การจัดทำหลักเกณฑ์การประเมินความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง สำหรับการประเมินโครงการระหว่างก่อสร้าง ประจำปี พ.ศ. 2569

นายปรนิก จิตต์อารีกุล
วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ
สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

นายพงศกร ทานาค
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักมาตรฐานและประเมินผล

นางสาวณณิชา ศุภางค์
วิศวกรโยธาชำนาญการ
สำนักมาตรฐานและประเมินผล

งานสัมมนาทางวิชาการเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และตรวจสอบ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569
กรมทางหลวง

OUTLINE

01

บทนำ

ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง
เครื่องมือทดสอบ

02

ศึกษารวบรวมข้อมูล

เกณฑ์ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่กำหนด
พิจารณาค่า μ ของผิวทางสองประเภท

03

การจัดการข้อมูล

ขอบเขตข้อมูลที่ทดสอบ
ปรับปรุงค่า μ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

04

การกำหนดหลักเกณฑ์การประเมิน

05

สรุปผลการประเมิน

06

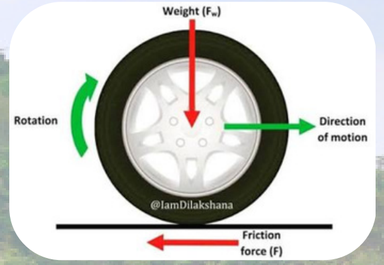
ประโยชน์และข้อเสนอแนะ

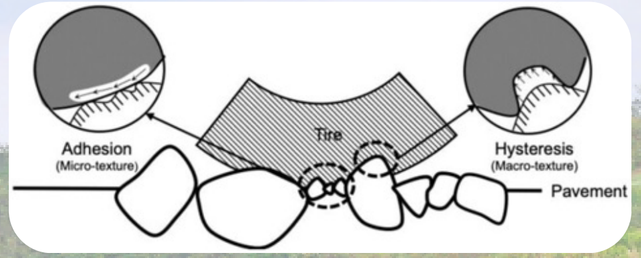
บทนำ

ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง (Skid Resistance)

ปัจจัยควบคุมการยึดเกาะของยางรถยนต์กับผิวทางขณะเบรก บังคับเลี้ยว และเร่งความเร็ว โดยเฉพาะในสภาวะผิวทางเปียก ซึ่งเชื่อมโยงโดยตรงกับอุบัติเหตุจากถนนลื่น

อุบัติเหตุจากถนนลื่น พ.ศ. 2568
1,104 ครั้ง
4% ของอุบัติเหตุบนถนน





ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง

- Coefficient of Friction μ = F/Weight
- แรงเสียดทานของผิวทาง F = Adhesion + Hyteresis

กรมทางหลวงยังไม่มีการนำค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางมาใช้เป็นเกณฑ์ตรวจรับงานตามสัญญา หรือกำหนดเป็นเกณฑ์ประเมินคุณภาพงานตั้งแต่ขั้นตอนระหว่างก่อสร้าง

วัตถุประสงค์

จัดทำหลักเกณฑ์การให้คะแนนความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง สำหรับประเมินคุณภาพงานก่อสร้างของกรมทางหลวง

บทนำ

เครื่องมือทดสอบความต้านทานการลื่นไถลแบบต่อเนื่อง

ASFT T-10 (Airport Surface Friction Tester)
- ISO 8349 / ASTM E1551
- ติดตั้งเครื่องมือวัดแรงเสียดทานแบบ Fixed-slip กับรถ
- ฉีดพ่นน้ำ ความหนาของฟิล์มน้ำ 1.0 มม.
- อัตราหน่วงความเร็วล้อ 13%
- ประมวลผลร่วมกับค่า MPD ให้ได้ค่า IFI

