที่ 17 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT มากกว่า 20,000 คันต่อวัน 75

ตารางที่ 18 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 0 – 10,000 คันต่อวัน ...76

ตารางที่ 19 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน 76

ตารางที่ 20 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน 77

ตารางที่ 21 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT มากกว่า 40,000 คันต่อวัน 77

ตารางที่ 22 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 0 – 20,000 คันต่อวัน78

ตารางที่ 23 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน 78

ตารางที่ 24 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน 79

ตารางที่ 25 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน 79

ตารางที่ 26 ตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT)...83

ตารางที่ 27 ผลการลดระยะเลื่อน 50 เมตร บนถนน > 4 ช่องจราจร AADT > 80,000 คันต่อวัน 84

ตารางที่ 28 ตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT)...85

ตารางที่ 29 สรุปตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT).....91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยได้รุดหน้าไปอย่างมาก จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ทำให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งเพื่อตอบสนองการพัฒนาของประเทศและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านในประชาคมอาเซียนที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต เมื่อมีการพัฒนาการคมนาคมขนส่งที่ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณการจราจรและการเดินทางบนถนนเพิ่มขึ้น ผลที่ตามมาคือการเกิดอุบัติเหตุทางถนนมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากมูลค่าความเสียหายของทรัพย์สินที่เกิดจากอุบัติเหตุทางถนนมีมูลค่ามหาศาล

จากรายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน ประจำปี 2558 (Global Status Report on Road Safety 2013) ที่จัดทำโดยองค์การอนามัยโลก พบว่า มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกสูงถึง 1.25 ล้านคนต่อปี บาดเจ็บอีก 50 ล้านคน และร้อยละ 90 ของความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา โดยในปี 2558 ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่สามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนได้ นั่นคือ มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในปี 2558 จำนวน 24,237 คน ซึ่งลดลงจากปี 2556 จำนวน 2,075 คน แต่ผลการจัดอันดับพบว่าประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงที่สุดเป็นอันดับ 2 ของโลก และเป็นอันดับ 1 ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือคิดเป็นร้อยละ 36.2 ต่อประชากรแสนคน หากคำนวณตัวเลขของการเสียชีวิตแล้ว พบว่า ในแต่ละวันจะมี 40 ครอบครัวต้องสูญเสียสมาชิก และยังมีอีก 15 ครอบครัว ต้องแบกรับภาระการเลี้ยงดูผู้พิการจากอุบัติเหตุทางถนน (คณิต จินดาวรรณ, 2558) นับได้ว่าอุบัติเหตุทางถนนก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก โดยเกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจประมาณปีละ 2.3 แสนล้านบาท ซึ่งถือเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

สำหรับประเทศไทย ทางรัฐบาลได้ตระหนักถึงความสูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุทางถนนและได้ยกปัญหาอุบัติเหตุทางถนนเป็นวาระแห่งชาติ โดยสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติได้กำหนดให้ปี พ.ศ. 2554-2563 เป็นทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน นอกจากนี้เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ผู้นำรัฐบาลของหลายประเทศได้เข้าร่วมการประชุมสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติและได้ให้การรับรองวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2573 คือ การลดอัตราการเสียชีวิต และการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนให้ได้ครึ่งหนึ่งภายในปี 2563 (องค์การอนามัยโลก, 2558)

การกำหนดให้ลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนถือเป็นเรื่องสำคัญต่อประเด็นความปลอดภัยทางถนน การหาวิธีป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นและการแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุ จำเป็นจะต้องทราบสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ แต่เนื่องจากงบประมาณที่จะนำมาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุทางถนนนั้นมีอย่างจำกัด จึงเป็นไปได้ยากที่จะทำได้ครบทุกจุด ดังนั้น ในการค้นหาจุดอันตรายบนถนนให้ได้จุดที่มีความสำคัญ ซึ่งต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วนตามลำดับความสำคัญนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนได้อย่างแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

เทคโนโลยีในปัจจุบันที่นิยมนำมาใช้ในการช่วยค้นหาจุดอันตรายบนถนน นั่นคือ เทคโนโลยีด้านภูมิสารสนเทศอย่าง GIS หรือที่เรียกว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) โดยจะประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน (Python Programing) มาช่วยในการค้นหาและคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนเบื้องต้น ซึ่งมีวิธีในการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นหลากหลายวิธี แต่วิธีที่ทั้งไทยและต่างประเทศนิยมใช้คือ วิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) มี 2 แบบด้วยกัน คือ การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement นิยมใช้มากที่สุด รวมถึงกรมทางหลวงด้วย เนื่องจากทำได้ง่ายและเร็ว ส่วนอีกแบบ คือ การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement นิยมใช้ในประเทศแถบยุโรป เนื่องจากมีความซับซ้อนและค้นหาจุดได้ช้ากว่า แต่มีความแม่นยำในการคัดเลือกจุดมากกว่า สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุทางถนน รวมทั้งข้อมูลปริมาณการจราจรและข้อมูลถนน มาวิเคราะห์เปรียบเทียบการเลื่อนระยะทั้งสองแบบและเลือกระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับประเทศไทย เพื่อพัฒนาการค้นหาจุดอันตรายบนถนนให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแม่นยำของการหาจุดอันตรายบนถนนระหว่างวิธีเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement กับแบบ Regular Intervals Placement
2) เพื่อเสนอระยะของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพถนนต่างๆ บนทางหลวง
3) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดลำดับจุดเสี่ยงอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะ แบบ All-Point Placement

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในส่วนแรกเป็นการศึกษาและเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) พิจารณาการเลื่อนระยะ 2 แบบ คือ การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement กับการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement และเปรียบเทียบความแม่นยำด้วยวิธีการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test) ในส่วนต่อมาเป็นการวิเคราะห์หาระยะหรือหน้าต่างของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ที่เหมาะสมตามลักษณะกายภาพของถนน โดยพิจารณาจัดกลุ่มถนนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) ซึ่งแบ่งได้ 12 กลุ่ม และใช้ระยะหรือหน้าต่าง 4 ขนาด ได้แก่ 100 200 500 และ 1,000 เมตร และในส่วนสุดท้ายเป็นการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตราย โดยใช้วิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) อ้างอิงตามกรมทางหลวง

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highway Accident Information Management System: HAIMS) โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ระบบการจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL เพื่อจัดการข้อมูลอุบัติเหตุทางถนน ผ่านโปรแกรม pgAamin III ภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือ ภาษาไพธอน (Python) และใช้การแสดงผลในรูปแผนที่ เพื่อแสดงจุดอันตราย บนโปรแกรม QuantumGIS (QGIS)

นอกจากจะมีข้อมูลอุบัติเหตุที่ใช้ในการเปรียบเทียบแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้โดยใช้ข้อมูลปริมาณการจราจร ข้อมูลสายทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน (พิจารณาเฉพาะจำนวนช่องจราจร) ซึ่งเป็นข้อมูลจากกรมทางหลวง เนื่องจากผู้วิจัยสนใจอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถระบุจุดอันตรายบนถนนได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น
2) สามารถใช้เป็นต้นแบบหรือแนวทางในการพัฒนาการวิเคราะห์จุดอันตรายบนถนนให้ดียิ่งขึ้นได้
3) สามารถใช้เป็นต้นแบบให้หน่วยงานอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับถนนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน นำไปใช้ในการวิเคราะห์จุดอันตรายบนถนนได้

1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวิธีดำเนินงานวิจัย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน
2) ออกแบบและวางแผนการศึกษาวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกเครื่องมือที่ใช้ และการวิเคราะห์ข้อมูล
3) ศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) เพื่อใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้น
4) เก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลปริมาณการจราจร ข้อมูลสายทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน
5) เปรียบเทียบการคัดเลือกจุดอันตราย โดยใช้การทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test)
6) วิเคราะห์ระยะเลื่อนที่เหมาะสมตามลักษณะทางกายภาพของถนน เทียบกับข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลสายทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน
7) จัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายด้วยวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) อ้างอิงวิธีการตามที่กรมทางหลวงใช้บนระบบ HAIMS
8) สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะ

1.6 องค์ประกอบของวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 บทนำ นำเสนอที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์การวิจัย ขอบเขตการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และแนวทางการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง นำเสนอผลสรุปของการทบทวนงานวิจัยในอดีต เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงทฤษฎีและปัจจัยต่างๆ ที่เกียวข้องกับการวิเคราะห์จุดอันตรายบนถนน

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย นำเสนอขั้นตอนการดำเนินงานของการวิจัย การวางแผนการออกแบบการทดลอง และวิธีการที่ใช้

บทที่ 4 ผลการศึกษา นำเสนอผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของการเลื่อนระยะทั้งสองแบบ การศึกษาการกำหนดระยะการเลื่อนที่เหมาะสมตามลักษณะกายภาพของถนน รวมถึงผลการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตราย

บทที่ 5 การสรุปผลและข้อเสนอแนะ สรุปผลการเปรียบเทียบความแม่นยำ สรุประยะการเลื่อนที่เหมาะสมตามลักษณะกายภาพของถนน และสรุปลักษณะของจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้เป็นการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีต่างๆ และวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นก่อนนำไปวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนตามลำดับความสำคัญ โดยวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นที่ผู้วิจัยสนใจ คือ วิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) ซึ่งเป็นวิธีที่หลายประเทศนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน ไม่ว่าจะเป็นประเทศในแถบทวีปยุโรป รวมไปถึงสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบถนนของแต่ละประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยนี้

2.1 อุบัติเหตุจราจรทางบก

2.1.1 ความหมายของอุบัติเหตุจราจรทางถนน

คำว่า อุบัติเหตุ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง เหตุการณ์อันตรายที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดคิด หรือไม่ได้ตั้งใจ หรือขาดความระมัดระวัง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542)

อุบัติเหตุจราจรทางถนน หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนน ซึ่งอาจมีผู้เสียชีวิต ผู้บาดเจ็บหรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินบนถนนหรือยานพาหนะ (วรัญญู เหลาโชติ, 2553)

2.1.2 องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุจราจร

องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุจราจร เกิดขึ้นจาก 3 ปัจจัยหลักด้วยกัน ดังนี้

1) ปัจจัยด้านคน (Road Users) ประกอบด้วย ผู้ขับขี่ (Drivers) ผู้โดยสาร (Passengers) และคนเดินเท้า (Pedestrians) ซึ่งผู้ขับขี่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุโดยตรง เนื่องจากเป็นผู้ควบคุมยานพาหนะ รวมถึงการบังคับยานพาหนะเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ การขาดวินัยจราจรถือเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ เช่น การเมาแล้วขับ การขับรถเกินอัตรากำหนด เป็นต้น ส่วนผู้โดยสาร ถือเป็นผู้เกี่ยวข้องทางอ้อมที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น การเร่งเร้าให้ผู้ขับขี่ขับรถเร็วเกินกำหนด ขับรถฝ่าฝืนกฎจราจร และขับรถแข่งกับผู้อื่นจนทำให้เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น และส่วน

คนเดินเท้าที่ขาดวินัยจราจร โดยยึดความสะดวกสบายเป็นสำคัญ ไม่ข้ามถนนในจุดที่ควรข้าม เช่น ทางม้าลาย หรือสะพานลอย เป็นต้น ก็เป็นสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นกัน

2) ปัจจัยด้านยานพาหนะ (Vehicles) ยานพาหนะที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การดัดแปลงรถ การบรรทุกของหนักเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด เป็นต้น หรือยานพาหนะที่ไม่มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยที่ดีและเพียงพอ หรือยานพาหนะที่มีสภาพชำรุดบกพร่อง ขาดการตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษาที่ดี เช่น ระบบห้ามล้อ ระบบการทรงตัวของรถ หรือยางที่หมดสภาพ เป็นต้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

3) ปัจจัยด้านถนนและสภาพสิ่งแวดล้อม (Environment) ถนนที่ดีควรถูกออกแบบอย่างปลอดภัย เพื่อให้ผู้ขับขี่มีความปลอดภัยในการใช้ถนน แต่ในบางสถานการณ์ถนนอาจมีความบกพร่องในด้านกายภาพ เช่น จุดตัดทางแยกที่ไม่เหมาะสม โค้งอันตราย ผิวถนนไม่เรียบ มีหลุมบ่อ หรือผิวถนนลื่นกว่ามาตรฐาน หรือเกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น การบดบังจากวัตถุข้างทาง ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง ป้าย เป็นต้น หรือมีอุปกรณ์ที่ชนแล้วอาจก่อให้เกิดอันตรายรุนแรง เช่น เสาไฟฟ้า เสาป้าย ต้นไม้ใหญ่ ราวกันอันตราย เป็นต้น การไม่มีอุปกรณ์ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการขับขี่หรือช่วยผู้ขับขี่ในการตัดสินใจ เช่น ป้ายจราจรต่างๆ ไฟสัญญาณจราจรที่ทางแยก ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น นอกจากนี้สภาพสิ่งแวดล้อมก็เป็นส่วนสำคัญที่อาจก่อให้เกิดอุบัตเหตุ ได้แก่ อุปสรรคทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดทัศนวิสัยที่ไม่ดีสำหรับการขับขี่ เช่น หมอกลงจัด ฝนตกหนัก น้ำท่วมถนน เป็นต้น อุปสรรคที่เกิดจากคน เช่น การเผาทุ่งนาสองข้างทางที่ก่อให้เกิดควันไปบดบังทัศนวิสัยการมองเห็นของผู้ขับขี่ เป็นต้น

2.1.3 ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุจราจร

การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit, RSA) หมายถึง “การตรวจสอบโครงการด้านถนนหรือการจราจรอย่างเป็นทางการ โดยผู้ตรวจสอบอิสระที่ทรงคุณวุฒิ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะครอบคลุมถึงโครงการหรือถนนที่มีอยู่แล้ว โครงการที่กำลังก่อสร้างหรืออยู่ระหว่างการออกแบบ โดยผู้ตรวจสอบจะรายงานถึงศักยภาพในการเกิดอุบัติเหตุ และความปลอดภัยในการใช้งานของโครงการและถนนดังกล่าว” (Ausroads, 2002)

การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ถือเป็นวิธีในการประเมินศักยภาพความปลอดภัยในการใช้งานถนน อันเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของสายทาง และอุปกรณ์บนสายทาง โดยผู้ประเมินจะต้องเป็นบุคคลซึ่งมีความรู้ ผ่านการอบรมและมีประสบการณ์ในการตรวจสอบ รายการที่ใช้ในการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยหน่วยงานต่างๆ จะมีองค์ประกอบในการประเมินแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะสายทางที่รับผิดชอบ เพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินงาน

ของหน่วยงานนั้น ดังนั้นเนื้อหาในส่วนการทบทวนนี้จะอธิบายถึงแนวทางตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่มีการใช้งานบนโครงข่ายในประเทศไทย

ผู้ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ซึ่งถือเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางถนน ได้กำหนดประเด็นของการก่อให้เกิดอันตรายจากสภาพถนนไว้ 9 ประเด็น ดังนี้

1) อันตรายจากการตกถนน

ยานพาหนะที่ตกจากทาง ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใด ส่งผลต่อการเสียชีวิตบนทางหลวงสูง การชนเมื่อตกออกจากสายทาง เกิดขึ้นทั้งสายทางตรงและบริเวณทางโค้ง และบ่อยครั้งที่จะมีการพลิกคว่ำของยานพาหนะ หรือการชนกับวัตถุยึดติดแน่นตามขอบสายทาง เช่น ต้นไม้ และเสาไฟต่างๆ ที่มาเกี่ยวข้อง สภาพอันตรายข้างทาง จะประกอบไปด้วย ขอบทางที่มีความชัน ทางระบายน้ำตามแนวสายทาง และไหล่ทางที่แคบซึ่งมีความกว้างไม่พอสำหรับยานพาหนะที่มีปัญหาใช้จอดกรณีฉุกเฉินระหว่างรอความช่วยเหลือได้อย่างปลอดภัย

2) สภาพผิวทางจราจร

ความผิดปกติของผิวทางจราจร เช่น ขอบทางที่ต่างระดับกันมากๆ หลุม และความฝืดของผิวทางที่ลดลง เนื่องจากอายุการใช้งาน การสึกหรอ ระบบระบายน้ำไม่เหมาะสมขณะมีพายุฝน และการขาดการบำรุงรักษา ล้วนมีผลต่อความสามารถในการหยุดและควบคุมยานพาหนะ

3) ถนนแคบ

ส่งผลให้เกิดความยากลำบากสำหรับคนขับรถในการควบคุมยานพาหนะที่ปลอดภัยในกรณีฉุกเฉินและไม่ฉุกเฉิน นั่นคือ ไม่มีพื้นที่ให้เพียงพอ สะพานแคบเป็นจุดอันตรายอย่างมาก การชนกับขอบสะพาน แม้จะเกิดขึ้นไม่บ่อย เมื่อเกิดขึ้นแต่ละครั้งล้วนเป็นเหตุการณ์ที่รุนแรง การชนดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อความกว้างของสะพานมีความแคบกว่าช่องทางเดินรถ และไหล่ทาง อันเป็นผลให้เกิดการชนกับปลายขอบสะพาน ราวกันตกของทางหรือกับยานพาหนะที่เดินทางในทิศทางตรงข้าม

4) จุดตัดทางรถไฟ

การชนที่เกี่ยวข้องกับรถไฟมากกว่าการชนกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถโดยสารหรือรถบรรทุก รถไฟนั้นไม่สามารถหยุดได้อย่างรวดเร็ว หรือหลบเลี่ยงออกจากแนวเส้นทางการชนกันได้ เห็นได้ชัดว่าจุดตัดของรถไฟเป็นจุดวิกฤตที่ต้องพิจารณาและเป็นจุดที่มีอันตรายอย่างมากไม่ว่าจะเป็นจุดที่มีจราจรคับคั่งอย่างไร

5) บริเวณที่มีกิจกรรมบำรุงรักษาทาง (Work zone)

กำหนดไว้ว่าเป็นเขตที่มีกิจกรรมก่อสร้างบำรุงรักษาและดำเนินกิจกรรมทางสาธารณูปโภค จะสร้างสภาพซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้ขับขี่ยวดยาน และคนงานบำรุงรักษาทาง และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการจราจร เช่น การลดความเร็วจำกัด ความคับคั่ง และมีการเคลื่อนไหวของคนงานก่อสร้าง รวมถึงอุปกรณ์บนผิวทาง บ่อยครั้งที่เขตงานไม่มีการระบุไว้อย่าง

ชัดเจน และป้ายเตือนมองเห็นได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะเวลากลางคืน ป้ายเตือนและอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอาจจะไม่สัมพันธ์กับงานทางที่ดำเนินการอยู่ หรือไม่ได้แสดงให้ทราบถึงลักษณะของเขตที่มีกิจกรรมงานทาง ผู้ขับขี่ยวดยานมักจะละเลยต่อป้ายเตือน ซึ่งมักจะส่งผลต่อเหตุการณ์น่าเศร้าในภายหลัง

6) ทางแยก

อันตรายที่เกิดขึ้นมักเกิดมาจากช่องทางเลี้ยวที่สับสน จุดอับการมองเห็น หรือความไม่พอเพียงของป้ายหรือสัญญาณไฟจราจร การบดบังทางแยกจากต้นไม้ที่อาจบดบังการมองเห็นของผู้ขับขี่ที่มองหาป้ายสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอื่นๆ

7) ข้อจำกัดในการออกแบบสายทาง

ความปลอดภัยของถนนในชุมชนในหลายๆ พื้นที่ถูกจำกัดเพราะว่าสายทางได้รับการก่อสร้าง ขณะที่รองรับการจราจรที่เบาบางมากและมักจะใช้ความเร็วไม่สูงในอดีต แต่จากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของยานพาหนะในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ทำให้ถนนต้องรองรับการจราจรที่สูงขึ้น เนื่องจากสภาพถนนเปลี่ยนสภาพมาเป็นแนวทางในการเชื่อมต่อชุมชน ความปลอดภัยของสายทางต่างๆ จะถูกแทนที่ในสภาพอันตราย เช่น ทางโค้งที่มีรัศมีแคบ ป้ายจราจรที่ไม่ได้คุณภาพ และเครื่องหมายจราจรที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ตลอดจนการขาดเกาะจราจรเพื่อแยกการจราจรสวนทิศทางออกจากกัน ซึ่งถือเป็นสาเหตุให้เกิดการชนประสานงาบนทางหลวง

8) ปัญหาการเชื่อมทางเข้าออก

ผู้คนส่วนมากจะคุ้นเคยกับสภาพการเข้าและออกของถนน ซึ่งส่งผลต่อความสับสนของผู้ขับขี่และสร้างความหงุดหงิด เช่น ทางเข้าออกบ้านเรือน แหล่งธุรกิจขนาดใหญ่หรือสำนักงาน และทางเข้าออกที่ผู้คนมักมองไม่เห็นหรือสังเกตเห็นได้ยาก

สำหรับกรมทางหลวงก็มีกระบวนการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนด้วยเช่นกัน โดยพิจารณาโครงการใน 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงระหว่างการก่อสร้าง (During Construction Stage) ช่วงก่อนการเปิดการจราจร (Pre-opening to Traffic) และช่วงการเปิดการจราจรแล้ว (Existing Roads) อย่างไรก็ตาม สำหรับงานวิจัยนี้สนใจการประเมินระดับความปลอดภัยทางถนนของกรมทางหลวงในช่วงการเปิดการจราจรแล้ว ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะประเด็นที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนของถนนที่เปิดให้บริการแล้ว

กระทรวงคมนาคม ได้จัดทำ “รายการตรวจสอบ” หรือ “Checklist” สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (RSA) ไว้ในคู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับประเทศไทย (กระทรวงคมนาคม, 2547) เพื่อช่วยในการตรวจสอบเบื้องต้นสำหรับการตรวจหาสิ่งที่เป็นปัญหาในด้านความปลอดภัยต่างๆ โดยมีรายละเอียดของรายการตรวจสอบ ดังนี้

1) แนวทางและรูปตัดถนน

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวทางและรูปตัดถนน ประกอบด้วย การพิจารณาแนวทางราบและแนวทางดิ่ง (เช่น โค้งแนวราบและการยกโค้ง มีความเหมาะสมกับความเร็วของการจราจรส่วนใหญ่ในบริเวณนั้นหรือไม่ เป็นต้น) ระยะการมองเห็นตามแนวทาง (เช่นการมองเห็นแนวทางข้างหน้าถูกสิ่งกีดขวางต่าง ๆ บดบังหรือไม่ เป็นต้น) และรูปตัดถนน (เช่น ความกว้างช่องจราจรและจานวนช่องจราจรเพียงพอกับปริมาณการจราจรและเหมาะสมกับประเภทของยานพาหนะหรือไม่)

2) ลักษณะทั่วไปของทางแยก

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของทางแยกนั้น ประกอบด้วย การพิจารณาลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยก (เช่น รูปแบบของทางแยกมีความชัดเจนไม่ก่อให้เกิดความสับสนต่อผู้ใช้รถใช้ถนนทุกประเภทหรือไม่ เป็นต้น) การมองเห็น (เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของทางแยกมีปัญหาในเรื่องการมองเห็นจากสาเหตุของแนวทางราบหรือแนวทางดิ่งหรือไม่ เป็นต้น) และการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยกและการนำทาง (เช่น มีอุปกรณ์หรือเครื่องหมายนาทางผ่านทางแยกอย่างเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น)

3) การระบายน้ำ

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำ ประกอบด้วยการพิจารณาปัญหาทั่วไป เช่น ความลาดเอียงของผิวทางเพียงพอต่อการระบายน้ำบนผิวทางหรือไม่ ระบบระบายน้ำมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น

4) ป้ายจราจร

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับป้ายจราจรประกอบด้วย การพิจารณาชนิดและการติดตั้งป้ายจราจร (เช่น รูปแบบป้ายจราจรที่ติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ตำแหน่งของการติดตั้งป้ายจราจรมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น) และการมองเห็นป้ายจราจร (เช่น ป้ายจราจรอยู่ในสภาพที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนทุกช่วงเวลา ทุกสภาวะ และไม่มีสิ่งบดบังหรือไม่ ป้ายจราจรสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยไม่ถูกดึงดูดความสนใจจากสิ่งรอบข้างหรือไม่ เป็นต้น)

5) สัญญาณไฟจราจร

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟจราจร ประกอบด้วย การพิจารณาการติดตั้งและการทำงานของสัญญาณไฟจราจร (เช่น สัญญาณไฟจราจรทำงานอย่างถูกต้องหรือไม่ จำนวน ตำแหน่ง และชนิดของสัญญาณไฟจราจร มีความเหมาะสมสำหรับยานพาหนะในแต่ละประเภทหรือไม่ เป็นต้น) และการมองเห็นสัญญาณไฟจราจร (เช่น สัญญาณไฟ

จราจรอยู่ในสภาพที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนหรือไม่ การมองเห็นสีของสัญญาณไฟจราจรมีปัญหาจากสีของไฟฟ้าส่องสว่างในบริเวณใกล้เคียงหรือไม่ เป็นต้น)

6) เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายน้ำทาง

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทางนั้น ประกอบด้วยการพิจารณาปัญหาทั่วไป (เช่น เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทางมีความสม่ำเสมอไปตลอดเส้นทางหรือไม่ เป็นต้น) เครื่องหมายจราจร (เช่น เส้นหยุดหรือเส้นให้ทางมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น) เครื่องหมายนำทาง (เช่น เครื่องหมายนำทางถูกบดบังการมองเห็นจากต้นไม้ ป้ายต่าง ๆ การจอดรถ ฯลฯ หรือไม่ เป็นต้น) อุปกรณ์บนผิวจราจรหรือปุ่มจราจร (เช่น อุปกรณ์บนผิวจราจรได้มีการติดตั้งอย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น) และแถบชะลอความเร็ว หรือ Rumble Strips (เช่น รูปแบบการติดตั้งของแถบชะลอความเร็วมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น)

7) สภาพอันตรายข้างทาง

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสภาพอันตรายข้างทางนั้น ประกอบด้วย การพิจารณาเขตปลอดภัย หรือ Clear Zone (พิจารณาว่ามีอุปสรรคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่รถที่อาจเสียหลักหลุดออกนอกเส้นทางหรือไม่) อุปกรณ์กันชน (เช่น อุปกรณ์กันชนได้รับการติดตั้งอย่างเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น) และอุปกรณ์กั้นข้างทาง (เช่น ชนิดและการติดตั้งราวกันอันตรายมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้รถใช้ถนนหรือไม่ เป็นต้น)

8) พื้นถนน

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพื้นถนนนั้น ประกอบด้วยการพิจารณาประเด็นสภาพพื้นถนน เช่น ผิวจราจรเกิดความเสียหายที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่หรือไม่มีความแตกต่างระหว่างระดับผิวทางและไหล่ทางหรือไม่ เป็นต้น

9) ไฟฟ้าแสงสว่าง

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าแสงสว่างนั้น เช่น มีการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่างอย่างเพียงพอหรือไม่ ระดับของความสว่างมีเพียงพอหรือไม่ เป็นต้น

10) คนเดินเท้า คนข้ามถนน คนขี่จักรยาน

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคนเดินเท้า คนข้ามถนน คนขี่จักรยานนั้น ประกอบด้วย การพิจารณาสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัยสาหรับคนเดินเท้าและคนข้ามถนน (เช่น ความกว้างของทางเดินหรือทางเท้าเพียงพอกับปริมาณคนเดินเท้าหรือไม่ เป็นต้น) และสิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน (เช่น ทางจักรยานมีความต่อเนื่องและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยต่อผู้ใช้จักรยานหรือไม่ เป็นต้น)

11) ทางเชื่อม

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทางเชื่อมนั้น ประกอบด้วยการพิจารณาปัญหาทั่วไป (เช่น มีการควบคุมการเข้าออกจากทางเชื่อมที่เหมาะสมหรือไม่ ความลาดเอียงของทางเชื่อมมีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น) และระยะการมองเห็น (เช่น ตำแหน่งของทางเชื่อมสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนโดยไม่ถูกบดบังจากแนวทางราบหรือแนวดิ่งหรือไม่ เป็นต้น)

12) การจอดรถและที่หยุดรถประจำทาง

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจอดและหยุดรถประจำทางนั้น ประกอบด้วย การพิจารณาการจอดรถ (เช่น มีการจัดพื้นที่สาหรับจอดรถอย่างเพียงพอหรือไม่ เป็นต้น) และที่หยุดรถประจำทาง (เช่น ที่จอดรถประจำทางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านความปลอดภัยหรือไม่ เป็นต้น)

13) ประเด็นอื่น ๆ

การพิจารณาความปลอดภัยทางถนนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นอื่นๆ นั้น ประกอบด้วย การพิจารณาแสงที่สะท้อนเข้าตาผู้ขับขี่ (เช่น แสงไฟฟ้าจากข้างทางสะท้อนเข้าตาผู้ขับขี่ทำให้เกิดปัญหาด้านการมองเห็นหรือไม่ เป็นต้น) และกิจกรรมข้างทาง (เช่น มีกิจกรรมข้างทางซึ่งอาจเบี่ยงเบนความสนใจของผู้ขับขี่หรือไม่ มีกิจกรรมข้างทางที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้รถใช้ถนนหรือไม่ เช่น ตลาดสด การจอดรถข้างทางกีดขวางการจราจรที่ใช้ความเร็วสูง เป็นต้น)

2.2 จุดอันตรายบนถนน (Black Spot)

2.2.1 นิยามของจุดอันตรายบนถนน

จุดอันตรายบนถนน (Black Spot) หมายถึง ตำแหน่งบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง หรือมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ หรือมีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือบริเวณที่ง่ายต่อการเกิดอุบัติเหตุ หรือบริเวณถนนที่มีอันตราย ซึ่งอาจจะเป็นทางแยก ทางโค้ง จุดตัดรถไฟ ช่วงถนนหนึ่งๆ หรือบริเวณอื่นใดก็ตามที่เป็นไปตามคำจำกัดความนี้ (กรมทางหลวง, 2549)

สำหรับคำว่า “Black Spot” เป็นศัพท์ทางเทคนิค ซึ่งมีที่มาจากการดำเนินงานแก้ไขและปรับปรุงบริเวณอันตรายในอดีต โดยวิศวกรหรือนายช่างมีหน้าที่ดูแลบำรุงรักษาถนนและทางหลวงใช้วิธีปักหมุด เพื่อแสดงตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุลงบนแผนที่โครงข่ายถนนที่รับผิดชอบ เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า บางบริเวณมีจำนวนหมุดอยู่เกาะกลุ่มกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งแสดงถึงสถิติการเกิดอุบัติเหตุที่สูงผิดปกติกว่าบริเวณอื่น และบริเวณดังกล่าว ซึ่งมีกลุ่มของหมุดอยู่มากจนมองเห็นเป็นกลุ่มดำบนแผนที่ (ภัทรสุดา วิชยพงศ์, 2554)

นอกจากนี้ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ยังได้ให้คำจำกัดความของบริเวณถนนที่เป็นอันตราย (พิชัย ธาณีรณานนท์, 2549) ไว้ดังนี้

1) บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงสุด ซึ่งแต่ละจุดอาจกำหนดได้จากประวัติของการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดนั้นๆ ในรูปของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ณ

- จุดอันตรายหรือจุดดำ (Black Spots) เป็นตำแหน่งที่สามารถกำหนดได้ชัดเจนจากลักษณะทางกายภาพของถนน เป็นทางแยก ทางโค้ง หรือเนิน
- ช่วงถนนอันตรายหรือช่วงถนนสีดำ (Black Sites) เป็นช่วงถนนที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุจราจรสูง
- พื้นที่อันตรายหรือพื้นที่สีดำ (Black Areas) เป็นพื้นที่ที่มีอุบัติเหตุจราจรเกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ใช้กับพื้นที่เขตเมือง ซึ่งวิธีการรายงานอาจไม่ชัดเจนพอที่จะระบุแต่ละถนนที่อยู่ในโครงข่ายที่หนาแน่น

2) บริเวณที่มีความเสี่ยงปานกลาง เป็นบริเวณที่จำนวนอุบัติเหตุอาจมีน้อยเกินไปที่จะระบุตำแหน่งได้จากบันทึกอุบัติเหตุเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลจากกลุ่มบริเวณที่มีลักษณะคล้ายกัน หรือจากการสังเกตสถานที่อาจชี้ให้เห็นลักษณะที่อาจเป็นอันตรายบางอย่าง บริเวณเหล่านี้อาจเรียกว่าเป็นจุดเสี่ยงอันตราย (Grey Spots) ช่วงถนนเสี่ยงหรือพื้นที่เสี่ยงในลักษณะเดียวกับที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3) บริเวณที่มีลักษณะที่คล้ายกัน ปรากฏอย่างเด่นชัดในอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น กล่าวคือ อาจมีอุบัติเหตุเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดขึ้นมาก แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเป็นกลุ่มก้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 การปรับปรุงจุดอันตรายบนถนน (Black Spot Improvement)

กระบวนการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนที่หลายหน่วยงานใช้อยู่ในปัจจุบันนั้น มีหลักๆ 2 วิธี คือ การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่เป็นการแก้ไขปัญหาเชิงรุกหรือการป้องกันการเกิดปัญหา (Proactive Approach) สามารถดำเนินการได้ตั้งแต่ช่วงการเริ่มออกแบบถนนไปจนกระทั่งช่วงการเปิดการจราจรแล้ว (กรมทางหลวง, 2549) และการปรับปรุงจุดอันตราย ถือเป็นการแก้ไขปัญหาเชิงรับหรือการตามแก้ปัญหา (Reactive Approach) ในจุดหรือบริเวณที่มีอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นบ่อยครั้ง หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูง (กรมทางหลวง, 2554)

การปรับปรุงจุดอันตราย เป็นการบ่งชี้บริเวณหรือจุดอันตราย จะดำเนินการเฉพาะโครงข่ายถนนที่เปิดให้บริการแล้ว โดยการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากจุดบกพร่องในโครงข่ายถนน ซึ่งเกิดจากการมองข้ามความปลอดภัยในการออกแบบ การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือการขาดการบำรุงรักษา

ผลที่ตามมาก็คือ การบาดเจ็บและการเสียชีวิต ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะทำในลักษณะการสืบค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุ (กรมทางหลวง, 2546)

Hauer et al. (2002) ได้สรุปขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขบริเวณที่เป็นจุดเสี่ยงอันตรายบนถนน มี 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) การคัดเลือกบริเวณที่เป็นจุดอันตรายบนถนน (Network Screening) เป็นการตรวจสอบจุดอันตรายที่มีอยู่ในโครงข่ายถนนทั้งหมด ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ และศึกษารายละเอียดทางวิศวกรรรม เพื่อจัดลำดับความสำคัญว่าจุดใดควรปรับปรุงมากที่สุด

2) การศึกษารายละเอียดทางวิศวกรรมของบริเวณที่เป็นจุดอันตรายบนถนน (Conduct of Detailed Engineering Studies) เป็นการวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ว่าจุดที่จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขนั้นมีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใด ทั้งนี้จะประเมินทั้งในด้านความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างและด้านการช่วยลดจำนวนการเสียชีวิตของผู้ใช้ถนน รวมถึงความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นด้วย

3) การเลือกบริเวณจุดอันตรายที่ต้องปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข (Project Selection and Implementation) เป็นการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบนถนนตามงบประมาณและทรัพยากรที่มีอยู่ เพื่อให้ได้ผลที่คุ้มค่ามากที่สุด

วิชุดา โค้วธนพานิช และ กนกพร รัตนสุธีระกุล (2553) ได้อ้างถึง เอกสารการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจุดอันตรายบนถนน ของ รศ. ลำดวน ศรีศักดา ซึ่งสรุปกระบวนการแก้ไขจุดอันตรายบนถนนเช่นเดียวกับกรมทางหลวง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) การบ่งชี้จุดหรือบริเวณอันตราย (Identification of Black Spots) จากข้อมูลอุบัติเหตุจราจร ข้อมูลจราจร เช่น ปริมาณการจราจร ข้อมูลถนน (ความกว้าง ลักษณะผิวทาง รัศมีความโค้ง) ทำการบ่งชี้ (Identify) จุดหรือบริเวณอันตรายบนถนนหรือทางแยก

2) การวิเคราะห์ในรายละเอียดของบริเวณอันตราย (Detailed Analysis of Identified Spots หรือ Diagnosis Phase) สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ

ก. สรุปลักษณะทั่วไปหรือรูปแบบของอุบัติเหตุที่เกิดในแต่ละบริเวณ

ข. สร้างไดอะแกรมการชน (Collision Diagram)

ค. การตรวจสอบสถานที่ เพื่อหาปัจจัยที่เสริมให้เกิดอุบัติเหตุ (Contributing Factors) ณ บริเวณนั้น ปัจจัยที่เสริมให้เกิดอุบัติเหตุมีมากมายหลายปัจจัย เช่น สภาพการมองเห็นจำกัด ผิวทางลื่น มีหลุมบ่อ ความไม่แน่ชัดว่ารถทางใดมีสิทธิ์ควรไปก่อน หรือแสงสว่างไม่เพียงพอ เป็นต้น

3) เสนอแนะมาตรการที่ใช้เพื่อลดปัจจัยที่เสริมให้เกิดอุบัติเหตุอันจะนำไปสู่การลดอุบัติเหตุ (Countermeasure Selection) เช่น เมื่อเห็นว่าการจราจรที่สับสนที่ทางแยกเป็นปัจจัยสำคัญก็ควรแก้ไขด้วยการแบ่งช่องจราจรให้เหมาะสม การติดตั้งไฟสัญญาณจราจรจะช่วยลดอุบัติเหตุจากการชน

ด้านข้างหรือถ้าตั้งเวลาไฟเหลืองให้เหมาะกับความเร็วรถที่เข้าสู่ทางแยกอุบัติเหตุชนท้ายก็จะลดลง เป็นต้น แล้วจัดทำเป็นแผนงานและโครงการลดอุบัติเหตุ

4) การจัดลำดับความสำคัญว่าควรจะปรับปรุงที่บริเวณใดก่อน-หลัง (Priority Ranking and Programming) โดยพิจารณาเปรียบเทียบผลประโยชน์จากอุบัติเหตุที่คาดว่าจะลดลงได้กับมูลค่าการลงทุน (Benefit Cost Ratio) ณ บริเวณนั้นหรือในโครงการนั้น

5) การปรับปรุง หรือก่อสร้าง หรือดำเนินตามมาตรการในโครงการที่คัดเลือกแล้ว (Plan of Countermeasure Implementation)

6) ประเมินผลมาตรการหรือการปรับปรุงที่เกิดขึ้น (Evaluation) ปรับวิธีแก้ไขหรือปรับมาตรการ (ถ้าจำเป็น)

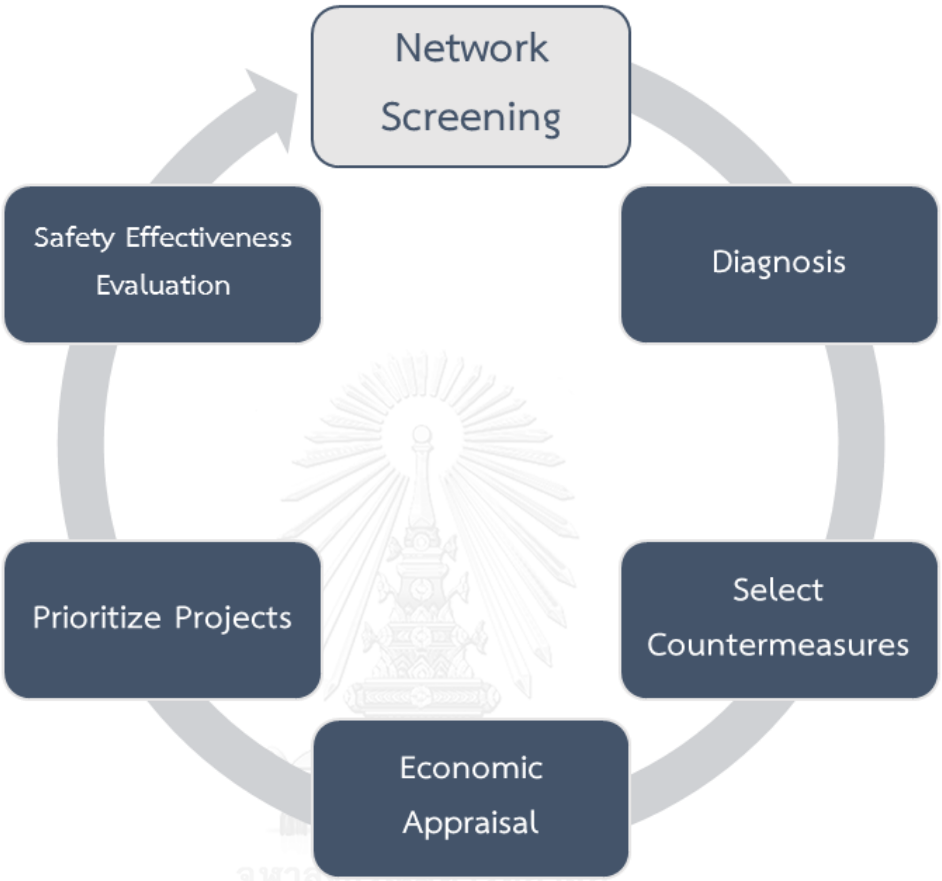
สำหรับในงานวิจัยนี้ จะมุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนแรกสุดของการแก้ไขบริเวณที่เป็นจุดเสี่ยงอันตรายบนถนน นั่นคือ การบ่งชี้บริเวณอันตราย (Black Spot Identification) หรือการคัดเลือกบริเวณที่จะเป็นจุดอันตราย (Network Screening) เบื้องต้น เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการระบุจุดอันตรายเบื้องต้นอาจทำให้การวิเคราะห์หาจุดอันตรายผิดพลาดไป ส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรในการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนที่ไม่มีประสิทธิภาพ

2.3 การคัดเลือกจุดอันตราย (Network Screening)

การคัดเลือกหรือการระบุจุดอันตรายบนถนนหรือบริเวณถนนที่เป็นอันตราย (Hazardous Road Locations) หรือบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ (High-risk Locations) หรือบริเวณที่ง่ายต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนน (Accident-prone Locations) หรือบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง (High Crash Locations) นับเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน (Montella, 2010) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งถือเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและต้องทำอย่างเป็นประจำสม่ำเสมอ เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยโดยรวมของโครงข่ายถนน (Cheng and Washington, 2008) โดยบริเวณดังกล่าวจะถูกจัดลำดับความสำคัญเพื่อศึกษารายละเอียดทางด้านวิศวกรรม ซึ่งจะระบุรูปแบบของการเกิดอุบัติเหตุ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุด้วย (Hauer et al., 2002)

การคัดเลือกจุดอันตราย ถือเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบโครงข่ายการจราจร เพื่อระบุและจัดลำดับความสำคัญบริเวณที่มีแนวโน้มในการลดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุจากมากไปหาน้อยด้วยการกำหนดมาตรการรับมือ โดยบริเวณที่มีแนวโน้มสูงในการลดการเกิดอุบัติเหตุได้จะถูกนำไปศึกษาในรายละเอียดมากขึ้น ทั้งการระบุรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ ปัจจัยร่วม และมาตรการรับมือที่เหมาะสม การคัดเลือกจุดอันตรายยังช่วยกำหนดและดำเนินนโยบายอีกด้วย เช่น การจัดลำดับความสำคัญของ

การเปลี่ยนราวกันอันตรายที่ไม่ได้มาตรฐานทั่วประเทศ โดยดูจากจำนวนอุบัติเหตุการชนแบบหลุดออกจากถนนสูง เป็นต้น (HSM, 2010)



รูปที่ 1 กระบวนการจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน (HSM, 2010)

นอกจากนี้ ในคู่มือความปลอดภัยทางถนนของปี 2553 หรือ Highway Safety Manual ที่พัฒนาขึ้นโดย AASHTO หรือ American Association of State Highway and Transportation Officials ได้แบ่งขั้นตอนการคัดเลือกจุดอันตรายเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Establish Focus) เป็นขั้นตอนของการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การคัดเลือกจุดอันตราย ซึ่งการตัดสินใจในขั้นตอนนี้จะส่งผลต่อข้อมูล (Data Needs) การเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพของจุดอันตราย (Select Performance Measures) และวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย (Screening Methods) ที่จะนำมาใช้เพื่อคัดเลือกจุดอันตราย

