โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถล ของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ บนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)





CUTI
สถาบันการขนส่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พฤศจิกายน 2566

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของโครงการ 1-1

1.1 หลักการและเหตุผล 1-1

1.2 คำจำกัดความ 1-2

1.3 วัตถุประสงค์โครงการ 1-3

1.4 ขอบเขตของการศึกษาและการดำเนินงาน 1-3

1.4.1 งานศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น 1-3

1.4.2 การคัดเลือกและวางแผนสายทางสำรวจ 1-4

1.4.3 การจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำรวจ 1-5

1.4.4 การดำเนินการสำรวจสภาพทาง 1-7

1.4.5 ประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล 1-8

1.4.6 การจัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์ และตรวจสอบสภาพทางหลวง 1-8

1.4.7 วิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ ในสายทางของกรมทางหลวง จากข้อมูลทั้งหมดที่ดำเนินการสำรวจและรวบรวม จากกรมทางหลวง 1-8

1.4.8 การนำเสนอแนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยง ของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศไทย และพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 1-9

1.4.9 การจัดทำรายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย จำทำคู่มือแนะนำแนวทาง การเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง และแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถล ระดับโครงข่าย (Network level) 1-10

1.4.10 การจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ 1-11

1.4.11 การจัดทำวีดีทัศน์แนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์ และความคุ้มค่าของโครงการ 1-11

1.4.12 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ 1-11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 2 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม 2-1

2.1 งานศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น 2-1

2.1.1 ศึกษาการสำรวจและประเมินสภาพความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction : μ) ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD) และดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ 2-1

2.1.2 ศึกษาและพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction : μ) และค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) 2-39

2.1.3 ศึกษา รวบรวม ข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่จัดเก็บโดยกรมทางหลวงทั้งหมดเท่าที่มีในปัจจุบัน โดยแยกตามประเภทของผิวทาง มวลรวม อายุและปริมาณจราจร ภูมิภาค สถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น และข้อมูลที่เกี่ยวกับสาเหตุการเกิดการลื่นไถลบนผิวทางและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงกรณีศึกษา (Knowledge Management : KM) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ 2-48

2.1.4 ศึกษา รวบรวม ข้อมูลสายทางในระบบฐานข้อมูลที่กรมทางหลวงมีอยู่ (ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ) ยกตัวอย่างเช่น ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ค่าความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) จากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ข้อมูลประวัติสายทาง จากสำนักบริหารบำรุงทาง ข้อมูลสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนผิวทางประเภทยานพาหนะ จากสำนักอำนวยความปลอดภัย รูปแบบค่าเรขาคณิตการยกโค้งจากสำนักสำรวจและออกแบบ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปวิเคราะห์และประกอบการคัดเลือกสายทาง 2-90

บทที่ 3 การคัดเลือกสายทางและการสอบเทียบเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง 3-1

3.1 การคัดเลือกสายทาง 3-1

3.2 การสอบเทียบเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง 3-18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ความก้าวหน้าของงานสำรวจสภาพทาง 4-1
4.1 การดำเนินการสำรวจสภาพทาง 4-1
4.2 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล 4-4
4.3 การจัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง 4-17
บทที่ 5 แนวทางวิธีการวิเคราะห์ความปลอดภัยบนทางหลวงและแนวทางวิธีการเก็บข้อมูล ด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ 5-1
5.1 การวิเคราะห์จุดเสี่ยงและปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ 5-1
5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ 5-6
5.3 เกณฑ์ในการพิจารณาตรวจสอบที่เหมาะสมกับสายทาง ที่กฎหมายให้ใช้ความเร็วสูงสุด 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5-15
5.4 การวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สิน ที่มีปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยจำแนกเป็นรายเดือนและรายปี 5-19
5.5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 5-28
บทที่ 6 แนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ บนโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศไทยและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 6-1
6.1 แนวทางในการวางแผนการสำรวจแก้ไขเชิงป้องกันเพื่อสำรวจและตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 6-1
6.2 การศึกษาประสิทธิภาพทางวิศวกรรมความปลอดภัยและด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ตามประเภทของการบำรุงทางที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง 6-5
6.3 รูปแบบและการแนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทาง เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลตามปัจจัยต่าง ๆ 20 กรณี 6-36
บทที่ 7 การจัดอบรมและการทำสื่อวีดิทัศน์ 7-1
7.1 การจัดอบรมเผยแพร่ความรู้ 7-1
7.2 วีดีทัศน์ เพื่อแนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการ และประโยชน์โดยตรงที่ประชาชนผู้ใช้ทางได้รับ โดยมีความยาวระหว่าง 12 - 15 นาที 7-7
7.3 สื่อประชาสัมพันธ์ อธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานตามขอบเขตงาน (TOR) ข้อ 4.9 โดยมีความยาวระหว่าง 7 - 10 นาที 7-21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 8 การจัดทำรายงานและแผนการดำเนินงาน 8-1
8.1 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข 8-1
8.2 กำหนดการส่งมอบ 8-2
8.3 แผนการดำเนินโครงการ 8-3

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 คำจำกัดความ 1-2
ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่าง ๆ ของมวลรวมที่ได้จากการทดสอบ 2-15
ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงการลดลงของ IFI ณ ระดับพึงระวัง 2-17
ตารางที่ 2-3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียดทานของผิวทาง 2-34
ตารางที่ 2-4 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดโดยมาตรฐาน ASTM E 1845 2-36
ตารางที่ 2-5 สมการดัชนีความเสียดทานสากล 2-38
ตารางที่ 2-6 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบค่าความเสียดทานผิวทาง
แบบใช้ความเร็วสูงในการทดสอบ 2-43
ตารางที่ 2-7 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบค่าความเสียดทานของผิวทาง
แบบใช้ความเร็วต่ำในการทดสอบ 2-45
ตารางที่ 2-8 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบลักษณะของพื้นผิวทางแบบใช้ความเร็ว 2-46
ตารางที่ 2-9 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบลักษณะของพื้นผิวทางผิวทาง
แบบควบคุมการจราจรหรือแบบจุด 2-47
ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ 2-48
ตารางที่ 2-11 วิธีการปรับปรุงผิวทางเพื่อเพิ่มความเสียดทาน 2-56
ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ 2-57
ตารางที่ 2-13 ความลึกโดยทั่วไปของ Macrotexture จากการปรับปรุงผิวทาง 2-85
ตารางที่ 3-1 สายทางที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งบนทางหลวง 3-2
ตารางที่ 3-2 เกณฑ์ในการให้คะแนนระดับดาวของ iRAP ตามประเภทของผู้ใช้ทาง 3-3
ตารางที่ 3-3 สายทางที่ได้ดำเนินการประเมินคะแนนระดับดาว (iRAP) น้อย 3-4
ตารางที่ 3-4 สรุปสายทางและระยะทางจากข้อมูลทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 3-6
ตารางที่ 3-5 แหล่งที่มาของข้อมูลคัดเลือกสายทางในการสำรวจสายทางหลัก 3-8
ตารางที่ 3-6 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่า MPD 3-9
ตารางที่ 3-7 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่า Rutting 3-10
ตารางที่ 3-8 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่ารัศมีโค้งและความชัน 3-10
ตารางที่ 3-9 สรุปข้อมูลสายทางกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 3-12
ตารางที่ 3-10 สรุปข้อมูลสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทาน
การลื่นไถล (แอสฟัลต์คอนกรีต) 3-14

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 3-11 สรุปข้อมูลสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถล (คอนกรีต) 3-14
ตารางที่ 3-12 สรุปสายทางสำรวจทั้งหมด 3-16
ตารางที่ 3-13 ข้อมูลพื้นที่แปลงทดสอบสำหรับการสอบเทียบเครื่องมือ 3-18
ตารางที่ 3-14 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-20
ตารางที่ 3-15 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-20
ตารางที่ 3-16 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-21
ตารางที่ 3-17 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-21
ตารางที่ 3-18 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-25
ตารางที่ 3-19 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-26
ตารางที่ 3-20 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-26
ตารางที่ 3-21 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-26
ตารางที่ 3-22 ระดับความเชื่อมั่น 3-33
ตารางที่ 3-23 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 32 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-35
ตารางที่ 3-24 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 32 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-36
ตารางที่ 3-25 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 347 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-37
ตารางที่ 3-26 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 347 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-38
ตารางที่ 3-27 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 351 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.) 3-39
ตารางที่ 3-28 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 351 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.) 3-40
ตารางที่ 4-1 การสำรวจแบ่งตามสำนักทางหลวง (ข้อมูลสำรวจ ณ วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2566) 4-1
ตารางที่ 4-2 การสำรวจแบ่งตามขอบเขตงาน (ข้อมูลสำรวจ ณ วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2566) 4-3
ตารางที่ 4-3 นำค่าการลื่นไถลและค่าลักษณะผิวทางเฉลี่ยจัดเก็บเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2566) 4-17

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5-1 ค่ากำหนดจุดเสี่ยงหรือบริเวณอันตราย 5-1
ตารางที่ 5-2 รหัสและลักษณะการชนที่มีสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากการลื่นไถลเนื่องจากความเสียดทาน 5-3
ตารางที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธ์ความเสียดทานกับค่าดัชนีความเสียดทานสากล 5-13
ตารางที่ 5-4 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้ง บริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5-15
ตารางที่ 5-5 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัด ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5-16
ตารางที่ 5-6 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดในแต่ละความเร็ว (AASHTO Green Book, 2018) 5-16
ตารางที่ 5-7 จำนวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับรูปแบบการชนการลื่นไถลแยกรายเดือนและรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 5-20
ตารางที่ 5-8 ข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง จำแนกตามสภาพภูมิอากาศและชนิดผิวจราจร (ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565) 5-25
ตารางที่ 5-9 มูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ 5-26
ตารางที่ 5-10 มูลค่าอุบัติเหตุในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง 5-26
ตารางที่ 5-11 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง 5-26
ตารางที่ 5-12 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) 5-27
ตารางที่ 5-13 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียก 5-27
ตารางที่ 5-14 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรงเฉลี่ย (ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565) 5-27
ตารางที่ 5-15 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (มูลค่าปี พ.ศ. 2565) 5-27
ตารางที่ 5-16 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ขณะพื้นผิวถนนเปียกบริเวณทางตรงและทางโค้ง 5-29
ตารางที่ 5-17 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาค ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกบริเวณทางตรงและทางโค้ง 5-30
ตารางที่ 5-18 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้ง 5-30

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 5-19 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาค ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้ง 5-31
ตารางที่ 5-20 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้ง บริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง..... 5-31
ตารางที่ 5-21 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทาง ที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 5-32
ตารางที่ 5-22 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดในแต่ละความเร็ว (AASHTO Green Book, 2018)..... 5-32
ตารางที่ 5-23 สรุประดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงสำหรับสำหรับผิวทางเปียก ทางโค้ง และกลุ่มสายทางที่จำกัดความ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง..... 5-35
ตารางที่ 5-24 นิยามความเข้มของปริมาณน้ำฝน โดยกรมชลประทาน 5-37
ตารางที่ 5-25 ค่าความเร็วที่คำนวณได้ ที่ค่าระยะมองเห็นและค่าความเสียดทานของผิวทางแตกต่างกัน โดยให้ค่าความชันเท่ากับ 0% โดยให้จำกัดความเร็วสูงสุดที่ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง..... 5-38
ตารางที่ 5-26 รูปแบบการตอบสนองของแต่ละช่องในด้านการปรับปรุงความเสียดทาน และติดตั้งองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ..... 5-40
ตารางที่ 5-27 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนถนนทางหลวง 5-41
ตารางที่ 5-28 สรุปค่าตัวคูณลดอุบัติเหตุและวิธีการใช้งานของวิธีการปรับปรุงผิวทางแต่ละวิธี สำหรับผิวทางคอนกรีตและแอสฟัลต์คอนกรีต 5-43
ตารางที่ 5-29 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการการปรับปรุงผิวทางแต่ละวิธี 5-46
ตารางที่ 5-30 ระยะเวลาที่คำนวณได้ตามเงื่อนไขการสำรวจในแต่ละภาค 5-49
ตารางที่ 5-31 วิธีการซ่อมบำรุงผิวทางสำหรับถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) 5-52
ตารางที่ 5-32 วิธีการซ่อมบำรุงผิวทางสำหรับถนนคอนกรีต (CC) 5-53
ตารางที่ 5-33 ค่าค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) แบ่งตามค่า IFI..... 5-53
ตารางที่ 5-34 ค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) รวมหลายช่องจราจร 5-54

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-1 รูปแบบการตอบสนองของแต่ละช่องในด้านการปรับปรุงความเสียดทาน และติดตั้งองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ 6-2
ตารางที่ 6-2 ระยะเวลาที่คำนวณได้ตามเงื่อนไขการสำรวจในแต่ละภาค 6-4
ตารางที่ 6-3 จุดเด่น-จุดด้อยของวิธีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ 6-7
ตารางที่ 6-4 วิธีการปรับปรุงมาตรการผิวทางในประเทศและต่างประเทศ 6-16
ตารางที่ 6-5 ตัวอย่างข้อมูลมาตรการการปรับปรุงผิวทาง 6-17
ตารางที่ 6-6 สรุปข้อมูลวิธีการปรับปรุงผิวทางที่ได้จากการสำรวจ และจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน 6-18
ตารางที่ 6-7 ตัวอย่างวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยในการลดอุบัติเหตุ ที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลบนทางตรง โดยการปรับปรุงผิวทาง ด้วยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-20
ตารางที่ 6-8 ตัวอย่างวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยในการลดอุบัติเหตุ ที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลบนทางโค้ง โดยการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธี Overlay 6-22
ตารางที่ 6-9 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางตรงด้วยการปรับปรุง วิธี Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling) 6-26
ตารางที่ 6-10 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางตรง ด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay 6-26
ตารางที่ 6-11 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางโค้งด้วยการปรับปรุง วิธี Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling) 6-27
ตารางที่ 6-12 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางโค้ง ด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay 6-27
ตารางที่ 6-13 สรุปผลการคัดเลือกประสิทธิผลของมาตรการ ปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ ในต่างประเทศ 6-29
ตารางที่ 6-14 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินปูน 6-31
ตารางที่ 6-15 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินบะซอลต์ 6-31
ตารางที่ 6-16 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินแกรนิต 6-31
ตารางที่ 6-17 ประสิทธิผลของยางชนิด AC60/70 6-32
ตารางที่ 6-18 ประสิทธิผลของยางชนิด AC40/50 6-32
ตารางที่ 6-19 ประสิทธิผลของยางชนิด NRMA 6-32

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-20 ประสิทธิผลของยางชนิด PMA 6-33
ตารางที่ 6-21 ประสิทธิผลของ Concrete 6-33
ตารางที่ 6-22 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (มูลค่าปี พ.ศ. 2565) 6-34
ตารางที่ 6-23 สรุปค่าใช้จ่ายแต่ละวิธีการปรับปรุงผิวทาง 6-34
ตารางที่ 6-24 สรุปพื้นที่ศึกษาที่จะดำเนินการประเมินประสิทธิผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี 6-37
ตารางที่ 6-25 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-38
ตารางที่ 6-26 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-40
ตารางที่ 6-27 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-40
ตารางที่ 6-28 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-41
ตารางที่ 6-29 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-41
ตารางที่ 6-30 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-42
ตารางที่ 6-31 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-42
ตารางที่ 6-32 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-43
ตารางที่ 6-33 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-43
ตารางที่ 6-34 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-44
ตารางที่ 6-35 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-45
ตารางที่ 6-36 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-46
ตารางที่ 6-37 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-47
ตารางที่ 6-38 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-47
ตารางที่ 6-39 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-48
ตารางที่ 6-40 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-48
ตารางที่ 6-41 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-49
ตารางที่ 6-42 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-49
ตารางที่ 6-43 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-50
ตารางที่ 6-44 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-50

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-45 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-51
ตารางที่ 6-46 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-53
ตารางที่ 6-47 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-53
ตารางที่ 6-48 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-54
ตารางที่ 6-49 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-54
ตารางที่ 6-50 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-55
ตารางที่ 6-51 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-55
ตารางที่ 6-52 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-56
ตารางที่ 6-53 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-56
ตารางที่ 6-54 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-57
ตารางที่ 6-55 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-58
ตารางที่ 6-56 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-59
ตารางที่ 6-57 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-60
ตารางที่ 6-58 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-60
ตารางที่ 6-59 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-61
ตารางที่ 6-60 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-61
ตารางที่ 6-61 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-62
ตารางที่ 6-62 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-62
ตารางที่ 6-63 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-63
ตารางที่ 6-64 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-63
ตารางที่ 6-65 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-64
ตารางที่ 6-66 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-66
ตารางที่ 6-67 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-66
ตารางที่ 6-68 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-67
ตารางที่ 6-69 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-67
ตารางที่ 6-70 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-68
ตารางที่ 6-71 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-68

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-72 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-69
ตารางที่ 6-73 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-69
ตารางที่ 6-74 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-70
ตารางที่ 6-75 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-71
ตารางที่ 6-76 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-72
ตารางที่ 6-77 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-73
ตารางที่ 6-78 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-73
ตารางที่ 6-79 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-74
ตารางที่ 6-80 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-74
ตารางที่ 6-81 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-75
ตารางที่ 6-82 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-75
ตารางที่ 6-83 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-76
ตารางที่ 6-84 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-76
ตารางที่ 6-85 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-77
ตารางที่ 6-86 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-79
ตารางที่ 6-87 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-79
ตารางที่ 6-88 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-80
ตารางที่ 6-89 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-80
ตารางที่ 6-90 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-81
ตารางที่ 6-91 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-81
ตารางที่ 6-92 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-82
ตารางที่ 6-93 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-82
ตารางที่ 6-94 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-83
ตารางที่ 6-95 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-84
ตารางที่ 6-96 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-85
ตารางที่ 6-97 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-86

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-98 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling....6-86
ตารางที่ 6-99 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal....6-87
ตารางที่ 6-100 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay....6-87
ตารางที่ 6-101 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)....6-88
ตารางที่ 6-102 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)....6-88
ตารางที่ 6-103 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)....6-89
ตารางที่ 6-104 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal....6-89
ตารางที่ 6-105 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล....6-90
ตารางที่ 6-106 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay....6-92
ตารางที่ 6-107 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding....6-92
ตารางที่ 6-108 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)....6-93
ตารางที่ 6-109 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay....6-93
ตารางที่ 6-110 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)....6-94
ตารางที่ 6-111 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)....6-94
ตารางที่ 6-112 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving....6-95
ตารางที่ 6-113 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล....6-96
ตารางที่ 6-114 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling....6-97
ตารางที่ 6-115 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay....6-98
ตารางที่ 6-116 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling....6-98
ตารางที่ 6-117 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal....6-99
ตารางที่ 6-118 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay....6-99
ตารางที่ 6-119 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)....6-100
ตารางที่ 6-120 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)....6-100
ตารางที่ 6-121 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)....6-101
ตารางที่ 6-122 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal....6-101
ตารางที่ 6-123 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล....6-102

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-124 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling.....6-104
ตารางที่ 6-125 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-104
ตารางที่ 6-126 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-105
ตารางที่ 6-127 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-105
ตารางที่ 6-128 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-106
ตารางที่ 6-129 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-106
ตารางที่ 6-130 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-107
ตารางที่ 6-131 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-107
ตารางที่ 6-132 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal.....6-108
ตารางที่ 6-133 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-109
ตารางที่ 6-134 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling.....6-110
ตารางที่ 6-135 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-111
ตารางที่ 6-136 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-111
ตารางที่ 6-137 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-112
ตารางที่ 6-138 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-112
ตารางที่ 6-139 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-113
ตารางที่ 6-140 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-113
ตารางที่ 6-141 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-114
ตารางที่ 6-142 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal.....6-114
ตารางที่ 6-143 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-115
ตารางที่ 6-144 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling.....6-117
ตารางที่ 6-145 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-117
ตารางที่ 6-146 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-118
ตารางที่ 6-147 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-118
ตารางที่ 6-148 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-119
ตารางที่ 6-149 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-119

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-150 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-120
ตารางที่ 6-151 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-120
ตารางที่ 6-152 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-121
ตารางที่ 6-153 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-122
ตารางที่ 6-154 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-123
ตารางที่ 6-155 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-124
ตารางที่ 6-156 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-124
ตารางที่ 6-157 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-125
ตารางที่ 6-158 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-125
ตารางที่ 6-159 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-126
ตารางที่ 6-160 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-126
ตารางที่ 6-161 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-127
ตารางที่ 6-162 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-127
ตารางที่ 6-163 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-128
ตารางที่ 6-164 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-130
ตารางที่ 6-165 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-130
ตารางที่ 6-166 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-131
ตารางที่ 6-167 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-131
ตารางที่ 6-168 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay 6-132
ตารางที่ 6-169 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) 6-132
ตารางที่ 6-170 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-133
ตารางที่ 6-171 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS) 6-133
ตารางที่ 6-172 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-134
ตารางที่ 6-173 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล 6-135
ตารางที่ 6-174 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling 6-137
ตารางที่ 6-175 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-137

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-176 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-138
ตารางที่ 6-177 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-138
ตารางที่ 6-178 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-139
ตารางที่ 6-179 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-139
ตารางที่ 6-180 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-140
ตารางที่ 6-181 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-140
ตารางที่ 6-182 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-141
ตารางที่ 6-183 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-142
ตารางที่ 6-184 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling.....6-143
ตารางที่ 6-185 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-144
ตารางที่ 6-186 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-144
ตารางที่ 6-187 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-145
ตารางที่ 6-188 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-145
ตารางที่ 6-189 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-146
ตารางที่ 6-190 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-146
ตารางที่ 6-191 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-147
ตารางที่ 6-192 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal 6-147
ตารางที่ 6-193 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-148
ตารางที่ 6-194 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-150
ตารางที่ 6-195 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding 6-150
ตารางที่ 6-196 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-151
ตารางที่ 6-197 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-151
ตารางที่ 6-198 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-152
ตารางที่ 6-199 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-152
ตารางที่ 6-200 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving 6-153
ตารางที่ 6-201 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-154

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6-200 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving 6-153
ตารางที่ 6-201 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-154
ตารางที่ 6-202 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-155
ตารางที่ 6-203 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding.....6-156
ตารางที่ 6-204 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-156
ตารางที่ 6-205 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-157
ตารางที่ 6-206 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-157
ตารางที่ 6-207 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-158
ตารางที่ 6-208 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving 6-158
ตารางที่ 6-209 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล.....6-159
ตารางที่ 6-210 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling.....6-161
ตารางที่ 6-211 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay 6-161
ตารางที่ 6-212 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling 6-162
ตารางที่ 6-213 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal 6-162
ตารางที่ 6-214 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay.....6-163
ตารางที่ 6-215 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC).....6-163
ตารางที่ 6-216 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัย
วิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) 6-164
ตารางที่ 6-217 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS).....6-164
ตารางที่ 6-218 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal.....6-165
ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุ
จากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา 6-171
ตารางที่ 7-1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....7-7
ตารางที่ 7-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ 7-9
ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 7-13
ตารางที่ 7-4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ..... 7-21
ตารางที่ 7-5 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล..... 7-22
ตารางที่ 7-6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 7-25

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 7-7 สรุปผลการดำเนินงาน 7-29
ตารางที่ 8-2 กำหนดการส่งมอบเอกสารรายงาน 8-2
ตารางที่ 8-2 แผนการดำเนินงานโครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง
เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลัก
และพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 8-3

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการในภาพรวม 1-12
รูปที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุเมื่อถนนเปียกและความเสียดทานของผิวทาง 2-2
รูปที่ 2-2 ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุรถชนสำหรับโครงข่ายถนนในประเทศอังกฤษ 2-3
รูปที่ 2-3 แผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อล้อรถยนต์ขณะมีการเคลื่อนที่ 2-7
รูปที่ 2-4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียดทานตามยาวของผิวทางกับการไถลของยางรถยนต์ 2-8
รูปที่ 2-5 การเคลื่อนที่ของยานพาหนะผ่านโค้งที่มีรัศมีโค้งและความเร็วคงที่และลักษณะแรงกระทำ 2-9
รูปที่ 2-6 กลไกหลักของการเกิดความเสียดทานของผิวทาง 2-10
รูปที่ 2-7 MMLS 3 APT. 2-12
รูปที่ 2-8 ผลการทดสอบ MTD ของมวลรวมละเอียดทั้ง 4 ชนิด 2-12
รูปที่ 2-9 อัตราการลดลงของค่า IFI ในห้องปฏิบัติการ 2-16
รูปที่ 2-10 อัตราการลดลงของค่า IFI สายทางจริง 2-16
รูปที่ 2-11 การเปลี่ยนแปลงของ PSV ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term polishing process) 2-18
รูปที่ 2-12 เส้นโค้ง PSV เชิงอนุพันธ์อันดับสอง 2-18
รูปที่ 2-13 การเปลี่ยนแปลงของ D ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term polishing process) 2-19
รูปที่ 2-14 การเปลี่ยนแปลงของ Rq ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term polishing process) 2-19
รูปที่ 2-15 Attenuation curves of MPD 2-20
รูปที่ 2-16 ผลลัพธ์ SEM ของมวลรวมทั้ง 4 ชนิด ก่อน-หลังการขัด 2-21
รูปที่ 2-17 ค่าการขัดหินปูน (limestone) ที่ถูกพ่นด้วย LSCS ที่มีทรายเป็นส่วนประกอบ (a) ผลการทดสอบ (b) การเปรียบเทียบลักษณะที่ปรากฏ 2-22
รูปที่ 2-18 ภาพ SEM และภาพ 3 มิติของพื้นผิวมวลรวมก่อนและหลังการขัดสี 2-23
รูปที่ 2-19 ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจาก Skid number 2-26
รูปที่ 2-20 แผนผังทั่วไปของส่วนประกอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างยางรถยนต์และพื้นผิวทางเท้า 2-29
รูปที่ 2-21 ค่าสัมประสิทธิ์ของเครื่องตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์แรงด้านข้าง (SCRIM) เทียบกับอัตราการชน 2-29
รูปที่ 2-22 การกระจายตัวของช่วง Friction number กับ จำนวนการชน 2-30

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2-23 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง LFC และค่าความเสียดทาน ที่ได้จากการทดสอบ W/S 2-31
รูปที่ 2-24 ค่าดัชนีความเสียดทานสังเคราะห์ที่คำนวณได้ในแต่ละฤดู 2-31
รูปที่ 2-25 ความยาวคลื่นของผิวถนน 2-33
รูปที่ 2-26 ลักษณะของพื้นผิวถนน 2-33
รูปที่ 2-27 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลค่า MPD 2-37
รูปที่ 2-28 วิธีการคำนวณค่า MPD (ASTM E 1845, 2009) 2-37
รูปที่ 2-29 British Pendulum Tester (BPT) 2-39
รูปที่ 2-30 Dynamic Friction Tester (DFT) 2-40
รูปที่ 2-31 Grip Tester 2-40
รูปที่ 2-32 เครื่องมือ Fixed Slip: T-10 2-41
รูปที่ 2-33 Circular Texture Meter (CTM) 2-42
รูปที่ 2-34 เครื่องมือเลเซอร์ Laser Profiler 2-42
รูปที่ 2-35 ภาพของข้อมูล CFM ในทางโค้งราบทางแยก โดยแสดงค่าเฉลี่ยทุก 30 ฟุต 2-86
รูปที่ 2-36 แผนภาพสถิติการชนในสภาพแห้ง ถนนเซ็นทรัล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 ถึง ค.ศ 2017 2-87
รูปที่ 2-37 แผนภาพสถิติการชนในสภาพเปียก ถนนเซ็นทรัล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 ถึง ค.ศ 2017 2-87
รูปที่ 2-38 แผนที่ของความเสียดทาน MPD และสถติการชน สำหรับถนนเซ็นทรัล 2-88
รูปที่ 2-39 บริเวณที่ติดตั้ง HFST 2-88
รูปที่ 2-40 พัฒนาการของพฤติกรรมการหยุดรถที่ไม่เหมาะสมหลังจากการติดตั้ง HFST 2-89
รูปที่ 2-41 ตัวอย่างหน้าจอหลัก – Dashboard 2-91
รูปที่ 2-42 ตัวอย่างหน้าจอหลัก - การค้นหาทางหลวง 2-91
รูปที่ 2-43 ตัวอย่างหน้าสรุปข้อมูลการสำรวจในแต่ละตอนควบคุม 2-92
รูปที่ 2-44 ตัวอย่างหน้าจอการกรอกข้อมูลในหน้าสรุป 2-92
รูปที่ 2-45 ตัวอย่างหน้าจอแสดงค่าการสำรวจ Deflection 2-93
รูปที่ 2-46 ตัวอย่างหน้าแสดงกราฟแบบฮิสโตแกรม 2-94
รูปที่ 2-47 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงผลข้อมูล Visual Inspection 2-94
รูปที่ 2-48 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่า Skid ซึ่งสำรวจโดยใช้เครื่องมือ Portable Skid Resistance 2-95
รูปที่ 2-49 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่า Skid ซึ่งสำรวจโดยใช้เครื่องมือ ASFT T-10 2-95
รูปที่ 2-50 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยอุปกรณ์ Borescope 2-96

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2-51 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยการ Coring 2-96
รูปที่ 2-52 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยเครื่องมือ GPR 2-97
รูปที่ 2-53 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจโพรงใต้ผิวจราจร 2-97
รูปที่ 2-54 ตัวอย่างหน้าจอข้อมูลสำรวจแหล่งวัสดุ 2-98
รูปที่ 2-55 ตัวอย่างหน้าจอแสดงแผนภูมิการทดสอบ Field Vane Shear 2-98
รูปที่ 2-56 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลการทดสอบ Field Vane Shear 2-99
รูปที่ 2-57 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลข้อมูล CPT 2-99
รูปที่ 2-58 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูล Land Slide 2-100
รูปที่ 2-59 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลหญ้าแฝก 2-100
รูปที่ 2-60 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลโรงโม่หิน 2-101
รูปที่ 2-61 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการแสดงผลข้อมูล Test Section 2-101
รูปที่ 2-62 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูล Test Section 2-102
รูปที่ 2-63 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายละเอียดข่าวประกาศ 2-102
รูปที่ 2-64 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับส่งออกรายงาน 2-103
รูปที่ 2-65 หน้าจอ Preview รายงาน 2-103
รูปที่ 2-66 ตัวอย่างหน้าจอตั้งค่า Web Service 2-104
รูปที่ 2-67 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งค่า Soil Description 2-105
รูปที่ 2-68 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องมือ Genor Vane 2-105
รูปที่ 2-69 หน้าหลักระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (RoadNet) 2-107
รูปที่ 2-70 หน้ารายละเอียดข้อมูลลักษณะผิวทาง 2-108
รูปที่ 2-71 หน้ารายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ 2-109
รูปที่ 2-72 หน้าหลักระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) 2-110
รูปที่ 2-73 หน้าแสดงตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุบนแผนที่ 2-111
รูปที่ 2-74 หน้าหลักระบบ TIMS 2-113
รูปที่ 2-75 หน้าจุดสำรวจระบบ TIMS 2-113
รูปที่ 2-76 หน้าจอการใช้งาน AADT รายจุด 2-114
รูปที่ 2-77 หน้าจอการใช้งาน AADT รายจุด 2-115
รูปที่ 2-78 หน้ารายงานปริมาณจราจรบนทางหลวง 2-116
รูปที่ 2-79 หน้าฐานข้อมูล 2-117

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3-1 สายทางที่สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุการลื่นไถลบ่อยครั้ง 3-5
รูปที่ 3-2 สายทางหรือช่วงบริเวณที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบขอเสนอ
ตั้งแผนงบประมาณเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 3-7
รูปที่ 3-3 สายทางหลักโดยพิจารณาจากสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุก
หรือมีปริมาณการเดินทางสัญจรของรถจำนวนมาก 3-11
รูปที่ 3-4 แผนที่แสดงสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวง
ที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร 3-13
รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทน
ของค่าความต้านทานการลื่นไถล 3-15
รูปที่ 3-6 แผนที่แสดงสรุปการสำรวจสายทางทั้งหมด 3-17
รูปที่ 3-7 พื้นที่ทดสอบ หมายเลขทางหลวง 32 กม.ที่ 5+000 ถึง 10+000 ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต 3-18
รูปที่ 3-8 พื้นที่ทดสอบ หมายเลขทางหลวง 347 กม.ที่ 48+000 ถึง 45+000 ผิวทางคอนกรีต 3-19
รูปที่ 3-9 พื้นที่ทดสอบ หมายเลขทางหลวง 351 กม.ที่ 2+125 ถึง 4+125 ผิวทางคอนกรีต 3-19
รูปที่ 3-10 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-21
รูปที่ 3-11 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-22
รูปที่ 3-12 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-22
รูปที่ 3-13 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-22
รูปที่ 3-14 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-23
รูปที่ 3-15 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-23
รูปที่ 3-16 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-23
รูปที่ 3-17 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-24
รูปที่ 3-18 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-24
รูปที่ 3-19 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-24
รูปที่ 3-20 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-25
รูปที่ 3-21 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-25
รูปที่ 3-22 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-27
รูปที่ 3-23 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-27
รูปที่ 3-24 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-27

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3-25 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-28
รูปที่ 3-26 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-28
รูปที่ 3-27 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-28
รูปที่ 3-28 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-29
รูปที่ 3-29 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-29
รูปที่ 3-30 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-29
รูปที่ 3-31 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร 3-30
รูปที่ 3-32 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-30
รูปที่ 3-33 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร 3-30
รูปที่ 3-34 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง 3-42
รูปที่ 3-35 วิธีการสำรวจสายทาง 120 กม./ชม. 3-43
รูปที่ 3-36 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน 3-43
รูปที่ 3-37 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน 3-44
รูปที่ 3-38 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น 3-44
รูปที่ 3-39 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้ 3-45
รูปที่ 3-40 แสดงภาพเมื่อไม่สามาถเข้าสำรวจได้เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวาง
ทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ 3-45
รูปที่ 4-1 แสดงรายละเอียดการสำรวจตามสำนักงานทางหลวง 4-2
รูปที่ 4-2 รายละเอียดการสำรวจแบ่งตามขอบเขตงาน 4-3
รูปที่ 4-3 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางแอสฟัลต์ 4-4
รูปที่ 4-4 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางคอนกรีต 4-4
รูปที่ 4-5 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต 4-5
รูปที่ 4-6 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของผิวทางคอนกรีต 4-5
รูปที่ 4-7 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต 4-6
รูปที่ 4-8 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของผิวทางคอนกรีต 4-6
รูปที่ 4-9 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบ
ขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 4-7
รูปที่ 4-10 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบ
ขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 4-7

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-11 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบ
ขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 4-8
รูปที่ 4-12 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก 4-8
รูปที่ 4-13 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก 4-9
รูปที่ 4-14 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก 4-9
รูปที่ 4-15 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
ของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. 4-10
รูปที่ 4-16 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง
ของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. 4-10
รูปที่ 4-17 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล
ของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. 4-11
รูปที่ 4-18 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล 4-11
รูปที่ 4-19 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล 4-12
รูปที่ 4-20 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล 4-12
รูปที่ 4-21 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 4-13
รูปที่ 4-22 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 4-13
รูปที่ 4-23 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย 4-14
รูปที่ 4-24 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเทียบกับสถิติ
การเกิดอุบัติเหตุโดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง 4-14
รูปที่ 4-25 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลเทียบกับสถิติ
การเกิดอุบัติเหตุโดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง 4-15

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-26 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางเทียบกับสถิติการเกิดอุบัติเหตุ โดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง 4-15
รูปที่ 4-27 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล กับสถิติการเกิดอุบัติเหตุของผิวทางคอนกรีต 4-16
รูปที่ 4-28 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล กับสถิติการเกิดอุบัติเหตุของผิวทางแอสฟัลต์ 4-16
รูปที่ 4-29 นำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานช่องจราจรซ้ายเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล งานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง 4-18
รูปที่ 4-30 นำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานช่องจราจรขวาเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล งานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง 4-18
รูปที่ 5-1 การผนวกรวมข้อมูลที่รวบรวมได้ด้วยการจับคู่รหัสอุบัติเหตุเดียวกัน 5-2
รูปที่ 5-2 การคัดกรองอุบัติเหตุที่ไม่อยู่ในพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจผิวทางจราจรออกไป 5-4
รูปที่ 5-3 การวิเคราะห์และประเมินจุดเสี่ยง 5-5
รูปที่ 5-4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI) 5-6
รูปที่ 5-5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) 5-6
รูปที่ 5-6 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) 5-7
รูปที่ 5-7 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 5-7
รูปที่ 5-8 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับค่าดัชนีความเสียทานสากล (International Friction Index : IFI) 5-7
รูปที่ 5-9 การวิเคราะห์แบบจตุรภาค (Quadrant Analysis) 5-9
รูปที่ 5-10 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าดัชนีความเรียบสากล 5-9
รูปที่ 5-11 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกร่องล้อ 5-10
รูปที่ 5-12 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง 5-10
รูปที่ 5-13 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง 5-10

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5-14 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 5-11
รูปที่ 5-15 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าดัชนีความเรียบสากล 5-11
รูปที่ 5-16 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกร่องล้อ 5-11
รูปที่ 5-17 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง 5-12
รูปที่ 5-18 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง 5-12
รูปที่ 5-19 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 5-12
รูปที่ 5-20 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางกับค่าความลึกร่องล้อ 5-13
รูปที่ 5-21 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง
กับค่าความลึกร่องล้อของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต 5-14
รูปที่ 5-22 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง
กับค่าความลึกร่องล้อของผิวทางคอนกรีต 5-14
รูปที่ 5-23 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 5-18
รูปที่ 5-24 ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-19
รูปที่ 5-25 ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถลช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม)
ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-20
รูปที่ 5-26 ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-21
รูปที่ 5-27 จำนวนอุบัติเหตุการลื่นไถลที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-21
รูปที่ 5-28 จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-22
รูปที่ 5-29 จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-23
รูปที่ 5-30 จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 5-23
รูปที่ 5-31 จำนวนอุบัติเหตุรูปแบบการชนการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียกแยกรายเดือนและรายปี
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2565 5-24

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5-32 การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
เนื่องจากความแตกต่างของสภาพผิวทางเปียกและผิวทางแห้ง
ในกลุ่มการทดลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูง 5-28
รูปที่ 5-33 การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
เนื่องจากความแตกต่างของสภาพผิวทางเปียกและผิวทางแห้ง
ในกลุ่มการทดลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่ำ 5-29
รูปที่ 5-34 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 5-34
รูปที่ 5-35 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเร็วจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ 5-36
รูปที่ 5-36 ระยะการมองเห็นในแต่ละปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาฝนตก
ดัดแปลงมาจาก : Menghua Yan และคณะ (2021) 5-37
รูปที่ 5-37 ภาพรวมขั้นตอนการบูรณาการแม่แบบวิเคราะห์ 9 ช่อง 5-38
รูปที่ 5-38 แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง 5-39
รูปที่ 5-39 แผนผังการวิเคราะห์การวางแผนปรับปรุงสายทาง 5-45
รูปที่ 5-40 ระยะการสำรวจของปี พ.ศ. 2567 แบ่งตามสำนักงานทางหลวง 5-50
รูปที่ 5-41 การสำรวจของปี พ.ศ. 2567 แบ่งตามสำนักงานทางหลวง 5-51
รูปที่ 6-1 แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง 6-1
รูปที่ 6-2 ช่วงของค่า Crash Modification Factor (CMF) 6-5
รูปที่ 6-3 แนวทางการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมาตรการปรับปรุงผิวทาง 6-13
รูปที่ 6-4 แนวทางการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมาตรการปรับปรุงผิวทาง 6-14
รูปที่ 6-5 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจาก HAIMS 6-14
รูปที่ 6-6 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุในรูปแบบแผนที่จาก HAIMS 6-15
รูปที่ 6-7 ตัวอย่างการชนตามสมมติฐานจากการลื่นไถลบริเวณทางตรง 6-19
รูปที่ 6-8 ตัวอย่างการชนตามสมมติฐานจากการลื่นไถลบริเวณทางโค้ง 6-21
รูปที่ 6-9 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0295+550 6-39
รูปที่ 6-10 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม.0295+550 6-39
รูปที่ 6-11 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300 6-45

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6-12 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300 6-46
รูปที่ 6-13 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901 6-52
รูปที่ 6-14 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901 6-52
รูปที่ 6-15 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600 6-58
รูปที่ 6-16 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600 6-59
รูปที่ 6-17 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700 6-65
รูปที่ 6-18 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700 6-65
รูปที่ 6-19 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850 6-71
รูปที่ 6-20 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850 6-72
รูปที่ 6-21 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600 6-78
รูปที่ 6-22 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600 6-78
รูปที่ 6-23 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000 6-84
รูปที่ 6-24 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000 6-85
รูปที่ 6-25 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175 6-91
รูปที่ 6-26 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175 6-91
รูปที่ 6-27 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000 6-96
รูปที่ 6-28 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000 6-97
รูปที่ 6-29 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200 6-103
รูปที่ 6-30 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200 6-103

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6-31 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500.....6-109
รูปที่ 6-32 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500 6-110
รูปที่ 6-33 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300.....6-116
รูปที่ 6-34 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300 6-116
รูปที่ 6-35 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700.....6-122
รูปที่ 6-36 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700 6-123
รูปที่ 6-37 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890.....6-129
รูปที่ 6-38 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890.....6-129
รูปที่ 6-39 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200.....6-136
รูปที่ 6-40 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200 6-136
รูปที่ 6-41 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040.....6-142
รูปที่ 6-42 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040 6-143
รูปที่ 6-43 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700 6-149
รูปที่ 6-44 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700 6-149
รูปที่ 6-45 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810 6-154
รูปที่ 6-46 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810 6-155
รูปที่ 6-47 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600 6-160
รูปที่ 6-48 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600 6-160
รูปที่ 6-49 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF) ของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC).....6-167
รูปที่ 6-50 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF) ของถนนคอนกรีต (CC) 6-168

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 6-51 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0295+550 6-178
รูปที่ 6-52 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300 6-179
รูปที่ 6-53 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901 6-180
รูปที่ 6-54 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600 6-181
รูปที่ 6-55 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700 6-182
รูปที่ 6-56 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850 6-183
รูปที่ 6-57 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600 6-184
รูปที่ 6-58 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง หลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000 6-185
รูปที่ 6-59 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175 6-186
รูปที่ 6-60 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000 6-187
รูปที่ 6-61 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200 6-188
รูปที่ 6-62 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500 6-189
รูปที่ 6-63 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300 6-190
รูปที่ 6-64 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700 6-191
รูปที่ 6-65 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890 6-192
รูปที่ 6-66 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200 6-193
รูปที่ 6-67 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040 6-194
รูปที่ 6-68 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700 6-195
รูปที่ 6-69 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810 6-196
รูปที่ 6-70 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600 6-197
รูปที่ 7-1 ภาพบรรยากาศการอบรมเผยแพร่ความรู้โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถล ของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลัก และพื้นที่จุดเสี่ยงอันตรายวันพฤหัสบดีที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2566 7-6

บทที่ 1
ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1 หลักการและเหตุผล

ด้วยการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุถนนลื่น เป็นภัยร้ายที่ซ่อนตัวและพร้อมที่จะคุกคามความปลอดภัยของประชาชนผู้ใช้ทางขณะฝนตก ซึ่งมักปรากฏเป็นข่าวและสื่อสังคมออนไลน์อยู่บ่อยครั้ง สร้างความเสียหายต่อภาพลักษณ์ของหน่วยงานกรมทางหลวงเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อให้ประชาชนผู้ใช้ทางเกิดความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระดับโครงข่าย (Network Level) ซึ่งการสำรวจข้อมูลดังกล่าวถือเป็นกระบวนการที่สำคัญเพื่อค้นหาทางสายทางหรือตำแหน่งจุดเสี่ยงต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดอุบัติเหตุขณะฝนตก และเมื่อหากตรวจสอบแล้วพบว่าสายทางหรือตำแหน่งจุดเสี่ยงต่าง ๆ มีความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่อยู่ในระดับไม่ปลอดภัยหรือไม่เป็นไปตามมาตรฐานข้อมูลผลการตรวจสอบดังกล่าวจะนำเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงแก้ไขให้ถนนมีความสะดวกและปลอดภัยต่อไป

ปัจจุบันกรมทางหลวง เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโครงข่ายทางหลวงสายหลักทั่วประเทศมีระยะทางรวมในความรับผิดชอบมากกว่า 52,000 กิโลเมตร ซึ่งการยกระดับความปลอดภัยของทางนั้นล้วนแต่มีความหลากหลายขององค์ประกอบที่ต้องพิจารณา ทั้งด้านประเภทของผิวทาง ลักษณะเรขาคณิตของสายทาง ปริมาณจราจรสะสม รวมถึงประเภทของการออกแบบ อันส่งผลต่อความปลอดภัยอย่างยิ่ง ที่ผ่านมาสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบได้ดำเนินการสำรวจ ประเมิน และจัดเก็บองค์ประกอบต่าง ๆ ของสายทางอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการบันทึกจัดเก็บค่าความต้านทานการลื่นไถลของข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวง โดยข้อมูลการสำรวจถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Material and Inspection Information System : MIIS) อันเป็นหนึ่งภารกิจหลักที่สำคัญของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบเพื่อให้ทราบถึงสภาพความต้านทานการลื่นไถล ณ ปัจจุบันของสายทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงที่เปลี่ยนแปลงไปจากความเสื่อมสภาพอันเนื่องมาจากระยะเวลาและการจราจรสะสมที่เกิดขึ้น ดั้งนั้นข้อมูลที่สำรวจได้จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนวิเคราะห์ และการปรับปรุงแก้ไขเพื่อยกระดับด้านความปลอดภัยงานทางของกรมทางหลวง ให้มีระดับบริการที่ดีและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้ทาง

ด้วยเหตุผลความจำเป็นดังกล่าว ทางสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการสำรวจข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้านงานทาง ซึ่งเป็นการยกระดับการให้บริการด้านความปลอดภัยทางถนนบนสายทางหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตรายของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 คำจำกัดความ

ตารางที่ 1-1 คำจำกัดความ

ลำดับ	คำจำกัดความ	ความหมาย
1	ผู้ว่าจ้าง	กรมทางหลวง
2.	ผู้ยื่นข้อเสนอ	สถาบันการศึกษาของรัฐ หรือสถาบันวิจัยของรัฐ หรือสถาบันบริการทางวิชาการของรัฐ
3.	ที่ปรึกษา	ผู้ที่ได้รับการพิจารณาคัดเลือกจากคณะกรรมการและลงนามในสัญญาจ้างที่ปรึกษากับกรมทางหลวง
4.	จุดเสี่ยงอันตราย	บริเวณบนโครงข่ายถนน (Road Network) ที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อยครั้งและ/หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุซึ่งควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากการที่อุบัติเหตุเกิดขึ้นที่จุดเดียวกันหลายครั้งและมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่คล้ายกัน แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะมีเหตุปัจจัยจากความบกพร่องของถนนและสภาพแวดล้อม
5.	ระบบฐานข้อมูล	ระบบฐานข้อมูลของกรมทางหลวง จัดทำขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลตามภารกิจของหน่วย เช่น ระบบฐานข้อมูล Roadnet ของสำนักบริหารบำรุงทาง ระบบฐานข้อมูล Material and Inspection Information System : MIIS ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบและระบบฐานข้อมูล Plannet ของสำนักแผนงาน และระบบฐานข้อมูล HAIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น
6.	ข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง	ค่าความต้านทานบริเวณผิวสัมผัสระหว่างล้อและผิวทางหรือแรงต้านไม่ให้ล้อลื่นไถลไปบนผิวทาง เมื่อยางรถยนต์หมุนหรือไถลไปตามพื้นผิวถนน
7.	ค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index)	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้อรถและผิวทาง (Coefficient of friction, f) โดยการแปลงค่า f ที่วัดได้ในสนามที่มีความแตกต่างของวิธีการวัด และค่าความเร็วของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่วัดได้ในสนามให้เป็นค่ามาตรฐาน
8.	ข้อมูลค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)	ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยหรือค่าความหยาบของพื้นผิวถนนมีหน่วยเป็นความลึกต่อระยะทาง เช่น มิลลิเมตรต่อเมตร
9.	ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth)	ค่าความลึกของร่องล้อเฉลี่ยของสายทางมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
10.	ความหยาบของผิวทางระดับ Macro Texture	ค่าความยาวคลื่น (Wave Length) ของผิวทางช่วงระหว่าง 0.5 - 50 มิลลิเมตร
11.	ระยะทางสำรวจ	ระยะทางจริงที่วัดได้จากเครื่องทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลเมตร

1.3 วัตถุประสงค์โครงการ

1.3.1 เพื่อสำรวจและตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนผิวทาง หรือจุดที่มีค่าความต้านทานการลื่นไถลไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

1.3.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุถนนลื่น เช่น ความหยาบของผิวทางระดับ Macro Texture ที่ลดลง ความสามารถในการจัดการระบายน้ำบนผิวทาง ความลึกของร่องล้อที่เสียหายมาก ความเสียหายของผิวทางแบบเยิ้ม (Bleeding) ค่าระดับการยกโค้ง (Super Elevation) ค่ารัศมีโค้งของสายทาง เป็นต้น

1.3.3 เพื่อจัดทำคู่มือแนะนำการวางแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่ายทางหลวง (Network Level) และแนะนำการเลือกใช้ผิวทางชนิดต่าง ๆ สำหรับการก่อสร้างและการบำรุงรักษาทาง ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการศึกษาและการดำเนินงาน

1.4.1 งานศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

1.4.1.1 ศึกษาการสำรวจและประเมินสภาพความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction : μ) ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) และดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.4.1.2 ที่ปรึกษาจะต้องรวบรวม ศึกษา และพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction : μ) และค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) ที่นำมาใช้ในโครงการฯ

1.4.1.3 ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการศึกษา รวบรวมข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่จัดเก็บโดยกรมทางหลวงทั้งหมดเท่าที่มีในปัจจุบัน โดยแยกตามประเภทของผิวทาง มวลรวม อายุ และปริมาณจราจร ภูมิภาค สถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น และข้อมูลที่เกี่ยวกับสาเหตุการเกิดการลื่นไถลบนผิวทางและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงกรณีศึกษา (Knowledge Management : KM) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.4.1.4 ที่ปรึกษาจะต้องศึกษา รวบรวม ข้อมูลสายทางในระบบฐานข้อมูลที่กรมทางหลวงมีอยู่ (ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ) ยกตัวอย่างเช่น ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ค่าความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) จากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ข้อมูลประวัติสายทางจากสำนักบริหารบำรุงทาง ข้อมูลสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนผิวทางประเภทยานพาหนะ จากสำนักอำนวยความปลอดภัย รูปแบบค่าเรขาคณิตการยกโค้งจากสำนักสำรวจและออกแบบและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปวิเคราะห์และประกอบการคัดเลือกสายทาง

1.4.2 การคัดเลือกและวางแผนสายทางสำรวจ

การคัดเลือกสายทางสำหรับการวางแผนการสำรวจ ต้องมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร และประกอบไปด้วยที่มาของสายทางดังนี้

1.4.2.1 การสำรวจฯ สายทางหรือช่วงบริเวณที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบข้อเสนอตั้งแผนงบประมาณเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร

1.4.2.2 การสำรวจฯ สายทางหลักโดยพิจารณาจากสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการเดินทางสัญจรของรถจำนวนมากหรืออาจมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง (ถ้ามี) จากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 2,000 กิโลเมตร

1.4.2.3 การสำรวจฯ สายทางในความควบคุมของกรมทางหลวง ที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร

1.4.2.4 การสำรวจฯ สายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่แตกต่างกัน โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร

<u>ทั้งนี้สายทางที่กำหนดสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมและต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ ก่อนดำเนินการในขั้นตอนต่อไป</u>

ตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.2.2, 4.2.3, และ 4.2.4 ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการจัดทำบัญชีสายทางที่แสดงถึงปริมาณการจราจรและปริมาณรถบรรทุก จัดทำบัญชีสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบริเวณพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย จัดทำบัญชีประเภทของผิวทางที่แยกตามชนิดของมวลรวมอายุและรวมถึงผิวทางที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง เพื่อใช้สำหรับคัดเลือกและวางแผนสายทางสำหรับการสำรวจฯ โดยสายทางที่คัดเลือกต้องเป็นสายทางที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกรมทางหลวง โดยมีระยะทางการสำรวจฯ รวมไม่น้อยกว่า 3,200 กิโลเมตร เพื่อสำรวจปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนน เช่น ค่าความเสียดทานสากล ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง ค่าความลึกเฉลี่ยของร่องล้อ แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารโครงการฯ เพื่อพิจารณาและอนุมัติเพื่อทำการสำรวจต่อไป

ทั้งนี้สายทางที่คัดเลือกต้องครอบคลุมประเภทของผิวทาง วิธีการปรับปรุงหรือบำรุงรักษาที่กรมทางหลวงมีการใช้สำหรับงานก่อสร้างและงานบำรุงรักษาทางที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน และสายทางที่คัดเลือกจะต้องครอบคลุมสายทางในทุกภาคของประเทศ ซึ่งไม่รวมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย

1.4.3 การจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำรวจ

ที่ปรึกษาจะต้องจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำรวจ เพื่อใช้ในการสำรวจและจัดทำข้อมูลในโครงการฯ โดยชุดอุปกรณ์สำรวจต้องสามารถสำรวจข้อมูลบนสายทางของกรมทางหลวงได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสำรวจสภาพผิวทางที่มีความเร็วที่เหมาะสม และนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารโครงการฯ เพื่อพิจารณาและอนุมัติให้ใช้ในการสำรวจต่อไป โดยมีความสามารถของอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.4.3.1 ชุดอุปกรณ์สำรวจสภาพความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้รถสำรวจค่าความเสียดทาน

โดยชุดอุปกรณ์สำรวจสภาพความเสียดทานแบบต่อเนื่อง (Continuous Friction Measuring Equipment) ตามมาตรฐาน ISO 8349 สามารถให้แรงกดลงสู่ผิวทางได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 140 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์ Slip ที่ 13 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้การทดสอบมีความใกล้เคียงกับระบบเบรกของรถยนต์ในปัจจุบัน ยางล้อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E1551 มีหัวจ่ายน้ำที่สามารถสร้างฟิลม์น้ำบริเวณหน้าล้อทดสอบที่ความหนา 1 มิลลิเมตร และสามารถแปรผันตามความเร็วที่ทดสอบ อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณค่าความเสียดทานสากลและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

1.4.3.2 ชุดอุปกรณ์สำรวจค่าลักษณะความลึกผิวทางเฉลี่ย (Mean Profile Depth : MPD)

โดยชุดอุปกรณ์สำรวจเลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกเฉลี่ยในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 (Standard Practice for Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth) โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ระดับของเลเซอร์เป็นระดับ Class 3B
- ขนาดลำแสง (Spot Size) ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร
- มีความถี่ไม่น้อยกว่า 16 kHz.
- มีความถี่ในการเก็บข้อมูลระยะไม่เกินกว่า 1 มิลลิเมตร
- มีอุปกรณ์วัดอัตราเร่งตามแนวแกนเพื่อปรับแก้ค่าจากชุดเลเซอร์ (Accelerometer)

1.4.3.3 ชุดกล้องบันทึกภาพองค์ประกอบต่าง ๆ ของแปลงทดสอบ

- มีกล้องบันทึกภาพที่สามารถบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้ มีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 1,600 X 1,200 พิกเซล สำหรับบันทึกภาพองค์ประกอบต่าง ๆ ของแปลงทดสอบ เช่น สภาพแวดล้อมข้างทาง ลักษณะเรขาคณิต ความเสียหายของผิวทาง เป็นต้น ติดตั้งบริเวณด้านหน้าของรถและสามารถถ่ายภาพได้คมชัดทั่วทั้งภาพแม้ขณะรถสำรวจเคลื่อนที่หรือมีการสั่นไหว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- มีกล้องบันทึกภาพที่สามารถบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้ มีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 1,600 X 1,200 พิกเซล สำหรับบันทึกภาพลักษณะความหยาบของผิวทางและสามารถบันทึกภาพในโหมด Marco ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

1.4.4 การดำเนินการสำรวจสภาพทาง

1.4.4.1 การกำหนดรูปแบบการสำรวจฯ และสอบเทียบเครื่องทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง

ก่อนเริ่มดำเนินการการสำรวจที่ปรึกษาจะต้องเสนอรูปแบบวิธีการในการสำรวจฯ และวิธีการสอบเทียบเครื่องทดสอบ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจฯ ในพื้นที่ที่คณะกรรมการบริหารโครงการฯ กำหนดโดยการสอบเทียบต้องครอบคุลมทั้งผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต และผิวทางคอนกรีต โดยมีระยะทางรวมกันในการสอบเทียบไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร ข้อมูลที่ได้จากการกำหนดรูปแบบของการสำรวจและการสอบเทียบต้องแสดงถึงความเหมาะสมของค่าที่ได้ เพื่อใช้เป็นค่าของตัวแทนแปลงทดสอบนั้น ๆ และแสดงถึงระดับความถูกต้องแม่นยำของเครื่องทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ ซึ่งก่อนเริ่มดำเนินการต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ เพื่อใช้ดำเนินการในการสำรวจในโครงการฯ ต่อไป

1.4.4.2 ดำเนินการสำรวจสภาพความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้รถสำรวจค่าความเสียดทาน

ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสำรวจ ค่าความเสียดทานของผิวทางในสายทางตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการฯ เห็นชอบ โดยใช้ยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์สำรวจความเสียดทานของผิวทางแบบต่อเนื่อง (Continuous Friction Measuring Equipment) ตามรูปแบบวิธีการในการสำรวจฯ ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ ตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.4.1 และสามารถประมวลผลที่ความละเอียดไม่เกิน 25 เมตร ซึ่งข้อมูลทั้งหมดต้องระบุพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Position System : GPS) ได้โดยสำรวจเป็นระยะทางรวมไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร

1.4.4.3 ดำเนินการสำรวจลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสำรวจค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทางในตำแหน่งแนวเดียวกันกับที่ดำเนินการสำรวจค่าความเสียดทานของผิวทาง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคำนวณค่าความเสียดทานสากล โดยสำรวจเป็นระยะทางรวมกันไม่น้อยกว่า5,000 กิโลเมตร

1.4.4.4 ดำเนินการถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการถ่ายภาพนิ่งเพื่อแสดงให้องค์ประกอบภาพรวม เช่น พื้นที่แปลงสำรวจและตรวจสอบ ประเภทของผิวทาง ลักษณะความหยาบของผิวทาง กราฟค่าทดสอบเบื้องต้นและถ่ายภาพเคลื่อนไหวขณะทำการสำรวจตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.4.2

1.4.5 ประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล

ที่ปรึกษาจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล ดังนี้

1.4.5.1 การรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูลตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.1.4 และถูกคัดเลือกตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.2

1.4.5.2 การประมวลผลข้อมูลค่าที่ได้จากสำรวจตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.4.2 และข้อ 4.4.3

1.4.6 การจัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง

ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล พร้อมนำเข้าและแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.5.2 ในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System : MIIS) เพื่อใช้ในการสืบค้น การจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวงจะต้องไม่มีผลกระทบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบและรูปแบบจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบเดิม

1.4.7 วิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในสายทางของกรมทางหลวง จากข้อมูลทั้งหมดที่ดำเนินการสำรวจและรวบรวมจากกรมทางหลวง

1.4.7.1 ที่ปรึกษาจะต้องนำข้อมูลจากการสำรวจและจากการรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งจุดเสี่ยงที่อาจเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง

1.4.7.2 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง เช่น ค่าความเสียดทานของผิวทาง ค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทาง ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting Depth) ลักษณะทางเรขาคณิตของถนน และการระบายน้ำ เป็นต้น

1.4.7.3 ที่ปรึกษาจะต้องนำข้อมูลจากการสำรวจและจากการรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาตรวจสอบที่เหมาะสมกับสายทางที่กฎหมายให้ใช้ความเร็วสูงสุด 120 กม./ชม. เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง

1.4.7.4 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สินที่มีปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยจำแนกเป็นรายเดือน รายปี หรือตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการฯ กำหนด เป็นต้น เพื่อใช้ข้อมูลตั้งต้นสำหรับการพิจารณาลงทุนที่เหมาะสม เพื่อป้องกันหรือลดความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องจากเหตุปัจจัยดังกล่าวในอนาคต

1.4.7.5 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการลื่นไถลของยานพาหนะบนผิวทางขณะฝนตกหรือผิวทางสภาวะเปียก เพื่อหาเหตุปัจจัยในการลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทย จากข้อมูลทั้งที่ดำเนินการสำรวจและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล โดยมุ่งหวังเพื่อลดอัตราการบาดเจ็บ การเสียชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนภาพรวมของทั้งประเทศ อันเป็นเป้าหมายหลักตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (7) ประเด็นโครงสร้างพื้นฐาน ระบบโลจิสติกส์และดิจิทัล (พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2580) ที่ต้องการลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนให้เหลือ 12 คนต่อประชากรแสนคนให้ได้ภายในปี พ.ศ. 2570

1.4.7.6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแก่ผู้บริหาร สำหรับการกำหนดยุทธศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทางในอนาคต ซึ่งเป็นผลมาจากโครงการผลการตรวจสอบด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

1.4.8 การนำเสนอแนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศไทยและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

1.4.8.1 ที่ปรึกษาจะต้องเสนอแนวทางในการวางแผนการสำรวจแก้ไขเชิงป้องกัน เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการลื่นไถลบนผิวทาง เพื่อสำรวจและตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนผิวทาง หรือจุดที่มีค่าความต้านทานการลื่นไถลไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

1.4.8.2 ที่ปรึกษาจะต้องการศึกษาประสิทธิภาพทางวิศวกรรมความปลอดภัยและด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมตามประเภทของการบำรุงทางที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน และเสนอแนวทางการบำรุงทางที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางอื่น ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

1.4.8.3 ที่ปรึกษาจะต้องนำเสนอ รูปแบบ แนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถล ให้ครอบคลุมสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลตามปัจจัยต่าง ๆ อย่างน้อย 20 กรณี ทั้งนี้รูปแบบและวิธีการปรับปรุงที่กำหนดต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ ก่อนดำเนินการต่อไป

1.4.9 การจัดทำรายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย จัดทำคู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางและแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level)

1.4.9.1 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำรายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์สำหรับผู้บริหาร จากสรุปผลการศึกษาตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.7.6

1.4.9.2 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำคู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ เครื่องจักรและรูปแบบในการก่อสร้างให้สอดคล้องกับปริมาณจราจร ความเร็วที่กฎหมายกำหนดและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จากการศึกษาตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.8.2

1.4.9.3 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำคู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ หรือปรับปรุงด้วยวิธีการต่าง ๆ เครื่องจักรและรูปแบบในการบำรุงทางให้สอดคล้องกับปริมาณจราจร ความเร็วที่กฎหมายกำหนด และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จากการศึกษาตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.8.2

1.4.9.4 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำคู่มือแนะนำแนวทางเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง พื้นที่จุดเสี่ยง การวางแผน สำหรับการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level) ให้สามารถรักษาระดับการให้บริการด้านความปลอดภัยจากการศึกษาตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.8.1

1.4.9.5 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำรายงาน รูปแบบ แนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถล ให้ครอบคลุมสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลตามปัจจัยต่าง ๆ อย่างน้อย 20 กรณี ตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.8.3

1.4.10 การจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้

ที่ปรึกษาจะต้องจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ ความสำคัญ ประโยชน์ และความคุ้มค่าจากการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทาง และแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level) ให้แก่ผู้ที่ปฏิบัติงานหรือเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษาทาง การวางแผนและตรวจสอบ โดยจัดอบรมรูปแบบ On-site จำนวนไม่น้อยกว่า 60 ท่าน และสามารถรองรับรูปแบบการจัดอบรม Online ด้วยระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 วัน ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ ก่อนดำเนินการ

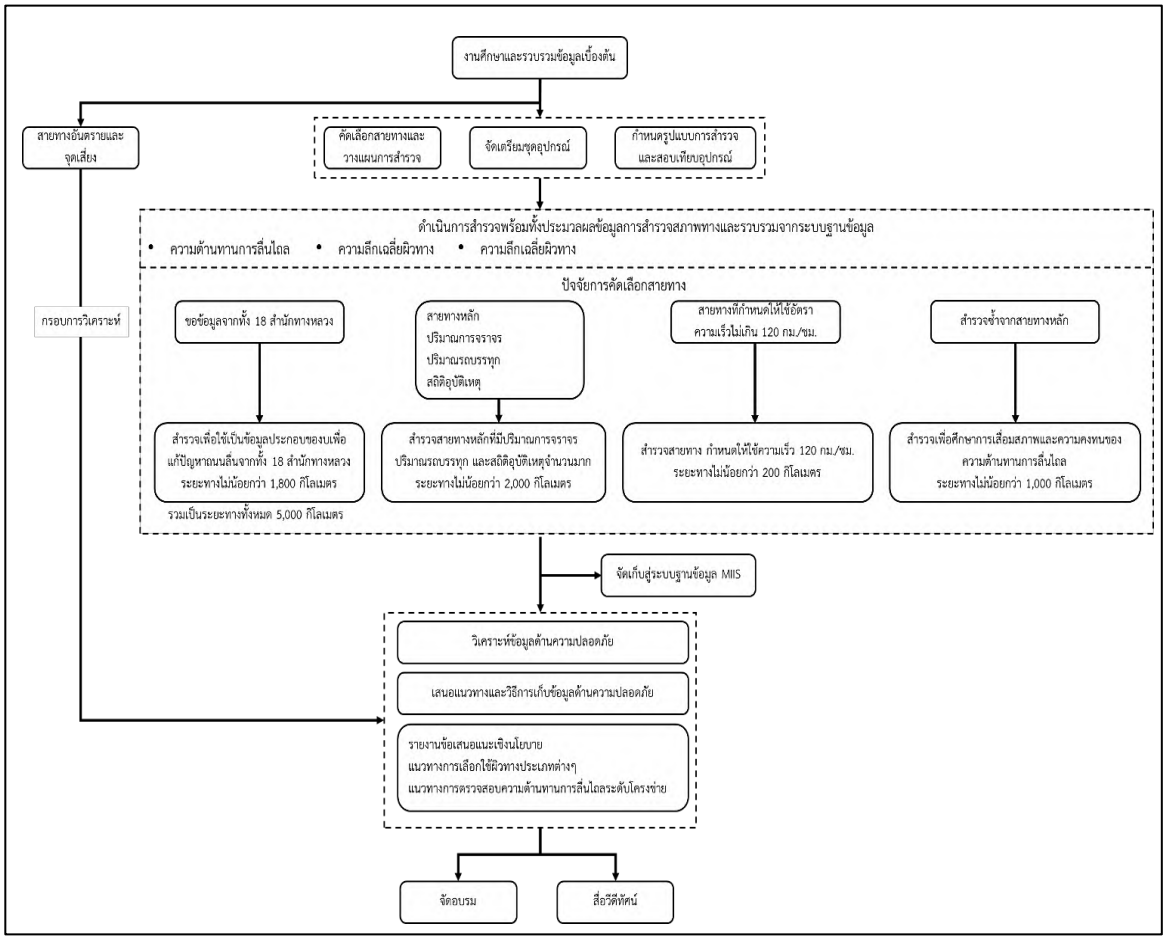
1.4.11 การจัดทำวีดิทัศน์แนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการ

1.4.11.1 ที่ปรึกษาต้องจัดทำวีดิทัศน์เพื่อแนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการ และประโยชน์โดยตรงที่ประชาชนผู้ใช้ทางได้รับ โดยมีความยาวระหว่าง 12 - 15 นาที บรรยายเป็นภาษาไทยและมีคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

1.4.11.2 ที่ปรึกษาต้องจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ อธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานตามขอบเขตของงาน (TOR) ข้อ 4.9 โดยมีความยาวระหว่าง 7 - 10 นาที บรรยายเป็นภาษาไทยและมีคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

1.4.12 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

มีขอบเขตของงานแสดงดังรายละเอียดไว้ในบทที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย งานศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น การคัดเลือกและวางแผนสายทางสำรวจ การจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำรวจ การดำเนินการสำรวจสภาพทาง การประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัย การนำเสนอแนวทางวิธีการเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัย การจัดทำรายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย การจัดทำคู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางและแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level) การจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ และการจัดทำวีดีทัศน์



รูปที่ 1-1 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการในภาพรวม

บทที่ 2
ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม

2.1 งานศึกษาและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

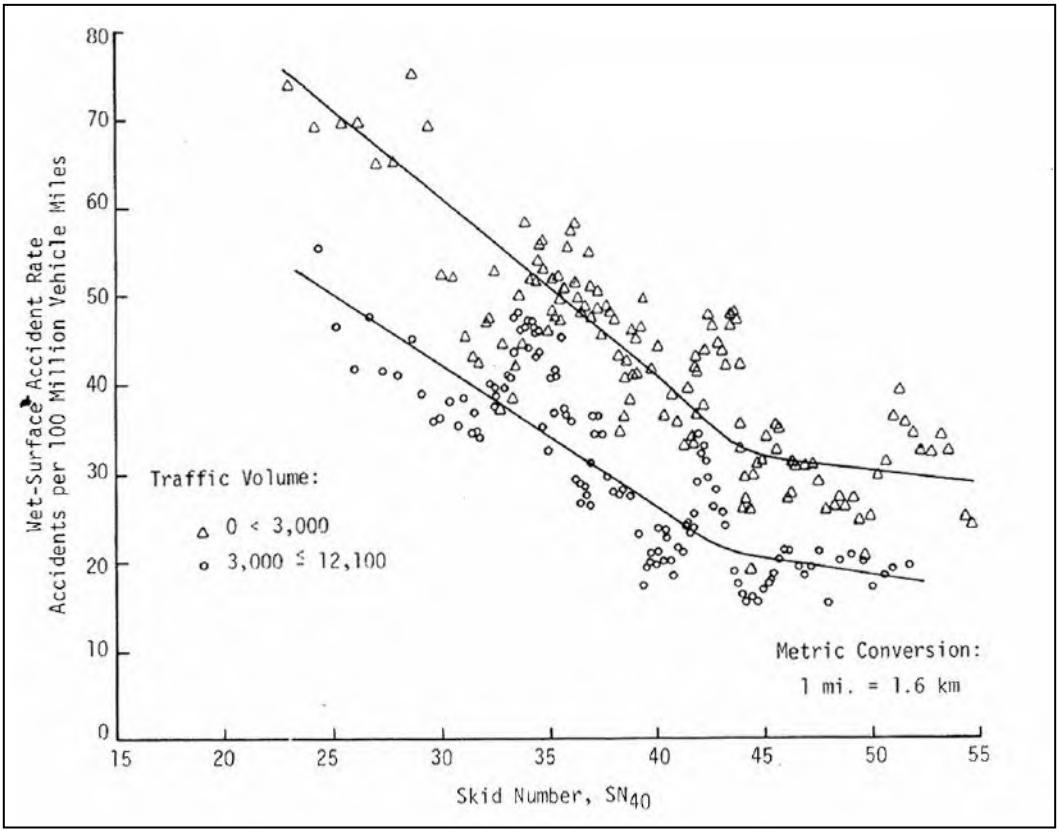
2.1.1 ศึกษาการสำรวจและประเมินสภาพความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of Friction : μ) ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD) และดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance)

ความเสียดทานของผิวทางหรือความต้านทานการลื่นไถล (Pavement-Tire Friction หรือ Pavement Friction หรือ Skid Resistance) เป็นปัจจัยหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนน โดยเฉพาะความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุรถชนกันอันเนื่องมาจากถนนลื่นในกรณีที่ถนนเปียก (Wet Skidding Crash) ซึ่งพบว่า โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวจะลดลงเมื่อความเสียดทานระหว่างยางรถยนต์กับผิวทางมีมากขึ้น (Moyer, 1959) อย่างไรก็ตามการเกิดอุบัติเหตุรถชนกันที่เกี่ยวข้องกับความเสียดทานของผิวทาง (Skid-Related Crash) มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย อาทิเช่น สภาพทางเรขาคณิตของถนน คุณลักษณะทางการจราจร ความเร็วของยานพาหนะ พฤติกรรมของผู้ขับขี่ และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ดังนั้นในส่วนของผิวทางที่เปียกจึงเป็นเพียงหนึ่งในหลายปัจจัยที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในลักษณะดังกล่าว

- ความสำคัญของความเสียดทานของผิวทาง

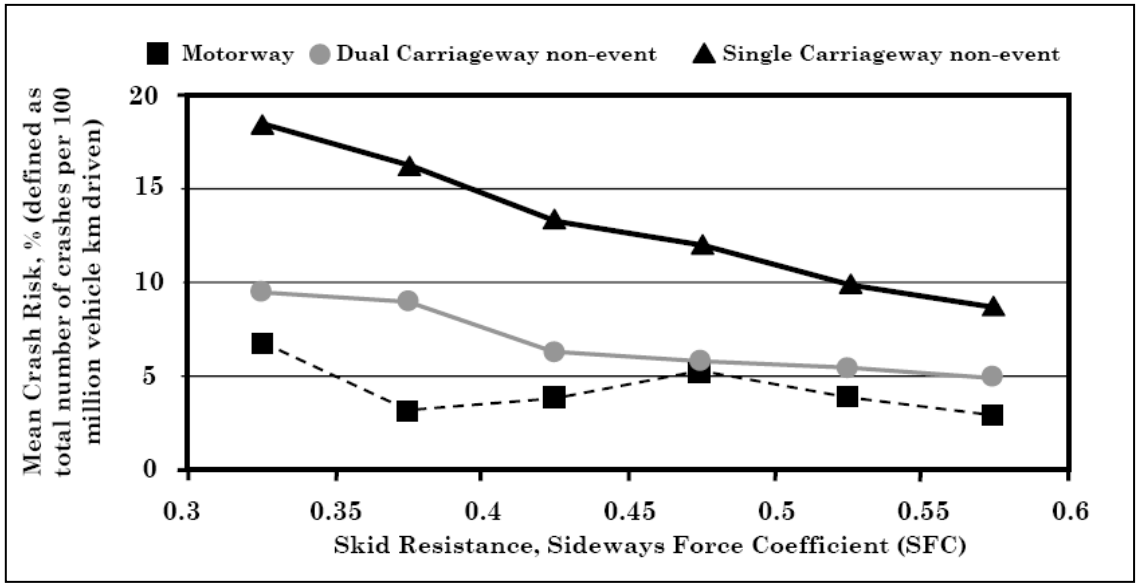
ความเสียดทานของผิวทางที่เกิดขึ้นระหว่างยางรถยนต์กับผิวทางเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่เป็นตัวควบคุมและลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุรถชน (Henry, 2000 และ Ivey และคณะ, 1992) จากการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ พบว่า เมื่อสภาพของถนนเปียกจะทำให้เกิดอุบัติเหตุรถชนกันเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันยังมีส่วนทำให้ความเสียดทานของผิวทางลดลงเช่นกัน ดังตัวอย่างผลการศึกษาของ Rizenbergs และคณะ ในปี ค.ศ. 1973 แสดงดังรูปที่ 2-1 ซึ่งแสดงถึงอัตราการเกิดอุบัติเหตุรถชนกันและข้อมูลความเสียดทานของผิวทางบนทางหลวงนอกเมืองในรัฐเคนทักกี (Kentucky) ในถนนที่มีปริมาณจราจรในระดับต่ำจนถึงปานกลาง จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุเมื่อถนนเปียกมีค่าลดลง เมื่อความเสียดทานของผิวทางมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (SN40 ซึ่งเป็นค่าความเสียดทานของผิวทางที่วัดจากเครื่องมือทดสอบ Locked-Wheel Friction Tester โดยวัดที่ระดับความเร็ว 40 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ 64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)



ที่มา : Rizenbergs et al., 1973

รูปที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุเมื่อถนนเปียกและความเสียดทานของผิวทาง

จากการศึกษาของกรมการขนส่งของรัฐเทกซัส (Texas Department of Transportation, TxDOT) โดย McCullough และคณะในปี ค.ศ. 1966 พบว่า การเสียชีวิตและได้รับบาดเจ็บสูงขึ้นเมื่อความเสียดทานของผิวทางลดลง (วัดที่ระดับความเร็ว 50 ไมล์ต่อชั่วโมง หรือ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) นอกจากนี้ การศึกษาของ Agent และคณะในปี ค.ศ. 1996 รวมทั้ง Wallman และ Astrom ในปี ค.ศ. 2001 พบว่า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้ การศึกษาของประเทศอังกฤษได้ให้ผลสรุปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ ความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้นเมื่อระดับความเสียดทานของผิวทางมีค่าลดลง แสดงดังรูปที่ 2-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุรถชนและความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง โดยจากผลการศึกษา Tangent Alignments ในสภาพถนนเปียกโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า SCRIM ที่ระดับ 13 % Slip (Viner et al., 2004)



ที่มา : Viner et al., 2004

รูปที่ 2-2 ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุรถชนสำหรับโครงข่ายถนนในประเทศอังกฤษ

ถึงแม้ว่าในหลายงานวิจัยได้สรุปข้อมูลเบื้องต้นว่า ความเสียดทานของผิวทางมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดอุบัติเหตุรถชนเมื่อสภาพถนนเปียก แต่งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์อย่างถูกต้องแม่นยำหรือบ่งชี้เฉพาะว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางขนาดเท่าใดหรือระดับใดที่ทำให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุรถชนเมื่อถนนเปียกเพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง (Henry, 2000 ; Larson, 1999) ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะว่าความต้องการทางด้านความเสียดทานของผิวถนน (Friction Demand) เปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่และเวลาอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของสภาพถนนหรือเขตทาง (Site Conditions) คุณลักษณะทางด้านการจราจร (Traffic Characteristics) และคุณลักษณะของผู้ขับขี่หรือยานพาหนะ (Driver/vehicle Characteristics) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานของผิวทางค่าหนึ่งเหมาะสมกับความต้องการความเสียดทานของพื้นที่หนึ่งและเหมาะสมกับช่วงเวลาหนึ่งที่พิจารณาเท่านั้น แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานดังกล่าวจะไม่เหมาะสมสำหรับพื้นที่อื่นหรือช่วงเวลาอื่น ดังนั้นการควบคุมความเสียดทานของผิวถนนในระดับโครงข่ายถนนจะต้องขึ้นอยู่กับการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทาง และจำนวนการเกิดอุบัติเหตุรถชนตามช่วงเวลาในแต่ละส่วนของช่วงสายทางหรือสายทาง (Pavement Segment Level) บนโครงข่ายถนนที่พิจารณา

เมื่อพิจารณาด้านความปลอดภัยทางถนน ความเสียดทานของผิวทางเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและลดจำนวนการชนกันของรถ จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Giles และคณะ (1962) พบว่า หากมีค่าความเสียดทานเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เมื่อ FN มีค่ามากกว่า 60 จะมีความเสี่ยงเล็กน้อยที่จะเกิดการชนกัน แต่จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อ FN มีค่าต่ำกว่า 50

McCullough และ Hankins (1966) ได้แนะนำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ต่ำที่สุดที่ทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงการเกิดอุบัติเหตุลดลงเท่ากับ 0.4 (FN เท่ากับ 40) โดยทดสอบที่ความเร็วคงที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จาก 571 ตำแหน่งทดสอบในรัฐ Texas ประเทศสหรัฐอเมริกา

ในปี ค.ศ. 1991 ได้มีงานศึกษาของหน่วยงาน Israeli Public Works Department เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียดทานของผิวทางที่วัดได้จาก Mu-Meter และจำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวง พบว่า ค่าความเสียดทานที่อ่านได้จาก Mu-Meter สูงกว่า 37 สามารถลดจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุลงได้ 7.5 เปอร์เซ็นต์ (Craus และคณะ, 1991)

หน่วยงาน Florida Department of Transportation ได้ทดสอบค่าความเสียดทานของผิวทางโดยใช้เครื่องมือล้อยางทั้งชนิด Smooth Tire และ Ribbed Tire โดยทำการทดสอบบนสายทางที่มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์และบนสายทางที่มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกมากกว่า 50% ผลการศึกษาพบว่า SN64S (ทดสอบที่ความเร็ว 64 ไมล์ต่อชั่วโมง และใช้เครื่องทดสอบล้อยางชนิด Smooth Tire) เท่ากับ 25 สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับระหว่างสายทางที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงและต่ำ (Henry, J.J. และ Wambold, J.C.,1992)

จากรายงานผลการวิจัยในประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1996 พบว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุจะเพิ่มขึ้นเป็น 5 เท่าบนถนน Bordeaux Ring Road เมื่อค่า Side-Force Coefficient (SFC) ลดลงจากมากกว่า 0.6 เหลือน้อยกว่า 0.5 (Larson, R.M., 1999)

นักวิจัยของหน่วยงาน Pennsylvania Transportation Institute ได้พัฒนาแบบจำลอง Fuzzy Logic เพื่อทำนายการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียก โดยพิจารณาพารามิเตอร์ ได้แก่ SN ความเร็วที่กำหนด ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน ช่วงเวลาขณะผิวทางเปียก ความยากง่ายในการขับขี่ ผลการศึกษาพบว่า ถ้า SN เพิ่มขึ้นจาก 33.4 เป็น 48 สามารถลดการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (Xiao, J. และคณะ, 2000)

จากผลการศึกษาของ Norwegian Road Grip Project ในประเทศนอร์เวย์ ได้แสดงอัตราการเกิดการชนกันที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่าง ๆ (Wallman, C.G. และ H. Åström, 2001)

Carl-Gustaf Wallman และ Henrik Åström (2001) ได้ทำการศึกษาข้อมูลค่าความเสียดทานในแต่ละประเทศและหาความสัมพันธ์ระหว่างความเสียดทานของถนนกับอัตราเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้พบว่าค่าความเสียดทานของแต่ละประเทศไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบค่ามีเกณฑ์ที่ต่างกัน ดังนั้นจึงได้เสนอวิธีการหาค่าดัชนีความเสียดทานเพื่อปรับให้ค่าที่วัดจากอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน มีมาตรฐานเดียวกันสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อค่า FN ลดลง ทั้งกรณีสภาพผิวถนนแห้งและเปียก

José และคณะ (2009) ได้ประเมินผลกระทบของความเสียดทานที่มีต่อสภาพความปลอดภัยทางถนนภายใต้สภาวะพื้นถนนมีความเปียกชื้น โดยศึกษาข้อมูลการชนจากถนนสองช่องจราจรบริเวณนอกเมืองในประเทศสเปนระยะทางรวมมากกว่า 1,750 กิโลเมตร และใช้เครื่องมือ SCRIM หาค่าความเสียดทานผิวทาง พบว่า เมื่อค่าความเสียดทานเพิ่มสูงขึ้น อัตราการชนจะมีแนวโน้มลดลง รวมถึงการปรับปรุงค่าความเสียดทานผิวทางจะมีส่วนช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนถนนที่มีสภาพเปียกชื้นได้

นอกจากนี้จากผลการทดสอบด้วยเครื่องมือ พบว่า เมื่อค่าเฉลี่ย SCRIM มีค่าเปลี่ยนแปลงจากตัวเลขที่ต่ำกว่า 50 เป็นค่าที่มากกว่า 60 แล้ว จะส่งผลช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุบนถนนที่มีสภาพเปียกชื้นถึง 68% และบนถนนเปียกชื้นที่มีทางโค้ง 84% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงผิวทางให้มีระดับความเสียดทานที่เหมาะสมจะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุได้

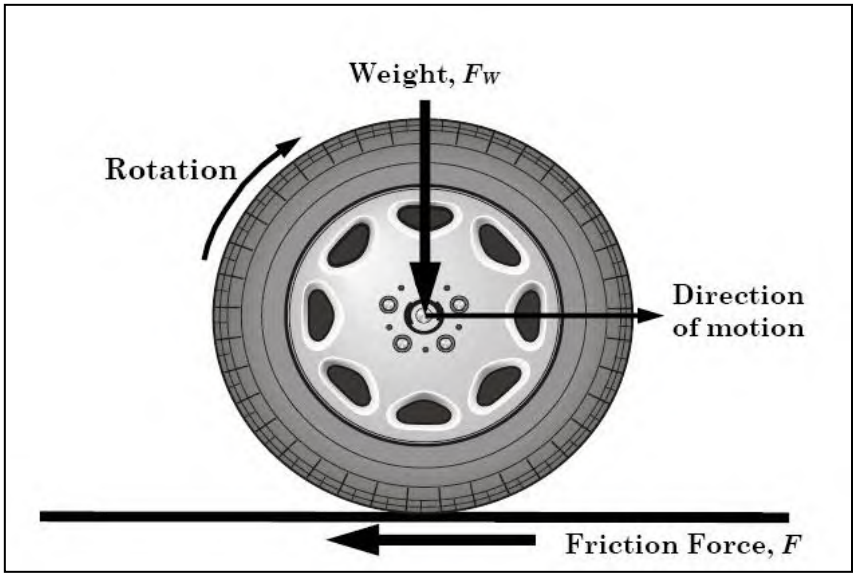
H.P.Lindenmann (2006) ได้ศึกษาความสำคัญของค่าความเสียดทานของผิวถนนที่มีต่อการเกิดอุบัติเหตุในสภาวะถนนเปียกชื้น โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเสียดทานของผิวถนนกับการเกิด Black Spot และในส่วนขั้นตอนการศึกษาจะวิเคราะห์ข้อมูลของสภาพผิวถนนและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนถนนทางด่วนในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ระหว่างปี ค.ศ. 1999 ถึง ค.ศ. 2003 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างถนนที่มีค่าความเสียดทานไม่เพียงพอนั้นยังมีส่วนสัมพันธ์กับอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณ Black Spot เพียงเล็กน้อย ซึ่งถือเป็นแนวทางแก่นักวิจัยเพื่อศึกษาความสำคัญของค่าความเสียดทานของผิวถนนในกรณีการเกิดอุบัติเหตุบริเวณ Black Spot เพิ่มจำนวนสูงขึ้น

Leden และคณะ (1998) ได้ตรวจสอบผลจากการปรับสภาพผิวหน้าของพื้นถนนต่อความปลอดภัยบนสายทางหลักในประเทศฟินแลนด์ โดยได้แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรกทำการศึกษาค่าความเสียดทานบนถนนที่ปรับสภาพผิวใหม่ในช่วงหลังฤดูหนาว ส่วนที่สองศึกษาผลกระทบจากการปรับสภาพผิวถนนต่อความเร็วของยานพาหนะ ซึ่งพบว่าบนถนนที่ไม่ได้ทำการปรับสภาพผิวจะส่งผลต่อความเร็วยานพาหนะเพียงเล็กน้อย แต่ถนนที่มีสภาพไม่เปียกชื้นที่ได้ทำการปรับสภาพผิวจะมีส่วนช่วยเพิ่มความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ และในการศึกษาส่วนสุดท้ายได้พิจารณาการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังปรับสภาพผิวถนน ซึ่งพบว่าการเพิ่มขึ้นของความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุมีค่าอัตราการเพิ่มน้อยกว่าร้อยละ 7 และสำหรับช่วงฤดูหนาวมีการเพิ่มของความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุอยู่ในช่วงร้อยละ 3 ถึง 7 แต่ทั้งนี้ในงานการศึกษานี้ยังมีจุดด้อยก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในเรื่องของจำนวนข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุที่ใช้พิจารณามีจำนวนไม่มากนัก

Usman และคณะ (2010) ได้พัฒนาแบบจำลองในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความถี่การเกิดอุบัติเหตุในช่วงที่มีพายุหิมะกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสภาพจราจร เช่น ลักษณะสภาพผิวทาง ความสามารถในการมองเห็น เป็นต้น ทั้งนี้ในเรื่องสภาพ ความเสียดทานของผิวทางได้นำดัชนีชี้วัดสภาพผิวถนนมาเป็นตัวช่วยอธิบายสภาพผิวทางในส่วนขั้นตอนการศึกษาจะพิจารณาข้อมูลที่มีลักษณะปัจจัยแตกต่างกัน เช่น สภาพอากาศ สภาพความเสียดทานถนน จำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นต้น จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการพัฒนาแบบจำลอง 3 วิธี ได้แก่ Negative Binomial model, Generalizes NB model, และ Zero inflated NB model มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล ทั้งนี้พบว่า วิธี Generalizes NB model มีความเหมาะสมมากที่สุด และยังพบว่าสภาพผิวถนนในลักษณะต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับความปลอดภัยบนท้องถนน

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction: μ)

ความเสียดทานของผิวทาง (Pavement Friction) คือ แรงต้านทานการเคลื่อนไหวระหว่างยางของรถยนต์กับผิวทาง แรงต้านทานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อยางรถยนต์หมุนหรือไถลไปตามพื้นผิวของถนน แสดงดังรูปที่ 2-3 ซึ่งแรงต้านทานนี้สามารถหาได้จากสมการดังนี้



(ที่มา: Guide for Pavement Friction, 2007-2008)

รูปที่ 2-3 แผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อล้อรถยนต์ขณะมีการเคลื่อนที่

โดยที่

m = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทาง
F = แรงเสียดทานในแนวสัมผัส
F_w = น้ำหนักรถยนต์ที่กระทำกับล้อในแนวดิ่ง

- ความเสียดทานตามยาว (Longitudinal Friction)

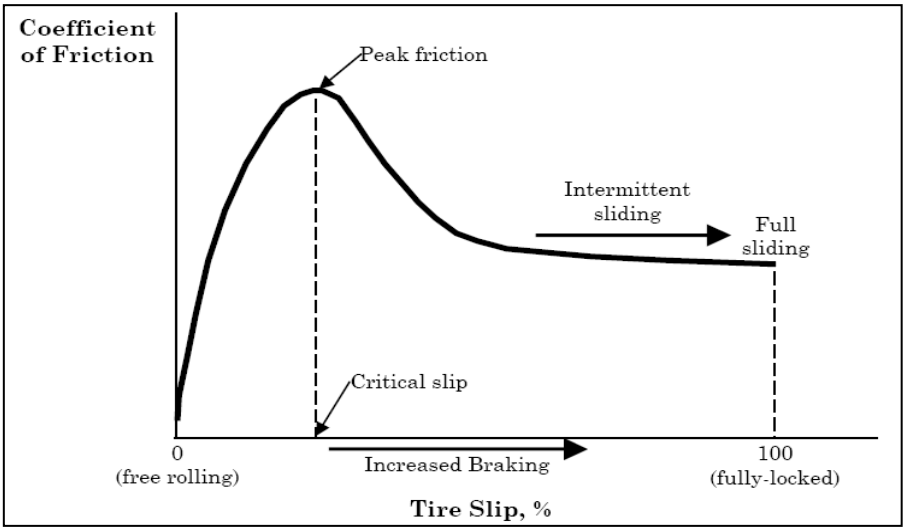
กระบวนการเกิดความเสียดทานตามยาว ประกอบด้วย กลไก 2 รูปแบบ คือ การหมุนอิสระ (Free Rolling) และการเบรกคงที่ (Constant-braked) รูปแบบการหมุนอิสระ (ไม่มีการเบรก) ความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างเส้นรอบยางรถยนต์และผิวทาง หรือความเร็วไถล (Slip Speed) มีค่าเท่ากับศูนย์สำหรับรูปแบบการเบรกคงที่ ความเร็วไถลเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึงจุดที่มีค่าเป็นไปได้สูงสุดของความเร็วของยวดยาน ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของความเร็วไถลแสดงดังสมการดังนี้ (Meyer, 1982)

$$S = V - V_P = V - (0.68 \acute{} w \acute{} r)$$

โดยที่

S = ความเร็วไถล (Slip Speed, mi/h)
V = ความเร็วขับขี่ (Vehicle Speed, mi/h)
Vp = ความเร็วการหมุนของล้อ (Average Peripheral Speed of the Tire, mi/h)
w = ความเร็วเชิงมุม (Angular Velocity of the Tire, radians/sec)
r = รัศมีล้อเฉลี่ย (Average Tire Radius, ft)

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (m) ระหว่างยางรถยนต์กับผิวทางจะเปลี่ยนแปลงไปตามการไถล (Slip) แสดงดังรูปที่ 2-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อการไถลเพิ่มขึ้นในช่วงแรก โดยค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อสัดส่วนของการไถลมีค่าประมาณร้อยละ 10 - 20 (Critical Slip) หลังจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะลดลงไปจนถึงค่าที่เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานการลื่นไถล (Coefficient of Sliding Friction) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสัดส่วนของการไถลมีค่าร้อยละ 100 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูงสุดและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานการลื่นไถลอาจมีค่าถึงร้อยละ 50 ของค่าการไถล และค่าความแตกต่างเมื่อสภาพผิวทางเปียกจะมีค่ามากกว่าผิวทางแห้ง



ที่มา : Henry, 2000

รูปที่ 2-4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียดทานตามยาวของผิวทางกับการไถลของยางรถยนต์

ยานพาหนะที่มีระบบ Anti-lock Braking System (ABS) จะถูกออกแบบให้มีการเบรกและปล่อยสลับกัน โดยระบบจะถูกออกแบบให้เบรกเป็นเวลาหนึ่งจนเกือบถึงจุดที่การไถลสูงสุด จากนั้นจะถูกปล่อยเบรกจนใกล้ถึงจุดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูงสุดสลับกันไป จึงทำให้การเบรกมีประสิทธิภาพสูงสุด

- ความเสียดทานด้านข้าง (Side Force Friction)

ประเด็นที่สำคัญอื่น ๆ เกี่ยวกับความเสียดทานนั่นคือ ความเสียดทานด้านข้างซึ่งแรงดังกล่าวนี้จะมีผลทำให้ยวดยานเปลี่ยนทิศทาง หรือการชดเชยด้วย Cross-slope หรือผลกระทบจากแรงลมแรงที่กระทำกับผิวทางและยางรถยนต์บริเวณทางโค้ง แสดงดังรูปที่ 2-5 และมีความสัมพันธ์แสดงไว้ในสมการดังนี้

$$e + f = \frac{v^2}{gR} = \frac{0.0079V^2}{R} = \frac{V^2}{127R}(\text{Metric})$$

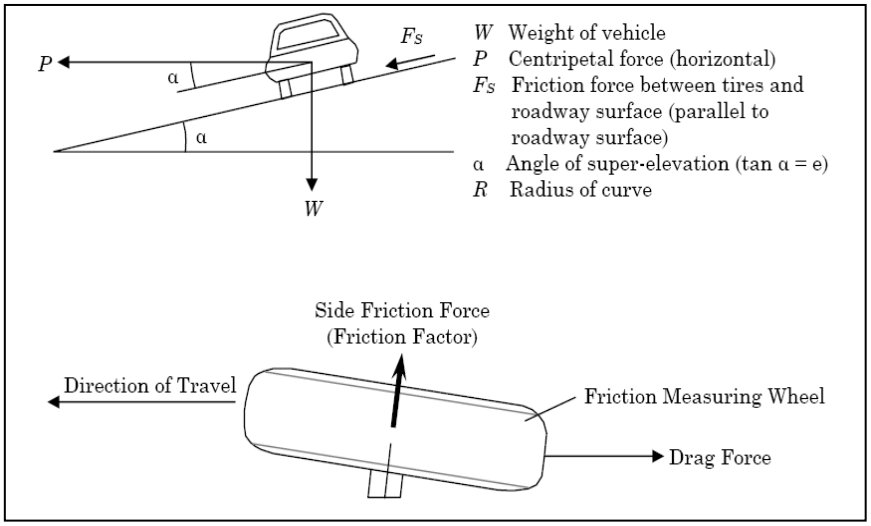
โดยที่

F_s = แรงเสียดทานด้านข้าง

V = ความเร็วของรถ (ไมล์/ชั่วโมง)

R = รัศมีความโค้ง (ฟุต)

e = ระดับการยกโค้งของถนน



ที่มา : AASHTO, 2004

รูปที่ 2-5 การเคลื่อนที่ของยานพาหนะผ่านโค้งที่มีรัศมีโค้งและความเร็วคงที่และลักษณะแรงกระทำ

- กลไกการเกิดความเสียดทานของผิวทาง

ความเสียดทานของผิวทางรวมเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ความเสียดทานหลัก ได้แก่ แรงยึดติด (Adhesion) และแรงต้านวัตถุ (Hysteresis) แสดงดังรูปที่ 2-6 ถึงแม้ว่ามีองค์ประกอบอื่นที่ทำให้เกิดความเสียดทานของผิวทาง เช่น แรงเฉือนที่เกิดขึ้นในยางรถยนต์ เป็นต้น แต่องค์ประกอบเหล่านั้นมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงยึดติดและแรงต้านวัตถุ ดังนั้นความเสียดทานของผิวทางจะพิจารณาเฉพาะที่เกิดจาก แรงยึดติดและแรงต้านวัตถุแสดงดังสมการดังนี้

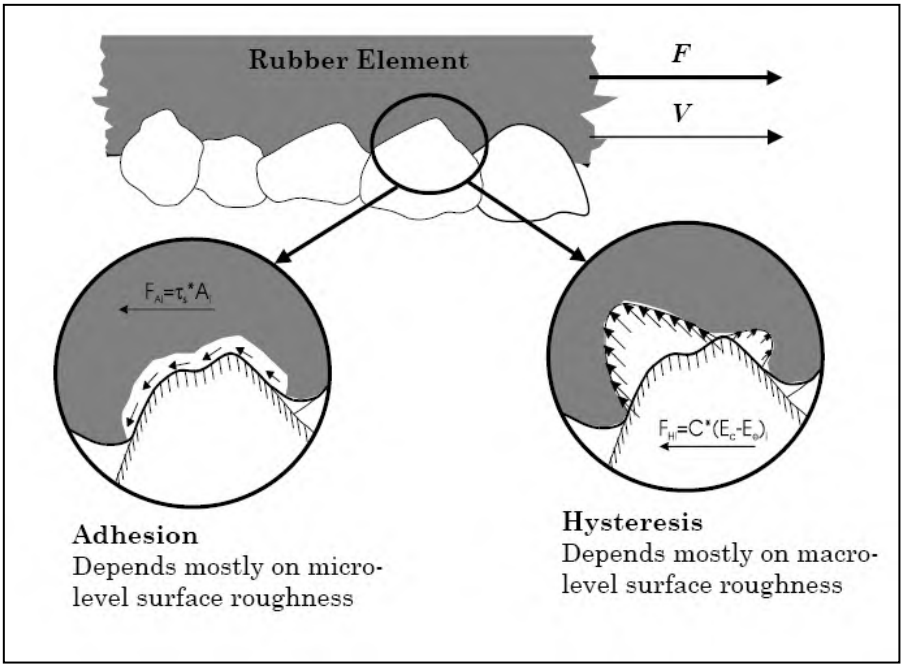
$$F = F_A + F_H$$

โดยที่

F = ความเสียดทานของผิวทางรวม

F_A = ความเสียดทานของผิวทางที่เกิดจากแรงยึดติด (Adhesion)

F_H = ความเสียดทานของผิวทางที่เกิดจากแรงต้านวัตถุ (Hysteresis)



ที่มา : Guide for Pavement Friction, 2007-2008

รูปที่ 2-6 กลไกหลักของการเกิดความเสียดทานของผิวทาง

แรงยึดติด (Adhesion) เกิดจากความเสียดทานที่เกิดจากแรงยึดเกาะขนาดเล็กระหว่างยางของรถยนต์กับผิวทางที่สัมผัสกัน ซึ่งแรงดังกล่าวนี้เป็นฟังก์ชันของหน่วยแรงเฉือนของผิวสัมผัสและพื้นที่สัมผัส ส่วนแรงต้านวัตถุ (Hysteresis) เกิดจากการสูญเสียพลังงานอันเนื่องจากการเสียรูปขนาดใหญ่ของยางรถยนต์ โดยปกติการเสียรูปนี้จะหมายถึงการเสียรูปของยางรถยนต์ที่ห่อหุ้มพื้นผิวนั้นเมื่อยางรถยนต์กดลงไปที่พื้นผิวถนน การกระจายของหน่วยแรงทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเก็บไว้ในยาง เมื่อยางถูกปล่อยหรือผ่อนคลายจะทำให้พลังงานที่ถูกเก็บไว้ส่วนหนึ่งถูกปล่อยคืน ในขณะที่พลังงานบางส่วนสูญเสียไปในรูปของพลังงานความร้อนซึ่งไม่สามารถนำกลับคืนมาได้พลังงานที่สูญเสียไปดังกล่าวนี้คือความเสียดทานทั้งหมด (ที่เกิดจากแรงต้านวัตถุ) ที่ช่วยให้รถหยุดการเคลื่อนไหว

ลักษณะของพื้นผิวส่งผลกระทบต่อกลไกทั้งแรงยึดติดและแรงต้านวัตถุความเสียดทานที่เกิดจากแรงยึดติดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นผิวสัมผัสจริงของยางรถยนต์และพื้นผิวหยาบของถนน ส่วนความเสียดทานที่เกิดจากแรงต้านวัตถุนั้นเกิดจากการเปลี่ยนรูปหรือความเหนียวหรือยืดหยุ่น (Visco-elastic) ของวัสดุที่ทำดอกยางรถยนต์ และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของรถยนต์

โดยทั่วไปแล้วแรงยึดติดจะมีความสัมพันธ์กับ Micro-texture ส่วนแรงต้านวัตถุจะมีความสัมพันธ์กับ Macro-texture เป็นหลัก สำหรับผิวทางที่เปียก แรงยึดติดจะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ในขณะที่แรงต้านวัตถุมีค่าสูงขึ้นตามความเร็ว

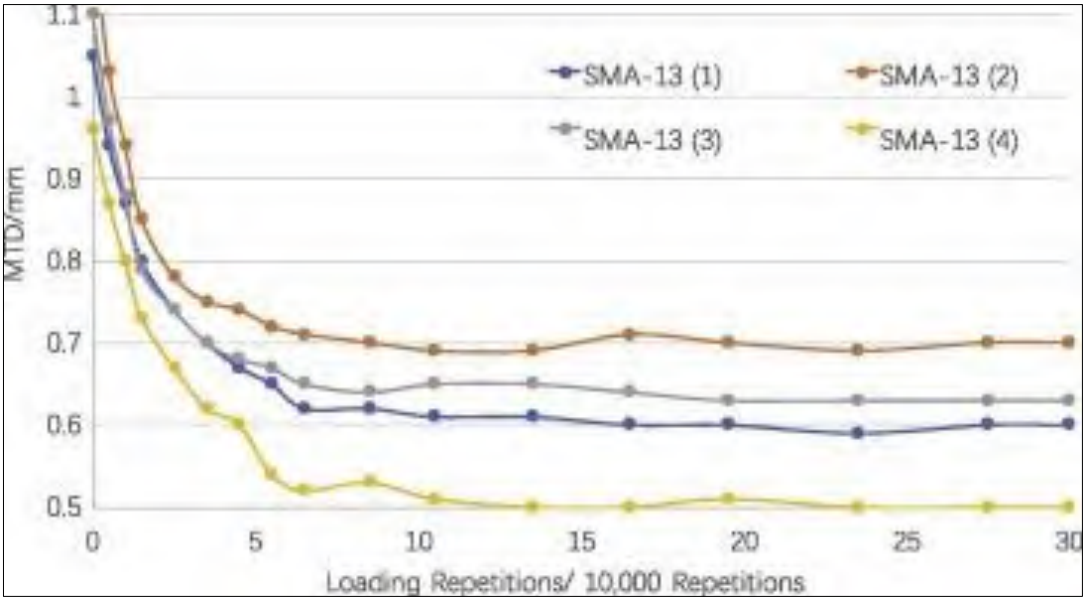
- เทคโนโลยีผิวทาง

คุณลักษณะทางกายภาพของผิวทางเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความเสียดทานโดยตรง ซึ่งลักษณะทางกายภาพนั้นมีความสัมพันธ์กับประเภทของมวลรวมที่เป็นองค์ประกอบของผิวทาง นอกจากค่าความเสียดทานที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบส่วนผสมวัสดุผิวทางแล้วยังต้องคำนึงถึงความคงทนของวัสดุมวลรวมอีกด้วย งานวิจัยดังต่อไปนี้ศึกษาผลของมวลรวมต่างชนิดกันต่อค่าความเสียดทานและความคงทนของผิวทาง เป็นการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม

Cong Lin และ Wang Tongjing (2018) ศึกษาผลกระทบของเหลี่ยมมุมมวลรวมละเอียด (Fine aggregate angularity : FAA) ต่อการต้านทานการลื่นไถลของผิวทางแอสฟัลต์ แสดงให้เห็นว่าเหลี่ยมมุมมวลรวมละเอียดมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการต้านทานการลื่นไถลในระดับ Macro-texture แต่ในพื้นผิวระดับ Micro-texture มีอิทธิพลเล็กน้อยเท่านั้น และความต้านทานการลื่นไถลในระดับ Macro-texture มีความเสถียรเร็วกว่าระดับ Micro-texture จากการทดสอบค่า Mean Texture Depth (MTD) มวลรวมละเอียด 4 ชนิด ได้แก่ หินปูน, ตะกรันเหล็ก, หินบะซอลต์, และ Mixed sand (หินบะซอลต์และทรายธรรมชาติผสมกันในอัตราอัตราส่วน 3 ต่อ 7 ตามลำดับ) ที่มีค่าเหลี่ยมมุมมวลรวมละเอียดต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ใน Stone Matrix Asphalt (SMA) และแอสฟัลต์คอนกรีตธรรมดา (AC) อย่างแยกกัน โดยค่า Mean Texture Depth (MTD) แสดงถึงระดับแรงเสียดทานของการขัดโดยเครื่องมือ MMLS3 APT ผลการทดสอบ MTD ของมวลรวมละเอียดทั้ง 4 ชนิด แสดงให้เห็นว่าสารผสมทั้งหมดมีระดับแรงเสียดทานสูงสุดในระยะเริ่มต้น ซึ่ง SMA 2 (ตะกรันเหล็ก) มีระดับแรงเสียดทานมากที่สุด ตามด้วย SMA 3 (หินบะซอลต์), SMA 1 (หินปูน), และ SMA 4 (Mix-sand) ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ Mean Texture Depth (MTD) แสดงให้เห็นว่าความต้านทานการลื่นไถลขั้นสุดท้ายขึ้นอยู่กับความต้านทานการลื่นไถลเริ่มต้น



รูปที่ 2-7 MMLS 3 APT.



รูปที่ 2-8 ผลการทดสอบ MTD ของมวลรวมละเอียดทั้ง 4 ชนิด

Qiang Joshua Li และคณะ (2018) ตรวจสอบพารามิเตอร์พื้นผิวมวลรวมและพื้นผิวถนนแบบ 3 มิติที่หลากหลาย ทั้งในระดับ Macro-scales และระดับ Micro-scales เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์กับแรงเสียดทานของผิวทาง (Pavement Friction) และพัฒนาแบบจำลองการทำนายแรงเสียดทานภายใต้พารามิเตอร์พื้นผิวมวลรวมและพื้นผิวถนนที่มีอิทธิพลมากที่สุด โดยข้อมูลความเสียดทานของผิวทาง (Pavement Friction) และข้อมูลพื้นผิวระดับ Macro-texture ถูกรวบรวมอย่างต่อเนื่องที่ความเร็วทางหลวง (Highway Speeds) ในถนน 22 แห่ง โดยใช้เครื่องมือชนิด Grip Tester และเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสความเร็วสูง (High-Speed Profiler) ในขณะที่คุณสมบัติโดยรวมภายใต้ 3 มิติจะถูกวัดโดยใช้เครื่องสแกนภาพเลเซอร์ 3 มิติแบบพกพาที่มีความละเอียดสูงพิเศษถึง 0.05 และ 0.01 มม. ในทิศทางด้านข้างและแนวตั้ง ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ 8 ตัว ได้แก่ ตัวชี้วัดสภาพความขรุขระของผิว (Mean Profile Depth ; MPD), เอนโทรปี (Entropy ; Tetp), อัตราส่วนพื้นผิว (Texture Aspect Ratio ; Str), ค่าความหนาแน่นสูงสุด (Peak Density ; Spd), ค่าความโค้งสูงสุด (Peak Curvature ; Spc), Dales Volume (Sdv), ความเบ้ของการกระจายความสูง (Skewness of the Height Distribution ; Ssk), และอัตราส่วนวัสดุเชิงพื้นที่ (Areal Material Ratio ; Smr) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อแรงเสียดทานของผิวทาง ซึ่งได้รับเลือกให้เป็นพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลเกี่ยวข้องถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาแบบจำลองแรงเสียดทาน แต่พารามิเตอร์ MPD แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลน้อยที่สุด ในขณะที่ Tetp (Textural Parameter) และ Spc (Feature Parameter) เป็นพารามิเตอร์พื้นผิวรวม 3 มิติที่มีอิทธิพลมากที่สุด แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถทำนายประสิทธิภาพแรงเสียดทานของผิวทางได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถช่วยหน่วยงานทางหลวงในการพัฒนาแนวทางการเลือกโดยรวมสำหรับความต้านทานการลื่นไถลที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ที่ครอบคลุมของคุณสมบัติมวลรวมบนแรงเสียดทานบนผิวทางสามารถช่วยให้นักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ดีขึ้นว่าควรวัดมวลรวมอย่างไรและควรใช้ตัวบ่งชี้ใดในการระบุลักษณะรวมเพื่อให้ผลโดยตรงในการปรับปรุงประสิทธิภาพภาคสนาม



(a) Grip Tester



(b) AMES 8300 High Speed Profiler

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2018) วิเคราะห์คุณลักษณะของวัสดุมวลรวมทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ หินแกรนิต หินปูน และหินบะซอลต์ โดยแหล่งหินครอบคลุมทั้ง 4 ภาคของประเทศไทย ซึ่งวัสดุมวลรวมทั้ง 10 แหล่งถูกนำมาทดสอบคุณลักษณะต่าง ๆ โดยผลการทดสอบ Aggregate Crushing Test, Aggregate Impact Test, และ Los Angeles Abrasion Test พบว่า หินบะซอลต์เป็นมวลรวมที่แตกหักและสูญเสียมวลหินหลังจากรับแรงกระทำในรูปแบบต่าง ๆ ได้ยากที่สุด รองลงมาคือ หินแกรนิตและหินปูน ตามลำดับจากการทดสอบ Soundness Test ยังแสดงให้เห็นว่าหินบะซอลต์มีความคงทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดีที่สุด รองลงมาคือ หินแกรนิตและหินปูนเช่นเดียวกัน และจากการทดสอบ Polished Stone Value Test แสดงให้เห็นว่ามวลรวมกลุ่มหินแกรนิตจะให้ Polished Stone Value (PSV) ก่อนขัดมากที่สุด แต่เมื่อนำตัวอย่างไปขัดตามมาตรฐานการทดสอบ พบว่า หินแกรนิตมีแนวโน้มสูญเสียค่าความต้านทานการลื่นไถลมากกว่าหินปูนและหินบะซอลต์ตามลำดับซึ่งมวลรวมที่ให้ค่า IFI หรือดัชนีความเสียดทานสากลเริ่มต้นสูงที่สุด คือ มวลรวมในกลุ่มหินบะซอลต์และหินแกรนิต

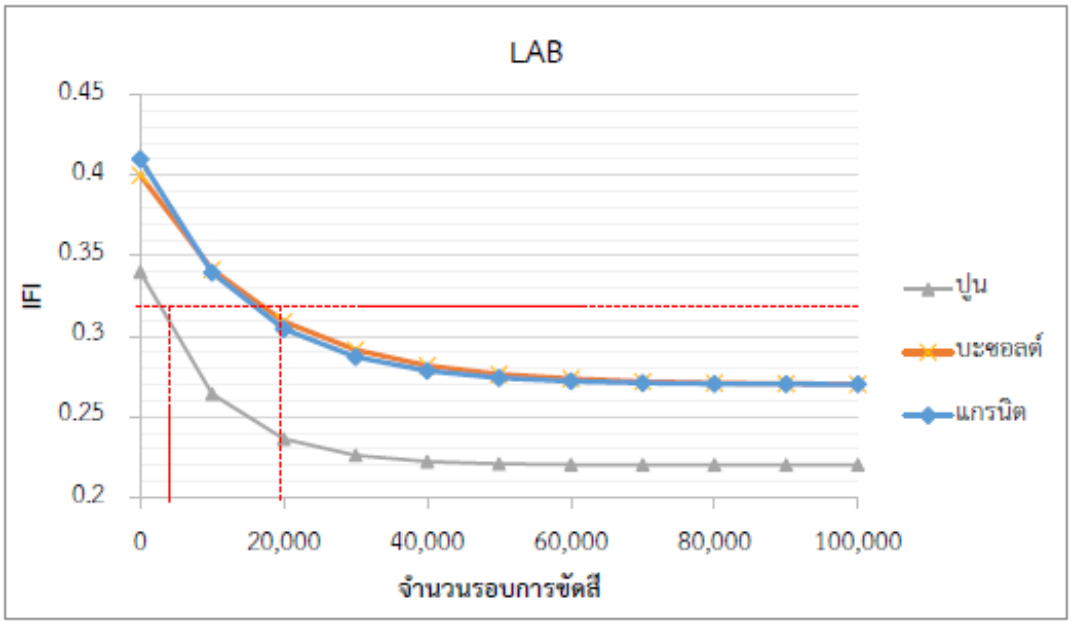
และยังให้ค่า IFI ต่ำที่สุดสูงกว่ามวลรวมกลุ่มหินปูนอีกด้วยอัตราการถดถอยของค่า IFI (ค่า c ในสมการทำนาย) จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่า การใช้หินปูนเป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะเสื่อมสภาพเร็วกว่าหินแกรนิตและหินบะซอลต์ และจากการทดสอบ AC60-70 ในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าการสูญเสียค่า IFI ของผิวแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหินมวลรวมเป็นหลัก ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบวัสดุที่มีผลต่อค่าความต้านทานการลื่นไถลของแอสฟัลต์คอนกรีต

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่าง ๆ ของมวลรวมที่ได้จากการทดสอบ

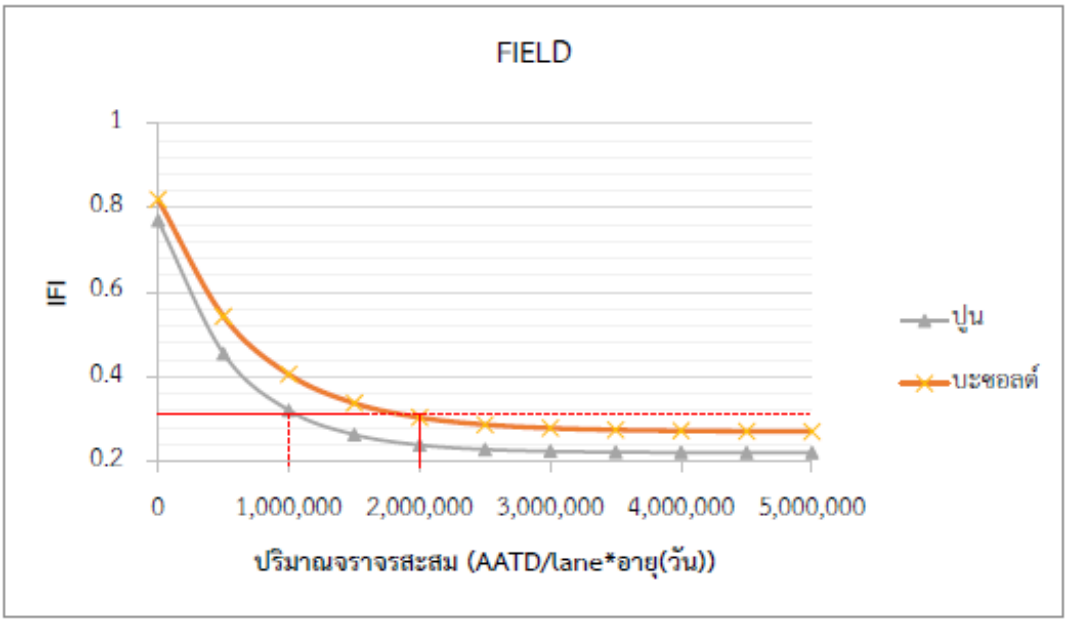
	หินปูน		หินบะซอลต์		หินแกรนิต	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
AIV (%)	22	1.0329	15	0.9678	20	2.6375
ACV (%)	20	1.2832	11	0.9074	17	2.3617
LA (%)	28	7.2275	17	0.2517	26	6.4347
Soundness-Course (%)	2.3	0.531	1.7	0.5	2.1	0.0707
Soundness-Fine (%)	5.6	0.8355	4.4	0.6807	5.1	0.0707
$PSV_{initial}$	64	4.0689	63	2.524	70	5.8926
PSV_{final}	40	8.3845	41	2.6458	41	0.7071
ΔPSV	24	9.8246	22	4.5501	29	5.1854
จำนวนแหล่งวัสดุ	5		3		2	

หมายเหตุ : ผลการทดสอบคุณสมบัติ ของหินมวลรวม จากการสุ่มตัวแทนจากโรงโม่10 แหล่ง ซึ่งอาจไม่ครบครุมหินทุกชนิดในประเทศ

สำหรับอัตราการถดถอยของค่า IFI ทั้งให้ห้องปฏิบัติการและภาคสนาม แสดงให้เห็นว่าหินแกรนิตและหินบะซอลต์ มีอัตราการลดลงที่ช้ากว่าหินปูน



รูปที่ 2-9 อัตราการลดลงของค่า IFI ในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 2-10 อัตราการลดลงของค่า IFI สายทางจริง

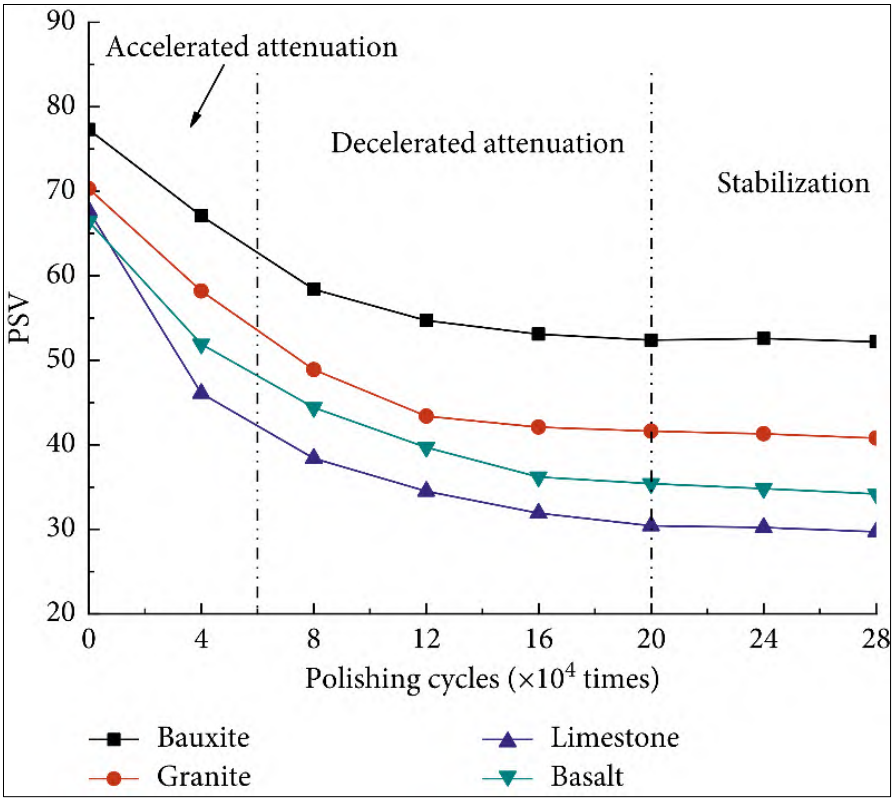
โดยหากคำนวณโดยอ้างอิงจากเกณฑ์ระดับพึงระวังจาก สำนักงานวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง (2560) ในโครงการวิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทาง ได้กำหนดระดับพึงระวังที่ค่า IFI เท่ากับ 0.32 จะได้ผลแสดงดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงการลดลงของ IFI ณ ระดับพึงระวัง

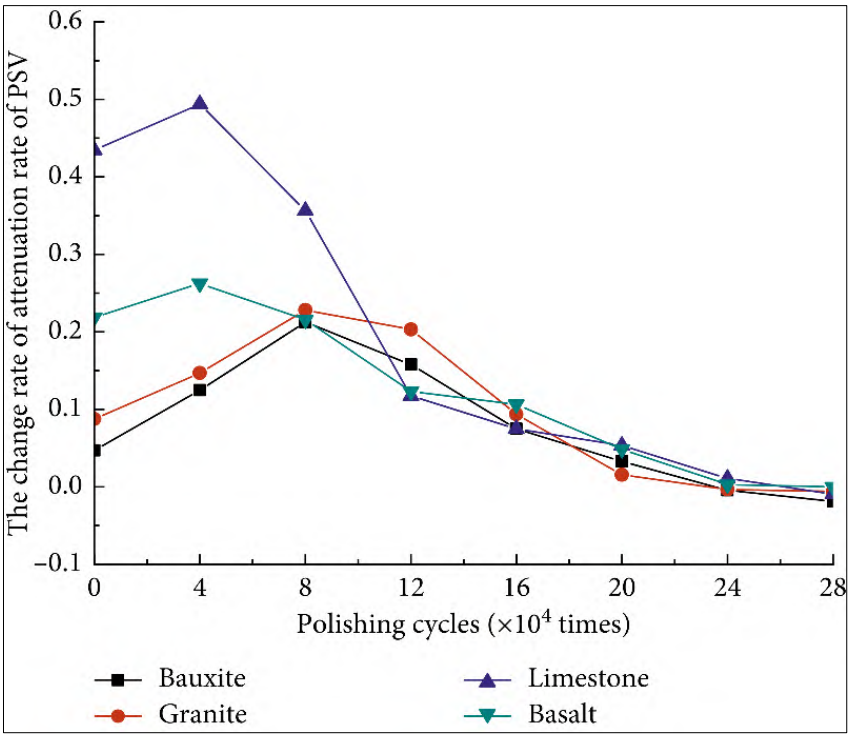
ระดับพึงระวัง	ชนิดหิน	รอบการขัดสี	ปริมาณจราจรสะสม
IFI = 0.32	ปูน	5,000	1,000,000
	บะซอลต์	20,000	2,000,000
	แกรนิต**	20,000	

***หมายเหตุ : แต่ทั้งนี้เนื่องจาก ข้อมูลสายทางในประเทศไทยมีการใช้หินแกรนิตเป็นส่วนผสมใน AC 60/70 น้อยมากเป็นผลให้มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์*

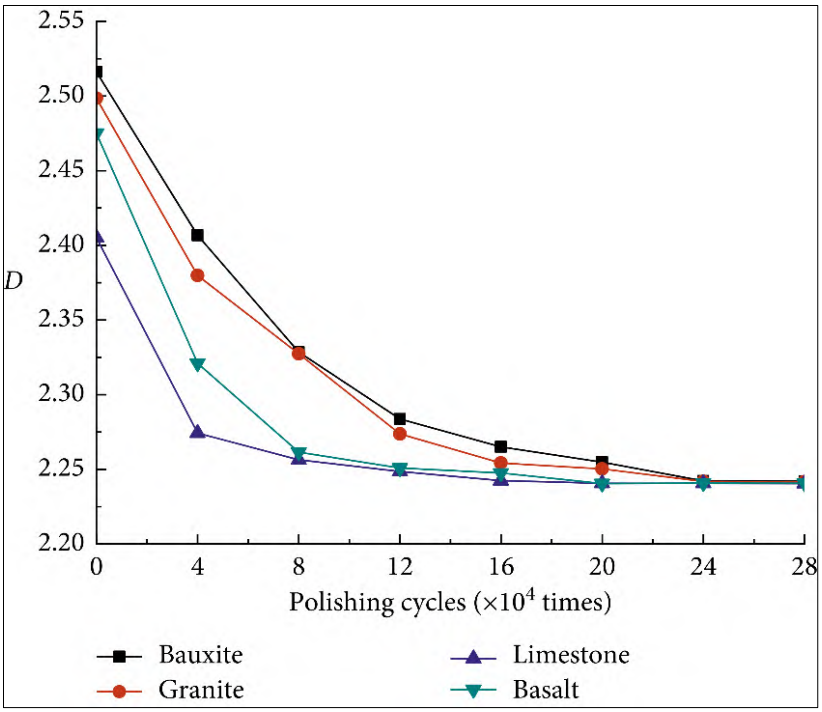
Bowen Guan และคณะ (2018) ศึกษาอิทธิพลของ Macrotexture และ Microtexture ต่อความต้านทานการลื่นไถล (Skid resistance) ของมวลรวม 4 ประเภท ซึ่งได้แก่ บอกไซต์, หินปูน, หินแกรนิต, และหินบะซอลต์ โดยได้มีการทดสอบ 3 อย่าง ได้แก่ Fractal Imension (D), Root Mean Square Height (Rq), และ Polished Stone Value (PSV) การศึกษานี้นักวิจัยได้พัฒนา Polished Stone Value (PSV) จากการคำนวณและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง PSV และ D หรือ Rq ในช่วงเวลารอบการขัดที่แตกต่างกัน และได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง PSV และ Rq ขึ้นมา ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนา PSV นั้นแบ่งออกเป็น 3 ระยะโดยประมาณ ได้แก่ Accelerated Attenuation Stage, Decelerated Attenuation Stage และ Stabilization Stage ซึ่งมีจุดวิกฤต (Critical Point) ในทุกรอบการขัดเมื่อจำนวนรอบการขัดเกินจุดวิกฤตนี้ Microtexture จะเข้ามาแทนที่ Macrotexture เพื่อมีบทบาทสำคัญในการต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ของมวลรวมซึ่งในขั้นตอน Accelerated Attenuation Stage พื้นผิว Macrotexture มีบทบาทสำคัญในการต้านทานการลื่นไถลของมวลรวม และในขั้น Decelerated Attenuation Stage และขั้น Stabilization Stage นั้น Micro-texture จะค่อย ๆ มีบทบาทสำคัญในการต้านทานการลื่นไถลของมวลรวม เนื่องจาก Micro-texture ที่หยาบที่สุดในขั้น Stabilization Stage จากมวลรวมทั้ง 4 ประเภท บอกไซต์ (Bauxite) สามารถให้ความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ในระดับสูงสุดสำหรับการบำรุงรักษาพื้นผิวให้มีแรงเสียดทานสูงในระยะยาวได้



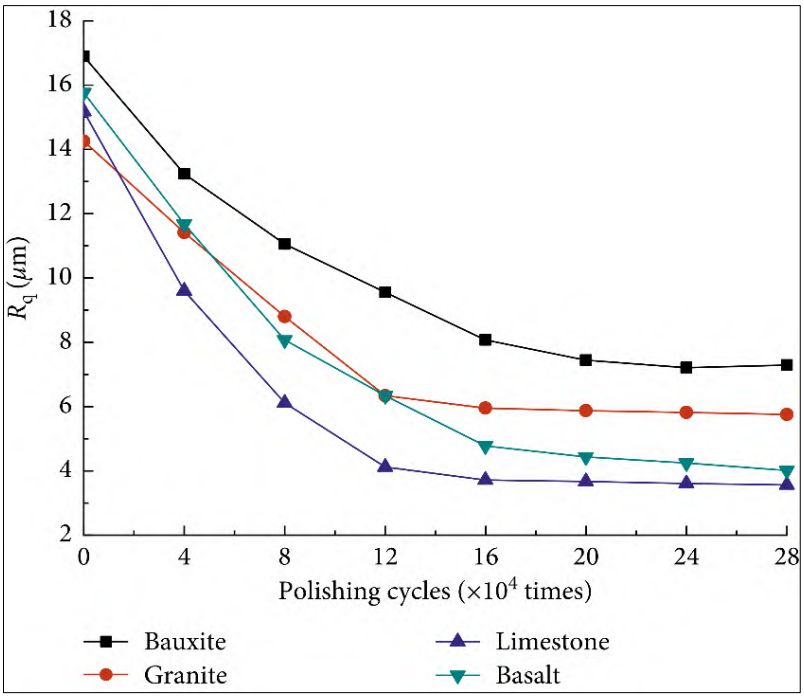
รูปที่ 2-11 การเปลี่ยนแปลงของ PSV ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term Polishing Process)



รูปที่ 2-12 เส้นโค้ง PSV เชิงอนุพันธ์อันดับสอง

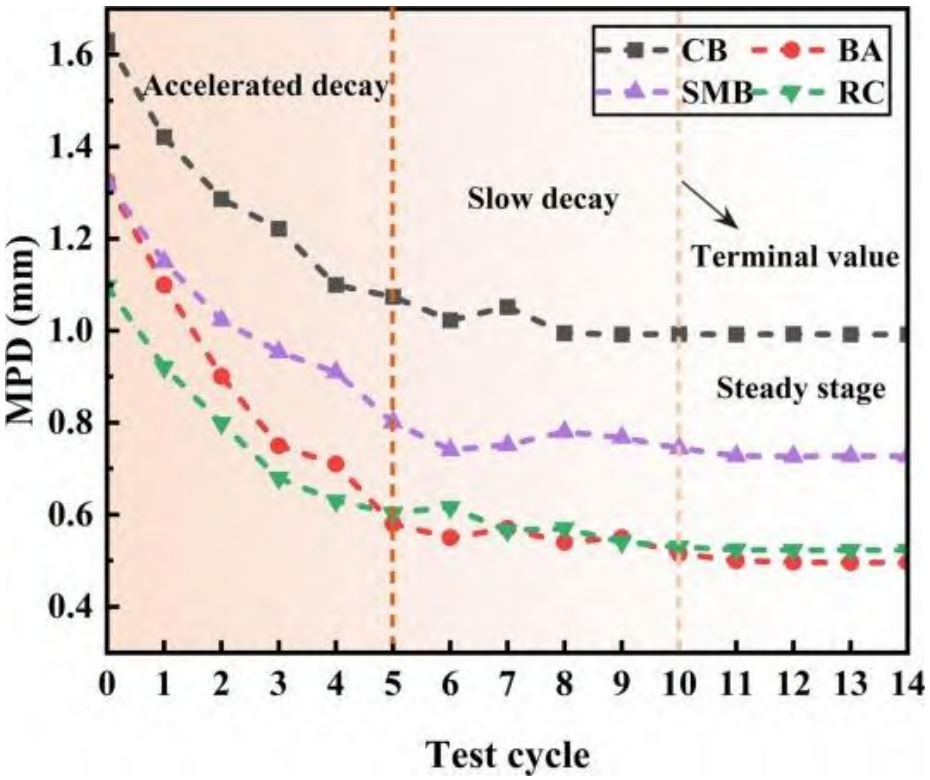


รูปที่ 2-13 การเปลี่ยนแปลงของ D ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term Polishing Process)

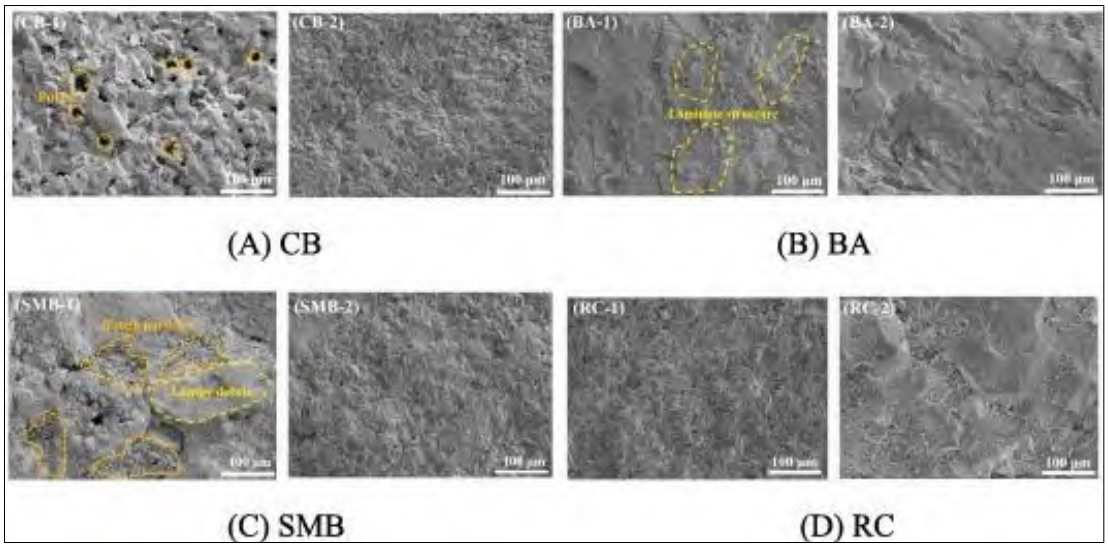


รูปที่ 2-14 การเปลี่ยนแปลงของ Rq ระหว่างกระบวนการขัดในระยะยาว (Long-term Polishing Process)