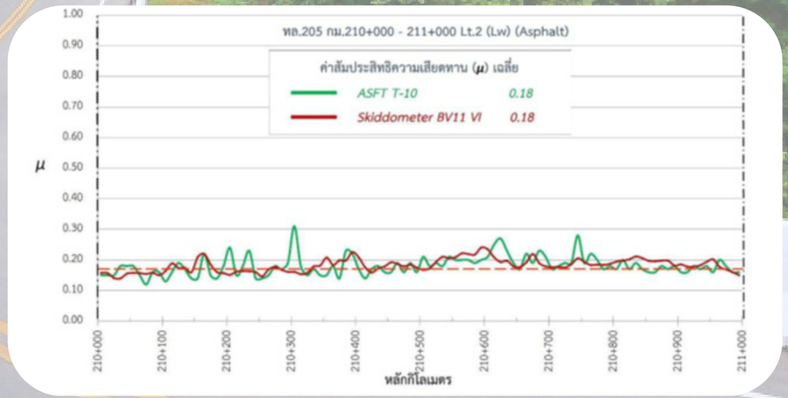


Skiddometer BV11 VI (Vehicle Integration)
- ติดตั้งเครื่องมือวัดแรงเสียดทานแบบ Fixed-slip กับรถ
- ฉีดพ่นน้ำ ความหนาของฟิล์มน้ำ 1.0 มม.
- อัตราหน่วงความเร็วล้อ 17%
- ได้ค่า μ ผ่าน μ-Sensor
- แต่ไม่มีค่า MPD



การทดสอบ
- วัดค่า μ เฉลี่ยทุก 10 เมตร
- ความหนาของฟิล์มน้ำ 1.0 มม.
- ความเร็ว 60 กม./ชม.

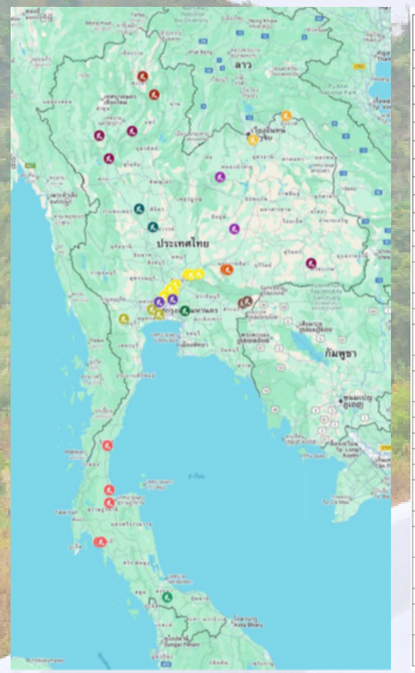
ผลการสอบเทียบ (Calibration) ค่า μ จากทั้งสองเครื่องมือมีความสอดคล้องกันสูง
ผลต่างค่า μ สัมบูรณ์เฉลี่ย 0.04 จาก 22 คู่พื้นที่ทดสอบ
จึงสามารถใช้ค่า μ เป็นดัชนีร่วมกันได้



ศึกษารวบรวมข้อมูล

เกณฑ์ระดับพึงระวังและระดับปรับปรุงแก้ไขของกรมทางหลวง

เกณฑ์ระดับ	IFI	μ	BPN
ค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level)	0.32	0.43	42
ค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)	0.25	0.29	30