2) การระบุโครงข่ายและการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิง (Identify Network and Establish Reference Populations) เป็นการระบุบริเวณที่มีความเฉพาะเจาะจง เช่น ทางตรง ทางโค้ง ทางแยก เป็นต้น และจัดกลุ่มบริเวณที่มีลักษณะคล้ายกัน
3) การเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพของจุดอันตราย (Select Performance Measures) มีอยู่หลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ เพื่อช่วยประเมินศักยภาพการลดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุในบริเวณนั้นๆ
4) การเลือกวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย (Select Screening Method) โดยจะต้องดูทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี เพื่อช่วยเลือกวิธีที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับสถานการณ์ที่มีอยู่
5) การคัดเลือกและการประเมินผล (Screen and Evaluate Results) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการวิเคราะห์การคัดเลือกและการประเมินผลลัพธ์ของจุดอันตรายที่ได้

2.3.1 การกำหนดจุดมุ่งหมาย

การกำหนดจุดมุ่งหมาย ถือเป็นขั้นตอนแรกในการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน โดยสามารถดำเนินการหรือมุ่งเน้นไปที่หนึ่งหรือทั้งสองข้อ ดังต่อไปนี้

1) การระบุและการจัดลำดับบริเวณที่เป็นจุดอันตราย ต้องมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนของการเกิดอุบัติเหตุได้ และ/หรือ

2) การประเมินโครงข่าย ต้องระบุบริเวณด้วยประเภทของอุบัติเหตุที่มีความเฉพาะเจาะจง หรือมีความรุนแรง เพื่อใช้ในการกำหนดและดำเนินนโยบาย เช่น การจัดลำดับความสำคัญของการเปลี่ยนราวกันอันตรายที่ไม่ได้มาตรฐานทั่วประเทศ โดยดูจากจำนวนอุบัติเหตุที่มีการหลุดออกจากถนนสูง เป็นต้น

2.3.2 การระบุโครงข่ายและการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิง

จุดมุ่งหมายของกระบวนการคัดเลือกจุดอันตรายที่กำหนดในขั้นตอนแรกนั้น ถือเป็นพื้นฐานสำหรับขั้นตอนนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยการระบุองค์ประกอบของถนนที่จะถูกคัดเลือก และการรวบรวมองค์ประกอบเหล่านี้ให้เป็นกลุ่มประชากรอ้างอิง ตัวอย่างขององค์ประกอบโครงข่ายถนนที่สามารถคัดเลือกได้ ประกอบด้วย ทางแยก (Intersection) ช่วงของถนน (Roadway Segment) อุปกรณ์ในเขตทาง (Facility) ทางลาดเชื่อม (Ramp) และจุดตัดทางรถไฟ (Railway Crossing)

กลุ่มประชากรอ้างอิง คือ กลุ่มของบริเวณที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ทางแยกที่มีไฟสัญญาณจราจรแบบ 4 ขา ถนนชนบทแบบ 2 ช่องจราจร เป็นต้น ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญของของแต่ละบริเวณจะถูกสร้างขึ้นภายใต้กลุ่มประชากรอ้างอิงนั่นเอง ในบางกรณี ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของจุด

อันตรายก็ยอมให้เปรียบเทียบข้ามกลุ่มประชากรอ้างอิงได้ โดยลักษณะที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับทางแยกและช่วงของถนนสามารถระบุได้ ดังนี้

กลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับทางแยก

ลักษณะที่มีเป็นไปได้ในการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับทางแยก ประกอบด้วย

- การควบคุมการจราจร เช่น ไฟสัญญาณจราจร การควบคุมการหยุด 2 ทิศทางหรือ 4 ทิศทาง วงเวียน เป็นต้น
- จำนวนของขาของทางแยก เช่น สามแยก สี่แยก เป็นต้น
- หน้าตัดถนน เช่น จำนวนของช่องจราจร ช่องรอเลี้ยว เป็นต้น
- การจำแนกรูปแบบการใช้งาน เช่น ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ถนนท้องถิ่น เป็นต้น
- ประเภทของพื้นที่ เช่น ในเมือง ชานเมือง ชนบท เป็นต้น
- ปริมาณการจราจร เช่น ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (AADT) เป็นต้น
- ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain) เช่น ที่ราบ ที่ลาดชัน ภูเขา เป็นต้น

ลักษณะที่กำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ทราบเกี่ยวกับแต่ละทางแยก วัตถุประสงค์ ขนาดของโครงข่าย และการเลือกใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของข้อมูลสำหรับหลายทางแยกที่อยู่ในโครงข่าย ซึ่งเรียงลำดับโดยใช้การจำแนกรูปแบบการใช้งานและการควบคุมการจราจร โดยกลุ่มประชากรอ้างอิงนี้อาจมีความเหมาะสมกับหน่วยงานที่ได้รับงบประมาณในการติดตั้งกล้องตรวจจับการฝ่าไฟแดง หรือมาตรการอื่นๆ ของทั้งระบบ เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยที่บริเวณทางแยกที่มีไฟสัญญาณจราจร จะเห็นได้ว่ากลุ่มสุดท้ายไม่ควรนำมาศึกษา เนื่องจากเป็นทางแยกที่ไม่มีไฟสัญญาณจราจร

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับทางแยก โดยใช้การจำแนกรูปแบบการใช้งานและการควบคุมการจราจร (HSM, 2010)

Reference Population	Segment ID	Street Type 1	Street Type 2	Traffic Control	Fatal	Injury	PDO	Total	Exposure Range (TEV/Average Annual Day)
Arterial-Arterial Signalized Intersections	3	Arterial	Arterial	Signal	0	41	59	100	55,000 to 70,000
	4	Arterial	Arterial	Signal	0	50	90	140	55,000 to 70,000
	10	Arterial	Arterial	Signal	0	28	39	67	55,000 to 70,000
Arterial-Collector Signalized Intersections	33	Arterial	Collector	Signal	0	21	52	73	30,000 to 55,000
	12	Arterial	Collector	Signal	0	40	51	91	30,000 to 55,000
	23	Arterial	Collector	Signal	0	52	73	125	30,000 to 55,000
Collector-Local All-Way Stop Intersections	22	Collector	Local	All-way Stop	1	39	100	140	10,000 to 15,000
	26	Collector	Local	All-way Stop	0	20	47	67	10,000 to 15,000

กลุ่มประชากรอ้างอิงของช่วงถนน

ช่วงถนนคือส่วนของถนนที่มีหน้าตัดถนนที่แน่นอน และถูกกำหนดด้วยจุดปลายถนน ซึ่งจุดปลายถนนสามารถกำหนดด้วย 2 ทางแยก จุดเปิด-ปิดทางลาดเชื่อม การเปลี่ยนแปลงรูปหน้าตัดถนน หลักกิโลเมตร หรือการเปลี่ยนแปลงใดๆ โดยลักษณะของช่วงถนนสามารถระบุได้ดังนี้

- จำนวนช่องจราจรต่อทิศทาง
- ความหนาแน่นของการเข้าถึงถนน เช่น ช่องของถนนและทางแยก เป็นต้น
- ปริมาณการจราจร เช่น ปริมาณการจราจรในชั่วโมงเร่งด่วน ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (AADT) เป็นต้น
- ประเภทของเกาะกลางถนน เช่น เกาะยก เกาะร่อง เกาะสี เป็นต้น
- ความเร็วที่สามารถขับขี่ได้
- การใช้พื้นที่ติดกัน เช่น ในเมือง ชานเมือง ชนบท เป็นต้น
- ลักษณะภูมิประเทศ เช่น ที่ราบ ที่ลาดชัน ภูเขา เป็นต้น
- การจำแนกการใช้งาน เช่น ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ถนนท้องถิ่น เป็นต้น

รายละเอียดอื่นๆ เพิ่มเติมของตัวอย่างการกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับช่วงถนน ได้แก่ ถนน 4 ช่องจราจร มีเกาะกลางถนนเป็นคอนกรีตแบบยก หรือถนน 5 ช่องจราจรที่มี 2 ทิศทาง มีช่องรอเลี้ยวซ้าย หรือถนนท้องถิ่นแบบ 2 ช่องจราจรในที่ลาดชันภูเขา

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างของการเตรียมข้อมูลสำหรับหลายช่วงถนนภายในโครงข่าย ช่วงถนนถูกเรียงลำดับด้วยประเภทของเกาะกลางถนนและรูปหน้าตัดถนน ซึ่งกลุ่มประชากรอ้างอิงนี้อาจมีความเหมาะสมกับหน่วยงานที่มีความต้องการที่จะปรับปรุงทั้งระบบด้วยเทคนิคการจัดการการเข้าถึง เพื่อที่จะลดจำนวนของการชนที่ทางเลี้ยวตลอดช่วงถนนอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกลุ่มประชากรอ้างอิงสำหรับช่วงถนน โดยใช้ประเภทของเกาะกลางถนนและหน้าตัดถนน (HSM, 2010)

Reference Population	Segment ID	Cross-Section (lanes per direction)	Median Type	Segment Length (miles)
4-Lane Divided Roadways	A	2	Divided	0.60
	B	2	Divided	0.40
	C	2	Divided	0.90
5-Lane Roadway with Two-Way Left-Turn Lane	D	2	TWLTL	0.35
	E	2	TWLTL	0.55
	F	2	TWLTL	0.80

2.3.3 การเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพของจุดอันตราย

ขั้นตอนที่สามในกระบวนการคัดเลือกจุดอันตราย คือการเลือกหนึ่งหรือหลายตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เพื่อที่จะใช้ประเมินศักยภาพในการลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุหรือความรุนแรงของการชนในบริเวณนั้นๆ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์การจราจรที่ทางแยก ซึ่งสามารถวัดได้จากความล่าช้าของรถ ความยาวของแถวคอย หรืออัตราส่วนของปริมาณจราจรต่อความจุถนน ความปลอดภัยของทางแยกสามารถวัดเชิงปริมาณในส่วนของความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย การคาดการณ์ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย อัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต หรือตัวชี้วัดประสิทธิภาพอื่นๆ อีกหลายตัว สำหรับการคัดเลือกจุดอันตรายนั้น การใช้หลายตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการประเมินแต่ละบริเวณอาจช่วยปรับปรุงระดับความน่าเชื่อถือในผลลัพธ์ได้

<u>หลักเกณฑ์สำคัญสำหรับการเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพ</u>

การพิจารณาที่สำคัญในการเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ได้แก่ ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability) ความเอนเอียงของการถดถอยสู่ค่ากลาง (Regression-to-the-mean Bias) และการกำหนดเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ (Performance Threshold) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ข้อมูลและความพร้อมในการนำเข้าข้อมูล

ข้อมูลทั่วไปที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์การคัดเลือก ประกอบด้วย ข้อมูลอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยสำหรับกำหนดกลุ่มประชากรอ้างอิง ข้อมูลการชน ข้อมูลปริมาณการจราจร และในบางกรณีใช้ฟังก์ชันประสิทธิภาพความปลอดภัย (Safety Performance Functions, SPFs) ด้วย โครงข่ายของถนนควรใช้การจัดลำดับด้วยชุดของตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ตารางที่ 3 ได้สรุปข้อมูลและความพร้อมในการนำเข้าข้อมูลสำหรับแต่ละตัวชี้วัด

ตารางที่ 3 สรุปข้อมูลที่ต้องการสำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพใดๆ (HSM, 2010)

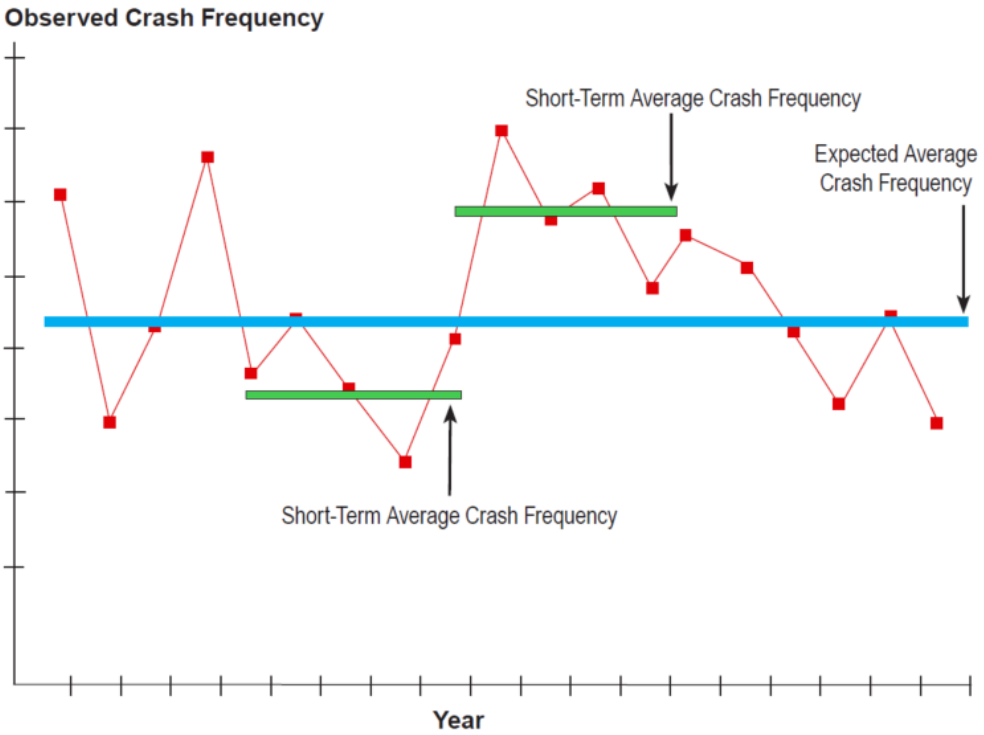
Performance Measure	Data and Inputs				
	Crash Data	Roadway Information for Categorization	Traffic Volume[1]	Calibrated Safety Performance Function and Overdispersion Parameter	Other
Average Crash Frequency	X	X			
Crash Rate	X	X	X		
Equivalent Property Damage Only (EPDO) Average Crash Frequency	X	X			EPDO Weighting Factors
Relative Severity Index	X	X			Relative Severity Indices
Critical Rate	X	X	X		
Excess Predicted Average Crash Frequency Using Method of Moments[2]	X	X	X		
Level of Service of Safety	X	X	X	X	
Excess Predicted Average Crash Frequency using Safety Performance Functions (SPFs)	X	X	X	X	
Probability of Specific Crash Types Exceeding Threshold Proportion	X	X			
Excess Proportion of Specific Crash Types	X	X			
Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	X	X	X	X	
Equivalent Property Damage Only (EPDO) Average Crash Frequency with EB Adjustment	X	X	X	X	EPDO Weighting Factors
Excess Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	X	X	X	X	

Notes: [1] Traffic volume could be AADT, ADT, or peak hour volumes.

[2] Traffic volume is needed to apply Method of Moments to establish the reference populations based on ranges of traffic volumes as well as site geometric characteristics.

2) ความเอนเอียงของการถดถอยสู่ค่ากลาง (Regression-to-the-mean Bias)

โดยธรรมชาติ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ ณ บริเวณใดๆ มักผันแปรขึ้นและลงไปตามกาลเวลา ผลที่ตามมาคือ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ยในระยะสั้น (Short-term) จึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ยในระยะยาว (Long-term) ดังแสดงในรูปที่ 2 เพราะฉะนั้นการเลือกสุ่มบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุในระยะสั้นเพียงอย่างเดียว จึงไม่มีความน่าเชื่อถือพอที่จะสามารถนำมาเป็นค่าประมาณของการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ยได้



รูปที่ 2 ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุที่ผันแปรตามเวลา (FHWA, 2010)

เนื่องจากบางช่วงเวลาการเกิดอุบัติเหตุอาจมีความถี่ค่อนข้างสูง แต่บางช่วงเวลาอาจไม่มีหรือมีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ เมื่อนำจำนวนอุบัติเหตุในบริเวณนั้นมาเฉลี่ย จะได้ค่ากลางที่อาจมีค่าสูงหรือต่ำก็ได้ ขึ้นอยู่กับความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่และช่วงเวลาที่ใช้พิจารณา กล่าวได้ว่าการเกิดอุบัติเหตุที่บริเวณใดๆ จะมีการถดถอยสู่ค่ากลางเสมอ ดังนั้น การคัดเลือกบริเวณสำหรับการปรับปรุงจุดเสี่ยงอันตรายโดยพิจารณาบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุสูงด้วยช่วงเวลาในระยะสั้น แต่เมื่อพิจารณาด้วยช่วงเวลาในระยะยาวบริเวณดังกล่าวอาจไม่ใช่บริเวณที่เกิดอุบัติเหตุสูงก็ได้ ทำให้การคัดเลือกบริเวณดังกล่าวมีความเอนเอียงของการถดถอยสู่ค่ากลาง และอาจไม่ใช่บริเวณที่จำเป็นจะต้องได้รับการปรับปรุงจุดเสี่ยงอันตราย ซึ่งอาจส่งผลต่อการใช้งบประมาณในการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนที่มากเกินความจำเป็นได้

โดยทั่วไปนิยมใช้ ข้อมูลอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ปี สำหรับการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมในระยะเวลาที่มากขึ้นจะช่วยหลีกเลี่ยงความเอนเอียงของการถดถอยสู่ค่ากลางได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ข้อมูลที่รวบรวมในระยะยาวอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของถนนที่อาจได้รับการปรับปรุง เช่น การเพิ่มจำนวนช่องจราจร ทำให้ปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น เป็นต้น ดังนั้น จึงควรพิจารณาข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในช่วงระยะเวลาสั้นหรืออย่างน้อย 1 ปีควบคู่กันไปด้วย (FHWA, 2010)

3) การกำหนดเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ (Performance Threshold)

การกำหนดเกณฑ์สำหรับใช้อ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบคะแนนการวัดประสิทธิภาพภายในกลุ่มประชากรอ้างอิง ซึ่งแต่ละบริเวณสามารถจัดกลุ่มคะแนนการวัดประสิทธิภาพตามคะแนนที่มากกว่าหรือน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยบริเวณที่มีคะแนนการวัดประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์สามารถนำไปศึกษาต่อในรายละเอียด เพื่อตรวจสอบว่าการลดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุหรือความรุนแรงมีความเป็นไปได้

สำหรับกระบวนการกำหนดเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับวิธีการวัดประสิทธิภาพที่เลือกใช้ ตัวอย่างเช่น การกำหนดเกณฑ์จะถูกประมาณโดยขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุของกลุ่มประชากรอ้างอิง หรือฟังก์ชันประสิทธิภาพความปลอดภัยที่เหมาะสม หรือวิธี Empirical Bays เป็นต้น โดยแต่ละตัวชี้วัดประสิทธิภาพจะมีข้อมูลที่ต้องการใช้จุดแข็งและจุดอ่อนแตกต่างกันไป ซึ่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปข้อมูลที่ต้องใช้จุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (FHWA, 2010)

Problem Identification Method	Data Inputs and Needs	Strengths	Weaknesses
Average Crash Frequency	• Crashes by type and/or severity and location.	• Simple; and • May be applied to crashes by type and severity.	• Does not account for RTM bias; • Does not account for exposure; • May overlook low-volume sites and overemphasize high-volume sites; and • Does not identify a performance threshold.
Crash Rate	• Crash counts and location; and • Average Daily Traffic Volumes (ADT), Total Entering Volume (TEV), or Annual Average Daily Traffic Volumes (AADT).	• Simple; and • Can modify to account for severity if EPDO or RSI-based crash count is used.	• Does not account for RTM bias; • Does not identify a performance threshold; • May overemphasize sites with low volumes; and • Comparisons cannot be made across sites with significantly different volumes.
Equivalent Property Damage Only (EPDO) Average Crash Frequency	• Crashes by severity and location; and • Fatal, injury, and PDO crash weighting factors.	• Simple; and • Considers crash severity.	• Does not account for RTM bias; • May overemphasize locations with a small number of severe crashes; • Does not identify a performance threshold; and • Does not account for traffic volume.
Relative Severity Index (RSI)	• Crashes by type and location; and • Crash costs by type.	• Simple; and • Considers crash type and crash severity.	• Does not account for RTM bias; • May overemphasize locations with small number of severe crashes; and • Does not account for traffic volumes.

ตารางที่ 4 สรุปข้อมูลที่ต้องใช้จุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (FHWA, 2010) (ต่อ)

Problem Identification Method	Data Inputs and Needs	Strengths	Weaknesses
Critical Crash Rate	• Crash counts and location; and • Annual Average Daily Traffic Volumes (AADT).	• Reduces exaggerated effect of sites with low volumes; • Considers variance in crash data; • Establishes a threshold for comparison; and • Can be applied to specific crash type or severity.	• Does not account for RTM bias.
Excess Predicted Average Crash Frequency Using Method of Moments	• Crashes by type and location; and • Traffic volume (AADT or ADT).	• Establishes a threshold of expected performance for a site; • Considers variance in crash data; and • Allows sites of all types to be ranked in one list.	• Does not account for RTM bias; • Does not account for traffic volumes; and • Ranking results are influenced by reference populations.
Level of Service of Safety	• A minimum of three years crash data; • Crashes by location; and • SPF, overdispersion parameter, and all variable required for SPF.	• Considers variance in crash data; • Accounts for volume; and • Establishes a threshold for comparison.	• Effects of RTM bias may still be present.
Excess Predicted Average Crash Frequency Using SPFs	• A minimum of three years crash data; • Crashes by type, severity, and location; and • Calibrated SPF.	• Accounts for volume; and • Establishes a threshold for comparison.	• Requires calibrated SPF; and • Effects of RTM may still be present in the results.
Probability of Specific Crash Types Exceeding Threshold Proportion	• Crashes by type, severity, and location.	• Also can be used as a diagnostic tool; • Not affected by RTM bias; and • Considers variance in crash data.	• Does not account for traffic volumes; and • Some sites may be identified for unusually low numbers of nontarget crash types.
Excess Proportion of Specific Crash Types	• Crashes by type, severity, and location.	• Also can be used as a diagnostic tool; • Not affected by RTM bias; and • Considers variance in crash data.	• Does not account for traffic volumes; and • Some sites may be identified for unusually low numbers of nontarget crash types.
Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	• A minimum of three years crash data; • Crashes by type, severity, and location; and • Calibrated SPFs and overdispersion parameters.	• Accounts for RTM.	• Requires locally calibrated SPF; • Requires rigorous analysis; and • Data intensive.
EPDO Average Crash Frequency with EB Adjustment	• A minimum of three years crash data; • Crashes by type, severity, and location; • Calibrated SPFs and overdispersion parameter; and • Fatal, injury, and PDO crash weighting factors.	• Accounts for RTM; and • Considers crash severity.	• May overemphasize locations with a small number of severe crashes depending on weighting factors used. • Requires rigorous analysis; and • Data intensive.
Excess Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	• A minimum of three years crash data; • Crashes by type, severity, and location; and • Calibrated SPF and overdispersion parameter.	• Accounts for RTM; and • Establishes a threshold for comparison.	• Requires locally calibrated SPF; • Requires rigorous analysis; and • Data intensive.

2.3.4 การเลือกวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย

การเลือกวิธีเพื่อคัดเลือกจุดอันตราย เป็นขั้นตอนที่ 4 ในกระบวนการคัดเลือกจุดอันตราย ซึ่งการเลือกวิธีที่ใช้จะขึ้นอยู่กับกลุ่มประชากรอ้างอิง และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance Measure) ที่ถูกเลือกในหัวข้อ 2.3.3 โดยตารางที่ 5 สรุปการประยุกต์ใช้วิธีการคัดเลือกจุดอันตรายที่เหมาะสมตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพและข้อมูลที่มีอยู่

ตารางที่ 5 การประยุกต์ใช้วิธีการคัดเลือกจุดอันตราย (HSM, 2010)

Problem Identification Method	Segments			Nodes	Facilities
	Simple Ranking	Sliding Window	Peak Searching	Simple Ranking	Simple Ranking
Average Crash Frequency	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Crash Rate	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Equivalent Property Damage Only (EPDO) Average Crash Frequency	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Relative Severity Index (RSI)	Yes	Yes	No	Yes	No
Critical Crash Rate	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Excess Predicted Average Crash Frequency Using Method of Moments	Yes	Yes	No	Yes	No
Level of Service of Safety	Yes	Yes	No	Yes	No
Excess Predicted Average Crash Frequency Using SPFs	Yes	Yes	No	Yes	No
Probability of Specific Crash Types Exceeding Threshold Proportion	Yes	Yes	No	Yes	No
Excess Proportion of Specific Crash Types	Yes	Yes	No	Yes	No
Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	Yes	Yes	Yes	Yes	No
EPDO Average Crash Frequency with EB Adjustment	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Excess Expected Average Crash Frequency with EB Adjustment	Yes	Yes	Yes	Yes	No

ซึ่งวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตราย แนะนำโดยคู่มือ HSM มี 3 วิธีด้วยกัน ได้แก่

1) วิธีการจัดลำดับอย่างง่าย (Simple Ranking Method)

วิธีการจัดลำดับอย่างง่ายเป็นวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายที่ง่ายที่สุดจากทั้ง 3 วิธี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับช่วงของถนน (Roadway Segments) จุดตัดถนน (Nodes) หรือส่วนของถนนที่เชื่อมต่อกับทางแยก (Facilities) ได้ โดยบริเวณที่จะถูกจัดลำดับจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ

ในการปรับปรุงความปลอดภัยที่สูงที่สุด หรือค่าประเมินตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มีค่าสูงที่สุด ซึ่งบริวณที่มีค่าดังกล่าวสูงที่สุดจะถูกนำไปใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป (FHWA, 2010)

2) วิธีการเลื่อนระยะ (Sliding Window Method)

วิธีการเลื่อนระยะเป็นแนวคิดของการเลื่อนระยะหรือหน้าต่าง (Window) ไปตลอดความยาวของถนนจากต้นทางไปจนถึงปลายทางด้วยระยะหรือขนาดที่เพิ่มขึ้นอย่างเฉพาะ (Sangjo and Youngihn, 2013) โดยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance Measure) ที่เลือกเพื่อใช้คัดเลือกช่วงถนนจะถูกนำไปคำนวณค่าลงในแต่ละหน้าต่างที่มีขนาดเฉพาะ เช่น 300 เมตร 500 เมตร เป็นต้น ซึ่งหน้าต่างจะเลื่อนไปเรื่อยๆ ด้วยระยะที่เพิ่มขึ้นอย่างเฉพาะ เช่น 100 เมตร เป็นต้น และผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จะถูกบันทึกไว้ในหน้าต่างแต่ละอัน หากระยะของช่วงถนนสั้นกว่าขนาดของหน้าต่างจะใช้ขนาดของช่วงถนนในการกำหนดขนาดของหน้าต่าง (FHWA, 2010) จากหน้าต่างทั้งหมดที่ใช้วิเคราะห์ช่วงถนน หน้าต่างที่แสดงประสิทธิภาพในการลดการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดจากหน้าต่างทั้งหมดจะถูกเลือกและจะถูกนำไปใช้เป็นตัวแทนของช่วงถนนนั้นๆ และหลังจากการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละช่วงถนนแล้ว ช่วงถนนใดที่มีค่าประสิทธิภาพของการลดการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดจะถูกนำไปศึกษาในรายละเอียดเพื่อกำหนดมาตรการในการปรับปรุงความปลอดภัยต่อไป (HSM, 2010)

3) วิธีการค้นหาจุดสูงสุด (Peak Searching Method)

วิธีการค้นหาจุดสูงสุด เป็นวิธีที่คล้ายกับวิธีการเลื่อนระยะ โดยวิธีการค้นหาขั้นสูงจะแบ่งขนาดของแต่ละหน้าต่างด้วยขนาดที่เท่ากัน แต่ไม่ได้เลื่อนระยะของหน้าต่าง และหน้าต่างจะไม่ซ้อนทับกัน (Overlap) ยกเว้นหน้าต่างอันสุดท้ายของช่วงถนนสามารถซ้อนทับกับหน้าต่างอันก่อนหน้าได้เท่านั้น ในขณะที่วิธีการเลื่อนระยะ หน้าต่างจะซ้อนทับกันและขยับไปเรื่อยๆ จนสุดปลายถนน หลังจากแบ่งหน้าต่างไปตลอดช่วงถนนแล้ว ตัวชี้วัดประสิทธิภาพจะถูกคำนวณค่าไว้ในแต่ละหน้าต่าง และค่าที่ได้จะถูกทดสอบความแม่นยำ (Precision Testing) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation, CV) ของค่าที่ได้จากการคำนวณตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่เลือกใช้ โดยหากมีช่วงถนนอย่างน้อย 1 ช่วงย่อย ที่คำนวณแล้วได้ค่าตามระดับความแม่นยำที่ต้องการ สามารถใช้ค่าที่ได้จากช่วงถนนย่อยดังกล่าวเป็นตัวแทนของช่วงถนนทั้งหมดได้ แต่หากช่วงถนนย่อยดังกล่าว ยังไม่ได้ค่าตามระดับความแม่นยำที่ต้องการ (The Desired Precision Level) ก็จะขยับระยะเพิ่มเป็น 2 เท่า หรืออาจเพิ่มระยะไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ตามค่าระดับความแม่นยำที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดค่าระดับความแม่นยำที่ต้องการเท่ากับ 0.2 เมื่อคำนวนค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของแต่ละช่วงถนนย่อยได้มากกว่า 0.2 และไม่มีช่วงถนนใดเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ขนาดของช่วงถนนย่อยที่พิจารณาก็ควรต้องเพิ่มขนาดขึ้น เป็นต้น (FHWA, 2010, HSM, 2010)

ความแม่นยำของตัวชี้วัดประสิทธิภาพจะถูกประเมินด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของตัวชี้วัดประสิทธิภาพแต่ละตัว ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{Coefficient of Variation (CV)} = \frac{\sqrt{\text{Var (Performance Measure)}}}{\text{Performance Measure}} \quad (1)$$

ค่า CV สูงแสดงว่าระดับความแม่นยำต่ำ และค่า CV ต่ำแสดงว่าระดับความแม่นยำสูง การคำนวนค่า CV จะถูกเปรียบเทียบกับค่า CV จำเพาะ (Specified Liming CV) หากค่า CV ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า CV จำเพาะ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพนั้นถือว่าเป็นไปตามระดับความแม่นยำที่ต้องการ และหน้าต่างนั้นสามารถนำไปใช้ในการจัดลำดับได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าค่า CV ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า CV จำเพาะ หน้าต่างนั้นจะถูกนำออกจากการพิจารณาในการจัดลำดับต่อไป (HSM, 2010)

ไม่มีค่า CV จำเพาะใดที่เหมาะสมกับทุกโครงข่ายถนน แต่สามารถปรับแก้ค่า CV ได้ตามความเหมาะสมของข้อมูลที่มีอยู่ ทั้งนี้ ค่า CV ที่เหมาะสมที่จะเป็นค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.5 (HSM, 2010)

Azam et al. (2013) ได้ศึกษาความแตกต่างของการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายเฉพาะตัวของแต่ละรัฐในสหรัฐอเมริกา โดยตารางที่ 6 ได้สรุปวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายที่ใช้ในแต่ละรัฐของสหรัฐอเมริกา และได้แสดงรายละเอียดของการคัดเลือกจุดอันตรายของแต่ละรัฐไว้ในภาคผนวกด้วย ซึ่งหลายรัฐมักจะใช้เทคนิคการเลื่อนระยะด้วยช่วงที่คงที่ (Fixed Segments) และการจัดลำดับอย่างง่าย (Simple Ranking)

ตารางที่ 6 สรุปวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายที่ใช้ในแต่ละรัฐของสหรัฐอเมริกา

วิธีการคัดเลือกจุดอันตราย	มลรัฐของสหรัฐอเมริกา
การจัดลำดับอย่างง่าย (Simple Ranking)	Alaska, Arizona, Arkansas, California, Connecticut, Delaware, Columbia, Florida, Georgia, Indiana, Kansas, Louisiana, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, New Mexico, New York, Oregon, North Dakota, South Dakota, Pennsylvania, Tennessee, Texas, Utah, Virginia, West Virginia (current)
การเลื่อนระยะ (Sliding Window)	Hawaii, Idaho, Maryland, Nevada, Ohio, Oklahoma, West Virginia (proposed)
การค้นหาจุดสูงสุด (Peak Searching)	N/A

นอกจากนี้ ในงานวิจัยดังกล่าวยังได้อธิบายถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีการคัดเลือกแต่ละวิธีที่แนะนำไว้ในคู่มือ HSM ทั้ง 3 วิธีข้างต้น พบว่า วิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-Window) และวิธีการค้นหาจุดสูงสุด (Peak Searching) มีประสิทธิภาพในการค้นหาจุดอันตรายที่ดีกว่าวิธีการจัดลำดับอย่างง่าย (Simple Ranking) โดยทั่วไปแล้ว เทคนิคการเลื่อนระยะจะได้ระยะสะสมของการระบุจุดอันตรายมากกว่า แต่ทว่าเทคนิคการค้นหาจุดสูงสุดให้ความแม่นยำที่ดีกว่าในเทอมของความหนาแน่นของการชน เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation) ของวิธีการเลื่อนระยะกลับพบว่ามีประสิทธิภาพในการคัดเลือกจุดอันตรายที่ดีกว่าทั้งในเทอมของระยะสะสมและความหนาแน่นของการชน

จะเห็นได้ว่า วิธีการเลื่อนระยะอาจไม่เป็นที่นิยมใช้ในหลายมลรัฐของสหรัฐอเมริกา ถึงแม้ว่าจะให้ผลการคัดเลือกจุดอันตรายที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการจัดลำดับอย่างง่ายก็ตาม แต่หลายประเทศในทวีปยุโรปกลับเลือกที่จะใช้วิธีการเลื่อนระยะ

โดยจากงานวิจัยของ Elvik (2007) ในรายงานฉบับสมบูรณ์ของ Institute of Transport Economics ซึ่งได้รับเงินทุนการวิจัยจากคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission) เพื่อศึกษาและสำรวจกระบวนการจัดการจุดอันตรายและการวิเคราะห์ความปลอดภัยของโครงข่ายถนนใน 8 ประเทศของทวีปยุโรป ได้แก่ ออสเตรีย เดนมาร์ค เบลเยี่ยม เยอรมัน ฮังการี นอร์เวย์ โปรตุเกส และสวิตซแลนด์ เป็นต้น รายงานดังกล่าวได้ประเมินวิธีการระบุจุดอันตรายที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของทั้ง 8 ประเทศ โดยได้สรุปไว้ในงานวิจัยของ Elvik (2008) ดังแสดงในตารางที่ 7 เพื่อใช้เป็นแนวทางและมาตรฐานในการระบุจุดอันตรายของประเทศอื่นๆ ในยุโรป ทั้งยังได้กล่าวถึงวิธีการระบุจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบที่เลื่อนระยะหรือหน้าต่างไปตามถนน (แบบ Regurlar Intervals Placement ในงานวิจัยนี้) และแบบที่เลื่อนระยะหรือหน้าต่างไปตามจุดอุบัติเหตุ (แบบ All-Point Placement ในงานวิจัยนี้) โดยในแต่ละระยะหรือหน้าต่างจะมีการกำหนดเกณฑ์หรือค่าวิกฤตในการคัดเลือกเบื้องต้นไว้ หากเกินค่าวิกฤตที่กำหนดไว้ ระยะหรือหน้าต่างดังกล่าวจะถูกคัดเลือกเพื่อนำไปจัดลำดับความสำคัญจุดอันตรายด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance Measure) ต่อไป

ตารางที่ 7 ภาพรวมของการนิยามจุดอันตรายใน 8 ประเทศของทวีปยุโรป (Elvik, 2008)

Country	Reference to population of sites	Sliding window applied	Reference to normal level of safety	Recorded or expected number of accidents	Accident severity considered	Length of identification period
Austria	No	Yes, 250 m	Yes, by means of critical values for accident rate	Recorded, minimum critical value 3—function of traffic volume	No	3 years
Denmark	Yes, detailed categorisation of roadway elements	Yes, for road sections—variable length	Yes, by means of accident prediction models	Recorded, based on statistical test—minimum four accidents	No	5 years
Flanders	No	Yes, 100 m	No	Recorded, weighted by severity	Yes, by means of weights	3 years
Germany	No	No, accident maps inspected	No	Recorded, minimum values 3 or 5	Yes, by different critical values	1 year (all accidents) or 3 years (injury accidents)
Hungary	No	Yes, 100 or 1000 m	No	Recorded, minimum 4	No	3 years
Norway	Not when identifying black spots	Yes, 100 m (spot) or 1000 m (section)	Yes, by means of normal accident rates for roadway elements	Recorded higher than normal by statistical test, minimum values 4 (spots) or 10 (sections)	Yes, by estimating accident costs and potential savings	5 years
Portugal	Yes, for one definition; no for the other	Yes, for one definition; no for the other	Yes, for one definition; no for the other	Recorded in one definition (minimum 5), expected in the other	Yes in one definition (by severity weighting), no in other	1 or 5 years
Switzerland	Yes, open roads and junctions	No, fixed sections of variable length	Yes	Recorded, a set of critical values	Yes, by different critical values	2 years

จากการระบุจุดอันตรายทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป สามารถสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ และตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญจุดอันตรายของแต่ละประเทศ ได้ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ

รัฐ/ประเทศ	ระยะหรือหน้าต่าง	เกณฑ์การคัดเลือก	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ
Hawaii, America	0.3 ไมล์	ไม่มี	Rates of Fatal and Serious Injury Crashes
Idaho, America	0.1 ไมล์	ไม่มี	Crash Frequency Crash Severity Crash Rate
Maryland, America	0.5 ไมล์	ไม่มี	Severity Index
Nevada, America	ไม่ระบุ	ไม่มี	Weighted Crash Density >= 8
Ohio, America	1 ไมล์	ไม่มี	Aggregated Fatal and Incapacitating Injury
Oklahoma, America	5 ไมล์	ไม่มี	Total Severity Severity Rate Variation Index Typical Crash Frequency Regression Estimate
Austria	250 เมตร	อุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ 3 ครั้งขึ้นไป ภายใน 3 ปี หรือ อุบัติเหตุ 5 ครั้งขึ้นไป ภายใน 1 ปี	Risk Coefficient >= 0.8
Denmark	เปลี่ยนแปลงได้ตามจำนวนของอุบัติเหตุของแต่ละถนน	อุบัติเหตุ 4 ครั้งขึ้นไป ภายใน 5 ปี	Poisson Distribution Mean of Accident Prediction Model

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

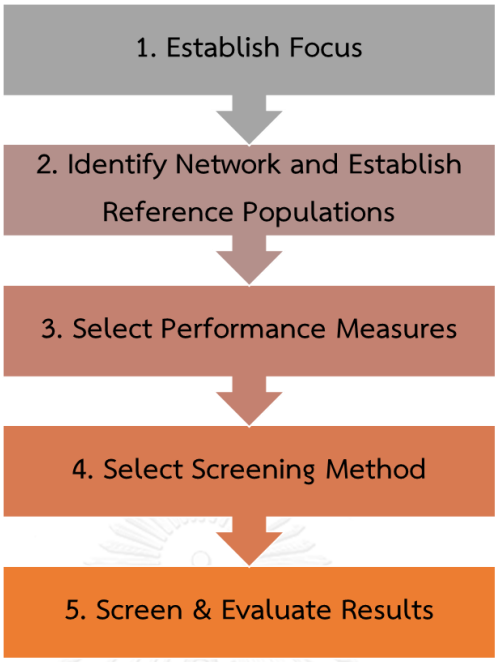
ตารางที่ 8 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ

รัฐ/ประเทศ	ระยะหรือหน้าต่าง	เกณฑ์การคัดเลือก	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ
Flander	100 เมตร	อุบัติเหตุ 3 ครั้งขึ้นไป ภายใน 3 ปี	Severity Index
Hungary	ในเมือง 100 เมตร นอกเมือง 1,000 เมตร	อุบัติเหตุ 4 ครั้งขึ้นไป	ไม่มี
Norway	จุดอันตราย 100 เมตร ระยะอันตราย 1,000 เมตร	จุดอันตราย-อุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ 4 ครั้งขึ้นไป ภายใน 5 ปี ระยะอันตราย-อุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ 10 ครั้งขึ้นไป ภายใน 5 ปี	Estimating Accident Costs and Potential Savings
Portugal	ถนนเดินรถทางเดียว 250 เมตร ถนนเดินรถสองทาง 500 เมตร	อุบัติเหตุ 5 ครั้งขึ้นไป หรือ Severity Index > 20 ภายใน 5 ปี	Accident Prediction Model with 6 Classes of Road

2.3.5 การคัดเลือกและการประเมินผล

การคัดเลือกและการประเมินผลถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการคัดเลือกจุดอันตราย หลังจากขั้นตอนการเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพในหัวข้อ 2.3.3 และขั้นตอนการเลือกวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายในหัวข้อ 2.3.4 แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาเรียงลำดับตามบริเวณที่มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดอุบัติเหตุ (HSM, 2010) หรือบริเวณที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความปลอดภัย (FHWA, 2010) จากบริเวณที่มีความสำคัญมากไปหาน้อย สำหรับการศึกษาในรายละเอียดของแต่ละบริเวณเหล่านี้จะชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของการปรับปรุงที่จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด (HSM, 2010)

โดยทั่วไปแล้ว เราสามารถใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพมากกว่าหนึ่งตัว ในการวิเคราะห์หาบริเวณที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความปลอดภัยได้ ในการทำเช่นนั้น บางบริเวณอาจจะมีค่าสูงหรือต่ำตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ถูกใช้ หากตัวชี้วัดประสิทธิภาพแต่ละตัวมีแนวโน้มที่มีค่าสูงเหมือนกัน ก็ควรพิจารณาบริเวณนั้นเป็นพิเศษ แต่หากบริเวณใดๆ ที่ตัวชี้วัดประสิทธิภาพแต่ละตัวมีแนวโน้มที่ค่าตรงข้ามกันก็อาจไว้พิจารณาในลำดับถัดไปได้ ดังนั้น การใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพมากกว่าหนึ่งตัวจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (HSM, 2010)

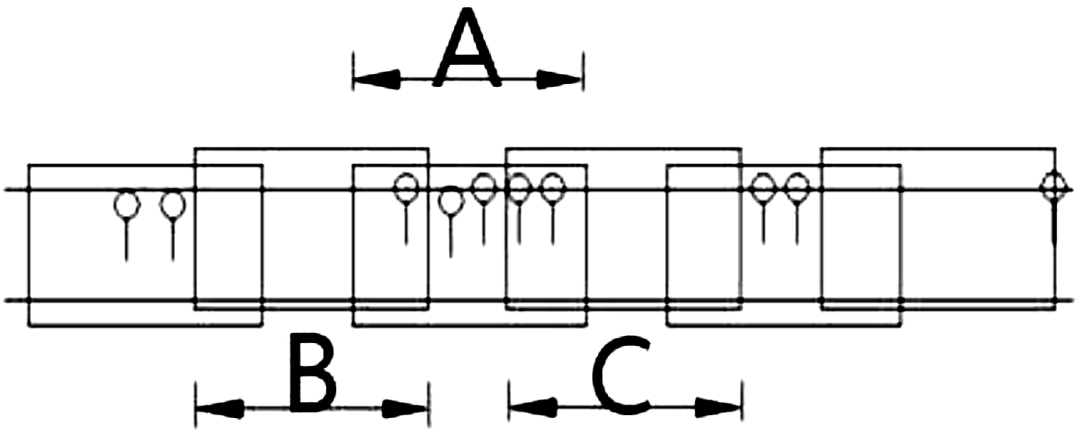


รูปที่ 3 กระบวนการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน (HSM, 2010)

จากกระบวนการคัดเลือกจุดอันตรายทั้ง 5 ขั้นตอนข้างต้น ดังแสดงในรูปที่ 3 สามารถประยุกต์ใช้ 1 ใน 3 วิธีของการคัดเลือกจุดอันตราย (หัวข้อ 2.3.4) สำหรับการดำเนินการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จะถูกใช้เพื่อกำหนดบริเวณที่จะศึกษารายละเอียดในขั้นต่อไป วัตถุประสงค์ของการศึกษารายละเอียดของบริเวณเหล่านี้ให้มากขึ้น เพื่อระบุรูปแบบการชนและมาตรการที่เหมาะสม เพื่อลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุต่อไป (HSM, 2010)