Xingjie Xue และคณะ (2022) ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ของเสียจากวัสดุทนไฟที่มีอลูมินาสูง ได้แก่ อิฐซิลิคอนมัลไลท์ (Silicon Carbide-mullite Brick ; SMB) และคอนกรีตทนไฟ (Refractory Castable ; RC) ในการบำรุงรักษาผิวทางสำหรับแรงเสียดทานสูง (High-Friction Surface Treatment ; HFST) ซึ่งพบว่า อิฐซิลิคอนมัลไลท์ (Silicon Carbide-Mullite Brick ; SMB) สามารถให้แรงเสียดทานเทียบเท่ากับอลูมินาที่ผ่านการเผา (Calcined Bauxite ; CB) ดัชนีพื้นผิว MPD ของอลูมินาที่ผ่านการเผา (Calcined Bauxite ; CB) และอิฐซิลิคอนมัลไลท์ (Silicon Carbide-mullite Brick ; SMB) นั้นเหนือกว่าดัชนีมวลรวมของหินบะซอลต์ (Basalt ; BA) และคอนกรีตทนไฟที่ใช้ในการบำรุงรักษาผิวทางสำหรับแรงเสียดทานสูง ดังนั้นอลูมินาที่ผ่านการเผา (CB) และอิฐซิลิคอนมัลไลท์ (SMB) สามารถรักษาพื้นผิวที่ดีหลังจากการขัดเงาในระยะยาว ซึ่งมีความต้านทานการลื่นไถลในระยะยาวที่ดีเยี่ยม โครงสร้างของอิฐซิลิคอนมัลไลท์ (SMB) และคอนกรีตทนไฟ (RC) เป็นเมทริกซ์มวลรวมของโครงสร้างสามารถให้ Macrotexture ที่สากหลังการขัด แต่ MPD ของอิฐซิลิคอนมัลไลท์ (SMB) สูงกว่าคอนกรีตทนไฟ (RC) ซึ่งบ่งชี้ว่า Macrotexture ของอิฐซิลิคอนมัลไลท์ (SMB) มีมากกว่าคอนกรีตทนไฟ (RC) ซึ่งพื้นผิวที่ขรุขระมีประโยชน์ต่อการต้านทานการลื่นไถลในระยะยาวของผิวทางถนน

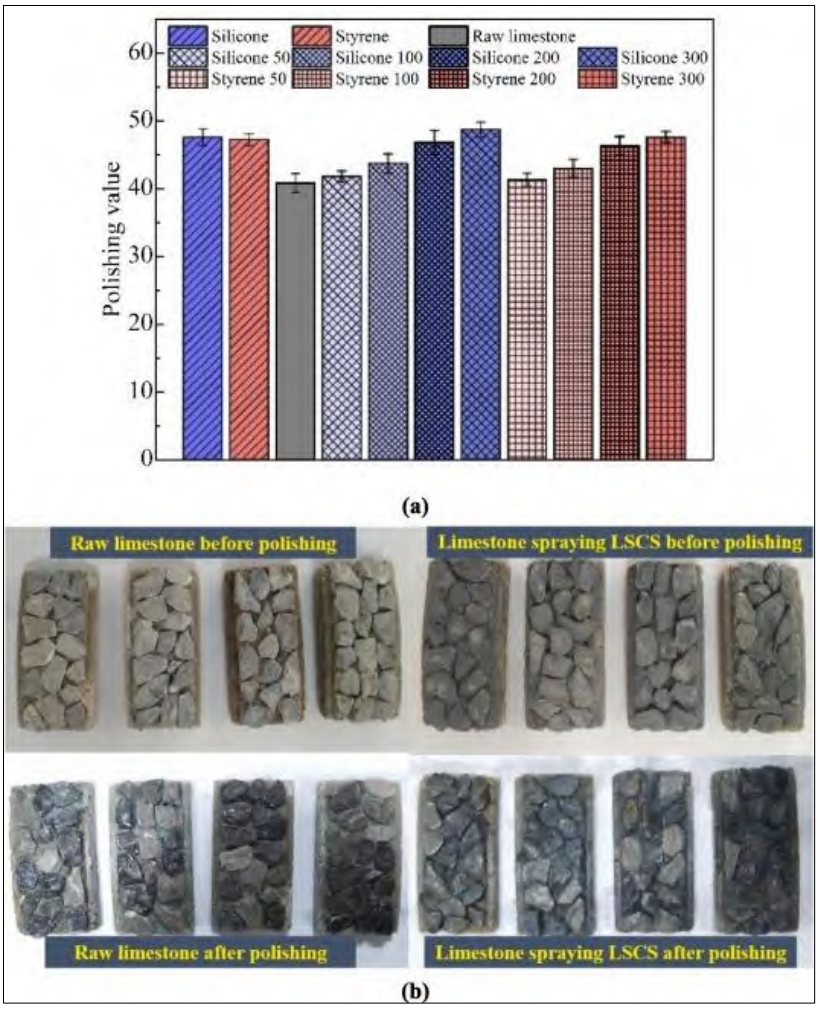


รูปที่ 2-15 Attenuation Curves of MPD



รูปที่ 2-16 ผลลัพธ์ SEM ของมวลรวมทั้ง 4 ชนิด ก่อน-หลังการขัด

Zhen Zhang และคณะ (2022) พัฒนาสารละลายผสมลิเธียมซิลิเกต (Lithium-Silicate Composite Solution ; LSCS) ที่มีทรายเป็นส่วนประกอบ โดยใช้สไตรีนอะคริลิค (Styrene-Acrylic) และซิลิโคนอะคริลิค (Silicone-Acrylic) เพื่อเพิ่มสมรรถนะของถนนและความทนทานต่อการลื่นไถล (Skid-Resistant Durability) ของผิวทางถนนยางมะตอย ซึ่งจากการศึกษาได้แนะนำสารละลายผสมลิเธียมซิลิเกต (LSCS) โดยใช้สไตรีนอะคริลิค (Styrene-Acrylic) และซิลิโคนอะคริลิค (Silicone-Acrylic) เป็นวัสดุในการบำรุงรักษาความต้านทานการลื่นไถลผิวทางยางมะตอย โดยปริมาณการโรย 200 g/m^2 ของกลุ่มซิลิโคนอะคริลิค (Silicone-Acrylic) ในพื้นที่แห้งและมีฝนตกน้อยและกลุ่มสไตรีนอะคริลิค (Styrene-Acrylic) ในปริมาณ 200 g/m^2 ในพื้นที่ฝนตกหนัก



รูปที่ 2-17 ค่าการขัดหินปูน (Limestone) ที่ถูกพ่นด้วย LSCS ที่มีทรายเป็นส่วนประกอบ
(a) ผลการทดสอบ (b) การเปรียบเทียบลักษณะที่ปรากฏ

Nanxiang Zheng และคณะ (2022) ได้เปรียบเทียบตัวเลือกเทคโนโลยีการซีลทั้งสี่แบบสำหรับวิธีการบำรุงรักษาผิวทางถนน โดยการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของ Chip Seal แบบดั้งเดิมและซีลแบบผสาน (Composite Seal) ได้รับการศึกษาเปรียบเทียบซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ลักษณะพื้นผิวในการซีลแต่ละแบบและ BPN ในระหว่างกระบวนการขัดถูได้รับการวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์สมการเชิงเส้นเพื่อใช้สำหรับทำนายความต้านทานการลื่นไถล (Skid resistance) ของการซีลได้แสดงดังสมการแสดงดังสมการดังนี้

$$BPN_{20} = aT_x + b$$

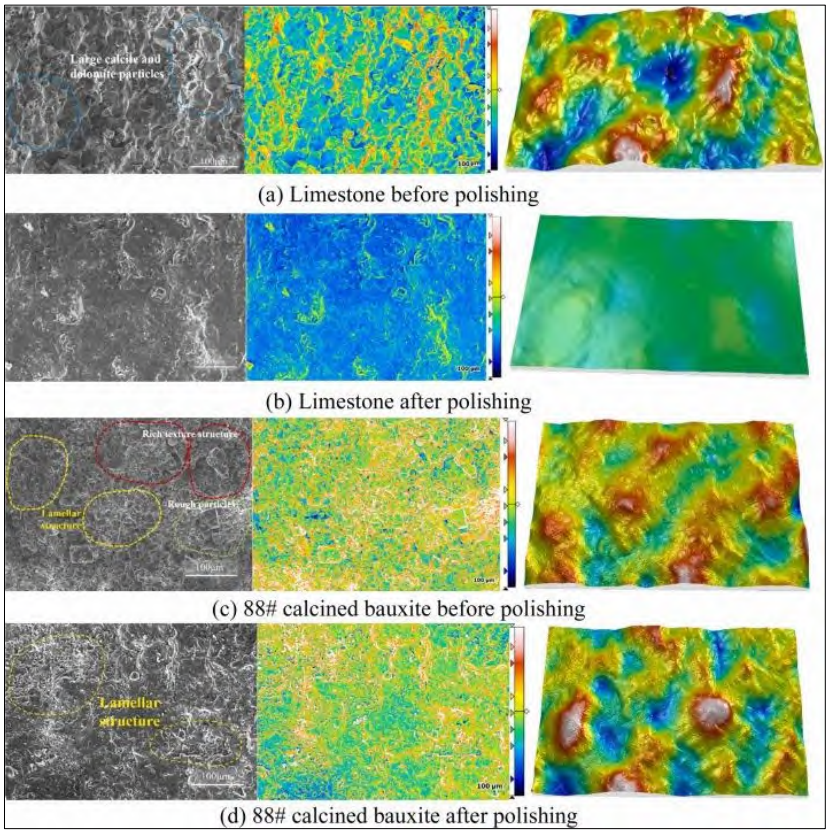
โดยที่

a และ b คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย

T_x คือ พารามิเตอร์พื้นผิว 3 มิติ

จากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า ซีลแบบผสาน (Composite Seal) ที่ 5 - 9.5 mm เหมาะสมที่สุดสำหรับการบำรุงรักษาผิวทางถนน ตามด้วย Chip Seal ที่ 5 - 9.5 mm, ซีลแบบผสาน (Composite Seal) ที่ 3 - 5 mm, และ Chip Seal ที่ 3 - 5 mm ตามลำดับ ซึ่งนักวิจัยได้แนะนำให้ใช้ซีลแบบผสาน (Composite Seal) ที่ขนาด 3 - 5 mm บนทางหลวงที่มีความเร็วการจราจรต่ำ และที่ 5 - 9.5 mm บนทางหลวงที่มีความเร็วการจราจรสูง

Xiao Huan และคณะ (2023) แนะนำวิธีการผสมของ 88% แคลเซียมคาร์บอเนต (88# Calcined Bauxite) เผากับสัดส่วนที่เหมาะสมของหินปูน (แทนที่ 25～50% โดยน้ำหนักของมวลรวม 88% แคลเซียมคาร์บอเนต) จะสามารถช่วยลด Attenuation Rate ของความต้านทานการลื่นไถลของ HFS ได้อย่างมาก และสามารถนำมาปรับปรุงความทนทานในการต้านทานการลื่นไถลของ HFS ได้ ในการขัดที่แตกต่างกันจะเปลี่ยนหลักผลกระทบของการขัดบนมาตราส่วนพื้นผิวที่แตกต่างกัน พื้นผิวที่มีความยาวคลื่นที่มากกว่า 0.7 mm และ 1.1 mm มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ μ40 และ μ60 ตามลำดับ ซึ่งการผสมของ 88% แคลเซียมคาร์บอเนตเผากับหินปูนนี้ยังเป็นวิธีที่มีแนวโน้มดีในการประหยัดต้นทุนวัสดุ ปรับปรุงและบำรุงรักษาความต้านทานการลื่นไถลของ HFS



รูปที่ 2-18 ภาพ SEM และภาพ 3 มิติของพื้นผิวมวลรวมก่อนและหลังการขัดสี

จากงานวิจัยข้างต้นโดยส่วนมากได้ทำการทดสอบวัสดุมวลรวมประเภทหินปูน หินบะซอลต์ หินแกรนิต ทั้งหยาบและละเอียด พบว่า ในกลุ่มมวลรวมทั้งสามประเภทนี้ หินบะซอลต์ให้ค่าความเสียดทานที่ดีที่สุดรวมถึงค่า MPD หรือ MTD และความคงทนที่ดี อย่างไรก็ตามวัสดุมวลรวมที่มีองค์ประกอบของอลูมิน่า เช่น บ็อกไซต์ (Bauxite) นั้น ให้ค่าจากการทดสอบความเสียดทาน การทดสอบ MPD และการทดสอบความคงทนดีกว่ามวลรวมประเภทบะซอลต์อีกด้วย การทดสอบผลของมวลรวมละเอียดแสดงให้เห็นว่ามวลรวมละเอียดนั้นมีส่วนในการเพิ่มค่าความเสียดทานของผิวทางทำให้ Macro-Texture ดีขึ้น อย่างไรก็ตามคุณสมบัติผิวทางโดยรวมนั้นยังคงขึ้นอยู่กับมวลรวมหยาบ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้แนะนำการบำรุงผิวทางด้วยการซีลแบบผสาน (Composite Seal) ที่ขนาด 3 - 5 mm บนทางหลวงที่มีความเร็วการจราจรต่ำ และที่ 5 - 9.5 mm บนทางหลวงที่มีความเร็วการจราจรสูง

- ปัจจัยที่มีผลต่อความปลอดภัยของถนน

ค่าความเสียดทานเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความปลอดภัยของถนน ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงอิทธิผลของปัจจัยแวดล้อมทางกายของถนนแต่ละที่นั้นแตกต่างกัน เช่น ความลาดชัน ทางร่วมทางแยก โค้งราบ เป็นต้น รวมไปถึงเวลาและสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อความปลอดภัยของถนน

Geedipally และคณะ (2017) ได้พัฒนาตัวประกอบปรับแก้การชนหรือค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (Crash Modification Factor ; CMF) สำหรับค่าความเสียดทาน (Skid Number) สำหรับการชนทุกรูปแบบ (All Crashes) การชนเมื่อถนนเปียก (Wet-Weather Crashes) การชนแบบหลุดถนน (Run-off-the-road Crashes) และการชนแบบหลุดถนนเมื่อถนนเปียก (Wet-Weather Run-off-the-road Crashes) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการประเมินสมรรถณะความปลอดภัยของโค้งที่สนใจ และคาดการณ์ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านความปลอดภัยจากการใช้ High-Friction Surface Treatment โดยวิเคราะห์ค่าทางสถิติการชนในช่วงปี ค.ศ. 2007 ถึง ค.ศ. 2011 ทำให้สามารถสร้างสมการสมรรถณะความปลอดภัย (Safety Performance Functions, SPFs) ที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านความถี่ในการชน, การจราจร, เรขาคณิต และผิวทางสำหรับโค้งแนวราบ จากการวิเคราะห์พบว่า

1. รัศมีความโค้งมีผลกระทบต่อการชนทุกแบบ และการชนแบบหลุดถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการชนทุกรูปแบบในโค้งแนวราบแบบสี่ช่องทางจราจร (Four-lane horizontal curve) อย่างมีนัยะสำคัญ แต่มีผลน้อยในการชนเมื่อถนนเปียกในโค้งแบบสองช่องทางจราจร (Two-lane horizontal curve)
2. ช่องจราจรที่กว้างและความกว้างของไหล่ถนนมีผลกระทบในทางบวกกับความปลอดภัย
3. Skid number มีอิทธิพลต่อการชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการชนเมื่อถนนเปียก

ค่า CMF สำหรับ Skid Number จากการศึกษานี้สามารถช่วยวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงความเสียดทานในโค้งแนวราบโดยการปรับปรุงผิวทาง (Resurfacing) หรือติดตั้ง High-Friction Surface Treatment ใหม่ มากไปกว่านั้นความเสียดทานของผิวทางยังมีผลเชิงบวกด้านความปลอดภัยของสิ่งก่อสร้างในงานทางที่มีความอ่อนไหวต่อการชนเมื่อถนนเปียก เช่น โค้งแนบราบ จุดกลับรถ บริเวณที่มีการเร่งและการลดความเร็ว อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในผลของการยกโค้ง (Superelevation) และคุณสมบัติอื่น ๆ ของโค้งในแนวราบ

$$\mu_i = L \times y \times e^{\beta_0} \times F^{\beta_1} \times CMF_R \times CMF_{LW} \times CMF_{SW} \times CMF_{SK}$$

$$CMF_R = 1 + \beta_2(0.147V)^4 \frac{(1.47V)^2}{32.2R^2}$$

$$CMF_{LW} = e^{\beta_2(LW-12)}$$

$$CMF_{SW} = e^{\beta_4(SW-8)}$$

$$CMF_{SK} = e^{\beta_5(SK-40)}$$

เมื่อ μ_i คือ จำนวนการชนต่อปีต่อไมล์ประเมิน

I = 2U (Two-lane undivided), 4U (Four-lane umdivided) หรือ 4D (Four-Lane divided)

L คือ ความยาวช่วง (ไมล์)

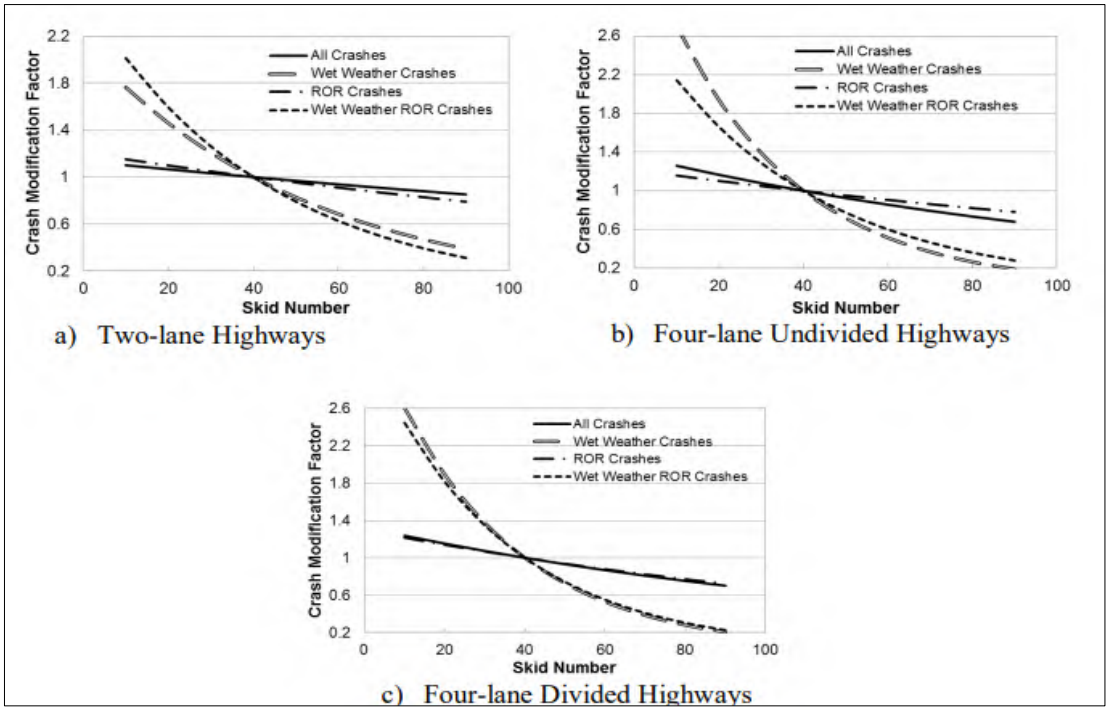
y คือ จำนวนปีที่ใช้ข้อมูลการชน (ปี)

F คือ ปริมาณการจราจร (จำนวนยานพาหนะต่อวัน)

CMF_R คือ ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจากรัศมีความโค้ง

CMF_{LW} คือ ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจากความกว้างช่องจราจร

CMF_{SW}	คือ	ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจากความกว้างไหล่ทาง
CMF_{SK}	คือ	ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจาก Skid number
R	คือ	รัศมีโค้ง (ฟุต)
LW	คือ	ความกว้างช่องจราจร (ฟุต)
SW	คือ	ความกว้างไหล่ทาง (ฟุต)
SK	คือ	Skid number
β_i	คือ	สัมประสิทธิ์ที่ต้องประเมิน



รูปที่ 2-19 ตัวประกอบปรับแก้การชนเนื่องจาก Skid number

T.F. Fwa และคณะ (2017) ได้อธิบายพื้นฐานทางทฤษฎีของแนวทางและการพัฒนาแบบจำลองการต้านทานการลื่นไถลแบบไฟไนต์เอลิเมนต์สามมิติตามทฤษฎีกลศาสตร์ของแข็ง (Solid Mechanics Theory) และทฤษฎีการไหลของของเหลว (Hydrodynamics Theory) เพื่อข้ามข้อจำกัดการระบุเกณฑ์การต้านทานการลื่นไถลขั้นต่ำ โดยใช้แนวทางที่สมเหตุสมผลในทางทฤษฎีเพื่อแสดงถึงการต้านทานการลื่นไถลของถนนภายใต้สภาวะต่าง ๆ ของความหนาของชั้นฟิล์มน้ำและความเร็วของรถ โดยพารามิเตอร์อินพุตสำหรับโมเดลจำลอง ได้แก่ ขนาดยาง (Tire Dimensions), แรงดันยาง (Tire Inflation Pressure), สมบัติความยืดหยุ่นของยาง (Tire Elastic Properties), น้ำหนักบรรทุกของล้อที่ใช้ (Wheel Load), สมบัติทางกายภาพของน้ำ (Physical Properties of Water), ความหนาฟิล์มน้ำ (Water Film Thickness), ความเร็วไถลที่ล็อคล้อรถยนต์ (Sliding Speed of Locked Wheel), ความลาดชันถนน (Pavement Gradient) และค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance Values Measured) ซึ่งสามารถช่วยในการประเมินความเสี่ยงในการขับขี่ในสภาพอากาศเปียกชื้นของยานพาหนะ โดยการเปรียบเทียบความต้านทานการลื่นไถลที่มีอยู่ที่ความเร็วการทำงานของยานพาหนะและความหนาของชั้นฟิล์มน้ำกับเกณฑ์การต้านทานการลื่นไถลขั้นต่ำที่สอดคล้องกัน เครื่องมือวิเคราะห์นี้สามารถช่วยให้วิศวกรถนนจัดการประสิทธิภาพการต้านทานการลื่นไถลของถนนในเครือข่ายถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มความปลอดภัยในการขับขี่ของผู้ขับขี่รถยนต์ในสภาพอากาศที่เปียกชื้น

Srinivas R. Geedipally และคณะ (2020) ได้พัฒนาเกณฑ์เพื่อใช้ระบุถนนที่ต้องการการบำรุงรักษาแรงเสียดทานบนผิวทาง โดยใช้ตัวแปรผลลัพธ์ระหว่าง Skid number และตัวแปรปริมาณน้ำฝนประจำปี (Annual Precipitation Variables) ในการวิเคราะห์พัฒนาวิธีการในการพิจารณาแรงเสียดทานที่ต้องการสำหรับผิวทางในปริมาณน้ำฝนระดับต่าง ๆ และได้มีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยของโค้งที่สนใจ โดยคำนึงถึงรูปทรงเรขาคณิตของเส้นโค้ง (Curve Geometry), ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Pavement Skid Resistance), และการสัมผัสกับสภาพอากาศที่เปียกชื้น (Wet-weather Conditions) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องมากที่สุดสำหรับการพิจารณาความต้านทานการลื่นไถล โดยข้อมูลโค้งราบ (Horizontal Curve) ที่นำมาใช้เป็นชนิดชนบทถนนสองช่องทางจราจร (Rural Two-lane), ถนนสี่ช่องทางจราจรชนิดไม่มีเกาะกลาง (Four-lane Undivided), และถนนสี่ช่องทางจราจรชนิดมีเกาะกลาง (Four-lane Divided) จากรัฐ Texas โดยความถี่ของการชนในสภาพอากาศที่เปียกชื้นสามารถประมาณได้โดยใช้ค่า SPF จากทั้งสามสมการข้างล่างนี้

$$\mu = L \times y \times e^{-10.108} \times F^{0.841} \times CMF_{SW} \times CMF_{SK} \times CMF_{AP}$$

$$\mu = L \times y \times e^{-7.097} \times F^{0.491} \times CMF_{R} \times CMF_{SK}$$

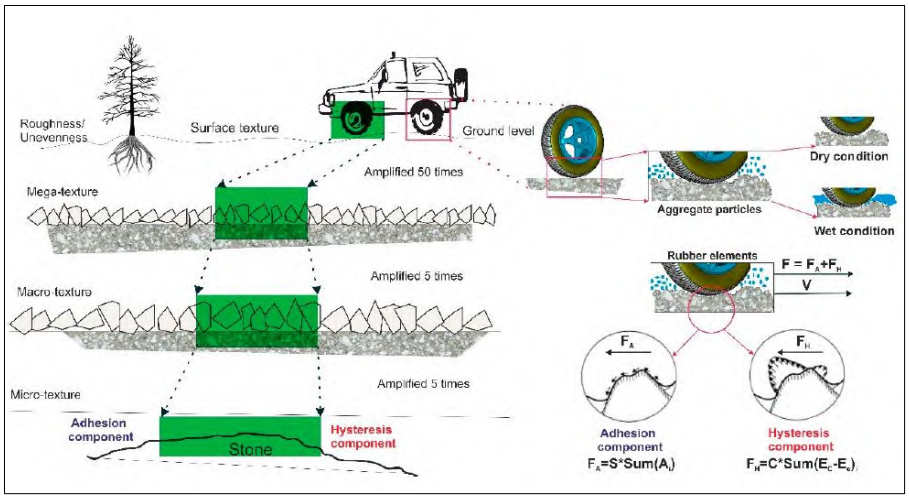
$$\mu = L \times y \times e^{-9.843} \times F^{0.838} \times CMF_{SK} \times CMF_{AP}$$

แสดงค่าตัวเลขการไถลที่สอดคล้องกับค่าเกณฑ์ CMFsk/ap ที่มีลำดับความสำคัญสูงและอัตราการปริมาณน้ำฝนรายปีสำหรับตำแหน่งที่ตั้งตัวอย่างสองแห่ง โค้งที่มีตัวเลขการไถลต่ำกว่าในตารางถือว่ามีลำดับความสำคัญสูงในตำแหน่งเหล่านี้

	Skid number threshold (annual precipitation rate)	
Roadway category	Location A (15 in./year)	Location B (60 in./year)
Two-lane highways	Negligible	28
Four-lane undivided highways	13	32
Four-lane divided highways	7	30

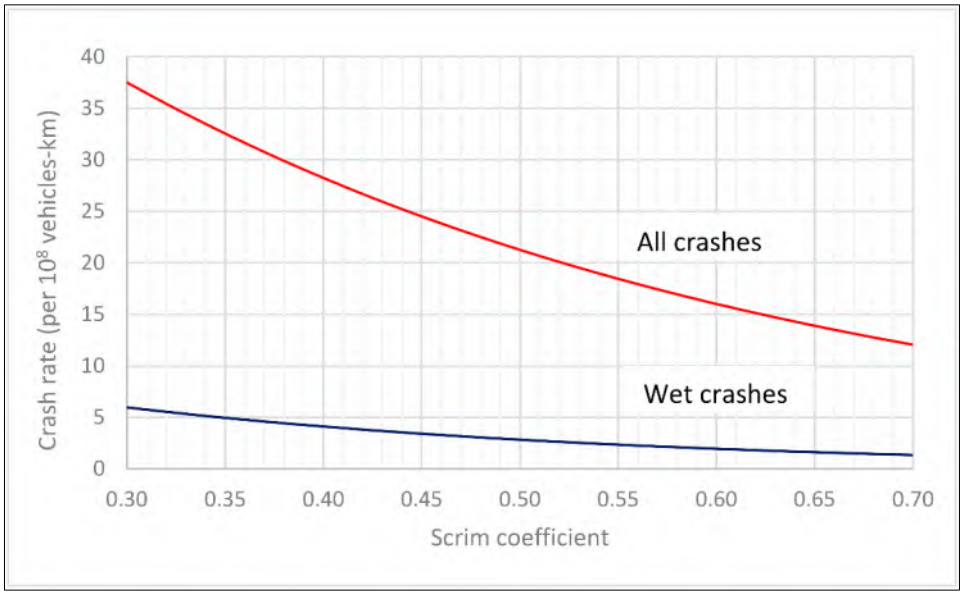
เกณฑ์จำนวนการลื่นไถลแนะนำว่าในสถานที่ A ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรายปีน้อย การรักษาแรงเสียดทานบนทางเท้ามีแนวโน้มที่จะให้ประโยชน์ด้านต้นทุนเฉพาะโค้งที่มีจำนวนการลื่นไถลต่ำมากเท่านั้น ส่วนในตำแหน่ง B ที่ปริมาณน้ำฝนรายปีสูง การรักษาแรงเสียดทานบนผิวทางมีแนวโน้มที่จะเป็นประโยชน์ในด้านต้นทุนในหลายโค้ง

Mezgeen Rasol และคณะ (2021) ได้ทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานการลื่นไถล (Skid resistance) ของผิวทาง พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางคือ ผลกระทบของสภาพแวดล้อม (Environmental Conditions) ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน หิมะ น้ำแข็ง การปนเปื้อน อุณหภูมิ และลม ซึ่งปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นในการวัดความต้านทานการลื่นไถล หากการต้านทานการลื่นไถลเพียงพอจะสามารถลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุได้บางส่วนในช่วงฝนตก และการศึกษาบางอันแสดงให้เห็นว่าความต้านทานการลื่นไถลลดลงหลังจากฝนตก 7 วัน ซึ่งเป็นผลจากการสะสมของสิ่งปนเปื้อนบนพื้นผิวถนน การใช้เซนเซอร์แบบใหม่ในการช่วยวัดความต้านทานการลื่นไถลระหว่างยางรถยนต์และพื้นผิวทางได้ถูกแนะนำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีการแนะนำให้ใช้ PANOPTIS เครื่องมือสำหรับการประเมิน Road Infrastructure (RI) และช่วยเพิ่มความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับพื้นผิวทาง



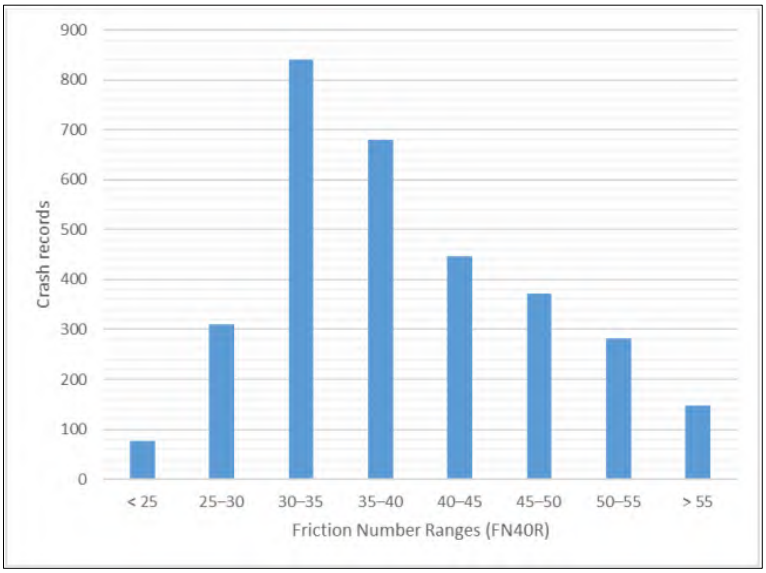
รูปที่ 2-20 แผนผังทั่วไปของส่วนประกอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างยางรถยนต์และพื้นผิวทางเท้า

Sergio Copetti Callai และ Cesare Sangiorgi (2021) การวิจัยต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า เมื่อการออกแบบพื้นผิวทางดีขึ้น ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจะลดลงอย่างมาก ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน (กำหนดเป็นพารามิเตอร์ของ Skid Resistance) เพิ่มขึ้น อัตราการชนจะลดลง ซึ่งอัตราการชน (ทุก ๆ 108 Vehicles-km) ถูกเทียบกับข้อมูลเครื่องตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์แรงด้านข้าง (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine ; Scrim) จาก Scrim และยังพบว่า 20% ของอุบัติเหตุบนท้องถนนทั้งหมดเกิดขึ้นเมื่อพื้นผิวเปียก การมีอยู่ของสารปนเปื้อนหรือน้ำยังสามารถส่งผลต่อทั้งแรงที่เกิดจากการยึดติด (Adhesion) และแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Hysteresis) ซึ่งจะลดจำนวนจุดสัมผัสที่จำเป็นสำหรับแรงเสียดทาน (Friction) ที่จะเกิดขึ้น



รูปที่ 2-21 ค่าสัมประสิทธิ์ของเครื่องตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์แรงด้านข้าง (SCRIM) เทียบกับอัตราการชน

Sharafeldin และคณะ (2022) ศึกษาการชนท้ายในทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร ซึ่งก่อให้มีการบาดเจ็บร้ายแรงและสูญเสียทรัพย์สิน ถึงแม้จะมีการศึกษาสาเหตุต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บรุนแรงในการชนท้าย แต่สถิติการชนท้ายยังคงมีนัยยะสำคัญ ดังนั้นการสำรวจเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่มักจะถูกละเลยจึงจำเป็นในการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการชนและจัดทำมาตรการที่เหมาะสม ปัจจัยเสี่ยงที่ได้ศึกษา ได้แก่ ผู้ขับขี่ การชน ทางสัญจร และปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงความสัมพันธ์ความเสียดทานของผิวทางกับความรุนแรงของการบาดเจ็บในการชนท้าย

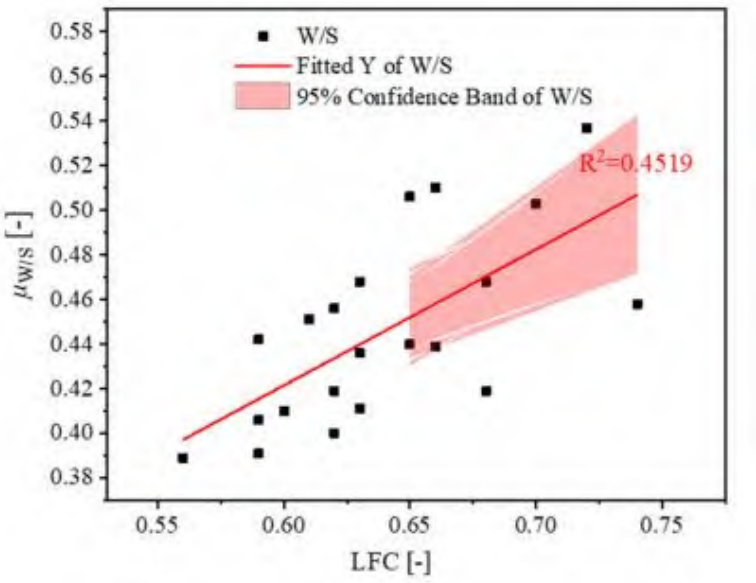


รูปที่ 2-22 การกระจายตัวของช่วง Friction number กับ จำนวนการชน

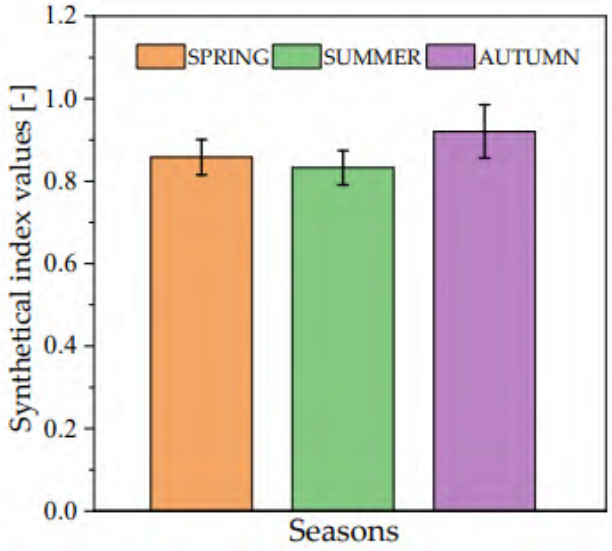
การศึกษาพบว่าความเสียดทานผิวทางที่สูงมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการบาดเจ็บที่ต่ำ อีกทั้งยังพบว่า ประเภทของรถ เพศ วัย พฤติกรรมของผู้ขับขี่มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการบาดเจ็บ อีกทั้งการชนท้ายในสภาพถนนที่เปียกนั้นมีความรุนแรงของการบาดเจ็บน้อยกว่าเนื่องจากผู้ขับขี่นั้นใช้ความเร็วที่ต่ำและระมัดระวังมากกว่า ดังนั้นระดับความเสียดทานที่เพียงพอ (FN40R) เท่ากับ 25-45 ในจุดเสี่ยงทางแยกสามารถลดอุบัติเหตุและความรุนแรงได้

Wei และคณะ (2022) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการทดสอบ ประเภทมวลรวม ฤดูกาลต่อความเสียดทาน โดยเปรียบเทียบการทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและความสอดคล้องกันของการทดสอบที่แตกต่างกัน การทดสอบที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ British Pendulum Test (BPT), Mean Texture Depth (MTD), Outflow Meter (OFM), Wehner/Schulze test (W/S) และ Linear Friction Test (LFC) โดยมีการวัดความเสียดทานของสายทาง (SMA-11S) อย่างต่อเนื่องในฤดูกาลที่แตกต่างกัน

การศึกษาพบว่าการทดสอบ W/S ในห้องปฏิบัติการ มีความสอดคล้องได้ดีกับการทดสอบ W/S และ LFC ในสนาม อีกทั้งยังพบว่า มวลรวมมีผลต่อความเสียดทานในผิวทางแบบแอสฟัลต์ มวลรวมที่ให้ผิวทางมีความเสียดทานที่ดี คือ Greywacke (หินทราย) Diabase (หินอัคนี) และ Rhyolite (หินอัคนี) ตามลำดับ ผลกระทบของฤดูกาลทำให้ค่าความเสียดทานที่วัดได้จากการทดสอบแตกต่างกันโดยค่าที่วัดได้จะสูงที่สุดในฤดูใบไม้ร่วง ฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อนตามลำดับ ดังนั้นการวัดค่าความเสียดทานฤดูร้อนจึงสามารถนำมาเป็นดัชนีควบคุมในการจัดการและซ่อมบำรุง เนื่องจากมวลรวมและผิวทางถูกบดอัดซ้ำทำให้ผิวทางเรียบมากขึ้นจากอุณหภูมิที่สูง



รูปที่ 2-23 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง LFC และค่าความเสียดทานที่ได้จากการทดสอบ W/S



รูปที่ 2-24 ค่าดัชนีความเสียดทานสังเคราะห์ที่คำนวณได้ในแต่ละฤดู

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า ค่าความเสียดทานที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่ถนนมีความเปียกชื้น อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการชนอีกด้วย นอกจากสภาพผิวทางที่เปียกจะทำให้ค่าความเสียดทานลดลงแล้ว เวลาก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัย โดยในฤดูร้อนการวัดค่าความเสียดทานนั้นให้ค่าน้อยที่สุด ดังนั้น การบริหารจัดการความปลอดภัยโครงข่ายถนนทั้งระบบนั้นไม่เพียงแต่นำค่าความเสียดทานมาพิจารณา สมควรที่นำปัจจัยด้านเรขาคณิตของถนน ฤดูกาล และปริมาณน้ำฝน เข้ามาบูรณาการเพื่อให้ความปลอดภัยของถนนมีมากยิ่งขึ้น

- ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความเสียดทานของผิวทาง

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียดทานของผิวทาง แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ คุณลักษณะของพื้นผิวถนน ตัวแปรเกี่ยวกับการใช้งานยานพาหนะ คุณสมบัติของยาง และปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

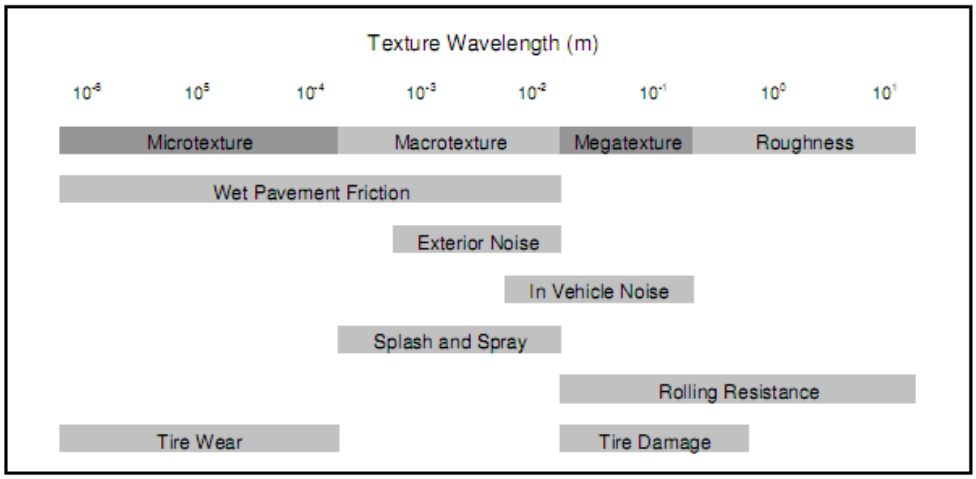
<u>พื้นผิวถนน (Pavement Surface Texture)</u>

พื้นผิวถนนถูกกำหนดโดยความยาวคลื่น (Wavelength, l) และแอมปลิจูด (Peak -to-peak Amplitude, A) ซึ่งวัดค่าความเปลี่ยนแปลงจากจุดสูงสุดของการเคลื่อนที่ทางด้านหนึ่งไปจนถึงจุดต่ำสุดการเคลื่อนที่ในอีกด้านหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 2-25 แสดงช่วงความยาวคลื่นของผิวถนนซึ่งถูกกำหนดโดย PLARC (Permanent International Association and Road Congresses) แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) Micro-texture (l < 0.5 มิลลิเมตร และ A = 1 ถึง 500 ไมโครเมตร) คุณภาพความขรุขระของพื้นผิวอยู่ที่ระดับเล็กมาก (Microscopic Level) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของคุณสมบัติผิวทางของอนุภาคมวลรวมภายในวัสดุเนื้อยางมะตอยและคอนกรีตที่ปู

2) Macro-texture (l = 0.5 ถึง 50 มิลลิเมตร และ A = 0.1 ถึง 20 มิลลิเมตร) คุณภาพความขรุขระของผิวทางกำหนดจากคุณสมบัติวัสดุผสม (ขนาด รูปร่าง และขนาดคละของมวลรวม) และวิธีการปูในสนาม

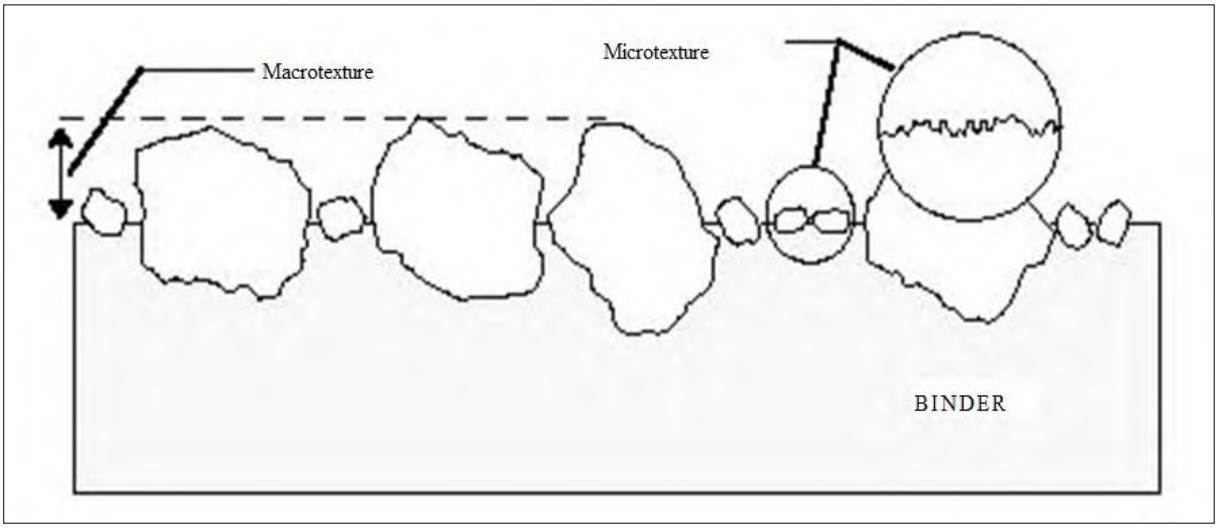
3) Mega-texture (l = 50 ถึง 500 มิลลิเมตร และ A = 0.1 ถึง 50 มิลลิเมตร) พื้นผิวชนิดนี้มีขนาดความยาวคลื่นเท่ากับขนาดของพื้นผิวสัมผัสของยางและผิวถนน



ที่มา : Incorporating road safety into pavement management: Maximizing asphalt pavement surface friction for road safety improvements, David A. Noyce และคณะ

รูปที่ 2-25 ความยาวคลื่นของผิวถนน

ลักษณะพื้นผิวที่ส่งผลกระทบต่อค่าความเสียดทานของผิวทาง คือ Micro-texture และ Macro-texture



ที่มา : Tremblay, 1995

รูปที่ 2-26 ลักษณะของพื้นผิวถนน

คุณสมบัติของวัสดุพื้นผิว เช่น มวลรวมและคุณลักษณะของวัสดุผสม ลักษณะพื้นผิวถนน เป็นต้น ล้วนส่งผลกระทบต่อทั้ง Micro-texture และ Macro-texture คุณสมบัติเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อความทนทานของพื้นผิวทางในระยะยาว ตลอดจนความสามารถในการต้านทานแรงขัดสีและการสึกกร่อนของมวลรวมและวัสดุผสม

ตารางที่ 2-3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียดทานของผิวทาง

Pavement Surface Characteristics	Vehicle Operating Parameters	Tire Properties	Environmental
Micro-texture Macro-texture Mega-texture /unevenness Material Properties Temperature	Slip Speed - Vehicle Speed - Braking Action - Driving Maneuver - Turning - Overtaking	Foot Print Tread Design and Condition Rubber Composition and Hardness Inflation Pressure Load Temperature	Climate - Wind - Temperature - Water (Rainfall, Condensation) - Snow and Ice Contaminants - Anti-skid Material (Salt, sand) - Dirt, Mud Debris

หมายเหตุ : ปัจจัยที่วิกฤตแสดงด้วยตัวอักษรหนา

ที่มา : Wallman and Astrom, 2001.

ตัวแปรเกี่ยวกับการใช้งานยานพาหนะ

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (m) ระหว่างยางรถยนต์กับผิวทางจะเปลี่ยนแปลงไปตามการไถล (Slip) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อการไถลเพิ่มขึ้นในช่วงแรก โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะเกิดขึ้นสูงสุด เมื่อสัดส่วนของการไถลมีค่าประมาณร้อยละ 10 - 20 (Critical Slip) หลังจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะลดลงไปจนถึงค่าที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความต้านทานการลื่นไถล (Coefficient of Sliding Friction) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสัดส่วนของการไถลมีค่าร้อยละ 100

คุณสมบัติของยาง

- เงื่อนไขและการออกแบบดอกยาง (Tire Tread Design and Condition)

  การออกแบบดอกยางอันได้แก่ ชนิด รูปแบบ และความลึก เป็นต้น และเงื่อนไขการออกแบบมีความสำคัญต่อการระบายน้ำที่ขังอยู่บนผิวทาง น้ำที่อยู่ระหว่างผิวทางและยางรถยนต์ สามารถขับออกผ่านช่องว่างบริเวณ Macro-texture ของผิวทาง ซึ่งดอกยางที่ลึกจะช่วยในการขับขี่บนถนนที่ฉาบด้วยฟิล์มน้ำที่ความเร็วสูง

- การเติมลมยาง (Tire Inflation Pressure)

  การเติมลมยางมากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียความเสียดทานเพียงเล็กน้อย ในขณะที่การเติมลมยางน้อยสามารถทำให้ความเสียดทานของผิวทางลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ความเร็วสูง (Henry, 1983 และ Kulakowski, 1990) ที่เป็นดังเช่นนั้นเพราะว่าช่องระบายน้ำถูกบีบตัวให้ลดลงสำหรับดอกยางและความดันสัมผัสลดลง

ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

- อุณหภูมิ (Temperature)

ยางสมัยใหม่ถูกทำให้ผลของอุณหภูมิต่อค่าความเสียดทานมีค่าน้อยเมื่อขับขี่ด้วยความเร็วและอุณหภูมิปกติ อย่างไรก็ตาม ความเสียดทานจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูง ซึ่งยางจะอ่อน (Soft) เพราะว่าคุณสมบัติ Visco-elastic ของยางมีผลต่อแรงต้านวัตถุ (Hysteresis) อุณหภูมิของยางจะสูงขึ้นมากในสภาพการขับขี่ปกติเมื่อมีการเบรกหลาย ๆ ครั้ง โดยเฉพาะการเบรกภายใต้เงื่อนไขที่ล้อหยุดหมุน (Locked-wheel) ในขณะที่ยางสามารถหลอมละลายและ Rubber Hydroplaning

- น้ำที่ผิวทาง (Surface Water)

ผลกระทบของความลึกของชั้นน้ำที่ผิวทาง (Water Film Thickness, WFT) ที่มีต่อความเสียดทานของผิวทางที่ระดับความเร็วต่ำ (น้อยกว่า 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) มีค่าน้อยมากและส่งผลต่อความเสียดทานค่อนข้างน้อยเมื่อระดับความเร็วสูง (มากกว่า 64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของยางรถยนต์ที่ไถลไปตามพื้นทางที่เปียกลดลงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential) เมื่อ WFT สูงขึ้น ผลกระทบของ WFT โดยเงื่อนไขและการออกแบบยางซึ่งยางที่เสื่อมคุณภาพจะมีความอ่อนไหวกับค่า WFT

สถานการณ์ที่อันตรายที่เกิดจากความหนาของแผ่นฟิล์มน้ำ และการเคลื่อนที่ของยานพาหนะคือการเกิด Hydroplaning ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อยางรถยนต์ถูกแยกจากพื้นทางโดยแรงดันน้ำซึ่งเพิ่มขึ้นบนผิวสัมผัสระหว่างยางรถยนต์และพื้นทาง (Horne and Buhlmann, 1983) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ความเสียดทานลดลงเกือบเป็นศูนย์ ซึ่งปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นจากหลายตัวแปร ได้แก่ ความลึกของน้ำบนผิวถนน ความเร็วของยานพาหนะ ลักษณะพื้นผิว Macro-texture การเติมลมยางความลึกของดอกยางและพื้นที่สัมผัสระหว่างยางและพื้นถนน

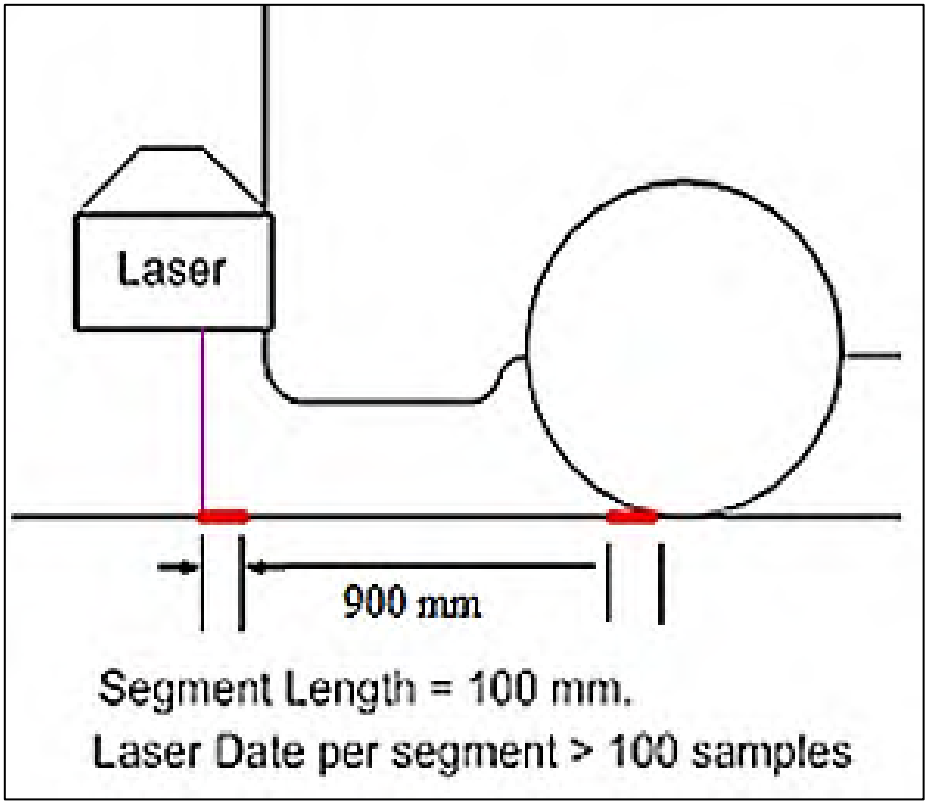
ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

สำหรับเครื่องมือสำรวจค่า Mean Profile Depth (MPD) ปัจจุบันนิยมใช้ High - speed Laser Texture Measurement เป็นอุปกรณ์ในการสำรวจ ซึ่งคำนวณให้ผลออกมาในหน่วยมิลลิเมตรตาม ASTM E 1845 - 09 มาตรฐานสำหรับการคำนวณค่าลักษณะผิวทางแบบหยาบ (Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth) โดยค่า Mean Profile Depth (MPD) คือ ตัวชี้วัดสภาพความขรุขระของผิวทางระดับผิวทางหยาบ (Macro - texture) ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 50 มิลลิเมตร และมีการกำหนด คุณลักษณะเบื้องต้นของอุปกรณ์เลเซอร์ไว้ดังนี้

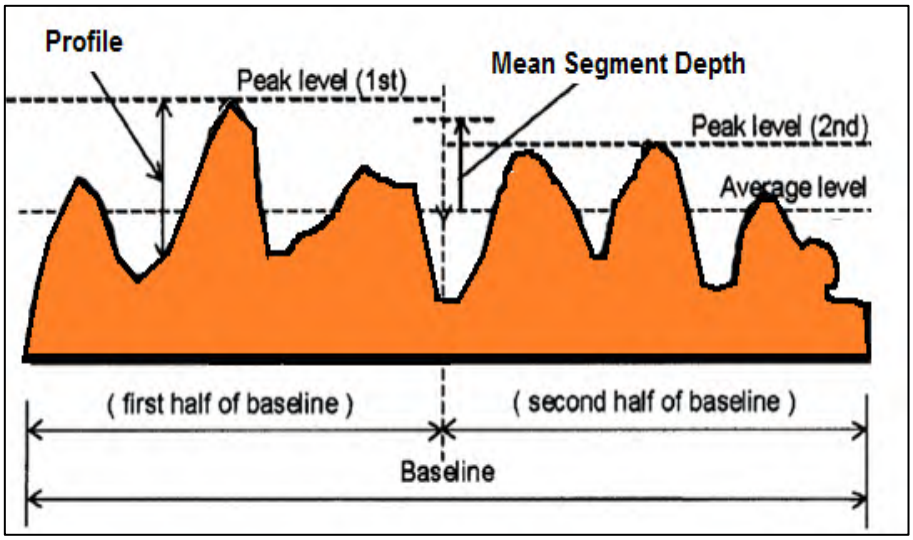
เครื่องมือสำรวจค่า Mean Profile Depth (MPD) เครื่องมือทดสอบ High - speed Laser Texture Measurement เป็นการทดสอบแบบไม่สัมผัสผิวทางสามารถใช้ในการเก็บข้อมูลลักษณะผิวทาง โดยประเมินพื้นผิวทางช่วงความสูง 0.25 มิลลิเมตร หรือต่ำกว่าเครื่องมือนี้สามารถวัดประเมินผิวทางแบบหยาบ (Macro -texture) ได้ในช่วง 0.5 - 50 มิลลิเมตร อ้างอิงจากหลักการในการทดสอบค่า Mean Profile Depth, MPD เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E 1845-09 อุปกรณ์เลเซอร์โพรไฟล์ทำหน้าที่หลักในการตรวจวัดค่าเนื้อผิวทาง โดยใช้การยิงลำแสงเลเซอร์ที่มีความถี่สูง 62,500 ครั้งต่อวินาที เพื่อวัดค่าความลึกของแต่ละจุดบนผิวทาง จากนั้นจึงจะส่งข้อมูลต่อไปยังโปรแกรมควบคุมหลักเพื่อบันทึกค่าและประมวลผลเป็นค่าความลึกโพรไฟล์เฉลี่ยในการหาค่า MPD นั้น จะใช้อุปกรณ์เลเซอร์ในการวัดระยะห่างและบันทึกค่าโพรไฟล์ของผิวทาง โดยบันทึกเป็นช่วง (Segment) มีความยาวช่วงละ 100 มิลลิเมตร แต่ละช่วงห่างกัน 900 มิลลิเมตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ เก็บค่าโพรไฟล์สั้น ๆ ทุกระยะ 1 เมตร แสดงดังรูปที่ 2-27 ในแต่ละช่วงจะเก็บค่าเลเซอร์โพรไฟล์ไม่น้อยกว่า 100 ตัวอย่างในระยะ 100 มิลลิเมตร ทั้งนี้ การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดโดยมาตรฐาน ASTM E 1845

พารามิเตอร์	ASTM E 1845 - 09
Samples Interval	น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร
Vertical Resolution	น้อยกว่า 0.05 มิลลิเมตร
Vertical Range	มากกว่า 20 มิลลิเมตร
Vertical Non Linearity	น้อยกว่า 2%
Angle : Emitting Device Surface Receiving Device	น้อยกว่า 30°
Segment Length	100 มิลลิเมตร ± 2 มิลลิเมตร
Maximum Laser Spot Size	น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 2-27 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลค่า MPD



รูปที่ 2-28 วิธีการคำนวณค่า MPD (ASTM E 1845, 2009)

ดัชนีความเสียดทานสากล(International Friction Index : IFI)

ดัชนีความเสียดทานสากลเป็นค่าดัชนีชี้วัดความเสียดทานของพื้นผิวทาง ที่ได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพความเสียดทาน (Friction) รวมทั้งความเร็วที่ใช้ทดสอบและข้อมูลสภาพผิวทาง (Texture Depth หรือ Mean Profile Depth) โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความเสียดทานจากเครื่องมือชนิดต่าง ๆ และเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลงานวิจัยระหว่างประเทศ โดยพัฒนาสมการแปลงค่าความเสียดทานที่วัดได้จากเครื่องมือชนิดต่าง ๆ เป็นค่ากลางเดียวกัน

ตารางที่ 2-5 สมการดัชนีความเสียดทานสากล

ชื่อสมการ	สมการ	คุณสมบัติ
ความเร็วคงที่	$S_p = a + (b \times Tx)$	- ASTM E1960 - ให้ค่าความสัมพันธ์ที่ดีขึ้น - ลดการกระจายตัวของข้อมูล - ทำให้เกิดความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลความเสียดทานของเครื่องมือทดสอบที่มีความแตกต่างกันทางด้านขั้นตอนทดสอบและระยะเวลาทดสอบ
ความเสียดทานที่ความเร็ว 60 กม./ชม.	$FR60 = Fr \times e^{(s-\frac{60}{Sp})}$	
ความเสียดทาน IFI	$F60 = A + (B \times FR60)$	

โดย Sp คือ ความเร็วคงที่ (กม./ชม.)

a,b,A,B คือ ค่าคงที่ของแต่ละเครื่องมือ 9

Tx คือ ค่าเฉลี่ยความลึกของพื้นผิว (MPD) : จากเครื่องมือ CTM

FR60 คือ ค่าปรับแก้ความเสียดทานที่ความเร็ว 60 กม./ชม.

FR คือ ค่าความเสียดทานที่ได้จากการทดสอบของเครื่องมือต่าง ๆ

S คือ ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ (กม./ชม.)

F60 คือ ค่าความเสียดทานที่ความเร็ว 60 กม./ชม.

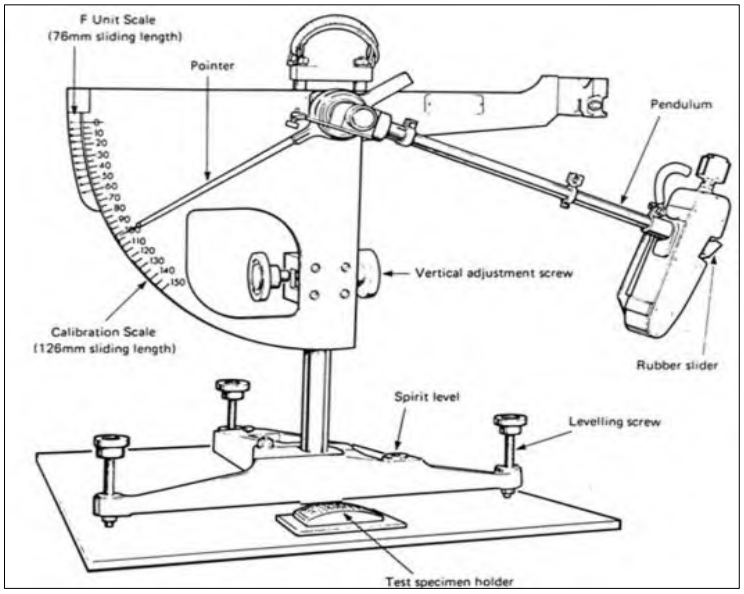
2.1.2 ศึกษาและพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of Friction : μ) และค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

เครื่องมือที่ใช้สำหรับทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน 2. เครื่องมือทดสอบค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง

เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน

- เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน British Pendulum Tester (BPT)

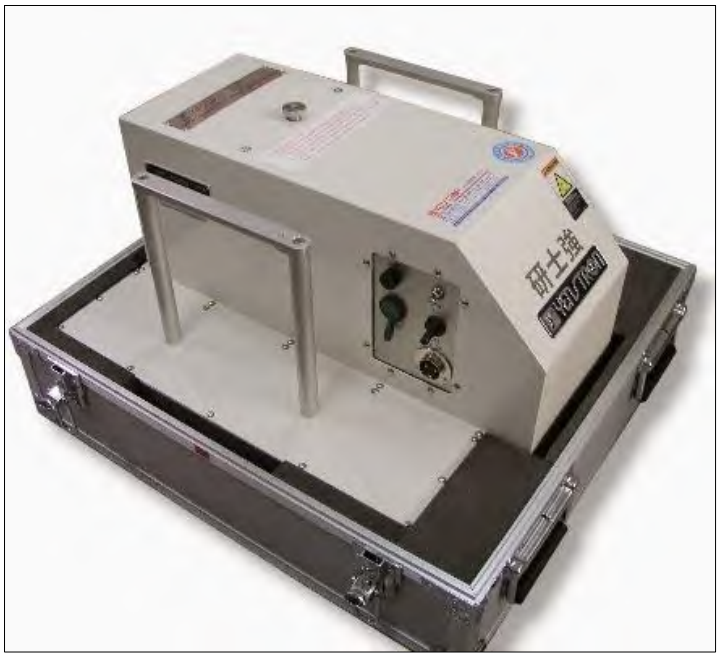
ลักษณะอุปกรณ์จะมีชิ้นยางทดสอบติดอยู่ที่ปลายลูกตุ้ม ลูกตุ้มจะปล่อยเคลื่อนที่ตามส่วนโค้งสัมผัสผิวทดสอบ หลังสัมผัสผิวทดสอบแขนลูกตุ้มจะแกว่งไปยังอีกข้างซึ่งลูกตุ้มจะเสียพลังงานจลน์ไปกับความฝืด จึงสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์เสียดทานได้ British Pendulum Number (BPN) มีความสะดวกในการใช้งาน ค่าบำรุงรักษาต่ำ ด้วยน้ำหนักที่น้อยและความเร็วต่ำของการทดสอบ เครื่องมือชนิดนี้รองรับมาตรฐาน ASTM E303



รูปที่ 2-29 British Pendulum Tester (BPT)

- เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน Dynamic Friction Tester (DFT)

เป็นเครื่องมือจานหมุนในแนวราบ ภายใต้จานหมุนจะมียางทดสอบติดไว้ 3 จุด โดยหลักการทดสอบ ความเร็วของจานหมุนจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อยางทดสอบสัมผัสกับผิวถนน จึงสามารถวัดแรงเสียดทานเพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เสียดทานได้สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้สูงสุดถึง 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง ด้วยหน้าจานกว้างถึง 284 มิลลิเมตร พื้นที่ทดสอบจึงมากกว่า BPT แต่ก็มีน้ำหนักมากกว่าและราคาที่สูงกว่ามากเครื่องมือชนิดนี้รองรับมาตรฐาน ASTM E1911



รูปที่ 2-30 Dynamic Friction Tester (DFT)

- เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน Grip Tester

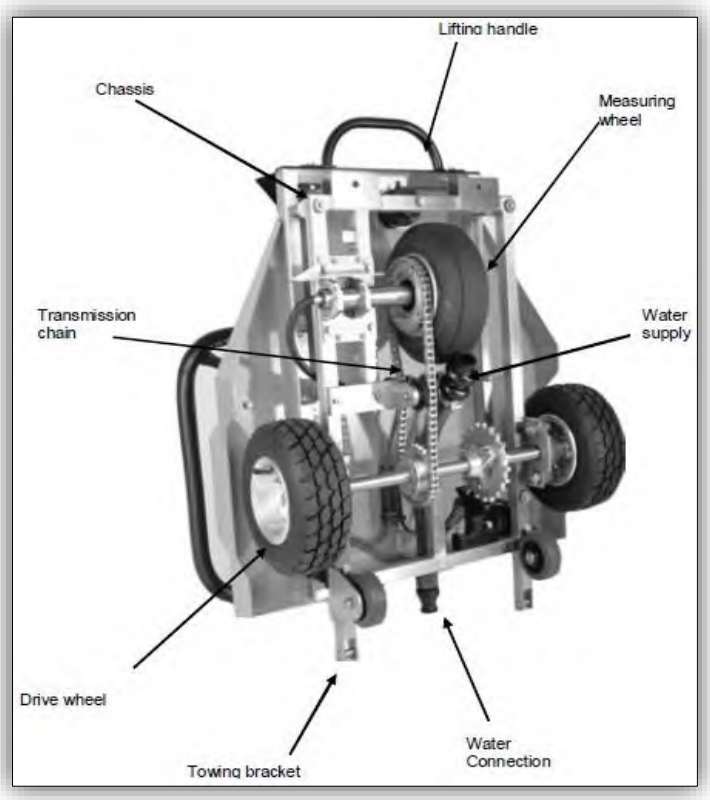
Grip Tester MK2 เป็นอุปกรณ์วัดแรงเสียดทานแบบต่อเนื่องแบบใช้เทรลเลอร์อันดับหนึ่งของโลก โดยทำงานบนหลักการของการวัดความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวโดยใช้ล้อวัดที่ลื่นหรือไถลเมื่อเปรียบเทียบกับยางขับเคลื่อนสองเส้น เครื่องมือนี้เป็นรถพ่วงสามล้อที่มีน้ำหนัก 85 กิโลกรัม ล้อวัดเดี่ยวรับน้ำหนัก 15% ของน้ำหนักทั้งหมดซึ่งถูกวัดอย่างต่อเนื่อง ค่าสัมประสิทธิ์การเสียดสี (น้ำหนัก/ลาก) ที่รู้จักกันในชื่อ Grip Number จะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อรวบรวมข้อมูลที่อยู่ในห้องโดยสารของรถลากจูง



รูปที่ 2-31 Grip Tester

- เครื่องมือทดสอบความเสียดทาน ASFT-T-10

ASFT-T-10 ประเภท Fixed Slip เป็นการทดสอบความฝืดผิวทาง โดยวิธีวัดความฝืดระหว่างผิวทางถนนกับล้อยางของรถทดสอบที่มีลักษณะเป็นรถทดสอบพ่วง 2 ล้อ และล้อทดสอบ 1 ล้อ ติดตั้งอยู่กับเพลา แสดงดังรูปที่ 2-32 และมีกลไกที่ใช้ต้านทานการเคลื่อนที่โดยเกียร์และระบบโซ่เชื่อมกับเพลาล้อขับเคลื่อนทำให้เกิดการหน่วงที่ล้อทดสอบ กำหนดน้ำหนักที่กระทำลงบนล้อทดสอบในแนวตั้งเพื่อสามารถคำนวณแรงที่กดลงบนพื้นผิวทาง อันเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อความเสียดทานที่จะทดสอบได้ ในการทดสอบจะทดสอบด้วยล้อในสภาพพื้นผิวเปียกที่ความเร็วคงที่ด้วยการวัดแรงลื่นไถล สำหรับการทดสอบผิวทางในสภาพเปียกน้ำจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ถังน้ำ ซึ่งอยู่บนรถลาก ต่อท่อกับวาล์วควบคุมหัวฉีดน้ำที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของล้อทดสอบ เพื่อปล่อยน้ำที่บริเวณล้อทดสอบ ควบคุมโดยชุดปั๊มที่ติดตั้งอยู่ในชุดรถทดสอบ เพื่อให้ได้ความหนาของฟิล์มน้ำตามที่มาตรฐานได้กำหนดไว้ เมื่อเริ่มการวิ่ง ตัวรถทดสอบจะทดรอบของล้อยางรถทดสอบให้ต่ำกว่ารอบที่รถลากขณะวิ่ง จึงเป็นการจำลองการห้ามล้อแบบไม่ล็อกล้อ (Anti-Brake System) ทำให้สามารถทดสอบความเสียดทานตามยาวในลักษณะต่อเนื่องได้ (Continuous Longitudinal Friction)



รูปที่ 2-32 เครื่องมือ Fixed Slip : T-10

เครื่องมือทดสอบค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง

- เครื่องทดสอบค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง Circular Texture Meter (CTM)

เป็นอุปกรณ์วัด โดยไม่ต้องสัมผัสพื้นผิวทดสอบโดยใช้เลเซอร์มีรัศมีการวัด 142 มิลลิเมตร แบ่งการหมุนหนึ่งครั้งออกเป็น 8 ส่วน ขนาดเล็กพกพาง่าย ใช้เวลาสำหรับการวัดหนึ่งครั้ง ประมาณ 40 - 45 วินาที แต่มีราคาที่สูง เครื่องมือชนิดนี้รองรับมาตรฐาน ASTM E2157



รูปที่ 2-33 Circular Texture Meter (CTM)

- เครื่องมือเลเซอร์ Laser Profiler

สามารถตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth ; MPD) ที่สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 (Standard Practice for Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth)



รูปที่ 2-34 เครื่องมือเลเซอร์ Laser Profiler

ตารางที่ 2-6 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบค่าความเสียดทานผิวทางแบบใช้ความเร็วสูงในการทดสอบ

วิธีการทดสอบ	มาตรฐาน	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือทดสอบ	ลักษณะเครื่องมือทดสอบค่าความเสียดทาน	
Locked-Wheel	ASTM E 274	เป็นเครื่องมือที่ถูกติดตั้งบนรถต่อพ่วงโดยจะผูกติดกับด้านท้ายรถยนต์ลาก การทำงานโดยทั่วไปจะขับที่ความเร็ว 64 กม. ต่อ ชม. ขณะพื้นผิวเปียก โดยมีความหนาของชั้นน้ำประมาณ 0.5 มม. ในการทดสอบล้อยางทดสอบจะถูกกดบนพื้นผิว จากนั้นระบบจะทำการล็อคล้อและลากไปบนพื้นผิว แรงต้านจากการลากจะถูกบันทึกเฉลี่ยในช่วง 1-3 วินาที หลังล้อถูกล็อคแบบสมบูรณ์การวัดสามารถเริ่มวัดใหม่ได้อีกครั้งเมื่อล้อถูกปลดล็อคและหมุนอิสระ	การทดสอบใช้การต่อพ่วงกันระหว่างรถยนต์ลากและรถต่อพ่วงทดสอบค่าความเสียดทาน Locked-Wheel Skid Trailer ลักษณะล้อยางที่ใช้ทดสอบมี 2 ประเภท ได้แก่ ล้อแบบมีสัน (Ribbed Tire) มาตรฐาน ASTME501 เหมาะในการวัด Macro-texture และล้อเรียบ (Smooth Tire) มาตรฐาน ASTME524 เหมาะในการวัด Micro-texture	
Side-Force	ASTM E 670	เครื่องมือวัดแรงเสียดทานด้านข้างจะทำการวัดค่าความเสียดทานด้านข้างของผิวทางหรือที่มุมค่าความเสียดทานด้านข้างนี้จะวัดตั้งฉากกับทิศทางการขับขี่ เครื่องมือจะทำการลาดน้ำบนผิวทางด้วยอัตรา 1.2 ลิตรต่อนาที ในขณะทดสอบล้อจะหมุนอย่างอิสระและถูกลากไปบนผิวทางด้วยความเร็ว 64 กม. ต่อ ชม. แรงเสียดทานด้านข้าง น้ำหนักล้อ ระยะทางและความเร็วขับขี่จะถูกบันทึกทุก ๆ 25-125 มม. และเฉลี่ยในช่วง 1 เมตร	- เครื่องมือ British Mu-Meter เครื่องมือจะใช้วัดแรงเสียดทานด้านข้าง ซึ่งล้อสามารถบิดได้ทั้งสองล้อที่มุม 7.5 องศา ล้อยางสามารถใช้ได้ทั้งล้อมีสัน (Ribbed Tire) และล้อเรียบ (Smooth Tire) - เครื่องมือ British Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM) ใช้วัดแรงเสียดทานด้านข้างโดยล้อสามารถทำการบิดมุมได้ 20 องศาในการทดสอบ	 

ตารางที่ 2-6 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบค่าความเสียดทานผิวทางแบบใช้ความเร็วสูงในการทดสอบ (ต่อ)

วิธีการทดสอบ	มาตรฐาน	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือทดสอบ	ลักษณะเครื่องมือทดสอบค่าความเสียดทาน	
Fixed-Slip	Various	เครื่องมือทดสอบแบบ Fixed-slip จะใช้วัดความต้านทานการหมุนของล้อชนิดเรียบที่ไถลที่ความเร็วค่าหนึ่ง ๆ ประมาณ ร้อยละ 12-20 ของความเร็วรถที่ทำการลาก โดยจะทำการทดสอบขณะพื้นผิวเปียกที่ความหนาของชั้นน้ำเท่ากับ 0.5 มม. ที่ด้านหน้ารถต่อพ่วงที่มีเครื่องมือวัดค่าความเสียดทาน จะทดสอบที่ความเร็ว 64 กม. ต่อ ชม. การทดสอบการหมุนของล้อจะถูกยับยั้งล้อที่หมุนเมื่อถึงร้อยละความเร็วของรถลากที่กำหนด น้ำหนักล้อแรงเสียดทาน จะถูกคำนวณโดยการแปลงค่าแรงดึงและโมเมนต์บิด	- เครื่องมือประเภทนี้อาทิ เช่น Roadway and runway Friction testers (RFTs). - เครื่องมือ Airport Surface Friction Tester (ASFT) - เครื่องมือ Saab Friction Tester (SFT) - U.K. Grip tester - Road Analyzer and Recorder (ROAR). มาตรฐาน ASTM E 1551 ใช้ทดสอบล้อโดยใช้การทดสอบ Fixed-Slip	 
Variable-Slip	ASTM E 1859	เครื่องมือทดสอบแบบ Variable-Slip จะใช้ทำการใช้วัดค่าความต้านทานที่มีความสัมพันธ์กับการลื่นไถล (ร้อยละ 0 - 100) ของความเร็วรถที่ทำการลาก ระหว่างล้อและพื้นผิวทางน้ำที่ใช้จะลาดบนผิวทางทดสอบมีความหนา 0.5 มม. โดยล้อจะถูกปล่อยให้หมุนอิสระแล้วปล่อยให้ความเร็วของล้อทดสอบลดลง ความเร็วของรถ ระยะทางที่เคลื่อนที่ ความเร็วการหมุนของล้อ น้ำหนักล้อ และแรงเสียดทานจะถูกบันทึกค่าที่ช่วง 2.5 มม.หรือน้อยกว่า	- เครื่องมือประเภทนี้ อาทิเช่น French IMAG. - เครื่องมือ Norwegian Norse meter RUNAR - เครื่องมือ ROAR and SALTAR systems.	

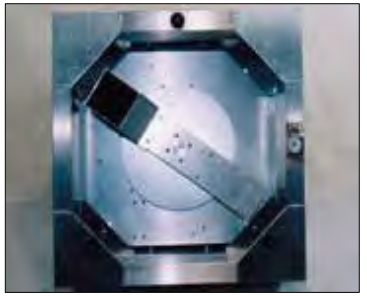
ตารางที่ 2-7 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบค่าความเสียดทานของผิวทางแบบใช้ความเร็วต่ำในการทดสอบ

วิธีทดสอบ	มาตรฐาน	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือทดสอบ	ลักษณะเครื่องมือทดสอบค่าความเสียดทาน	
Stopping Distance	ASTM E 445	ต้องมีการฉีดน้ำจนกระทั่งผิวหน้าของถนนอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ในขณะทดสอบผู้ขับขี่ต้องขับรถด้วยความเร็วคงที่โดยระบุไว้ 40 ไมล์/ชม.หรือ 64 กม./ชม.ต้องมีการกำหนดลักษณะของล้อรถและระยะทางในการทดสอบจนถึงจุดสุดท้าย วิธีนี้มีความแตกต่างกันในด้านวิธีการเช่น ระดับความเร็ว และระบบเบรก ABS เป็นต้น	รถยนต์ส่วนบุคคลหรือรถบรรทุกเบา (อย่างน้อย 3200 lb) (ควรติดตั้งระบบการสั่นสะเทือน) และระบบเบรกโดยต้องใช้ได้เต็มความสามารถส่วนการออกแบบยางรถยนต์ควรจะเป็นไปตาม ASTME501	
Deceleration Rate	ASTM E 2101	เครื่องมือจะใช้ความเร็วมาตรฐานในการทดสอบ ประมาณ 20 ถึง 30 ไมล์/ชม.หรือ 32-48 กม./ชม.โดยใช้เบรกในการ lock ทำให้ล้อเกิดความหน่วงจากนั้นวัดอัตราการชะลอตัว อัตรานี้จะถูกบันทึกและนำไปคำนวณหาแรงเสียดทาน	เครื่องมือที่เป็นเครื่องกล หรือ Electronic ที่ถูกติดตั้งไว้ในยานพาหนะ ในการวัดค่าความหน่วง (Deceleration) นั้นได้มีการบันทึกค่าอัตราระหว่างรถหยุดของรถ	
Portable Testers	ASTM E 303 ASTM E 1911	เครื่องมือทดสอบแบบพกพาสามารถนำไปใช้ในการวัดแรงเสียดทานของพื้นที่ผิวทาง การทดสอบนี้จะใช้ลูกตุ้มหรือทฤษฎีการเลื่อนในการวัดแรงเสียดทานในห้องปฏิบัติการหรือในสนาม	- British Pendulum Tester (BPT) ได้กำหนดความเร็วขั้นต่ำในการเลื่อนระหว่างยางมาตรฐาน - เครื่อง DFT เป็นระบบโครงสร้างที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติจะถูกเก็บที่ 12, 24, 36, และ 48 ไมล์/ชม. หรือ 20, 40, 60, และ 80 กม./ชม. ความเร็วนี้มีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทาน เครื่องนี้เหมาะกับการติดที่ตัวรถ โดยมีแท็งก์น้ำ และคอมพิวเตอร์แบบพกพา	 

ตารางที่ 2-8 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบลักษณะของพื้นผิวทางแบบใช้ความเร็ว

วิธีทดสอบ	มาตรฐาน	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือทดสอบ	ลักษณะเครื่องมือทดสอบค่าความเสียดทาน	
Electro-optic (laser) method (EOM)	ASTM E 1845 ISO 13473-1 ISO 13473-2 ISO 13473-3	เครื่องมือทดสอบเลเซอร์ความเร็วสูงแบบไม่สัมผัสผิวทาง สามารถใช้ในการเก็บข้อมูลลักษณะผิวทางโดยทำการประเมินพื้นผิวทางช่วงความสูง 0.25 มม. หรือต่ำกว่า เครื่องมือนี้สามารถวัดประเมินผิวทางแบบหยาบ (Macro-texture) ได้ในช่วง 0.5 - 50 มม. มีการติดตั้งระบบ GPS เพื่อระบุตำแหน่งทดสอบ ข้อมูลที่เก็บได้จะถูกประมวลผลด้วยโปรแกรมประมวลผลและทำการคำนวณลักษณะผิวทางและค่าดัชนีผิวทางอื่น ๆ	เครื่องมือวัดลักษณะผิวทางด้วยเลเซอร์ความเร็วสูง (อาทิ FHWA ROSAN) ดังรูป ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เครื่องวัดระยะทางแนวราบและระบบเลเซอร์ตรวจจับความเร็วสูงที่ 64 kHz หรือสูงกว่า ในการวัดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจจับความเร็วสูงจะถูกติดตั้งกับรถความเร็วสูงในการวัดพื้นผิวถนน โดยข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา	 
Sand Patch Method (SPM)	ASTM E 965, ISO 10844	Sand Patch Method (SPM) เป็นการวัดโดยอาศัยวิธี Volumetric-based หรือการวัดเชิงปริมาตรซึ่งจะเป็นการวัด Macro-texture การทดสอบ ผู้ทดสอบจะกระจายเม็ดแก้วกลมที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนเป็นวงกลมบนผิวทางโดยการแปลงค่ารัศมีของที่ใช้ทดสอบที่แผ่บนผิวทางเป็นค่าความหนาเฉลี่ยของพื้นผิว (Mean Texture Depth, MTD)	อุปกรณ์การทดสอบ ประกอบไปด้วย กรอบสี่เหลี่ยมปริมาตร 25,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ไม้วัดความยาว กล่องบรรจุ แปลง และจานรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60-65 มม. และเม็ดแก้วกลมมาตรฐาน ASTM D 1155	

ตารางที่ 2-9 สรุปเครื่องมือและวิธีการทดสอบลักษณะของพื้นผิวทางผิวทางแบบควบคุมการจราจรหรือแบบจุด

วิธีทดสอบ	มาตรฐาน	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือทดสอบ	ลักษณะเครื่องมือทดสอบค่าความเสียดทาน	
Outflow Meter (OFM)	ASTM E 2380	Outflow Meter (OFM) เป็นการวัดแบบอาศัยปริมาตรซึ่งวัดอัตราการระบายน้ำออกจากพื้นผิวและช่องว่างภายในซึ่งเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของผิวทางที่เกี่ยวข้องกับเวลาในการระบายน้ำออกจากยางที่เคลื่อนที่ ตัวแปรของการวัดได้แก่ เวลาที่น้ำไหลออก (Outflow Time, OFT) ที่ใช้กำหนด Macro-texture ถ้า OFT มีค่าสูงแสดงว่าเป็น Smooth Macro-texture ถ้า OFT มีค่าต่ำแสดงว่าเป็น Rough Macro-texture	อุปกรณ์นี้ประกอบด้วยทรงกระบอกที่ประกอบกับวงแหวนยางอยู่ด้านล่างและด้านบนด้านเปิดเซ็นเซอร์วัดเวลาที่ต้องการสำหรับปริมาณน้ำที่ไหลผ่านยางรัดด้านล่างลงสู่ผิวทางดังรูปด้านขวา	
Circular Texture Meter (CTM)	ASTM E 2157	Circular Texture Meter (CTM) เป็นอุปกรณ์วัดโดยไม่สัมผัสผิวถนนโดยใช้เลเซอร์ เครื่องมีลักษณะคล้าย DFT ตัววัดเป็นลักษณะทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 286 มม. เครื่องจะทำการหมุนด้วยความเร็ว 6 เมตรต่อนาที และให้ค่าที่วัดได้คือ Mean profile depth (MPD) จากการทดสอบ	อุปกรณ์ประกอบด้วยตัวจ่ายน้ำ ชุดคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ และตัววัดพื้นผิวทางทดสอบ แสดงในรูปด้านขวา	

2.1.3 ศึกษา รวบรวม ข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่จัดเก็บโดยกรมทางหลวงทั้งหมดเท่าที่มีในปัจจุบัน โดยแยกตามประเภทของผิวทาง มวลรวม อายุและปริมาณจราจร ภูมิภาค สถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ความเร็วของยานพาหนะ เป็นต้น และข้อมูลที่เกี่ยวกับสาเหตุการเกิดการลื่นไถลบนผิวทางและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงกรณีศึกษา (Knowledge Management : KM) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูล รายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำ ในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง	ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
1	ฟินแลนด์	-	ความเร็ว (กม./ชม.) £80 £100 £120	m 0.4 0.5 ³0.6	Finnish Standard (PANK 5201 หรือ TIE 475)	
2	สวีเดน	สภาพผิวทาง ผิวถนนเปียก		m 0.5	Fixed Slip Device (Skiddometer BV-11)	
3	สหรัฐอเมริกา/ Washington State Department of Transportation	-	ประเภทของสายทาง ถนนที่ต้องมีการปรับปรุงผิวทาง ถนนที่มีปริมาณการจราจรน้อย ถนนที่มีการตรวจวัดบ่อยครั้ง ถนนที่มีปริมาณการจราจรมาก	SN <30 ³30 31-34 ³35	Skid Trailer	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง	ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
4	อังกฤษ	ความเร็ว 80 กม./ชม.	ประเภทสายทาง - Motorway - Dual carriageway non-event - Single carriageway non-event - Dual carriageway (all purpose)-minor juctions - Single carriageway minor juctions & approaches to across major junctions (all limbs) Approach to roundabout - Approach to pedestrain crossing and other high risk situation - Roundabout - Gradient 5-10% longer than 50m - Gradient >= 10% longer than 50 m - Bend radius < 500 m - dual carriageway - Bend radius < 500 m - single carriageway	m 0.35 0.35-0.40 0.40-0.45 0.45-0.55 0.50-0.55 0.45-0.50 0.45-0.50 0.50-0.55 0.45-0.50 0.50-0.55	Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง		ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
5	ออสเตรเลีย / Vicroads	ความเร็ว 50 กม./ชม. 20 กม./ชม.	ประเภทสายทาง - Traffic light controlled intersection, Pedstrian/school crossing, Raiway level crossings, Roundabout approaches - Curves with radius £250 m, Gradient³ 5% and 50m long, Freeway/higway/on/ offramps - Intersections - Manoeuvre-free areas of undivied roads - Manoeuvre-free areas of divied roads - Curves with radius<=100m - Roundabouts	Primary road >2500 veh/lane /day SFC50 0.55 0.50 0.45 0.40 0.35 SFC20 0.60 0.55	Secondary road <2500 veh/lane /day SFC50 0.50 0.45 0.40 0.35 0.30 SFC20 0.55 0.50	Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง	ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
6	นิวซีแลนด์/ Transit New Zealand Technical Standard	-	ประเภทสายทาง - Approaches to railway level crossing, traffic lights, pedestrian crossings, roundabout, Stop and Give Way controlled intersections (state highway only), One Lane Bridges (including bridge deck) - Curve<250m radius, Down radient>10% - Approaches to road junction, Down gradient 5-10%, Motorway junction area including on/off ramps - Undivided carriageway (event-free) - Divided carriageway (event-free)	SFC 0.55 0.50 0.45 0.40 0.35	Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)	
7	ออสเตรเลีย/ Main Road Queensland	ความเร็ว 60 กม./ชม.	ประเภทสายทาง - Curves with radius<=100m, roundabouts, traffic light controlled intersections, pedestrian/school crossings, roundabout approaches - Curves with radius<=250m, Gradients>=5% and>=50 m long, Freeway and Highway on/off ramps Intersections - Maneuver-free areas of undivided roads, Maneuver-free areas of divided roads	F60 0.35 0.30 0.25	Norsemeter friction (ROAR)	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง		ค่าความเสียดทานของผิวทาง	ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
8	ออสเตรเลีย/ Transport South Australia	n/a	ประเภทสายทาง - Difficult sites-steep grades, traffic light approaches, tight bends, roundabouts - Urban Arterial Roads - Rural Arterial Roads - Urban/Lightly Traffic	ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.) 60-80 60 110 60	Grip Number=0.01´BPN 0.50-0.55 0.45 0.45 0.40	Grip tester	
9	ออสเตรเลีย	-	ความเสี่ยงในการเกิดการชนกันที่มีค่าความเสียดทานเป็นปัจจัยเกี่ยวข้อง - เล็กน้อย - เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว		FN > 60 < 50	-	
10	Texas, สหรัฐอเมริกา	ความเร็ว 50 กม./ชม.			FN 40	-	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/ หน่วยงาน	ตัวแปร ควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง		ชนิดเครื่องมือทดสอบ/ มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
11	สหรัฐอเมริกา, U.S. Department of Transportation	ประเภทสายทางหลวงหลักในชนบท	ความเร็วจราจรเฉลี่ย (Mean Traffic Speed) 0 10 20 30 40 50 60 70 80	Min. SN ที่ความเร็วจราจรเฉลี่ย 60 50 40 36 33 32 31 31 31	Min. SN วัดที่ความเร็ว 40 ไมล์/ชม. - - - 31 33 37 41 46 51	-	
12	Kentucky, สหรัฐอเมริกา	- ถนน 4 ช่องจราจร - ระยะทาง 770 ไมล์ - จำกัดช่องทางเข้าออก	อัตราการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ	SN70R < 27		-	
13	สหรัฐอเมริกา	ความเร็ว 64 กม./ชม. ทางหลวงระหว่างเมือง	อัตราการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียก	รัฐ Tennessee Texas Arizona Virginia Kentucky	Min SN64 40 38 29 30 40	-	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/หน่วยงาน	ตัวแปรควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง			ชนิดเครื่องมือทดสอบ/มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
14	อิสราเอล/ Isaeli Public Works Department	-	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ ลดจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุลง 7.5 %	Mu-meter reading >30			Mu-meter	
15	Florida, สหรัฐอเมริกา	-	อัตราการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียก สูง ต่ำ	SN64S <25 ³25			-	
16	Wisconsin, สหรัฐอเมริกา/ U.S. Department of Transportation	-	สภาพผิวทาง Dry Wet Slush Loose Snow Packed Snow Black Ice	FN Median 47 45 30 26 21 22	FN 25th percentile 44 42 26 23 19 19	FN 75th percentile 51 47 34 28 22 27	-	
17	ฝรั่งเศส	-	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกเพิ่มขึ้น 5 เท่า	SFC <0.5 (initial >0.6)			Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM)	

ตารางที่ 2-10 สรุปค่าความเสียดทานของผิวทางที่แนะนำในการศึกษางานวิจัยของประเทศต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับ	ประเทศ/หน่วยงาน	ตัวแปรควบคุม	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ค่าความเสียดทานของผิวทาง		ชนิดเครื่องมือทดสอบ/มาตรฐานการทดสอบ	หมายเหตุ
18	สหรัฐอเมริกา/ Pennsylvania Transportation Institute	-	SN, ความเร็วที่กำหนด, ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน, ช่วงเวลาขณะผิวทางเปียก, ความยากง่ายในการขับขี่	SN เพิ่มขึ้นจาก 33.4 ไปเป็น 48 สามารถลดการเกิดอุบัติเหตุขณะผิวทางเปียกได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์		-	
19	สหรัฐอเมริกา/	-	ความเสี่ยงในการเกิดการชนกัน	<u>รัฐ</u> Maine Washington Wisconsin Minnesota	<u>Reface restoration required when FN</u> <35 <30 <38 <45	-	
20	นอร์เวย์/ Norwegian Road Grip Project	-	อัตราการเกิดการชนกัน 0.8 0.55 0.25 0.20	<u>m</u> <0.15 0.15-0.24 0.25-0.34 0.35-0.44		-	
21	สหรัฐอเมริกา/ Maryland State Highway Administration	-	ประเภทสายทาง ในชนบท ในเมือง	<u>FN</u> for new surface 48.5 42	<u>Avg deteriorate rate /year</u> 0.22 0.26	Locked Wheel Skid Trailer with ribbed tires	

การปรับปรุงผิวทาง

Marwan Hafez และคณะ (2020) ได้ทำการรวบรวมการปรับปรุงผิวทางในปัจจุบันที่เป็นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความเสียดทาน โดยได้รับการสนับสนุนจาก Wyoming Department of Transportation แสดงดังตารางที่ 2-11 และตารางที่ 2-12 สังเกตุเห็นได้ว่า การปรับปรุงผิวทางคอนกรีตบางวิธีการเหมือนกับการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์ ดังนั้นการปรับปรุงด้วยแอสฟัลต์เป็นการเปลี่ยนประเภทผิวทาง และทำให้ผิวทางคอนกรีตกลางเป็นโครงสร้างทางรองรับผิวทางแอสฟัลต์แทน

ในผิวทางแอสฟัลต์คุณสมบัติของมวลรวมหยาบมีผลกระทบต่อ Microtexture และขนาดรูปร่างของมวลรวมและความมีรูพรุน (Porosity) ของผิวทางมีผลกระทบต่อ Macrotexture สำหรับผิวทางคอนกรีตนั้น มวลรวมละเอียดและซีเมนต์เพสต์มีผลกระทบต่อความเชื่อมแน่นของ Microtexture (Microtexture Adhesion) และการทำร่อง (Grooving) มีผลกระทบต่อ Macrotexture เมื่อเวลาผ่านไป ผิวทางเกิดการสึกกร่อนซึ่งเป็นผลโดยตรงจากปริมาณการจราจร ดังนั้นผิวหากโครงสร้างทางไม่มีความเสียหาย การปรับปรุงผิวทางจึงเป็นทางเลือกที่ประหยัดกว่าการสร้างทางใหม่ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความเสียดทานและลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้มากไปกว่านั้นการปรับปรุงผิวทางยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของโครงสร้างอีกด้วย

ตารางที่ 2-11 วิธีการปรับปรุงผิวทางเพื่อเพิ่มความเสียดทาน

Asphalt Pavement	Concrete Pavement
Chip Seal	Grooving
Micro-Milling	Diamond Grinding
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay
Open Graded Friction Course (OGFC)	Open Graded Friction Course (OGFC)
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)
Microsurfacing	Microsurfacing
Texturing : Shot Blasting /Abrading	Texturing : Shot Blasting /Abrading
High Friction Surfacing (HFS)	High Friction Surfacing (HFS)
Cape Seal	Epoxy Overlay (Bridge Deck)
Scrub Seal	
Slurry Seal	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Chip Seal	1. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (Asphalt Distributor)  2. เครื่องโรยหิน Chip Spreader 	1. การทำความสะอาด ขจัดเศษผง เพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อน โดยใช้รถกวาดถนน และทำการอุดรอยแตกหรือหลุมบ่อด้วยแอสฟัลต์หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมเพื่อเตรียมพื้นผิวสำหรับการซ่อมบำรุง 2. พ่นสารยึดเกาะแอสฟัลต์เหลวบาง ๆ บนพื้นผิวถนนเดิมด้วยรถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย 3. จากนั้นใช้เครื่องโรยหิน Chip Spreader เพื่อพ่นหินย่อยแต่ละชั้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่โรย (โดยทั่วไปคือขนาด 3/8” หรือ ½”) บนวัสดุประสานแอสฟัลต์ โดยทั่วไปแล้วปริมาณของมวลรวมที่ใช้จะอยู่ที่ประมาณ 20 ปอนด์ต่อตารางหลา  4. ใช้รถบดในการบดอัดเศษมวลรวมลงในวัสดุประสานแอสฟัลต์ 5. ใช้รถกวาดถนนทำความสะอาดพื้นผิวถนน ปัดเศษมวลรวมส่วนเกินออก	• Chip seals เป็นวิธีการซ่อมบำรุงผิวถนนแอสฟัลต์ที่ใช้ทั่วไป เพื่อผนึกรอยแตกละเอียดบนผิวถนน และป้องกันไม่ให้น้ำสามารถซึมเข้าไปในโครงสร้างของถนนได้ ในขณะเดียวกันก็ซ่อมบำรุงหรือปรับปรุงแรงเสียดทานของผิวทาง • Chip seals ถูกสร้างขึ้นโดยการใช้แผ่นเมมเบรนกันซึมบิทูเทน (Bituthane membrane) บนถนนเดิมแล้วตามด้วยชั้นมวลรวมหรือ เศษหิน ซึ่งพ่นลงบนผิวทางจากนั้นบดอัดเพื่อฝังในสารยึดเกาะแอสฟัลต์เหลว • โดยทั่วไปบิทูมินัสเมมเบรนจะเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันดัดแปลงด้วยโพลิเมอร์ แต่ยังสามารถเป็นวัสดุแอสฟัลต์เหลว (แอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์) รวมถึงแอสฟัลต์ยาง (rubberized asphalt) • ชั้นผิว Chip seals ถือว่าไม่ใช่ชั้นโครงสร้างหลัก แต่ช่วยปรับปรุงพื้นผิวที่ทนทานเป็นพิเศษ

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	 3. รถบด (Rollers) 		• วิธีนี้ไม่นิยมใช้บนถนนในเมืองที่มีการจราจรที่หนาแน่น เนื่องจากไวต่อการหลุดกร่อนของเศษหินบนชั้นผิว chip seal อาจทำให้เศษหินปลิวและก่อให้กระจกรถแตกบนทางจราจรได้ • โดยทั่วไปจะนิยมใช้วิธีซ่อมบำรุง chip seal บนถนนความเร็วสูงในชนบท รวมถึงทางหลวงระหว่างรัฐในชนบทและทางหลวงของรัฐ • วิธีการฉาบ chip seals มีหลายแบบ ได้แก่ การฉาบแบบชั้นเดียว การฉาบแบบสองชั้น และการฉาบแบบสามชั้น ซึ่งอาจใช้ขนาดมวลรวมที่หลากหลายในชั้นต่าง ๆ รวมถึงประเภทของมวลรวมที่แตกต่างกัน เช่น วัสดุน้ำหนักเบา

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	4. รถกวาดถนน (Brooms)  Kick broom  Vacuum Sweeper		

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	5. Haul trucks  6. Front-end loaders 		

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Micro-Milling	1. รถกัดถนนหรือรถไสถนน แบบพิเศษ (Specialized milling machine)  2. รถกวาดถนน (Brooms) 	1. การเตรียมพื้นผิวที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับวิธีการการกัดผิวแอสฟัลต์ขนาดเล็กบนพื้นผิวถนนเดิม ต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงและต้องซ่อมแซมรอยร้าวหรือหลุมบ่อก่อนทำการกัด 2. ใช้เครื่องกัดแบบพิเศษที่มีฟันตัดที่มีระยะห่างชิดกันเพื่อกัดชั้นบาง ๆ ของพื้นผิวถนนเดิม ความลึกของการกัดโดยทั่วไปคือ 1/4 นิ้วหรือน้อยกว่า โดยอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพผิวถนนเดิมและวัตถุประสงค์ในการใช้งานของถนน รถกัดควรทำงานด้วยความเร็วต่ำเพื่อให้พื้นผิวที่กัดได้ตามคุณภาพ 	• วิธีการซ่อมบำรุง Micro-milling คือ การซ่อมบำรุงผิวทางโดยใช้หัวกัดเพื่อขจัดชั้นบาง ๆ ของผิวทางเดิมของถนน • วิธี Micro-milling เป็นเทคนิคการขูดด้วยเขี้ยวหัวกัดกำจัดผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	 3. Haul trucks  4. อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพ : ซึ่งอาจรวมถึงอุปกรณ์สำหรับวัดความลึกผิวที่ทำการกัด, ลักษณะพื้นผิว และคุณสมบัติอื่น ๆ ของผิวถนน	3. การทำความสะอาดเศษหรือวัสดุที่หลุดร่อนหลังจากทำการกัดผิวถนน 4. การควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการกัดผิวถนนใหม่ โดยตรวจสอบความลึกและพื้นผิวว่าได้ตามที่ต้องการหรือไม่ การทดสอบเหล่านี้อาจรวมถึงการตรวจสอบด้วยสายตา, การวัดความลึกของผิวถนนที่ทำการกัด และการทดสอบพื้นผิวของผิวถนน	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	1. รถกัดถนนหรือรถไสถนน (Asphalt milling machine)  2. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (Asphalt distributor)  3. เครื่องปูคอนกรีตแอสฟัลต์ (Asphalt concrete paving machine or paver) 	1. การเตรียมพื้นผิวที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จของการฉาบแอสฟัลต์คอนกรีตแบบบาง พื้นผิวถนนเดิมต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึง และต้องซ่อมแซมรอยร้าวหรือหลุมบ่อก่อนการฉาบผิวถนน  2. การกัดผิวเดิมที่จะฉาบทับใหม่ด้วยรถกัดถนนหรือรถไสถนน แม้ว่าการกัดจะเพิ่มต้นทุนในการซ่อมบำรุง แต่โดยทั่วไปแล้วแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดกำหนดให้มีการกัดผิวถนนที่มีอยู่ออกเพื่อประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการฉาบ 3. การทำแทคโคท (TACK COAT) บนพื้นผิวเดิมเพื่อส่งเสริมการยึดเกาะระหว่างชั้นทางเท้า HMA ใหม่กับพื้นผิวถนนเดิม โดยใช้รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย	• วิธีการซ่อมบำรุง Thin HMA overlays มักใช้เพื่อซ่อมบำรุงผิวทางที่เสียหายเล็กน้อยถึงปานกลาง เพื่อปรับปรุงคุณภาพการขับขี่และปรับปรุงแรงเสียดทานถนน ร่วมกับการปกป้องโครงสร้างถนนด้านล่างอีกด้วย อาจใช้การฉาบทับแบบบางบนผิวคอนกรีตหรือแอสฟัลต์หรือบนถนนเดิม โดยทั่วไปไม่ถือว่าชั้นเป็นชั้น HMA ไม่ใช่ชั้นโครงสร้างหลักถนน • โดยทั่วไปกำหนดผนึกแบบบางที่ความหนาไม่เกิน 1.5 ถึง 2 นิ้ว ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะฉาบครั้งเดียวซึ่งหลักเกณฑ์ค่อนข้างใช้ความเชี่ยวชาญเป็นอย่างมากสำหรับการทำวิธีนี้

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	4. รถบด (Rollers)  5. Haul trucks 	4. ฉาบแอสฟัลต์คอนกรีต (HMA) โดยเครื่องปูคอนกรีตแอสฟัลต์ (Asphalt concrete paving machine or paver) และบดอัดด้วยรถบดเพื่อให้ได้ความหนาแน่นและความเรียบของพื้นผิวที่ต้องการ  5. การควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการปูผิวถนนใหม่โดยตรวจสอบส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีต (HMA) ให้ตรงตามข้อกำหนดที่จำเป็นสำหรับทดสอบขนาดคละ (Gradation), ปริมาณแอสฟัลต์ (Asphalt content) และค่าความแน่น (Density)	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Open Graded Friction Couse (OGFC)	1. รถปูยางหรือรถปูยางมะตอย (Asphalt Paver and Screeds)  2. รถบดล้อยาง (Pneumatic Tired Rollers)  3. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (Asphalt distributor) 	1. การเตรียมชั้นพื้นทาง (Base Course) โดยการปรับระดับพื้นผิวและบดอัดดินเดิม ตามด้วยโรยวัสดุชนิดละเอียดบนชั้นรองพื้นทาง (granular subbase layer) จากนั้นจึงพ่นแทคโคท (TACK COAT) บนชั้นรองพื้นทาง (subbase) โดยใช้รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอยเพื่อปรับปรุงการยึดเกาะระหว่างชั้นรองพื้นทาง (subbase) และส่วนผสม OGFC 2. นำส่วนผสม OGFC วางบนชั้นพื้นทาง (Base Course) ที่เตรียมไว้โดยใช้เครื่องรถปูยางมะตอยวางส่วนผสมตามความหนาและความกว้างที่ต้องการและพื้นผิวเสร็จสิ้นเพื่อให้ได้แนวลาดเอียงและระดับของขอบทางที่ต้องการ 3. บดอัดส่วนผสม OGFC โดยใช้รถบดล้อยาง (Pneumatic tyred rollers) เพื่อให้ได้ความหนาแน่นและความเรียบที่ต้องการ 4. หลังจากส่วนผสม OGFC ได้รับการบดอัดแล้วทำการฉีดพ่นแอสฟัลต์อิมัลชันหรือตัวยึดประสานกับวัสดุมวลรวมลงบนพื้นผิวโดยใช้รถพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor) จากนั้นบ่มตัวยึดประสานกับวัสดุมวลรวมเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง	• OGFC เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับชั้นผิวทางแอสฟัลต์ เนื่องจากความสามารถในการปรับปรุงความปลอดภัยลดการเหินน้ำ และปรับปรุงการระบายน้ำพื้นผิวเปิด ต้านทานการลื่นไถลสูง และมีความทนทานทำให้เป็นตัวเลือกที่ยอดเยี่ยมสำหรับถนนที่ใช้ความเร็วสูงและพื้นที่ที่มีฝนตกหนัก • โดยทั่วไป OGFC จะใช้บนถนนที่ใช้ความเร็วสูง เช่น ทางหลวงและทางด่วน

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	4. เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader)  5. รถบด (Rollers) 	5. โรยมวลรวมหยาบ (Coarse aggregates) บนผิวสารประสานโดยใช้เครื่องโรยหิน จากนั้นใช้รถบดในการบดมวลรวมหยาบเพื่อให้ฝังตัวในสารประสานอย่างเหมาะสม 6. การทำความสะอาดเศษหรือวัสดุที่หลุดร่อนหลังจากทำการบดอัด โดยใช้รถกวาดถนน 	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	6. รถกวาดถนน (Brooms)  Kick broom  Vacuum Sweeper		

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (Asphalt distributor)  2. รถปูยางหรือรถปูยางมะตอย (Asphalt paver and Screeds)  3. รถบด (Rollers) 	1. การทำความสะอาดผิวถนนเดิมด้วยรถกวาดถนนและซ่อมแซมเศษวัสดุหลุดร่อนและรอยแตก 2. พ่นน้ำยาประสานแอสฟัลต์อิมัลชันดัดแปลงด้วยโพลิเมอร์ลงบนผิวถนนเดิมด้วยรถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (asphalt distributor) 3. เตรียมส่วนผสม HMA สำหรับชั้น UTBWC ผ่านโรงงานผสมยางมะตอย และทำการขนส่งไปหน้างานก่อสร้างถนนและปูส่วนผสม ปรับระดับชั้นผิว UTBWC บนผิวถนนเดิมด้วยรถปูยางมะตอย 4. ทำการบดอัดชั้น UTBWC ด้วยเครื่องใช้รถบดในการบดอัดเพื่อให้มีการยึดเกาะอย่างเหมาะสมกับผิวถนนเดิม 5. ขั้นตอนสุดท้ายทำการตรวจสอบชั้น UTBWC เพื่อหาความผิดปกติหรือข้อบกพร่องและทำการแก้ไขที่จำเป็น 	• โดยทั่วไปวิธี UTBWC จะใช้สำหรับถนนที่มีการจราจรคับคั่ง เช่น ทางหลวงและถนนที่ไม่จำกัดความเร็ว โดยพื้นผิวถนนเกิดความชำรุดเสียหาย เช่น ผิวหน้าหลุดร่อน (Raveling) และการแตกร้าว (Crack) อันเนื่องจากการรถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy truck) และสภาพดินฟ้าอากาศ • UTBWC ประกอบด้วยชั้นบางของยางมะตอย (HMA) ที่ฉาบบนผิวถนนเดิม โดยทั่วไป HMA จะมีความหนา 12 - 25 มม. และได้รับการออกแบบสำหรับการยึดเกาะกับผิวถนนเดิมเพื่อให้มีชั้นผิวป้องกันที่แข็งแรงและทนทาน • วิธี UTBWC แตกต่างจากชั้นผิวถนนประเภทอื่น ๆ เช่น thin asphalt overlays เนื่องจากใช้น้ำยาประสานพิเศษสำหรับการยึดเกาะที่แข็งแรงระหว่างชั้น HMA และผิวถนนเดิม โดยทั่วไปน้ำยาประสาน (bonding agent) คือแอสฟัลต์อิมัลชันดัดแปลงด้วยโพลิเมอร์ ซึ่งนำไปใช้กับผิวถนนเดิมที่จะฉาบชั้น HMA

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Microsurfacing (HSC)	1. เครื่องปูทาง Micro Surfacing  2. เครื่องซ่อมหลุมถนน (Pothole Repairing Machine) 	1. การทำความสะอาดผิวถนนเดิมก่อนโรยวัสดุ microsurfacing ต่าง ๆ เช่น การกำจัดเศษผงซึ่งต้องมีพื้นผิวที่แห้งก่อนทำการบำรุงรักษาผิวถนนเดิม 2. ทำการอุดรอยแตกหรือหลุมบ่อใด ๆ บนผิวทางเดิมด้วยการใช้วัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตก่อนที่จะใช้วัสดุ microsurfacing 3. การฉาบส่วนผสมของอิมัลชันแอสฟัลต์ HSC ด้วยเครื่องปูทาง Micro Surfacing โดยเฉพาะเป็นเครื่องโรยส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอทั่วผิวถนนเดิมและสามารถปรับความหนาของชั้นผิวได้ตามต้องการ ความหนาของชั้นผิวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพของผิวทาง แต่โดยทั่วไปจะหนาระหว่าง ¼ นิ้วถึง ¾ นิ้ว  4. หลังจากฉาบส่วนผสมอิมัลชันแอสฟัลต์ HSC แล้วใช้เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) โรยวัสดุมวลรวมอย่างสม่ำเสมอบนผิวทาง เพื่อปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลและให้การป้องกันที่ทนทานสำหรับถนนเดิม	• วิธี Microsurfacing หรือฉาบผิวทางด้วย high-slurry surfacing (HSC) เป็นชั้นบาง ๆ ของแอสฟัลต์อิมัลชันผสมกับมวลรวมละเอียดและสารผสมเพิ่มที่ใช้กับผิวทางแอสฟัลต์เดิม โดยทั่วไปจะใช้เป็นวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่คุ้มค่าและช่วยยืดอายุของผิวทางแอสฟัลต์ • วิธี microsurfacing สามารถช่วยในการยืดอายุของพื้นผิวแอสฟัลต์เดิมด้วยต้นทุนที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการบำรุงรักษาผิวถนนแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็วทำให้การจราจรติดขัดน้อยที่สุด • วิธี microsurfacing ไม่เหมาะสำหรับผิวทางที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงหรือเป็นความเสียหายแบบร่องลึก

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	3. เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) 	5. หลังจากฉาบวัสดุ HSC ให้ทำการบ่มช่วยให้แอสฟัลต์อิมัลชันแข็งตัวและยึดติดกับพื้นผิวทางเสริมชั้นป้องกันที่ทนทานและใช้งานได้ยาวนาน 	
Texting: Shot Blasting/Abrading	1. เครื่องยิงพื้นผิวถนน (Steel Shot Blaster) 	1. การเตรียมผิวถนนเดิมโดยการทำความสะอาดและกำจัดเศษหรือวัสดุที่หลุดร่อนออกก่อนที่จะเริ่มบำรุงรักษาถนนวิธี shot blasting 2. ทำการติดตั้งและทดสอบเครื่องยิงผิวถนน เครื่องดักฝุ่น เครื่องอัดอากาศ และอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ 3. การใช้เครื่องยิงพื้นผิวถนน (Steel Shot Blaster) ในการยิงพื้นผิวถนนเดิมด้วยหัวยิงลูกเหล็กขนาดเล็กหรือวัสดุขัดอื่น ๆ ที่ยื่นออกมาด้วยความเร็วสูง โดยทั่วไปเครื่องยิง ประกอบด้วย ขายื่นที่บรรจุลูกเหล็กหรือวัสดุขัด, ล้อยิงที่ขับเคลื่อนลูกเหล็กหรือวัสดุขัด, และระบบเก็บลูกเหล็กหรือวัสดุขัดที่ใช้แล้วและเศษต่าง ๆ จากผิวถนน	• Shot Blasting เป็นที่รู้จักกันในชื่อ abrasive blasting หรือ abrading เป็นเทคนิคการเตรียมผิวทางสำหรับบนผิวทางแอสฟัลต์ก่อนที่จะใช้การบำรุงรักษาผิวใหม่หรือการเคลือบผิวใหม่ • Shot Blasting เป็นกระบวนการขัดผิวทางด้วยเครื่องยิงพื้นผิวถนน (Steel Shot Blaster) ด้วยการขับเคลื่อนอนุภาคขัดขนาดเล็ก เช่น เหล็กช็อตหรือกรวดด้วยความเร็วสูงบนผิวถนน ขจัดชั้นพื้นผิวของแอสฟัลต์และสร้างพื้นผิวที่ขรุขระเพื่อการยึดเกาะที่ดีขึ้น

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	2. รถกวาดถนน (brooms)  Kick broom  Vacuum Sweeper	4. เครื่องยิงผิวถนนสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ไปตามผิวทางได้ และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดและประเภทของหัวยิงหรือวัสดุขัดตลอดจนความเร็วและแรงกดของล้อยิงได้ตามความต้องการ  5. หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการยิงผิวถนนแล้วต้องเก็บกวาดและกำจัดเศษผงหรือวัสดุขัดผิวที่ใช้แล้วและเศษอื่น ๆ จากพื้นผิวอย่างเหมาะสมด้วยรถกวาดถนน	• การยิงผิวถนนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเตรียมผิวทางแอสฟัลต์สำหรับการปรับสภาพผิวหรือการเคลือบผิวใหม่ แต่ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบวนการยิงผิวถนนไม่ทำลายโครงสร้างถนนด้านล่างหรือสร้างพื้นผิวที่หยาบเกินไป ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพการขับขี่ ควรปฏิบัติตามข้อควรระวังและขั้นตอนที่เหมาะสม

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	3. เครื่องอัดลม (Air compressor) 		
High Friction Surfacing (HFS)	1. รถกวาดถนน (Brooms) 	1. การเตรียมผิวถนนด้วยการทำความสะอาดและอุดรอยแตกร้าวหรือหลุมบ่อผิวถนนเดิม 2. การทาไพรเมอร์บนพื้นผิวทางเพื่อปรับปรุงการยึดเกาะของวัสดุ HFS 	• การบำรุงรักษาด้วยวิธี HFS สามารถปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่วยลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่เปียกชื้นหรือเป็นน้ำแข็ง วิธี HFS มักใช้สำหรับถนน สะพาน และพื้นที่เสี่ยงสูงอื่น ๆ

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	 2. Asphalt Heater 	3. การเตรียมวัสดุผสม HFS ซึ่งประกอบด้วย วัสดุเชื่อมประสานเรซิ่นและมวลรวมที่มีแรงเสียดทานสูง ผสมเข้าด้วยกันโดยใช้อุปกรณ์เฉพาะ เช่น เครื่องอัดคลุกผสม (pug mill) หรือถังผสม (mixing tank) 4. นำวัสดุ HFS ฉีดบนพื้นผิวทางถนนโดยใช้อุปกรณ์เฉพาะ เช่น เครื่องพ่นสีถนนยางมะตอย (spray gun) เครื่องปาดผิวหน้า หรือที่ปาดน้ำ โดยทั่วไปชั้นผิว HFS มีความหนาตั้งแต่ 3-5 มม.  5. ทำการบ่มวัสดุ HFS ตามระยะเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปคือ 24-48 ชั่วโมง ก่อนที่ถนนจะเปิดให้สัญจร อาจใช้เครื่องมือ Asphalt Heater หรือ curing lamps ช่วยในการบ่ม	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	3. curing lamps 	6. ขั้นตอนสุดท้ายการควบคุมคุณภาพหลังจากใช้งาน HFS แล้ว พื้นผิวถนนจะได้รับการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุ HFS ถูกนำไปใช้อย่างถูกต้องและเป็นไปตามระดับการต้านทานการลื่นไถลที่ต้องการ 	
Cape Seal	1. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (asphalt distributor) 	1. การเตรียมผิวถนนเดิมโดยการทำความสะอาดและกำจัดเศษหรือวัสดุที่หลุดร่อนออกก่อนที่จะเริ่มบำรุงรักษาถนนวิธี Cape Seal 2. ทาสารยึดเกาะแอสฟัลต์เหลวบาง ๆ บนพื้นผิวถนนเดิมด้วยรถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย ตามด้วยโรยหินย่อยแต่ละชั้นอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ด้วยเครื่องโรยหิน Chip spreader บนวัสดุประสานแอสฟัลต์ จากนั้นใช้รถบดในการบดอัดเศษมวลรวมลงในวัสดุประสานแอสฟัลต์	• Cape Seal เป็นการซ่อมบำรุงผิวทางที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผิวสองแบบที่แตกต่างกันในการซ่อมบำรุงบนพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ • Cape Seal เป็นเทคนิคการซ่อมบำรุงรักษาผิวถนนที่รวมวิธี chip seal และ slurry seal เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้วิธีที่คุ้มค่าสำหรับการซ่อมบำรุงและยืดอายุการใช้งานของผิวทางแอสฟัลต์

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	2. เครื่องโรยหิน Chip spreader  3. รถบด (rollers) 	3. ทำการบ่มชั้นผิว chip seal โดยปล่อยให้แข็งตัวเป็นเวลา 2-3 วัน เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันเซ็ตตัวเต็มที่และมวลรวมชิปยึดเกาะกับพื้นผิว 4. การใช้วิธี slurry seal ฉาบที่ด้านบนของชั้นผิว chip seal โดยใช้เครื่องจักร slurry seal machine จากนั้นใช้ไม้กวาดหรือไม้กวาดยางในเกลี่ย slurry seal ให้เรียบและให้แน่ใจว่าทาได้ทั่วถึง 5. จากนั้น ชั้น slurry seal ถูกบ่มเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะเปิดทางเท้าให้สัญจรได้	• โดยทั่วไปจะใช้กับถนนที่มีปริมาณรถน้อยและลานจอดรถเพื่อยืดอายุการใช้งานของถนนและปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถล • Slurry seal คือ ส่วนผสมของแอสฟัลต์อิมัลชัน สารมวลรวม และสารผสมเพิ่ม additives ฉาบเป็นชั้นบาง ๆ บนผิวถนน โดยถูกออกแบบมาเพื่อเติมรอยแตกขนาดเล็กและความไม่สมบูรณ์ของผิวทาง ปรับปรุงรูปลักษณ์และปกป้องจากความเสียหายเพิ่มเติมจากสภาพอากาศและการจราจร • การผสมรวมกันของ chip seal และ slurry seal ทำให้เกิดผิวถนนที่ทนทานและใช้งานได้ยาวนาน ทนทานต่อน้ำ รังสียูวี และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่อาจก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของผิวทาง

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	4. เครื่องจักร Slurry seal machine  5. Broom or squeegee 		

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Scrub Seal	1. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (asphalt distributor)  2. เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) 	1. การเตรียมพื้นผิวโดยการทำความสะอาดพื้นผิวถนนจากเศษขยะและวัสดุที่หลุดร่อนโดยใช้รถกวาดถนนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหมาะสม ตรวจเช็คว่าผิวทางสะอาดและปราศจากเศษขยะก่อนที่จะทำการซ่อมบำรุงวิธี scrub seal เนื่องจากเศษฝุ่นเศษผงนั้นสามารถลดประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงได้ 2. การใช้แอสฟัลต์อิมัลชันโดยใช้รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (asphalt distributor) พ่นแอสฟัลต์อิมัลชันทั่วพื้นผิวทางอย่างสม่ำเสมอ  3. การโรยมวลรวมด้วยเครื่องโรยหินโดยใช้มวลรวมหรือทรายในปริมาณบนผิวอิมัลชั่นที่เปียก 4. การบดอัดมวลรวมบนผิวอิมัลชันโดยใช้รถบดถนนล้อยาง (Rubber tire rollers)	• Scrub seal เป็นวิธีซ่อมบำรุงผิวทางประเภทหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการฉาบชั้นของแอสฟัลต์อิมัลชันบนผิวทางแอสฟัลต์เดิม ตามด้วยการวางชั้นของมวลรวมขนาดเล็กหรือทรายที่ด้านบนของผิวอิมัลชัน จากนั้นมวลรวมจะถูกบดอัด ซึ่งช่วยปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลและลดเสียงรบกวนบนผิวทาง • โดยทั่วไปวิธี Scrub sealing จะใช้กับถนนที่มีการจราจรน้อยซึ่งอยู่ในสภาพพอใช้ถึงดี แต่มีผิวแตกร้าว (Cracking) หรือผิวหน้าหลุดร่อน (Raveling) บ้าง • การซ่อมบำรุงนี้สามารถช่วยผนึกรอยแตกร้าวขนาดเล็กและป้องกันไม่ให้ความชื้นแทรกซึมเข้าไปในถนน ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายเพิ่มเติมในเวลาต่อมา วิธียังช่วยปรับปรุงรูปลักษณ์ของทางเท้าและยืดอายุการใช้งาน

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	3. รถบดถนนล้อยาง (Rubber tire rollers)  4. รถกวาดถนน (Brooms)  	5. การบ่มผิว scrub seal โดยทิ้งไว้ให้แห้ง โดยทั่วไปจะใช้เวลา 24 - 48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ 6. การทำความสะอาดหลังซ่อมบำรุงด้วยรถกวาดถนน กวาดเศษมวลรวมหรือเศษซากกระจัดกระจายส่วนเกินออกจากผิวทาง	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Slurry Seal	1. รถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย (Asphalt distributor)  2. เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader) 	1. การเตรียมผิวถนนก่อนทำการซ่อมบำรุงวิธี Slurry seal โดยทำความสะอาดผิวทางเก็บกวาดเศษขยะและวัสดุหลุดร่อนโดยใช้รถกวาดถนนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหมาะสม 2. การพ่นแอสฟัลต์อิมัลชันด้วยรถบรรทุกจำหน่ายยางมะตอย โดยพ่นอิมัลชันบนพื้นผิวทางอย่างสม่ำเสมอ 3. การโรยวัสดุมวลรวมและวัสดุผสมแทรกด้วยเครื่องโรยหิน โดยจะโรยมวลรวมละเอียดและเพิ่มวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) ให้กระจายไปทั่วอิมัลชันที่เปียก 4. การผสมวัสดุผสม slurry seal โดยผสมส่วนผสมแอสฟัลต์อิมัลชัน มวลรวม สารวัสดุผสมแทรก และน้ำ เข้าด้วยกันด้วยเครื่อง Slurry Seal Machine 5. การใช้เครื่อง Slurry Seal Machine พ่นส่วนผสมบนผิวทางให้กระจายทั่วผิวทาง 	• Slurry sealing เป็นวิธีการซ่อมรุงรักษาเชิงป้องกันที่สามารถช่วยยืดอายุของผิวทางแอสฟัลต์ได้ เป็นการอุดรอยแตกขนาดเล็กและเคลือบผิวทางป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ซึ่งอาจทำให้ถนนเสียหายได้ Slurry sealing ยังสามารถปรับปรุงความต้านทานการลื่นไถลของถนนและปรับปรุงรูปลักษณ์

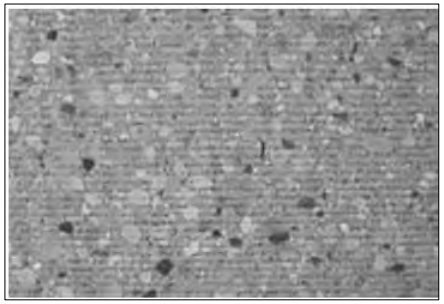
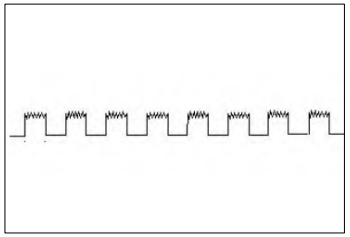
ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
	3. เครื่อง Slurry Seal Machine  4. รถกวาดถนน (Brooms) 	6. การบ่มถูกโดยการปล่อยให้ slurry seal แข็งตัว โดยปกติแล้วจะใช้เวลา 6-8 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ  7. การกวาดทำความสะอาดเศษมวลรวมหรือเศษผงส่วนเกินออกจากพื้นผิวหลังการซ่อมบำรุงโดยใช้รถกวาดถนน	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
			
Grooving	1.รถบรรทุกน้ำและพ่วงเชื่อมเครื่องจักร  2.ใบมีดทำร่องขนาด 32 นิ้ว (ระยะห่างระหว่างร่อง 0.75 นิ้ว) 	1. เตรียมเครื่องจักรและติดตั้งหัวทำร่อง 2. ทำการกรีดร่อง 	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Diamond Grinding	1.รถบรรทุกน้ำและพ่วงเชื่อมเครื่องจักร  2.หัวบดขนาด 1270 มม. 	1. เตรียมเครื่องจักรและติดตั้งหัวทำร่อง 2. ทำการกรีดร่อง   ** ร่องขนาด 3.175 มม. ระยะห่าง 2.54 มม.	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
Epoxy Overlay (Bridge Deck)	1.เครื่องยิงผิวถนน  2. สถานีผสมพร้อมนาฬิกา  3.เครื่องพ่นมวลรวม 	1. เตรียมผิวถนนโดยวิธีช็อตบลาสต์อย่างรุนแรง (Heavy Shotblast) หรือการกรุยหน้าถนน (Scarifying) พื้นเปิดหน้าถนนให้มีผิวหน้าระดับคอนกรีตเท่ากับระดับ 7 (Concrete Surface Profile 7) อ้างอิงจากแนวทางของ International Concrete Repair Institute ที่ 310.2R เนื่องจากอีพ็อกซีต้องยึดเกาะกับมวลรวมขนาดใหญ่และลดการปนเปื้อน  2. เคลือบผิวทางด้วยวิธีฟลัดโคท (Flood coat) หนา 3/16 นิ้ว 	

ตารางที่ 2-12 วิธีการปรับปรุงผิวทาง เครื่องมือ และขั้นตอนปฏิบัติ (ต่อ)

วิธีการปรับปรุงผิวทาง	เครื่องมือ	วิธีทำ	หมายเหตุ
		3. พ่นมวลรวม  4. ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 อีกครั้ง  5. เก็บกวาดมวลรวมส่วนเกินหน้างาน	

จากรายงานการประเมินสมรรถภาพความปลอดภัยของผิวทางของ FHWA (2015) การปรับปรุงผิวทางแต่ละประเภทให้ผลลัพธ์ต่อ Macrotexture ที่แตกต่าง ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการปรับปรุงผิวทาง นอกจากจะคำนึงถึงความคุ้มค่าทางงบประมาณและอายุการใช้งานแล้วสมควรคำนึงถึงระดับความลึกของ Macrotexture ซึ่งมีผลโดยตรงต่อค่าความเสียดทาน ดังที่ปรากฏในการคำนวณค่าดัชนีความเสียดทาน IFI

ตารางที่ 2-13 ความลึกโดยทั่วไปของ Macrotexture จากการปรับปรุงผิวทาง

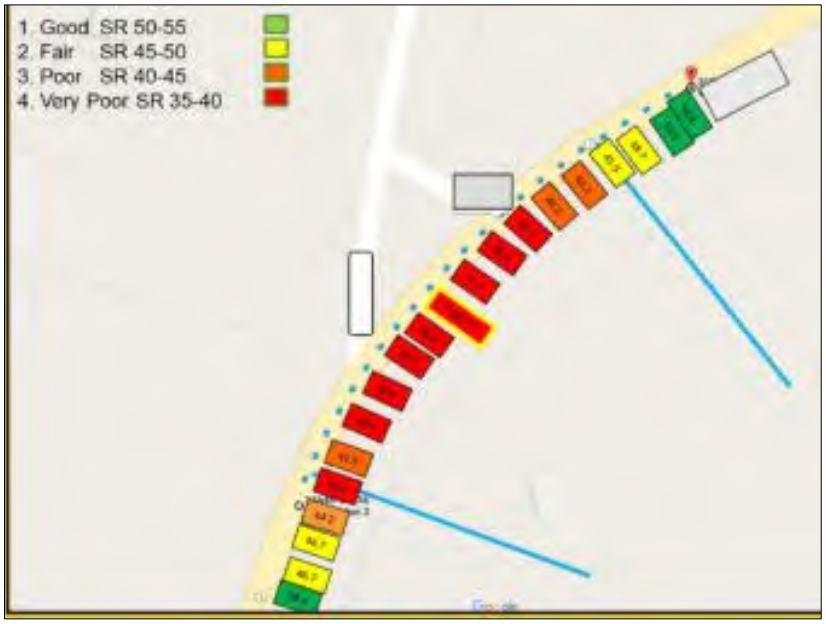
วิธีการปรับปรุงผิวทาง	**ความลึกโดยทั่วไปของ Macrotexture**
Chip Seal	มากกว่า 1.0 มม.
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	0.4 – 0.6 มม. (Dense Graded) มากกว่า 1.0 มม. (Stone Matrix Asphalt)
Open Graded Friction Course (OGFC)	1.5 – 3.0 มม.
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	มากกว่า 1.0 มม.
Microsurfacing	0.5 – 1.0 มม.
High Friction Surfacing (HFS)	มากกว่า 1.5 มม.
Diamond Grinding	0.7 – 1.2 มม.
Grooving	0.9 – 1.4 มม.
Slurry Seal	0.3 – 0.6 มม.