ลำดับที่	หมายเลขทางหลวง	ชื่อสายทาง	กม.เริ่มต้น – กม.สิ้นสุดที่ทำการทดสอบ
1	24	แยกปักธงชัย - แยกโชคชัย ตอน 1	39+500 – 45+500
2	24	แยกปักธงชัย - แยกโชคชัย ตอน 2	45+500 – 51+350
3	1	แม่เชียงรายบน - ตอนใหม	583+216 – 593+569
4	106	บ.แม่ป้าไผ่ - ต.แม่เต้น	154+491 – 168+391
5	3395	บ.ช่องลุ่ม - บ.โคคลาน ตอน 1	86+000 – 100+000
6	3395	บ.ช่องลุ่ม - บ.โคคลาน ตอน 2	100+000 – 114+000
7	365	ทางเลี่ยงเมืองนะเชิงทวาด้านเหนือ	1+106 – 5+009
8	41	อ.ไชยา - อ.บ้านนาเดิม (เป็นตอน ๆ) ตอน 1	127+000 – 137+000
9	41	อ.ไชยา - อ.บ้านนาเดิม (เป็นตอน ๆ) ตอน 3	157+000 – 195+000
10	4114	แยก ทล.41 (สมอทอง) - ชายทะเล	3+720 – 5+300
11	4	สามแยกปลาลิง - อ.เหนือคลอง ตอน 1	970+108 – 977+625
12	4	สามแยกปลาลิง - อ.เหนือคลอง ตอน 2	977+625 – 984+544
13		ทางเลี่ยงเมืองหนองคาย (ด้านตะวันออก) ตอน 1	502+000 – 507+750 0+000 – 1+525
14	3208	เขาวัว – เหมืองผาปกต้างคาว ตอน 2	25+656 – 40+656
15	338	สะพานข้ามแม่น้ำนครชัยศรี (ทางคู่ขนาน)	25+150 – 28+670
16	9	วงแหวนรอบนอก (ด้านตะวันตก) ช่วงพระประแดง - บางแค	15+217 – 21+803
17	1074	บ.คอปล้อง - บ.เว็งบ้าน	30+175 – 41+650
18		ทางเลี่ยงเมืองนครสวรรค์ ด้านตะวันออก ตอน แยก ทล. 117 - บรรจบ ทล. 225 ตอน 4	11+200 – 15+267
19	1202	พะเยา - บ.สันต้นแหน	8+500 – 37+782
20	1020	ไปงเกลือ - บ้านปล้อง - ขมกู (เชียงราย)	53+600 – 56+200
21	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 18	72+328 – 74+300
22	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 19	74+300 – 77+000
23	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 21	82+500 – 86+000
24	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 23 (รวมทางแยกต่างระดับปากช่อง)	102+000 – 110+900
25	6	บางปะอิน - สระบุรี – นครราชสีมา ตอน 5	15+000 – 27+500
26	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 1 (รวมทางแยกต่างระดับบางปะอิน 2)	0+000 – 7+332
27	6	บางปะอิน - สระบุรี - นครราชสีมา ตอน 4 (รวมทางแยกต่างระดับวังน้อย)	9+008 – 15+000
28	340	แยกบางบัวทอง - คลองเจ็ก	0+000 – 6+800
29	305 - 352	ปรับปรุงทางแยกต่างระดับทาง ทล.305 ตัดกับ ทล.352	14+767 – 15+554
30	42	บ.คลองแอะ – จุดผ่านแดนถาวรสุไหงโก-ลก ตอน บ.โต๊ะบนท์ - บ.ตำชิง	15+000 – 25+720

ผลการทดสอบความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางโครงการระหว่างก่อสร้างประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

- 30 โครงการ
- ระยะทางทดสอบ 663 กม. (คอนกรีต 406 กม. และแอสฟัลต์ 257 กม.)
- ข้อมูลค่า μ รวม 68,966 จุดข้อมูล (คอนกรีต 43,246 จุด และแอสฟัลต์ 25,720 จุด)

ค่า μ แบ่งตามเกณฑ์ได้ดังนี้

- 74.41% ≥ 0.43 (พึงระวังขึ้นไป)
- 22.53% 0.29 – 0.43 (ช่วงกึ่งกลาง)
- 3.05% < 0.29 (ปรับปรุงแก้ไข)



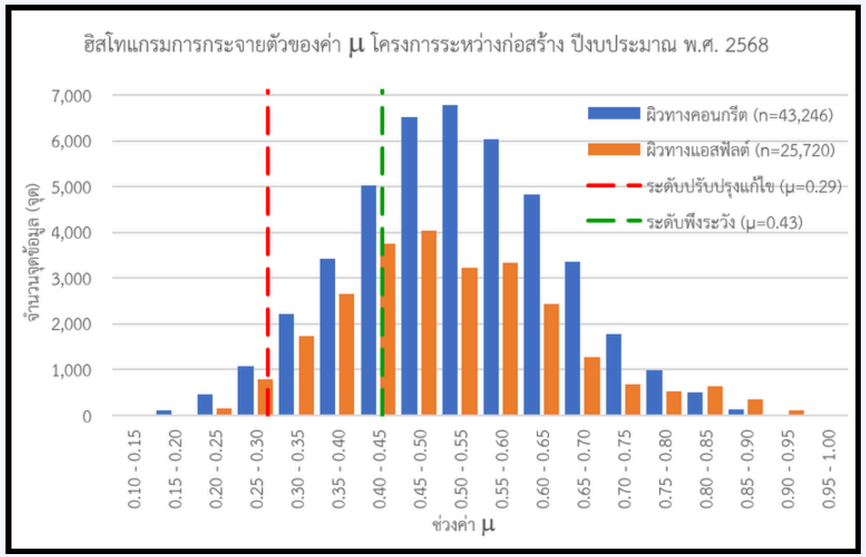
สอดคล้องทฤษฎีกระบวนการขัดมัน (Polishing Process)