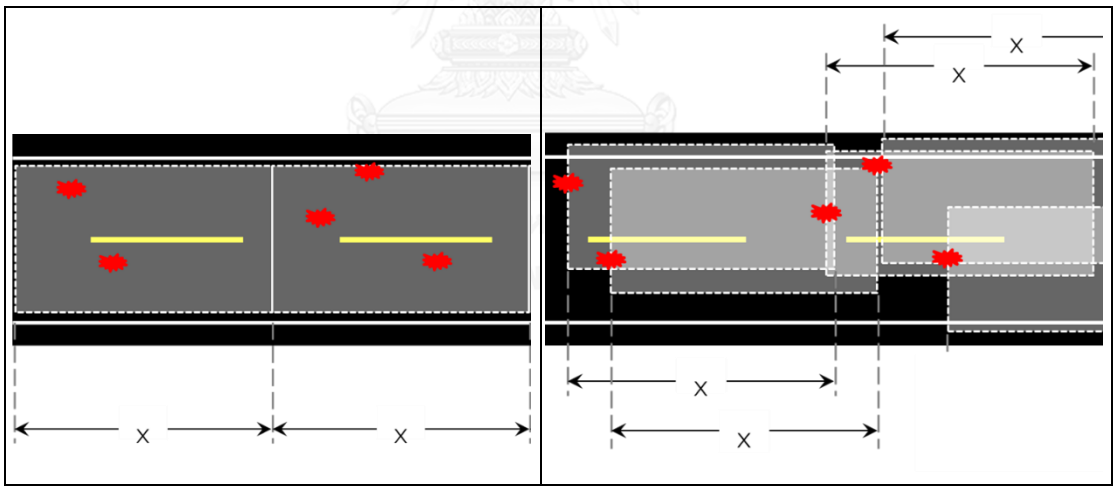
2.4 การคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding Window)

วิธีการเลื่อนระยะเป็นแนวคิดของการเลื่อนระยะหรือหน้าต่าง (Window) ไปตลอดความยาวของถนนจากต้นทางไปจนถึงปลายทางด้วยระยะหรือขนาดที่เพิ่มขึ้นอย่างเฉพาะ (Sangjo and Youngihn, 2013) ซึ่งถือเป็นวิธีการที่หลายประเทศนิยมใช้ เช่น ออสเตรีย เดนมาร์ค เบลเยี่ยม ฮังการี นอร์เวย์ โปรตุเกส เกาหลี รวมถึงสหรัฐอเมริกาด้วย (Elvik, 2008) ทั้งนี้ เพื่อให้ได้บริเวณที่จะเป็นจุดอันตรายที่ถูกต้องและใกล้เคียงความจริงมากที่สุด การเลือกระยะของช่วงสำหรับการเลื่อนและวิธีการจัดวางช่วง (Placement) ให้เหมาะสมก็มีความสำคัญด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แนวคิดการเลื่อนระยะ (Sliding-window) (Sangjo and Youngihn, 2013)

วิธีการจัดวางช่วงหรือหน้าต่าง (Placement) สำหรับการเลื่อนระยะ จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาการจัดวางช่วงหรือหน้าต่างที่นิยมใช้มีหลักๆ 2 แบบด้วยกัน (Elvik, 2008) ได้แก่ แบบ Regular Intervals Placement และแบบ All-Point Placement (Sangjo and Youngihn, 2013) ดังรูปที่ 5 โดยมีรายละเอียดดังนี้



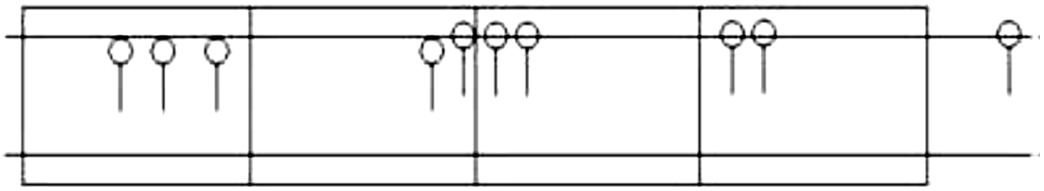
รูปที่ 5 ลักษณะการจัดวางช่วงของการเลื่อนระยะ (Sliding-window)

2.4.1 การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement

เป็นการเลื่อนระยะที่เท่ากันไปตามถนนตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของถนนแต่ละเส้น ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งถูกพัฒนาในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นการเลื่อนระยะด้วยขนาดของช่วงหรือหน้าต่างที่คงที่เป็นระยะสั้นๆ ไปตลอดช่วงถนน โดยที่ช่วงหรือหน้าต่างดังกล่าวจะขยับไปทีละ 1 ขั้น แต่ละขั้นจะเลื่อนไปตามช่วงถนน ไม่ได้เลื่อนไปตามจุดที่เกิดอุบัติเหตุ ดังนั้น ตำแหน่งของช่วงหรือ

หน้าต่างที่เลื่อนไปตลอดช่วงถนนจะขึ้นอยู่กับช่วงของถนนเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ (Elvik, 2008) ซึ่งการจัดวางช่วงหรือหน้าต่างแบบ Regular Intervals Placement จะมีความคล้ายคลึงกับวิธีการค้นหาจุดสูงสุด (Peak Searching) แต่ไม่ได้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation, CV) ดังสมการที่ 1 จากนั้นจึงวิเคราะห์อุบัติเหตุที่อยู่ในแต่ละช่วง เพื่อหาบริเวณที่เป็นจุดอันตรายหรือเป็นจุดเสี่ยงที่มักเกิดอุบัติเหตุ

วิธีนี้เป็นวิธีที่สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ใช้วิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนในระบบสารสนเทศอุบัติเหตุ (Highway Accident Information Management System: HAIMS) โดยระยะของช่วงที่ใช้เลื่อน คือ ระยะ 1,000 เมตร หรือ 1 กิโลเมตร และใช้ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (กรมทางหลวง) ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถค้นหาจุดอันตรายได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ไม่มีความแม่นยำในการเลือกจุดอันตราย (Sangjo and Youngihn, 2013) ในกรณีที่จุดเกิดอุบัติเหตุอยู่ระหว่างช่วงที่ใช้เลื่อนระยะพอดี ซึ่งจะถูกแยกวิเคราะห์ทั้งที่เป็นบริเวณเดียวกัน ซึ่งอาจทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้

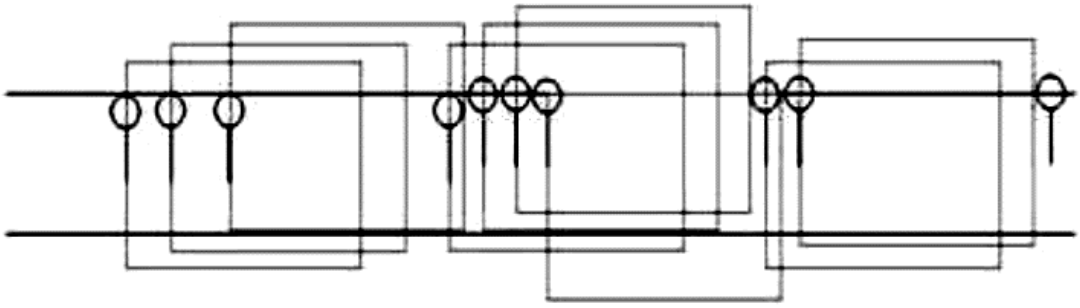


รูปที่ 6 การเลื่อยระยะแบบ Regular Intervals Placement (Sangjo and Youngihn, 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4.2 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement

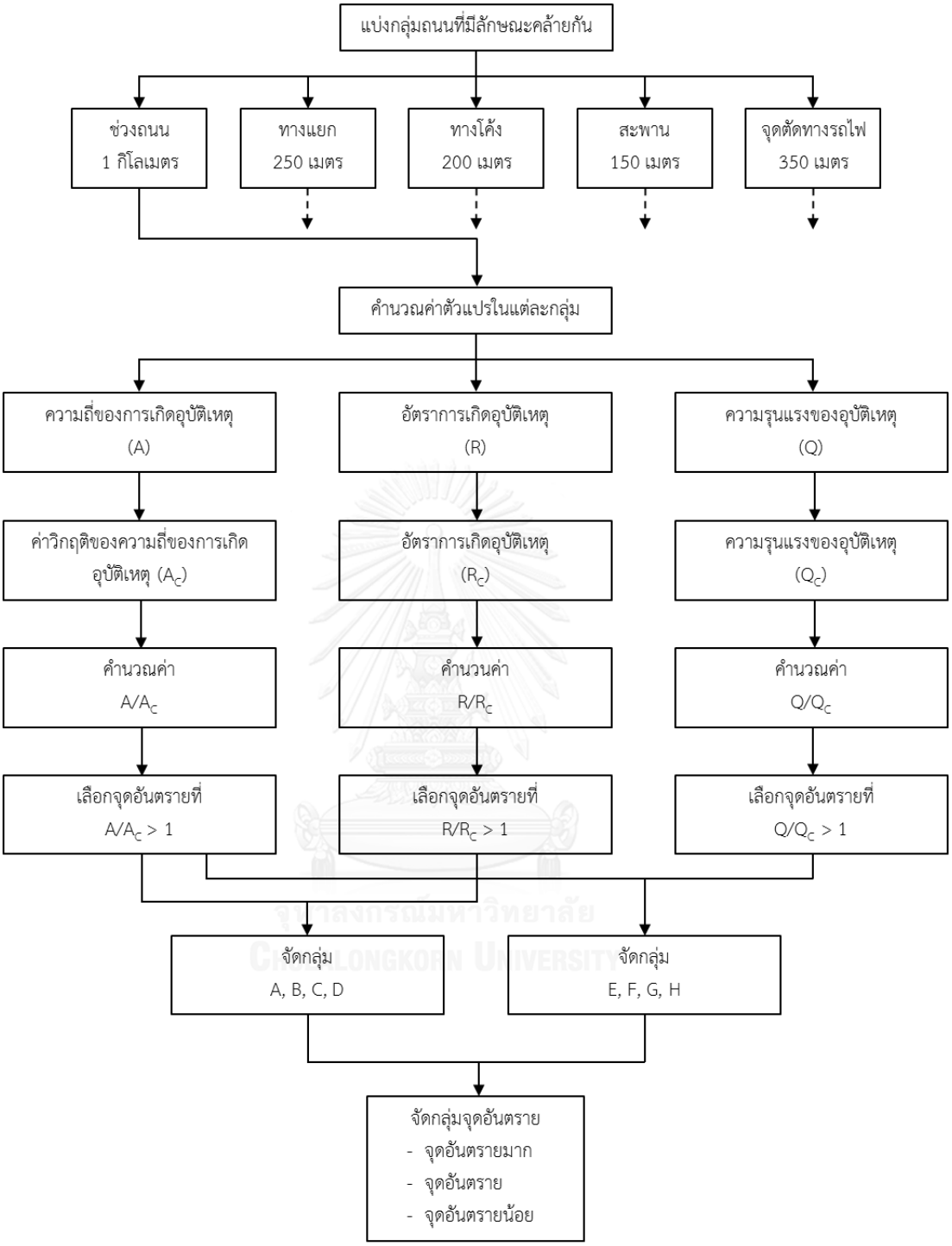
เป็นการเลื่อนระยะที่เท่ากันไปตามจุดที่เกิดอุบัติเหตุ (Elvik, 2008) ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งแตกต่างจากแบบแรกที่เลื่อนระยะไปตามช่วงถนนเลย สำหรับการจัดวางช่วงหรือหน้าต่างอาจพิจารณาจัดวางให้ตำแหน่งของอุบัติเหตุอยู่ในจุดต้น-จุดกลาง-จุดปลาย (Start-middle-end Point) ของช่วงหรือหน้าต่างก็ได้แล้วแต่ความต้องการ จากนั้นจึงเก็บเป็นระยะต่อเนื่องของบริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุ (Sangjo and Youngihn, 2013) ทั้งนี้ ระยะที่เก็บต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละประเทศหรือแต่ละพื้นที่ เช่น ประเทศฮังการีเก็บบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้งขึ้นไป ในระยะเวลา 3 ปี ภายในช่วง 100 เมตร เป็นต้น (Elvik, 2008) แล้วจึงค่อยนำระยะต่อเนื่องที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญของบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ ข้อดีของวิธีนี้คือค่อนข้างมีความแม่นยำในการเลือกจุดอันตราย เนื่องจากการเลื่อนระยะเลื่อนไปตามอุบัติเหตุโดยตรง แต่การเลื่อนระยะไปตามจุดอุบัติเหตุทุกจุดมีความซับซ้อน จึงทำให้การค้นหาทำได้ช้ากว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement (Sangjo and Youngihn, 2013)



รูปที่ 7 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement (Sangjo and Youngihn, 2013)

2.5 การวิเคราะห์จุดอันตรายบนทางหลวง

เจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวงใช้ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highway Accident Information Management System: HAIMS) ในการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนทางหลวง โดยที่ระบบสามารถแสดงให้เห็นถึงบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ใช้ถนน สำหรับวิธีการที่กรมทางหลวงใช้วิเคราะห์จุดอันตรายบนระบบ HAIMS นั้น เรียกว่าวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) ซึ่งจะพิจารณาตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ โดยทั้ง 3 ตัวแปร จะถูกเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (Critical Value) แล้วจึงนำไปจัดระดับความเสี่ยงอันตราย (Risk Level) ทั้งนี้ ค่าที่ได้จาก 3 ตัวแปรข้างต้น จะถูกพิจารณาแบ่งแยกถนนออกตามช่วงถนน ทางแยก ทางโค้ง สะพาน และจุดตัดทางรถไฟ เนื่องจากลักษณะของอุบัติเหตุ และลักษณะทางกายภาพของถนนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งรูปที่ 8 แสดงแผนผังวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนทางหลวง ในส่วนของการพิจารณาช่วงถนนนั้น กรมทางหลวงใช้วิธีการเลื่อนระยะไปตามถนนตั้งแต่กิโลเมตรเริ่มต้น – กิโลเมตรสิ้นสุด โดยแบ่งด้วยระยะคงที่ 1,000 เมตร ไปตลอดช่วงถนน (ในงานวิจัยนี้ เรียกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement)



รูปที่ 8 แผนผังแสดงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนทางหลวง (กรมทางหลวง)

2.5.1 สมการการคำนวณหาจุดอันตราย

วิธีการที่กรมทางหลวงใช้วิเคราะห์จุดอันตรายบนระบบ HAIMS นั้น เรียกว่าวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) ซึ่งจะพิจารณาตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ โดยจะพิจารณาทั้ง 3 ตัวแปรภายในช่วงถนนความยาวคงที่ 1,000 เมตร หรือ 1 กิโลเมตร

1) ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency)

การคำนวณค่าวิกฤตของความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในสมการที่ 2

$$A_c = A_{avg} + k_a\sqrt{\frac{A_{avg}}{L}} - \frac{0.5}{L} \quad (2)$$

โดยที่ A คือ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ

A_c คือ ค่าวิกฤตของความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ

L คือ ความยาวของช่วงถนน 1 กิโลเมตร

A_{avg} คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุของช่วงถนนที่มีลักษณะทางกายภาพและการจราจรเหมือนกันทั้งหมด

k_α คือ ค่าคงที่ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่นทางสถิติ (กรมทางหลวงใช้ $\alpha = 10\%$ ดังนั้น $k_\alpha = 1.282$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate)

อัตราการเกิดอุบัติเหตุคำนวณจากจำนวนอุบัติเหตุต่อปริมาณการเดินทาง (ครั้ง/ล้านคัน-กม.) ดังแสดงในสมการที่ 3 และการคำนวณค่าวิกฤตของอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในสมการที่ 4

$$R = \frac{A \times 1{,}000{,}000}{m} \quad (3)$$

$$R_c = R_{avg} + k_a\sqrt{\frac{R_{avg}}{m}} - \frac{0.5}{m} \quad (4)$$

โดยที่ R คือ อัตราของการเกิดอุบัติเหตุ

R_c คือ ค่าวิกฤตของอัตราของการเกิดอุบัติเหตุ

m คือ ปริมาณการเดินทาง (ล้านคัน-กม.)

$= AADT \times 365 \times$ ความยาวถนน

R_{avg} คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดอุบัติเหตุของช่วงถนนที่มีลักษณะทางกายภาพและการจราจรเหมือนกันทั้งหมด

3) ความรุนแรงของอุบัติเหตุ (Accident Severity)

ความรุนแรงของอุบัติเหตุคำนวณจากดัชนีความรุนแรง (Severity Index) ต่อจำนวนอุบัติเหตุ ดังแสดงในสมการที่ 5 และการคำนวณค่าวิกฤตของความรุนแรงของอุบัติเหตุ ดังแสดงในสมการที่ 6

$$Q = \frac{(60 \times F) + (45 \times SI) + (4 \times SL) + (1 \times P)}{A} \quad (5)$$

$$Q_c = Q_{avg} + k_a \sqrt{\frac{Q_{avg}}{A}} - \frac{0.5}{A} \quad (6)$$

โดยที่ Q คือ ความรุนแรงของอุบัติเหตุ

F คือ จำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต

SI คือ จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บสาหัส

SL คือ จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อย

P คือ จำนวนอุบัติเหตุที่มีเพียงทรัพย์สินเสียหาย

Q_c คือ ค่าวิกฤตของความรุนแรงของอุบัติเหตุ

A คือ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ

Q_{avg} คือ ค่าเฉลี่ยของความรุนแรงของอุบัติเหตุของช่วงถนนที่มีลักษณะทางกายภาพและการจราจรเหมือนกันทั้งหมด

โดยถนนที่จะถูกพิจารณาว่าเป็นจุดอันตราย จะต้องมีค่าของทั้ง 3 ตัวแปรมากกว่าค่าวิกฤตที่คำนวณได้จากแต่ละกลุ่มถนน

2.5.2 การวินิจฉัยเพื่อหาจุดอันตราย

การหาจุดอันตรายใช้เงื่อนไขทั้ง 3 กรณีในการพิจารณา ซึ่งจะพิจารณาใน 2 ลักษณะ คือ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ และความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 9 แสดงการแบ่งกลุ่ม เพื่อหาจุดอันตราย โดยพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 9 การพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate)	**ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency)**	
	สูง ($A > A_C$)	ต่ำ ($A < A_C$)
สูง ($R > R_C$)	A	B
ต่ำ ($R < R_C$)	C	D

A หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) และมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) ซึ่งเป็นจุดอันตรายที่มีความเหมาะสมมากที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเร่งด่วน

B หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) ซึ่งเป็นจุดอันตรายที่มีความเหมาะสมที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข แต่ควรดำเนินการแก้ไขเฉพาะมาตรการที่ลงทุนน้อยเท่านั้น เนื่องจากบริเวณ จุดอันตรายนี้จะมีปริมาณจราจรค่อนข้างน้อย

C หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) เนื่องจากบริเวณนี้จะมีปริมาณจราจรมาก จุดอันตรายนี้จึงมีความเหมาะสมปานกลางที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข แต่อาจจะต้องใช้มาตรการที่ลงทุนค่อนข้างมาก ซึ่งอาจทำให้การลงทุนไม่ค่อยมีประสิทธิผลและคุ้มค่ากับการลงทุนเท่าที่ควร

D หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) และมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) จึงเป็นจุดอันตรายที่ไม่ค่อยมีความเหมาะสมที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข และในการปรับปรุงควรพิจารณาเฉพาะบางกรณีเท่านั้น ดังนั้น กลุ่มนี้จึงไม่ได้ถูกจัดให้เป็นจุดอันตราย

จุดอันตรายใดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงและมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง ถือว่าเป็นจุดอันตรายที่เหมาะสมที่จะทำการแก้ไขปรับปรุง ส่วนใหญ่จะง่ายต่อการหามาตรการที่เหมาะสม

ในการปรับปรุง และได้ผลตอบแทนที่มีประสิทธิผลสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน และในกรณีที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุหรือความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุอย่างใดอย่างหนึ่งสูงซึ่งจะพบได้บ่อยมาก เช่น บริเวณที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่สูง แต่บริเวณดังกล่าวมีปริมาณการจราจรต่ำ หรือบางบริเวณมีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณจราจรมากนั่นเอง

จุดอันตรายที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง เป็นจุดอันตรายที่ค่อนข้างเหมาะสมที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข แต่ควรดำเนินการแก้ไขเฉพาะมาตรการที่ลงทุนน้อยเท่านั้น ทั้งนี้ เนื่องจากบริเวณจุดอันตรายนี้จะมีปริมาณจราจรค่อนข้างน้อยนั่นเอง

จุดอันตรายที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุมาก แต่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำ เนื่องจากบริเวณนี้จะมีปริมาณจราจรมาก จุดอันตรายนี้ จึงมีความเหมาะสมปานกลางที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข แต่อาจจะต้องใช้มาตรการที่ลงทุนค่อนข้างมาก ซึ่งอาจทำให้การลงทุนไม่ค่อยมีประสิทธิผลและคุ้มค่ากับการลงทุนเท่าที่ควร

ในทางทฤษฎี การวิเคราะห์ต้องพิจารณารูปแบบของอุบัติเหตุ แต่ในทางปฏิบัติอาจจะให้ผลที่แตกต่างได้ ถ้าอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง แต่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำก็จะเป็นการยากที่จะหารูปแบบหรือปัจจัยของการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาอุบัติเหตุรายกรณี และต้องทำการสำรวจจุดอันตรายอย่างละเอียดเนื่องจากอาจจะทำให้ใส่มาตรการที่ผิดพลาดได้ง่าย

2) จำนวนอุบัติเหตุกับความรุนแรงของอุบัติเหตุ

อีกกรณีหนึ่งที่นำมาใช้ ได้แก่ การพิจารณาความรุนแรงของอุบัติเหตุร่วมด้วย ซึ่งความรุนแรงของอุบัติเหตุจะมีความสำคัญในการหามาตรการในการลดความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้งได้และชัดเจนกว่าบริเวณที่มีอุบัติเหตุแต่มีความรุนแรงของอุบัติเหตุน้อย ในการพิจารณาจะเริ่มจากการพิจารณาว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดก่อน ถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากก็จะทำการพิจารณาความรุนแรงต่อไป

สิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่ง คือ ต้องทำการตรวจสอบว่ามีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถเพียงคันเดียวหรือเกิดอุบัติเหตุกับยานพาหนะหลายคัน มากน้อยเพียงใด ถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นกับรถเพียงคันเดียวมาก ก็อาจสรุปได้ว่าความรุนแรงอาจจะเกิดจากสภาพถนนที่เป็นอันตราย ซึ่งควรรีบดำเนินการปรับปรุงแก้ไขบริเวณดังกล่าวโดยเร่งด่วนอาจจะต้องมีการติดตั้งราวกันอันตรายข้างทาง และถ้ามีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับยานพาหนะหลายคันพร้อมกัน ก็สามารถสรุปได้ว่าสาเหตุน่าจะมาจากสภาพการจราจร ดังนั้น จึงควรมีการพิจารณาปรับปรุงหรือควบคุมสภาพการจราจรบริเวณดังกล่าว

ตารางที่ 10 แสดงการแบ่งกลุ่ม เพื่อหาจุดอันตราย โดยพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับความรุนแรงของอุบัติเหตุ

ตารางที่ 10 การพิจารณาความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุกับอัตราความรุนแรงของอุบัติเหตุ

ความรุนแรงของอุบัติเหตุ (Accident Severity)	**ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency)**	
	สูง ($A > A_C$)	ต่ำ ($A < A_C$)
สูง ($Q > Q_C$)	E	F
ต่ำ ($Q < Q_C$)	G	H

E หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) และมีความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) ซึ่งเป็นจุดอันตรายที่เหมาะสมมากที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขโดยเร่งด่วน

F หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) แต่มีความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) บริเวณนี้จะมีอุบัติเหตุน้อยแต่มีความรุนแรงสูงในแต่ละครั้งที่เกิด ซึ่งแสดงว่าอาจจะมีสิ่งผิดปกติบริเวณนั้นที่ก่อให้เกิดความอันตรายขึ้นได้ ดังนั้น จึงควรพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบถึงมาตรการที่ใช้ซึ่งอาจจะใช้มาตรการที่ประหยัดก็ได้

G หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง (มากกว่าค่าวิกฤติ) แต่มีความรุนแรงของอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) ซึ่งจุดนี้อาจจะไม่จำเป็นเท่าใดนักที่จะต้องปรับปรุงหากกำหนดเป้าหมายว่าจะลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตาม จุดนี้ควรจะต้องพิจารณาในประเด็นของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมาก แม้จะไม่มีความรุนแรง แต่ต้องพิจารณาว่าเหตุใดถึงเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งในบริเวณดังกล่าว

H หมายถึง มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) และมีความรุนแรงของอุบัติเหตุต่ำ (น้อยกว่าค่าวิกฤติ) ซึ่งเป็นจุดอันตรายที่ไม่ค่อยเหมาะสมที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข และในการปรับปรุงควรพิจารณาเฉพาะบางกรณีเท่านั้น ดังนั้น กลุ่มนี้จึงไม่ได้ถูกจัดให้เป็นจุดอันตราย

ในการบ่งบอกถึงระดับความอันตรายของจุดอันตราย เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกจุดอันตรายที่จะดำเนินการแก้ไขปรับปรุง มีรายละเอียดดังนี้

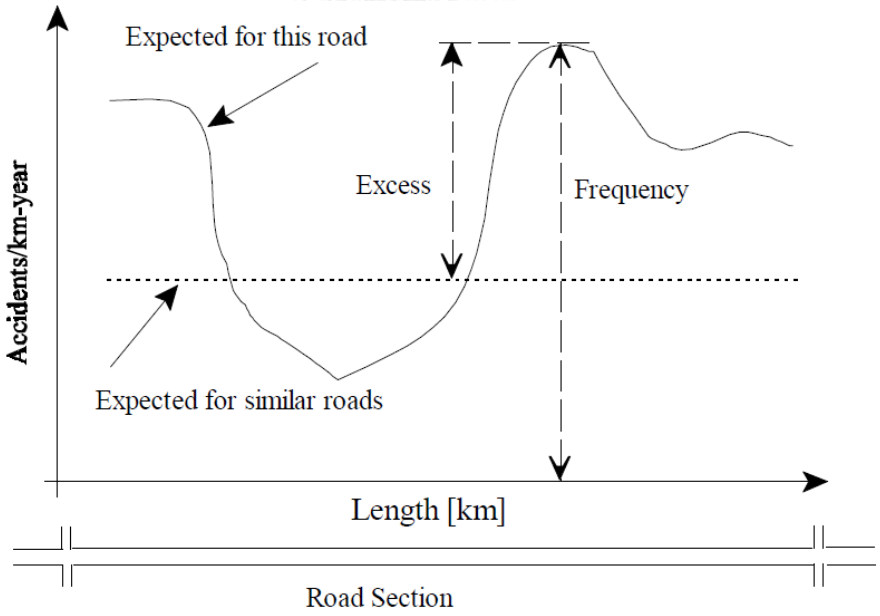
1) จุดอันตรายมาก หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง และมีความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่ม A และ E จุดอันตรายประเภทนี้จัดว่าเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงโดยเร่งด่วน

2) จุดอันตราย หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของอุบัติเหตุ จาก 2 ใน 3 ตัวที่มีค่าสูง ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่ม A และ G หรือ C และ E หรือ B และ F จุดอันตรายประเภทนี้ควรให้ลำดับความสำคัญรองลงมาจากกลุ่มจุดอันตรายมาก หรือจัดว่าเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงในระดับปานกลาง

3) จุดอันตรายน้อย หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ และความรุนแรงของอุบัติเหตุ ตัวหนึ่งตัวใดเท่านั้นที่มีค่าสูง ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่ม C และ G หรือ B และ H หรือ D และ F จุดอันตรายประเภทนี้ควรให้ลำดับความสำคัญที่น้อยที่สุด หรือจัดว่าเป็นจุดอันตรายที่ไม่ต้องรีบปรับปรุง

2.6 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

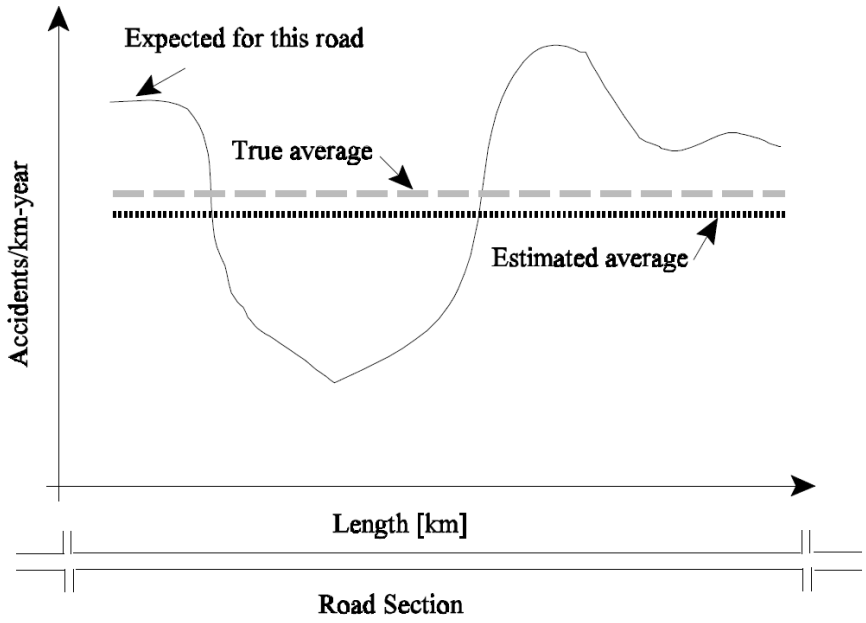
Hauer et al. (2002) ได้ศึกษาการกำหนดความยาวของระยะของการคัดเลือกจุดอันตราย (Network Screening) ซึ่งได้ศึกษา 3 รูปแบบความยาวด้วยกัน ได้แก่ (1) ระยะคัดเลือกเท่ากับความยาวของช่วงถนน (Road Section) (2) ระยะคัดเลือกแบ่งจากความยาวของช่วงถนนเป็นระยะคงที่เท่าๆกัน (Segment of Fixed Length) และ (3) ระยะคัดเลือกมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุสูง (Peak of Variable Length) รูปที่ 2-8 แสดงกราฟรายละเอียดของการคาดการณ์การเกิดอุบัติเหตุ (The Expected Accident Frequency) ทุกจุดบนช่วงถนนตัวอย่างและช่วงถนนโดยทั่วไป



รูปที่ 2-8 การคาดการณ์การเกิดอุบัติเหตุบนช่วงถนนตัวอย่างและโดยทั่วไป (Hauer et al., 2002)

(1) ระยะคัดเลือกเท่ากับความยาวของช่วงถนน (Road Section)

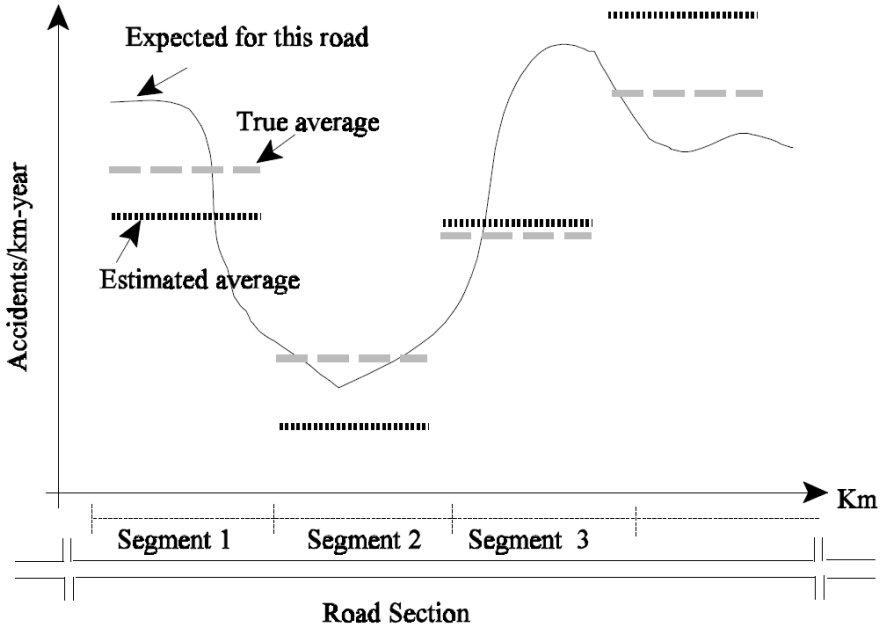
การคัดเลือกจุดอันตรายโดยพิจารณาการเกิดอุบัติเหตุเทียบกับความยาวของถนนทั้งช่วง โดยรูปที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของการคาดการณ์การเกิดอุบัติเหตุ เส้นประสีเทาเป็นค่าเฉลี่ยตามจริง เส้นประสีดำเป็นค่าเฉลี่ยการเกิดอุบัติเหตุที่ประมาณจากข้อมูลอุบัติเหตุ จะเห็นได้ว่า การใช้ความยาวของถนนทั้งช่วงมาพิจารณาคัดเลือกจุดอันตรายมีข้อเสียหลายข้อ ประการแรก ไม่สามารถระบุบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุสูงได้ ประการที่สอง ช่วงถนนที่ยาวอาจไปลดทอนการแสดงการเกิดอุบัติเหตุที่มีจำนวนสูงได้เมื่อดูที่ค่าเฉลี่ย แต่ถ้าหากเป็นช่วงถนนที่สั้นอาจแสดงค่าเฉลี่ยการเกิดอุบัติเหตุที่มากเกินไป (Overrepresented) (Hauer et al., 2002)



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อระยะคัดเลือกเท่ากับความยาวของถนน (Hauer et al., 2002)

(2) ระยะคัดเลือกที่แบ่งความยาวของช่วงถนนด้วยระยะคงที่ (Segment of Fixed Length)

การคัดเลือกจุดอันตรายโดยแบ่งถนนแต่ละช่วงถนนด้วยระยะคงที่เท่าๆ กัน โดยที่ระยะย่อยไม่ซ้อนทับกัน (Non-overlapping) ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จะเป็นไปตามแต่ละช่วงย่อยที่ถูกแบ่ง ดังแสดงในรูปที่ 10

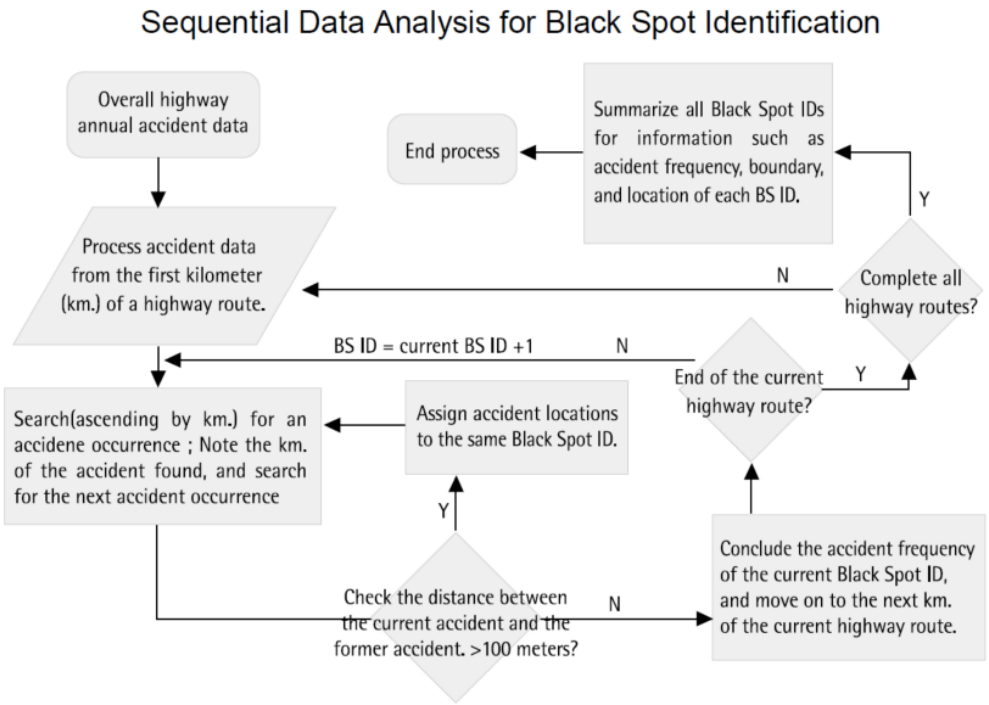


รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อแบ่งด้วยระยะคงที่เท่าๆ กัน (Hauer et al., 2002)

จากรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น แต่ใน Segment 3 ค่าเฉลี่ยจริงยังไม่สามารถบ่งชี้ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุที่แท้จริงได้ เนื่องจาก Segment 3 อยู่ในช่วงที่เกิดอุบัติเหตุเกือบจะต่ำที่สุดและสูงที่สุด ทำให้ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุอยู่ตรงกลางพอดี และค่าเฉลี่ยที่ได้แสดงค่าต่ำกว่าที่เป็นจริงในบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุสูง และแสดงค่าสูงกว่าที่เป็นจริงในบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุต่ำ ทั้งนี้ แนวโน้มดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการแบ่งช่วงให้สั้นลงอีก หรือกำหนดช่วงให้เหมาะสมกับความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งจะช่วยให้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ความเป็นจริงและมีควาถูกต้องมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ Sujin et al. (2009) ได้ระบุจุดอันตราย (Black Spots) จากฐานข้อมูลอุบัติเหตุของกรมทางหลวงของประเทศไทย โดยพิจารณาด้วยระยะคงที่ (Fixed Length) ที่ความยาว 100 เมตร จากนั้นจึงนับจำนวนของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในแต่ละช่วงดังกล่าวและเปรียบเทียบเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการระบุจุดอันตราย ตามขั้นตอนการระบุจุดอันตรายในรูปที่ 11

จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดภายในแต่ละจุดอันตรายจะถูกสรุปและเปรียบเทียบเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการระบุจุดอันตราย การดำเนินการแต่ละขั้นตอนจะทำตั้งแต่ กม.เริ่มต้น ถึง กม.สิ้นสุดของทางหลวงแต่ละตอนควบคุมและครอบคลุมถนนของทางหลวงทั้งประเทศไทย ตารางที่ 11 แสดงจำนวนของจุดอันตรายในปี 2006 และ 2008 โดยใช้ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency) เป็นเกณฑ์



รูปที่ 11 ขั้นตอนการระบุจุดอันตราย (Sujin et al., 2009)

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์จำนวนจุดอันตรายตามความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Sujin et al., 2009)

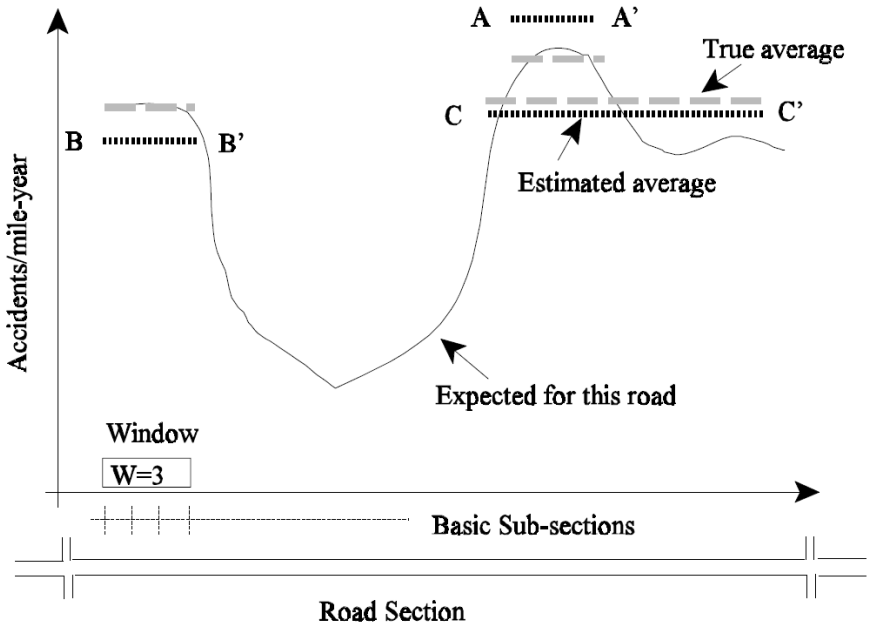
Accident Frequency (Times per year for any BS section)	Number of Identified Black Spots (2006 accident data)	Number of Identified Black Spots (2008 accident data)
2	1,608	1,519
3	748	698
4	459	448
5	316	325
6	241	252
More than 7	189	196

กรมทางหลวงของประเทศไทย (Department of Highway, DOH) ได้ใช้เกณฑ์ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ 3 ครั้งขึ้นไป จากการพิจารณาข้อมูลอุบัติเหตุปี 2006 และ 2008 ดังตารางที่ 11 พบว่ามีจำนวนจุดอันตราย 748 และ 698 แห่งตามลำดับ ถือเป็นจำนวนที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย และยังได้กล่าวอีกว่า การกำหนดระยะของการระบุจุดอันตรายควรยืดหยุ่นได้ยาวเพียงพอที่สามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุที่ต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น ตราบเท่าที่อุบัติเหตุเหล่านั้นยังเกิดขึ้นภายในระยะ 100 เมตร (Sujin et al., 2009)

(3) ระยะคัดเลือกมีการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Peak of Variable Length)

ถนนจะถูกแบ่งเป็นช่วงย่อยที่มีระยะ 0.1 กิเลเมตร (100 เมตร) ให้ถือว่าเป็นช่วงฐาน (Basic Sub-sections) ดังแสดงในรูปที่ 12 แล้วสร้างหน้าต่าง (Window) ให้มีขนาด W จากนั้นเคลื่อนหน้าต่างด้วยความยาวช่วงฐานไปตามช่วงของถนนจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดสิ้นสุดและเฉลี่ยค่าความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุของแต่ละหน้าต่าง (Hauer et al., 2002)

ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุดก็คือค่าสูงสุดที่ใช้กำหนดขนาดของหน้าต่าง ซึ่ง Segment AA' ในรูปที่ 12 มีค่าสูงมากที่สุดเมื่อ W=3 ส่วน Segment BB' มีค่าสูงรองลงมาเมื่อ W=3 และ Segment CC' มีค่าสูงที่สุดเมื่อ W=7 ซึ่งพบว่า Segment AA' และ CC' ซ้อนทับกัน จะเลือกเพียงค่าที่สูงค่ากว่าเป็นค่าเดียวเท่านั้น



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุ เมื่อระยะคัดเลือกเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Hauer et al., 2002)

จากทั้ง 3 ทางเลือกในการคัดเลือกจุดอันตรายข้างต้น ทางเลือกสุดท้ายดูจะมีแนวโน้มที่ดีในการนำมาใช้มากที่สุด เนื่องจากได้ผลลัพท์ของค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุมีความแม่นยำมากที่สุด (Hauer et al., 2002)

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาการวิเคราะห์หาจุดอันตราย (Black Spot Analysis) ด้วยวิธี Sliding-Window ซึ่งจะเปรียบเทียบกับวิธีที่กรมทางหลวงใช้ในปัจจุบันบนระบบสารสนเทศอุบัติเหตุ (Highway Accident Information Management System: HAIMS) และยังได้ศึกษาระยะเลื่อนของการทำ Sliding-Window ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยใช้วิธีเปรียบเทียบที่เป็นสากลจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศ ทั้งนี้ ยังได้มีการออกแบบ วางแผนรวบรวมข้อมูล รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