การปรับปรุงผิวทางนั้นเป็นขั้นปฏิบัติสุดท้ายของระบบการจัดการความเสียดทาน (Friction Management System) อันเป็นผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียดทานละอุบัติเหตุ ซึ่งระบบการจัดการความเสียดทานนั้นมีขั้นตอนคร่าว ๆ ดังนี้

1. วัดความเสียดทานของผิวทาง
2. ระบุและจัดลำดับโครงข่ายทางที่มีความวิกฤตด้านอุบัติเหตุที่ความเสียดทานมีส่วนเกี่ยวข้อง
3. จัดลำดับความสำคัญของโครงการปรับปรุงระดับความเสียดทานผิวทาง
4. ประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการความเสียดทาน

กรณีศึกษา

U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (FHWA) ได้นำเสนอการวัดความเสียดทานผิวทางแบบต่อเนื่องสำหรับระบบความปลอดภัย (Continuous Pavement Friction Measurement for a Safe System, CPFM) มาใช้ เนื่องจากการทดสอบในปัจจุบันยังคงยึดที่ตัวอย่างเป็นหลัก (Sample-Based Approach) ซึ่งไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางในพื้นที่ที่มีความต้องการความเสียดทานสูงในระดับโครงข่าย โครงการการจัดการความเสียดทานผิวทาง ได้ใช้ CPFM ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อองค์กรในการใช้ระบบความปลอดภัยเพื่อรักษาชีวิตและป้องกันอุบัติเหตุร้ายแรง โดยทำการเฉลี่ยค่าความเสียดทานทุก ๆ 30 ฟุต ทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจในการใช้งานและติดตั้ง High Friction Surface Treatment (HFST)



รูปที่ 2-35 ภาพของข้อมูล CFM ในทางโค้งราบทางแยก โดยแสดงค่าเฉลี่ยทุก 30 ฟุต

กรณีศึกษาของ FHWA ในปี ค.ศ. 2021 Florida Department of Transportation (FDOT) ได้ทำการติดตั้ง HFST บริเวณทางแยกจุดตัดของถนน Hillborough และถนน Central เพื่อลดปริมาณการชนและเพิ่มความปลอดภัยสำหรับผู้สัญจรทางเท้า หลังจากตรวจประเมินความปลอดภัยของถนน (Road Safety Audit, RSA) ในปี ค.ศ. 2019 และได้นำข้อมูลการสำรวจของ CPFM ร่วมด้วย โดยใช้การปรับปรุงผิวทางแบบ HFST ซึ่งเป็นมาตรการปรับปรุงผิวทางที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถลดหรือป้องการการชนอันเนื่องมาจากความเสียดทานในสภาพถนนที่แห้งและเปียก เนื่องจากการใช้การปรับปรุงผิวทางแบบ HFST บริเวณโค้งแนวราบและทางลาดได้ศึกษาอย่างแพร่หลายแล้ว ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในทางร่วมทางแยกที่ยังมีปริมาณน้อยบริเวณทาง

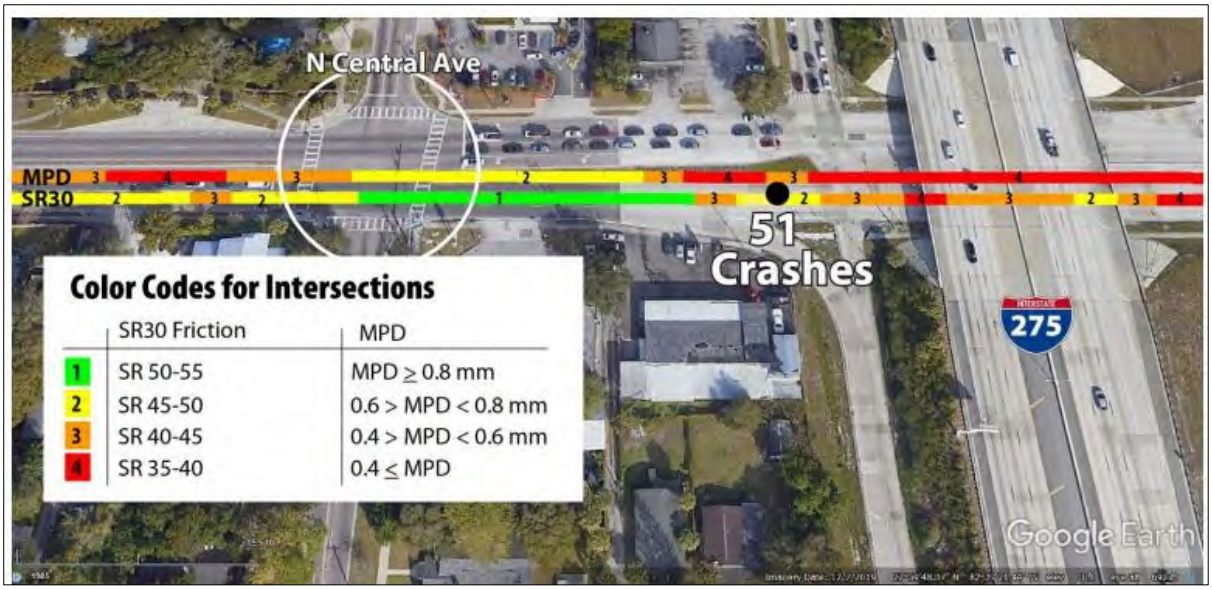
ร่วมทางแยกที่ติดตั้งนั้นมีปริมาณรถยนต์ 54,000 คัน ต่อวัน และมีความเร็วตามที่กำหนดไว้ 45 ไมล์ต่อชั่วโมง (72.42 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) มีอัตราการชน 13.5 ครั้งต่อปี (ค.ศ. 2015 - ค.ศ. 2021) การทดสอบความเสียดทานด้วยเครื่องมือ Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine (SCRIM) จากการทดสอบได้ค่าความเสียดทาน SR40R เท่ากับ 36.9 และ 45.4 และค่า Mean Profile Depth เท่ากับ 0.34 และ 0.70 มิลลิเมตร



รูปที่ 2-36 แผนภาพสถิติการชนในสภาพแห้ง ถนนเซ็นทรัล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 ถึง ค.ศ 2017



รูปที่ 2-37 แผนภาพสถิติการชนในสภาพเปียก ถนนเซ็นทรัล ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 ถึง ค.ศ 2017



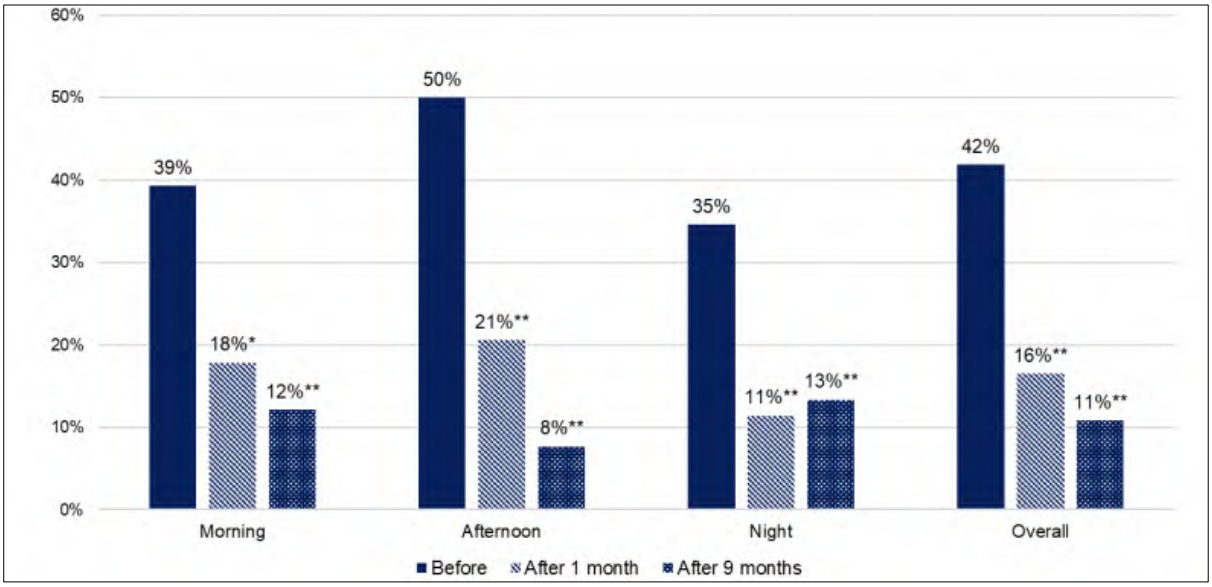
รูปที่ 2-38 แผนที่ของความเสียดทาน MPD และสถติการชน สำหรับถนนเซ็นทรัล



รูปที่ 2-39 บริเวณที่ติดตั้ง HFST

ก่อนการปรับปรุงผิวทางแบบ HFST ผู้รับเหมาโครงการได้ทำการปูทางจราจรใหม่และใช้ระยะเวลาบ่ม 30 วัน (Cure Period) ในการติดตั้ง HFST พื้นที่ทั้งหมด 24,300 ตารางฟุต (2257.54 ตารางเมตร) นั้นได้ดำเนินการในตอนกลางคืนจำนวนสองคืน แบ่งเป็นคืนละ 1 ช่องจราจร โดยปิดถนนตั้งแต่เวลา 22 นาฬิกา 30 นาที ถึง 6 นาฬิกา ของเช้าวันถัดไป ระยะเวลาติดตั้ง 2 ชั่วโมงต่อคืน ระยะเวลาทำความสะอาด 2 ชั่วโมงต่อคืน และเปิดใช้ถนนได้ทันที

หลังจากการปรับปรุงเป็นเวลาสองสัปดาห์ FDOT ได้ทดสอบความเสียดทานได้เท่ากับ 78 และ 79 (ขีดต่ำสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 65) อีกทั้งได้ทำการประเมินสมรรถณะความปลอดภัย โดยเทียบพฤติกรรมการหยุดรถ ก่อนทำการติดตั้ง HFST 1 สัปดาห์ กับหลังการติดตั้งเป็นเวลา 1 เดือนและ 9 เดือน แสดงการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของพฤติกรรมการหยุดรถอย่างไม่เหมาะสม



รูปที่ 2-40 พัฒนาการของพฤติกรรมการหยุดรถที่ไม่เหมาะสมหลังจากการติดตั้ง HFST

จากรายงานการประเมินสมรรถณะความปลอดภัยของถนน (Evaluation of Pavement Safety Performance) ปี ค.ศ. 2015 เปรียบเทียบการปรับปรุงถนน ได้แก่ Chip Seal, Diamond Grinding, Thin hot mix asphalt, Open grade friction course, Slurry Seal และ Ultrathin bonded wearing course กับ HFST ในด้านของค่าอัตราส่วนประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit-Cost Ratio) พบว่า HFST เท่ากับ 3.97 ในทางโค้ง และ 11.88 ในทางลาด เฉลี่ยเท่ากับ 7.925 ซึ่งมีค่ามากที่สุดเป็นอันดับสองรองจากการปรับปรุงแบบ Open grade friction course ใน North Carolina เพียงอย่างเดียว โดยค่าที่นำมาคำนวนของ HFST นั้นเป็นการประเมินแบบอนุรักษ์นิยม (Conservative Estimate)

- อายุการใช้งาน เท่ากับ 5 ปี โดยปกติ 5 – 7 ปี
- ค่าการติดตั้ง เท่ากับ 35 ดอลลาร์สหรัฐต่อตารางหลา โดยปกติ 25 – 35 ดอลลาร์สหรัฐต่อตารางหลา (985.50 – 1379.38 บาทต่อตารางเมตร อัตราแลกเปลี่ยน 32.96 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ)
- ค่าใช้จ่ายต่อการชน เท่ากับ 64,173 ดอลลาร์สหรัฐ

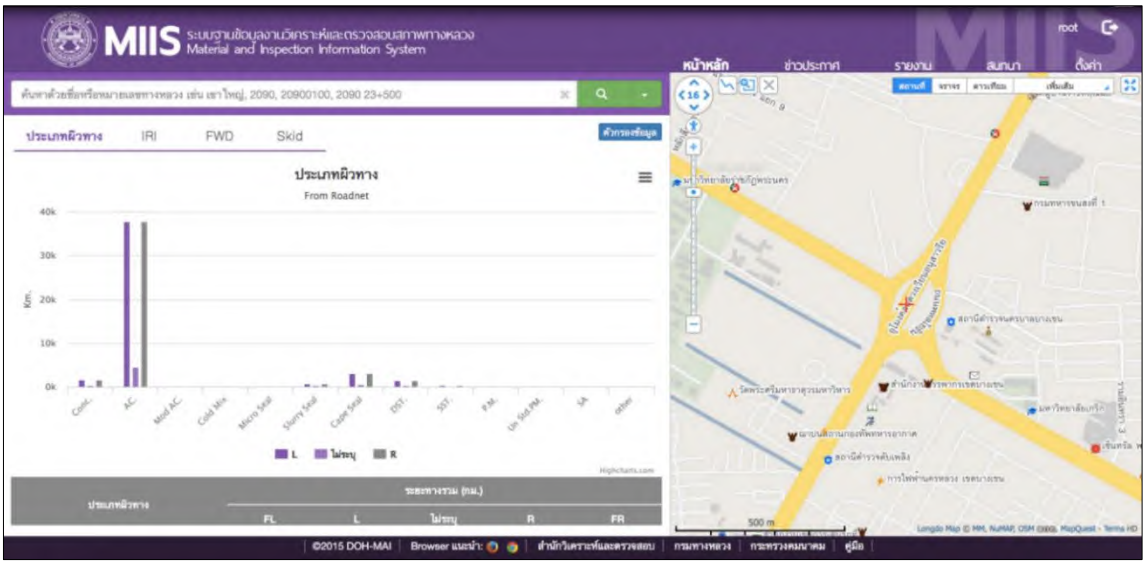
2.1.4 ศึกษา รวบรวม ข้อมูลสายทางในระบบฐานข้อมูลที่กรมทางหลวงมีอยู่ (ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ) ยกตัวอย่างเช่น ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ค่าความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) จากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลประวัติสายทางจากสำนักบริหารบำรุงทาง ข้อมูลสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง ประเภทยานพาหนะจากสำนักอำนวยความปลอดภัย รูปแบบค่าเรขาคณิต การยกโค้งจากสำนักสำรวจและออกแบบ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปวิเคราะห์และประกอบการคัดเลือกสายทาง

ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) โดยสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) พัฒนาขึ้นเพื่อจัดการข้อมูลการสำรวจสภาพทางและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นระบบและสอดคล้องรองรับระบบงานทะเบียนทางหลวงของสำนักแผนงาน กรมทางหลวง โดยระบบพัฒนาในรูปแบบของ Web Based Application เพื่อรองรับการบริหารจัดการข้อมูลการสำรวจสภาพทางและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลงานตรวจสอบสภาพทาง เช่น ความเรียบของถนน ความเสียหายของถนน ข้อมูลสำรวจรากฐาน เช่น งานเจาะสำรวจ งานสำรวจความแข็งแรงของรากฐาน

ภาพรวมของระบบ MIIS มีองค์ประกอบหลัก ๆ 5 องค์ประกอบ ได้แก่

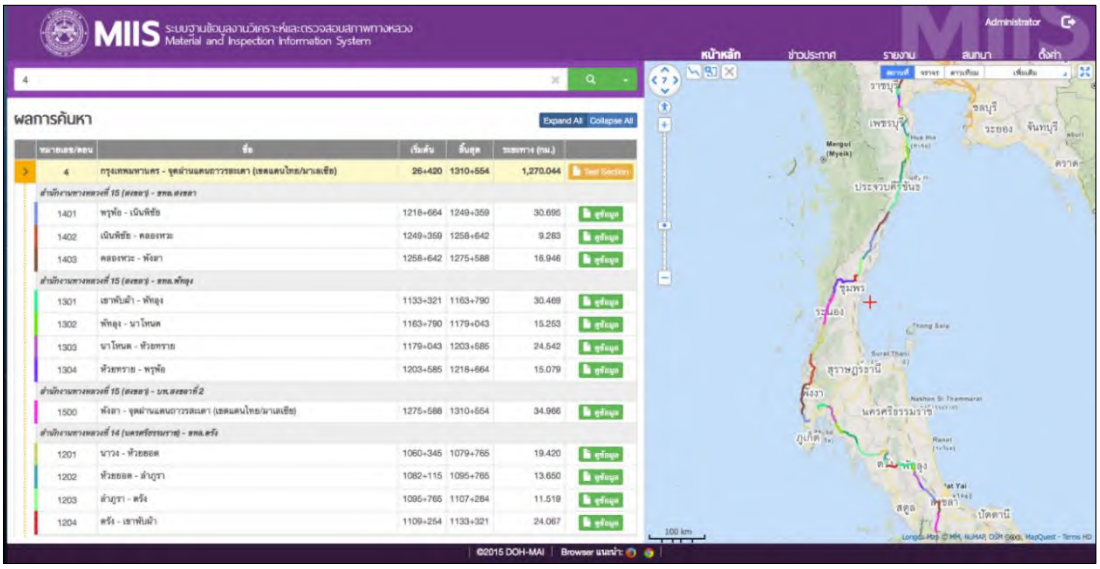
1) หน้าหลัก สำหรับดูข้อมูลสรุป ค้นหาสายทาง ค้นหาและแก้ไขข้อมูลสำรวจ
2) ข่าวประกาศ สำหรับให้สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ สามารถประกาศข่าวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบได้
3) รายงาน สำหรับออกรายงานและส่งออกข้อมูลแผนที่
4) สนทนา สำหรับตั้งกระทู้สนทนาสำหรับถาม - ตอบปัญหาการใช้งานระบบ
5) ตั้งค่า สำหรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ระบบจะนำไปใช้



รูปที่ 2-41 ตัวอย่างหน้าจอหลัก – Dashboard

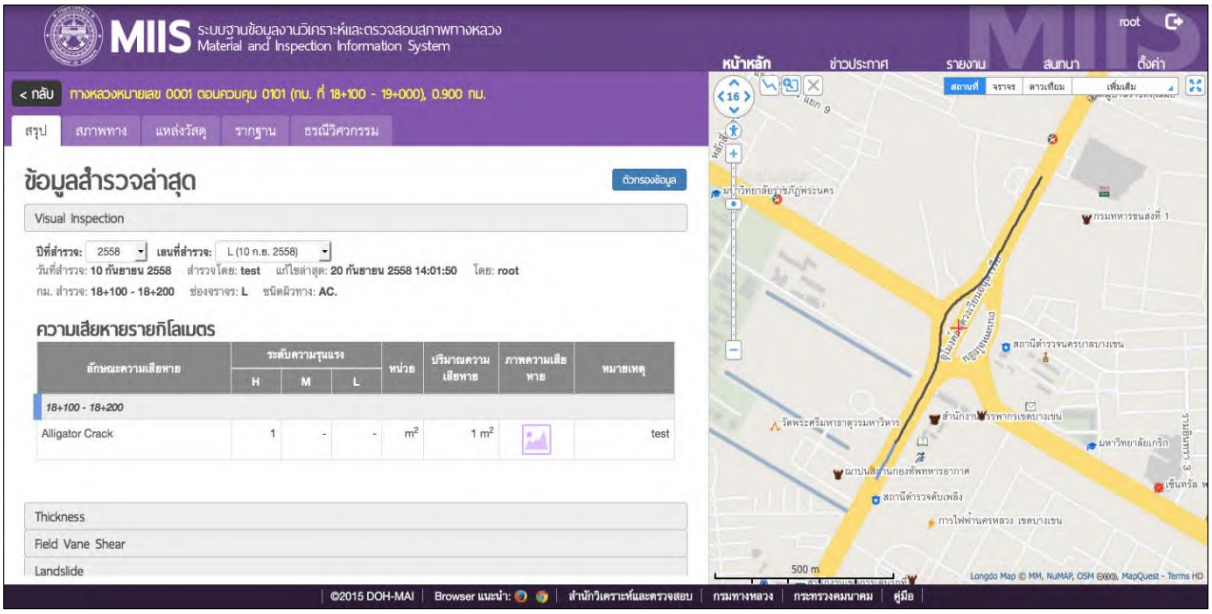
1) **หน้าหลัก** ประกอบด้วยส่วนการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่

- ด้านซ้าย สำหรับแสดงข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงแบบฟอร์มการแก้ไขข้อมูล จะมี Tab การทำงานหลัก 3 Tab ได้แก่
  - Dashboard สำหรับแสดงข้อมูลสรุปในรูปแบบของกราฟหรือตาราง ใน Tab นี้จะมี Tab ย่อย ๆ อีก โดยแบ่งตามหัวข้อการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 2-41
  - ทางหลวง สำหรับแสดงผลการค้นหาสายทาง รวมถึงการเรียกดูและแก้ไขข้อมูลสำรวจ จะอยู่ใน Tab นี้ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 2-42
- ด้านขวา สำหรับแสดงแผนที่สามารถขยายแผนที่ให้กว้างขึ้นได้



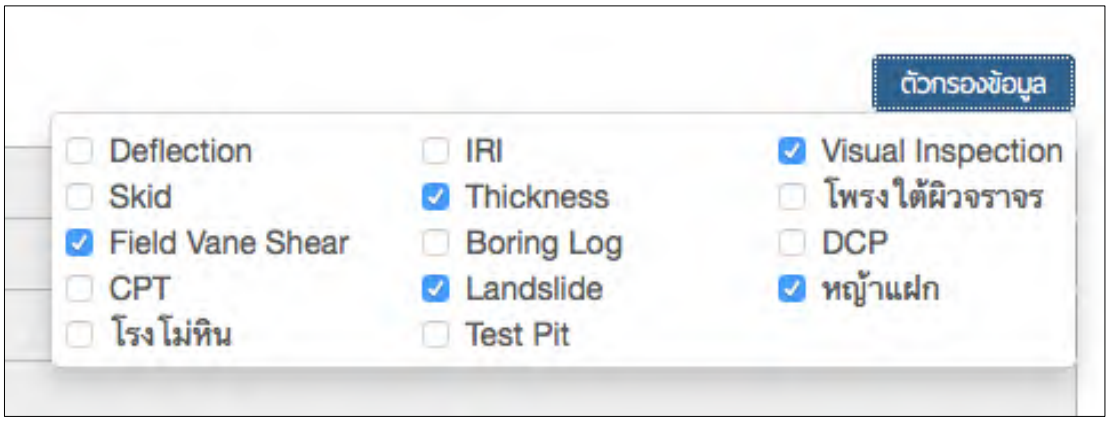
รูปที่ 2-42 ตัวอย่างหน้าจอหลัก - การค้นหาทางหลวง

ระบบยังสามารถค้นหาสายทางหรือชื่อสายทางสำหรับค้นหาข้อมูลและแสดงเงื่อนไขการค้นหาได้โดยที่ระบบจะแสดงผลลัพธ์เพื่อดูหรือแก้ไขข้อมูลสำรวจ โดยแต่ละหัวข้อการสำรวจจะถูกแยกออกเป็น Tab ต่าง ๆ ผู้ใช้สามารถดูหรือแก้ไขข้อมูลได้ โดยหน้าแรกสุดจะเป็นการสรุปข้อมูลสำรวจที่อยู่ภายในตอนควบคุมนั้น ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 2-43



รูปที่ 2-43 ตัวอย่างหน้าสรุปข้อมูลการสำรวจในแต่ละตอนควบคุม

ระบบยังสามารถกรองข้อมูลที่ต้องการแสดงผลได้หลังจากกด Tab ข้อมูล แสดงดังรูปที่ 2-44

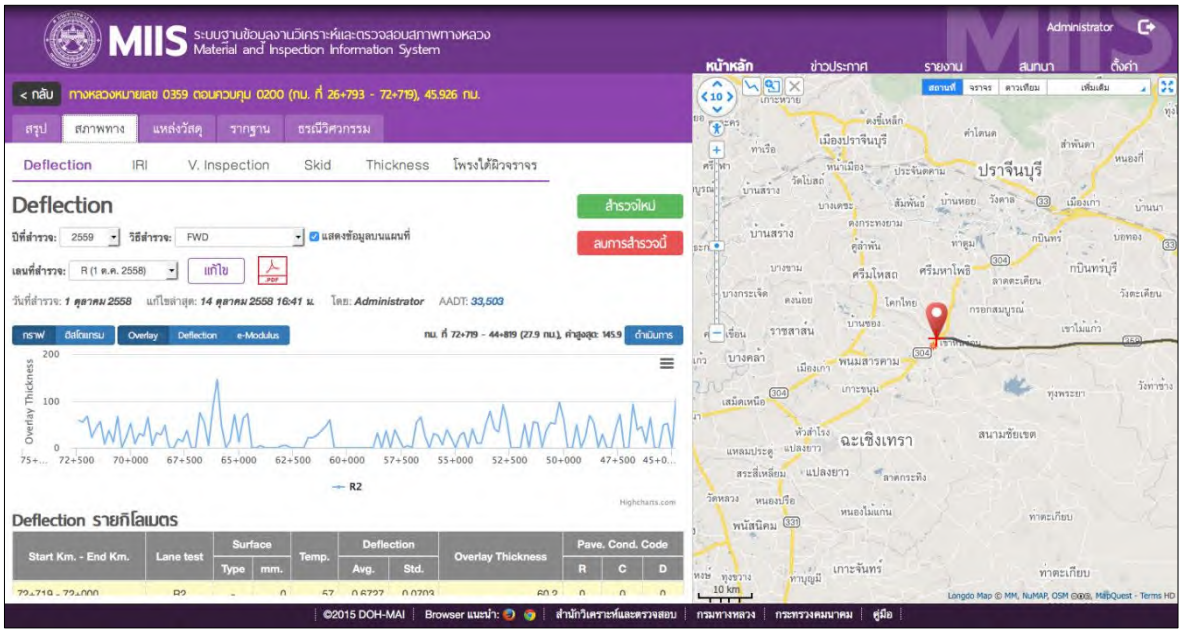


รูปที่ 2-44 ตัวอย่างหน้าจอการกรอกข้อมูลในหน้าสรุป

เมื่อเลือก Tab ข้อมูลสำรวจที่ต้องการแล้ว ระบบจะแสดงรายละเอียดของการสำรวจครั้งล่าสุดเป็นค่าเริ่มต้น ดังรูปตัวอย่างแบบตัวอย่างหน้าจอ ดังต่อไปนี้

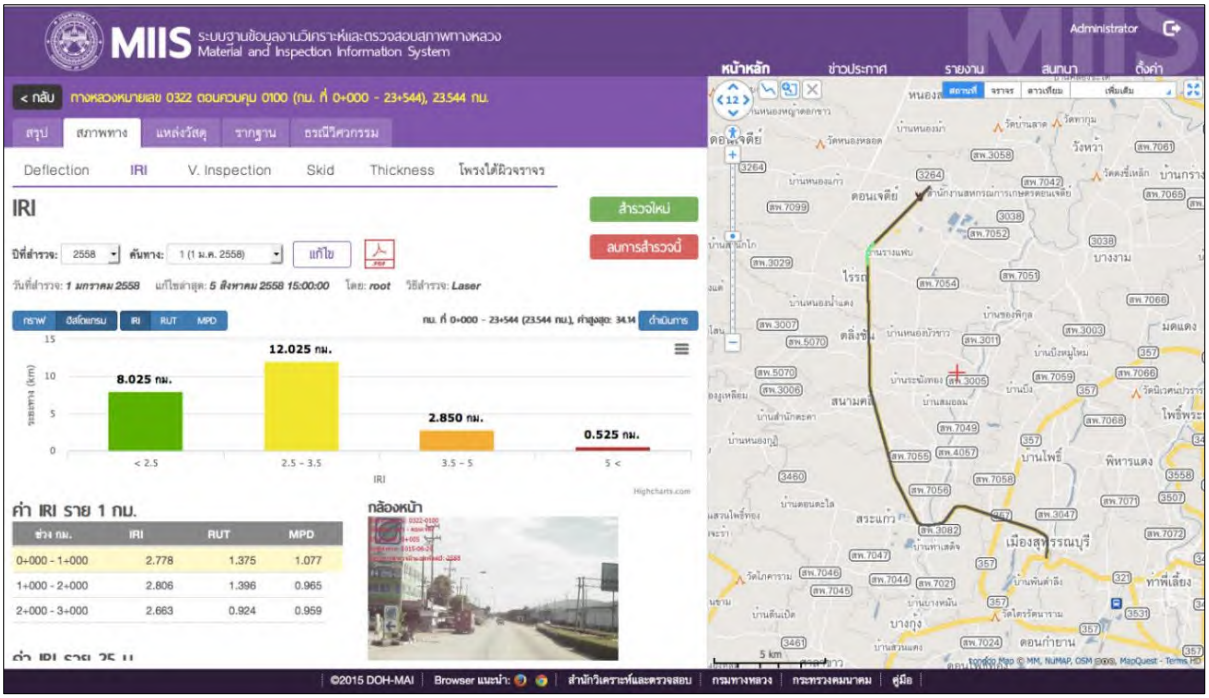
การสำรวจและประเมินสภาพทาง

- ค่า Deflection ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง รองรับทั้งในส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือ FWD และเครื่องมือ BMB โดยมีตัวอย่างแสดงผลข้อมูลการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 2-45



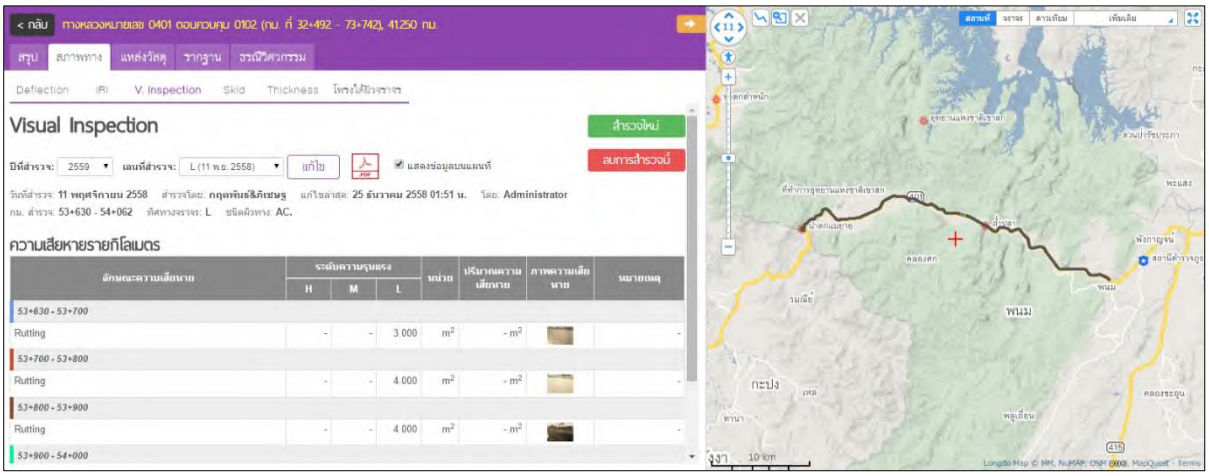
รูปที่ 2-45 ตัวอย่างหน้าจอแสดงค่าการสำรวจ Deflection

- ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง รองรับทั้งในส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือ Laser Profilometer และเครื่องมือ Bump Integrator และภาพถ่ายผิวทาง แผนภูมิ และตารางแสดงค่าการสำรวจ โดยการแสดงผลข้อมูลการสำรวจแสดงในรูปแผนภูมิแบบกราฟหรือแบบฮิสโตแกรม ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-46



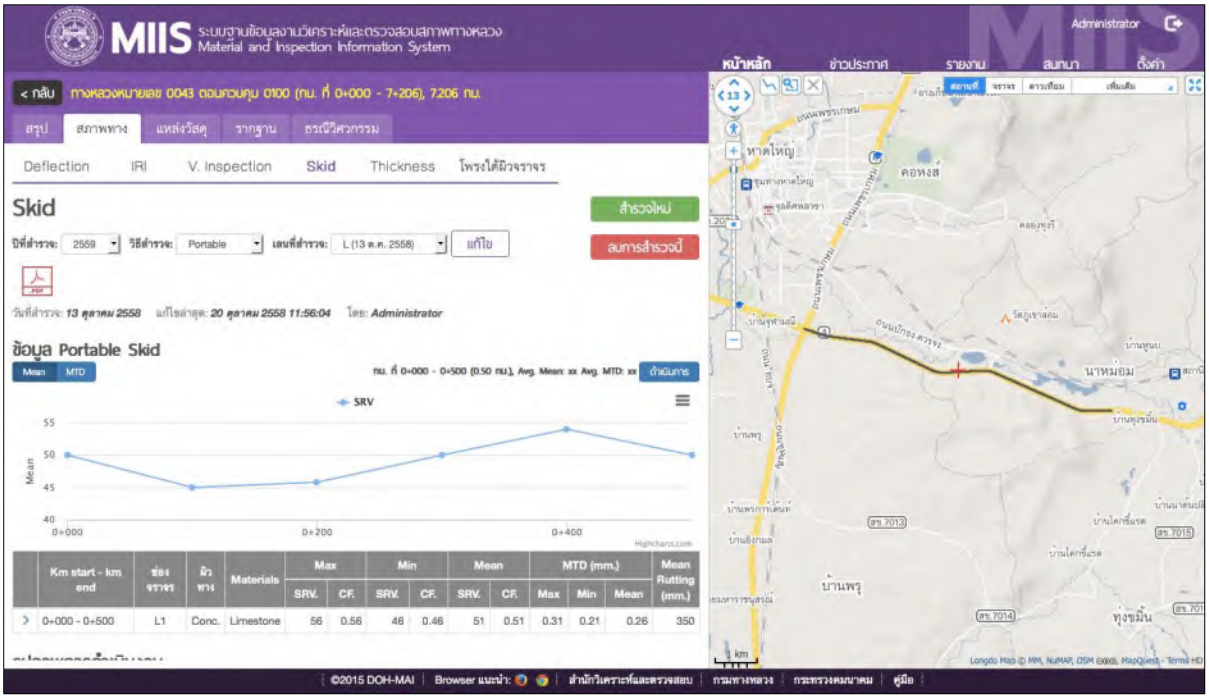
รูปที่ 2-46 ตัวอย่างหน้าแสดงกราฟแบบฮิสโตแกรม

- ข้อมูล Visual Inspection ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง ซึ่งจะแสดงผลสรุปข้อมูลความเสียหายรายกิโลเมตร โดยตัวอย่างแสดงผลข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2-47

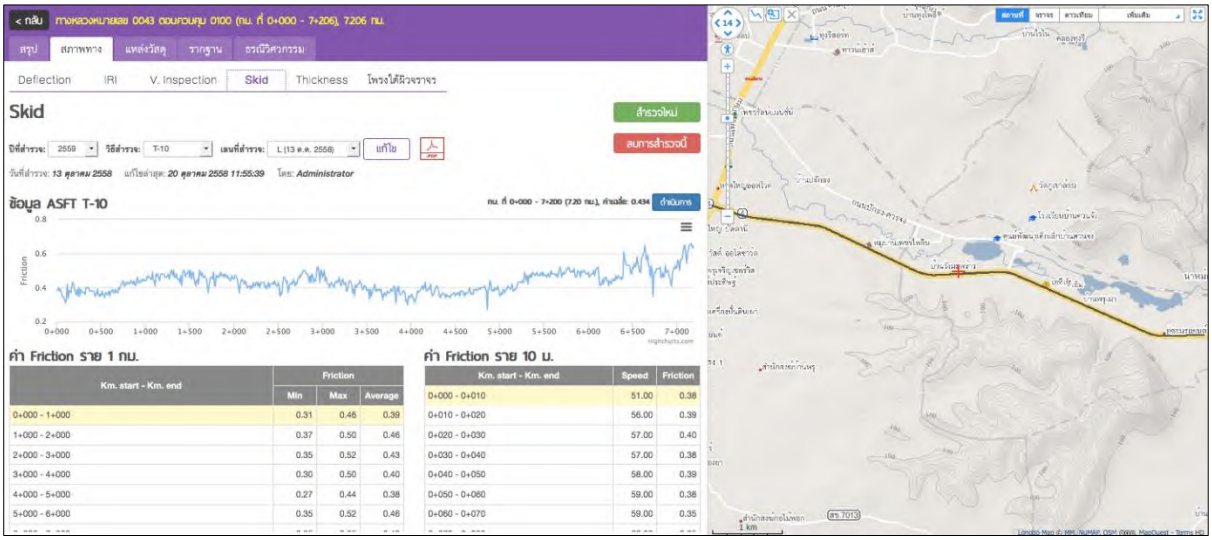


รูปที่ 2-47 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงผลข้อมูล Visual Inspection

- ค่า Skid ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง รองรับการแสดงผลและการนำเข้าข้อมูลทั้งในส่วนของเครื่องมือ Portable และ T-10 ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-48 และรูปที่ 2-49

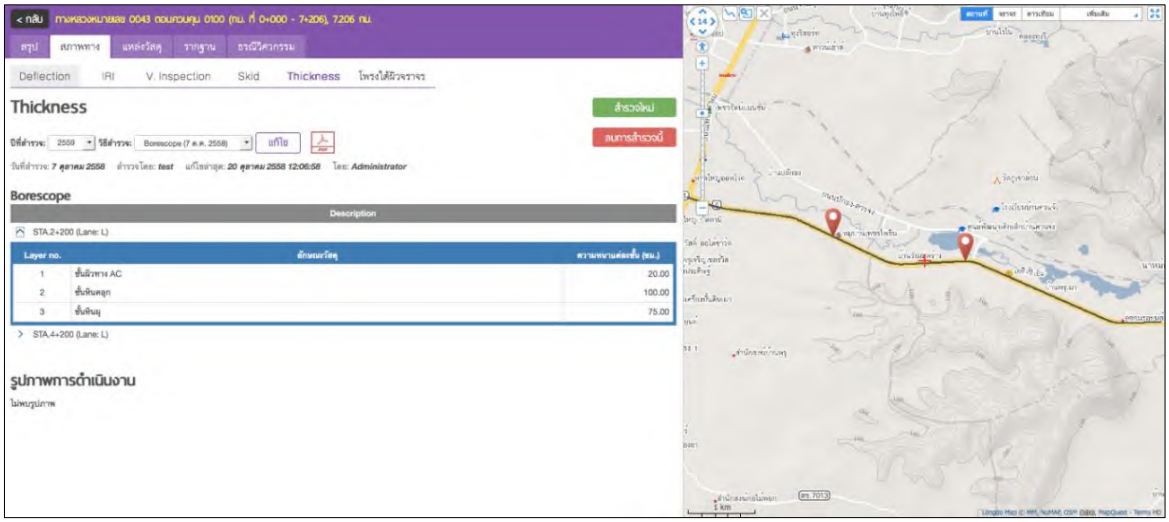


รูปที่ 2-48 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่า Skid ซึ่งสำรวจโดยใช้เครื่องมือ Portable Skid Resistance

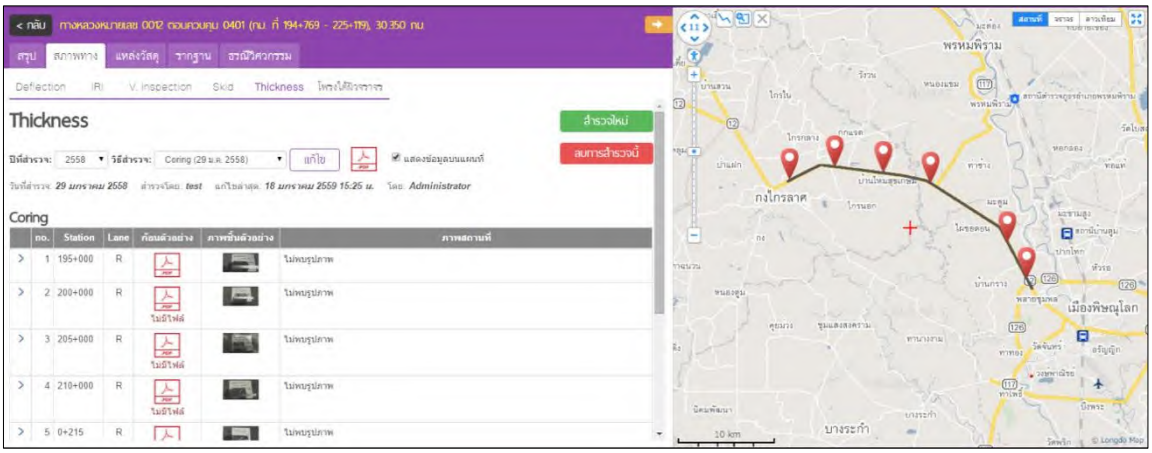


รูปที่ 2-49 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลค่า Skid ซึ่งสำรวจโดยใช้เครื่องมือ ASFT T-10

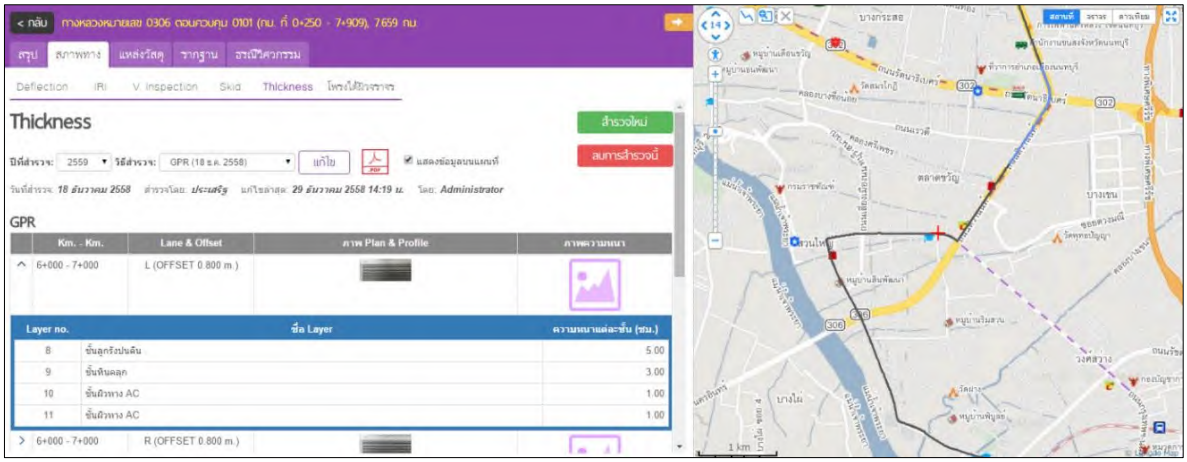
- ค่า Thickness ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง รองรับการแสดงผลและการนำเข้าข้อมูลทั้งในส่วนของเครื่องมือ Borescope GPR และการ Coring ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-50 ถึง รูปที่ 2-52



รูปที่ 2-50 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยอุปกรณ์ Borescope

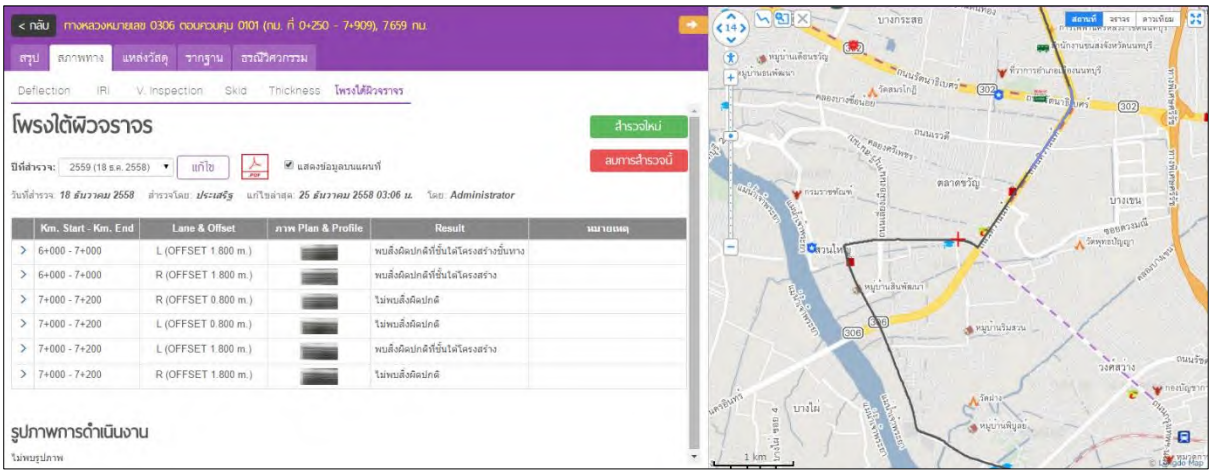


รูปที่ 2-51 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยการ Coring



รูปที่ 2-52 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจด้วยเครื่องมือ GPR

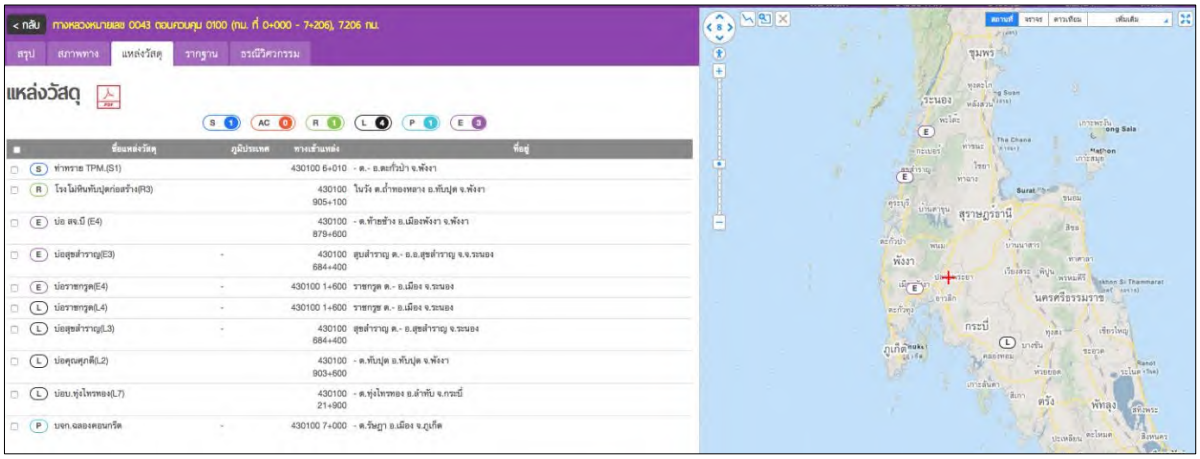
- การสำรวจโพรงภายใต้ผิวจราจรคอนกรีต ได้พัฒนาหน้าจอระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง โดยมีรายละเอียดของภาพถ่าย และผลลัพธ์ของการสำรวจตัวอย่างแสดงผลการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 2-53



รูปที่ 2-53 ตัวอย่างหน้าจอการสำรวจโพรงใต้ผิวจราจร

ข้อมูลสำรวจแหล่งวัสดุ

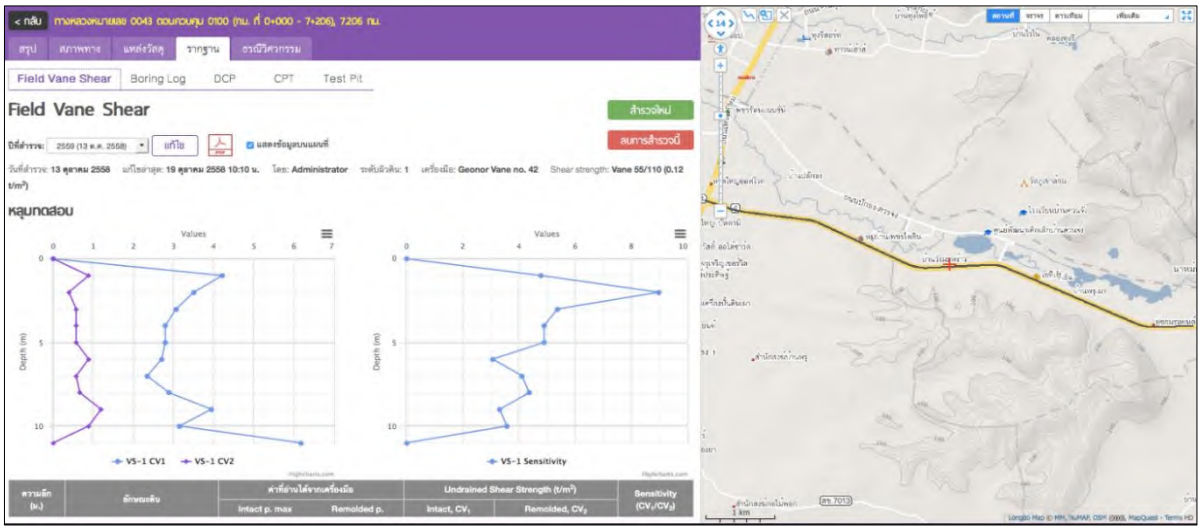
ระบบสารสนเทศข้อมูลแหล่งวัสดุของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ระบบจะดึงข้อมูลแหล่งวัสดุโดยรอบสายทางที่สนใจ เพื่อรองรับสำหรับการส่งออกข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานแผนที่แนะนำแหล่งวัสดุก่อสร้างทาง ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-54



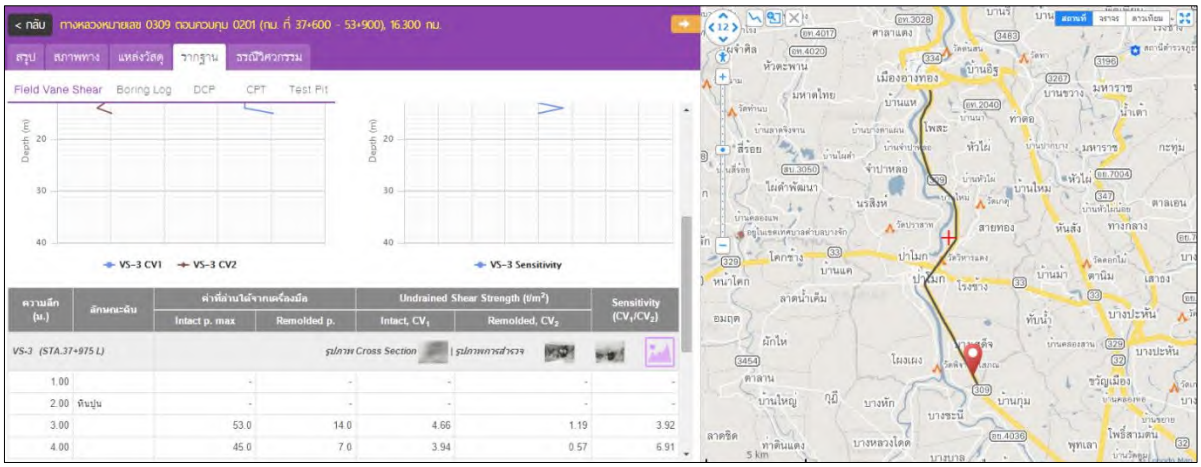
รูปที่ 2-54 ตัวอย่างหน้าจอข้อมูลสำรวจแหล่งวัสดุ

งานสำรวจรากฐาน

- Field Vane Shear หน้าจอสำหรับการแสดงผล จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการแสดงกราฟการทดสอบ ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-55 และในส่วนของตารางซึ่งแสดงข้อมูลที่กรอกเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 2-56

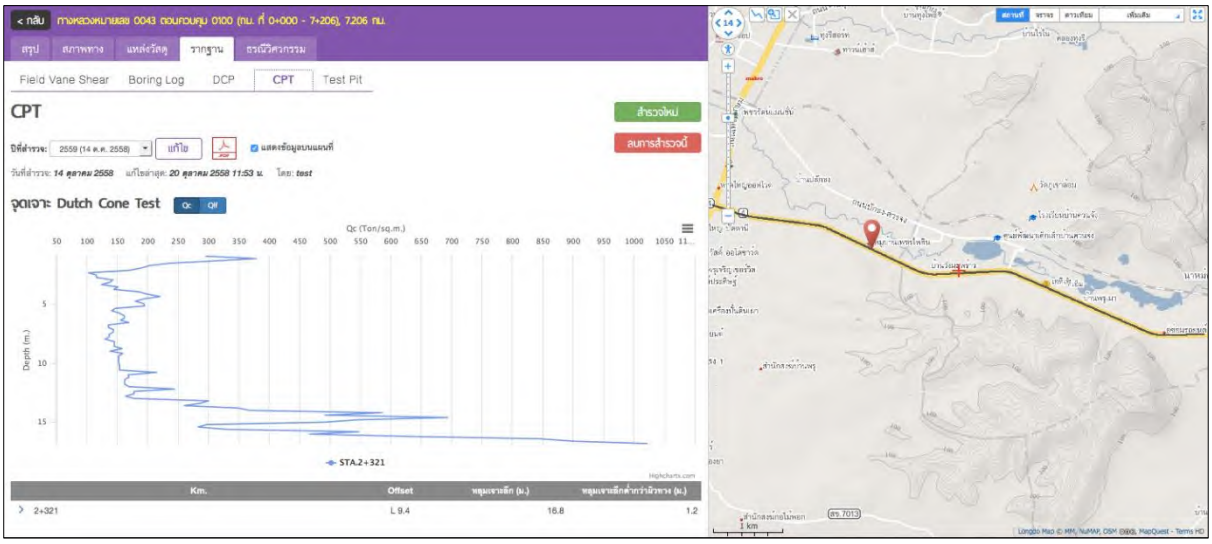


รูปที่ 2-55 ตัวอย่างหน้าจอแสดงแผนภูมิการทดสอบ Field Vane Shear



รูปที่ 2-56 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลการทดสอบ Field Vane Shear

- การทดสอบ Cone Penetration Test (CPT) ได้พัฒนาหน้าจอสำหรับการแสดงผลข้อมูลที่กรอกเข้าสู่ระบบในรูปแบบตาราง แสดงดังรูปที่ 2-57 สำหรับหน้าจอในการนำเข้าข้อมูลจะเป็นลักษณะกรอกข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งสามารถเพิ่มข้อมูลหลุมเจาะภาพถ่ายได้

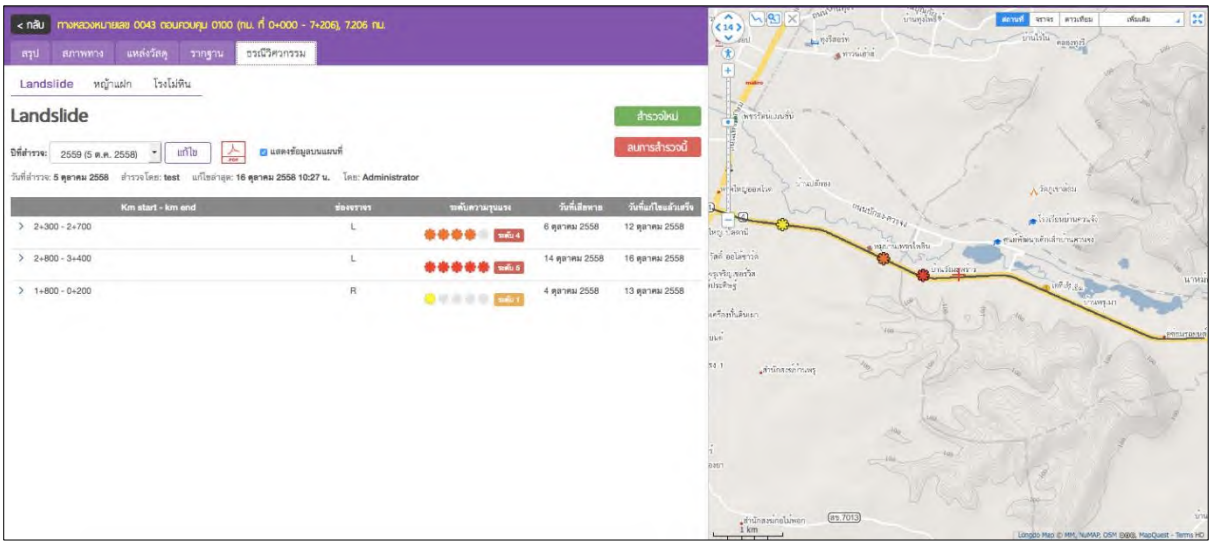


รูปที่ 2-57 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลข้อมูล CPT

- ข้อมูล Test Pit หน้าจอมีการรองรับการสำรวจออกเป็น 4 ส่วนคือ การเจาะหาความหนาของชั้นดิน การทดสอบค่า DCP การทดสอบตัวอย่างวัสดุและการทดสอบและการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายของตัวอย่างและภาพถ่ายขณะปฏิบัติงาน

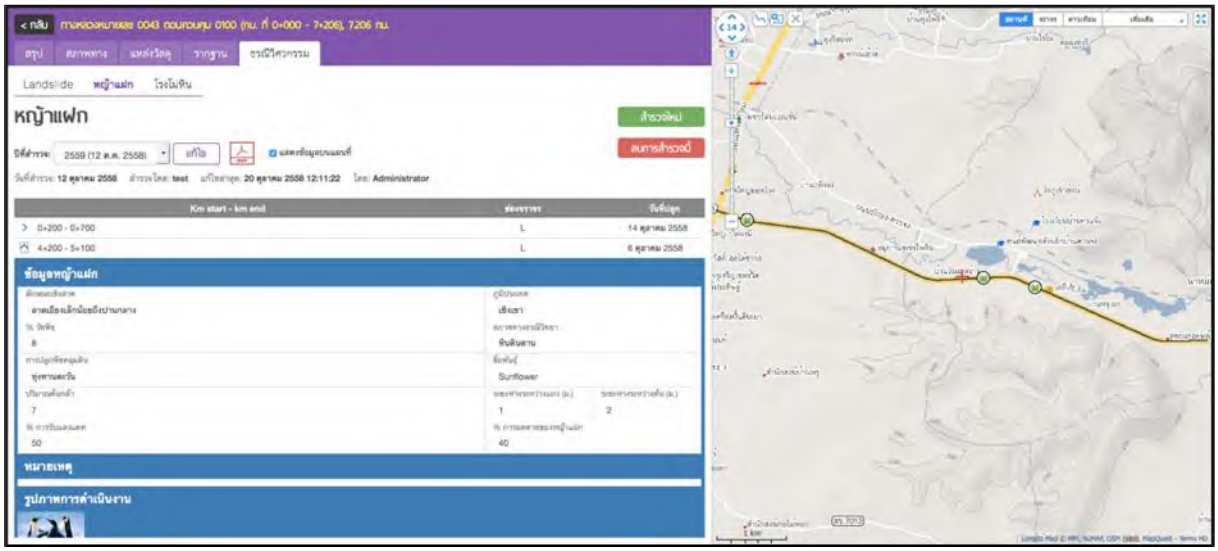
งานธรณีวิศวกรรม

- Land Slide ส่วนของหน้าจอสำหรับการแสดงผล แสดงดังรูปที่ 2-58 และสามารถระบุถึงระดับความรุนแรงของความเสียหาย



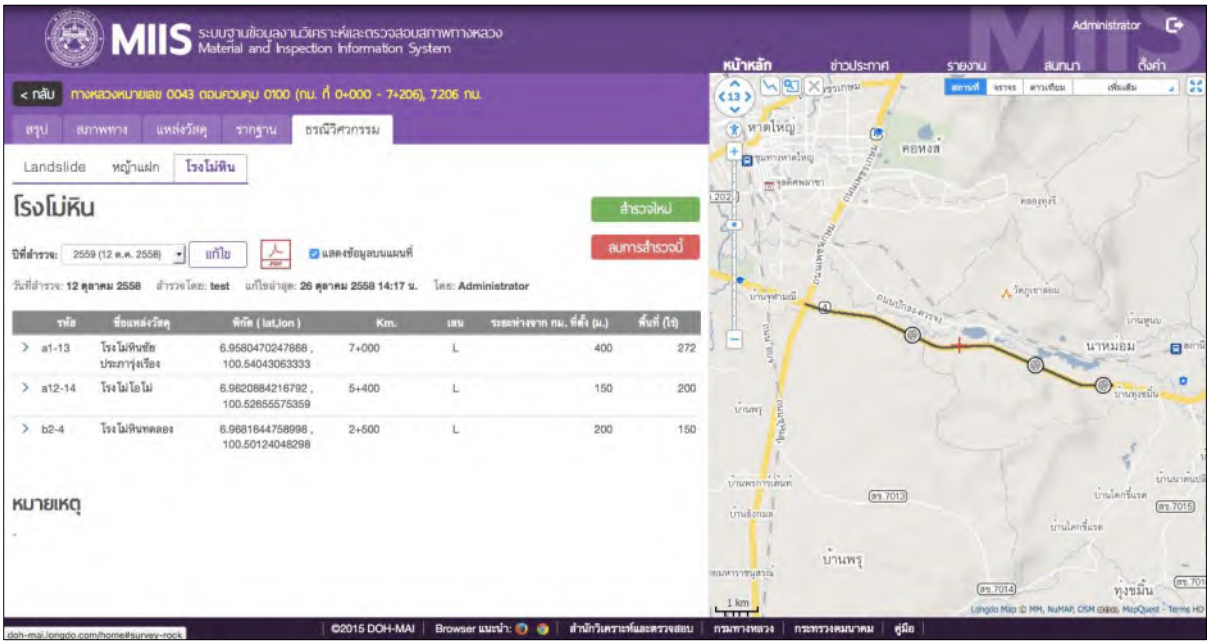
รูปที่ 2-58 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูล Land Slide

- หญ้าแฝก ส่วนของหน้าจอสำหรับการแสดงผล แสดงดังรูปที่ 2-59



รูปที่ 2-59 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลหญ้าแฝก

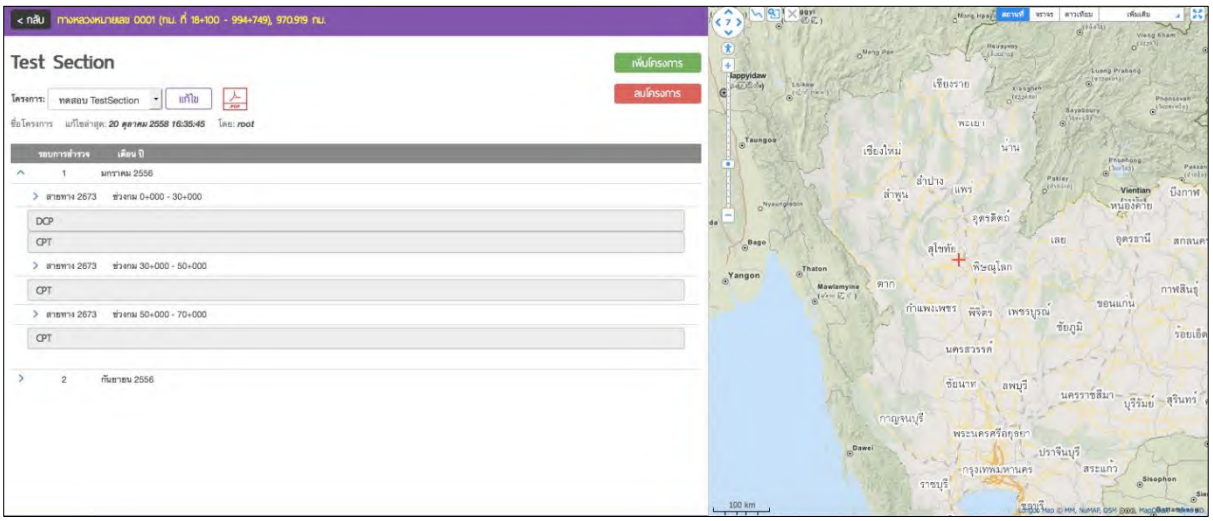
- โรงโม่หิน ส่วนของหน้าจอสำหรับการแสดงผล แสดงดังรูปที่ 2-60



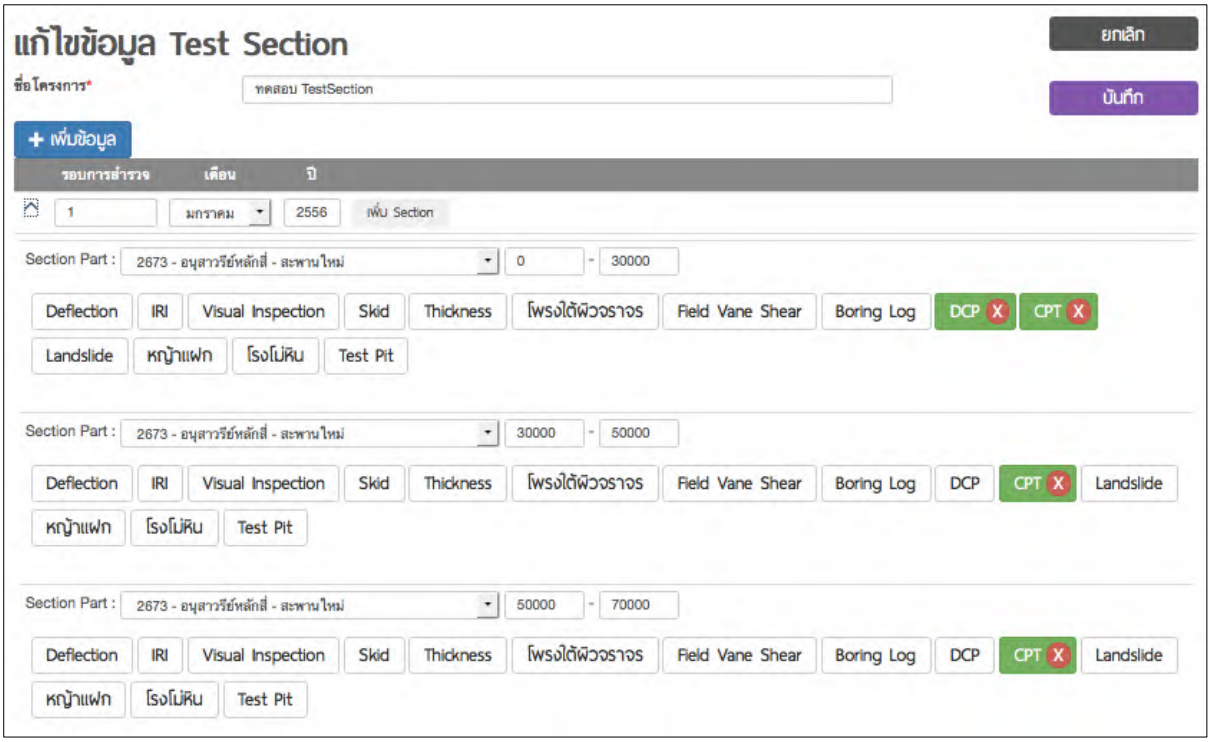
รูปที่ 2-60 ตัวอย่างหน้าจอแสดงข้อมูลโรงโม่หิน

- ข้อมูล Test Section

เป็นหน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลการทดสอบ Test Section ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 2-61 และ รูปที่ 2-62



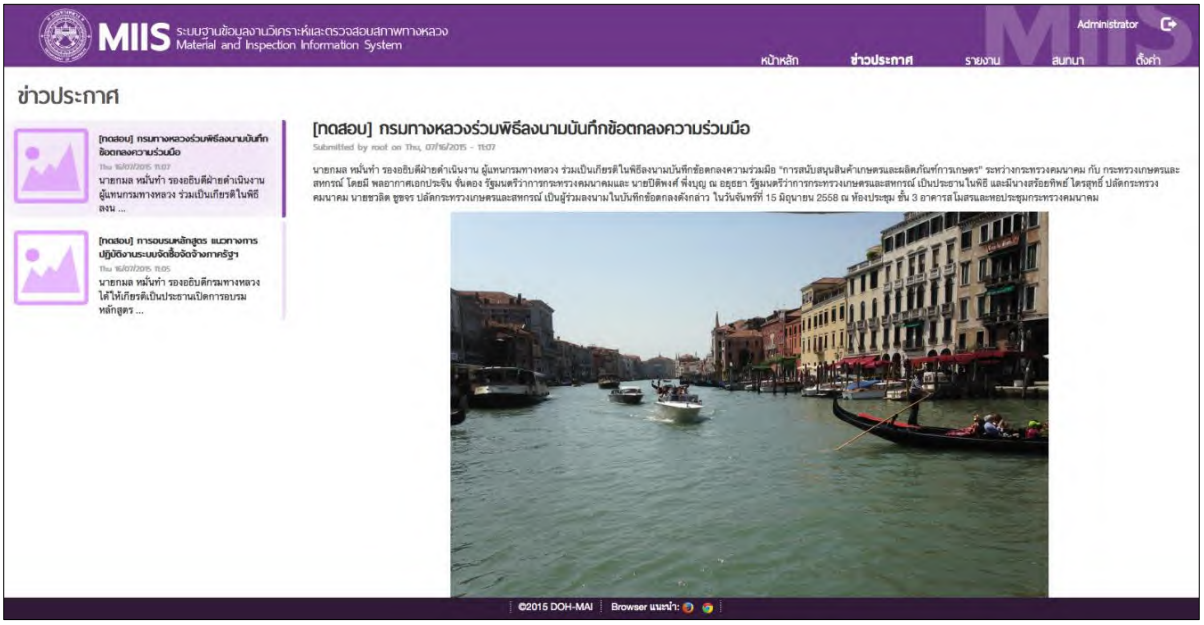
รูปที่ 2-61 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการแสดงผลข้อมูล Test Section



รูปที่ 2-62 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูล Test Section

2) ข่าวประกาศ

ผู้ดูแลระบบสามารถประกาศข่าวประกาศ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบความคืบหน้าของการนำเข้าข้อมูล ตลอดจนข่าวสารต่าง ๆ ตัวอย่างข่าวประกาศ แสดงดังรูปที่ 2-63

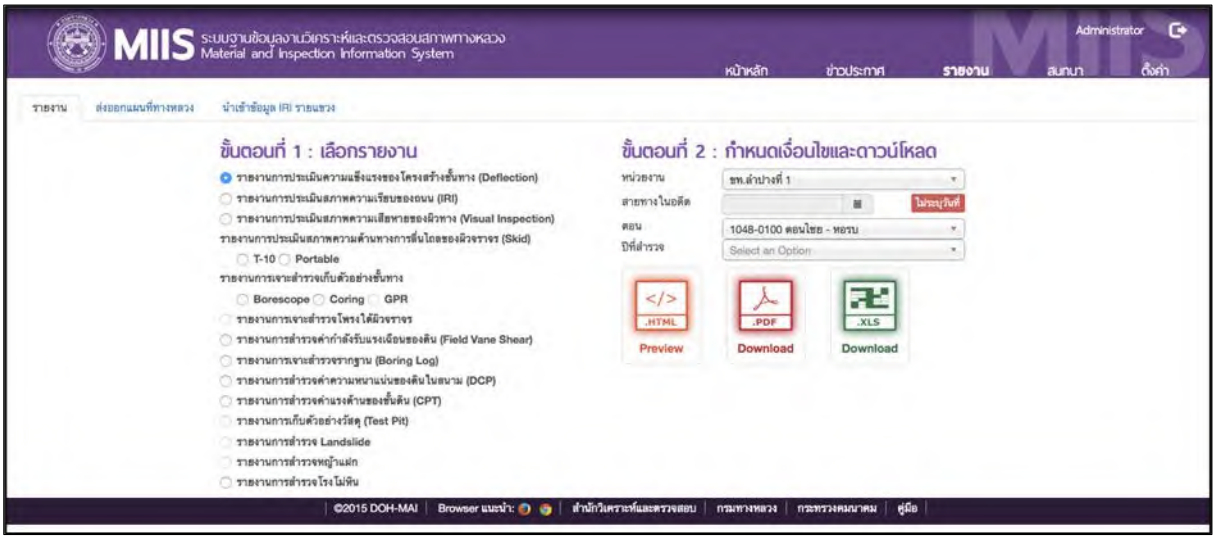


รูปที่ 2-63 ตัวอย่างหน้าจอแสดงรายละเอียดข่าวประกาศ

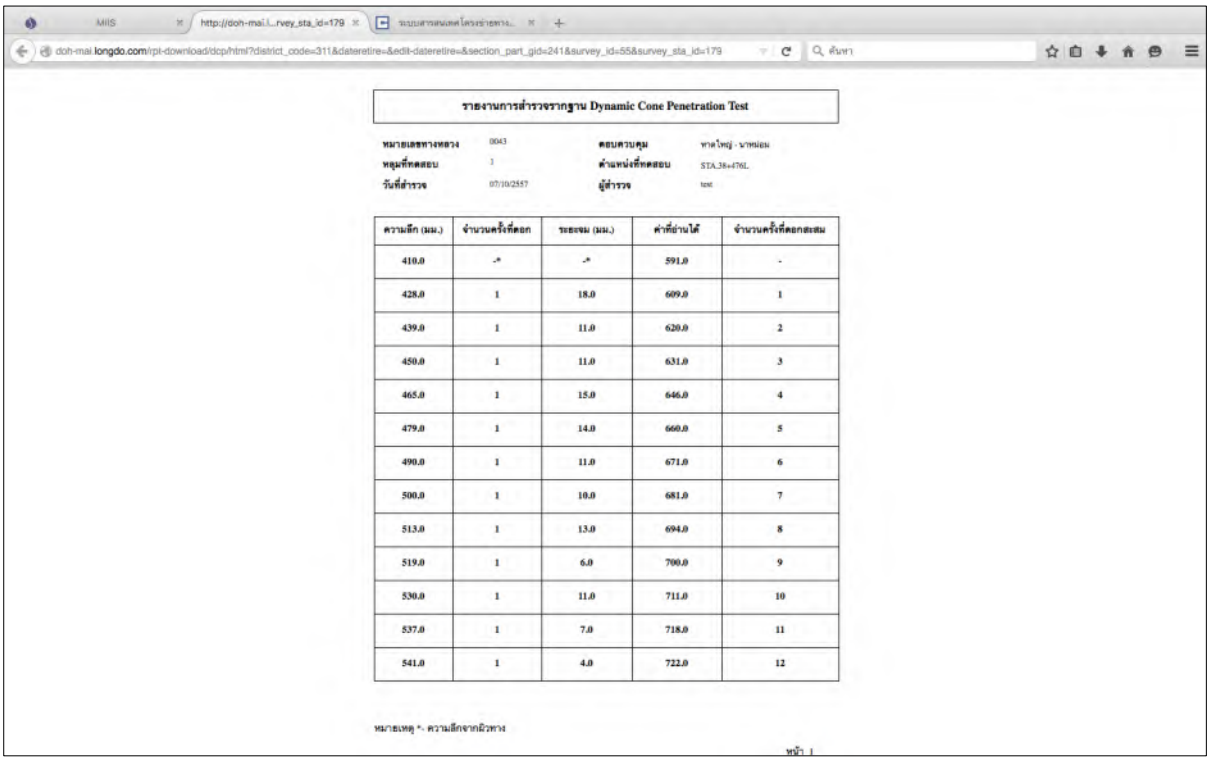
3) รายงาน

หน้าจอรายงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 2-64 ได้แก่

- ด้านซ้าย สำหรับแสดงหัวข้อรายงาน
- ด้านขวา สำหรับกำหนดเงื่อนไขและดาวน์โหลดหรือ Preview ไฟล์



รูปที่ 2-64 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับส่งออกรายงาน



รายงานการสำรวจชั้นทางด้วย Dynamic Cone Penetration Test

ความลึก (มม.)	จำนวนครั้งที่ตอก	ระยะจม (มม.)	ค่าที่อ่านได้	จำนวนครั้งที่ตอกสะสม
410.0	-*	-*	591.0	-
428.0	1	18.0	609.0	1
439.0	1	11.0	620.0	2
450.0	1	11.0	631.0	3
465.0	1	15.0	646.0	4
479.0	1	14.0	660.0	5
490.0	1	11.0	671.0	6
500.0	1	10.0	681.0	7
513.0	1	13.0	694.0	8
519.0	1	6.0	700.0	9
530.0	1	11.0	711.0	10
537.0	1	7.0	718.0	11
541.0	1	4.0	722.0	12

รูปที่ 2-65 หน้าจอ Preview รายงาน

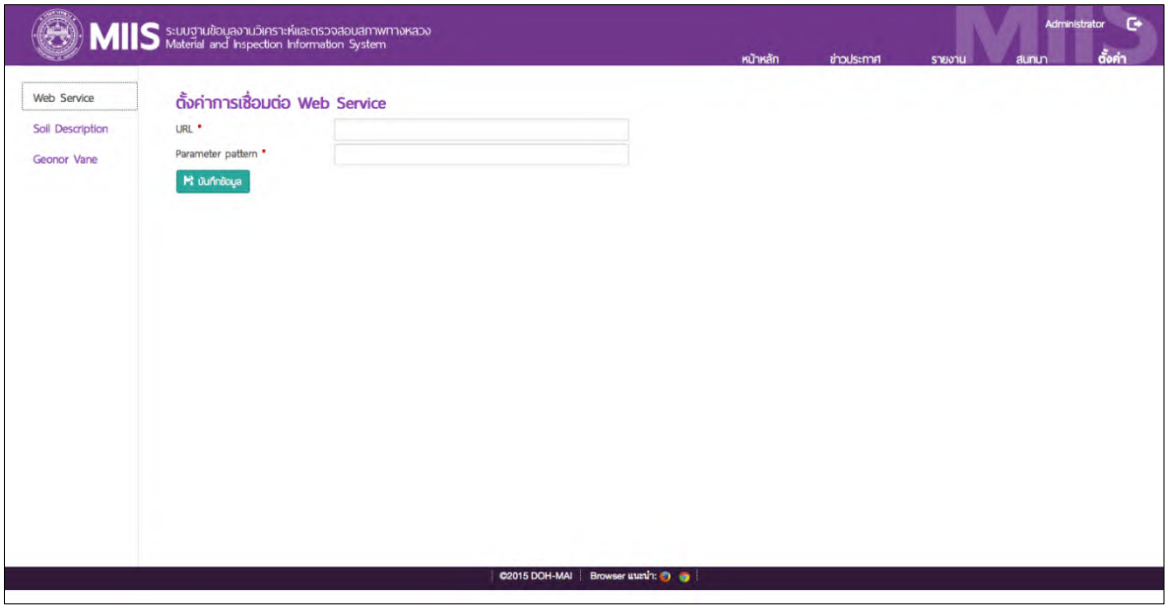
4) สนทนา

สำหรับตั้งกระทู้สนทนาสำหรับถาม - ตอบปัญหาการใช้งานระบบ

5) ตั้งค่า

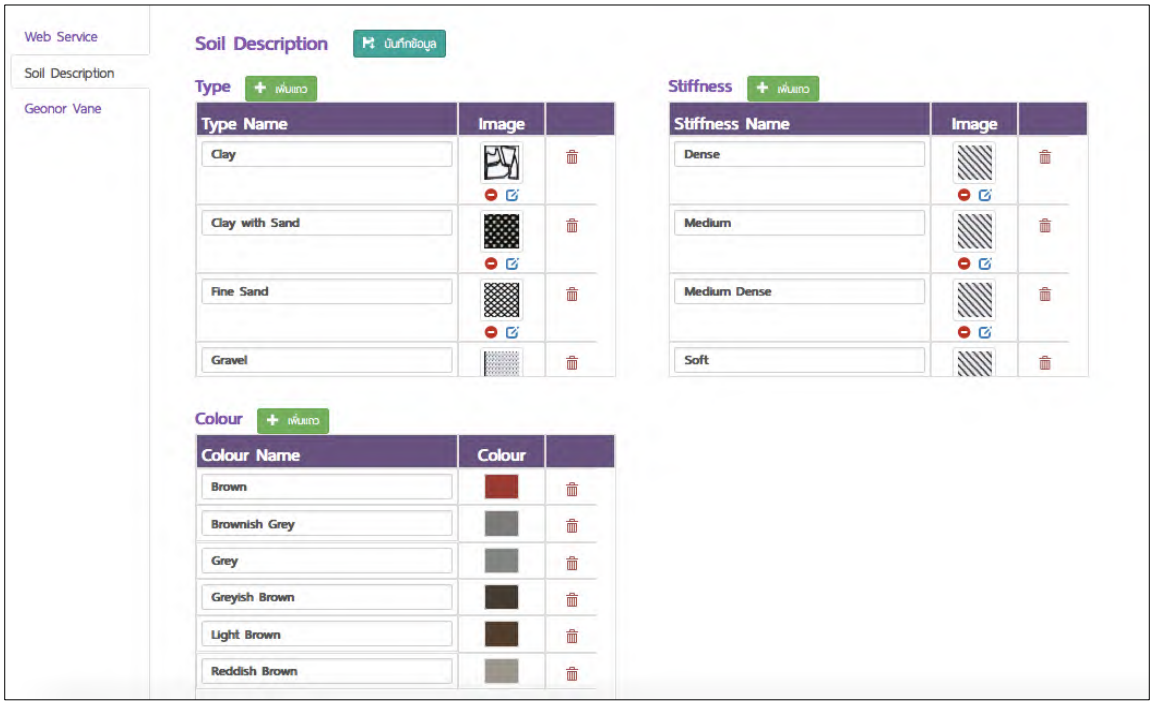
จะแสดงหัวข้อการตั้งค่าเป็น Tab ต่าง ๆ การตั้งค่าระบบออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Web Service สามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการตั้งค่าแก้ไขข้อมูลและบันทึก หากค่าที่กรอกไม่ถูกต้อง ระบบจะแจ้งเตือนเพื่อให้กรอกข้อมูลให้ถูกต้อง เมื่อแก้ไขให้ถูกต้องแล้วให้กดปุ่ม **“บันทึก”** เพื่อทำการบันทึกค่าลงฐานข้อมูล หลังจากการบันทึกเสร็จสิ้น ผลการบันทึกจะแสดงที่ด้านบนของแบบฟอร์มว่าสำเร็จหรือไม่ ตัวอย่างหน้าจอ แสดงดังรูปที่ 2-66



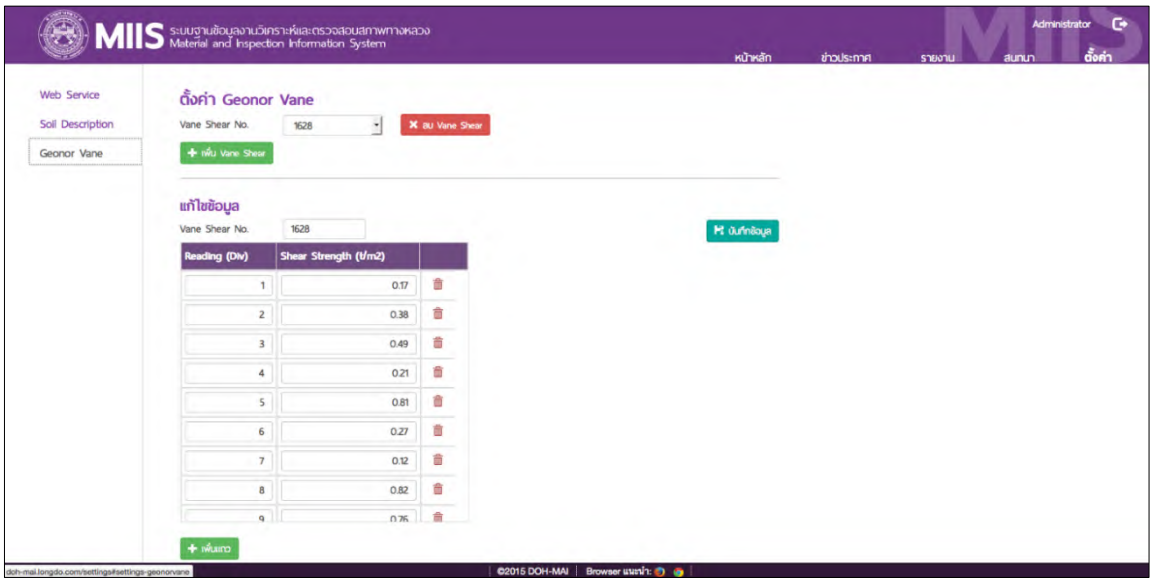
รูปที่ 2-66 ตัวอย่างหน้าจอตั้งค่า Web Service

- การตั้งค่า Soil Description สำหรับใช้ในงาน Boring Log โดยสามารถเลือกประเภทของดิน ค่า Stiffness และสีของดิน แสดงดังรูปที่ 2-67



รูปที่ 2-67 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งค่า Soil Description

- การตั้งค่าเครื่องมือ Genor Vane สำหรับใช้ในการทดสอบ Field Vane Shear ซึ่งสามารถกรอกค่า Shear Strength ที่ได้มีการสอบเทียบของแต่ละเครื่องมือไว้ แสดงดังรูปที่ 2-68



รูปที่ 2-68 ตัวอย่างการตั้งค่าเครื่องมือ Genor Vane

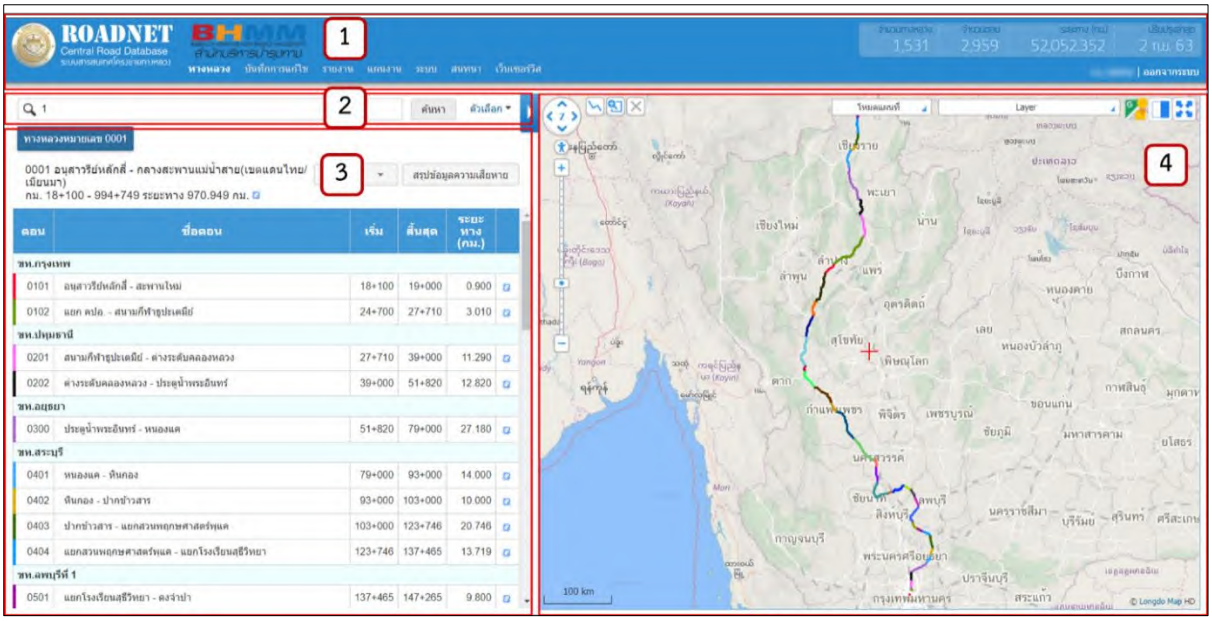
ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (ROADNET) โดยสำนักบริหารบำรุงทาง

บทบาทของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (RoadNet) คือ การจัดเก็บข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลลักษณะผิวทาง ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ ข้อมูลสำรวจสภาพทางต่าง ๆ ที่ได้มีการสำรวจโดยสำนักบริหารบำรุงทาง อันประกอบด้วย ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าเฉลี่ยความลึกโพรไฟล์ (Mean Profile Depth : MPD) และ ค่าความเสียดทานผิว (Skidding : μ) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลบนภาพถ่ายผิวทาง และมีการแสดงผลข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง (Road Asset view) ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพทางมีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น โดยแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทาง ข้อมูลค่าความเสียหายและตำแหน่งบนระบบแผนที่ควบคู่หรือสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อมูลตำแหน่งของสะพาน ท่อลอดและข้อมูลหลักกิโลเมตร ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลบนแผนที่บนระบบเครือข่ายได้

ปัจจุบันระบบ RoadNet มีการประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) มาวิเคราะห์และแสดงผลบนแผนที่ดิจิตอล (Digital Mapping) โครงข่ายทางหลวงอย่างเป็นมาตรฐานสากล สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้อง เพื่อใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลโครงข่ายสายทางหลวง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบงานบริหารบำรุงทางของกรมทางหลวง รองรับการใช้งานในวงกว้างทั้งในส่วนของภาครัฐ ภาคเอกชน รวมไปถึงภาคประชาชนในการค้นหาเส้นทางบนอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานภายในกรมทางหลวง ไม่ว่าจะเป็นสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวงได้มีการใช้งานระบบอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของการตรวจสอบ นำเข้าและแก้ไขข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย มีระบบแสดงแผนที่พร้อมรายละเอียดข้อมูลอย่างชัดเจน ทำให้สำนักบริหารบำรุงทางสามารถรายงานสรุปข้อมูลให้แก่ผู้บริหารจากหน่วยงานส่วนภูมิภาคได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และตรงตามความต้องการ

ภาพรวมการใช้งานระบบ RoadNet มีการออกแบบให้มีลักษณะการใช้งานที่เรียบง่าย มีลำดับขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล เชื่อมโยงความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มข้อมูล มีองค์ประกอบ 4 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1) ส่วนแสดงผลชื่อและภาพลักษณ์องค์กร
2) ส่วนเครื่องมือสืบค้นข้อมูล
3) ส่วนแสดงผลรายละเอียดข้อมูลในรูปแบบรายงาน
4) ส่วนแสดงผลแผนที่



รูปที่ 2-69 หน้าหลักระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (RoadNet)

หน้าจอหลักของระบบ RoadNet ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ซึ่งมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนแสดงผลชื่อและภาพลักษณ์องค์กร

แสดงสัญลักษณ์ของกรมทางหลวง สำนักบริหารบำรุงทาง และชื่อของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง รวมถึงแสดงส่วนสรุปข้อมูลจำนวนทางหลวง จำนวนตอนควบคุม ระยะทางจริง (กม.) และวันที่การปรับปรุงข้อมูลล่าสุด เป็นต้น

2) ส่วนเครื่องมือสืบค้นข้อมูล

การสืบค้นข้อมูลในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง มีการออกแบบฟังก์ชันการทำงานให้ใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว โดยมีการเรียงลำดับการสืบค้นข้อมูลเพื่อไม่ให้ผู้ใช้งานสับสน การเข้าถึงข้อมูลแต่ละกลุ่มนั้น ผู้ใช้จะต้องเลือกเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลตามที่ระบบได้ออกแบบไว้ โดยการกำหนดเงื่อนไขนั้นที่ปรึกษาได้สรุปเงื่อนไขตามความต้องการของผู้ใช้งานจริง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแบบทั่ว ๆ ไป และฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลแบบขั้นสูง เพื่อเข้าถึงข้อมูลแต่ละกลุ่ม เช่น ข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ และข้อมูลการสำรวจ สภาพทาง เป็นต้น

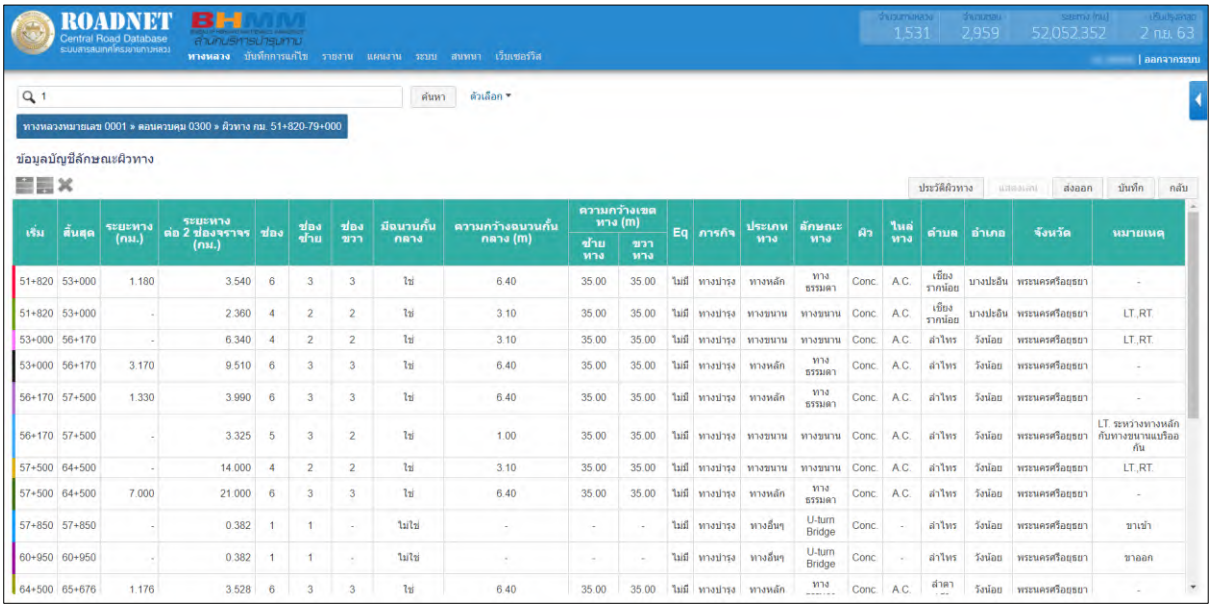
3) ส่วนแสดงผลรายละเอียดข้อมูลในรูปแบบรายงาน

ในส่วนของการออกรายงานนั้น ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงได้จัดเตรียมข้อมูลไว้ 3 ส่วน คือ ข้อมูลเชิงสถิติงานทาง การพิมพ์แผนที่ทางหลวง และข้อมูลการสำรวจสภาพทาง ซึ่งผู้ใช้สามารถออกรายงานได้ 3 รูปแบบ คือ PDF, CSV, และ HTML

4) ส่วนแสดงผลแผนที่

ส่วนแสดงผลแผนที่ใช้สำหรับแสดงข้อมูลเชิงตำแหน่ง ได้แก่ ข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลบัญชีผิวทาง ข้อมูลการสำรวจสภาพทาง (IRI, Rutting, MPD-Texture) ข้อมูลช่องจราจร ข้อมูลตำแหน่งสะพาน และตำแหน่งท่อ ข้อมูลตำแหน่งหลักกิโลเมตร (Kilometer Point) ข้อมูลขอบเขตการปกครอง FGDS กระทรวงคมนาคม เป็นต้น

ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง บนระบบ RoadNet ได้แสดงรายละเอียดของข้อมูลลักษณะผิวทาง เช่น ข้อมูลประเภททาง ซึ่งมีรายละเอียดแยกย่อยไปอีก ได้แก่ ข้อมูลประเภททางที่เป็นทางหลัก และข้อมูลประเภททางที่เป็นทางขนาน ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ กรอกข้อมูลโดยผู้ดูแลในหน่วยงานภายในพื้นที่นั้น



รูปที่ 2-70 หน้ารายละเอียดข้อมูลลักษณะผิวทาง

ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าเฉลี่ยความลึกโพรไฟล์ (Mean Profile Depth : MPD) และค่าความเสียดทานผิว (Skidding : μ) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจ



รูปที่ 2-71 หน้ารายละเอียดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย

ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) พัฒนาขึ้นเพื่อจัดเก็บข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงอย่างทันเหตุการณ์ ดังภารกิจหลักในการกำหนดกลยุทธ์และมาตรการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุ รวมถึงพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศด้านการจราจรและความปลอดภัย โดยระบบสามารถวิเคราะห์สถิติอุบัติเหตุจุดอันตราย และแสดงผลด้วยแผนที่ GIS ทำให้การวางแผนและการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุรายพื้นที่/จังหวัดมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลตามนโยบายของศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย

ภาพรวมการใช้งานระบบ HAIMS มีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1) ส่วนแสดงผลชื่อและภาพลักษณ์องค์กร
2) ส่วนเมนู
3) ส่วนกระดานสนทนา



รูปที่ 2-72 หน้าหลักระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)

หน้าจอหลักของระบบ HAIMS ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ซึ่งมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนแสดงผลชื่อและภาพลักษณ์องค์กร

แสดงสัญลักษณ์ของกรมทางหลวง สำนักอำนวยความปลอดภัย และชื่อของระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) สถิติการเกิดอุบัติเหตุ ผู้เสียชีวิต และผู้ได้รับบาดเจ็บตามช่วงเวลาเทศกาล

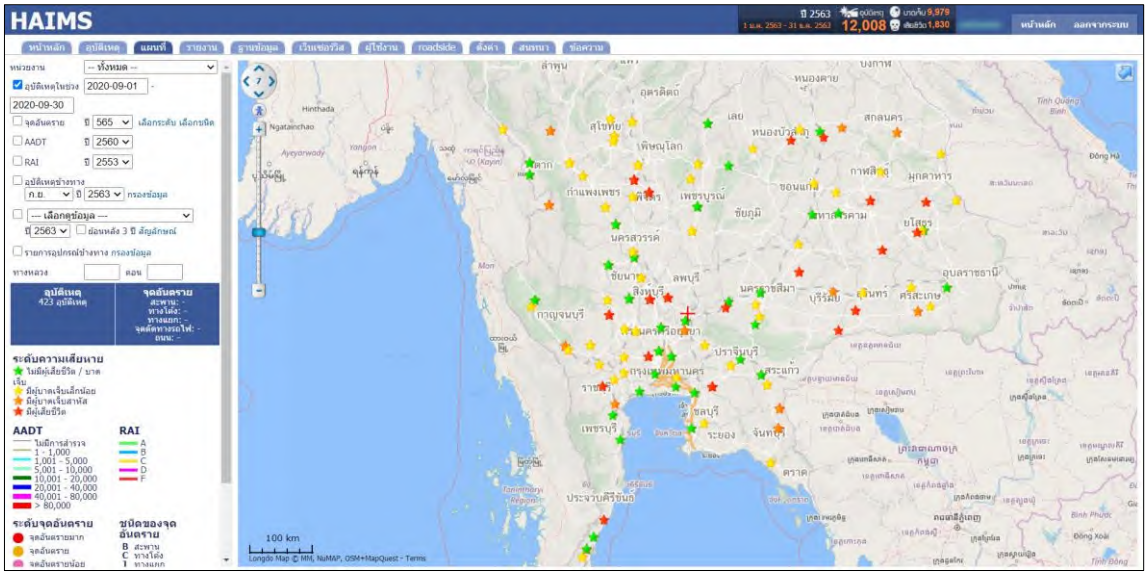
2) ส่วนเมนู

เมนูการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของระบบการแสดงผลของเมนูขึ้นอยู่กับสิทธิ์ของผู้ใช้งานแต่ละระดับ เช่น ผู้ใช้งานทั่วไป ผู้ใช้งานระดับสำนักทางหลวง/แขวงทางหลวง/หมวดทางหลวง ผู้ดูแลระบบ เป็นต้น

3) ส่วนกระดานสนทนา

ระบบ HAIMS มีช่องทางสำหรับติดต่อสื่อสารให้กับผู้ดูแลระบบฯ กรณีที่มีข้อสงสัย ต้องการสอบถามเพิ่มเติมหรือรายงานปัญหา เป็นช่องทางการสื่อสารกับผู้ดูแลระบบอีกช่องทางหนึ่ง รวมทั้งยังสามารถเป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลในการแก้ปัญหา และเทคนิคการใช้งานต่าง ๆ จากผู้ใช้งาน

ข้อมูลรายการอุบัติเหตุบนระบบ HAIMS สามารถแสดงผลข้อมูลได้บนแผนที่ตามการกรองช่วงข้อมูลที่สนใจจากวันที่เกิดเหตุ สายทาง เป็นต้น



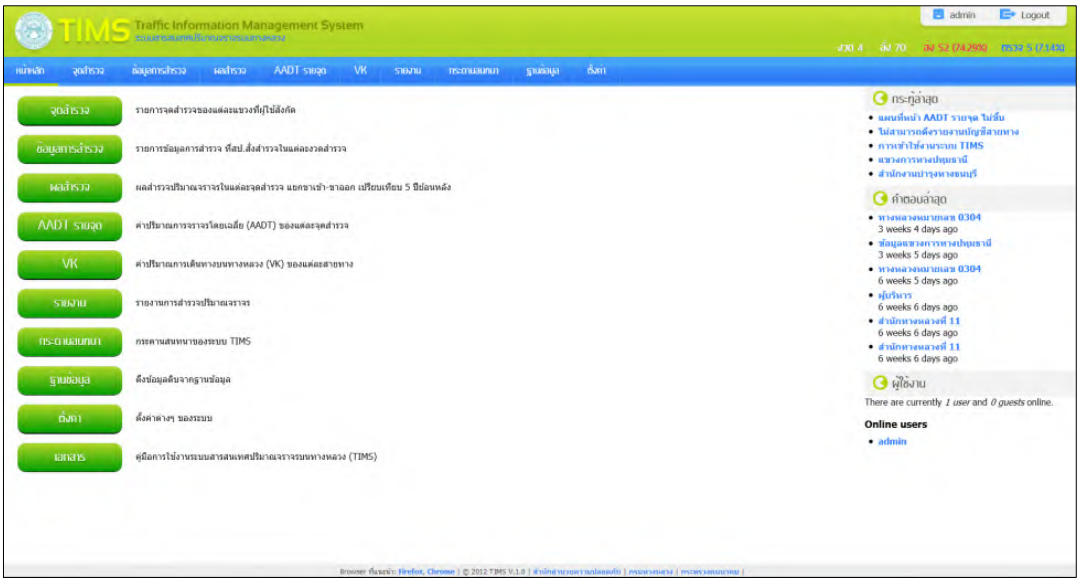
รูปที่ 2-73 หน้าแสดงตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุบนแผนที่

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Database Management and Service, TIMS) โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย พัฒนาขึ้นเพื่อบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศจราจรและข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศข้อมูลการจราจรในรูปแบบ Web Based Application ในด้านขีดความสามารถระบบข้อมูลจราจรซึ่งแบ่งข้อมูลการจราจร ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปริมาณจราจร (Traffic Counting) ประเภทยานพาหนะ (Vehicle Classification) และน้ำหนักบรรทุก (Truck Weighing) โดยมีแนวคิดในการเชื่อมโยงปรับปรุงและพัฒนาระบบซึ่งมีองค์ประกอบของงานหลัก ๆ ดังนี้ ฐานข้อมูล Roadnet ฐานข้อมูล HAIMS ฐานข้อมูล TIMS และ RIMS ซึ่งฐานข้อมูลหลักของระบบและการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานระบบกับระบบงานไม่ว่าจะเป็นการติดต่อระบบงานผ่านเครือข่ายภายในของกรมทางหลวง (Intranet)

ภาพรวมการใช้งานระบบ TIMS มีองค์ประกอบ 10 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1) จุดสำรวจ
2) ข้อมูลการสำรวจ
3) ผลสำรวจ
4) AADT รายจุด
5) VK
6) รายงาน
7) กระดานสนทนาถามตอบปัญหา
8) ฐานข้อมูล
9) ตั้งค่า
10) เอกสารสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)

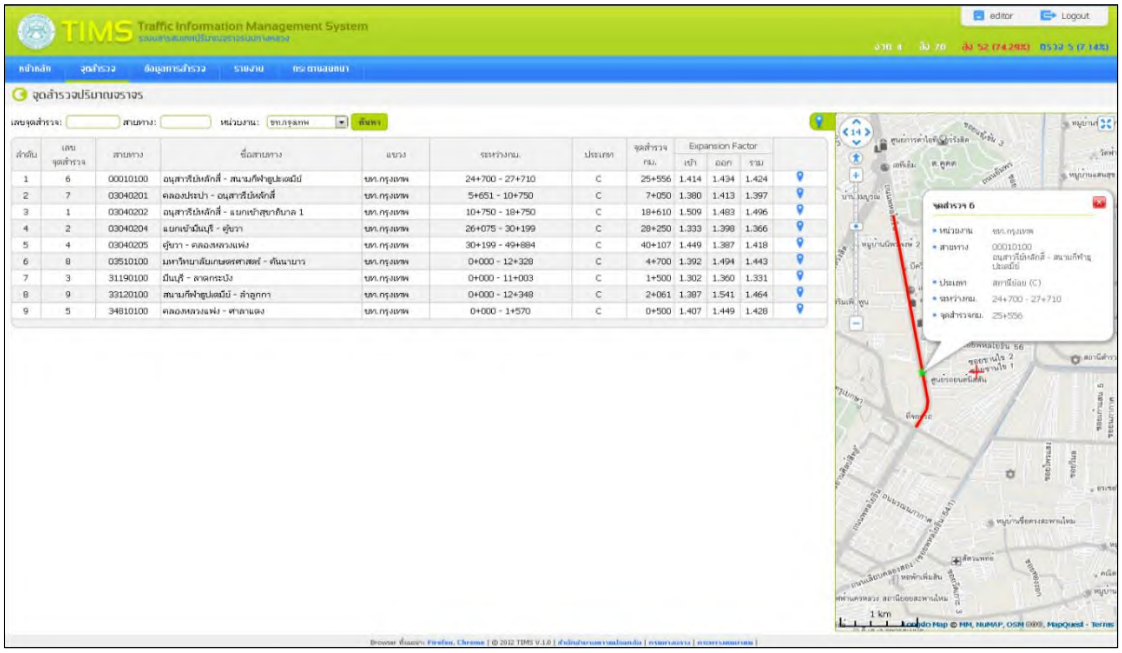


รูปที่ 2-74 หน้าหลักระบบ TIMS

ในหน้าจอหลักของระบบ TIMS ประกอบด้วย 10 ส่วนหลัก ๆ ซึ่งมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดของระบบดังนี้

1) จุดสำรวจ

แสดงข้อมูลจุดสำรวจ เจ้าหน้าที่หมวดการทางหรือแขวงการทาง ผู้ที่รับผิดชอบตามแขวงที่สังกัดจะสามารถตรวจจุดสำรวจที่รับผิดชอบตามแขวงที่สังกัดได้เท่านั้นโดยที่จะแสดงแผนที่พร้อมเส้นทางและจุดที่ทำการสำรวจและแสดงกล่องข้อความรายละเอียดสายทาง



รูปที่ 2-75 หน้าจุดสำรวจระบบ TIMS

2) ข้อมูลการสำรวจ

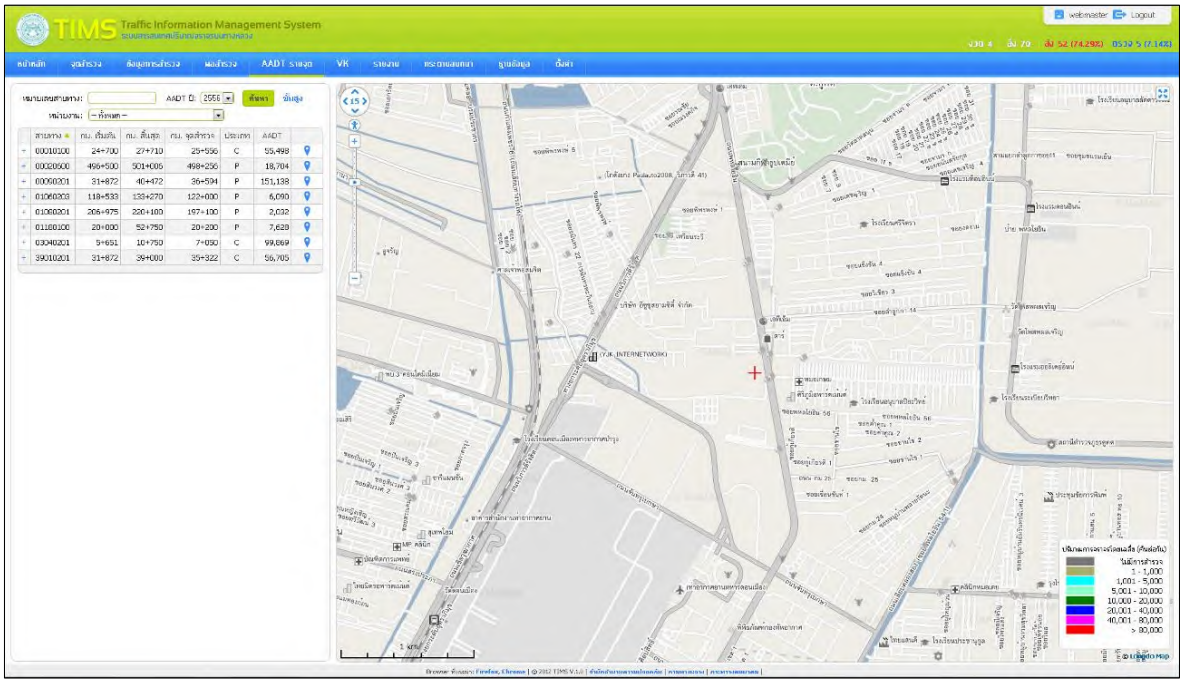
ส่วนหน้าข้อมูลการสำรวจ แสดงข้อมูลการสำรวจปริมาณการจราจร ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลโดยผู้มีหน้าที่นำเข้าข้อมูลการสำรวจคือ เจ้าหน้าที่หมวดการทางหรือแขวงการทางที่มีหน้าที่รับผิดชอบตามจุดสำรวจในเขตพื้นที่รับผิดชอบและผู้ทำหน้าที่ส่วนกลางหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลปริมาณการจราจร

3) ผลสำรวจ

ส่วนหน้าผลสำรวจ แสดงข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการสำรวจปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นเกิดจากผู้สำรวจจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบตามจุดสำรวจในเขตพื้นที่รับผิดชอบ

4) AADT รายจุด

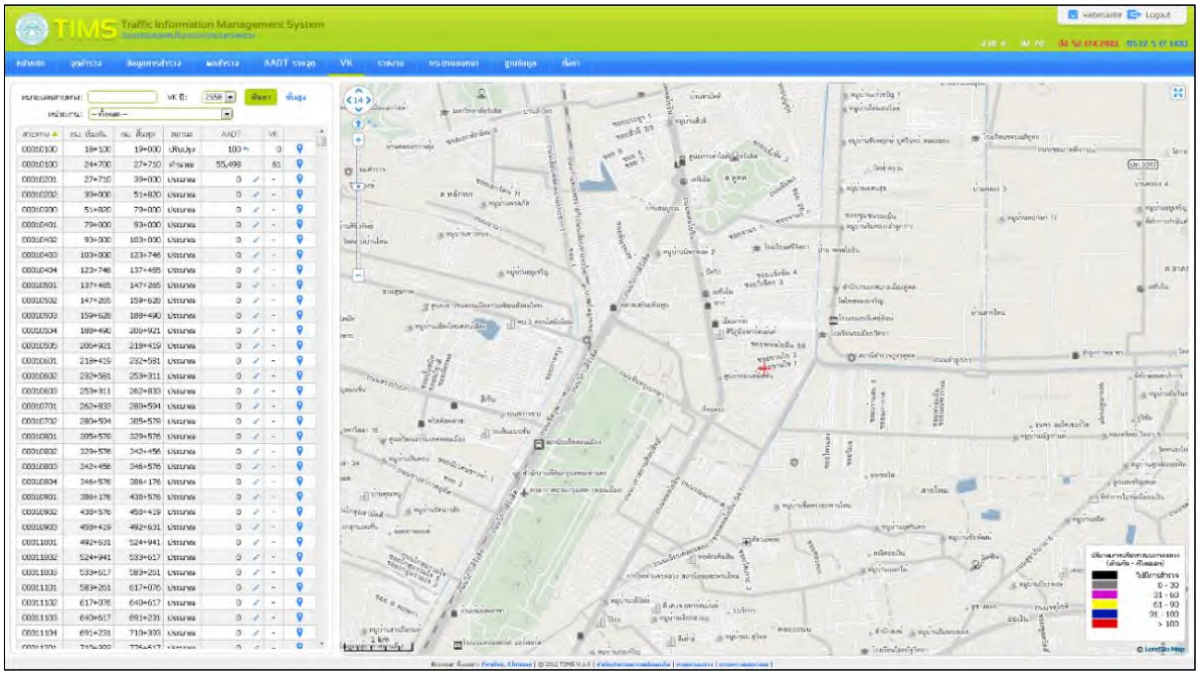
AADT รายจุด แสดงข้อมูลการสำรวจปริมาณการจราจรในแต่ละสายทาง จากการสำรวจของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบตามจุดสำรวจในเขตพื้นที่รับผิดชอบ แบ่งเป็นส่วนของขาเข้าและขาออก เจ้าหน้าส่วนกลางสามารถทำการเลือกสายทางที่ต้องการ พร้อมแสดงจุดสำรวจที่อยู่ระหว่างเส้นทางที่ทำการสำรวจ กล้องแสดงรายละเอียดของสายทางบนแผนที่ หรือเจ้าหน้าที่ส่วนกลางสามารถค้นหาข้อมูลตามหมายเลขสายทางที่ต้องการได้



รูปที่ 2-76 หน้าจอการใช้งาน AADT รายจุด

5) ข้อมูล VK

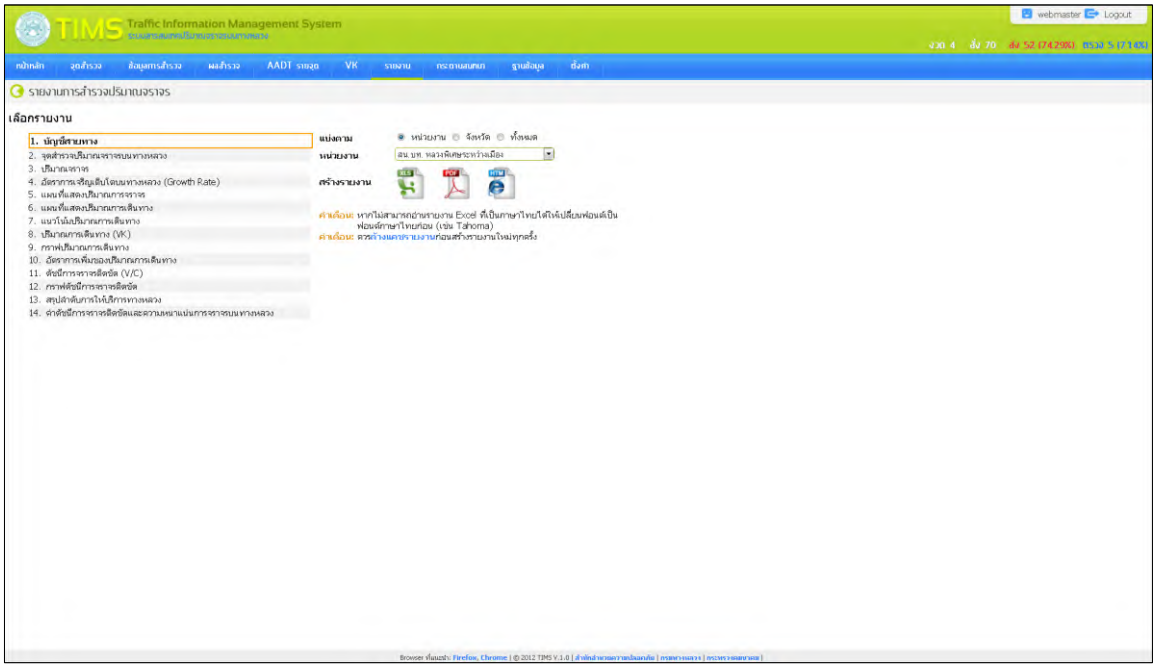
แสดงข้อมูลการสำรวจปริมาณการเดินรถบนทางหลวงในแต่ละสายทางโดยคำนวณจากค่า AADT ของแต่ละสายทาง ข้อมูลที่ได้จากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบตามจุดสำรวจในเขตพื้นที่รับผิดชอบเจ้าหน้าส่วนกลางสามารถทำการเลือกสายทางที่ต้องการ เจ้าหน้าที่ส่วนกลางสามารถค้นหาข้อมูลตามหมายเลขสายทางที่ต้องการได้



รูปที่ 2-77 หน้าจอการใช้งาน AADT รายจุด

6) รายงาน

การจัดทำรายงานข้อมูลการจราจรระบบจัดทำรายงานที่ช่วยในการเปลี่ยนข้อมูลดิบที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาเป็นรายงานสรุปต่าง ๆ ในเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งในระบบนี้ผู้ใช้สามารถสร้างรายงานสรุปในรูปแบบไฟล์ 3 ชนิด ได้แก่ Excel PDF และ HTML



รูปที่ 2-78 หน้ารายงานปริมาณจราจรบนทางหลวง

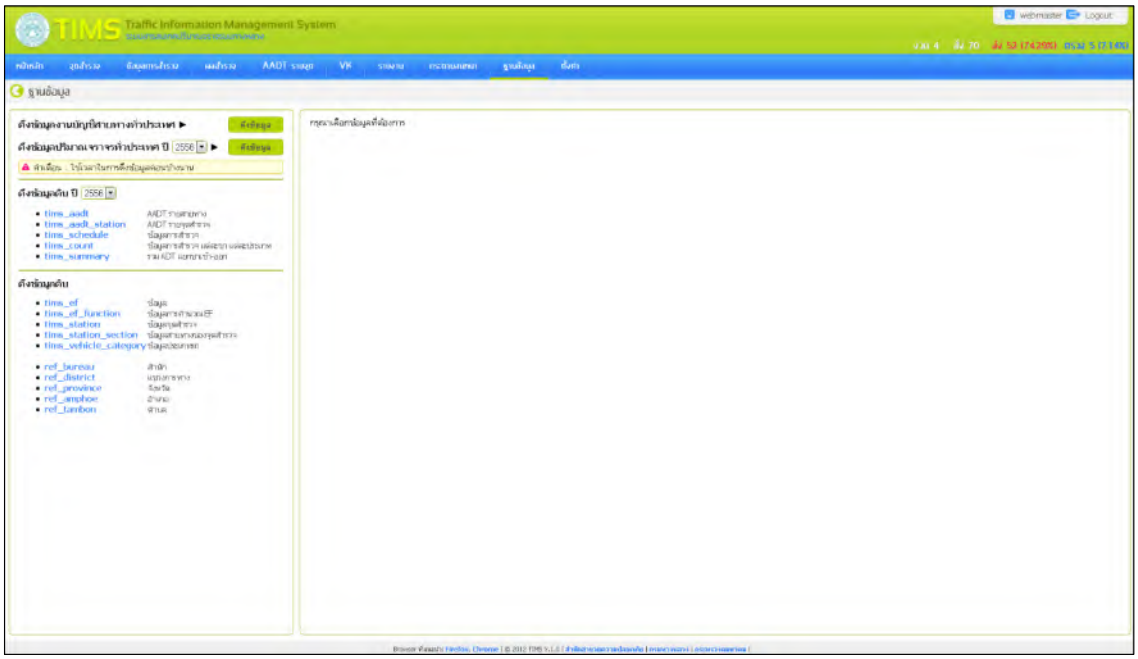
7) กระดานสนทนาถามตอบปัญหา

กระดานสนทนาถามตอบปัญหาใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้กรอกข้อมูลและผู้ดูแลระบบ

8) ฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลจัดทำขึ้นเพื่อเจ้าหน้าที่ส่วนกลางต้องการนำข้อมูลดิบจากการสำรวจปริมาณการจราจรนำไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาข้อมูลในภาพรวมต่อไป ในการดึงข้อมูลจากระบบของหน้าฐานข้อมูลนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

- ดึงข้อมูลงานบัญชีสายทางทั่วประเทศ หรือดึงข้อมูลปริมาณจราจรทั่วประเทศรายปี โดยการดึงข้อมูลแบบนี้เป็นการดึงข้อมูลมาแล้วมีการจัดให้อยู่ในรูปแบบงานบัญชีสายทางทั่วประเทศหรือปริมาณจราจรทั่วประเทศรายปี
- ดึงข้อมูลดิบจากตารางฐานข้อมูลโดยตรง โดยการดึงข้อมูลแบบนี้จะได้ข้อมูลดิบจากฐานข้อมูลที่ไม่ได้ถูกจัดรูปแบบมาก่อน



รูปที่ 2-79 หน้าฐานข้อมูล

9) ตั้งค่า

ไว้สำหรับปรับตัวแปรของระบบ และสั่งคำนวณค่าต่าง ๆ

10) เอกสารสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)

แสดงเกี่ยวกับคู่มือการใช้ระบบ TIMS

บทที่ 3
การคัดเลือกสายทางและการสอบเทียบเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง

3.1 การคัดเลือกสายทาง

การคัดเลือกสายทางสำหรับการวางแผนการสำรวจ ต้องมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร พร้อมทั้งจัดทำบัญชีสายทางที่แสดงถึงปริมาณการจราจรและปริมาณรถบรรทุก จัดทำบัญชีสถิติจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบริเวณพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย จัดทำบัญชีประเภทของผิวทางที่แยกตามชนิดของมวลรวม อายุและรวมถึงผิวทางที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขด้วยวิธีอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง

ทั้งนี้ สายทางที่คัดเลือกต้องครอบคลุมประเภทของผิวทาง วิธีการปรับปรุงหรือบำรุงรักษาที่กรมทางหลวงมีการใช้สำหรับงานก่อสร้างและงานบำรุงรักษาทางที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันและสายทางที่คัดเลือกจะต้องครอบคลุมสายทางในทุกภาคของประเทศ ซึ่งไม่รวมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย

การคัดเลือกสายทางสำหรับการวางแผนสำรวจ ต้องมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร และประกอบไปด้วยที่มาของสายทาง ดังนี้

- การสำรวจสายทางหรือช่วงบริเวณที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบขอเสนอตั้งแผนงบประมาณเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร
- การสำรวจสายทางหลักโดยพิจารณาจากสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการเดินทางสัญจรของรถจำนวนมากหรืออาจมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง (ถ้ามี) จากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทางโดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 2,000 กิโลเมตร
- การสำรวจสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวงที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีระยะสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร
- การสำรวจสายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่แตกต่างกัน โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร

ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดทำคัดเลือกและสำรวจจุดเสี่ยงอันตราย เพื่อนำมากำหนดเกณฑ์เบื้องต้น เช่น ทางตรง ทางโค้ง ทางแยก ทางลาดชัน ทางขึ้นเขา ลงเขา เป็นต้น โดยจะคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ คือ ลักษณะของผิวทาง และ ลักษณะเรขาคณิต เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล สายทางที่จะสำรวจทั้งหมดในโครงการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- สายทางที่สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุการลื่นไถลบ่อยครั้ง

ตารางที่ 3-1 สายทางที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งบนทางหลวง

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	จังหวัด	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด
1	4	701	น้ำรอด - พ่อตาหินช้าง	ประจวบคีรีขันธ์	416+500	420+000
2	11	701	ปางมะโอ - ป่าขาม	ลำปาง	425+000	427+000
3	11	601	หนองน้ำเขียว - ปางเคาะ	แพร่	365+500	370+000
4	11	503	บึงหลัก - หนองน้ำเขียว (เขาพลึง)	อุตรดิตถ์	350+000	350+800
5	11	501	นาอิน - ชัยมงคล	อุตรดิตถ์	282+200	291+100
6	12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยสน)	ตาก	47+800	51+700
7	12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยคา)	ตาก	51+800	54+800
8	12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยรวก)	ตาก	64+900	70+000
9	12	603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว (สะพานห้วยตอง)	เพชรบูรณ์	374+400	377+400
10	12	603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว (ห้วยชำมะคาว)	เพชรบูรณ์	416+300	420+400
11	41	203	ควนรา - หัวเตย	สุราษฎร์ธานี	146+000	147+600
12	41	501	ถ้ำพรรณรา - ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช	281+800	290+000
13	41	602	สี่แยกโพธิ์ทอง - พัทลุง	พัทลุง	366+800	370+000
14	109	100	แม่สรวย - ห้วยป่าไร่	เชียงราย	14+200	18+500
15	118	100	เชียงใหม่ - ดอยนาแก้ว (โค้งปางแฟน)	เชียงใหม่	42+000	52+000
16	120	200	ปากบอก - แม่เฮียว	ลำปาง	25+400	27+800
17	222	202	ท่ากกแดง - บึงกาฬ	บึงกาฬ	109+900	114+000
18	304	403	สี่แยกกบินทร์บุรี - วังน้ำเขียว (โค้งศาลโทน)	ปราจีนบุรี	200+100	212+000
19	323	206	ทองผาภูมิ - เจดีย์สามองค์ (เนินช้างร้อง)	กาญจนบุรี	263+800	267+200
20	401	301	ช่องชาลี - ท่าโรงช้าง	สุราษฎร์ธานี	110+900	113+300
21	401	402	บางกุ้ง - เขาหัวช้าง	สุราษฎร์ธานี	186+300	188+700
22	406	102	ค่ายรวมมิตร - ย่านซื่อ	สตูล	55+700	58+500
23	1184	100	แม่อาว - ดอนมูล	ลำพูน	34+900	38+800

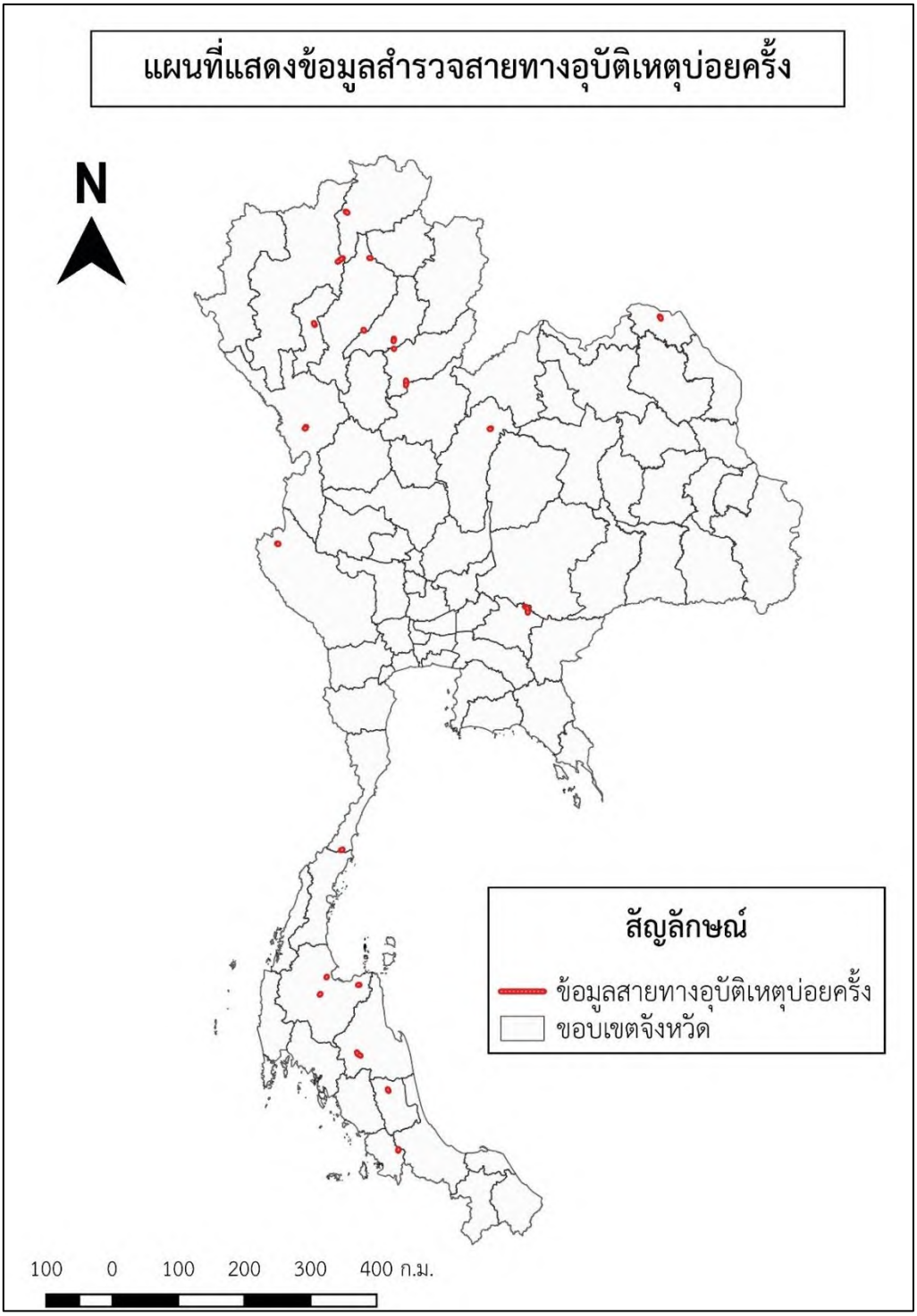
สำหรับการประเมินความปลอดภัยทางถนนด้วยวิธี iRAP ที่ปรึกษาได้ดำเนินการประเมินคะแนนระดับดาว (Star Rating) ซึ่งเป็นการประเมินความปลอดภัยทางถนนตามหลักสากล โดยจะประเมินทุก ๆ ระยะ 100 เมตร และพิจารณาบนพื้นฐานของข้อมูลลักษณะกายภาพถนน และสภาพจราจรที่มีโอกาสเสี่ยงทำให้เกิดอุบัติเหตุเสียชีวิตและบาดเจ็บ โดยมีปัจจัยค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ โดยการแสดงผลความปลอดภัยทางถนนจะแสดงในรูปแบบคะแนนระดับดาว มีค่าตั้งแต่ 1 – 5 ดาว โดย 1 ดาว คือ ถนนที่มีความปลอดภัยต่ำมีโอกาสอุบัติเหตุสูง และ 5 ดาวเป็นถนนที่มีความปลอดภัยสูงมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุต่ำ และ 3 ดาว คือ ระดับมาตรฐานของถนนที่นานาชาติยอมรับได้ ซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนระดับดาวตามประเภทผู้ใช้ทาง แสดงดังตารางที่ 3-2 และผลการดำเนินการประเมินคะแนนระดับดาวบนสายทางที่ได้คะแนนระดับดาวน้อย แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์ในการให้คะแนนระดับดาวของ iRAP ตามประเภทของผู้ใช้ทาง

ระดับดาว	คะแนนระดับดาว (SRS)				
	สำหรับรถยนต์และรถจักรยานยนต์	สำหรับรถจักรยาน	สำหรับคนเดินเท้า		
			รวม	ทางเท้า	ทางข้าม
5	0-2.5	0-5	0-5	0-0.20	0-4.8
4	2.5-5	5-10	5-15	0.20 – 1	4.8-14
3	5-12.5	10-30	15-40	1-7.5	14-32.5
2	12.5-22.5	30-60	40-90	7.5-15	32.5-75
1	>22.5	>60	>90	>15	>75

ตารางที่ 3-3 สายทางที่ได้ดำเนินการประเมินคะแนนระดับดาว (iRAP) น้อย

หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	จังหวัด	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง	หมายเหตุ	คะแนนดาว
4	701	น้ำรอด - พ่อตาหินช้าง	ประจวบคีรีขันธ์	416+500	420+000	3.5	ช่วงฝนตก	2
11	701	ปางมะโอ - ป่าขาม	ลำปาง	425+000	427+000	2	ช่วงฝนตก	2
11	601	หนองน้ำเขียว - ปางเคาะ	แพร่	365+500	370+000	4.5	ช่วงฝนตก	3
11	503	บึงหลัก - หนองน้ำเขียว (เขาพลึง)	อุตรดิตถ์	350+000	350+800	0.8	ช่วงฝนตก	3
11	501	นาอิน - ชัยมงคล	อุตรดิตถ์	282+200	291+100	8.9	ทางลาดชัน	3
12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยสน)	ตาก	47+800	51+700	3.9	ทางลาดชัน	2
12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยคา)	ตาก	51+800	54+800	3	ทางลาดชัน	2
12	201	แม่ละเมาะ - ตาก (ดอยรวก)	ตาก	64+900	70+000	5.1	ทางลาดชัน	2
12	603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว (สะพานห้วยตอง)	เพชรบูรณ์	374+400	377+400	3	ทางลาดชัน	2
12	603	น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว (ห้วยชำมะคาว)	เพชรบูรณ์	416+300	420+400	4.1	ทางลาดชัน	2
41	203	ควนรา - หัวเตย	สุราษฎร์ธานี	146+000	147+600	1.6	ช่วงฝนตก	2
41	501	ถ้ำพรรณรา - ทุ่งสง	นครศรีธรรมราช	281+800	290+000	8.2	ช่วงฝนตก	2
41	602	สี่แยกโพธิ์ทอง - พัทลุง	พัทลุง	366+800	370+000	3.2	ช่วงฝนตก	2
109	100	แม่สรวย - ห้วยป่าไร่	เชียงราย	14+200	18+500	4.3	ทางลาดชัน	3
118	100	เชียงใหม่ - ดอยนาแก้ว (โค้งปางแฟน)	เชียงใหม่	42+000	52+000	10	ทางลาดชัน	2
120	200	ปากบอก - แม่เฮียว	ลำปาง	25+400	27+800	2.4	ช่วงฝนตก	2
222	202	ท่ากกแดง - บึงกาฬ	บึงกาฬ	109+900	114+000	4.1	ช่วงฝนตก	3
304	403	สี่แยกกบินทร์บุรี - วังน้ำเขียว (โค้งศาลโทน)	ปราจีนบุรี	200+100	212+000	11.9	ทางลาดชัน	3
323	206	ทองผาภูมิ - เจดีย์สามองค์ (เนินช้างร้อง)	กาญจนบุรี	263+800	267+200	3.4	ทางลาดชัน	3
401	301	ช่องชาลี - ท่าโรงช้าง	สุราษฎร์ธานี	110+900	113+300	2.4	ช่วงฝนตก	2
401	402	บางกุ้ง - เขาหัวช้าง	สุราษฎร์ธานี	186+300	188+700	2.4	ช่วงฝนตก	2
406	102	ค่ายรวมมิตร - ย่านซื่อ	สตูล	55+700	58+500	2.8	ช่วงฝนตก	2
1184	100	แม่อาว - ดอนมูล	ลำพูน	34+900	38+800	3.9	ช่วงฝนตก	2



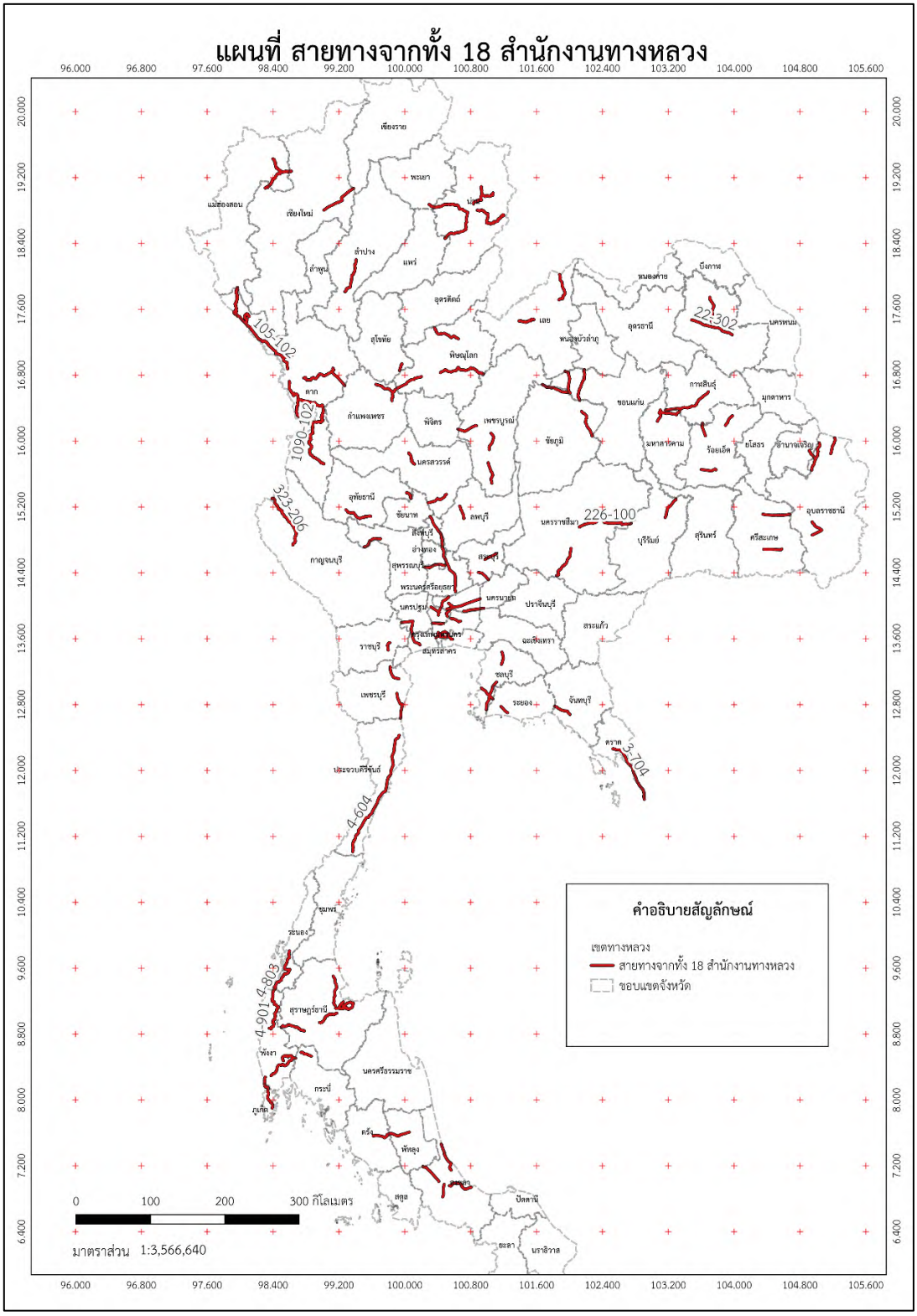
รูปที่ 3-1 สายทางที่สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุการลื่นไถลบ่อยครั้ง

- การสำรวจสายทางหรือช่วงบริเวณที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบขอเสนอตั้งแผนงบประมาณเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง เพื่อให้ได้พื้นที่หรือสายทางที่ทราบถึงปัญหาการเกิดอุบัติจากสาเหตุถนนลื่นจากทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในสายทางที่สำรวจทั้งหมดในโครงการและรายงานการตรวจสอบการนำเข้าระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System : MIIS)