ใช้ค่า μ ในการทดสอบ เนื่องจาก

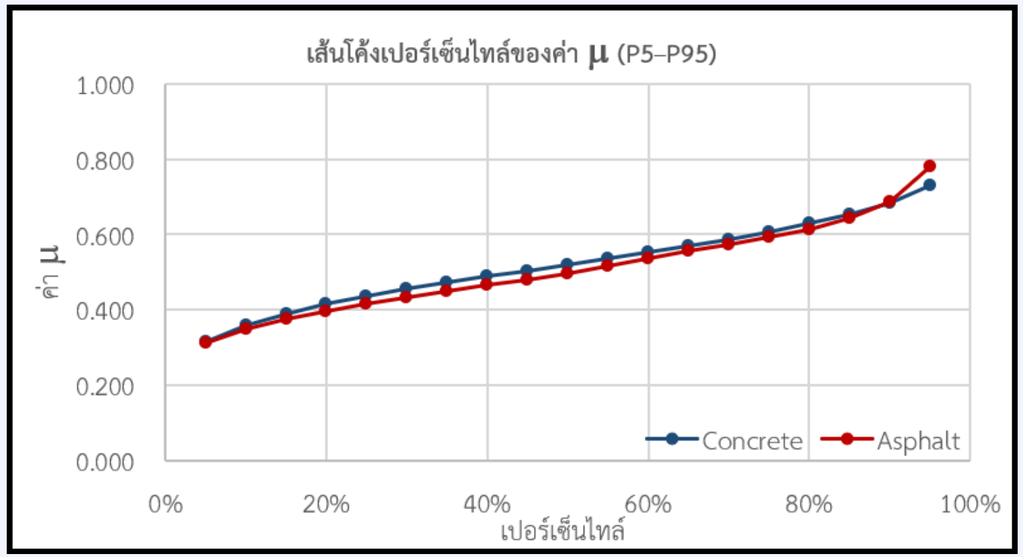
- ข้อจำกัดของเครื่องมือ
- ใช้เป็นดัชนีร่วมได้ระหว่างเครื่องมือ
- มีกำหนดในเกณฑ์อยู่แล้ว
- นำไปต่อยอดหาค่า IFI ได้

ศึกษารวบรวมข้อมูล

ฮิสโตแกรมการกระจายตัวของค่า μ



เปอร์เซ็นไทล์ค่า μ ของผิวทางทั้งสองประเภท



การเปรียบเทียบเชิงสถิติ

รายการ	คอนกรีต	แอสฟัลต์	ผลต่าง
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.521	0.512	0.009
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.126	0.135	-0.009
สัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV)	24.10%	26.40%	-2.30%
ค่ามัธยฐาน (Median / P50)	0.52	0.496	0.023
เปอร์เซ็นไทล์ที่ 10 (P10)	0.357	0.347	0.01
เปอร์เซ็นไทล์ที่ 90 (P90)	0.683	0.687	-0.004
สัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV)	24.10%	26.40%	-2.30%

การทดสอบความสมมูล (TOST)

รายการ	ค่า	คำอธิบาย
ผลต่างค่าเฉลี่ย	0.0093	ต่างกันน้อยมากในเชิงวิศวกรรม
ผลต่างเชิงสัมพัทธ์	1.80%	
ขนาดอิทธิพล (Cohen's d)	0.072	ต่ำกว่า 0.2 คือ ต่างกันในทางปฏิบัติน้อย
ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของผลต่าง (ล่าง)	0.0072	
ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของผลต่าง (บน)	0.0113	
ขอบเขตยอมรับความสมมูล	±0.050	ค่า μ ที่ต่างกันน้อยกว่านี้ถือว่าไม่มีนัย
สรุปการทดสอบความสมมูล (TOST)	**สมมูล**	ช่วงความเชื่อมั่น 95% อยู่ภายใน ±0.05

สรุปได้ว่าค่า m ของผิวทางทั้งสองประเภทมีความสมมูลกัน มีความใกล้เคียงกันมาก และรองรับการใช้แทนกันได้