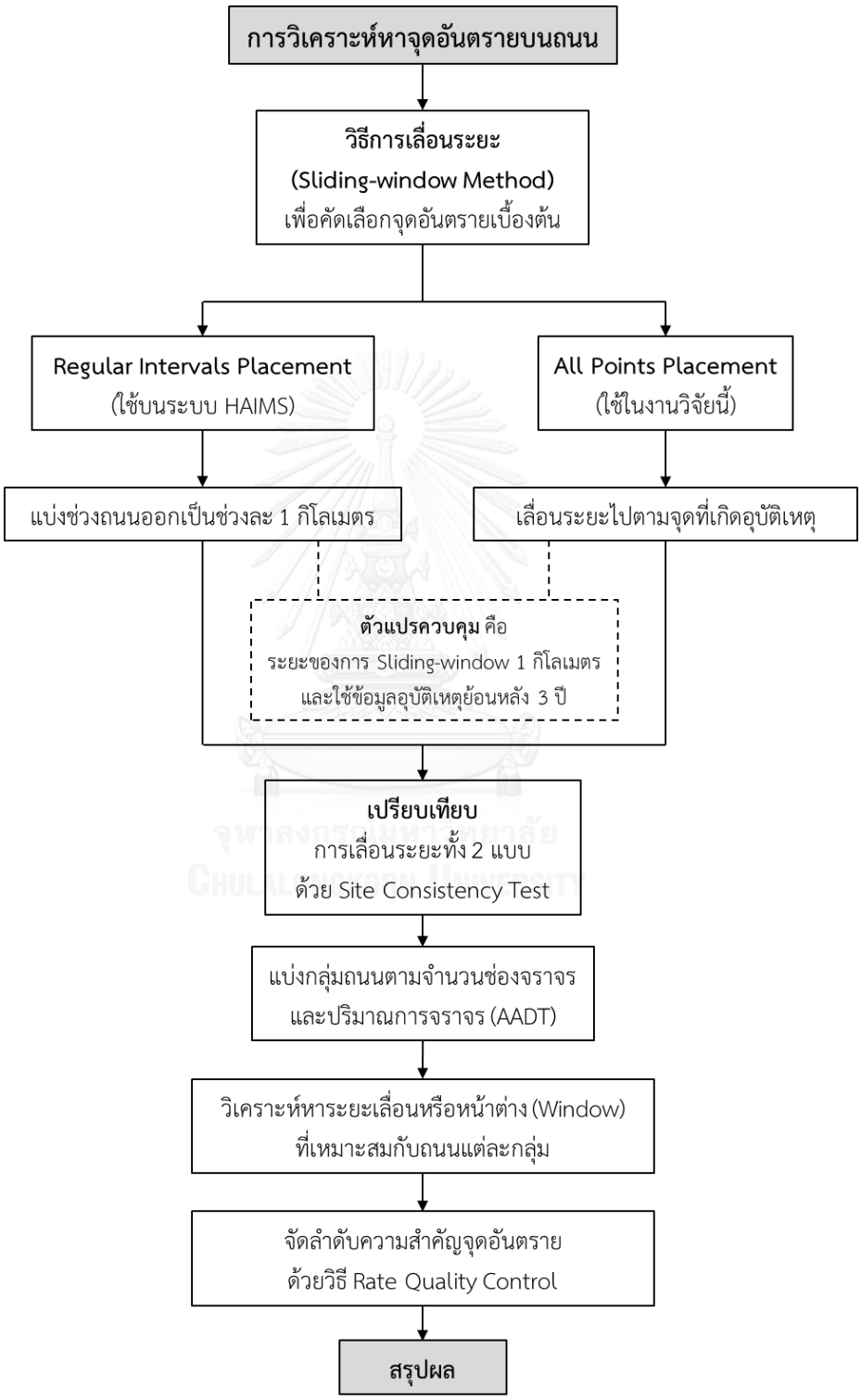
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีการวิจัย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน
2) ออกแบบและวางแผนการศึกษาวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล การเลือกเครื่องมือที่ใช้ และการวิเคราะห์ข้อมูล
3) ศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) เพื่อใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้น
4) เครื่องมือที่เลือกใช้สำหรับงานวิจัยนี้ คือ ระบบการจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL ผ่านโปรแกรม pgAdmin III เนื่องจากจะต้องใช้ข้อมูลอุบัติเหตุเป็นจำนวนมากในการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน (Python) ในการวนรอบนับจำนวนอุบัติเหตุตามระยะที่กำหนดหรือการ Sliding-window เพื่อคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนเบื้องต้น
5) เปรียบเทียบการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้น ด้วยการทดสอบความสอดคล้องของพื้นที่ (Site Consistency Test)
6) วิเคราะห์ระยะเลื่อนที่เหมาะสมตามลักษณะทางกายภาพของถนน เทียบกับข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลสายทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน
7) จัดลำดับความสำคัญของจุดอันตราย ด้วยวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) อ้างอิงวิธีการตามที่กรมทางหลวงใช้บนระบบ HAIMS
8) สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะ

3.2 การออกแบบและวางแผนงานวิจัย

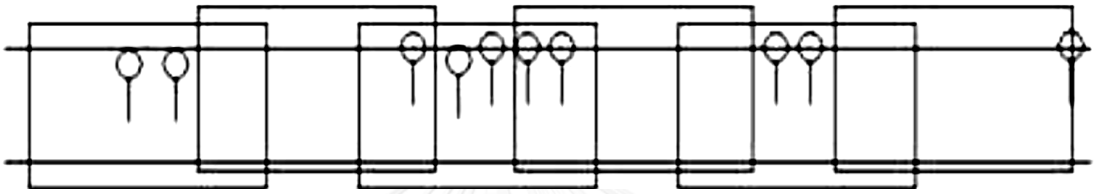
งานวิจัยนี้มีการออกแบบและการวางแผนงานวิจัย มีแผนผังดังแสดงในรูปที่ 13



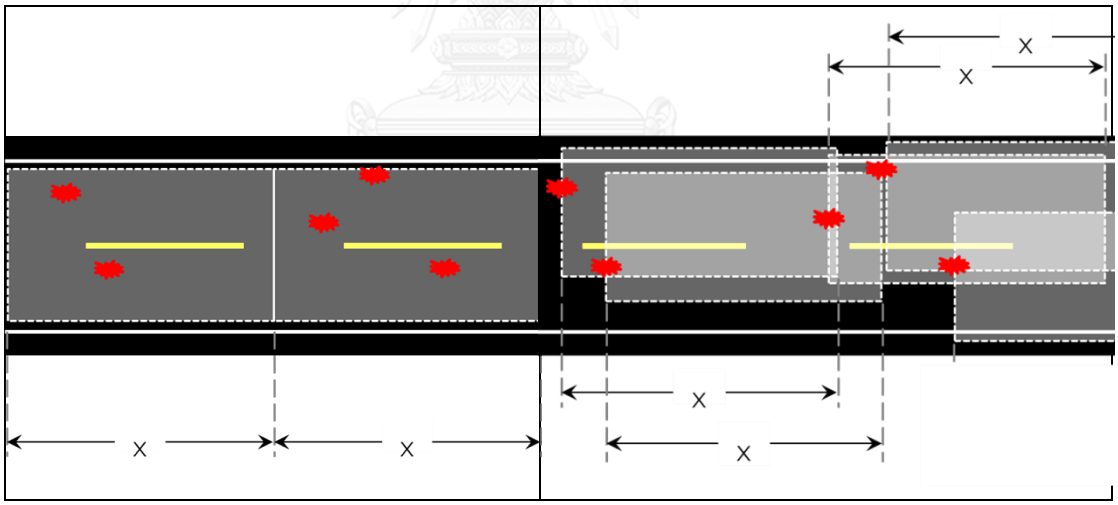
รูปที่ 13 แผนผังการวางแผนงานวิจัย

3.3 การศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window)

แนวคิดวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) คือ การเลือกช่วงที่มีการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง จากการเลื่อนระยะที่เท่ากันไปเรื่อยๆ ตามถนน (Sangjo and Youngihn, 2013) ซึ่งถือเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในหลายประเทศ เช่น ออสเตรีย เดนมาร์ค เบลเยี่ยม ฮังการี นอร์เวย์ โปรตุเกส เกาหลี รวมถึงสหรัฐอเมริกาด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้ได้บริเวณที่จะเป็นจุดอันตรายที่ถูกต้องและใกล้เคียงความจริงมากที่สุด การเลือกระยะของช่วงในการเลื่อนและวิธีการจัดวางช่วง (Placement) ให้เหมาะสมก็มีความสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 แนวคิดการเลื่อนระยะ (Sliding-window) (Sangjo and Youngihn, 2013)

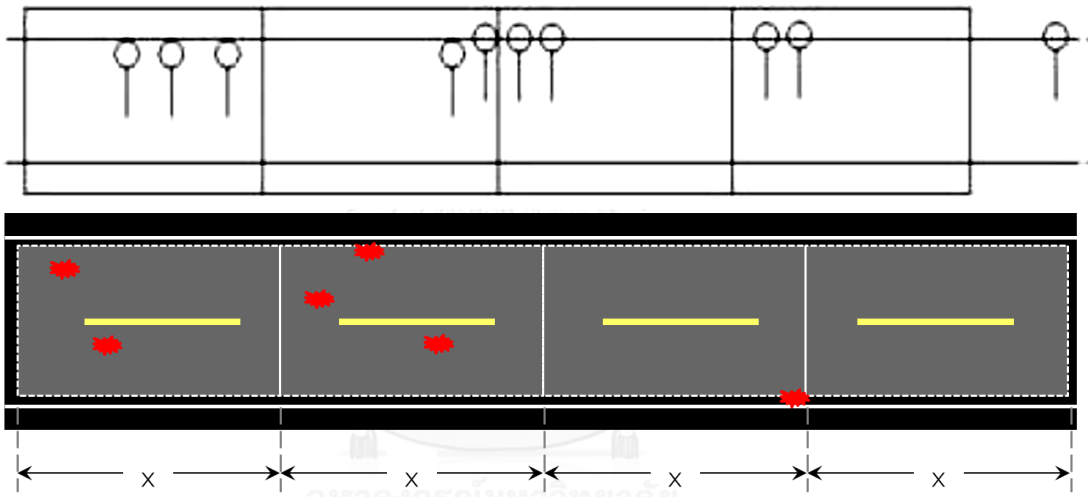


รูปที่ 15 ลักษณะการจัดวางช่วงของการเลื่อนระยะ (Sliding-window)

สำหรับลักษณะการจัดวางช่วงที่ได้รับความนิยมมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบ Regular Intervals Placement และแบบ All-Point Placement โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement

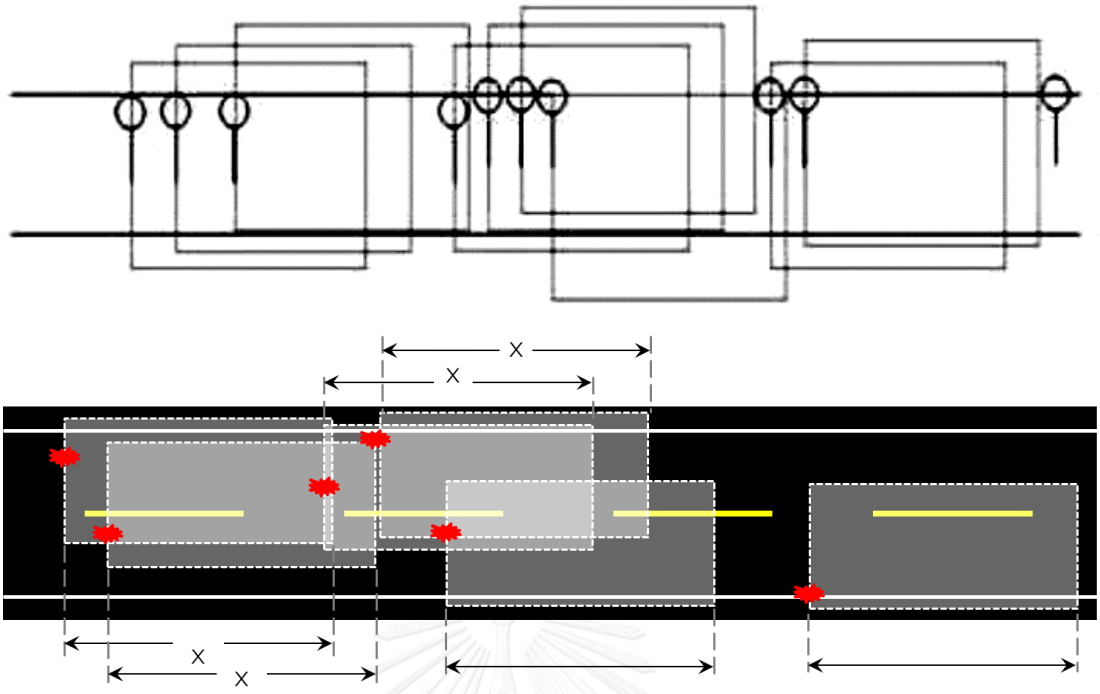
เป็นการเลื่อนระยะที่เท่ากันไปตามถนนตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของถนนแต่ละเส้น ดังแสดงในรูปที่ 16 แล้ววิเคราะห์อุบัติเหตุที่อยู่ในแต่ละช่วง เพื่อหาบริเวณที่เป็นจุดอันตรายหรือเป็นจุดเสี่ยงที่มักเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ใช้วิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนในระบบสารสนเทศอุบัติเหตุ (Highway Accident Information Management System: HAIMS) โดยระยะของช่วงที่ใช้เลื่อน คือ ระยะ 1,000 เมตร หรือ 1 กิโลเมตร และใช้ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถค้นหาจุดอันตรายได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ไม่มีความแม่นยำในการเลือกจุดอันตราย ในกรณีที่จุดเกิดอุบัติเหตุอยู่ระหว่างช่วงที่ใช้เลื่อนระยะพอดี ซึ่งจะถูกแยกวิเคราะห์ทั้งที่เป็นบริเวณเดียวกัน อาจทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้



รูปที่ 16 การเลื่อยระยะแบบ Regular Intervals Placement (Sangjo and Youngihn, 2013)

3.3.2 การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement

เป็นการเลื่อนระยะที่เท่ากันไปตามจุดที่เกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 17 ซึ่งอาจพิจารณาวางให้ตำแหน่งของอุบัติเหตุอยู่ในจุดต้น-จุดกลาง-จุดปลาย (Start-middle-end Point) ของช่วงที่เลื่อนก็ได้แล้วแต่ความต้องการ จากนั้นจึงเก็บเป็นระยะต่อเนื่องของบริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ ระยะที่เก็บต้องเข้าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละประเทศหรือแต่ละพื้นที่ เช่น ประเทศฮังการีเก็บบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้งขึ้นไป ในระยะเวลา 3 ปี ภายในช่วง 100 เมตร เป็นต้น แล้วจึงค่อยนำระยะต่อเนื่องที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญของบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ ข้อดีของวิธีนี้คือค่อนข้างมีความแม่นยำในการเลือกจุดอันตราย เนื่องจากการเลื่อนระยะเลื่อนไปตามอุบัติเหตุโดยตรง แต่การเลื่อนระยะไปตามจุดอุบัติเหตุทุกจุดทำให้การค้นหาทำได้ช้ากว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement



รูปที่ 17 การเลื่อยระยะแบบ All-Point Placement (Sangjo and Youngihn, 2013)

สำหรับงานวิจัยนี้ จะเลือกใช้การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ในการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนเบื้องต้น เนื่องจากค่อนข้างเป็นที่นิยมใช้ในหลายประเทศ เช่น ออสเตรีย เดนมาร์ก เบลเยี่ยม ฮังการี นอร์เวย์ โปรตุเกส เป็นต้น และมีความแม่นยำในการค้นหาจุดอันตรายมากกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Intervals Placement ทั้งนี้ จะนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับจุดอันตรายบนถนนจากระบบ HAIMS ของกรมทางหลวง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

1) ระบบจัดการฐานข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้ PostgreSQL 9.3 ในการจัดการข้อมูลอุบัติเหตุที่มีจำนวนมาก โดย PostgreSQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Object-Relational Database Management System) ซึ่งมีต้นแบบระบบฐานข้อมูลจาก POSTGRES 4.2 ของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย วิทยาลัยเขตเบอร์เลย์ (UC Berkeley) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 และเป็น Open Source Software

2) โปรแกรม pgAdmin III เป็นโปรแกรมที่มาพร้อมกับการติดตั้งระบบ PostgreSQL อยู่แล้ว ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของระบบ PostgreSQL

3) ภาษาไพธอน (Python Programming) ผู้วิจัยจะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน ในการนับจำนวนอุบัติเหตุไปตามการเลื่อนระยะ (Sliding-window) เพื่อคัดเลือกบริเวณที่จะเป็นจุดอันตรายเบื้องต้น โดยภาษาไพธอน หรือที่เรียกว่า ภาษาสคริปต์ ที่สามารถทำงานได้ทั้งรูปแบบโครงสร้างแบบเก่าและการเขียนเชิงวัตถุ (Dynamic Object Oriented) ซึ่งภาษาไพธอนก็ถือเป็น Open Source Software ด้วยเช่นกัน

4) โปรแกรมสำหรับพัฒนาภาษาไพธอน (Python Editor) ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Eclipse Kepler เนื่องจากใช้งานง่าย และมี Plug-in ที่จะช่วยในการพัฒนาอีกมากมาย โดย Eclipse คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาหลายๆ ภาษา เช่น HTML, Java, C, JSP, XML ฯลฯ รวมไปถึงภาษาไพธอนด้วย ซึ่งโปรแกรม Eclipse เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนา Application Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่สำคัญเป็น Open Source Software ด้วย

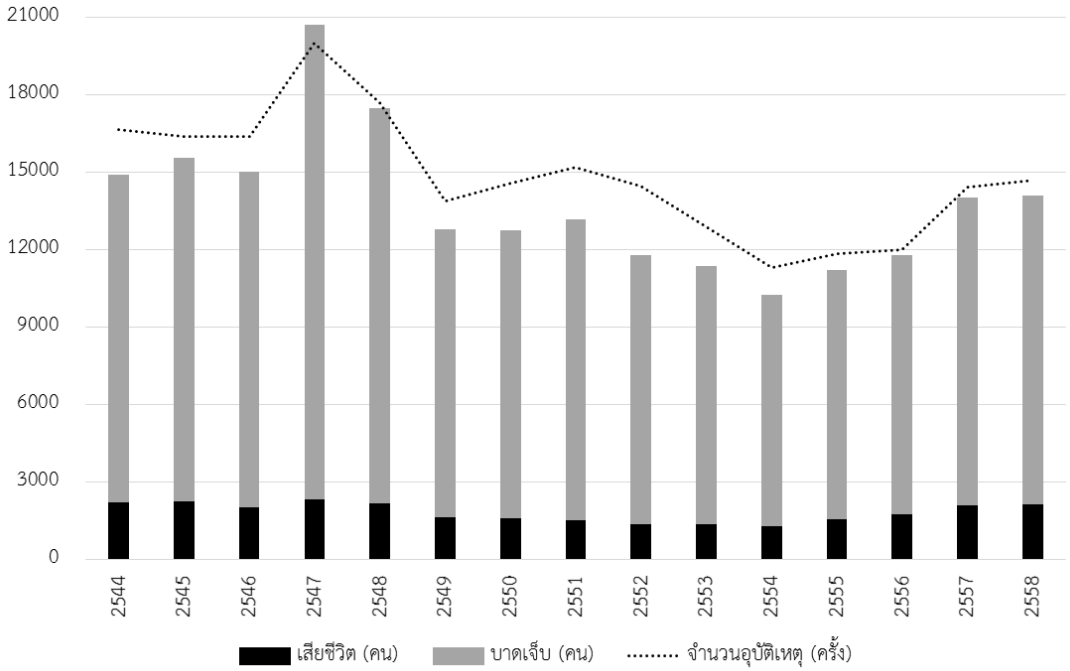
5) โปรแกรมด้าน GIS ที่ใช้แสดงแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Quantum GIS หรือเรียกสั้นๆ ว่า QGIS เป็นโปรแกรม Desktop GIS ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้จัดการข้อมูลปริภูมิ ซึ่งเป็น Open Source Software อีกเช่นกัน ซึ่งใช้งานง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน โดยสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ทั้งแบบเวกเตอร์ (Vector) และราสเตอร์ (Raster) ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลของโปรแกรม PostgreSQL ได้ด้วย ช่วยให้สะดวกในการเรียกข้อมูลอุบัติเหตุมาแสดงบนแผนที่หากมีพิกัดของจุดอุบัติเหตุ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลอุบัติเหตุและจุดอันตรายบนถนน ข้อมูลปริมาณการจราจร ข้อมูลสายทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน โดยข้อมูลทั้ง 4 ส่วน เป็นข้อมูลจากกรมทางหลวงทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลอุบัติเหตุและจุดอันตรายบนถนน

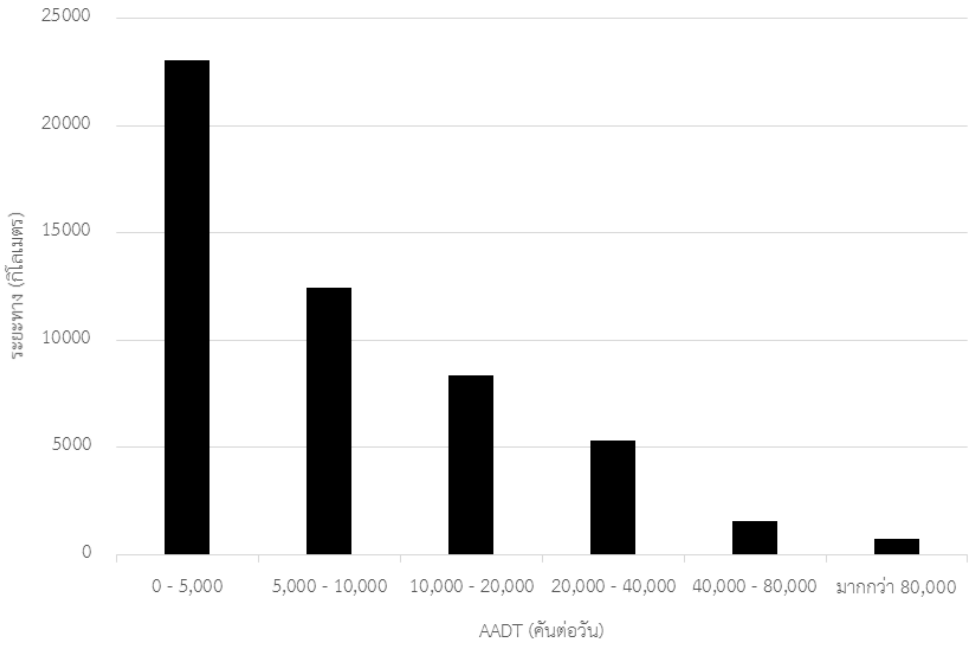
ใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการอุบัติเหตุ (Highway Accident Information Management System: HAIMS) ของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง โดยจะใช้ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ. 2556-2558) ทั้งนี้ ผู้วิจัยที่รวบรวมสถิติการเกิดอุบัติเหตุย้อนหลัง 15 ปี เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 สถิติการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2558

2) ข้อมูลปริมาณการจราจร

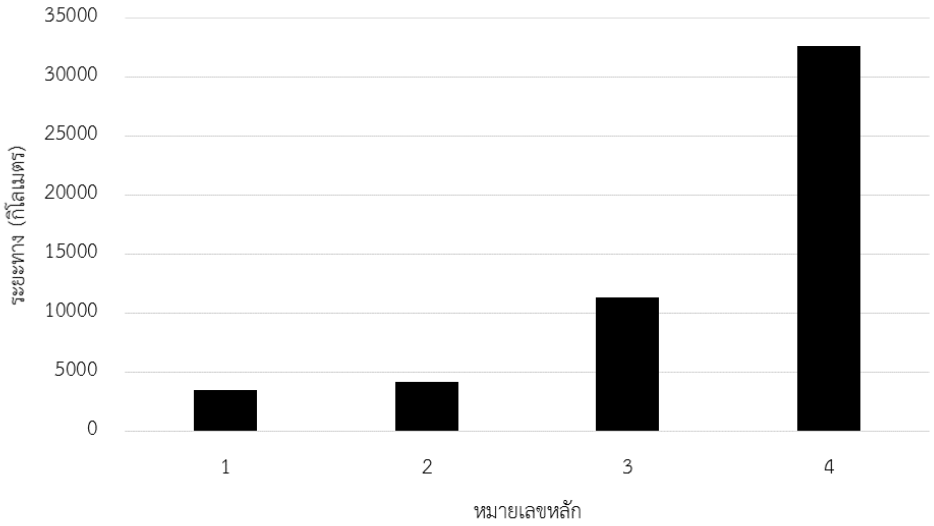
ใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System: TIMS) ของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวงโดยจะใช้ข้อมูลของปี 2558 เป็นหลัก



รูปที่ 19 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามปริมาณการจราจร

3) ข้อมูลสายทาง

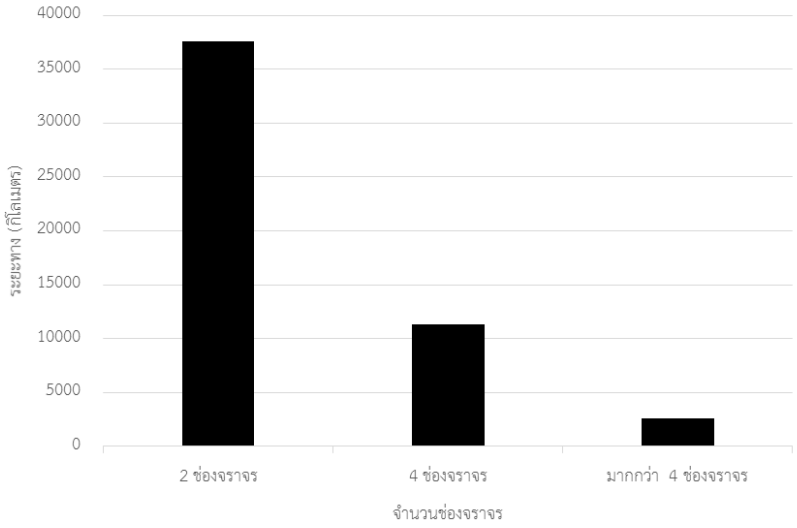
ใช้ข้อมูลจากระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (Highway Registration Information System: HRIS) ของสำนักแผนงาน กรมทางหลวง โดยจะใช้ข้อมูลรายละเอียดของสายทาง เช่น หมายเลขทางหลวง หมายเลขตอนควบคุม และความยาวของสายทาง เป็นต้น



รูปที่ 20 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามหมายเลขหลัก

4) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน

ใช้ข้อมูลจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Central Road Database: RoadNet) โดยจะใช้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของสายทาง เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง เป็นต้น



รูปที่ 21 ระยะทางของทางหลวงจำแนกตามจำนวนช่องจราจร

ข้อมูลทั้ง 4 ส่วนจะได้จากฐานข้อมูลของแต่ละระบบของกรมทางหลวง ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำมาใช้กับระบบ PostgresSQL ได้ทันที ทั้งนี้ ข้อมูลทั้ง 4 ส่วน จะช่วยพิจารณาจุดอันตรายบนถนนให้มีความแม่นยำและถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมกับถนนที่มีลักษณะต่างๆ กันด้วย

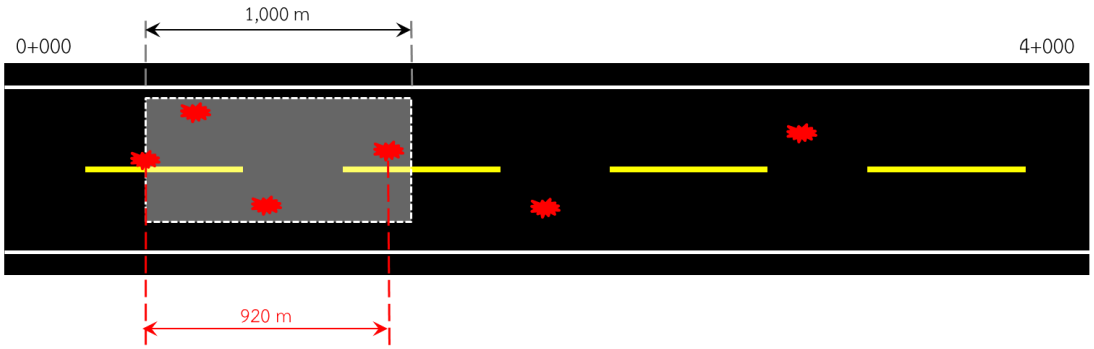
3.6 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ 1) การศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นด้วยการเลื่อนระยะ (Sliding-window) 2) การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย 3) การศึกษาการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม ด้วยระยะเลื่อน 100 เมตร 200 เมตร 500 เมตร และ 1,000 เมตร และ 4) การจัดลำดับความสำคัญจุดอันตราย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.6.1 การศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะ (Sliding-window)

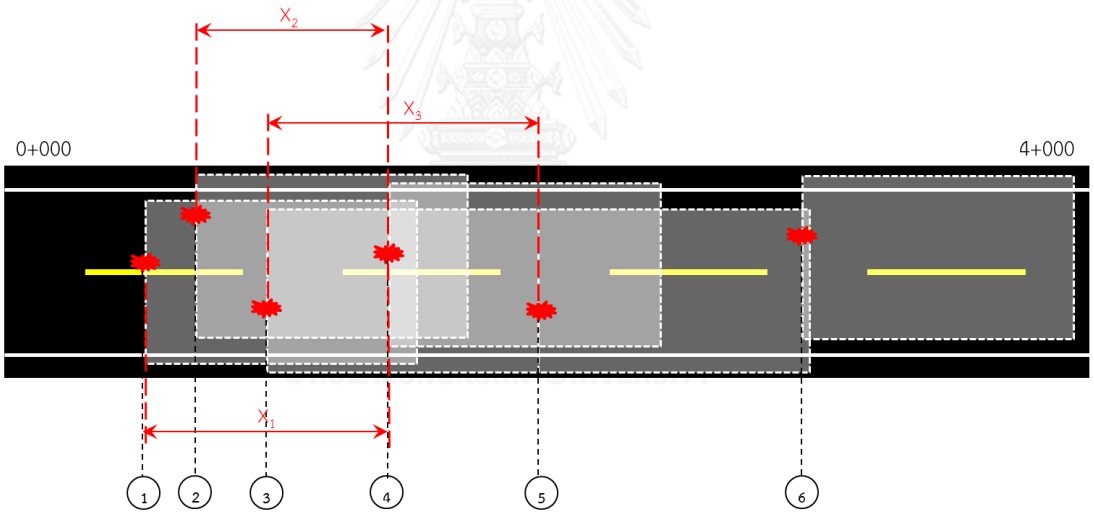
การเลื่อนระยะ (Sliding-window) แบบ All-Point Placement เป็นการเลื่อนระยะไปตามจุดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดเส้นทางของถนน แล้วเก็บข้อมูลบริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุ สำหรับในงานวิจัยนี้จะกำหนดเงื่อนไขในการเก็บข้อมูลบริเวณที่จะเป็นจุดอันตราย โดยควบคุมตัวแปรต่างๆ ให้เหมือนกับการวิเคราะห์จุดอันตรายบนถนนของระบบ HAIMS ให้มากที่สุด ได้แก่ ระยะของช่วงที่ใช้เลื่อนเท่ากับ 1,000 เมตร และใช้ข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ. 2555-2557) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติม ซึ่งได้จากการทบทวนงานวิจัยของต่างประเทศ คือ จะเก็บข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 3 ครั้งขึ้นไป ภายในช่วงดังกล่าว โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำจุดอุบัติเหตุจุดแรกของสายทางที่พิจารณาบวกด้วยระยะ 1,000 เมตร
2) นับจำนวนอุบัติเหตุที่อยู่ภายในช่วง 1,000 เมตร
3) ถ้ามีอุบัติเหตุมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป ให้เก็บระยะและพิกัดของอุบัติเหตุจากจุดแรกไปจนถึงจุดสุดท้าย ซึ่งความยาวของระยะที่เก็บอาจน้อยกว่า 1,000 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 22



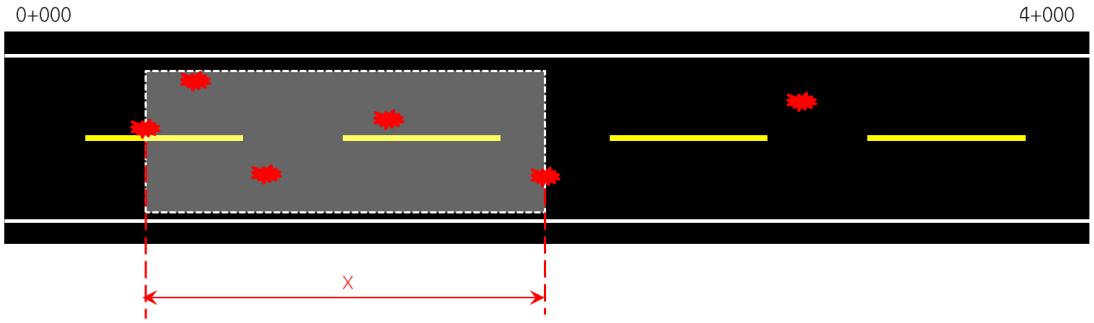
รูปที่ 22 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุภายในช่วง 1,000 เมตร

4) ทำข้อ 1) ถึงข้อ 3) ซ้ำอีก จนครบทุกจุดอุบัติเหตุบนสายทางที่พิจารณา โดยข้อมูลที่ได้จะเก็บเป็นเส้น (Linestring) ดังแสดงในรูปที่ 23 ซึ่งจะได้เส้น X_1, X_2 และ X_3 ซึ่งได้จากช่วงที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนช่วงที่ 4, 5 และ 6 จำนวนอุบัติเหตุภายในช่วงไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้



รูปที่ 23 ตัวอย่างการเก็บข้อมูล

5) จากนั้นรวมเส้น (Merge Line) ที่ซ้อนหรือที่ต่อกันอยู่ให้เป็นเส้นเดียวกัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จะยังเป็นเส้น (Linestring) ดังแสดงในรูปที่ 24 แล้วนำมาคิดระยะใหม่จากจุดแรกจนถึงจุดสุดท้ายของเส้น (ระยะ X) เส้นที่ได้จะเรียกว่า เส้นอันตราย หรือ Black Line ซึ่งยาวได้มากกว่า 1,000 เมตร ทั้งนี้ ใน 1 สายทางอาจมีเส้นอันตรายได้มากกว่า 1 เส้น

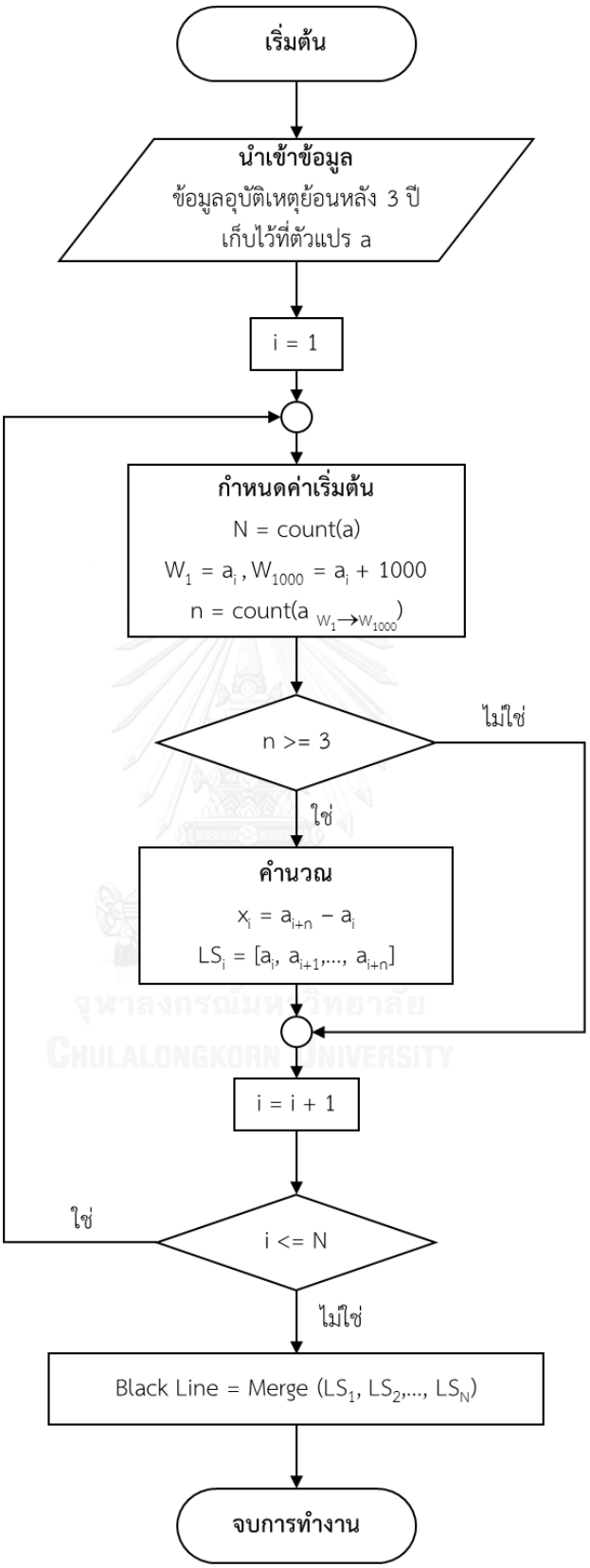


รูปที่ 24 เส้นใหม่ที่ได้จากการรวมเส้นที่ซ้อนหรือต่อกันอยู่

สำหรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน เพื่อรองรับการวนรอบไปตามจุดอุบัติเหตุ ผู้วิจัยได้ร่างผังขั้นตอนการหาจุดอันตรายเบื้องต้น ดังแสดงในรูปที่ 25 และได้กำหนดตัวแปร ดังนี้

i	=	ลำดับที่	W_{1000}	=	จุดสิ้นสุดช่วง
n	=	จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	x	=	ความยาวของเส้น (เมตร)
a	=	จุดอุบัติเหตุ	LS	=	Linestring
W_1	=	จุดเริ่มต้นช่วง			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 25 ผังขั้นตอนการหาจุดอันตรายเบื้องต้น

3.6.2 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน

การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนเบื้องต้นระหว่างการเลื่อนระยะ (Sliding-window) แบบ Regular Intervals Placement กับแบบ All-Point Placement โดยจะนำข้อมูลจุดอันตรายจากระบบ HAIMS ของกรมทางหลวง มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจุดอันตรายที่ได้จากหัวข้อ 3.5.1 ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะประยุกต์วิธีเปรียบเทียบที่ใช้ในการเปรียบเทียบการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนนมาใช้เปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนเบื้องต้น ซึ่งวิธีที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบ คือ การทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test)

การทดสอบนี้ใช้เพื่อวัดความสามารถของวิธีวิเคราะห์จุดอันตรายว่าบริเวณดังกล่าวเป็นจุดที่มักเกิดอุบัติเหตุซ้ำหรือไม่ในช่วงเวลาต่อมา ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าบริเวณที่ถูกระบุให้เป็นจุดเสี่ยงในช่วงเวลาหนึ่ง ควรจะแสดงถึงประสิทธิภาพความปลอดภัยที่ด้อยกว่าในช่วงเวลาต่อมาด้วย โดยการเปรียบเทียบเป็นไปตามสมการที่ 7 (Cheng and Washington, 2008, Montella, 2010, Yu et al., 2014)

$$SCT_j = \frac{\sum_{k=1}^{K_{j,\alpha}} C_{k,j}}{\alpha L y} \tag{7}$$

โดยที่ j คือ วิธีที่ต้องการเปรียบเทียบ

$K_{j,\alpha}$ คือ จำนวนจุดอันตราย

$C_{k,j}$ คือ จำนวนอุบัติเหตุในจุดที่ถูกคัดเลือกให้เป็นจุดอันตราย

L คือ ระยะของถนนที่ถูกเลือกให้เป็นจุดอันตราย (กิโลเมตร)

y คือ จำนวนปีที่พิจารณา และ

α คือ ค่าเริ่มต้นของการระบุจุดอันตราย (เช่น α = 0.01 หมายถึง 1% ของความยาวถนนจะถูกระบุให้เป็นจุดอันตราย) ในงานวิจัยนี้ใช้ α = 0.10

ในการเปรียบเทียบ วิธีที่ j ที่ใช้ระบุจุดอันตรายในช่วงเวลาในอนาคต ซึ่งมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดจะถือว่าเป็นวิธีที่คงที่มากที่สุดสำหรับการระบุบริเวณจุดเสี่ยงอันตราย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.3 การกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ในการศึกษาการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม เนื่องจากระยะเลื่อนที่เปลี่ยนแปลงของการเลื่อนระยะแบบดังกล่าว จะมีผลต่อระยะและจำนวนจุดอันตรายที่ได้ (Kwon et al., 2013) โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มถนนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT) ซึ่งได้แนวคิดมาจากการกำหนดระยะเลื่อนในการคัดเลือกจุดอันตรายที่แตกต่างกันของประเทศฮังการีที่กำหนดให้ถนนในเมืองใช้ระยะเลื่อน 100 เมตร ส่วนถนนนอกเมืองใช้ระยะเลื่อน 1,000 เมตร และประเทศโปรตุเกสที่กำหนดให้ถนนที่เดินรถทิศทางเดียวใช้ระยะเลื่อน 250 เมตร ส่วนถนนที่เดินรถสองทิศทางใช้ระยะเลื่อน 500 เมตร (Elvik, 2007, Elvik, 2008)

สำหรับการกำหนดเกณฑ์ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระยะเลื่อน 1,000 เมตรเท่ากัน ซึ่งถือเป็นระยะเลื่อนสูงสุดที่บางประเทศเลือกใช้ และเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นได้จากการทบทวนงานวิจัยของต่างประเทศทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายที่นิยมใช้ คือ มีอุบัติเหตุอย่างน้อย 3-5 ครั้ง ภายในระยะเลื่อนที่กำหนด (Elvik, 2007, Elvik, 2008, Azam et al., 2013) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาด้วยการกำหนด 3 เกณฑ์ด้วยกัน คือ อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 4 และ 5 ครั้ง ภายในระยะเลื่อน 1,000 เมตร

ส่วนการกำหนดระยะเลื่อนนั้น ผู้วิจัยได้เลือกระยะเลื่อนจากช่วง 100 – 1,000 เมตรมาใช้ในการศึกษา เนื่องจากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าทั้งสหรัฐอเมริกาและยุโรปใช้ระยะเลื่อนในช่วงดังกล่าว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกระยะเลื่อน 4 ระยะด้วยกัน คือ 100 200 500 และ 1,000 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ใช้ในประเทศฮังการีและโปรตุเกตดังที่กล่าวไว้ข้างต้น (ผู้วิจัยเลือกใช้ระยะเลื่อน 200 เมตร แทนที่จะใช้ 250 เมตรตามของประเทศโปรตุเกต เนื่องจากต้องการให้ระยะเลื่อนดังกล่าวเป็น 2 เท่าของระยะเลื่อนเริ่มต้น) ทั้งนี้ ในการเลื่อนระยะแต่ละระยะจะควบคุมเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตราย คือ อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ภายในระยะเลื่อนที่กำหนด

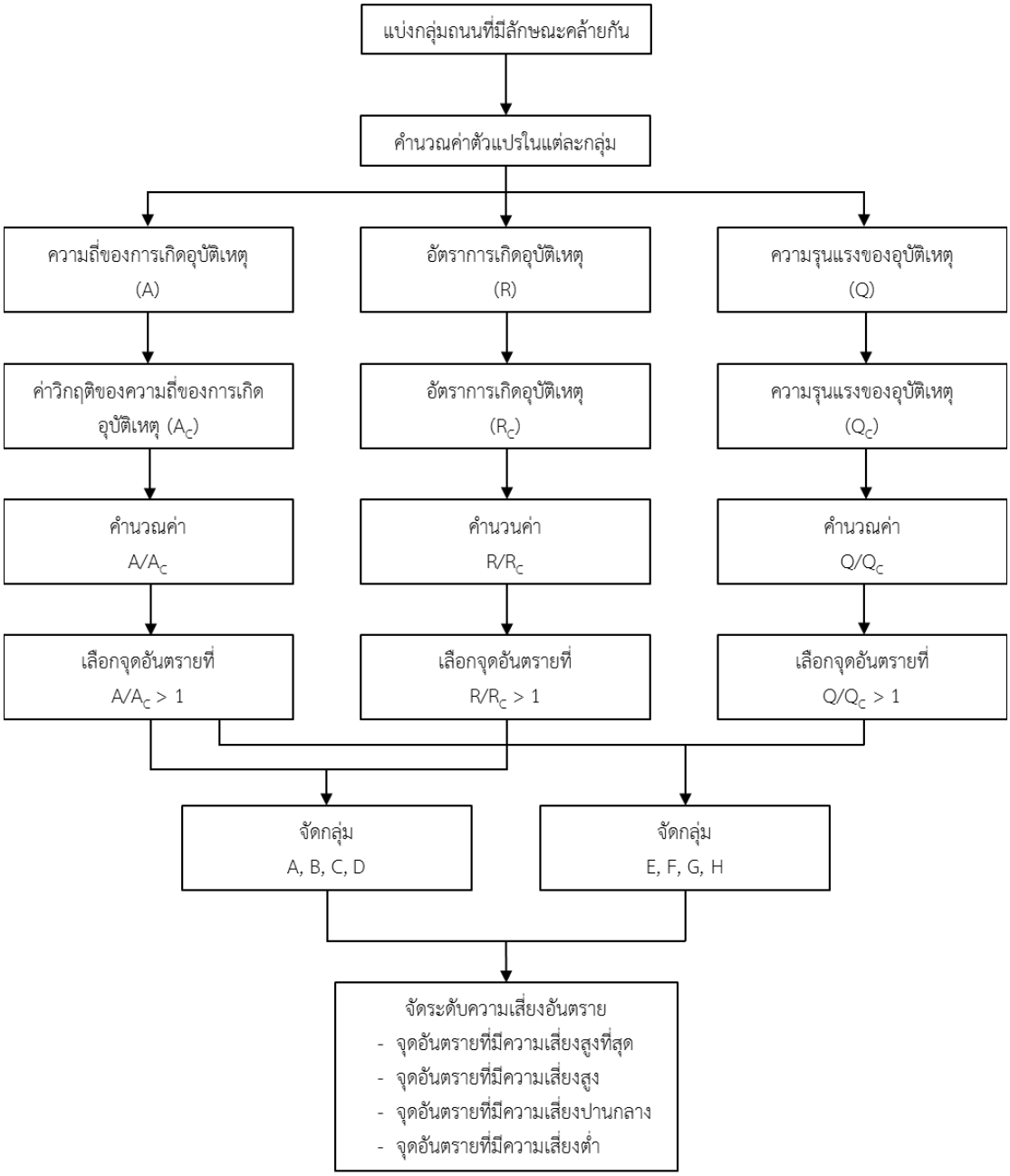
3.6.4 การจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง

ในการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตรายที่ใช้อยู่บนระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง หรือระบบ HAIMS ของกรมทางหลวง ตามคู่มือการวิเคราะห์จุดเสี่ยงอันตรายบนทางหลวง โดยวิธีที่กรมทางหลวงใช้ในการวิเคราะห์คือ วิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) ซึ่งพิจารณาตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate) ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency) และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ (Severity Value) ทั้ง 3 ตัวแปรนี้

จะถูกเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (Critical Value) และนำมาจัดระดับความเสี่ยงของจุดอันตราย ดังแสดงในรูปที่ 26 สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด (Highest Risk) แสดงด้วย สีดำ หมายถึง จุดที่มีทั้งความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง อัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง และความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม A และ E ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขโดยเร่งด่วนที่สุด
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูง (High Risk) แสดงด้วย สีแดง หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงหรือความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง โดย 2 ใน 3 ตัวที่มีค่าสูง ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม A และ G หรือ C และ E หรือ B และ F ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขโดยเร่งด่วน
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Medium Risk) แสดงด้วย สีส้ม หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงหรือความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง โดย 1 ใน 3 ตัวที่มีค่าสูง ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม C และ G หรือ B และ H หรือ D และ F ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไข แต่ควรพิจารณาด้านความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ด้วย
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่ำ (Low Risk) แสดงด้วย สีเหลือง จุดที่มีทั้งความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำ และความรุนแรงของอุบัติเหตุต่ำ ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม D และ H ถือเป็นจุดอันตรายที่ไม่จำเป็นต้องพิจารณาปรับปรุงและแก้ไข เนื่องจากอาจไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 26 แผนผังการจัดระดับความเสี่ยงอันตรายของจุดอันตราย ประยุกต์จากของกรมทางหลวง

บทที่ 4

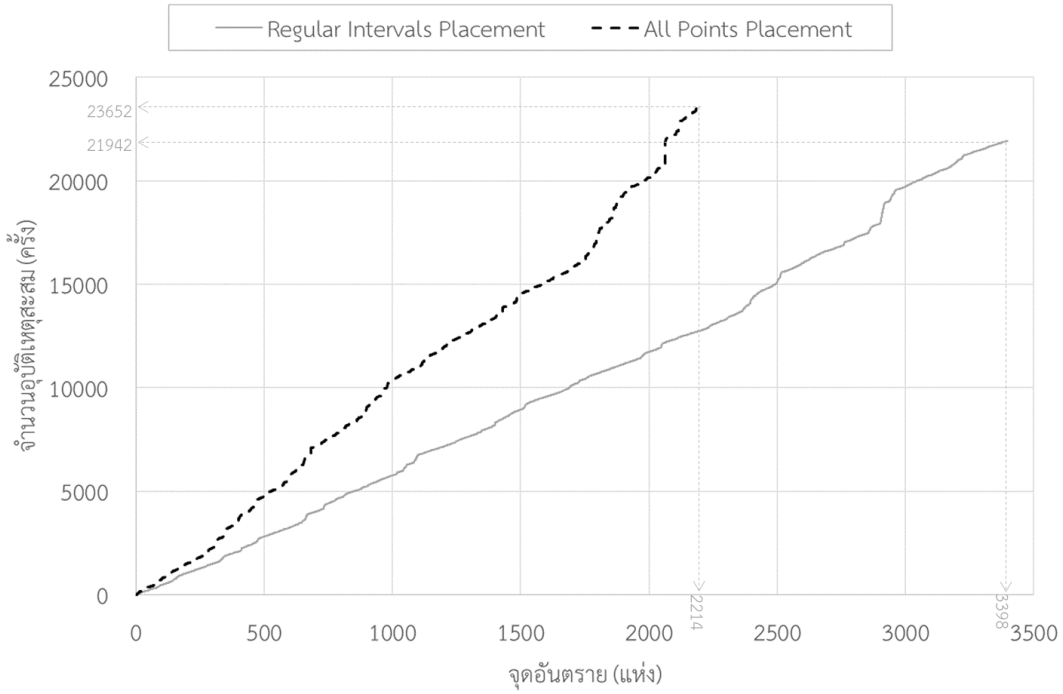
ผลการศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงผลการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) 2 แบบ และใช้วิธีการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test) เปรียบเทียบความแม่นยำของการเลื่อนระยะทั้งสองแบบ นอกจากนี้ ยังได้กล่าวถึงผลการคัดเลือกจุดอันตรายของวิธีการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement โดยการปรับระยะหรือหน้าต่างที่ใช้เลื่อนเป็น 4 ระยะ ได้แก่ 100 200 500 และ 1,000 เมตร เพื่อให้ทราบถึงระยะเลื่อนที่มีความเหมาะสมกับลักษณะกายภาพถนนต่างๆ กัน โดยแบ่งถนนออกเป็น 12 กลุ่ม ตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจร

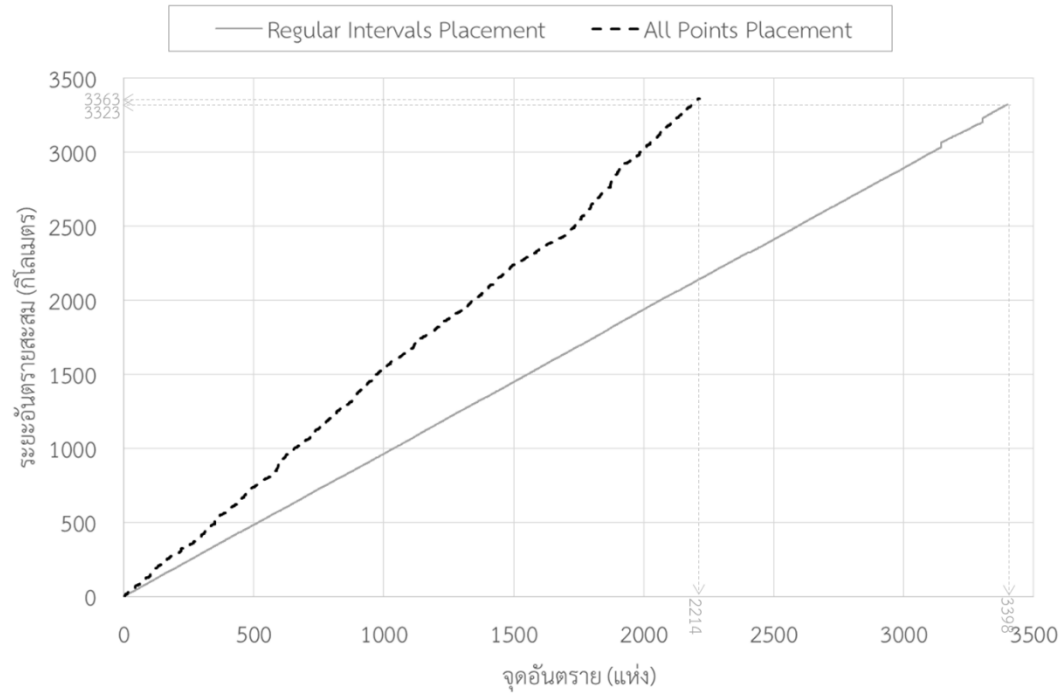
4.1 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-window) โดยอาศัยข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2555-2557 จากระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highway Accident Information Management System: HAIMS) ของกรมทางหลวง และได้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนคือ บริเวณถนนที่มีการเกิดอุบัติเหตุ 3 ครั้งขึ้นไป ภายในระยะ 1,000 เมตร ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาการจัดวางช่วงของการเลื่อนระยะ 2 แบบ ได้แก่ แบบ Regular Interval Placement และแบบ All-Point Placement โดยมีผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง ดังนี้

รูปที่ 27 เป็นกราฟแสดงจุดอันตรายเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุสะสม โดยเส้นทึบแสดงผลการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement ซึ่งได้จำนวนจุดอันตรายทั้งสิ้น 3,398 แห่ง สามารถรวบรวมจำนวนอุบัติเหตุได้ 21,942 ครั้ง นั่นคือ จุดอันตราย 1 แห่ง ครอบคลุมอุบัติเหตุเฉลี่ย 6.45 ครั้ง ในขณะที่เส้นประแสดงผลการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ซึ่งได้จำนวนจุดอันตรายทั้งสิ้น 2,214 แห่ง สามารถรวบรวมจำนวนอุบัติเหตุได้ 23,652 ครั้ง นั่นคือ จุดอันตราย 1 แห่ง ครอบคลุมอุบัติเหตุเฉลี่ย 10.68 ครั้ง

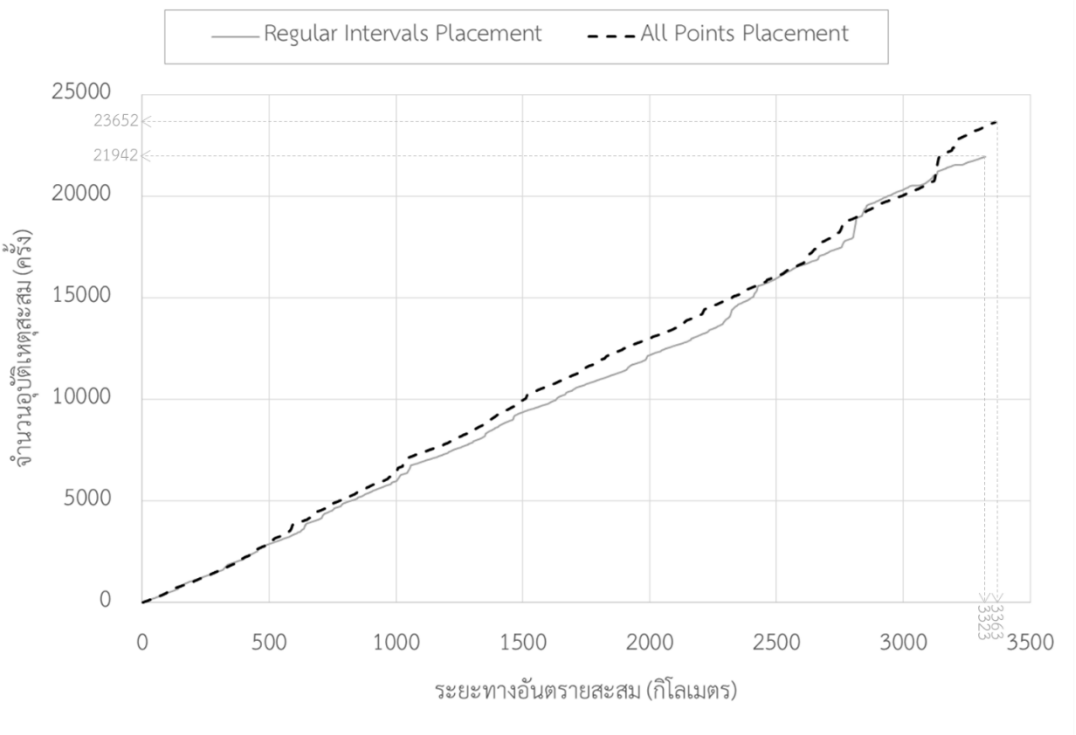


รูปที่ 27 กราฟระหว่างจุดอันตรายกับจำนวนอุบัติเหตุสะสม



รูปที่ 28 กราฟระหว่างจุดอันตรายกับระยะอันตรายสะสม

รูปที่ 28 เป็นกราฟแสดงจุดอันตรายเทียบกับระยะอันตรายสะสม โดยการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement (เส้นทึบ) ได้ระยะอันตรายรวมทั้งสิ้น 3,323 กิโลเมตร นั่นคือ จุดอันตรายมีระยะทางเฉลี่ย 0.978 กิโลเมตรต่อแห่ง ในขณะที่การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement (เส้นประ) ได้ระยะอันตรายรวมทั้งสิ้น 3,363 กิโลเมตร นั่นคือ จุดอันตรายมีระยะทางเฉลี่ย 1.519 กิโลเมตรต่อแห่ง



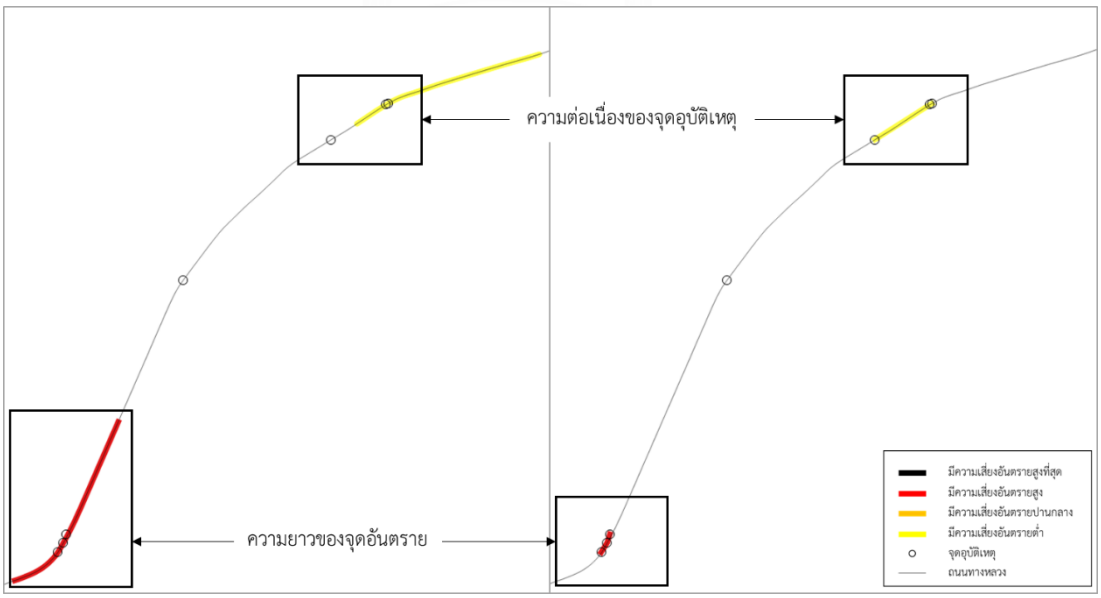
รูปที่ 29 กราฟเปรียบเทียบระยะทางอันตรายสะสมกับจำนวนอุบัติเหตุสะสมของการเลื่อนระยะทั้งสองแบบ

จะเห็นได้ว่า จุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement มีระยะทางมากกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement สอดคล้องกับจำนวนจุดอุบัติเหตุที่ได้มากกว่าเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 29 ในขณะที่จำนวนจุดอันตรายที่ได้กลับน้อยกว่า นั่นแสดงว่าจุดอันตรายของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement มีระยะที่ยาวเกินไป ซึ่งอาจครอบคลุมจุดอันตรายของการเลื่อนระยะแบบ Regular Intevrval Placement มากกว่า 1 แห่ง เมื่อดูที่ระยะทางเฉลี่ยของจุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement พบว่ามีความยาวมากกว่า 1,000 เมตร ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัย จุดอันตรายไม่ควรมีระยะที่ยาวเกินกว่า 1,000 เมตร เนื่องจากจะส่งผลต่อจำนวนจุดอุบัติเหตุที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของจุดอันตรายที่ไม่อาจสะท้อนตามสภาพความเป็นจริงได้ (Elvik, 2007, Elvik, 2008)

จากผลการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะทั้งสองแบบดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นถึงข้อดีข้อเสียของการเลื่อนระยะแต่ละแบบจากการแสดงผลด้วย GIS บนโปรแกรม QuantumGIS หรือ QGIS โดยสรุปได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1) ความต่อเนื่องของจุดอุบัติเหตุ

จุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement ขาดความต่อเนื่องของจุดอุบัติเหตุที่เกิดใกล้เคียงกัน เนื่องจากถูกแบ่งอยู่คนละช่วงระยะที่พิจารณา ดังแสดงในรูปที่ 30 ซึ่งทำให้จุดอันตรายที่ได้ไม่สามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุได้หมด ส่งผลต่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตรายที่จะนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง นอกจากนี้ งานวิจัยของ Hauer et al. (2002) ยังได้อธิบายเกี่ยวกับการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการแบ่งระยะที่คงที่ว่า หากช่วงที่ถูกแบ่งอยู่ระหว่างบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุต่ำที่สุดและสูงที่สุด จะทำให้ค่าเฉลี่ยของการประเมินความเสี่ยงอันตรายอยู่ตรงกลางพอดี ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้แสดงค่าต่ำกว่าความเป็นจริงในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง และแสดงค่าสูงกว่าความเป็นจริงในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่ำ แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการแบ่งช่วงคงที่ให้สั้นลงอีกหรือกำหนดช่วงให้เหมาะสมกับความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งจะช่วยให้ค่าเฉลี่ยเข้าใกล้ความเป็นจริงและมีความถูกต้องยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ปัญหาดังกล่าวจะไม่เกิดกับการเลื่อนระยะ All-Point Placement เนื่องจากรูปแบบในการจัดวางช่วงที่เน้นจุดอุบัติเหตุเป็นหลัก ซึ่งจุดอันตรายสามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุที่อยู่ใกล้เคียงกันได้หมด



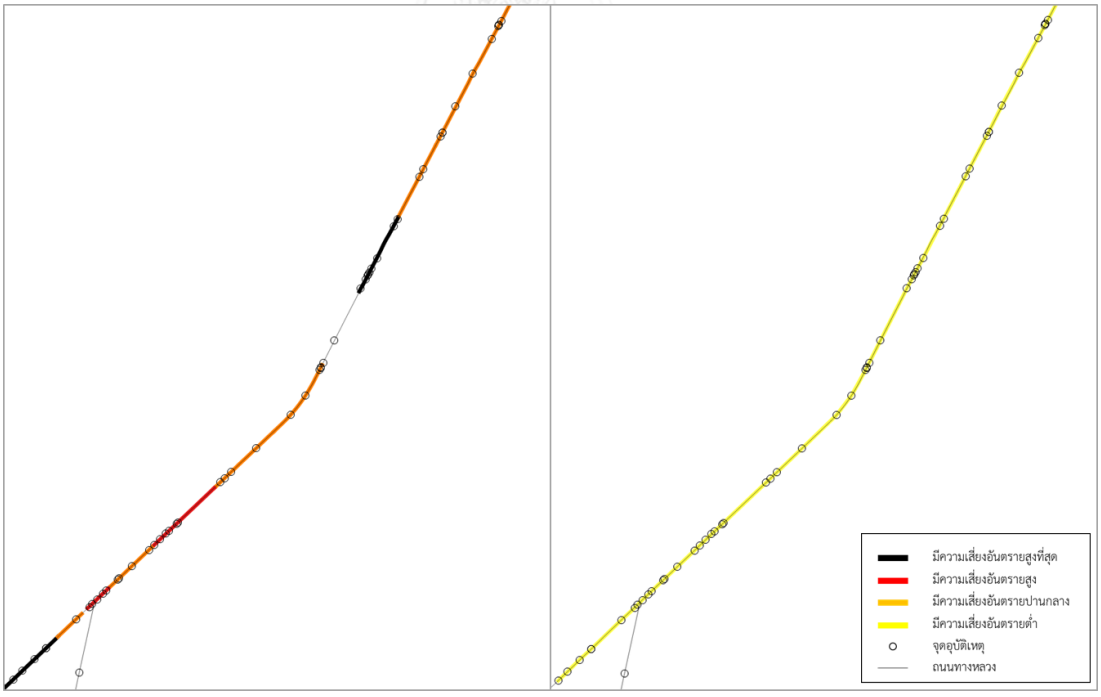
Regular Interval Placement All-Point Placement

รูปที่ 30 เปรียบเทียบความต่อเนื่องของจุดอุบัติเหตุและความยาวจุดอันตราย

2) ความยาวของจุดอันตราย

การเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement นอกจากจะขาดความต่อเนื่องของจุดอุบัติเหตุแล้ว ระยะอันตรายที่พิจารณายังยาวเกินความจำเป็นอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 30 จะเห็นได้ว่าการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ใช้เพียงระยะอันตรายที่สั้นก็สามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุได้ทั้งหมด ทั้งนี้ ระยะอันตรายที่ครอบคลุมจุดอุบัติเหตุที่เกินความจำเป็น จะส่งผลต่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตราย ในกรณีที่ใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Performance Measure) ที่มีระยะทางมาเกี่ยวข้อง เช่น อัตราการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น อาจทำให้การประเมินระดับความเสี่ยงต่ำกว่าความเป็นจริงได้ สามารถแก้ไขได้โดยพิจารณาตัวชี้วัดประสิทธิภาพอื่นๆ ร่วมด้วย

อย่างไรก็ตาม การเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ก็พบปัญหาระยะอันตรายที่ยาวเกินไปเช่นกัน แต่เป็นในลักษณะที่จุดอันตรายครอบคลุมจุดอุบัติเหตุมากเกินไปจนเป็นระยะทางยาว ซึ่งอาจยาวได้มากกว่า 1 กิโลเมตร ในขณะที่การเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement ได้แบ่งการพิจารณาจุดอันตรายด้วยระยะคงที่ 1,000 เมตรพอดี จึงไม่พบระยะอันตรายต่อเนื่องที่ยาวมากกว่า 1 กิโลเมตร โดยจุดอันตรายที่ครอบคลุมจุดอุบัติเหตุมากเกินไปจะพบได้ในบริเวณที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงหรือบริเวณถนนที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นไปตลอดช่วงถนน ดังแสดงในรูปที่ 31



Regular Interval Placement All-Point Placement

รูปที่ 31 เปรียบเทียบความยาวของจุดอันตรายที่ครอบคลุมจุดอุบัติเหตุ

จากรูปที่ 31 จะเห็นได้ว่าจุดอันตรายที่ครอบคลุมจุดอุบัติเหตุเป็นระยะทางยาว ส่งผลต่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตรายอย่างชัดเจน จากการทบทวนงานวิจัย พบว่าจุดอันตรายไม่ควรมีระยะที่ยาวเกินกว่า 1,000 เมตร เนื่องจากจะส่งผลต่อจำนวนจุดอุบัติเหตุที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงของจุดอันตรายที่ไม่อาจสะท้อนตามสภาพความเป็นจริงได้ (Elvik, 2007, Elvik, 2008) ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการลดระยะเลื่อนลง ทั้งนี้ การลดระยะเลื่อนลงจะไม่ทำให้บริเวณที่จะถูกคัดเลือกให้เป็นจุดอันตรายหายไป แต่จะถูกแบ่งพิจารณาเป็นหลายจุดด้วยระยะของจุดอันตรายที่สั้นลง ซึ่งจะช่วยให้การประเมินความเสี่ยงของจุดอันตรายเข้าใกล้ความเป็นจริงและมีความถูกต้องยิ่งขึ้นนั่นเอง

จากทั้ง 2 ประเด็นข้างต้น จะเห็นได้ว่าการเลื่อนระยะทั้งสองแบบต่างก็มีข้อเสียที่สามารถแก้ไขได้ แต่ในกรณีของการเลื่อนระยะแบบ Regular Inteval Placement ที่แก้ไขด้วยการแบ่งระยะคงที่ให้สั้นลงนั้น สามารถช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องระยะของจุดอันตรายที่ยาวเกินความจำเป็นได้ แต่ปัญหาเรื่องจุดอันตรายที่ไม่สามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุที่อยู่ใกล้เคียงได้หมดจะยังคงอยู่ เนื่องจากการลดระยะเลื่อนลงอาจช่วยแก้ปัญหาในบางจุด ซึ่งในขณะเดียวกันนั้นอาจทำให้เกิดปัญหาใหม่ในอีกจุดได้ ดังนั้น ข้อเสียของการเลื่อนระยะแบบ Regular Inteval Placement ดูจะเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากกว่าการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement

4.2 ผลการเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการทดสอบเปรียบเทียบการวิเคราะห์หาจุดอันตรายบนถนน เพื่อใช้ทดสอบเปรียบเทียบความแม่นยำของการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะทั้งสองแบบ โดยใช้การทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test: SCT) เพื่อวัดความสามารถของการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนว่ามีการระบุจุดอันตรายอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สังเกตซ้ำหรือไม่ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าบริเวณใดหากถูกระบุว่าเป็นจุดอันตรายในช่วงเวลาหนึ่ง ควรจะถูกมองว่าเป็นจุดอันตรายในช่วงเวลาต่อมาด้วย โดยสมการของการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (สมการที่ 7 ในหน้า 58) เป็นอัตราส่วนของจำนวนอุบัติเหตุภายในจุดอันตรายเทียบกับความยาวของจุดอันตรายเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนอุบัติเหตุจะแปรผกผันกับระยะของจุดอันตรายนั่นเอง ทั้งนี้ ค่า SCT ที่สูงแสดงว่า มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงในจุดอันตรายนั้นๆ จึงช่วยสะท้อนให้เห็นว่าจุดอันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจริง

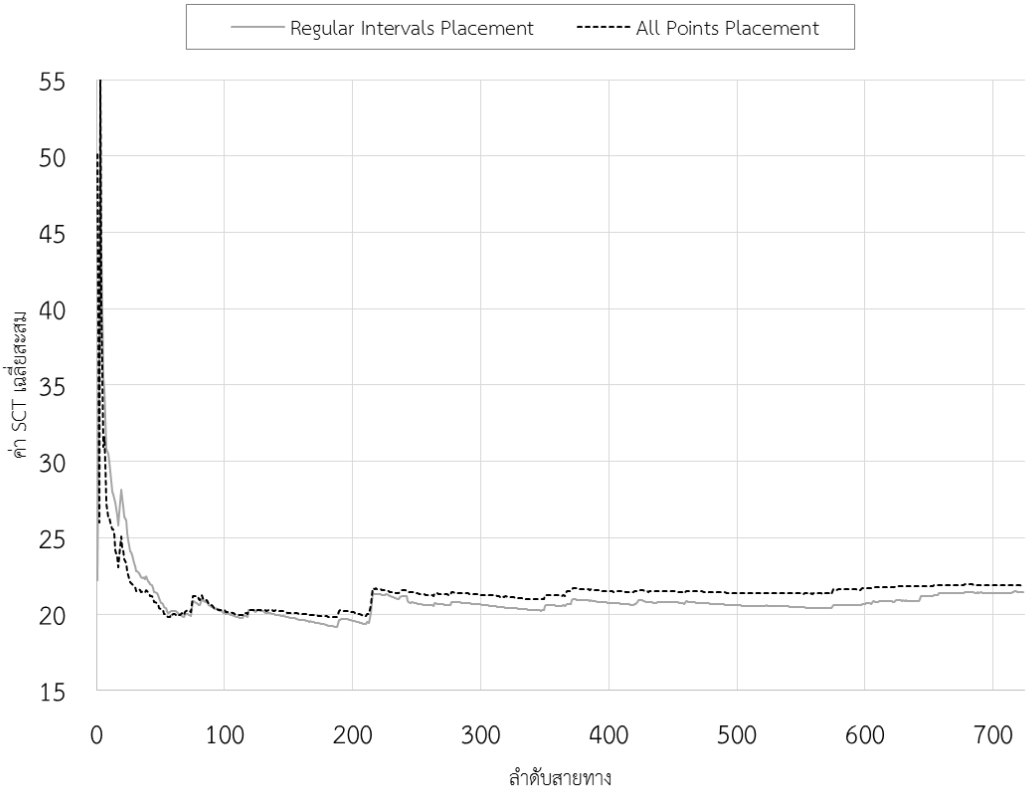
การทดสอบนี้ผู้วิจัยเลือกเฉพาะจุดอันตรายที่พบในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยวิธีการเลื่อนระยะทั้งสองแบบเท่านั้น และพิจารณาเป็นรายสายทางของทางหลวง ซึ่งมีสายทางที่ได้นำมาทดสอบทั้งสิ้น 724 สายทาง จากทั้งหมด 2,925 สายทาง (อ้างอิงจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง

หรือระบบ RoadNet ของกรมทางหลวง) คิดเป็นร้อยละ 24.75 ของสายทางของกรมทางหลวงทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ในการคัดเลือกจุดอันตราย

วิธีการเลื่อนระยะ	ค่า SCT เฉลี่ย
แบบ Regular Interval Placement	21.44
แบบ All-Point Placement	21.84

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าค่า SCT เฉลี่ยของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ให้ค่าที่สูงกว่าเล็กน้อย นั่นแสดงว่าการเลื่อนระยะแบบดังกล่าวสามารถคัดเลือกจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ดีกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement เพื่อให้เห็นภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้แสดงกราฟของค่า SCT เฉลี่ยสะสมไปตามสายทางของกรมทางหลวง ดังแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 กราฟค่า SCT เฉลี่ยสะสมตามลำดับสายทางของกรมทางหลวง

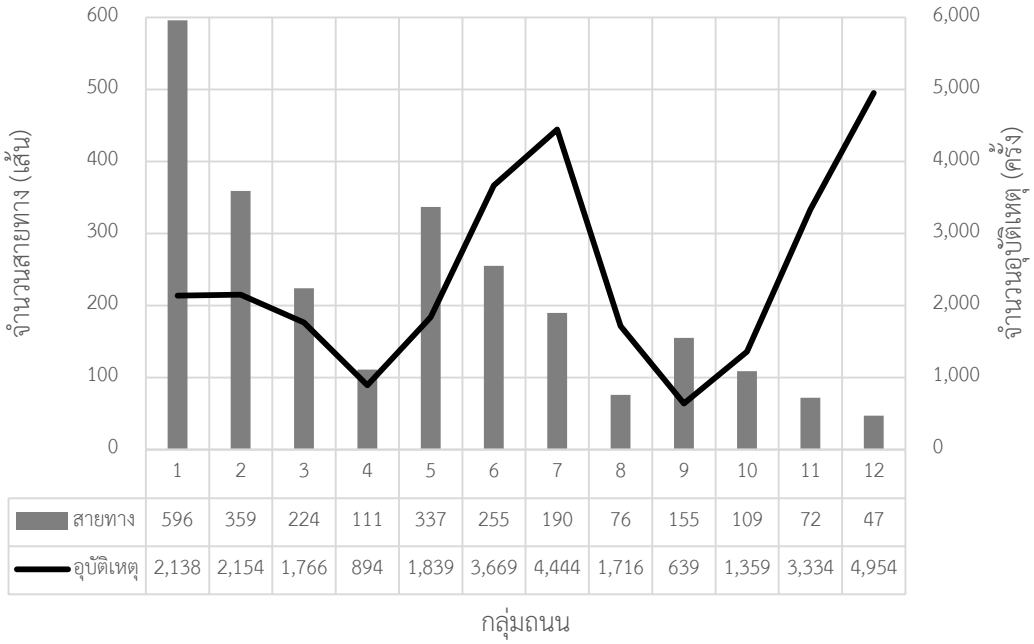
4.3 ผลการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระยะเลื่อนหรือหน้าต่าง (Window) ของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement เพื่อกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของถนน โดยได้แบ่งกลุ่มถนนออกเป็น 12 กลุ่มตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การแบ่งกลุ่มถนนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร

กลุ่มที่	จำนวนช่องจราจร	ปริมาณการจราจร (คันต่อวัน)
1	2 ช่องจราจร	0 -5,000
2	2 ช่องจราจร	5,000 – 10,000
3	2 ช่องจราจร	10,000 – 20,000
4	2 ช่องจราจร	มากกว่า 20,000
5	4 ช่องจราจร	0 – 10,000
6	4 ช่องจราจร	10,000 – 20,000
7	4 ช่องจราจร	20,000 – 40,000
8	4 ช่องจราจร	มากกว่า 40,000
9	มากกว่า 4 ช่องจราจร	0 – 20,000
10	มากกว่า 4 ช่องจราจร	20,000 – 40,000
11	มากกว่า 4 ช่องจราจร	40,000 – 80,000
12	มากกว่า 4 ช่องจราจร	มากกว่า 80,000

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมจำนวนสายทางและจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละกลุ่มถนน โดยจำนวนสายทางที่มีอุบัติเหตุมีทั้งสิ้น 2,531 สายทาง จากทางหลวงทั้งหมด 2,925 สายทาง และมีจำนวนอุบัติเหตุทั้งสิ้น 28,906 ครั้ง ภายในปี พ.ศ. 2556-2558 ดังแสดงในรูปที่ 33 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มถนน 2 ช่องจราจร (กลุ่มที่ 1 – 4) มีจำนวนสายทางมาก แต่มีจำนวนอุบัติเหตุไม่มากนัก ในขณะที่กลุ่มถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร (กลุ่มที่ 9 – 12) มีจำนวนสายทางไม่มากนัก แต่มีจำนวนอุบัติเหตุสูงมากและสูงขึ้นตามปริมาณจราจร แสดงว่าจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้มากขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แสดงรายละเอียดของการกระจายตัวของอุบัติเหตุบนถนนแต่ละสายไว้ในรูปกราฟการกระจายตัวในภาคผนวก ข. แยกตามกลุ่มถนน 12 กลุ่ม



รูปที่ 33 กราฟแสดงจำนวนสายทางและจำนวนอุบัติเหตุ จำแนกตามกลุ่มถนน

4.3.1 การกำหนดเกณฑ์

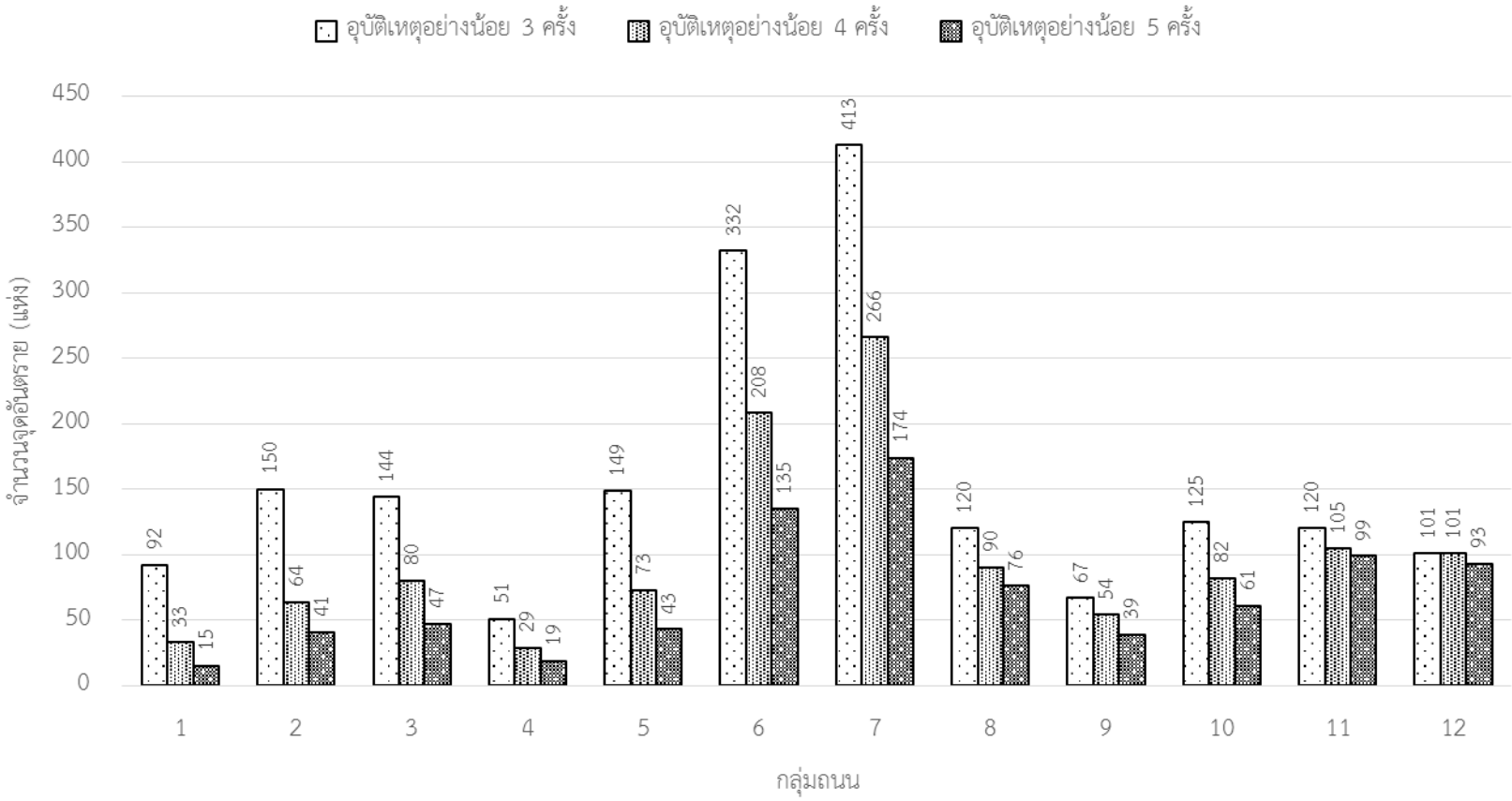
การศึกษาการกำหนดเกณฑ์ผู้วิจัยใช้ระยะเลื่อน 1,000 เมตรเป็นหลัก และปรับเกณฑ์ 3 แบบ คือ 1) อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง 2) อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง และ 3) อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง โดยมีผลการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยเกณฑ์ทั้ง 3 แบบ แยกตามกลุ่มถนน ดังแสดงในรูปที่ 34 โดยสามารถสรุปผลการคัดเลือกจุดอันตรายแยกตามกลุ่มถนนและเกณฑ์ที่ใช้ ได้ดังนี้

1) ถนน 2 ช่องจราจร และ AADT 0 – 5,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 92 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 33 แห่ง (ลดลง 64.1%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 15 แห่ง (ลดลง 83.7%)

2) ถนน 2 ช่องจราจร และ AADT 5,000 – 10,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 150 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 64 แห่ง (ลดลง 57.3%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 41 แห่ง (ลดลง 72.7%)



รูปที่ 34 กราฟแสดงจำนวนจุดอันตรายจากการเลื่อนระยะด้วยเกณฑ์ทั้ง 3 แบบ จำแนกตามกลุ่มถนน

3) ถนน 2 ช่องจราจร และ AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 144 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 80 แห่ง (ลดลง 44.4%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 47 แห่ง (ลดลง 67.4%)

4) ถนน 2 ช่องจราจร และ AADT มากกว่า 20,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 51 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 29 แห่ง (ลดลง 43.1%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 19 แห่ง (ลดลง 62.7%)

5) ถนน 4 ช่องจราจร และ AADT 0 – 10,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 149 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 73 แห่ง (ลดลง 51.0%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 43 แห่ง (ลดลง 71.1%)

6) ถนน 4 ช่องจราจร และ AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 332 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 208 แห่ง (ลดลง 37.3%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 135 แห่ง (ลดลง 59.3%)

7) ถนน 4 ช่องจราจร และ AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 413 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 266 แห่ง (ลดลง 35.6%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 174 แห่ง (ลดลง 57.9%)

8) ถนน 4 ช่องจราจร และ AADT มากกว่า 40,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 120 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 90 แห่ง (ลดลง 25.0%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 76 แห่ง (ลดลง 36.7%)

9) ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร และ AADT 0 – 20,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 67 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 54 แห่ง (ลดลง 19.4%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 39 แห่ง (ลดลง 41.8%)

10) ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร และ AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 125 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 82 แห่ง (ลดลง 34.4%)

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 61 แห่ง (ลดลง 51.2%)

11) ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร และ AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 120 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 105 แห่ง (ลดลง 12.5%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 99 แห่ง (ลดลง 17.5%)

12) ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร และ AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน

- อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ได้จุดอันตราย 101 แห่ง
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง ได้จุดอันตราย 101 แห่ง (ลดลง 0%)
- อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ได้จุดอันตราย 93 แห่ง (ลดลง 7.9%)

จะเห็นได้ว่า การปรับเกณฑ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนจุดอันตรายลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 แต่เมื่อจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น จำนวนจุดอันตรายที่ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงจำนวนจุดอุบัติเหตุที่ใช้เกณฑ์ต่ำที่สุด (อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง) นอกจากนี้ การใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกสำหรับขั้นตอนการคัดเลือกจุดอันตรายก่อนนำไปจัดลำดับความสำคัญนั้น ควรเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ได้จุดอันตรายมากที่สุด เนื่องจากในขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญนั้น จะต้องคัดกรองจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุต่ำและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนออกไป อย่างไรก็ตาม การกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยจำนวนอุบัติเหตุมากครั้งเป็นการกำหนดเกณฑ์เชิงปริมาณ ซึ่งอาจทำให้พลาดข้อมูลเชิงคุณภาพไปได้ เช่น บริเวณที่มีอุบัติเหตุน้อยครั้ง แต่อุบัติเหตุแต่ละครั้งมีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บจำนวนมาก เป็นต้น โดยจำนวนจุดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นจากการกำหนดเกณฑ์ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการประเมินระดับความเสี่ยงอันตรายในขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญ ดังนั้นจากเกณฑ์ทั้ง 3 แบบข้างต้น เกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ภายในระยะ 1,000 เมตร จึงมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ผลการคัดเลือกจุดอันตรายจำนวนมากที่สุด

4.3.2 การกำหนดระยะเลื่อน

ผู้วิจัยได้เลือกระยะเลื่อนจากช่วง 100 – 1,000 เมตร มาใช้ในการศึกษา เนื่องจากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าทั้งสหรัฐอเมริกาและยุโรปใช้ระยะเลื่อนในช่วงดังกล่าว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกระยะเลื่อน 4 ระยะด้วยกัน คือ 100 200 500 และ 1,000 เมตร ทั้งนี้ ในการเลื่อนระยะผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตราย คือ อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ภายในระยะเลื่อนที่กำหนด โดยมีผลการคัดเลือกจุดอันตราย ดังแสดงในตารางที่ 14 ถึงตารางที่ 25

ตารางที่ 14 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 0 – 5,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	9,407.191 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	2,138 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	4.400 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	22	38	61	92
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	94	169	303	470
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.273	4.447	4.967	5.109
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	9	16	49	57
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	1.882	2.708	6.348	6.557
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	1.085	5.609	28.351	87.866
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.049	0.148	0.465	0.955
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.008	0.008	0.008	0.008
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.102	0.573	3.533	6.056
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.031	0.121	0.528	0.99

ตารางที่ 15 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 5,000 – 10,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	6,328.030 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	2,154 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	2.938 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	44	71	122	150
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	164	282	528	790
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	3.727	3.972	4.328	5.267
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	8	9	17	31
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	1.149	1.434	2.42	4.861
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	2.592	9.353	45.702	147.498
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.059	0.132	0.375	0.983
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.002	0.002	0.002	0.002
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.159	0.589	1.794	5.504
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.039	0.106	0.293	0.957

ตารางที่ 16 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	3,135.661 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	1,766 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	1.776 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	50	84	124	144
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	167	321	607	870
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	3.34	3.821	4.895	6.042
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	5	10	21	34
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	0.626	1.328	3.438	5.777
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	3.282	13.605	60.858	167.207
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.066	0.162	0.491	1.161
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.009	0.012	0.014	0.014
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.16	0.647	1.98	7.327
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.036	0.112	0.411	1.208

ตารางที่ 17 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 2 ช่องจราจร AADT มากกว่า 20,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	1,210.837 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	894 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	1.354 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	41	49	52	51
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	195	347	434	488
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.756	7.082	8.346	9.569
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	13	44	70	119
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	2.083	7.265	13.167	18.233
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	3.472	14.666	35.926	69.717
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.085	0.299	0.691	1.367
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.001	0.032	0.05
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.403	2.05	5.4	8.75
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.065	0.37	0.907	1.64