ตารางที่ 3-4 สรุปสายทางและระยะทางจากข้อมูลทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง

สำนักทางหลวง	**ระยะทางรวม (กิโลเมตร)**
สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	126.85
สำนักทางหลวงที่ 2 (แพร่)	96.00
สำนักทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	114.27
สำนักทางหลวงที่ 4 (ตาก)	118.85
สำนักทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	82.09
สำนักทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	114.94
สำนักทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	95.87
สำนักทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	64.35
สำนักทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	98.23
สำนักทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	123.08
สำนักทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	89.18
สำนักทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	111.77
สำนักทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	127.90
สำนักทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	127.78
สำนักทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	118.28
สำนักทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	84.86
สำนักทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	86.27
สำนักทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	72.63
รวมระยะทาง	**1,853.18**



รูปที่ 3-2 สายทางหรือช่วงบริเวณที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบขอเสนอ
ตั้งแผนงบประมาณเพื่อใช้แก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง

- สำรวจสายทางหลักโดยพิจารณาจากสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการเดินทางสัญจรของรถจำนวนมากหรืออาจมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง (ถ้ามี) จากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 2,000 กิโลเมตร

ที่ปรึกษาจะนำข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบ (MIIS) โดยสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) โดยสำนักบริหารบำรุงทางระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) โดยสำนักอำนวยความปลอดภัยระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (PlanNET) โดยสำนักแผนงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และจัดเตรียมข้อมูลเพื่อคัดเลือกสายทางสำหรับสายทางหลักหรือสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการจราจรจำนวนมากหรือมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง จากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทางโดยมีระยะทางไม่น้อยกว่า 2,000 กิโลเมตร/ช่องจราจร โดยมีปัจจัยที่พิจารณาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-5 แหล่งที่มาของข้อมูลคัดเลือกสายทางในการสำรวจสายทางหลัก

ระบบงาน	ปัจจัยด้านสภาพทาง			ข้อมูลอุบัติเหตุ	ข้อมูลจราจร
	Friction	ลักษณะทางกายภาพ	IRI, MPD, RUTTING		
MIIS	/				
ROADNET		/	/		
HAIMS				/	
TIMS					/

โดยที่ปรึกษามีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง ดังนี้

1) <u>สถิติอุบัติเหตุ</u>

พิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีสถิติอุบัติประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ อุบัติเหตุมาก (รวมกัน 3 ปี มากกว่า 50 ครั้ง) และ อุบัติเหตุน้อย (รวมกัน 3 ปี น้อยกว่า 50 ครั้ง)

2) <u>ปริมาณรถบรรทุก</u>

พิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีปริมาณรถบรทุกประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ ปริมาณรถบรรทุกมาก (ปริมาณรถบรรทุกมากกว่า 10,000 คัน/วัน/ปี) และรถบรรทุกน้อย (ปริมาณรถบรรทุกน้อยกว่า 10,000 คัน/วัน/ปี)

3) <u>ค่า MPD</u>

พิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีค่า MPD ประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 3 เกณฑ์ คือ ค่า MPD มาก (MPD มีค่ามากกว่า 1) ค่า MPD กลาง (MPD มีค่าระหว่าง 0.5 ถึง 1) ค่า MPD น้อย (MPD มีค่าน้อยกว่า 0.5)

4) ค่า Rutting

พิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีค่า Rutting ประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 3 เกณฑ์ คือ ค่า Rutting มาก (Rutting มีค่ามากกว่า 10) ค่า Rutting กลาง (Rutting มีค่าระหว่าง 5 ถึง 10) ค่า Rutting น้อย (Rutting มีค่าน้อยกว่า 5)

5) ค่ารัศมีโค้งและความลาดชัน

พิจารณาคัดเลือกสายทางที่มีค่า R ประกอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ ค่า R มาก (R มีค่ามากกว่า 200) ค่า R น้อย (R มีค่าน้อยกว่า 200)

ตารางที่ 3-6 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่า MPD

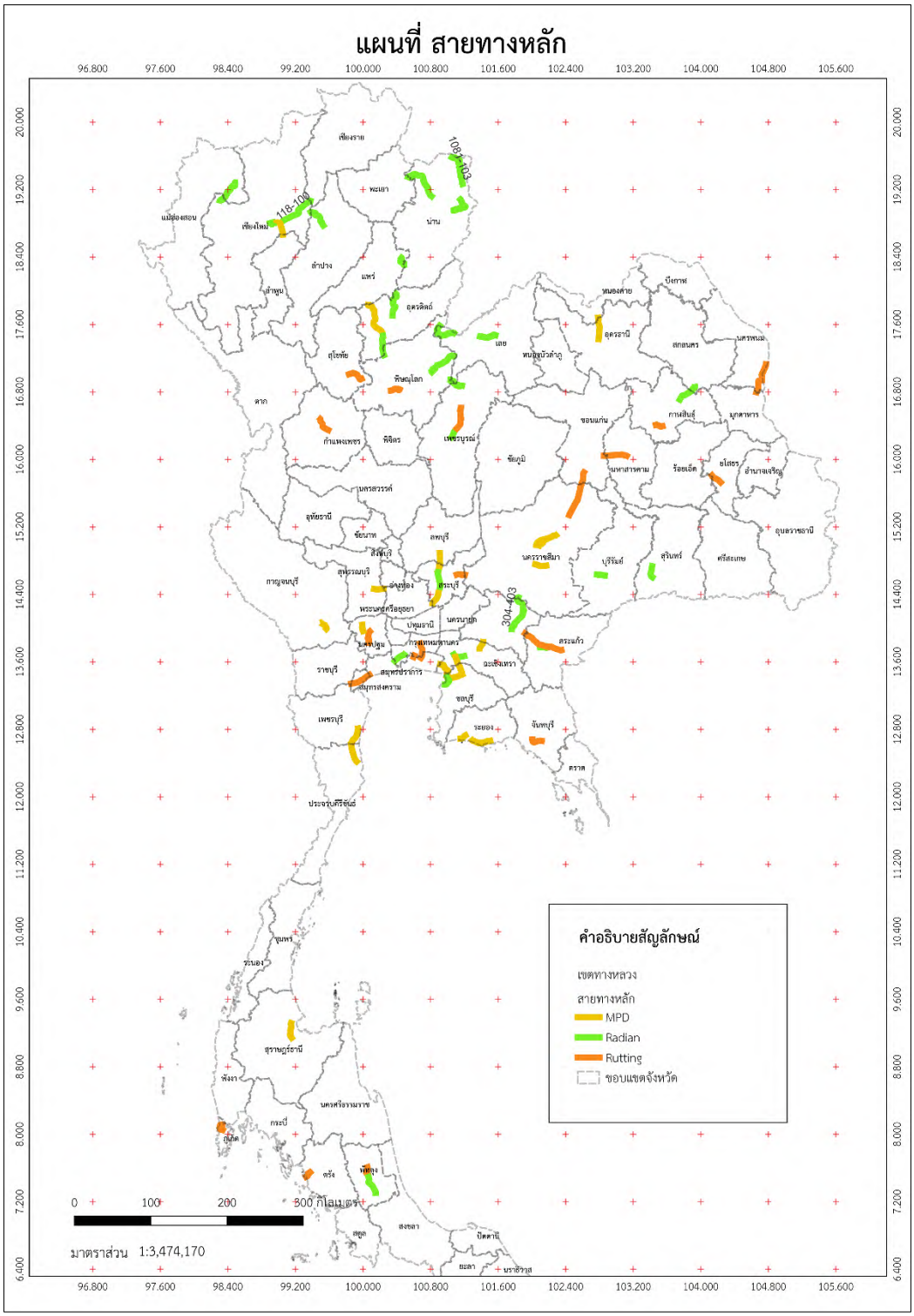
ลำดับ	รายละเอียด			ระยะทาง (กม.)
1	อุบัติเหตุน้อย	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	MPD น้อย	7.95
2			MPD กลาง	40.15
3			MPD มาก	33.85
4		ปริมาณรถบรรทุกมาก	MPD น้อย	8.50
5			MPD กลาง	35.94
6			MPD มาก	23.99
7	อุบัติเหตุมาก	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	MPD น้อย	8.46
8			MPD กลาง	46.74
9			MPD มาก	42.35
10		ปริมาณรถบรรทุกมาก	MPD น้อย	15.30
11			MPD กลาง	62.68
12			MPD มาก	77.58
รวมระยะทาง				**403.49**

ตารางที่ 3-7 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่า Rutting

ลำดับ	รายละเอียด			ระยะทาง (กม.)
1	อุบัติเหตุน้อย	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	Rutting น้อย	27.5
2			Rutting กลาง	56.7
3			Rutting มาก	15.7
4		ปริมาณรถบรรทุกมาก	Rutting น้อย	8.5
5			Rutting กลาง	29.43
6			Rutting มาก	28.25
7	อุบัติเหตุมาก	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	Rutting น้อย	54.52
8			Rutting กลาง	48.35
9			Rutting มาก	56.42
10		ปริมาณรถบรรทุกมาก	Rutting น้อย	26.95
11			Rutting กลาง	26.33
12			Rutting มาก	36.2
รวมระยะทาง				**414.85**

ตารางที่ 3-8 สรุปข้อมูลสายทางคัดเลือกตามค่ารัศมีโค้งและความชัน

ลำดับ	รายละเอียด			ระยะทาง (กม.)
1	อุบัติเหตุน้อย	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	R<200	222.4
2			R>200	10.1
3		ปริมาณรถบรรทุกมาก	R<200	14.2
4			R>200	20.7
5	อุบัติเหตุมาก	ปริมาณรถบรรทุกน้อย	R<200	131.4
6			R>200	28.6
7		ปริมาณรถบรรทุกมาก	R<200	21.6
8			R>200	24.5
รวมระยะทาง				**473.5**



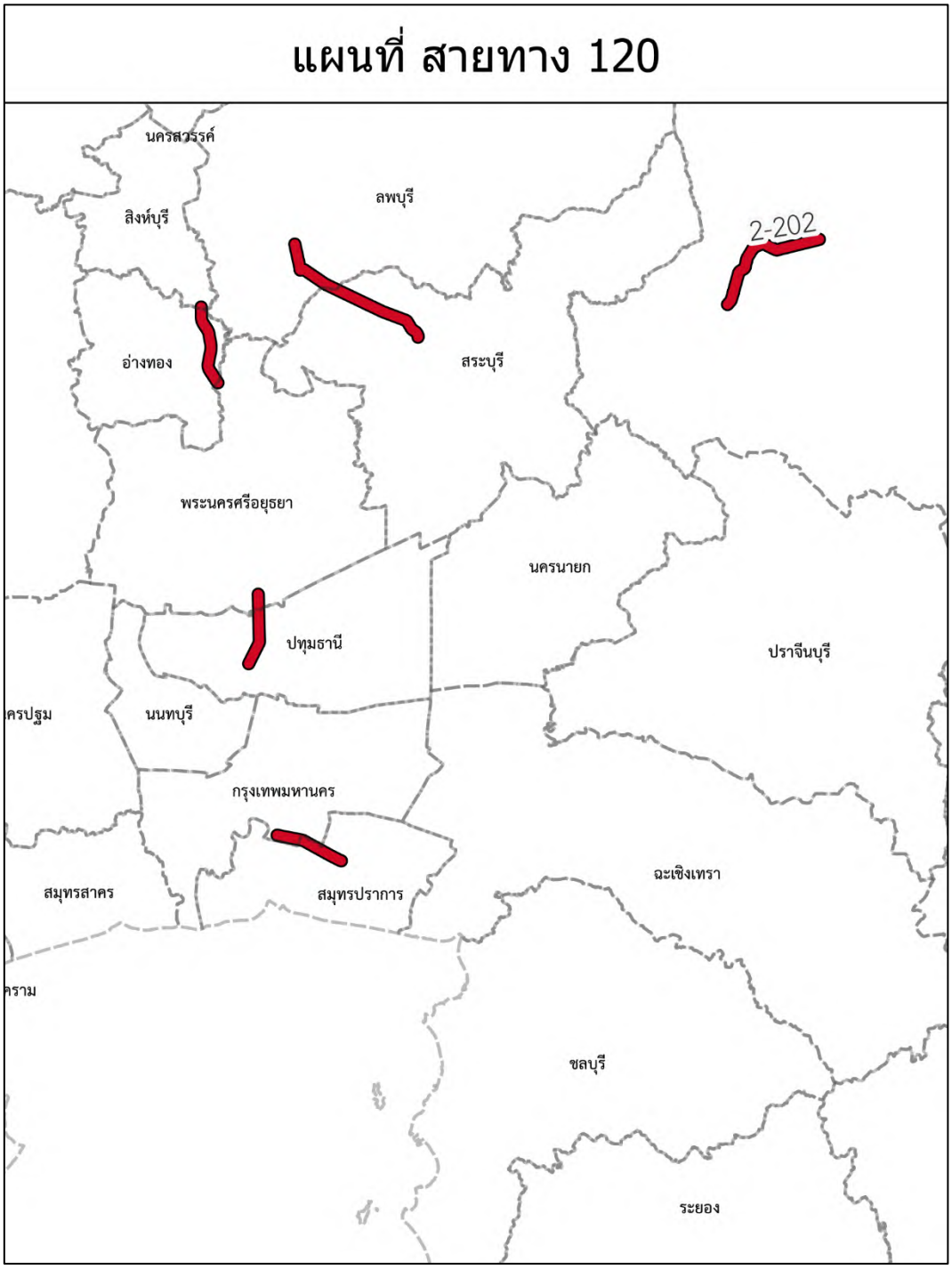
รูปที่ 3-3 สายทางหลักโดยพิจารณาจากสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุก
หรือมีปริมาณการเดินทางสัญจรของรถจำนวนมาก

- สำรวจสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวง ที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมสายทางที่มีการกำหนดอัตราความเร็วไม่เกิน 120 กม./ชม. (เฉพาะช่องจราจรขวาสุด) ตามประกาศของกรมทางหลวง มีเกณฑ์การคัดเลือกสายทางจากสถิติอุบัติเหตุมากและสถิติอุบัติเหตุน้อย โดยมีสายทางในการสำรวจดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-9 สรุปข้อมูลสายทางกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง	เกณฑ์การคัดเลือก
1	502	ดงจำปา – แยกโรงพยาบาลอานันทมหิดล	147+200	159+600	12.4	อุบัติเหตุน้อย
1	501	แยกโรงเรียนสุธีวิทยา - ดงจำปา	137+400	147+200	9.8	อุบัติเหตุน้อย
1	404	แยกสวนพฤกษศาสตร์พุแค - แยกโรงเรียนสุธีวิทยา	123+700	137+500	13.7	อุบัติเหตุน้อย
347	101	เทคโนโลยีปทุมธานี - ต่างระดับเชียงรากน้อย	0+000	15+800	15.8	อุบัติเหตุน้อย
32	202	อ่างทอง - ไชโย	49+100	66+800	17.7	อุบัติเหตุมาก
304	502	ดอนขวาง - โพธิ์กลาง	268+000	297+000	29.0	อุบัติเหตุมาก
2	202	บ่อทอง - มอจะบก	72+100	88+000	15.9	อุบัติเหตุมาก
4	502	เขาวัง - หนองบัวย	160+900	166+800	5.9	อุบัติเหตุมาก
34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	0+000	14+900	14.9	อุบัติเหตุมาก



รูปที่ 3-4 แผนที่แสดงสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวง ที่กฎกระทรวงกำหนด
ให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร

- สำรวจสายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่แตกต่างกัน โดยมีระยะทางสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสำรวจสายทางที่มีความหลากหลายในการก่อสร้างและการซ่อมบำรุง รวมถึงชนิดแอสฟัลต์ ชนิดมวลรวม และอายุผิวทาง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

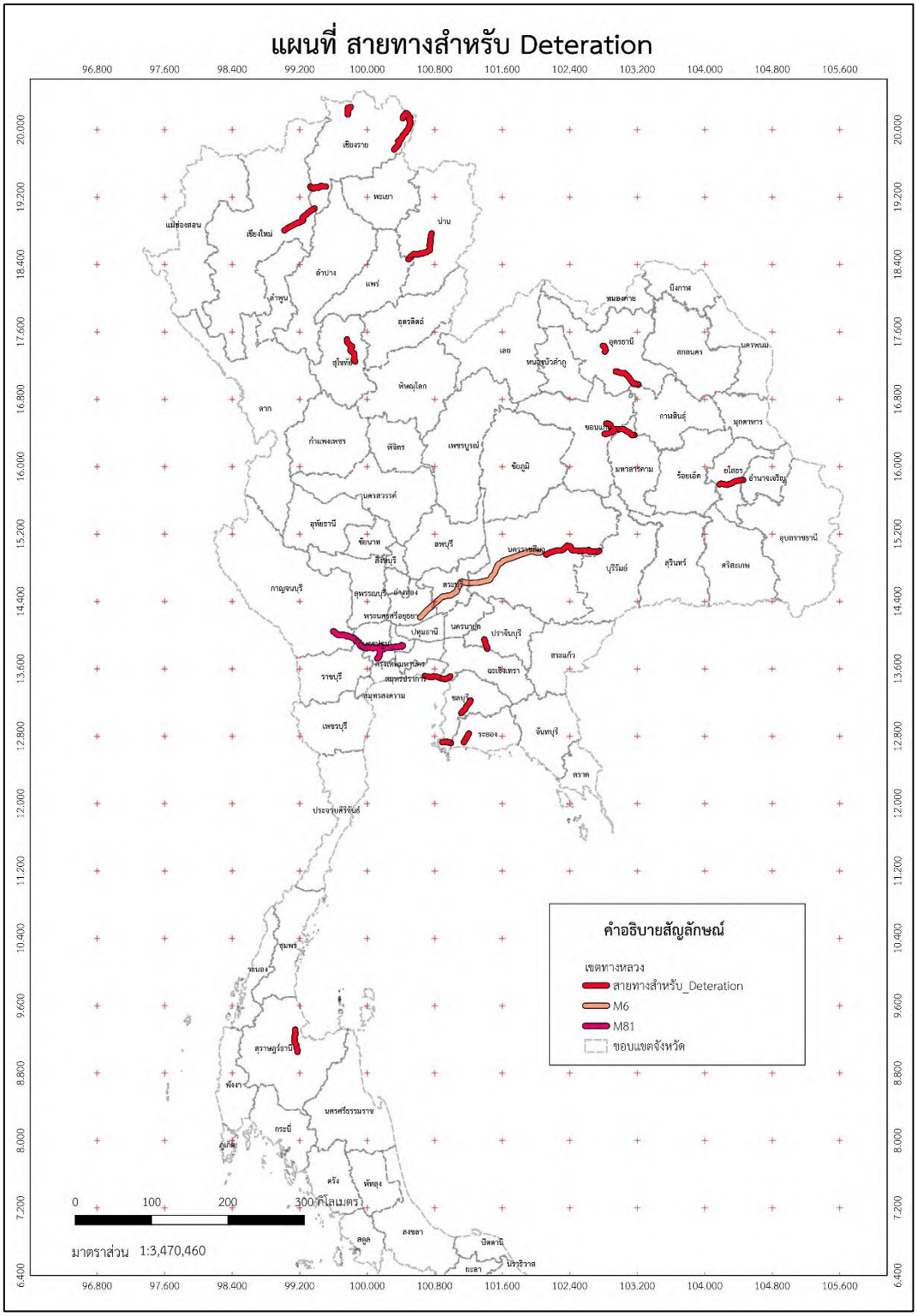
1) ประเภทผิวทาง คือ แอสฟัลต์คอนกรีตและคอนกรีต
2) วิธีการก่อสร้างและวิธีการซ่อมบำรุง เช่น Overlay, Thin layer, Hot Mix in Place, Porous Asphalt, High Pressure, Asphalt Milling
3) ชนิดแอสฟัลต์ เช่น AC 40-50, AC 60-70, PMA
4) ชนิดมวลรวม เช่น หินปูน (Limestone) หินบะซอลต์ (Basalt) หินแกรนิต (Granite)
5) อายุผิวทาง นับจากวันที่เปิดใช้งานล่าสุด

ตารางที่ 3-10 สรุปข้อมูลสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถล (แอสฟัลต์คอนกรีต)

ประเภทผิวทาง	วิธีการก่อสร้าง/ซ่อมบำรุง	ชนิดแอสฟัลต์คอนกรีต	ชนิดมวลรวม	ระยะทาง (กม.)	ระยะสำรวจ (กม.)
แอสฟัลต์คอนกรีต	Thin Layer	-	-	20.2	40.4
	Overlay	AC 40-50	Limestone, Basalt	114.9	229.8
		AC 60-70	Limestone, Basalt	93.5	187
		PMA	Granite	11.4	22.8
	Hot Mix Recycling	-	-	289.7	579.4
	Porous Asphalt	-	-	4	8
	High Pressure	-	-	6	12
	Asphalt Milling	-	-	26.5	53

ตารางที่ 3-11 สรุปข้อมูลสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถล (คอนกรีต)

ประเภทผิวทาง	อายุผิว	ระยะทาง	ระยะสำรวจ
คอนกรีต	มาก (มากกว่า 5 ปี)	111.3	222.6
	น้อย (น้อยกว่า 5 ปี)	81.6	163.2

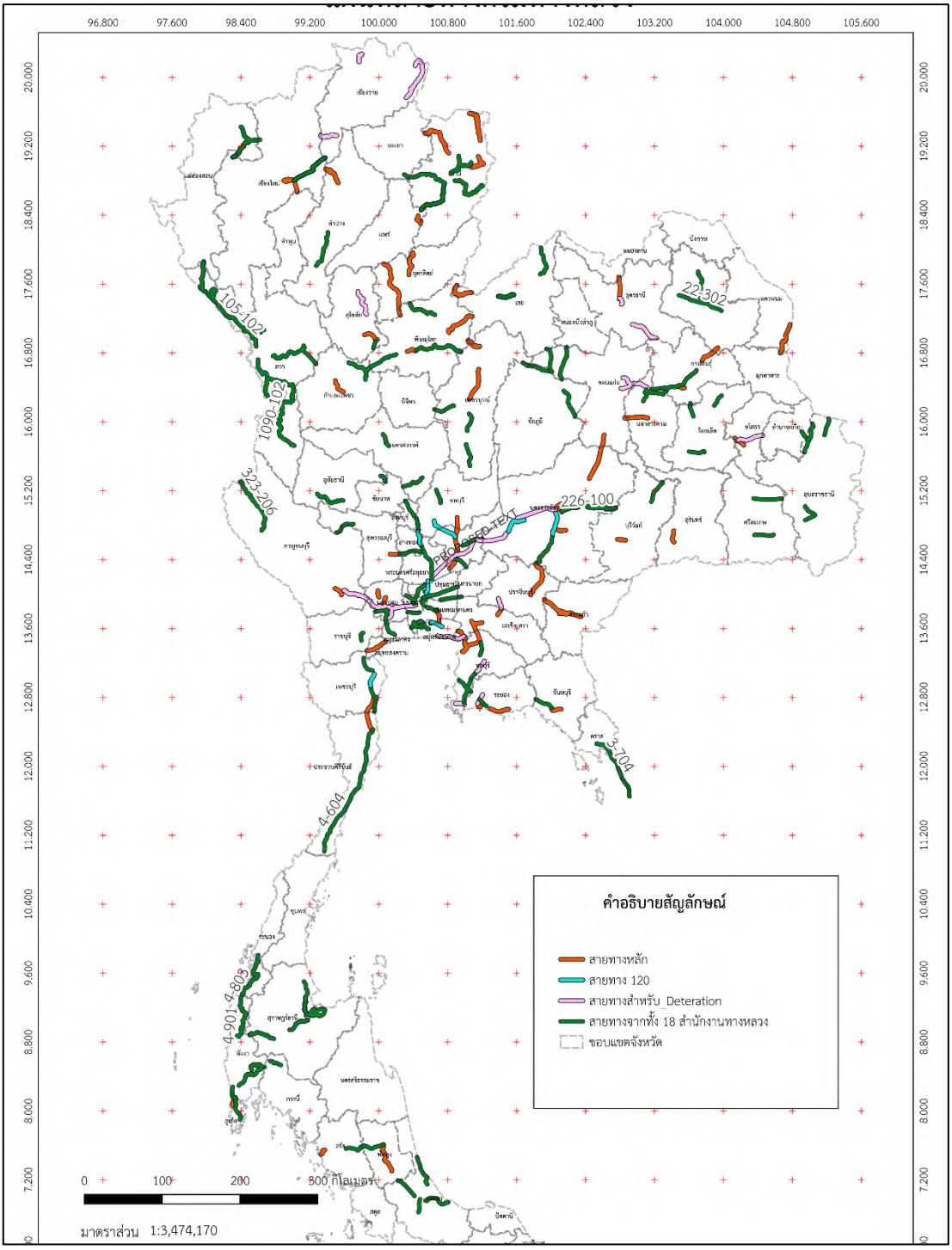


รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงสายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถล

สรุประยะทางที่จะทำการสำรวจโดยประมาณ 5032.40 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็นสายทางจากทั้ง 18 สำนักงานทางหลวงระยะทาง 1,853.18 กิโลเมตร สายทางหลักระยะทาง 2,569.42 กิโลเมตร สายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมงระยะทาง 270.40 กิโลเมตร สายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพระยะทาง 240.00 กิโลเมตรสายทางที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งจำนวน 23 สายทาง ระยะทาง 99.4 กิโลเมตร แสดงดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 สรุปสายทางสำรวจทั้งหมด

รายละเอียด		**ระยะทาง (กม.)**	**หมายเหตุ**
ตาม TOR	สายทางจากทั้ง 18 สำนัก	1853.18	ข้อมูลสายทางจากทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง
	สายทางหลัก	2569.42	พิจารณาสายทางจากข้อมูล - สถิติอุบัติเหตุ - ปริมาณรถบรรทุก - ค่า MPD - ค่า Rutting - ค่ารัศมีโค้งกับความชัน
	สายทาง 120 กม./ชม.	270.40	สายทางที่กรมทางหลวงประกาศให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.
	สายทางเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพ	1518.2	สายทางที่มีความหลากหลายในการก่อสร้างและการซ่อมบำรุง รวมถึงชนิดแอสฟัลต์ชนิดมวลรวม และอายุผิวทาง
เพื่อเป็นกรอบวิเคราะห์ความปลอดภัย	สายทางจุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง	99.4	จุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อย
รวม		**6310.6**	



รูปที่ 3-6 แผนที่แสดงสรุปการสำรวจสายทางทั้งหมด

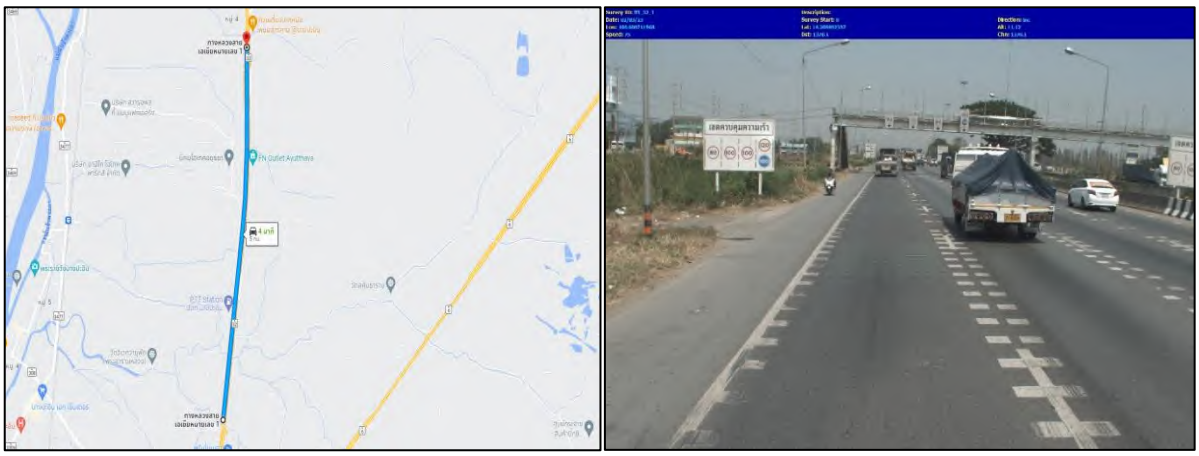
3.2 การสอบเทียบเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง

ก่อนเริ่มดำเนินการสำรวจที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือทดสอบ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจพื้นที่ โดยการสอบเทียบจะครอบคลุมทั้งผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและผิวทางคอนกรีต โดยมีระยะทางรวมกันในการสอบเทียบไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร โดยข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบต้องแสดงถึงความเหมาะสมของค่าที่ได้ เพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนแปลงทดสอบนั้น ๆ และแสดงถึงระดับความถูกต้องแม่นยำของเครื่องทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ

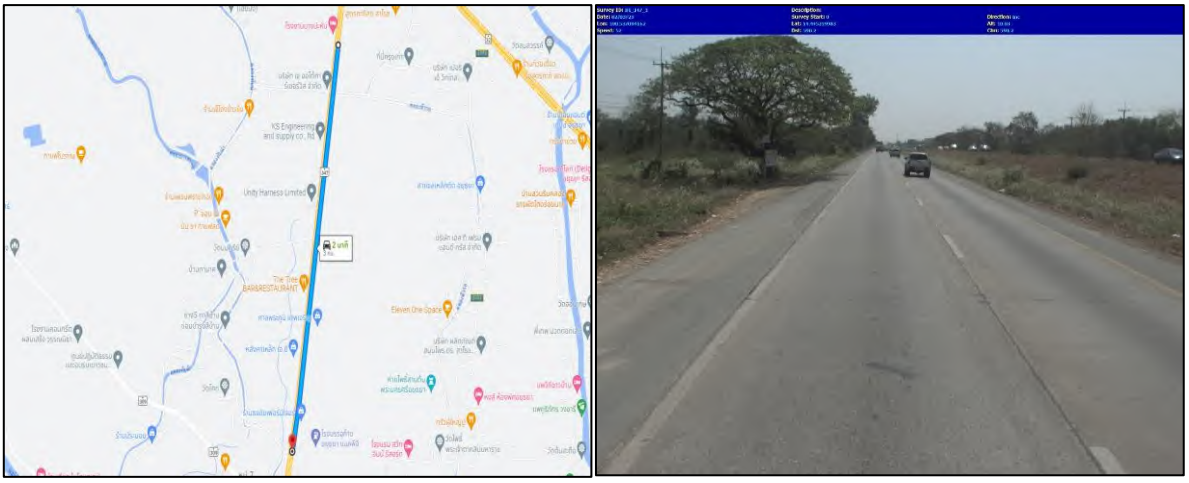
ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่แปลงทดสอบโดยมีรายละเอียดดังนี้ สายทางหมายเลข 32 ตอนควบคุม 101 เป็นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต สายทางหมายเลข 347 ตอนควบคุม 200 เป็นผิวทางคอนกรีต และสายทางหมายเลข 351 ตอนควบคุม 100 เป็นผิวทางคอนกรีต โดยจะสำรวจ 5 รอบการสำรวจต่อ 1 สายทาง

ตารางที่ 3-13 ข้อมูลพื้นที่แปลงทดสอบสำหรับการสอบเทียบเครื่องมือ

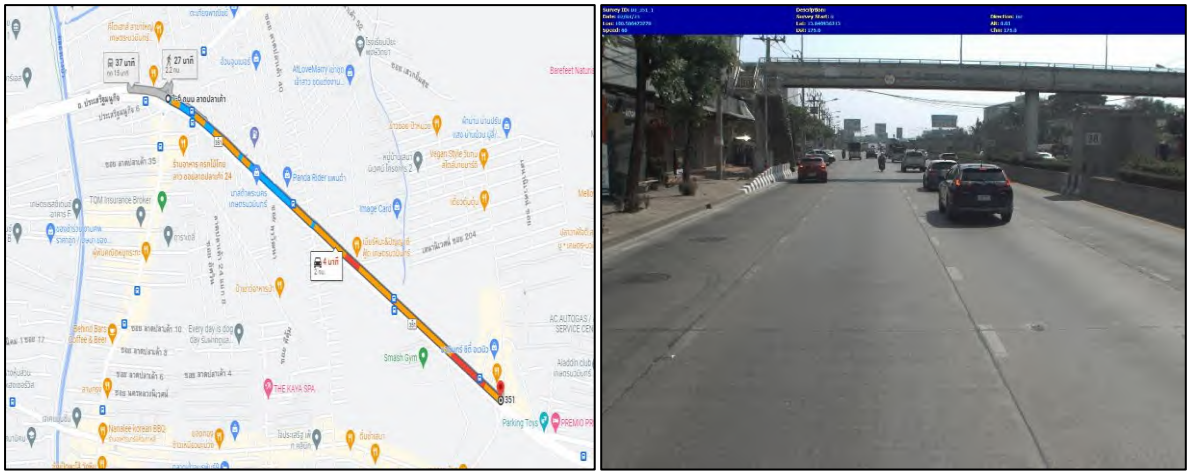
สายทาง	ตอนควบคุม	ประเภทผิวทาง	ช่องจราจร	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ระยะทางสำรวจ (กม.)
32	101	AC	L4	5+000	10+000	5	25
347	200	CC	R2	48+000	45+000	3	15
351	100	CC	L3	2+125	4+125	2	10



รูปที่ 3-7 พื้นที่ทดสอบหมายเลขทางหลวง 32 กม.ที่ 5+000 ถึง 10+000 ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต



รูปที่ 3-8 พื้นที่ทดสอบหมายเลขทางหลวง 347 กม.ที่ 48+000 ถึง 45+000 ผิวทางคอนกรีต



รูปที่ 3-9 พื้นที่ทดสอบหมายเลขทางหลวง 351 กม.ที่ 2+125 ถึง 4+125 ผิวทางคอนกรีต

3.2.1 ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจ

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ ที่ใช้ในการสำรวจในพื้นที่ตัวอย่าง โดยทำการทดสอบทั้งผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและผิวทางคอนกรีต ดำเนินการเก็บข้อมูลการสำรวจของผิวทางแต่ละประเภท ประเภทละ 5 รอบการสำรวจต่อ 1 ชุดเครื่องมือ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจดังนี้ ค่าความต้านทานการลื่นไถล (Friction) ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) ซึ่งค่าทางสถิติที่จะต้องวิเคราะห์อย่างน้อยดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นต้น

ผลการวิ่งทดสอบอุปกรณ์สำรวจ

- ค่าความต้านทานการลื่นไถลจากเครื่องมือ ASFT T-10

ตารางที่ 3-14 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.34	0.35	0.38
RUN2	0.36	0.39	0.36
RUN3	0.39	0.37	0.36
RUN4	0.36	0.38	0.38
RUN5	0.39	0.38	0.36
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.37	0.37	0.37
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.022	0.016	0.010

ตารางที่ 3-15 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

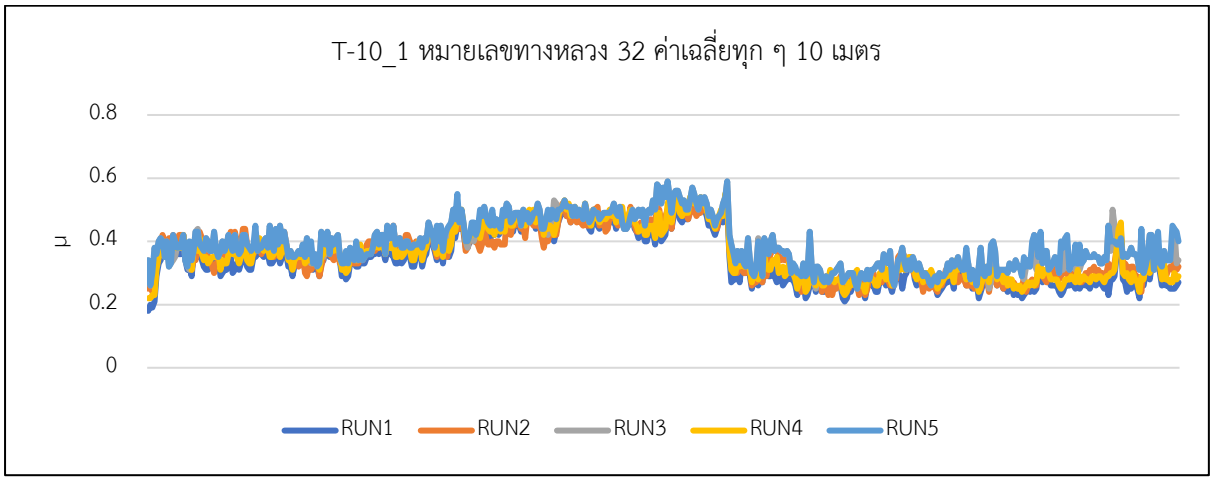
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.36	0.38	0.41
RUN2	0.38	0.41	0.39
RUN3	0.42	0.40	0.40
RUN4	0.38	0.41	0.42
RUN5	0.42	0.40	0.40
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.39	0.40	0.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.029	0.012	0.011

ตารางที่ 3-16 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

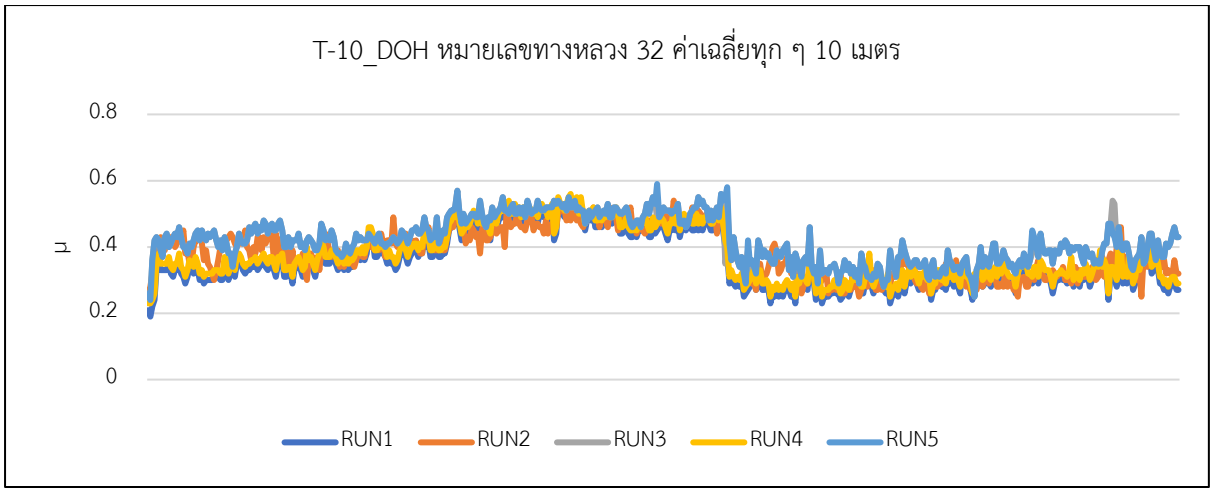
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.34	0.35	0.38
RUN2	0.36	0.39	0.36
RUN3	0.39	0.37	0.36
RUN4	0.36	0.38	0.38
RUN5	0.39	0.38	0.36
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.37	0.37	0.37
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.022	0.016	0.010

ตารางที่ 3-17 ค่าเฉลี่ยความต้านการลื่นไถลของอุปกรณ์ T-10_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

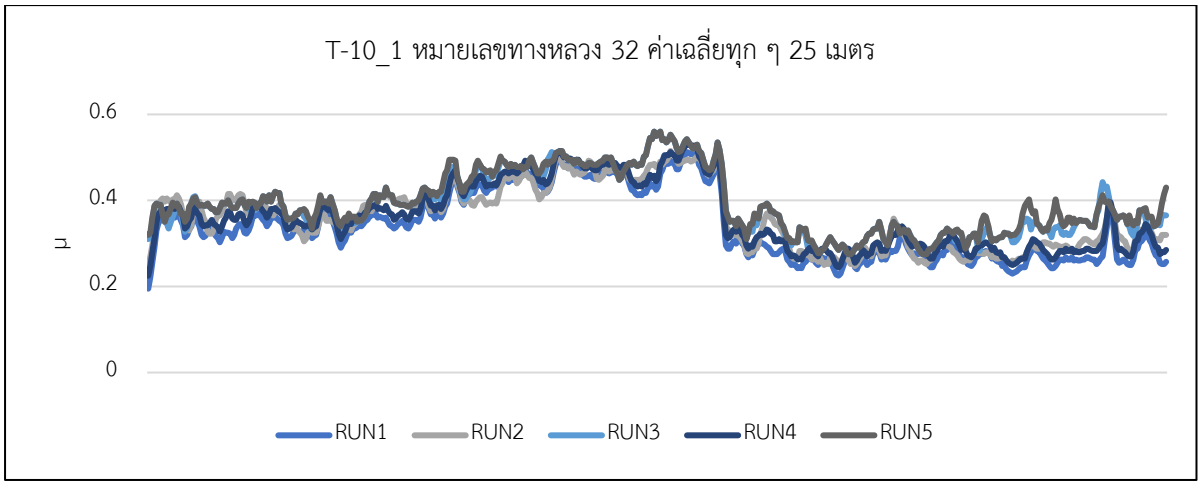
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.36	0.38	0.41
RUN2	0.38	0.41	0.39
RUN3	0.42	0.40	0.40
RUN4	0.38	0.41	0.42
RUN5	0.42	0.40	0.40
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.39	0.40	0.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.028	0.013	0.011



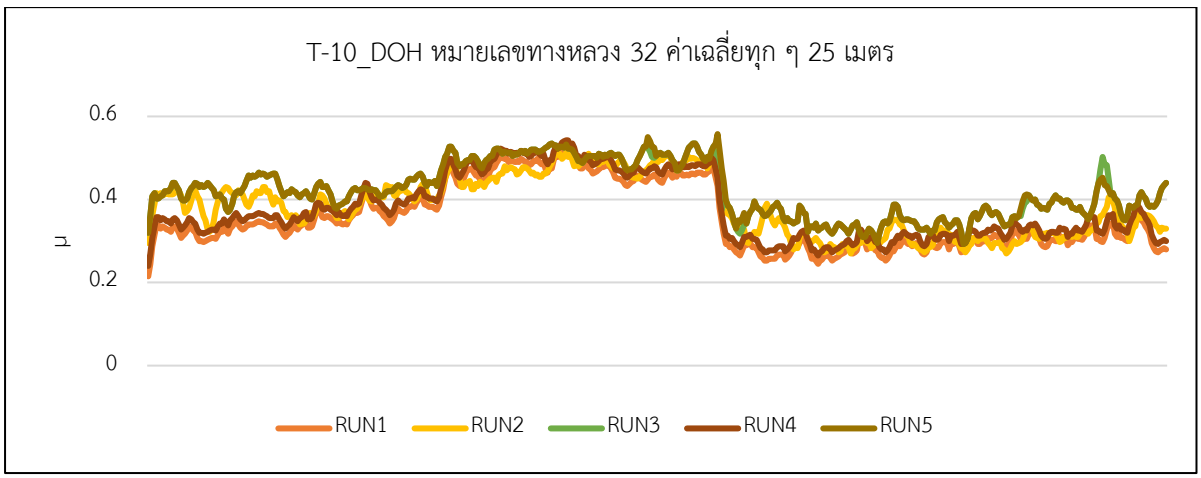
รูปที่ 3-10 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



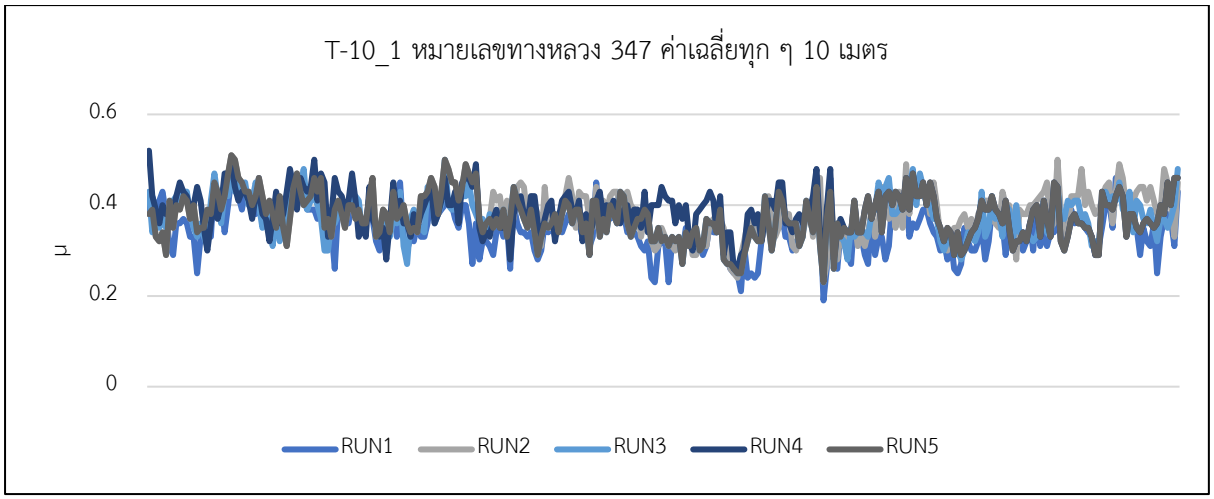
รูปที่ 3-11 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



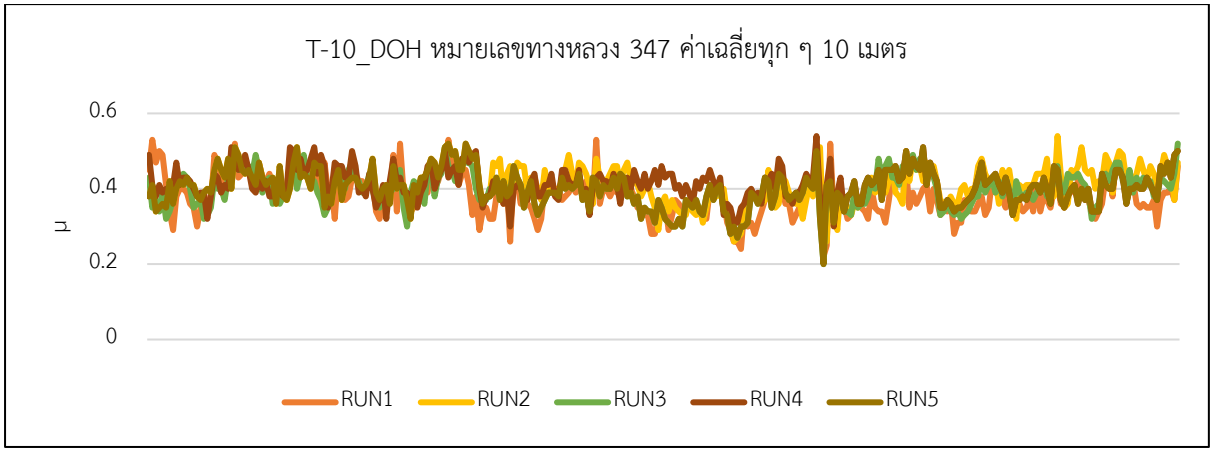
รูปที่ 3-12 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



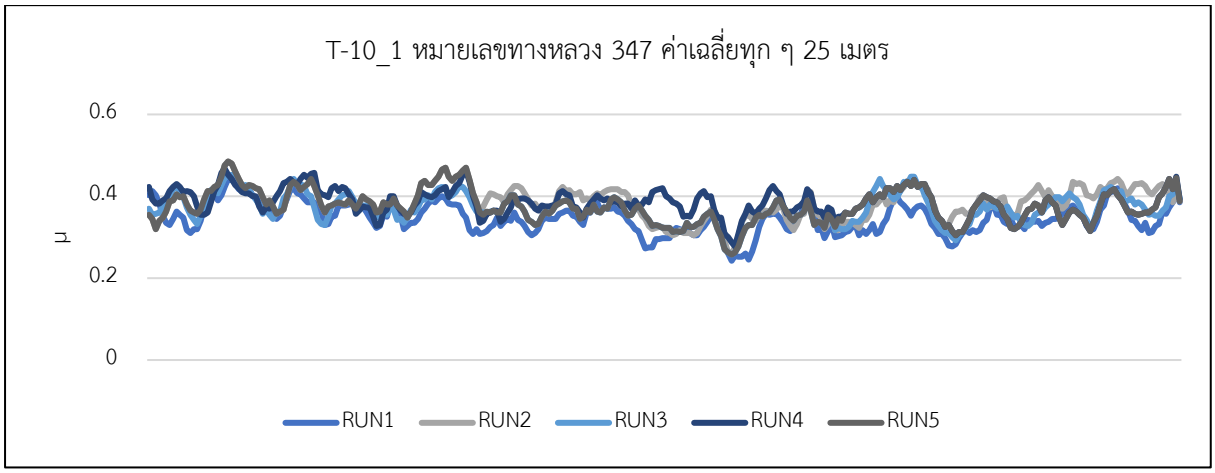
รูปที่ 3-13 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



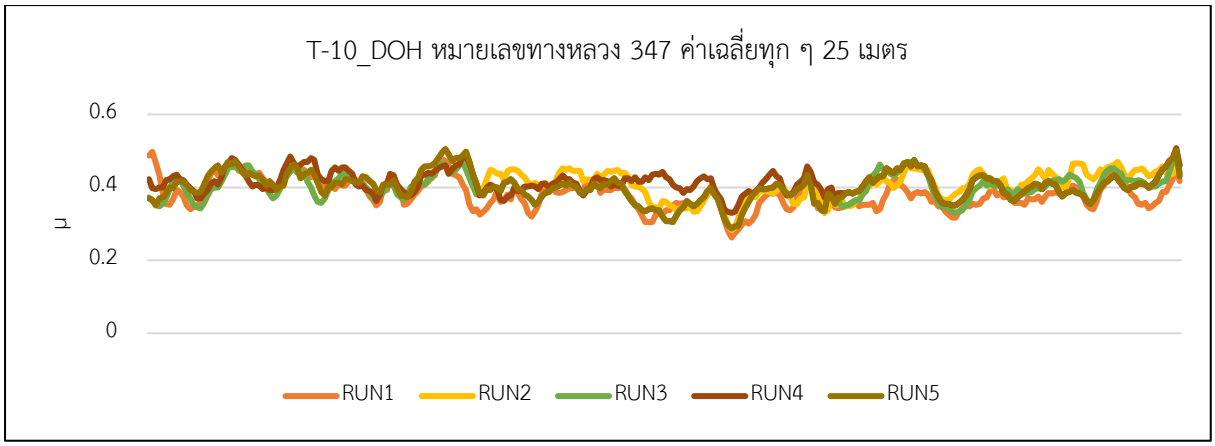
รูปที่ 3-14 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



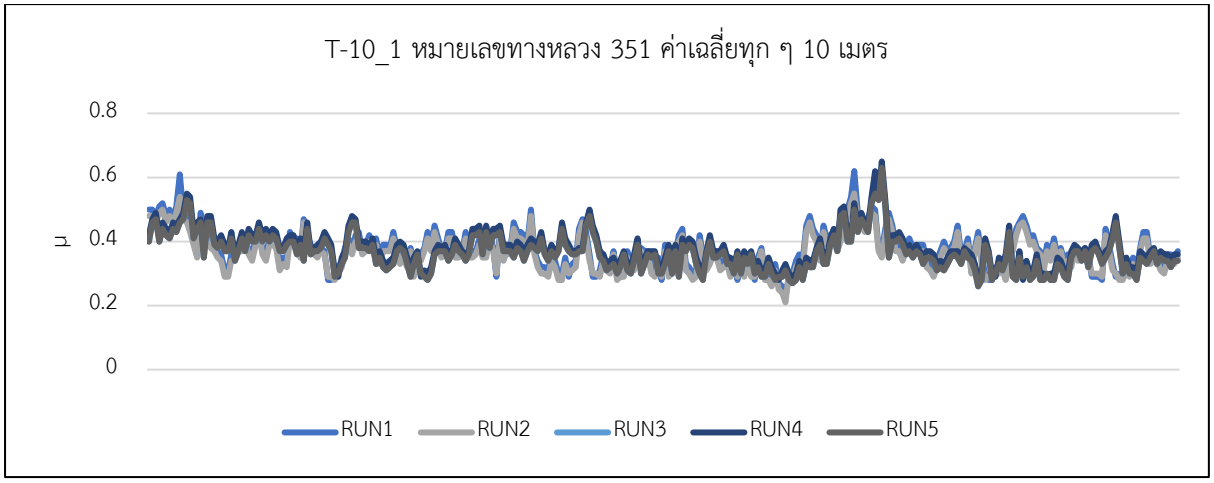
รูปที่ 3-15 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



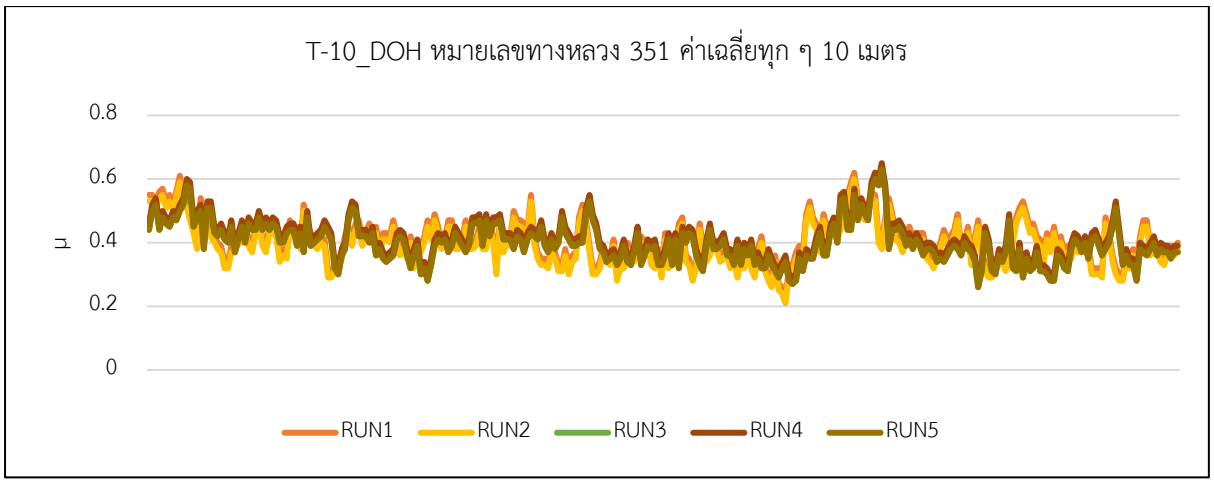
รูปที่ 3-16 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



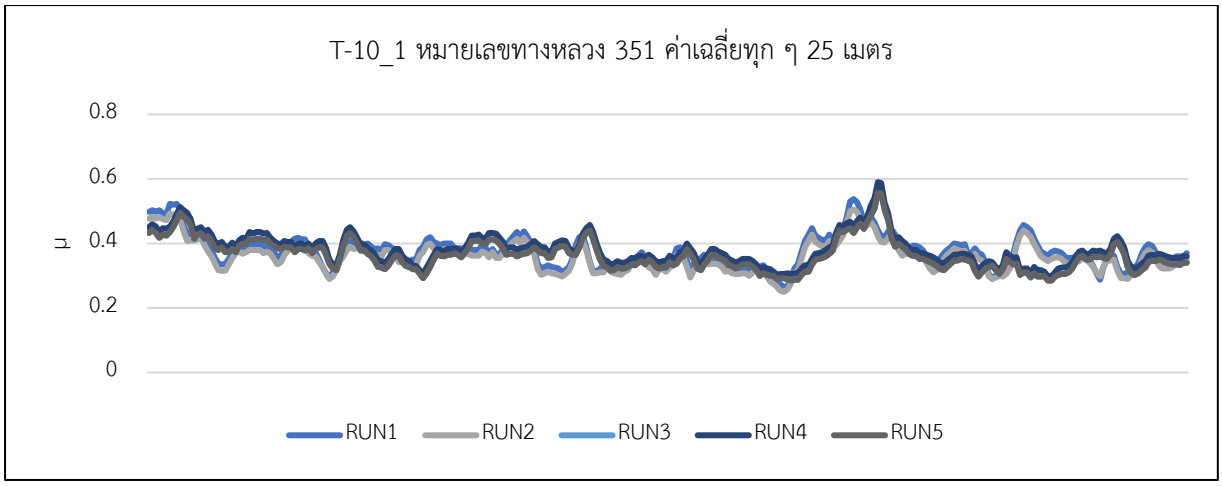
รูปที่ 3-17 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



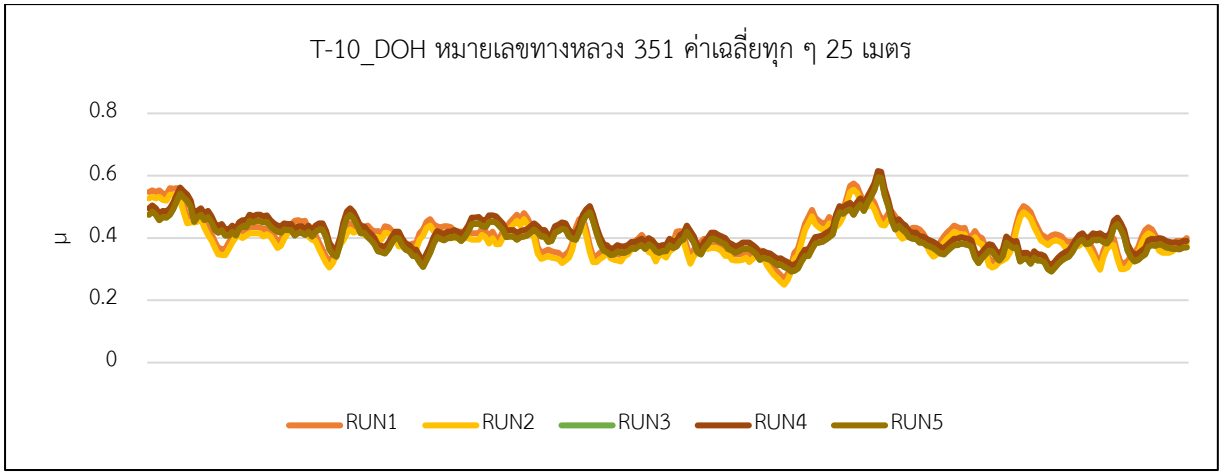
รูปที่ 3-18 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



รูปที่ 3-19 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



รูปที่ 3-20 T-10_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



รูปที่ 3-21 T-10_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร

- ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทางจากเครื่องมือวัดระดับแบบเลเซอร์

ตารางที่ 3-18 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.691	0.536	0.448
RUN2	0.696	0.545	0.445
RUN3	0.694	0.527	0.451
RUN4	0.761	0.537	0.441
RUN5	0.701	0.526	0.468
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.700	0.534	0.450
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.010	0.008	0.010

ตารางที่ 3-19 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

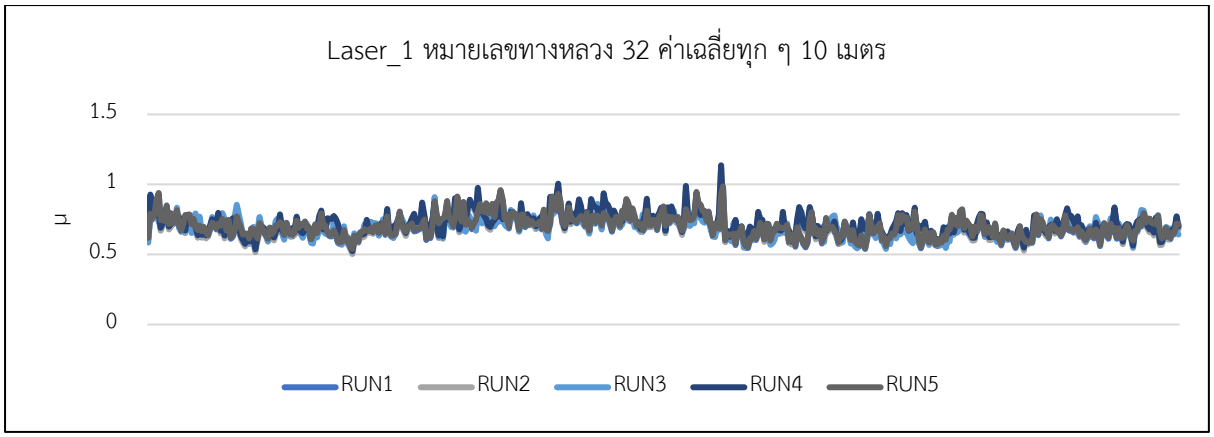
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.692	0.569	0.470
RUN2	0.699	0.555	0.462
RUN3	0.688	0.555	0.461
RUN4	0.697	0.552	0.461
RUN5	0.689	0.551	0.462
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.693	0.556	0.463
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.005	0.007	0.004

ตารางที่ 3-20 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_1 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

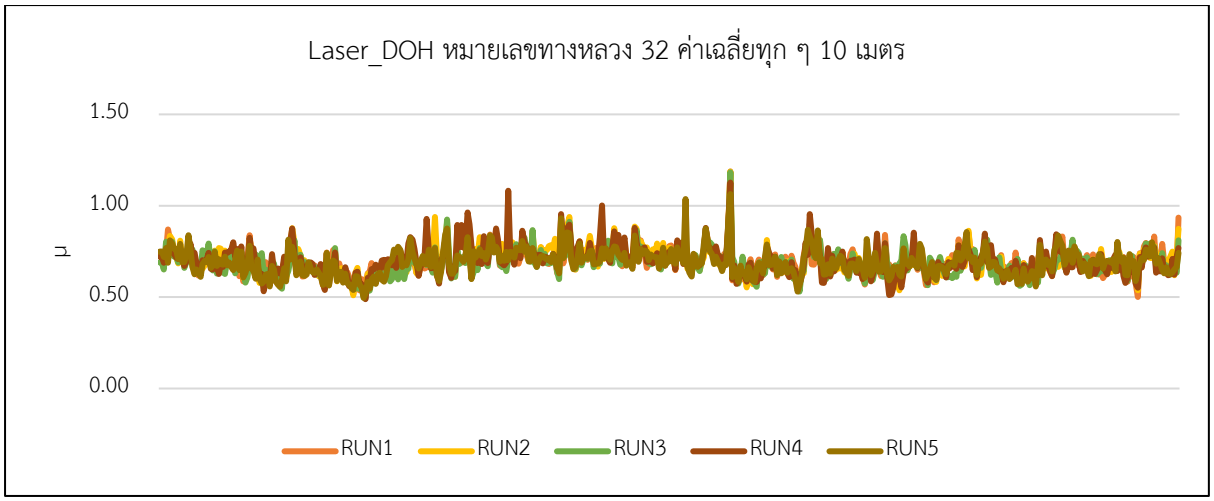
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.691	0.536	0.448
RUN2	0.696	0.545	0.445
RUN3	0.694	0.527	0.451
RUN4	0.684	0.556	0.468
RUN5	0.676	0.517	0.441
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.689	0.536	0.451
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.008	0.015	0.011

ตารางที่ 3-21 ค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง Laser_DOH (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

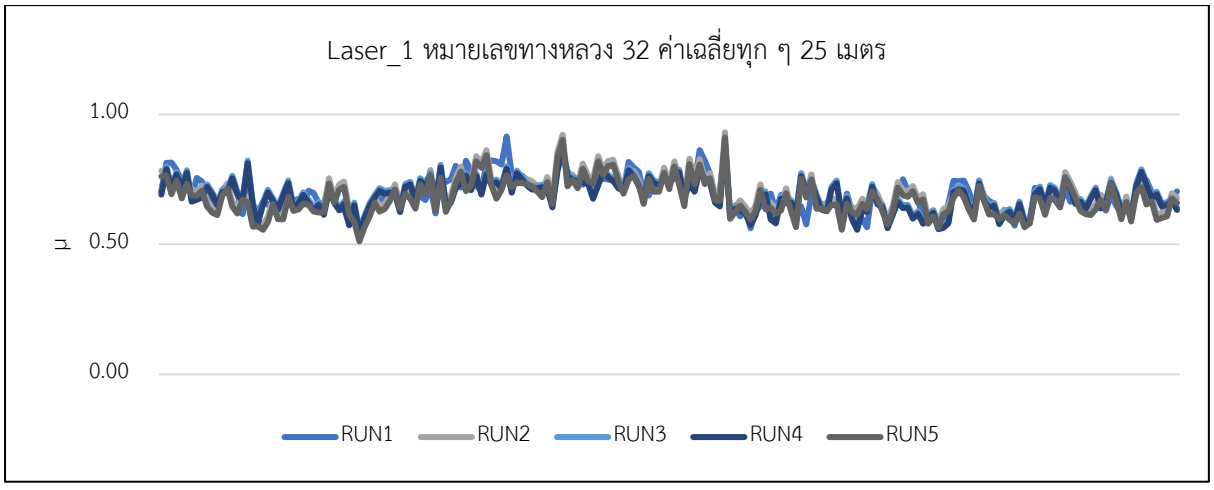
รอบการสำรวจ	สายทาง		
	32 (แอสฟัลต์คอนกรีต)	347 (คอนกรีต)	351 (คอนกรีต)
RUN1	0.694	0.570	0.466
RUN2	0.700	0.557	0.460
RUN3	0.689	0.558	0.459
RUN4	0.688	0.554	0.461
RUN5	0.690	0.553	0.457
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	0.690	0.558	0.461
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.005	0.007	0.003



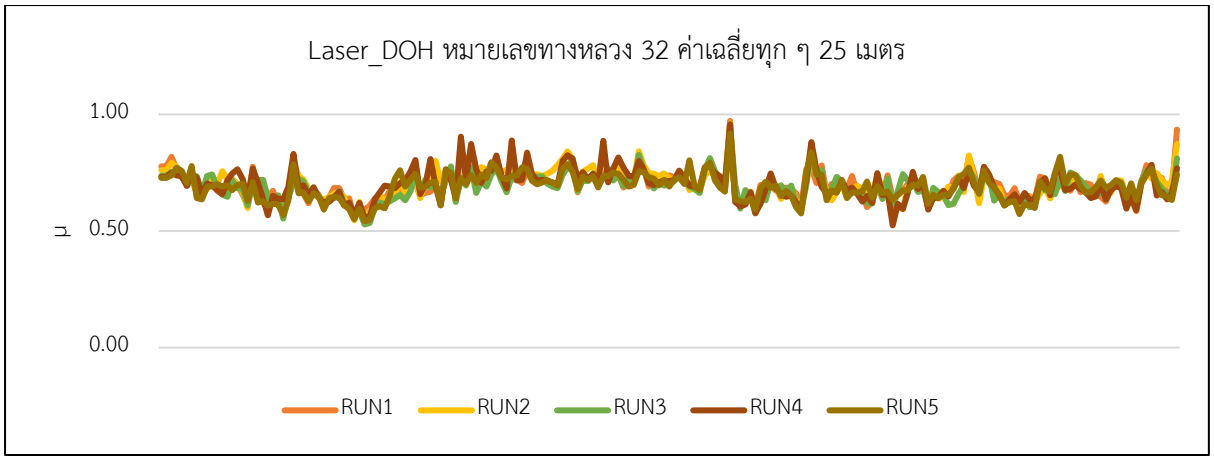
รูปที่ 3-22 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



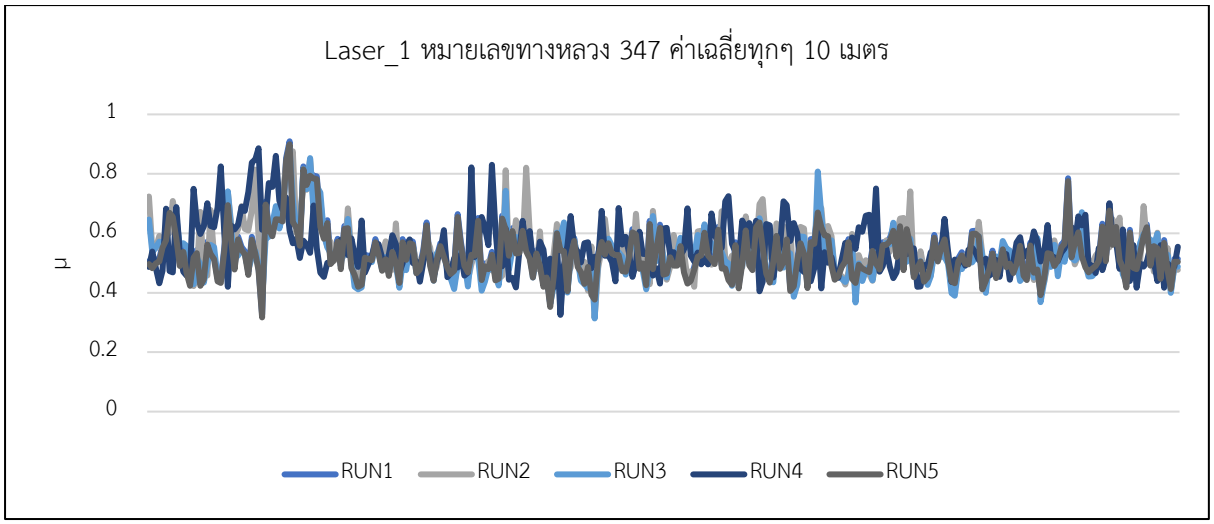
รูปที่ 3-23 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



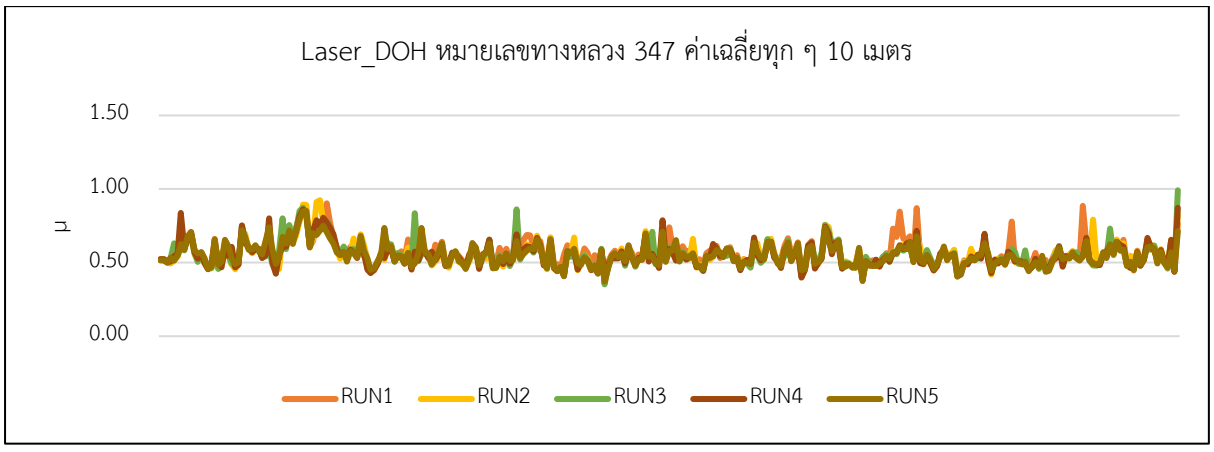
รูปที่ 3-24 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



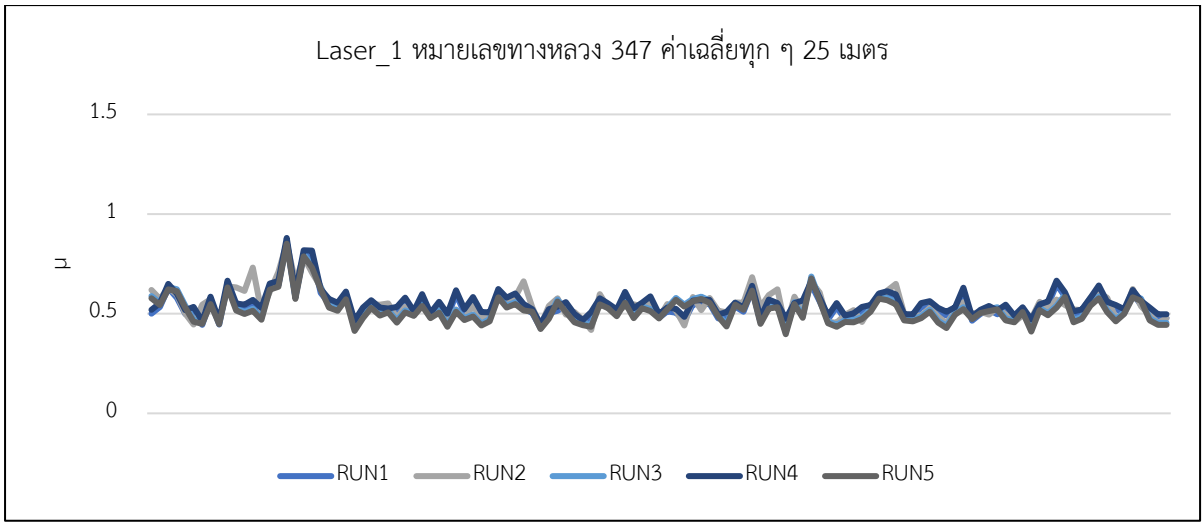
รูปที่ 3-25 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 32 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



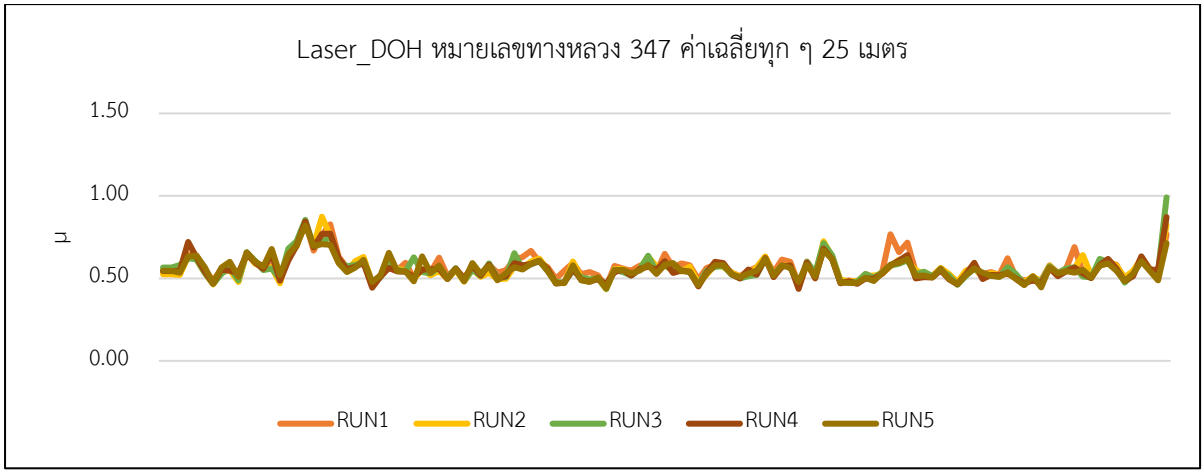
รูปที่ 3-26 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



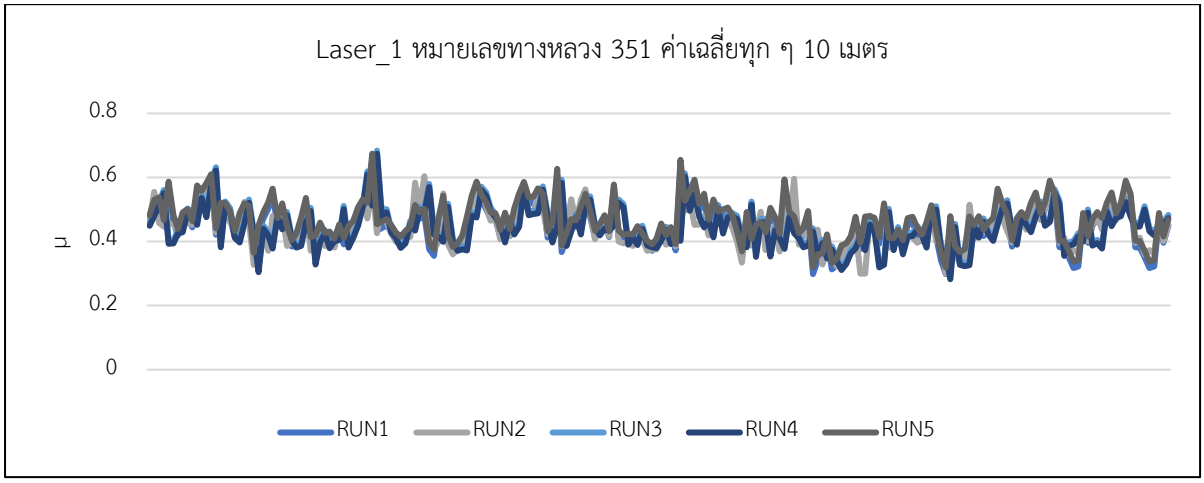
รูปที่ 3-27 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



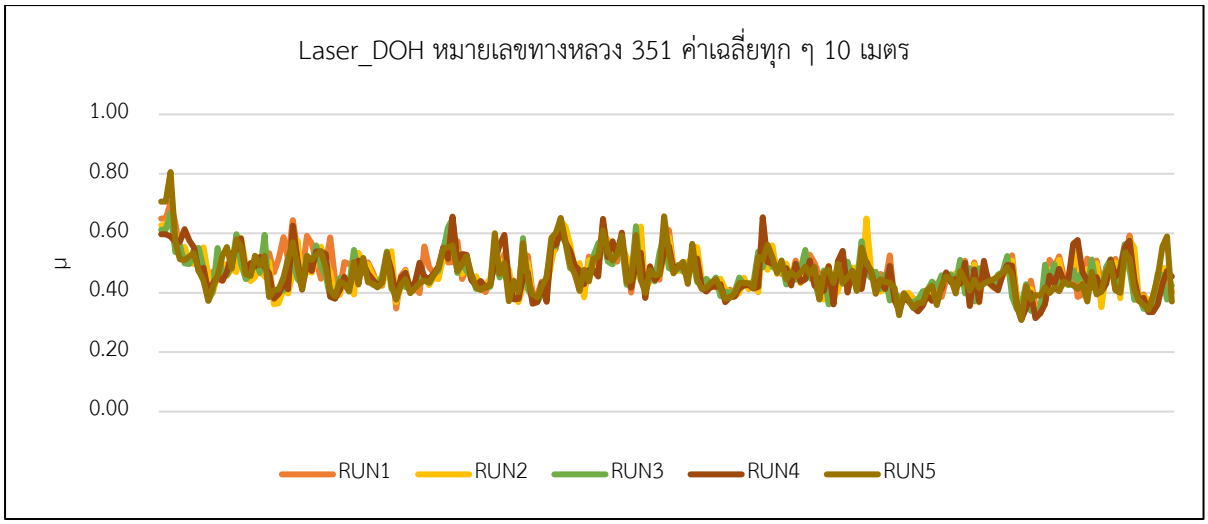
รูปที่ 3-28 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



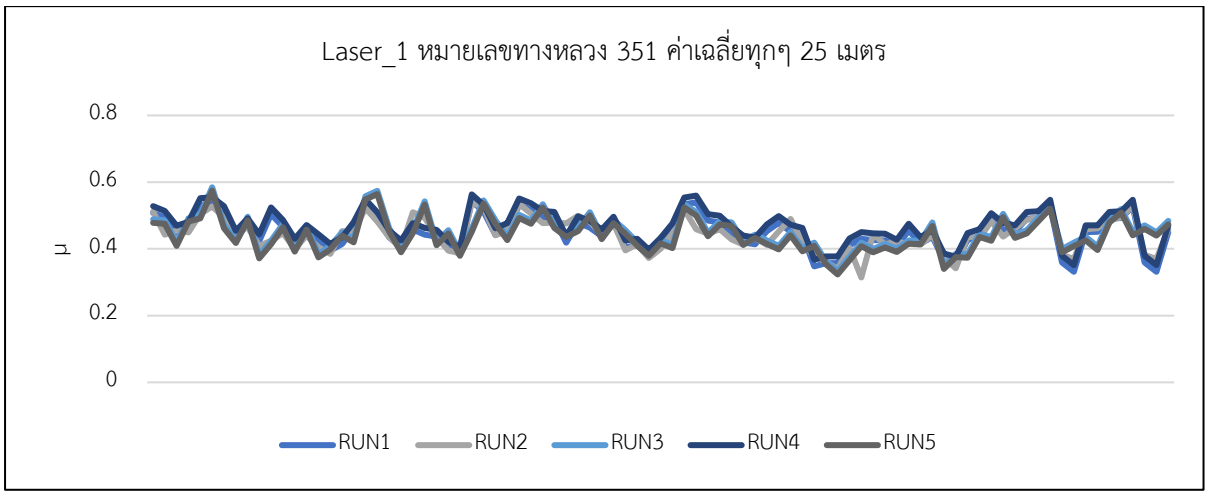
รูปที่ 3-29 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 347 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



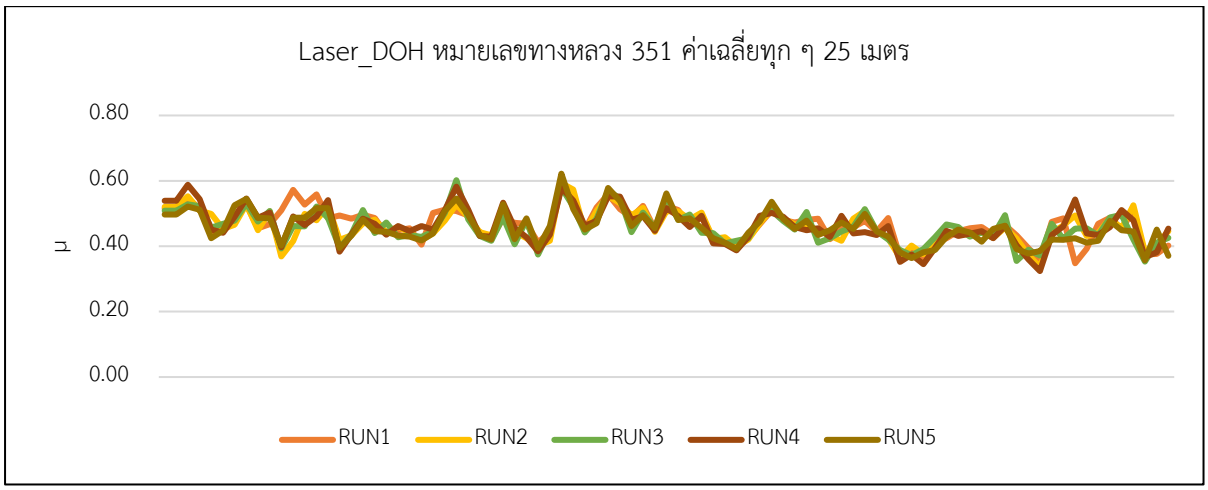
รูปที่ 3-30 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



รูปที่ 3-31 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 10 เมตร



รูปที่ 3-32 Laser_1 หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร



รูปที่ 3-33 Laser_DOH หมายเลขทางหลวง 351 ค่าเฉลี่ยทุก ๆ 25 เมตร

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี Paired Sample T-Test

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างอุปกรณ์ ทางที่ปรึกษาจึงได้ตั้งสมมติฐานที่ว่าเครื่องมือต่างกันแต่มีรูปแบบการเก็บข้อมูลทางวิศวกรรมเหมือนกันจะให้ข้อมูลที่ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ Paired Sample T-Test

การวิเคราะห์ผลแบบ Paired Sample T-Test เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยที่ตัวอย่างจะทำการสุ่มทีละคู่ (Paired Sample Test) กล่าวได้ว่าในการทดสอบจะทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่ว่ามีความแตกต่างจากศูนย์หรือไม่

ขั้นตอนของการทดสอบ สามารถดำเนินการได้ดังนี้

<u>ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน</u>

$H_0 : \mu_d = 0$; ค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

$H_a : \mu_d \neq 0$; ค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เป็นการตั้งสมมติฐานทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วยสมมติฐานหลัก (Null Hypothesis, H_0) และสมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis, H_a) ในการนี้ที่ปรึกษาต้องการทดสอบเครื่องมือจากรถสำรวจแต่ละคันจากวิ่งสำรวจ 3 รอบ ว่ามีผลการทดสอบใกล้เคียงกันที่ 95% หรือไม่ จึงทำการตั้งสมมติฐานรองแบบไม่มีทิศทาง ซึ่งจะทำการทดสอบแบบสองทาง (Two-tailed test) ด้วยผลการสำรวจของรถแต่ละคัน

<u>ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ</u>

ซึ่งเป็นการกำหนดความน่าจะเป็นที่ทีมที่ปรึกษาจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (α) จากการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เป็นจริงในการทดสอบนี้ เนื่องจากต้องการทดสอบที่ค่าความมั่นใจ 95% จึงใช้ α = 0.05

ขั้นที่ 3 เลือกสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ Paired Sample T-Test จะใช้ T-Test เป็นสถิติในการทดสอบ โดยมีสมการดังนี้

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d/\sqrt{n}}_{df=n-1} \ (n \text{ เป็นจำนวนคู่})$$

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{n}$$

จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้า $-t_{\frac{\alpha}{2},n-1} < t_0 < t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

โดย

$\bar{d}$ คือ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของข้อมูลระหว่างการสำรวจทั้ง 2 ทีม (คู่การทดสอบ)

d_i คือ ความแตกต่างของข้อมูลการวัดทั้ง 10 คู่

S_d คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่างนั้น

การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงความจริง เครื่องมือในการเก็บข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้จึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยถ้าเครื่องมือในการเก็บข้อมูลไม่มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ย่อมส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวไม่มีคุณภาพ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test) ซึ่งความเชื่อถือได้ของเครื่องมือ หมายถึง การนำเครื่องมือมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ผลการวัดต้องเหมือนกัน ซึ่งหมายถึงความคงเส้นคงวา หรือมีความสอดคล้องกัน (วานิชย์บัญชา, 2554)

การวัดความเชื่อถือได้มีหลายประเภท แต่ในที่นี้จะศึกษาความเชื่อถือได้ที่วัดสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน (Internal Consistency) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา (Cronbachs' Alpha Coefficient) การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test) หรือความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา

ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 ค่ายิ่งใกล้ 1.00 มากเพียงใด ความเชื่อมั่นยิ่งสูงมากตามเพียงนั้น ทั้งนี้ แบบวัดที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.00 (ค่าสูงสุด)

จะแปลความหมายได้ว่า ผู้ตอบแบบวัดจะได้คะแนนเท่ากันในการวัดทุกครั้ง เมื่อเงื่อนไขและสถานการณ์ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ผู้ตอบแบบวัดคนหนึ่งได้คะแนนร้อยละ 80 ในครั้งแรกเมื่อกลับมาทำซ้ำอีก หากเงื่อนไขและสถานการณ์ (สุขภาพทั้งกาย-ใจ และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง รวมทั้งยังไม่มีการเรียนรู้เพิ่มเติมแล้วก็จะได้คะแนนเท่ากับร้อยละ 80 เช่นเดิม นักวัดผลจึงปรารถนาที่จะทำให้แบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นสูงเกณฑ์ การแปลค่าความเชื่อมั่นมีหลากหลาย เช่น George และ Mallery (2003) ได้แปลค่าความเชื่อมั่นตามช่วงคะแนน โดยแสดงดังตารางที่ 3-22

ตารางที่ 3-22 ระดับความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น	การแปลความ
0.90 ขึ้นไป	ดีมาก
0.80 – 0.89	ดี
0.70 – 0.79	ยอมรับได้
0.60 – 0.69	ยังน่าสงสัย
0.50 – 0.59	ค่อนข้างรับไม่ได้
น้อยกว่า 0.50	รับไม่ได้

สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เป็นความเชื่อมั่นชนิดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ที่มีนักวิจัยนิยมใช้มากที่สุด ผู้เริ่มต้นพัฒนาคือ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder & Richardson, 1937) โดยใช้กับข้อมูลชนิดทวิภาค (มีค่า 0 หรือ 1) เท่านั้น ต่อมา ครอนบาค (Cronbach, 1951) ได้พัฒนาสูตรครอนบาค เพื่อให้สามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลทวิภาคและข้อมูลที่ไม่ใช่ทวิภาค จึงเรียกค่าความเชื่อมั่นชนิดนี้ว่าครอนบาคอัลฟา (α) มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ

α = ค่าความสอดคล้องภายใน

n = จำนวนข้อคำถาม

$\sum s_i^2$ = ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวม

โดยอาศัยแนวคิดของวิชาแคลคูลัสเรื่องลิมิต เราสามารถวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นจากสูตรข้างต้นดังนี้

1. ถ้าค่า s_t^2 มีขนาดใหญ่กว่า $\sum s_i^2$ จะทำให้อัตราส่วน $\sum s_i^2 / s_t^2$ มีขนาดเล็ก ส่งผลให้ $(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)$ มีค่าเข้าใกล้ 1.00 ซึ่งจะทำให้ความเชื่อมั่นมีค่าเข้าใกล้ 1.00 ด้วย
2. ค่า s_t^2 จะมีขนาดใหญ่เมื่อคะแนนรวมของผู้ตอบแบบวัดแต่ละคนมีค่าแตกต่างกันมาก หมายถึง ถ้าแบบวัดเป็นการวัดความคิดเห็น ก็แสดงว่าผู้ตอบแบบวัดมีความคิดเห็นในเรื่องที่วัดแตกต่างกันมาก หรือถ้าแบบวัดเป็นข้อสอบก็แสดงว่าผู้สอบมีระดับความสามารถแตกต่างกันมาก ซึ่งการแจกแจงของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันดังกล่าว จะมีแนวโน้มเข้าสู่เส้นโค้งปกติ โดยทั่วไปแล้วตัวอย่างขนาด 30 ขึ้นไปจะมีการแจกแจงข้อมูลเข้าสู่เส้นโค้งปกติ
3. ถ้าผู้ตอบแบบวัดมีระดับความสามารถใกล้เคียงกันจะทำให้ $\sum s_i^2$ และ s_t^2 มีค่าใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ $\sum s_i^2 / s_t^2$ มีค่าเข้าใกล้ 1 ทำให้ $(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)$ มีค่าน้อย ซึ่งจะทำให้ความเชื่อมั่นมีค่าน้อยตามไปด้วย
4. คำว่า "ผู้ตอบมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน" หมายถึง ถ้าแบบวัดเป็นข้อสอบแสดงว่าผู้เข้าสอบเป็นกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มเก่งกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แต่ถ้าแบบวัดเป็นแบบสอบถาม แสดงว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นในเรื่องที่ถามใกล้เคียงกัน
5. แบบทดสอบหรือแบบสอบถาม ที่ข้อคำถามส่วนใหญ่มีลักษณะยาก (หรือง่าย) เกินไป หรือมีลักษณะคลุมเครือซึ่งผู้ตอบจะตอบด้วยการเดา จะทำให้คะแนนรวมมีค่าใกล้เคียงกัน นั่นคือ ทำให้ s_t^2 มีค่าน้อย ส่งผลให้ $\sum s_i^2 / s_t^2$ มีค่ามาก ผลที่ตามมาคือ $(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)$ มีค่าน้อย เป็นเหตุให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าน้อยตามไปด้วย

6. จากข้อ 2. ถึงข้อ 5. แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นจะเปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่มตัวอย่าง
7. ถ้าค่า $\sum s_i^2$ มากกว่าค่า s_t^2 แล้ว จะทำให้ $(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)$ มีค่าติดลบ ซึ่งจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าติดลบตามไปด้วย ในกรณีนี้ถือเป็นกรณีผิดปกติของแบบทดสอบหรือแบบสอบถาม

ตารางที่ 3-23 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 32 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.01489	.03940	.00176	-.01835	-.01143	-8.459	500	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.04182	.03326	.00149	-.04474	-.03890	-28.143	500	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.07894	.04784	.00214	-.08314	-.07474	-36.938	500	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.03493	.03938	.00176	-.03839	-.03147	-19.852	500	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.07990	.04432	.00198	-.08379	-.07601	-40.353	500	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	.00455	.04774	.00213	.00036	.00874	2.134	500	.033
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.02238	.02139	.00096	-.02425	-.02050	-23.419	500	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.05950	.04627	.00207	-.06356	-.05544	-28.785	500	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.01549	.04769	.00213	-.01968	-.01130	-7.270	500	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.06046	.04292	.00192	-.06423	-.05669	-31.531	500	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	.03275	.04700	.00210	.02863	.03688	15.600	500	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	.00583	.03634	.00162	.00264	.00902	3.590	500	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.03130	.04201	.00188	-.03498	-.02761	-16.677	500	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	.01271	.04697	.00210	.00859	.01684	6.058	500	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03226	.03896	.00174	-.03568	-.02884	-18.531	500	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	.00557	.04027	.00180	.00203	.00910	3.095	500	.002
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.02136	.03071	.00137	-.02405	-.01866	-15.564	500	.000
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.05848	.04721	.00211	-.06263	-.05434	-27.727	500	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.01447	.04026	.00180	-.01800	-.01094	-8.046	500	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.05944	.04365	.00195	-.06327	-.05561	-30.478	500	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	.03796	.04622	.00206	.03391	.04202	18.385	500	.000
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	.01104	.03762	.00168	.00774	.01434	6.568	500	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.02609	.03886	.00174	-.02950	-.02268	-15.028	500	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	.01792	.04620	.00206	.01387	.02198	8.684	500	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.02705	.03463	.00155	-.03009	-.02401	-17.481	500	.000

ตารางที่ 3-24 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 32 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.01490	.03006	.00135	-.01755	-.01225	-11.062	497	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.04161	.02440	.00109	-.04376	-.03946	-38.064	497	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.07865	.03540	.00159	-.08177	-.07554	-49.580	497	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.03492	.03006	.00135	-.03757	-.03227	-25.920	497	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.07962	.03315	.00149	-.08254	-.07670	-53.599	497	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	.00430	.03937	.00176	.00083	.00776	2.436	497	.015
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.02241	.01375	.00062	-.02363	-.02120	-36.373	497	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.05946	.03459	.00155	-.06250	-.05641	-38.357	497	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.01572	.03935	.00176	-.01919	-.01226	-8.916	497	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.06042	.03229	.00145	-.06326	-.05758	-41.757	497	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	.03242	.03596	.00161	.02926	.03559	20.119	497	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	.00571	.02450	.00110	.00356	.00787	5.204	497	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.03133	.02979	.00134	-.03395	-.02871	-23.468	497	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	.01240	.03594	.00161	.00924	.01557	7.703	497	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03229	.02727	.00122	-.03469	-.02989	-26.430	497	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	.00551	.03116	.00140	.00276	.00825	3.944	497	.000
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.02120	.02212	.00099	-.02315	-.01926	-21.395	497	.000
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.05825	.03501	.00157	-.06133	-.05517	-37.123	497	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.01451	.03116	.00140	-.01726	-.01177	-10.393	497	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.05921	.03275	.00147	-.06209	-.05633	-40.351	497	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	.03745	.03473	.00156	.03440	.04051	24.065	497	.000
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	.01074	.02537	.00114	.00851	.01298	9.450	497	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.02630	.02694	.00121	-.02867	-.02393	-21.789	497	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	.01743	.03470	.00156	.01438	.02049	11.212	497	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.02726	.02370	.00106	-.02935	-.02518	-25.675	497	.000

ตารางที่ 3-25 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 347 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.03580	.01940	.00112	-.03800	-.03360	-31.966	299	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.06540	.04720	.00272	-.07076	-.06004	-24.000	299	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.04940	.04172	.00241	-.05414	-.04466	-20.508	299	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.06557	.04542	.00262	-.07073	-.06041	-25.004	299	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.05497	.04446	.00257	-.06002	-.04991	-21.412	299	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	.00280	.04887	.00282	-.00275	.00835	.992	299	.322
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.02680	.02102	.00121	-.02919	-.02441	-22.082	299	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.01080	.04371	.00252	-.01577	-.00583	-4.280	299	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.02697	.04826	.00279	-.03245	-.02148	-9.679	299	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.01637	.04002	.00231	-.02091	-.01182	-7.083	299	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	-.01253	.04738	.00274	-.01792	-.00715	-4.582	299	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	-.04213	.04819	.00278	-.04761	-.03666	-15.145	299	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.02613	.02398	.00138	-.02886	-.02341	-18.877	299	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	-.04230	.03925	.00227	-.04676	-.03784	-18.665	299	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03170	.03696	.00213	-.03590	-.02750	-14.856	299	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	.00243	.05080	.00293	-.00334	.00821	.830	299	.407
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.02717	.05386	.00311	-.03329	-.02105	-8.736	299	.000
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.01117	.04351	.00251	-.01611	-.00622	-4.445	299	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.02733	.02237	.00129	-.02988	-.02479	-21.161	299	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.01673	.04303	.00248	-.02162	-.01184	-6.736	299	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	-.00707	.04760	.00275	-.01247	-.00166	-2.571	299	.011
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	-.03667	.04343	.00251	-.04160	-.03173	-14.622	299	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.02067	.03493	.00202	-.02464	-.01670	-10.247	299	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	-.03683	.03681	.00213	-.04102	-.03265	-17.332	299	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.02623	.02245	.00130	-.02878	-.02368	-20.243	299	.000

ตารางที่ 3-26 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 347 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.03557	.01170	.00068	-.03690	-.03424	-52.637	299	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.06573	.03187	.00184	-.06935	-.06210	-35.720	299	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.04972	.02703	.00156	-.05279	-.04665	-31.857	299	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.06569	.03098	.00179	-.06921	-.06217	-36.733	299	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.05528	.02874	.00166	-.05855	-.05202	-33.323	299	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	.00305	.03404	.00197	-.00082	.00692	1.552	299	.122
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.02711	.01112	.00064	-.02837	-.02584	-42.224	299	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.01110	.02539	.00147	-.01398	-.00822	-7.572	299	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.02707	.03464	.00200	-.03101	-.02314	-13.538	299	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.01667	.02457	.00142	-.01946	-.01387	-11.749	299	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	-.01234	.02999	.00173	-.01575	-.00893	-7.127	299	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	-.04250	.02617	.00151	-.04547	-.03953	-28.125	299	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.02649	.01596	.00092	-.02831	-.02468	-28.742	299	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	-.04247	.02645	.00153	-.04547	-.03946	-27.812	299	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03206	.02242	.00129	-.03461	-.02951	-24.770	299	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	.00223	.03377	.00195	-.00160	.00607	1.146	299	.253
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.02793	.03675	.00212	-.03210	-.02375	-13.161	299	.000
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.01192	.03166	.00183	-.01551	-.00832	-6.519	299	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.02789	.01352	.00078	-.02943	-.02636	-35.742	299	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.01748	.03034	.00175	-.02093	-.01404	-9.980	299	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	-.00684	.03088	.00178	-.01035	-.00333	-3.838	299	.000
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	-.03700	.02616	.00151	-.03997	-.03403	-24.499	299	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.02099	.02297	.00133	-.02360	-.01838	-15.829	299	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	-.03697	.02586	.00149	-.03991	-.03403	-24.757	299	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.02656	.01365	.00079	-.02811	-.02501	-33.706	299	.000

ตารางที่ 3-27 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 351 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 10 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.03473	.00934	.00054	-.03579	-.03367	-64.417	299	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.01473	.00934	.00054	-.01579	-.01367	-27.325	299	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.02033	.06772	.00391	-.02803	-.01264	-5.200	299	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.04033	.06772	.00391	-.04803	-.03264	-10.315	299	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.02033	.06772	.00391	-.02803	-.01264	-5.200	299	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	-.05173	.01155	.00067	-.05305	-.05042	-77.569	299	.000
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.03173	.01155	.00067	-.03305	-.03042	-47.581	299	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.03733	.06545	.00378	-.04477	-.02990	-9.880	299	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.05733	.06545	.00378	-.06477	-.04990	-15.172	299	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.03733	.06545	.00378	-.04477	-.02990	-9.880	299	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	-.04753	.06781	.00391	-.05524	-.03983	-12.142	299	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	-.02753	.06781	.00391	-.03524	-.01983	-7.033	299	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.03313	.00965	.00056	-.03423	-.03204	-59.458	299	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	-.05313	.00965	.00056	-.05423	-.05204	-95.349	299	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03313	.00965	.00056	-.03423	-.03204	-59.458	299	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	-.02953	.06835	.00395	-.03730	-.02177	-7.484	299	.000
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.00953	.06835	.00395	-.01730	-.00177	-2.416	299	.016
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.01513	.00894	.00052	-.01615	-.01412	-29.321	299	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.03513	.00894	.00052	-.03615	-.03412	-68.071	299	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.01513	.00894	.00052	-.01615	-.01412	-29.321	299	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	-.04753	.06781	.00391	-.05524	-.03983	-12.142	299	.000
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	-.02753	.06781	.00391	-.03524	-.01983	-7.033	299	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.03313	.00965	.00056	-.03423	-.03204	-59.458	299	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	-.05313	.00965	.00056	-.05423	-.05204	-95.349	299	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.03313	.00965	.00056	-.03423	-.03204	-59.458	299	.000

ตารางที่ 3-28 ผลการทดสอบ Paired Sample Test หมายเลขทางหลวง 351 (ค่าเฉลี่ย ทุก ๆ 25 ม.)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	T10.1 - T10.DOH.1	-.03463	.00659	.00038	-.03538	-.03388	-91.072	299	.000
Pair 2	T10.1 - T10.DOH.2	-.01463	.00659	.00038	-.01538	-.01388	-38.480	299	.000
Pair 3	T10.1 - T.10.DOH.3	-.02047	.04709	.00272	-.02582	-.01512	-7.529	299	.000
Pair 4	T10.1 - T10.DOH.4	-.04047	.04709	.00272	-.04582	-.03512	-14.886	299	.000
Pair 5	T10.1 - T10.DOH.5	-.02047	.04709	.00272	-.02582	-.01512	-7.529	299	.000
Pair 6	T10.2 - T10.DOH.1	-.05163	.00862	.00050	-.05261	-.05065	-103.731	299	.000
Pair 7	T10.2 - T10.DOH.2	-.03163	.00862	.00050	-.03261	-.03065	-63.551	299	.000
Pair 8	T10.2 - T.10.DOH.3	-.03747	.04551	.00263	-.04264	-.03230	-14.259	299	.000
Pair 9	T10.2 - T10.DOH.4	-.05747	.04551	.00263	-.06264	-.05230	-21.871	299	.000
Pair 10	T10.2 - T10.DOH.5	-.03747	.04551	.00263	-.04264	-.03230	-14.259	299	.000
Pair 11	T.10.3 - T10.DOH.1	-.04724	.04723	.00273	-.05261	-.04187	-17.322	299	.000
Pair 12	T.10.3 - T10.DOH.2	-.02724	.04723	.00273	-.03261	-.02187	-9.988	299	.000
Pair 13	T.10.3 - T.10.DOH.3	-.03307	.00689	.00040	-.03386	-.03229	-83.108	299	.000
Pair 14	T.10.3 - T10.DOH.4	-.05308	.00689	.00040	-.05386	-.05229	-133.363	299	.000
Pair 15	T.10.3 - T10.DOH.5	-.03307	.00689	.00040	-.03386	-.03229	-83.108	299	.000
Pair 16	T10.4 - T10.DOH.1	-.02922	.04771	.00275	-.03464	-.02380	-10.610	299	.000
Pair 17	T10.4 - T10.DOH.2	-.00922	.04771	.00275	-.01464	-.00380	-3.348	299	.001
Pair 18	T10.4 - T.10.DOH.3	-.01506	.00641	.00037	-.01579	-.01433	-40.677	299	.000
Pair 19	T10.4 - T10.DOH.4	-.03506	.00641	.00037	-.03579	-.03433	-94.703	299	.000
Pair 20	T10.4 - T10.DOH.5	-.01506	.00641	.00037	-.01579	-.01433	-40.677	299	.000
Pair 21	T10.5 - T10.DOH.1	-.04724	.04723	.00273	-.05261	-.04187	-17.322	299	.000
Pair 22	T10.5 - T10.DOH.2	-.02724	.04723	.00273	-.03261	-.02187	-9.988	299	.000
Pair 23	T10.5 - T.10.DOH.3	-.03307	.00689	.00040	-.03386	-.03229	-83.108	299	.000
Pair 24	T10.5 - T10.DOH.4	-.05308	.00689	.00040	-.05386	-.05229	-133.363	299	.000
Pair 25	T10.5 - T10.DOH.5	-.03307	.00689	.00040	-.03386	-.03229	-83.108	299	.000

3.2.2 สรุปผลการสอบเทียบสำรวจค่าต้านทานการลื่นไถลและค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง

จากการทดสอบ Paired T-Test พบว่า โดยรวมแล้วรถสำรวจค่าต้านทานการลื่นไถลมีข้อมูลที่สอดคล้องกัน อย่างมีนัยสำคัญ ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยดูได้จากค่า Sig. ที่มีค่าไม่เกิน 0.05 และสำหรับค่าลักษณะความลึกเฉลี่ยที่ได้จากรถสำรวจเลเซอร์ พบว่าค่าที่ได้ออกมานั้นมีการเกาะกลุ่ม และไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งทำให้สามารถนำรถสำรวจทั้ง 2 ชุดเครื่องมือมาใช้ในการสำรวจสำหรับโครงการนี้ได้

แต่ทั้งนี้หากภายในโครงการ มีการเพิ่มเครื่องมือสำรวจ ที่ปรึกษาจะดำเนินการทดสอบเทียบเครื่องมือด้วยวิธีการเดียวกัน และนำเสนอให้กรรมการพิจารณาอีกครั้ง

3.2.3 การดำเนินการสำรวจสภาพทางความต้านทานการลื่นไถลและลักษณะผิวทางเฉลี่ย

ดำเนินการสำรวจสภาพความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้รถสำรวจค่าความเสียดทาน

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสำรวจค่าความเสียดทานของผิวทาง ในสายทางตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการฯ เห็นชอบ โดยใช้ยานพาหนะที่ติดตั้งอุปกรณ์สำรวจความเสียดทานของผิวทางแบบต่อเนื่อง (Continuous Friction Measuring Equipment) ASFT T-10 ตามรูปแบบวิธีการในการสำรวจฯ ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการฯ และสามารถประมวลผลที่ความละเอียดไม่เกิน 25 เมตร ซึ่งข้อมูลทั้งหมดต้องระบุพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Position System : GPS) ได้ โดยสำรวจเป็นระยะทางรวมไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร โดยจะทำการสำรวจค่าความเสียดทานบนสายทางหลักที่มีปริมาณรถบรรทุก หรือมีปริมาณการเดินทางจำนวนมากหรือมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ในช่องจราจรซ้ายสุดของทุกสายทาง และสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวงที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. ในช่องจราจรขวาสุดของทุกสายทาง

ดำเนินการสำรวจลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

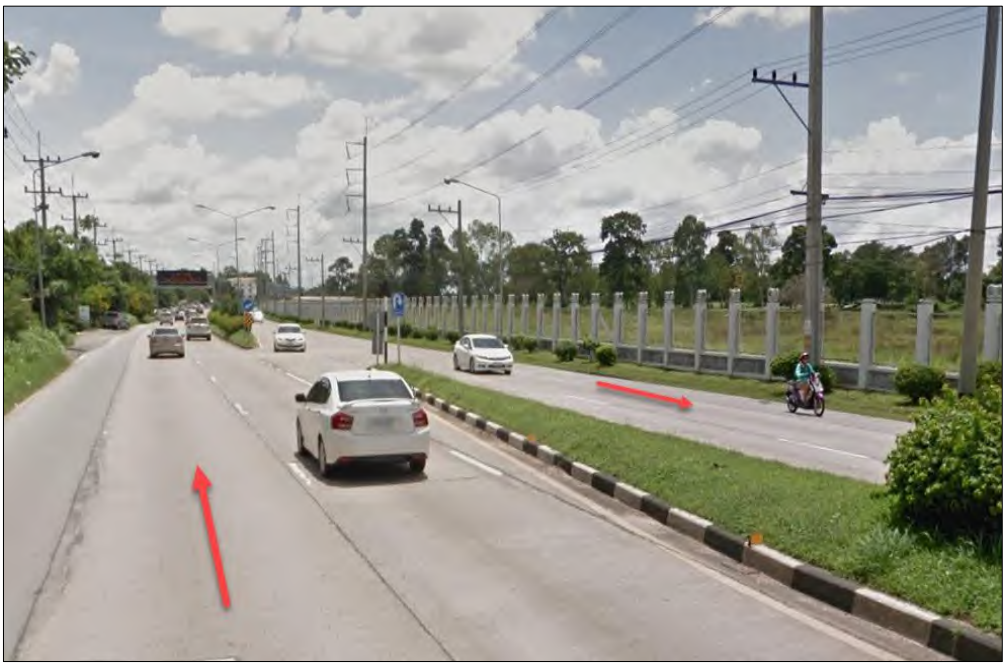
ที่ปรึกษาจะดำเนินการสำรวจค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทาง ในตำแหน่งแนวเดียวกันกับที่ดำเนินการสำรวจค่าความเสียดทานของผิวทาง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคำนวณค่าความเสียดทานสากลโดยสำรวจเป็นระยะทางรวมกันไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร โดยจะทำการสำรวจค่าความหยาบลักษณะผิวทางบนสายทางหลักที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการเดินทางจำนวนมากหรือมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ในช่องจราจรซ้ายสุดของทุกสายทาง และสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวงที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.ในช่องจราจรขวาสุดของทุกสายทาง

ดำเนินการถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ที่ปรึกษาจะดำเนินการถ่ายภาพนิ่งเพื่อแสดงให้องค์ประกอบภาพรวม เช่น พื้นที่แปลงสำรวจและตรวจสอบประเภทของผิวทาง ลักษณะความหยาบของผิวทาง กราฟค่าทดสอบเบื้องต้นและถ่ายภาพเคลื่อนไหวขณะทำการสำรวจ ในกรณีที่ภาพถ่ายที่ได้ทำการบันทึกมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน เช่น ภาพมีเศษวัสดุ หรือ เศษใบไม้ กิ่งไม้ มาบดบัง ทำให้ไม่เห็นสภาพทางอย่างครบถ้วน ภาพมืดหรือสว่างจนเกินไป ไม่สอดคล้องกับสภาพทางที่แท้จริง ทางที่ปรึกษาจะทำการสำรวจเก็บภาพถ่าย ณ พื้นที่นั้นใหม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพถ่ายสภาพทางที่เห็นรายละเอียดภายในสายทางที่ครบถ้วนและสมบูรณ์มากที่สุด ข้อมูลจะถูกบันทึกจากการที่รถวิ่งในความเร็วที่กำหนดในรูปแบบภาพถ่ายต่อเนื่องของผิวทาง

วิธีการวิ่งสำรวจ

- กรณีสำรวจ 2 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทางในสายทางที่มีอุบัติเหตุเยอะหรือพื้นที่จุดเสี่ยง สายทางจากทั้ง 18 สำนักสายทางหลักและสายเพื่อพยากรณ์การเสื่อมสภาพ



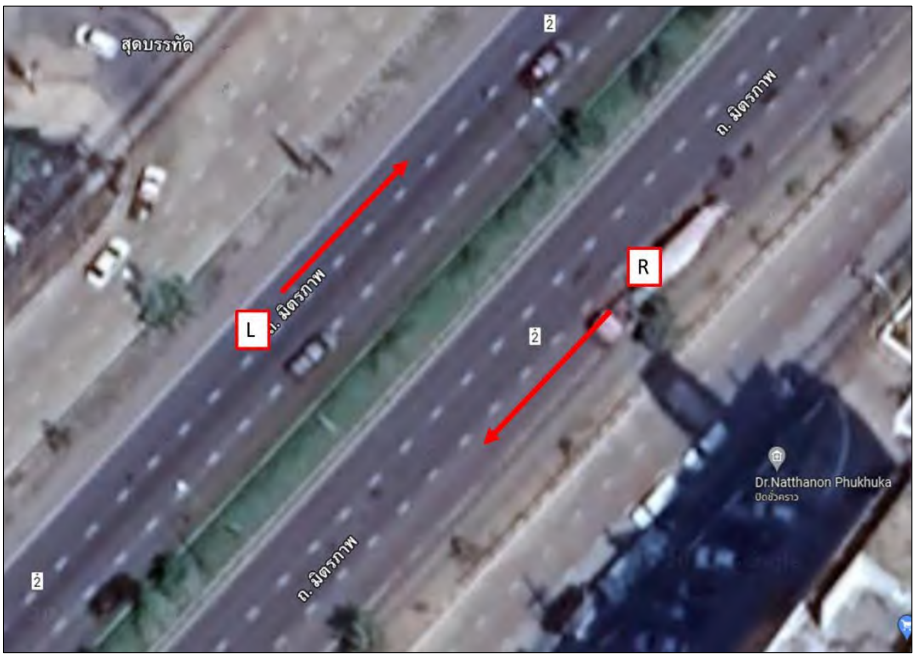
รูปที่ 3-34 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง

- กรณีสำรวจสายทาง 120 กม./ชม.จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านขวาสุดของถนน



รูปที่ 3-35 วิธีการสำรวจสายทาง 120 กม./ชม.

- กรณีที่มีการสำรวจ 2 ทิศทาง แล้วมีทางคู่ขนานให้ทำการวิ่งสำรวจในช่องจราจรหลักเท่านั้น



รูปที่ 3-36 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน

- กรณีที่มีการเพิ่มช่องจราจร จาก 2 ช่องจราจร เป็น 4 ช่องจราจรขึ้นไปให้ทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของทั้งฝั่งขา L และ ฝั่งขา R



รูปที่ 3-37 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน

- กรณีที่ไม่สามารถทำการสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น เช่น ปิดปรับปรุงผิวจราจร ก็จะทำการสำรวจช่องจราจรที่อยู่ติดกับช่องจราจรดังกล่าวแทน



รูปที่ 3-38 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น

- กรณีที่พื้นผิวสายทางเปียกเนื่องจากฝนตก หรือมีน้ำขังในช่องจราจรที่จะทำการสำรวจจะทำการหยุดการสำรวจในสายทางนั้น แล้วจะกลับมาสำรวจใหม่เมื่อพื้นผิวสายทางแห้งสนิท



รูปที่ 3-39 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้

- กรณีที่สายทางมีอุปสรรคในการสำรวจ เช่น มีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ หรืออยู่ในพื้นที่หวงห้ามของราชการที่ไม่อนุญาตให้เข้าพื้นที่ได้จะไม่ทำการสำรวจ แล้วทำการรายงานปัญหาและอุปสรรคเพื่อแจ้งแก่คณะกรรมการแล้วดำเนินการสำรวจในสายทางสำรองแทน



รูปที่ 3-40 แสดงภาพเมื่อไม่สามาถเข้าสำรวจได้
เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้

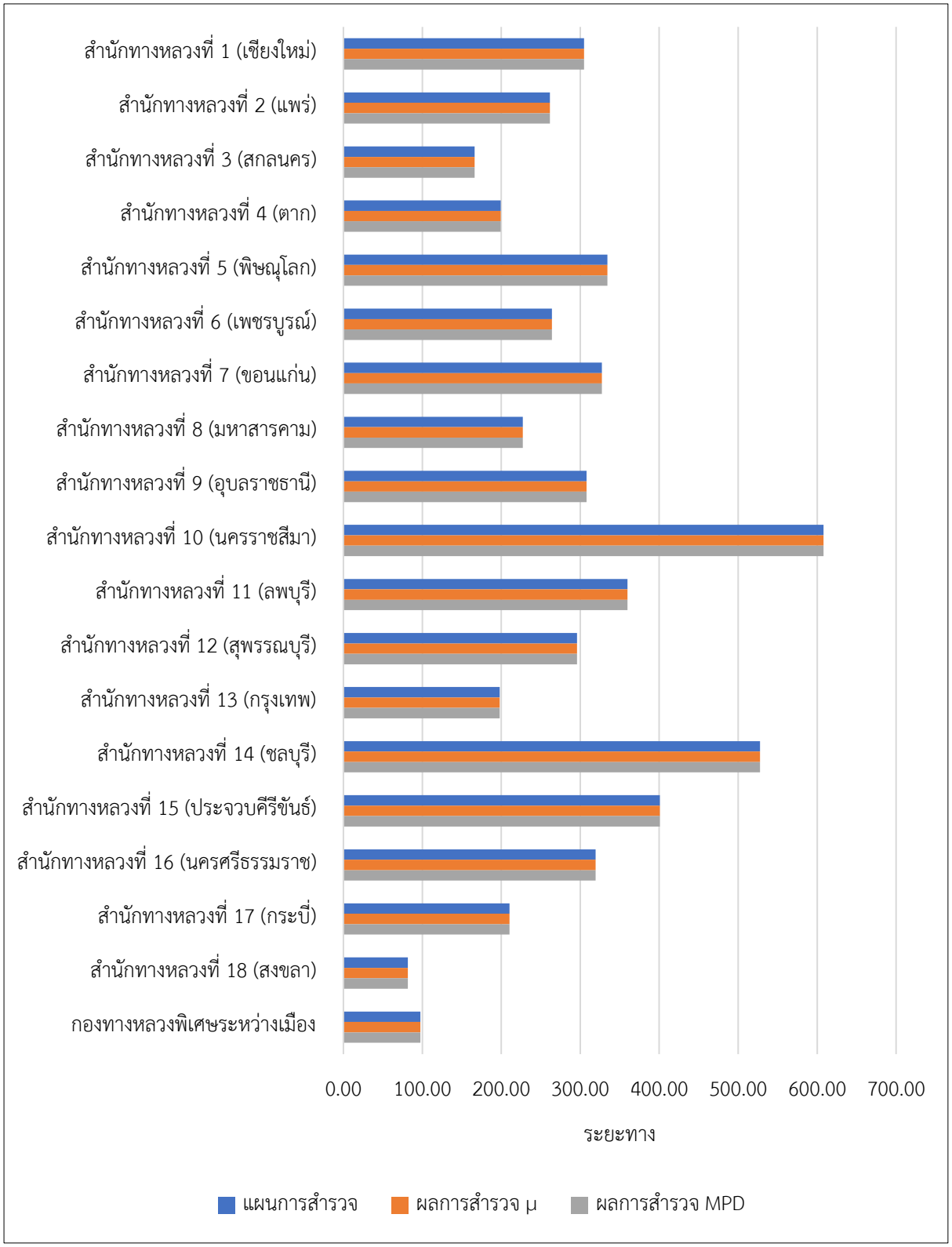
บทที่ 4
ความก้าวหน้าของงานสำรวจสภาพทาง

4.1 การดำเนินการสำรวจสภาพทาง

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสำรวจค่าต้านทานการลื่นไถลและลักษณะผิวทางเฉลี่ยไปแล้ว 5,492.26 กิโลเมตร และ 5,492.26 กิโลเมตร ตามลำดับ โดยสามารถแสดงรายละเอียดการสำรวจแบ่งเป็นสำนักงานทางหลวงและหัวข้อตามขอบเขตงาน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 การสำรวจแบ่งตามสำนักทางหลวง (ข้อมูลสำรวจ ณ วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2566)

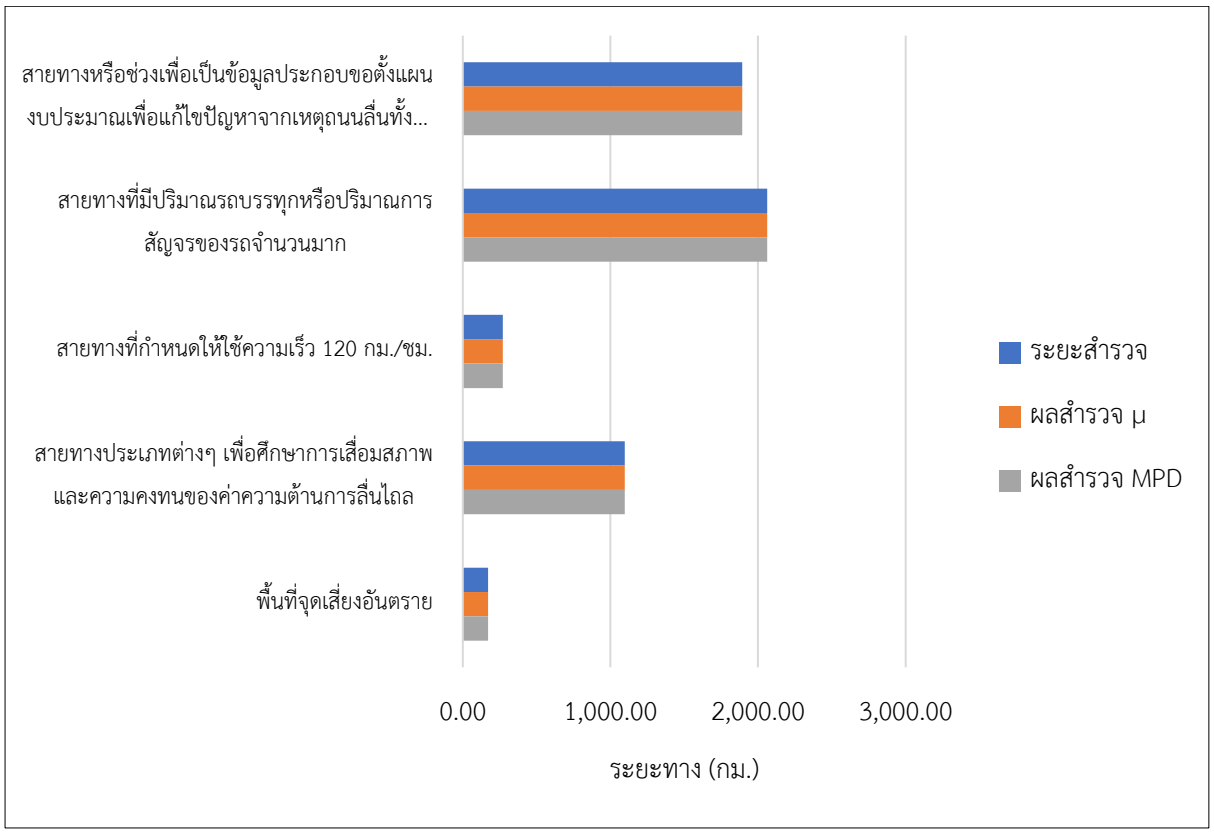
สำนักงานทางหลวง	แผนการสำรวจ (กม.)	ผลการสำรวจ (กม.)	
		μ	MPD
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	304.83	304.83	304.83
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	261.54	261.54	261.54
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	166.06	166.06	166.06
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	199.28	199.28	199.28
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	334.41	334.41	334.41
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	264.02	264.02	264.02
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	327.52	327.52	327.52
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	227.14	227.14	227.14
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	308.11	308.11	308.11
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	608.06	608.06	608.06
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	359.68	359.68	359.68
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	295.78	295.78	295.78
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	197.88	197.88	197.88
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	527.69	527.69	527.69
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	400.98	400.98	400.98
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	319.45	319.45	319.45
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	210.54	210.54	210.54
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	81.68	81.68	81.68
กองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	97.60	97.60	97.60
รวมระยะทาง	5,492.26	5,492.26	5,492.26



รูปที่ 4-1 แสดงรายละเอียดการสำรวจตามสำนักงานทางหลวง

ตารางที่ 4-2 การสำรวจแบ่งตามขอบเขตงาน (ข้อมูลสำรวจ ณ วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2566)

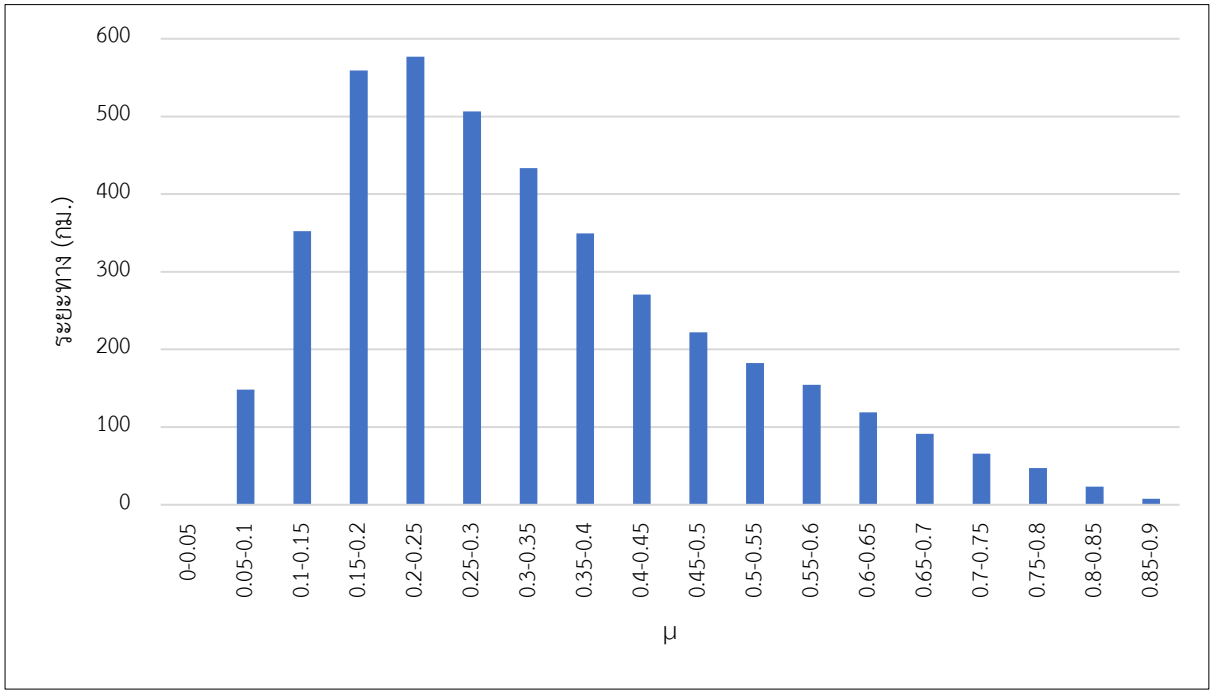
การสำรวจตาม TOR	แผนสำรวจ (กม.)	ผลการสำรวจ (กม.)	
		μ	MPD
สายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง	1,891.960	1891.96	1891.96
สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก	2,061.910	2061.91	2061.91
สายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.	270.400	270.40	270.40
สายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล	1,097.120	1097.12	1097.12
พื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย	170.870	170.87	170.87
รวมระยะทาง	**5,492.260**	**5492.26**	**5492.26**



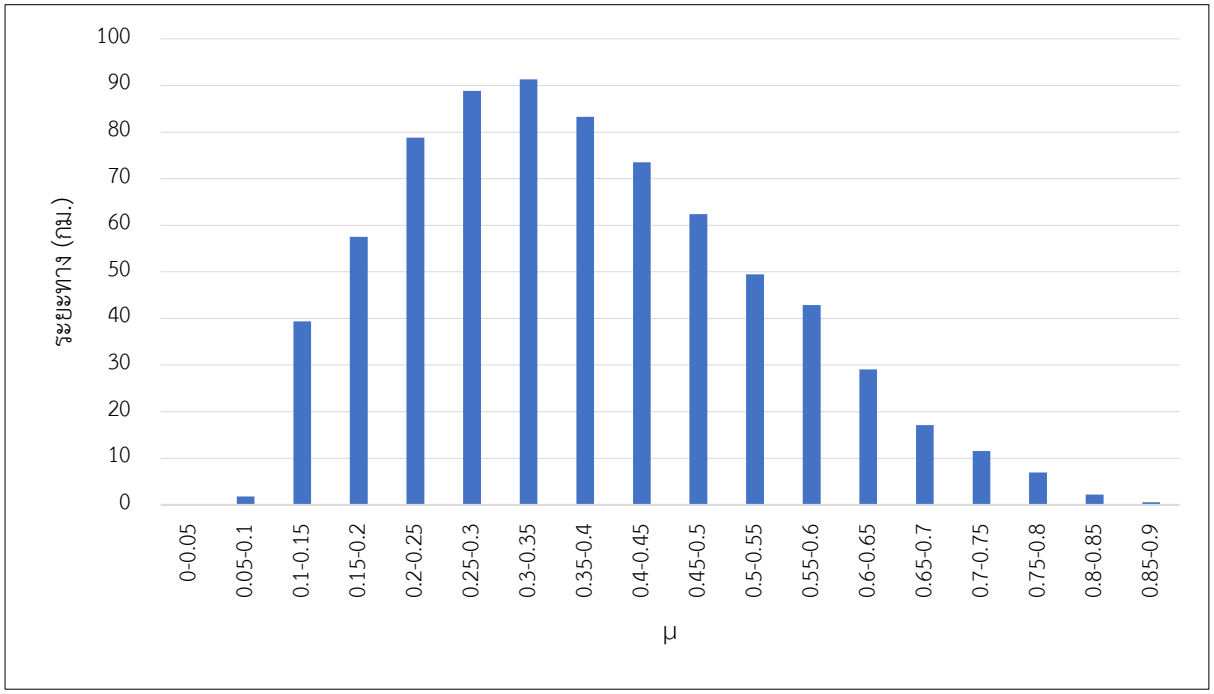
รูปที่ 4-2 รายละเอียดการสำรวจแบ่งตามขอบเขตงาน

4.2 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล

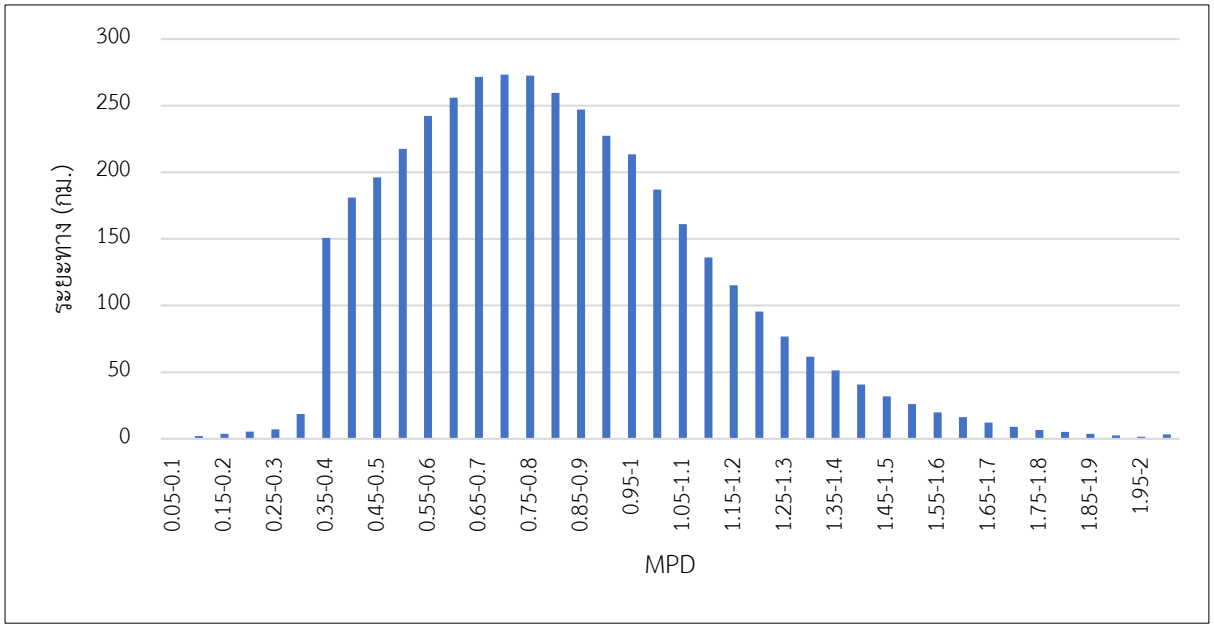
ที่ปรึกษาได้ดำเนินการประมวลผลการสำรวจเบื้องต้น โดยแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้



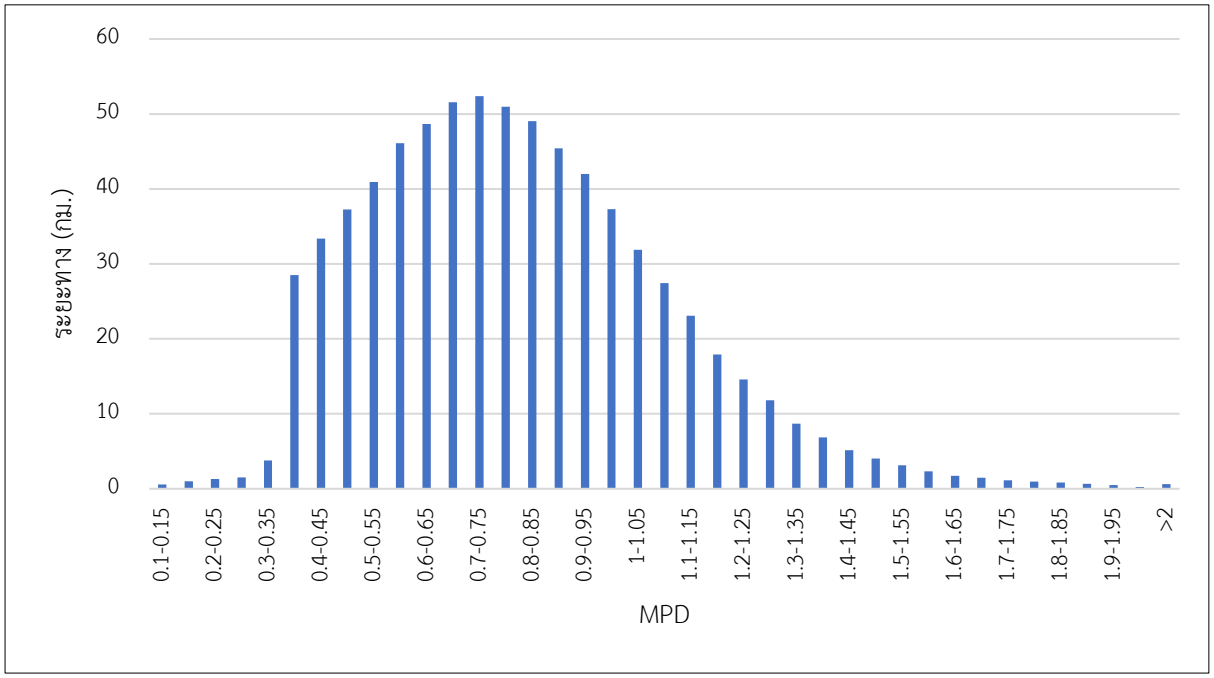
รูปที่ 4-3 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางแอสฟัลต์