การจัดการข้อมูล

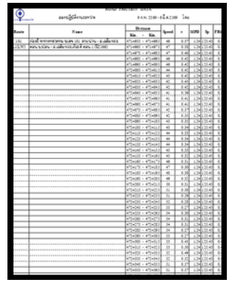
ขอบเขตข้อมูลที่ทดสอบ

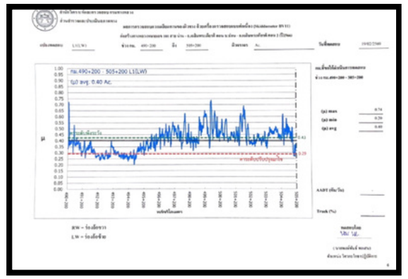
โครงการระหว่างก่อสร้างประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

- 30 โครงการ
- ระยะทางทดสอบ 663 กิโลเมตร
- จุดทดสอบ 68,966 จุด

โครงการระหว่างก่อสร้างประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569

- 16 โครงการ
- ระยะทางทดสอบ 256 กิโลเมตร
- จุดทดสอบ 25,633 จุด





ปรับปรุงค่า μ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

แปลงค่า μ ให้เป็นค่า FR60 ที่ความเร็ว 60 กม./ชม.
เนื่องจากในทางปฏิบัติหน้างานไม่สามารถทำความเร็วได้คงที่

$$FR_{60} = FR \times e^{[(S-60)/S_p]}$$ โดย FR คือค่า μ ที่วัดได้ ณ ความเร็ว S

และ $S_p = 14.2 + (89.7 \times MPD)$

ในกรณีที่ไม่มีค่า MPD จะใช้ค่าตัวแทน

ตัดค่าสุดขั้ว (Outlier)

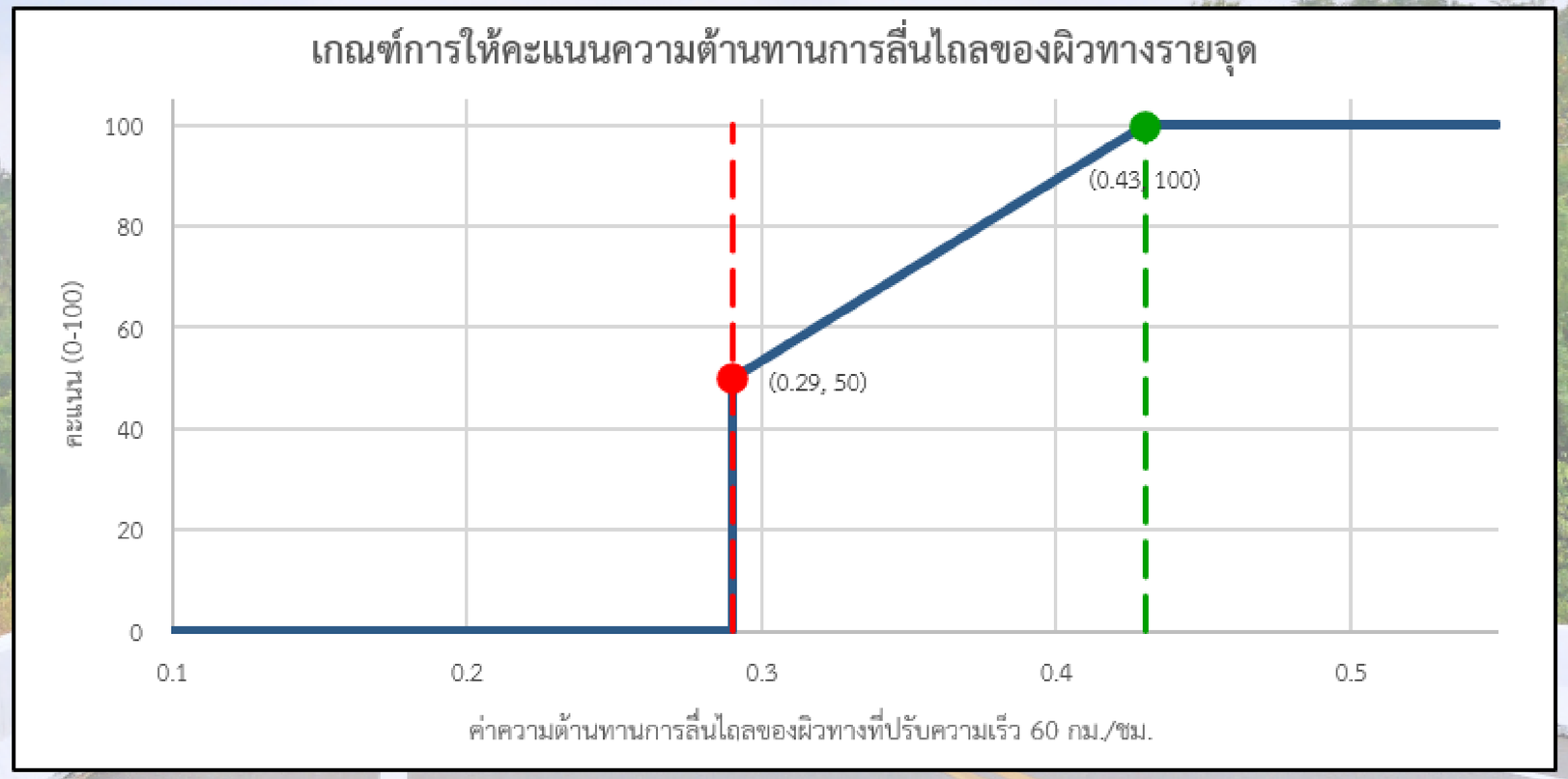
จากความผิดปกติจากการทดสอบของเครื่องมือ
อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E274 ASTM E1960 และ PIARC
ค่า μ ต้องอยู่ในช่วง 0.10 ถึง 1.00 (สูงกว่า 1.00 เกินขีดจำกัดทางทฤษฎี ต่ำกว่า 0.10 สูญเสียการสัมผัสของล้อทดสอบ)

พบค่าสุดขั้วปรากฏในผลทดสอบ ประจำปี พ.ศ. 2569 รวม 10 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.03

การกำหนดหลักเกณฑ์การประเมิน

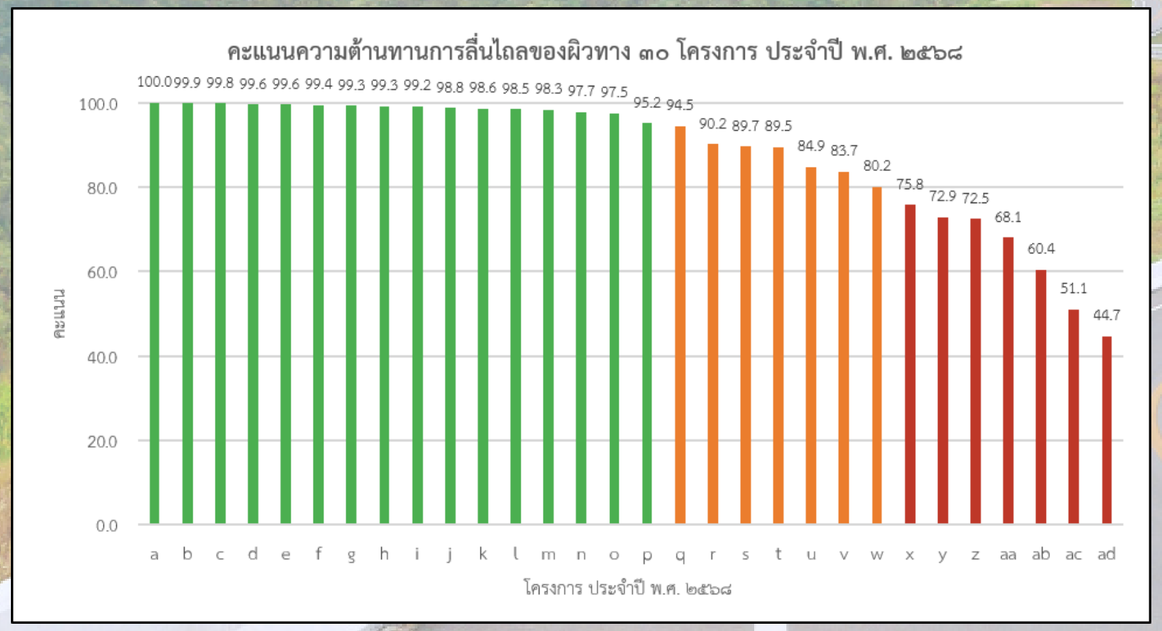
สูตรคำนวณคะแนนแบบ Piecewise Linear

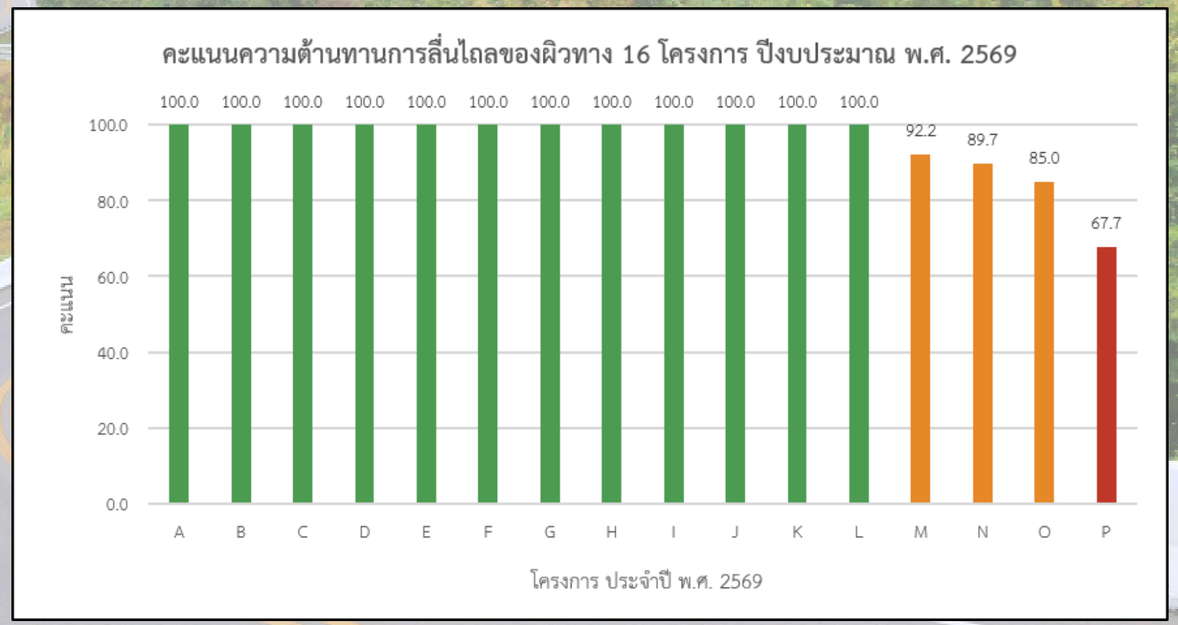
คะแนน = 100	เมื่อ FR60 ≥ 0.43	
คะแนน = 50 + [(−0.29)/0.14] × 50	เมื่อ 0.29 ≤ FR60 < 0.43	– ไล่ระดับเพื่อให้เห็นความต่างคุณภาพ
คะแนน = 0	เมื่อ FR60 < 0.29	– ไม่ไล่ระดับเพราะควรปรับปรุง



สรุปผลการประเมิน

รายการ	ปี พ.ศ. 2568	ปี พ.ศ. 2569
จำนวนโครงการ	30	16
ระยะทางทดสอบ	663.10 กม.	256.33 กม.
จุดทดสอบ	68,966 จุด	25,633 จุด
จุดต่ำกว่าเกณฑ์ปรับปรุงแก้ไข	2,104 จุด	2,037 จุด
ระยะทางที่ต้องปรับปรุง	21.04 กม.	20.37 กม.
สัดส่วนที่ต้องปรับปรุง	ร้อยละ 3.2	ร้อยละ 7.9





ประโยชน์และข้อเสนอแนะ

ประโยชน์

- ยกระดับการประเมินคุณภาพโครงการก่อสร้างของกรมทางหลวง
- แก้ปัญหาเชิงรุกในการแก้ปัญหาก่อนการเปิดใช้งาน มีส่วนช่วยในการประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุง
- มีข้อมูลตั้งต้นพื้นฐานในการดำเนินการพัฒนาและติดตามผลการดำเนินงานต่อ

ข้อเสนอแนะ

- จัดหาเครื่องมือ Laser MPD เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถคำนวณดัชนี IFI ได้อย่างสมบูรณ์ ยกระดับให้เทียบเท่ามาตรฐานสากล
- จัดเก็บฐานข้อมูลตั้งต้น และดำเนินการตรวจสอบซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบผลหลังเปิดใช้งาน และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ
- พัฒนาสูตรการให้คะแนนภายหลังมีข้อมูลทดสอบซ้ำ โดยเพิ่มตัวแปรระยะเวลาใช้งาน ปริมาณจราจรสะสม และประเภทผิวทาง


Thank you!