ตารางที่ 18 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 0 – 10,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	2,208.256 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	1,839 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	1.201 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	56	77	131	149
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	259	369	659	982
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.625	4.792	5.031	6.591
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	25	27	50	93
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	3.929	3.767	5.561	11.001
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	4.047	12.569	61.086	161.02
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.072	0.163	0.466	1.081
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.003	0.01	0.01	0.035
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.255	0.532	3.389	8.154
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.05	0.109	0.449	1.244

ตารางที่ 19 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	3,254.036 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	3,669 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.887 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	144	216	309	332
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	678	1093	1798	2395
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.708	5.06	5.819	7.214
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	32	40	65	82
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	3.793	4.391	6.376	8.719
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	12.97	40.409	164.821	431.76
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.09	0.187	0.533	1.3
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.009	0.014	0.028	0.028
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.297	1.101	3.631	11.312
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.058	0.141	0.526	1.311

ตารางที่ 20 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	2,963.974 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	4,444 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.667 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	178	300	409	413
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	819	1413	2479	3286
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.601	4.71	6.061	7.956
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	17	22	88	112
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	2.57	2.944	7.289	12.095
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	16.215	55.813	243.08	618.045
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.091	0.186	0.594	1.496
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.002	0.002	0.002	0.011
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.45	1.105	8.31	16.175
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.063	0.139	0.654	1.845

ตารางที่ 21 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน 4 ช่องจราจร AADT มากกว่า 40,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	773.178 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	1,716 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.451 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	114	158	150	120
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	565	895	1281	1571
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.956	5.665	8.54	13.092
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	27	42	224	355
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	3.319	5.11	19.864	33.414
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	10.197	32.739	112.534	240.229
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.089	0.207	0.75	2.002
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.007	0.014	0.014
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.802	1.6	12.75	25.106
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.089	0.19	1.231	2.812

ตารางที่ 22 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 0 – 20,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	349.087 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	639 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.546 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	35	49	77	67
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	123	213	424	586
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	3.514	4.347	5.506	8.746
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	7	12	27	56
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	0.951	2.107	4.245	10.023
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	2.262	8.189	42.749	112.098
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.065	0.167	0.555	1.673
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.011	0.021	0.076
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.229	0.651	3.101	10.596
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.042	0.136	0.495	1.924

ตารางที่ 23 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	561.531 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	1,359 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.413 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	78	107	131	125
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	380	596	937	1218
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	4.872	5.57	7.153	9.744
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	19	50	75	81
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	3.127	5.578	9.112	13.078
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	7.56	19.36	84.501	202.001
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.097	0.181	0.645	1.616
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.001	0.001	0.036
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	0.36	1.3	4.101	11.366
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.065	0.166	0.692	1.892

ตารางที่ 24 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	715.525 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	3,335 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.215 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	278	299	211	120
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	1629	2279	2877	3125
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	5.86	7.622	13.635	26.042
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	92	150	321	390
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	6.615	11.148	28.245	50.548
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	29.678	82.97	225.232	383.027
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.107	0.277	1.067	3.192
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.004	0.006	0.013	0.013
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	1.128	2.866	10.446	17.769
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.098	0.293	1.364	3.718

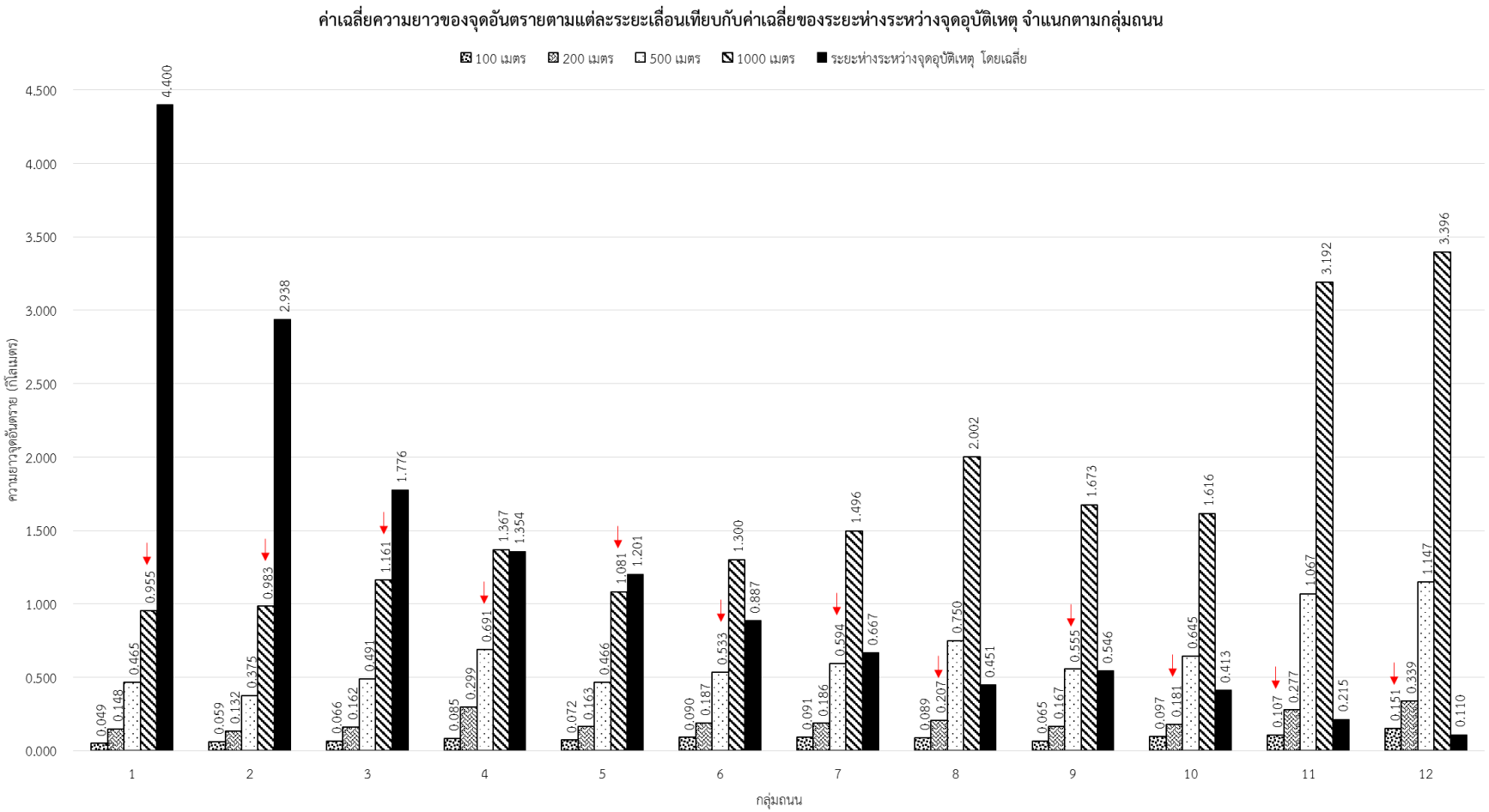
ตารางที่ 25 ผลการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนน > 4 ช่องจราจร AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	200	500	1,000
ความยาวของถนนทั้งหมด	545.881 กิโลเมตร			
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	4,954 ครั้ง			
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.110 กิโลเมตรต่อครั้ง			
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	327	271	186	101
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	3474	3173	3681	3847
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	10.624	11.708	19.79	38.089
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	410	183	258	331
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	29.313	21.688	44.46	68.438
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	49.42	91.786	213.394	342.947
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.151	0.339	1.147	3.396
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.001	0.001	0.007
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	5.554	4.464	9.613	15.2
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.403	0.541	1.58	3.769

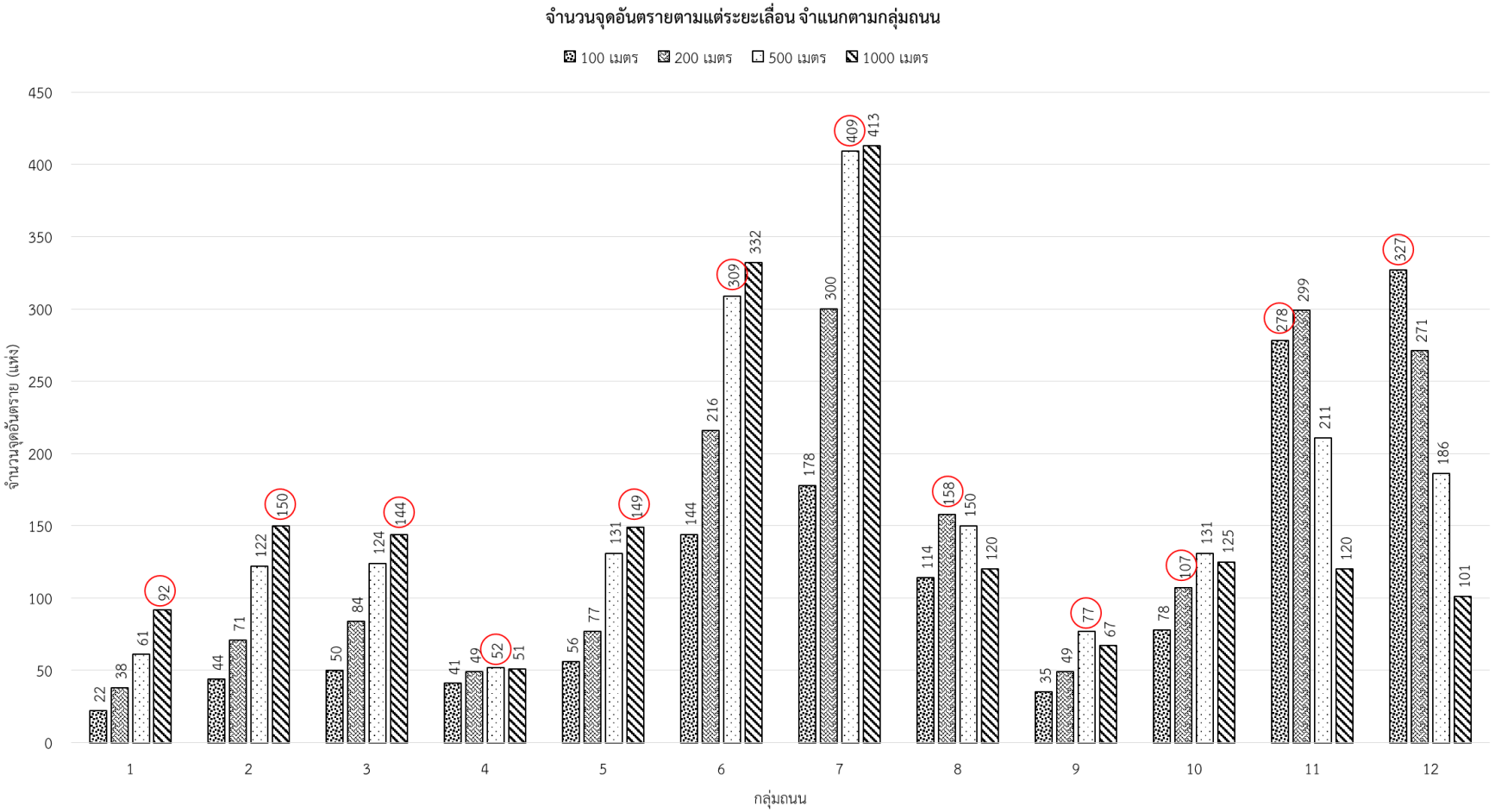
จากตารางที่ 14 ถึงตารางที่ 25 จะเห็นได้ว่าถนนกลุ่มที่มี AADT ต่ำ ซึ่งมีการกระจายตัวของอุบัติเหตุมาก จุดอุบัติเหตุมีระยะห่างกันค่อนข้างมาก หากใช้ระยะเลื่อนสั้น ทำให้ได้จำนวนจุดอันตรายค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจทำให้พลาดจุดอันตรายในบางจุดไป แต่หากใช้ระยะเลื่อนที่ยาวขึ้น จำนวนจุดที่ได้มีมากขึ้น เมื่อดูที่ความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายที่ได้ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะเป็นจุดอันตรายได้ ในขณะที่ถนนกลุ่มที่มี AADT สูง ซึ่งมีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุค่อนข้างสูง ระยะห่างระหว่างจุดน้อยมาก เนื่องจากอุบัติเหตุเกิดไปทั่วทั้งถนน ยิ่งมีจำนวนช่องจราจรมาก ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุก็มีมากตามไปด้วย หากใช้ระยะเลื่อนยาว จุดอันตรายมีระยะค่อนข้างยาว โดยที่ความยาวสูงสุดของจุดอันตรายยาวได้ถึง 17 กิโลเมตร แต่เมื่อใช้ระยะเลื่อนที่สั้นลง ทำให้ผลที่ได้มีแนวโน้มสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น และความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายลดลง สอดคล้องกับจำนวนจุดอันตรายที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าจุดอันตรายถูกแบ่งออกจากกันอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ อาจมีจุดอันตรายบางจุดที่มีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตร แต่ถือว่ายอมรับได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างจุดอุบัติเหตุแต่ละจุดในแต่ละกลุ่มถนน (กราฟแท่งสีดำ) มาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกดระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม โดยจะนำค่าเฉลี่ยดังกล่าวไปเทียบกับความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายของถนนแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 35 โดยค่าความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายจะต้องมีความใกล้เคียงและไม่เกินเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างจุดอันตรายแต่ละกลุ่ม ลูกศรสีแดงบอกให้ทราบว่าขนาดของระยะเลื่อนที่เหมาะสมในถนนแต่ละกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 35 กราฟแท่งแสดงอัตราส่วนความยาวของถนนต่อจุดอุบัติเหตุ (แท่งสีดำ) และความยาวเฉลี่ยของจุดอันตราย (แท่งสีอื่นๆ) จำแนกตามกลุ่มถนน



รูปที่ 36 กราฟแท่งแสดงจำนวนจุดอันตรายที่ได้จากระยะเลื่อนทั้ง 4 ขนาด จำแนกตามกลุ่มของถนน

จากรูปที่ 36 แสดงจำนวนจุดอันตรายที่ได้จากระยะเลื่อนทั้ง 4 ระยะ จำแนกตามกลุ่มถนน โดยวงกลมสีแดงคือระยะเลื่อนที่เข้าเกณฑ์ตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้น (ระยะเลื่อนที่มีลูกศรสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 35) จะเห็นได้ว่าจำนวนของจุดอันตรายของระยะเลื่อนที่เข้าเกณฑ์ เมื่อเทียบกับระยะเลื่อนอื่นๆ ในกลุ่มถนนเดียวกัน พบว่าจำนวนจุดอันตรายมีจำนวนสูงที่สุดเกือบทุกกลุ่มของถนน แต่ในความเป็นจริงแล้ว ระยะเลื่อนที่ให้จำนวนจุดอันตรายสูงที่สุดไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่าระยะเลื่อนดังกล่าวดีที่สุด ซึ่งจะต้องดูปัจจัยอื่นๆ ควบคู่กันไปด้วย เช่น ระยะของจุดอันตรายโดยเฉลี่ยไม่ควรมีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตร หรือระยะของจุดอันตรายที่ยาวที่สุด ก็ไม่ควรมากกว่า 1 กิโลเมตรเช่นกัน แต่อาจมีจุดอันตรายบางแห่งที่มีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตรเล็กน้อย ถือว่ายังพอยอมรับได้ เป็นต้น การกำหนดให้จุดอันตรายมีระยะสูงสุดเพียง 1 กิโลเมตรนั้น เนื่องจากหลายงานวิจัยในต่างประเทศพยายามชี้เฉพาะเจาะจงบริเวณที่มีมักเกิดอุบัติเหตุแบบเดิมซ้ำๆ ให้มากที่สุด ด้วยการจำกัดระยะของจุดอันตรายให้สั้นที่สุดเท่าที่พอจะครอบคลุมจำนวนอุบัติเหตุในบริเวณนั้นๆ ได้ทั้งหมด (Hauer et al., 2002, Elvik, 2007, Elvik, 2008, FHWA, 2010, HSM, 2010, Azam et al., 2013) เพื่อให้ได้มาซึ่งจุดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด

อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement เป็นเพียงการคัดเลือกในเบื้องต้น (HSM, 2010) ก่อนการนำไปวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตราย เพื่อจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายต่อไป ซึ่งหากการเลื่อนระยะได้จุดอันตรายจำนวนมากในขั้นตอนการคัดเลือกเบื้องต้น โอกาสที่จะพบจุดอันตรายที่มีระดับความเสี่ยงอันตรายสูงก็มีมากเช่นกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำระยะเลื่อนที่ได้ตามเกณฑ์มาแจกแจงลงในตารางตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT) เพื่อดูรูปแบบของระยะเลื่อนที่เหมาะสมตามกลุ่มของถนน ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT)

AADT (คันต่อวัน)	**จำนวนช่องจราจร**		
	ไม่เกิน 2 ช่องจราจร	2-4 ช่องจราจร	มากกว่า 4 ช่องจราจร
0 – 5,000	1000	1000	500
5,000 – 10,000	1000	1000	500
10,000 – 20,000	1000	500	500
20,000 – 40,000	500	500	200
40,000 – 80,000	500	200	100
80,000 ขึ้นไป	500	200	100

จากตารางที่ 26 จะเห็นได้ว่าจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น การเลื่อนระยะควรใช้ระยะเลื่อนที่สั้นลงตามไปด้วย แต่ในกลุ่มถนนที่มีช่องจราจรมากกว่า 4 ช่องจราจร และ AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน เมื่อใช้การเลื่อนระยะด้วยระยะ 100 เมตร พบว่า ความยาวของจุดอันตรายที่ยาวที่สุด ยาวถึง 5.554 กิโลเมตร ซึ่งไม่เหมาะต่อการเป็นจุดอันตราย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทดลองลดระยะเลื่อนลงเหลือ 50 เมตร ซึ่งการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยระยะดังกล่าวให้ผลที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการลดระยะเลื่อน 50 เมตร บนถนน > 4 ช่องจราจร AADT > 80,000 คันต่อวัน

ผลสรุป/ระยะเลื่อน	100	50
ความยาวของถนนทั้งหมด	545.881 กิโลเมตร	
จำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด	4,954 ครั้ง	
ความยาวทั้งหมดต่ออุบัติเหตุทั้งหมด	0.110 กิโลเมตรต่อครั้ง	
จำนวนจุดอันตราย (แห่ง)	327	332
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	3474	2660
อุบัติเหตุเฉลี่ย (ครั้ง)	10.624	8.012
จุดที่มีอุบัติเหตุน้อยที่สุด (ครั้ง)	3	3
จุดที่มีอุบัติเหตุมากที่สุด (ครั้ง)	410	67
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุบัติเหตุ	29.313	8.482
ความยาวของจุดอันตราย (กม.)	49.420	19.242
ความยาวเฉลี่ย (กม.)	0.151	0.058
จุดที่มีความยาวสั้นที่สุด (กม.)	0.001	0.001
จุดที่มีความยาวยาวที่สุด (กม.)	5.554	0.640
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความยาว	0.403	0.079

จากตารางที่ 27 จะเห็นได้ว่า เมื่อลดระยะเลื่อนลงเหลือ 50 เมตร สามารถช่วยลดความยาวของจุดอันตรายที่ยาวที่สุดจาก 5.554 กิโลเมตร เหลือเพียง 0.640 เมตร ซึ่งถือเป็นระยะที่เหมาะกับการเป็นจุดอันตราย ในขณะเดียวกันจำนวนของจุดอันตรายก็เพิ่มขึ้นจากเดิม 327 แห่ง เป็น 332 แห่ง นั่นแสดงว่าจุดอันตรายที่ยาวที่สุดได้ถูกทอนระยะลงและกลายเป็นจุดอันตรายใหม่ที่เพิ่มขึ้นมา ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการจัดลำดับความสำคัญที่สามารถชี้เฉพาะเจาะจงได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงตารางแจกแจงระยะเลื่อนใหม่ ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT)

AADT (คันต่อวัน)	จำนวนช่องจราจร		
	ไม่เกิน 2 ช่องจราจร	2-4 ช่องจราจร	มากกว่า 4 ช่องจราจร
0 – 5,000	1000	1000	500
5,000 – 10,000	1000	1000	500
10,000 – 20,000	1000	500	500
20,000 – 40,000	500	500	200
40,000 – 80,000	500	200	100
80,000 ขึ้นไป	500	200	50

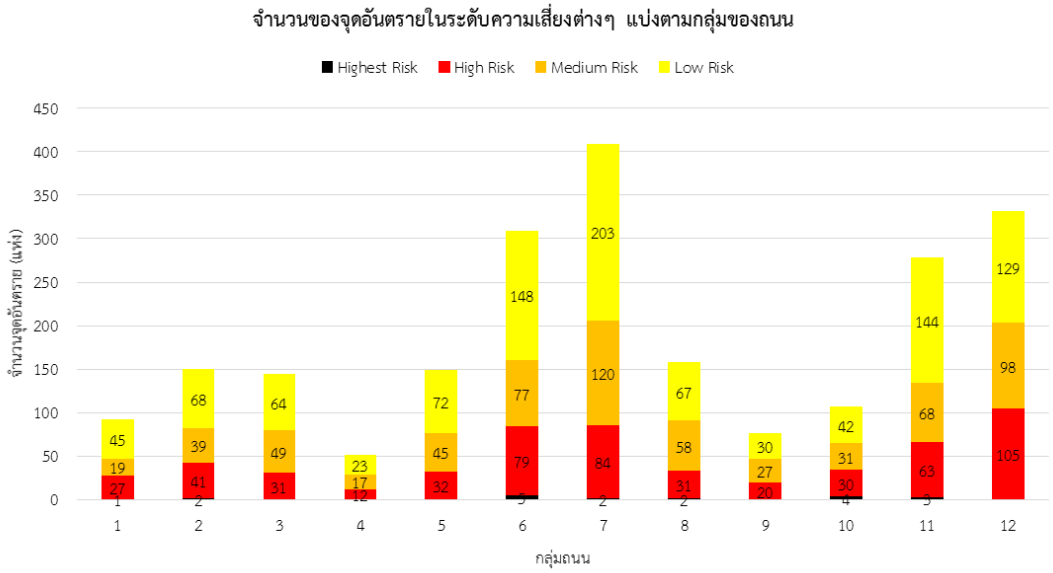
4.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง

ในการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายนั้น ผู้วิจัยได้อ้างอิงการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตรายที่ใช้บนระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง หรือระบบ HAIMS ของกรมทางหลวง ตามคู่มือการวิเคราะห์จุดเสี่ยงอันตรายบนทางหลวง โดยวิธีที่กรมทางหลวงใช้ในการวิเคราะห์คือ วิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) ซึ่งพิจารณาตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate) ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency) และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ (Severity Value) ทั้ง 3 ตัวแปรนี้ จะถูกเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (Critical Value) และนำมาจัดระดับความเสี่ยงของจุดอันตราย สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด (Highest Risk) แสดงด้วย สีดำ หมายถึง จุดที่มีทั้งความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูง อัตราการเกิดอุบัติเหตุสูง และความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง เป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขโดยเร่งด่วนที่สุด
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูง (High Risk) แสดงด้วย สีแดง หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงหรือความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง โดย 2 ใน 3 ตัวที่มีค่าสูง ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขโดยเร่งด่วน
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Medium Risk) แสดงด้วย สีส้ม หมายถึง จุดที่มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงหรือความรุนแรงของอุบัติเหตุสูง โดย 1 ใน 3 ตัวที่มีค่าสูง ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรพิจารณาปรับปรุงและแก้ไข แต่ควรพิจารณาด้านความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ด้วย

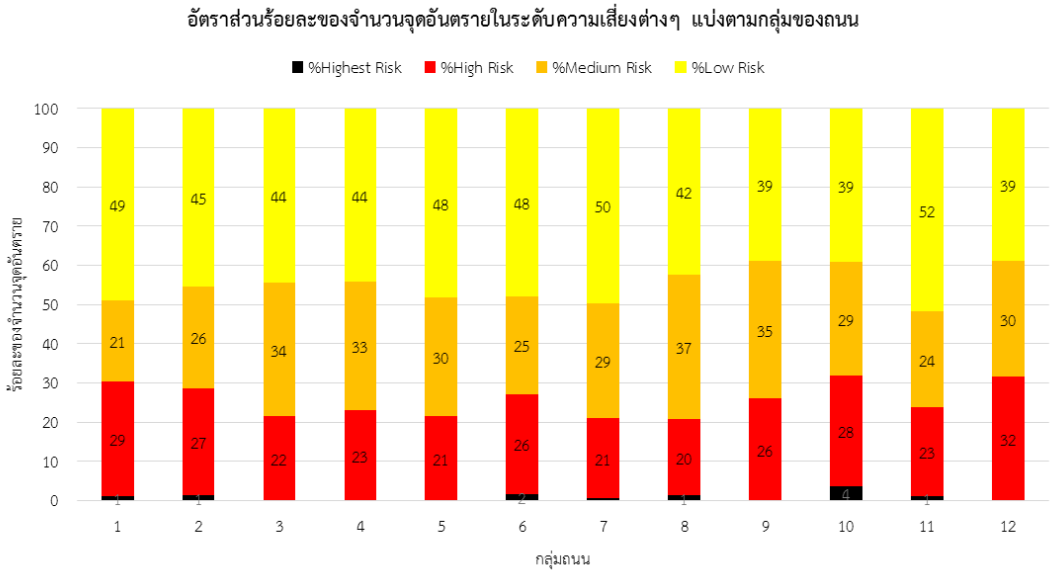
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่ำ (Low Risk) แสดงด้วย สีเหลือง จุดที่มีทั้งความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุต่ำ อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำ และความรุนแรงของอุบัติเหตุต่ำ ถือเป็นจุดอันตรายที่ไม่จำเป็นต้องพิจารณาปรับปรุงและแก้ไข เนื่องจากอาจไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

โดยผลการจัดลำดับความสำคัญจุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ด้วยระยะเลื่อนในตารางที่ 28 จำแนกตามกลุ่มถนนทั้ง 12 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 37 และรูปที่ 38

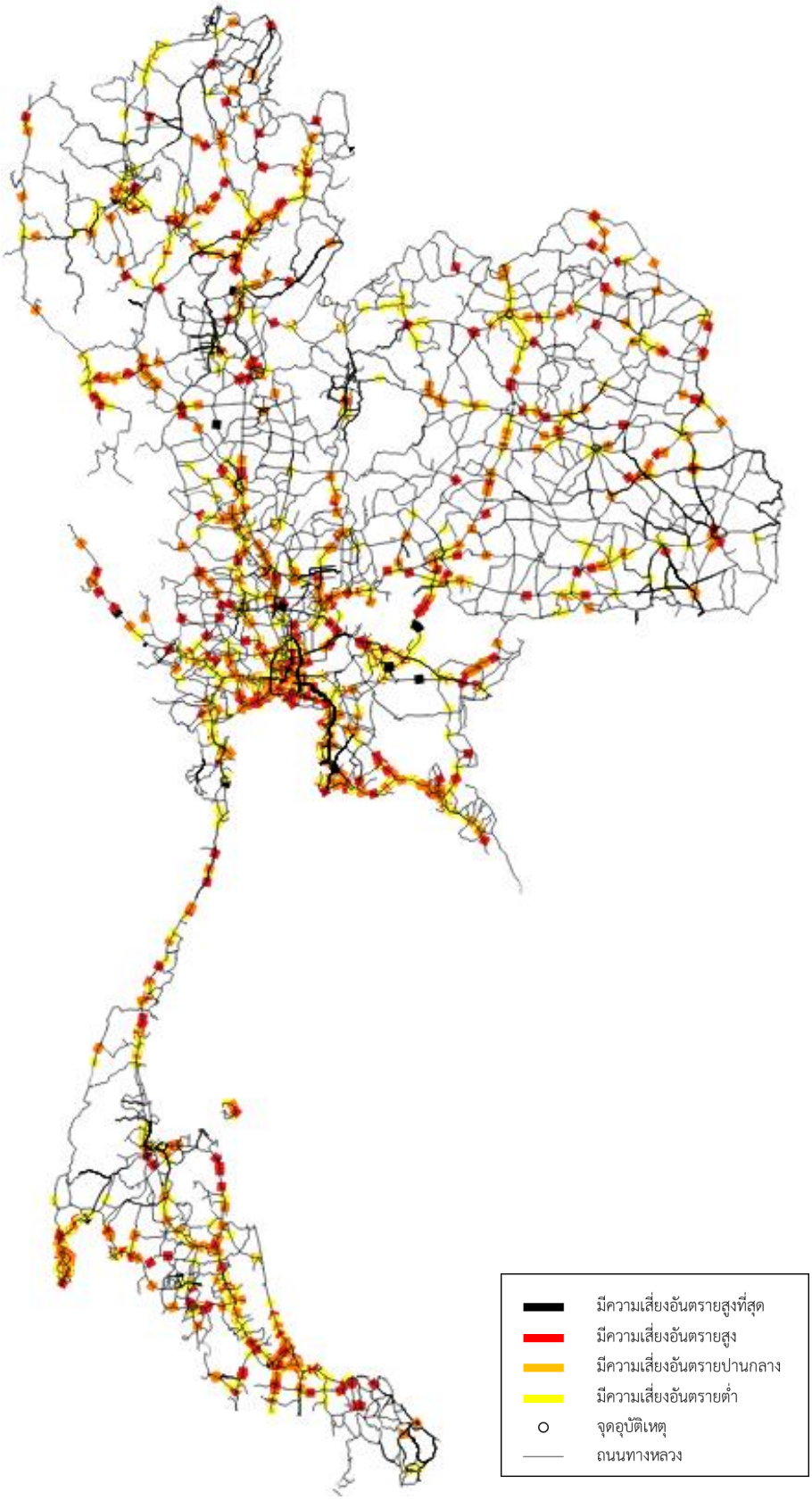


รูปที่ 37 กราฟแสดงจำนวนของจุดอันตรายในระดับความเสี่ยงต่างๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 38 กราฟแสดงร้อยละของจุดอันตรายในระดับความเสี่ยงต่างๆ



รูปที่ 39 แผนที่แสดงจุดอันตรายตามระดับความเสี่ยงอันตราย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะ 2 แบบ คือ แบบ Regular Interval Placement และแบบ All-Point Placement และสรุปผลการเปรียบเทียบการเลื่อนระยะทั้งสองแบบด้วยวิธีการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ รวมถึงสรุปผลการศึกษาการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนหรือหน้าต่าง (Window) ของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม รวมถึงผลสรุปจากการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนถนน ตลอดจนข้อเสนอแนะและข้อจำกัดของงานวิจัย สำหรับผู้ที่สนใจจะนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาการคัดเลือกจุดอันตราย (Black Spots Screening) ด้วยวิธีการเลื่อนระยะ (Sliding-Window) รวมถึงการวิเคราะห์จุดอันตรายตามระดับความเสี่ยง เพื่อการจัดลำดับความสำคัญจุดอันตรายที่ควรปรับปรุงและแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยผู้วิจัยได้สรุปผลการศึกษา ไว้ดังนี้

5.1.1 การคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนด้วยวิธีการเลื่อนระยะ

จุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement มีระยะทางมากกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement สอดคล้องกับจำนวนจุดอุบัติเหตุที่ได้มากกว่าเช่นกัน ในขณะที่จำนวนจุดอันตรายที่ได้กลับมีจำนวนน้อยกว่า นั่นแสดงว่า จุดอันตรายของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement มีระยะที่ยาวเกินไป ซึ่งอาจครอบคลุมจุดอันตรายของการเลื่อนระยะแบบ Regular Intevrval Placement มากกว่า 1 แห่ง เมื่อดูที่ระยะทางเฉลี่ยของจุดอันตรายที่ได้จากการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement พบว่ามีความยาวมากกว่า 1,000 เมตร ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัย จุดอันตรายไม่ควรมีระยะที่ยาวเกินกว่า 1,000 เมตร เนื่องจากจะส่งผลต่อจำนวนจุดอุบัติเหตุที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของจุดอันตรายที่ไม่อาจสะท้อนตามสภาพความเป็นจริงได้ (Elvik, 2007, Elvik, 2008) ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการลดระยะเลื่อนลง ทั้งนี้ การลดระยะเลื่อนลงจะไม่ทำให้บริเวณที่จะถูกคัดเลือกให้เป็นจุดอันตรายหายไป แต่จะถูกแบ่ง

พิจารณาเป็นหลายจุดด้วยระยะของจุดอันตรายที่สั้นลง ซึ่งจะช่วยให้การประเมินความเสี่ยงของจุดอันตรายเข้าใกล้ความเป็นจริงและมีความถูกต้องยิ่งขึ้นนั่นเอง

นอกจากนี้ การเลื่อนระยะทั้งสองแบบต่างก็มีข้อเสียที่สามารถแก้ไขได้ แต่ในกรณีของการเลื่อนระยะแบบ Regular Inteval Placement ที่แก้ไขด้วยการแบ่งระยะคงที่ให้สั้นลงนั้นสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องระยะของจุดอันตรายที่ยาวเกินความจำเป็นได้ แต่ปัญหาเรื่องจุดอันตรายที่ไม่สามารถครอบคลุมจุดอุบัติเหตุที่อยู่ใกล้เคียงได้หมดจะยังคงอยู่ เนื่องจากการลดระยะเลื่อนลงอาจช่วยแก้ปัญหาในบางจุด ซึ่งในขณะเดียวกันนั้นอาจทำให้เกิดปัญหาใหม่ในอีกจุดได้ ดังนั้นข้อเสียของการเลื่อนระยะแบบ Regular Inteval Placement ดูจะเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากกว่าการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement

5.1.2 การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกจุดอันตราย

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วธีการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ (Site Consistency Test: SCT) เพื่อวัดความสามารถของการคัดเลือกจุดอันตรายบนถนนว่ามีการระบุจุดอันตรายอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สังเกตซ้ำหรือไม่ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าบริเวณใดหากถูกระบุว่าเป็นจุดอันตรายในช่วงเวลาหนึ่ง ควรจะถูกมองว่าเป็นจุดอันตรายในช่วงเวลาต่อมาด้วย โดยการทดสอบความคงที่ของพื้นที่ เป็นอัตราส่วนของจำนวนอุบัติเหตุภายในจุดอันตรายเทียบกับความยาวของจุดอันตรายเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนอุบัติเหตุจะแปรผกผันกับระยะของจุดอันตรายนั่นเอง ทั้งนี้ ค่า SCT ที่สูง แสดงว่า มีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุสูงในจุดอันตรายนั้นๆ จึงช่วยสะท้อนให้เห็นว่าจุดอันตรายดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจริง ซึ่งจากผลการทดสอบ พบว่า ค่า SCT เฉลี่ยของการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement ให้ค่าที่สูงกว่าเล็กน้อย นั่นแสดงว่าการเลื่อนระยะแบบดังกล่าวสามารถคัดเลือกจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ดีกว่าการเลื่อนระยะแบบ Regular Interval Placement

5.1.3 การกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม

<u>การกำหนดเกณฑ์</u>

ในส่วนของการกำหนดเกณฑ์นั้น ผู้วิจัยใช้ระยะเลื่อน 1,000 เมตรเป็นหลัก และปรับเกณฑ์ 3 แบบ คือ 1) อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง 2) อุบัติเหตุอย่างน้อย 4 ครั้ง และ 3) อุบัติเหตุอย่างน้อย 5 ครั้ง ผลการศึกษา พบว่าการปรับเกณฑ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนจุดอันตรายลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 แต่เมื่อจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น จำนวนจุดอันตรายที่ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงจำนวนจุดอุบัติเหตุที่ใช้เกณฑ์ต่ำที่สุด (อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง) อย่างไรก็ตาม การกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยจำนวนอุบัติเหตุมากครั้งเป็นการกำหนดเกณฑ์เชิงปริมาณ ซึ่งอาจทำให้พลาด

ข้อมูลเชิงคุณภาพไปได้ เช่น บริเวณที่มีอุบัติเหตุน้อยครั้ง แต่อุบัติเหตุแต่ละครั้งมีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บจำนวนมาก เป็นต้น โดยจำนวนจุดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นจากการกำหนดเกณฑ์ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการประเมินระดับความเสี่ยงอันตรายในขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญ ดังนั้นจากเกณฑ์ทั้ง 3 แบบข้างต้น เกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง จึงมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ทั้งผลการคัดเลือกจุดอันตรายจำนวนมากที่สุด ทั้งยังสามารถรักษาข้อมูลเชิงคุณภาพไว้ได้ด้วย เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้นผู้วิจัยได้แสดงผลการจัดระดับความเสี่ยงอันตรายด้วยเกณฑ์ทั้ง 3 เกณฑ์ ไว้ในภาคผนวก ค.

<u>การกำหนดระยะเลื่อน</u>

ในส่วนของการกำหนดระยะเลื่อนที่เหมาะสมตามกลุ่มถนน ผู้วิจัยเลือกใช้ระยะเลื่อน 4 ระยะด้วยกัน คือ 100 200 500 และ 1,000 เมตร ทั้งนี้ ในการเลื่อนระยะ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกจุดอันตราย คือ อุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้ง ภายในระยะเลื่อนที่กำหนด จากผลการศึกษาพบว่า ถนนกลุ่มที่มี AADT ต่ำ ซึ่งมีการกระจายตัวของอุบัติเหตุมาก จุดอุบัติเหตุมีระยะห่างกันค่อนข้างมาก หากใช้ระยะเลื่อนสั้น ทำให้ได้จำนวนจุดอันตรายค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจทำให้พลาดจุดอันตรายในบางจุดไป แต่หากใช้ระยะเลื่อนที่ยาวขึ้น จำนวนจุดที่ได้มีมากขึ้น เมื่อดูที่ความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายที่ได้ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะเป็นจุดอันตรายได้

ในขณะที่ถนนกลุ่มที่มี AADT สูง ซึ่งมีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุค่อนข้างสูง ระยะห่างระหว่างจุดน้อยมาก เนื่องจากอุบัติเหตุเกิดไปทั่วทั้งถนน ยิ่งมีจำนวนช่องจราจรมาก ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุก็มีมากตามไปด้วย หากใช้ระยะเลื่อนยาว จุดอันตรายมีระยะค่อนข้างยาว โดยที่ความยาวสูงสุดของจุดอันตรายยาวได้ถึง 17 กิโลเมตร แต่เมื่อใช้ระยะเลื่อนที่สั้นลง ทำให้ผลที่ได้มีแนวโน้มสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น และความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายลดลง สอดคล้องกับจำนวนจุดอันตรายที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าจุดอันตรายถูกแบ่งออกจากกันอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ อาจมีจุดอันตรายบางจุดที่มีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตร แต่ถือว่ายอมรับได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างจุดอุบัติเหตุแต่ละจุดในแต่ละกลุ่มถนนมาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกดระยะเลื่อนที่เหมาะสมกับถนนแต่ละกลุ่ม โดยได้นำค่าเฉลี่ยดังกล่าวไปเทียบกับความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายของถนนแต่ละกลุ่ม ซึ่งค่าความยาวเฉลี่ยของจุดอันตรายจะต้องมีความใกล้เคียงและไม่เกินเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างจุดอันตรายแต่ละกลุ่ม

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำระยะเลื่อนที่ได้ตามเกณฑ์มาสรุปลงในตารางตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT) ดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สรุปตารางแจกแจงระยะเลื่อนตามจำนวนช่องจราจรและปริมาณการจราจร (AADT)

AADT (คันต่อวัน)	จำนวนช่องจราจร		
	2 ช่องจราจร	4 ช่องจราจร	มากกว่า 4 ช่องจราจร
0 – 10,000	1000	1000	500
10,000 – 20,000	1000	500	500
20,000 – 40,000	500	500	200
40,000 – 80,000	500	200	100
80,000 ขึ้นไป	500	200	50

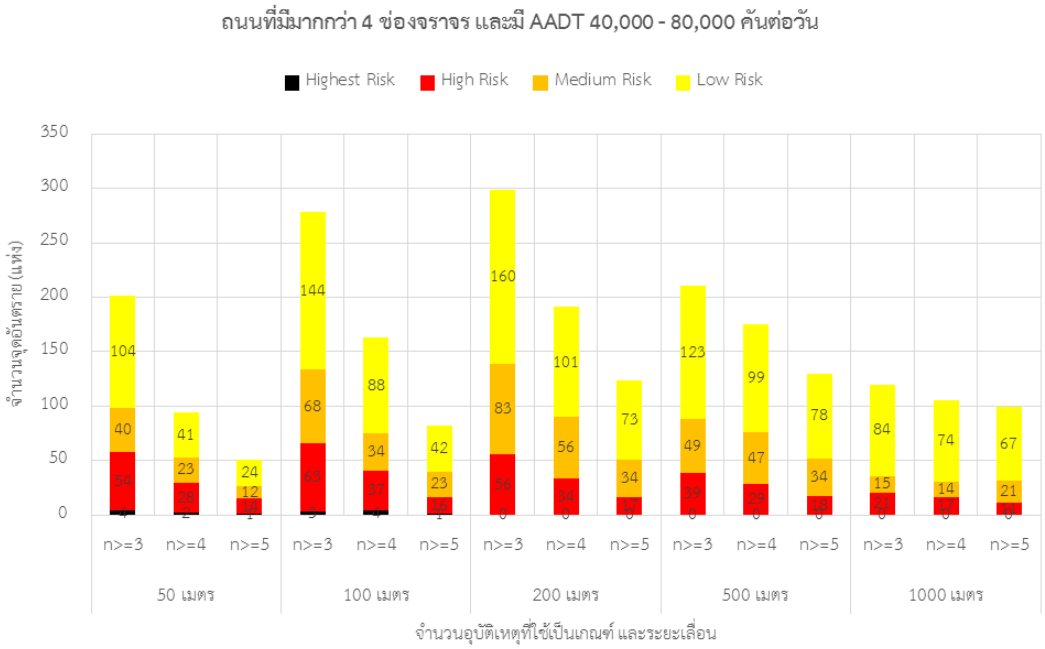
จากตารางที่ 29 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนช่องจราจรและปริมาณจราจรเพิ่มขึ้น ควรใช้ระยะเลื่อนที่สั้นลงในการคัดเลือกจุดอันตรายด้วยการเลื่อนระยะแบบ All-Point Placement

5.1.4 การจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตรายบนทางหลวง

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ระดับความเสี่ยงอันตรายที่ใช้อยู่บนระบบ HAIMS ของกรมทางหลวง ด้วยวิธีการควบคุมอัตราคุณภาพ (Rate Quality Control) ซึ่งพิจารณาตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate) ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency) และความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ (Severity Value) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (Critical Value) ของแต่ละตัวแปร โดยได้ระดับความเสี่ยงอันตราย 4 ระดับ ได้แก่

- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด (Highest Risk) ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรปรับปรุงและแก้ไขอย่างเร่งด่วนที่สุด
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงสูง (High Risk) ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรปรับปรุงและแก้ไขอย่างเร่งด่วน
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Medium Risk) ถือเป็นจุดอันตรายที่ควรปรับปรุงและแก้ไข แต่ควรพิจารณาความคุ้มค่าต่อการลงทุนด้วย
- จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่ำ (Low Risk) ถือเป็นจุดอันตรายที่ไม่ควรต้องปรับปรุงและแก้ไข เนื่องจากไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

จากผลการจัดลำดับความสำคัญ ผู้วิจัยพบว่าการกำหนดเกณฑ์และระยะเลื่อนมีผลต่อการจัดลำดับความสำคัญอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในรูปที่ 40 ซึ่งเป็นตัวอย่างของกลุ่มถนนที่มากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน



รูปที่ 40 ตัวอย่างผลการจัดระดับความเสี่ยงอันตราย

จากรูปที่ 40 แสดงผลการจัดระดับความเสี่ยงอันตรายของกลุ่มถนนที่มากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน โดยระยะเลื่อนที่ผู้วิจัยแนะนำในตารางที่ 29 คือ ระยะเลื่อน 200 เมตร แต่จะเห็นได้ว่าที่ระยะเลื่อน 100 เมตร กลับให้จำนวนจุดอันตรายที่มีระดับความเสี่ยงอันตรายสูงมีจำนวนมากกว่า ซึ่งเป็นไปได้ว่าระยะเลื่อน 100 เมตร อาจจะมีความเหมาะสมกับถนนกลุ่มนี้มากกว่า ในแง่ของการจัดระดับความเสี่ยงอันตราย เนื่องจากว่าระยะเลื่อน 200 เมตร อาจทำให้จุดอันตรายบางแห่ง ถูกลดระดับความเสี่ยงอันตรายลง

ในส่วนของการกำหนดจำนวนอุบัติเหตุที่จะใช้เป็นเกณฑ์ (n) หากเพิ่มเกณฑ์จำนวนอุบัติเหตุ พบว่า จำนวนจุดอันตรายลดลงไปค่อนข้างมาก ในระยะเลื่อนที่น้อยกว่า 1,000 เมตร แต่ในระยะ 1,000 เมตร กลับพบว่าจำนวนจุดอันตรายที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก รวมถึงจำนวนของจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงในระดับต่างๆ ก็ไม่แตกต่างกันมากนักเช่นกัน

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการปรับเกณฑ์และระยะเลื่อน มีผลต่อทั้งจำนวนจุดอันตรายที่ได้ และมีผลต่อการจัดระดับความเสี่ยงที่จะนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของจุดอันตราย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้ มีดังนี้

- การใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก สำหรับขั้นตอนการคัดเลือกจุดอันตรายเบื้องต้นก่อนนำไปจัดลำดับความสำคัญนั้น ควรเลือกเกณฑ์ที่ทำให้ได้จุดอันตรายมากที่สุดก่อน เนื่องจากในขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญนั้น จะต้องคัดกรองจุดอันตรายที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุต่ำและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนออกไปอีก
- ระยะเลื่อนที่ให้จำนวนจุดอันตรายสูงที่สุดไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ว่าระยะเลื่อนดังกล่าวดีที่สุดเป็นเพียงการคัดเลือกเบื้องต้น ทั้งนี้ ควรต้องดูปัจจัยอื่นๆ ควบคู่กันไปด้วย เช่น ระยะของจุดอันตราย ระยะของจุดอันตรายที่ยาวที่สุด เป็นต้น
- ระยะของจุดอันตรายโดยเฉลี่ยไม่ควรมีความยาวมากกว่า 1 กิโลเมตร และระยะของจุดอันตรายที่ยาวที่สุด ก็ไม่ควรมากกว่า 1 กิโลเมตรเช่นกัน เนื่องจากหลายงานวิจัยในต่างประเทศพยายามชี้เฉพาะเจาะจงบริเวณที่มีมักเกิดอุบัติเหตุแบบเดิมซ้ำๆ ให้ได้มากที่สุด ด้วยการจำกัดระยะของจุดอันตรายให้สั้นที่สุดเท่าที่พอจะครอบคลุมจำนวนอุบัติเหตุในบริเวณนั้นๆ ได้ทั้งหมด (Hauer et al., 2002, Elvik, 2007, Elvik, 2008, FHWA, 2010, HSM, 2010, Azam et al., 2013) เพื่อให้ได้มาซึ่งจุดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด
- ในการคัดเลือกจุดอันตรายนั้น ควรคัดกรองบริเวณถนนที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาแล้วออกไปด้วย
- ควรต้องพิจารณาบริเวณถนนที่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาแล้ว แต่ยังมีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุที่สูงอยู่ ควรตรวจสอบว่าเป็นเพราะสาเหตุเดิม หรือสาเหตุใหม่
- วิธีการคัดเลือกจุดอันตรายนั้นมีมากมายหลายวิธี ขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่เลือกใช้ ไม่มีวิธีใดถูกต้องที่สุดหรือดีที่สุด ดังนั้น หากมีข้อมูลจุดอันตรายของหน่วยองานอื่นๆ มาประกอบการพิจารณาการคัดเลือกจุดอันตรายที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะช่วยให้ได้จุดอันตรายที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- หากสามารถระบุวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกจุดอันตรายที่ชี้เฉพาะได้ จะช่วยให้การคัดเลือกจุดอันตรายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น หน่วยงานมีงบประมาณให้ติดตั้งและปรับปรุงราวกันอันตราย ซึ่งสามารถมุ่งเน้นไปเฉพาะอุบัติเหตุประเภทการชนแบบพลิกคว่ำหรือตกถนน (Run-off Crash) ได้เลย เป็นต้น

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อจำกัดสำหรับงานวิจัยนี้ มีดังนี้

- ในการคัดเลือกจุดอันตรายนั้น ควรพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของถนนในช่วงระยะ 3 ปี ที่ทำการศึกษาด้วย แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำการศึกษาโครงข่างทางหลวงทั้งประเทศ ทำให้ไม่มีเวลามากพอในการคัดกรองบริเวณถนนที่มีการเปลี่ยนแปลงออกไปได้ นอกจากนี้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงทางหลวงส่วนใหญ่อยู่ในรูปเอกสาร (Hard Copy) ทำให้ยากแก่การนำมาใช้ในการตรวจสอบ
- งานวิจัยนี้ศึกษาการคัดเลือกจุดอันตรายบนช่วงถนนเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาในส่วนของทางแยก จุดตัดทางรถไฟ หรือสะพานด้วย เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการวิจัยไม่เพียงพอ แต่สามารถนำงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาจุดอันตรายในบริเวณทางแยก จุดตัดทางรถไฟ หรือสะพานได้
- ควรมีการลงสนาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจุดอันตราย แต่เนื่องจากเวลาและงบประมาณที่จำกัด จึงไม่สามารถทำได้
- เป็นที่ทราบกันดีว่าปริมาณจราจรส่งผลต่อความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งทางหลวง 1 สายทาง หากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนช่องจราจรหรือมีทางเชื่อมทางแยกมาเกี่ยวข้องจะส่งผลต่อปริมาณจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ข้อมูลปริมาณจราจรของกรมทางหลวงถูกบันทึกไว้ 1 ค่าต่อ 1 สายทาง จึงอาจทำให้การวิเคราะห์จุดอันตรายมีความคลาดเคลื่อนได้
- ช่วงรอยต่อระหว่างสายทางแต่ละสายทาง มีผลต่อการคัดเลือกจุดอันตราย ซึ่งจะทำให้ขาดความต่อเนื่อง ณ บริเวณดังกล่าว ผู้วิจัยไม่สามารถรวมเส้นของถนนทางหลวงทั้งประเทศให้เป็นเส้นเดียวได้ เนื่องจากโครงข่ายทางหลวงเป็นโครงข่ายที่ใหญ่และมีความซับซ้อนมาก

รายการอ้างอิง

Ausroads (2002). Road Safety Audit. Australia, Ausroads Incorporated.

Azam, S., et al. (2013). Network Safety Screening in the Context of Agency-Specific Screening Criteria. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting. Washington DC.

Cheng, W. and Washington, S. P. (2008). "New Criteria for Evaluating Methods of Identifying Hot Spots." Transportation Research Board **2083**: 76-85.

Elvik, R. (2007). State-of-the-Art Approaches to Road Accident Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks. TØI Report 883/2007. Oslo, Institute of Transport Economics**:** 108.

Elvik, R. (2008). "A Survey of Operational Definitions of Hazardous Road Location in Some European Contries." Accident Analysis and Prevention **40**: 1830-1835.

FHWA (2010). Planning: Problem Identification. Highway Safety Improvement Program Manual. Chicago, Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation 2-12.

Hauer, E., et al. (2002). "Screening the Road Network for Sites with Promise." Transportation Research Board **1784**: 6.

HSM (2010). Roadway Safety Management Process. Highway Safety Manual, American Association of State Highway and Transportation Officials.

Kwon, O. H., et al. (2013). "Evaluating the Performance of Network Screening Methods for Detecting High Collision Concentration Location on Highways." Accident Analysis and Prevention **51**: 141-149.

Montella, A. (2010). "A Comparative Analysis of Hotspots Identification Methods." Accident Analysis and Prevention **42**: 571-581.

Sangjo, L. and Youngihn, L. (2013). Calculation Method for Sliding-window Length: A Traffic Accident Frequency Case Study. The Eastern Asia Society for Transportation Studies.

Sujin, M., et al. (2009). Sequential Data Analysis for Black Spot Identification. IRTAD Conference. Seoul, Korea.

Yu, H., et al. (2014). "Comparative Analysis of the Spatial Analysis Methods for Hotspot Identification." Accident Analysis and Prevention **66**: 80-88.

กรมทางหลวง (2546). ความรู้ด้านการวิเคราะห์จุดอันตราย, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง (2549). การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน. คู่มือการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง (2549). การวิเคราะห์จุดอันตราย. คู่มือการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง (2554). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ (GIS) และข้อมูลเพื่อตรวจสอบประเมินความปลอดภัยและเผยแพร่ข้อมูลทางหลวงบน Website, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

กรมทางหลวง. Black Spot Report, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระทรวงคมนาคม (2547). คู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับประเทศไทย.

คณิต จินดาวรรณ (2558). รายงานพิเศษ รายงานความปลอดภัยทางถนน ปี 2558. สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์, สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย.

พิชัย ธาณีรณานนท์ (2549). ถนนปลอดภัยด้วยหลักวิศวกรรม. สงขลา, บริษัท ลิมบราเดอร์ การพิมพ์ จำกัด.

ภัทรสุดา วิชยพงศ์ (2554). การพัฒนานาฬิกาอุบัติเหตุโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการระบุจุดเสี่ยงอันตรายบนถนน : กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: 113.

ราชบัณฑิตยสถาน (2542). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

วรัญญู เหลาโชติ (2553). การวิเคราะห์ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุที่ส่งผลต่อความรุนแรงระดับต่างๆ บริเวณทางแยก, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.

วิชุดา โค้วธนพานิช และ กนกพร รัตนสุธีระกุล (2553). โครงการศึกษาและพัฒนาคู่มือการสำรวจและวิเคราะห์จุดเสี่ยง เพื่อความปลอดภัยทางถนนอย่างมีส่วนร่วม จ.มหาสารคาม: 227.

องค์การอนามัยโลก (2558). รายงานสถานการณ์โลกด้านความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. 2558. ประเทศไทย: 1.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายของแต่ละมลรัฐของอเมริกา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายของแต่ละมลรัฐของอเมริกา (Azam et al., 2013)

Serial	State	Screening Method	Segmentation Criteria	Performance Measure
1	Alabama	***	***	Total Fatal and Type A Injury crashes
2	Alaska*[1]	Simple Ranking	Not applicable	1) Fatal(K)*2+Major Injury(A)*1 2)Actual Crash Rate/Critical Crash Rate
3	Arizona	Simple Ranking	1-mile road sections, 150 ft. from intersection	1) Location should have at least one fatal crash in the 3 years. 2) Location should have at least one crash every year for the 3 years. 3) Total number of fatal or incapacitating injury crashes equal to or greater than two in those 3 years.
4	Arkansas	Simple Ranking	5-mile segments or less	Fatal and serious injury rates. Minimum of 14 KA Crashes for Years 2007-2009
5	California	Simple Ranking	0.2 mile segments, 250 ft. from intersection	fatal and injury collision rates and the number of fatal and injury collisions
6	Colorado	***	***	Total crashes
7	Connecticut	Simple Ranking	***	Critical Crash Rates
8	Delaware	Simple Ranking	0.3 mile segment	Critical Ratio based on crash rate, critical crash rate
9	District of Columbia*	Simple Ranking	Not applicable	the total number of crashes, the number of injury crashes, and the total number of injuries
10	Florida	Simple Ranking	Varying segment length	Poisson Rate Control
11	Georgia	Simple Ranking	1-mile segments	Severity Rate method (combination of traditional Rate Quality Control and EPDO (Equivalent Property Damage Only))
12	Hawaii	Sliding Window	0.3 mile segment	Rates of fatal and serious injury crashes
13	Idaho	Sliding Window	0.1-mile	Crash Frequency, Crash Severity and Crash Rate
14	Illinois	PSI**[2]		
15	Indiana	Simple Ranking	Uniform Segments (0.5 mile)	Crash Cost Index and Crash Frequency Index (Calculated from Indiana specific safety performance function)
16	Kansas	Simple Ranking	***[3]	KA crashes with weights, EPDO and crash frequency
17	Louisiana	Simple Ranking	***	Fatal and Serious Injury Rates

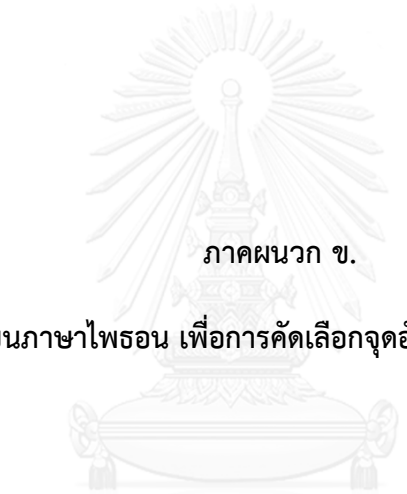
* Only Intersections
** Potential for Safety Improvement
*** Not Identified from Available Resources

ตารางที่ ก-1 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายของแต่ละมลรัฐของอเมริกา (Azam et al., 2013) (ต่อ)

Serial	State	Screening Method	Segmentation Criteria	Performance Measure
18	Maine	Simple Ranking	Varying segment length	Crash Rate
19	Maryland	Sliding Window	0.5 mile	Severity Index
20	Massachusetts	***	***	EPDO (clusters for intersections)
21	Michigan	Simple Ranking	***	Fatal and Serious Injury
22	Minnesota	Simple Ranking	Can be greater than 1 mile as long as rate of 4 crashes per mile is maintained	[(K*2)+A]/Section Length
23	Mississippi	***	***	K+A, Crash Rate and Severity Index
24	Missouri	Simple Ranking	2-mile segment	EPDO
25	Montana	Simple Ranking	1-mile segment	K, Severity Rate, Severity Index and Crash Rate [also have corridors which can be more than 10-mile)
26	Nebraska	Simple Ranking	Sections may be long but greater than 0.1 mile	Critical Rate
27	Nevada	Sliding Window;	***	Weighted Crash Density Hotspots are identified as weighted crash densities>=8
28	New Hampshire	***	***	1) Frequencies of fatal and serious injury crashes 2) Other-High proportions of crash types 3) Other-Higher than expected crash frequencies 4) Other-Expected crash frequencies
29	New Jersey	***	***	1) Fatal and Serious Injury Frequencies 2)Fatal and Serious Injury Rate (per 100 million vehicle miles traveled)
30	New Mexico	Simple Ranking	***	***
31	New York	Simple Ranking	0.3 mile	Statewide Severity Weighted Ranking
32	North Carolina	***	***	Crash Severity, Crash Frequency, Target Crash Percentage and Crash Density
33	North Dakota	Simple Ranking	***	Weighted Total of the Crashes and Crash Rate
34	Ohio	Sliding Window	1-mile segment	Aggregated Fatal and Incapacitating Injury

ตารางที่ ก-1 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกจุดอันตรายของแต่ละมลรัฐของอเมริกา (Azam et al., 2013) (ต่อ)

Serial	State	Screening Method	Segmentation Criteria	Performance Measure
35	Oklahoma	Sliding Window	5-mile window	Total Severity, Severity Rate, Variation index, Typical Crash Frequency and Regression Estimate
36	Oregon	Simple Ranking	0.1 mile	Crash Frequency Indicator Value, Crash Rate Indicator Value and Crash Severity Indicator Value
37	Pennsylvania	Simple Ranking	Varying segment length for clusters	Fatal/Major Injury Crashes, Fatal Count and Crash Rate
38	South Carolina	***	***	Severity Rate Formula based on the Equivalent Property Damage Only (EPDO) method
39	South Dakota	Simple Ranking	***	Crash Frequency, Crash Rate
40	Tennessee	Simple Ranking	***	Crash Frequency, Critical Crash Rate and Severity Index
41	Texas	Simple Ranking	***	Safety Improvement Index
42	Utah	Simple Ranking	***	Crashes/mile
43	Vermont	Unknown	0.2 mile segment	Crash Rate (Clusters of 2 or more crashes)
44	Virginia	Simple Ranking	Varying segment length	Statistical Critical Rate (Rate Control Method and Critical rate)
45	Washington	Unknown	5-mile	Collision Analysis location to collision analysis corridor
46	West Virginia	Simple Ranking (current), Sliding Window (proposed)	Entire Route Segmented by County Boundary	KA per mile
47	Wisconsin	Unknown		Average Crash Rate, Proportion of Death/Serious injury crashes
48	Wyoming	Unknown	Varying segment length	Safety Index Based
49-51	Iowa, Rhode Island, Kentucky	***	***	***



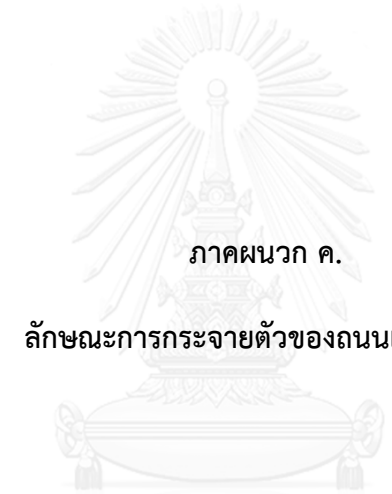
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

การเขียนภาษาไพธอน เพื่อการคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง

```
import psycopg2 as conpsql
from shapely.wkt import loads
from shapely.geometry import LineString
import time

def Connect2DB(database,sql):
    con = conpsql.connect(database)
    cur = con.cursor()
    cur.execute(sql)
    if sql[0] == 'C' or sql[0] == 'D' or sql[0] == 'I':
        con.commit()
        return
    else:
        row = cur.fetchall()
        return row
    cur.close()
    con.close()

class BlackSpot:
    def __init__(self, database):
        self.db = database
        return

    def AccidentCase(self, year, period):
        self.year = year
        self.period = period-1
        Connect2DB(self.db, "DELETE FROM black_acccase; INSERT INTO
black_acccase (WITH acccase_i AS (SELECT a.gid, a.hid, a.kilometre,
a.longitude, a.latitude, a.the_geom, a.datetime, b.dead, b.s_injury,
b.l_injury FROM (SELECT * FROM acccase WHERE EXTRACT(year from
datetime) BETWEEN %d AND %d) a LEFT JOIN (SELECT hid, sum(CASE WHEN
wound < 3 THEN wound_no ELSE 0 END) AS dead, sum(CASE WHEN wound = 3
THEN wound_no ELSE 0 END) AS s_injury, sum(CASE WHEN wound = 4 THEN
wound_no ELSE 0 END) as l_injury FROM case_fatal GROUP BY hid) b ON
a.hid = b.hid ORDER BY a.gid), section_i AS (SELECT section_part_id,
route, control, km_start, km_end, length, the_geom FROM
v_road_section_combine WHERE r_most_recent = 't' AND r_revision_last
= 't' AND s_most_recent = 't' AND s_revision_last = 't'),
black_acccase_i AS (SELECT foo.*, rank() OVER (PARTITION BY gid ORDER
BY length DESC) as rank FROM (SELECT a.*, b.section_part_id, b.route
AS route_n, b.control AS control_n, b.km_start, b.km_end, b.length,
st_linelocatepoint(b.the_geom, st_closestpoint(a.the_geom,
b.the_geom)) AS locate, rank() OVER (PARTITION BY a.gid ORDER BY
st_distance(a.the_geom, b.the_geom) ASC) as rank_u FROM acccase_i a
LEFT JOIN section_i b ON st_dwithin(b.the_geom, a.the_geom,
10*0.001/111) WHERE b.section_part_id is not null) AS foo WHERE
rank_u = 1) SELECT gid, hid, kilometre, longitude, latitude,
the_geom, datetime, dead, s_injury, l_injury, section_part_id,
route_n, control_n, km_start, km_end, length, locate,
(length*1000*locate)+km_start AS acc_locate FROM black_acccase_i
WHERE rank = 1 ORDER BY locate)" % (self.year-self.period,
self.year))
        return

    def BlackLine(self, window, accident):
        self.window = window
        self.accident = accident
        Connect2DB(self.db, "DELETE FROM black_line_i;")
```

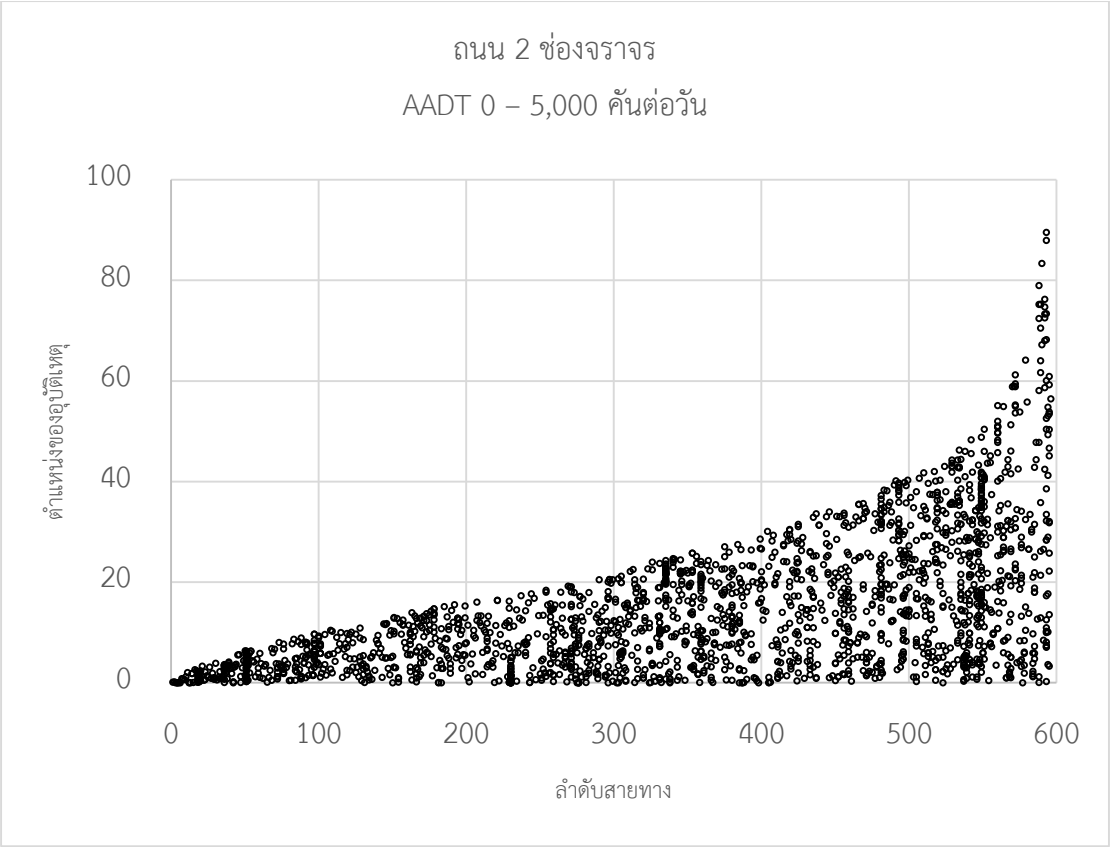
```
        for i in Connect2DB(self.db, "SELECT section_part_id FROM
black_acccase GROUP BY section_part_id ORDER BY section_part_id"):
            for j in Connect2DB(self.db, "SELECT
trunc(acc_locate)::integer FROM black_acccase WHERE section_part_id =
%d ORDER BY acc_locate" % i[0]): # Location of accident:
                row = Connect2DB(self.db, "SELECT st_astext(the_geom)
FROM black_acccase WHERE section_part_id = %d AND acc_locate BETWEEN
%d AND %d ORDER BY acc_locate" % (i[0], j[0], j[0] + self.window))
                blackline = list()
                if len(row) >= self.accident: # 3 accidents in 100
meters = blackline
                    for k in row:
                        pt = loads(k[0]).coords
                        blackline.append(pt[0])
                    ls = LineString(blackline)
                    Connect2DB(self.db, "INSERT INTO black_line_i
(section_part_id, the_geom) VALUES (%d,
st_geomfromtext('%s','4326'))" % (i[0], ls))
                    print(i[0] , ls)
        Connect2DB(self.db, "DELETE FROM black_line_section; INSERT
INTO black_line_section (SELECT section_part_id,
st_linemerge(st_union(the_geom)) AS the_geom FROM black_line_i GROUP
BY section_part_id ORDER BY section_part_id);")
        Connect2DB(self.db, "DELETE FROM black_line_summary; INSERT
INTO black_line_summary (WITH black_line_dump AS (SELECT
a.section_part_id, CASE WHEN a.path[1] IS NULL THEN 1 ELSE a.path[1]
END AS path, a.geom AS the_geom FROM (SELECT d.*, (d.geom_dump).geom
AS geom, (d.geom_dump).path AS path FROM (SELECT *, st_dump(the_geom)
AS geom_dump FROM black_line_section) AS d) AS a ORDER BY
section_part_id, path), black_acc AS (SELECT a.*,
trunc(min(b.acc_locate)) AS km_start, trunc(max(b.acc_locate)) AS
km_end, sum(b.dead) AS dead_num, sum(CASE WHEN b.dead > 0 THEN 1 ELSE
0 END) AS dead, sum(b.s_injury) AS s_injury_num, sum(CASE WHEN b.dead
= 0 AND b.s_injury > 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS s_injury,
sum(b.l_injury) AS l_injury_num, sum(CASE WHEN b.dead + b.s_injury =
0 AND b.l_injury > 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS l_injury, sum(CASE WHEN
b.dead + b.s_injury + b.l_injury IS NULL THEN 1 ELSE 0 END) AS
property, count(b.hid) AS accident FROM black_line_dump a LEFT JOIN
black_acccase b ON st_dwithin(a.the_geom, b.the_geom, 0) AND
a.section_part_id = b.section_part_id GROUP BY a.section_part_id,
a.path, a.the_geom ORDER BY a.section_part_id, a.path, a.the_geom)
SELECT section_part_id, path, the_geom, km_start, km_end,
round((km_end-km_start)::numeric/1000,3) AS length, accident,
dead_num, s_injury_num, l_injury_num, dead, s_injury, l_injury,
property FROM black_acc WHERE accident > %d ORDER BY section_part_id,
path)" % (self.accident-1))
        return

if __name__ == "__main__":
    db = "dbname='thesis2016' user='postgres' host='localhost'
password='postgres' port='5432'"
    window = 1000
    accident = 3
    year = 2014
    period = 3
    bk = BlackSpot(db)
    bk.AccidentCase(year, period)
    bk.BlackLine(window,accident)
```

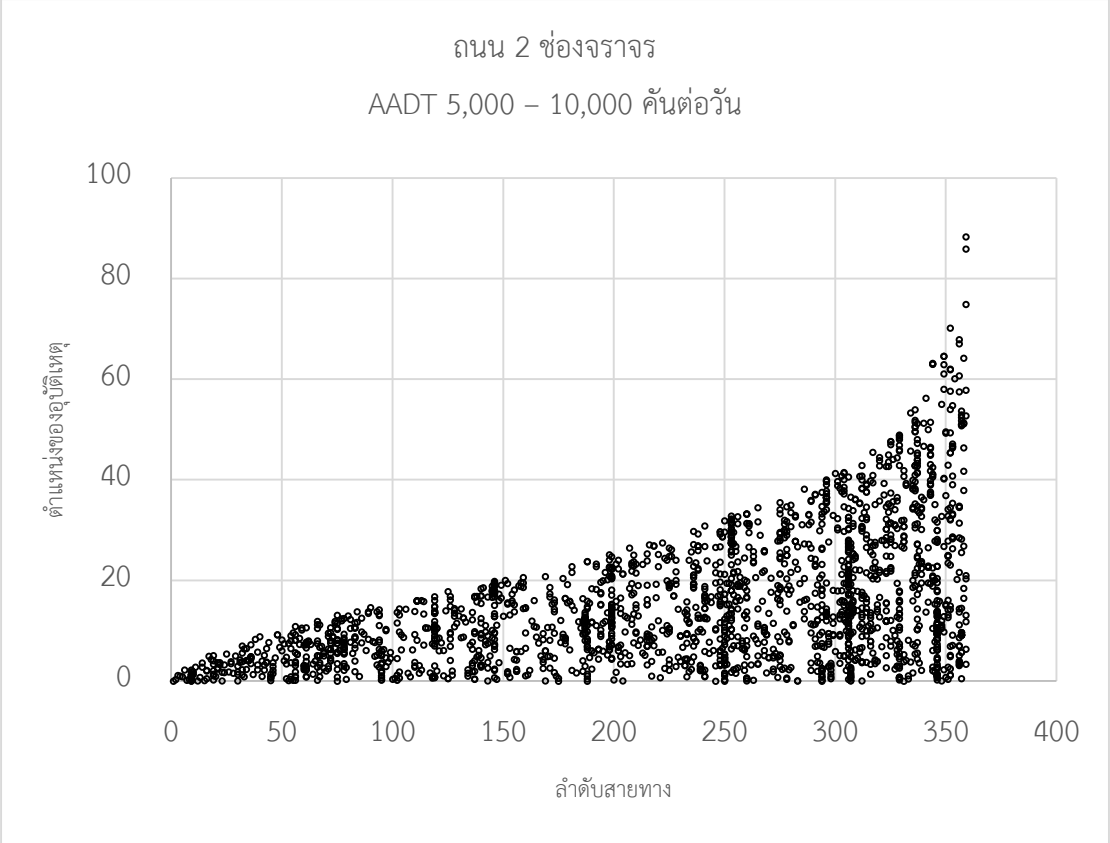


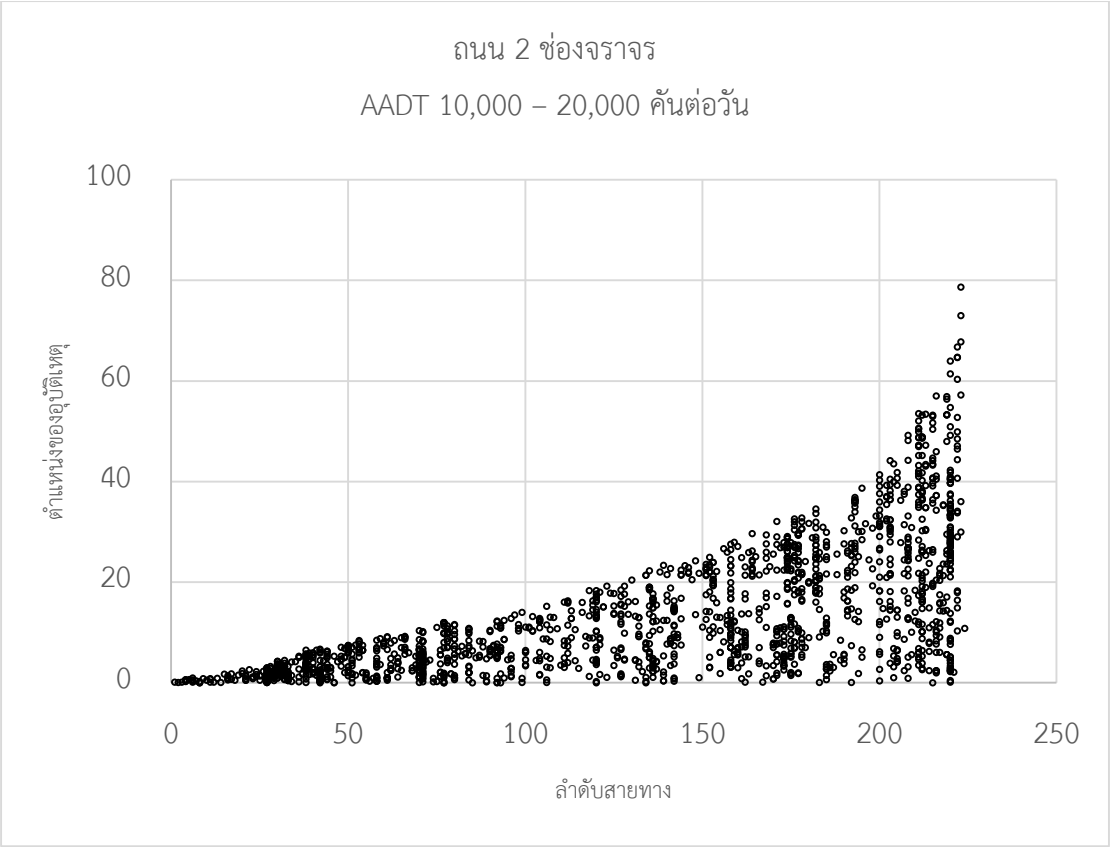
ภาคผนวก ค.

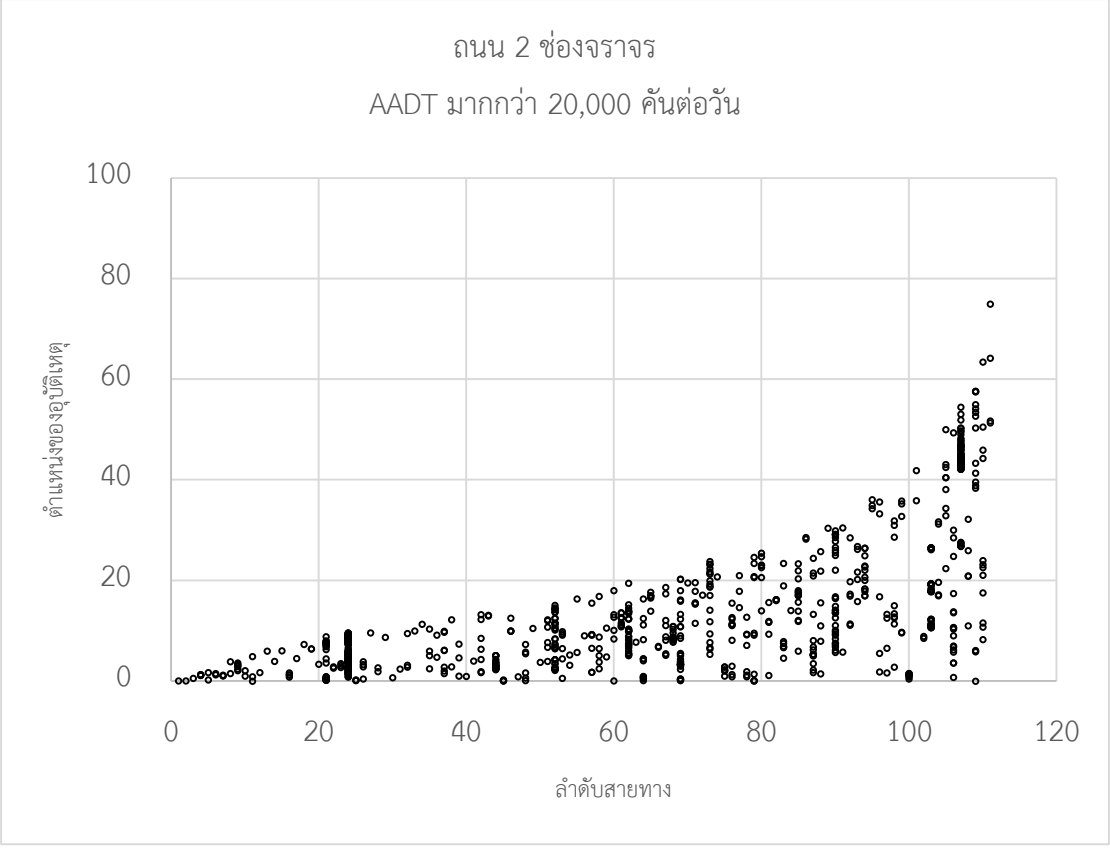
ลักษณะการกระจายตัวของถนนแต่ละกลุ่ม

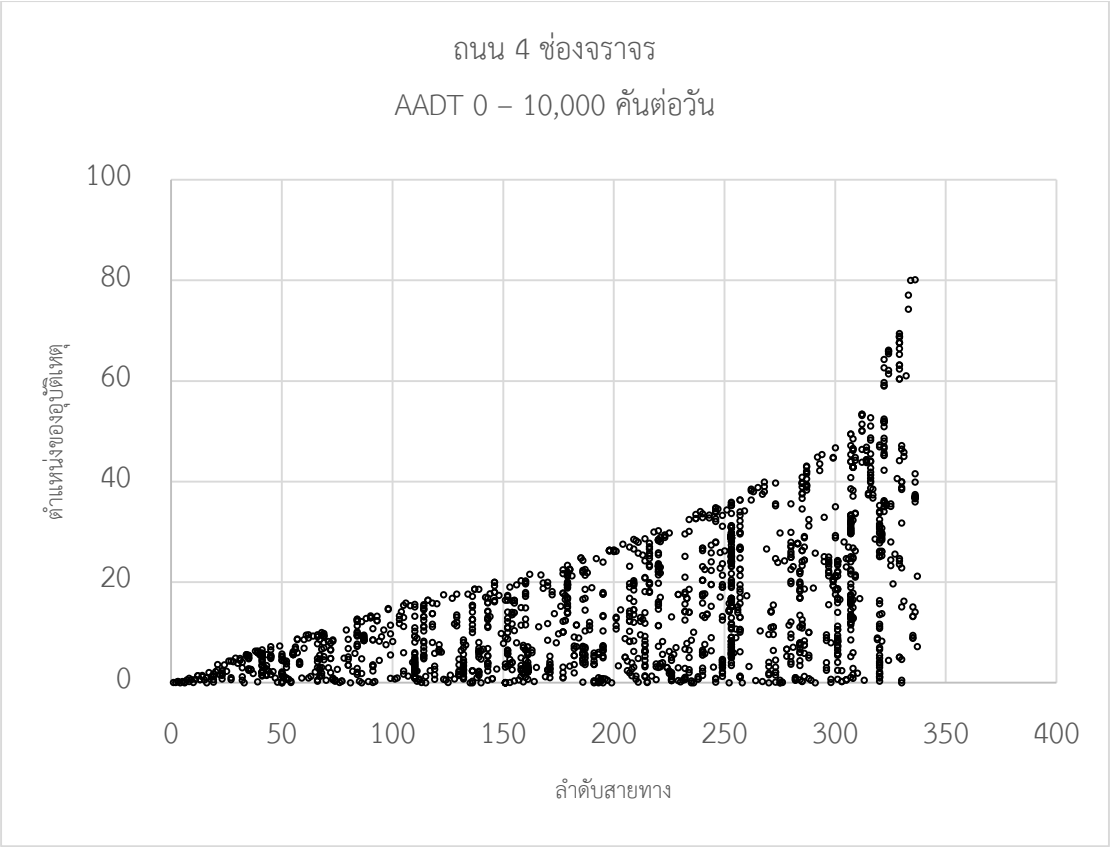
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

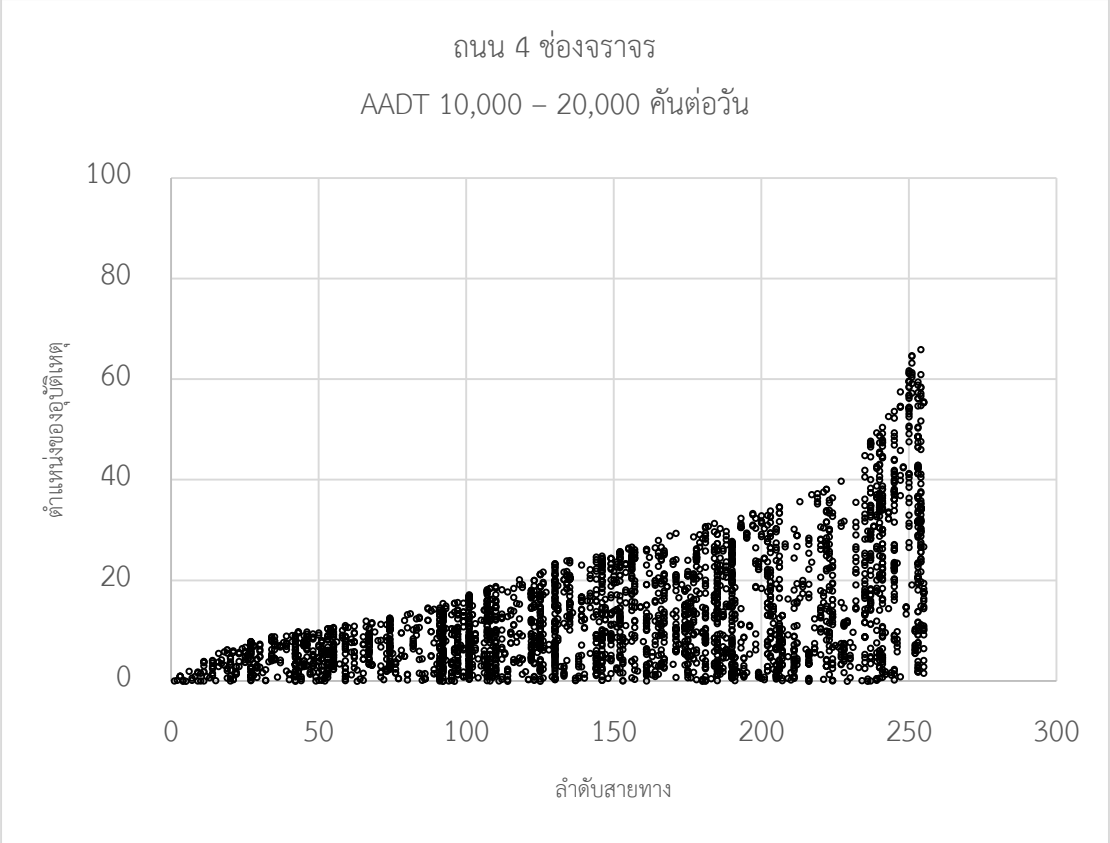

ถนน 2 ช่องจราจร
AADT 0 – 5,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
100
200
300
400
500
600

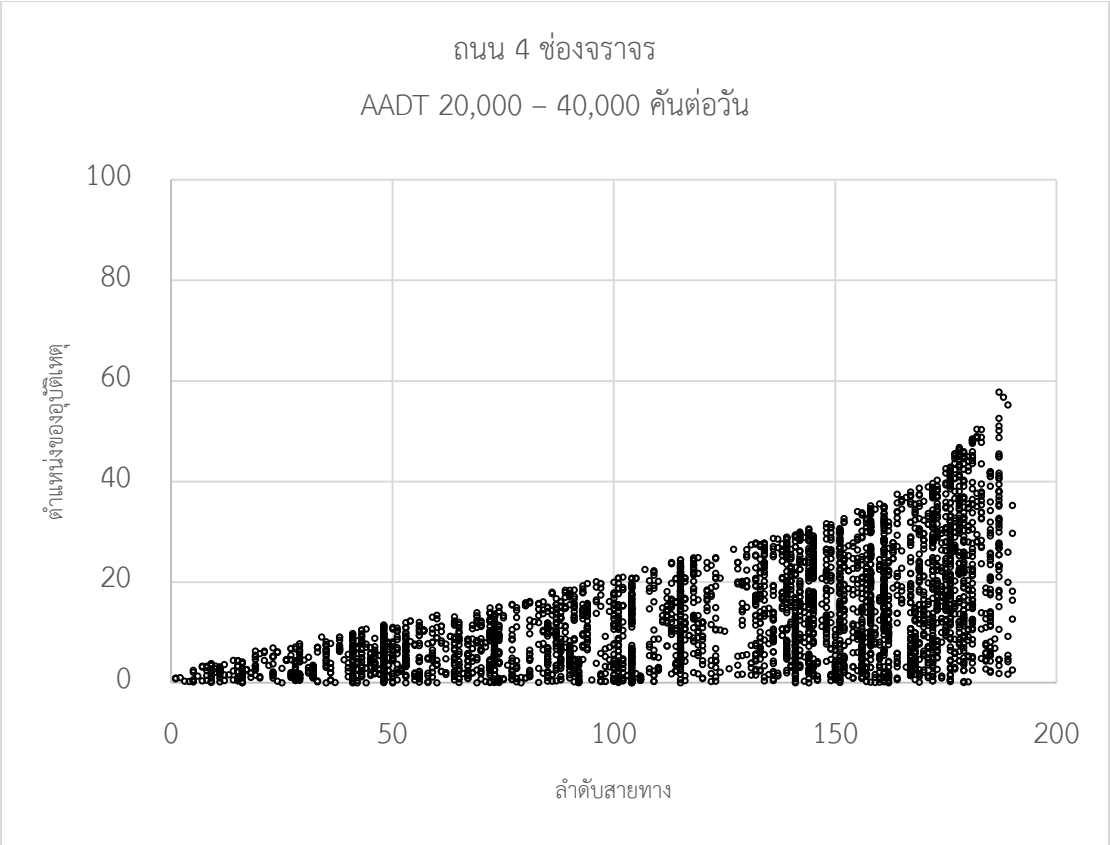

ถนน 2 ช่องจราจร
AADT 5,000 – 10,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200
250
300
350
400