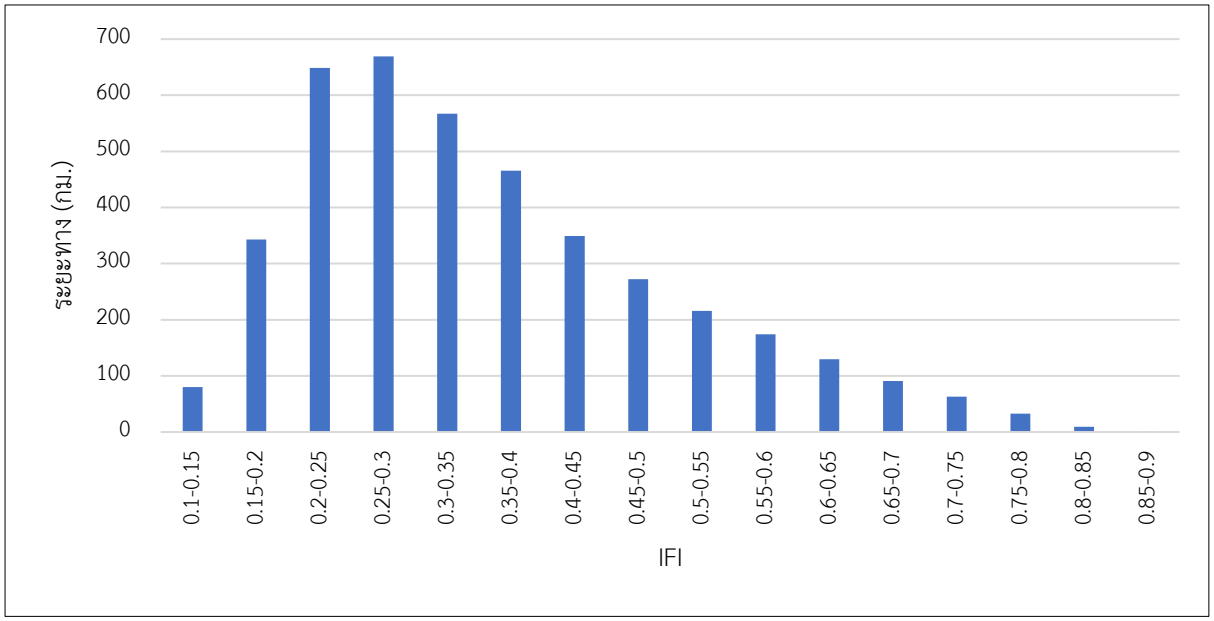
รูปที่ 4-4 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางคอนกรีต



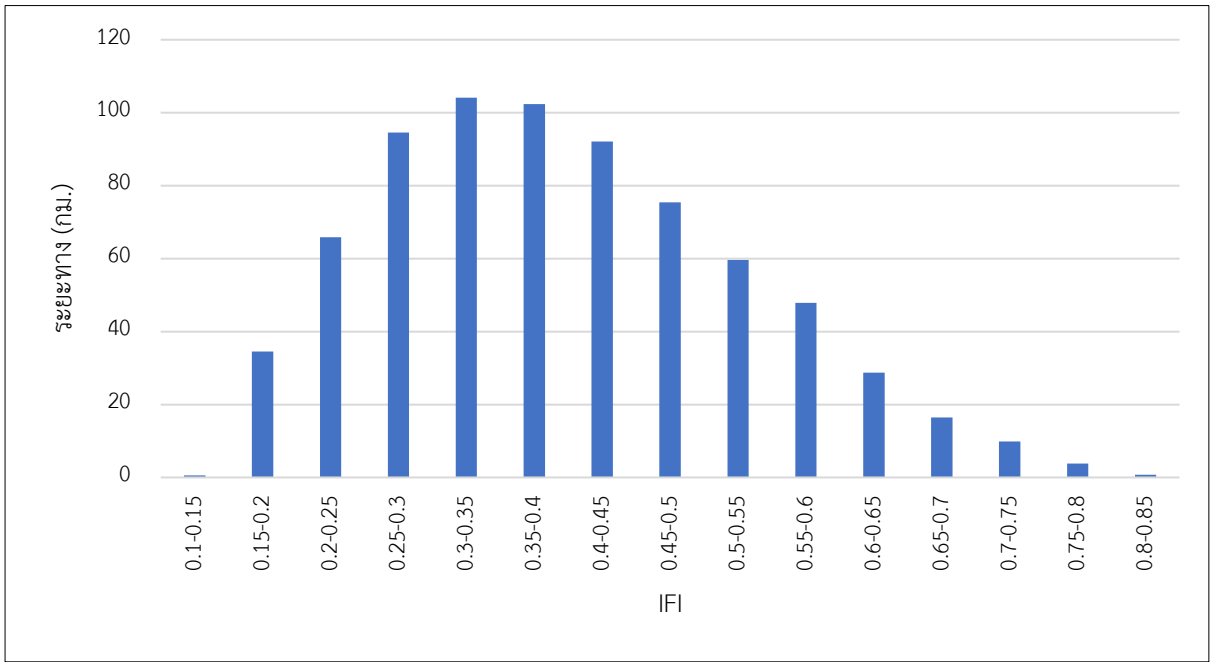
รูปที่ 4-5 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต



รูปที่ 4-6 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของผิวทางคอนกรีต

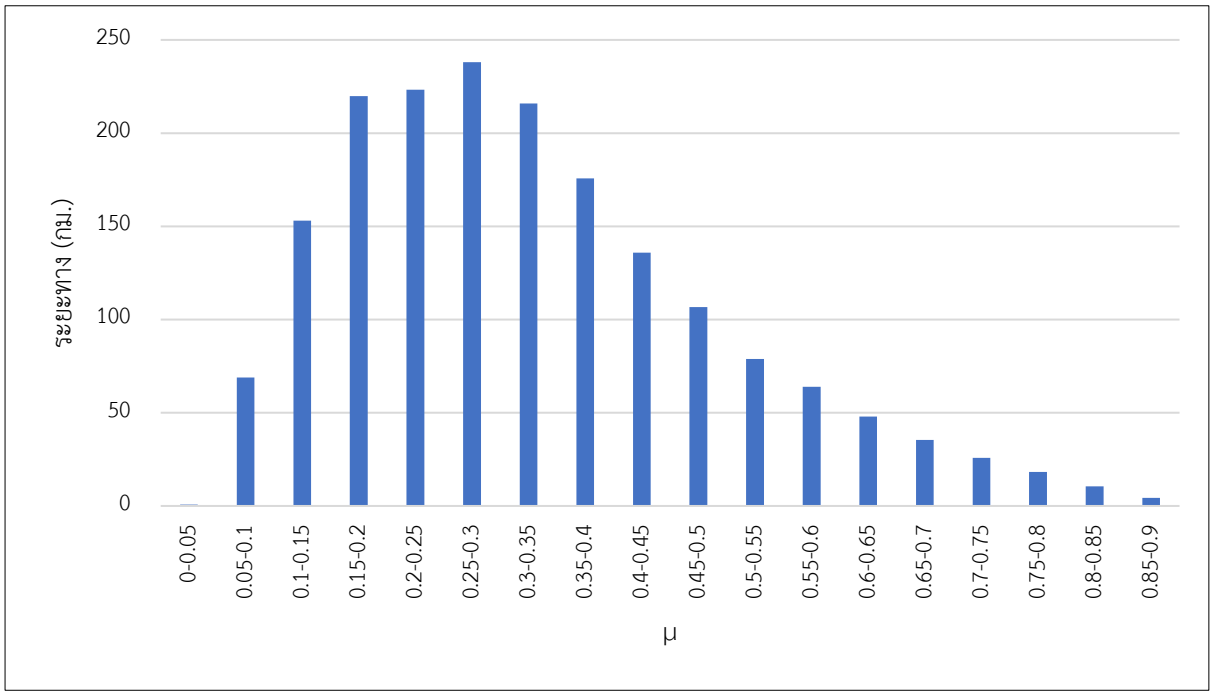


รูปที่ 4-7 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

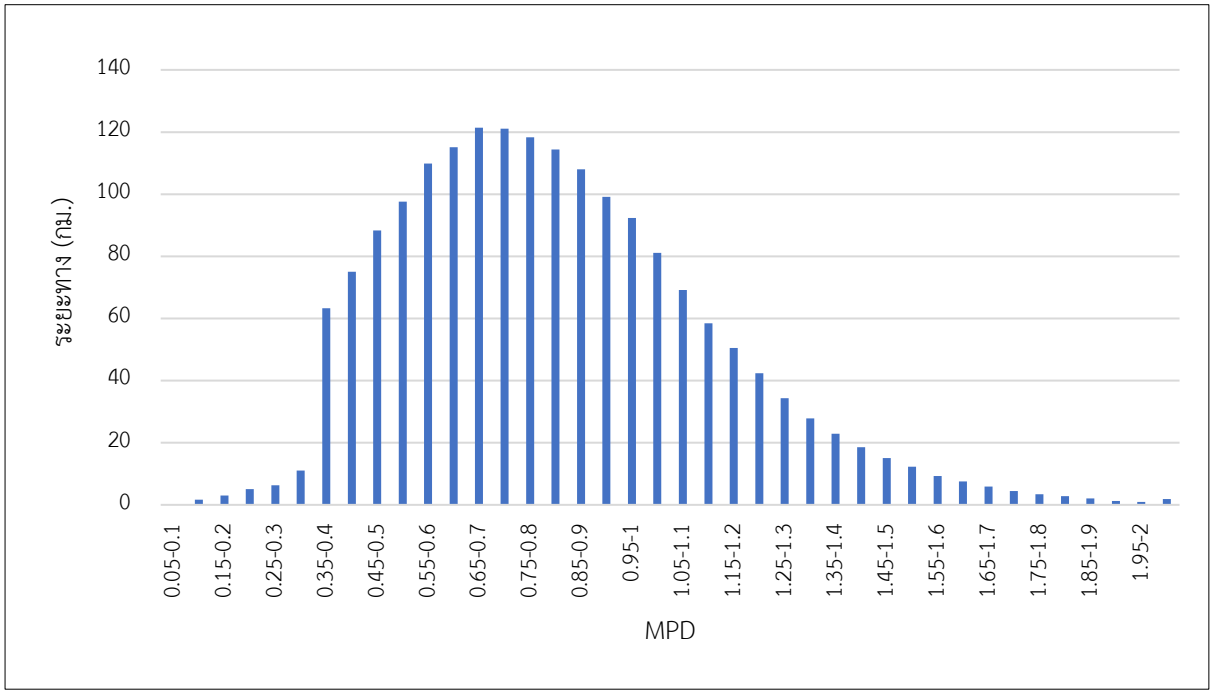


รูปที่ 4-8 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของผิวทางคอนกรีต

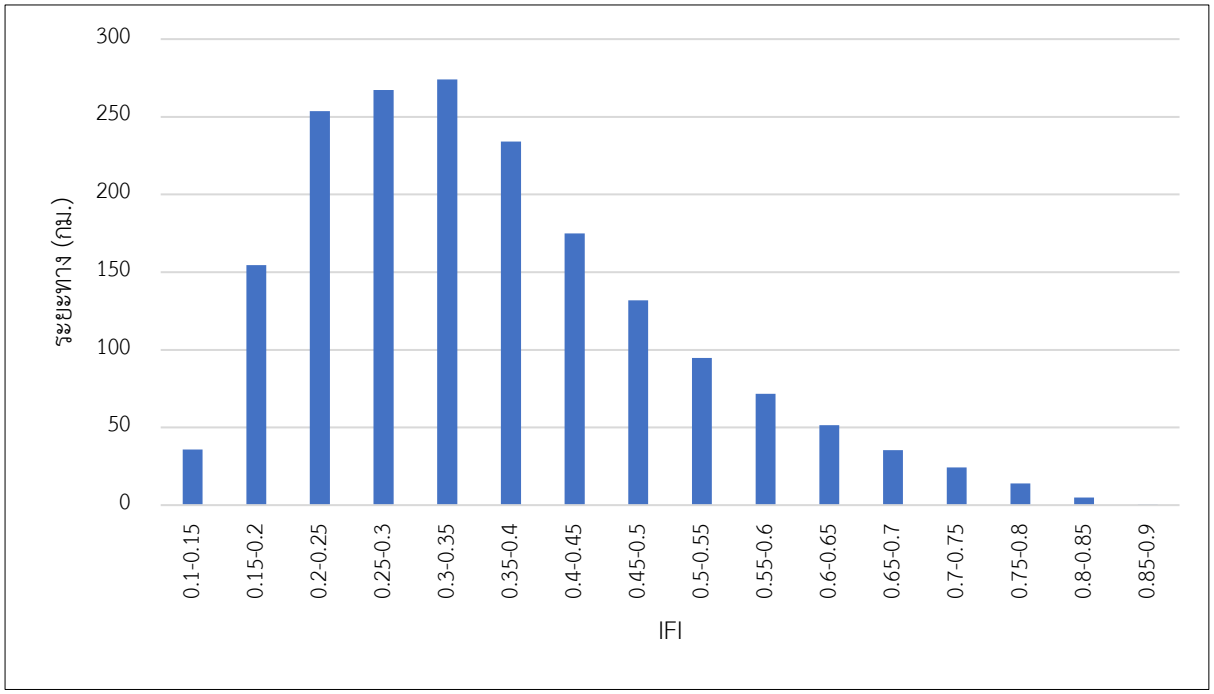
เมื่อพิจารณาตามขอบเขตของงานสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้



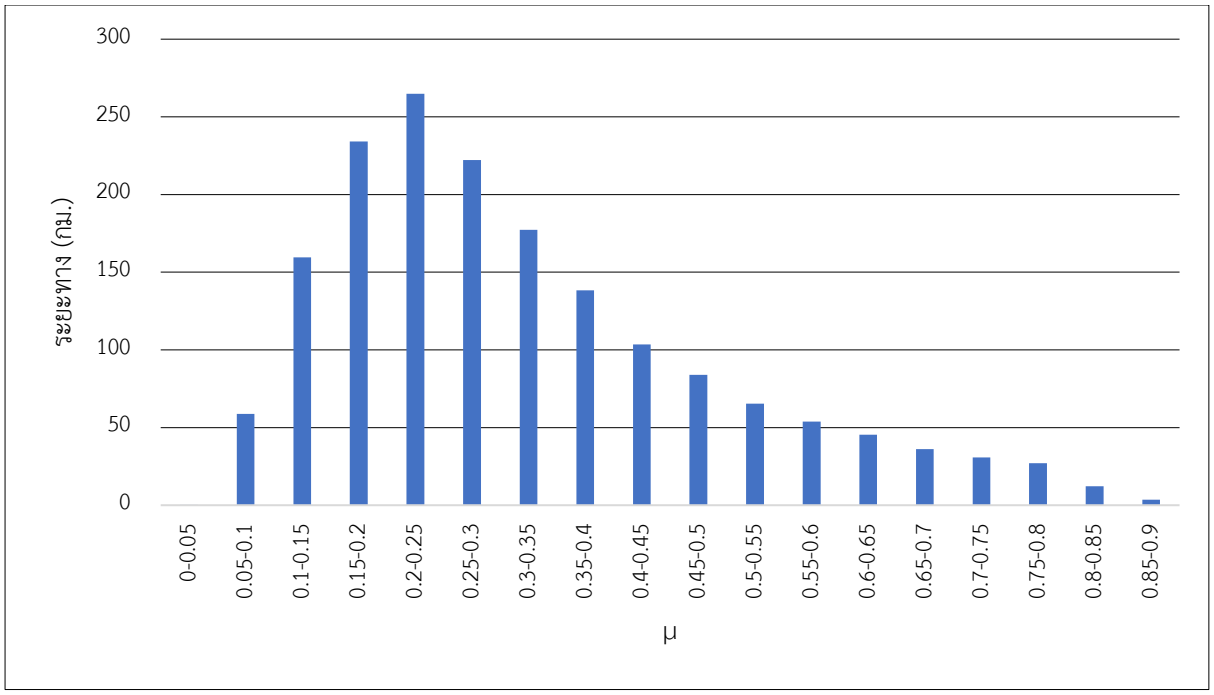
รูปที่ 4-9 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง



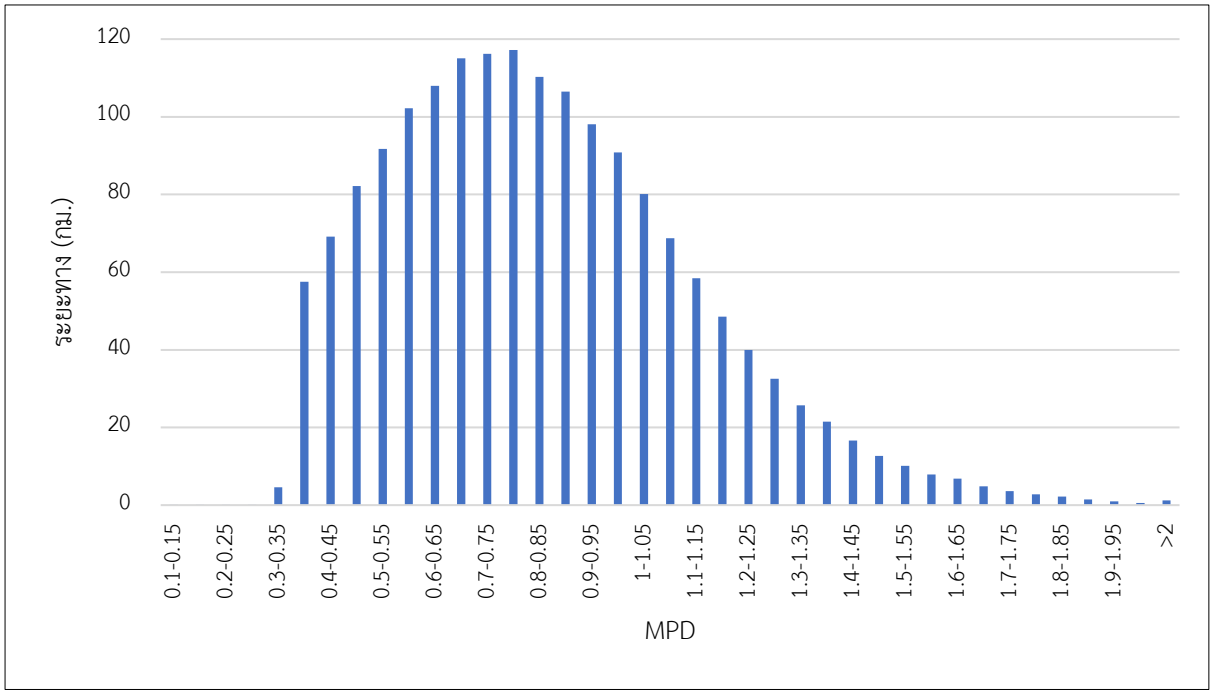
รูปที่ 4-10 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง



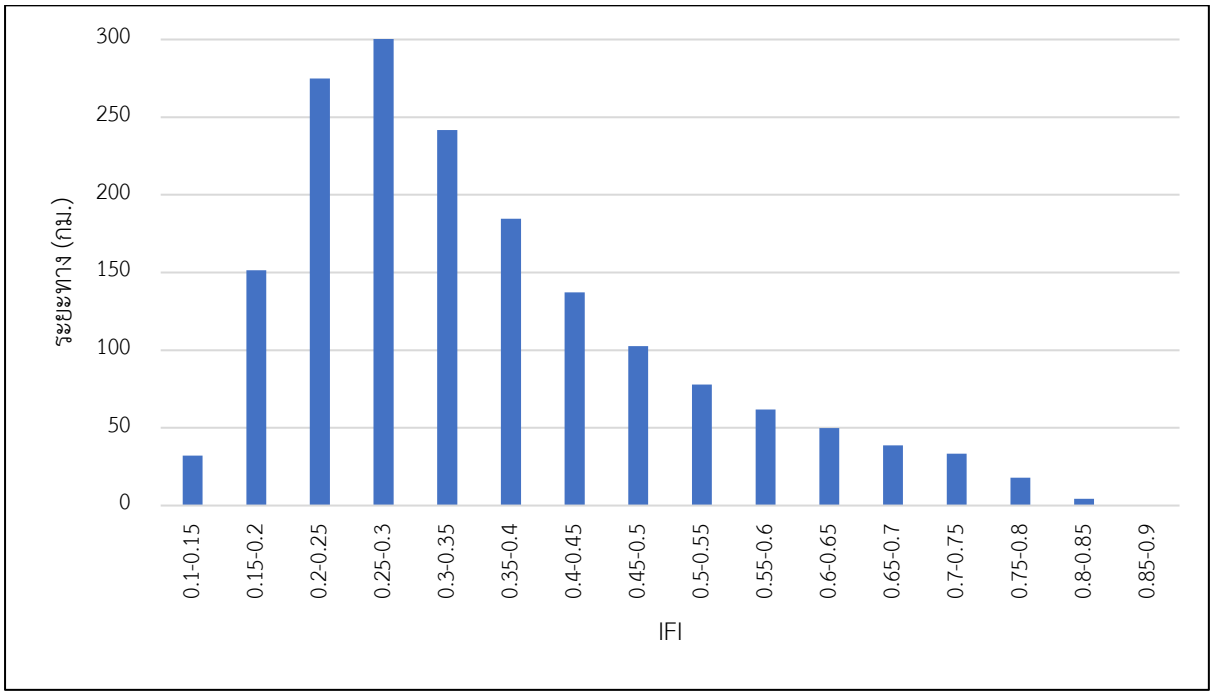
รูปที่ 4-11 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง



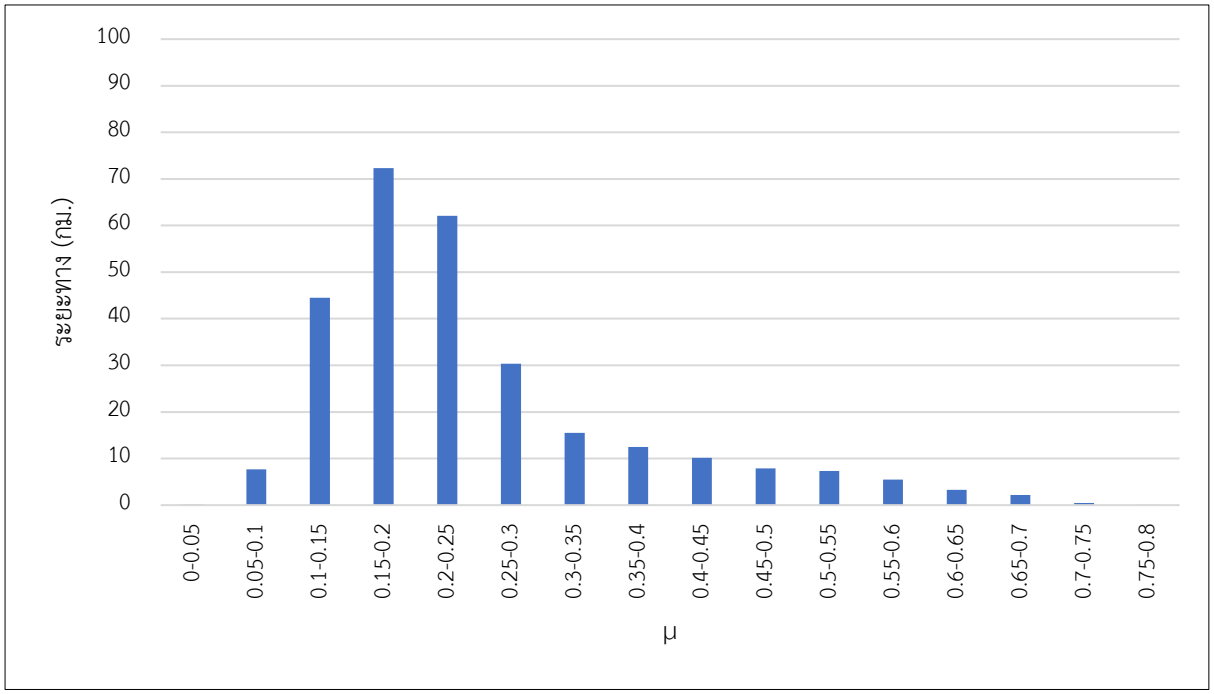
รูปที่ 4-12 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก



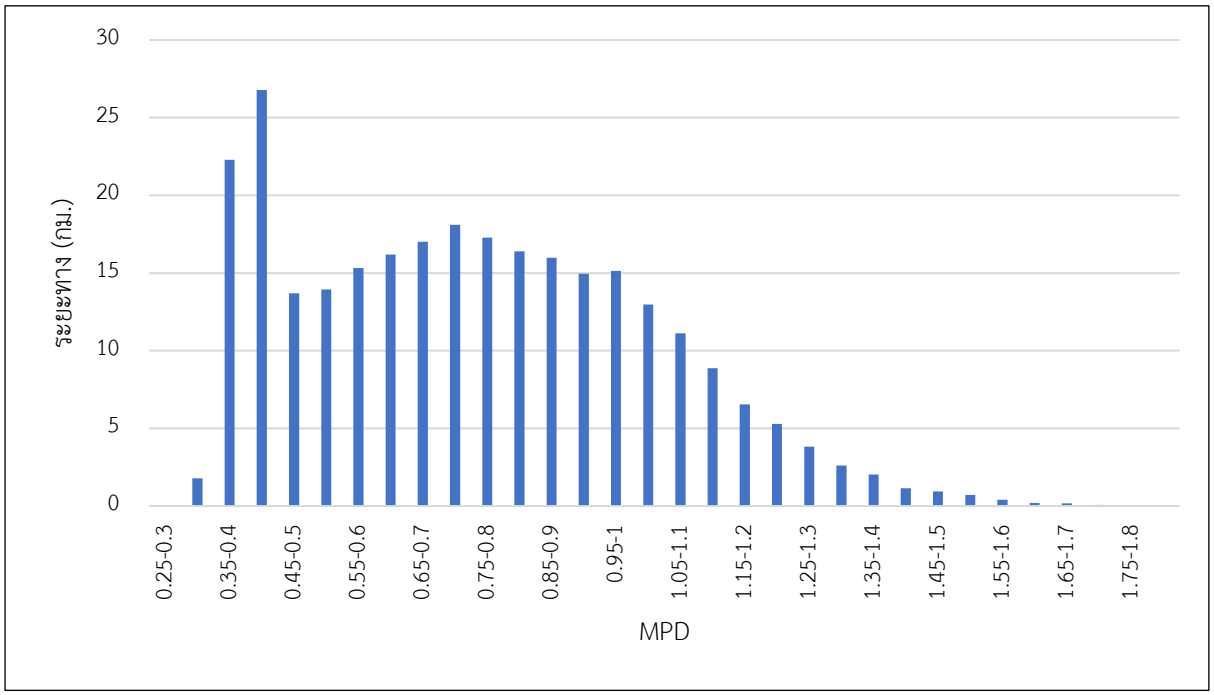
รูปที่ 4-13 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก



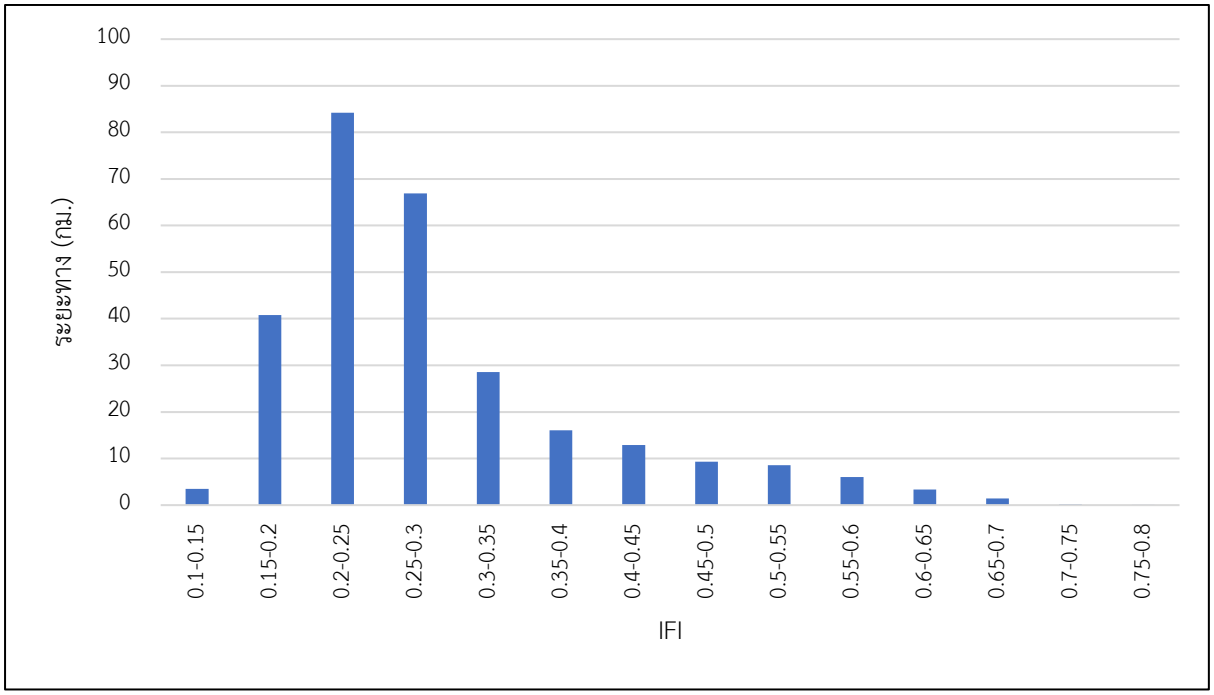
รูปที่ 4-14 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทาง
ที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก



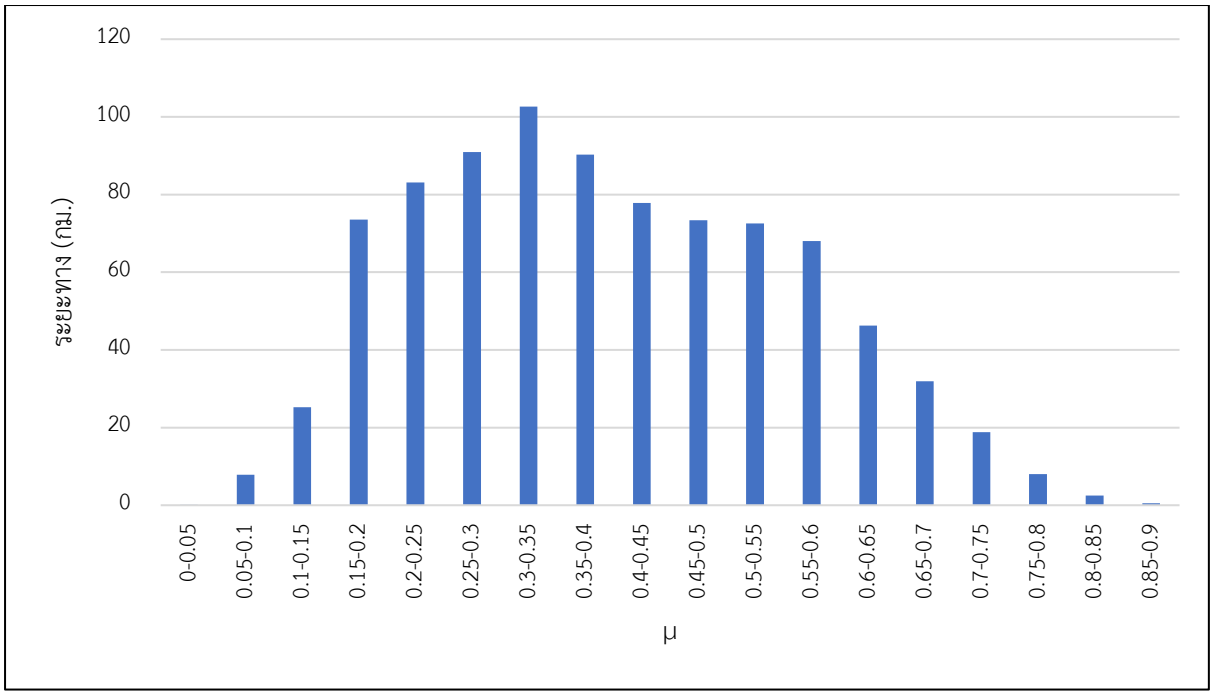
รูปที่ 4-15 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
ของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.



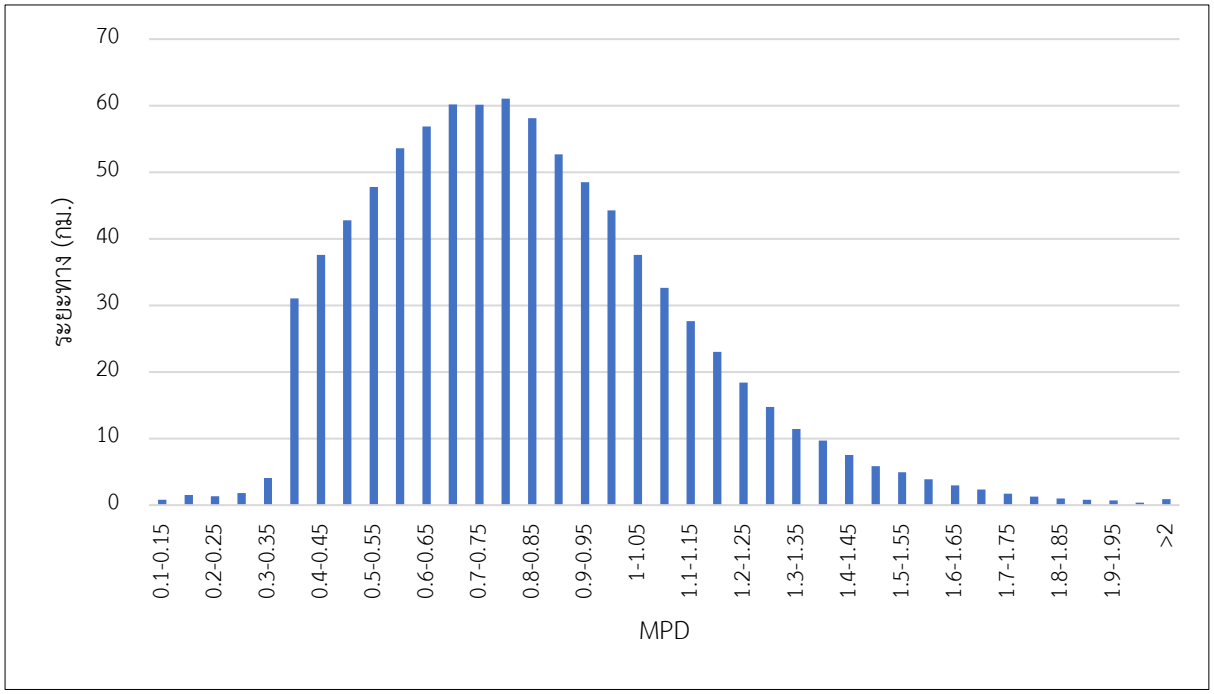
รูปที่ 4-16 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.



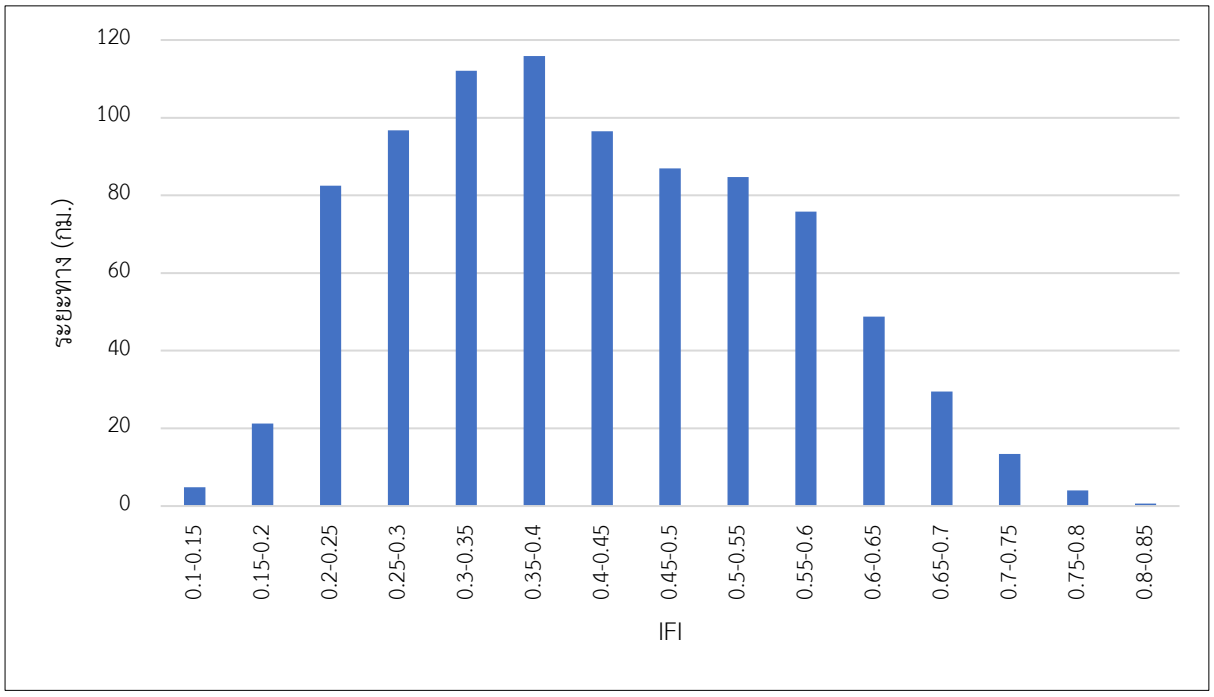
รูปที่ 4-17 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม.



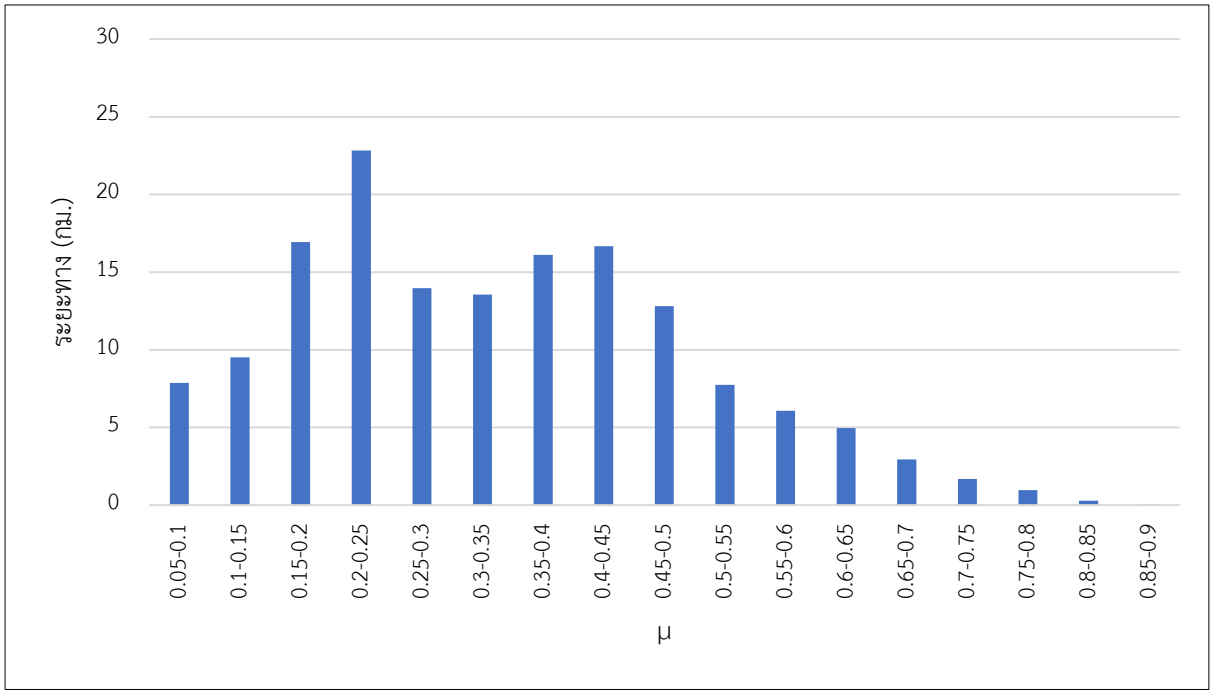
รูปที่ 4-18 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล



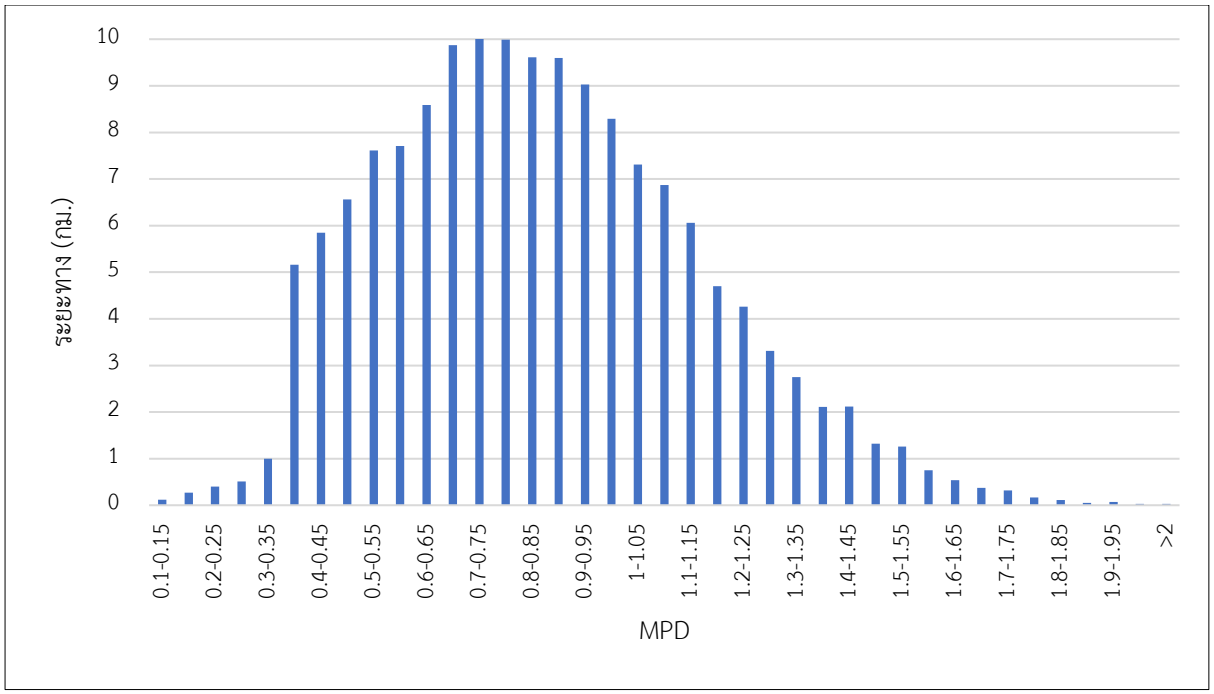
รูปที่ 4-19 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล



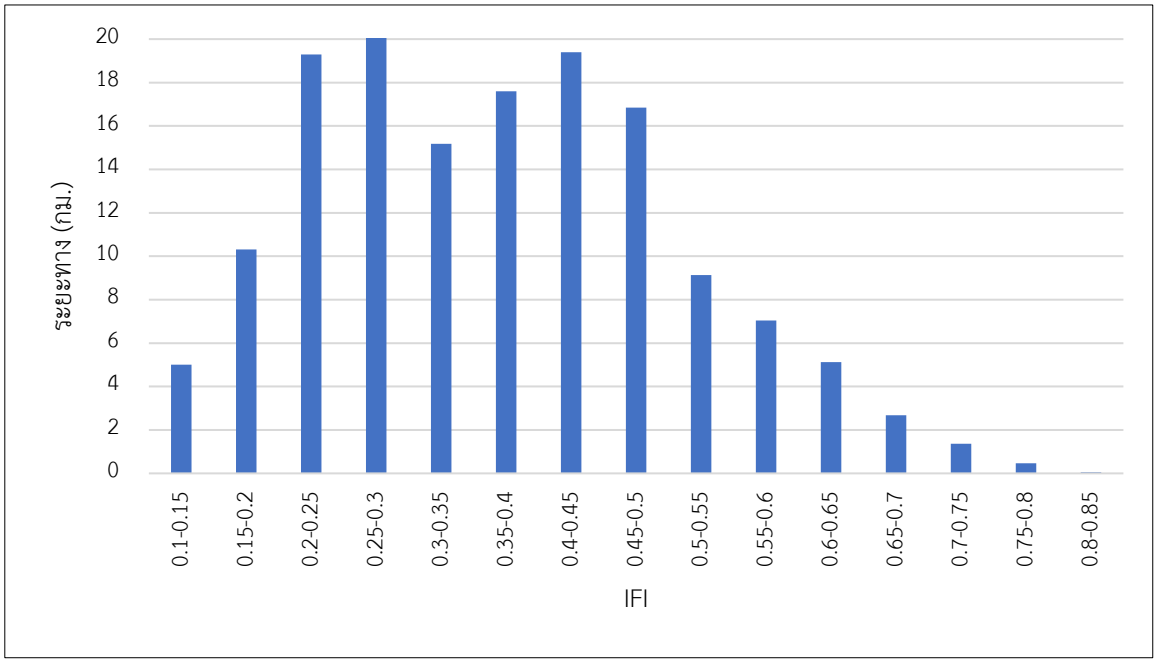
รูปที่ 4-20 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของสายทางประเภทต่าง ๆ
เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านการลื่นไถล



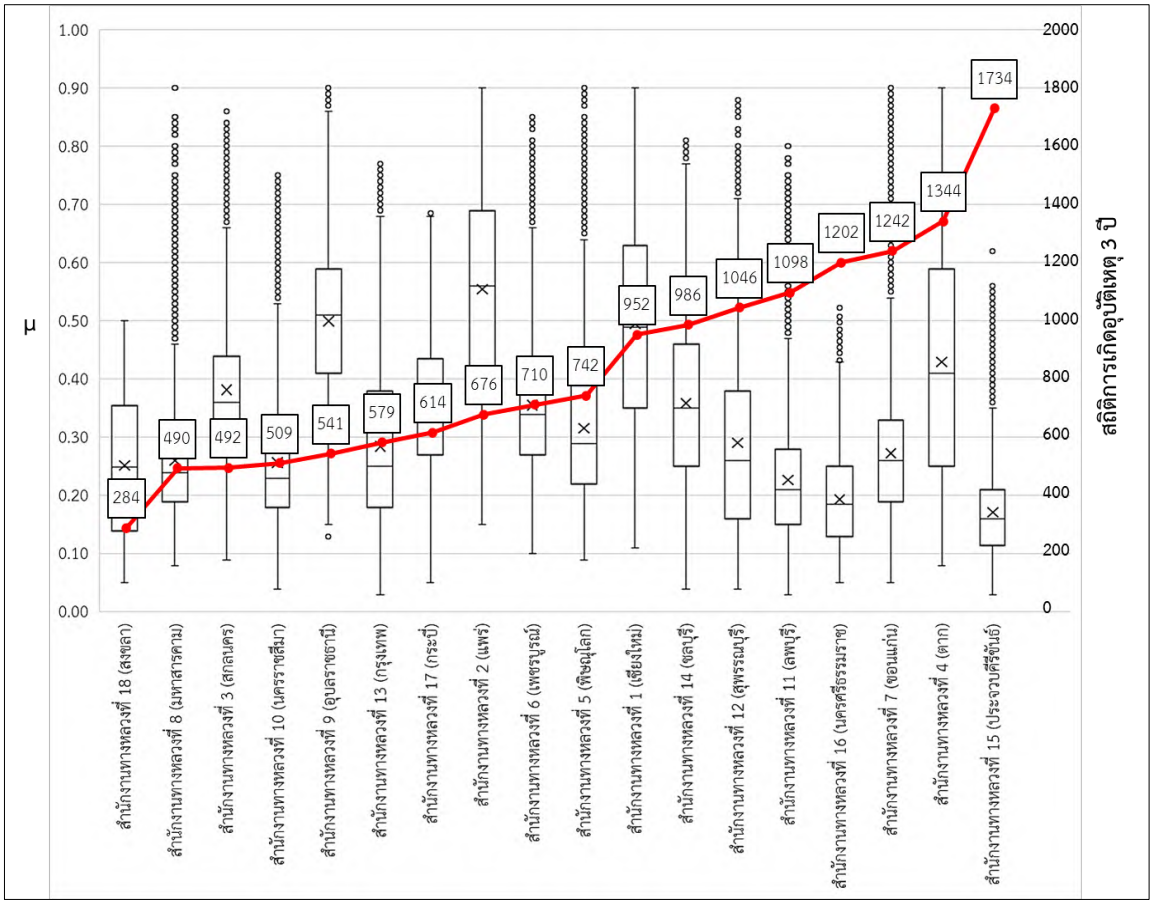
รูปที่ 4-21 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย



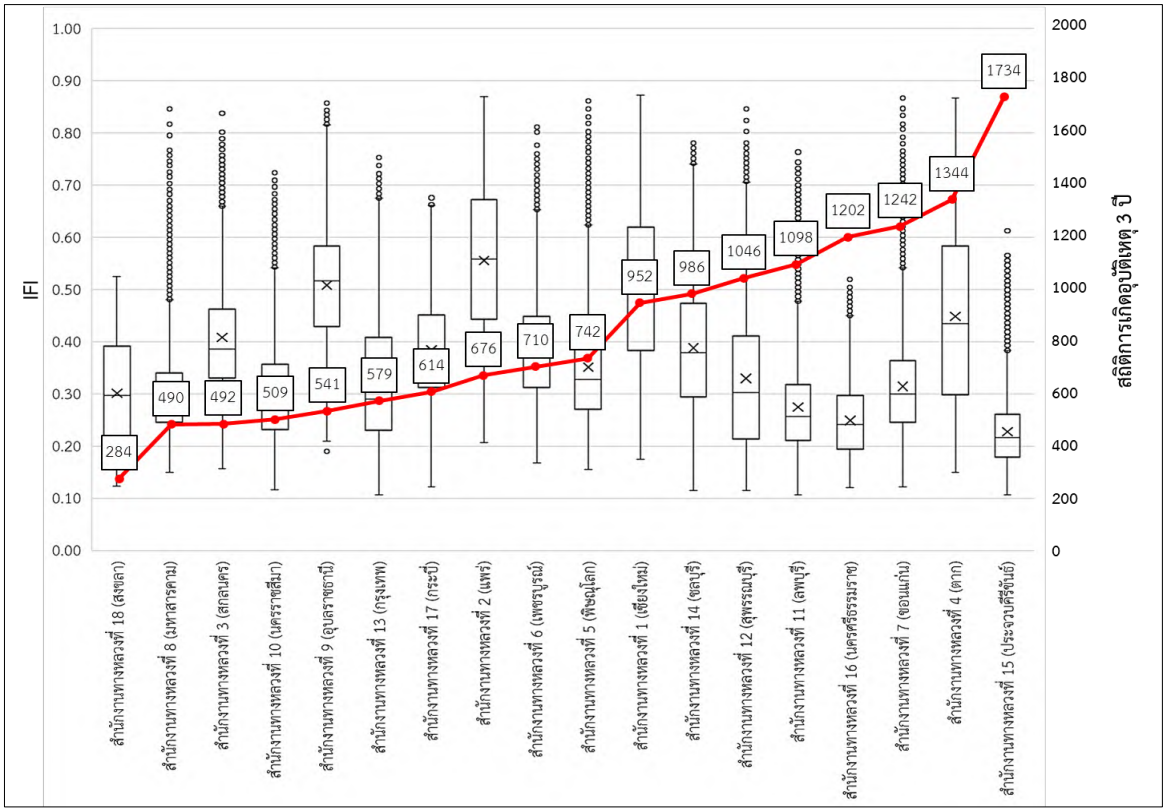
รูปที่ 4-22 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย



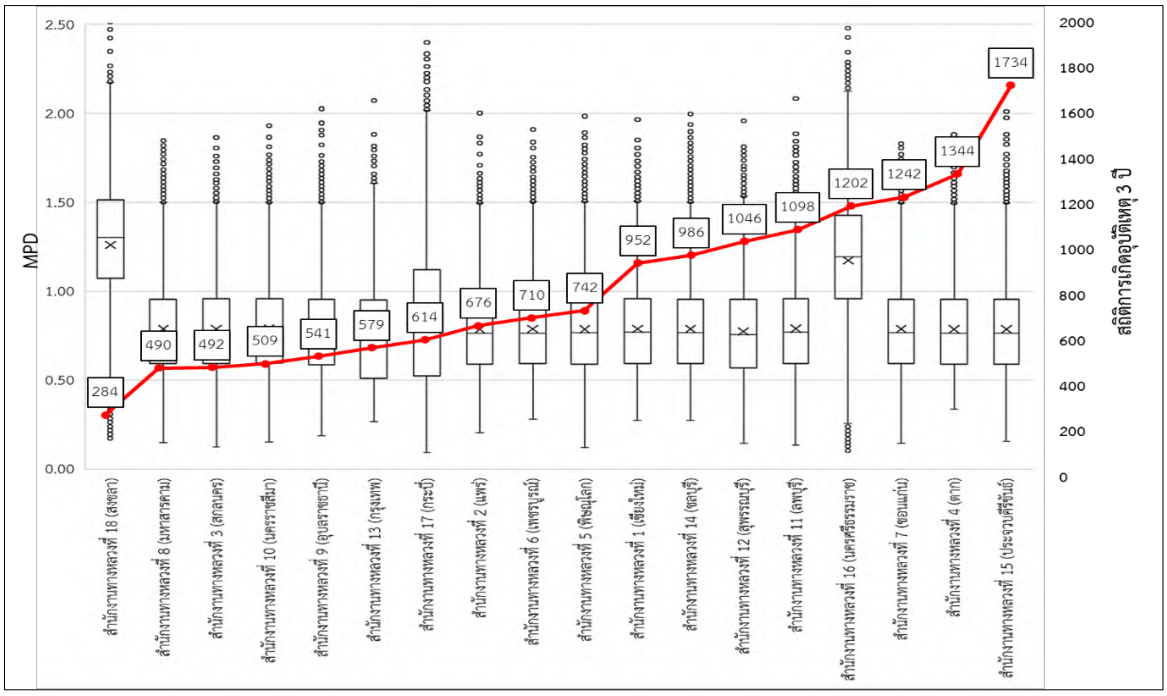
รูปที่ 4-23 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากลของพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย



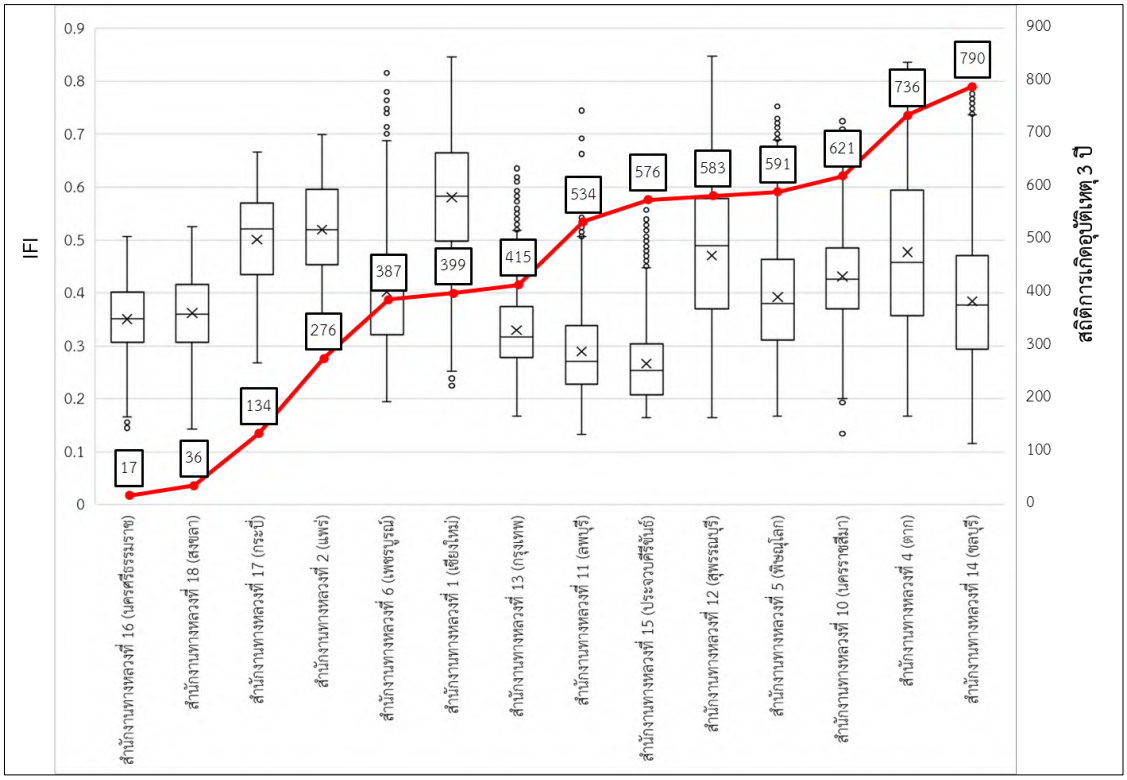
รูปที่ 4-24 การกระจายตัวของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
เทียบกับสถิติการเกิดอุบัติเหตุโดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง



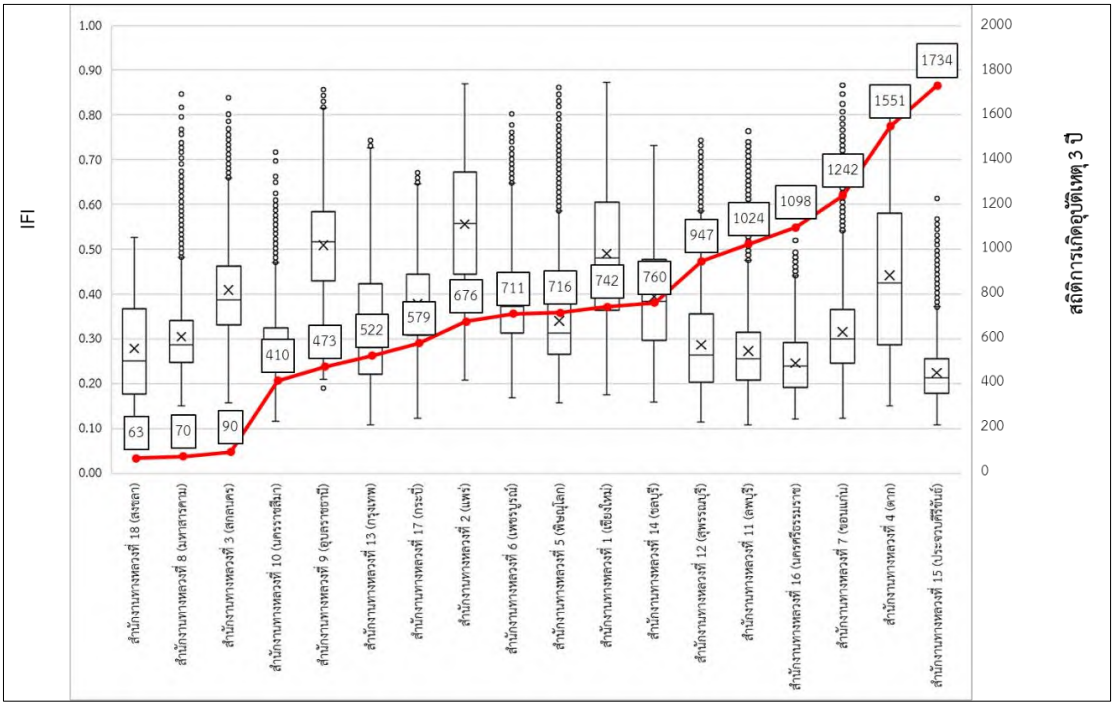
รูปที่ 4-25 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล
เทียบกับสถิติการเกิดอุบัติเหตุโดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง



รูปที่ 4-26 การกระจายตัวของค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง
เทียบกับสถิติการเกิดอุบัติเหตุโดยแบ่งตามสำนักงานทางหลวง



รูปที่ 4-27 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับสถิติการเกิดอุบัติเหตุของผิวทางคอนกรีต



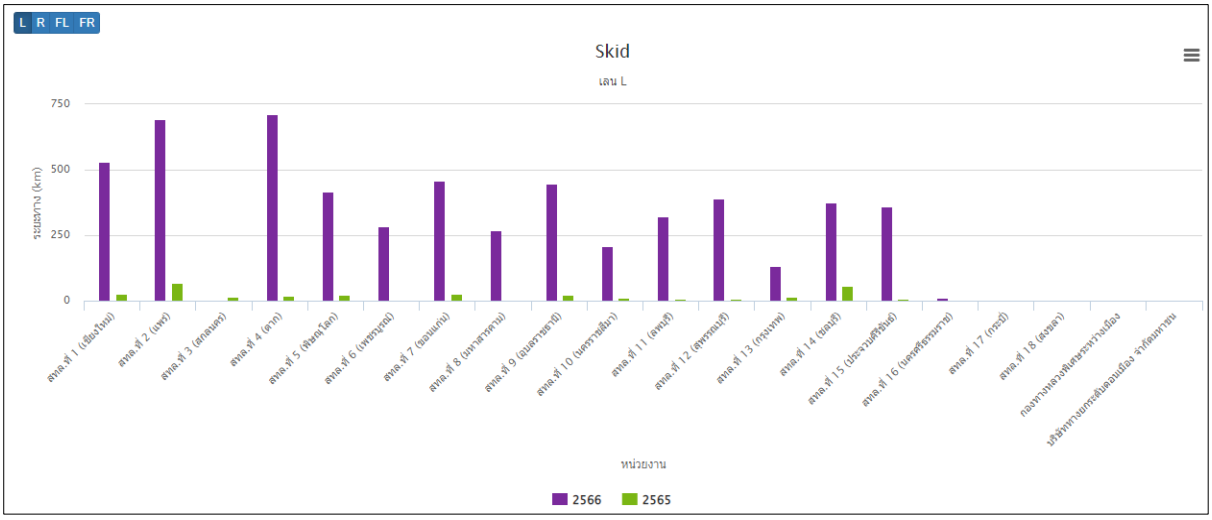
รูปที่ 4-28 การกระจายตัวของค่าดัชนีความเสียดทานสากล
กับสถิติการเกิดอุบัติเหตุของผิวทางแอสฟัลต์

4.3 การจัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง

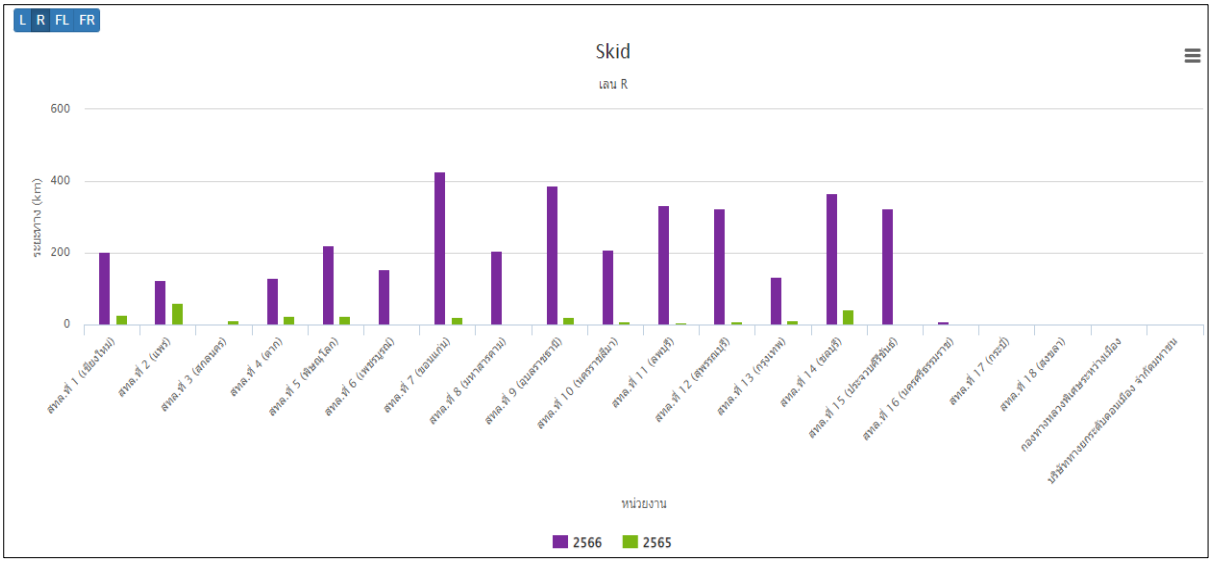
ที่ปรึกษาได้ดำเนินการนำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและค่าลักษณะผิวทางเฉลี่ยจัดเก็บเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวงไปแล้ว 4,052.60 กิโลเมตร และ 4,466.24 กิโลเมตร ตามลำดับ แสดงดังรายละเอียดไว้ในรายงานการตรวจสอบการนำเข้าระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System : MIIS)

ตารางที่ 4-3 นำค่าการลื่นไถลและค่าลักษณะผิวทางเฉลี่ยจัดเก็บเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2566)

สำนักงานทางหลวง	แผนการนำเข้า (กม.)	ผลการนำเข้า (กม.)	
		μ	MPD
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	304.83	304.83	304.83
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	261.54	261.54	261.54
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	166.06	166.06	166.06
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	199.28	199.28	199.28
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	334.41	334.41	334.41
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	264.02	264.02	264.02
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	327.52	327.52	327.52
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	227.14	227.14	227.14
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	308.11	308.11	308.11
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	608.06	608.06	608.06
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	359.68	359.68	359.68
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	295.78	295.78	295.78
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	197.88	197.88	197.88
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	527.69	527.69	527.69
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	400.98	400.98	400.98
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	319.45	319.45	319.45
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	210.54	210.54	210.54
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	81.68	81.68	81.68
กองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	97.60	97.60	97.60
รวมระยะทาง	5,492.26	5,492.26	5,492.26



รูปที่ 4-29 นำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานช่องจราจรซ้ายเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง



รูปที่ 4-30 นำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานช่องจราจรขวาเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง

บทที่ 5
แนวทางวิธีการวิเคราะห์ความปลอดภัยบนทางหลวง และแนวทางวิธีการเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ

5.1 การวิเคราะห์จุดเสี่ยงและปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ

โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย ได้นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสภาพผิวทางจากโครงการนี้และข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้จากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาจุดเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ โดยสายทางที่สำรวจตรวจสภาพทางออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ สายทางตามคำขอของ 18 สำนัก สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกจำนวนมาก, สายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานลื่นไถล และสายทางที่มีพื้นที่จุดเสี่ยงรวมกว่า 5,492.26 กิโลเมตร โดยได้ทำการบันทึกค่าพิกัด, ความเร็วขณะบันทึก, สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน, ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI), ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) และค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ในส่วนของข้อมูลอุบัติเหตุได้จาก HAIMS นั้น ได้แก่ รหัสอุบัติเหตุ ชื่อสายทาง พิกัด รหัสลักษณะการชน ความสูญเสีย ชนิดผิวทาง ลักษณะผิวทางขณะเกิดอุบัติเหตุและลักษณะเส้นทาง

5.1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์จุดเสี่ยง

ข้อมูลจุดเสี่ยงหรือจุดอันตรายจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2548) ได้นิยามไว้ว่าบริเวณบนโครงข่ายถนนที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อยครั้งและหรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นจุดที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขเนื่องจากการที่อุบัติเหตุเกิดขึ้นที่จุดเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง และหากมีลักษณะการเกิดที่คล้ายกัน มีความเป็นไปได้ที่จะมีสาเหตุหนึ่งจากความบกพร่องของถนนและสภาพแวดล้อม อีกทั้งสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (2546) ได้กำหนดค่าบริเวณอันตราย แสดงดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ค่ากำหนดจุดเสี่ยงหรือบริเวณอันตราย

บริเวณ	จำนวนอุบัติเหตุต่อ 3 ปี
ทางตรงและสะพาน	มากกว่า 4 ครั้ง
ทางโค้ง	มากกว่า 3 ครั้ง
ทางสี่แยก	มากกว่า 6 ครั้ง
ทางห้าแยก	มากกว่า 4 ครั้ง
ทางสามแยกและทางแยกอื่น ๆ	มากกว่า 5 ครั้ง

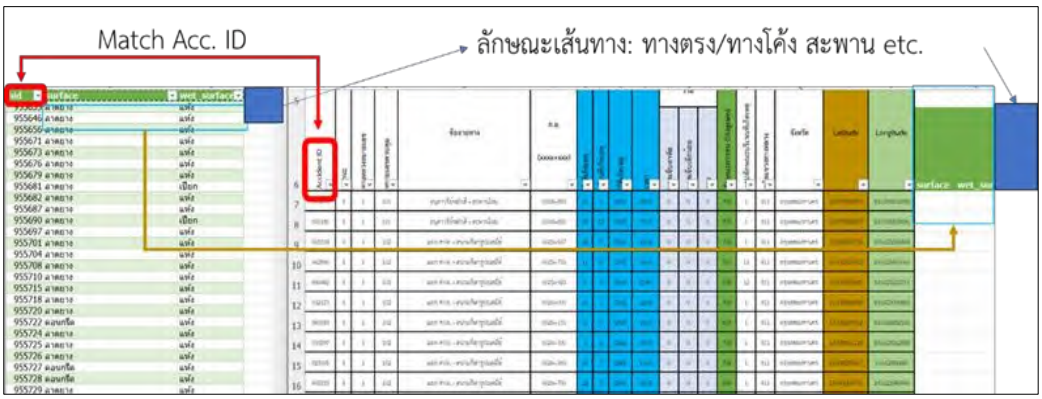
ในการนับจำนวนอุบัติเหตุ สำหรับทางโค้งกำหนดให้นับในบริเวณโค้งรวมถึงระยะตอนเข้าโค้งและออกโค้ง ข้างละ 50 เมตร สำหรับสะพานกำหนดให้นับระยะ 15 เมตรก่อนถึงเชิงลาดของสะพาน สำหรับทางแยกกำหนดให้นับครอบคลุมถึงระยะ 100 เมตร ของทุกขาของทางแยก อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลข้างต้นยังไม่พบนิยามของจุดเสี่ยงจากการลื่นไถล ทางที่ปรึกษาจึงกำหนดค่าเบื้องต้นในการวิเคราะห์จุดเสี่ยงอุบัติเหตุจากการลื่นไถล คือ จุดที่มีอุบัติเหตุมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้ง ต่อระยะเวลา 3 ปี ในระยะ 100 เมตร

ในการวิเคราะห์จุดเสี่ยงที่เกิดจากการลื่นไถลสำหรับโครงการนี้ได้นำข้อมูลอุบัติเหตุตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2562 – พ.ศ. 2564 มาเพื่อวิเคราะห์จุดเสี่ยง ร่วมกับข้อมูลสำรวจผิวทาง โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การรวบรวมข้อมูลจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)

จากการรวบรวมข้อมูลจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์ที่สามารถเข้าถึงได้ทั่วไปและข้อมูลจากระบบหลังบ้านของเว็บไซต์ พบว่า ข้อมูลที่ได้มีความไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผนวกรวมข้อมูลที่ได้จากทั้งสองที่มาเข้าด้วยกัน ด้วยการจับคู่รหัสอุบัติเหตุที่เหมือนกัน ดังนั้นข้อมูลอุบัติเหตุที่จะนำไปวิเคราะห์จึงเป็นข้อมูลทั้งประเทศที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2562 – พ.ศ. 2564 ในทุกลักษณะการชน

ข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์ที่สามารถเข้าถึงได้ทั่วไปมีข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ รหัสอุบัติเหตุ, ชื่อสายทาง, พิกัด, รหัสลักษณะการชน และความสูญเสีย ในส่วนข้อมูลจากระบบหลังบ้านของเว็บไซต์มีข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ รหัสอุบัติเหตุ, ชนิดผิวทาง, ลักษณะผิวทางขณะเกิดอุบัติเหตุ และลักษณะเส้นทาง จากการผนวกรวบข้อมูลทำให้ข้อมูลมีความครบถ้วนมากขึ้น และทำให้สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลอุบัติเหตุกับข้อมูลตัวแปรที่ได้จากการสำรวจผิวทางได้



รูปที่ 5-1 การผนวกรวมข้อมูลที่รวบรวมได้ด้วยการจับคู่รหัสอุบัติเหตุเดียวกัน

2. การคัดกรองอุบัติเหตุจากการลื่นไถล

จากข้อมูลอุบัติเหตุในข้อที่ 1 ที่ปรึกษาได้ทำการคัดกรองอุบัติเหตุที่มีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่มีสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากการลื่นไถลเนื่องจากความเสียดทาน ได้แก่ ข้อมูลอุบัติเหตุที่มีรหัส 300 – 310, 604, 700 – 710 และ 800 – 806 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 รหัสและลักษณะการชนที่มีสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากการลื่นไถลเนื่องจากความเสียดทาน

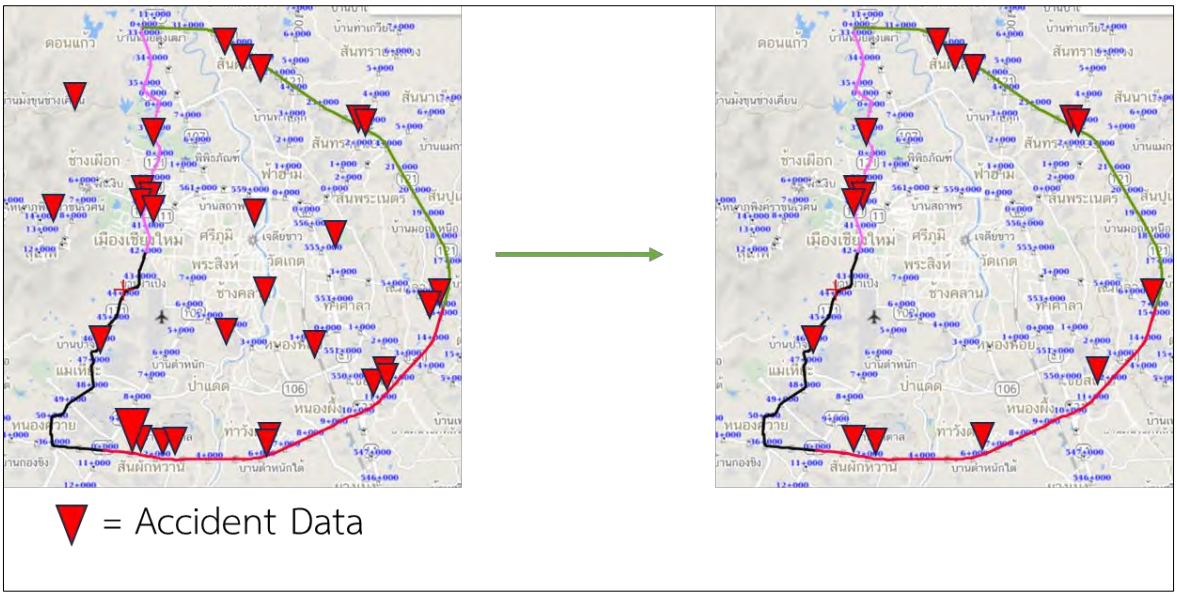
ลำดับ	ลักษณะการชน	รหัส	คำอธิบาย
1	ชนกันบนถนนในทิศทางเดียวกัน (Vehicle from one direction)	300	อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการชนในทิศทางเดียวกัน
2		301	ชนท้าย
3		302	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวซ้าย
4		303	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวขวา
5		304	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวกลับรถ
6		305	รถที่วิ่งคู่กันมาเฉี่ยวชนกัน
7	ชนกันบนถนนในทิศทางเดียวกัน (Vehicle from one direction)	306	ถูกชนจากรถที่เปลี่ยนช่องทางขวา
8		307	ถูกชนจากรถที่เปลี่ยนช่องทางซ้าย
9		308	รถทางตรงหรือรถเลี้ยวขวาชนกับรถเลี้ยวขวา (จากทิศทางเดียวกัน)
10		309	รถทางตรงหรือรถเลี้ยวซ้ายชนกับรถเลี้ยวซ้าย (จากทิศทางเดียวกัน)
11		310	ชนรถที่กำลังเปลี่ยนช่องจราจร
12	อุบัติเหตุบนทาง (On Path)	604	ชนสิ่งก่อสร้างถาวร เช่น สะพาน ราวเหล็ก
13	อุบัติเหตุนอกทางบนทางตรง (Off Path on Straight)	700	อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับนอกทางบนทางตรง
14		701	เสียหลักตกถนนทางด้านซ้าย
15		702	เสียหลักตกถนนทางด้านขวา
16		703	เสียหลักตกถนนทางด้านซ้าย ชนถาวรวัตถุ
17		704	เสียหลักตกถนนทางด้านขวา ชนถาวรวัตถุ
18		705	เสียหลักไปอยู่ช่องจราจรอื่น ๆ
19		706	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางตรงขณะเลี้ยวซ้ายเข้าทางเชื่อม
20		707	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางตรงขณะเลี้ยวขวาเข้าทางเชื่อม
21		708	ชนเกาะกลางถนน รวมถึงเสาไฟ ฯลฯ
22		709	เสียหลักตกถนนเนื่องจากหลบรถในทิศทางตรงข้ามวิ่งคู่กันมา
23		710	เสียหลักแล้วปีนข้ามเกาะกลางถนน

ตารางที่ 5-2 รหัสและลักษณะการชนที่มีสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากการลื่นไถลเนื่องจากความเสียดทาน (ต่อ)

ลำดับ	ลักษณะการชน	รหัส	คำอธิบาย
24	อุบัติเหตุนอกทางโค้ง (Off path on curve)	800	อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนอกทางบนทางโค้ง
25		801	เสียหลักตกถนนขณะวิ่ง บนทางโค้งขวา
26		802	เสียหลักตกถนนขณะวิ่ง บนทางโค้งซ้าย
27		803	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งขวา ชนเสาไฟ ต้นไม้ ฯลฯ
28		804	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งซ้าย ชนเสาไฟ ต้นไม้ ฯลฯ
29		805	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางโค้งซ้ายขณะเลี้ยงเข้าทางเชื่อม
30		806	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางโค้งขวาขณะเลี้ยงเข้าทางเชื่อม

3. การคัดกรองข้อมูลให้สัมพันธ์กับข้อมูลสำรวจ

ข้อมูลอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 นั้นเป็นข้อมูลที่กระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศตามสายทางที่รับผิดชอบของกรมทางหลวง เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการวิเคราะห์จึงเป็นต้องทำการคัดกรองอุบัติเหตุที่ไม่อยู่ในสายทางที่ทำการสำรวจผิวจราจรออกไป อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ข้อมูลอุบัติเหตุของปี พ.ศ. 2562 ถูกคัดออกไปจนหมดเนื่องจากไม่มีส่วนทับซ้อนกับข้อมูลการสำรวจ

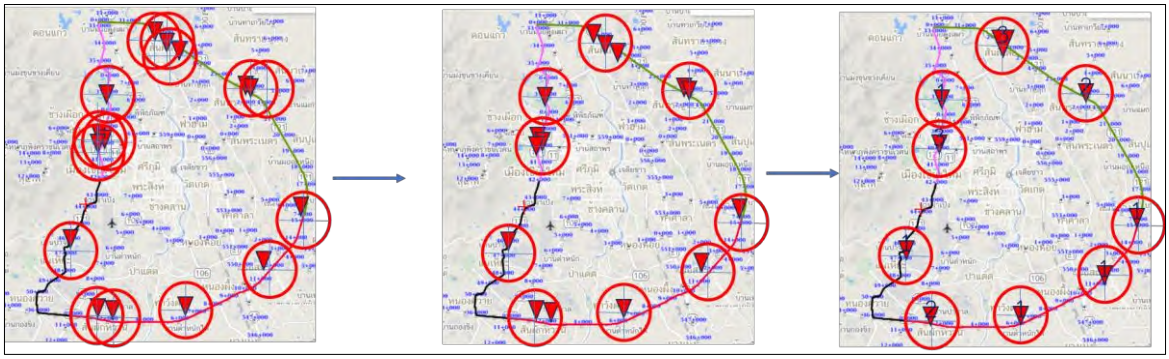


รูปที่ 5-2 การคัดกรองอุบัติเหตุที่ไม่อยู่ในพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจผิวทางจราจรออกไป

เมื่อได้จุดเกิดอุบัติเหตุที่อยู่ในสายทางที่ทำการสำรวจแล้ว จึงทำการผนวกรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน, ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI), ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) และค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) จำนวน 10 จุดข้อมูลหรือระยะทางประมาณ 100 เมตร ก่อนถึงจุดเกิดอุบัติเหตุ โดยทำการเฉลี่ยค่าตัวแปรที่ได้จากการสำรวจทั้ง 10 จุดข้อมูล และทำการบันทึกเป็นฐานข้อมูลใหม่ที่มีข้อมูลอุบัติเหตุจากการลื่นไถลและข้อมูลจากการสำรวจอยู่ร่วมกัน

4. การวิเคราะห์และประเมินจุดเสี่ยง

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และประเมินจุดเสี่ยง ที่ปรึกษาได้ทำการสร้างวงกลมรัศมี 100 เมตร ขึ้นสำหรับทุกจุดอุบัติเหตุ และนับจำนวนการซ้อนทับของวงกลมในระยะ 100 เมตร เป็นจำนวนการเกิดอุบัติเหตุแต่ละจุด และนำค่าที่ได้จากการสำรวจของแต่ละจุดอุบัติเหตุมาเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของจุดเสี่ยงนั้น ๆ

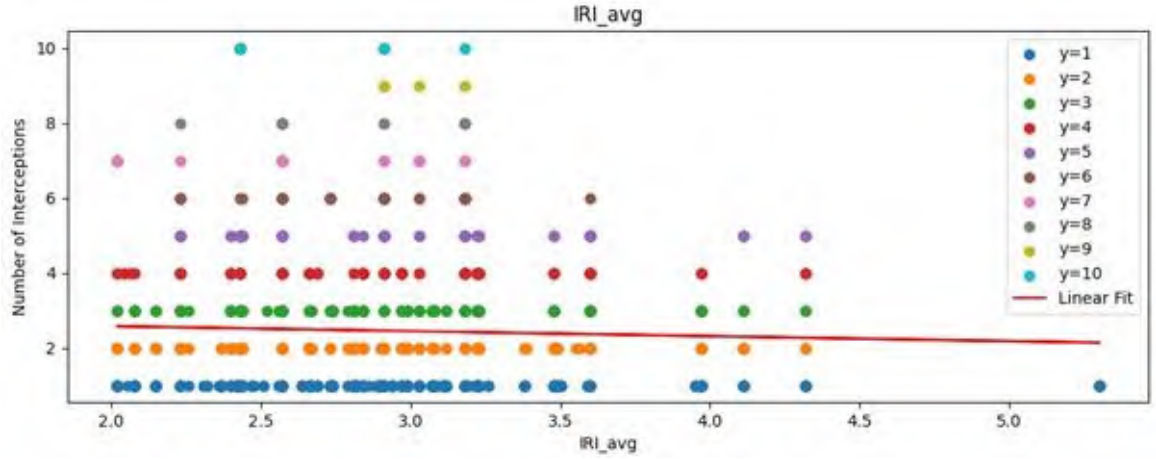


รูปที่ 5-3 การวิเคราะห์และประเมินจุดเสี่ยง

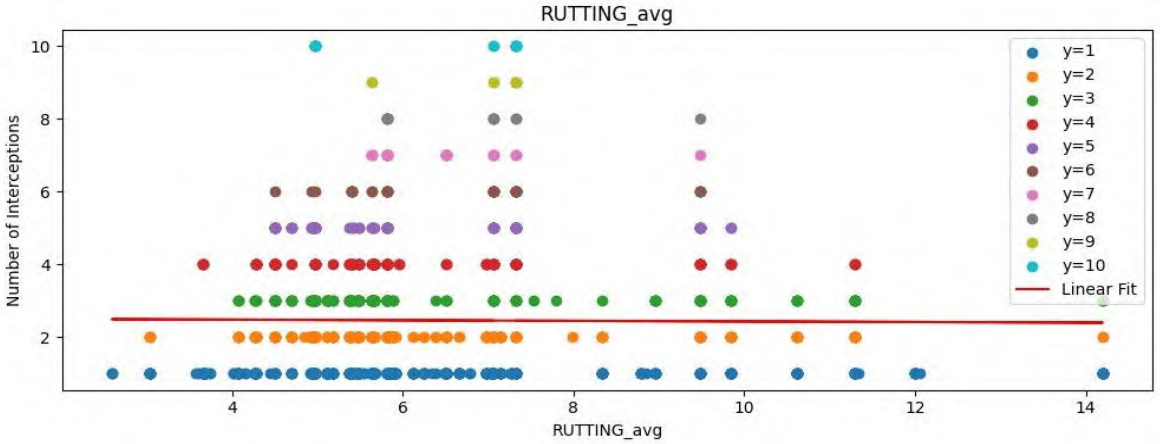
ข้อมูลทั้งสองส่วนประกอบของพิกัดเช่นเดียวกัน ดังนั้นที่ปรึกษาจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Data) โดยกำหนดข้อมูลลงบนแผนที่ของ Google Maps เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นที่ปรึกษาได้ทำการกำหนดพิกัดลงบนแผนที่

5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ

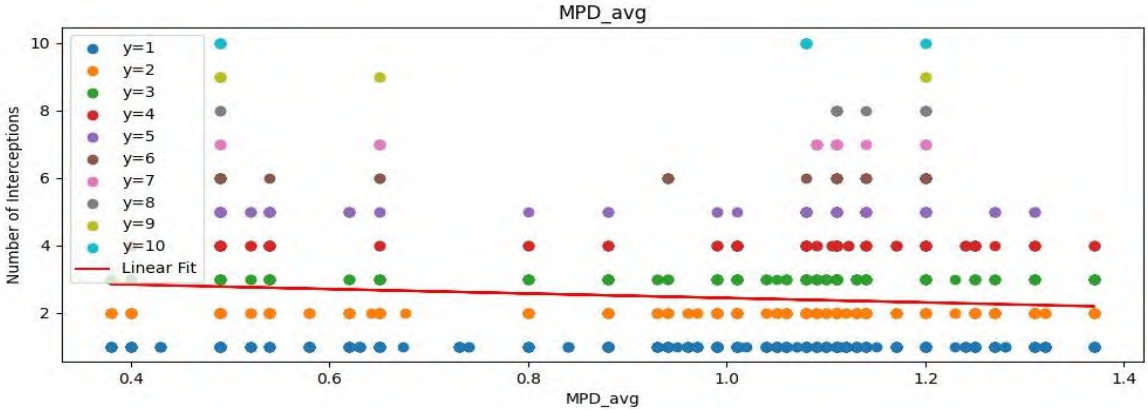
เมื่อทำการวิเคราะห์จุดเสี่ยงแล้วเสร็จ สามารถสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงกับค่าตัวแปรที่บันทึกได้จากการสำรวจ โดยจุดเสี่ยงจะแสดงบนแกนตั้งมีหน่วยเป็นจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่อสองปี (Number of Accidents/Blackspot/2 years) และแกนนอนเป็นค่าตัวแปรที่สามารถบันทึกได้จากการสำรวจ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน, ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI), ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) และค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ในหัวข้อนี้ข้อมูลอุบัติเหตุที่นำมาวิเคราะห์เป็นอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลในทุกกลุ่มสายทาง ลักษณะเส้นทางของการเกิดอุบัติเหตุเป็นทั้งทางตรงและทางโค้ง รวมถึงลักษณะพื้นผิวขณะเกิดอุบัติเหตุเป็นทั้งแบบเปียกและแบบแห้ง



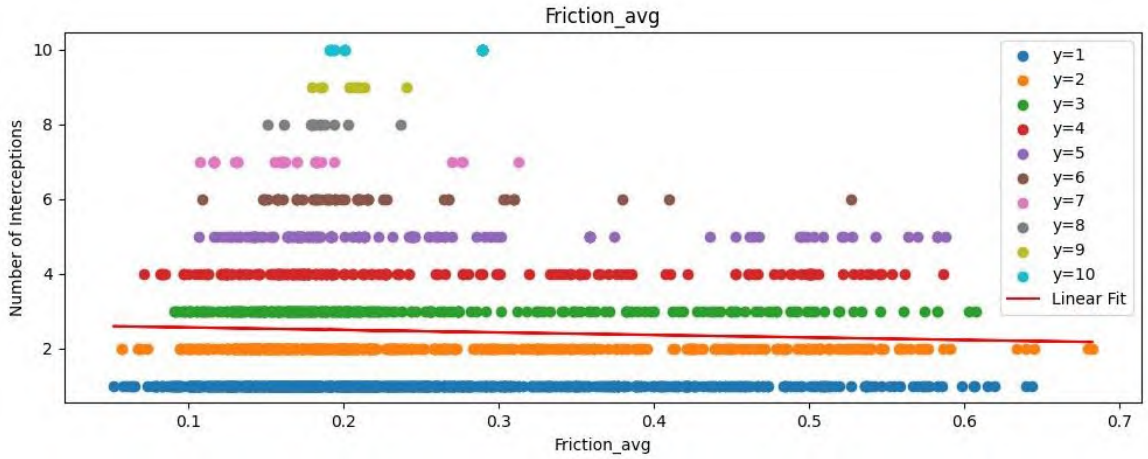
รูปที่ 5-4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง
กับค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI)



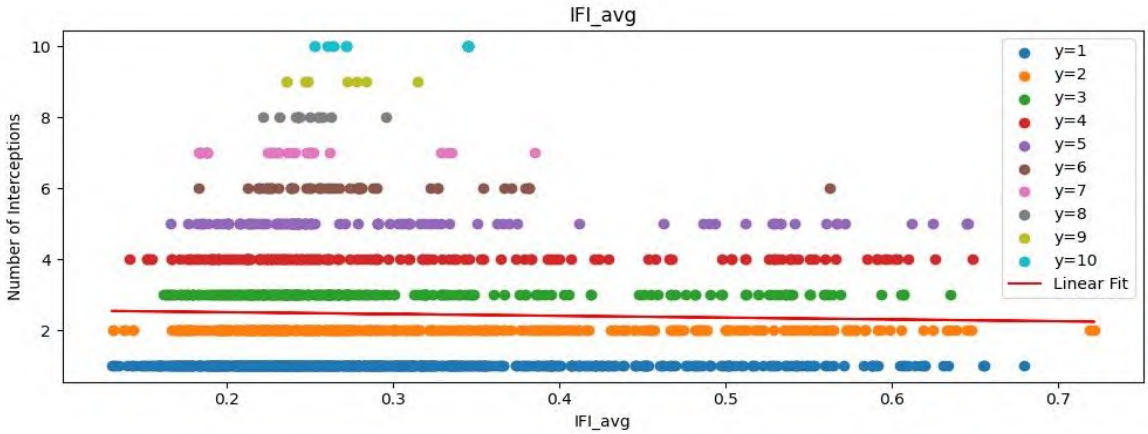
รูปที่ 5-5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง
กับค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth)



รูปที่ 5-6 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง
กับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)



รูปที่ 5-7 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง
กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน



รูปที่ 5-8 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง
กับค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI)

จากรูปที่ 5-4 ที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่ำกว่า 5 อุบัติเหตุเกิดได้ทุกย่านค่า IRI แต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงมากกว่า 5 ครั้ง พบว่า จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ค่า IRI น้อยกว่า 3.6

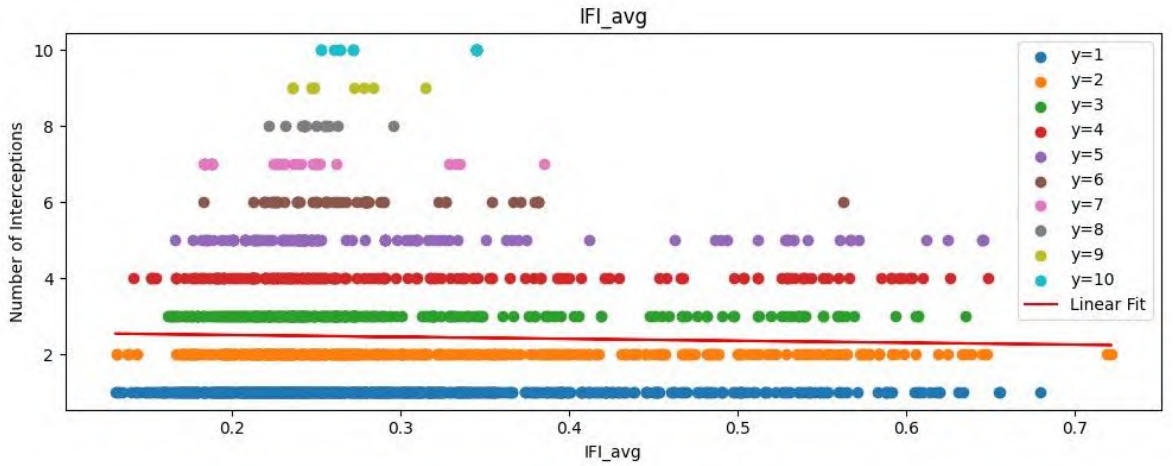
จากรูปที่ 5-5 ที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่ำกว่า 5 อุบัติเหตุเกิดได้ทุกย่านค่า Rutting แต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงมากกว่า 5 ครั้ง พบว่า จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ช่วงค่า Rutting เท่ากับ 4.5 – 7.0 และ 9.5 – 10.0

จากรูปที่ 5-6 ที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่ำกว่า 5 อุบัติเหตุเกิดได้ทุกย่านค่า MPD แต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงมากกว่า 5 ครั้ง พบว่า จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ช่วงค่า MPD เท่ากับ 0.5 - 0.7 และ 0.9 - 1.2

จากรูปที่ 5-7 ที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่ำกว่า 5 อุบัติเหตุเกิดได้ทุกย่านค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานแต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงมากกว่า 5 ครั้ง พบว่า จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานน้อยกว่า 0.55

จากรูปที่ 5-8 ที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่ำกว่า 5 อุบัติเหตุเกิดได้ทุกย่านค่าดัชนีความเสียดทานสากลแต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงมากกว่า 5 ครั้ง พบว่า จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ค่าดัชนีความเสียดทานสากลน้อยกว่า 0.57

จากการแปลผลข้างต้นจะสังเกตได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานรวมถึงค่าดัชนีความเสียดทานสากล มีแนวโน้มชัดเจนที่จำนวนอุบัติเหตุน้อยกว่า 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี สามารถเกิดได้ทุกย่านของค่าตัวแปร แต่เมื่อพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุมากกว่า 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี พบว่า อุบัติเหตุจะเกิดที่ค่าตัวแปรต่ำกว่า 0.55 และ 0.57 เท่านั้น สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและค่าดัชนีความเสียดทานสากลตามลำดับ จากแนวโน้มของข้อมูลนี้ทำให้สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็นจตุรภาค (Quadrant) โดยให้แกนตั้งแบ่งข้อมูลจตุรภาคที่ 1 (Q1) กับจตุรภาคที่ 2 (Q2) โดยมีเกณฑ์คือการมีอยู่ของข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่อสองปี ส่วนแกนนอนนั้นแบ่งที่จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงต่อสองปี เท่ากับ 5 โดยจะวิเคราะห์แบบจตุรภาคเฉพาะแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงกับค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่านั้น

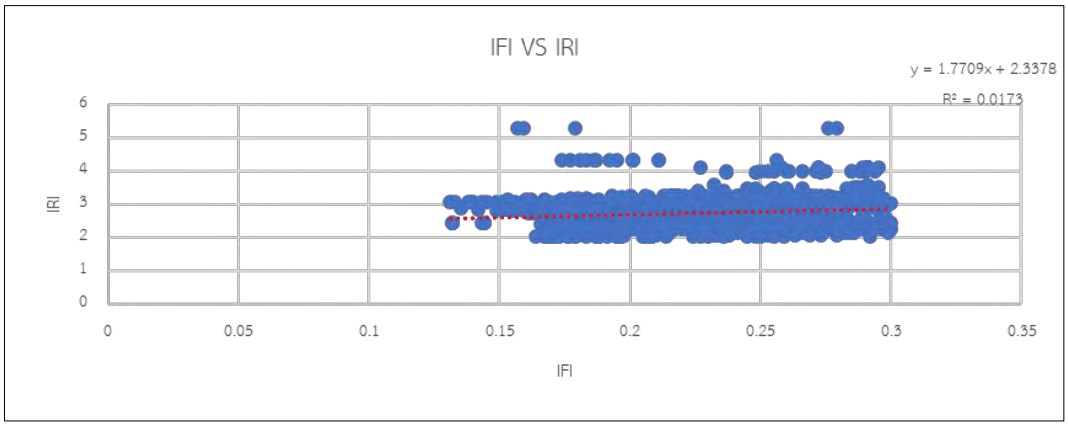


รูปที่ 5-9 การวิเคราะห์แบบจตุรภาค (Quadrant Analysis)

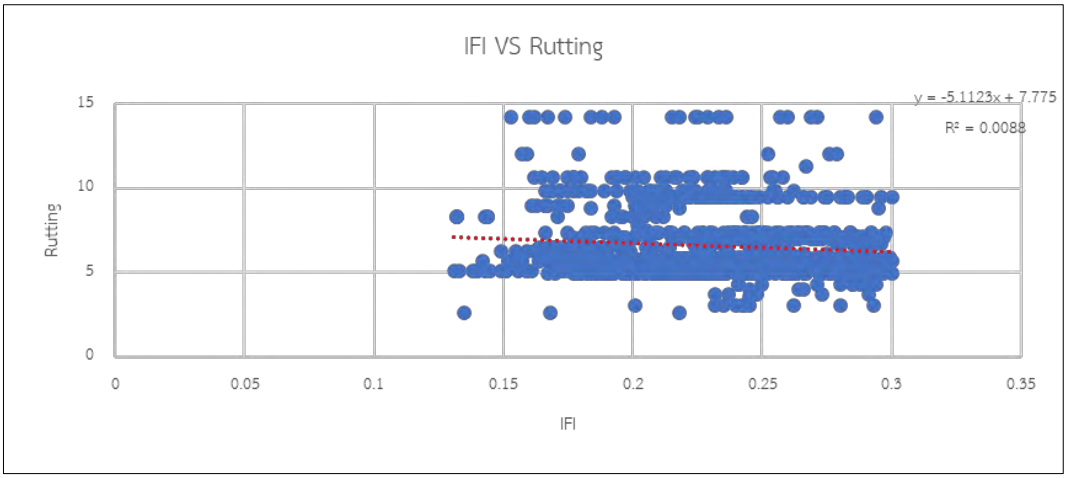
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรที่บันทึกได้จากการสำรวจ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรที่บันทึกได้ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน, ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI), ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) และค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) โดยการสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Rough Index : IRI) ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) และค่าความลึกร่องล้อ (Rutting Depth) โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ค่า IFI น้อยกว่าเท่ากับ 0.3 และ มากกว่า 0.3 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5-10 ถึงรูปที่ 5-19

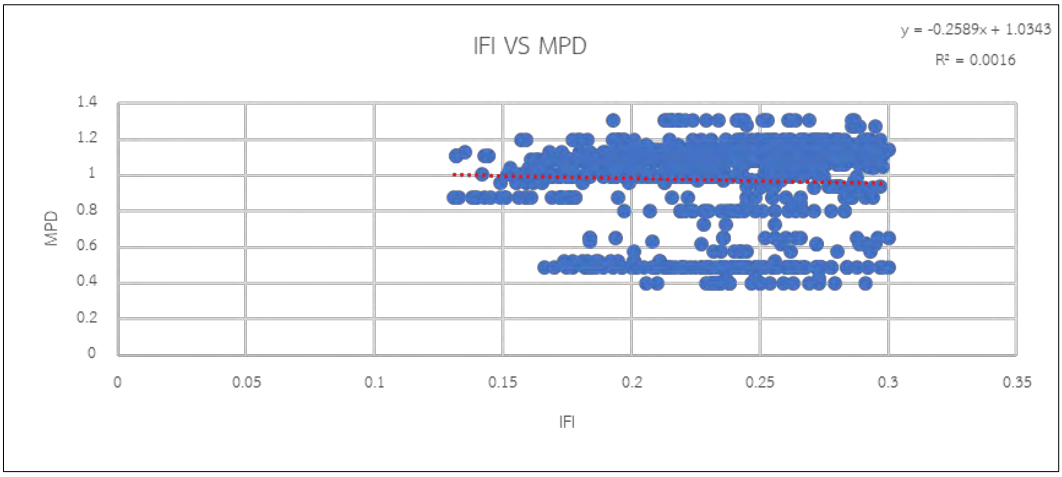
- **IFI ≤ 0.3**



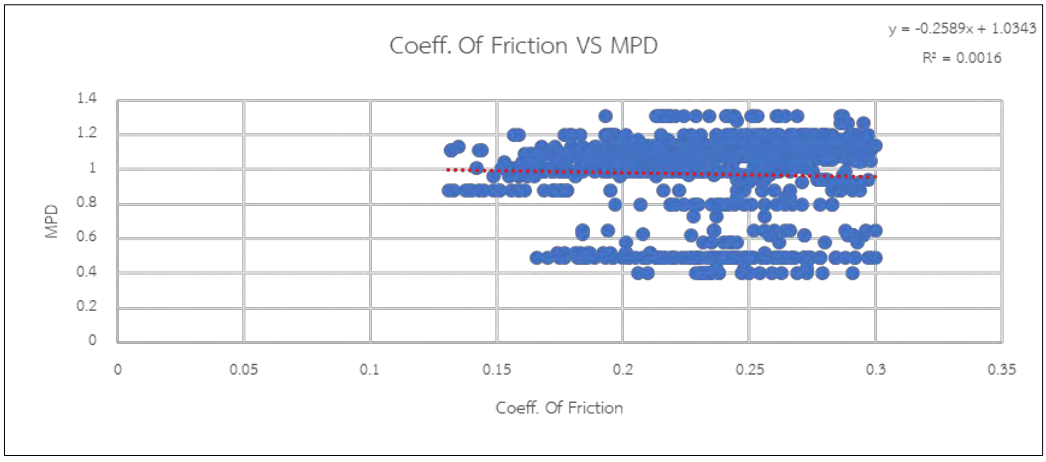
รูปที่ 5-10 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าดัชนีความเรียบสากล



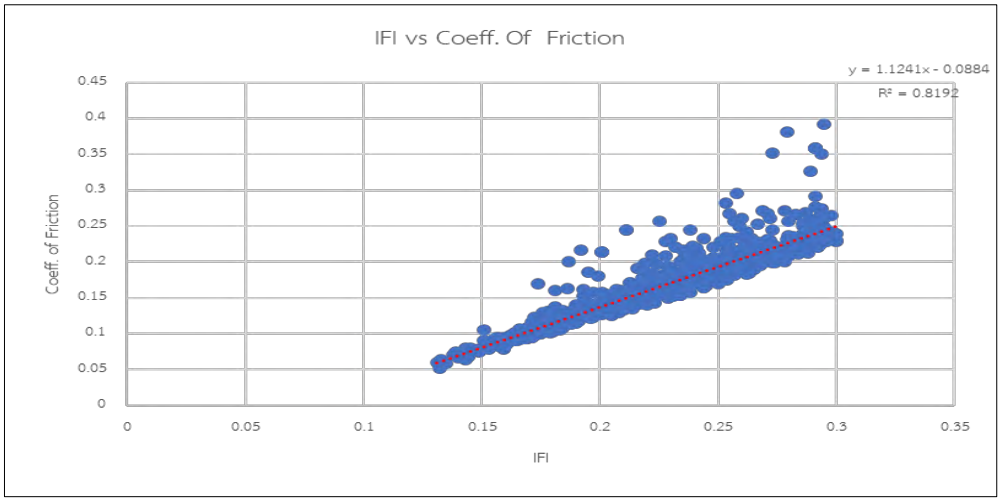
รูปที่ 5-11 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกร่องล้อ



รูปที่ 5-12 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง

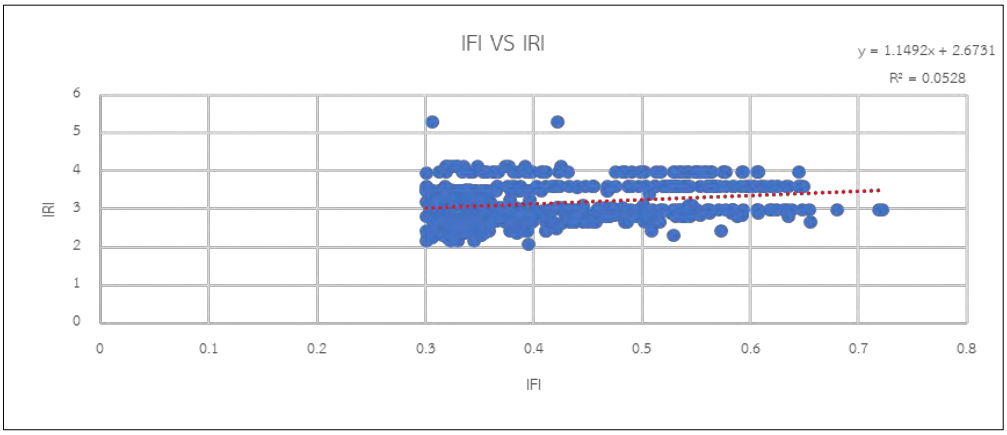


รูปที่ 5-13 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง

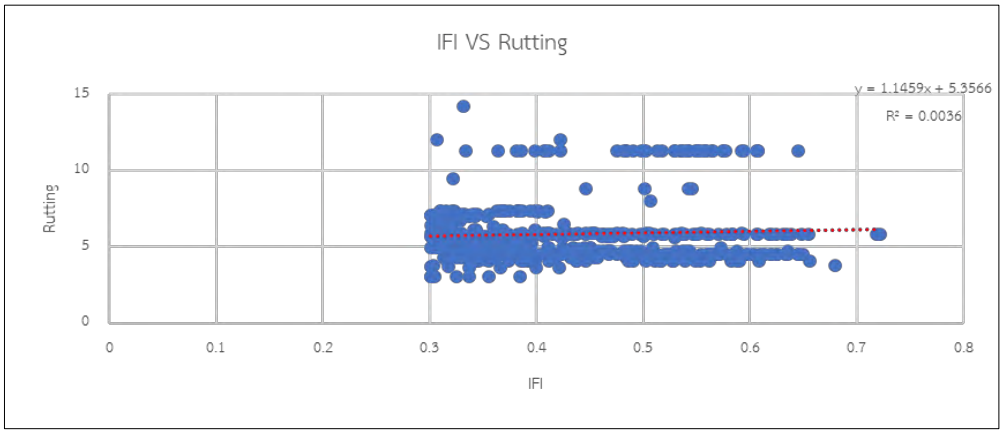


รูปที่ 5-14 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

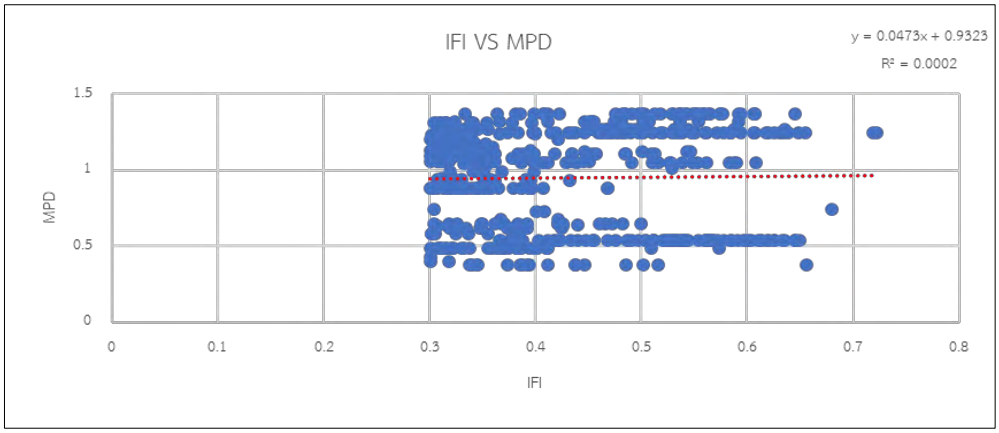
- **IFI > 0.3**



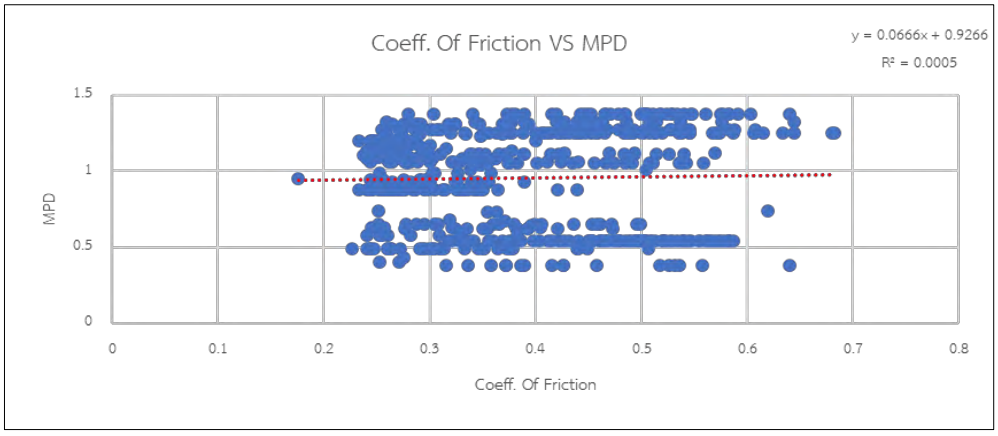
รูปที่ 5-15 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าดัชนีความเรียบสากล



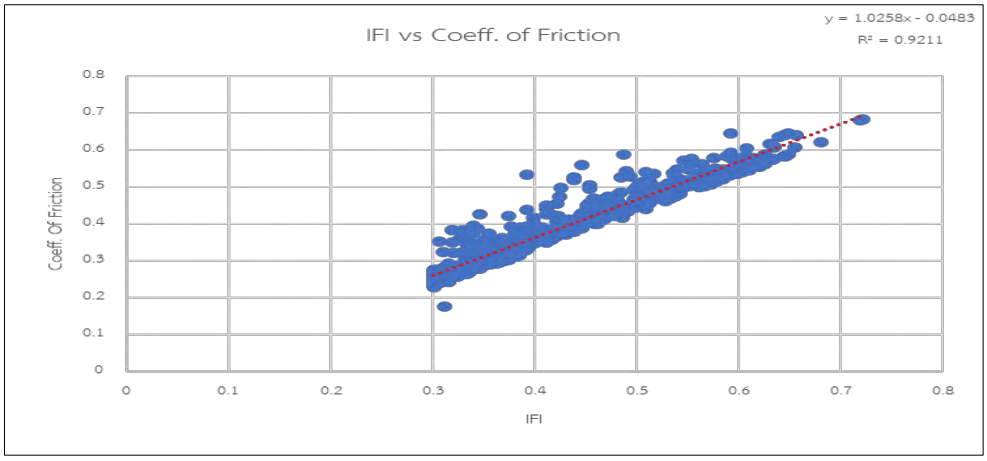
รูปที่ 5-16 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกร่องล้อ



รูปที่ 5-17 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง



รูปที่ 5-18 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง

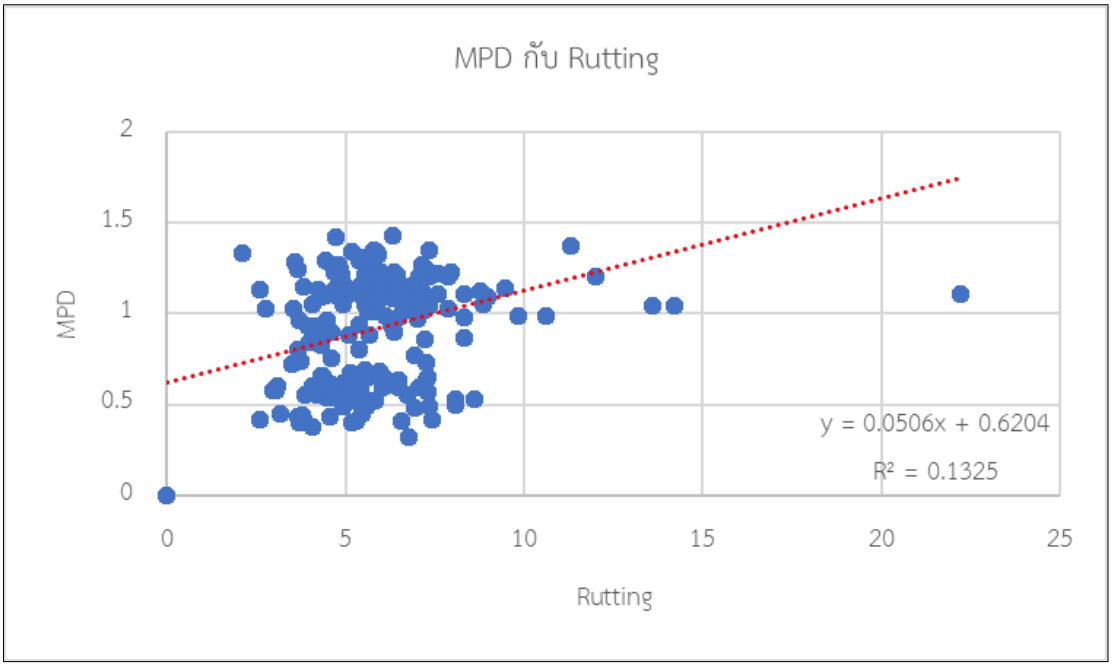


รูปที่ 5-19 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

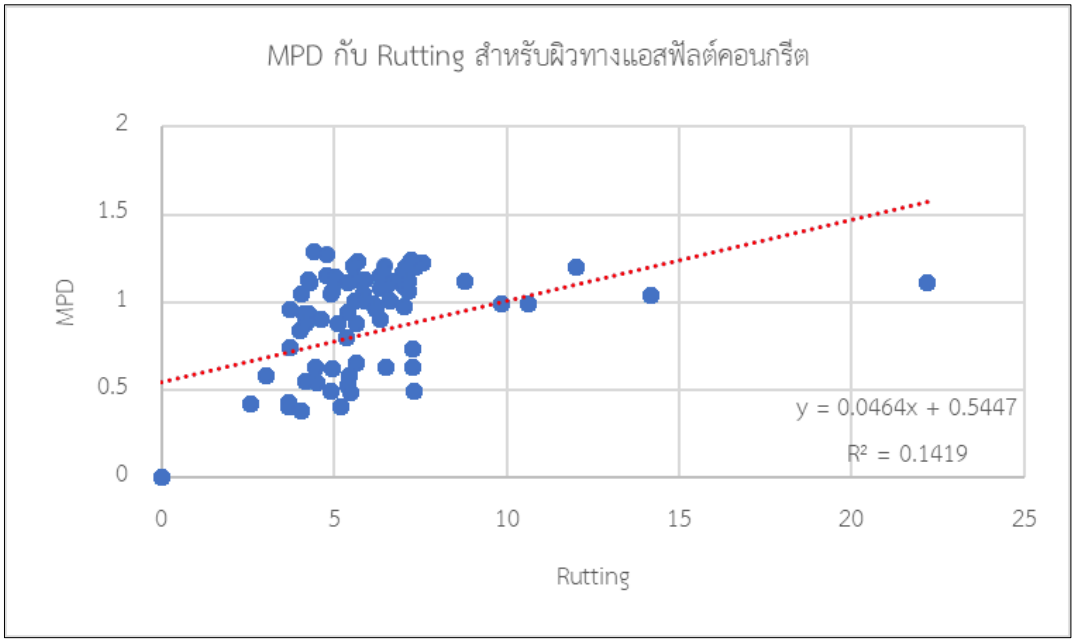
พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานหรือค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าดัชนีความเรียบสากล ค่าความลึกร่องล้อ ค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางไม่มีนัยสำคัญต่อกันแต่ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าดัชนีความเสียดทานสากลมีนัยสำคัญต่อกัน แสดงดังตารางที่ 5-3 นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางกับค่าความลึกร่องล้อไม่พบนัยสำคัญต่อกัน แสดงดังรูปที่ 5-20

ตารางที่ 5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานกับค่าดัชนีความเสียดทานสากล

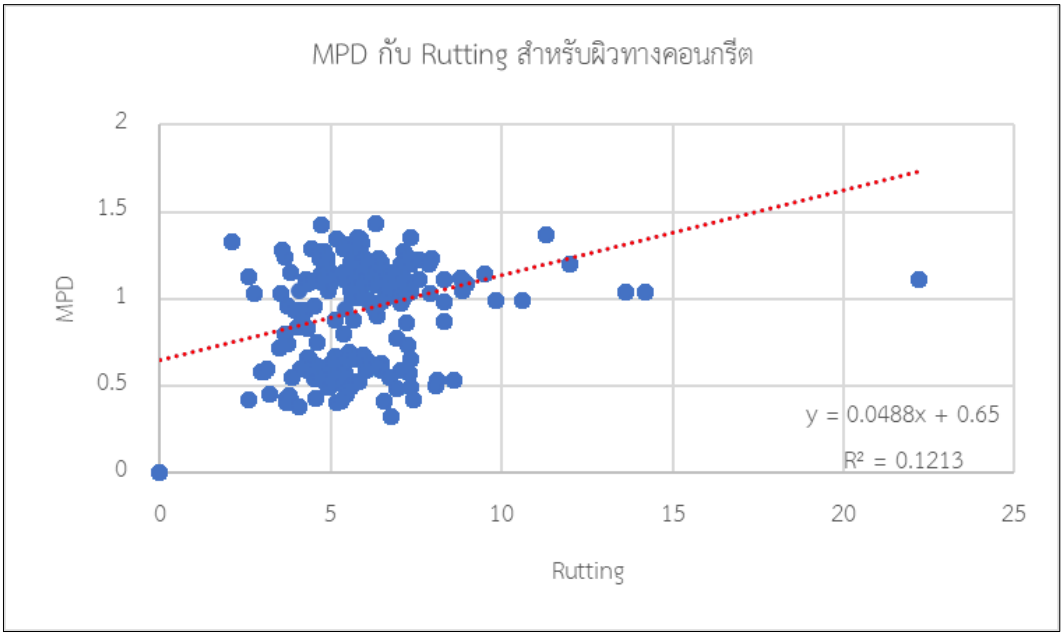
ชนิดผิวทาง	สมการความสัมพันธ์	R^2
แอสฟัลต์คอนกรีตและคอนกรีต	Coeff of Friction = 1.1463 (IFI) - 0.0881	0.9173
แอสฟัลต์คอนกรีต	Coeff of Friction = 1.0455 (IFI) – 0.0518	0.921
คอนกรีต	Coeff of Friction = 1.1682 (IFI) – 0.0954	0.918



รูปที่ 5-20 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางกับค่าความลึกร่องล้อ



รูปที่ 5-21 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง
กับค่าความลึกร่องล้อของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต



รูปที่ 5-22 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าความลึกเฉลี่ยผิวทางกับค่าความลึกร่องล้อของผิวทางคอนกรีต

5.3 เกณฑ์ในการพิจารณาตรวจสอบที่เหมาะสมกับสายทางที่กฎหมายให้ใช้ความเร็วสูงสุด 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ความเร็วเป็นปัจจัยหนึ่งของความรุนแรงขณะเกิดอุบัติเหตุ สำหรับกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ควรมีค่าดัชนีความเสียดทานที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงขณะเกิดอุบัติเหตุ

จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้งทั้งหมด 9 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-4 และสามารถกำหนดระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงในระยะเวลาสองปี แสดงดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-4 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

กลุ่มสายทาง	**รวม**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**
พื้นผิว	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	แห้ง	แห้ง	แห้ง	เปียก	เปียก	เปียก
ลักษณะสายทาง	ตรง+โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง
IFI	0.35	0.33	0.32	0.28	0.32	0.32	0.28	0.32	0.32	0.236
แกนนอน (Acc/BS/2yrs)	5	4	5	1	4	4	1	1	1	1
IFI Percentile 50% of Q2 Q3	0.256	0.25	0.25	0.271	0.25	0.25	0.278	0.25	0.25	0.236
IFI Percentile 60% of Q2 Q3	0.266	0.255	0.254	0.273	0.254	0.253	0.279	0.255	0.256	0.236
IFI Percentile 70% of Q2 Q3	0.277	0.26	0.259	0.276	0.261	0.26	0.28	0.256	0.26	0.236
IFI Percentile 80% of Q2 Q3	**0.29**	**0.265**	**0.264**	**0.279**	**0.271**	**0.267**	**0.282**	**0.262**	**0.262**	**0.236**
IFI Percentile 90% of Q2 Q3	0.309	0.272	0.272	0.282	0.278	0.274	0.283	0.263	0.263	0.236
IFI Percentile 100% of Q2 Q3	0.331	0.288	0.288	0.285	0.296	0.293	0.285	0.267	0.267	0.236

ตารางที่ 5-5 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

	Investigatory Level	Intervention Level
IFI	0.29	0.26
Acc.No./BS/2yrs	1	5

สมการระยะมองเห็นปลอดภัยเป็นผลรวมของระยะทางที่ใช้ในการตอบสนองของผู้ขับขี่กับระยะการหยุดรถ ณ ความเร็วใดความเร็วหนึ่ง ดังนั้นระยะทางที่ใช้ในการหยุดรถจึงแตกต่างกันเมื่อความเร็วในการขับขี่แตกต่างกันในสภาวะถนนเปียก แสดงดังตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดในแต่ละความเร็ว (AASHTO Green Book, 2018)

Metric				
Design Speed (km/h)	Brake Reaction Distance (m)	Braking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance	
			Calculated (m)	Design (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285
140	97.3	224.8	322.1	325

สมการสำหรับคำนวณระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดรถมี 2 ส่วน คือ ระยะที่รถวิ่งในช่วง Reaction Time และระยะการหยุดรถโดยหาระยะหยุด

$$d = 0.278Vt + 0.039\frac{V^2}{a}$$

เมื่อ t = เวลาตอบสนองของเบรก (Brake reaction time), 2.5 วินาที

V = ความเร็วออกแบบ, *km/h*

a = อัตราความหน่วง (Deceleration rate), *m/* s^2

จากตารางที่ 5-6 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดที่ความเร็ว 120 กม./ชม. คำนวณได้เท่ากับ 248.6 เมตร โดยแบ่งเป็นระยะตอบสนองการเบรคเท่ากับ 83.4 เมตร และระยะเบรคเท่ากับ 165.2 เมตร สามารถคำนวณหาอัตราความหน่วงและคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้ดังต่อไปนี้

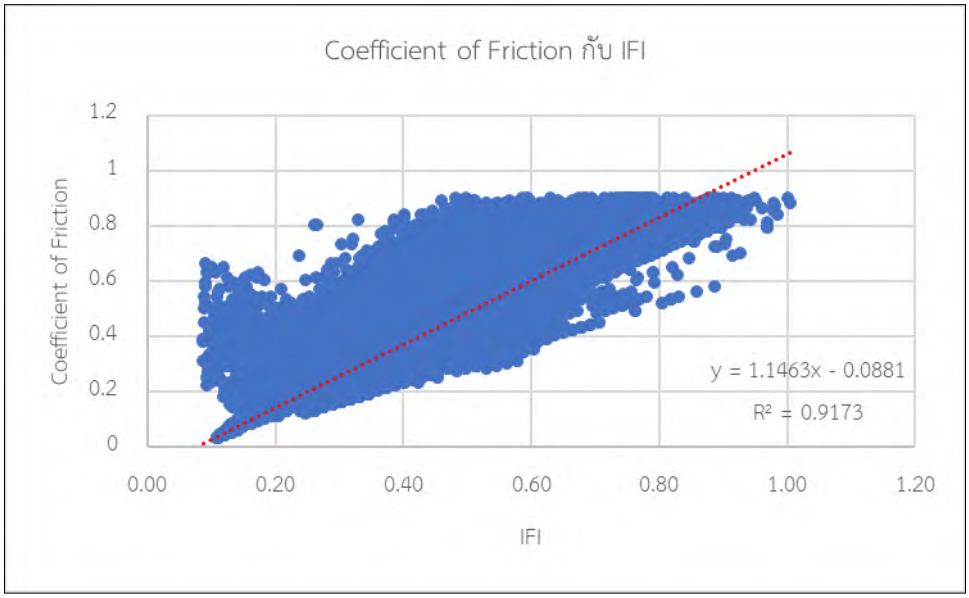
$$d_{braking} = 0.039\frac{v^2}{a}$$
$$165.2 = 0.039\frac{120^2}{a}$$
$$a = 3.4\ m/s^2$$

การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานทำได้โดยใช้กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

$$F = ma$$
$$\mu N = ma$$
$$\mu mg = ma$$
$$\mu g = a$$
$$\mu = \frac{a}{g}$$
$$\mu = \frac{3.4\ m/s^2}{9.81\ m/s^2}$$
$$\mu = 0.346$$

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่สายทางจำกัดความเร็วที่ 120 กม./ชม. จากการคำนวณเท่ากับ 0.346

ในการแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็นค่าดัชนีความต้านทานสากลโดยหลักการแล้วต้องใช้วิธีการดังที่ได้เสนอในการทบทวนวรรณกรรม อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้ เนื่องจากขาดค่าของตัวแปรความลึกเฉลี่ยผิวทาง แม้จะสามารถสมมติค่าความเร็วขณะตรวจบันทึกที่ 60 กม./ชม. ได้ ดังนั้นจึงใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ปรากฏแสดงดังรูปที่ 5-23 ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่บันทึกได้จากการสำรวจ เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.39



รูปที่ 5-23 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคผิวทางเปียก ทางโค้ง และกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมงนั้นแตกต่างกัน ดังสรุปไว้ในตารางที่ 5-6 การบริหารจัดการที่มีระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงหลายค่าอาจจะทำให้เกิดความสับสนแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ดังนั้นจึงได้นำเสนอระดับเฝ้าระวังที่ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.33 และจำนวนอุบัติเหตุเท่ากับ 1 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี ระดับปรับปรุงที่ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.26 และจำนวนอุบัติเหตุเท่ากับ 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี อย่างไรก็ตามสำหรับสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ควรให้ค่าดัชนีความเสียดทานสากลในระดับเฝ้าระวังเท่ากับ 0.39 จากค่าที่คำนวณได้โดยอ้างอิงระยะมองเห็นปลอดภัยจาก AASHTO

5.4 การวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สินที่มีปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยจำแนกเป็นรายเดือนและรายปี

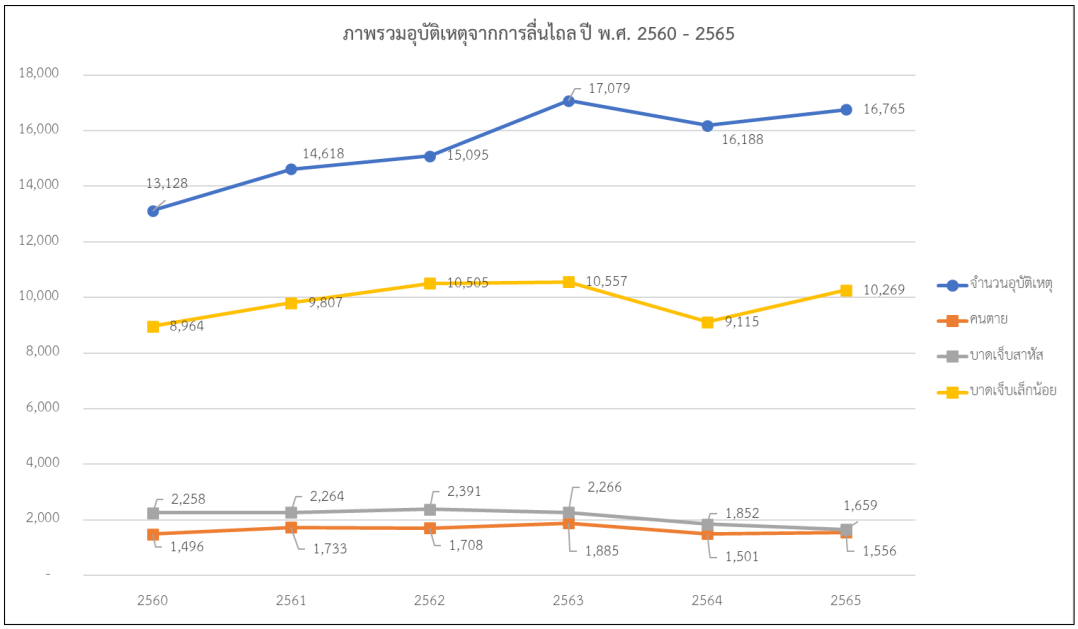
การวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สินที่มีปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยจำแนกเป็นรายเดือนและรายปี โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จำนวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับรูปแบบการชนการลื่นไถลแยกรายเดือนและรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

จากข้อมูลระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) บนถนนในความผิดชอบของกรมทางหลวง สามารถวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุจากการลื่นไถล โดยพิจารณาเงื่อนไขของรูปแบบการชนดังต่อไปนี้

- 300-310 ชนกันบนถนนในทิศทางเดียวกัน (Vehicle from One Direction)
- 700-710 อุบัติเหตุนอกทางบนทางตรง (Off Path on Straight)
- 800-810 อุบัติเหตุนอกทางบนทางโค้ง (Off Path on Curve)

จากการวิเคราะห์ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า ปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูงสุด 17,079 ครั้ง จำนวนผู้เสียชีวิต 10,557 คน ผู้บาดเจ็บสาหัส 2,266 คน และผู้บาดเจ็บเล็กน้อย 1,885 คน แสดงดังรูปที่ 5-24

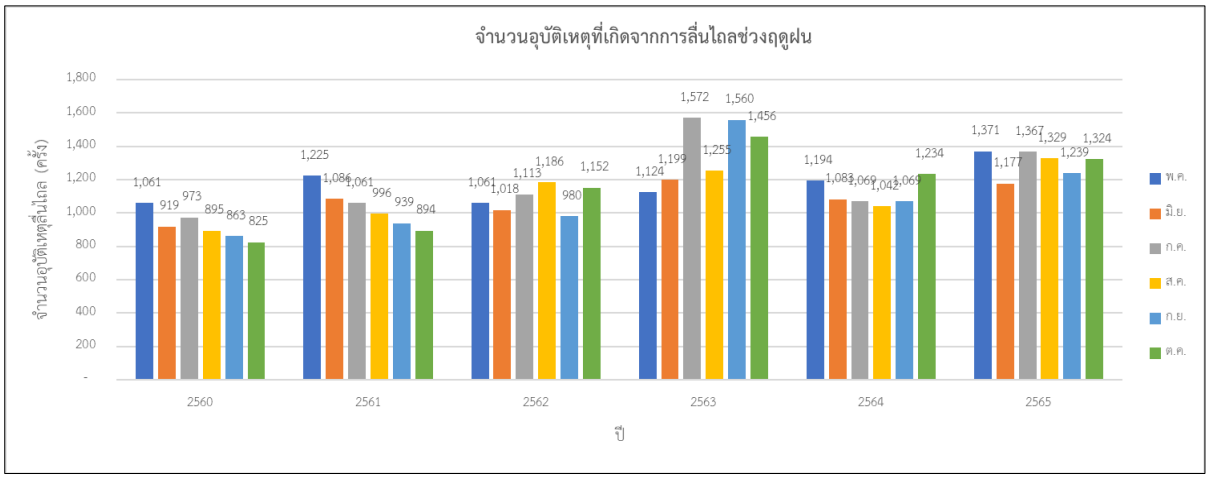


รูปที่ 5-24 ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

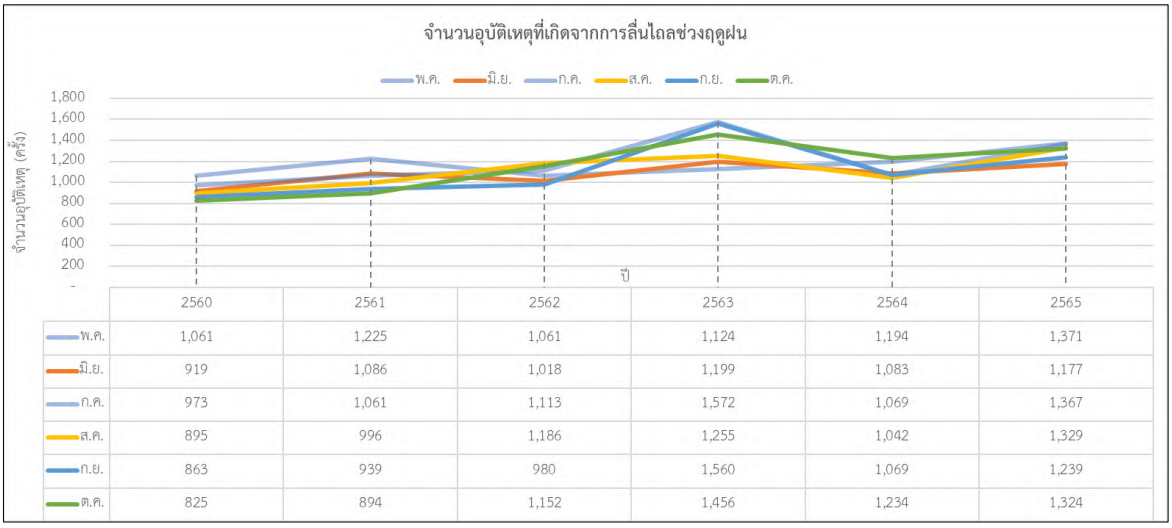
ตารางที่ 5-7 จำนวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับรูปแบบการชนการลื่นไถลแยกรายเดือนและรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

เดือน	2560	2561	2562	2563	2564	2565	รวม
ม.ค.	1,551	1,381	1,402	1,537	1,691	1,814	9,376
ก.พ.	870	1,073	1,054	1,308	1,331	1,203	6,839
มี.ค.	946	1,211	1,279	1,288	1,504	1,239	7,467
เม.ย.	1,761	2,111	1,950	1,143	2,104	1,934	11,003
พ.ค.	1,061	1,225	1,061	1,124	1,194	1,371	7,036
มิ.ย.	919	1,086	1,018	1,199	1,083	1,177	6,482
ก.ค.	973	1,061	1,113	1,572	1,069	1,367	7,155
ส.ค.	895	996	1,186	1,255	1,042	1,329	6,703
ก.ย.	863	939	980	1,560	1,069	1,239	6,650
ต.ค.	825	894	1,152	1,456	1,234	1,324	6,885
พ.ย.	971	849	1,024	1,503	1,138	1,252	6,737
ธ.ค.	1,493	1,792	1,876	2,134	1,729	1,516	10,540
รวม	13,128	14,618	15,095	17,079	16,188	16,765	92,873

จากอุบัติเหตุทางถนนจากการลื่นไถล เมื่อพิจารณาช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 40,911 ราย โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายน มีจำนวนอุบัติเหตุมากที่สุด จำนวน 1,572 ครั้ง และ 1,560 ครั้ง ตามลำดับ



รูปที่ 5-25 ภาพรวมอุบัติเหตุจากการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

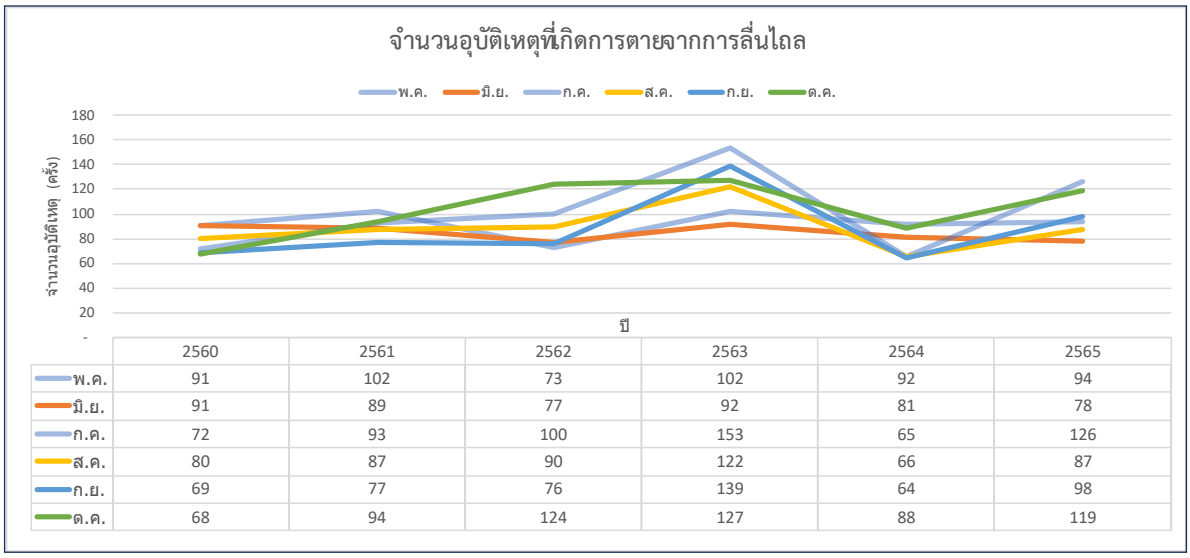


	2560	2561	2562	2563	2564	2565
พ.ค.	1,061	1,225	1,061	1,124	1,194	1,371
มิ.ย.	919	1,086	1,018	1,199	1,083	1,177
ก.ค.	973	1,061	1,113	1,572	1,069	1,367
ส.ค.	895	996	1,186	1,255	1,042	1,329
ก.ย.	863	939	980	1,560	1,069	1,239
ต.ค.	825	894	1,152	1,456	1,234	1,324

รูปที่ 5-26 ภาพรวมอุบัติเหตุจากากรลื่นไถล ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

2. จำนวนอุบัติเหตุการลื่นไถลที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แยกรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

อุบัติเหตุทางถนนจากการลื่นไถลที่เกิดการเสียชีวิตช่วงฤดูฝน โดยพิจารณาช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 3,346 ราย โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนกรกฎาคมมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลื่นไถลที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตสูงสุด 153 ครั้ง และรองลงมาเดือนกันยายนจำนวน 139 ครั้ง

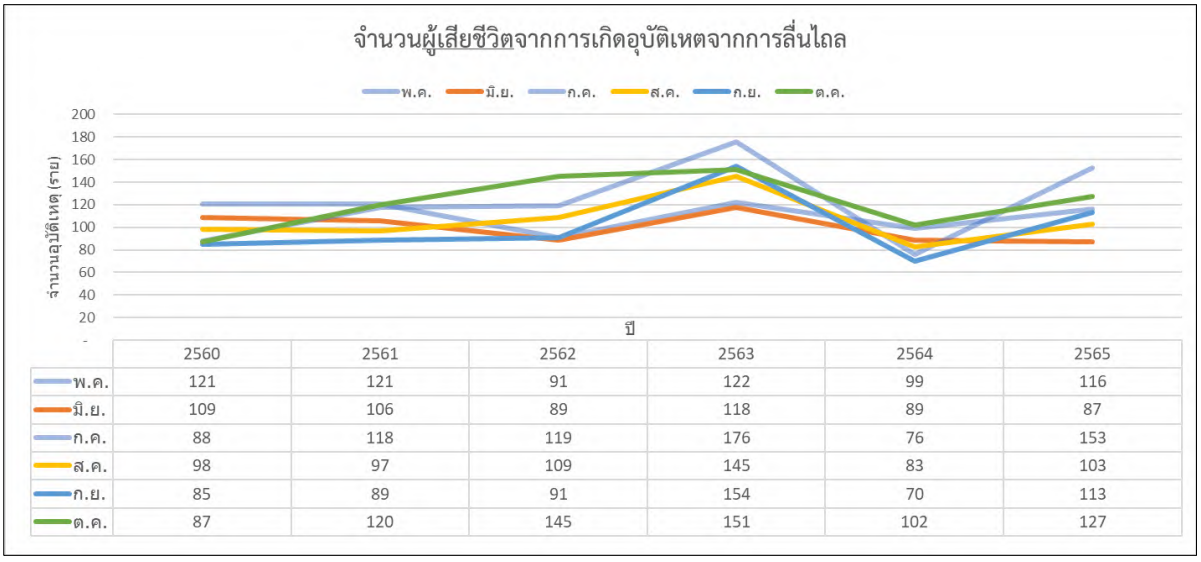


	2560	2561	2562	2563	2564	2565
พ.ค.	91	102	73	102	92	94
มิ.ย.	91	89	77	92	81	78
ก.ค.	72	93	100	153	65	126
ส.ค.	80	87	90	122	66	87
ก.ย.	69	77	76	139	64	98
ต.ค.	68	94	124	127	88	119

รูปที่ 5-27 จำนวนอุบัติเหตุการลื่นไถลที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

3. จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แยกรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน โดยพิจารณาช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 3,967 ราย โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนกรกฎาคมมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุลื่นไถลสูงสุด 176 คน และรองลงมาปี พ.ศ. 2565 เดือนกรกฎาคมจำนวนผู้เสียชีวิต 153 คน

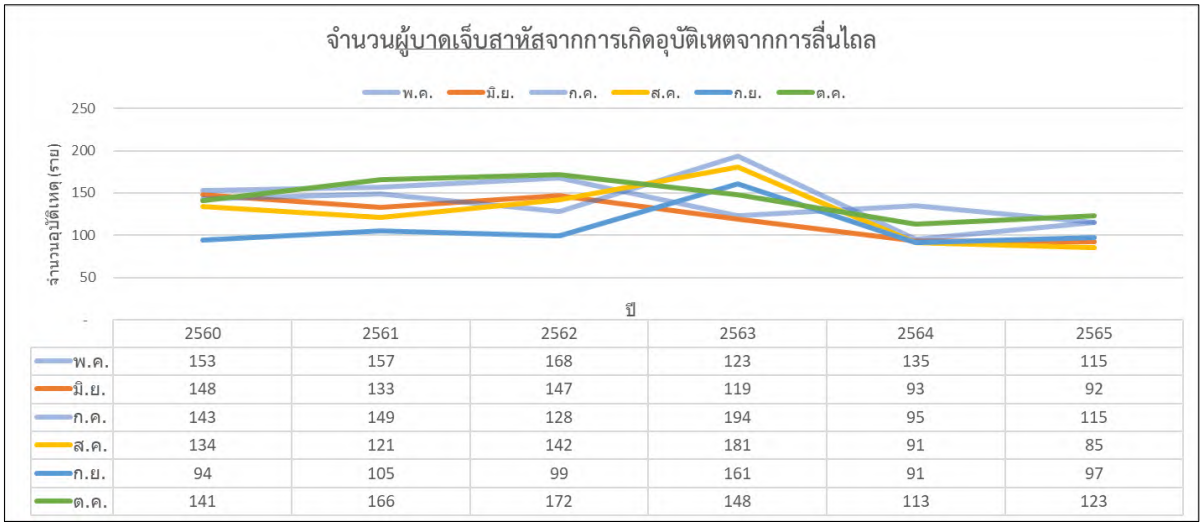


	2560	2561	2562	2563	2564	2565
พ.ค.	121	121	91	122	99	116
มิ.ย.	109	106	89	118	89	87
ก.ค.	88	118	119	176	76	153
ส.ค.	98	97	109	145	83	103
ก.ย.	85	89	91	154	70	113
ต.ค.	87	120	145	151	102	127

รูปที่ 5-28 จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

4. จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แยกรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน โดยพิจารณาช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 4,671 ราย โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคมมีจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุลื่นไถล 194 คน และ 181 คน ตามลำดับ

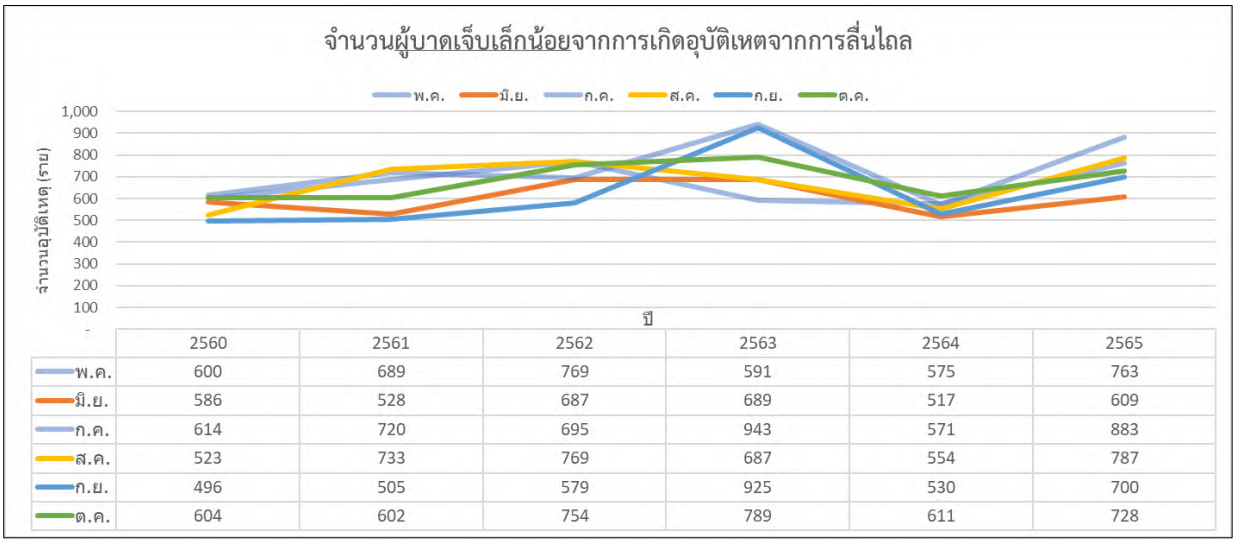


	2560	2561	2562	2563	2564	2565
พ.ค.	153	157	168	123	135	115
มิ.ย.	148	133	147	119	93	92
ก.ค.	143	149	128	194	95	115
ส.ค.	134	121	142	181	91	85
ก.ย.	94	105	99	161	91	97
ต.ค.	141	166	172	148	113	123

รูปที่ 5-29 จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

5. จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แยกรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน โดยพิจารณาช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 23,905 ราย โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายนมีจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุลื่นไถล 943 คน และ 925 คน ตามลำดับ

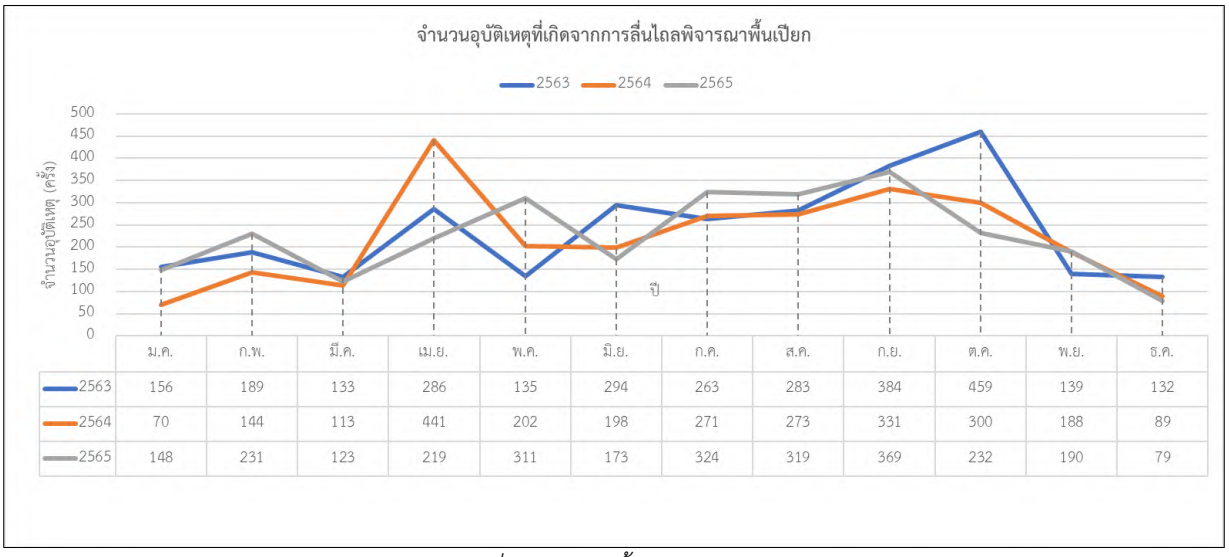


	2560	2561	2562	2563	2564	2565
พ.ค.	600	689	769	591	575	763
มิ.ย.	586	528	687	689	517	609
ก.ค.	614	720	695	943	571	883
ส.ค.	523	733	769	687	554	787
ก.ย.	496	505	579	925	530	700
ต.ค.	604	602	754	789	611	728

รูปที่ 5-30 จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน
(เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565

6. จำนวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับรูปแบบการชนการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียกแยกรายเดือนและรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2565

อุบัติเหตุการลื่นไถลช่วงฤดูฝน โดยพิจารณาพื้นเปียก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – 2565 มีจำนวนทั้งสิ้น 8,191 ราย พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลกรณีพื้นเปียก หากไม่พิจารณาช่วงเทศกาลที่มีปริมาณการเดินทางไม่ปกติ (เดือนเมษายน) ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) โดยในปี พ.ศ. 2563 เดือนตุลาคมและเดือนกันยายนมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลื่นไถลกรณีพื้นเปียกสูงสุด จำนวน 459 ครั้ง และ 384 ครั้ง ตามลำดับ



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2563	156	189	133	286	135	294	263	283	384	459	139	132
2564	70	144	113	441	202	198	271	273	331	300	188	89
2565	148	231	123	219	311	173	324	319	369	232	190	79

หมายเหตุ : ข้อมูลอุบัติเหตุแยกตามผิวเปียก/แห้ง เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2563

รูปที่ 5-31 จำนวนอุบัติเหตุรูปแบบการชนการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียก
แยกรายเดือนและรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2565

นอกจากนี้ หากพิจารณาเปรียบเทียบจำแนกตามสภาพภูมิอากาศกับชนิดของผิวทาง พบว่า จำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงกรณีสภาพอากาศแจ่มใสมากกว่าฝนตก แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะสภาพอากาศฝนตกเปรียบเทียบชนิดผิวทาง พบว่า ชนิดผิวทางแอสฟัลต์ (AC) มีจำนวนอุบัติเหตุ อุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต ผู้เสียชีวิต ผู้บาดเจ็บสาหัส และผู้บาดเจ็บเล็กน้อยมากกว่าชนิดผิวทางคอนกรีต (CC) ประมาณร้อยละ 90

ตารางที่ 5-8 ข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวง จำแนกตามสภาพภูมิอากาศและชนิดผิวจราจร (ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565)

รายการ	สภาพภูมิอากาศ									
	แจ่มใส					ฝนตก				
	คอนกรีต (CC)		แอสฟัลต์ (AC)		รวม	คอนกรีต (CC)		แอสฟัลต์ (AC)		รวม
	จำนวน	อัตราส่วน	จำนวน	อัตราส่วน		จำนวน	อัตราส่วน	จำนวน	อัตราส่วน	
จำนวนอุบัติเหตุ	13,860	15.0%	78,261	85%	92,121	1,448	10%	13,767	90%	15,215
อุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต	1,252	10.9%	10,220	89%	11,472	85	7%	1,062	93%	1,147
ผู้เสียชีวิต	1,458	10.5%	12,394	89%	13,852	111	8%	1,319	92%	1,430
บาดเจ็บสาหัส	1,662	10.4%	14,389	90%	16,051	144	8%	1,692	92%	1,836
บาดเจ็บเล็กน้อย	8,067	12.7%	55,453	87%	63,520	638	6%	9,209	94%	9,847

7. การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แยกรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565

ผลการวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สินที่มีปัจจัยเกี่ยวเนื่องกับการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยพิจารณามูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ มูลค่าอุบัติเหตุในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) แสดงดังตารางที่ 5-9 ถึงตารางที่ 5-13 และตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรงเฉลี่ย (ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565) และตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (มูลค่าปี พ.ศ. 2565) แสดงดังตารางที่ 5-14 และตารางที่ 5-15

ตารางที่ 5-9 มูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท)
2560	85,915	3.188	273,932
2561	101,793	3.224	328,145
2562	99,479	3.256	323,896
2563	93,326	3.282	306,260
2564	99,887	3.314	331,059
2565	83,508	3.361	280,680

ที่มา : กรมทางหลวง (2565)

หมายเหตุ : อุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวน ผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76 คน

ตารางที่ 5-10 มูลค่าอุบัติเหตุในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุบนถนนทางหลวงต่อมูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ (%)
2560	15,936	3.188	50,811	18.5%
2561	17,045	3.224	54,947	16.7%
2562	17,554	3.256	57,154	17.6%
2563	19,806	3.282	64,996	21.2%
2564	18,654	3.314	61,826	18.7%
2565	19,213	3.361	64,577	23.0%

ที่มา : กรมทางหลวง (2565)

หมายเหตุ : อุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวน ผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76 คน

ตารางที่ 5-11 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนถนนทางหลวงต่อมูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ (%)
2560	13,128	3.188	41,857	15.3%
2561	14,618	3.224	47,123	14.4%
2562	15,095	3.256	49,148	15.2%
2563	17,079	3.282	56,047	18.3%
2564	16,188	3.314	53,653	16.2%
2565	16,765	3.361	56,349	20.1%

หมายเหตุ : อุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวน ผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76 คน

ตารางที่ 5-12 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม)

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุบนถนนจากการลื่นไถลที่ช่วงฤดูฝนบนทางหลวง ต่อมูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ (%)
2560	5,536	3.188	17,651	6.4%
2561	6,201	3.224	19,990	6.1%
2562	6,510	3.256	21,196	6.5%
2563	8,166	3.282	26,798	8.8%
2564	6,691	3.314	22,176	6.7%
2565	7,807	3.361	26,240	9.3%

หมายเหตุ : อุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวน ผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76 คน

ตารางที่ 5-13 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียก

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท)	มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท)
2563	2,853	3.282	9,362
2564	2,620	3.314	8,684
2565	2,089	3.282	6,855

หมายเหตุ : อุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวน ผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76

ตารางที่ 5-14 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรงเฉลี่ย (ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565)

ระดับความรุนแรง	ระดับประเทศ	กรุงเทพฯ	ต่างจังหวัด
เสียชีวิต	6.702	13.938	6.300
พิการ	7.775	15.678	7.571
บาดเจ็บสาหัส	0.184	0.381	0.174
บาดเจ็บเล็กน้อย	0.044	0.195	0.033

ที่มา : กรมทางหลวง (2565)

หมายเหตุ : การคำนวณมูลค่าปัจจุบันปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 เป็น 1.0%

ตารางที่ 5-15 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (มูลค่าปี พ.ศ. 2565)

ระดับความรุนแรง	ระดับประเทศ	กรุงเทพฯ	ต่างจังหวัด
เสียชีวิต	6.796	14.133	6.388
พิการ	7.884	15.897	7.677
บาดเจ็บสาหัส	0.187	0.386	0.176
บาดเจ็บเล็กน้อย	0.044	0.198	0.034

ที่มา : กรมทางหลวง (2565)

หมายเหตุ : การคำนวณมูลค่าปัจจุบันปี พ.ศ. 2565 ใช้อัตราเงินเฟ้อปี พ.ศ. 2565 เป็น 1.4%

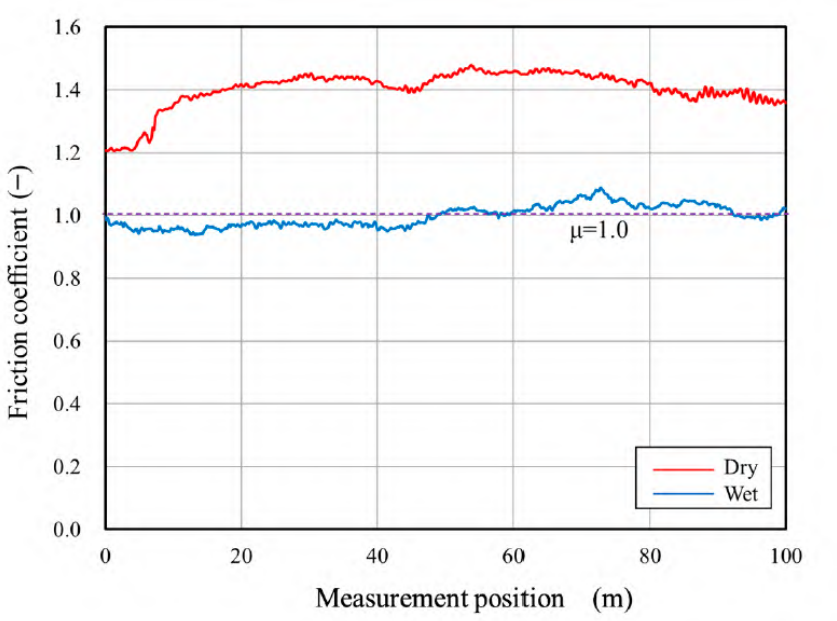
5.5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

5.5.1 ค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสม

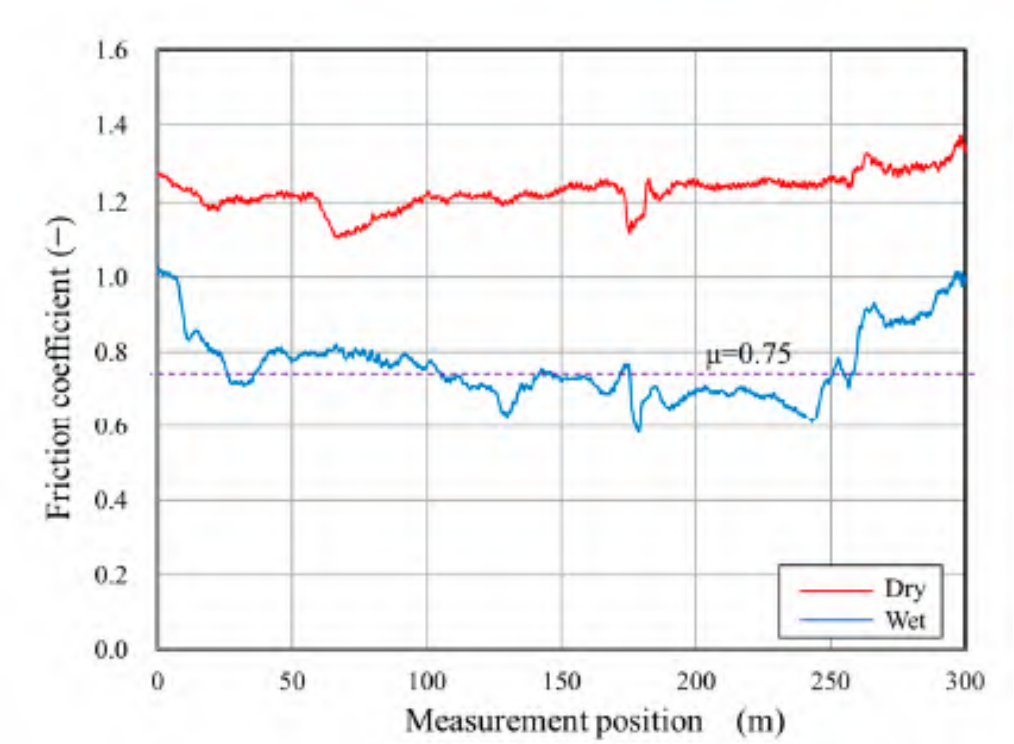
- **ค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสมสำหรับผิวทางเปียก**

จากหัวข้อจำนวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับรูปแบบการชนการลื่นไถลโดยพิจารณาพื้นเปียกแยกรายเดือนและรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 – พ.ศ. 2565 ข้างต้นนั้น พบว่า สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลนั้นเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม โดยตั้งเป็นสมมติฐานว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูฝน พบว่า สถิติการเกิดอุบัติเหตุนั้นได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาดังกล่าวและลดลงเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาดังกล่าวไป

อีกทั้งข้อมูลงานวิจัยของ Watanabe และคณะ (2023) พบว่า เมื่อผิวทางเปียกจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางลดลงร้อยละ 40 – 50 เมื่อเทียบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางแห้งและคุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำผิวถนนที่เปียกส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวถนนลดลงและมีความเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุจากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขณะพื้นผิวถนนเปียกบริเวณทางตรงและทางโค้งทั้งหมด 6 กรณี แสดงดังรูปที่ 5-32 อีกทั้งยังสามารถกำหนดระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเสียดทานสากล และจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงในระยะเวลาสองปี แสดงดังรูปที่ 5-33



รูปที่ 5-32 การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เนื่องจากความแตกต่างของสภาพผิวทางเปียกและผิวทางแห้ง ในกลุ่มการทดลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูง



รูปที่ 5-33 การเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน เนื่องจากความแตกต่างของสภาพผิวทางเปียกและผิวทางแห้ง ในกลุ่มการทดลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่ำ

ตารางที่ 5-16 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกบริเวณทางตรงและทางโค้ง

กลุ่มสายทาง	**รวม**	**รวม**	**รวม**	**รวม**	120 km/hr	120 km/hr	120 km/hr
พื้นผิว	เปียก+แห้ง	เปียก	เปียก	เปียก	เปียก	เปียก	เปียก
ลักษณะสายทาง	ตรง+โค้ง	รวม	ตรง	โค้ง	รวม	ตรง	โค้ง
IFI	0.35	0.32	0.32	0.39	0.32	0.32	0.236
Acc/BS/2yrs	5	3	3	3	1	2	1
IFI at Percentile 50% of Q2 Q3	0.256	0.248	0.247	0.29	0.25	0.25	0.236
IFI at Percentile 60% of Q2 Q3	0.266	0.255	0.254	0.306	0.255	0.256	0.236
IFI at Percentile 70% of Q2 Q3	0.277	0.261	0.26	0.313	0.256	0.26	0.236
IFI at Percentile 80% of Q2 Q3	**0.29**	**0.266**	**0.264**	**0.329**	**0.262**	**0.262**	**0.236**
IFI at Percentile 90% of Q2 Q3	0.309	0.274	0.272	0.351	0.263	0.263	0.236
IFI at Percentile 100% of Q2 Q3	0.331	0.282	0.279	0.379	0.267	0.267	0.236

ตารางที่ 5-17 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกบริเวณทางตรงและทางโค้ง

	Investigatory Level	Intervention Level
IFI	0.33	0.26
Acc.No./BS/2yrs	3	5

- **ค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสมสำหรับทางโค้ง**

  ความเสียดทานเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การขับขี่ยานพาหนะในโค้งได้อย่างปลอดภัย จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้งทั้งหมด 6 กรณี และสามารถกำหนดระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเสียดทานสากล และจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงในระยะเวลาสองปี แสดงดังตารางที่ 5-18

ตารางที่ 5-18 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้ง

กลุ่มสายทาง	**รวม**	**รวม**	**รวม**	**รวม**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**
พื้นผิว	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	แห้ง	เปียก	เปียก+แห้ง	แห้ง	เปียก
ลักษณะสายทาง	ตรง+โค้ง	โค้ง	โค้ง	โค้ง	โค้ง	โค้ง	โค้ง
IFI	0.35	0.4	0.35	0.39	0.28	0.28	0.236
แกนนอน (Acc/BS/2yrs)	5	2	2	3	1	1	1
IFI Percentile 50% of Q2 Q3	0.256	0.287	0.288	0.29	0.271	0.278	0.236
IFI Percentile 60% of Q2 Q3	0.266	0.306	0.309	0.306	0.273	0.279	0.236
IFI Percentile 70% of Q2 Q3	0.277	0.322	0.322	0.313	0.276	0.28	0.236
IFI Percentile 80% of Q2 Q3	**0.29**	**0.329**	**0.329**	**0.329**	**0.279**	**0.282**	**0.236**
IFI Percentile 90% of Q2 Q3	0.309	0.338	0.337	0.351	0.282	0.283	0.236
IFI Percentile 100% of Q2 Q3	0.331	0.379	0.365	0.379	0.285	0.285	0.236

ตารางที่ 5-19 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้ง

	Investigatory Level	Intervention Level
IFI	**0.33**	**0.28**
Acc.No./BS/2yrs	2	5

- **ค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง**

ความเร็วเป็นปัจจัยหนึ่งของความรุนแรงขณะเกิดอุบัติเหตุ สำหรับกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ควรมีค่าดัชนีความเสียดทานที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงขณะเกิดอุบัติเหตุ

จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางโค้งทั้งหมด 9 กรณี แสดงดังตารางที่ 5-20 และสามารถกำหนดระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความเสียดทานสากล และจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงในระยะเวลาสองปี แสดงดังตารางที่ 5-21

ตารางที่ 5-20 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

กลุ่มสายทาง	**รวม**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**	**120 km/hr**
พื้นผิว	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	เปียก+แห้ง	แห้ง	แห้ง	แห้ง	เปียก	เปียก	เปียก
ลักษณะสายทาง	ตรง+โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง	ตรง+โค้ง	ตรง	โค้ง
IFI	0.35	0.33	0.32	0.28	0.32	0.32	0.28	0.32	0.32	0.236
แกนนอน (Acc/BS/2yrs)	5	4	5	1	4	4	1	1	1	1
IFI Percentile 50% of Q2 Q3	0.256	0.25	0.25	0.271	0.25	0.25	0.278	0.25	0.25	0.236
IFI Percentile 60% of Q2 Q3	0.266	0.255	0.254	0.273	0.254	0.253	0.279	0.255	0.256	0.236
IFI Percentile 70% of Q2 Q3	0.277	0.26	0.259	0.276	0.261	0.26	0.28	0.256	0.26	0.236
IFI Percentile 80% of Q2 Q3	**0.29**	**0.265**	**0.264**	**0.279**	**0.271**	**0.267**	**0.282**	**0.262**	**0.262**	**0.236**
IFI Percentile 90% of Q2 Q3	0.309	0.272	0.272	0.282	0.278	0.274	0.283	0.263	0.263	0.236
IFI Percentile 100% of Q2 Q3	0.331	0.288	0.288	0.285	0.296	0.293	0.285	0.267	0.267	0.236

ตารางที่ 5-21 ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะพื้นผิวถนนเปียกและแห้งบริเวณทางตรงและทางโค้งของกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

	Investigatory Level	Intervention Level
IFI	0.29	0.26
Acc.No./BS/2yrs	1	5

- **ค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่ได้จากการคำนวณโดยอ้างอิงระยะมองเห็นปลอดภัยอ้างอิงจาก ASSHTO**

สมการระยะมองเห็นปลอดภัยเป็นผลรวมของระยะทางที่ใช้ในการตอบสนองของผู้ขับขี่กับระยะการหยุดรถ ณ ความเร็วใดความเร็วหนึ่ง ดังนั้นระยะทางที่ใช้ในการหยุดรถจึงแตกต่างกันเมื่อความเร็วในการขับขี่แตกต่างกันในสภาวะถนนเปียก แสดงดังตารางที่ 5-22

ตารางที่ 5-22 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดในแต่ละความเร็ว (AASHTO Green Book, 2018)

Metric				
Design Speed (km/h)	Brake Reaction Distance (m)	Braking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance	
			Calculated (m)	Design (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285
140	97.3	224.8	322.1	325

สมการสำหรับคำนวณระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุดรถมี 2 ส่วน คือ ระยะที่รถวิ่งในช่วง Reaction Time และระยะการหยุดรถ โดยหาระยะหยุด

$$d = 0.278Vt + 0.039\frac{V^2}{a}$$

เมื่อ t = เวลาตอบสนองของเบรก (Brake reaction time), 2.5 วินาที

V = ความเร็วออกแบบ, *km/h*

a = อัตราความหน่วง (Deceleration rate), *m/* s^2

จากตารางที่ 5-23 ระยะมองเห็นปลอดภัยสำหรับการหยุด ที่ความเร็ว 120 กม./ชม. คำนวณได้เท่ากับ 248.6 เมตร โดยแบ่งเป็นระยะตอบสนองการเบรคเท่ากับ 83.4 เมตร และระยะเบรคเท่ากับ 165.2 เมตร สามารถคำนวณหาอัตราความหน่วงและคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานได้ดังต่อไปนี้

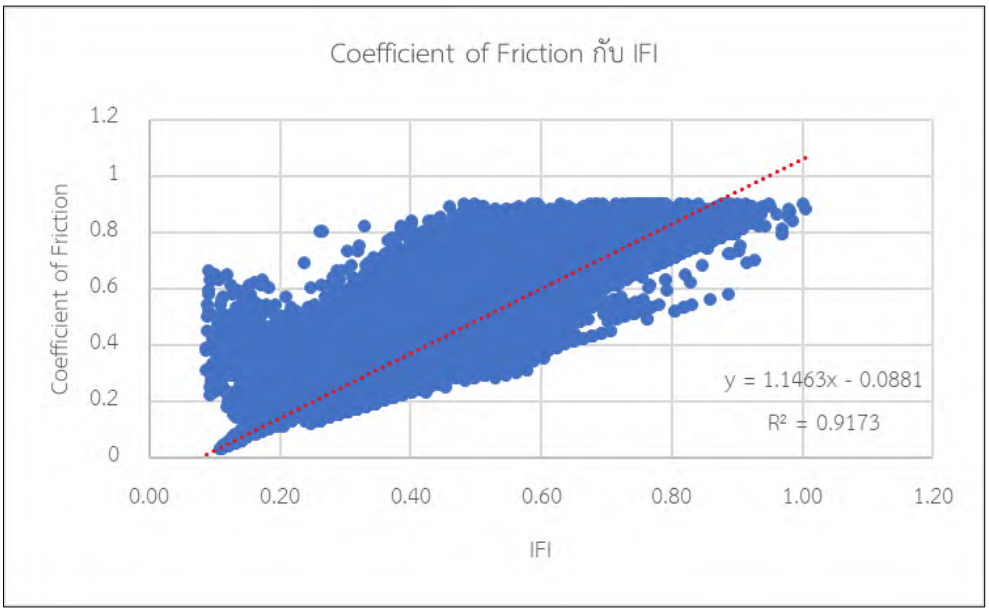
$$d_{braking} = 0.039\frac{v^2}{a}$$
$$165.2 = 0.039\frac{120^2}{a}$$
$$a = 3.4\ m/s^2$$

การคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานทำได้โดยใช้กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

$$F = ma$$
$$\mu N = ma$$
$$\mu mg = ma$$
$$\mu g = a$$
$$\mu = \frac{a}{g}$$
$$\mu = \frac{3.4\ m/s^2}{9.81\ m/s^2}$$
$$\mu = 0.346$$

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่สายทางจำกัดความเร็วที่ 120 กม./ชม. จากการคำนวณ เท่ากับ 0.346

ในการแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็นค่าดัชนีความต้านทานสากลโดยหลักการแล้วต้องใช้วิธีการดังที่ได้เสนอในการทบทวนวรรณกรรม อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้เนื่องจากขาดค่าของตัวแปรความลึกเฉลี่ยผิวทาง แม้จะสามารถสมมติค่าความเร็วขณะตรวจบันทึกที่ 60 กม./ชม. ได้ ดังนั้นจึงใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ปรากฏแสดงดังรูปที่ 5-32 ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่บันทึกได้จากการสำรวจเมื่อคำนวณแล้วได้ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.39



รูปที่ 5-34 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความเสียดทานสากลกับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจตุรภาคผิวทางเปียกทางโค้ง และกลุ่มสายทางที่จำกัดความ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมงนั้นแตกต่างกัน ดังสรุปในตารางที่ 5-23 การบริหารจัดการที่มีระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงหลายค่าอาจจะทำให้เกิดความสบสนแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นจึงได้นำเสนอระดับเฝ้าระวังที่ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.33 และจำนวนอุบัติเหตุเท่ากับ 1 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี ระดับปรับปรุงที่ค่าดัชนีความเสียดทานสากลเท่ากับ 0.26 และจำนวนอุบัติเหตุเท่ากับ 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี

สาเหตุสำคัญของความแตกต่างของค่าระดับเฝ้าระวังจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการคำนวณย้อนกลับนั้นเป็นผลมาจากการยอมให้มีอุบัติเหตุได้ของทั้งสองวิธีการวิเคราะห์นั้นแตกต่างกัน การวิเคราะห์จากข้อมูลการสำรวจนั้นยอมให้มีอุบัติเหตุได้ ส่วนการคำนวณย้อนกลับนั้นหลักการสร้างสมการของ AASHTO นั้น พิจารณาด้านสุนทรีย์ขณะทำการหยุดรถและต้องมีระยะมองเห็นที่เพียงพอเหมาะสมกับความเร็วที่จะไม่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

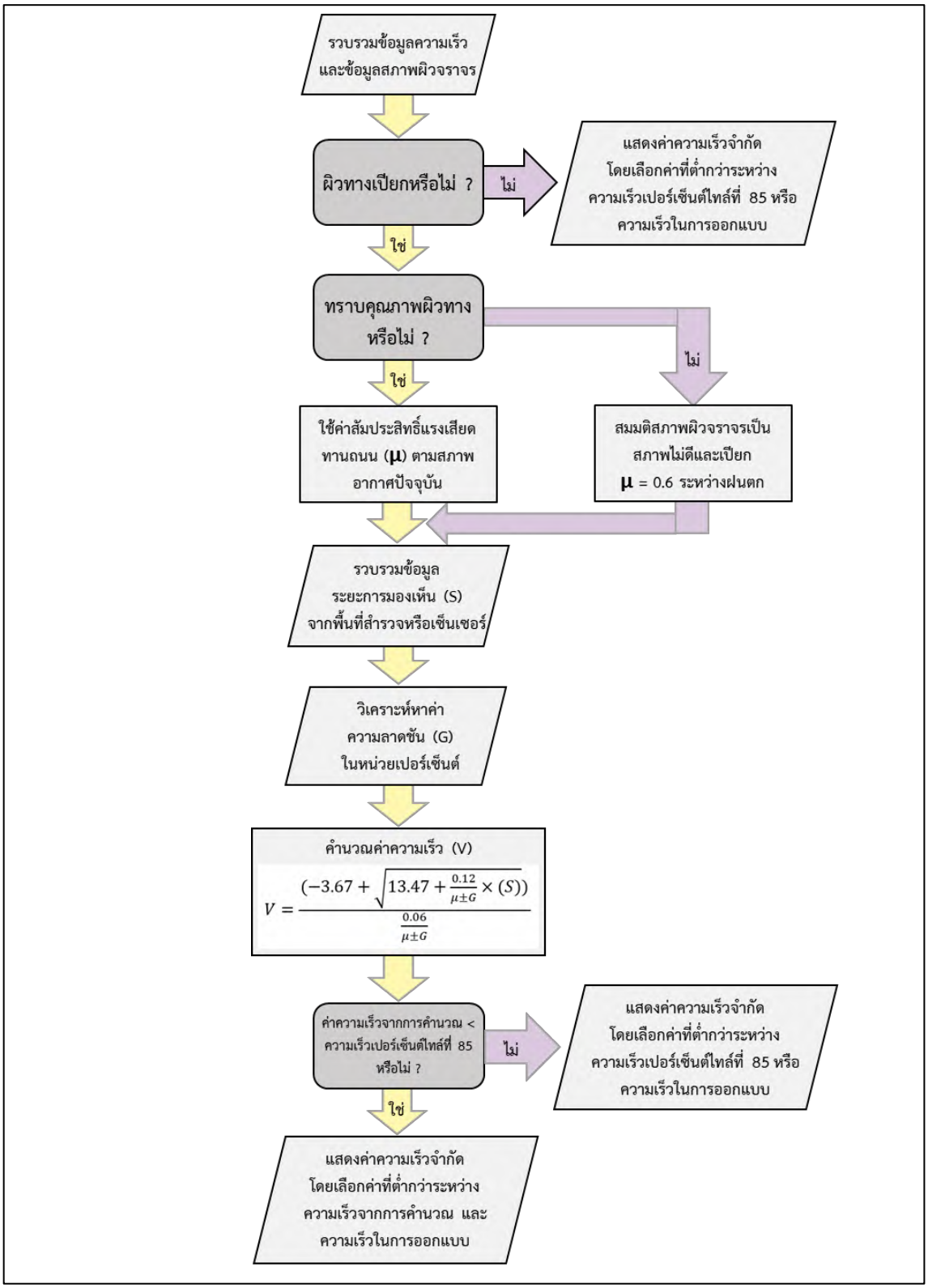
สำหรับสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ควรให้ค่าดัชนีความเสียดทานสากลในระดับเฝ้าระวังเท่ากับ 0.39 จากค่าที่คำนวณได้โดยอ้างอิงระยะมองเห็นปลอดภัยจาก AASHTO อย่างไรก็ตามการปรับลดเกณฑ์ระดับเฝ้าระวังจาก 0.39 เป็น 0.33 ย่อมสามารถทำได้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ปฏิบัติงานและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แต่การปรับลดเกณฑ์นั้นสมควรมีเหตุผลทางด้านวิชาการ ด้านงบประมาณ หรือข้อจำกัดด้านเทคนิครองรับ

ตารางที่ 5-23 สรุประดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงสำหรับสำหรับผิวทางเปียก ทางโค้ง และกลุ่มสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

กลุ่มสายทาง		**N/A**	**N/A**	**120 km/hr.**	**โดยรวม**
พื้นผิว		**เปียก**	**N/A**	**N/A**	
ลักษณะสายทาง		**N/A**	**โค้ง**	**N/A**	
IFI	**Investigatory Level**	0.33	0.33	0.29	0.33
	Intervention Level	0.26	0.28	0.26	0.26
จำนวนอุบัติเหตุ (Acc/BS/2yrs)	**Investigatory Level**	3	2	1	1
	Intervention Level	5	5	5	5

5.5.2 คำแนะนำสำหรับการใช้ความเร็วขณะฝนตก

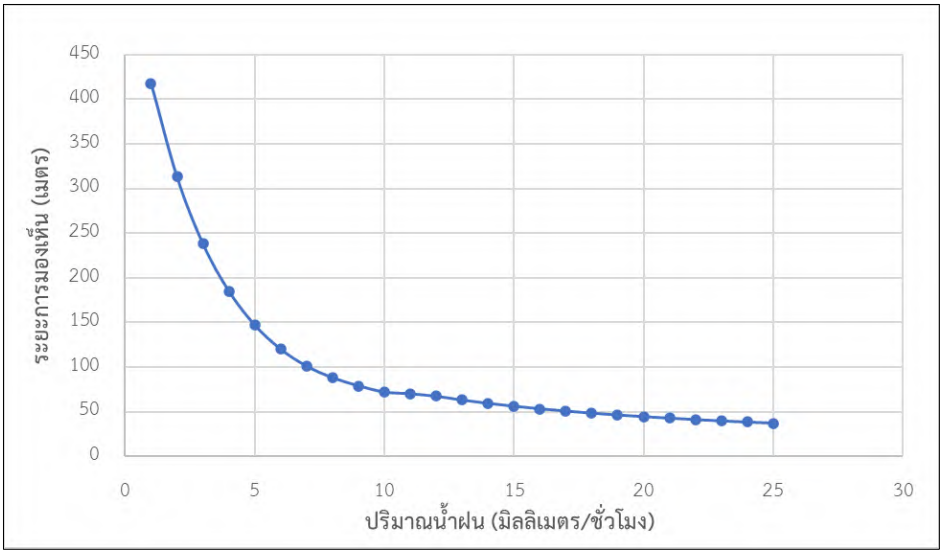
จากโครงการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรเพื่อบริหารงานศูนย์บริการจราจรและอุบัติเหตุชั่วคราวของกรมทางหลวงได้ศึกษาข้อแนะนำของ FHWA (2012) แสดงดังรูปที่ 5-33 และได้นำเสนอการวิเคราะห์ความเร็วจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพอากาศสำหรับป้ายจำกัดความเร็วแบบปรับเปลี่ยนได้ ครอบคลุมพื้นผิวถนนทั้งแบบแอสฟัลต์คอนกรีตและแบบซีเมนต์คอนกรีตไว้ในรายงานด้วยเช่นกัน ในการคำนวณหาความเร็วที่เหมาะสมได้นำตัวแปรด้านสภาพอากาศและตัวแปรด้านสภาพถนนมาพิจารณาด้วย



ที่มา : ดัดแปลงมาจาก FHWA (2012)

รูปที่ 5-35 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเร็วจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ

ตัวแปรด้านสภาพอากาศ คือ ทัศนวิสัยซึ่งแปรผันตามความรุนแรงของฝนหรือหมอก นอกจากนี้ ฝนยังเป็นอีกปัจจัยที่มีผลกระทบต่อตัวแปรด้านสภาพถนนอีกเช่นกัน จากการศึกษาความสัมพันธ์ของทัศนวิสัยหรือระยะการมองเห็น (เมตร, m.) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง, mm./hr.) โดย Menghua Yan และคณะ (2021) จากกราฟสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่ 10 มม./ชม. ถึง 25 มม./ชม. จะมีระยะการมองเห็นประมาณ 50 เมตร



รูปที่ 5-36 ระยะการมองเห็นในแต่ละปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาฝนตก
ดัดแปลงมาจาก : Menghua Yan และคณะ (2021)

ตารางที่ 5-24 นิยามความเข้มของปริมาณน้ำฝน โดยกรมชลประทาน

คำอธิบาย	**ปริมาณของฝนตก (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)**
ฝนตกปานกลาง (Moderate rain)	2.5-10 mm/hr
ฝนตกหนัก (Heavy rain)	10-50 mm/hr
ฝนตกหนักมาก (Very heavy rain)	> 50 mm/hr

ตัวแปรด้านสภาพถนน คือ ความชันและค่าดัชนีความเสียดทานสากล ซึ่งผลการสำรวจจากโครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย พบว่า จากระยะทางมากกว่า 5,000 กิโลเมตร ค่าดัชนีความเสียดทานสากลส่วนมากจากการสำรวจอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.3 เมื่อทำการคำนวณโดยให้ค่าความชันเท่ากับ 0% แสดงดังตารางที่ 5-25

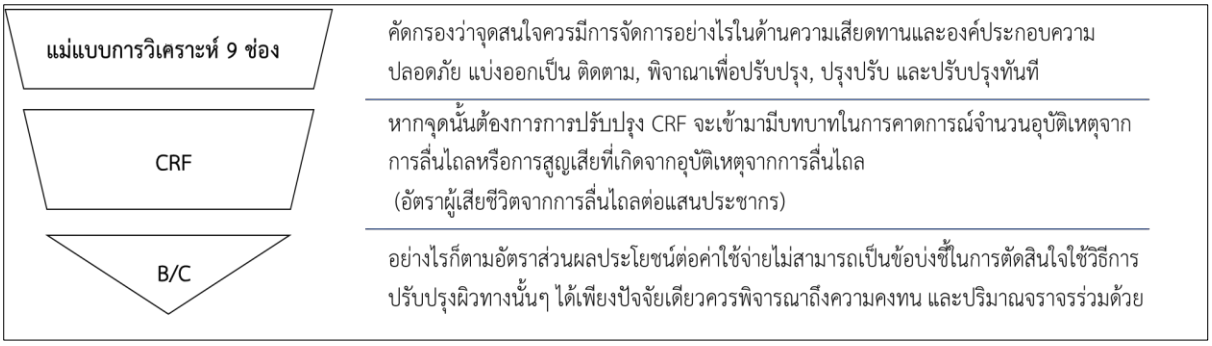
ตารางที่ 5-25 ค่าความเร็วที่คำนวณได้ ที่ค่าระยะมองเห็นและค่าความเสียดทานของผิวทางแตกต่างกัน โดยให้ค่าความชันเท่ากับ 0% โดยให้จำกัดความเร็วสูงสุดที่ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

	IFI						
ปริมาณน้ำฝน (mm./hr.)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0	111	120	120	120	120	120	120
2	84	114	120	120	120	120	120
4	63	84	99	110	119	120	120
6	47	63	73	81	87	92	96
8	40	52	60	66	70	74	77
10	37	49	56	61	66	69	72
12	37	48	55	60	65	68	71
14	32	42	48	52	56	58	61

จากตารางที่ 5-25 เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝน มากกว่า 10 มม./ชม. และมีค่าดัชนีความเสียดทานเท่ากับ 0.2 และ 0.3 พบว่า ความเร็วที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 40 – 60 กม./ชม. หากเป็นทางคดเคี้ยวและ/หรือลงเขาลาดชันให้พิจารณาในการลดความเร็วจากช่วงดังกล่าวเพิ่มเติม

5.5.3 แนวทางในการวางแผนการสำรวจแก้ไขเชิงป้องกัน เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการลื่นไถลบนผิวทาง เพื่อสำรวจและตรวจสอบ

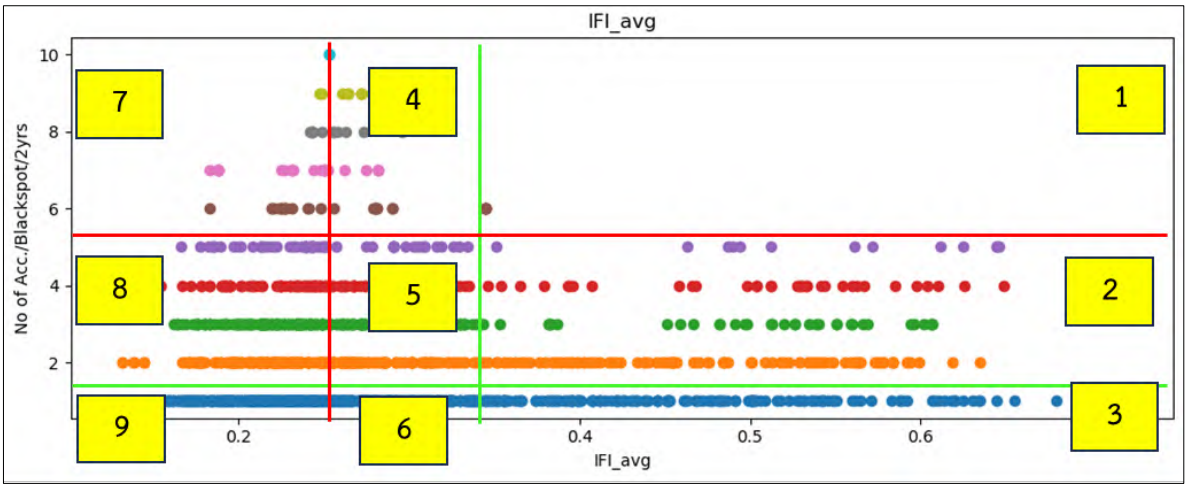
การบูรณาการแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่องร่วมกับตัวคูณลดอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor, CRF) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio)



รูปที่ 5-37 ภาพรวมขั้นตอนการบูรณาการแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง

แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง

ในหัวข้อที่ 1 ว่าด้วยเรื่องค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสม ได้นำเสนอค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดต่อสองปีที่อยู่ในระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง เมื่อทำการลากเส้นตรงผ่านค่าระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุงสามารถแบ่งความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนการเกิดอุบัติเหตุเป็น 9 ช่อง แสดงดังรูปที่ 5-38 เส้นตั้งและเส้นนอนสีเขียว คือ ค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุในระดับเฝ้าระวัง มีค่าเท่ากับ 0.33 (0.39 สำหรับสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และ 1 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2ปี ในทำนองเดียวกันเส้นตั้งและเส้นนอนสีแดง คือ ค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุในระดับปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.26 และ 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี



รูปที่ 5-38 แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง

ในการใช้งานแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง เมื่อได้แม่แบบจากการวาดเส้นตรงดังกล่าว ให้นำข้อมูลจุดเสี่ยงที่สนใจเพื่อสร้างจุดและสังเกตว่าจุดนั้นอยู่ในช่องที่เท่าใดของแม่แบบ ซึ่งในแต่ละช่องต้องการการตอบสนองหรือการปฏิบัติแตกต่างกันไป แสดงดังตารางที่ 5-28

ตารางที่ 5-26 รูปแบบการตอบสนองของแต่ละช่องในด้านการปรับปรุงความเสียดทานและติดตั้งองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ

ช่องที่	การตอบสนองในดด้านความเสียดทาน
1	ติดตาม
2	ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
3	ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
4	ปรับปรุงทันทีและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
5	พิจารณาเพื่อปรับปรุงและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
6	พิจารณาเพื่อปรับปรุงและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
7	ปรับปรุงทันที
8	ปรับปรุงทันที
9	ปรับปรุง

การบูรณาการแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง ร่วมกับตัวคูณลดอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor, CRF) และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio)

เป้าหมายหลักตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นโครงสร้างพื้นฐาน ระบบโลจิสติกส์และดิจิทัล (พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2580) ที่ต้องการลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนให้เหลือ 12 คน ต่อประชากรแสนคนให้ได้ภายในปี พ.ศ. 2570 ในการลดอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนเข้าใกล้เป้าหมายนี้ได้จำเป็นต้องบูรณาการความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ในโครงการนี้ เพื่อสร้างแนวทางในการตัดสินใจเพื่อปรับปรุง และเลือกใช้วิธีการปรับปรุงผิวทางที่ช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการลดอัตราการเสียชีวิตและความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์

จากข้อมูลสถิติอุบัติเหตุในช่วงปี พ.ศ.2560 – พ.ศ. 2565 แสดงดังตารางที่ 5-27 สามารถวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลต่อประชากรแสนคนได้ โดยอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากการลื่นไถลต่อประชากรแสนคนนั้นคิดเป็นประมาณร้อยละ 25 ของเป้าหมายในการลดอัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุต่อประชากรแสนคนในปี พ.ศ. 2570 เท่ากับ 12 คนต่อประชากรแสนคน

ตารางที่ 5-27 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนถนนทางหลวง

ปี พ.ศ.	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	เสียชีวิต	บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	อัตราการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลต่อประชากรแสนคน	อัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลต่อประชากรแสนคน	อัตราผู้เสียบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุการลื่นไถลต่อประชากรแสนคน	อัตราผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุการลื่นไถลต่อประชากรแสนคน
2560	15,936	2,409	3,331	11,361	24.44	**3.69**	5.11	17.42
2561	17,045	2,651	3,265	12,118	26.06	**4.05**	4.99	18.53
2562	17,554	2,700	3,335	12,794	26.78	**4.12**	5.09	19.52
2563	19,806	2,856	3,123	13,056	30.27	**4.37**	4.77	19.96
2564	18,657	2,299	2,540	11,247	28.61	**3.53**	3.89	17.25
2565	19,213	2,297	2,265	12,475	29.49	**3.53**	3.48	19.15

ในการบูรณาการนั้นแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง เป็นการวิเคราะห์เพื่อคัดกรองว่าจุดที่เกิดอุบัติเหตุที่สนใจควรมีการจัดการอย่างไรในด้านความเสียดทานและองค์ประกอบความปลอดภัย แบ่งออกเป็น ติดตาม พิจาณาเพื่อปรับปรุง ปรุงปรับ และปรับปรุงทันที เมื่อจุดเสี่ยงนั้น ๆ ต้องการการปรับปรุง ตัวคูณลดอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor : CRF) จะเข้ามามีบทบาทในการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุจากการลื่นไถลหรือการสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง รวมไปถึงวิธีการปรับปรุงผิวทางนั้น ๆ สามารถลดอัตราผู้เสียชีวิตจากการลื่นไถลต่อแสนประชากรมากน้อยเพียงใด แสดงดังตารางที่ 5-27 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) สามารถบอกถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ หากปรับปรุงผิวทางในแต่ละวิธี หากจุดใดเกิดอุบัติเหตุหรือมีการสูญเสียมาก ทำให้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายมากนั้นหมายความว่า มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าวิธีการปรับปรุงผิวทางแบบอื่น อย่างไรก็ตามอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายไม่สามารถเป็นข้อบ่งชี้ในการตัดสินใจใช้วิธีการปรับปรุงผิวทางนั้น ๆ ได้เพียงปัจจัยเดียว ควรพิจารณาถึงความคงทนและปริมาณจราจรร่วมด้วย

การเลือกวิธีการปรับปรุงผิวทางนั้นสมควรต้องพิจารณาสภาทางขณะนั้นว่ามีความเสียหายของชั้นพื้นทาง (BASE) ร่วมด้วยหรือไม่ หากไม่มีความเสียหายของชั้นพื้นทางให้พิจารณาเลือกใช้วิธีการ Chip Seal หรือ Slurry Seal เนื่องจากเป็นวิธีการชั่วคราวที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ หากต้องการความคงทนที่มากกว่าสองวิธีการข้างต้นหรือมีความเสียหายของชั้นพื้นทางให้พิจารณาเลือกใช้การปรับปรุงแบบ Overlay ดังสรุปไว้ในตารางที่ 5-28 พร้อมค่าตัวคูณลดอุบัติเหตุของผิวทางแต่ละชนิด

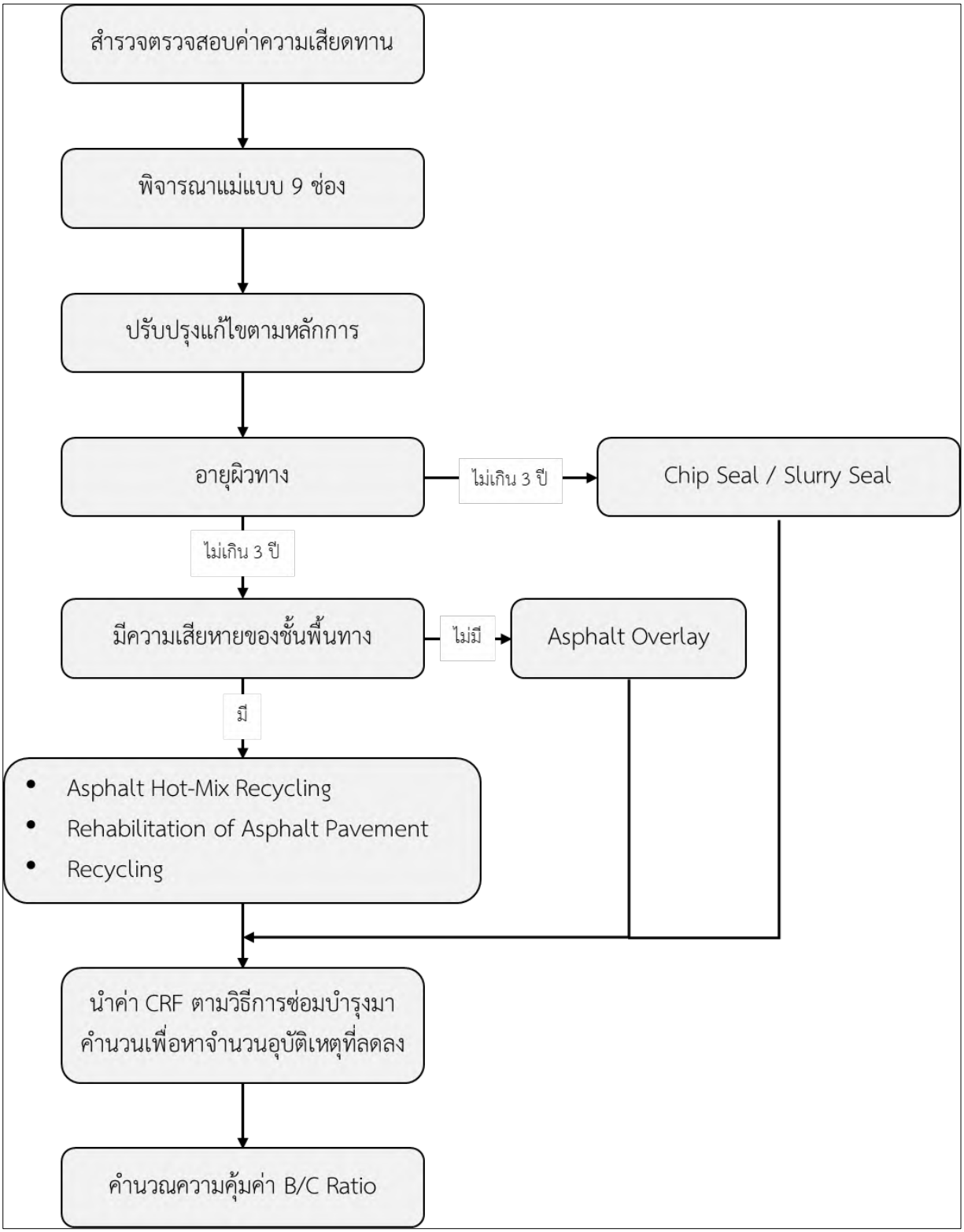
จากรูปที่ 5-39 แผนผังการวิเคราะห์การวางแผนปรับปรุงสายทาง โดยแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง เป็นตัวบ่งชี้ว่าสายทางใดต้องปรับปรุงจากระดับปรับปรุงหรือระดับเฝ้าระวัง เมื่อสายทางต้องปรับปรุงจะต้องพิจารณาถึงความเสียหายของชั้นพื้นทางซึ่งมีผลต่อวิธีการปรับปรุงดังที่สรุปไว้ข้างต้น มากไปกว่านั้นวิธีการที่เลือกใช้ในการปรับปรุงยังมาพร้อมกับค่าตัวคูณลดอุบัติเหตุที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการลดอุบัติเหตุและความสูญเสียจากอุบัติเหตุ ซึ่งมีผลต่อการคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) ของวิธีการปรับปรุงแต่ละวิธี อย่างไรก็ตามตัวคูณลดอุบัติเหตุสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามวิธีการคำนวณและช่วงเวลาที่นำข้อมูลมาพิจารณา อีกทั้งยังส่งผลโดยตรงต่อค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio) ของวิธีการปรับปรุงแต่ละวิธี นอกจากตัวคูณลดอุบัติเหตุที่มีผลต่อ B/C Ratio แล้ว ยังมีอัตราเงินเฟ้อที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกปี เพื่อการคำนวณที่มีประสิทธิภาพและสะท้อนสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันจำเป็นต้องพิจารณาอัตราส่วนเงินเฟ้อด้วย

ตารางที่ 5-28 สรุปค่าตัวคูณลดอุบัติเหตุและวิธีการใช้งานของวิธีการปรับปรุงผิวทางแต่ละวิธีสำหรับผิวทางคอนกรีตและแอสฟัลต์คอนกรีต

ชนิดผิวทาง	วิธีการปรับปรุงผิวทาง	%CRF				วิธีการใช้งาน
		อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	อัตราการเสียชีวิต	อัตราการบาดเจ็บสาหัส	อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	
AC	Chip Seal	17.1	17.1	17.1	17.1	เป็นการปรับปรุงผิวชั่วคราว ความทนทานต่ำ ใช้ในการปรับปรุงผิวทางที่ไม่มีความเสียหายของชั้นพื้นทางร่วมด้วย
	Slurry Seal	11.2	11.2	11.2	11.2	
	Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling + Recycling) แบบปรับปรุงชั้นทาง	16.08	37.26	23.87	2.26	เป็นวิธีการปรับปรุงผิวทางที่คงทนมากกว่าการปรับปรุงแบบ Seal สามารถใช้งานได้ทั้งที่มีและไม่มีการเสียหายของชั้นพื้นทางร่วมด้วย
	Asphalt Overlay บนผิวทางเดิม	-22.71	32.76	45.48	-35.51	
	Thin Hot-mix Asphalt (HMA) Overlay	9.40	9.40	9.40	9.40	
	Open Graded Friction Course (OGFC)	19.30	19.30	19.30	19.30	
	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	19.80	19.80	19.80	19.80	
	High Friction Surfacing (HFS)	34.70	34.70	34.70	34.70	

ตารางที่ 5-28 สรุปค่าตัวคูณลดอุบัติเหตุและวิธีการใช้งานของวิธีการปรับปรุงผิวทางแต่ละวิธีสำหรับผิวทางคอนกรีตและแอสฟัลต์คอนกรีต (ต่อ)

ชนิดผิวทาง	วิธีการปรับปรุงผิวทาง	%CRF				วิธีการใช้งาน
		อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	อัตราการเสียชีวิต	อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	อัตราการเสียชีวิต	
CC	Asphalt Overlay บนผิวทางเดิม	-22.71	32.76	45.48	-35.51	เป็นวิธีการปรับปรุงผิวทางที่คงทนมากกว่าการปรับปรุงแบบ Seal สามารถใช้งานได้ทั้งที่มีและไม่มีการเสียหายของชั้นพื้นทางร่วมด้วย
	Thin Hot-mix Asphalt (HMA) Overlay	9.40	9.40	9.40	9.40	
	Open Graded Friction Course (OGFC)	19.30	19.30	19.30	19.30	
	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	19.80	19.80	19.80	19.80	
	High Friction Surfacing (HFS)	34.70	34.70	34.70	34.70	
	Grooving	25.40	25.40	25.40	25.40	
	Diamond Grinding	13.80	13.80	13.80	13.80	



รูปที่ 5-39 แผนผังการวิเคราะห์การวางแผนปรับปรุงสายทาง

ตารางที่ 5-29 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการการปรับปรุงผิวทางแต่ละวิธี

ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการบนถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC)			
วิธีการปรับปรุง	**%CRF ลดกรณีเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถล**	**จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลที่ลดลง**	**อัตราผู้เสียชีวิตจากการลื่นไถลต่อแสนประชากรที่ลดลง**
Asphalt Hot Mix In - Place Recycling	0.50	1,157	1.78
Asphalt Overlay	0.33	752	1.15
Recycling	0.13	295	0.45
Chip Seal	0.17	393	0.60
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	0.09	216	0.33
Open Graded Friction Course (OGFC)	0.19	443	0.68
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	0.20	455	0.70
High Friction Surfacing (HFS)	0.35	797	1.22
Slurry Seal	0.11	257	0.39
ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการบนถนนคอนกรีต (CC)			
วิธีการปรับปรุง	**%CRF ลดกรณีเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถล**	**จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุการลื่นไถลที่ลดลง**	**อัตราผู้เสียชีวิตจากการลื่นไถลต่อแสนประชากรที่ลดลง**
Asphalt Overlay	0.33	752	1.15
Diamond Grinding	0.14	317	0.49
High Friction Surfacing (HFS)	0.35	797	1.22
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	0.09	216	0.33
Open Graded Friction Course (OGFC)	0.19	443	0.68
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	0.20	455	0.70
Improve pavement friction (Grooving)	0.25	583	0.90

การศึกษาเพื่อกำหนดค่า Crash Modification Factor(CMF) หรือ Crash Reduction Factor (CRF) ของวิธีการปรับปรุงผิวทางแต่ละรูปแบบ

เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการใช้ CMF และ CRF เนื่องจากโครงการนี้ไม่ได้จัดตั้งขึ้นมาเพื่อศึกษาตัวแปรดังกล่าวโดยตรง หากกรมทางหลวงต้องการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุง วิธีการศึกษาจึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือ วิธีการศึกษาที่น่าเชื่อ คือ วิธี Before/after Using Empirical Bayes or Full Bayes อีกทั้งเป็นที่ซึ่งนิยมใช้ใน CMF Clearinghouse แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ตามใช้ผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการศึกษาและการเก็บข้อมูลที่เป็นระบบทั้งด้านกายภาพของถนนและข้อมูลสถิติ

ข้อมูลกายภาพถนน เช่น ชนิดผิวทาง จำนวนช่องจราจร ความกว้างถนน สภาพผิวทาง (IFI, IRI, MPD และ Friction) พร้อมกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งแบบละติจูด ลองจิจูด เป็นต้น

ข้อมูลสถิติ เช่น ปริมาณจราจรที่ใกล้เคียงกัน และข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจริง (ศึกษาสาเหตุอุบัติเหตุจากการลื่นไถล และพื้นผิวเปียก มีจำนวนเสียชีวิตและบาดเจ็บ) ดำเนินการก่อนและหลังปรับปรุงจากโครงการที่มีวิธีปรับปรุงผิวทางที่สนใจศึกษา เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของมาตรการได้ พร้อมกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งแบบละติจูด ลองจิจูด

5.5.4 การวางแผนการสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพ

การวางแผนสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพเป็นส่วนช่วยให้เกิดการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถศึกษาประสิทธิภาพความคงทนของวิธีการปรับปรุงผิวทางได้เช่นเดียวกัน การสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพสามารถแบ่งออกเป็น การสำรวจผิวทางใหม่และการสำรวจแบบโครงข่าย

การสำรวจผิวทางใหม่ควรสำรวจก่อนเปิดใช้งานและหลังเปิดใช้งานตามระยะเวลาหลังเปิดใช้งานเป็นเวลา 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน, และ 1 ปี เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเสียดทานสากลและปริมาณการจราจรหรือระยะเวลาหลังเปิดใช้งาน การสำรวจเช่นนี้สามารถนำข้อมูลการสำรวจมาวิเคราะห์หาความทนทานของรูปแบบของผิวทางที่สนใจได้ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสมกับปริมาณจราจรได้ด้วย

การสำรวจแบบโครงข่ายเป็นการสำรวจตามวงรอบ โดยกำหนดให้สำรวจ 1 ครั้งต่อปีในฤดูร้อน โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Wei และคณะ (2022) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการทดสอบ ประเภทมวลรวม ฤดูกาลต่อความเสียดทาน พบว่า การวัดค่าความเสียดทานในฤดูร้อนสามารถนำมาเป็นดัชนีควบคุมในการจัดการและซ่อมบำรุง เนื่องจากมวลรวมและผิวทางถูกบดอัดซ้ำ ทำให้ผิวทางเรียบมากขึ้นจากอุณหภูมิที่สูง ได้แก่

1) ภาคเหนือ
   สำนักงานทางหลวงที่ 1 เชียงใหม่
   สำนักงานทางหลวงที่ 2 แพร่
   สำนักงานทางหลวงที่ 4 ตาก
   สำนักงานทางหลวงที่ 5 พิษณุโลก
   สำนักงานทางหลวงที่ 6 เพชรบูรณ์
2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
   สำนักงานทางหลวงที่ 3 สกลนคร
   สำนักงานทางหลวงที่ 7 ขอนแก่น
   สำนักงานทางหลวงที่ 8 มหาสารคาม
   สำนักงานทางหลวงที่ 9 อุบลราชธานี
   สำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา
3) ภาคกลาง
   สำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี
   สำนักงานทางหลวงที่ 12 สุพรรณบุรี
   สำนักงานทางหลวงที่ 13 กรุงเทพ
   สำนักงานทางหลวงที่ 14 ชลบุรี
   สำนักงานทางหลวงที่ 15 ประจวบคีรีขันธ์
4) ภาคใต้
   สำนักงานทางหลวงที่ 16 นครศรีธรรมราช
   สำนักงานทางหลวงที่ 17 กระบี่
   สำนักงานทางหลวงที่ 18 สงขลา

ในการวิเคราะห์การวางแผนการสำรวจนี้ถูกวางเงื่อนไขในการสำรวจคือ ระยะเวลาในการสำรวจ 5 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสียดทานสากล สามารถคำนวณได้แสดงดังตารางที่ 5-30

ตารางที่ 5-30 ระยะเวลาที่คำนวณได้ตามเงื่อนไขการสำรวจในแต่ละภาค

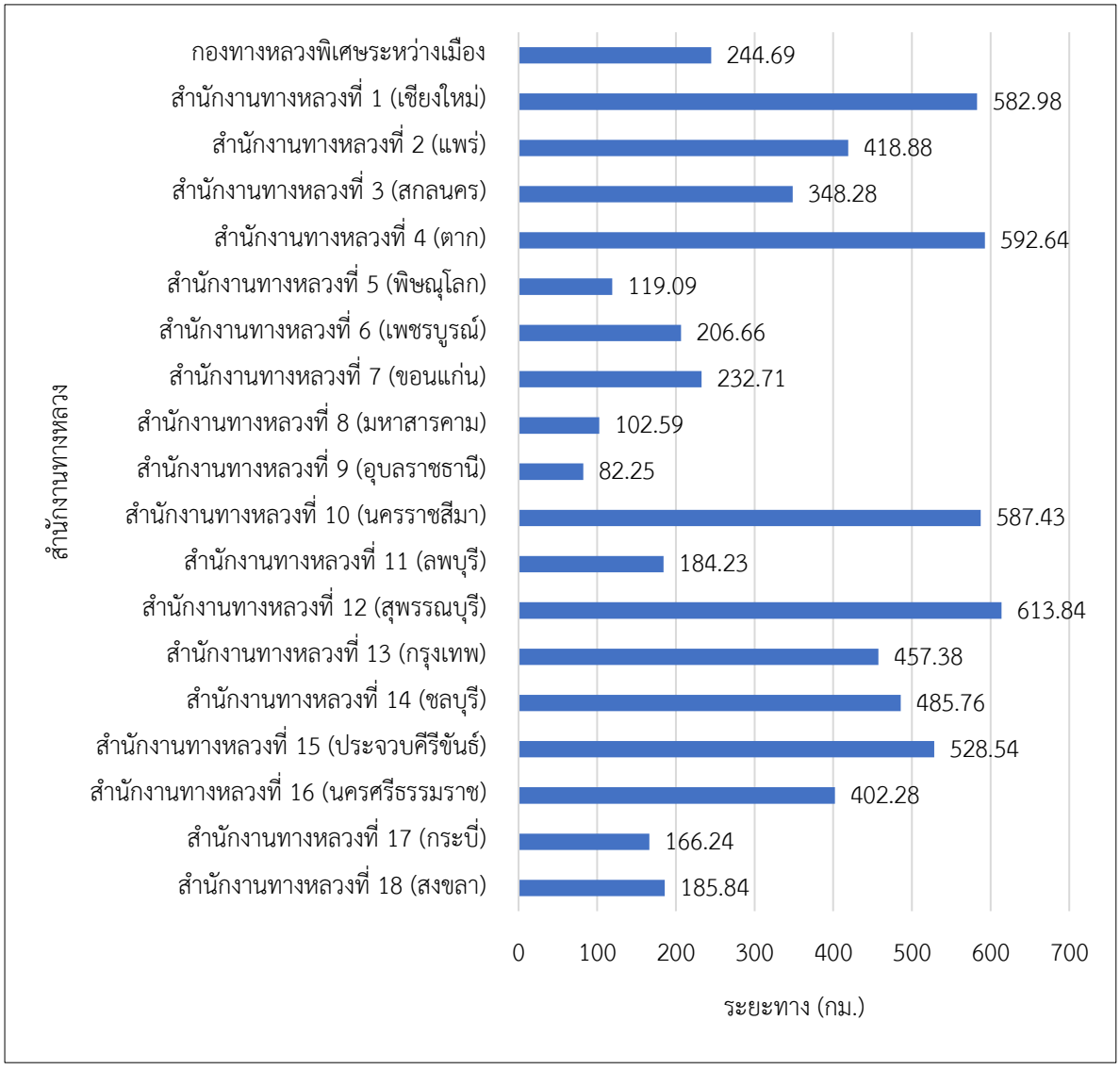
ภาคเหนือ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
520	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	3963.4	66.1	13.2	66	4	14
530	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	3846.6	64.1	12.8	64	7	13
152	สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2592.8	43.2	8.6	43	13	9
510	สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2561.1	42.7	8.5	42	42	9
550	สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2849.9	47.5	9.5	47	30	10
						รวม	55
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
640	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2960.7	49.3	9.9	49	21	10
620	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2869.1	47.8	9.6	47	50	10
155	สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	2223.8	37.1	7.4	37	4	8
630	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	3490.9	58.2	11.6	58	11	12
610	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3908.9	65.1	13.0	65	9	14
						รวม	54
ภาคกลาง							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
430	สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2995.2	49.9	10.0	49	56	10
440	สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	3309.3	55.2	11.0	55	10	12
410	สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1904.1	31.7	6.3	31	45	7
420	สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2644.3	44.1	8.8	44	5	9
330	สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2247.1	37.5	7.5	37	28	8
						รวม	46
ภาคใต้							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
320	สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	3006.7	50.1	10.0	50	7	11
156	สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	2217.5	37.0	7.4	36	58	8
310	สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	2449.7	40.8	8.2	40	50	9
						รวม	28
พิเศษ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
260	กองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	301.8	5.0	1.0	5	2	2
90	บริษัททางยกระดับดอนเมือง จำกัดมหาชน	20.9	0.3	0.1	0	21	1
			รวม				3

สามารถจัดกลุ่มสำรวจตามรายภูมิภาคโดยกำหนดให้ระยะเวลาในฤดูร้อนมี 80 วัน ได้ดังนี้

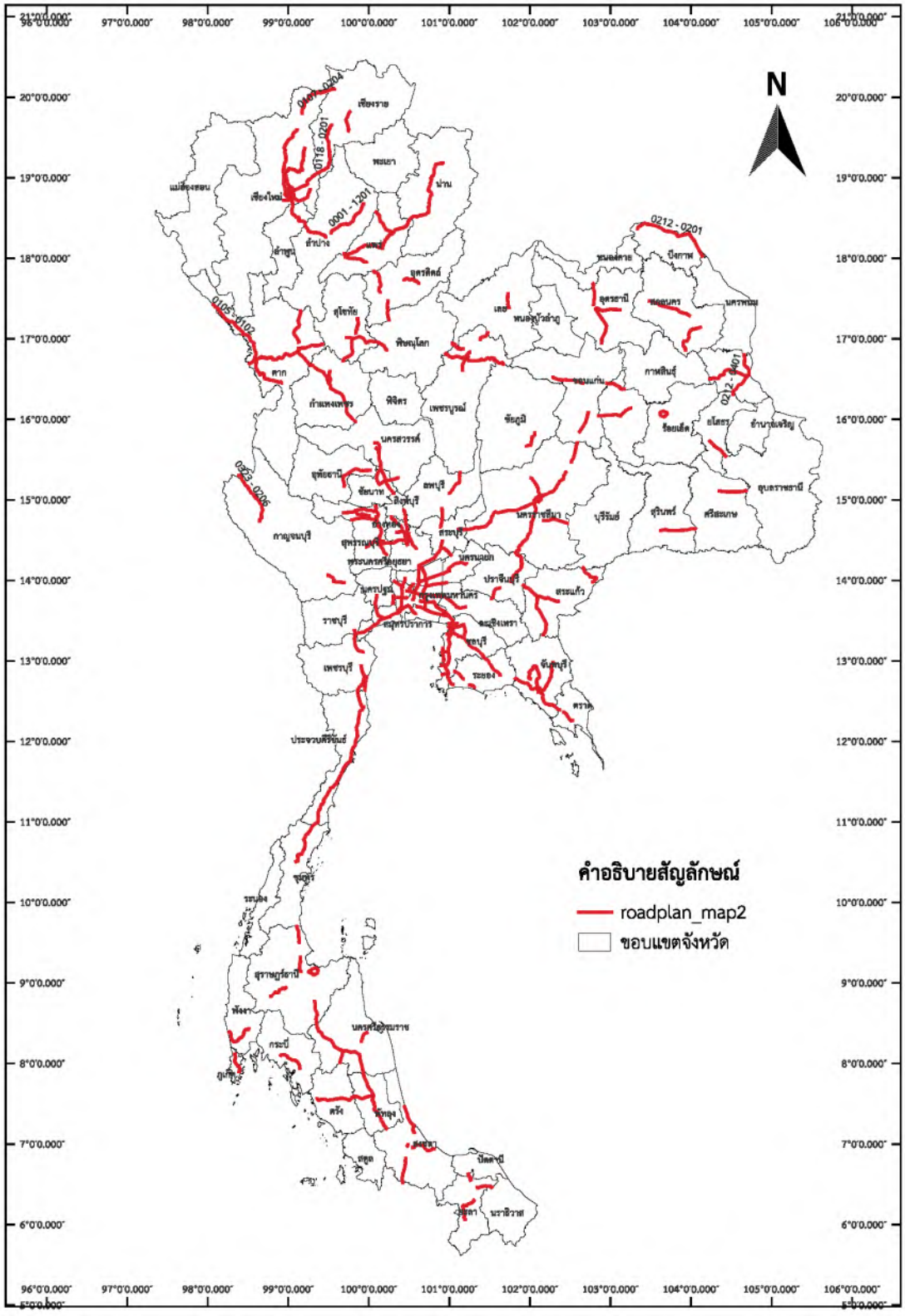
1. ภาคเหนือ 50 วัน
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 54 วัน
3. ภาคกลาง ภาคใต้ และการทางพิเศษ 77 วัน

ดังนั้นเพื่อให้การสำรวจครอบคลุมทั้งโครงข่ายในฤดูร้อน จึงต้องใช้ชุดอุปกรณ์ในการตรวจวัด 1 ชุดต่อกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 3 ชุด

ที่ปรึกษาได้ดำเนินวางแผนสำหรับการสำรวจในปี พ.ศ. 2567 โดยมีการคัดเลือกดังนี้ 1. สถิติอุบัติเหตุย้อนหลัง ปี พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน 2. ลักษณะการชน (Cash Code) 300-310, 700-710, 800-810 3. ระยะทางจากการคัดเลือกทั้งหมด 6,542.31 กิโลเมตร สามารถแสดงรายละเอียดเป็นรายสำนักได้ดังนี้



รูปที่ 5-40 ระยะการสำรวจของปี พ.ศ. 2567 แบ่งตามสำนักงานทางหลวง



รูปที่ 5-41 การสำรวจของปี พ.ศ. 2567 แบ่งตามสำนักงานทางหลวง

การวิเคราะห์จำนวนระยะทางที่สามารถปรับปรุงผิวทางได้ตามกรอบงบประมาณ

เนื่องด้วยการเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุถนนลื่น เป็นภัยร้ายที่พร้อมจะคุกคามความปลอดภัยของประชาชนผู้ใช้ทางขณะฝนตก มักปรากฏเป็นข่าวและสื่อสังคมออนไลน์บ่อยครั้ง ดังนั้นเพื่อให้ประชาชนผู้ใช้ทางเกิดความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระดับโครงข่าย (Network Level) ซึ่งการสำรวจเป็นกระบวนการสำคัญเพื่อค้นหาสายทางหรือตำแหน่งจุดเสี่ยงต่าง ๆ ปัจจุบันกรมทางหลวงมีโครงข่ายทางหลวงที่ต้องรับผิดชอบมากกว่า 52,000 กิโลเมตร ซึ่งการยกระดับความปลอดภัยนั้นการปรับปรุงความเสียดทาน หรือเพิ่มดัชนีความเสียดทานให้มากกว่าระดับปรุงปรุงเป็นสิ่งที่พึงกระทำเป็นอันดับแรก

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงจำเป็นที่ต้องวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงผิวทางตามวิธีการที่กรมทางหลวงได้เคยปฏิบัติมาแล้ว เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและประหยัดงบประมาณในการจัดหาอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณเส้นทางที่สามารถดำเนินการปรับปรุงได้นั้นจึงอยู่ในกรอบงบประมาณสองหมื่นล้านบาทที่ทางกรมทางหลวงได้รับทุกปีงบประมาณเพื่อเป็นแนวทางในการยกระดับการให้บริการด้านความปลอดภัยบนทางหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตรายของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ในการวิเคราะห์นี้กำหนดลำดับความสำคัญของการปรับปรุง โดยปรับปรุงสายทางที่มีค่าดัชนีความเสียดทานสากลน้อยกว่า 0.26 ก่อน จากนั้นจึงปรับปรุงผิวทางที่มีค่าดัชนีความเสียดทานสากลอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 0.33 ตามลำดับ ทั้งนี้การปรับปรุงผิวทางจะดำเนินการอยู่ภายใต้เงื่อนไขงบประมาณสองหมื่นล้านบาทดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

การซ่อมบำรุงผิวทางตามกรอบงบประมาณ

ตารางที่ 5-31 วิธีการซ่อมบำรุงผิวทางสำหรับถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC)

วิธีการซ่อมบำรุง	งบประมาณ (บาท/ตรม.)
Chip Seal	80
Slurry Seal	80
Asphalt Overlay AC05	430
Asphalt Overlay AC10	460
Recycling 05	500
Recycling 10	820
Recycling PMA	860
Ultra-Thin Bonded Wearing Course	600
Thin Hot-Mix Asphalt Overlay	600
Open Graded Friction Course	650
High Friction Surfacing	1000

ตารางที่ 5-32 วิธีการซ่อมบำรุงผิวทางสำหรับถนนคอนกรีต (CC)

วิธีการปรับปรุง	งบประมาณ (บาท/ตรม.)
Asphalt Overlay AC05	430
Asphalt Overlay AC10	460
Ultra-Thin Bonded Wearing Course	600
Thin Hot-Mix Asphalt Overlay	600
Open Graded Friction Course	650
High Friction Surfacing	1000
Grooving	-
Diamond Grinding	-

การสำรวจพื้นผิวทางแบ่งตามค่า IFI

โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตรายได้ดำเนินการสำรวจโดยการสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพซึ่งเป็นส่วนช่วยให้เกิดการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถศึกษาประสิทธิภาพความคงทนของวิธีการปรับปรุงผิวทางได้ ในการสำรวจจะแบ่งสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักตามภูมิประเทศ ระยะทางที่ดำเนินการสำรวจ 5,492.26 กิโลเมตร แบ่งตามสัดส่วนของชนิดผิวทางจากข้อมูลชนิดผิวทางทั้งประเทศเป็นผิวทางแอสฟัลต์ (AC) 4,433.51 กิโลเมตร และผิวทางคอนกรีต (CC) 1,058.75 กิโลเมตร แบ่งตามค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ได้ดังนี้

ตารางที่ 5-33 ค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) แบ่งตามค่า IFI

ผิวทาง	<0.26	0.26-0.33	>0.33
AC	1308.70	996.07	2,128.73
CC	224.50	246.90	587.34

โดยผิวทางแอสฟัลต์ (AC) 4,433.51 กิโลเมตร มีค่าดัชนีความเสียดทานสากลน้อยกว่า 0.26 ระยะทาง 1,308.70 กิโลเมตร ในส่วนของค่าดัชนีความเสียดทานสากลระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 ระยะทาง 996.07 กิโลเมตร และค่าดัชนีความเสียดทานสากล มากกว่า 0.33 ขึ้นไป ระยะทาง 2,218.73 กิโลเมตร

ในด้านของผิวทางคอนกรีต (CC) 1,058.75 กิโลเมตร ค่าดัชนีความเสียดทานสากลน้อยกว่า 0.26 ระยะทาง 224.50 กิโลเมตร ในส่วนของค่าดัชนีความเสียดทานสากลระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 ระยะทาง 246.90 กิโลเมตร และค่าดัชนีความเสียดทานสากลมากกว่า 0.33 ขึ้นไป ระยะทาง 587.34 กิโลเมตร

วิธีการคำนวณรวมหลายช่องจราจรเป็นหนึ่งช่องจราจร

จากข้อมูลสถิติของกรมทางหลวงมีข้อมูลระยะทางถนนทั้งสิ้น 50,951.97 กิโลเมตร แบ่งเป็นผิวทางแอสฟัลต์ (AC) 47,429.60 กิโลเมตร ผิวทางคอนกรีต (CC) 3,522.37 กิโลเมตร ในส่วนด้านการสำรวจดำเนินการสำรวจรวมระยะทางทั้งสิ้น 5,492.26 กิโลเมตร ผิวทางแอสฟัลต์ (AC) 4,433.51 กิโลเมตร ผิวทางคอนกรีต (CC) 1,058.75 กิโลเมตร จึงนำข้อมูลจากข้อมูลสถิติกรมทางหลวง และจากการสำรวจมาดำเนินการคำนวณปรับแก้รวมหลายช่องจราจรเป็นช่องจราจรเดียว โดยการนำร้อยละของข้อมูลสถิติกรมทางหลวง ระยะทางของแต่ละชนิดผิวทางคูณกับจำนวนช่องจราจรหารด้วยระยะทางของผิวทางนั้น ๆ มาคำนวณกับระยะทางที่ดำเนินการสำรวจทั้งหมด จะได้เป็นระยะทางของแต่ละชนิดผิวทางนั้น ๆ เมื่อนำมาคำนวณเป็นช่องจราจรเดียวระยะทางของแต่ละชนิดผิวทางนั้น ๆ มาคูณกับช่องจราจร

จากการสำรวจที่ดำเนินการสำรวจจากระยะทางทั้งสิ้น 5,492.26 กิโลเมตร เป็นผิวทางแอสฟัลต์ (AC) 4,433.51 กิโลเมตร และผิวทางคอนกรีต (CC) 1,058.75 กิโลเมตร เมื่อนำมาคำนวณเป็นร้อยละแบ่งตามค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) ได้ดังนี้

ตารางที่ 5-34 ค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index : IFI) รวมหลายช่องจราจร

ผิวทาง	< 0.26	0.26 – 0.33	>0.33
$\%_{AC}$	24	18	39
$\%_{CC}$	4	4	11

โดยผิวทางแอสฟัลต์ (AC) มีค่าดัชนีความเสียดทานสากล น้อยกว่า 0.26 คิดเป็นร้อยละ 24 ค่าดัชนีความเสียดทานสากลระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 คิดเป็นร้อยละ 18 และค่าดัชนีความเสียดทานสากลมากกว่า 0.33 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 39

ในด้านของผิวทางคอนกรีต (CC) มีค่าดัชนีความเสียดทานสากล น้อยกว่า 0.26 คิดเป็นร้อยละ 4 ค่าดัชนีความเสียดทานสากลระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 คิดเป็นร้อยละ 4 และค่าดัชนีความเสียดทานสากลมากกว่า 0.33 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 11

งบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงผิวทาง

จากงบประมาณสองหมื่นล้านบาทที่มีอยู่นั้น จะสามารถนำมาซ่อมบำรุงผิวทางภายใต้เงื่อนไขการให้ลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงผิวทางที่ว่าปรับปรุงผิวทางที่มีค่า IFI น้อยกว่า 0.26 ก่อนจากนั้นจึงค่อยปรับปรุงผิวทางที่มีค่า IFI อยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 ตามลำดับ โดยสรุปได้ดังนี้

- **ชนิดผิวทางสำหรับถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC)**

  การซ่อมบำรุงโดยวิธี Chip Seal และ Slurry Seal ใช้งบประมาณในการซ่อมบำรุง 80 บาทต่อตารางเมตร เป็นวิธีที่สามารถนำมาซ่อมบำรุงสายทางที่มีค่า IFI < 0.26 ได้ 71,428.57 กิโลเมตร ซึ่งความต้องการในการซ่อมบำรุงจากการสำรวจอยู่ที่ 4,167.75 กิโลเมตร นับเป็น 100% อีกทั้งยังมีงบเหลือไปซ่อมบำรุงสายทางที่มีค่า IFI อยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 ได้ 37,260.82 กิโลเมตร ซึ่งความต้องการในการซ่อมบำรุงจากการสำรวจอยู่ที่ 26,005.58 กิโลเมตร นับเป็น 100% รวมไปถึงยังมีงบประมาณคงเหลือหลังจากการซ่อมบำรุงอีก 3,151,467,746.42 บาท โดยวิธีการอื่น ๆ ในการซ่อมบำรุงสามารถดูเพิ่มเติมได้ในงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงผิวทางในแต่ละวิธีการ

- **ชนิดผิวทางสำหรับถนนคอนกรีต (CC)**

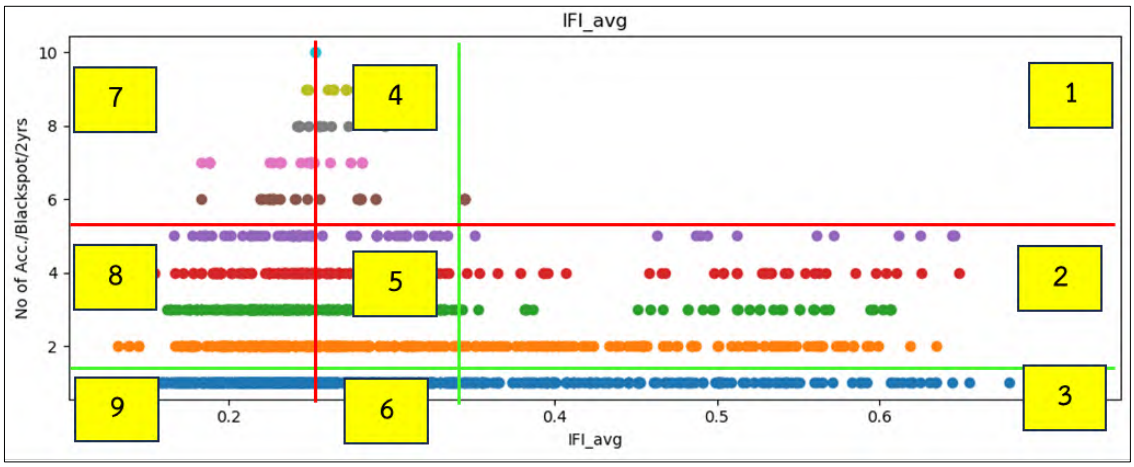
  การซ่อมบำรุงโดยวิธี Asphalt Overlay AC05 ใช้งบประมาณในการซ่อมบำรุง 430 บาทต่อตารางเมตร เป็นวิธีที่สามารถซ่อมบำรุงสายทางที่มีค่า IFI < 0.26 ได้ 13,289.04 กิโลเมตร ซึ่งความต้องการในการซ่อมบำรุงจากการสำรวจอยู่ที่ 9,675.01 กิโลเมตร นับเป็น 100% อีกทั้งยังมีงบเหลือไปซ่อมบำรุงสายทางที่มีค่า IFI อยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.33 ได้ 3,614.03 กิโลเมตร ซึ่งความต้องการในการซ่อมบำรุงจากการสำรวจอยู่ที่ 10,640.34 กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 33.97 ของความต้องการในการซ่อมบำรุง ซึ่งแสดงว่างบประมาณสองหมื่นล้านบาทที่มีอยู่นั้น ไม่พอในการซ่อมบำรุงด้วยวิธีนี้ โดยวิธีการอื่น ๆ ในการซ่อมบำรุงสามารถดูเพิ่มเติมได้ในงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงผิวทางในแต่ละวิธีการ

บทที่ 6
แนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักของประเทศไทยและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

6.1 แนวทางในการวางแผนการสำรวจแก้ไขเชิงป้องกันเพื่อสำรวจและตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล

<u>แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง</u>

ในหัวข้อที่ 1 ว่าด้วยเรื่องค่าดัชนีความเสียดทานสากลที่เหมาะสม ได้นำเสนอค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดต่อสองปีที่อยู่ในระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง เมื่อทำการลากเส้นตรงผ่านค่าระดับเฝ้าระวังและระดับปรับปรุง สามารถแบ่งความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนการเกิดอุบัติเหตุเป็น 9 ช่อง แสดงดังรูปที่ 6-1 เส้นตั้งและเส้นนอนสีเขียว คือ ค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุในระดับเฝ้าระวัง มีค่าเท่ากับ 0.33 (0.39 สำหรับสายทางที่จำกัดความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และ 1 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี ในทำนองเดียวกันเส้นตั้งและเส้นนอนสีแดง คือ ค่าดัชนีความเสียดทานสากลและจำนวนอุบัติเหตุในระดับปรับปรุง มีค่าเท่ากับ 0.26 และ 5 ครั้ง/จุดเสี่ยง/2 ปี



รูปที่ 6-1 แม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง

ในการใช้งานแม่แบบการวิเคราะห์ 9 ช่อง เมื่อได้แม่แบบจากการวาดเส้นตรงดังกล่าว ให้นำข้อมูลจุดเสี่ยงที่สนใจเพื่อสร้างจุดและสังเกตว่าจุดนั้นอยู่ในช่องที่เท่าใดของแม่แบบ ซึ่งในแต่ละช่องต้องการการตอบสนองหรือการปฏิบัติแตกต่างกันไป แสดงดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 รูปแบบการตอบสนองของแต่ละช่องในด้านการปรับปรุงความเสียดทานและติดตั้งองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ

ช่องที่	การตอบสนองในด้านความเสียดทาน
1	ติดตาม
2	ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
3	ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
4	ปรับปรุงทันทีและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
5	พิจารณาเพื่อปรับปรุงและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
6	พิจารณาเพื่อปรับปรุงและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ
7	ปรับปรุงทันที
8	ปรับปรุงทันที
9	ปรับปรุง

การวางแผนสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพเป็นส่วนช่วยให้เกิดการบริหารจัดการความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถศึกษาประสิทธิภาพความคงทนของวิธีการปรับปรุงผิวทางได้เช่นเดียวกัน การสำรวจสภาพพื้นผิวทางกายภาพสามารถแบ่งออกเป็นการสำรวจผิวทางใหม่และการสำรวจแบบโครงข่าย

การสำรวจผิวทางใหม่ควรสำรวจก่อนเปิดใช้งานและหลังเปิดใช้งานตามระยะเวลาหลังเปิดใช้งานเป็นเวลา 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเสียดทานสากลและปริมาณการจราจรหรือระยะเวลาหลังเปิดใช้งาน การสำรวจเช่นนี้สามารถนำข้อมูลการสำรวจมาวิเคราะห์หาความทนทานของรูปแบบของผิวทางที่สนใจได้ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสมกับปริมาณจราจรได้ด้วย

การสำรวจแบบโครงข่ายเป็นการสำรวจตามวงรอบ โดยกำหนดให้สำรวจ 1 ครั้งต่อปีในฤดูร้อน โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Wei และคณะ (2022) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิธีการทดสอบ ประเภทมวลรวม ฤดูกาลต่อความเสียดทาน พบว่า การวัดค่าความเสียดทานในฤดูร้อนสามารถนำมาเป็นดัชนีควบคุมในการจัดการและซ่อมบำรุง เนื่องจากมวลรวมและผิวทางถูกบดอัดซ้ำ ทำให้ผิวทางเรียบมากขึ้นจากอุณหภูมิที่สูง ในการสำรวจจะแบ่งสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักตามภูมิประเทศ ได้แก่

1) ภาคเหนือ

สำนักงานทางหลวงที่ 1 เชียงใหม่

สำนักงานทางหลวงที่ 2 แพร่

สำนักงานทางหลวงที่ 4 ตาก

สำนักงานทางหลวงที่ 5 พิษณุโลก

สำนักงานทางหลวงที่ 6 เพชรบูรณ์

2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สำนักงานทางหลวงที่ 3 สกลนคร

สำนักงานทางหลวงที่ 7 ขอนแก่น

สำนักงานทางหลวงที่ 8 มหาสารคาม

สำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา

3) ภาคกลาง

สำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี

สำนักงานทางหลวงที่ 12 สุพรรณบุรี

สำนักงานทางหลวงที่ 13 กรุงเทพ

สำนักงานทางหลวงที่ 14 ชลบุรี

สำนักงานทางหลวงที่ 15 ประจวบคีรีขันธ์

4) ภาคใต้

สำนักงานทางหลวงที่ 16 นครศรีธรรมราช

สำนักงานทางหลวงที่ 17 กระบี่

สำนักงานทางหลวงที่ 18 สงขลา

ในการวิเคราะห์การวางแผนการสำรวจนี้ถูกวางเงื่อนไขในการสำรวจ คือ ระยะเวลาในการสำรวจ 5 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสียดทานสากล สามารถคำนวณได้แสดงดังตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 ระยะเวลาที่คำนวณได้ตามเงื่อนไขการสำรวจในแต่ละภาค

ภาคเหนือ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
520	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	3963.4	66.1	13.2	66	4	14
530	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	3846.6	64.1	12.8	64	7	13
152	สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2592.8	43.2	8.6	43	13	9
510	สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2561.1	42.7	8.5	42	42	9
550	สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2849.9	47.5	9.5	47	30	10
						รวม	55
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
640	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2960.7	49.3	9.9	49	21	10
620	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2869.1	47.8	9.6	47	50	10
155	สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	2223.8	37.1	7.4	37	4	8
630	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	3490.9	58.2	11.6	58	11	12
610	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3908.9	65.1	13.0	65	9	14
						รวม	54
ภาคกลาง							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
430	สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2995.2	49.9	10.0	49	56	10
440	สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	3309.3	55.2	11.0	55	10	12
410	สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1904.1	31.7	6.3	31	45	7
420	สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2644.3	44.1	8.8	44	5	9
330	สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2247.1	37.5	7.5	37	28	8
						รวม	46
ภาคใต้							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
320	สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	3006.7	50.1	10.0	50	7	11
156	สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	2217.5	37.0	7.4	36	58	8
310	สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	2449.7	40.8	8.2	40	50	9
						รวม	28
พิเศษ							
division_cod	name_div	length_control(k	ระยะเวลาในการเก็บสำรวจ(hr)	จำนวนวันที่ใช้ (day)	ชั่วโมง	นาที	ปัดจำนวนวันขึ้น
260	กองทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	301.8	5.0	1.0	5	2	2
90	บริษัททางยกระดับดอนเมือง จำกัดมหาชน	20.9	0.3	0.1	0	21	1
			รวม				3

สามารถจัดกลุ่มสำรวจตามรายภูมิภาคโดยกำหนดให้ระยะเวลาในฤดูร้อนมี 80 วัน ได้ดังนี้

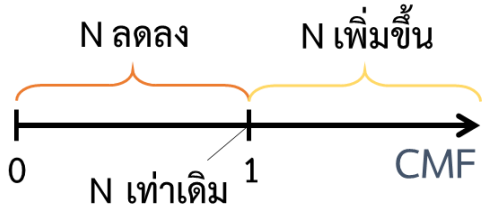
1. ภาคเหนือ 50 วัน
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 54 วัน
3. ภาคกลาง ภาคใต้ และการทางพิเศษ 77 วัน

ดังนั้นเพื่อให้การสำรวจครอบคลุมทั้งโครงข่ายในฤดูร้อน จึงต้องใช้ชุดอุปกรณ์ในการตรวจวัด 1 ชุดต่อกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 3 ชุด

6.2 การศึกษาประสิทธิภาพทางวิศวกรรมความปลอดภัยและด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมตามประเภทของการบำรุงทางที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง

6.2.1 การศึกษาและการประเมินประสิทธิผลมาตรการด้วย Crash Modification Factor (CRF) และ Crash Modification Factors (CMF)

Crash Modification Factors หรือ CMF สามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการปรับปรุงแก้ไขความปลอดภัยงานทางได้ โดยเมื่ออยู่ภายใต้สภาพปกติ (Base Condition) จะมีค่า CMF เท่ากับ 1.00 ซึ่งหากค่า CMF มีค่าน้อยกว่า 1.00 จะหมายถึง มาตรการฯ สามารถช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุได้เมื่อเทียบกับสภาพปกติ แต่ถ้าหากค่า CMF มีค่ามากกว่า 1.00 จะหมายถึง มาตรการฯ สามารถเพิ่มจำนวนอุบัติเหตุเมื่อเทียบกับสภาพปกติแสดงดังรูปที่ 6-2



รูปที่ 6-2 ช่วงของค่า Crash Modification Factor (CMF)

นอกจากนี้ ค่า CMF ยังสามารถนำไปใช้สำหรับการหาค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor : CRF) โดยค่า CRF เป็นดัชนีที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการความปลอดภัย ซึ่งบ่งบอกถึงร้อยละการลดลงของอุบัติเหตุภายหลังดำเนินการติดตั้งหรือปรับใช้มาตรการดังสมการ

$$CRF = 1 - CMF$$

โดยหากค่า CRF เป็นเครื่องหมาย (-) แสดงถึงร้อยละจำนวนอุบัติเหตุจะเพิ่มขึ้น แต่หากค่าอุบัติเหตุเป็นเครื่องหมาย (+) จะแสดงถึงร้อยละจำนวนอุบัติเหตุที่ลดลง

6.2.2 ข้อดี - ข้อเสียเทคนิคการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ Crash Modification Factor

ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ CMF หรือ CRF สำหรับมาตรการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพทางถนนต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์ได้จากการศึกษาก่อนและหลังโดยการสังเกต ดังต่อไปนี้

- การศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study)
- การศึกษาก่อนและหลังด้วยวิธีกลุ่มเปรียบเทียบ (Before-and-After Study with Comparison Group)
- การศึกษาก่อนและหลังด้วยวิธี Empirical Bayes (Before-and-After Study with Empirical Bayes Approach)
- การศึกษาก่อนและหลังด้วยวิธี Full Bayes (Before-and-After Study with Full Bayes Approach)
- การศึกษาการวิเคราะห์แบบตัดขวาง (Cross-sectional Study)
- การศึกษาการวิเคราะห์แบบมีกลุ่มควบคุม (Case-control Study)
- การศึกษาการวิเคราะห์แบบตามรุ่นย้อนหลัง (Cohort Study)
- การศึกษาการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis Study)
- การศึกษาการวิเคราะห์จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Panel Study)
- การศึกษาการวิเคราะห์จากดัชนีเสมือนจริง (Surrogate Measure Study)

เทคนิควิธีการศึกษาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุที่ได้กล่าวมาข้างต้น มีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำไปใช้ จุดเด่นและจุดด้อย โดยสรุปไว้แสดงดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 จุดเด่น-จุดด้อยของวิธีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ

วิธีการ	การนำไปใช้	จุดเด่น	จุดด้อย
1. Naïve Before-After	- เปรียบเทียบข้อมูลอุบัติเหตุก่อน-หลังติดตั้งมาตรการบนพื้นที่ศึกษาโดยตรง - เลือกพื้นที่ศึกษาที่สามารถเป็นตัวแทนพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพถนนและสภาพการจราจรคล้ายกันได้	- ง่ายและไม่ซับซ้อน - ไม่จำเป็นต้องพิจารณาถึงปัญหา regression-to-the-mean และผลกระทบหรือแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจร การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้ขับขี่ - ไม่จำเป็นต้องใช้แบบจำลอง	- จำเป็นต้องเก็บข้อมูลอุบัติเหตุก่อน-หลังติดตั้งมาตรการ - การเลือกพื้นที่ศึกษาส่งผลต่อค่า CMF ที่ได้
2. Before-After with Empirical Bayes	- ติดตั้งมาตรการที่มีลักษณะเหมือนกันกับทุกพื้นที่ติดตั้งมาตรการ (Treatment Site) - ข้อมูลก่อน-หลังของพื้นที่ติดตั้งมาตรการและพื้นที่เปรียบเทียบ - อาจจะต้องใช้กลุ่มเปรียบเทียบแยกต่างหากในกรณีที่การติดตั้งมาตรการมีผลต่อกลุ่มอ้างอิง	- ใช้แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุเพื่อจัดการปัญหา regression-to-the-mean การเปลี่ยนแปลงปริมาณจราจร และแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุในกรณีที่ไม่มีการติดตั้งมาตรการ	- มีความซับซ้อน - ไม่สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้ที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับมาตรการ - ไม่ได้พิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ - ไม่สามารถระบุรูปแบบของแบบจำลองที่มีความซับซ้อนได้

ตารางที่ 6-3 จุดเด่น-จุดด้อยของวิธีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (ต่อ)

วิธีการ	การนำไปใช้	จุดเด่น	จุดด้อย
3. Before-After with Comparison Group	- ติดตั้งมาตรการที่มีลักษณะเหมือนกันกับทุกพื้นที่ติดตั้งมาตรการ (Treatment Site) - จำเป็นต้องเก็บข้อมูลก่อน-หลังของพื้นที่ติดตั้งมาตรการและพื้นที่เปรียบเทียบ - พื้นที่ที่ไม่ได้ติดตั้งมาตรการจะถูกนำไปพิจารณาแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุในกรณีที่ไม่มีการติดตั้งมาตรการ	- ง่าย - พิจารณาถึงพื้นที่เปรียบเทียบที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจราจรที่คล้ายกัน	- ยากต่อการจัดการกับ regression-to-the-mean
4. Full Bayes	- ใช้สำหรับการศึกษาก่อน-หลังและการศึกษาแบบตัดขวาง - รูปแบบของแบบจำลองมีความซับซ้อน - จำเป็นต้องพิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษา - แบบจำลองหรือ CMF จะถูกนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง	- ใช้จำนวนพื้นที่ศึกษาน้อย แต่ผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมาก - สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้ที่มีอยู่เดิมความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และแบบจำลองที่มีรูปแบบซับซ้อนได้	- ต้องการการฝึกในระดับสูง

ตารางที่ 6-3 จุดเด่น-จุดด้อยของวิธีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (ต่อ)

วิธีการ	การนำไปใช้	จุดเด่น	จุดด้อย
5. Cross-Sectional	- ใช้ในกรณีที่ข้อมูลก่อน-หลังมีข้อจำกัด - ต้องการพื้นที่ที่มีลักษณะที่คล้ายกันมากพอ	- สามารถนำไปพัฒนาเป็น CMF ได้ - สามารถใช้การประมาณค่า CMF ได้ในกรณีที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลง - เหมาะสำหรับการคาดการณ์อุบัติเหตุ	- ค่า CMF อาจจะไม่มีความแม่นยำ - รูปแบบฟังก์ชันที่ไม่เหมาะสม - ความเอนเอียงโดยละเว้นตัวแปร (Omitted Variable Bias) - ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
6. Case-Control	- ใช้ประเมินว่ามาตรการปรับปรุงมีผลต่อพื้นที่ที่เกิดอุบัติเหตุและพื้นที่ที่ไม่เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ - ใช้บ่งบอกความเป็นไปได้ในการใช้มาตรการจริงโดยอาศัยค่า odds ratio	- เหมาะสำหรับการศึกษาเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ยากเนื่องจากจำนวนกรณีและการควบคุมถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า	- สามารถวิเคราะห์ได้เพียงผลลัพธ์เดียวจาก 1 ตัวอย่าง - ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้นครั้งเดียวและพื้นที่ที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นหลายครั้งได้ - ไม่สามารถแสดงสาเหตุได้
7. Cohort	- ใช้สำหรับการประมาณความเสี่ยงสัมพันธ์ที่ใช้ในการบ่งชี้ร้อยละของความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ที่ได้จากการติดตั้งมาตรการที่เปลี่ยนไป	- เหมาะสำหรับการศึกษามาตรการที่ยากเนื่องจากตัวอย่างถูกคัดเลือกโดยอ้างอิงจากสถานะของมาตรการ - สามารถแสดงสาเหตุได้	- สามารถวิเคราะห์ได้เพียงเวลาก่อนเกิดอุบัติเหตุครั้งแรกเท่านั้น - จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างจำนวนมาก

ตารางที่ 6-3 จุดเด่น-จุดด้อยของวิธีการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (ต่อ)

วิธีการ	การนำไปใช้	จุดเด่น	จุดด้อย
8. Meta-Analysis	- เป็นการผสมผสานความรู้จากการศึกษาก่อนหน้า โดยพิจารณาคุณภาพทั้งในเชิงระบบและเชิงปริมาณ	- สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาค่า CMF ได้ในกรณีที่ข้อมูลไม่เพียงพอ และไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ - สามารถนำไปประยุกต์ร่วมกับการศึกษาและพื้นที่อื่น ๆ ได้	- จำเป็นต้องใช้การชี้วัดจากการศึกษาที่ผ่านมา - จำเป็นต้องใช้กระบวนวิธีทางสถิติ - การศึกษาต่าง ๆ ที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะของข้อมูลที่ใช้ กระบวนวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ แบบเดียวกันทั้งหมด
9. Expert Panel	- ผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ประเมินงานวิจัยทั้งที่ตีพิมพ์และไม่ได้ตีพิมพ์ โดยที่ค่า CMF ที่แนะนำจะเป็นค่าที่ตกลงร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	- สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาค่า CMF ได้ในกรณีที่ข้อมูลไม่เพียงพอ และไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ - สามารถนำไปประยุกต์ร่วมกับการศึกษาและพื้นที่อื่น ๆ ได้ - ไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนวิธีทางสถิติโดยทั่วไป	- ผู้เชี่ยวชาญอาจจะไม่สามารถประเมินค่า CMF ได้อย่างแม่นยำ - อาจจะเกิดความยุ่งยากจากการตกลงร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ - อาจจะเกิดความเอนเอียงจากการประเมินได้
10. Surrogate Measures	- ใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลสถิติอุบัติเหตุหรือมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ	- สามารถนำไปใช้พัฒนาค่า CMF ได้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลอุบัติเหตุ	- ไม่ใช่การประเมินโดยอ้างอิงจากจำนวนอุบัติเหตุ - ยังไม่มีการพัฒนาแนวทางในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแทนและจำนวนอุบัติเหตุ

ที่มา : FHWA (2010)

โดยทั่วไปแล้วการประมาณค่าประสิทธิภาพของมาตรการความปลอดภัยทางถนนจะนิยมใช้วิธีการประเมินก่อนและหลังปรับปรุง (Before After Studies) ได้แก่ Before-After with Empirical Bayes และ Before-After with Comparison Group ซึ่งเป็นที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีและน่าเชื่อถือ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือก**วิธีการปรับปรุงด้วยวิธี Naïve Before-and-After Study** เป็นวิธีการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุด้วยวิธีการศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นภายหลังติดตั้งมาตรการและจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นก่อนติดตั้งมาตรการ อย่างไรก็ตาม อาจมีข้อจำกัดด้านข้อมูลอุบัติเหตุซึ่งการใช้ข้อมูลอุบัติเหตุก่อนและหลังปรับปรุงจากในอดีตอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากช่วงเวลาที่พิจารณาเป็นช่วงการแพร่ระบาดโควิด covid-19 อาจทำให้ปริมาณการเดินทางไม่ปกติ ส่งผลต่ออุบัติเหตุที่ปลี่ยนแปลงและด้านการประเมินประสิทธิผลมาตรการ อาจเป็นประสิทธิผลของชุดมาตรการที่ดำเนินการพร้อมกับการปรับปรุงผิวทาง เนื่องจากไม่ได้คัดแยกมาตรการอื่นที่ดำเนินการพร้อมกัน

การประเมินจำนวนอุบัติเหตุเทียบเท่าด้วยวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate Method)

วิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุเป็นตัวชี้วัดหนึ่งในการช่วยวิเคราะห์หาความอันตรายของจุดเสี่ยงที่ทำให้ปริมาณอุบัติเหตุเทียบเท่าอยู่บนพื้นฐานเดียวกันที่มีความน่าเชื่อถือ ที่ถูกพัฒนามาจากวิธีความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Frequency Method) ทั้งนี้การคำนวณอัตราส่วนจากจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ณ ช่วงถนนนั้น ๆ ทำได้โดยการนำจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ พิจารณาเทียบกับปริมาณจราจรและระยะทาง ซึ่งวิธีดังกล่าวยังสามารถแก้ไขปัญหาของข้อมูลตัวอย่างบนช่วงถนนที่มีปริมาณจราจรและระยะทางที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นการ Normalization ปรับปรุงข้อมูลที่อยู่ในช่วงสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 อันส่งผลกระทบต่อการจราจรในปีดังกล่าวที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ปกติให้อยู่ในค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุเทียบเท่า นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุต์ใช้ในการหาอัตราการสูญเสียและความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแนวทางป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงและลดความความรุนแรงในการเกิดอุบัติเหตุในอนาคตได้ ดังนี้

$$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L}$$

โดยที่ R = อัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละส่วนบนถนน (จำนวนอุบัติเหตุต่อ 100 ล้านคัน-กิโลเมตร)
A = จำนวนอุบัติเหตุในช่วงเวลาที่ศึกษา (ครั้ง)
t = เวลาในช่วงเวลาที่ศึกษา (ปี)
AADT = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อตลอดปี ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา (คันต่อวัน)
L = ระยะทางของแต่ละช่วงถนนที่ทำการศึกษา (กิโลเมตร)

การศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study)

การศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study) เป็นเทคนิควิธีการศึกษาแบบสังเกตที่ง่ายและนิยมใช้อย่างแพร่หลายในการประเมินประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยทางถนน เนื่องจากต้องการเพียงข้อมูลอุบัติเหตุและปริมาณจราจรในช่วงเวลาที่ศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุงพื้นที่ศึกษาด้วยมาตรการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนน

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุด้วยวิธีการศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study) สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นภายหลังติดตั้งมาตรการ (N_{after}) และจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นก่อนติดตั้งมาตรการ (N_{before}) ดังสมการ

$$CMF = \frac{N_{after}}{N_{before}}$$

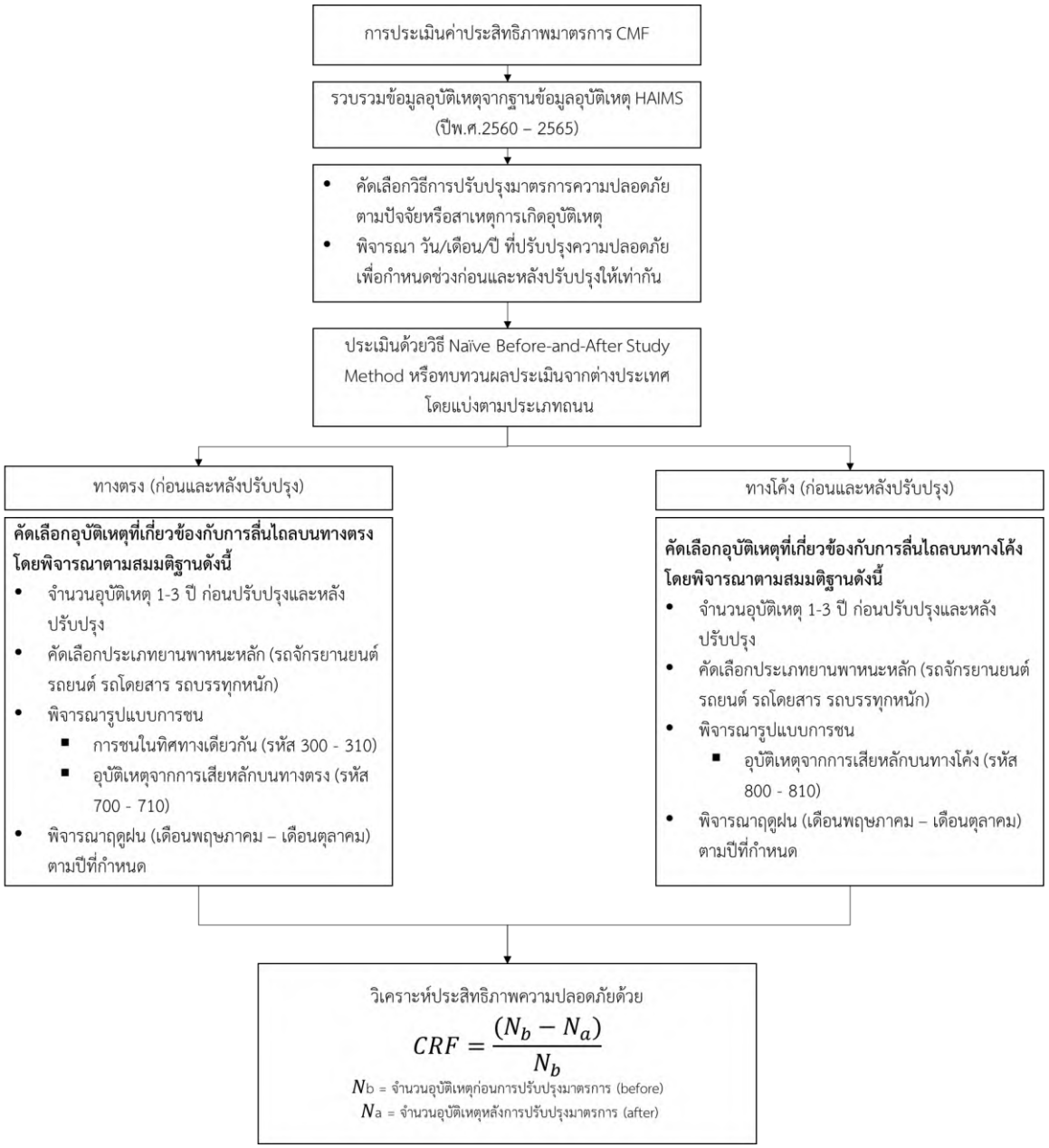
โดยที่ N_{before} = จำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นก่อนติดตั้งมาตรการ
N_{after} = จำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นหลังติดตั้งมาตรการ

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

การศึกษาประสิทธิภาพมาตรการก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study) การศึกษาหนึ่งได้รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุในอดีต ซึ่งมีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยเกิดขึ้น 9 ครั้งต่อปี ภายหลังต่อมามีการติดตั้งมาตรการความปลอดภัยทางถนน ซึ่งภายหลังติดตั้งมาตรการมีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยเกิดขึ้น 6 ครั้งต่อปี จากการศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After study) ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (CMF) ของมาตรการปรับปรุงทางแยกเป็นทางแยกวงเวียนนี้

$$CMF = \frac{N_{after}}{N_{before}} = \frac{6}{9} = 0.67$$

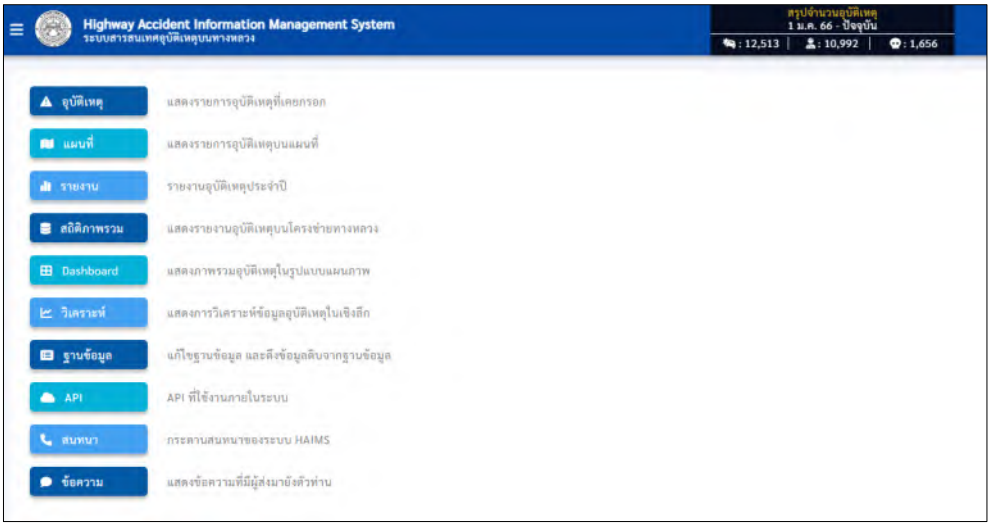
6.2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมาตรการปรับปรุงผิวทาง



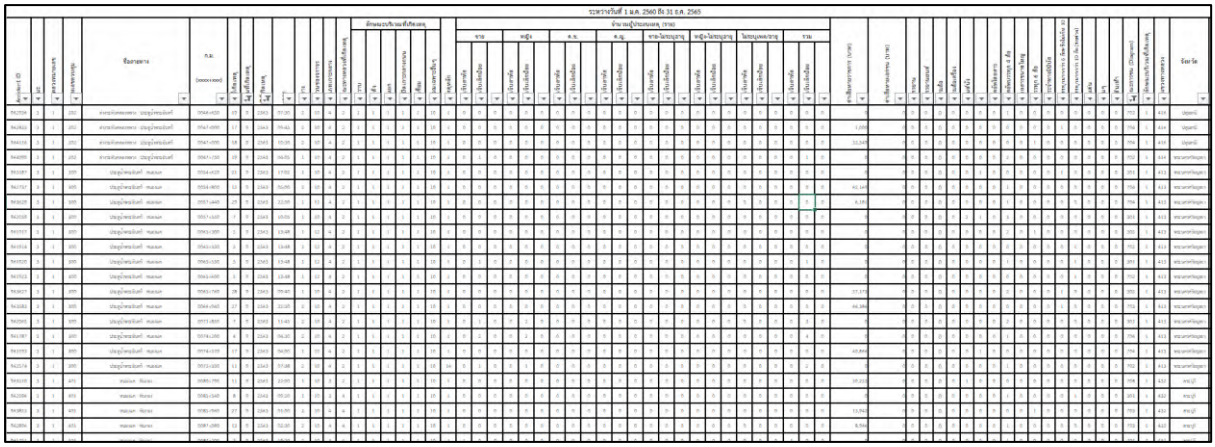
รูปที่ 6-3 แนวทางการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมาตรการปรับปรุงผิวทาง

ขั้นตอนที่ 1 : รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ

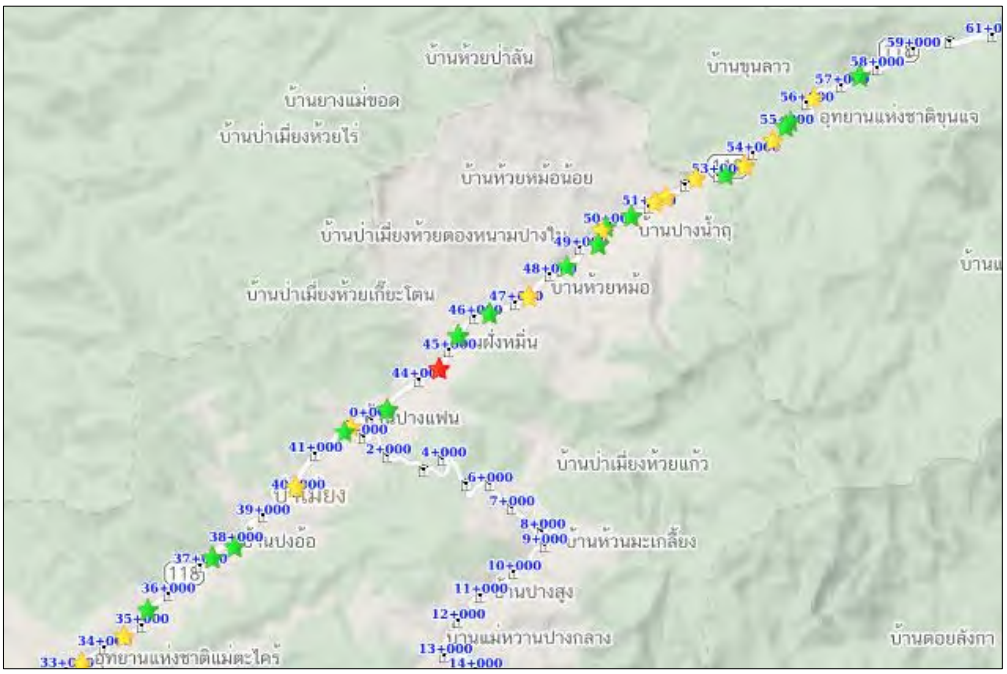
การรวบรวมสถิติข้อมูลอุบัติเหตุ จะรวบรวมจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highway Accident Information Management System, HAIMS) แสดงดังรูปที่ 6-4 และรูปที่ 6-5 จะรวบรวมรายละเอียดข้อมูลอุบัติเหตุบนสายทางที่เกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ จำนวนอุบัติเหตุตามระดับความรุนแรง รูปแบบการชน จำนวนผู้เสียชีวิตและผู้บาดเจ็บ ประเภทยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง สภาพผิวทาง ตำแหน่งหลักกิโลเมตร วันเวลาที่เกิดเหตุ เป็นต้น และสามารถแสดงจุดที่มีการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบแผนที่ แสดงดังรูปที่ 6-6 โดยทำการใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุที่มีปัจจัยหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 6-4 แนวทางการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมาตรการปรับปรุงผิวทาง



รูปที่ 6-5 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจาก HAIMS



รูปที่ 6-6 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุในรูปแบบแผนที่จาก HAIMS

ขั้นตอนที่ 2 : คัดเลือกวิธีการปรับปรุงมาตรการความปลอดภัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ

การคัดเลือกวิธีการปรับปรุงมาตรการผิวทางตามประเภทของชนิดผิวทาง โดยพิจารณาถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถลของการปรับปรุงผิวทางทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC) และผิวทางคอนกรีต (Cement Concrete, CC) แสดงดังตารางที่ 6-4 โดยทำการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและระบบฐานข้อมูลของกรมทางหลวงเป็นหลัก จากนั้นนำข้อมูลประสิทธิผลของมาตรการผิวทางจาก CMF Clearinghouse ที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศมาพิจารณาร่วมด้วย เนื่องจากมาตรการผิวทางบางอย่างในประเทศอาจยังไม่เพียงพอ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิผลความปลอดภัยในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถล

ตารางที่ 6-4 วิธีการปรับปรุงมาตรการผิวทางในประเทศและต่างประเทศ

วิธีการปรับปรุงมาตรการผิวทาง			
Asphalt Concrete (AC)		Cement Concrete (CC)	
วิธีการปรับปรุง	**ที่มา**	**วิธีการปรับปรุง**	**ที่มา**
Chip Seal	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	Diamond Grinding	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse
Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	ข้อมูลสำรวจ/ระบบ
Open Graded Friction Course (OGFC)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	Open Graded Friction Course (OGFC)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse
Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse
High Friction Surfacing (HFS)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	High Friction Surfacing (HFS)	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse
Slurry Seal	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse	Grooving	ฐานข้อมูล CMF Clearinghouse
Asphalt Overlay บนผิวทางเดิม	ข้อมูลสำรวจ/ระบบ	Asphalt Overlay บนผิวทางเดิม	ข้อมูลสำรวจ/ระบบ
Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling + Recycling) แบบปรับปรุงชั้นทาง	ข้อมูลสำรวจ/ระบบ		

จากนั้นนำข้อมูลรายละเอียดวิธีการปรับปรุงผิวทางที่ได้จากการสำรวจและระบบฐานข้อมูลของกรมทางหลวง ประกอบไปด้วย วิธีการปรับปรุง ปีที่ดำเนินการปรับปรุง เพื่อใช้ในการกำหนดช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงที่อยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 ซึ่งการกำหนดช่วงเวลาก่อนและหลังต้องมีระยะเวลาที่เท่ากัน ซึ่งสามารถสรุปวิธีการปรับปรุงผิวทางที่ได้จากการสำรวจแสดงดังตารางที่ 6-5 ส่วนวิธีการคัดเลือกการปรับปรุงผิวทางจากฐานข้อมูลในต่างประเทศในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 6-5 ตัวอย่างข้อมูลมาตรการการปรับปรุงผิวทาง

หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	สำนักทางหลวง	แขวงทางหลวง	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง	วันที่เปิดใช้ (เดือน/ปี)	ชนิดยาง	ชนิดมวลรวม	วิธีการซ่อมบำรุง
1095	201	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	กิ่วคอหมา - แม่นะ	73+500	83+000	9.5	ก.ย. 60	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling
1095	201	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	กิ่วคอหมา - แม่นะ	84+480	85+000	0.52	ก.ย. 60	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay
1095	201	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	กิ่วคอหมา - แม่นะ	92+500	97+350	4.8	ส.ค. 59	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling
1095	201	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	กิ่วคอหมา - แม่นะ	97+350	102+275	5.45	พ.ค. 59	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling
1095	201	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	กิ่วคอหมา - แม่นะ	102+275	105+000	2.73	ก.ย. 64	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay
118	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	เชียงใหม่ - ดอยนางแก้ว	39+200	52+750	13.55	ส.ค. 64	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	7+000	9+000	2	มี.ค. 64	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	12+000	17+000	5	มิ.ย. 60	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	17+000	20+000	3	ส.ค. 60	CRS-2/CSS-1h	หินปูน	Reconstruction
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	26+800	28+500	1.7	ส.ค. 57	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	40+750	43+000	2.25	ธ.ค. 57	CRS-2/CSS-1h	หินปูน	Reconstruction
1265	100	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.แม่ฮ่องสอน	ปาย - วัดจันทร์	43+000	43+620	0.62	ธ.ค. 57	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay
1	1103	สำนักทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.ลำปางที่ 1	สบปราบ - เกาะคา	641+000	661+000	20	ม.ค. 61	AC 60/70	หินปูน	Asphalt Overlay

ตารางที่ 6-6 สรุปข้อมูลวิธีการปรับปรุงผิวทางที่ได้จากการสำรวจและจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน

วิธีการปรับปรุงมาตรการ	ผิวทาง	จำนวนข้อมูล
Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling + Recycling)	Asphalt Concrete (AC)	122 พื้นที่ที่มีการปรับปรุง
Asphalt Overlay	Asphalt Concrete (AC), Cement Concrete (CC)	112 พื้นที่ที่มีการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 : การประเมินประสิทธิผลของมาตรการด้วยวิธี Naïve Before-and-After Study Method และทบทวนผลประเมินจากต่างประเทศโดยแบ่งตามประเภทถนน

จากการรวบรวมข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง ในขั้นตอนที่ 1 ทำให้ทราบถึงข้อมูลอุบัติเหตุ 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565 ได้แก่ รูปแบบการชน จำนวนผู้เสียชีวิตและผู้บาดเจ็บ ประเภทยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง และวันเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น จากนั้นขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลรายละเอียดวิธีการปรับปรุงผิวทาง ได้แก่ วิธีการปรับปรุง ปีที่ดำเนินการปรับปรุง มากำหนดช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงที่อยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – พ.ศ. 2565 โดยต้องพิจารณาช่วงปีที่เท่ากันบนช่วงถนนเดียวกัน

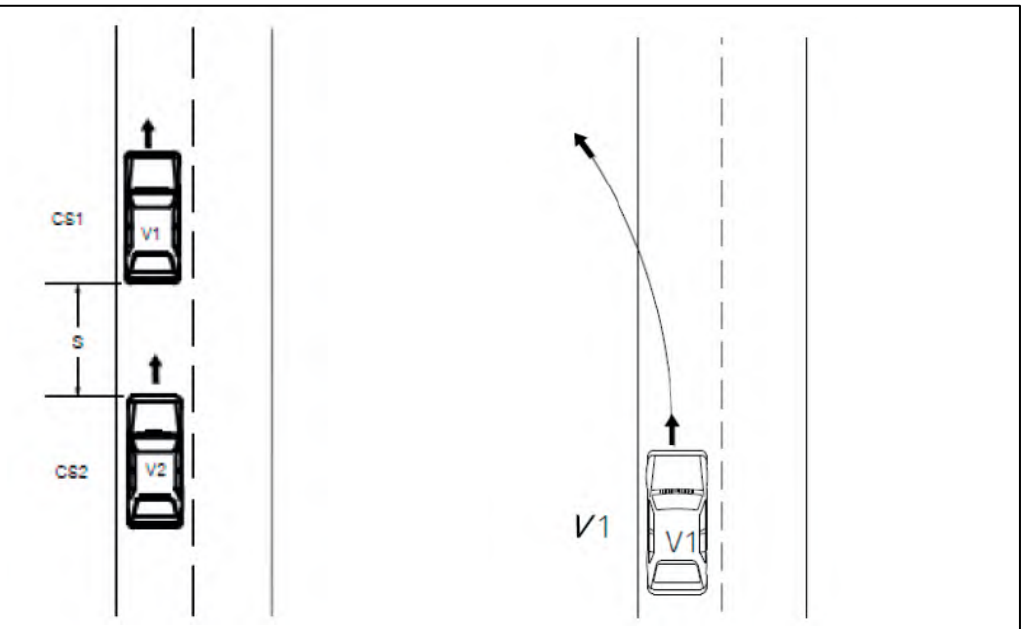
การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการผิวทางจำนวนอุบัติเหตุและระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ต้องปรับหน่วยให้เป็นอุบัติเหตุเฉลี่ยครั้งต่อปี จากนั้นทำการกรองเพิ่มเติมในส่วนของฤดูกาลในการเกิดอุบัติเหตุและกำหนดยานพาหนะที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล โดยมีการตั้งสมมติฐานอุบัติเหตุการลื่นไถล ดังนี้

- การเกิดอุบัติเหตการลื่นไถลพิจารณาในช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) ในช่วงปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2565
- การคัดเลือกประเภทยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถตู้ รถปิคอัพโดยสาร รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุกมากกว่า 6 ล้อหรือไม่เกิน 10 และรถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อ (รถพ่วง)

จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการผิวทางแบ่งตามประเภทถนน มีรายละเอียดดังนี้

<u>กรณีทางตรง</u>

กรณีช่วงถนนที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นทางตรง ดำเนินการกรองข้อมูลช่วงทางตรงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุที่มีปัจจัยหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุเฉพาะเจาะจงจากการลื่นไถล จากรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล กล่าวคือการลื่นไถลบนทางตรงจะทำการคัดเลือกโดยใช้รูปแบบการชนในทิศทางเดียวกัน (รหัส 300 – 310) และรูปแบบการชนที่เสียหลักบนทางตรง (รหัส 700 – 710) แสดงดังรูปที่ 6-7 โดยได้ตั้งสมมติฐานว่าการชนดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการลื่นไถลในระหว่างช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง จากนั้นจึงวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยของแต่ละมาตรการในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลด้วยจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ แสดงดังตารางที่ 6-7



(ก) การชนในทิศทางเดียวกัน (ชนท้าย) (ข) การชนนอกทางบนทางตรง (เสียหลักตกถนนทางด้านซ้าย)

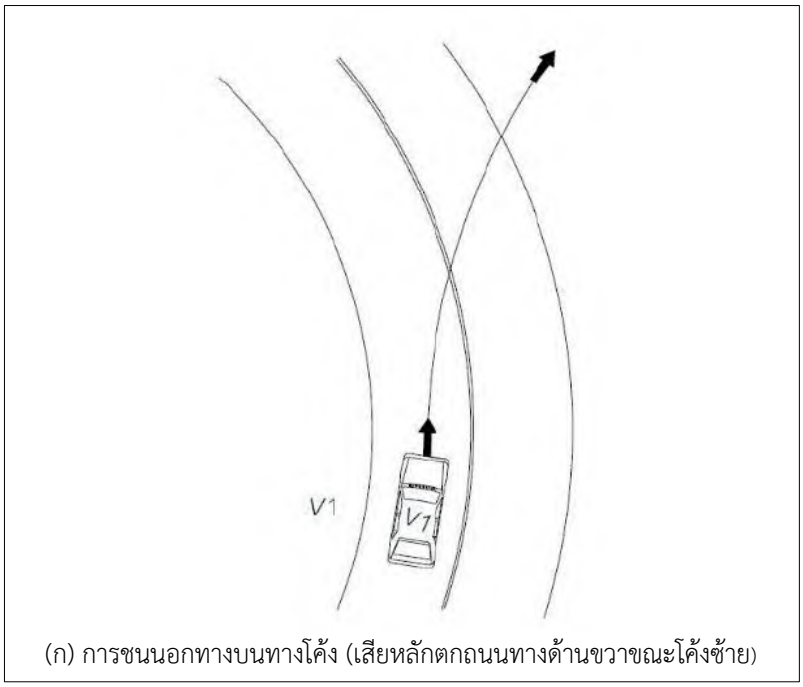
รูปที่ 6-7 ตัวอย่างการชนตามสมมติฐานจากการลื่นไถลบริเวณทางตรง

ตารางที่ 6-7 ตัวอย่างวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลบนทางตรง โดยการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

หมายเลข	ตอน	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	วันที่เปิดใช้	ปี (ก่อน)	ปี (หลัง)	AADT ก่อน	AADT หลัง	รูปแบบการชน	รูปแบบการชน	อัตราการเกิด (Accident rate)							
											อุบัติเหตุหลัง	อุบัติเหตุหลัง	เสียชีวิตก่อน	เสียชีวิตหลัง	สาหัสก่อน	สาหัสหลัง	เล็กน้อยก่อน	เล็กน้อยหลัง
34	300	57+255	58+855	มิ.ย. 65	2564	2565	59623	61038	300-310	700-710	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	300	52+900	55+667	เม.ย. 64	2562-2563	2564-2565	62294.5	60330.5	300-310	700-710	6.36	8.21	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1095	201	83+000	84+480	ก.ค. 63	2561 -2562	2563-2564	1714	1877	300-310	700-710	54.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.00	0.00
228	100	5+000	20+000	มี.ค. 64	2562-2563	2564-2565	16632.5	12153.5	300-310	700-710	1.10	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00
2	401	251+229	254+275	ธ.ค. 62	2561-2562	2563-2564	30713.5	22638.5	300-310	700-710	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	401	254+275	258+664	เม.ย. 64	2562-2563	2564-2565	26705.5	24203	300-310	700-710	3.51	2.58	1.17	0.00	0.00	0.00	1.17	5.16
2	401	258+664	260+943	พ.ย. 61	2560	2561	29864	31826	300-310	700-710	4.03	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00	4.03	3.78
12	803	567+790	574+400	พ.ค. 64	2562-2563	2564-2565	18789	20311	300-310	700-710	2.21	1.02	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00
230	102	20+259	24+470	เม.ย. 64	2562-2563	2564-2565	16088.5	16937	300-310	700-710	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
230	101	4+110	8+735	มี.ค. 64	2562-2563	2564-2565	24267.5	24125.5	300-310	700-710	6.10	6.14	0.00	0.00	0.00	1.23	1.22	0.00
12	702	485+880	489+900	มี.ค. 64	2562-2563	2564-2565	33157.5	39798	300-310	700-710	1.03	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
2	403	301+210	305+455	ก.พ. 64	2562-2563	2564-2565	26705.5	24203	300-310	700-710	0.00	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
201	201	77+563	81+506	มี.ค. 64	2562-2563	2564-2565	18198	19274	300-310	700-710	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	803	567+300	571+200	พ.ค. 65	2564	2565	19232	21390	300-310	700-710	2.63	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	3.94	0.00
12	901	599+000	611+000	พ.ค. 63	2561-2562	2563-2564	23871.5	23867	300-310	700-710	3.65	0.00	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<u>กรณีทางโค้ง</u>

ในกรณีช่วงถนนที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นทางโค้ง ดำเนินการกรองข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุที่มีปัจจัยหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุเฉพาะเจาะจงจากการลื่นไถล จากรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล กล่าวคือการลื่นไถลบนทางโค้งจะทำการคัดเลือกโดยใช้รูปแบบการชนที่เสียหลักบนทางโค้ง (รหัส 800 – 810) ตัวอย่างถูกแสดงดังรูปที่ 6-8 โดยได้ตั้งสมมติฐานว่าการชนดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการลื่นไถลในระหว่างช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม) ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง จากนั้นจึงวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยของแต่ละมาตรการในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลด้วยจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ แสดงดังตารางที่ 6-8



(ก) การชนนอกทางบนทางโค้ง (เสียหลักตกถนนทางด้านขวาขณะโค้งซ้าย)

รูปที่ 6-8 ตัวอย่างการชนตามสมมติฐานจากการลื่นไถลบริเวณทางโค้ง

ตารางที่ 6-8 ตัวอย่างวิเคราะห์ประสิทธิผลความปลอดภัยในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลบนทางโค้ง โดยการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธี Overlay

หมายเลข	ตอน	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	วันที่เปิดใช้	ปี (ก่อน)	ปี (หลัง)	AADT ก่อน	AADT หลัง	รูปแบบการชน	อัตราการเกิด (Accident rate)							
										อุบัติเหตุหลัง	อุบัติเหตุหลัง	เสียชีวิตก่อน	เสียชีวิตหลัง	สาหัสก่อน	สาหัสหลัง	เล็กน้อยก่อน	เล็กน้อยหลัง
3	503	223+650	248+000	พ.ค. 64	2562-2563	2564-2565	21179	19274.5	800-810	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
3	601	292+650	294+400	ม.ค. 61	2560	2561	29400	32809	800-810	0.00	4.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	602	312+000	314+250	ม.ค. 62	2560-2561	2562-2563	25888	28319.5	800-810	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	602	314+250	318+025	ม.ค. 61	2560	2561	25315	26461	800-810	11.47	8.23	2.87	0.00	0.00	0.00	5.73	2.74
118	100	20+750	39+000	ก.ค. 64	2562-2563	2564-2565	65379.5	72512	800-810	0.11	0.31	0.00	0.10	0.34	0.10	1.26	0.10
118	100	39+200	52+750	ส.ค. 64	2562-2563	2564-2565	65379.5	72512	800-810	0.46	1.25	0.15	0.00	0.31	0.14	2.16	2.23
1	1103	641+000	661+000	ม.ค. 61	2560	2561	15201	15275	800-810	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.79
1004	100	3+250	19+527	พ.ค. 65	2564	2565	9142	10184	800-810	0.00	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	701	425+000	427+000	ม.ค. 61	2560	2561	14183	15262	800-810	19.32	26.93	0.00	0.00	0.00	0.00	9.66	17.95
1148	101	20+486	50+000	ม.ค. 65	2564	2565	5619	6893	800-810	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	601	365+500	370+000	พ.ค. 64	2562-2563	2564-2565	11578.5	11892.5	800-810	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	201	47+800	84+179	มี.ค. 61	2560	2561	5401	6113	800-810	9.76	20.94	0.00	1.23	6.97	8.62	16.73	8.62
12	201	51+800	54+800	มี.ค. 61	2560	2561	5401	6113	800-810	33.82	89.64	0.00	0.00	0.00	14.94	0.00	14.94
12	201	66+930	70+000	มิ.ย. 61	2560	2561	5401	6113	800-810	16.52	43.80	0.00	14.60	33.05	87.59	0.00	87.59
105	102	49+100	52+000	ม.ค. 62	2560-2561	2562-2563	2147.5	1910	800-810	109.98	24.73	0.00	0.00	0.00	0.00	43.99	0.00

การประเมินประสิทธิผลของมาตรการผิวทางได้นิยามการจำแนกความรุนแรงของอุบัติเหตุ 3 ประเภท (คู่มือการกรอกแบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง HAIMS, 2565) ได้แก่

- อุบัติเหตุร้ายแรงมีผู้เสียชีวิต (Fatal Accident) – ผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุดังกล่าวเสียชีวิตภายใน 48 ชั่วโมงนับแต่เกิดเหตุ
- อุบัติเหตุร้ายแรงมีผู้บาดเจ็บสาหัส (Serious Injury Accident) – ผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุดังกล่าว บาดเจ็บสาหัสไม่สามารถรักษาได้ภายใน 3 สัปดาห์ หรือการบาดเจ็บที่ทำให้บุคคลนั้นไร้ความสามารถในการทำกิจกรรมตามปกติที่คนทั่วไปควรทำได้หรือเป็นผู้พิการ (FHWA, 2014)
- อุบัติเหตุมีผู้บาดเจ็บเล็กน้อย (Slight Injury Accident) – ผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุดังกล่าวสามารถรักษาให้หายได้ภายในเวลาอันสั้นหรือไม่นานนัก

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

การศึกษาประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลด้วยวิธี Asphalt Overlay กรณีทางตรง โดยใช้วิธีก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After Study) ด้วยการใช้ตัวชี้วัดจากวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate Method) ตัวอย่างเช่น การศึกษาหนึ่งได้รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุในอดีตจากตัวอย่าง 112 พื้นที่ศึกษา พบว่า บนทางหลวงหมายเลข 3 ตอนที่ 601 กม. 299+024 – 302+800 ระยะทาง 3.78 กิโลเมตรใช้ผิวทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC) มีการดำเนินการปรับปรุงผิวทางวิธี Asphalt Overlay ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2563

จากข้อมูลข้างต้นสามารถกำหนดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเป็นก่อน-หลัง โดยต้องพิจารณาในช่วงปีที่เท่ากัน โดยกำหนดช่วง พ.ศ. 2561 - พ.ศ. 2562 เป็นช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงมาตรการ และ พ.ศ. 2563 - พ.ศ. 2564 เป็นช่วงเวลาหลังการปรับปรุงติดตั้งมาตรการ (ช่วงเวลาที่ศึกษาจำนวน 2 ปี) จากนั้นทำการกรองข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้จาก HAIMS โดยมีเกณฑ์การพิจารณาตั้งสมมติฐานว่าการชนดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการลื่นไถล กล่าวคือเกิดอุบัติเหตุในช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม), อุบัติเหตุของประเภทยานพาหนะหลัก (รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถโดยสาร รถบรรทุกหนัก) มีรูปแบบการชนในทิศทางเดียวกัน (รหัส 300 – 310) และรูปแบบการชนที่เสียหลักบนทางตรง (รหัส 700 – 710)

โดยก่อนมีการปรับปรุง (2 ปีก่อนการปรับปรุง) มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้น 5 ครั้ง และจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บจากการเกิดอุบัติเหตุตามระดับความรุนแรง พบว่า มีจำนวนผู้เสียชีวิต 2 รายต่อปี ผู้บาดเจ็บสาหัส 1 รายต่อปี และผู้บาดเจ็บเล็กน้อย 1 รายต่อปี ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) 30,859 คันต่อปี ในภายหลังมีการปรับปรุงแล้ว (2 ปีหลังการปรับปรุง) มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้น 7 ครั้ง และจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บจากการเกิดอุบัติเหตุตามระดับความรุนแรง พบว่า มีจำนวนผู้เสียชีวิต 0 รายต่อปี ผู้บาดเจ็บสาหัส 1 รายต่อปี และผู้บาดเจ็บเล็กน้อย 3 รายต่อปี ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) 29,369 คันต่อปี

จากนั้นนำข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ศึกษา (ก่อน-หลังการปรับปรุง) นำไปพิจารณาเทียบเท่ากับทำปริมาณจราจรและระยะทาง เพื่อหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุและอัตราความสูญเสียตามระดับความรุนแรงดังนี้

<u>ก่อนการปรับปรุงผิวทางวิธี Asphalt Overlay</u>

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{5 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 30{,}859 \times 3.78} = 5.88$$

อัตราการเสียชีวิต : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{2 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 30{,}859 \times 3.78} = 2.35$$

อัตราการบาดเจ็บสาหัส : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{1 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 30{,}859 \times 3.78} = 1.18$$

อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{1 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 30{,}859 \times 3.78} = 1.18$$

<u>หลังการปรับปรุงผิวทางวิธี Asphalt Overlay</u>

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{7 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 29{,}369 \times 3.78} = 8.65$$

อัตราการเสียชีวิต : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{0 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 29{,}369 \times 3.78} = 0.00$$

อัตราการบาดเจ็บสาหัส : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{1 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 29{,}369 \times 3.78} = 1.24$$

อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย : $$R = \frac{A \times 100{,}000{,}000}{365 \times t \times AADT \times L} = \frac{3 \times 100{,}000{,}000}{365 \times 2 \times 29{,}369 \times 3.78} = 3.71$$

จากนั้นหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่าง ทั้งหมด 112 พื้นที่ศึกษา และสุดท้ายจะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (CRF) จากการศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย (Naïve Before-and-After study) ของมาตรการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธี Asphalt Overlay เพื่อทราบประสิทธิผลความปลอดภัยของแต่ละมาตรการบนทางตรงในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลดังนี้

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ : $$CRF = 1 - \frac{N_{after}}{N_{before}} = 1 - \frac{2.77}{2.26} = -0.23$$

$$\%CRF = -22.71\,\%$$

และเมื่อพิจารณาค่า CRF ตามระดับความรุนแรงจากการเกิดอุบัติเหตุ มีค่าเท่ากับ

อัตราการเสียชีวิต : $$CRF = 1 - \frac{N_{after}}{N_{before}} = 1 - \frac{0.22}{0.32} = 0.33$$

$$\%CRF = 32.76\,\%$$

อัตราการบาดเจ็บสาหัส : $$CRF = 1 - \frac{N_{after}}{N_{before}} = 1 - \frac{0.20}{0.38} = 0.45$$

$$\%CRF = 45.48\,\%$$

อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย : $$CRF = 1 - \frac{N_{after}}{N_{before}} = 1 - \frac{1.72}{1.27} = -0.36$$

$$\%CRF = -35.51\,\%$$

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า มาตรการปรับปรุงผิวทาง ด้วยวิธี Asphalt Overlay กรณีทางตรง

- ทำให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.71
- ทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตลดลงร้อยละ 32.76
- ทำให้จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสลดลงร้อยละ 45.48
- ทำให้จำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 35.51

6.2.4 สรุปประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางกรณีทางตรงเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการณ์ลื่นไถล

ตารางที่ 6-9 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางตรงด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling)

Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling) (122 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อน การปรับปรุงมาตรการ**	**หลัง การปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	3.61	3.03	16.08%
อัตราการเสียชีวิต	0.32	0.20	37.26%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.54	0.41	23.87%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.41	1.38	2.26%

ตารางที่ 6-10 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางตรงด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay (112 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อน การปรับปรุงมาตรการ**	**หลัง การปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	2.26	2.77	-22.71%
อัตราการเสียชีวิต	0.32	0.22	32.76%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.38	0.20	45.48%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.27	1.72	-35.51%

6.2.5 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางกรณีทางโค้ง เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถล

ตารางที่ 6-11 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางโค้งด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling)

Asphalt Overlay (Asphalt Hot Mix In - Place Recycling+ Recycling) (122 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อน การปรับปรุงมาตรการ**	**หลัง การปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	0.53	0.52	2.31%
อัตราการเสียชีวิต	0.02	0.02	-5.09%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.10	0.06	41.09%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	0.14	0.19	-39.54%

ตารางที่ 6-12 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยบนทางโค้งด้วยการปรับปรุงวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay (112 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อน การปรับปรุงมาตรการ**	**หลัง การปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	0.80	0.76	5.43%
อัตราการเสียชีวิต	0.06	0.05	26.40%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.13	0.27	-103.63%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	0.35	0.51	-46.48%

6.2.6 การศึกษาทบทวนค่าประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ ของ Crash Modification Factors Clearinghouse

การศึกษาค่าประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ ในต่างประเทศได้รวบรวมจาก Crash Modification Factors Clearinghouse (https://www.cmfclearinghouse.org) ซึ่งได้ทำการคัดเลือกมาตรการเพียงบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงผิวด้วยวิธีต่าง ๆ โดยพิจารณาจากคุณภาพของงานวิจัย ทั้งจำนวนตัวอย่างเหมาะสม ปริมาณจราจร และเทคนิคในการวิเคราะห์ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : คัดเลือกมาตรการผิวทางจาก CMF Clearinghouse โดยพิจารณาคัดเลือกมาตรการที่เกี่ยวข้องกับหมวดหมู่ด้านผิวทางและแรงเสียดทาน (Pavement Condition and Friction)

ขั้นตอนที่ 2 : คัดเลือกงานวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือสูงโดยพิจารณาจากคะแนนดาวของคุณภาพของงานวิจัยซึ่งดูได้จาก Star Quality Rating โดยเลือกงานวิจัยตั้งแต่ 3 ดาว – 5 ดาว

ขั้นตอนที่ 3 : เลือกงานวิจัยที่ไม่ได้มีการปรับปรุงผิวทางบริเวณทางแยก เนื่องจากพิจารณาเฉพาะช่วงถนนทางตรงและทางโค้ง

ขั้นตอนที่ 4 : แบ่งช่วงของค่า CMF เพื่อพิจารณาความถี่ของผลจำนวนงานวิจัยอยู่ในช่วงใด โดยพิจารณารูปแบบการชนที่เกี่ยวข้องดังรูป (ตัวอย่างกรณีคัดเลือก Chip Seal)



ขั้นตอนที่ 5 : คัดเลือกประสิทธิผลของมาตรการที่ดีที่สุด (CMF ต่ำ หรือ %CRF สูง) ในช่วงที่มีความถี่ของงานวิจัยสูงสุดนั้นเพื่อเป็นตัวแทนประสิทธิผลของมาตรการผิวทางนั้น

ตารางที่ 6-13 สรุปผลการคัดเลือกประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ ในต่างประเทศ

CMF ID	Countermeasure	%CRF	CMF	Crash Type	KABCO Severity	Study
7012	Improve pavement friction (Chip Seal)	17.1	0.829	Run off road, Wet Road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7898	Improve pavement friction (HFS-High Friction Surfacing)	34.7	0.653	All	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7063	Improve pavement friction (Micro surfacing)	-0.6	1.006	All	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7577	Improve pavement friction (Slurry seal)	11.2	0.888	All	KABC	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7083	Improve pavement friction (Slurry seal)	19.8	0.802	Wet road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7550	Improve pavement friction (UTBWC-Ultra thin bonded wearing course)	19.8	0.802	Run off Road, Wet Road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7356	Improve pavement friction (Diamond grinding)	13.8	0.862	Wet road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
2265	Improve pavement friction (increase skid resistance)	41.1	0.589	All	All	SAFETY EFFECTS OF A TARGETED SKID RESISTANCE IMPROVEMENT PROGRAM, LYON AND PERSAUD, 2008
2266	Improve pavement friction (increase skid resistance)	57.4	0.426	Wet road	All	SAFETY EFFECTS OF A TARGETED SKID RESISTANCE IMPROVEMENT PROGRAM, LYON AND PERSAUD, 2008

ตารางที่ 6-13 สรุปผลการคัดเลือกประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ ในต่างประเทศ (ต่อ)

CMF ID	Countermeasure	%CRF	CMF	Crash Type	KABCO Severity	Study
7457	Improve pavement friction (OGFC-Open Graded Friction Course)	19.3	0.807	Run off road, Wet Road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7529	Improve pavement friction (Thin HMA-Hot Mix Asphalt)	9.4	0.906	All	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
7492	Improve pavement friction (Thin HMA-Hot Mix Asphalt)	14.7	0.853	Wet road	All	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015
195	Increased pavement friction	57.0	0.430	Wet road	All	CRASH REDUCTION FACTORS FOR TRAFFIC ENGINEERING AND ITS IMPROVEMENTS, HARKEY ET AL., 2008
7231	Improve pavement friction (grooving)	25.4	0.746	All	KABC	EVALUATION OF PAVEMENT SAFETY PERFORMANCE, MERRITT ET AL., 2015

หมายเหตุ : 1. K (fatal), A (serious injury), B (minor injury), C (possible injury, O (property damage only)

6.2.7 สรุปประสิทธิผลของชนิดมวลรวมในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถล

การประเมินประสิทธิผลของชนิดมวลรวมในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถล จะพิจารณาชนิดมวลรวมจากการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธี Asphalt Overlay โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6-14 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินปูน

มวลรวมชนิดหินปูน (158 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุง มาตรการ**	**หลังการปรับปรุง มาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	3.64	2.85	21.5%
อัตราการเสียชีวิต	0.40	0.28	30.5%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.64	0.32	49.8%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.72	1.62	5.7%

ตารางที่ 6-15 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินบะซอลต์

มวลรวมชนิดหินบะซอลต์ (59 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุง มาตรการ**	**หลังการปรับปรุง มาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	1.88	2.70	-43.1%
อัตราการเสียชีวิต	0.26	0.05	82.4%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.22	0.05	77.9%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.05	1.85	-75.5%

ตารางที่ 6-16 ประสิทธิผลมวลรวมชนิดหินแกรนิต

มวลรวมชนิดหินแกรนิต (15 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุง มาตรการ**	**หลังการปรับปรุง มาตรการ**	**ร้อยละของ อุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	2.00	2.97	-48.6%
อัตราการเสียชีวิต	0.16	0.41	-152.2%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.24	0.91	-283.8%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	0.64	0.63	1.5%

6.2.8 สรุปประสิทธิผลของชนิดยางในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถล

การประเมินประสิทธิผลของชนิดยางในการลดอุบัติเหตุที่มีสาเหตุจากการลื่นไถลจะพิจารณาชนิดยางแยกตามชนิดผิวทางแอสฟัลต์และคอนกรีต โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 6-17 ประสิทธิผลของยางชนิด AC60/70

ชนิดยาง AC60/70 (195 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	2.76	2.68	2.9%
อัตราการเสียชีวิต	0.36	0.17	52.5%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.50	0.20	60.4%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.43	1.68	-17.5%

ตารางที่ 6-18 ประสิทธิผลของยางชนิด AC40/50

ชนิดยาง AC40/50 (15 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	4.86	2.73	43.8%
อัตราการเสียชีวิต	0.25	0.28	-8.5%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.37	0.01	96.5%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.64	1.18	27.8%

ตารางที่ 6-19 ประสิทธิผลของยางชนิด NRMA

ชนิดยาง NRMA (15 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	3.71	5.14	-38.5%
อัตราการเสียชีวิต	0.18	0.23	-23.5%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.18	0.77	-323.9%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	2.10	3.10	-47.3%

ตารางที่ 6-20 ประสิทธิผลของยางชนิด PMA

ชนิดยาง PMA (9 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	2.76	3.60	-30.7%
อัตราการเสียชีวิต	0.19	0.38	-100.3%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.32	0.90	-177.0%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	0.52	0.64	-21.2%

ตารางที่ 6-21 ประสิทธิผลของ Concrete

ชนิด Concrete (25 ตัวอย่าง)			
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ**	**ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลง (%CRF)**
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ	4.74	4.01	15.4%
อัตราการเสียชีวิต	0.49	0.30	38.8%
อัตราการบาดเจ็บสาหัส	0.68	0.21	69.6%
อัตราการบาดเจ็บเล็กน้อย	1.99	1.82	8.5%

6.2.9 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และผลประโยชน์จากการประหยัดมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนน

การประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ทางด้านอุบัติเหตุนั้นสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี สำหรับวิธีที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิศวกรรมจราจร ได้แก่ วิธี Benefit Cost Ratio (B/C) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การวิเคราะห์มูลค่าผลประโยชน์ทางด้านอุบัติเหตุ (Benefit, B)

การวิเคราะห์ผลประโยชน์จากการประหยัดมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงผิวทาง ด้วยวิธีต่าง ๆ ในการลดจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงจากอุบัติเหตุต่าง ๆ โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของการลดลงจำนวนอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor, CRF) โดยสามารถคำนวณค่าผลประโยชน์ในการประหยัดมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนนได้ดังสมการนี้

ผลประโยชน์ในการประหยัดมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนน	=	จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น (ครั้ง)	×	ค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ	×	มูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อครั้ง (บาท/ครั้ง)

มูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง โดยพิจารณาอุบัติเหตุ 1 ครั้ง มีจำนวนผู้เสียชีวิต 0.42 คน ผู้พิการ 0.03 คน บาดเจ็บสาหัส 0.79 คน บาดเจ็บเล็กน้อย 2.76 คน (กรมทางหลวง, 2565) จากนิยามระดับความรุนแรงที่กล่าวไว้ข้างต้น ได้รวมผู้บาดเจ็บสาหัสกับพิการเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถแบ่งระดับความรุนแรงได้ 3 ประเภทหลัก ได้แก่ เสียชีวิต บาดเจ็บสาหัส/พิการ และบาดเจ็บเล็กน้อย ซึ่งคำนวณมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง แสดงดังตารางที่ 6-22

ตารางที่ 6-22 ตารางมูลค่าความสูญเสียจากอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (มูลค่าปี พ.ศ. 2565)

ระดับความรุนแรง	สัดส่วนระดับความรุนแรงต่อการเกิดอุบัติเหตุ 1 ครั้ง	มูลค่าความสูญเสีย (ล้านบาท)
เสียชีวิต	0.42	6.796
บาดเจ็บสาหัส/พิการ	0.82	8.071
บาดเจ็บเล็กน้อย	2.76	0.0444

ที่มา : กรมทางหลวง (2565)

ขั้นตอนที่ 2 : การวิเคราะห์มูลค่าการลงทุนทางด้านอุบัติเหตุ (Cost, C)

ผลประโยชน์ที่นำมาวิเคราะห์จะพิจารณาจากมูลค่าของการลงทุนเพื่อทำการปรับปรุง โดยมูลค่าของการลุงทุนได้พิจารณาจากการใช้มาตรการปรับปรุงผิวทางที่เสนอแนะและค่าบำรุงรักษาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรอ้างอิงราคาจากการปรับปรุงจริงหรือราคากลาง

ตารางที่ 6-23 สรุปค่าใช้จ่ายแต่ละวิธีการปรับปรุงผิวทาง

วิธีการซ่อมบำรุง	งบประมาณ (บาท/ตรม.)	ที่มา
Overlay AC05	430	สำนักบริหารบำรุงทาง
Overlay AC10	460	สำนักบริหารบำรุงทาง
Overlay + Milling	450	สำนักบริหารบำรุงทาง
Rehabilitation 05	600	สำนักบริหารบำรุงทาง
Rehabilitation 10	850	สำนักบริหารบำรุงทาง
Rehabilitation PMA	890	สำนักบริหารบำรุงทาง
Recycling 05	500	สำนักบริหารบำรุงทาง
Recycling 10	820	สำนักบริหารบำรุงทาง

ตารางที่ 6-23 สรุปค่าใช้จ่ายแต่ละวิธีการปรับปรุงผิวทาง (ต่อ)

วิธีการซ่อมบำรุง	งบประมาณ (บาท/ตรม.)	ที่มา
Recycling PMA	860	สำนักบริหารบำรุงทาง
Slurry seal	80	สำนักบริหารบำรุงทาง
Chip seal	80	สำนักบริหารบำรุงทาง
Micro surfacing	80	สำนักบริหารบำรุงทาง
Open graded friction course	650	การทางพิเศษ
Thin hot-mix asphalt overlay	600	การทางพิเศษ
Ultra-thin bonded wearing course	600	การทางพิเศษ
High Friction Surfacing (HFS)	1000	สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
Diamond Grinding	-	ไม่มีในประเทศไทย
Grooving	-	ไม่มีในประเทศไทย

ขั้นตอนที่ 3 : การคำนวณค่า B/C

หลังจากคัดเลือกมาตรการที่จะปรับปรุงพร้อมทั้งประมาณราคาค่าใช้จ่ายได้แล้ว จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธี Benefit Cost Ratio (B/C)

B/C = ผลประโยชน์ตอบแทนรายปี/ค่าใช้จ่ายรายปี

$$B/C = \frac{B}{EUAC + M}$$

โดยที่

Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) = $(i)x\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$

i = อัตราคิดลด (Discount Rate)

n = จำนวนปีที่ใช้ประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

โดยโครงการที่มีค่า B/C มากกว่า 1.00 คือ โครงการปรับปรุงที่มีผลประโยชน์สูงกว่าต้นทุนของโครงการปรับปรุง ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงมูลค่าเป็นตัวเงิน ซึ่งเหมาะกับการเปรียบเทียบในกรณีที่มีโครงการปรับปรุงในหลายพื้นที่ โดยเลือกพื้นที่ที่มีความคุ้มค่าที่สุดเพื่อดำเนินการปรับปรุงผิวทาง

6.3 รูปแบบและการแนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลตามปัจจัยต่าง ๆ 20 กรณี

การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี จะดำเนินการเสนอแนะเบื้องต้น โดยการพิจารณาคัดเลือกจากผลการประเมินประสิทธิภาพของการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ (รหัสวิธีการปรับปรุงผิวทาง) และการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการปรับปรุงผิวทาง โดยการเปรียบเทียบผลประโยชน์จากจำนวนอุบัติเหตุที่ลดลงหลังจากการปรับปรุงผิวทางกับค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ (รหัสวิธีการปรับปรุงผิวทาง) เนื่องจากค่าใช้จ่ายการปรับปรุงผิวทางจะแตกต่างกันตามวิธีการปรับปรุงผิวทาง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

แนวทางการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่จะดำเนินการประเมินประสิทธิผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุอย่างน้อย 3 ครั้งใน 3 ปี โดยมีระยะห่างแต่ละจุดห่างไม่เกิน 100 เมตร
- มีการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล โดยพิจารณาจากรูปแบบการชน ได้แก่ การชนในทิศทางเดียวกัน (300-310) อุบัติเหตุจากการเสียหลักบนทางตรง (700-710) อุบัติเหตุจากการเสียหลักบนทางโค้ง (800-810)
- มีค่าดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) น้อยกว่า 0.4 นอกจากนี้ได้พิจารณาการแบ่งประเภทพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
- พิจารณาตามกลุ่มที่รับผิดชอบออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก กลุ่มสายทางหลัก กลุ่มสายทางที่กรมทางหลวงประกาศให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 120 กม./ชม. กลุ่มสายทางเพื่อการศึกษาการเสื่อมสภาพ และกลุ่มสายทางจุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง
- ลักษณะผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตหรือคอนกรีต
- ปริมาณจราจรน้อยถึงปานกลาง และปานกลางถึงสูง
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก น้อย ≤20% และสูง >20%

จากเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา สามารถสรุปพื้นที่ศึกษาที่จะดำเนินการประเมินประสิทธิผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี แสดงดังตารางที่ 6-24

ตารางที่ 6-24 สรุปพื้นที่ศึกษาที่จะดำเนินการประเมินประสิทธิผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี

จุดที่	กลุ่มสายทาง	หมายเลข	กม.ที่	ผิวทาง	ปริมาณจราจร	% รถบรรทุกหนัก	IFI	จำนวนอุบัติเหตุ
1	กลุ่มสายทาง 120 กม./ชม.	304	0295+550	AC	25,776	11.74	0.188	6
2		2	0074+300	AC	52,630	33.35	0.275	3
3	กลุ่มสายทาง 18 สำนัก	3	0288+901	AC	26,644	8.91	0.232	3
4		33	0093+600	AC	17,856	42.04	0.203	3
5		33	0037+700	AC	11,003	41.64	0.236	4
6		32	0027+850	AC	72,357	19.88	0.212	3
7		4	0146+600	AC	37,254	25.46	0.236	6
8		32	0056+000	AC	42,084	23.91	0.262	7
9		349	0011+175	CC	24,024	33.41	0.279	6
10		306	0015+000	AC	44,404	18.15	0.224	4
11	กลุ่มสายทางหลัก	367	0007+200	AC	27,647	2.43	0.238	5
12		33	0011+500	AC	15,730	2.19	0.324	3
13		21	0024+300	AC	27,686	6.82	0.229	3
14		37	0012+700	AC	32,846	32.79	0.187	7
15		1	0088+890	AC	109,277	28.1	0.245	6
16		35	0057+200	AC	62,900	54.32	0.221	5
17		33	0010+040	AC	15,730	2.19	0.252	3
18		304	0078+700	CC	47,085	25.39	0.242	9
19	กลุ่มสายทางเพื่อการศึกษาการเสื่อมสภาพ	340	0071+810	CC	22,460	14.69	0.394	3
20	กลุ่มสายทางจุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง	304	0208+600	AC	28,364	30.59	0.199	4

การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล

1. ทางหลวงหมายเลข 304 หมายเลขควบคุม 502 ตอน ดอนขวาง – โพธิ์กลาง กม. 0295+550 จังหวัดนครราชสีมา

กลุ่มสายทางที่กรมทางหลวงประกาศให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 120 กม./ชม.

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.44
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 4.93
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.49
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.188

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 25,776 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 11.74%

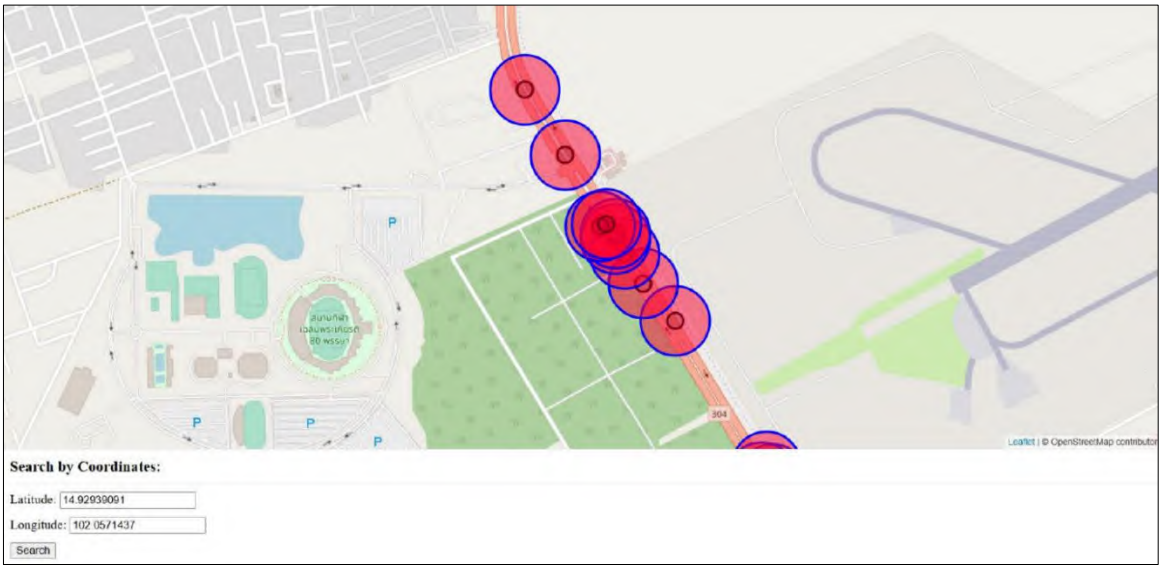
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-25 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	957018	3/6/2563	15:30	0295+400	0	0	0	704	เปียก
2	957067	10/6/2563	00:30	0295+500	0	1	0	704	แห้ง
3	979205	21/5/2564	16:00	0295+550	0	0	0	301	เปียก
4	960674	12/8/2563	00:30	0295+563	0	1	0	704	แห้ง
5	979569	27/5/2564	14:00	0295+600	0	0	0	703	แห้ง
6	987134	19/11/2564	15:00	0295+600	0	2	0	703	แห้ง
				รวม	0	4	0		



รูปที่ 6-9 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0295+550



รูปที่ 6-10 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถลบริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม.0295+550

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0295+550

ตารางที่ 6-26 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.11%	1.62	1.28	**-1.31**	**0.57**	**2.24**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00	**-0.03**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	3.50%	1.29	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-27 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	-22.71%	2.45	-1.53	**-1.53**	**0.32**	**-4.74**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00	**-0.02**		**-0.07**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	-35.51%	1.81	-0.02			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-28 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	8.65%	1.83	0.58	**0.58**	**0.57**	**1.01**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**-0.03**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	-0.65%	1.34	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-29 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	17.10%	1.66	1.15	**1.15**	**0.06**	**20.53**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.01**		**0.18**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	17.10%	1.11	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-30 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.42**	**1.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	9.40%	1.21	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-31 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.30%	1.61	1.30	**1.30**	**0.46**	**2.85**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.01**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	19.30%	1.08	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-32 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.80%	1.60	1.33	**1.33**	**0.42**	**3.17**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.01**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	19.80%	1.07	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-33 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	34.70%	1.31	2.33	**2.33**	**0.70**	**3.33**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.02**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	34.70%	0.87	0.02			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-34 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	11.20%	1.78	0.75	**0.75**	**0.06**	**13.44**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.12**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	11.20%	1.18	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

2. ทางหลวงหมายเลข 2 หมายเลขควบคุม 202 ตอน บ่อทอง - มอจะบก กม. 0074+300 จังหวัด นครราชสีมา

กลุ่มสายทางที่กรมทางหลวงประกาศให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 120 กม./ชม.

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.08
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.47
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.10
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.275

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 52,630 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 33.35%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

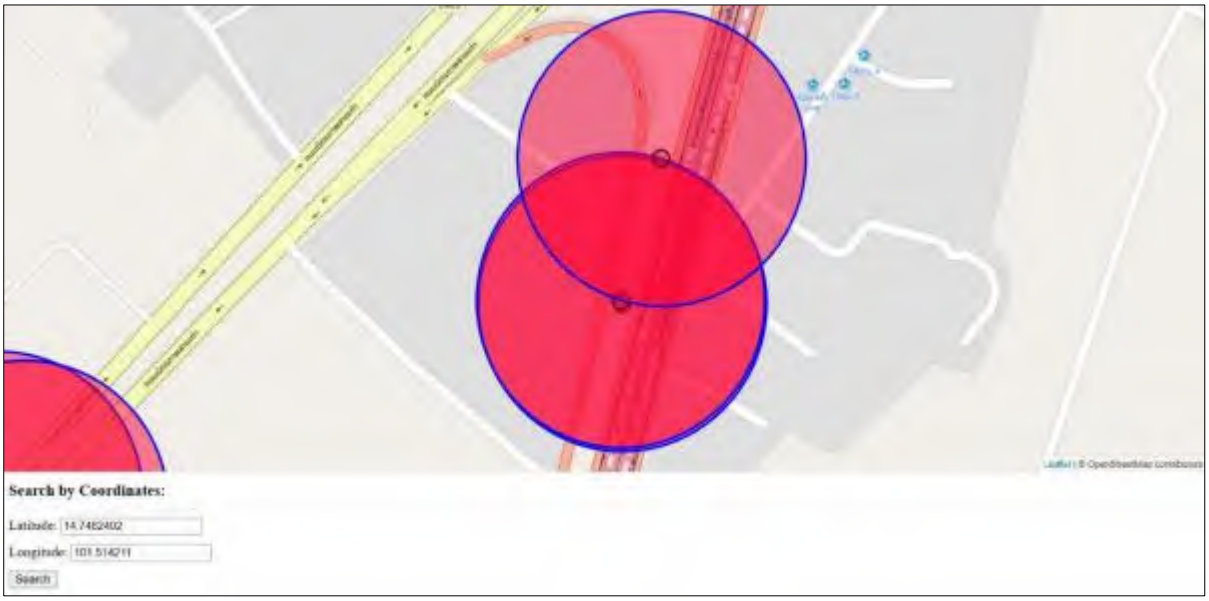
ตารางที่ 6-35 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	980666	27/6/2564	08:50	0074+300	0	0	0	301	แห้ง
2	981030	6/7/2564	10:20	0074+300	0	0	0	305	แห้ง
3	957644	25/6/2564	06:40	0074+400	0	1	0	301	แห้ง
				รวม	0	1	0		



รูปที่ 6-11 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-12 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณหมายเลข 2 กม. 0074+300

ตารางที่ 6-36 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.11%	0.81	0.64	**0.64**	**0.86**	**0.75**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	3.50%	0.32	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-37 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	-22.71%	1.23	-0.76	**-0.76**	**0.48**	**-1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.01**		**-0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-35.51%	0.45	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-38 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	8.65%	0.91	0.29	**0.29**	**0.86**	**0.34**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-0.65%	0.34	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-39 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	17.10%	0.83	0.57	**0.57**	**0.08**	**6.84**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.00**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	17.10%	0.28	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-40 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	9.40%	0.91	0.32	**0.32**	**0.63**	**0.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	9.40%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-41 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.30%	0.81	0.65	**0.65**	**0.68**	**0.95**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.30%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-42 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.80%	0.80	0.67	**0.67**	**0.63**	**1.06**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.80%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-43 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	34.70%	0.65	1.17	**1.17**	**1.05**	**1.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.01**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	34.70%	0.22	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-44 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	11.20%	0.89	0.38	**0.38**	**0.08**	**4.48**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.00**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	11.20%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

3. ทางหลวงหมายเลข 3 หมายเลขควบคุม 601 ตอน นายายอาม – บ้านสิ้ว กม. 0288+901 จังหวัด จันทบุรี

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.81
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 4.94
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.06
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.232

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 26,644 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 8.91%

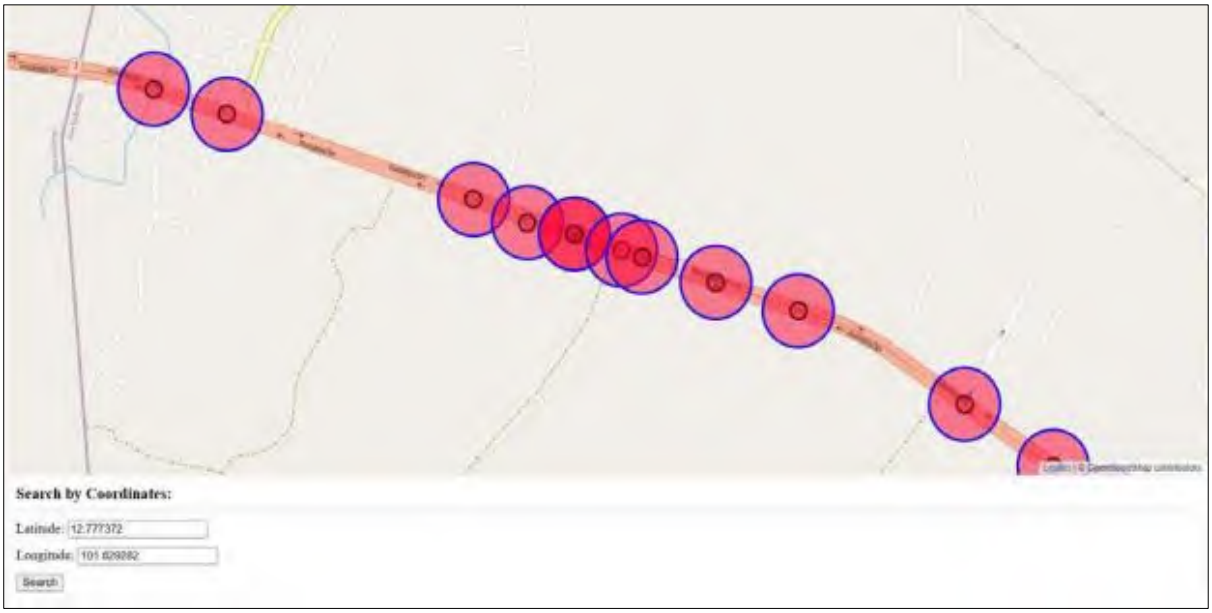
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-45 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	962120	8/9/2563	07:00	0074+300	1	0	0	305	แห้ง
2	980878	17/6/2564	23:30	0074+300	0	0	0	704	เปียก
3	986447	27/10/2564	07:50	0074+400	0	3	0	704	แห้ง
				รวม	1	3	0		



รูปที่ 6-13 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-14 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901

ตารางที่ 6-46 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	19.11%	1.21	0.96	**0.96**	**0.57**	**1.68**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.30**		**0.52**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	7.39%	0.46	0.30			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	3.50%	1.45	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-47 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	-22.71%	1.84	-1.15	**-1.15**	**0.32**	**-3.56**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**1.81**		**5.63**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	45.48%	0.27	1.84			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	-35.51%	2.03	-0.02			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-48 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	8.65%	1.37	0.44	**0.44**	**0.57**	**0.76**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**1.28**		**2.23**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	31.68%	0.34	1.28			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	-0.65%	1.51	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-49 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	17.10%	1.24	0.86	**0.86**	**0.06**	**15.40**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.70**		**12.53**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	17.10%	0.41	0.69			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	17.10%	1.24	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-50 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.42**	**1.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.33	9.40%	1.21	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-51 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	19.30%	1.21	0.97	**0.97**	**0.46**	**2.14**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.79**		**1.74**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	19.30%	0.40	0.78			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	19.30%	1.21	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-52 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	19.80%	1.20	1.00	**1.00**	**0.42**	**2.38**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.81**		**1.93**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	19.80%	0.40	0.80			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	19.80%	1.20	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-53 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	34.70%	0.98	1.75	**1.75**	**0.70**	**2.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**1.42**		**2.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	34.70%	0.33	1.40			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	34.70%	0.98	0.02			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-54 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	11.20%	1.33	0.56	**0.56**	**0.06**	**10.08**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.46**		**8.20**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.50	11.20%	0.44	0.45			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.50	11.20%	1.33	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

4. ทางหลวงหมายเลข 33 หมายเลขควบคุม 402 ตอน หินกอง – คลองยาง กม. 0093+600 จังหวัด สระบุรี

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.74
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 8.96
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.06
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.203

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 17,856 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 42.04%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-55 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	970843	9/12/2563	08:25	0093+512	0	0	1	306	แห้ง
2	965048	29/9/2563	00:15	0093+600	0	1	0	704	เปียก
3	966004	18/11/2563	19:00	0093+650	0	2	0	708	แห้ง
				รวม	0	3	1		



รูปที่ 6-15 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-16 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600

ตารางที่ 6-56 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.11%	0.81	0.64	**0.64**	**0.57**	**1.12**
ผู้เสียชีวิต	0.33	50.39%	0.17	1.14	**1.14**		**1.99**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	3.50%	0.96	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-57 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	-22.71%	1.23	-0.76	**-0.76**	**0.32**	**-2.37**
ผู้เสียชีวิต	0.33	32.76%	0.22	0.74	**0.73**		**2.26**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	-35.51%	1.36	-0.02			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-58 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	8.65%	0.91	0.29	**0.29**	**0.57**	**0.51**
ผู้เสียชีวิต	0.33	12.86%	0.29	0.29	**0.29**		**0.51**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	-0.65%	1.01	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-59 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	17.10%	0.83	0.57	**0.57**	**0.06**	**10.26**
ผู้เสียชีวิต	0.33	17.10%	0.28	0.39			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.39**		**7.05**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	17.10%	0.83	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-60 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	9.40%	0.91	0.32	**0.32**	**0.42**	**0.75**
ผู้เสียชีวิต	0.33	9.40%	0.30	0.21			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.22**		**0.52**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	9.40%	0.91	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-61 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.30%	0.81	0.65	**0.65**	**0.46**	**1.43**
ผู้เสียชีวิต	0.33	19.30%	0.27	0.44	**0.45**		**0.98**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	19.30%	0.81	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-62 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.80%	0.80	0.67	**0.67**	**0.42**	**1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.33	19.80%	0.27	0.45	**0.46**		**1.09**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	19.80%	0.80	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-63 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	34.70%	0.65	1.17	**1.17**	**0.70**	**1.67**
ผู้เสียชีวิต	0.33	34.70%	0.22	0.79	**0.80**		**1.14**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	34.70%	0.65	0.02			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-64 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	11.20%	0.89	0.38	**0.38**	**0.06**	**6.72**
ผู้เสียชีวิต	0.33	11.20%	0.30	0.25	**0.26**		**4.62**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.00	11.20%	0.89	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

5. ทางหลวงหมายเลข 33 หมายเลขควบคุม 201 ตอน นาคู – ป่าโมก กม. 0037+700 จังหวัด อ่างทอง

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.4
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 9.84
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.99
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.236

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 11,003 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 41.64 %

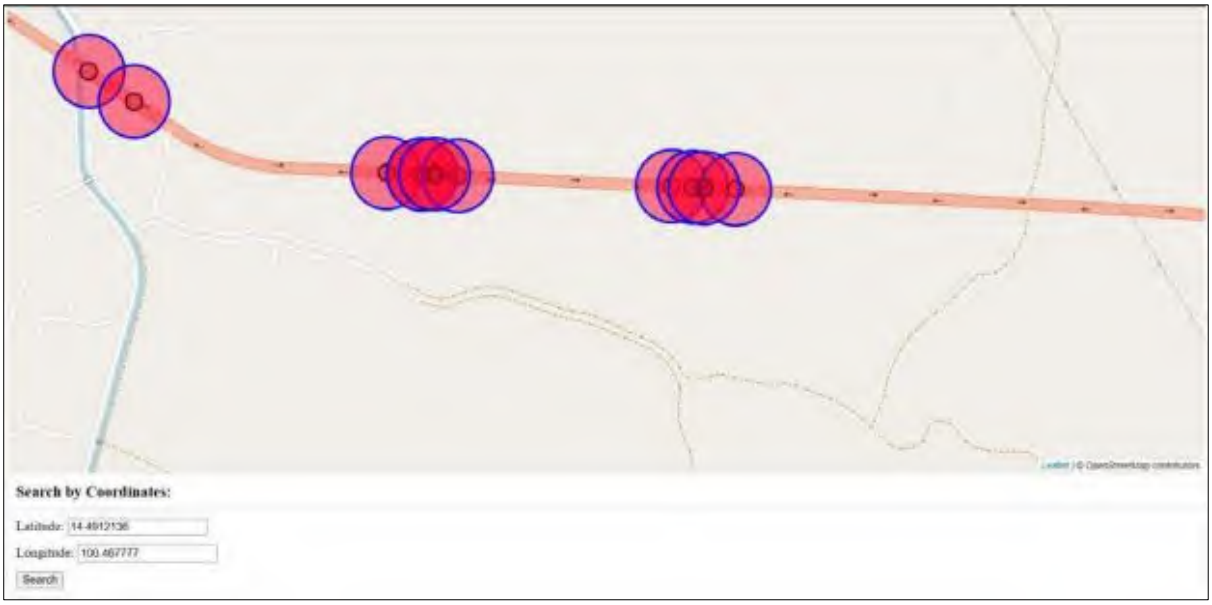
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-65 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	980386	21/6/2564	17:45	0037+700	0	0	1	701	แห้ง
2	955749	17/5/2563	15:32	0037+800	0	0	0	305	แห้ง
3	965612	11/11/2563	20:40	0037+800	0	1	0	301	แห้ง
4	962354	13/9/2563	01:15	0037+900	0	1	0	301	แห้ง
				รวม	0	3	1		



รูปที่ 6-17 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-18 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหมายเลข 33 กม. 0037+700

ตารางที่ 6-66 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.11%	1.08	0.86	**0.86**	**0.57**	**1.49**
ผู้เสียชีวิต	0.33	50.39%	0.17	1.14	**1.14**		**1.99**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	3.50%	0.64	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-67 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	-22.71%	1.64	-1.02	**-1.02**	**0.32**	**-3.16**
ผู้เสียชีวิต	0.33	32.76%	0.22	0.74	**0.73**		**2.27**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-35.51%	0.90	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-68 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	8.65%	1.22	0.39	**0.39**	**0.57**	**0.68**
ผู้เสียชีวิต	0.33	12.86%	0.29	0.29	**0.29**		**0.51**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-0.65%	0.67	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-69 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	17.10%	1.11	0.77	**0.77**	**0.06**	**13.68**
ผู้เสียชีวิต	0.33	17.10%	0.28	0.39	**0.39**		**7.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	17.10%	0.55	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-70 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	9.40%	1.21	0.42	**0.42**	**0.42**	**1.00**
ผู้เสียชีวิต	0.33	9.40%	0.30	0.21	**0.22**		**0.51**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	9.40%	0.60	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-71 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.30%	1.08	0.86	**0.86**	**0.46**	**1.90**
ผู้เสียชีวิต	0.33	19.30%	0.27	0.44	**0.44**		**0.97**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.30%	0.54	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-72 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.80%	1.07	0.89	**0.89**	**0.42**	**2.11**
ผู้เสียชีวิต	0.33	19.80%	0.27	0.45	**0.45**		**1.08**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.80%	0.53	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-73 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	34.70%	0.87	1.56	**1.56**	**0.70**	**2.22**
ผู้เสียชีวิต	0.33	34.70%	0.22	0.79	**0.80**		**1.14**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	34.70%	0.44	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-74 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	11.20%	1.18	0.50	**0.50**	**0.06**	**8.96**
ผู้เสียชีวิต	0.33	11.20%	0.30	0.25	**0.26**		**4.59**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	11.20%	0.59	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

6. ทางหลวงหมายเลข 32 หมายเลขควบคุม 201 ตอน นครหลวง – อ่างทอง กม. 0027+850 จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.44
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 8.33
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.11
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.212

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 72,357 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 19.88%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-75 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	988290	17/12/2564	01:30	0027+600	0	0	0	301	แห้ง
2	974817	22/3/2564	08:00	0027+700	0	0	0	301	แห้ง
3	962073	7/9/2563	15:54	0027+850	0	0	0	301	แห้ง
				รวม	0	0	0		



รูปที่ 6-19 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-20 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850

ตารางที่ 6-76 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.11%	0.81	0.64	**0.64**	**0.86**	**0.75**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	3.50%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-77 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	-22.71%	1.23	-0.76	**-0.76**	**0.48**	**-1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	-35.51%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-78 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	8.65%	0.91	0.29	**0.29**	**0.86**	**0.34**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	-0.65%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-79 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	17.10%	0.83	0.57	**0.57**	**0.08**	**6.84**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	17.10%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-80 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	9.40%	0.91	0.32	**0.32**	**0.63**	**0.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	9.40%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-81 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.30%	0.81	0.65	**0.65**	**0.68**	**0.95**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.30%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-82 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.80%	0.80	0.67	**0.67**	**0.63**	**1.06**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.80%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-83 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	34.70%	0.65	1.17	**1.17**	**1.05**	**1.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	34.70%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-84 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	11.20%	0.89	0.38	**0.38**	**0.08**	**4.48**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	11.20%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

7. ทางหลวงหมายเลข 4 หมายเลขควบคุม 501 ตอน สระพัง – เขาวัง กม. 0146+600 จังหวัด เพชรบุรี

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.23
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 9.48
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.14
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.236

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 37,254 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 25.46%

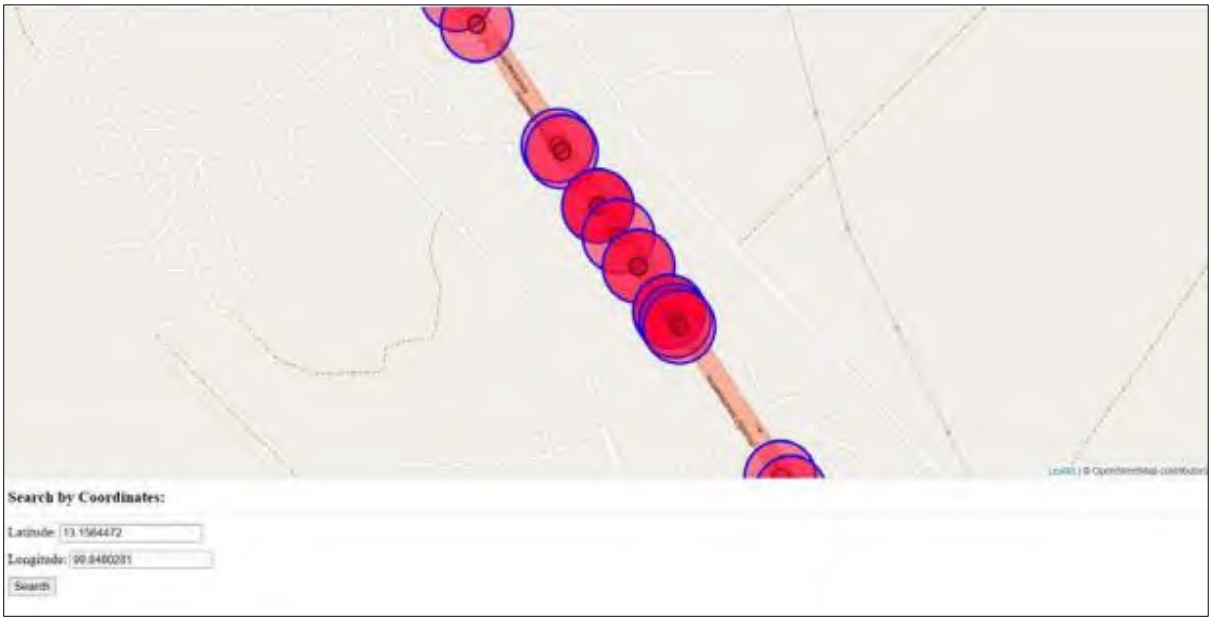
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-85 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	956117	24/5/2563	12:10	0146+500	1	0	0	704	แห้ง
2	986184	3/11/2564	10:10	0146+500	0	1	0	301	แห้ง
3	986372	4/11/2563	10:20	0146+500	0	0	0	703	แห้ง
4	972715	9/2/2564	14:50	0146+600	0	0	0	704	เปียก
5	972718	9/2/2564	14:55	0146+700	0	0	0	701	เปียก
6	979564	2/6/2563	15:30	0146+700	0	1	0	301	แห้ง
				รวม	1	2	0		



รูปที่ 6-21 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-22 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600

ตารางที่ 6-86 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.11%	1.62	1.28	**1.28**	**0.57**	**2.24**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.20**		**0.35**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	7.39%	0.31	0.20			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	3.50%	0.64	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-87 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	-22.71%	2.45	-1.53	**-1.53**	**0.32**	**-4.74**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**1.21**		**3.77**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	45.48%	0.18	1.22			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-35.51%	0.90	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-88 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	8.65%	1.83	0.58	**0.58**	**0.57**	**1.01**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.85**		**1.48**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	31.68%	0.23	0.85			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-0.65%	0.67	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-89 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	17.10%	1.66	1.15	**1.15**	**0.06**	**20.53**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.47**		**8.31**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	17.10%	0.28	0.46			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	17.10%	0.55	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-90 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.42**	**1.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.26**		**0.61**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	9.40%	0.30	0.25			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	9.40%	0.60	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-91 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.30%	1.61	1.30	**1.30**	**0.46**	**2.85**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.52**		**1.15**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	19.30%	0.27	0.52			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.30%	0.54	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-92 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.80%	1.60	1.33	**1.33**	**0.42**	**3.17**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.54**		**1.28**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	19.80%	0.27	0.53			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.80%	0.53	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-93 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	34.70%	1.31	2.33	**2.33**	**0.70**	**3.33**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.94**		**1.35**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	34.70%	0.22	0.93			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	34.70%	0.44	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-94 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	11.20%	1.78	0.75	**0.75**	**0.06**	**13.44**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.30**		**5.44**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	11.20%	0.30	0.30			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	11.20%	0.59	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

8. ทางหลวงหมายเลข 32 หมายเลขควบคุม 202 ตอน อ่างทอง – ไชโย กม. 0056+000 จังหวัด อ่างทอง

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.57
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.82
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.11
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.262

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 42,084 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 23.91%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-95 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	963605	5/10/2563	17:20	0055+900	0	0	0	301	แห้ง
2	984824	7/10/2564	06:30	0055+900	0	0	0	705	แห้ง
3	978715	14/5/2564	23:40	0056+000	1	0	0	301	แห้ง
4	985161	13/10/2564	20:20	0056+000	0	0	0	701	เปียก
5	987244	25/11/2564	21:00	0056+000	0	0	0	301	แห้ง
6	989374	30/12/2564	09:30	0056+000	0	0	0	301	แห้ง
7	985964	29/10/2564	09:00	0056+020	0	0	0	703	แห้ง
				รวม	1	0	0		



รูปที่ 6-23 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-24 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000

ตารางที่ 6-96 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.11%	1.89	1.50	**1.50**	**0.86**	**1.74**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.20**		**0.23**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	7.39%	0.31	0.20			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	3.50%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-97 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	-22.71%	2.86	-1.78	**-1.78**	**0.48**	**-3.69**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**1.22**		**2.53**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	45.48%	0.18	1.22			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	-35.51%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-98 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	8.65%	2.13	0.68	**0.68**	**0.86**	**0.79**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.85**		**0.99**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	31.68%	0.23	0.85			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	-0.65%	0.00	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-99 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	17.10%	1.93	1.34	**1.34**	**0.08**	**15.97**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.46**		**5.48**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	17.10%	0.28	0.46			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	17.10%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-100 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	9.40%	2.11	0.74	**0.74**	**0.63**	**1.17**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.25**		**0.40**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	9.40%	0.30	0.25			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	9.40%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-101 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.30%	1.88	1.51	**1.51**	**0.68**	**2.22**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.52**		**0.76**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	19.30%	0.27	0.52			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.30%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-102 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.80%	1.87	1.55	**1.55**	**0.63**	**2.46**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.53**		**0.85**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	19.80%	0.27	0.53			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.80%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-103 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	34.70%	1.52	2.72	**2.72**	**1.05**	**2.59**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.93**		**0.89**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	34.70%	0.22	0.93			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	34.70%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-104 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	11.20%	2.07	0.88	**0.88**	**0.08**	**10.46**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.30**		**3.59**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.33	11.20%	0.30	0.30			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	11.20%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

9. ทางหลวงหมายเลข 349 หมายเลขควบคุม 100 ตอน พนัสนิคม - หนองชาก กม. 0011+175 จังหวัด ชลบุรี

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนคอนกรีต (Concrete, CC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.73
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.4
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.94
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.279

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 24,024 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 33.41%

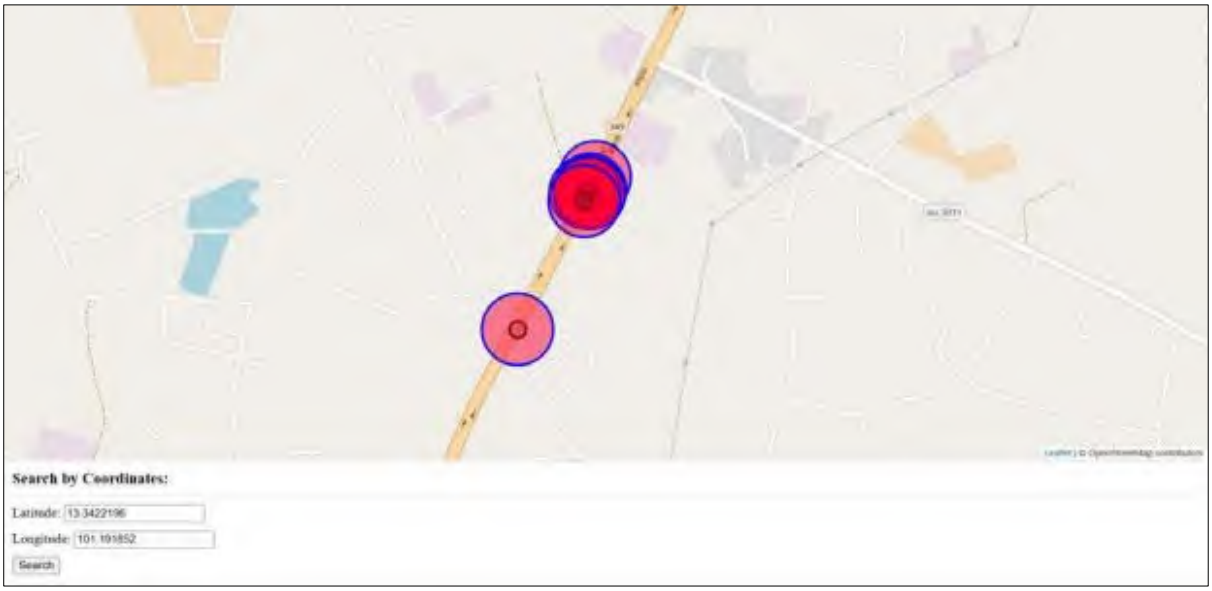
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-105 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	988041	17/10/2564	23:45	0146+500	0	0	0	708	เปียก
2	956098	25/5/2563	15:50	0146+500	0	0	0	704	แห้ง
3	983143	22/8/2564	11:30	0146+500	0	0	0	307	แห้ง
4	964745	6/10/2563	14:40	0146+600	0	0	0	703	แห้ง
5	983912	25/8/2564	18:00	0146+700	0	0	0	305	เปียก
6	964108	9/10/2563	16:00	0146+700	0	0	0	708	เปียก
				รวม	0	0	0		



รูปที่ 6-25 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-26 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางคอนกรีต (CC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175

ตารางที่ 6-106 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	-22.71%	2.45	-1.53	**-1.53**	**0.32**	**-4.74**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	-35.51%	0.00	0.00			

ตารางที่ 6-107 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding

Diamond Grinding							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	13.80%	1.72	0.93	**0.93**	**-**	**-**
ผู้เสียชีวิต	0.00	13.80%	0.00	0.00	**0.00**		
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	13.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	13.80%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7356, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Diamond Grinding ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

ตารางที่ 6-108 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	34.70%	1.31	2.33	**2.33**	**0.70**	**3.33**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	34.70%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-109 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.42**	**1.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	9.40%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-110 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.30%	1.61	1.30	**1.30**	**0.46**	**2.85**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.30%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-111 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.80%	1.60	1.33	**1.33**	**0.42**	**3.17**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	19.80%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-112 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving

Grooving							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	25.40%	1.49	1.71	**1.71**	-	-
ผู้เสียชีวิต	0.00	25.40%	0.00	0.00	**0.00**		-
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	25.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.00	25.40%	0.00	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

10. ทางหลวงหมายเลข 306 หมายเลขควบคุม 102 ตอน แคราย – คลองบ้านใหม่ กม. 0015+000 จังหวัด นนทบุรี

กลุ่มสายทางจากทั้ง 18 สำนัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.22
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.37
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.80
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.224

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 44,404 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 18.15%

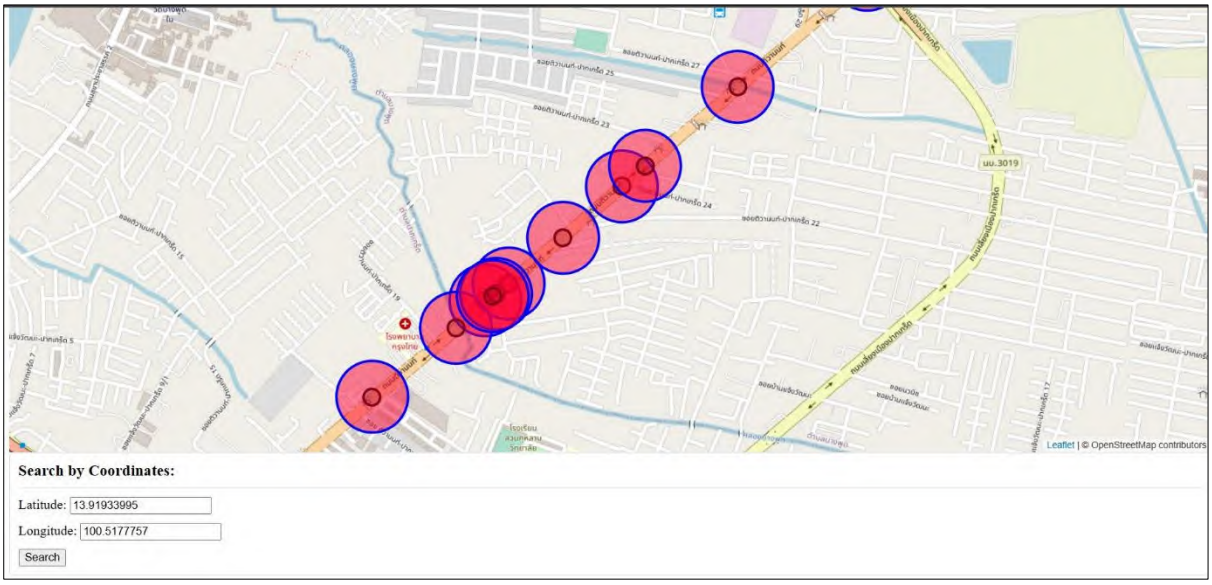
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-113 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	984008	1/9/2564	00:05	0014+980	0	0	0	708	แห้ง
2	983582	10/8/2564	11:00	0014+990	0	1	0	301	แห้ง
3	984621	26/9/2564	03:00	0015+000	0	2	0	704	แห้ง
4	987775	30/11/2564	09:00	0015+040	0	2	0	301	แห้ง
				รวม	0	5	0		



รูปที่ 6-27 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-28 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000

ตารางที่ 6-114 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.11%	1.08	0.86	**0.86**	**0.86**	**0.99**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	3.50%	1.61	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-115 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	-22.71%	1.64	-1.02	**-1.02**	**0.48**	**-2.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.03**		**-0.05**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-35.51%	2.26	-0.03			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-116 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	8.65%	1.22	0.39	**0.39**	**0.86**	**0.45**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-0.65%	1.68	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-117 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	17.10%	1.11	0.77	**0.77**	**0.08**	**9.12**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.01**		**0.15**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	17.10%	1.38	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-118 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	9.40%	1.21	0.42	**0.42**	**0.63**	**0.67**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	9.40%	1.51	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-119 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.30%	1.08	0.86	**0.86**	**0.68**	**1.27**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.30%	1.35	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-120 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.80%	1.07	0.89	**0.89**	**0.63**	**1.41**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.80%	1.34	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-121 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	34.70%	0.87	1.56	**1.56**	**1.05**	**1.48**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.03**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	34.70%	1.09	0.03			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-122 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	11.20%	1.18	0.50	**0.50**	**0.08**	**5.98**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.10**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	11.20%	1.48	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

11. ทางหลวงหมายเลข 367 หมายเลขควบคุม 100 ตอน ทางเลี่ยงเมืองกาญจนบุรี กม. 0007+200

จังหวัด กาญจนบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.08
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.18
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.4
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.238

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 27,647 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 2.43%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

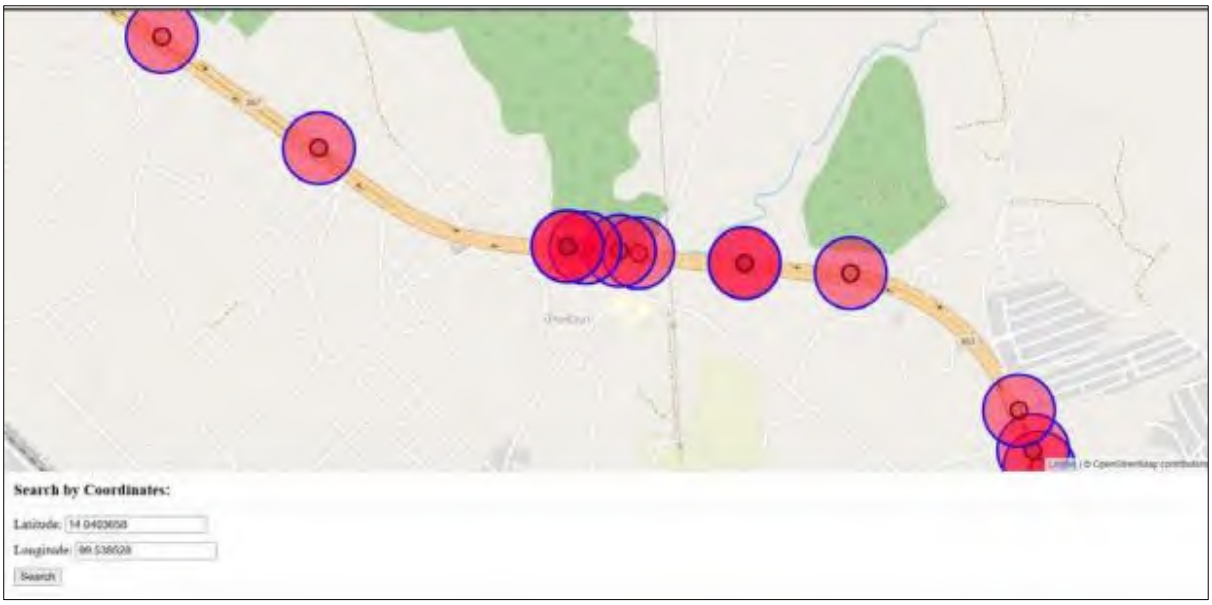
ตารางที่ 6-123 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	981325	13/7/2564	01:55	0007+000	0	1	0	704	แห้ง
2	974232	11/3/2564	03:45	0007+052	0	1	0	704	แห้ง
3	970712	10/1/2564	15:30	0007+150	0	1	0	704	แห้ง
4	974790	22/3/2564	08:00	0007+200	0	1	0	704	เปียก
5	985317	15/10/2564	21:28	0007+200	0	1	0	704	แห้ง
				รวม	0	5	0		



รูปที่ 6-29 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-30 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200

(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200

ตารางที่ 6-124 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.11%	1.35	1.07	**1.07**	**0.57**	**1.86**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	3.50%	1.61	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-125 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	-22.71%	2.05	-1.27	**-1.27**	**0.32**	**-3.95**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.03**		**-0.08**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-35.51%	2.26	-0.03			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-126 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	8.65%	1.52	0.48	**0.48**	**0.57**	**0.84**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-0.65%	1.68	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-127 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	17.10%	1.38	0.96	**0.96**	**0.06**	**17.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.01**		**0.23**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	17.10%	1.38	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-128 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	9.40%	1.51	0.53	**0.53**	**0.42**	**1.25**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	9.40%	1.51	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-129 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.30%	1.35	1.08	**1.08**	**0.46**	**2.38**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.01**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.30%	1.35	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-130 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.80%	1.34	1.11	**1.11**	**0.42**	**2.64**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.01**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.80%	1.34	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-131 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	34.70%	1.09	1.94	**1.94**	**0.70**	**2.78**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.03**		**0.04**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	34.70%	1.09	0.03			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-132 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	11.20%	1.48	0.63	**0.63**	**0.06**	**11.20**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.15**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	11.20%	1.48	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

12. ทางหลวงหมายเลข 33 หมายเลขควบคุม 100 ตอน สุพรรณบุรี – นาคู กม. 0011+500
จังหวัด สุพรรณบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.48
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.65
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.88
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.324

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 15,730 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 2.19%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-133 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	959785	17/12/2564	14:40	0011+450	1	0	0	704	แห้ง
2	969448	22/3/2564	09:40	0011+500	1	1	1	303	แห้ง
3	979103	7/9/2563	07:00	0011+680	0	0	1	301	แห้ง
				รวม	2	1	2		



รูปที่ 6-31 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-32 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500

ตารางที่ 6-134 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.11%	1.62	1.28	**1.28**	**0.57**	**2.24**
ผู้เสียชีวิต	1.00	50.39%	0.50	3.42	**4.02**		**7.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	7.39%	0.93	0.60			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	3.50%	0.48	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-135 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	-22.71%	2.45	-1.53	**-1.53**	**0.32**	**-4.74**
ผู้เสียชีวิต	1.00	32.76%	0.67	2.23	**5.89**		**18.29**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	45.48%	0.55	3.67			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	-35.51%	0.68	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-136 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	8.65%	1.83	0.58	**0.58**	**0.57**	**1.01**
ผู้เสียชีวิต	1.00	12.86%	0.87	0.87	**3.43**		**5.98**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	31.68%	0.68	2.56			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	-0.65%	0.50	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-137 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	17.10%	1.66	1.15	**1.15**	**0.06**	**20.53**
ผู้เสียชีวิต	1.00	17.10%	0.83	1.16	**2.55**		**45.47**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	17.10%	0.83	1.38			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	17.10%	0.41	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-138 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.42**	**1.50**
ผู้เสียชีวิต	1.00	9.40%	0.91	0.64	**1.40**		**3.33**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	9.40%	0.91	0.76			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	9.40%	0.45	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-139 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.30%	1.61	1.30	**1.30**	**0.46**	**2.85**
ผู้เสียชีวิต	1.00	19.30%	0.81	1.31	**2.87**		**6.32**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	19.30%	0.81	1.56			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	19.30%	0.40	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-140 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.80%	1.60	1.33	**1.33**	**0.42**	**3.17**
ผู้เสียชีวิต	1.00	19.80%	0.80	1.35	**2.95**		**7.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	19.80%	0.80	1.60			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	19.80%	0.40	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-141 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	34.70%	1.31	2.33	**2.33**	**0.70**	**3.33**
ผู้เสียชีวิต	1.00	34.70%	0.65	2.36	**5.17**		**7.38**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	34.70%	0.65	2.80			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	34.70%	0.33	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-142 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	11.20%	1.78	0.75	**0.75**	**0.06**	**13.44**
ผู้เสียชีวิต	1.00	11.20%	0.89	0.76	**1.67**		**29.78**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	1.00	11.20%	0.89	0.90			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.50	11.20%	0.44	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

13. ทางหลวงหมายเลข 21 หมายเลขควบคุม 200 ตอน สะพานพุแค – แยกมะนาวหวาน กม. 0024+300 จังหวัด ลพบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.99
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 10.62
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.99
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.229

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 27,686 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 6.82%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

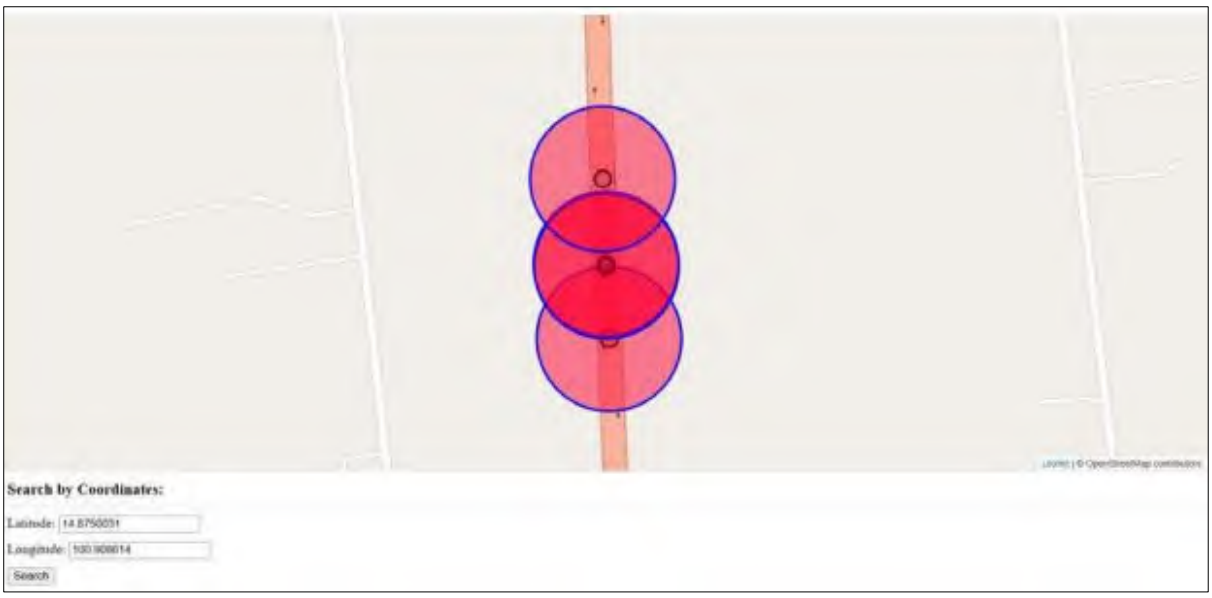
ตารางที่ 6-143 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	959785	29/5/2564	08:56	0024+200	0	1	0	704	แห้ง
2	969448	27/8/2564	17:31	0024+300	0	0	0	303	แห้ง
3	979103	20/9/2564	22:00	0024+300	0	0	0	301	แห้ง
				รวม	0	1	0		



รูปที่ 6-33 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-34 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300

(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300

ตารางที่ 6-144 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.11%	0.81	0.64	**0.64**	**0.57**	**1.12**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	3.50%	0.32	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-145 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	-22.71%	1.23	-0.76	**-0.76**	**0.32**	**-2.37**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.01**		**-0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-35.51%	0.45	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-146 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	8.65%	0.91	0.29	**0.29**	**0.57**	**0.51**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-0.65%	0.34	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-147 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	17.10%	0.83	0.57	**0.57**	**0.06**	**10.26**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.00**		**0.05**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	17.10%	0.28	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-148 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	9.40%	0.91	0.32	**0.32**	**0.42**	**0.75**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	9.40%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-149 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.30%	0.81	0.65	**0.65**	**0.46**	**1.43**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.30%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-150 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.80%	0.80	0.67	**0.67**	**0.42**	**1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.80%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-151 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	34.70%	0.65	1.17	**1.17**	**0.70**	**1.67**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	34.70%	0.22	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-152 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	11.20%	0.89	0.38	**0.38**	**0.06**	**6.72**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.00**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	11.20%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

14. ทางหลวงหมายเลข 37 หมายเลขควบคุม 100 ตอน ชะอำ – วังโบสถ์ กม. 0012+700 จังหวัด เพชรบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.02
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 6.51
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.09
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.187

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 32,846 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 32.79%

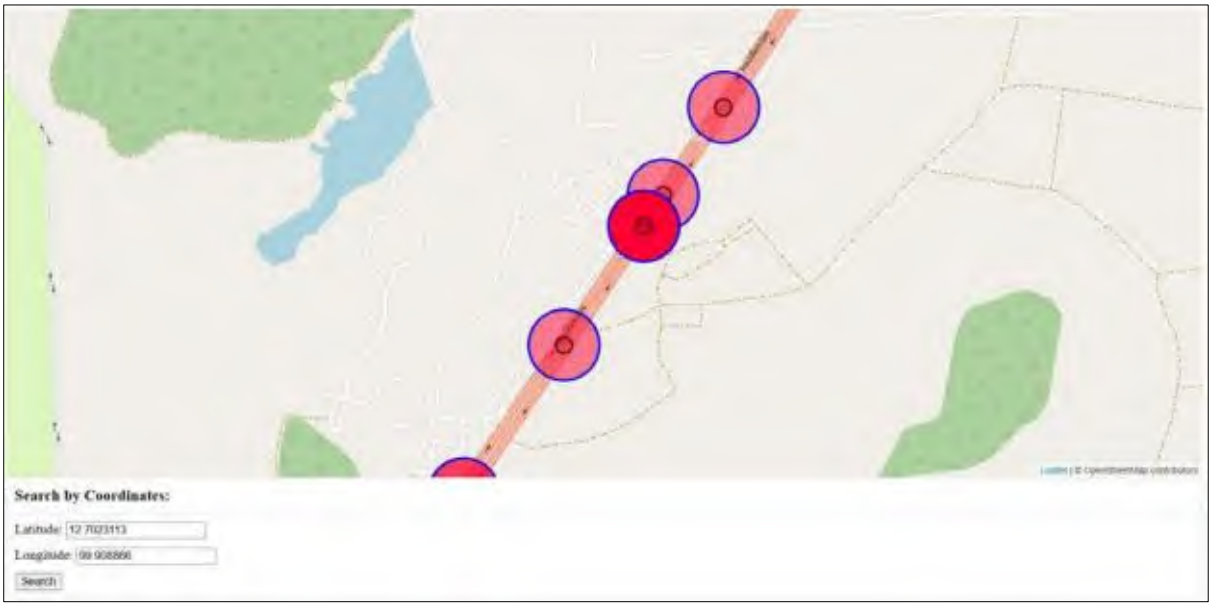
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-153 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	957496	21/6/2563	06:30	0012+600	0	3	0	702	แห้ง
2	956270	26/5/2563	15:00	0012+700	0	1	0	704	แห้ง
3	961512	31/8/2563	15:45	0012+700	0	3	0	301	เปียก
4	963564	1/10/2563	16:30	0012+700	0	0	0	703	เปียก
5	973115	18/2/2564	07:30	0012+700	0	2	0	705	เปียก
6	978305	6/5/2564	06:45	0012+700	0	0	0	704	เปียก
7	982532	15/8/2564	09:15	0012+700	0	0	0	705	แห้ง
				รวม	0	9	0		



รูปที่ 6-35 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-36 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700

ตารางที่ 6-154 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.11%	1.89	1.50	**1.50**	**0.57**	**2.61**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	3.50%	2.89	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-155 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	-22.71%	2.86	-1.78	**-1.78**	**0.32**	**-5.53**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.05**		**-0.15**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	-35.51%	4.07	-0.05			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-156 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	8.65%	2.13	0.68	**0.68**	**0.57**	**1.18**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	-0.65%	3.02	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-157 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	17.10%	1.93	1.34	**1.34**	**0.06**	**23.95**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.02**		**0.41**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	17.10%	2.49	0.02			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-158 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	9.40%	2.11	0.74	**0.74**	**0.42**	**1.76**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	9.40%	2.72	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-159 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.30%	1.88	1.51	**1.51**	**0.46**	**3.33**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.03**		**0.06**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	19.30%	2.42	0.03			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-160 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	19.80%	1.87	1.55	**1.55**	**0.42**	**3.70**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.03**		**0.06**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	19.80%	2.41	0.03			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-161 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	34.70%	1.52	2.72	**2.72**	**0.70**	**3.89**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.05**		**0.07**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	34.70%	1.96	0.05			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-162 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.33	11.20%	2.07	0.88	**0.88**	**0.06**	**15.69**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.27**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	3.00	11.20%	2.66	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

15. ทางหลวงหมายเลข 1 หมายเลขควบคุม 401 ตอน หนองแค – หินกอง กม. 0088+890
จังหวัด สระบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.18
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 7.06
- ความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.2
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.245

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 109,277 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 28.1%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

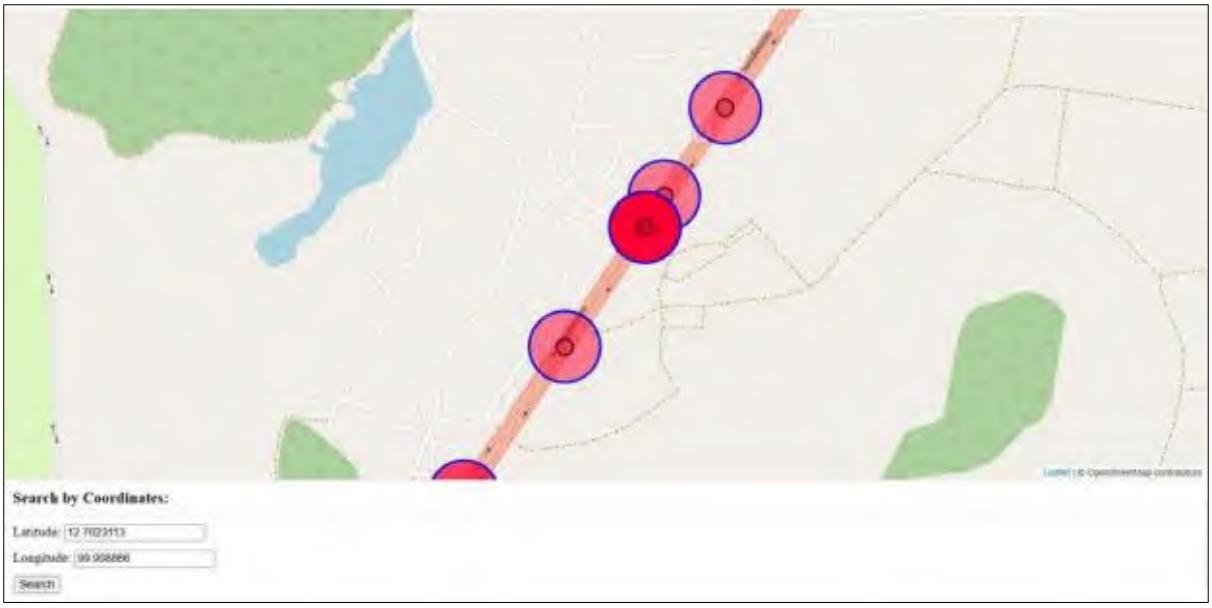
ตารางที่ 6-163 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	970068	16/12/2563	04:10	0088+870	0	0	0	703	แห้ง
2	973671	15/2/2564	08:30	0088+870	0	0	0	704	แห้ง
3	963178	16/9/2563	08:30	0088+890	0	0	0	703	แห้ง
4	959772	13/7/2563	10:00	0088+900	0	1	0	301	แห้ง
5	967627	12/12/2563	10:15	0088+900	0	0	0	704	แห้ง
6	978516	19/3/2564	18:00	0088+900	0	0	0	301	แห้ง
				รวม	0	1	0		



รูปที่ 6-37 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-38 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890

(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890

ตารางที่ 6-164 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.11%	1.62	1.28	**1.28**	**0.86**	**1.49**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	3.50%	0.32	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-165 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	-22.71%	2.45	-1.53	**-1.53**	**0.48**	**-3.16**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.01**		**-0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-35.51%	0.45	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-166 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	8.65%	1.83	0.58	**0.58**	**0.86**	**0.68**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-0.65%	0.34	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-167 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	17.10%	1.66	1.15	**1.15**	**0.08**	**13.68**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.00**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	17.10%	0.28	0.00			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-168 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	9.40%	1.81	0.63	**0.63**	**0.63**	**1.00**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	9.40%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-169 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.30%	1.61	1.30	**1.30**	**0.68**	**1.90**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.30%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-170 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	19.80%	1.60	1.33	**1.33**	**0.63**	**2.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.80%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-171 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	34.70%	1.31	2.33	**2.33**	**1.05**	**2.22**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.01**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	34.70%	0.22	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-172 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	2.00	11.20%	1.78	0.75	**0.75**	**0.08**	**8.96**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.00**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	11.20%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

16. ทางหลวงหมายเลข 35 หมายเลขควบคุม 301 ตอน นาโคก – แพรกหนามแดง กม. 0057+200
จังหวัด สมุทรสงคราม

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.43
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 4.97
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 1.08
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.221

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 62,900 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 54.32%

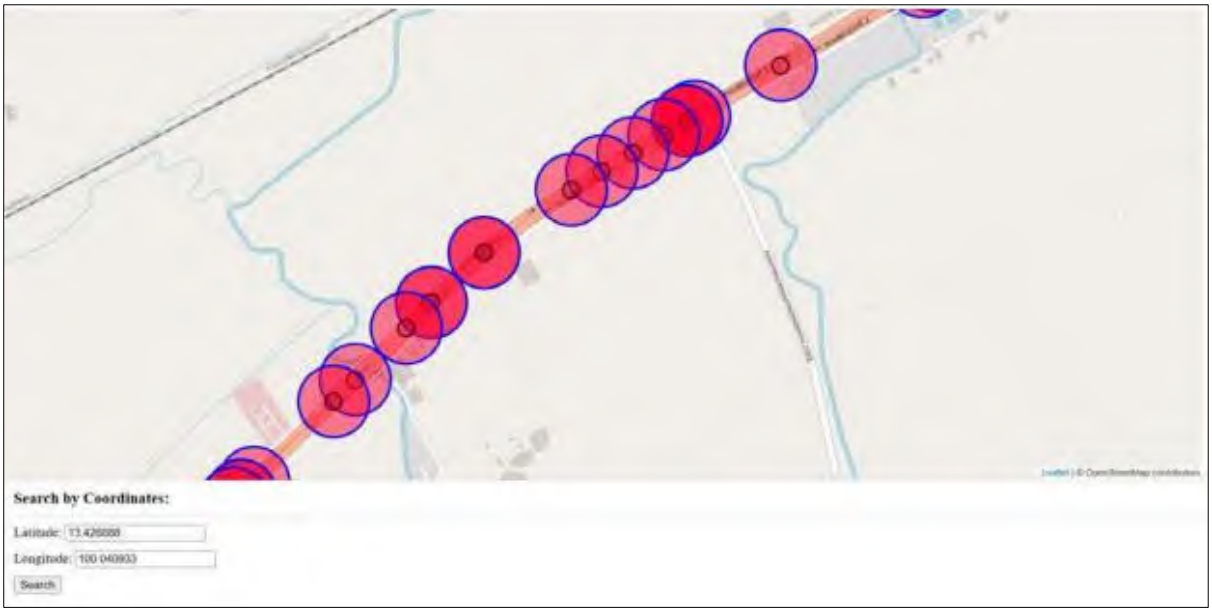
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-173 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	962966	13/9/2563	15:00	0057+100	0	1	0	301	แห้ง
2	984486	22/9/2564	12:30	0057+140	0	1	0	705	แห้ง
3	971364	4/1/2564	15:30	0057+200	0	1	0	301	แห้ง
4	983641	29/8/2564	14:30	0057+230	0	1	0	701	แห้ง
5	971808	21/1/2564	16:40	0057+260	0	1	0	301	แห้ง
				รวม	0	5	0		



รูปที่ 6-39 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-40 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200

ตารางที่ 6-174 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.11%	1.35	1.07	**1.07**	**0.86**	**1.24**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	3.50%	1.61	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-175 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	-22.71%	2.05	-1.27	**-1.27**	**0.48**	**-2.63**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.03**		**-0.05**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-35.51%	2.26	-0.03			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-176 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	8.65%	1.52	0.48	**0.48**	**0.86**	**0.56**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	-0.65%	1.68	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-177 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	17.10%	1.38	0.96	**0.96**	**0.08**	**11.40**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.01**		**0.15**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	17.10%	1.38	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-178 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	9.40%	1.51	0.53	**0.53**	**0.63**	**0.84**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	9.40%	1.51	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-179 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.30%	1.35	1.08	**1.08**	**0.68**	**1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.30%	1.35	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-180 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	19.80%	1.34	1.11	**1.11**	**0.63**	**1.76**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	19.80%	1.34	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-181 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	34.70%	1.09	1.94	**1.94**	**1.05**	**1.85**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.03**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	34.70%	1.09	0.03			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-182 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.67	11.20%	1.48	0.63	**0.63**	**0.08**	**7.47**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.10**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	1.67	11.20%	1.48	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

17. ทางหลวงหมายเลข 33 หมายเลขควบคุม 100 ตอน สุพรรณบุรี – นาคู กม. 0010+040
จังหวัด สุพรรณบุรี

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.48
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.65
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.88
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.252

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 15,730 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 2.19%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-183 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	976730	13/4/2564	22:00	0009+920	0	6	0	303	เปียก
2	988558	19/12/2564	10:40	0010+040	0	0	0	702	แห้ง
3	966067	19/11/2563	05:30	0010+100	0	1	0	702	แห้ง
				รวม	0	7	0		



รูปที่ 6-41 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-42 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040

ตารางที่ 6-184 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.11%	0.81	0.64	**0.64**	**0.86**	**0.75**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	3.50%	2.25	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-185 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	-22.71%	1.23	-0.76	**-0.76**	**0.48**	**-1.58**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.04**		**-0.08**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	-35.51%	3.16	-0.04			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-186 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	8.65%	0.91	0.29	**0.29**	**0.86**	**0.34**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	-0.65%	2.35	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-187 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	17.10%	0.83	0.57	**0.57**	**0.08**	**6.84**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.02**		**0.21**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	17.10%	1.93	0.02			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-188 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	9.40%	0.91	0.32	**0.32**	**0.63**	**0.50**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.01**		**0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	9.40%	2.11	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-189 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.30%	0.81	0.65	**0.65**	**0.68**	**0.95**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.02**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	19.30%	1.88	0.02			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-190 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	19.80%	0.80	0.67	**0.67**	**0.63**	**1.06**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.02**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	19.80%	1.87	0.02			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-191 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	34.70%	0.65	1.17	**1.17**	**1.05**	**1.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.04**		**0.03**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	34.70%	1.52	0.04			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-192 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.00	11.20%	0.89	0.38	**0.38**	**0.08**	**4.48**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.01**		**0.14**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.33	11.20%	2.07	0.01			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

18. ทางหลวงหมายเลข 304 หมายเลขควบคุม 302 ตอน ฉะเชิงเทรา – เสม็ดเหนือ กม. 0078+700

จังหวัด ฉะเชิงเทรา

กลุ่มถนนสายทางหลัก

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนคอนกรีต (Cement Concrete, CC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 2.91
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 7.33
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.49
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.242

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 47,085 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 25.39%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-193 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	972728	9/2/2564	07:55	0078+600	0	0	0	701	เปียก
2	958693	3/6/2563	14:30	0078+625	0	0	0	701	เปียก
3	963061	20/9/2563	13:30	0078+700	0	0	0	704	เปียก
4	977951	22/4/2564	13:00	0078+700	0	0	0	702	แห้ง
5	977953	26/4/2564	14:00	0078+700	0	0	0	702	แห้ง
6	973996	3/3/2564	14:10	0078+720	0	0	0	705	เปียก
7	963450	4/7/2563	00:55	0078+800	0	0	0	704	เปียก
8	963083	18/9/2563	20:30	0078+800	0	0	0	604	เปียก
9	977326	18/4/2564	10:30	0078+800	0	1	0	702	เปียก
				รวม	0	1	0		



รูปที่ 6-43 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-44 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700

(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางคอนกรีต (CC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700

ตารางที่ 6-194 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	-22.71%	3.68	-2.29	**-2.29**	**0.32**	**-7.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.01**		**-0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	-35.51%	0.45	-0.01			

ตารางที่ 6-195 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding

Diamond Grinding							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	13.80%	2.59	1.39	**1.39**	**-**	**-**
ผู้เสียชีวิต	0.00	13.80%	0.00	0.00	**0.00**		**-**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	13.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	13.80%	0.29	0.00			

ที่มา : ID7356, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Diamond Grinding ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

ตารางที่ 6-196 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	34.70%	1.96	3.50	**3.50**	**0.70**	**5.00**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	34.70%	0.22	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-197 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	9.40%	2.72	0.95	**0.95**	**0.42**	**2.26**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	9.40%	0.30	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-198 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	19.30%	2.42	1.95	**1.95**	**0.46**	**4.28**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.00**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.30%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-199 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	19.80%	2.41	2.00	**2.00**	**0.42**	**4.75**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.00**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	19.80%	0.27	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-200 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving

Grooving							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	3.00	25.40%	2.24	2.56	**2.56**	-	-
ผู้เสียชีวิต	0.00	25.40%	0.00	0.00	**0.00**		-
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	25.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.33	25.40%	0.25	0.00			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

19. ทางหลวงหมายเลข 340 หมายเลขควบคุม 301 ตอน สาลี – สุพรรณบุรี กม. 0071+810 จังหวัด สุพรรณบุรี

กลุ่มสายทางเพื่อการศึกษาการเสื่อมสภาพ

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนคอนกรีต (Cement Concrete, CC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.6
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 4.5
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.54
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.394

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 22,460 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 14.69%

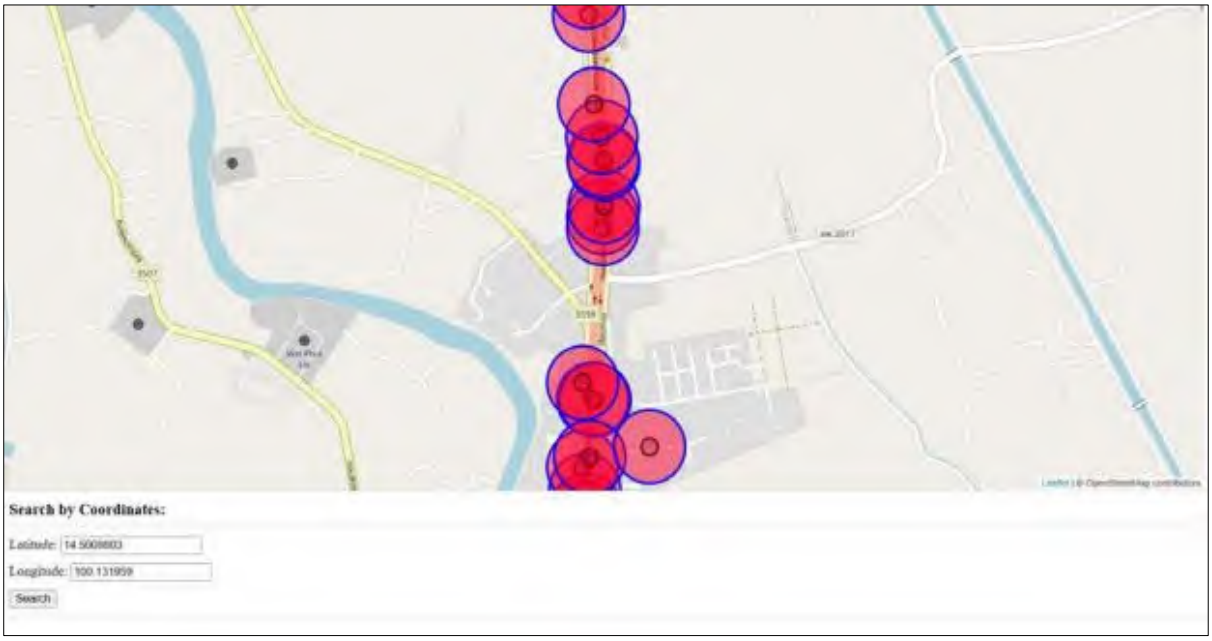
ข้อมูลอุบัติเหตุ :

ตารางที่ 6-201 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	975093	27/3/2564	09:00	0071+720	0	3	0	301	แห้ง
2	968712	27/12/2563	11:26	0071+810	0	1	1	307	แห้ง
3	971956	30/1/2564	17:10	0071+870	0	0	0	304	แห้ง
				รวม	0	4	1		



รูปที่ 6-45 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810
(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-46 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810
(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางคอนกรีต (CC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810

ตารางที่ 6-202 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	-22.71%	1.84	-1.15	**-1.15**	**0.48**	**-2.37**
ผู้เสียชีวิต	0.50	32.76%	0.34	1.11	**1.08**		**2.24**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	-35.51%	2.71	-0.03			

ตารางที่ 6-203 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Diamond Grinding

Diamond Grinding							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	13.80%	1.29	0.70	**0.70**		**-**
ผู้เสียชีวิต	0.50	13.80%	0.43	0.47			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	13.80%	0.00	0.00	**0.48**	**-**	**-**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	13.80%	1.72	0.01			

ที่มา : ID7356, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Diamond Grinding ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

ตารางที่ 6-204 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	34.70%	0.98	1.75	**1.75**		**2.50**
ผู้เสียชีวิต	0.50	34.70%	0.33	1.18			
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00	**1.21**	**0.70**	**1.73**
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	34.70%	1.31	0.03			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-205 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	9.40%	1.36	0.47	**0.47**	**0.42**	**1.13**
ผู้เสียชีวิต	0.50	9.40%	0.45	0.32	**0.33**		**0.78**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	9.40%	1.81	0.01			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-206 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	19.30%	1.21	0.97	**0.97**	**0.46**	**2.14**
ผู้เสียชีวิต	0.50	19.30%	0.40	0.66	**0.67**		**1.48**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	19.30%	1.61	0.02			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-207 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	19.80%	1.20	1.00	**1.00**	**0.42**	**2.38**
ผู้เสียชีวิต	0.50	19.80%	0.40	0.67	**0.69**		**1.64**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	19.80%	1.60	0.02			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-208 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Grooving

Grooving							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.50	25.40%	1.12	1.28	**1.28**	**-**	**-**
ผู้เสียชีวิต	0.50	25.40%	0.37	0.86	**0.89**		**-**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	25.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	2.00	25.40%	1.49	0.02			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

หมายเหตุ : วิธี Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

20. ทางหลวงหมายเลข 304 หมายเลขควบคุม 403 ตอน สี่แยกกบินทร์บุรี – วังน้ำเขียว กม. 0208+600
จังหวัด ปราจีนบุรี

กลุ่มสายทางจุดเสี่ยงที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ :

- ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete, AC)
- ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) 3.03
- ค่าความลึกของร่องล้อ (Rutting) 5.64
- ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) 0.65
- ดัชนีความเสียดทานสากล (International Friction Index, IFI) 0.199

ข้อมูลการจราจร :

- ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (Average annual daily traffic, AADT) 28,364 คัน/วัน
- สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (Percentage of heavy trucks) 30.59%

ข้อมูลอุบัติเหตุ :

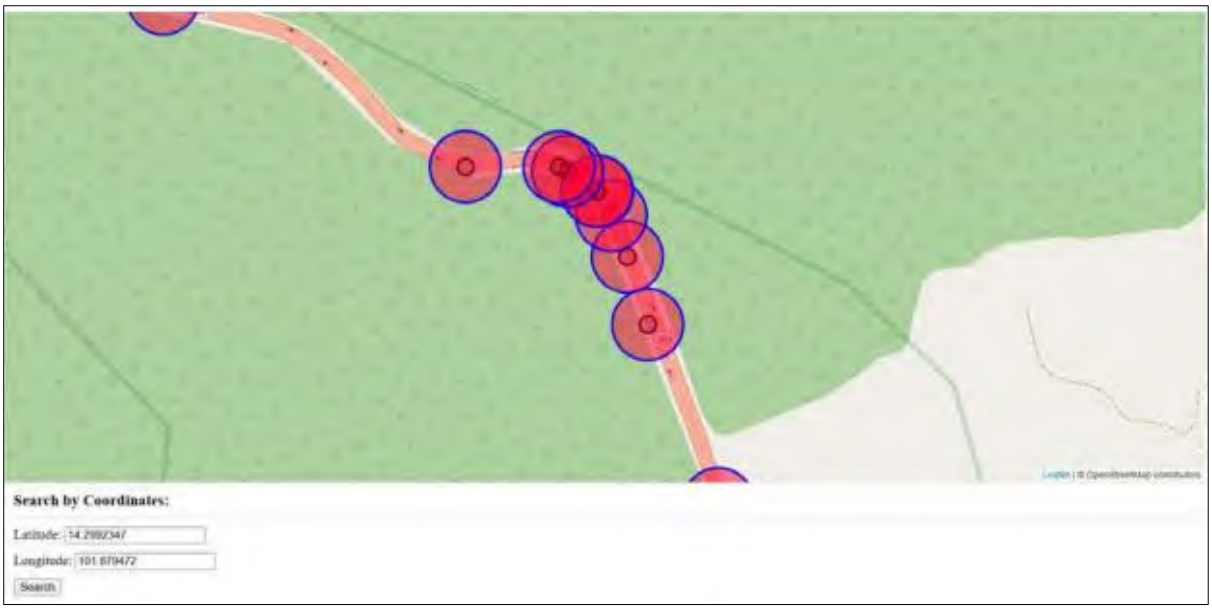
ตารางที่ 6-209 สรุปข้อมูลอุบัติเหตุและรูปแบบการชนที่มีสมมติฐานจากการลื่นไถล

ลำดับ	เคสที่	วันที่	เวลา	กม. ที่	ระดับความรุนแรง			รูปแบบการชน	สภาพถนน
					บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บเล็กน้อย	เสียชีวิต		
1	972615	10/2/2564	05:20	0208+522	0	1	0	305	แห้ง
2	962876	22/9/2563	04:25	0208+600	0	0	0	301	แห้ง
3	971866	27/1/2564	21:17	0208+600	0	1	0	301	แห้ง
4	985492	21/10/2564	07:00	0208+700	0	0	0	305	แห้ง
				รวม	0	2	1		



รูปที่ 6-47 ลักษณะกายภาพของทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600

(คณะผู้จัดทำ)



รูปที่ 6-48 ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600

(คณะผู้จัดทำ)

ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยโดยการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (AC) เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถลบนทางตรง บริเวณทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600

ตารางที่ 6-210 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling

Asphalt Hot Mix In - Place Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.11%	1.08	0.86	**0.86**	**0.86**	**0.99**
ผู้เสียชีวิต	0.00	50.39%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	7.39%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	3.50%	0.64	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-211 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Asphalt Overlay

Asphalt Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	-22.71%	1.64	-1.02	**-1.02**	**0.48**	**-2.11**
ผู้เสียชีวิต	0.00	32.76%	0.00	0.00	**-0.01**		**-0.02**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	45.48%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-35.51%	0.90	-0.01			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-212 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Recycling

Recycling							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	8.65%	1.22	0.39	**0.39**	**0.86**	**0.45**
ผู้เสียชีวิต	0.00	12.86%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	31.68%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	-0.65%	0.67	0.00			

ที่มา : ข้อมูลสำรวจ

ตารางที่ 6-213 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Chip Seal

Chip Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	17.10%	1.11	0.77	**0.77**	**0.08**	**9.12**
ผู้เสียชีวิต	0.00	17.10%	0.00	0.00	**0.01**		**0.06**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	17.10%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	17.10%	0.55	0.01			

ที่มา : ID7012, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-214 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay

Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	9.40%	1.21	0.42	**0.42**	**0.63**	**0.67**
ผู้เสียชีวิต	0.00	9.40%	0.00	0.00	**0.00**		**0.00**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	9.40%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	9.40%	0.60	0.00			

ที่มา : ID7529, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-215 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Open Graded Friction Course (OGFC)

Open Graded Friction Course (OGFC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.30%	1.08	0.86	**0.86**	**0.68**	**1.27**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.30%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.30%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.30%	0.54	0.01			

ที่มา : ID7457, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-216 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	19.80%	1.07	0.89	**0.89**	**0.63**	**1.41**
ผู้เสียชีวิต	0.00	19.80%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	19.80%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	19.80%	0.53	0.01			

ที่มา : ID7550, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-217 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี High Friction Surfacing (HFS)

High Friction Surfacing (HFS)							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	34.70%	0.87	1.56	**1.56**	**1.05**	**1.48**
ผู้เสียชีวิต	0.00	34.70%	0.00	0.00	**0.01**		**0.01**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	34.70%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	34.70%	0.44	0.01			

ที่มา : ID7898, CMFClearinghouse 2023

ตารางที่ 6-218 ประสิทธิผลมาตรการความปลอดภัยวิธี Slurry Seal

Slurry Seal							
รายละเอียด	**ก่อนการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF)**	**หลังการปรับปรุงมาตรการ (คน/ปี)**	**มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง (ล้านบาท)**	**ผลประโยชน์ (ล้านบาท)**	**ค่าใช้จ่าย (ล้านบาท)**	**ความคุ้มค่าในการปรับปรุง**
จำนวนอุบัติเหตุ	1.33	11.20%	1.18	0.50	**0.50**	**0.08**	**5.98**
ผู้เสียชีวิต	0.00	11.20%	0.00	0.00	**0.00**		**0.04**
ผู้บาดเจ็บสาหัส	0.00	11.20%	0.00	0.00			
ผู้บาดเจ็บเล็กน้อย	0.67	11.20%	0.59	0.00			

ที่มา : ID7577, CMFClearinghouse 2023

6.3.1 สรุปประสิทธิผลของมาตรการปรับปรุงผิวทางในการลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล

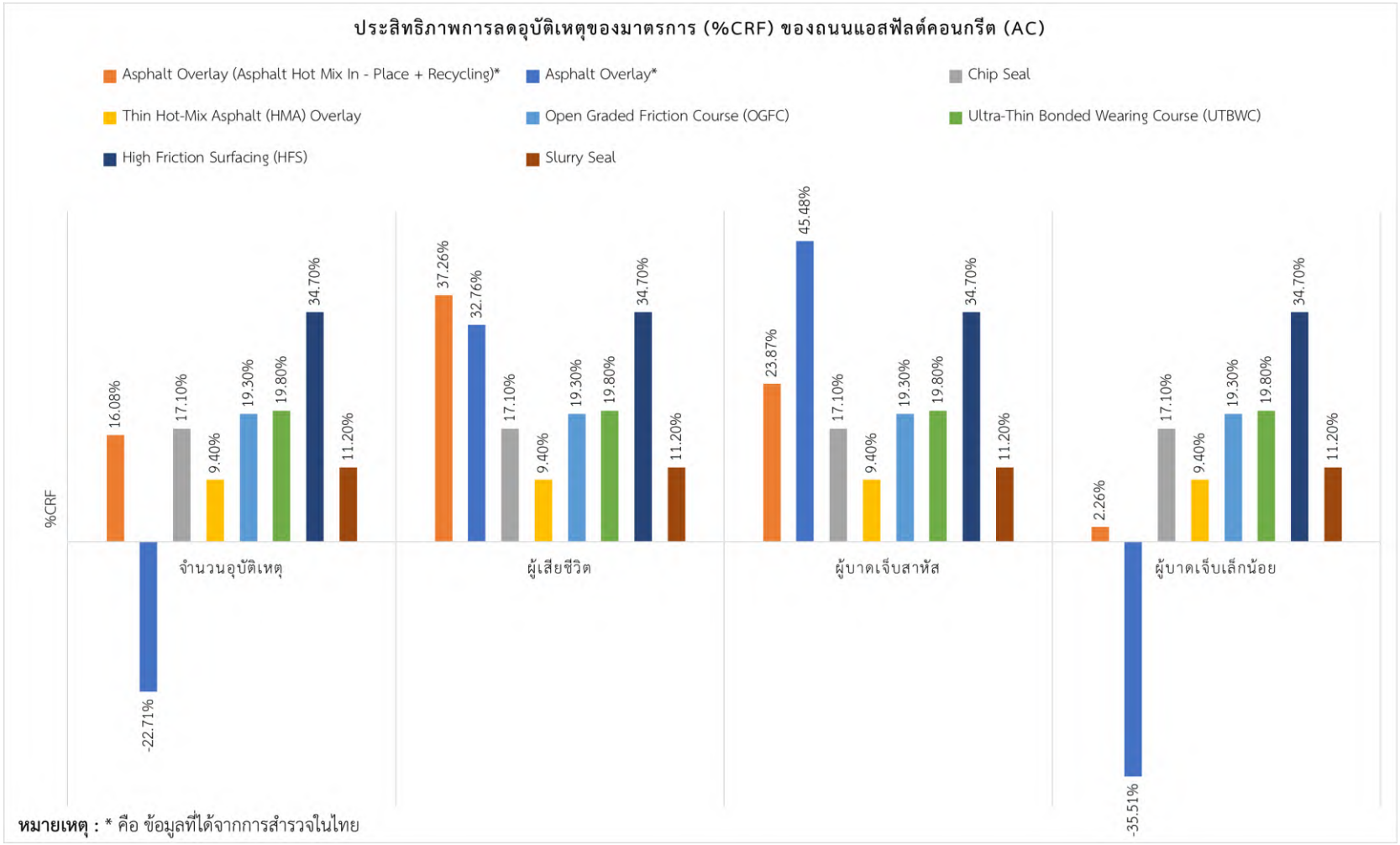
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลการลดอุบัติเหตุการลื่นไถลของมาตรการปรับปรุงผิวทางที่ได้จากการสำรวจและจากการทบทวนผลการศึกษาและงานวิจัยในต่างประเทศ พิจารณาเลือกค่าตัวแทนจากค่า CRF จากฐานข้อมูล CMF Clearinghouse (www.cmfclearinghouse.org) สามารถสรุปผลประสิทธิผลอัตราการลดลงของอุบัติเหตุเนื่องจากการปรับปรุงผิวทางได้ดังนี้

สำหรับผิวทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีต หากพิจารณาในแง่การลดลงของจำนวนอุบัติเหตุ พบว่า วิธีการปรับปรุงผิวทางแบบ High Friction Surfacing (HFS) สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุได้มากที่สุดร้อยละ 34.7 และรองลงมาเป็นวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) วิธี Open Graded Friction Course (OGFC) และวิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling ลดลงร้อยละ 19.8 19.3 และ19.1 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าทั้งสามวิธีมีประสิทธิผลการลดจำนวนอุบัติเหตุที่ใกล้เคียงกัน

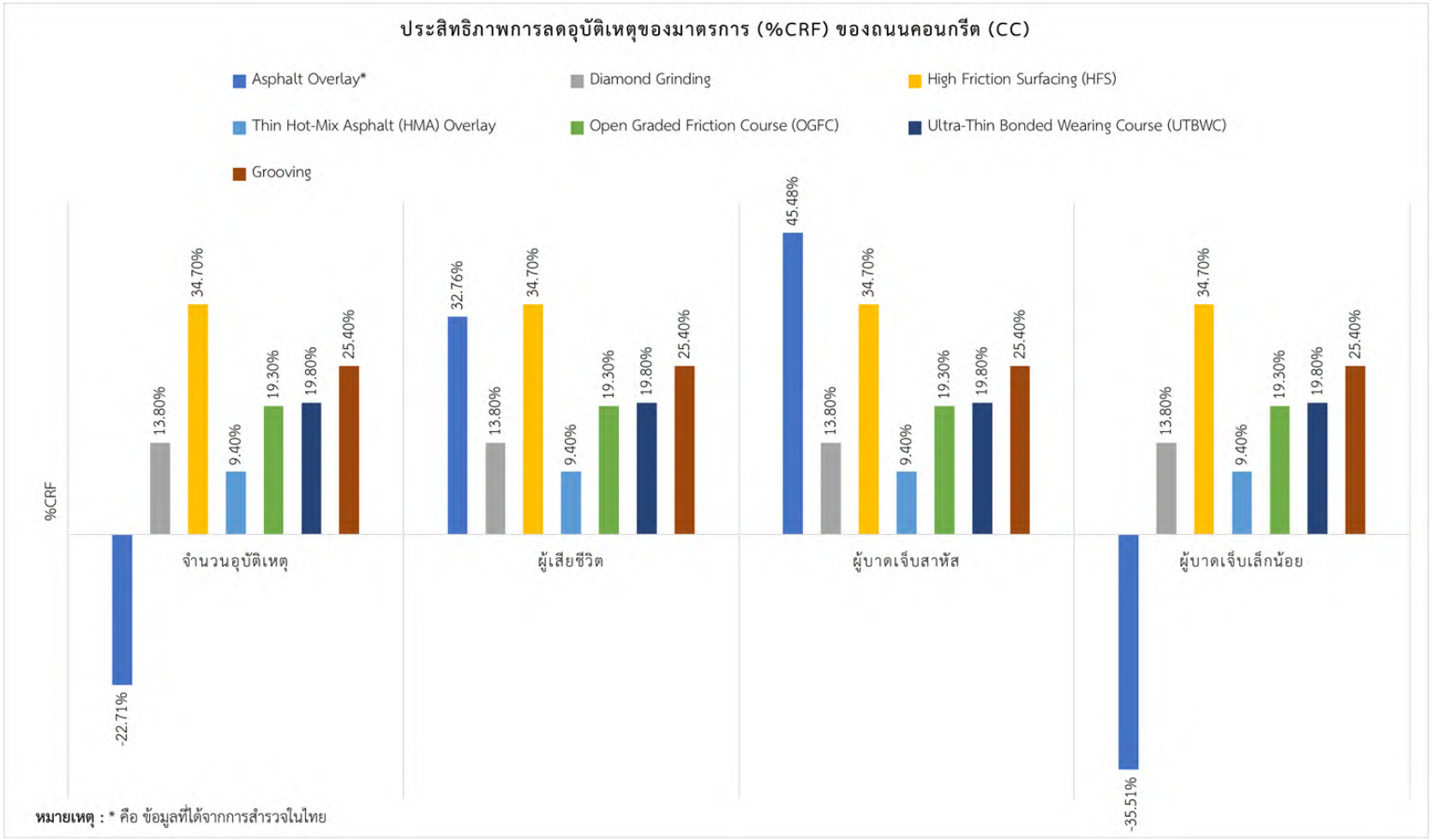
หากพิจารณาในแง่ของการลดระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ พบว่า วิธี Asphalt Hot Mix In - Place Recycling วิธี High Friction Surfacing (HFS) และวิธี Asphalt Overlay สามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 50.4 34.7 และ32.8 ตามลำดับ ส่วนการลดจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส พบว่า วิธี Recycling และวิธี Asphalt Overlay ให้ประสิทธิผลที่ใกล้เคียงกันคือร้อยละ 45.7 และ 45.5 ตามลำดับ และวิธี High Friction Surfacing (HFS) ลดลงร้อยละ 34.7 สำหรับการลดจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย พบว่า วิธี High Friction Surfacing (HFS) สามารถลดได้ร้อยละ 34.7 รองลงมาเป็นวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) วิธี Open Graded Friction Course (OGFC) ลดลงร้อยละ 19.8 และ19.3 ตามลำดับ

สำหรับผิวทางชนิดคอนกรีต หากพิจารณาในแง่การลดลงของจำนวนอุบัติเหตุ พบว่า วิธีการปรับปรุงผิวทางแบบ High Friction Surfacing (HFS) สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุได้มากที่สุดร้อยละ 34.7 และรองลงมาเป็นวิธี Improve pavement friction (Grooving) ลดลงร้อยละ 25.4

หากพิจารณาในแง่ของการลดระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ พบว่า วิธี High Friction Surfacing (HFS) และวิธี Asphalt Overlay สามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 34.7 และ32.8 ตามลำดับ ส่วนการลดจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัส พบว่า วิธี Asphalt Overlay และวิธี High Friction Surfacing (HFS) ลดลงร้อยละ 45.5 และร้อยละ 34.7 ตามลำดับ สำหรับการลดจำนวนผู้บาดเจ็บเล็กน้อย พบว่า วิธี High Friction Surfacing (HFS) สามารถลดได้ร้อยละ 34.7 รองลงมาเป็นวิธี Improve pavement friction (Grooving) ลดลงร้อยละ 25.4



รูปที่ 6-49 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF) ของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (AC)



รูปที่ 6-50 ประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุของมาตรการ (%CRF) ของถนนคอนกรีต (CC)

6.3.2 สรุปผลประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล โดยพิจารณาจำนวนอุบัติเหตุหรือจำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บที่ลดลง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Cost-Benefit Ratio, B/C Ratio) เพื่อใช้ในการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล โดยโครงการหรือพื้นที่ศึกษาที่มีค่า B/C มากกว่า 1.00 คือ โครงการปรับปรุงที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงผิวทาง โดยยิ่งมีค่า B/C ที่สูงหมายถึงมีผลประโยชน์สูงกว่าต้นทุนของโครงการปรับปรุงมาก

ผลจากการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล สามารถสรุปผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล 20 กรณี แสดงดังตารางที่ 6-219 และแสดงดังรูปที่ 6-54 ถึง รูปที่ 6-70

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย โดยคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจำนวน 20 พื้นที่ พบว่า ถนนทางหลวงผิวทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีต โดยพิจารณาด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ วิธีการปรับปรุงแบบ Chip Seal และ Slurry Seal มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่สูง ตามด้วย วิธี High Friction Surfacing ส่วนด้านการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ วิธี Chip Seal และ Slurry Seal ยังคงให้ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่สูง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงที่ต่ำ ตามด้วยวิธี Asphalt Overlay สำหรับถนนทางหลวงผิวทางชนิดคอนกรีต โดยพิจารณาด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ วิธีการปรับปรุงแบบ High Friction Surfacing มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่ดี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC) และวิธี Open Graded Friction Course (OGFC) ส่วนด้านการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ วิธี Asphalt Overlay มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่สูง ตามด้วยวิธี High Friction Surfacing และวิธี Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)

พื้นที่ศึกษาที่มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนที่สูงสุด คือ พื้นที่ศึกษาจุดที่ 12 ทางหลวงหมายเลข 33 ช่วง กม.ที่ 11+500 มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้น 3 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 2 ราย บาดเจ็บสาหัส 2 ราย และบาดเจ็บเล็กน้อย 1 ราย โดยวิธีการปรับปรุงผิวแบบ Chip Seal มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนด้านการลดความรุนแรงของอุบัติเหตุสูงสุด คือ 45.47 ตามด้วยวิธี Slurry Seal มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 29.78 และวิธี Asphalt Overlay มีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 18.29 ซึ่งถือว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนสูง

หากพิจารณาในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า วิธีการปรับปรุงผิวทางแบบ Chip Seal และวิธี Slurry Seal นั้น มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงที่ต่ำ แต่ในด้านประสิทธิภาพการลดอุบัติเหตุการลื่นไถล และอายุการใช้งานของ Chip Seal และ Slurry Seal นั้นไม่ได้สูงมากนัก คือ ร้อยละ 17.1 และ 11.2 ตามลำดับ โดยมีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 3 ปี ขึ้นอยู่กับการใช้งาน อีกทั้งหากพิจารณาด้านการแก้ไขความเสียหายผิวทาง วิธีดังกล่าวไม่เหมาะกับการแก้ไขถนนที่มีความเสียหายเนื่องจากโครงสร้าง หรือ Base failures ดังนั้นนอกจากการพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Cost-Benefit Ratio) นั้น การคัดเลือกมาตรการปรับปรุงผิวทางที่เหมาะสมนั้น ควรพิจารณาข้อมูลอื่น ๆ ประกอบไปด้วย ได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน อายุการใช้งาน และข้อจำกัดของวิธีการนั้น ๆ เพื่อให้สามารถเลือกวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสมกับสภาพความเสียหายหรือลักษณะทางของพื้นที่ศึกษานั้น ๆ ต่อไป

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา

จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
1	304	0295+550	AC	1	Chip Seal	20.53	-	-
				2	Slurry Seal	13.44	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	3.33	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	3.17	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.85	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	2.24	-	-
2	2	0074+300	AC	1	Chip Seal	6.84	-	-
				2	Slurry Seal	4.48	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.11	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.06	-	-
3	3	0288+901	AC	1	Chip Seal	15.40	Chip Seal	12.53
				2	Slurry Seal	10.08	Slurry Seal	8.20
				3	High Friction Surfacing (HFS)	2.50	Asphalt Overlay*	5.63
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.38	Recycling*	2.23
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.14	High Friction Surfacing (HFS)	2.03
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.68	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.93

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
4	33	0093+600	AC	1	Chip Seal	10.26	Chip Seal	7.05
				2	Slurry Seal	6.72	Slurry Seal	4.62
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.67	Asphalt Overlay*	2.26
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.58	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.99
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.43	High Friction Surfacing (HFS)	1.14
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.12	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.09
5	33	0037+700	AC	1	Chip Seal	13.68	Chip Seal	7.01
				2	Slurry Seal	8.96	Slurry Seal	4.59
				3	High Friction Surfacing (HFS)	2.22	Asphalt Overlay*	2.27
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.11	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.99
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.90	High Friction Surfacing (HFS)	1.14
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.49	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.08

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
6	32	0027+850	AC	1	Chip Seal	6.84	-	-
				2	Slurry Seal	4.48	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.11	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.06	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	6.84	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	4.48	-	-
7	4	0146 + 600	AC	1	Chip Seal	20.53	Chip Seal	8.31
				2	Slurry Seal	13.44	Slurry Seal	5.44
				3	High Friction Surfacing (HFS)	3.33	Asphalt Overlay*	3.77
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	3.17	Recycling*	1.48
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.85	High Friction Surfacing (HFS)	1.35
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	2.24	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.28