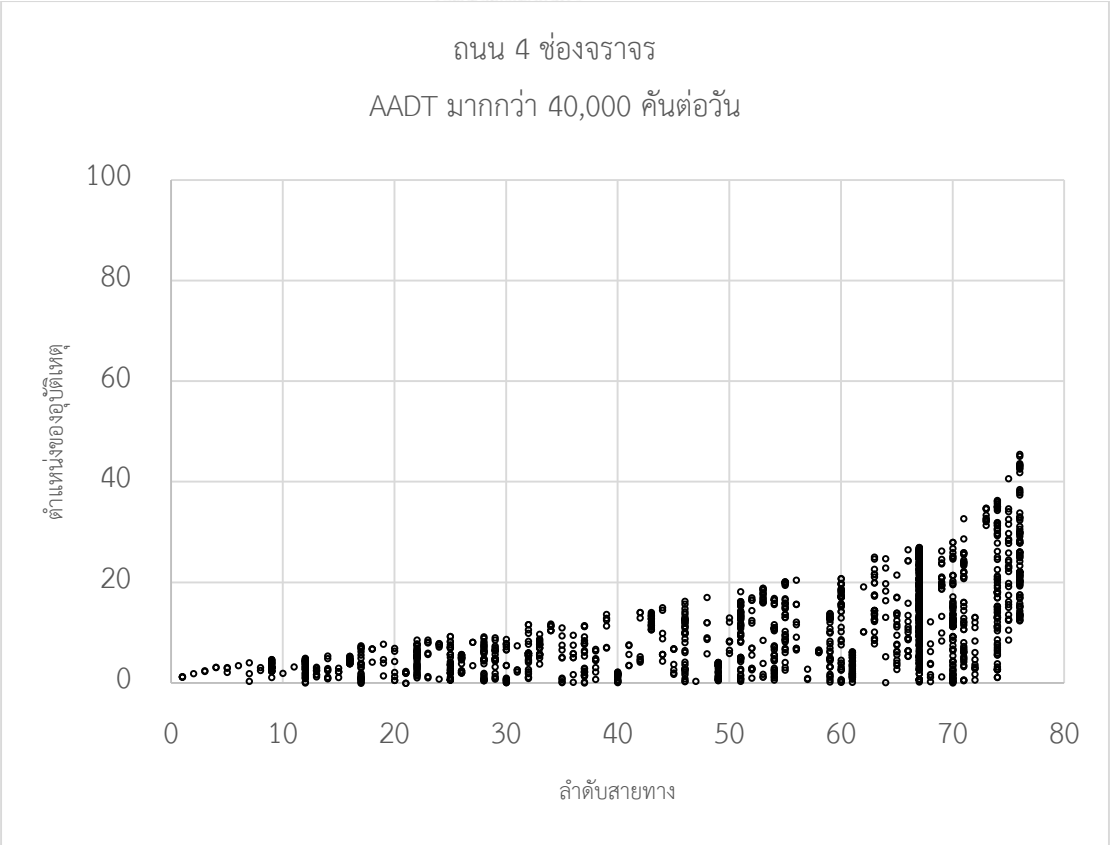

ถนน 2 ช่องจราจร
AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200
250

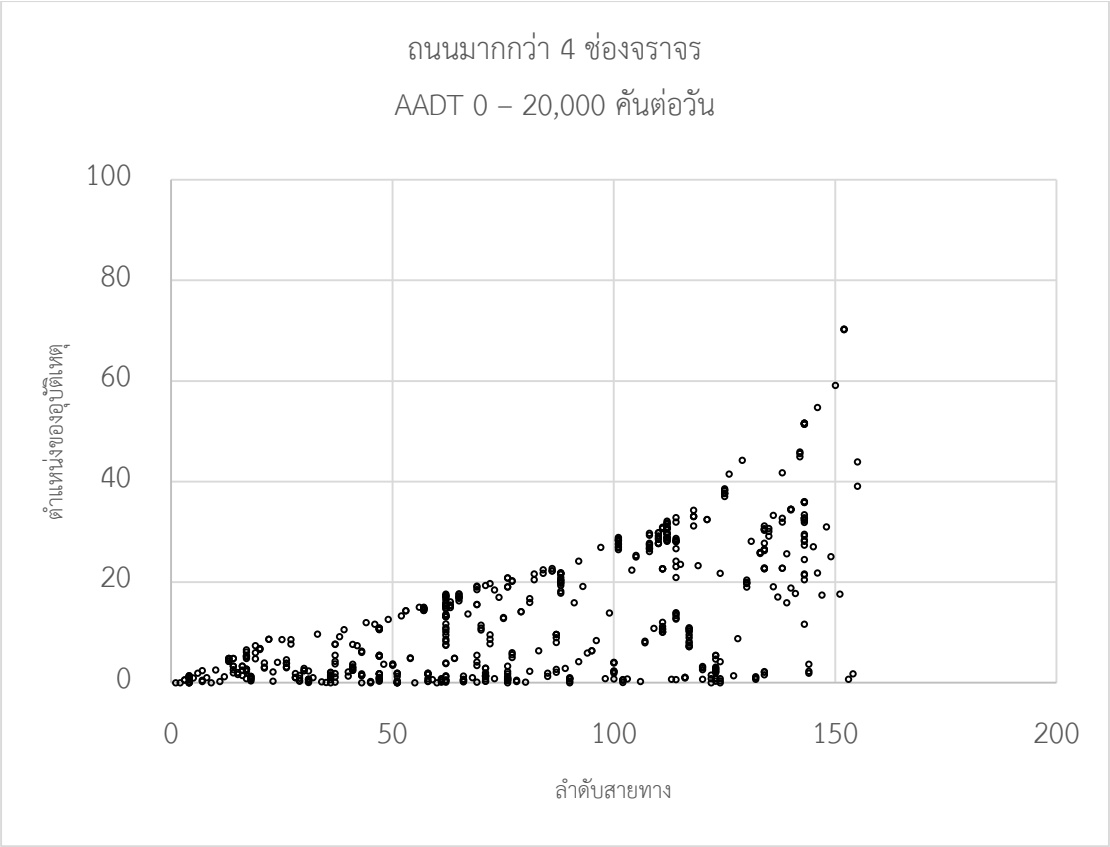

ถนน 2 ช่องจราจร
AADT มากกว่า 20,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
20
40
60
80
100
120

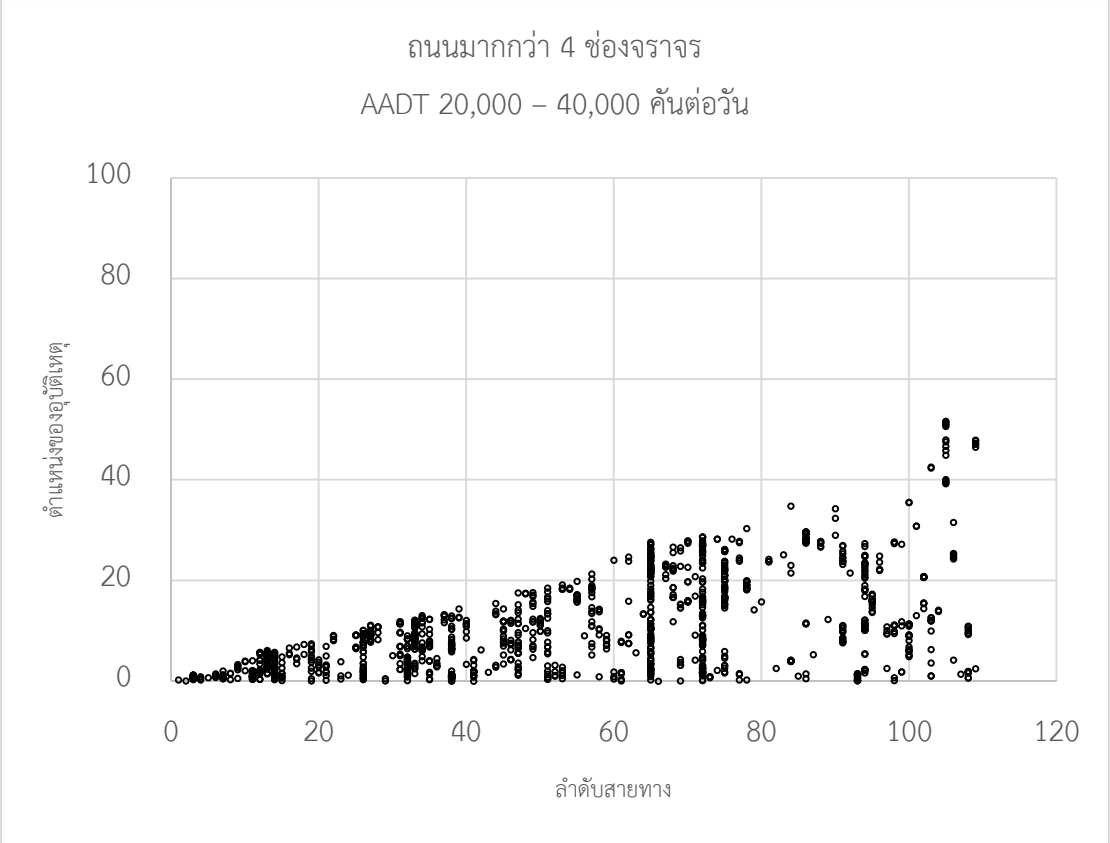

ถนน 4 ช่องจราจร
AADT 0 – 10,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200
250
300
350
400

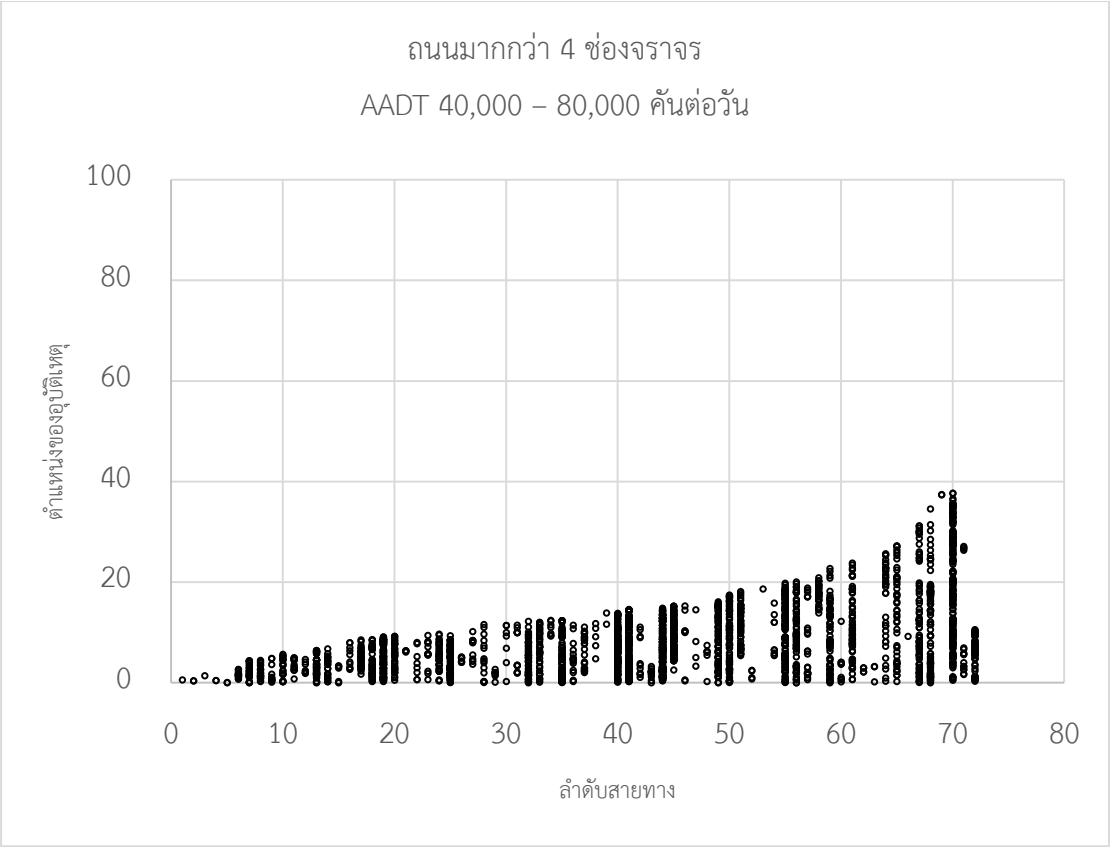

ถนน 4 ช่องจราจร
AADT 10,000 – 20,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200
250
300

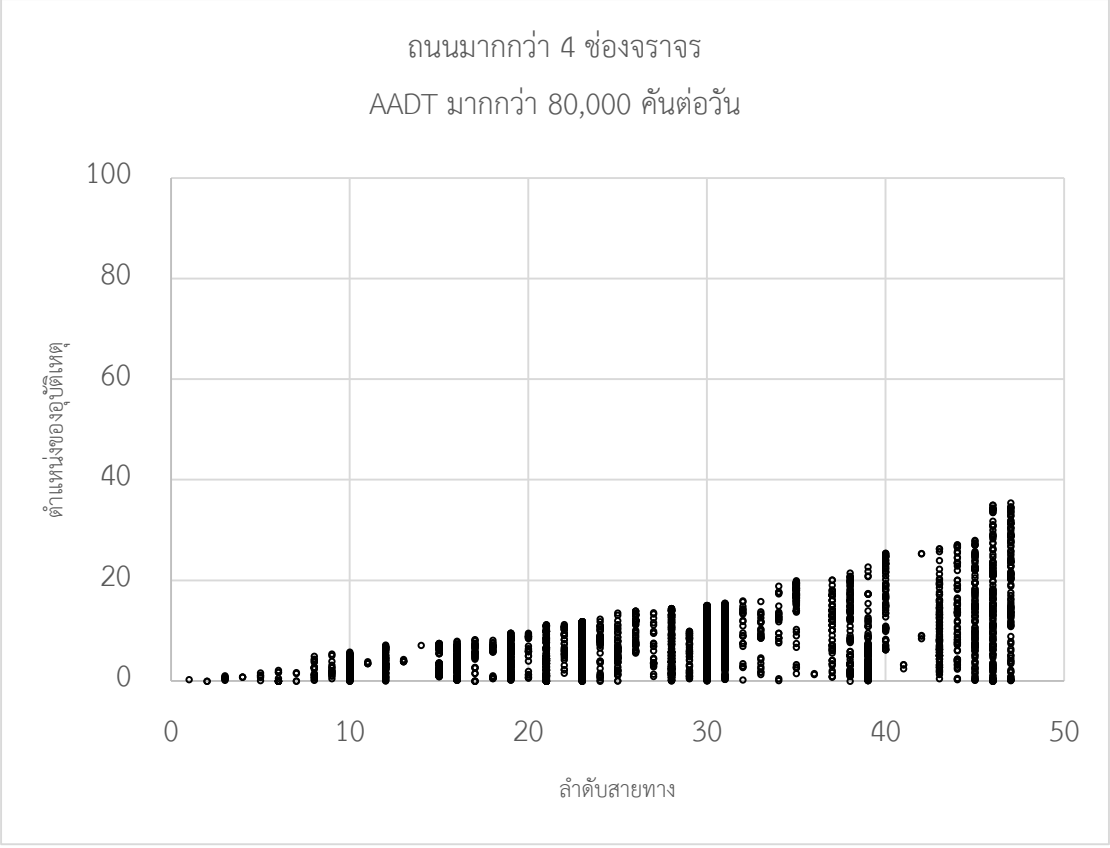

ถนน 4 ช่องจราจร
AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
ลำดับสายทาง

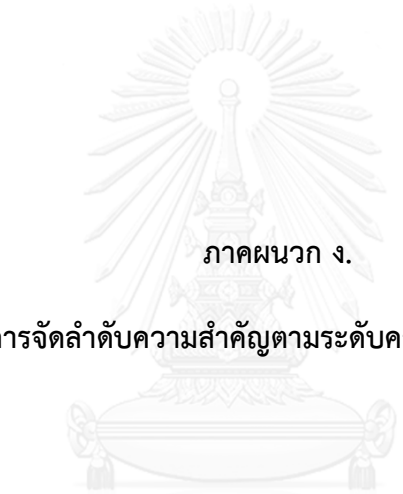

ถนน 4 ช่องจราจร
AADT มากกว่า 40,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
ลำดับสายทาง


ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร
AADT 0 – 20,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
50
100
150
200


ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร
AADT 20,000 – 40,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
20
40
60
80
100
120


ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร
AADT 40,000 – 80,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
10
20
30
40
50
60
70
80


ถนนมากกว่า 4 ช่องจราจร
AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน
ตำแหน่งของอุบัติเหตุ
ลำดับสายทาง
0
20
40
60
80
100
0
10
20
30
40
50

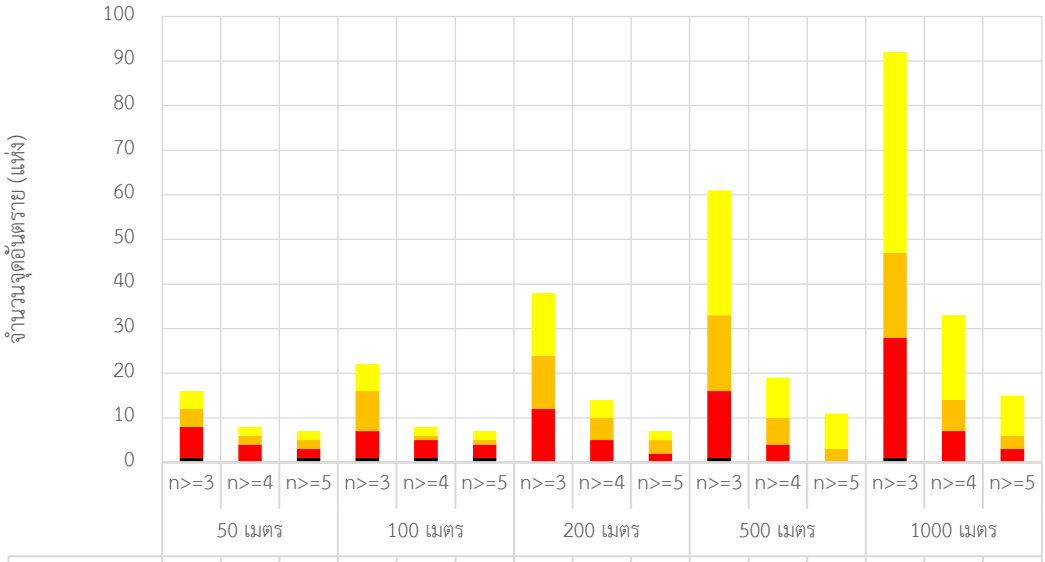


ภาคผนวก ง.

ผลการจัดลำดับความสำคัญตามระดับความเสี่ยงอันตราย

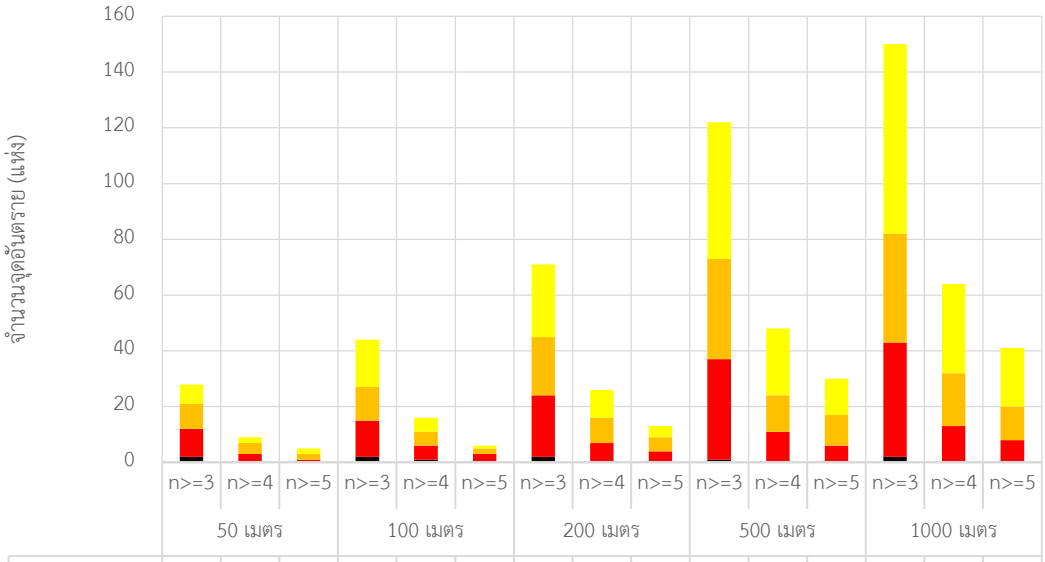
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถนนที่มี 2 ช่องจราจร และมี AADT 0 - 5,000 คันต่อวัน



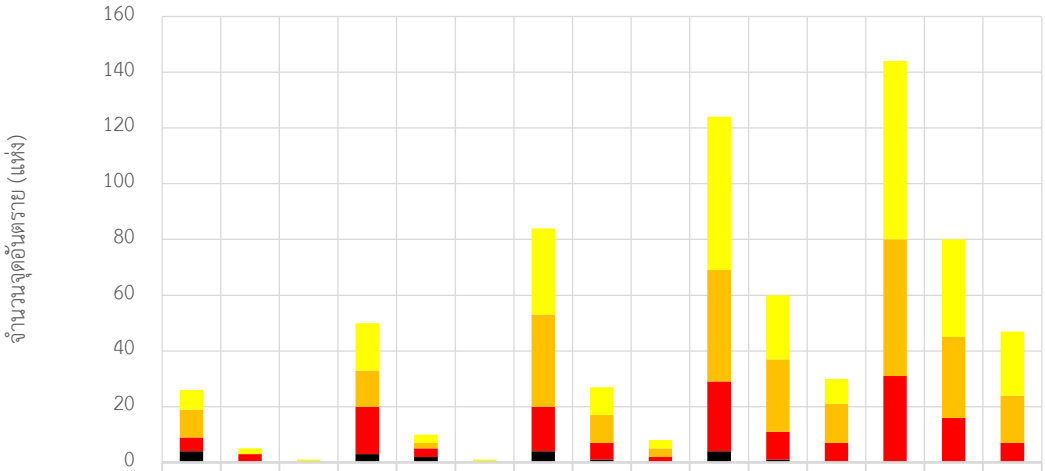
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	4	2	2	6	2	2	14	4	2	28	9	8	45	19	9
Medium Risk	4	2	2	9	1	1	12	5	3	17	6	3	19	7	3
High Risk	7	4	2	6	4	3	12	5	2	15	4	0	27	7	3
Highest Risk	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0

ถนนที่มี 2 ช่องจราจร และมี AADT 5,000 - 10,000 คันต่อวัน



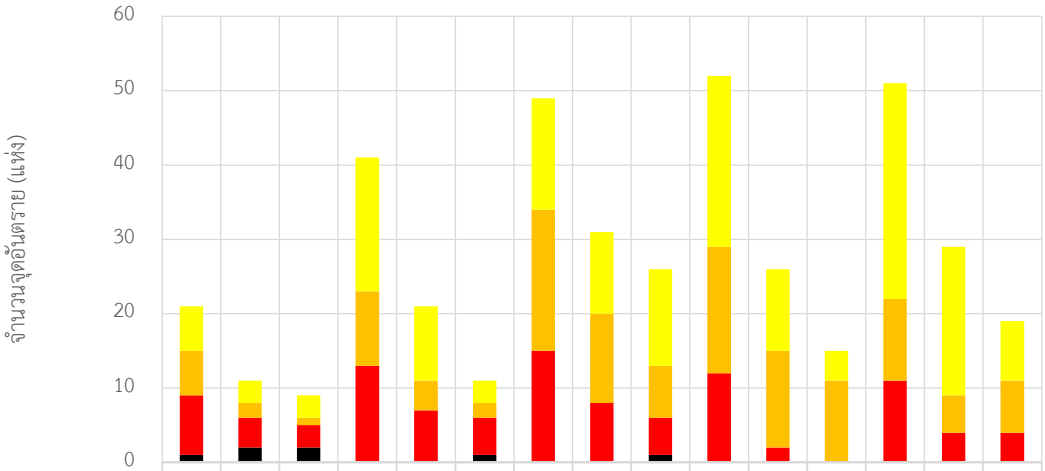
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	7	2	2	17	5	1	26	10	4	49	24	13	68	32	21
Medium Risk	9	4	2	12	5	2	21	9	5	36	13	11	39	19	12
High Risk	10	3	1	13	5	3	22	7	4	36	11	6	41	13	8
Highest Risk	2	0	0	2	1	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0

ถนนที่มี 2 ช่องจราจร และมี AADT 10,000 - 20,000 คันต่อวัน



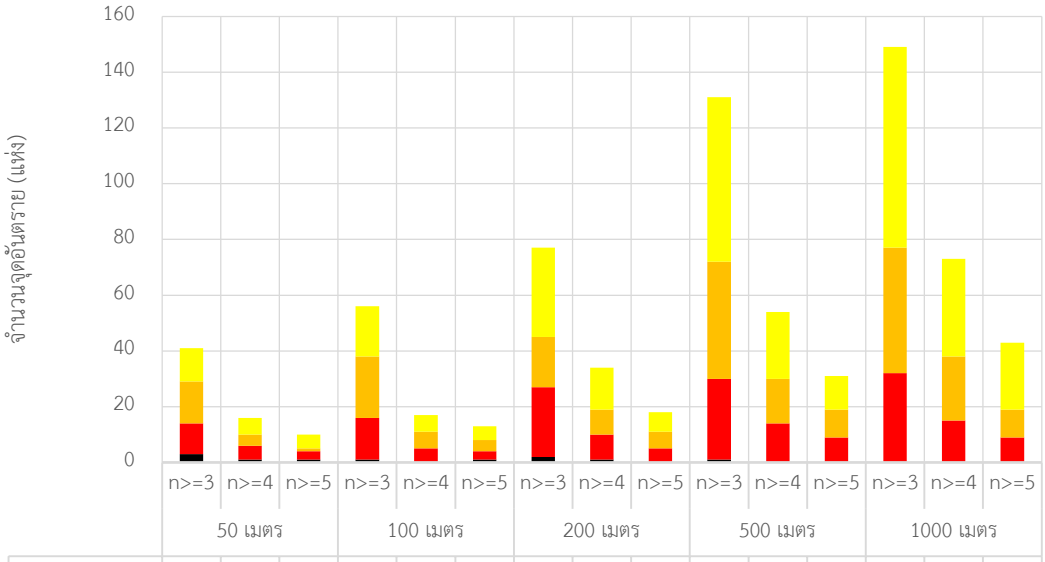
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	7	2	1	17	3	1	31	10	3	55	23	9	64	35	23
Medium Risk	10	0	0	13	2	0	33	10	3	40	26	14	49	29	17
High Risk	5	3	0	17	3	0	16	6	2	25	10	7	31	16	7
Highest Risk	4	0	0	3	2	0	4	1	0	4	1	0	0	0	0

ถนนที่มี 2 ช่องจราจร และมี AADT มากกว่า 20,000 คันต่อวัน



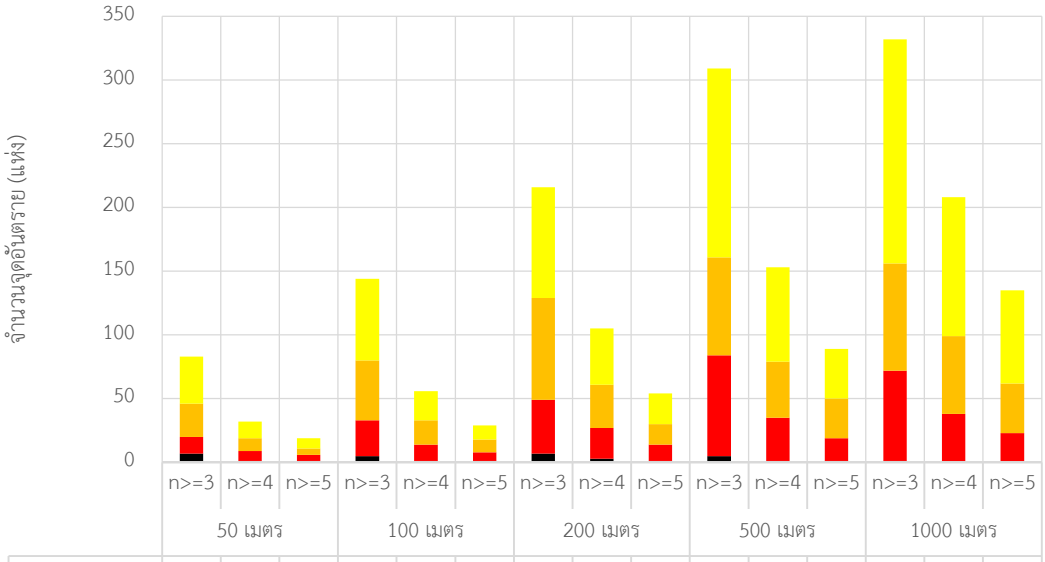
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	6	3	3	18	10	3	15	11	13	23	11	4	29	20	8
Medium Risk	6	2	1	10	4	2	19	12	7	17	13	11	11	5	7
High Risk	8	4	3	13	7	5	15	8	5	12	2	0	11	4	4
Highest Risk	1	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

ถนนที่มี 4 ช่องจราจร และมี AADT 0 - 10,000 คันต่อวัน



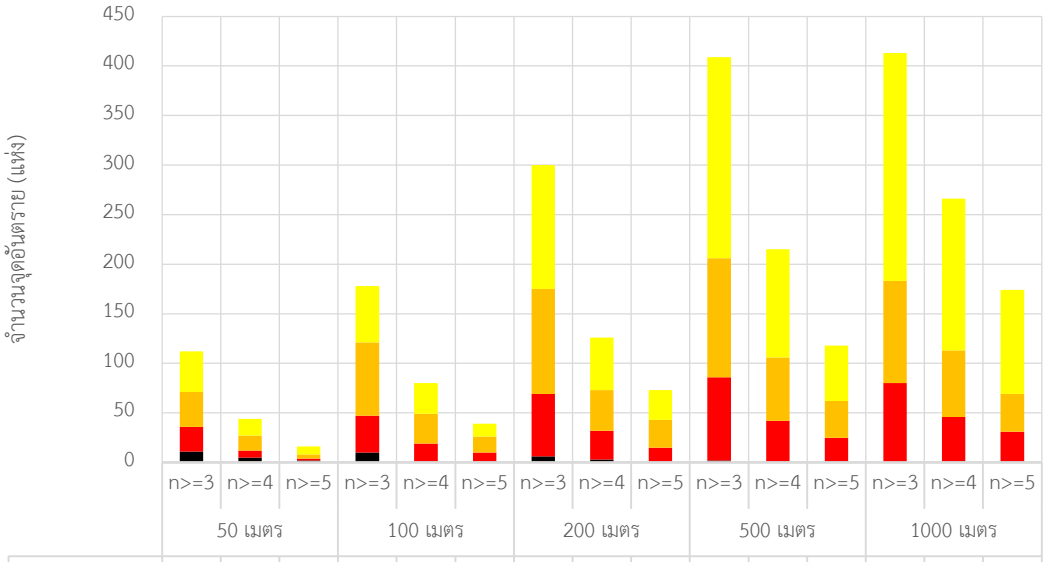
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	12	6	5	18	6	5	32	15	7	59	24	12	72	35	24
Medium Risk	15	4	1	22	6	4	18	9	6	42	16	10	45	23	10
High Risk	11	5	3	15	5	3	25	9	5	29	14	9	32	15	9
Highest Risk	3	1	1	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0

ถนนที่มี 4 ช่องจราจร และมี AADT 10,000 - 20,000 คันต่อวัน



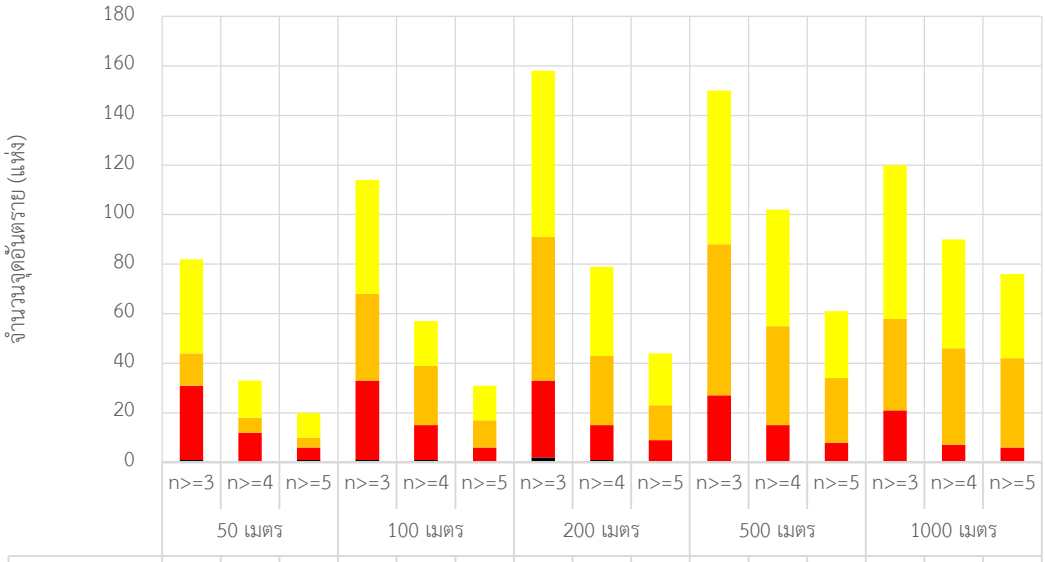
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	37	13	8	64	23	11	87	44	24	148	74	39	176	109	73
Medium Risk	26	10	5	47	19	10	80	34	16	77	44	31	84	61	39
High Risk	13	8	5	28	13	7	42	24	13	79	34	18	71	38	23
Highest Risk	7	1	1	5	1	1	7	3	1	5	1	1	1	0	0

ถนนที่มี 4 ช่องจราจร และมี AADT 20,000 - 40,000 คันต่อวัน



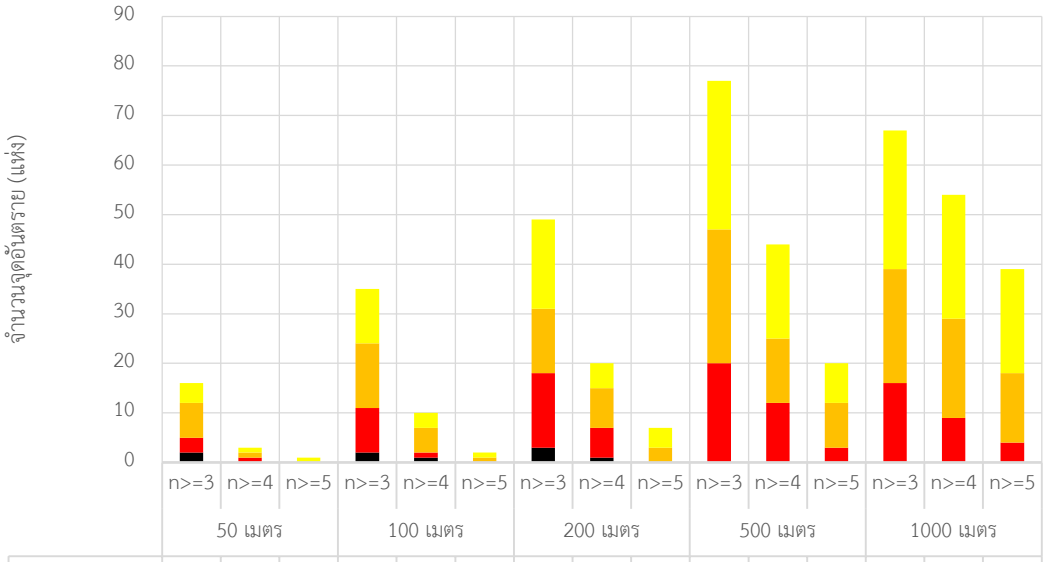
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	41	17	8	57	31	13	125	53	30	203	109	56	230	153	105
Medium Risk	35	15	4	74	30	16	106	41	28	120	64	37	103	67	38
High Risk	25	7	2	37	18	9	63	29	14	84	41	24	80	45	30
Highest Risk	11	5	2	10	1	1	6	3	1	2	1	1	0	1	1

ถนนที่มี 4 ช่องจราจร และมี AADT มากกว่า 40,000 คันต่อวัน



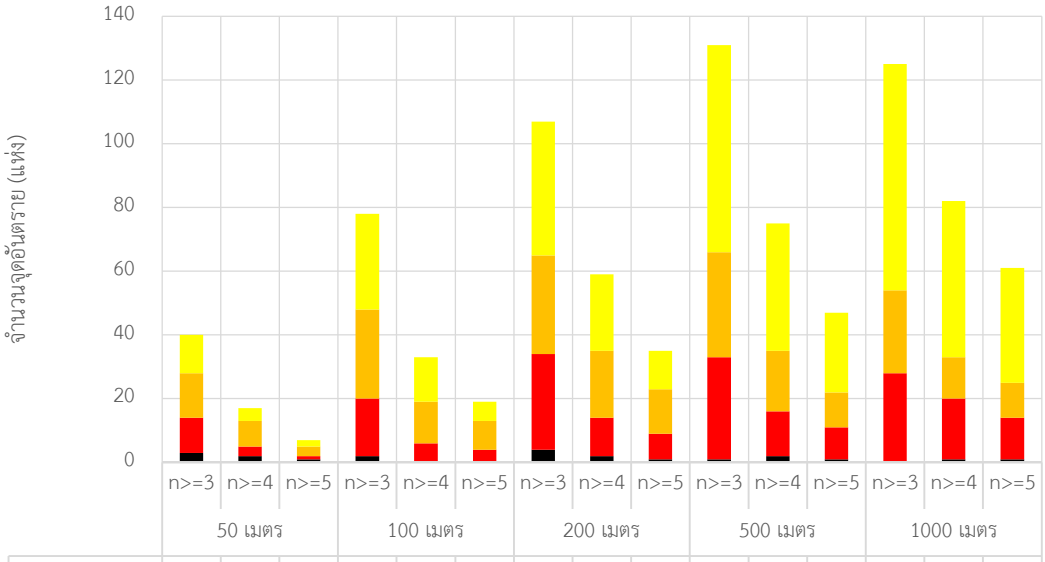
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	38	15	10	46	18	14	67	36	21	62	47	27	62	44	34
Medium Risk	13	6	4	35	24	11	58	28	14	61	40	26	37	39	36
High Risk	30	12	5	32	14	6	31	14	9	27	15	8	21	7	6
Highest Risk	1	0	1	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0

ถนนที่มีมากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT 0 - 20,000 คันต่อวัน



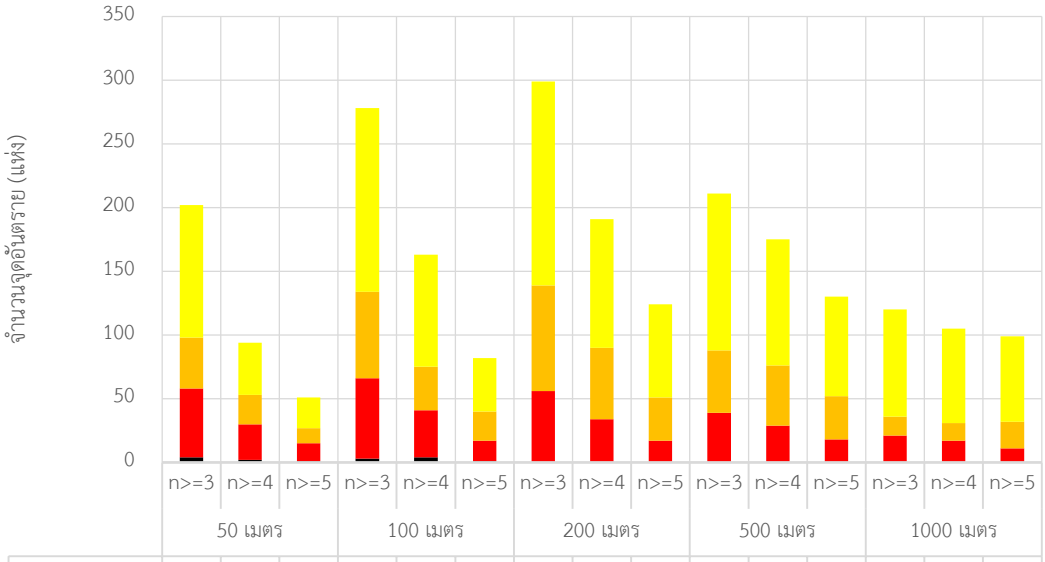
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	4	1	1	11	3	1	18	5	4	30	19	8	28	25	21
Medium Risk	7	1	0	13	5	1	13	8	3	27	13	9	23	20	14
High Risk	3	1	0	9	1	0	15	6	0	20	12	3	16	9	4
Highest Risk	2	0	0	2	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0

ถนนที่มีมากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT 20,000 - 40,000 คันต่อวัน



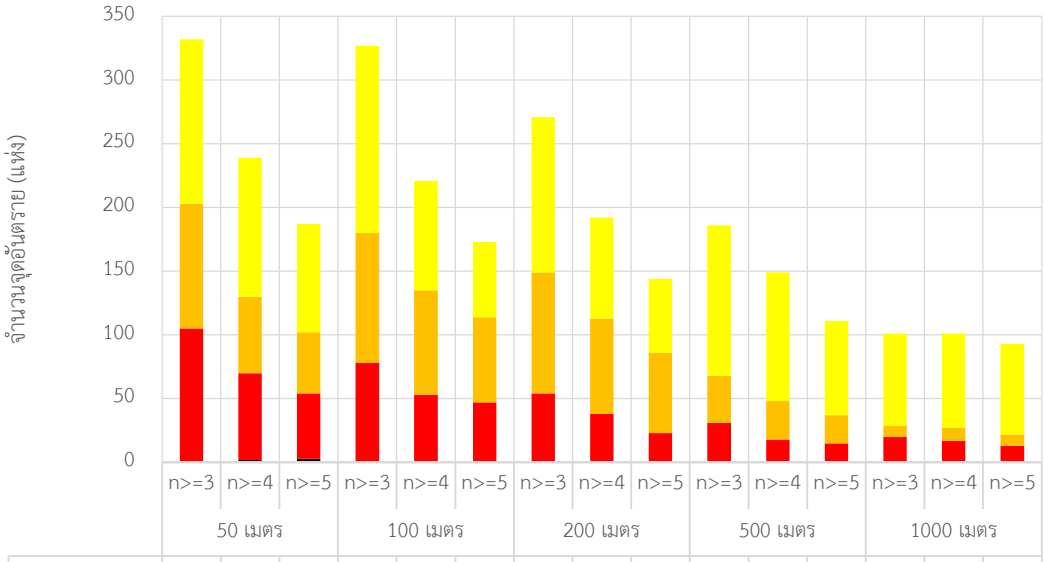
	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	12	4	2	30	14	6	42	24	12	65	40	25	71	49	36
Medium Risk	14	8	3	28	13	9	31	21	14	33	19	11	26	13	11
High Risk	11	3	1	18	6	4	30	12	8	32	14	10	28	19	13
Highest Risk	3	2	1	2	0	0	4	2	1	1	2	1	0	1	1

ถนนที่มีมากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT 40,000 - 80,000 คันต่อวัน



	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	104	41	24	144	88	42	160	101	73	123	99	78	84	74	67
Medium Risk	40	23	12	68	34	23	83	56	34	49	47	34	15	14	21
High Risk	54	28	14	63	37	16	56	34	17	39	29	18	21	17	11
Highest Risk	4	2	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ถนนที่มีมากกว่า 4 ช่องจราจร และมี AADT มากกว่า 80,000 คันต่อวัน



	50 เมตร			100 เมตร			200 เมตร			500 เมตร			1000 เมตร		
	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5	n>=3	n>=4	n>=5
Low Risk	129	109	85	147	86	59	122	79	58	118	101	74	72	74	71
Medium Risk	98	60	48	102	82	67	95	75	63	37	30	22	9	10	9
High Risk	105	68	51	78	53	47	54	38	23	31	18	15	20	17	13
Highest Risk	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพิณทิพย์ ศิระอำพร เป็นบุตรของ นายพิเชษฐ์ ศิระอำพร และนางอัญชลี ศิระอำพร เป็นบุตรสาวคนโต เกิดเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนปราสาท และสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนประสาทวิทยาคาร และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2554 จากนั้นจึงได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2556

ขณะศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บทความของผู้เขียนได้ถูกตีพิมพ์ในเอกสารรวมการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 21 ซึ่งจัดขึ้นที่จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 28-30 มิถุนายน พ.ศ. 2559 ดังนี้

พิณทิพย์ ศิระอำพร, เกษม ชูจารุกุล. 2559. การประยุกต์ใช้วิธีการเลื่อนระยะเพื่อคัดเลือกจุดอันตรายบนทางหลวง (APPLICATION OF SLIDING-WINDOW METHOD FOR SCREENING BLACK SPOTS ON HIGHWAYS). เอกสารรวมการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 21. สงขลา.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University