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
8	32	0056+000	AC	1	Chip Seal	15.97	Chip Seal	5.48
				2	Slurry Seal	10.46	Slurry Seal	3.59
				3	High Friction Surfacing (HFS)	2.59	Asphalt Overlay*	2.53
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.46	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.22	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.74	-	-
9	349	0011+175	CC	1	High Friction Surfacing (HFS)	3.33	-	-
				2	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	3.17	-	-
				3	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.85	-	-
				4	Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	1.50	-	-
10	306	0015+000	AC	1	Chip Seal	9.12	-	-
				2	Slurry Seal	5.98	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.48	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.41	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.27	-	-

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
11	367	0007+200	AC	1	Chip Seal	17.11	-	-
				2	Slurry Seal	11.20	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	2.78	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.64	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.38	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.86	-	-
12	33	0011+500	AC	1	Chip Seal	20.53	Chip Seal	45.47
				2	Slurry Seal	13.44	Slurry Seal	29.78
				3	High Friction Surfacing (HFS)	3.33	Asphalt Overlay*	18.29
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	3.17	High Friction Surfacing (HFS)	7.38
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.85	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	7.02
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	2.24	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	7.01
13	21	0024+300	AC	1	Chip Seal	10.26	-	-
				2	Slurry Seal	6.72	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.67	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.58	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.43	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.12	-	-

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

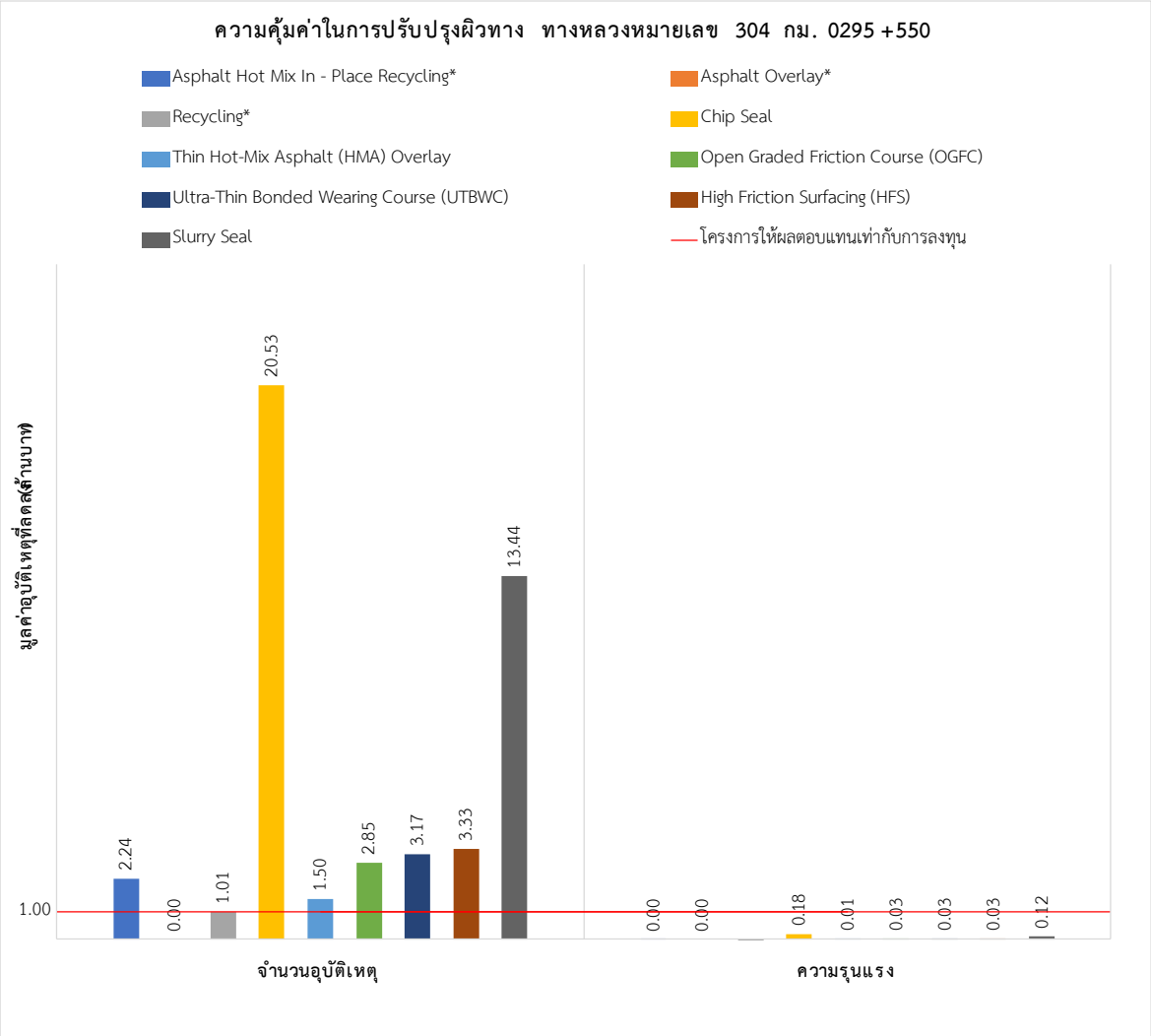
จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
14	37	0012+700	AC	1	Chip Seal	23.95	-	-
				2	Slurry Seal	15.69	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	3.89	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	3.70	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	3.33	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	2.61	-	-
15	1	0088+890	AC	1	Chip Seal	13.68	-	-
				2	Slurry Seal	8.96	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	2.22	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.11	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.90	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.49	-	-
16	35	0057+200	AC	1	Chip Seal	11.40	-	-
				2	Slurry Seal	7.47	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.85	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.76	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.58	-	-
				6	Asphalt Hot Mix In - Place Recycling*	1.24	-	-

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

ตารางที่ 6-219 สรุปและลำดับความคุ้มค่าในการปรับปรุงผิวทางเพื่อลดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลของ 20 พื้นที่ศึกษา (ต่อ)

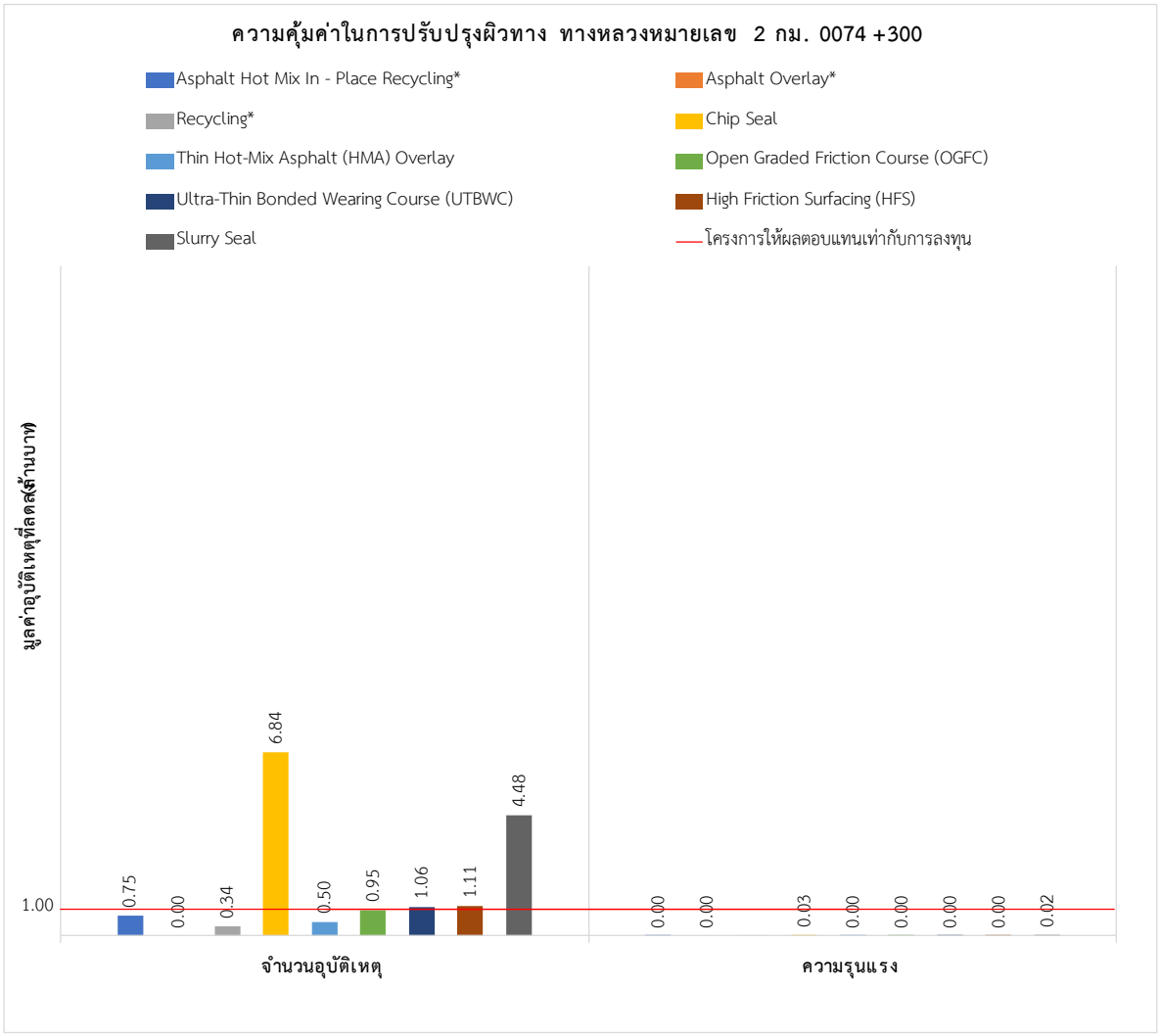
จุดที่	หมายเลข	กม.ที่	ชนิดผิว	ลำดับที่	ด้านการลดจำนวนอุบัติเหตุ		ด้านการลดความรุนแรง	
					มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง	มาตรการปรับปรุงผิวทาง	ความคุ้มค่าในการปรับปรุง
17	33	0010+040	AC	1	Chip Seal	6.84	-	-
				2	Slurry Seal	4.48	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.11	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.06	-	-
18	304	0078+700	CC	1	High Friction Surfacing (HFS)	5.00	-	-
				2	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	4.75	-	-
				3	Open Graded Friction Course (OGFC)	4.28	-	-
				4	Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	2.26	-	-
19	340	0071+810	CC	1	High Friction Surfacing (HFS)	2.50	Asphalt Overlay*	2.24
				2	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	2.38	High Friction Surfacing (HFS)	1.73
				3	Open Graded Friction Course (OGFC)	2.14	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.64
				4	Thin Hot-Mix Asphalt (HMA) Overlay	1.13	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.48
20	304	0208+600	AC	1	Chip Seal	9.12	-	-
				2	Slurry Seal	5.98	-	-
				3	High Friction Surfacing (HFS)	1.48	-	-
				4	Ultra-Thin Bonded Wearing Course (UTBWC)	1.41	-	-
				5	Open Graded Friction Course (OGFC)	1.27	-	-

*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*



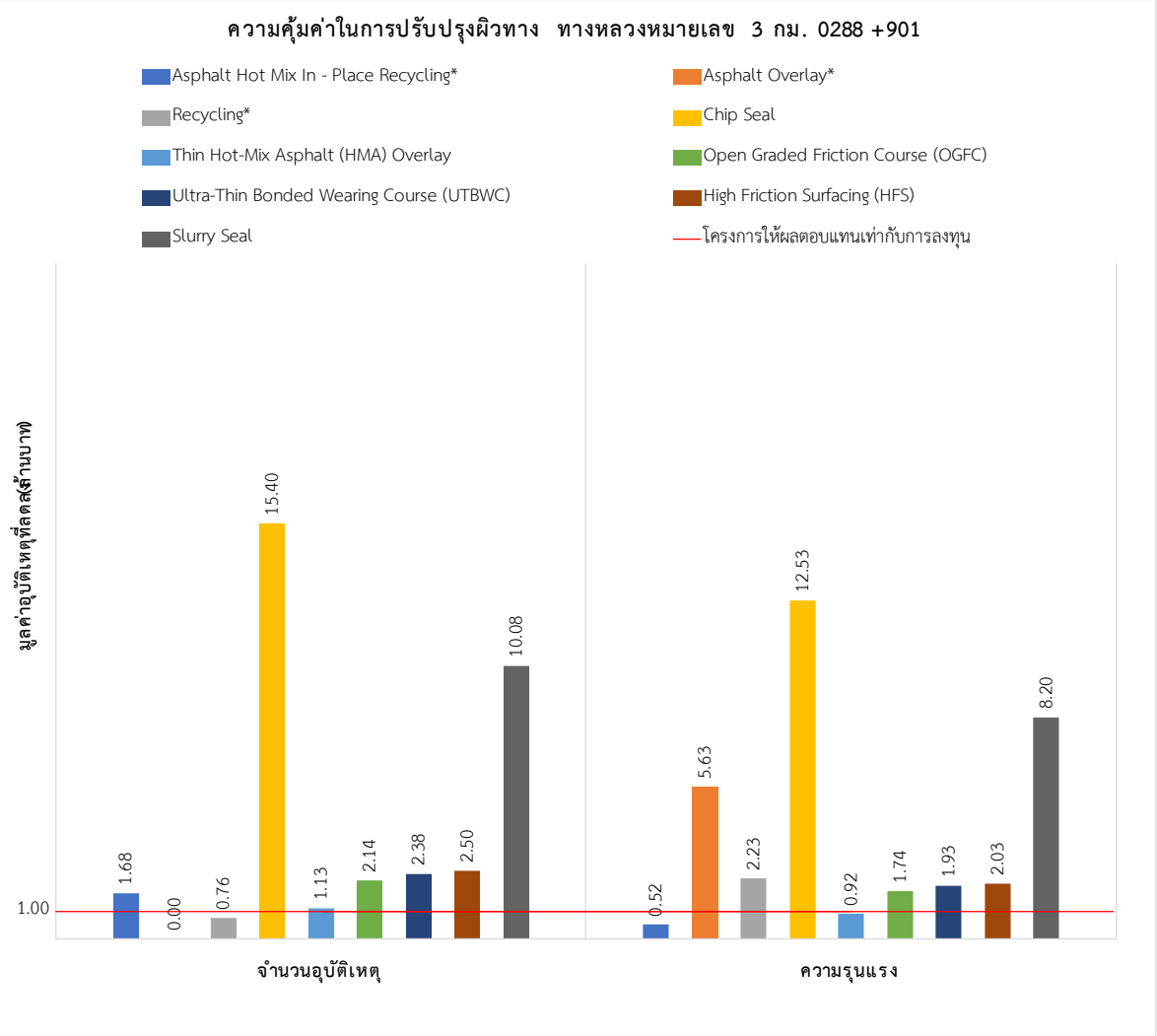
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-51 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0295+550



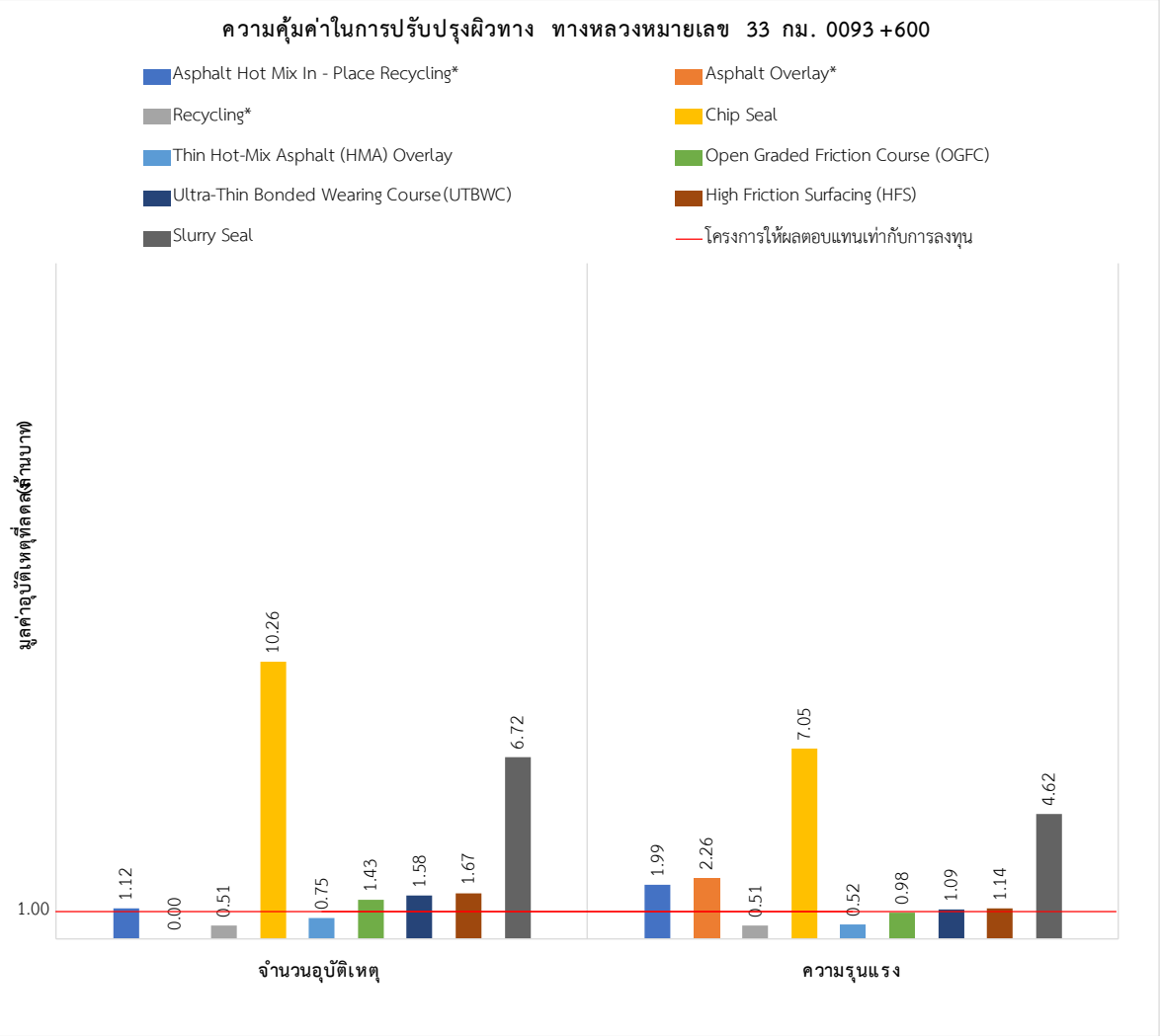
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-52 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 2 กม. 0074+300



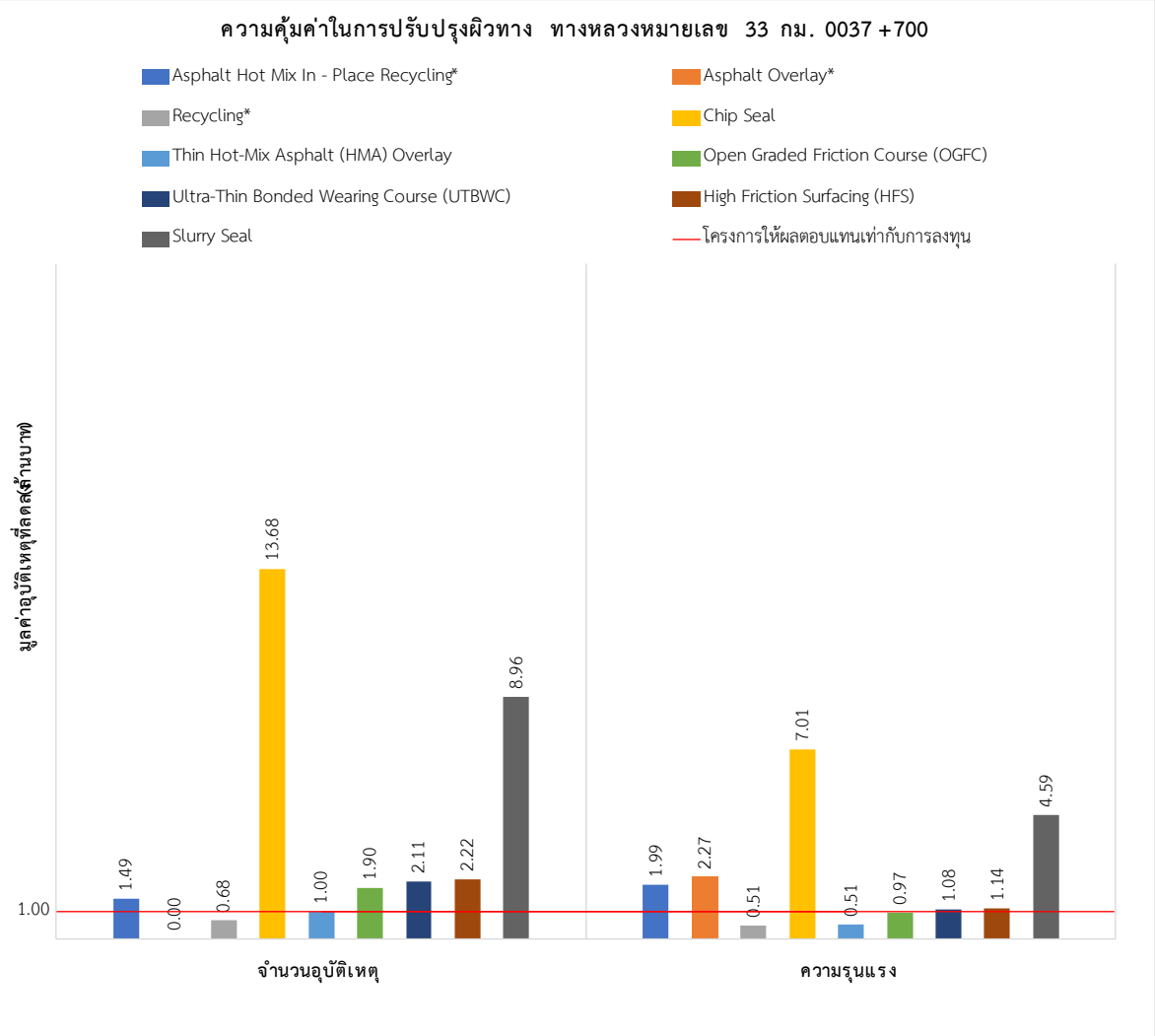
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-53 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 3 กม. 0288+901



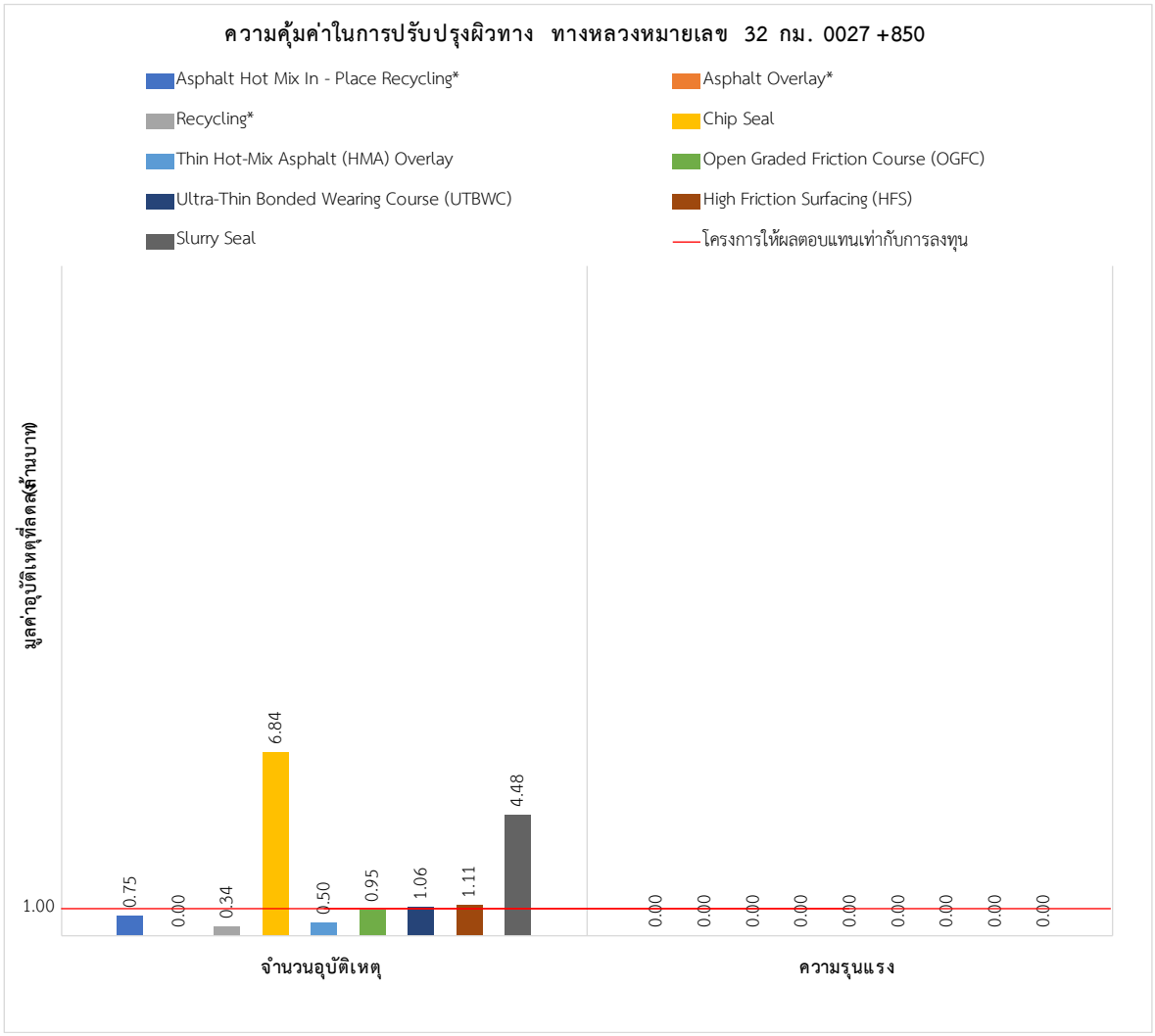
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-54 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0093+600



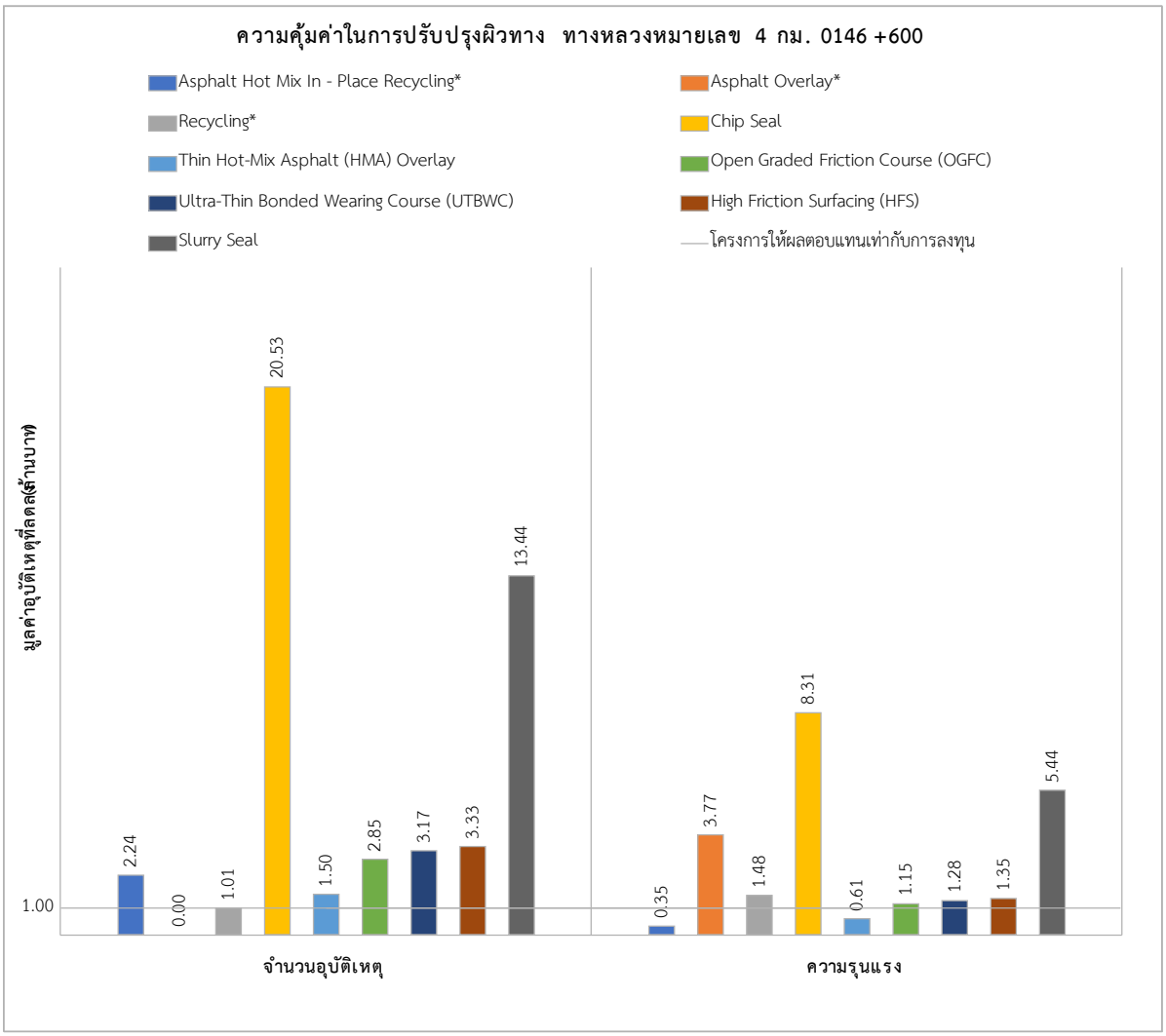
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-55 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0037+700



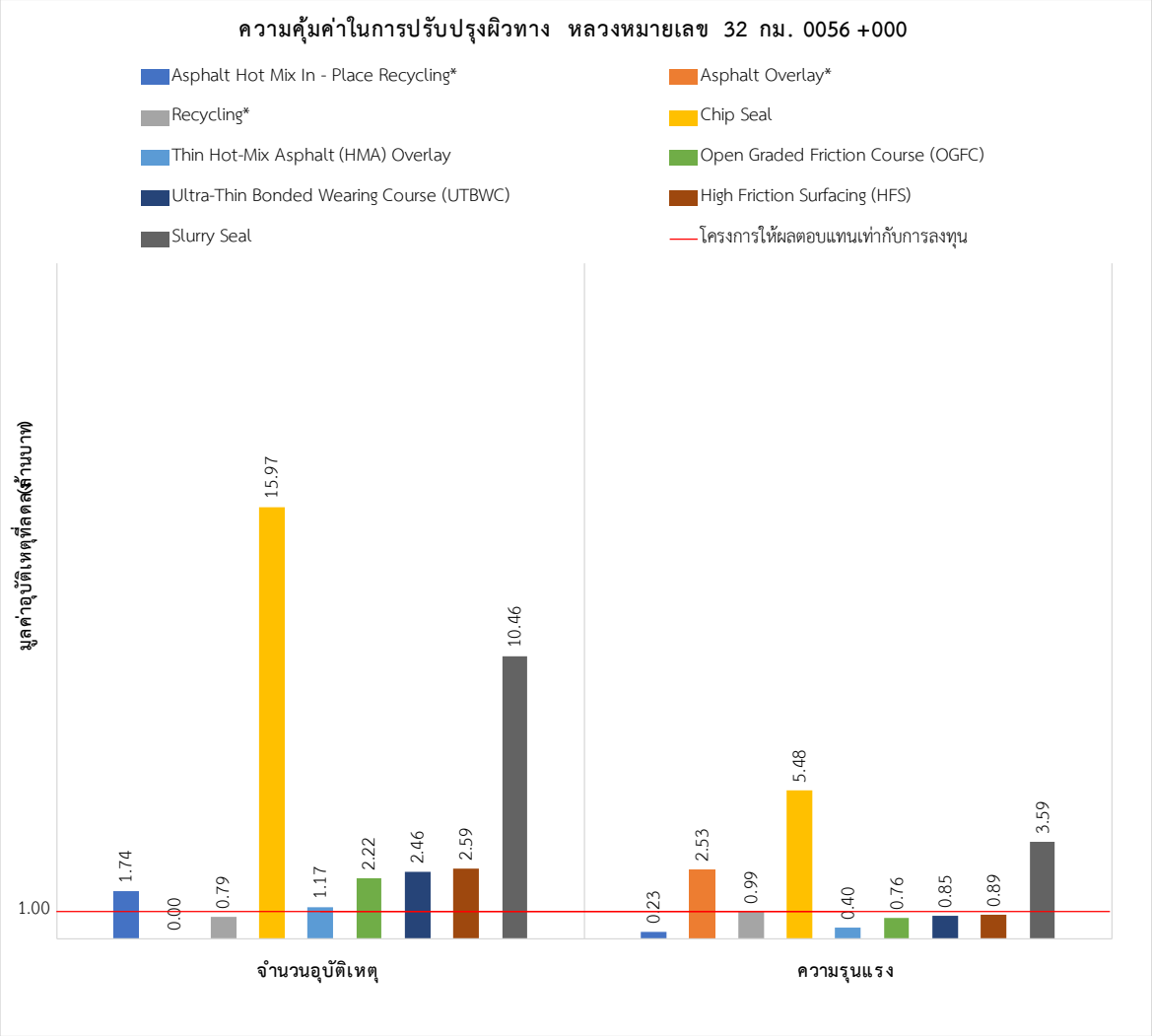
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-56 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 32 กม. 0027+850



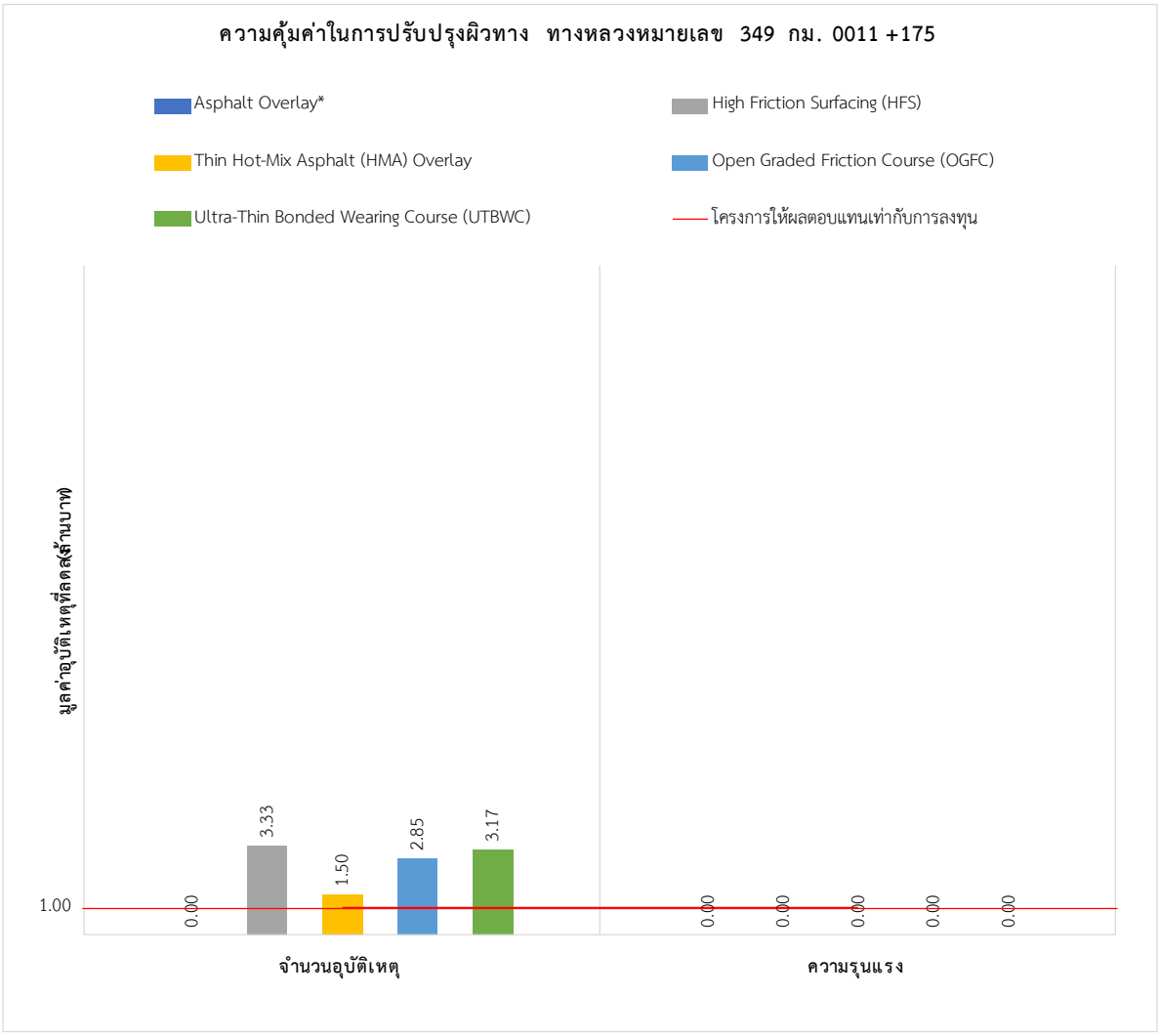
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-57 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 4 กม. 0146+600



*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

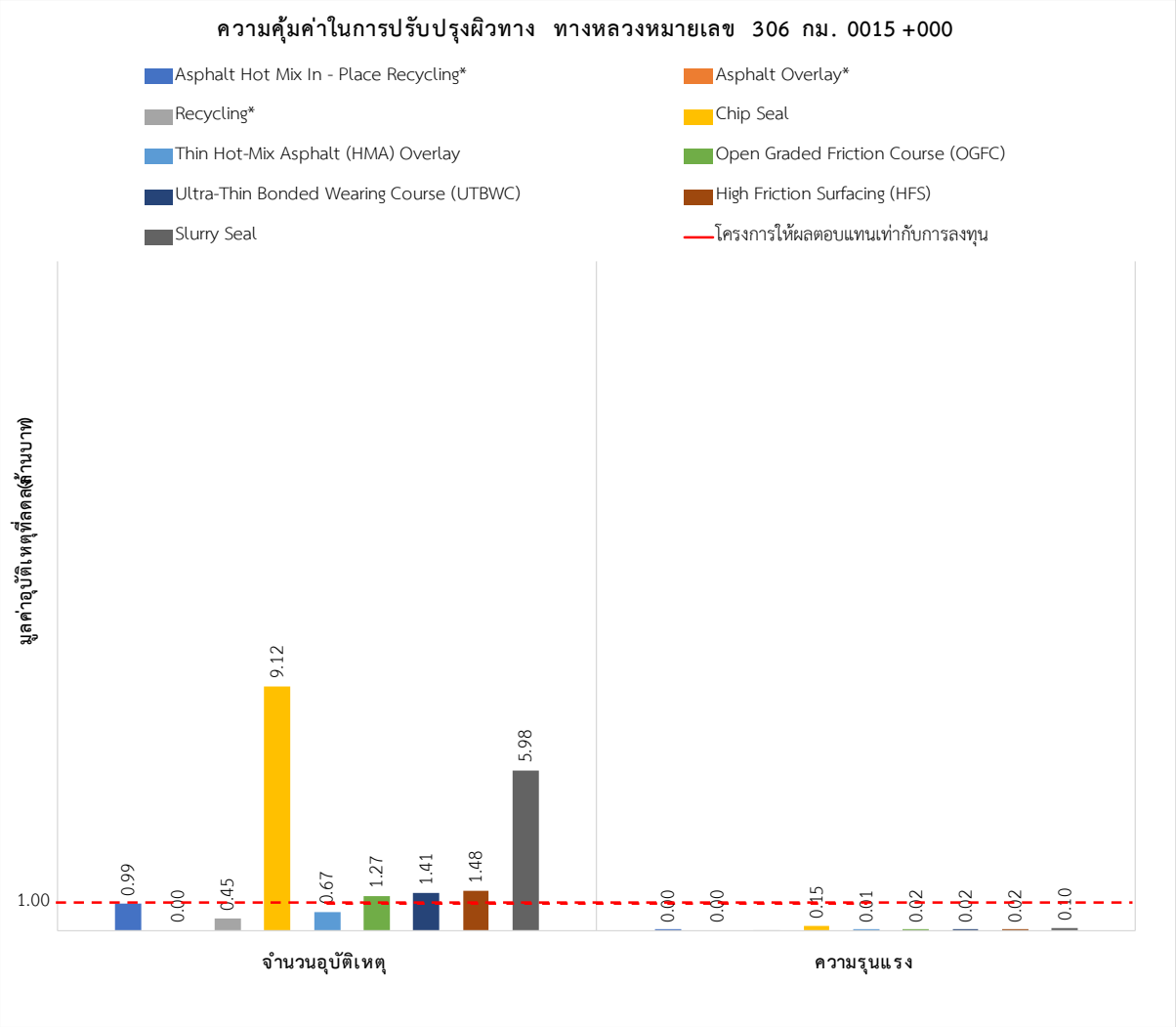
รูปที่ 6-58 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง หลวงหมายเลข 32 กม. 0056+000



*หมายเหตุ 1 : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

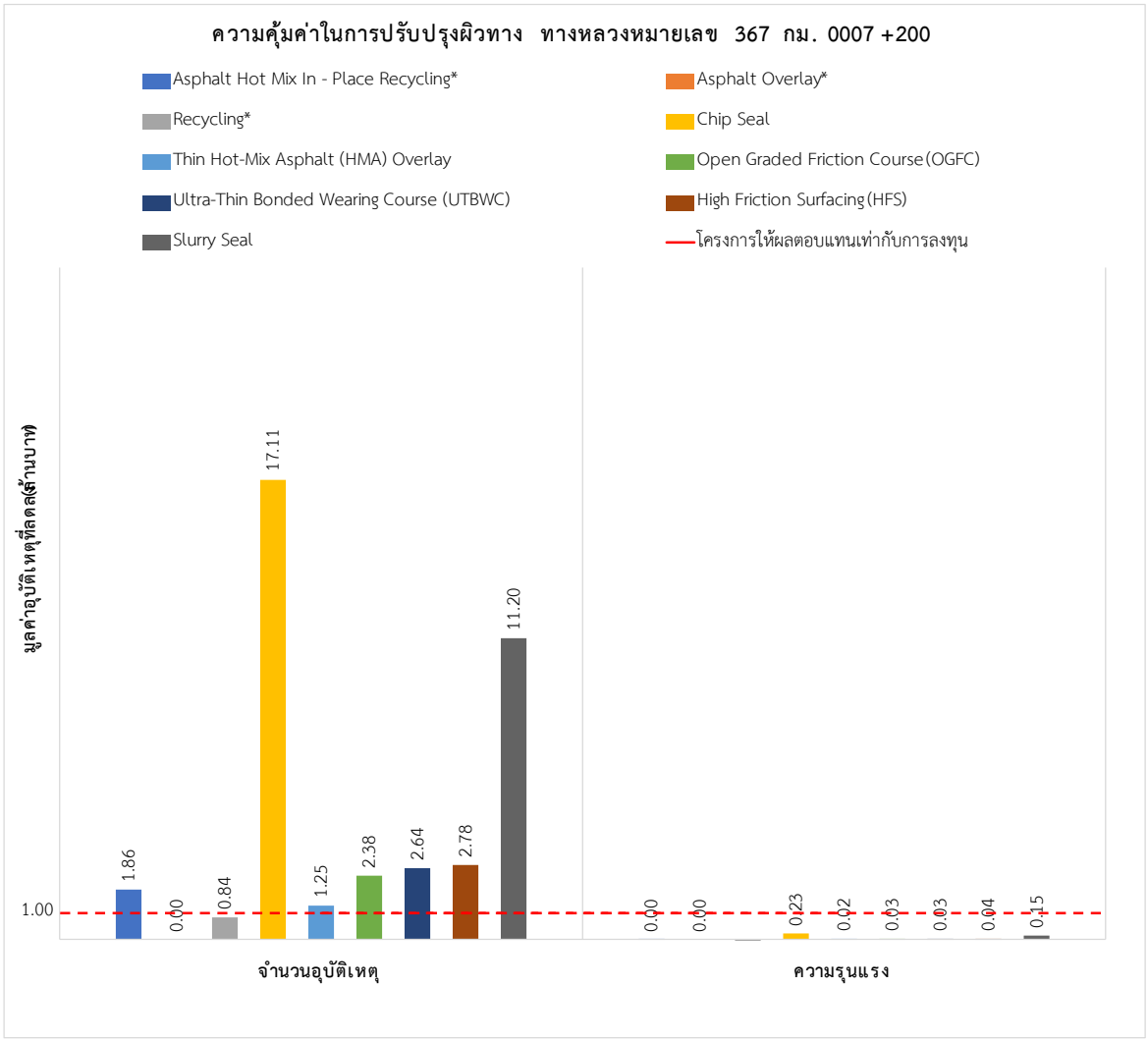
หมายเหตุ 2 : วิธี Diamond Grinding และ Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

รูปที่ 6-59 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 349 กม. 0011+175



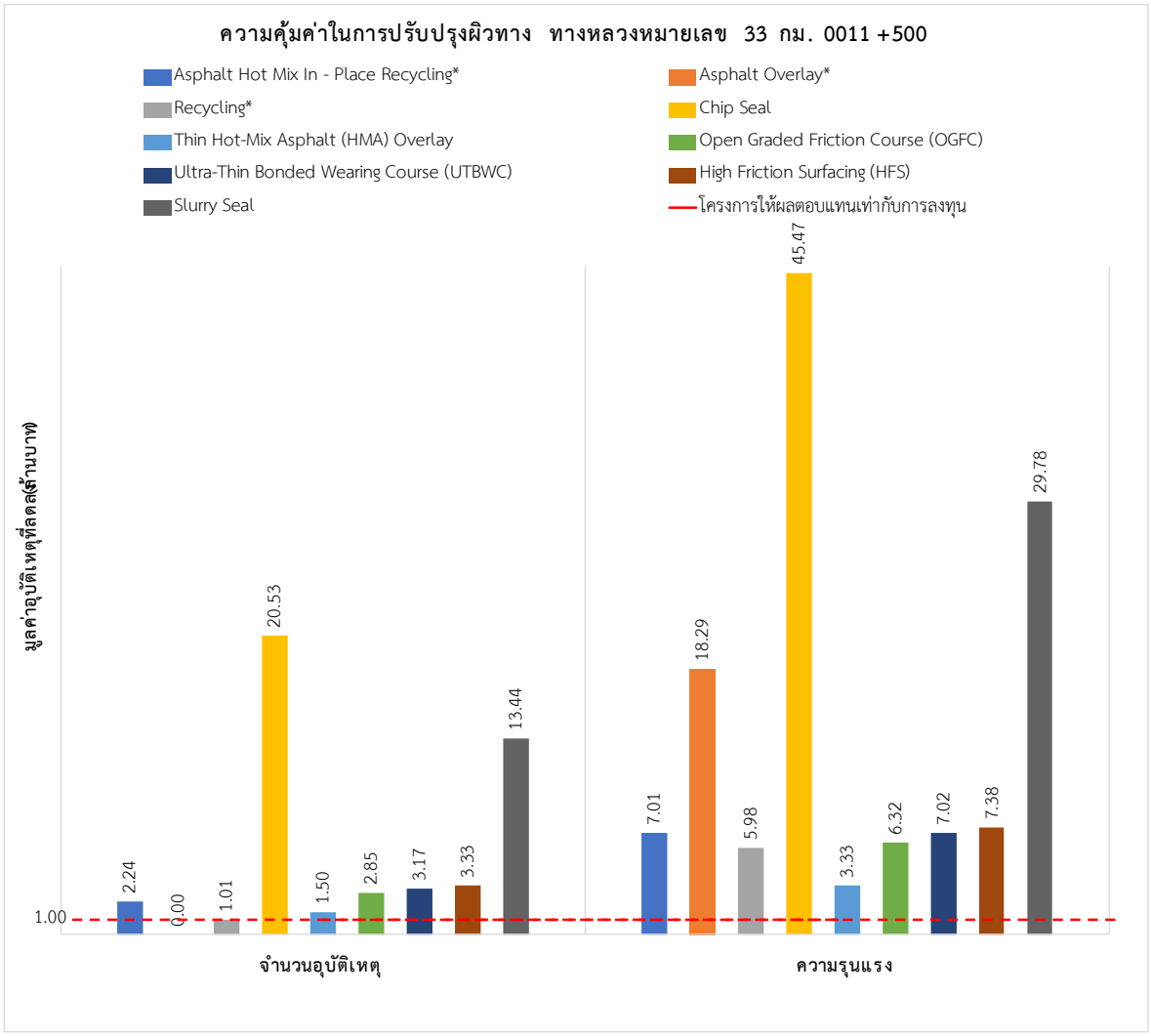
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-60 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 306 กม. 0015+000



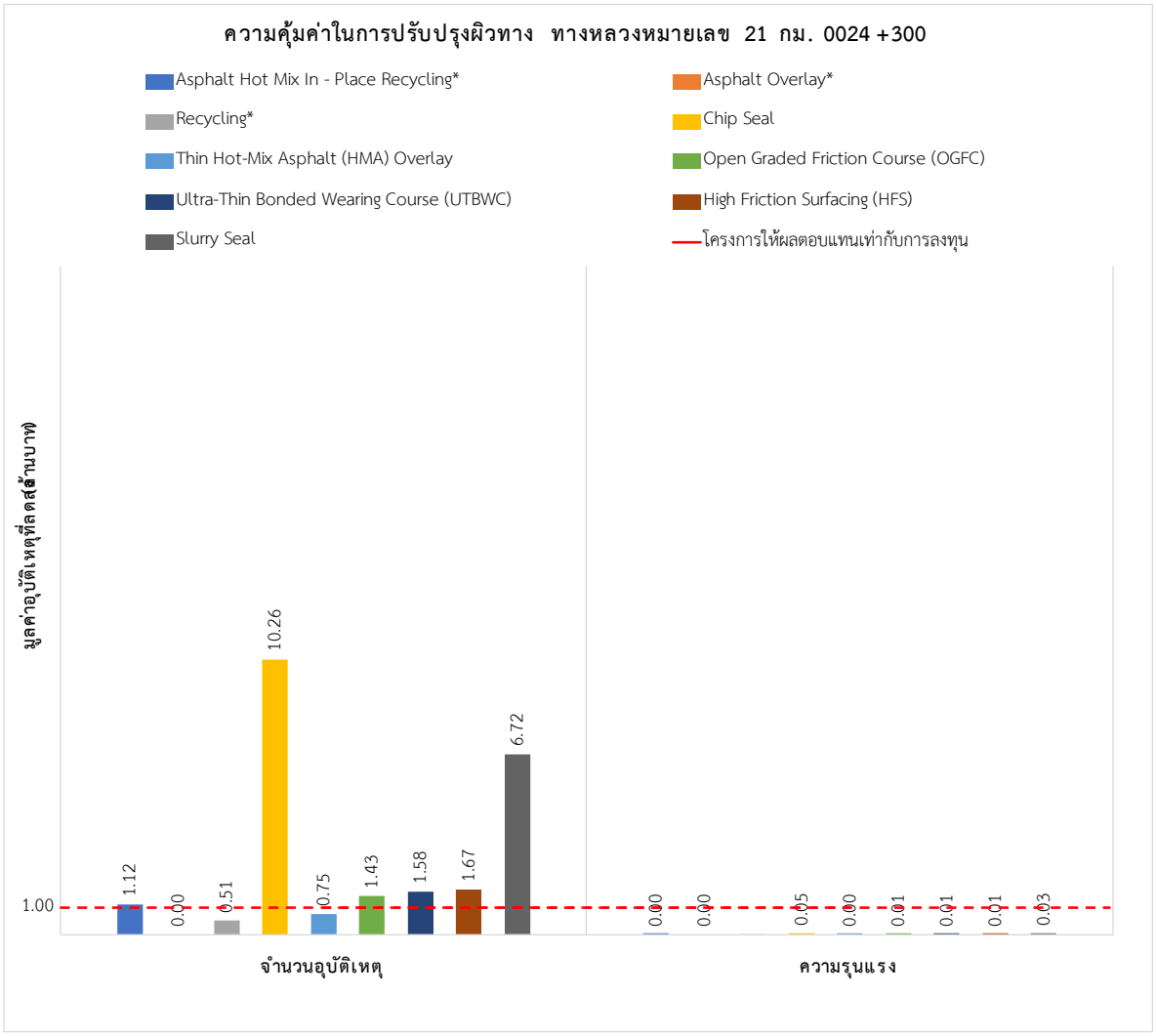
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-61 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 367 กม. 0007+200



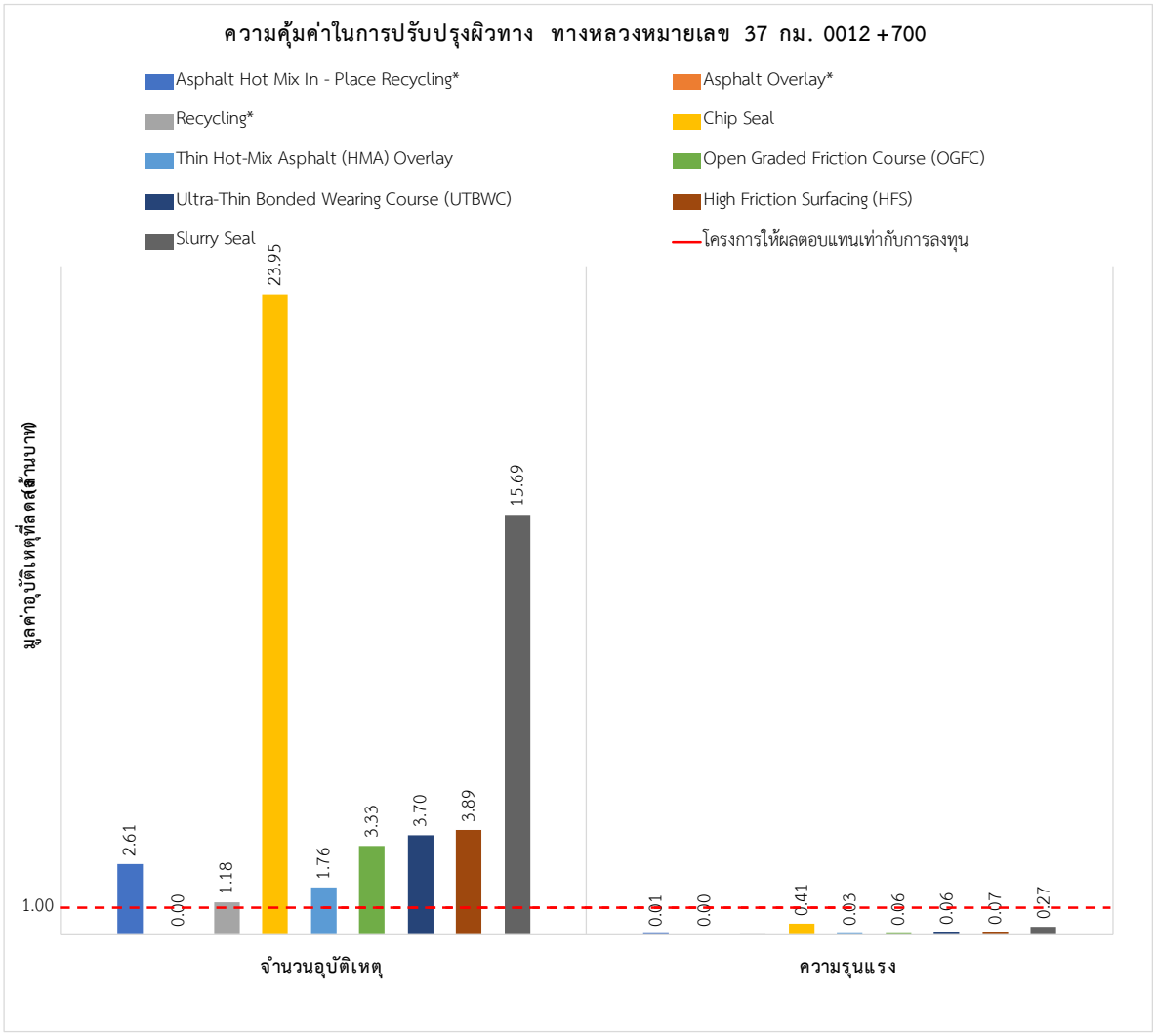
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-62 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0011+500



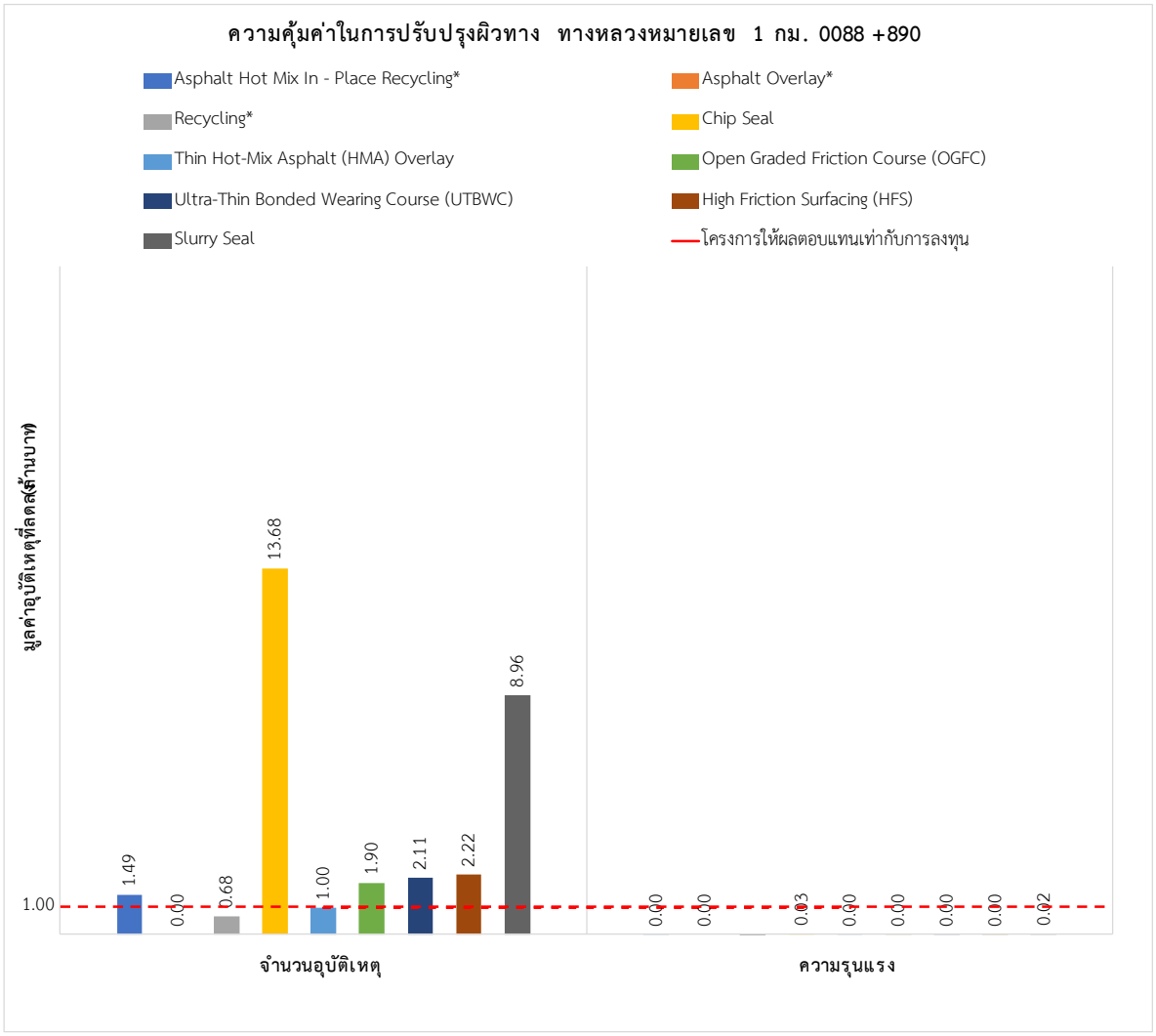
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-63 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 21 กม. 0024+300



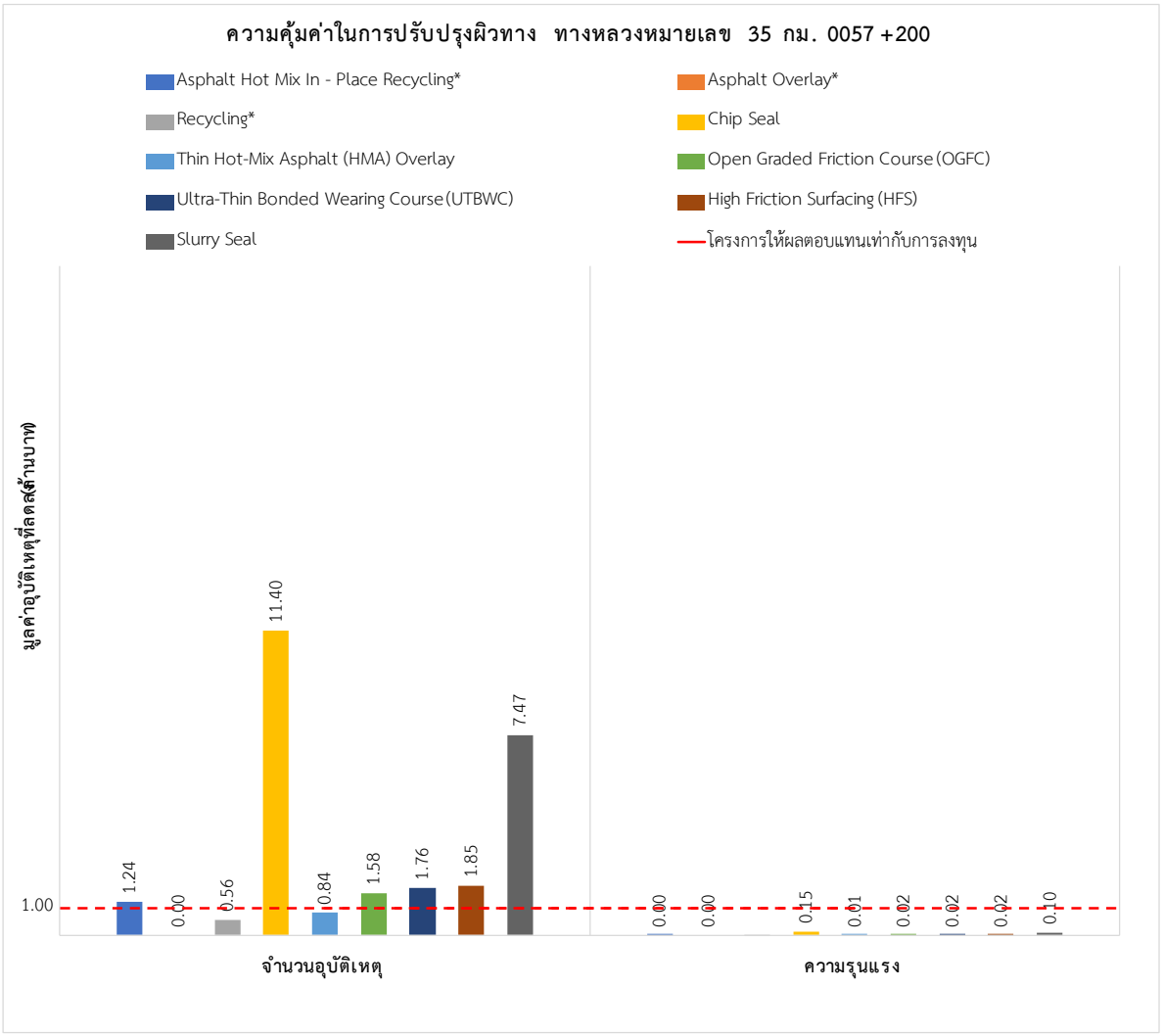
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-64 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 37 กม. 0012+700



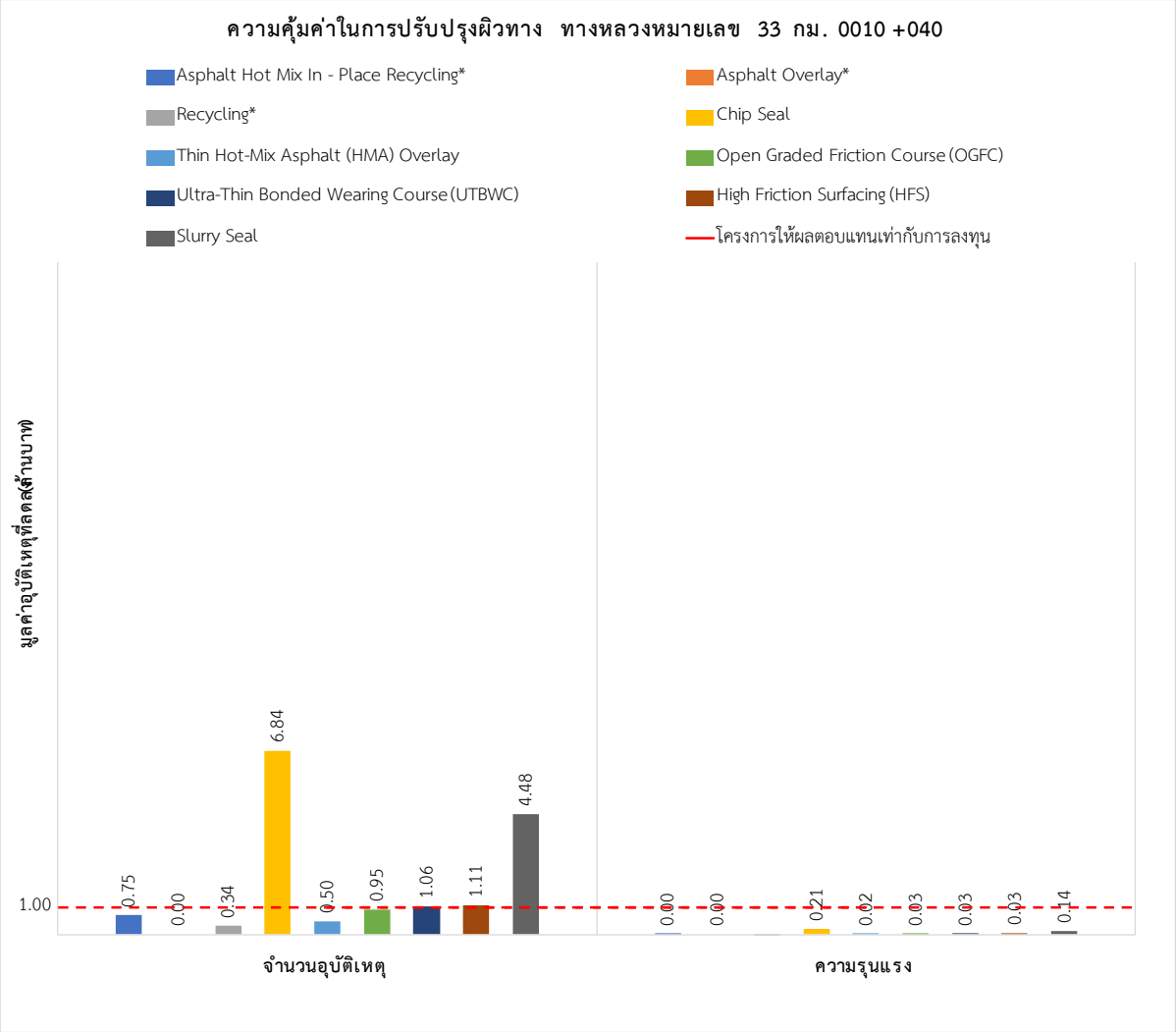
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-65 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 1 กม. 0088+890



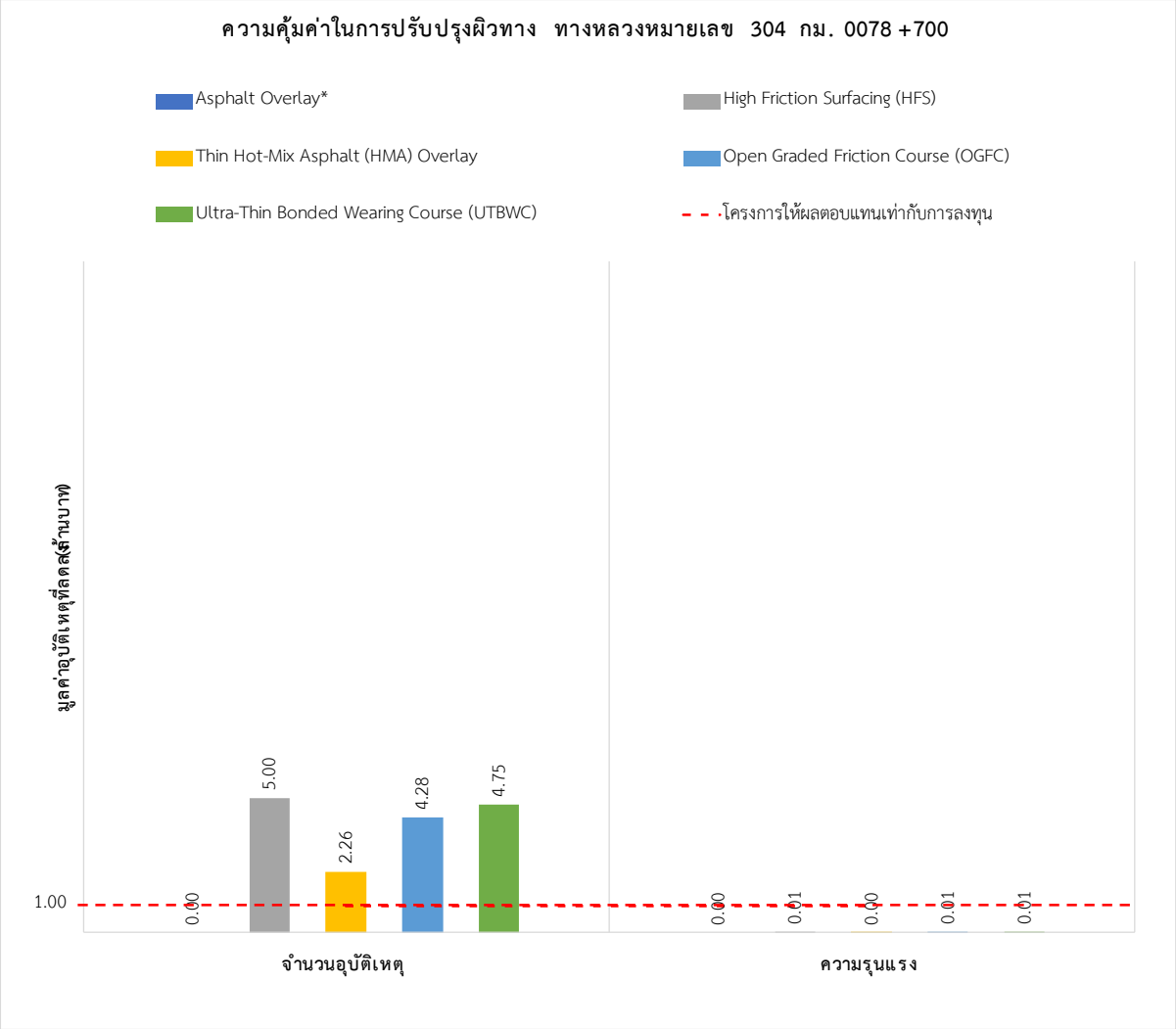
*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-66 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 35 กม. 0057+200



*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

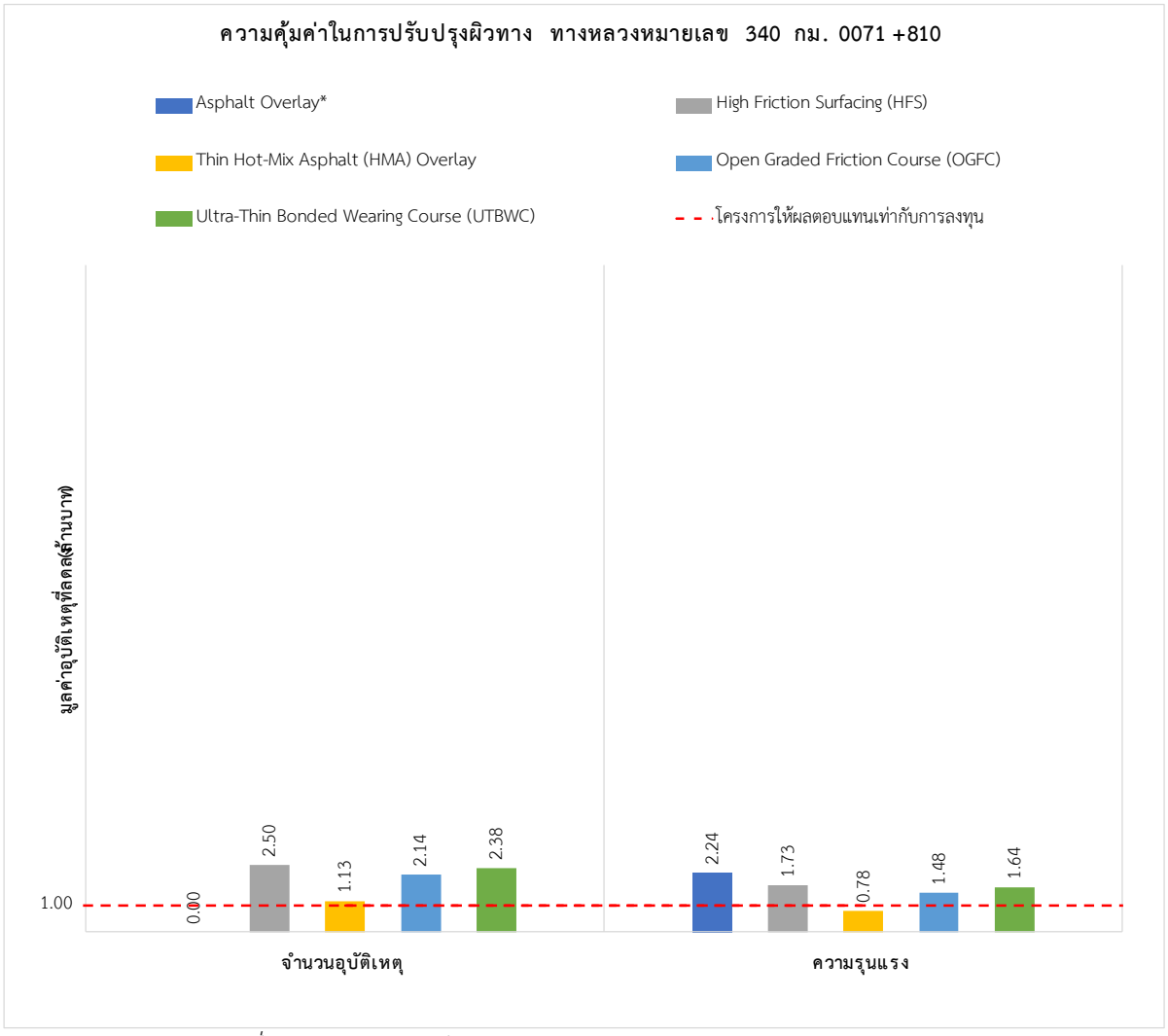
รูปที่ 6-67 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 33 กม. 0010+040



*หมายเหตุ 1 : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

หมายเหตุ 2 : วิธี Diamond Grinding และ Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

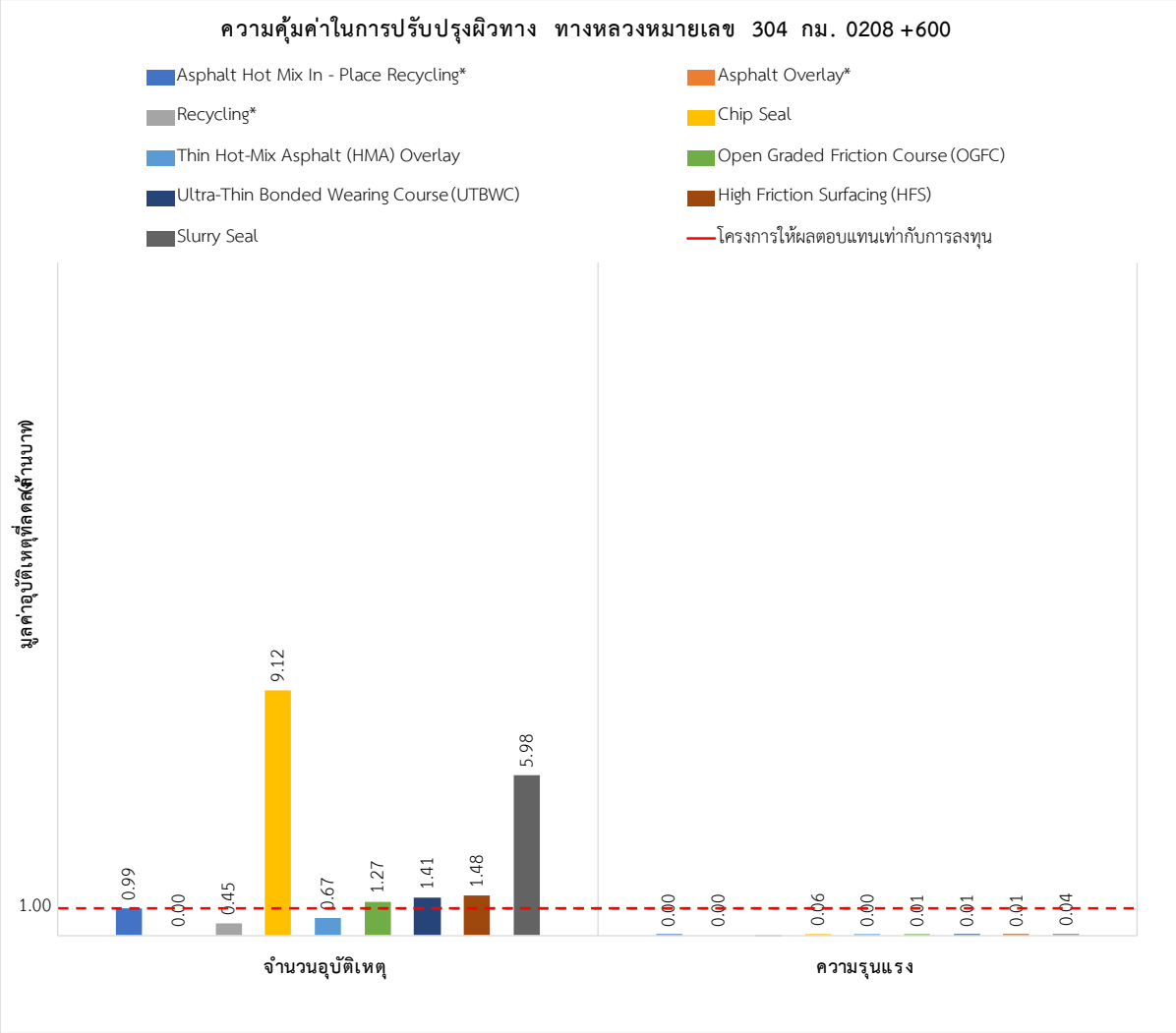
รูปที่ 6-68 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0078+700



*หมายเหตุ 1 : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

หมายเหตุ 2 : วิธี Diamond Grinding และ Grooving ไม่มีราคากลางในประเทศไทย

รูปที่ 6-69 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 340 กม. 0071+810



*หมายเหตุ : * คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในไทย*

รูปที่ 6-70 มูลค่าอุบัติเหตุที่ลดลง ทางหลวงหมายเลข 304 กม. 0208+600

บทที่ 7
การจัดอบรมและการทำสื่อวีดิทัศน์

7.1 การจัดอบรมเผยแพร่ความรู้

ที่ปรึกษาได้อบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้ ความสำคัญ ประโยชน์ และความคุ้มค่าจากการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางและแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level) ให้แก่ผู้ที่ปฏิบัติงานหรือเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษาทาง การวางแผนและการตรวจสอบ ในวันที่ 28 กันยายน 2566 ณ โรงแรมแบงค็อกมิดทาวน์ เวลา 8.30 – 16.00 น. โดยประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

7.1.1 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อสำรวจและตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนผิวทาง หรือจุดที่มีค่าความต้านทานการลื่นไถลไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุถนนลื่น เช่น ความหยาบของผิวทางระดับ Macro Texture ที่ลดลง ความสามารถในการจัดการระบายน้ำบนผิวทาง ความลึกของร่องล้อที่เสียหายมาก ความเสียหายของผิวทางแบบเยิ้ม (Bleeding) ค่าระดับการยกโค้ง (Super Elevation) ค่ารัศมีโค้งของสายทาง เป็นต้น
3. เพื่อจัดทำคู่มือแนะนำการวางแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่ายทางหลวง (Network Level) และแนะนำการเลือกใช้ผิวทางชนิดต่าง ๆ สำหรับการก่อสร้างและการบำรุงรักษาทาง ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

7.1.2 หัวข้อวิชา

1.	ภาพรวมโครงการ	15 นาที
2.	การคัดเลือกสายทางและแนวทางการสำรวจ	45 นาที
3.	ผลการสำรวจของโครงการและหลักการวิเคราะห์ CMF	1 ชั่วโมง 45 นาที
4.	การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในสายทางของกรมทางหลวงและแนวทางวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ (Network Level)	1 ชั่วโมง 30 นาที
5.	การซ่อมบำรุงและเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ และตัวอย่างการวิธีการปรับปรุง 20 กรณี	1 ชั่วโมง - นาที

<u>รวม 5 ชั่วโมง 15 นาที</u>

7.1.3 รายละเอียดหัวข้อวิชา

1. บรรยายภาพรวมของโครงการ 15 นาที

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนารับทราบถึงภาพรวมของโครงการ

<u>ประเด็นสำคัญ</u> 1) ที่มาและความสำคัญของโครงการ
2) วัตถุประสงค์ของโครงการ
3) ขอบเขตการดำเนินโครงการ

<u>วิธีการ</u> รูปแบบบรรยาย

<u>วิทยากร</u> โดย รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

2. การคัดเลือกสายทางและแนวทางการสำรวจ 45 นาที

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนารับทราบถึงวิธีการคัดเลือกสายทาง และแนวทางการสำรวจ

<u>ประเด็นสำคัญ</u> 1) วิธีการคัดเลือกสายทาง
2) แนวทางและวิธีการสำรวจ

<u>วิธีการ</u> รูปแบบบรรยาย

<u>วิทยากร</u> โดย นายนันทวัฒน์ ลือสิงหนาท

3. ผลการสำรวจของโครงการและหลักการวิเคราะห์ CMF 1 ชั่วโมง 45 นาที

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้เห็นถึงผลการสำรวจของโครงการและหลักการวิเคราะห์ CMF

<u>ประเด็นสำคัญ</u> 1) ผลการสำรวจและวิเคราะห์เบื้องต้นของโครงการ
2) หลักการวิเคราะห์ค่า CMF

<u>วิธีการ</u> รูปแบบบรรยาย

<u>วิทยากร</u> โดย รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยง
ของการเกิดอุบัติเหตุในสายทางของกรมทางหลวงและแนวทาง
วิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยง
ของการเกิดอุบัติเหตุ (Network Level) 1 ชั่วโมง 30 นาที

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้เห็นถึงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านความปลอดภัยและแนวทางวิธีการเก็บข้อมูล ด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยง ของการเกิดอุบัติเหตุ (Network Level)

<u>ประเด็นสำคัญ</u> 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัย
2) แนวทางการเก็บข้อมูลระดับโครงข่าย (Network Level)

<u>วิธีการ</u> รูปแบบบรรยาย

<u>วิทยากร</u> โดย รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

5. การซ่อมบำรุงและเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ
และตัวอย่างปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุ 20 กรณี 1 ชั่วโมง

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้เห็นถึงการซ่อมบำรุงและเลือกใช้ผิวทาง ประเภทต่าง ๆ และตัวอย่าง 20 กรณี

<u>ประเด็นสำคัญ</u> 1) การซ่อมบำรุงผิวทางด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อลดความเสี่ยง การเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล
2) การเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ เพื่อลดความเสี่ยง การเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล
3) ตัวอย่างวิธีการปรับปรุง 20 กรณี

<u>วิธีการ</u> รูปแบบบรรยาย

<u>วิทยากร</u> โดย รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม

7.1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เข้าร่วมสัมมนาสามารถทราบถึงวิธีการตรวจสอบ (Audit) สายทางที่มีจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนผิวทาง หรือจุดที่มีค่าความต้านทานการลื่นไถลไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
2. ผู้เข้าร่วมสัมมนาทราบถึงปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุถนนลื่น เช่น ความหยาบของผิวทางระดับ Macro Texture ที่ลดลง ความสามารถในการจัดการระบายน้ำบนผิวทาง ความลึกของร่องล้อที่เสียหายมาก ความเสียหายของผิวทางแบบเยิ้ม (Bleeding) ค่าระดับการยกโค้ง (Super Elevation)
3. เพื่อเป็นการแนะนำการวางแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่ายทางหลวง (Network Level) และแนะนำการเลือกใช้ผิวทางชนิดต่าง ๆ สำหรับการก่อสร้างและการบำรุงรักษาทาง ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

7.1.5 กลุ่มเป้าหมาย

เจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวงหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษาทาง การวางแผนและการตรวจสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 60 คน

7.1.6 ระยะเวลาและสถานที่

วันพฤหัสบดีที่ 28 กันยายน พ.ศ 2566 รูปแบบ Onsite ณ โรงแรม แบงค็อก มิดทาวน์ และรูปแบบ Online ผ่าน ระบบ Zoom Cloud Meeting

กำหนดการ

การจัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้

โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ

บนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

วันพฤหัสบดีที่ 28 กันยายน พ.ศ 2566

เวลา	หัวข้อวิชา	ผู้รับผิดชอบ/วิทยากร
08.30 – 09.00 น.	ลงทะเบียน	
09.00 – 09.15 น.	กล่าวเปิดการสัมมนา	
09.15 – 10.00 น.	- การคัดเลือกสายทางและแนวทางการสำรวจ	นายนันทวัฒน์ ลือสิงหนาท
10.00 – 10.15 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**	
10.15 – 12.00 น.	- ผลการสำรวจขอโครงการ - หลักการวิเคราะห์ CMF	รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม
12.00 – 13.00 น.	**พักรับประทานอาหารกลางวัน**	
13.00 – 14.30 น.	- การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในสายทางของกรมทางหลวง - การนำเสนอแนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ (Network Level)	รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม
14.30 – 14.45 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**	
14.45 – 15.45 น.	- การซ่อมบำรุงและเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ - ตัวอย่างวิธีการปรับปรุง 20 กรณี	รศ.ดร. พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม
15.45 – 16.15 น.	- การรับฟังแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ	
16.30 น.	**ปิดการอบรม**	

หมายเหตุ : พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม (เช้า) ระหว่างเวลา 10.00 - 10.15 น.
พักรับประทานอาหารกลางวัน ระหว่างเวลา 12.00 - 13.00 น.
พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม (บ่าย) ระหว่างเวลา 14.30 - 14.45 น.



รูปที่ 7-1 ภาพบรรยากาศการอบรมเผยแพร่ความรู้โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย วันพฤหัสบดีที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2566

7.2 วีดีทัศน์ เพื่อแนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการ และประโยชน์โดยตรงที่ประชาชนผู้ใช้ทางได้รับ โดย มีความยาวระหว่าง 12 - 15 นาที

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการร่างเนื้อหาวีดิทัศน์เพื่อแนะนำวัตถุประสงค์ การดำเนินการ ประโยชน์และความคุ้มค่าของโครงการ และประโยชน์โดยตรงที่ประชาชนผู้ใช้ทางได้รับ โดยเนื้อหาภายในวีดีทัศน์แสดงดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 1	**บทบรรยาย** : การเกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุถนนลื่นเป็นภัยร้ายที่ซ่อนตัวและพร้อมที่คุกคามความปลอดภัยของประชาชนผู้ใช้ทางขณะฝนตก ซึ่งมักปรากฏเป็นข่าวและสื่อสังคมออนไลน์อยู่บ่อยครั้ง สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อให้ประชาชนผู้ใช้ทางเกิดความปลอดภัยจึงจำเป็นต้องสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระดับโครงข่าย (Network Level) ข้อมูลผลการตรวจสอบดังกล่าวจะนำเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงแก้ไขให้ถนนมีความสะดวกและปลอดภัยต่อไป
ลำดับ : 2 	**บทบรรยาย** : วัตถุประสงค์โครงการ 1. เพื่อสำรวจและตรวจสอบสายทางที่มีจุดเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลบนผิวทาง หรือจุดที่มีค่าความต้านทานการลื่นไถลไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

ตารางที่ 7-1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 3 	**บทบรรยาย** : 2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุถนนลื่น เช่น ความหยาบของผิวทางระดับ Macro Texture ที่ลดลง ความสามารถในการจัดการระบายน้ำบนผิวทาง ความลึกของร่องล้อที่เสียหายมาก ความเสียหายของผิวทางแบบเยิ้ม ค่าระดับการยกโค้ง ค่ารัศมีโค้งของสายทาง เป็นต้น
ลำดับ : 4 	**บทบรรยาย** : 3. เพื่อจัดทำคู่มือแนะนำการวางแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่ายทางหลวง (Network Level) และแนะนำการเลือกใช้ผิวทางชนิดต่าง ๆ สำหรับการก่อสร้างและการบำรุงรักษาทางให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 7-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 5	**บทบรรยาย** : **ภายในโครงการมีการสำรวจค่าความเสียดทานและค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง โดยใช้อุปกรณ์ในการสำรวจ และวิธีการสำรวจสายทาง ดังนี้**
ลำดับ : 6 	**บทบรรยาย** : 1. ชุดอุปกรณ์สำรวจสภาพความเสียดทานแบบต่อเนื่อง หรือ ASFT T-10 ตามมาตรฐาน ISO 8349 สามารถให้แรงกดลงสู่ผิวทางได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 140 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์ Slip ที่ 13 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้การทดสอบมีความใกล้เคียงกับระบบเบรกของรถยนต์ในปัจจุบัน ยางล้อทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E1551 มีหัวจ่ายน้ำที่สามารถสร้างฟิล์มน้ำบริเวณหน้าล้อทดสอบที่ความหนา 1 มิลลิเมตร และสามารถแปรผันตามความเร็วที่ทดสอบ โดยเครื่องมือ ASFT T-10
ลำดับ : 7 	**บทบรรยาย** : 2. ชุดอุปกรณ์สำรวจเลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกเฉลี่ยในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 ชุดอุปกรณ์สำรวจแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เพื่อใช้ในการสำรวจและจัดทำข้อมูลในโครงการ สำหรับเครื่องมือเพื่อใช้ทำการสำรวจให้ข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทางนั้น จะมีการติดตั้งเลเซอร์เฉพาะที่มีความเหมาะสมในการสำรวจข้อมูล

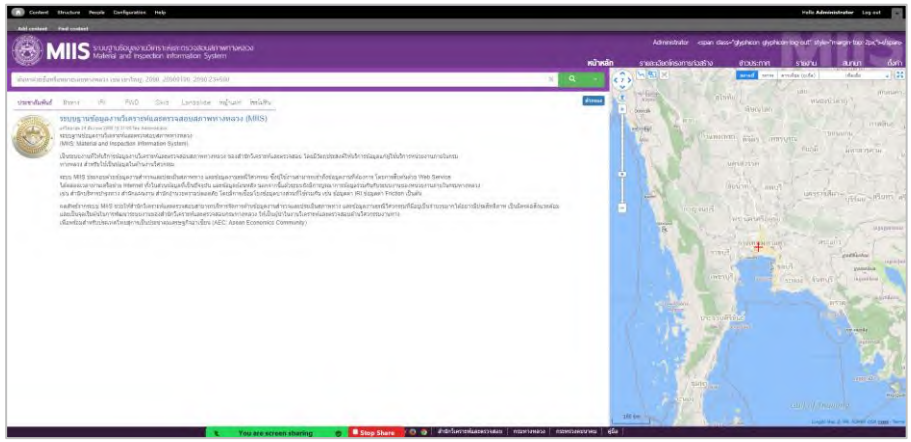
ตารางที่ 7-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 8 	**บทบรรยาย** : การคัดเลือกสายทางสำหรับการสำรวจในโครงการ มีระยะทางมากกว่า 5,000 กิโลเมตร และรายละเอียดของสายทางดังนี้ 1. การสำรวจสายทางหรือช่วงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นทั้ง 18 สำนักงานทางหลวงโดยมีระยะทางมากกว่า 1,800 กิโลเมตร
ลำดับ : 9	**บทบรรยาย** : 2. การสำรวจสายทางหลักที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือมีปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมากหรือมีข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งจากสาเหตุการลื่นไถลบนผิวทางโดยมีระยะมากกว่า 2,000 กิโลเมตร
ลำดับ : 10	**บทบรรยาย** : 3. การสำรวจสายทางในความควบคุมของกรมทางหลวง ที่กฎกระทรวงกำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนมากกว่า 200 กิโลเมตร
ลำดับ : 11	**บทบรรยาย** : 4. การสำรวจสายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพและความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่แตกต่างกันโดยมีระยะมากกว่า 1,000 กิโลเมตร

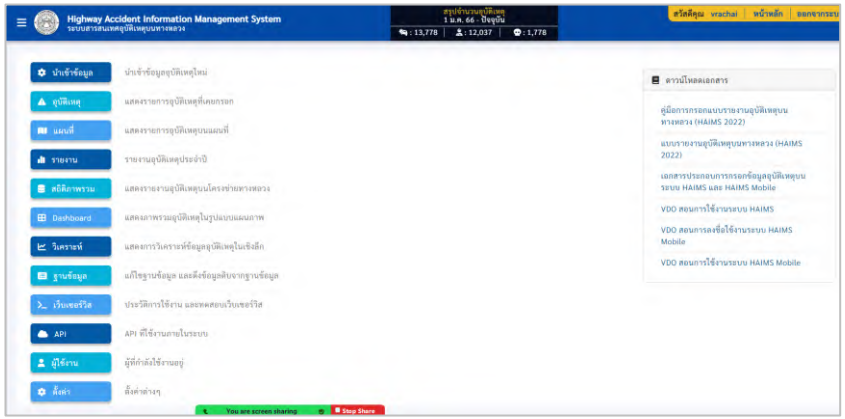
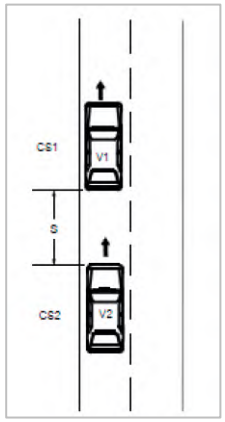
ตารางที่ 7-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 12 	**บทบรรยาย** : วิธีการวิ่งสำรวจ • กรณีสำรวจ 2 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง ในสายทางที่มีอุบัติเหตุเยอะหรือพื้นที่จุดเสี่ยง สายทางจากทั้ง 18 สำนัก สายทางหลัก และสายเพื่อพยากรณ์การเสื่อมสภาพ • กรณีสำรวจสายทาง 120 กม./ชม. จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านขวาสุดของถนน • กรณีที่มีการสำรวจ 2 ทิศทาง แล้วมีทางคู่ขนานให้ทำการวิ่งสำรวจในช่องจราจรหลักเท่านั้น • กรณีที่มีการเพิ่มช่องจราจร จาก 2 ช่องจราจร เป็น 4 ช่องจราจรขึ้นไป ให้ทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของทั้งฝั่งขา L และ ฝั่งขา R • กรณีที่ไม่สามารถทำการสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น จะทำการสำรวจช่องจราจรที่อยู่ติดกับช่องจราจรดังกล่าวแทน • กรณีที่พื้นผิวสายทางเปียกเนื่องจากฝนตก หรือมีน้ำขังในช่องจราจรที่จะทำการสำรวจ จะทำการหยุดการสำรวจในสายทางนั้น แล้วจะกลับมาสำรวจใหม่เมื่อพื้นผิวสายทางแห้งสนิท • กรณีที่สายทางมีอุปสรรคในการสำรวจ เช่น มีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ จะไม่ทำการสำรวจ แล้วทำการรายงานปัญหาและอุปสรรคเพื่อแจ้งแก่คณะกรรมการ แล้วดำเนินการสำรวจในสายทางสำรองแทน

ตารางที่ 7-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 13 	**บทบรรยาย** : การดำเนินการเข้าสู่ระบบ MIIS เมื่อทำการสำรวจแล้วเสร็จได้นำข้อมูลจากการสำรวจ (ข้อมูลค่า MPD, ข้อมูลค่า Friction) ทั้งหมดมากกว่า 5,000 กิโลเมตร เข้าสู่ ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) เป็นระบบเป็นระบบงานที่ให้บริการข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ โดยมีวัตถุประสงค์ให้บริการข้อมูลแก่ผู้ใช้บริการหน่วยงานภายในกรมทางหลวง สำหรับใช้เป็นข้อมูลในด้านงานวิศวกรรม ได้แก่ ข้อมูลงานสำรวจและประเมินสภาพทาง และข้อมูลงานธรณีวิศวกรรม นอกจากนี้แล้วระบบยังมีการบูรณาการข้อมูลร่วมกันกับระบบงานของหน่วยงานภายในกรมทางหลวง เช่น สำนักบริหารบำรุงทาง สำนักแผนงาน สำนักอำนวยความปลอดภัย โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลบางส่วนที่ใช้ร่วมกัน เช่น ข้อมูลค่า IRI, ข้อมูลค่า MPD, ข้อมูลค่า Friction เป็นต้น

ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 14 	**บทบรรยาย : การวิเคราะห์จุดเสี่ยงและปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ** ในการวิเคราะห์จุดเสี่ยงที่เกิดจากการลื่นไถลสำหรับโครงการนี้ได้นำข้อมูลอุบัติเหตุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 – พ.ศ. 2564 มาเพื่อวิเคราะห์จุดเสี่ยงร่วมกับข้อมูลสำรวจผิวทาง โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรวบรวมข้อมูลจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) HAIMS เป็นระบบวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก จัดทำขึ้นเพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้งานที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุในอดีตเพื่อวางแผนดำเนินการจัดทำงานอำนวยความปลอดภัยในอนาคต มีจุดเด่นอยู่ที่การกรองข้อมูลร่วมกันได้หลากหลายเงื่อนไขเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ดำเนินการนำข้อมูลไปใช้ในขั้นถัดไป
ลำดับ : 15 	**บทบรรยาย :** 2) การคัดกรองอุบัติเหตุจากการลื่นไถล หน่วยงานดึงข้อมูลลักษณะการเกิดอุบัติเหตุบนระบบ HAIMS เพื่อกำหนดจุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถล โดยเลือกประเภทของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากในช่วงของฤดูฝนด้วยการพิจารณาเงื่อนไขดังต่อไปนี้ รูปแบบการชนที่พิจารณา - ชนกันบนถนนในทิศทางเดียวกัน (Vehicle from one direction) - อุบัติเหตุนอกทางบนทางตรง (Off Path on Straight) - อุบัติเหตุนอกทางบนทางโค้ง (Off Path on Curve)

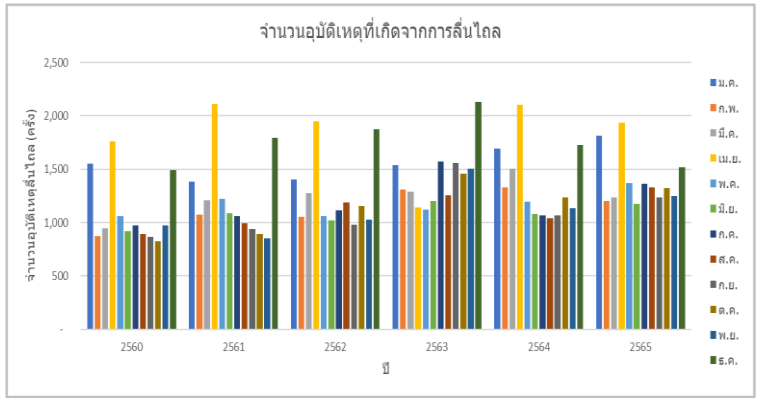
ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 16	**บทบรรยาย** : 3) การคัดกรองข้อมูลให้สัมพันธ์กับข้อมูลสำรวจ ข้อมูลอุบัติเหตุจากการลื่นไถลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 นั้นเป็นข้อมูลที่กระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศตามสายทางที่รับผิดชอบของกรมทางหลวง เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องทำการคัดกรองอุบัติเหตุที่ไม่อยู่ในสายทางที่ทำการสำรวจผิวจราจรออกไป
ลำดับ : 17	**บทบรรยาย** : 4) การวิเคราะห์และประเมินจุดเสี่ยง หลังจากการเตรียมข้อมูล จะกำหนดให้ในแต่ละจุดอุบัติเหตุมีวงกลมรัศมี 100 เมตรประกอบไว้ และการเกิดอุบัติเหตุภายในช่วงจากนั้นนำอุบัติเหตุที่รวมกันในแต่ละจุดจะนำเอาข้อมูลสำรวจมาเฉลี่ยเพื่อกำหนดจุดเสี่ยง
ลำดับ : 18	**บทบรรยาย** : การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ สร้างแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละจุดเสี่ยงกับค่าตัวแปรที่บันทึกได้จากการสำรวจ ได้แก่ - กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง - จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ IRI - จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ Rutting - จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ MPD - จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ Avg. Coeff. Of Friction (ชื่อเต็ม) - จำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ IFI โดยจะวิเคราะห์แบบจตุรภาคเฉพาะแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงกับค่าดัชนีความเสียทานสากลเท่านั้น

ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 19	**บทบรรยาย** : หลังจากการทำแผนภาพแล้วหน่วยงานได้ทำการวิเคราะห์แบบจตุรภาค (Quadrant Analysis) - วิเคราะห์เฉพาะความสัมพันธ์ของจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยง กับ IFI เพราะความสัมพันธ์มีนัยสำคัญ - แบ่งแผนภาพออกเป็น Quadrant - แกนตั้งแบ่งแผนภาพออกเป็นฝั่งซ้ายกับขวา: ขวา = ไม่มีอุบัติเหตุ, ซ้าย = มีอุบัติเหตุ - แกนนอนแบ่งแผนภาพเป็นส่วนบนและล่าง : บน = มีอุบัติเหตุ ไม่ครบทุกย่านค่า IFI, ล่าง = มีอุบัติเหตุ ครบทุกย่านค่า IFI
ลำดับ : 20	**บทบรรยาย** : จากการนำจำนวนอุบัติเหตุต่อจุดเสี่ยงในทุกสภาพผิว และลักษณะทางต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกับค่า IFI ในรูปแบบจตุรภาคเพื่อหาค่า IFI ที่เหมาะสมหรับสายทางต่าง ๆ ได้แก่ • ค่า IFI ที่เหมาะสมสำหรับถนนเปียก • ค่า IFI ที่เหมาะสมสำหรับทางโค้ง • ค่า IFI ที่เหมาะสมสำหรับสายทางจำกัดความเร็ว 120 km/hr

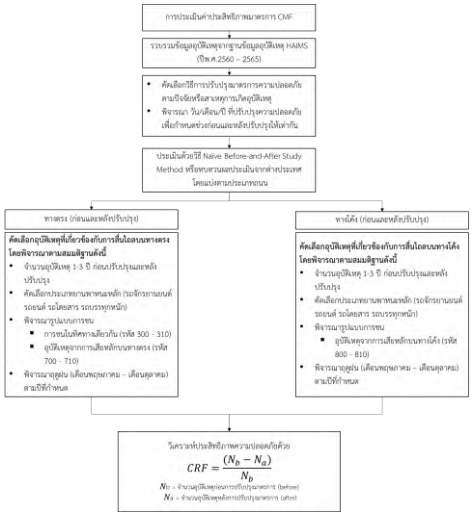
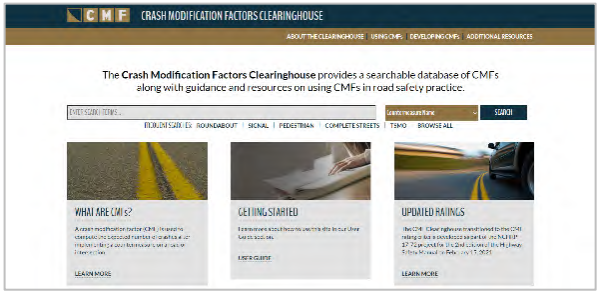
ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 21 	**บทบรรยาย :** เกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลบนผิวทาง โดยจำแนกเป็น รายเดือน รายปี จากการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจาก HAIMS ย้อนหลัง 6 ปี โดยเลือกพิจารณาประเภทการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถลแล้ว พบว่า มีการเกิดอุบัติเหตุการลื่นไถลจำนวนทั้งสิ้น 92,873 ครั้ง และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงฤดูฝน พบว่า เกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในช่วงฤดูฝน 40,911 ครั้ง คิดเป็น 44% ของอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลทั้งหมด เมื่อแบ่งความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลดังนี้ - อุบัติเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต 3,346 ครั้ง - จำนวนผู้เสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุ 3,967 ราย - จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุ 4,671 ราย - ผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุจำนวน 23,905 ราย
ลำดับ : 22 มูลค่าอุบัติเหตุทั้งประเทศ ปี พ.ศ. / จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง) / มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท) / มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท) / รวม (ล้านบาท) 2560 85,915 3.188 273,932 2561 101,793 3.224 328,145 2562 99,479 3.256 323,896 1,843,972 2563 93,326 3.282 306,260 2564 99,887 3.314 331,059 2565 83,508 3.361 280,680	**บทบรรยาย** : เมื่อนำจำนวนอุบัติเหตุของทั้งประเทศมาคิดเป็นมูลค่าของอุบัติเหตุรวมย้อนหลัง 6 ปี จะมีมูลค่าความเสียหายรวมอยู่ที่ 1,843,972 ล้านบาท และสามารถแยกเป็นปัจจัยต่าง ๆ ได้ดังนี้
ลำดับ : 23 มูลค่าอุบัติเหตุในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ปี พ.ศ. / จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง) / มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท) / มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท) / รวม (ล้านบาท) 2560 15,936 3.188 50,811 2561 17,045 3.224 54,947 2562 17,554 3.256 57,154 354,311 2563 19,806 3.282 64,996 2564 18,654 3.314 61,826 2565 19,213 3.361 64,577	**บทบรรยาย** : มูลค่าอุบัติเหตุที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงรวมทั้งสิ้น 354,311 ล้านบาท

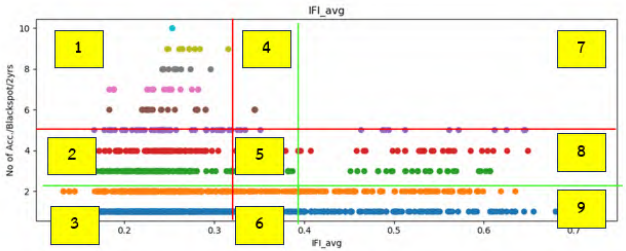
ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 24 มูลค่าอุบัติเหตุจากการลื่นไถลในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ปี พ.ศ. | จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง) | มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท) | มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท) 2560 | 13,128 | 3.188 | 41,857 2561 | 14,618 | 3.224 | 47,123 2562 | 15,095 | 3.256 | 49,148 2563 | 17,079 | 3.282 | 56,047 2564 | 16,188 | 3.314 | 53,653 2565 | 16,765 | 3.361 | 56,349	**บทบรรยาย** : มูลค่าของอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลรวมทั้งสิ้น 304,177 ล้านบาท
ลำดับ : 25 ปี พ.ศ. | จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง) | มูลค่าอุบัติเหตุ / ครั้ง (ล้านบาท) | มูลค่าอุบัติเหตุรวม (ล้านบาท) 2560 | 5,536 | 3.188 | 17,651 2561 | 6,201 | 3.224 | 19,990 2562 | 6,510 | 3.256 | 21,196 2563 | 8,166 | 3.282 | 26,798 2564 | 6,691 | 3.314 | 22,176 2565 | 7,807 | 3.361 | 26,240	**บทบรรยาย** : มูลค่าของอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลในช่วงฤดูฝนรวมทั้งสิ้น 134,051 ล้านบาท
ลำดับ : 26	**บทบรรยาย** : การศึกษาและการประเมินประสิทธิผลมาตรการด้วย Crash Modification Factor (CRF) และ Crash Modification Factors (CMF) Crash Modification Factors หรือ CMF สามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการปรับปรุงแก้ไขความปลอดภัยงานทางได้ โดยเมื่ออยู่ภายใต้สภาพปกติ จะมีค่า CMF เท่ากับ 1.00 ซึ่งหากค่า CMF มีค่าน้อยกว่า 1.00 จะหมายถึง มาตรการฯ สามารถช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุได้เมื่อเทียบกับสภาพปกติ นอกจากนี้ ค่า CMF ยังสามารถนำไปใช้สำหรับการหาค่าร้อยละของการลดจำนวนอุบัติเหตุ (Crash Reduction Factor, CRF) โดยค่า CRF เป็นดัชนีที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการความปลอดภัย ซึ่งบ่งบอกถึงร้อยละการลดลงของอุบัติเหตุภายหลังดำเนินการติดตั้งหรือปรับใช้มาตรการ

ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 27 	**บทบรรยาย** : ในการดำเนินโครงการได้เลือกใช้วิธีการปรับปรุงด้วยวิธี Naïve Before-and-After Study เป็นวิธีการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุด้วยวิธีการศึกษาก่อนและหลังอย่างง่าย สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นภายหลังติดตั้งมาตรการและจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นก่อนติดตั้งมาตรการ ควบคู่กับ เทคนิคการประเมินจำนวนอุบัติเหตุเทียบเท่าด้วยวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate Method) มาวิเคราะห์อัตราส่วนจากจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ณ ช่วงถนน โดยการนำจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ พิจารณาเทียบกับปริมาณจราจรและระยะทาง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาของข้อมูลตัวอย่างบนช่วงถนนที่มีปริมาณจราจรและระยะทางที่ต่างกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 : รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง
ลำดับ : 28 	**บทบรรยาย** : ขั้นตอนที่ 2 : คัดเลือกวิธีการปรับปรุงมาตรการความปลอดภัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยทำการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและระบบฐานข้อมูลของกรมทางหลวงเป็นหลัก จากนั้นนำข้อมูลประสิทธิผลของมาตรการผิวทางจาก CMF Clearinghouse ที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศมาพิจารณาร่วมด้วย

ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 29	**บทบรรยาย** : ขั้นตอนที่ 3 : การประเมินประสิทธิผลของมาตรการด้วยวิธี Naïve Before-and-After Study Method และทบทวนผลประเมินจากต่างประเทศโดยแบ่งตามประเภทถนน การวิเคราะห์ประสิทธิผลของมาตรการผิวทางจำนวนอุบัติเหตุและระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว จะวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อุบัติเหตุปรับเทียบกับปริมาณจราจรและระยะทาง จากนั้นทำการกรองข้อมูลในส่วนของฤดูกาลที่เป็นฤดูฝนและยานพาหนะที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรูปแบบการชนและยานพาหนะที่เกี่ยวข้องกับการลื่นไถล
ลำดับ : 30 	**บทบรรยาย** : โครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ สามารถนำผลจากโครงการไปปรับใช้ได้ในอนาคตดังนี้ การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์แบบจตุรภาคสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปวางแผนยกระดับค่าความต้านทานการลื่นไถลของสายทางได้ ตามเกณฑ์ดังนี้ 1. ตำแหน่งที่มีสถิติเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีค่าความต้านทานการลื่นไถลของสายทางต่ำ ให้ดำเนินปรับปรุงสายทางทันที 2. ตำแหน่งที่มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีค่าความต้านทานการลื่นไถลของสายทางปานกลาง ให้พิจารณาเพื่อปรับปรุงองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ 3. ตำแหน่งที่มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีค่าความต้านทานการลื่นไถลของสายทางมาก ให้ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ

ตารางที่ 7-3 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 31	**บทบรรยาย** : แนวทางการนำการศึกษาและการประเมินประสิทธิผลมาตรการด้วย Crash Modification Factor และ Crash Modification Factors มาปรับใช้ในอนาคตได้ต้องมีข้อมูลดังนี้ 1. กายภาพถนน เช่น ชนิดผิวทาง จำนวนช่องจราจร ความกว้างถนน สภาพผิวทาง (IFI IRI MPD Friction) เป็นต้น 2. ข้อมูลสถิติ เช่น ปริมาณจราจรที่ใกล้เคียงกัน และข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจริง (ศึกษาสาเหตุอุบัติเหตุจากการลื่นไถล และพื้นผิวเปียก มีจำนวนเสียชีวิตและบาดเจ็บ) ดำเนินการก่อนและหลังปรับปรุงจากโครงการที่มีวิธีปรับปรุงผิวทางที่สนใจศึกษา เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของมาตรการได้
ลำดับ : 32	**บทบรรยาย** : สุดท้ายนี้กรมทางหลวงขอจะเดินหน้าพัฒนาด้านความปลอดภัยของสายทาง และจะไม่หยุดก้าวต่อไปเพื่อความปลอดภัยของประชาชนสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

7.3 สื่อประชาสัมพันธ์ อธิบายขั้นตอนวิธีการทำงานตามขอบเขตงาน (TOR) ข้อ 4.9 โดยมีความยาวระหว่าง 7 - 10 นาที

ตารางที่ 7-4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 1.	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.25 นาที** **บทบรรยาย :** ปัจจุบันสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง ได้จัดทำโครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลัก และพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย
ลำดับ : 2.	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.25** **บทบรรยาย :** ร่วมกับสถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศ

ตารางที่ 7-4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 3. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.25** **บทบรรยาย :** จากปัญหาและความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน รวมถึงผลกระทบด้านเศรษฐกิจของประเทศจากต้นเหตุการเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ด้วยปัญหาและผลกระทบดังกล่าว กรมทางได้ดำเนินโครงการการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่ จุดเสี่ยงอันตราย โดยมุ่งหวังว่าการศึกษาดังกล่าวจะเป็นก้าวแรกในการบูรณาการในการแก้ไข้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากจากการลื่นไถลแบบครบวงจรเพื่อให้ประชาชนผู้ใช้ทางเกิดความปลอดภัยโดยได้

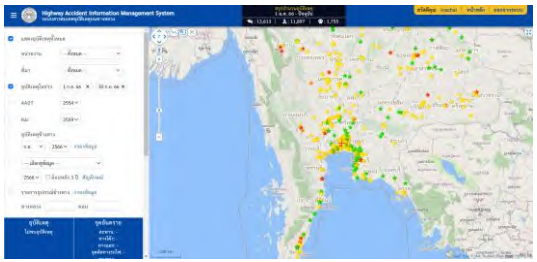
ตารางที่ 7-5 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 4. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** ในส่วนของขั้นตอนการดำเนินโครงการนั้น กรมทางหลวงได้ใช้อุปกรณ์สำรวจประกอบด้วย 1. ชุดสำรวจสภาพความเสียดทานแบบต่อเนื่อง ที่มีข้อดีในการวัดค่าความเสียดทานได้อย่างต่อเนื่อง และใช้ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกข้อมูล

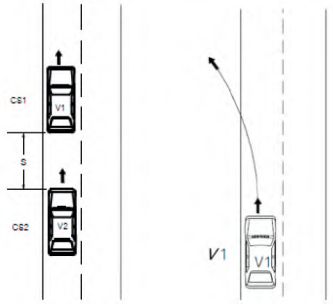
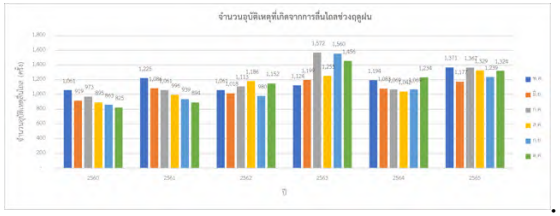
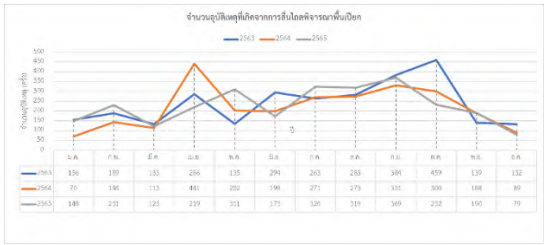
ตารางที่ 7-5 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 5. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** 2. ชุดอุปกรณ์สำรวจเลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง ที่สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกเฉลี่ยในหน่วยมิลลิเมตรได้ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทาง ได้ด้วยชุดเลเซอร์เฉพาะที่ติดตั้งอยู่กับรถสำรวจ
ลำดับ : 6. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** สายทางที่ทำการสำรวจในโครงการประกอบด้วย 1. สายทางที่ใช้เพื่อประกอบการขอตั้งแผนงบประมาณเพื่อแก้ไขปัญหาจากเหตุถนนลื่นจากทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง 2. สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการสัญจรของรถจำนวนมาก 3. สายทางประเภทต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพ และความคงทนของค่าความต้านทานการลื่นไถล 4. สายทางที่กำหนดให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม 5. สายทางที่เป็นพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

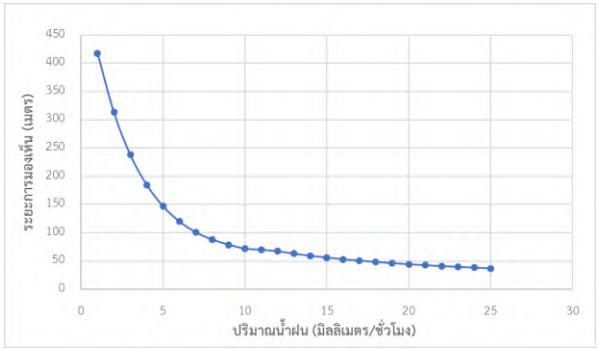
ตารางที่ 7-5 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 7.   	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.75 นาที** **บทบรรยาย :** ทั้งนี้ได้มีการบูรณาการข้อมูลสำรวจเข้ากับระบบ HAIMS (อ่านว่า เฮมส์) ซึ่งเป็นระบบวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก เพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้งานที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุในอดีต และวางแผนอำนวยความปลอดภัยในอนาคต โดยมีจุดเด่นอยู่ที่การกรองข้อมูลร่วมกันได้หลากหลายเงื่อนไข ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการนี้อย่างมาก นอกจากนี้ระบบยังสามารถแสดงผลในรูปแบบของคลัสเตอร์ รองรับการค้นหาอุบัติเหตุบริเวณโรงเรียน และสามารถแสดงผลพื้นที่จุดเสี่ยงอันตรายได้อีกด้วย

ตารางที่ 7-6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 8. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.75 นาที** **บทบรรยาย :** การดึงข้อมูลลักษณะการเกิดอุบัติเหตุบนระบบ HAIMS สามารถทำได้ โดยเลือกประเภทของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากในช่วงของฤดูฝนตามเงื่อนไข ต่อไปนี้ 1. ชนกันบนถนนในทิศทางเดียวกัน (Vehicle from one direction) 2. อุบัติเหตุนอกทางบนทางตรง (Off Path on Straight) 3. อุบัติเหตุนอกทางบนทางโค้ง (Off Path on Curve)
ลำดับ : 9  	**เวลา : (วินาที/นาที) 1.5 นาที** **บทบรรยาย :** จะเห็นได้ว่าลักษณะการชนที่กล่าวมานั้น มีสาเหตุเกิดจากการลื่นไถลทั้งหมด เมื่อพิจารณาข้อมูลย้อนหลัง 6 ปี พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลมีจำนวนทั้งสิ้น 92,873 ครั้ง และเมื่อพิจารณาเฉพาะในช่วงฤดูฝน พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลมีจำนวนทั้งสิ้น 40,911 ครั้ง คิดเป็น 44% ของอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลทั้งหมด **หากแบ่งตามความรุนแรงจะสามารถแบ่งได้ดังนี้** 1. อุบัติเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต 3,346 ครั้ง 2. จำนวนผู้เสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุ 3,967 ราย 3. จำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุ 4,671 ราย 4. ผู้บาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุจำนวน 23,905 ราย ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ทั้งสิ้น 134,051 ล้านบาท

ตารางที่ 7-6 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 10. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.25 นาที** **บทบรรยาย :** จากโครงการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรเพื่อบริหารงานศูนย์บริการจราจรและอุบัติเหตุชั่วคราว ของกรมทางหลวง ได้นำเสนอความเร็วจำกัดที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ โดยใช้ป้ายจำกัดความเร็วแบบปรับเปลี่ยนได้ ครอบคลุมพื้นผิวถนน ทั้งแบบแอสฟัลต์คอนกรีต และแบบซีเมนต์คอนกรีต โดยความเร็วที่แสดงไว้ ได้จากการนำตัวแปรด้านสภาพอากาศ และตัวแปรด้านสภาพถนนมาพิจารณาด้วยเช่นกัน
ลำดับ : 11. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** โดยตัวแปรด้านสภาพอากาศ คือ ทัศวิสัยที่แปรผันตามความรุนแรงของฝนหรือหมอก ตัวแปรด้านสภาพถนน คือ ความชัน และค่าดัชนีความเสียดทานสากล ซึ่งได้จากการสำรวจในโครงการด้วยอุปกรณ์สำรวจดังที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น

ตารางที่ 7-6 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
<table><tr><td>ปริมาณน้ำฝน (mm./hr.)</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.4</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>0.7</td></tr><tr><td>0</td><td>111</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td></tr><tr><td>2</td><td>84</td><td>114</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td><td>120</td></tr><tr><td>4</td><td>63</td><td>84</td><td>99</td><td>110</td><td>119</td><td>120</td><td>120</td></tr><tr><td>6</td><td>47</td><td>63</td><td>73</td><td>81</td><td>87</td><td>92</td><td>96</td></tr><tr><td>8</td><td>40</td><td>52</td><td>60</td><td>66</td><td>70</td><td>74</td><td>77</td></tr><tr><td>10</td><td>37</td><td>49</td><td>56</td><td>61</td><td>66</td><td>69</td><td>72</td></tr><tr><td>12</td><td>37</td><td>48</td><td>55</td><td>60</td><td>65</td><td>68</td><td>71</td></tr><tr><td>14</td><td>32</td><td>42</td><td>48</td><td>52</td><td>56</td><td>58</td><td>61</td></tr></table>	
ลำดับ : 12. 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** ผลจากการดำเนินโครงการ พบว่า ความเร็วขับขี่ที่เหมาะสมในช่วงฝนตก ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง **40 – 60 กม./ชม.** โดยหากเป็นทางคดเคี้ยวหรือลงเขา ให้ลดความเร็วจากช่วงดังกล่าวลงมา

ตารางที่ 7-6 การวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 13. **ภาพการซ่อมถนนวิธีต่าง ๆ** 	**เวลา : (วินาที/นาที) 0.5 นาที** **บทบรรยาย :** อีกทั้งจากการสำรวจยังพบว่า หากต้องการปรับปรุงผิวทางให้มีค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มขึ้น สามารถเลือกใช้วิธีการซ่อมบำรุงของของกรมทางหลวงได้ ดังนี้ 1. เสริมผิวลาดยาง (Overlay) 2. เสริมผิวลาดยางและขูดไส (Overlay and Milling) 3. ซ่อมสร้างบูรณะผิวทาง (Rehabilitation) 4. นำวัสดุผิวทางกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) 5. ฉาบผิวลาดยาง (Slurry seal) 6. ฉาบผิวทางแบบชิฟซีล (Chip seal)

ตารางที่ 7-7 สรุปผลการดำเนินงาน

ลำดับ	บทบรรยาย
ลำดับ : 14. 	**ฉาก : .....** **เวลา : (วินาที/นาที) 1 นาที** **เสียง / ดนตรี : .....** **เสียงเอฟเฟ็กต์ : .....** **บทบรรยาย :** จากผลลัพธ์ของโครงการ กรมทางหลวง ได้ กำหนดเกณฑ์สำหรับวางแผนการสำรวจระดับโครงข่ายไว้ดังนี้ 1. ตำแหน่งที่มีสถิติเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีความเสียดทานต่ำ ให้ดำเนินปรับปรุงสายทางทันที 2. ตำแหน่งที่มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีค่าความเสียดทานกลาง ให้พิจารณาเพื่อปรับปรุงองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ 3. ตำแหน่งที่มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า 2 ครั้งในรอบ 3 ปี และมีค่าความเสียดทางมาก ให้ติดตามและพิจารณาองค์ประกอบความปลอดภัยอื่น ๆ สุดท้ายนี้กรมทางหลวงขอความร่วมมือผู้ใช้ทางควบคุมความเร็วของยานพาหนะให้เป็นไปตามข้อแนะนำของกรมทางหลวง พร้อมสังเกตป้ายลดความเร็ว หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้ทาง

บทที่ 8

การจัดทำรายงานและแผนการดำเนินงาน

8.1 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

8.1.1. ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากข้อมูลที่ทางที่ปรึกษาจะต้องรวบรวมมีแหล่งที่มาจากหลายที่ หลายสำนักในกรมทางหลวง รวมถึงการติดต่อประสานงานกับสำหนักงานทางหลวง และแขวงทางหลวงโดยตรง ซึ่งเป็นผลให้ต้องใช้เวลาในการดำเนินการนาน เป็นผลทำให้โครงการล่าช้า

8.1.2. แนวทางการแก้ไข

ณ ตอนนี้ทางที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงมีแนวทางจะเร่งการสำรวจ โดยอาจจะเพิ่มชุดเครื่องมือสำรวจ ซึ่งก่อนการเริ่มดำเนินงานจะนำเครื่องมือไปวิ่งทดสอบที่พื้นที่ทดสอบ เพื่อนำค่ามาสอบเทียบ และนำเรียนกรรมการอีกครั้งก่อนการวิ่งสำรวจ เพื่อให้ได้ค่าจากการทดสอบที่ถูกต้องที่สุด

8.2 กำหนดการส่งมอบ

ตารางที่ 8-1 กำหนดการส่งมอบเอกสารรายงาน

ลำดับที่	รายงาน	กำหนดส่งมอบ	จำนวน (ฉบับ)
1	รายงานเบื้องต้น (Inception Report)	7 ม.ค. 65	15
2	รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report 1)	6 ก.พ. 66	15
3	รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 (Progress Report 2)	7 เม.ษ. 66	15
4	รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 3 (Progress Report 3)	6 มิ.ย. 66	15
5	รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 4 (Progress Report 4)	5 ส.ค. 66	15
6	ร่างรายงานขั้นสุดท้าย (Draft Final Report)	4 ก.ย. 66	15
7	รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report) ● รายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและคู่มือแนะนำ ● รายงานขั้นสุดท้าย (สี) ซึ่งเป็นรายงานที่ได้รับการปรับปรุงจากร่างรายงานขั้นสุดท้าย ● รายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์สำหรับผู้บริหาร ● คู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่าง ๆ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางและแนวทางการตรวจสอบความต้านทานการลื่นไถลระดับโครงข่าย (Network Level) ● รายงาน รูปแบบ แนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการลื่นไถล ตามปัจจัยต่าง ๆ อย่างน้อย 20 กรณี	4 ต.ค. 66	 15 15 35 150 150

8.3 แผนการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 8-2 แผนการดำเนินงานโครงการสำรวจความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนโครงข่ายทางหลวงสายหลักและพื้นที่จุดเสี่ยงอันตราย

รายละเอียดงาน		งวดงาน	Inception			Progress 1				Progress 2							Progress 3							Progress 4							Draft Final				Final			
		เดือน	ธันวาคม			มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม			เมษายน				พฤษภาคม				มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน			
		สัปดาห์	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	**งานศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น**	5																																					
		5																																					
1.1	ศึกษาการสำรวจและประเมินสภาพความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง(Skid Resistance)	1.25			0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21																													
		1.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10																								
1.2	ศึกษาและพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง	1.25			0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21																													
		1.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10																								
1.3	ศึกษา รวบรวม ข้อมูลค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่จัดเก็บโดยกรมทางหลวง	1.25			0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21																													
		1.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10																								
1.4	ศึกษา รวบรวม ข้อมูลสายทางในระบบฐานข้อมูลที่กรมทางหลวงมีอยู่ (ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลประชากร ข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ข้อมูลแผนพัฒนาจังหวัด ข้อมูลแผนพัฒนาท้องถิ่น)	1.25			0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21																													
		1.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10																								
2	**การคัดเลือกและวางแผนสายทางสำรวจ**	5																																					
		5																																					
2.1	คัดเลือกวางแผนสำรวจโดยมีระยะทางไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลเมตร	5			0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83																													
		5	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462	0.38462																								
3	**การจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำรวจ**	5.01																																					
		5.01																																					
3.1	อุปกรณ์สำรวจสภาพความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้รถสำรวจค่าความเสียดทาน	1.67	0.42	0.42	0.42	0.42																																	
		1.67	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846																								
3.2	อุปกรณ์สำรวจค่าลักษณะความลึกผิวทางเฉลี่ย (Mean Profile Depth : MPD)	1.67	0.42	0.42	0.42	0.42																																	
		1.67	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846																								
3.3	กล้องบันทึกภาพองค์ประกอบต่างๆของแปลงทดสอบ	1.67	0.42	0.42	0.42	0.42																																	
		1.67	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846	0.12846																								
4	**การดำเนินการสำรวจสภาพทาง**	20																																					
		20																																					
4.1	กำหนดรูปแบบการสำรวจและสอบเทียบเครื่องทดสอบที่ใช้ในการสำรวจสภาพทาง	2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25																													
		2	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385	0.15385																								
4.2	สำรวจสภาพความต้านทานการลื่นไถลโดยใช้รถสำรวจค่าความเสียดทาน																																						
	- สำรวจ 18 สำนัก ไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางหลัก ปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการเดินทางของรถจำนวนมาก หรือ สถิติ	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางที่ให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. ไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สำรวจเพื่อศึกษา Deteration Model ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
4.3	สำรวจลักษณะความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)																																						
	- สำรวจ 18 สำนัก ไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางหลัก ปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการเดินทางของรถจำนวนมาก หรือ สถิติ	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางที่ให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. ไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สำรวจเพื่อศึกษา Deteration Model ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
4.4	ถ่ายภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว																																						
	- สำรวจ 18 สำนัก ไม่น้อยกว่า 1,800 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางหลัก ปริมาณรถบรรทุกหรือปริมาณการเดินทางของรถจำนวนมาก หรือ สถิติ	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สายทางที่ให้ใช้ความเร็ว 120 กม./ชม. ไม่น้อยกว่า 200 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	- สำรวจเพื่อศึกษา Deteration Model ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลเมตร	1.5								0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		1.5												0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
5	**ประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทางและรวบรวมจากระบบฐานข้อมูล**	5																																					
		5																																					
5.1	ประมวลผลจากการรวบรวมข้อมูลจากระบบ	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5.2	ประมวลผลจากการสำรวจ	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6	**จัดเก็บข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง**	5																																					
		5																																					
6.1	นำข้อมูลลงระบบ MIIS	5												0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		5																0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	
7	**วิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุใน**	15																																					
		15																																					
7.1	นำข้อมูลจากการสำรวจและจากการรวบรวมนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาตำแหน่งจุดเสี่ยงที่อาจ	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
7.2	วิเคราะห์ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ การลื่นไถลบนผิวทาง	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
7.3	วิเคราะห์ เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาตรวจสอบที่เหมาะสมกับสายทางที่กฎหมายให้ใช้	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
7.4	วิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ อันเนื่องมาจากการเสียชีวิตและทรัพย์สิน ที่มี	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
7.5	วิเคราะห์ข้อมูลด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการลื่นไถลของยานพาหนะบนผิวทาง	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
7.6	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแก่ผู้บริหาร	2.5												0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
		2.5												0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15		
8	**นำเสนอแนวทางและวิธีเก็บข้อมูลด้านความปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงของการ**	15																																					
		15																																					
8.1	เสนอแนวทางในการวางแผนการสำรวจแก้ไขเชิงป้องกัน เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิด	5															0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
		5															0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.26	0.26	0.26	0.4	0.4	0.51	0.51
8.2	การศึกษาประสิทธิภาพทางวิศวกรรมความปลอดภัยและด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมตาม	5															0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
		5															0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.26	0.26	0.26	0.4	0.4	0.51	0.51
8.3	นำเสนอ รูปแบบ แนะนำเบื้องต้นเพื่อนปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อ	5															0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
		5															0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.26	0.26	0.26	0.4	0.4	0.51	0.51
9	**การจัดทำรายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย จำทำคู่มือแนะนำแนวทางการ**	15																																					
		15																																					
9.1	รายงานข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์ สำหรับผู้บริหาร	3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9.2	คู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่างๆ เครื่องจักรและรูปแบบในการก่อสร้าง	3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		3																																0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9.3	คู่มือแนะนำแนวทางการเลือกใช้ผิวทางประเภทต่างๆ หรือปรับปรุงด้วยวิธีการต่างๆ	3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		3																																0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9.4	คู่มือแนะนำแนวทางเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง พื้นที่จุดเสี่ยง การวางแผน สำหรับการ	3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		3																																0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9.5	รายงาน รูปแบบ แนะนำเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขสภาพผิวทางและโครงสร้างชั้นทางเพื่อ	3																													0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
		3																																0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
10	**จัดอบรมเพื่อเผยแพร่ความรู้**	5																																					
		5																																					
10.1	On-site 60 ท่าน ไม่น้อยกว่า 1 วัน	5																																			0.63



สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

ร่วมกับ

สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย