



สำนักบริหารบำรุงทาง
กรมทางหลวง

รายงานสิ้นสุดท้าย (Final Report)



**โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวง
ในระยะยาว ปี 2568**



CUTI
สถาบันขนส่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY
TRANSPORTATION INSTITUTE



สิงหาคม 2568



สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ผลสรุปการปฏิบัติงานในช่วงที่ผ่านมา	1-1
1.1 พื้นที่สำรวจ	1-1
1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง	1-4
1.3 การสำรวจสภาพทาง	1-26
1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ	1-116
1.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet	1-129
1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet	1-162
1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง	1-189
1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง	1-251
บทที่ 2 ความล่าช้าและปัญหา	2-1
2.1 รายงานความล่าช้า	2-1
2.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	2-1
2.2.1 รายงานปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจภายในโครงการ	2-1
2.2.2 รายงานปัญหาและอุปสรรคเรื่องการเชื่อมต่อฐานข้อมูล Roadnet	2-4
2.2.3 รายงานปัญหาและอุปสรรคเรื่องข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์	2-10



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1	แสดงระยะทางสำรวจรายสำนัก แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ.....	1-1
ตารางที่ 1-2	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	1-7
ตารางที่ 1-3	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS (กลุ่มที่ปรึกษา)	1-8
ตารางที่ 1-4	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ..	1-9
ตารางที่ 1-5	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)	1-10
ตารางที่ 1-6	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	1-12
ตารางที่ 1-7	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS (กลุ่มที่ปรึกษา)	1-13
ตารางที่ 1-8	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).....	1-15
ตารางที่ 1-9	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).....	1-15
ตารางที่ 1-10	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุปกรณ์สำรวจระบบ Laser Profilometer).....	1-18
ตารางที่ 1-11	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อุปกรณ์สำรวจระบบ LCMS)	1-18
ตารางที่ 1-12	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) .	1-19
ตารางที่ 1-13	แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง	1-22
ตารางที่ 1-14	รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม GPS/GNSS.....	1-25
ตารางที่ 1-15	รายชื่อติดต่อผู้ประสานงานโครงการแขวงทางหลวง	1-33
ตารางที่ 1-16	เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น	1-37
ตารางที่ 1-17	ระยะทางสำรวจแบ่งตามอุปกรณ์	1-41
ตารางที่ 1-18	การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI	1-50
ตารางที่ 1-19	การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า RUTTING	1-54
ตารางที่ 1-20	การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า MPD	1-58
ตารางที่ 1-21	ตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา.....	1-65
ตารางที่ 1-22	ตารางสรุปพื้นที่ในการทดสอบภาพกล้องหน้า (ROW Camera).....	1-83
ตารางที่ 1-23	ตัวแปรการตั้งค่าของกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) มีการตั้งค่า พารามิเตอร์ของแต่ละอุปกรณ์ ดังตารางต่อไปนี้	1-84



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-24	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ด้านซ้ายทาง ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-85
ตารางที่ 1-25	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-88
ตารางที่ 1-26	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-91
ตารางที่ 1-27	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-94
ตารางที่ 1-28	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-97
ตารางที่ 1-29	ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง.....	1-100
ตารางที่ 1-30	การเปรียบเทียบภาพกล้องบันทึกภาพผิวทาง (Pavement Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน	1-103
ตารางที่ 1-31	การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง	1-120
ตารางที่ 1-32	การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต.....	1-120
ตารางที่ 1-33	แสดงชื่อแฉกทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE).....	1-139
ตารางที่ 1-34	ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง	1-147
ตารางที่ 1-35	แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน.....	1-163
ตารางที่ 1-36	แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวลาดยาง	1-169
ตารางที่ 1-37	แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต.....	1-170
ตารางที่ 1-38	แสดงการสรุปผลการสำรวจภาพรวมปี 2568 ค่าเฉลี่ยของ IRI , RUT และ MPD โดยแยกระยะทางตามผิว.....	1-184
ตารางที่ 1-39	ตัวอย่างรหัสงานซ่อมบำรุง.....	1-190
ตารางที่ 1-40	ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์ คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่และงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	1-193
ตารางที่ 1-41	การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง	1-195



สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 1-42 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต.....	1-196
ตารางที่ 1-43 ตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการรอยแตกร้าวกับผลประโยชน์.....	1-199
ตารางที่ 1-44 ผิวลาดยาง ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายของผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement).....	1-203
ตารางที่ 1-45 ผิวคอนกรีต ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายของผิวทางคอนกรีต (Concrete Pavement).....	1-204
ตารางที่ 1-46 แสดงผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Potholes) สำหรับผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement)	1-204
ตารางที่ 1-47 เกณฑ์การประเมินความเสียหาย โดยการแบ่งระดับความรุนแรงที่ใช้เป็นเกณฑ์การ ประมวลผลปัจจุบัน (2568).....	1-205
ตารางที่ 1-48 แนะนำเกณฑ์การประเมินความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pothole) โดยการแบ่งระดับความรุนแรง	1-206
ตารางที่ 1-49 แสดงพื้นที่แปลงศึกษาเพื่อวัดค่าความสึกของผิวทางลาดยาง – ผิวทางคอนกรีต.....	1-207
ตารางที่ 1-50 แสดงรายละเอียดการวิ่งทดสอบ.....	1-209
ตารางที่ 1-51 สรุปข้อมูลความสึกประเภทรอยแตกตามขวาง km 142+025 คันที่ 1	1-239
ตารางที่ 1-52 สรุปข้อมูลความสึกประเภทรอยแตกตามขวาง km 142+025 คันที่ 2	1-240
ตารางที่ 1-53 สรุปข้อมูลความสึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 1	1-242
ตารางที่ 1-54 สรุปข้อมูลความสึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 2	1-243
ตารางที่ 1-55 สรุปข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 1.....	1-244
ตารางที่ 1-56 สรุปข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 2.....	1-245
ตารางที่ 1-57 สรุปข้อมูลความสึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 1	1-246
ตารางที่ 1-58 สรุปข้อมูลความสึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 2	1-247
ตารางที่ 1-59 สรุปข้อมูลความสึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 1	1-248
ตารางที่ 1-60 สรุปข้อมูลความสึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 2	1-249
ตารางที่ 1-61 ร้อยละของระยะทางที่ค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ 5 ปี	1-256
ตารางที่ 1-62 สรุปผลข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวงจากการสำรวจในโครงการปี 2568.....	1-260



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-63	สรุปผลข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจ ในโครงการปี 2566 - 2568 (ข้อมูลจากการสำรวจของสำนักบริหารทาง กรมทางหลวง ค่าสำรวจ 3 ปี)	1-261
ตารางที่ 1-64	สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2569 (ก่อนได้รับบ)	1-263
ตารางที่ 1-65	สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง	1-264
ตารางที่ 1-66	รายละเอียดการซ่อมบำรุงทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2569 แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1 ปี ...	1-265
ตารางที่ 1-67	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่).....	1-267
ตารางที่ 1-68	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่).....	1-267
ตารางที่ 1-69	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร).....	1-268
ตารางที่ 1-70	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก).....	1-268
ตารางที่ 1-71	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก).....	1-269
ตารางที่ 1-72	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์).....	1-269
ตารางที่ 1-73	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น).....	1-270
ตารางที่ 1-74	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม).....	1-270
ตารางที่ 1-75	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี).....	1-271
ตารางที่ 1-76	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา).....	1-271
ตารางที่ 1-77	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี).....	1-272





สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-78	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี).....	1-272
ตารางที่ 1-79	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพฯ).....	1-273
ตารางที่ 1-80	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1-273
ตารางที่ 1-81	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์).....	1-274
ตารางที่ 1-82	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช).....	1-274
ตารางที่ 1-83	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่).....	1-275
ตารางที่ 1-84	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของ สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา).....	1-275
ตารางที่ 1-85	งบประมาณจากคำขอในระบบ Plannet.....	1-276
ตารางที่ 1-86	ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2569	1-282
ตารางที่ 1-87	สรุปความต้องการงบประมาณการซ่อมบำรุงในปีงบประมาณ 2568.....	1-284
ตารางที่ 2-1	ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจ	2-1



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1 ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง	1-3
รูปที่ 1-2 ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ	1-4
รูปที่ 1-3 ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์	1-6
รูปที่ 1-4 แสดงการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์	1-6
รูปที่ 1-5 อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS)	1-12
รูปที่ 1-6 กล้องบันทึกภาพผิวทาง และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง	1-14
รูปที่ 1-7 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง	1-17
รูปที่ 1-8 เครื่องมือวัดความเร่ง	1-20
รูปที่ 1-9 รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง	1-21
รูปที่ 1-10 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล	1-22
รูปที่ 1-11 แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล	1-23
รูปที่ 1-12 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ	1-23
รูปที่ 1-13 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม	1-24
รูปที่ 1-14 หลักการทำงานของารับพิกัดและค่าแก้ DGPS	1-24
รูปที่ 1-15 อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU).....	1-25
รูปที่ 1-16 แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง	1-26
รูปที่ 1-17 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ Plannet.....	1-27
รูปที่ 1-18 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS	1-27
รูปที่ 1-19 เพื่อใช้ในการประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ที่ใช้ในงานซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS.....	1-28
รูปที่ 1-20 เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง	1-28
รูปที่ 1-21 การประชุมชี้แจงและเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มโครงการ.....	1-31
รูปที่ 1-22 หนังสือร้องขอให้ตรวจสอบบัญชีสายทางแผนการสำรวจปี 2568	1-32
รูปที่ 1-23 พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 352 ตอน 100.....	1-44
รูปที่ 1-24 พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 3592 ตอน 100.....	1-44
รูปที่ 1-25 พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 502.....	1-45
รูปที่ 1-26 พื้นที่ทดสอบที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100.....	1-45
รูปที่ 1-27 พื้นที่ทดสอบที่ 5 ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน 101	1-46
รูปที่ 1-28 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (Lind, 2023)	1-48
รูปที่ 1-29 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2022)	1-48
รูปที่ 1-30 Boxplots ค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน	1-52
รูปที่ 1-31 Boxplots ค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน	1-56



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1-32 Boxplots ค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน	1-60
รูปที่ 1-33 เกณฑ์การพิจารณา Cronbach's alpha ที่มา : Lavrakas (2008).....	1-64
รูปที่ 1-34 LCMS คำนวณค่า IRI มาจากค่าเฉลี่ยจุดเลเซอร์ทั้งหมดในร่องล้อ (wheel path กว้าง 750 mm) จำนวน 750 จุด ทำให้มีข้อมูลสำรวจสำหรับคำนวณค่า IRI จำนวนมากกว่า	1-66
รูปที่ 1-35 (ก) LASER PROFILER ใช้ข้อมูลจากเลเซอร์ 2 จุด บริเวณกึ่งกลางร่องล้อ	1-66
รูปที่ 1-36 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 7 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ	1-67
รูปที่ 1-37 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 13 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ	1-68
รูปที่ 1-38 แสดงความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง	1-68
รูปที่ 1-39 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด Rutting	1-69
รูปที่ 1-40 อุปกรณ์เลเซอร์ของรถสำรวจลักษณะที่ 1 ที่ใช้สำหรับเก็บค่า MPD	1-70
รูปที่ 1-41 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด	1-71
รูปที่ 1-42 แสดงขั้นตอนการทำงานจากก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ	1-73
รูปที่ 1-43 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 352 ตอนควบคุม 0100 อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile.....	1-73
รูปที่ 1-44 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 3592 ตอนควบคุม 0100 อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile.....	1-74
รูปที่ 1-45 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3312 ตอนควบคุม 0200 อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile.....	1-74
รูปที่ 1-46 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3050 ตอนควบคุม 0100 อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile	1-75
รูปที่ 1-47 เอกสารรับรองผลการเก็บข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1	1-76
รูปที่ 1-48 เอกสารรับรองผลการเก็บข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2	1-77
รูปที่ 1-49 เอกสารรับรองผลการเก็บข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 1	1-78
รูปที่ 1-50 เอกสารรับรองผลการเก็บข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2	1-79
รูปที่ 1-51 เอกสารรับรองผลการเก็บข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2 (ต่อ).....	1-80
รูปที่ 1-52 ภาพตัวอย่างพื้นที่ที่แสงน้อยของอุปกรณ์ LCMS	1-81
รูปที่ 1-53 ภาพตัวอย่างพื้นที่ที่แสงน้อยของอุปกรณ์ Laser Profilometer.....	1-81
รูปที่ 1-54 พื้นที่งานทดสอบภาพกล้องหน้า (ROW Camera).....	1-82
รูปที่ 1-55 แสดงลำดับสายทาง และช่องจราจรในการทดสอบ และภาพถ่ายจากสถานที่จริง	1-83
รูปที่ 1-56 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ภาพถ่ายจากตัวอุปกรณ์ LCMS และ Laser Profilometer .	1-106
รูปที่ 1-57 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด	1-107



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1-58 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง	1-107
รูปที่ 1-59 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน	1-108
รูปที่ 1-60 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน	1-109
รูปที่ 1-61 ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่ช่องจราจร	1-109
รูปที่ 1-62 แสดงการวิ่งสำรวจกรณีผิวทางสะพานมีความยาวไม่ถึง 75 เมตร	1-110
รูปที่ 1-63 แสดงการวิ่งสำรวจและการตัดข้อมูลประเภททางขนาน	1-110
รูปที่ 1-64 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น	1-112
รูปที่ 1-65 แสดงภาพงานก่อสร้างผิวทางใหม่	1-112
รูปที่ 1-66 แสดงภาพงานก่อสร้างขยายช่องจราจร	1-113
รูปที่ 1-67 แสดงภาพงานก่อสร้างผิวใหม่ทับผิวทางเดิม	1-113
รูปที่ 1-68 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้	1-114
รูปที่ 1-69 แสดงภาพเมื่อไม่สามารถเข้าสำรวจได้เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวาง ทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้	1-115
รูปที่ 1-70 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง	1-116
รูปที่ 1-71 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง	1-116
รูปที่ 1-72 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง	1-117
รูปที่ 1-73 แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์จากอุปกรณ์ LCMS (Laser Crack Measurement System)	1-118
รูปที่ 1-74 แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Surface Distress) จากอุปกรณ์ ROMDAS Pavement Camera	1-118
รูปที่ 1-75 กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง	1-119
รูปที่ 1-76 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS	1-121
รูปที่ 1-77 ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง	1-121
รูปที่ 1-78 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนน และพื้นที่ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้างบนระบบ Roadnet	1-122
รูปที่ 1-79 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้	1-122
รูปที่ 1-80 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล และถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Microsoft Access นามสกุล .mdb	1-124
รูปที่ 1-81 แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรม ภาษา Python และ SQL	1-125



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-82	การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบ พิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม	1-125
รูปที่ 1-83	แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ	1-126
รูปที่ 1-84	แสดงพิกัดค่าความเสียหายที่สัมพันธ์กับสายทางสำรวจ	1-126
รูปที่ 1-85	แสดงการประมวลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS) ข้อมูลที่เกิดความเสียหาย สัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน	1-127
รูปที่ 1-86	แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย IRI โดยแบ่งเกณฑ์ตามมาตรฐานระบบ	1-128
รูปที่ 1-87	แสดงระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง Roadnet	1-129
รูปที่ 1-88	แสดงขั้นตอนกระบวนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3	1-130
รูปที่ 1-89	แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลจากการสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3	1-131
รูปที่ 1-90	แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายผิวทาง จากการสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3	1-131
รูปที่ 1-91	แสดงแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC	1-133
รูปที่ 1-92	การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ	1-134
รูปที่ 1-93	การ convert (*.csv file) to shapefile (point)	1-134
รูปที่ 1-94	การ convert points to Paths	1-135
รูปที่ 1-95	การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ ในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)	1-135
รูปที่ 1-96	การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล	1-136
รูปที่ 1-97	แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง	1-136
รูปที่ 1-98	แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง	1-137
รูปที่ 1-99	จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน GCP รายงานขั้นสุดท้าย	1-144
รูปที่ 1-100	ข้อมูลจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 1 (ขท.อยุธยา)	1-145
รูปที่ 1-101	ข้อมูลจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 2 (ขท.อยุธยา)	1-145
รูปที่ 1-102	แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง	1-156
รูปที่ 1-103	แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet Nas ในฐานข้อมูลเดิม	1-158
รูปที่ 1-104	แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล บนเครื่องแม่ข่าย Server ในปัจจุบัน	1-159
รูปที่ 1-105	แสดงการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin	1-160
รูปที่ 1-106	แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล pgAdmin	1-161





สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1-107 แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet.....	1-162
รูปที่ 1-108 ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก	1-164
รูปที่ 1-109 ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map	1-164
รูปที่ 1-110 ตัวอย่างบัญชีแผนการสำรวจ	1-165
รูปที่ 1-111 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวลาดยางและรอยต่อผิวคอนกรีต.....	1-166
รูปที่ 1-112 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวลาดยาง.....	1-166
รูปที่ 1-113 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่สภาพความเสียหายสอดคล้องในพื้นที่.....	1-167
รูปที่ 1-114 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลค่าความเสียหายรูปภาพผิวทาง ภาพถ่าย 2 ข้างทางครบถ้วนและสอดคล้อง.....	1-168
รูปที่ 1-115 ตัวอย่างการแสดงผลรูปภาพผิวทาง (กล้องหลัง) ของรถสำรวจคันที่ 4.....	1-168
รูปที่ 1-116 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายลาดยาง.....	1-170
รูปที่ 1-117 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต	1-171
รูปที่ 1-118 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก.....	1-172
รูปที่ 1-119 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบน้ำ	1-173
รูปที่ 1-120 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง	1-173
รูปที่ 1-121 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน.....	1-174
รูปที่ 1-122 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้นทางขนานทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 0101	1-174
รูปที่ 1-123 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้นทางขนานทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 0101	1-175
รูปที่ 1-124 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้น – สิ้นสุด บริเวณ Joint ของทางหลัก (สะพานข้ามแยกหรืออุโมงค์ทางลอดเดิม).....	1-175
รูปที่ 1-125 ตัวอย่างบัญชีทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 0101 แขวงทางหลวงกรุงเทพ	1-175
รูปที่ 1-126 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง	1-176
รูปที่ 1-127 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5.....	1-176
รูปที่ 1-128 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ	1-177
รูปที่ 1-129 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS	1-181
รูปที่ 1-130 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค	1-181
รูปที่ 1-131 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้งผล กรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง ตอนควบคุม และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร	1-182
รูปที่ 1-132 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้ง Base map ไม่สอดคล้องกับเส้นแผน - ผลการสำรวจ.....	1-182
รูปที่ 1-133 หลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3 ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ	1-183



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1-134 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิตผิวทาง	1-186
รูปที่ 1-135 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิตผิวทาง	1-187
รูปที่ 1-136 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิตผิวทาง	1-188
รูปที่ 1-137 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง	1-190
รูปที่ 1-138 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมผิว	1-192
รูปที่ 1-139 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีปรับปรุงผิวทาง แอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่ รหัสงาน 22300 (Asphalt Hot Mix Recycling).	1-194
รูปที่ 1-140 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ รหัสงาน 23200	1-194
รูปที่ 1-141 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ รหัสงาน 24100	1-194
รูปที่ 1-142 หน้าจอตั่งค่าเงื่อนไขการซ่อม	1-196
รูปที่ 1-143 หน้าจอตั่งค่าเงื่อนไขการซ่อมแก้ไขรายละเอียด	1-197
รูปที่ 1-144 หน้าตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อมบำรุงก่อนมีค่า Crack.....	1-197
รูปที่ 1-145 แสดงเงื่อนไขการซ่อมบำรุงที่มีค่ารอยแตก.....	1-198
รูปที่ 1-146 ผลการวิเคราะห์จากการปรับค่ารอยแตกกว้างขึ้นต่ำที่ต้องซ่อมจาก 1 ถึง 20	1-199
รูปที่ 1-147 ตัวอย่างมาตรฐานสำหรับการสำรวจและประเมินสภาพผิวทาง ASTM D6433, 2007	1-201
รูปที่ 1-148 คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายขอบผิวทาง (PAVEMENT DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL) สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวง 2550 (DOH,2007).....	1-202
รูปที่ 1-149 สายทาง 304-401 เขาทินซ้อน - ลาดตะเคียน ผิวทางลาดยาง เริ่มกม. 145+475 เลน R2.	1-207
รูปที่ 1-150 สายทาง 304-401 เขาทินซ้อน - ลาดตะเคียน ผิวทางคอนกรีต เริ่มกม. 142+050 เลน R2	1-208
รูปที่ 1-151 แผนการดำเนินงานกำหนดการเข้าพื้นที่ศึกษาหัวข้อ 4.7.3.....	1-210
รูปที่ 1-152 เอกสารหนังสือขอเข้าพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี.....	1-211
รูปที่ 1-153 เอกสารแนบรายละเอียดกำหนดการเข้าทดสอบความแม่นยำ ฯ TOR 4.7.3.....	1-212
รูปที่ 1-154 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเกจเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) และไม้บรรทัดเหล็ก 2 เมตร	1-213
รูปที่ 1-155 แสดงกระบวนการ : เริ่ม วางไม้พาดข้ามหลุม → จุ่มไม้บรรทัดวัดลึกสุด → อ่านค่า → ถ่ายรูปเก็บหลักฐาน จนจบกระบวนการ	1-213
รูปที่ 1-156 การเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยบุคลากรเดินสำรวจพื้นที่จริง	1-213
รูปที่ 1-157 เตรียมพื้นที่ศึกษาด้วยการใช้สปีดเบรย์และกรวยจราจรสำหรับงานจราจรกำหนด STA	1-214
รูปที่ 1-158 ภาพตัวอย่างการเตรียมพื้นที่ศึกษาค่าความลึกรอยแตกตามยาว ของผิวทางคอนกรีต	1-215
รูปที่ 1-159 ภาพตัวอย่างการเตรียมพื้นที่พื้นที่ศึกษาค่าความลึกหลุมบ่อ ของผิวทางลาดยาง	1-215



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-160 ภาพตัวอย่างการจัดเตรียมแผนระยะวิ่งสำรวจนำเข้าและนำออก (Leadin - Leadout).....	1-216
รูปที่ 1-161 สรุปข้อมูลแปลงทดสอบความเสียหาย ผิวทางคอนกรีต จุดที่ 1	1-217
รูปที่ 1-162 สรุปข้อมูลแปลงทดสอบความเสียหาย ผิวทางคอนกรีต จุดที่ 2	1-217
รูปที่ 1-163 รายละเอียดความเสียหายผิวทางคอนกรีต แปลงทดสอบที่ 1.1 :	
ผิวคอนกรีต จุดที่ 1 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 เลน R2	1-218
รูปที่ 1-164 รายละเอียดความเสียหายผิวทางคอนกรีต แปลงทดสอบที่ 1.2 :	
ผิวคอนกรีต จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 141+500 เลน R2	1-218
รูปที่ 1-165 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.1 :	
จุดที่ 1 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2	1-220
รูปที่ 1-166 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.2 :	
จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2	1-221
รูปที่ 1-167 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.3 :	
จุดที่ 3 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2	1-222
รูปที่ 1-168 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.4 :	
จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+275 เลน R2	1-223
รูปที่ 1-169 รถสำรวจ LCMS สำรวจเมื่อเข้าพื้นที่แปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1 ผิวคอนกรีต	1-224
รูปที่ 1-170 ภาพตัวอย่างแปลงพื้นที่ศึกษาค่าความลึกรอยแตกตามยาว ของผิวทางคอนกรีต	1-225
รูปที่ 1-171 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025 คันที่ 1 (CU)	
transverse crack	1-239
รูปที่ 1-172 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025	1-240
รูปที่ 1-173 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375	1-242
รูปที่ 1-174 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375	1-243
รูปที่ 1-175 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375	1-244
รูปที่ 1-176 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375	1-245
รูปที่ 1-177 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 1	1-246
รูปที่ 1-178 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 2	1-247
รูปที่ 1-179 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 1	1-248
รูปที่ 1-180 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 2	1-249
รูปที่ 1-181 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี	1-255
รูปที่ 1-182 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ	1-256
รูปที่ 1-183 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS	1-258



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1-184 การคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS	1-259
รูปที่ 1-185 ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั่วประเทศ.....	1-262
รูปที่ 1-186 งบประมาณการซ่อมบำรุงรายสำนักงานทางหลวง.....	1-266
รูปที่ 1-187 ผลการวิเคราะห์ประจำปีเมื่อใช้แผนและงบประมาณตามค่าของปี 2568.....	1-277
รูปที่ 1-188 กราฟผลการผลประโยชน์ผู้ใช้ทางกับงบประมาณเมื่อใช้แผน และงบประมาณตามค่าของปี 2568.....	1-278
รูปที่ 1-189 ผลการวิเคราะห์ประจำปีเมื่อใช้แผนและงบประมาณตามงบประมาณที่อนุมัติของปี 2568..	1-279
รูปที่ 1-190 กราฟผลการผลประโยชน์ผู้ใช้ทางกับงบประมาณเมื่อใช้แผน	1-280
รูปที่ 1-191 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิและค่า B/C	1-282
รูปที่ 1-192 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม. กับงบประมาณ บำรุงรักษาทางหลวงในปี 2569 (เฉพาะถนนลาดยาง)	1-283
รูปที่ 2-1 ปัญหาอุปสรรคงานก่อสร้าง	2-2
รูปที่ 2-2 ปัญหาอุปสรรคฝนตก	2-3
รูปที่ 2-3 ปัญหาอุปสรรคสายทางชำรุด.....	2-4
รูปที่ 2-4 ภาพประกอบปัญหา ssh ไม่สามารถเชื่อมต่อได้	2-5
รูปที่ 2-5 ภาพประกอบปัญหาหาระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานได้	2-7
รูปที่ 2-6 ภาพประกอบปัญหาหาระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานผ่าน Internet ของกรมได้	2-8
รูปที่ 2-7 ภาพหน้าระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานได้	2-9
รูปที่ 2-8 ภาพประกอบปัญหาแบตเตอรี่ของ UPS เสื่อม.....	2-10
รูปที่ 2-9 ภาพจากกล้องหลังเบลอและไม่ชัดเจน รวมถึงภาพมืด	2-11
รูปที่ 2-10 ภาพประปัญหา Export ภาพกล้องหลังล่าช้า	2-12

1.1 พื้นที่สำรวจ

ในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพทางชนิดผิวลาดยางและผิวคอนกรีตนั้น ข้อมูลความเสียหายของผิวทางซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงทางที่เหมาะสมและมีความถูกต้องนั้น ต้องมีการวางแผนงานให้เหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางคณะกรรมการกำหนดไว้ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงได้พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดเก็บและสำรวจข้อมูลความเสียหายบนถนนผิวลาดยางและผิวคอนกรีต โดยเลือกใช้ยานพาหนะพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์และกล้องถ่ายภาพที่มีความคมชัดทำการบันทึกข้อมูลในการสำรวจ พร้อมทำการประมวลผลข้อมูลความเสียหายชนิดต่าง ๆ และนำเข้าสู่ระบบจากระยะทางสำรวจทั้งหมด 70,847.550 กิโลเมตร ตามรอบการสำรวจ 3 ปี ที่ปรึกษาได้ทำการคัดเลือกสายทางที่จะดำเนินการสำรวจตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนดไว้ เป็นระยะทางสำรวจทั้งสิ้น 39,728.089 กิโลเมตร โดยพื้นที่ทำการสำรวจนั้นจะครอบคลุมพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทั่วประเทศ โดยจะไม่รวมถึงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่รับผิดชอบตามอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 1-1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 1-1 แสดงระยะทางสำรวจรายสำนัก แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ

สำนักงานทางหลวง	ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
	อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	865.778	926.319	1,792.097
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	1,639.161	1,140.599	2,779.760
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,239.882	623.662	2,863.544
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	757.432	885.052	1,642.484
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,304.686	797.541	2,102.227
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,662.932	288.327	1,951.259
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,362.808	1,271.908	2,634.716
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,125.719	866.632	1,992.351
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,337.430	614.026	2,951.456
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	1,861.727	1,859.137	3,720.864
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	932.576	885.749	1,818.325

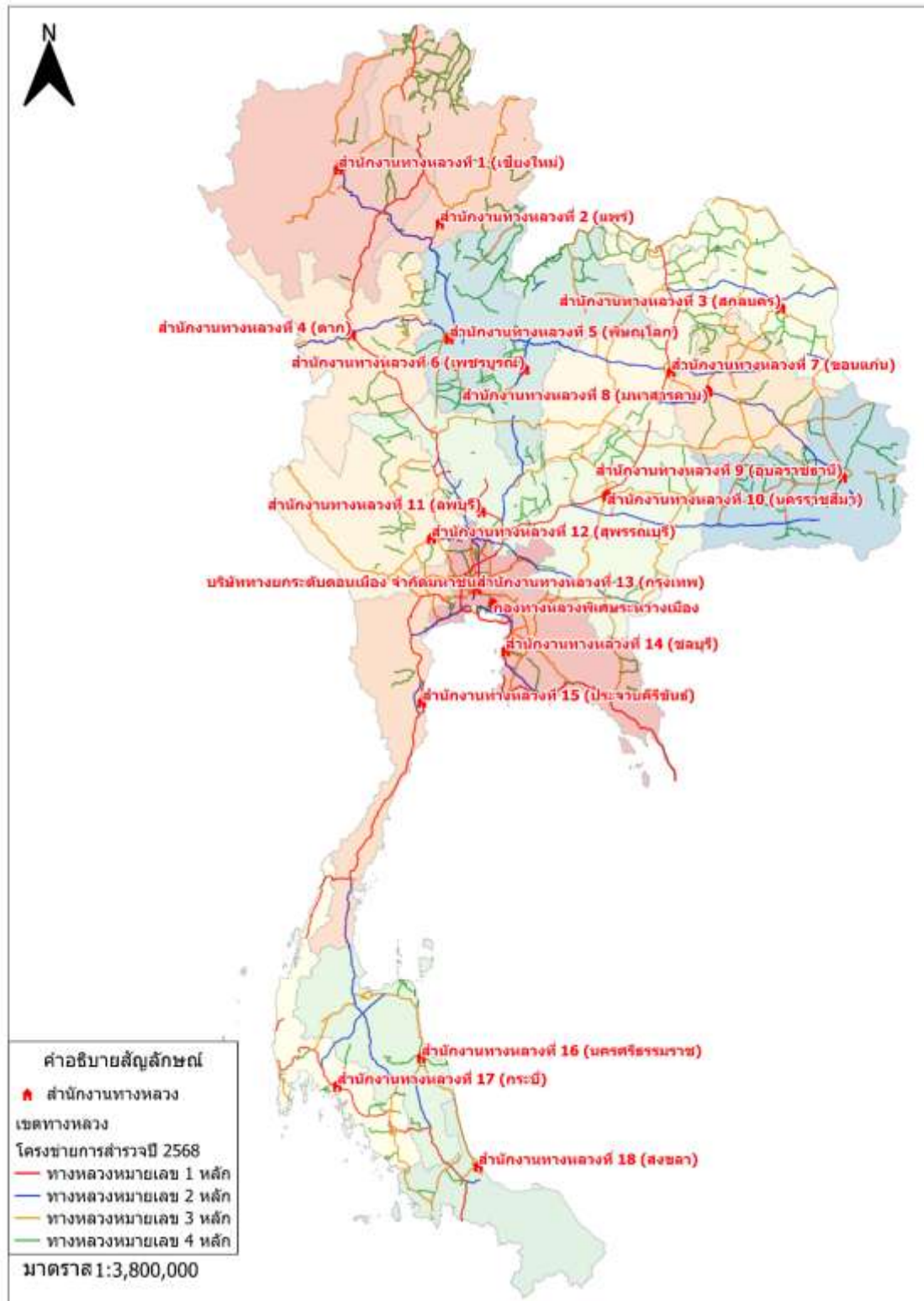


ตารางที่ 1-1 แสดงระยะทางสำรวจรายสำนัก แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ (ต่อ)

สำนักงานทางหลวง	ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
	อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	906.251	1,160.584	2,066.835
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,209.575	1,244.621	2,454.196
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	759.376	1,800.294	2,594.029
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	209.397	1,561.560	1,770.947
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,194.080	923.312	2,117.392
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,273.506	272.497	1,546.003
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	671.448	292.515	963.963
ระยะทางสำรวจรวม (กม.)	22,313.754	17,414.335	39,728.089



แผนที่แสดงโครงข่ายทางหลวง และสำนักงานทางหลวง



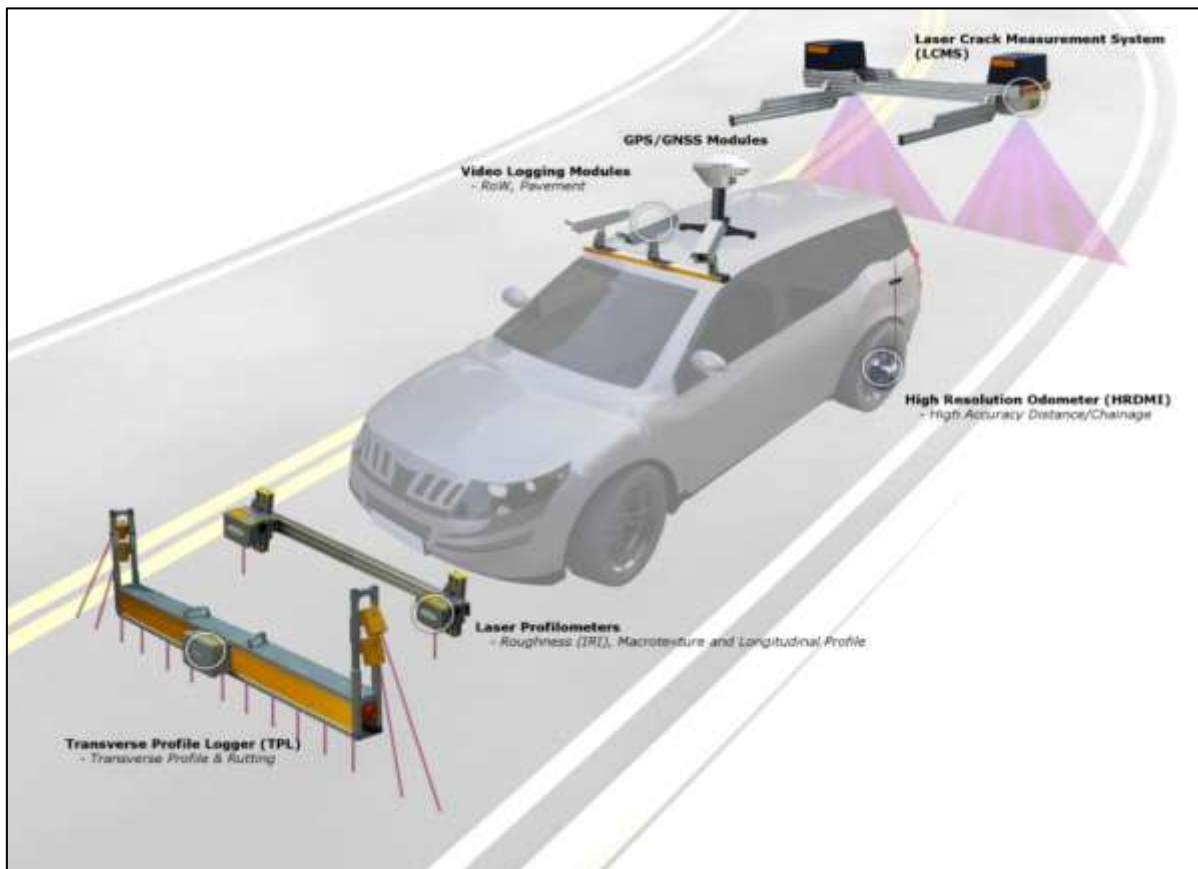
รูปที่ 1-1 ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง



1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง

ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสำรวจโดยใช้ชุดอุปกรณ์ติดตั้งบนยานพาหนะที่สามารถสำรวจข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทางในช่วงความเร็วที่เหมาะสมตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference) เพื่อตรวจวัดค่าความเสียหายต่าง ๆ โดยมีความสามารถของอุปกรณ์อย่างน้อย แสดงดังรูปที่ 1-2

ที่ปรึกษาจะทำการจัดหาชุดอุปกรณ์สำรวจแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เพื่อใช้ในการสำรวจ และจัดทำข้อมูลในโครงการ จะมีการติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์เฉพาะที่มีความเหมาะสมในการสำรวจข้อมูล โดยชุดอุปกรณ์สำรวจที่ติดตั้งต้องสามารถสำรวจข้อมูลบนถนนของผู้ว่าจ้างได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทางในช่วงความเร็วที่เหมาะสมตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference) โดยมีความสามารถของอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าความเสียหายต่าง ๆ ที่มีเครื่องมืออย่างน้อยดังนี้



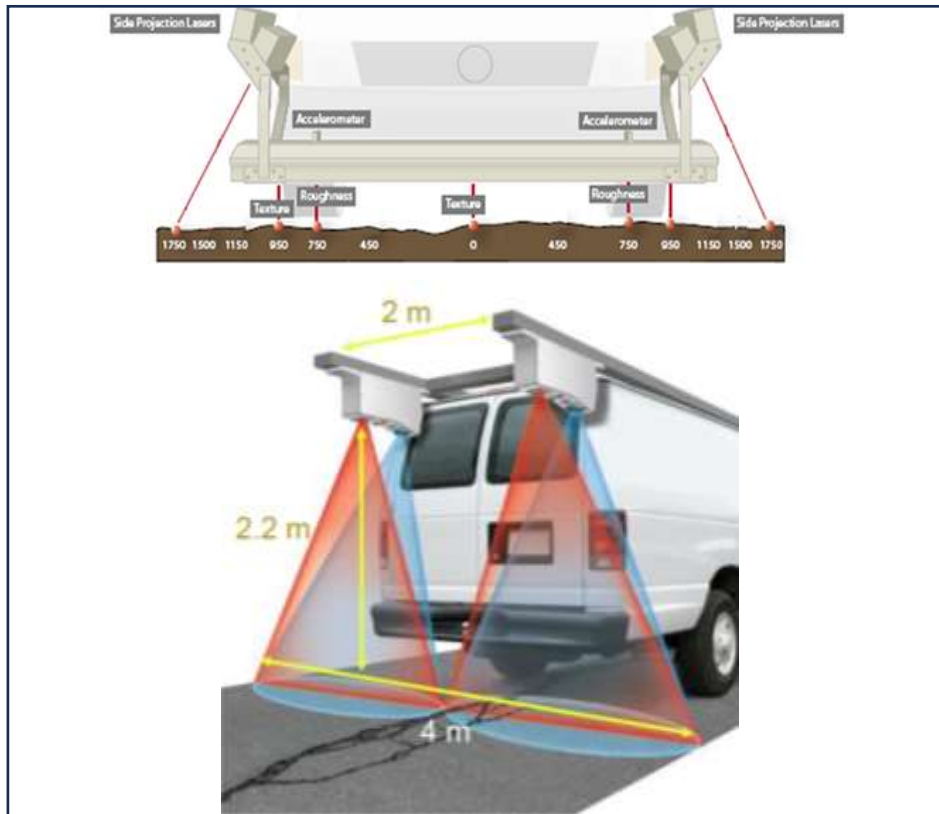
รูปที่ 1-2 ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ



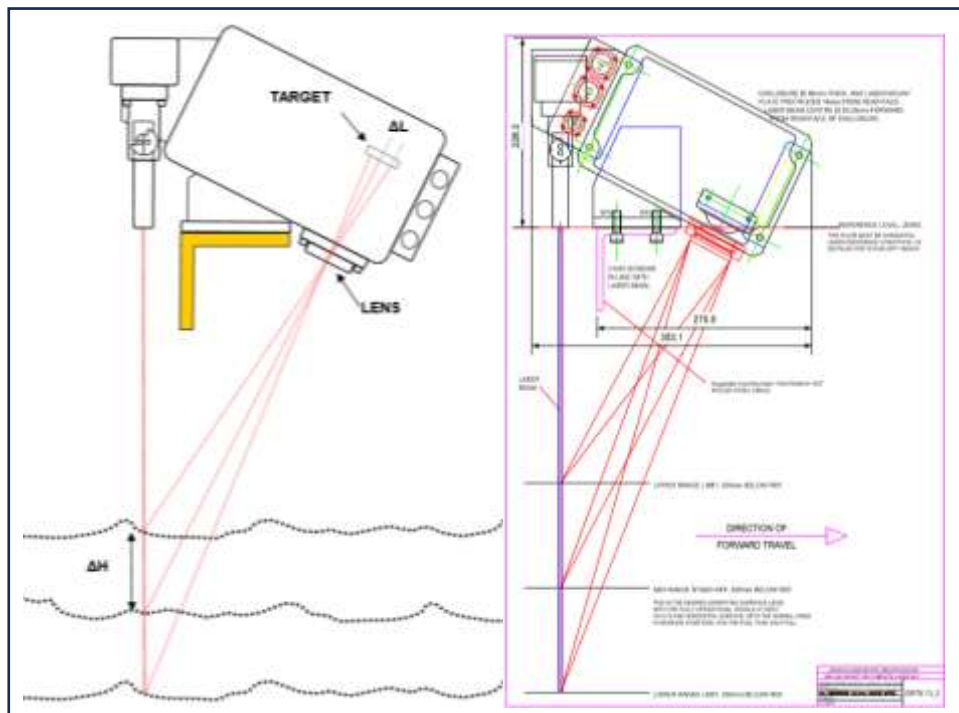
- 1.2.1 มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ที่สามารถตรวจวัดสภาพผิวทางได้ ทุก 25 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า โดยสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับอุปกรณ์ระบุตำแหน่งพิกัดโดยใช้สัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS ทำการบอกพิกัดตำแหน่งแบบ DGPS (Differential Global Positioning System) ทศนิยมอย่างน้อย 6 ตำแหน่ง บนพื้นหลักฐานอ้างอิง WGS84 และค่าพิกัดที่ได้สามารถนำไปคำนวณเป็นระยะทางตามสายทางได้ โดยชุดอุปกรณ์เลเซอร์จะมีความสามารถในการสำรวจข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

อุปกรณ์เลเซอร์สามารถตรวจวัดความเสียหายประเภทความเรียบของผิวทาง โดยการตรวจวัดและคำนวณออกมาเป็นค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) ตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference) สามารถตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) ที่สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 (Standard Practice for Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth) และสามารถตรวจวัดข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ที่สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ตามมาตรฐาน ASTM E1703 (Standard Test Method For Measuring Rut-Depth Of Pavement Surface Using A Straightedge) เมื่อนำข้อมูลความเสียหายที่ได้จากอุปกรณ์เลเซอร์ เข้าสู่กระบวนการประมวลผล จะสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งแบบ DGPS ที่ได้จากอุปกรณ์ระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS ที่ติดตั้งบนยานพาหนะ ในรูปแบบทศนิยมอย่างน้อย 6 ตำแหน่ง บนพื้นหลักฐานอ้างอิง WGS84 ที่สามารถนำไปคำนวณเป็นระยะทางได้ โดยแบ่งตามชนิดของอุปกรณ์เลเซอร์ ดังนี้

- 1) มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเสียหายชนิดประเภทความเรียบของผิวทาง โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) ตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference)
- 2) มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 (Standard Practice for Calculating Pavement Macro Texture Mean Profile Depth)
- 3) มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ ตามมาตรฐาน ASTM E1703 (Standard Test Method for Measuring Rut-Depth of Pavement Surfaces Using a Straightedge)



รูปที่ 1-3 ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์



รูปที่ 1-4 แสดงการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์



ตารางที่ 1-2 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	13 ชุด	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 25 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง	1 มม. สำหรับ Mean Profile Dept Measurement (MPD)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	25 ถึง 90 กม./ชม.	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950 Class 1 Requirement for The Measurement of Longitudinal Profile AASHTO PP37 Provisional Standard of Quantifying Roughness of Pavement World Bank Technical Report 42 Class 1 AustRoads Guideline ASTM E1845 Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth ASTM E1703 Standard Test Method for Measuring Rut-Dept of Pavement Surface Using a Straightedge	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	0.5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความยาวคลื่นของการเก็บ ข้อมูลค่าระดับในแนวยาว	100 มม. ถึง 100 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความกว้างของชุดเลเซอร์	2.2 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	25 กก. (โดยประมาณ)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-3 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS (กลุ่มที่ปรึกษา)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	2 ชุด กว้าง 4 เมตรจำนวนเลเซอร์ ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวาง	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 5 มม.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล Texture ของผิวทาง	ทุกระยะ 1 มม. ตามแนวขวางถนน	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	100 กม/ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950, ASTM E965, ASTM E1703, ASTM E1845, ASTM E1926, ASTM D5340, ASTM D6433, AASHTO PP37, AASHTO PP38, AASHTO PP67, AASHTO PP68, AASHTO PP69, AASHTO PP70, AASHTO R56, AASHTO R85, AASHTO R86, AUSTROADS Guidelines (where applicable), ISO 13473, NCAT Profiler Certified (longitudinal profiler), LCPC Methode d'essai No 40, World Bank Technical Paper 46.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	ตามขวางถนน ทุก ๆ 1 มม. ตามยาวถนน ทุก ๆ 5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ตรวจความเสียหายอัตโนมัติ	สามารถตรวจรอยแตก (Crack) ได้ระดับ 1 มม.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-4 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	2 ชุด กว้าง 4 เมตรจำนวนเลเซอร์ ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวาง	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 5 มม.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล Texture ของผิวทาง	ทุกระยะ 1 มม. ตามแนวขวางถนน	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	100 กม/ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950, ASTM E965, ASTM E1703, ASTM E1845, ASTM E1926, ASTM D5340, ASTM D6433, AASHTO PP37, AASHTO PP38, AASHTO PP67, AASHTO PP68, AASHTO PP69, AASHTO PP70, AASHTO R56, AASHTO R85, AASHTO R86, AUSTROADS Guidelines (where applicable), ISO 13473, NCAT Profiler Certified (longitudinal profiler), LCPC Methode d'essai No 40, World Bank Technical Paper 46.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	ตามขวางถนน ทุก ๆ 1 มม. ตามยาวถนน ทุก ๆ 5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ตรวจความเสียหายอัตโนมัติ	สามารถตรวจรอยแตก (Crack) ได้ระดับ 1 มม.	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-5 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	7 ชุด	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 1 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง	1 มม. สำหรับ Mean Profile Dept Measurement (MPD)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	20 ถึง 100 กม./ชม.	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950 Class 1 Requirement for The Measurement of Longitudinal Profile AASHTO PP37 Provisional Standard of Quantifying Roughness of Pavement World Bank Technical Paper 46 Class 1 AustRoads Guideline ASTM E1845 Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth ASTM E1703 Standard Test Method for Measuring Rut-Dept of Pavement Surface Using A Straightedge	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	0.5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความยาวคลื่นของการเก็บ ข้อมูลค่าระดับในแนวยาว	100 มม. ถึง 100 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความกว้างของชุดเลเซอร์	2 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	30 กก. (โดยประมาณ)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ



1.2.2 มีระบบประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งและขนาดของความเสียหายของผิวทางโดยประมวลผลแบบอัตโนมัติได้ (Automatic Cracking Detection) จากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์ หรือมีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง สามารถบันทึกภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงสายทาง โดยสามารถคำนวณพิกัดตำแหน่งของภาพ และกำหนดระยะห่างระหว่างภาพของการสำรวจได้ โดยประมวลผลจากโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายจากภาพถ่าย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ความละเอียดของภาพที่สามารถนำไปวิเคราะห์ความเสียหาย และสามารถเก็บภาพได้คมชัดในสถานะแสงน้อยถึงน้อยมากได้
- ภาพที่ได้จากการบันทึกหรือประมวลผลสามารถลบแสงและเงาจากการบดบังของวัตถุหรือตัวรถเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการประเมินความเสียหายของผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- สามารถเก็บข้อมูลสภาพผิวทาง ความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจรหรือไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร และสามารถบันทึกข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress)

Laser Crack Measurement System (LCMS) เป็นอุปกรณ์เลเซอร์สำหรับสำรวจสภาพทางที่ใช้เทคโนโลยีล่าสุดในปัจจุบัน มีความแม่นยำสูง สามารถสำรวจข้อมูลสภาพทางออกมาในรูปแบบของ 3D Profiles ความละเอียดสูง อุปกรณ์เลเซอร์สามารถสร้างภาพถ่ายผิวทางและมีระบบประมวลผลขนาดและชนิดของความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) แบบอัตโนมัติ (Automatic Cracking Detection) ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) สามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมความกว้างไม่น้อยกว่า 4.0 เมตร หรือ 1 ช่องจราจร แสดงดังรูปที่ 1-5 โดยรายละเอียดของกล้องแสดงดังตารางที่ 1-6 และตารางที่ 1-7



รูปที่ 1-5 อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS)
ตารางที่ 1-6 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (HRDMI 10,000 rpm., resolution distance < 1 มม.)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	บันทึกภาพด้วย Laser 4,096 จุดทุก 1 มม. ได้ความกว้างถนนที่ 4 เมตร และบันทึกทุกระยะ 5 มม. ตามแนวนอน	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียดสูงสุด 4,090x10,000 Pixels	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	JPG	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-7 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS (กลุ่มที่ปรึกษา)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อน ของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (HRDMI 10,000 rpm., resolution distance < 1 มม.)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	บันทึกภาพด้วย Laser 4,096 จุดทุก 1 มม. ได้ความกว้างถนนที่ 4 เมตร และบันทึกทุกระยะ 5 มม. ตามแนวนอน	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียดสูงสุด 4,090x10,000 Pixels	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	JPG	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ

อุปกรณ์ Laser Profilometer มีกล้องบันทึกภาพผิวทางที่มีความละเอียดสูง สามารถเก็บภาพได้คมชัดในสภาวะแสงน้อยถึงน้อยมากได้ ใช้เพื่อบันทึกภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทางครอบคลุม 1 ช่องจราจร หรือ 3.5 เมตร เพื่อเก็บรายละเอียดลักษณะความเสียหายของถนน ขนาด และประเภทของการแตกร้าว และยังสามารถนำไปประมวลผลเพิ่มเติมเพื่อทำการลบแสงและเงาในกรณีที่เกิดจากการบดบังของวัตถุหรือตัวรถ เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการประเมินความเสียหายของผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงดังรูปที่ 1-6 โดยมีรายละเอียดของกล้องแสดงดังตารางที่ 1-8 และตารางที่ 1-9



รูปที่ 1-6 กล้องบันทึกภาพผิวทาง และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง



ตารางที่ 1-8 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อน ของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1600 x 1200 พิกเซล (Pixels) สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 3200 x 2200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono 8bit	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 80 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ภาพชนิด JPG	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-9 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อน ของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	Gigabit Ethernet 1 Gb/sec	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 4096 x 1536 พิกเซล (Pixels) สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 4096 x 2000 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono 8bit	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ



1.2.3 มีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพถนนและสองข้างทาง สามารถบันทึกภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงสายทาง โดยสามารถคำนวณค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และกำหนดระยะห่างระหว่างภาพของการสำรวจได้ ที่สามารถนำมาประมวลผลข้อมูลเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ โดยรายละเอียด ดังนี้

- ความละเอียดของภาพขั้นต่ำ 1600x1200 และสามารถเก็บภาพได้คมชัดในสภาวะแสงน้อยถึงน้อยมากได้
- สามารถเก็บข้อมูลสภาพผิวทางครอบคลุมถึงผิวจราจร ไหล่ทาง ป้ายจราจร รวกันอันตราย ไฟสัญญาณจราจร ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ และทรัพย์สินทางหลวงอื่น ๆ
- ภาพวิดีโอ หรือภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับตำแหน่งระยะทางบนสายทางได้
- ในกรณีภาพถ่ายที่ทำการเก็บข้อมูลสำรวจมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้ที่ปรึกษาทำการสำรวจเก็บภาพถ่าย ณ จุดนั้น ๆ ใหม่ โดยไม่มีข้อยกเว้น

กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางเป็นกล้องบันทึกภาพความละเอียดสูง เพื่อบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางที่อยู่ในระยะห่างจากขอบถนนออกไปมากกว่า 25 เมตร ประกอบด้วยกล้อง 1 ตัว ที่กึ่งกลางรถจะให้มุมมองของการเก็บภาพถ่ายในเขตทางมีความกว้างมองเห็นได้โดยทั่วบริเวณ 2 ข้างทาง โดยตัวกล้องจะทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์วัดระยะทางและอุปกรณ์รับสัญญาณ GNSS ทำให้สามารถระบุตำแหน่งของภาพกับตำแหน่งบนสายทางได้ โดยจะทำการบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางด้านหน้า (Front Center View) เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลถนน ครอบคลุมสภาพภายในเขตทาง เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ระบบระบายน้ำ สะพานลอย สะพานข้ามแม่น้ำ ป้ายจราจร รวกันอันตราย ไฟสัญญาณ ไฟฟ้าส่องสว่าง และอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 1-7 โดยรายละเอียดของกล้องแสดงดังตารางที่ 1-10 ถึงตารางที่ 1-11



รูปที่ 1-7 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง



ตารางที่ 1-10 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อุปกรณ์สำรวจระบบ Laser Profilometer)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อน ของถนนในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1600x1200 พิกเซล (Pixels) สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 3200x2200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-11 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อุปกรณ์สำรวจระบบ LCMS)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ	สามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพได้	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE) หรือ USB3	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1600x1200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม (2 – 10 ม.)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด JPG หรือ AVI	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-12 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปริมณฑลมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อน ของถนนในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูล ของกล้อง	Gigabit Ethernet 1 Gb/sec	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1600 x 1200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติเทียบเท่า ข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตรา การบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือ ข้อกำหนดของโครงการ

ในกรณีที่ภาพถ่ายที่ได้ทำการบันทึกมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วน เช่น ภาพมีเศษวัสดุหรือเศษใบไม้
กีดขวางมาบดบังทำให้ไม่เห็นสภาพทางอย่างครบถ้วน, ภาพมืดหรือสว่างจนเกินไปไม่สอดคล้อง
กับสภาพทางที่แท้จริง ทางที่ปรึกษาจะทำการสำรวจเก็บภาพถ่าย ณ พื้นที่นั้นใหม่ เพื่อให้ได้ข้อมูล
ภาพถ่ายสภาพทางที่เห็นรายละเอียดภายในสายทางที่ครบถ้วน และสมบูรณ์มากที่สุด



1.2.4 มีชุดอุปกรณ์วัดระยะทาง ชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยระยะทางจากอุปกรณ์นี้จะทำงานสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งบนรถสำรวจ เพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ

ทางที่ปรึกษาจะจัดชุดอุปกรณ์วัดระยะทางชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยการวัดระยะทางจากอุปกรณ์นี้สามารถทำงานร่วมกันหรือสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้ง บนรถสำรวจ เพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้

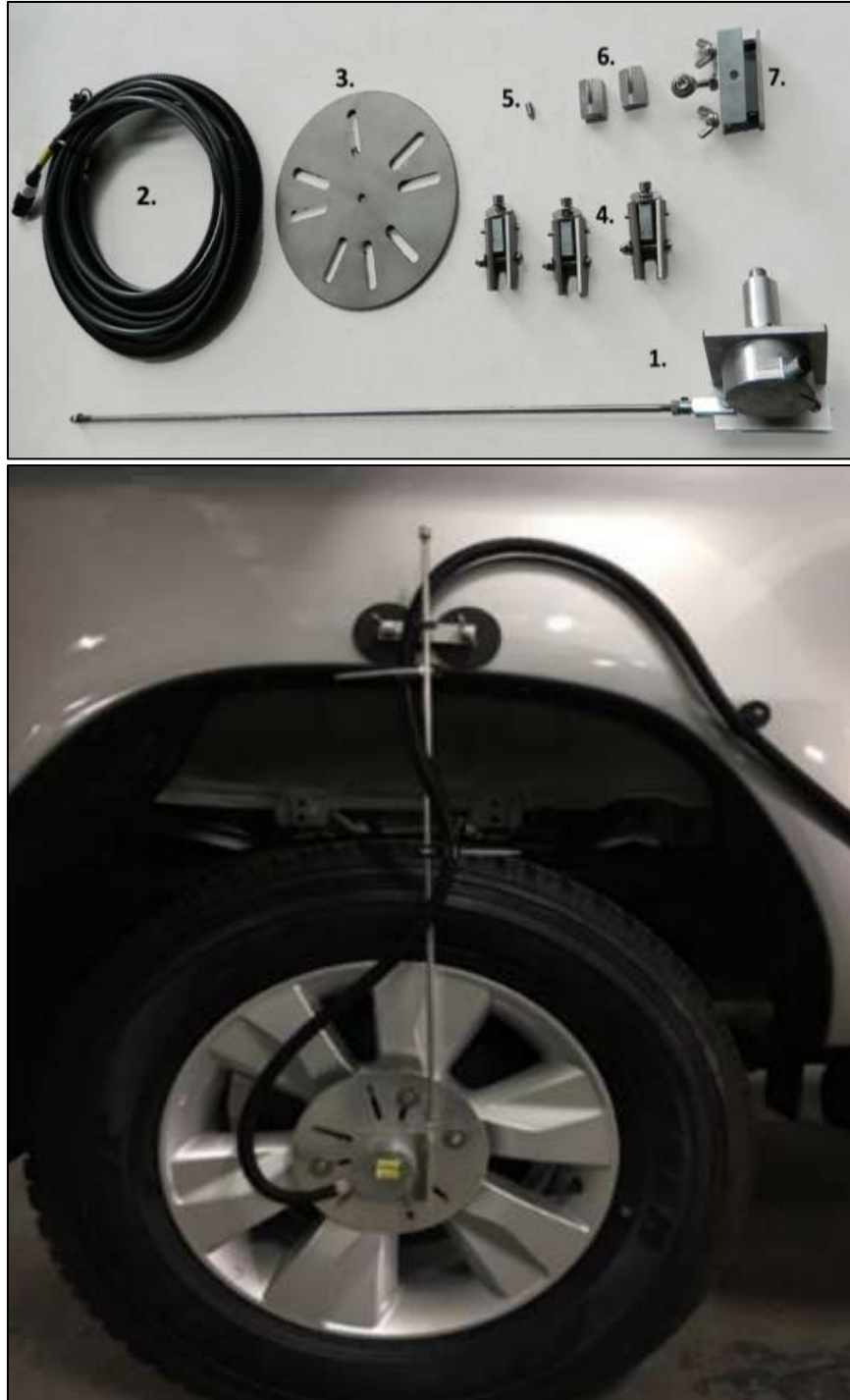
- เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดระดับผิวทางแบบเลเซอร์เนื่องจากการสั่นของรถสำรวจ แสดงดังรูปที่ 1-8



รูปที่ 1-8 เครื่องมือวัดความเร่ง



- เครื่องวัดระยะทาง (Distance Measurement Instruments: DMI) เป็นเครื่องมือที่ติดตั้งกับล้อรถสำรวจเพื่อตรวจวัดระยะทางสำรวจโดยใช้หลักการนับจำนวนรอบของพัลส์ (Pulse) ของล้อรถสำรวจ แสดงดังรูปที่ 1-9 โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-13



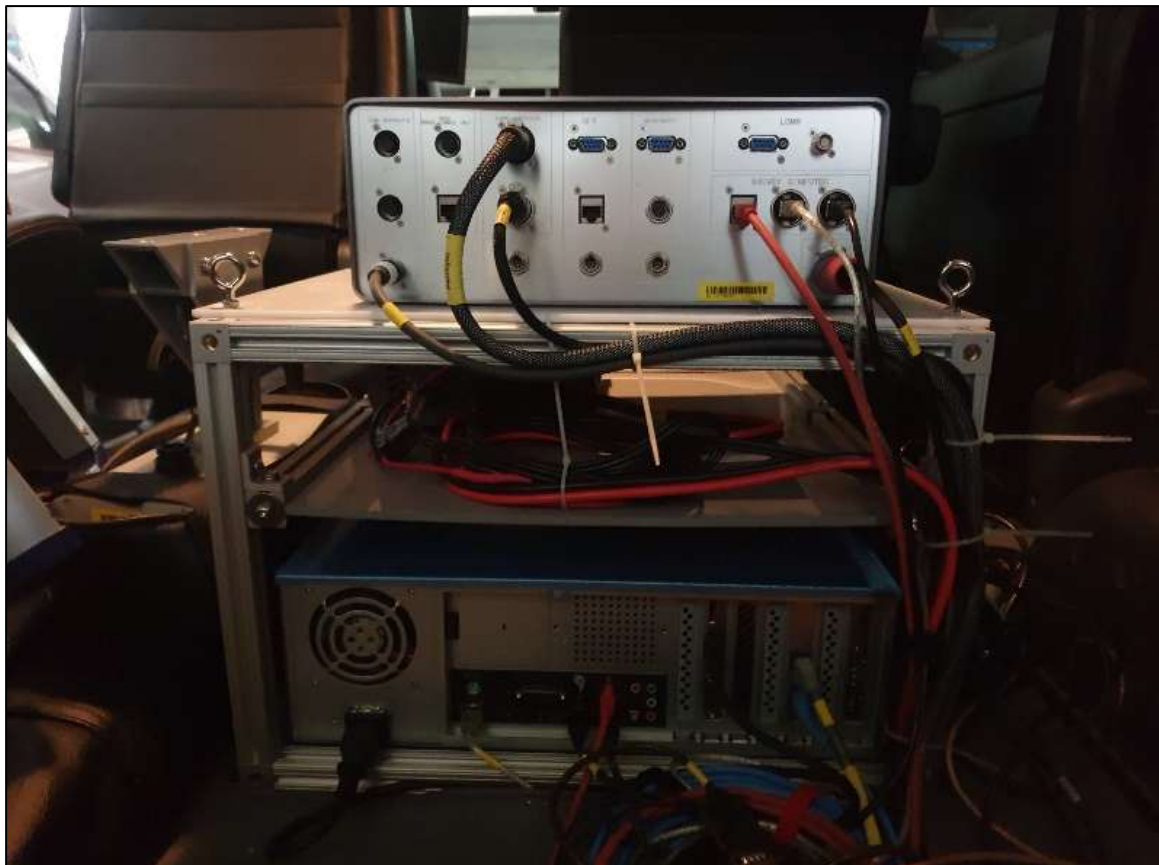
รูปที่ 1-9 รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง



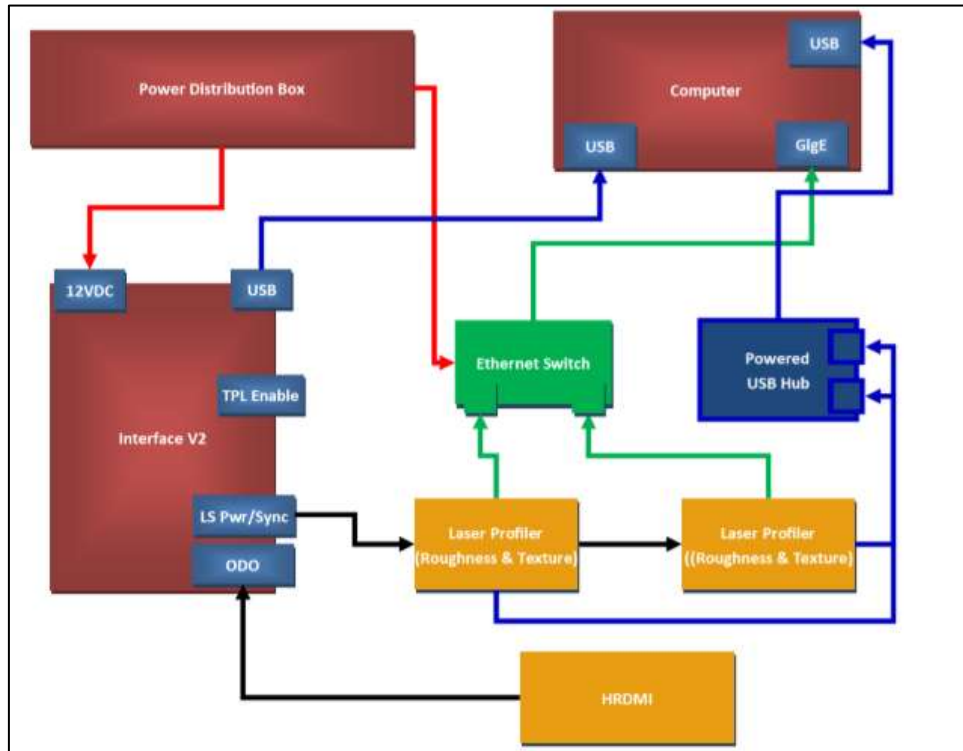
ตารางที่ 1-13 แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง

Item	Description
1	Encoder Mounted with Swivel and R
2	Encoder cable with plugs
3	Wheel plate
4	Wheel Nut Clamp
5	Shaft Collar Grub screw
6	Spaces for Wheel Nut Clamps
7	Wheel Rim Rod Mount

- อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส และระบบคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูลสำรวจ (On board Computer) ติดตั้งในรถระบบคอมพิวเตอร์ และอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในรถสำรวจเพื่อบันทึกข้อมูล และประมวลผลเบื้องต้นบนรถสำรวจ แสดงดังรูปที่ 1-10 และรูปที่ 1-11



รูปที่ 1-10 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล



รูปที่ 1-11 แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล

- การติดตั้งเครื่องมือ จะทำการติดตั้งเครื่องมือดังที่กล่าวมาข้างต้นเข้ากับรถสำรวจสภาพทาง (Road Condition Survey Vehicle : RCSV) แสดงดังรูปที่ 1-12



รูปที่ 1-12 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ

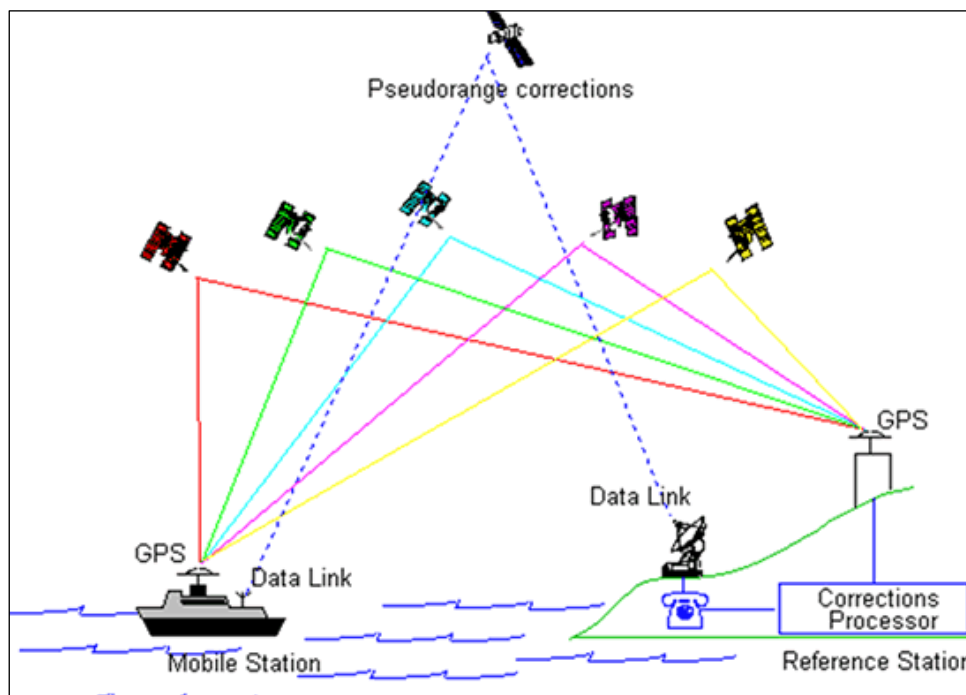


1.2.5 มีชุดอุปกรณ์รับค่าพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS พร้อมความสามารถในการรับค่าปรับแก้เพื่อให้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งมีความละเอียดอย่างน้อยในระดับ 1 เมตร จำนวน 1 ชุด

อุปกรณ์รับค่าพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS พร้อมรับสัญญาณค่าพิกัดปรับแก้ (Differentials Global Positioning System: DGPS) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ระบุพิกัดตำแหน่งปัจจุบันของยานพาหนะ ขณะทำการสำรวจข้อมูล โดยข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในรถ จะแสดงค่าสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ทำการบันทึก ซึ่งได้พิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GNSS ชนิด DGPS โดยสามารถแสดงพิกัดทั้งทางแนวราบ และแนวดิ่ง อ้างอิงจากสัญญาณดาวเทียม (GPS Satellite) และสัญญาณค่าแก้ Differential Correction จากผู้ให้บริการ แสดงดังรูปที่ 1-13 และรูปที่ 1-14 และรายละเอียดของเครื่องมือ แสดงดังตารางที่ 1-14



รูปที่ 1-13 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม



รูปที่ 1-14 หลักการทำงานของารับพิกัดและค่าแก้ DGPS

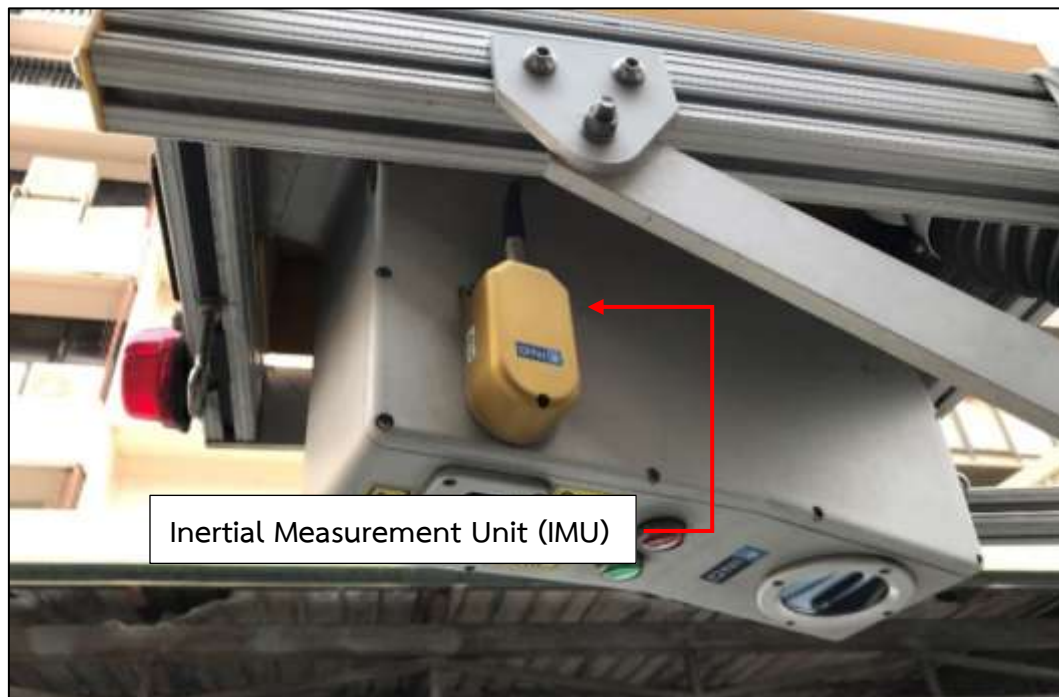


ตารางที่ 1-14 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม GPS/GNSS

เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (DGPS)	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ชนิดดาวเทียม	GPS/GNSS	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
การติดต่อกับดาวเทียม	12 ดวงขึ้นไป และขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
อุณหภูมิ	-30 ถึง 60 องศาเซลเซียส	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการอัปเดตข้อมูล	1 วินาที	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
ความแม่นยำของตำแหน่ง	1 meters RMS	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ

1.2.6 มีชุดอุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของสายทาง (Geometric)

ชุดอุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของสายทาง (Road Geometry) คือ Inertial Measurement Unit (IMU) ที่ประกอบด้วย Three Axis Accelerometers และ Gyroscopes ซึ่งจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์รับค่าพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS ทำให้สามารถคำนวณและรายงานผลค่าความลาดชัน (Percent Grade Slope) ค่าความลาดเอียง (Percent Crown Slope) ค่าระดับความสูง (Elevation) และค่ารัศมีทางโค้ง (Radius) ได้



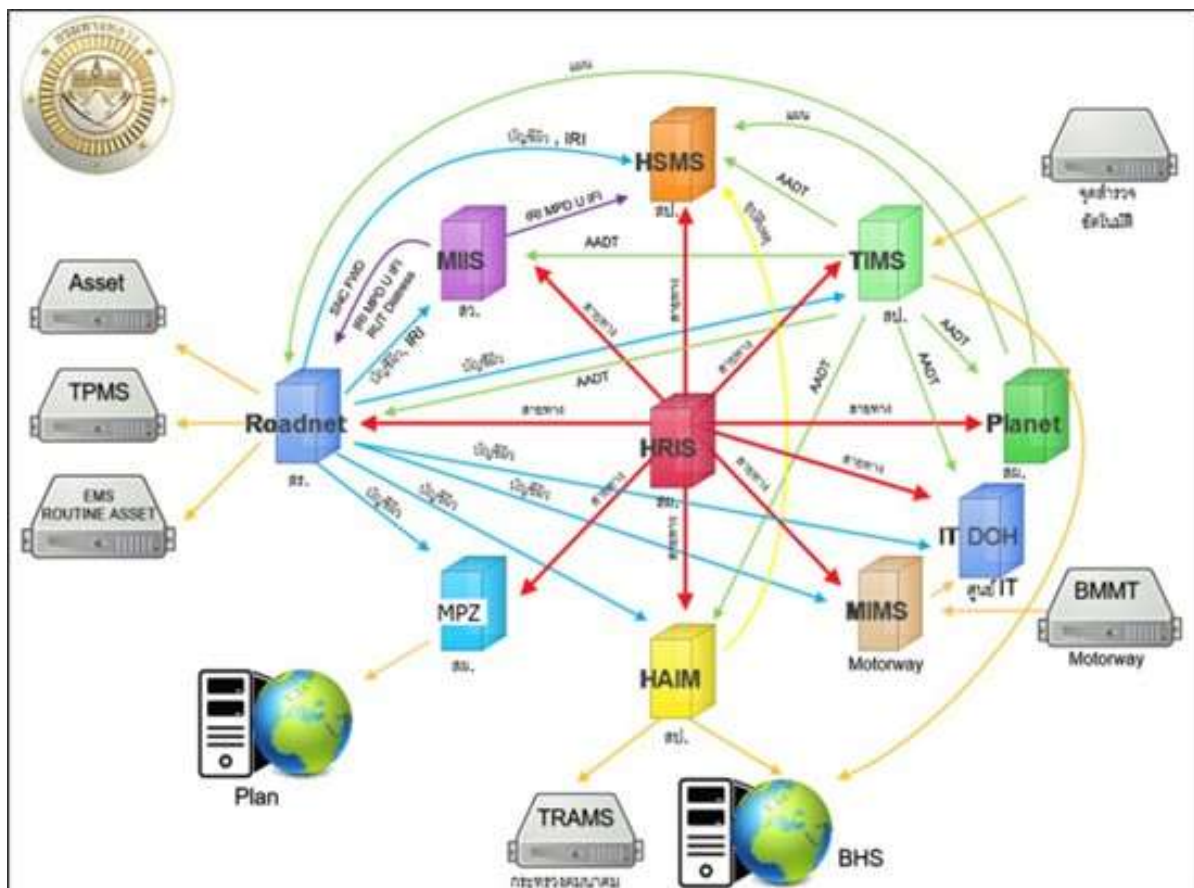
รูปที่ 1-15 อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU)



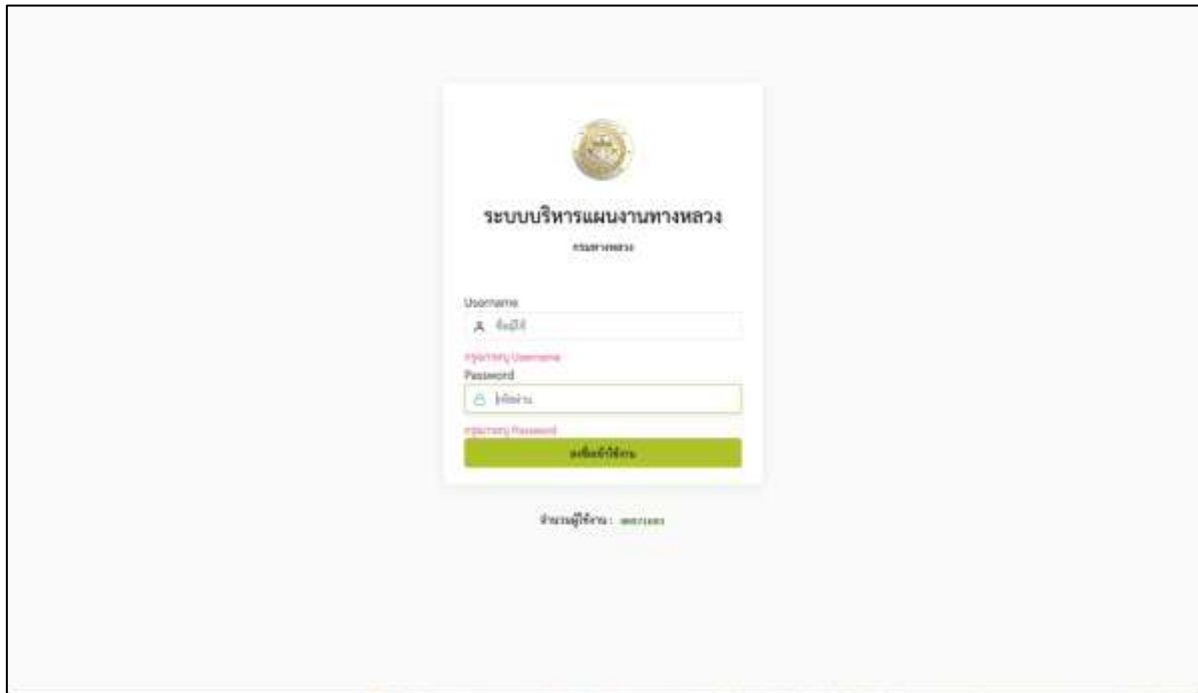
1.3 การสำรวจสภาพทาง

1.3.1 จัดทำแผนการสำรวจและตามเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง

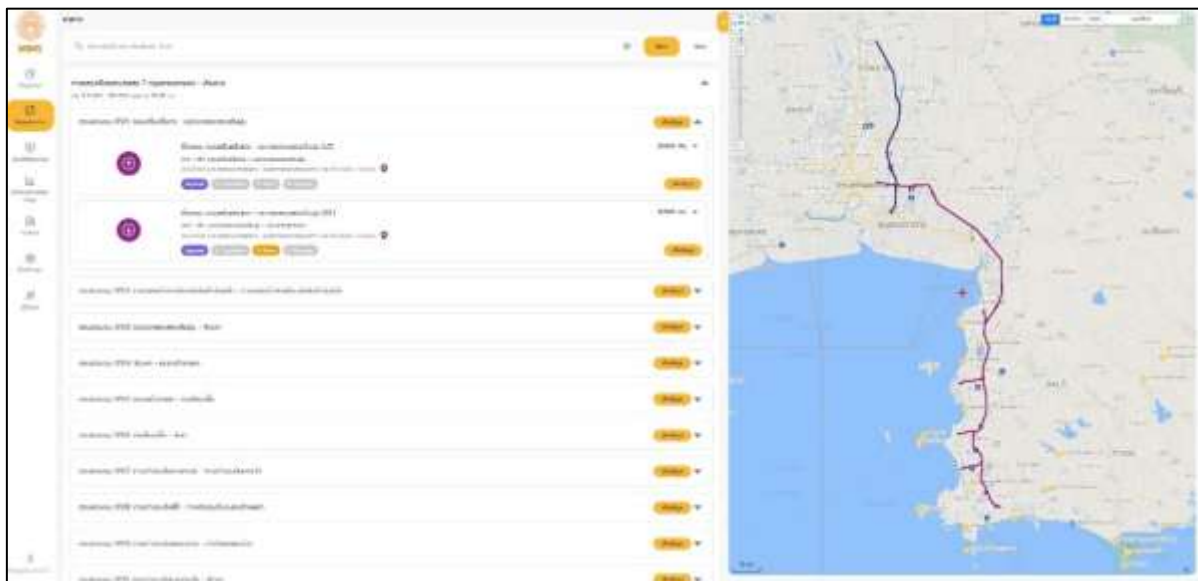
ภายใน 15 วันหลังจากวันลงนามในสัญญา ที่ปรึกษาได้เสนอแผนการสำรวจเส้นทาง ให้คณะกรรมการบริหารโครงการฯ และหน่วยงานในพื้นที่เห็นชอบก่อนเข้าทำการสำรวจ ให้จัดบัญชีสายทางและผิวทาง พื้นที่สำรวจรายแขวงทางหลวง โดยคัดเลือกสายทางจากเกณฑ์ที่กรมทางหลวงกำหนด ประมวลผลจากแหล่งข้อมูลอย่างน้อย ดังนี้ ข้อมูลลักษณะผิวทาง และข้อมูลกายภาพจากฐานข้อมูล Roadnet ข้อมูลแผนงานจากระบบบริหารแผนงาน (Plannet) ข้อมูลบัญชีสายทางจากระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (Highway Registration Systems: HRIS) จากสำนักแผนงาน ข้อมูลปริมาณจราจรล่าสุดจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management Systems: TIMS) จากสำนักอำนวยความสะดวก และข้อมูลการสำรวจสภาพทาง (MIIS) จากสำนักวิเคราะห์ และตรวจสอบโดยผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ในการปรับปรุงแก้ไขแผนเส้นทางสำรวจดังกล่าวตามความเหมาะสม



รูปที่ 1-16 แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง



รูปที่ 1-17 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ PlanNet



รูปที่ 1-18 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS

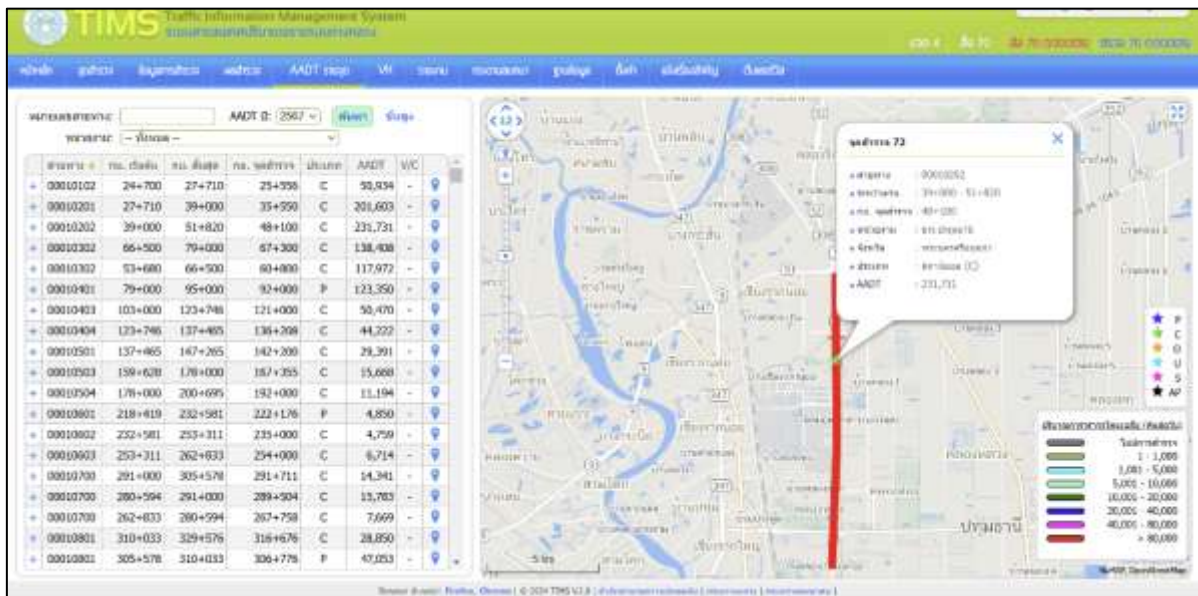


รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่าย
งบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



รูปที่ 1-19 เพื่อใช้ในการประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ที่ใช้ในงานซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS



รูปที่ 1-20 เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง





นอกจากการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการคัดเลือกสายทางในการจัดทำแผนการสำรวจ และเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง การสำรวจและจัดเก็บข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทางจะต้องดำเนินการวางแผน และเตรียมการอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และให้การสำรวจเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

ในโครงการนี้ กลุ่มที่ปรึกษามีแนวทางในการจัดทำเกณฑ์การคัดเลือก โดยอ้างอิงถึงการสำรวจที่ผ่านมาในรอบ 3 ปี มีการสำรวจที่ไม่ครบถ้วนทุกสายทางในโครงข่ายทางหลวง ทางกลุ่มที่ปรึกษาได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องของความครบถ้วนของข้อมูลความเสียหายเป็นประเด็นสำคัญ จึงมีแนวทางในการจัดทำแผน ซึ่งจะยึดสายทางที่ไม่มีการสำรวจในรอบ 3 ปี มาสำรวจเป็นลำดับแรก มีระยะทางสำรวจ 10,744.933 กิโลเมตร โดยประมาณ ด้วยอุปกรณ์สำรวจ และลำดับถัดมาจะเป็นการจัดทำแผนโดยการยึดจากเกณฑ์ลำดับชั้นทางหลวงเป็นหลัก ซึ่งเป็นการจำแนกตามลำดับชั้นทางหลวง (Road Hierarchy) ดังนี้

- ทางหลวงพิเศษ (Motorway) ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง
- ทางหลวงแผ่นดิน ลำดับชั้นที่ 1 ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน
- ทางหลวงแผ่นดิน ลำดับชั้นที่ 2 ทางหลวงแผ่นดินสายรองประธาน
- ทางหลวงแผ่นดิน ลำดับชั้นที่ 3 ทางหลวงแผ่นดินสายหลัก
- ทางหลวงแผ่นดิน ลำดับชั้นที่ 4 ทางหลวงแผ่นดินสายรอง
- ทางหลวงประเภทอื่น ๆ หรือถนนที่เชื่อมทางหลวงแผ่นดิน (Connecting Link)

ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์อย่างมากในการสำรวจเพื่อนำข้อมูลมาใช้บำรุงรักษาทางต่อไป โดยมีลำดับขั้นตอนการวางแผน ดังต่อไปนี้

- 1) วางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น เป็นระยะทางตามขอบเขตงานไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ทั้งผิวลาดยาง และผิวคอนกรีต รวมไปถึงทางคู่ขนานของแต่ละสายทาง โดยเสนอให้คณะกรรมการตรวจรับ และให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสำรวจ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การเลือกสายทางสำรวจ ดังนี้
 - สายทางที่จะทำการสำรวจ อยู่ในพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 1 ถึง 18 ซึ่งไม่รวมพื้นที่ในจังหวัดชายแดนภาคใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา จังหวัดนราธิวาสและ 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสบไย้อย



- เกณฑ์ที่ได้รับจากคณะกรรมการ
ระยะทางสำรวจ รวมระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ประกอบด้วย
 - สายทางที่ไม่เคยสำรวจในรอบ 3 ปี ที่ผ่านมา ให้นำมาสำรวจก่อน โดยใช้ อุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS) เป็นหลัก
 - ยึดตามลำดับชั้นทางหลวงเป็นหลัก โดยลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 ทำการสำรวจทั้งหมด
 - หากระยะทางยังไม่ถึงตามข้อกำหนด ให้คัดเลือกสายทางในลำดับชั้นทางหลวงที่ 2 โดยอ้างอิงจากปริมาณการจราจร (AADT) มากกว่า 8,000 กิโลเมตร
- 2) จัดบัญชีสายทางและผิวทาง เสนอต่อคณะกรรมการคณะกรรมการโครงการฯ และหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อพิจารณาเห็นชอบวิธีการ และความเป็นไปได้ในการสำรวจ
- 3) ประชุมชี้แจง และแจ้งสายทางสำรวจโดยส่งบัญชีสายทางที่อยู่ในแผนการสำรวจให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ดิจิทัล โดยการจัดทำแผนที่โครงข่ายเส้นทางสำรวจ (Layout) ขนาด A4 รายแขวงทางหลวงส่งมอบให้กรม จำนวน 100 แขวงทางหลวง ในรูปแบบไฟล์ PDF และรูปแบบไฟล์ KML (Keyhole Markup Language) เพื่อพร้อมเปิดใช้งานในรูปแบบแผนที่ โดยให้แก่เจ้าหน้าที่ สำนักงานทางหลวง และแขวงทางหลวงในพื้นที่ที่สำรวจสภาพทางเป็นผู้พิจารณาพร้อมทั้งติดต่อประสานงานสอบถามความพร้อมก่อนเข้าสำรวจพื้นที่จริง เพื่อสอบถามสายทางดังกล่าวมีการก่อสร้าง หรือขยายช่องจราจรหรือไม่
- ตามหนังสือเลขที่ สร.4/9001 ลงวันที่ 20 ธันวาคม 2567 ที่มิที่ปรึกษาได้ดำเนินการติดต่อสอบถามผู้ประสานงานโครงการในแต่ละแขวงทางหลวงครบถ้วนแล้วเสร็จตั้งแต่วันที่ 23 – 24 ธันวาคม 2567 โดยมีรายชื่อผู้ประสานงานแขวงทางหลวงตามรูปที่ 1-21 ถึง รูปที่ 1-22 และตารางที่ 1-15



1. พื้นที่สำรวจ และระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร

หลักเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง ปี 68
ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร โดยแยกเป็นรายอุปกรณ์ ดังนี้
ระยะทางสำรวจของอุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS) ไม่น้อยกว่า 22,000 กิโลเมตร
ระยะทางสำรวจของอุปกรณ์ Laser Profile ไม่น้อยกว่า 17,000 กิโลเมตร

1. นำสายทางทั้งหมดที่ยังไม่เคยสำรวจในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา มาสำรวจก่อน โดยใช้อุปกรณ์สำรวจ Laser Crack Measurement System (LCMS)
**ระยะทางสำรวจประมาณ 10,744.933 กิโลเมตร

2. สายทางที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 และ 9 นำมาสำรวจทุกปี คิดเป็นระยะทางสำรวจประมาณ **17,515.496 กิโลเมตร

3. เพื่อให้ครบถ้วนตามข้อตกลง ให้เลือกสายทางที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 2 ที่มี ปริมาณจราจร AADT > 8,000 และ สายทางที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 0

ระยะทางสำรวจปี 2568 รวม 39,540.594 กิโลเมตร



รูปที่ 1-21 การประชุมชี้แจงและเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มโครงการ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักบริหารบำรุงทาง โทร. ๐ ๒๓๕๔ ๖๖๖๘ ต่อ ๒๓๕๓๒ โทรสาร. ๐ ๒๓๕๔ ๖๖๖๘

ที่ สร.๔/ ๙/ ๐๐๑

วันที่ ๒๐ ธ.ค. ๒๕๖๗

เรื่อง ขอให้ตรวจสอบบัญชีสายทางที่จะดำเนินการสำรวจในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่าย
ทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี ๒๕๖๘
เวียน ผส.ทส.๑ - ๑๘ และแขวงทางหลวงในสังกัด

ตามบันทึกสำนักบริหารบำรุงทาง ที่ สร.๔/๘๙๔๙ ลงวันที่ ๓๓ ธันวาคม ๒๕๖๗ เรื่อง
ขอความอนุเคราะห์แจ้งรายชื่อผู้ประสานงานโครงการ เพื่อตรวจสอบบัญชีการสำรวจและตรวจสอบข้อมูล
การสำรวจจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ซึ่งสำนักบริหารบำรุงทางได้ตกลงว่าจ้างกลุ่มที่
ปรึกษา ประกอบด้วย สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ที่ปรึกษาหลัก) และสำนักงานศูนย์วิจัยและ
ให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ดำเนิน “โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี ๒๕๖๘” นั้น

การสำรวจความสภาพโครงข่ายในโครงการนี้ สำนักบริหารบำรุงทางได้กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

๑. ทางหลวงที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ ๑ และ ๔ ทำการสำรวจทั้งหมด
๒. ทางหลวงที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ ๒ ที่มีปริมาณจราจรมากกว่า ๘,๐๐๐ คันต่อวัน
ทำการสำรวจทั้งหมด
๓. ทางหลวงในลำดับชั้นทางหลวงที่ ๓ และ ๔ ที่ยังไม่เคยสำรวจในรอบ ๓ ปีที่ผ่านมา
ซึ่งสอดคล้องกับโครงข่ายสายทางการสำรวจ เพื่อให้ระยะทางสำรวจครบถ้วนตามเกณฑ์

เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ผู้ประสานงาน
โครงการ (รายชื่อตามเอกสารแนบ) ตรวจสอบบัญชีสายทาง (ตาม QR - Code แนบ) โดยดาวน์โหลด
แผนการสำรวจ บัญชีสายทาง และแผนที่การสำรวจ หากพบว่าไม่สามารถดำเนินการได้ เช่น มีโครงการ
ก่อสร้างกำลังดำเนินการอยู่ สามารถเสนอสายทางที่จะต้องสำรวจชัดเจนได้ และส่งผลการตรวจสอบให้
ผู้อำนวยการส่วนแผนงาน (วผ.ทส.) รวบรวมเพื่อให้ระยะทางสำรวจรวมของทางสำนักทางหลวงไม่น้อยกว่า
แผนการสำรวจ และแจ้งตอบกลับสำนักบริหารบำรุงทาง ภายในวันที่ ๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๗ ทั้งนี้ที่ปรึกษา
จะประสานงานไปยังผู้ประสานงานโครงการโดยตรง

หากมีข้อสงสัยประการใด สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ นายวิฑูรย์ พัฒนเกรียงไกร
(เลขานุการคณะทำงาน) โทร. ๐๘-๕๔๑๔-๑๕๔๔ หรือ ๐ ๒๓๕๔ ๖๖๖๘ ต่อ ๒๓๕๓๐ นายศุภกร สุทธิพันธ์
(ผู้ช่วยเลขานุการคณะทำงาน) โทร. ๐๘-๔๒๑๒-๔๖๑๔ เบอร์ภายใน ๒๓๕๓๕ หรือ นายศิษฐ์วัฒน์ อัจฉริยะ
 โทร. ๐๖-๒๓๗๓-๓๓๓๓ (ผู้ประสานงานหลักของที่ปรึกษา)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติและดำเนินการต่อไป

(นายจักรพันธ์ พัฒนเกรียงไกร)

วิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ วิชาการราชการแทน

ผู้อำนวยการสำนักบริหารบำรุงทาง



QR Code บัญชีสายทาง

ส่งทางสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
วันที่ ๒๐ ธ.ค. ๒๕๖๗ ผู้ส่ง จปชฐา

รูปที่ 1-22 หนังสือเรื่องขอให้ตรวจสอบบัญชีสายทางแผนการสำรวจปี 2568



ตารางที่ 1-15 รายชื่อติดต่อผู้ประสานงานโครงการแขวงทางหลวง

ลำดับ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวงทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	รายชื่อผู้ประสานงานโครงการ
1	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	522	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	นายธนกร ร้อนทอง
2		523	ขท.ลำปางที่ 1	นายราเชนทร์ ชัยศักดิ์
3		528	ขท.ลำปางที่ 2	นายขันติ โพธิ์นวล
4		524	ขท.ลำพูน	นายณพภูล กันหมุด
5		521	ขท.เชียงใหม่ที่ 1	นายประสาน คำวัฒน์
6		527	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	นายชัชวาล ฉัตรทอง
7	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	531	ขท.แพร่	นายเอม สุวรรณแสง
8		536	ขท.น่านที่ 1	นายภูวดล คำแฮ
9		539	ขท.น่านที่ 2	นายกิตติพันธุ์ กุศล
10		535	ขท.พะเยา	นางสาวณัฏมน ใจกล้า
11		533	ขท.เชียงรายที่ 1	นายพิทักษ์ จันทาพูน
12		537	ขท.เชียงรายที่ 2	นายสาโรจน์ เย็นใจ
13	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	นายเดชา เย็นใจ
14		644	ขท.นครพนม	นายวิษณุ แสนภูวา
15		643	ขท.บึงกาฬ	นายสุรสิทธิ์ ล้านชาวงษ์
16		641	ขท.สกลนครที่ 1	นายรุ่งพิบูรณ์ จันใด
17		642	ขท.สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	นายวสกร ราชวงศ์
18		646	ขท.หนองคาย	นายสุรศักดิ์ ภูขำ
19	สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	514	ขท.ตากที่ 2 (แม่สอด)	นายเพชร ผาแสนเถิน
20		512	ขท.ตากที่ 1	นางสาวสินีนาถ ขาวสวน
21		513	ขท.สุโขทัย	นายไชยพัฒน์ กระดิงษ์
22		517	ขท.กำแพงเพชร	นายสุชาติ ตาทิพย์
23	สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	519	ขท.พิจิตร	นายนิธิพล ภาวสุทธิการ
24		515	ขท.พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	นางสาวจามรี คนธานนท์
25		511	ขท.พิษณุโลกที่ 1	นายภาณุวัตร ทองรัตน์
26		557	ขท.อุตรดิตถ์ที่ 1	นายอัศรายุทธ สายสูง
27		558	ขท.อุตรดิตถ์ที่ 2	นายณรงค์ อินทร์ทอง
28	สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	629	ขท.หนองบัวลำภู	นายเชาวฤทธิ์ มาดาป้อม
29		551	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1	นายทศพร ลอดพั้ว
30		552	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	นายสุธีร์ ไททอง
31		554	ขท.เลยที่ 1	นายฐิติ รามศิริ
32		555	ขท.เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	นายยุรนันท์ รัตน



ตารางที่ 1-15 รายชื่อติดต่อผู้ประสานงานโครงการแขวงทางหลวง (ต่อ)

ลำดับ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวงทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	รายชื่อผู้ประสานงานโครงการ
33	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	623	ขท.อุดรธานีที่ 1	ว่าที่ ร.ต.บุญปาน เคนคำภา
34		624	ขท.อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	นายสืบพงษ์ หมักกุล
35		621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	นายจักรพันธ์ สีนโคกสูง
36		626	ขท.ชัยภูมิ	นายฉัตรชัย จากกลาง
37		628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	นายสาธิต ภูผิวคำ
38		627	ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	นายสุวัฒน์ เสริมนอก
39	สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	633	ขท.ยโสธร	นายวินิจ สังสีแก้ว
40		635	ขท.ร้อยเอ็ด	นายฐิติ จันทรเจริญ
41		622	ขท.มหาสารคาม	นายธนกร เกษมสิริพล
42		647	ขท.กาฬสินธุ์	นายอรุณ นาเทียมเกตุ
43	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	634	ขท.อำนาจเจริญ	นายจักรกฤษ คุณมี
44		615	ขท.สุรินทร์	นายเอกพงศ์ พันธุ์ศรี
45		636	ขท.ศรีสะเกษที่ 2	นายสุรศักดิ์ ดอกพวง
46		638	ขท.ศรีสะเกษที่ 1	นายสมบัติ วันโน
47		631	ขท.อุบลราชธานีที่ 1	นายนพพล สายเชื้อ
48		632	ขท.อุบลราชธานีที่ 2	นายเกริก กุลพร
49	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	619	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	นายณัฐวุฒิ พันธุ์พาน
50		618	ขท.ปราจีนบุรี	นางสาววรรณิศา วงษ์พาดกลาง
51		611	ขท.นครราชสีมาที่ 1	นางเรไร หอมจะบก
52		612	ขท.นครราชสีมาที่ 2	นายทินกร มุศกรบุรี
53		614	ขท.นครราชสีมาที่ 3	นายพลรัฐ อัดถาวงค์
54		617	ขท.บุรีรัมย์	นายประจักษ์ หม่อมสิทธิ
55	สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	437	ขท.นครสวรรค์ที่ 1	นายปรมินทร์ พิณเกษม
56		438	ขท.นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	นายสรสิข ประเสริฐกุลศักดิ์
57		435	ขท.ลพบุรีที่ 2 (ลำน้ำรายณ์)	นายบัญญัติ ชนเค้า
58		432	ขท.สระบุรี	นายอดิพงษ์ พรหมทะसार
59		431	ขท.ลพบุรีที่ 1	นายภูเกียรติ มัลลย์พิศ
60		433	ขท.สิงห์บุรี	นายศุภโชค นาคเกตุ
61	สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	446	ขท.ชัยนาท	นายสุริยะ ลำสกุล
62		447	ขท.อุทัยธานี	นายวิฑูรย์ ศรีบผา
63		445	ขท.สุพรรณบุรีที่ 2 (อุทุม)	นายปิยะวัช หลงปาน
64		448	ขท.อ่างทอง	นายณพดล พุทธวงศ์
65		441	ขท.สุพรรณบุรีที่ 1	นายอนุวัตร สมพงษ์
66		444	ขท.กาญจนบุรี	นายณัฐพงศ์ แก้วชมภู



ตารางที่ 1-15 รายชื่อติดต่อผู้ประสานงานโครงการแขวงทางหลวง (ต่อ)

ลำดับ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวงทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	รายชื่อผู้ประสานงานโครงการ
67	สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	416	ขท.ปทุมธานี	นางสาวสุภัทรา กาญจนอุดม
68		417	ขท.สมุทรปราการ	นายศิริวัฒน์ ดีสุข
69		415	ขท.สมุทรสาคร	นายสุทิวส ธรรมกร่าง
70		414	ขท.นครนายก	นางสาวกฤษณา รงค์นคร
71		413	ขท.อยุธยา	นายกันต์ กีฎามระ
72		411	ขท.กรุงเทพ	นายระพีพัฒน์ ชูชื่นกลิ่น
73		418	ขท.นนทบุรี	นายอรรถพล พระโคตร
74		419	ขท.ธนบุรี	นายชิดชัย ธรรมณารักษ์
75	สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	421	ขท.ฉะเชิงเทรา	นายภาณุสรณ์ โพธิ์แดน
76		422	ขท.ชลบุรีที่ 1	นายจารุพัฒน์ คงวิญญู
77		428	ขท.ชลบุรีที่ 2	นายปกรณ์ ไฉยาว
78		426	ขท.ระยอง	นายพิตเทพ เวทประสิทธิ์
79		423	ขท.จันทบุรี	นายสราวุฒิ วงศ์ประทุม
80		425	ขท.ตราด	นายกกกฤต ปิยสวัสดิ์
81	สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	336	ขท.นครปฐม	นายสุวิจักขณ์ ขุนจันดี
82		335	ขท.ราชบุรี	นางสาววิมลณัฐ นุ่นรอด
83		337	ขท.สมุทรสงคราม	นายจักรพันธ์ อุทุมพร
84		338	ขท.เพชรบุรี	นายจักรพันธ์ แก้วศรีงาม
85		333	ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	นายเฉลิมชัย มั่งคั่ง
86		332	ขท.ชุมพร	นายธวัชชัย เกตุพิมล
87	สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	325	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 1	นายนิยุต พลการณ์
88		328	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	นายกรวิทย์ สุวรรณพฤษ
89		329	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	นายวิศ ศรีทรัพย์
90		326	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	นายไชรัตน์ ขาดอริยะกุล
91		321	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 1	นายณัฐกนต์ โคตโน
92		314	ขท.พัทลุง	นายประกิจ มุสิกพันธุ์



ตารางที่ 1-15 รายชื่อติดต่อผู้ประสานงานโครงการแขวงทางหลวง (ต่อ)

ลำดับ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวงทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	รายชื่อผู้ประสานงานโครงการ
93	สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	322	ขท.ตรัง	นางอมรรัตน์ พามา
94		323	ขท.กระบี่	นายภูมิพัฒน์ เหมหา
95		327	ขท.พังงา	นายณรงค์ศักดิ์ แก้วประสิทธิ์
96		324	ขท.ภูเก็ต	นายสรศักดิ์ ทศการ
97		331	ขท.ระนอง	นางสุทิตี ปิ่นเกตุ
98	สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	311	ขท.สงขลาที่ 1	นายธนิศ สังข์วง
99		318	ขท.สตูล	นายอภิรักษ์ หัตถประดิษฐ์
100		319	ขท.สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	นายวรจักร แซ่ล่อง



ตารางที่ 1-16 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น

ลำดับชั้น ทางหลวง	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,973.083)	วิ่งสำรวจ (เที่ยว)	ไม่เคยสำรวจ ในรอบ 3 ปี (กม.) (10,744.933)	ระยะทางสำรวจ ที่สำรวจแล้ว (กม.) (58,068.506)	ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2568 (กม.) (39,000)
1* สำรวจทุกปี	2	<8,000	649.418	1	29.295	620.123	649.418
		>8,000	508.556	1	37.048	460.062	497.110
	≥4	<8,000	888.197	2	0	1,726.734	1,726.734
		>8,000	6,649.882	2	74.106	13,247.060	13,321.166
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	13.635	2	0	25.230	25.230
		>8,000	392.007	2	0	784.614	784.614
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	26.133	1	0	26.176	26.176
		>8,000	310.196	1	0	302.140	302.140
2	2	<8,000	2,615.487	1	401.150	2,238.398	401.150
		>8,000	1,558.384	1	295.794	1,254.133	1,549.927
	≥4	<8,000	1,289.258	2	466.438	2,152.484	466.438
		>8,000	5,185.710	2	1,220.446	9,387.020	10,607.466
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0	2	0	0	0
		>8,000	31.046	2	9.810	57.974	67.784
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	15.156	1	1.200	13.236	1.200
		>8,000	43.775	1	0.922	42.853	43.775



ตารางที่ 1-16 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น (ต่อ)

ลำดับชั้น ทางหลวง	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,973.083)	วิ่งสำรวจ (เที่ยว)	ไม่เคยสำรวจ ในรอบ 3 ปี (กม.) (10,744.933)	ระยะทางสำรวจ ที่สำรวจแล้ว (กม.) (58,068.506)	ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2568 (กม.) (39,000)
3	2	<8,000	14,353.371	1	4,297.417	10,055.275	4,297.417
		>8,000	3,535.251	1	643.656	2,894.863	643.656
	≥4	<8,000	1,731.163	2	690.148	2,785.378	690.148
		>8,000	2,086.526	2	376.148	3,807.226	376.148
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0.726	2	0	1.452	0
		>8,000	11.768	2	0	23.536	0
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	9.651	1	4.325	5.326	4.325
		>8,000	5.121	1	1.022	4.099	1.022
4	2	<8,000	5,522.798	1	1,282.134	4,222.146	1,282.134
		>8,000	1,449.896	1	436.063	1,014.364	436.063
	≥4	<8,000	221.196	2	135.680	305.548	135.680
		>8,000	348.910	2	95.356	602.464	95.356
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0	2	0	0	0
		>8,000	3.555	2	0	7.110	0
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	1.064	1	0	1.064	0
		>8,000	0.418	1	0	0.418	0



ตารางที่ 1-16 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น (ต่อ)

ลำดับชั้น ทางหลวง	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,973.083)	วิ่งสำรวจ (เที่ยว)	ไม่เคยสำรวจ ในรอบ 3 ปี (กม.) (10,744.933)	ระยะทางสำรวจ ที่สำรวจแล้ว (กม.) (58,068.506)	ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2568 (กม.) (39,000)
9* สำรวจทุกปี	2	<8,000	0	1	0	0	0
		>8,000	0	1	0	0	0
	≥4	<8,000	0	2	0	0	0
		>8,000	91.454	2	0	182.908	182.908
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0	2	0	0	0
		>8,000	0	2	0	0	0
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	0	1	0	0	0
		>8,000	0	1	0	0	0
0	2	<8,000	166.470	1	92.922	81.625	174.547
		>8,000	36.994	1	29.069	7.925	36.994
	≥4	<8,000	32.919	2	19.300	46.538	65.838
		>8,000	269.093	2	43.596	507.386	550.982
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0	2	0	0	0
		>8,000	16.763	2	0	33.526	33.526
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	0	1	0	0	0
		>8,000	1.634	1	0	1.634	1.634



ตารางที่ 1-16 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น (ต่อ)

ลำดับชั้นทางหลวง	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,973.083)	วิ่งสำรวจ(เที่ยว)	ไม่เคยสำรวจ ในรอบ 3 ปี (กม.) (10,744.933)	ระยะทางสำรวจ ที่สำรวจแล้ว (กม.) (58,068.506)	ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2568 (กม.) (39,000)
NULL* ยังไม่ถูกลำดับ ในชั้นทางหลวง	2	<8,000	198.536	1	8.959	161.070	8.959
		>8,000	81.391	1	39.635	41.756	39.635
	≥4	<8,000	85.347	2	0	167.820	0
		>8,000	523.277	2	13.294	1,033.260	13.294
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	0	2	0	0	0.000
		>8,000	2.035	2	0	4.070	0
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	0	1	0	0	0
		>8,000	8.916	1	0	8.916	0
รวม			50,973.083		10,744.933	58,068.506	39,728.089

หมายเหตุ: ข้อมูลระยะทางอ้างอิงจากระบบ Roadnet วันที่ 15 ตุลาคม 2567



1.3.2 นำเสนอแผนการสำรวจระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร ในการใช้ชุดอุปกรณ์เลเซอร์ประเภทใดในการสำรวจ โดยที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสำรวจสภาพทาง ดังนี้

- 1) ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางชนิด LCMS (Laser Crack Measurement System) เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 22,000 กม.
- 2) ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางชนิด Laser Profilometer เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 17,000 กม.

ที่ปรึกษานำเสนอแผนการสำรวจระยะทางสำรวจรวมไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ทั้งผิวลาดยาง และผิวคอนกรีต รวมไปถึงทางคู่ขนานของแต่ละสายทาง และจะทำการแบ่งระยะทางสำรวจ ตามประเภทชุดเครื่องมือเลเซอร์ ดังนี้

- 1) ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางแบบ LCMS (Laser Crack Measurement System) ทำการสำรวจข้อมูลสภาพทาง เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 22,000 กิโลเมตร โดยจะสำรวจสายทางประเภท
 - นำสายทางทั้งหมดที่ยังไม่เคยสำรวจในรอบ 3 ปีที่ผ่านมาเข้ามาสำรวจก่อน โดยใช้อุปกรณ์สำรวจ ระยะทางสำรวจประมาณ 10,700 กิโลเมตร
 - ทางหลวงที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 1, 9 และ 0 ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 11,300 กิโลเมตร เพื่อให้ครบตามข้อกำหนด
- 2) ชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (Laser Profilometer) ทำการสำรวจข้อมูลสภาพทาง เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 17,000 กิโลเมตร โดยจะสำรวจสายทางประเภท
 - ทางหลวงที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 ที่เหลือจากการสำรวจของอุปกรณ์ LCMS (Laser Crack Measurement System) ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 5,600 กิโลเมตร
 - ทางหลวงที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 2 ที่มีปริมาณการจราจร AADT มากกว่า 8,000 ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 12,000 กิโลเมตร

ตารางที่ 1-17 ระยะทางสำรวจแบ่งตามอุปกรณ์

ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
22,313.754	17,414.335	39,728.089



โดยตามเป้าหมายหลักของทางกรมทางหลวงที่ต้องการค่าความเสียหายที่ได้จากงานสำรวจให้มีความครอบคลุมทั้งโครงข่ายทางหลวงที่กรมได้ดูแล เพื่องานบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาวนั้น จึงเป็นที่มาที่ทางที่ปรึกษาได้ให้ความสำคัญสายทางที่ยังไม่เคยสำรวจมาเป็นอันดับแรก เพื่อให้มีข้อมูลค่าความเสียหายครบทุกเส้น จึงได้นำมาเป็นสายทางตั้งต้น จากนั้นทางที่ปรึกษาจึงได้ยกสายทางที่มีลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 เป็นหลักในการวิ่งสำรวจทั้ง 3 ปี เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของถนนที่มีรถสัญจรเป็นส่วนใหญ่ และนำเกณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ในการคัดเลือกสายทางที่จะดำเนินการสำรวจให้เหมาะสมตามงบประมาณ และระยะเวลาของโครงการ ซึ่งครอบคลุมโครงข่ายสายทางของทางหลวงทั้งหมด

1.3.3 จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบตามเงื่อนไขที่กรมทางหลวงกำหนด

ที่ปรึกษาได้ทำการจัดเตรียมพื้นที่ทดสอบตามที่กรมทางหลวงกำหนด ประกอบด้วย สายทางหมายเลข 352 ตอน 100 ผิวคอนกรีต, สายทางหมายเลข 3592 ตอน 100 ผิวคอนกรีต ที่มีความเสียหาย, สายทางหมายเลข 33 ตอน 502 ผิวลาดยางที่มีความเสียหาย, สายทางหมายเลข 3050 ตอน 100 เป็นพื้นที่ที่มีทางโค้ง ทางลาด และสายทางหมายเลข 1 ตอน 101 เพื่อทดสอบความมืด ความสว่างของภาพถ่าย เพื่อทำการสำรวจ และประมวลผลค่าความเสียหายต่าง ๆ พร้อมจัดเก็บข้อมูล ในระบบ Roadnet3 สำหรับเตรียมความพร้อมในการสำรวจ ก่อนดำเนินการสำรวจพื้นที่อื่น ๆ ตามแผนการสำรวจมีรายละเอียด ดังนี้

พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 352 ตอน 100 พื้นที่รับผิดชอบของแขวงทางหลวงนครนายก สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
Section_1	2+000	3+000	1.000	L2	คอนกรีต

พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 3592 ตอน 100 พื้นที่รับผิดชอบของแขวงทางหลวงนครนายก สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
Section_2	1+869	0+000	1.869	R2	คอนกรีต, เสียหาย



พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 502 พื้นที่รับผิดชอบของแขวงทางหลวงนครนายก
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
Section_3	135+500	137+500	2.000	L2	ลาดยาง, เสียหาย

พื้นที่ทดสอบที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100 พื้นที่รับผิดชอบของแขวงทางหลวงนครนายก
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
section_4	0+000	2+980	2.980	L1	ลาดยาง, ไค้, ลาดชัน
section_5	2+980	0+000	2.980	R1	ลาดยาง, ไค้, ลาดชัน

พื้นที่ทดสอบที่ 5 ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน 101 พื้นที่รับผิดชอบของแขวงทางหลวงกรุงเทพ
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
section_6	18+100	19+000	0.900	TL2	ภาพมืด, ภาพสว่าง
section_7	19+000	18+100	0.900	TR2	ภาพมืด, ภาพสว่าง



รูปที่ 1-23 พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 352 ตอน 100



รูปที่ 1-24 พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 3592 ตอน 100



รูปที่ 1-25 พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 502



รูปที่ 1-26 พื้นที่ทดสอบที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100



รูปที่ 1-27 พื้นที่ทดสอบที่ 5 ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน 101

1.3.4 ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจ

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสอบเทียบอุปกรณ์ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจในพื้นที่ตัวอย่างตามหัวข้อ 1.3.3 โดยทำการทดสอบทั้งผิวทางลาดยาง และคอนกรีต ดำเนินการเก็บข้อมูลการสำรวจเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร ของผิวทางแต่ละประเภท ประเภทละ 3 รอบการสำรวจต่อ 1 ชุดอุปกรณ์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่น้อยกว่าข้อมูลดังนี้ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index ; IRI), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting), ค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทาง (Mean Profile Depth ; MPD) ซึ่งจะค่าดังกล่าวออกมาทุก ๆ 25 เมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้หลักการดังต่อไปนี้

1.3.4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) สำหรับวิเคราะห์ผล

สถิติเชิงพรรณนา เป็นสถิติที่ใช้สรุปลักษณะของกลุ่มข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากตัวอย่าง อาทิ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน ค่าพิสัย เป็นต้น โดยสถิติเชิงพรรณนาจะช่วยสรุปลักษณะที่สำคัญของข้อมูลซึ่งการเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนาที่เหมาะสม จะขึ้นกับประเภทของข้อมูล (วานิชย์บัญชา, 2554) โดยการเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนาพิจารณาถึงข้อมูล 2 กลุ่ม ดังนี้



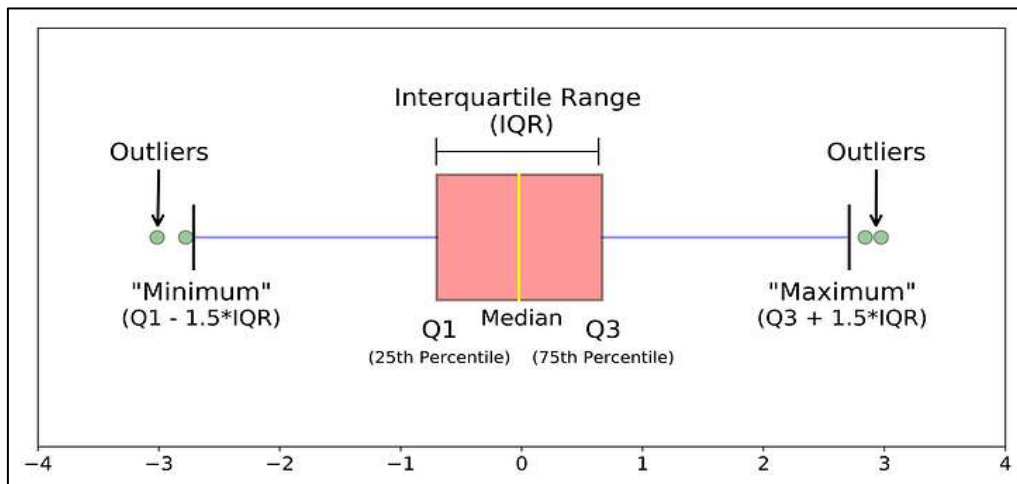
1) สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพหรือเชิงกลุ่ม

ในที่นี้หมายถึงข้อมูลสเกลแบ่งกลุ่ม (Nominal Scale) และสเกลอันดับ (Ordinal Scale) อาทิ เพศ ระดับของรายได้ หรือ อาชีพ เป็นต้น โดยสถิติเชิงพรรณนาที่เหมาะสมจะใช้ได้เฉพาะความถี่หรือจำนวนร้อยละและค่าฐานนิยม (วานิชย์บัญชา, 2554) โดยที่ค่าฐานนิยม คือ ค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดหรือความถี่มากที่สุด ซึ่งข้อมูล IRI, RUT และ MPD ในโครงการนี้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณแบบต่อเนื่อง (Continuous Quantitative Data) ไม่ได้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพหรือเชิงกลุ่ม จึงไม่ควรใช้ความถี่หรือจำนวนร้อยละในการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

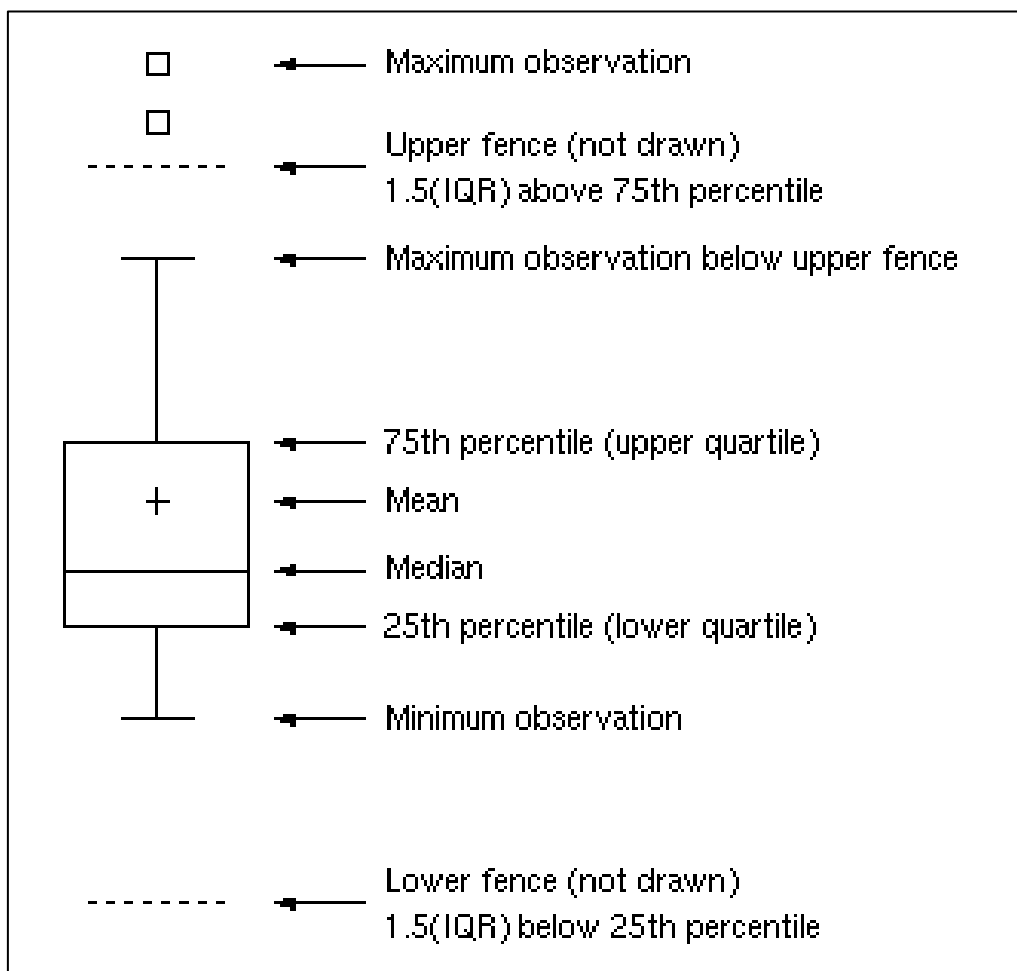
2) สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงปริมาณหมายถึงสเกลแบบช่วง (Interval Scale) และสเกลอัตราส่วน (Ratio Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะต้องคำนวณค่าสถิติเพื่อสรุปลักษณะข้อมูล โดยจะต้องหาค่าสถิติซึ่งแสดงค่ากลางและค่าการกระจายของข้อมูล ซึ่งค่ากลางสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม นอกจากนี้ค่าการกระจายของข้อมูลยังเป็นค่าที่แสดงความแตกต่างของข้อมูล ถ้าข้อมูลชุดใดมีการกระจายมาก แสดงว่าค่าข้อมูลชุดนั้นมีความแตกต่างกันมาก การคำนวณค่าการกระจายสามารถใช้ค่าสถิติต่าง ๆ อาทิ ค่าพิสัย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

นอกจากจะสามารถวัดการกระจายของข้อมูลด้วยค่าสถิติต่าง ๆ แล้ว ยังสามารถวัดการกระจายข้อมูลด้วยกราฟ ซึ่งกราฟที่ได้รับความนิยมได้แก่ Boxplot ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงรายละเอียดการกระจายของข้อมูล โดยสามารถเปรียบเทียบค่ากลางและค่าการกระจายของข้อมูลหลาย ๆ ชุดได้ ซึ่งกราฟ Boxplot แสดงการกระจายข้อมูลโดยอิงจากสรุปตัวเลข 5 ตัว ได้แก่ ค่าขั้นต่ำ, ควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q1), ค่ามัธยฐาน หรือควอร์ไทล์ที่สอง (Q2), ควอร์ไทล์ที่สาม (Q3) และค่าสูงสุด



รูปที่ 1-28 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (Lind, 2023)



รูปที่ 1-29 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (สถาบันวัดกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2022)



- ควอร์ไทล์แรกหรือ Q1 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ของข้อมูล แสดงเป็นขีดล่างของกล่อง
- ค่ามัธยฐานหรือควอร์ไทล์ที่ 2 หรือ Q2 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูล แสดงเป็นเส้นขีดภายในกล่อง
- ควอร์ไทล์ที่สามหรือ Q3 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ของข้อมูล แสดงเป็นขีดล่างของกล่อง
- ช่วงระหว่างควอร์ไทล์ (IQR หรือ Interquartile Range) จะแสดงโดยเป็นระยะห่างระหว่างขีดบนกับขีดล่างของตัวกล่อง (ส่วนต่างระหว่าง Percentile ที่ 25 และ 75)
- Upper Fence หรือ “สูงสุด” (โดยส่วนมากอาจจะไม่แสดงในแผนภูมิ โดยเฉพาะการใช้โปรแกรมทางสถิติวาดกราฟ) เป็นเส้นสมมติที่จะกำหนดว่าถ้าข้อมูลตัวใดอยู่เหนือกว่าเส้นนี้จะนับเป็น Outlier สามารถคำนวณได้ด้วยสูตร $Q3 + 1.5 \times IQR$
- Lower Fence หรือ “ขั้นต่ำ” (โดยส่วนมากอาจจะไม่แสดงในแผนภูมิ โดยเฉพาะการใช้โปรแกรมทางสถิติวาดกราฟ) เป็นเส้นสมมติที่จะกำหนดว่าถ้าข้อมูลตัวใดอยู่ต่ำกว่าเส้นนี้จะนับเป็น Outlier สามารถคำนวณได้ด้วยสูตร $Q1 - 1.5 \times IQR$
- Maximum Observation เป็นข้อมูลตัวแรกที่อยู่ต่ำกว่าเส้นสมมติ Upper Fence แสดงเป็นขีดปลายสุดด้านบนของเส้นที่ออกมาจากกล่อง
- Minimum Observation เป็นข้อมูลตัวแรกที่อยู่เหนือกว่าเส้นสมมติ Lower Fence แสดงเป็นขีดปลายสุดด้านล่างของเส้นที่ออกมาจากกล่อง
- Outlier แสดงเป็นจุดของข้อมูลที่อยู่เหนือหรือต่ำกว่าเส้น Maximum และ Minimum (แสดงเป็นวงกลมสีเขียว)

1.3.4.2 ผลการวิงทดสอบอุปกรณ์สำรวจ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสอบเทียบอุปกรณ์สำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและถูกต้อง โดยดำเนินการตรวจสอบค่าที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์ Laser Profilometer และอุปกรณ์ LCMS เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและมีมาตรฐานของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือสรุปได้ดังนี้



1) สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า IRI

ตารางที่ 1-18 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI

	สถิติเชิงพรรณนาของ IRI				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser 3 (DOH)
จำนวน Road sections	407	407	407	407	407
ค่าเฉลี่ย (Mean)	2.55	2.44	2.43	2.42	2.44
ความแปรปรวน (Variance)	0.67	0.80	0.74	0.77	0.71
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.82	0.90	0.86	0.88	0.85
ค่าสูงสุด	7.18 Section #145	7.76 Section #105	6.78 Section #145	6.43 Section #144	6.5 Section #145
ค่าต่ำสุด	1.14 Section #216	1.01 Section #217	1.07 Section #216	0.89 Section #214	0.97 Section #247
พิสัย	6.05	6.75	5.71	5.54	5.53
Q1	1.97	1.83	1.79	1.81	1.80
Q2	2.45	2.31	2.32	2.27	2.34
Q3	2.98	2.86	2.89	2.91	2.93
IQR	1.01	1.04	1.1	1.10	1.13
Upper fence	4.50	4.42	4.53	4.57	4.63
Lower fence	0.45	0.27	0.15	0.15	0.10

ค่าดัชนีความขรุขระของถนน (IRI) เป็นตัวชี้วัดมาตรฐานที่ใช้ประเมินคุณภาพพื้นผิวถนนในระดับสากล โดยค่าที่ต่ำกว่าจะแสดงถึงพื้นผิวถนนที่ราบเรียบ ในขณะที่ค่าที่สูงกว่าแสดงถึงพื้นผิวถนนที่ขรุขระ การสำรวจครั้งนี้ได้ดำเนินการด้วยรถสำรวจ 5 คัน ได้แก่ LCMS 1 (CU), LCMS 2 (STS), Laser 1 (CU), Laser 2 (TU) และ Laser 3 (DOH) ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากส่วนถนนทั้งสิ้น 407 ส่วน โดยการวิเคราะห์ผลและข้อสังเกตสรุปได้ดังนี้



การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ค่าดัชนี IRI จาการสำรวจทั้ง 5 คันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือประมาณ 2.42 ถึง 2.55 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของข้อมูลที่ได้จากแต่ละคัน อย่างไรก็ตาม LCMS 1 (CU) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 2.55 ในขณะที่ Laser 2 (TU) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 2.42

การกระจายตัวของข้อมูล

เมื่อพิจารณาจากความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า LCMS 2 (STS) มีค่าความแปรปรวนสูงสุดที่ 0.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.90 ซึ่งบ่งบอกถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่กว้างกว่าเมื่อเทียบกับรถสำรวจคันอื่น

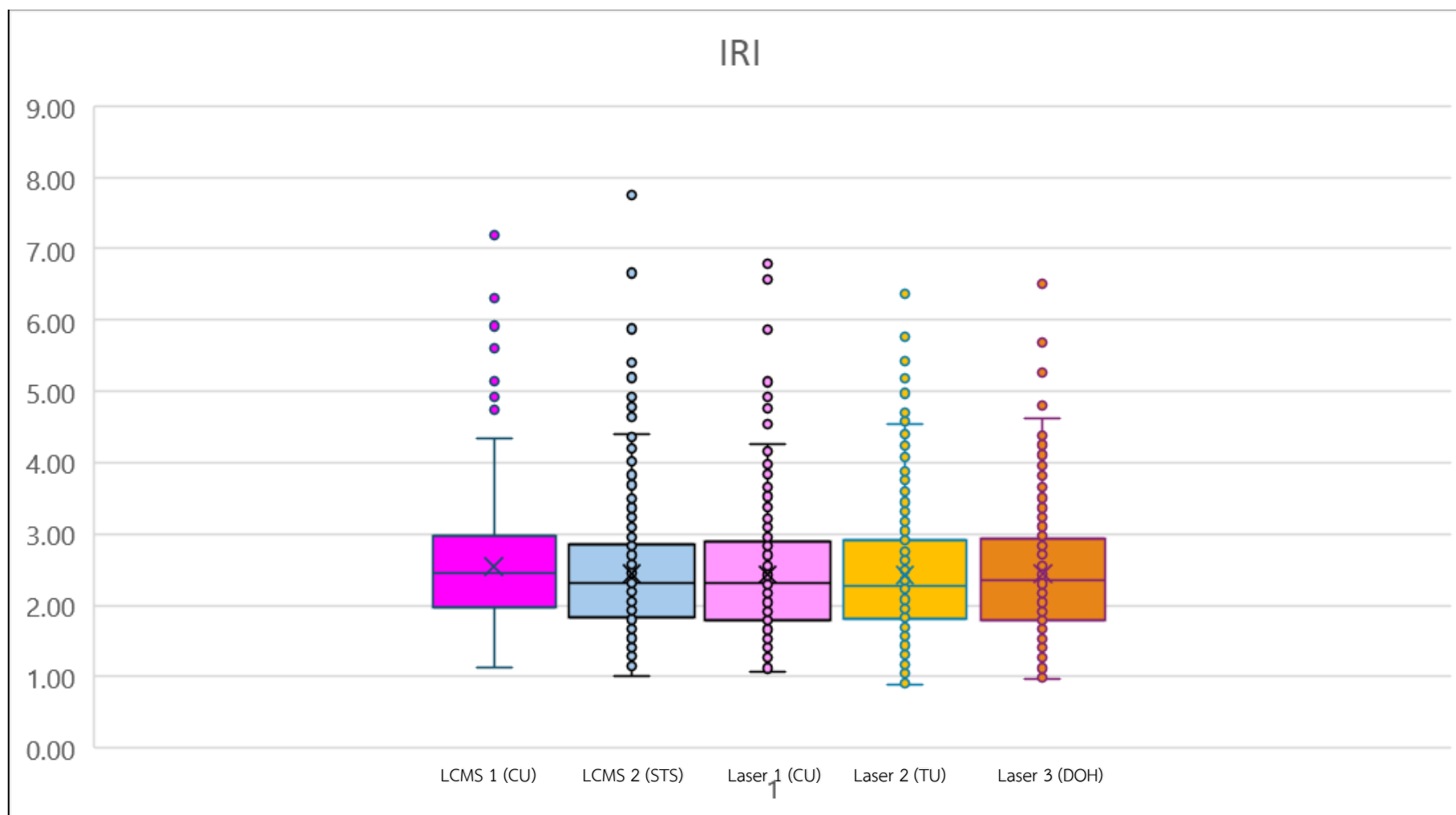
ค่าสูงสุดและต่ำสุด

- ค่าสูงสุด (Maximum): LCMS 2 (STS) พบค่าดัชนี IRI สูงสุดที่ 7.76 ในส่วนถนนที่ 105
- ค่าต่ำสุด (Minimum): Laser 2 (TU) พบค่าดัชนี IRI ต่ำสุดที่ 0.89 ในส่วนถนนที่ 214 ค่าสูงสุดและต่ำสุดนี้อาจชี้ถึงปัญหาเฉพาะจุดในพื้นที่สำรวจ ซึ่งควรมีการตรวจสอบเพิ่มเติม

ข้อสังเกตเพิ่มเติม

1. การสังเกตค่าที่แตกต่างในบางส่วนถนน: ในบางส่วน เช่น ส่วนถนนที่ 145 ซึ่งมีค่าสูงสุดที่ถูกวัดโดยรถหลายคัน อาจบ่งชี้ถึงพื้นที่ที่มีปัญหาความขรุขระมากจำเป็นต้องตรวจสอบพื้นที่นี้อย่างละเอียด
2. ค่าที่แตกต่างกันในคันรถต่าง ๆ: แม้ว่าค่าเฉลี่ยจะใกล้เคียงกัน แต่ความแปรปรวนของแต่ละคันยังมีความแตกต่าง ซึ่งอาจมาจากปัจจัยทางเทคนิคหรือวิธีการวัด

จากการประมวลผลทางสถิติเบื้องต้น คือ ค่าเฉลี่ย หรือค่า Mean ที่จะบอกจุดศูนย์กลางของข้อมูล และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่า SD ที่วัดการกระจายของข้อมูลออกจากค่าเฉลี่ยอย่างไร โดยค่า SD ต่ำ หมายความว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย ส่วนกรณีที่ค่า SD สูง หมายความว่าข้อมูลมีการกระจายออกไปมากขึ้น อนึ่ง การพิจารณาว่าค่า SD ควรสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับบริบทของการศึกษา โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI พบว่าค่าเฉลี่ย IRI จาการสำรวจทั้ง 5 คัน ค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ค่า มีความใกล้เคียงกัน และมีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันทั้ง 5 คัน คือ ไม่สมมาตร โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้ขวา (Right skewed หรือ Positive skewed) ซึ่งแสดงว่ามีค่า IRI ที่สูง ๆ โดยสูงกว่าค่า Upper fence อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเรียกค่าเหล่านี้ว่าค่า Outliers โดย Boxplot ที่แสดงการกระจายของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 1-30



รูปที่ 1-30 Boxplots ค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



จากการวิเคราะห์กล่องแสดงข้อมูล (Boxplots) ที่แสดงค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) จากรถสำรวจ 5 คัน พบประเด็นสำคัญดังนี้:

1. ค่ากลาง (Median):

- ค่ากลางของ IRI ในทั้ง 5 คัน มีความใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วงประมาณ 2-3 ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มความสม่ำเสมอของค่ากลางระหว่างรถสำรวจแต่ละคัน

2. การกระจายตัวของข้อมูล (Interquartile Range - IQR):

- ความกว้างของกล่อง (IQR) แสดงให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูลในช่วงกลาง (50% ของข้อมูล)
- รถสำรวจบางคัน เช่น คันที่ 1 (สีม่วง) และคันที่ 5 (สีส้ม) มี IQR ที่กว้างกว่าคันอื่น ๆ ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนที่มากขึ้นในข้อมูลของรถคันนั้น

3. ค่าผิดปกติ (Outliers):

- พบค่าผิดปกติ (Outliers) จำนวนมากในทุกคัน ซึ่งเป็นค่าที่อยู่เหนือช่วงของหนวด (Whiskers)
- ค่าผิดปกติเหล่านี้อาจแสดงถึงส่วนถนนที่มีสภาพพื้นผิวไม่ดี

4. ช่วงของข้อมูล (Range):

- ช่วงของข้อมูลที่แสดงโดยหนวดของกล่องมีความแตกต่างกันในแต่ละคัน เช่น รถคันที่ 1 และคันที่ 5 มีหนวดที่ยาวกว่า ซึ่งแสดงถึงช่วงของข้อมูลที่กว้างกว่า
- ความแตกต่างนี้อาจสะท้อนถึงความหลากหลายในสภาพถนนหรือความแตกต่างในเทคโนโลยีของรถสำรวจ

5. การเปรียบเทียบระหว่างรถสำรวจ:

- ค่ากลางของข้อมูลมีความใกล้เคียงกันในทุกคัน สะท้อนถึงความสอดคล้องในแนวโน้มโดยรวม
- อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในช่วงการกระจายตัวและจำนวนค่าผิดปกติชี้ให้เห็นถึงความแปรปรวนที่อาจเกิดจากเทคโนโลยีหรือวิธีการวัดของรถสำรวจแต่ละคัน

สรุป:

- ค่าผิดปกติที่พบควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมว่าเกิดจากสภาพถนนที่มีปัญหาหรือไม่ นอกจากนี้ ควรใช้ข้อมูลนี้ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความสอดคล้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งที่ปรึกษาจะทำการศึกษาความสอดคล้องกันของข้อมูลในส่วนต่อไป



2) สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า RUTTING (RUT)

ตารางที่ 1-19 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า RUTTING

	สถิติเชิงพรรณนาของ RUT				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser 3 (DOH)
จำนวน Road sections	304	304	304	304	304
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.28	3.15	3.55	3.50	4.26
ความแปรปรวน (Variance)	2.24	2.36	2.45	4.69	5.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	1.50	1.54	1.57	2.17	2.24
ค่าสูงสุด	9.35 Section #24	9.54 Section #209	8.81 Section #9	13.5 Section #8	13.33 Section #9
ค่าต่ำสุด	1.04 Section #288	0.83 Section #258	0.83 Section #258	0.31 Section #257	0.32 Section #258
พิสัย	8.31	8.71	8.11	13.19	13.01
Q1	2.09	1.93	2.07	1.96	2.34
Q2	3.00	2.90	3.26	3.08	3.93
Q3	4.25	4.17	4.68	4.65	5.64
IQR	2.16	2.24	2.62	2.69	3.30
Upper fence	7.49	7.53	8.61	8.68	10.59
Lower fence	-1.15	-1.43	-1.85	-2.08	-2.61

ค่าร่องล้อ (Rutting) เป็นค่าที่ใช้วัดความลึกของร่องล้อที่เกิดบนผิวถนน ซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยและสมรรถนะของการขับขี่ โดยเฉพาะในสภาพอากาศที่เปียกชื้น การสำรวจครั้งนี้ใช้รถสำรวจ 5 คัน ได้แก่ LCMS 1 (CU), LCMS 2 (STS), Laser 1 (CU), Laser 2 (TU) และ Laser 3 (DOH) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากถนนจำนวน 304 ส่วน โดยการวิเคราะห์ผลและข้อสังเกตสรุปได้ดังนี้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ค่าร่องล้อที่ได้จากการสำรวจมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดย Laser 1 (CU) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.26 มม. ในขณะที่ LCMS 2 (STS) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 3.15 มม. ซึ่งอาจชี้ถึงความแตกต่างในวิธีการวัดของแต่ละระบบ



การกระจายตัวของข้อมูล

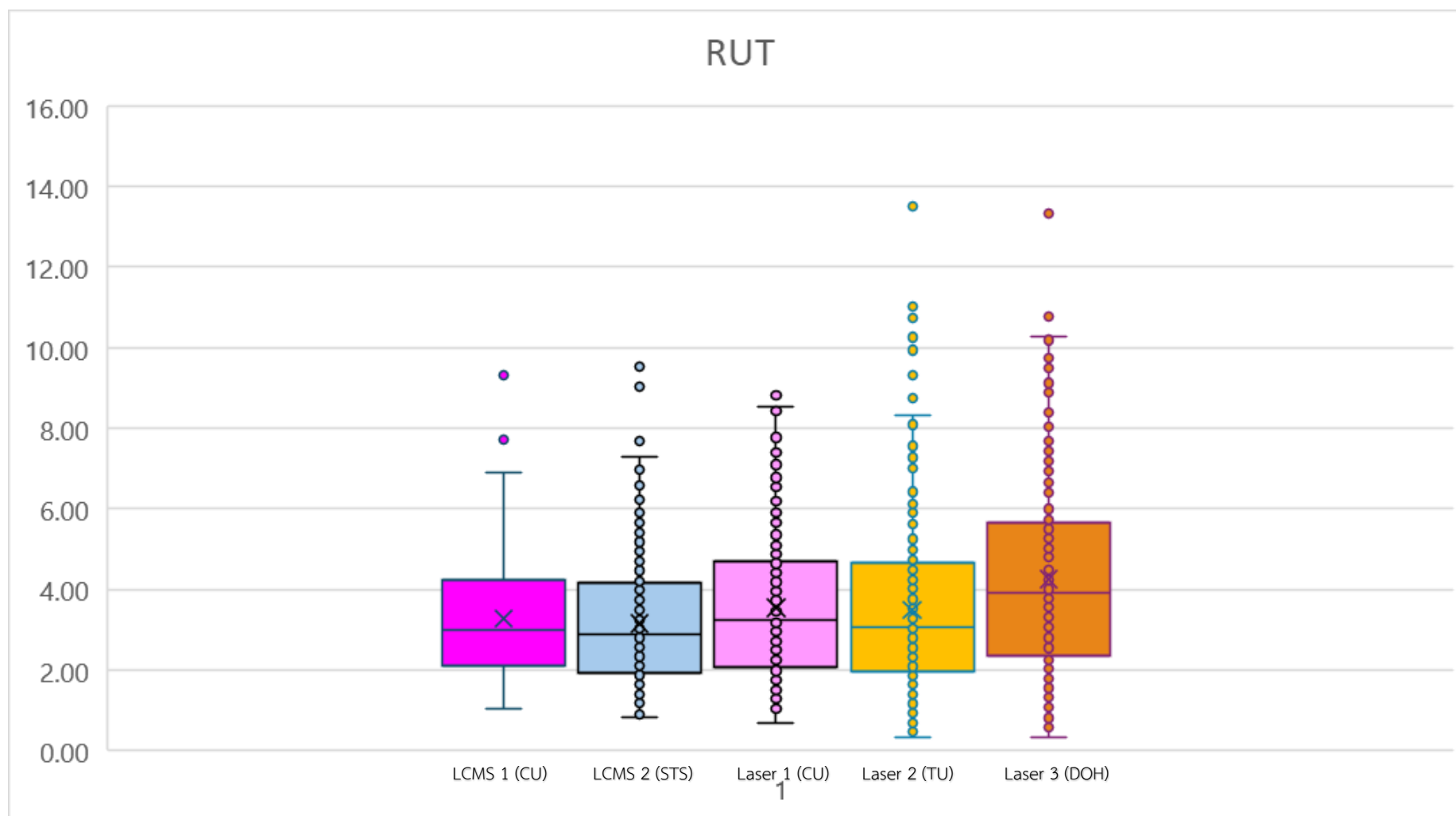
เมื่อพิจารณาความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า Laser 3 (DOH) มีความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด 5.02 และ 2.24 ตามลำดับซึ่งแสดงถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่กว้างที่สุด ซึ่งขณะที่ LCMS 1 (CU) มีค่าความแปรปรวนต่ำสุดที่ 2.24 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 1.50

ค่าสูงสุดและต่ำสุด

- ค่าสูงสุด (Maximum): Laser 2 (TU) พบค่าร้อยละสูงสุดที่ 13.5 มม. (ส่วนที่ 8)
- ค่าต่ำสุด (Minimum): Laser 2 (TU) พบค่าร้อยละต่ำสุดที่ 0.31 มม. (ส่วนที่ 257)

ข้อสังเกตเพิ่มเติม

ส่วนถนนที่มีค่าร้อยละสูงสุด เช่น ส่วนที่ 8 (Laser 2) และส่วนที่ 9 (Laser 3) ควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมความแตกต่างในค่าความแปรปรวนอาจเกิดจากเทคโนโลยีการสำรวจที่ต่างกัน และค่าต่ำสุดในบางส่วนถนนที่ใกล้ 0 อาจแสดงถึงพื้นที่ที่ผิวถนนยังอยู่ในสภาพดีการกระจายตัวของข้อมูล RUT จาก Boxplots ดังแสดงในรูปที่ 1-31 ของรถสำรวจทั้ง 5 คันสอดคล้องกัน มีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันทั้ง 5 คัน คือ ไม่สมมาตร โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้ขวา (Right skewed หรือ Positive skewed) ซึ่งแสดงว่ามีค่า RUT ที่สูง ๆ โดยสูงกว่าค่า Upper fence อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเรียกค่าเหล่านี้ว่าค่า Outliers



รูปที่ 1-31 Boxplots ค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



จากการวิเคราะห์กล่องแสดงข้อมูล (Boxplots) ที่แสดงค่าร้อยละ (RUT) จากรถสำรวจ 5 คัน มีข้อสังเกตและผลการวิเคราะห์ดังนี้:

1. ค่ากลาง (Median):

- ค่ากลางของ RUT ในรถสำรวจแต่ละคันมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะคันที่ 3 (Laser 1 - สีชมพู) และคันที่ 5 (Laser 3 - สีส้ม) ที่มีค่ากลางสูงกว่าคันอื่น ๆ สะท้อนถึงพื้นที่ที่มีร่องล้อที่ลึกกว่าปกติ

2. การกระจายตัวของข้อมูล (Interquartile Range - IQR):

- ความกว้างของกล่อง (IQR) ของรถสำรวจแต่ละคันมีความแตกต่างกันเห็นได้ชัด คันที่ 5 (Laser 3 - สีส้ม) มี IQR ที่กว้างที่สุด แสดงถึงความหลากหลายของข้อมูลในกลุ่มถนนที่สำรวจ
- คันที่ 1 (LCMS 1 - สีม่วง) มี IQR ที่แคบที่สุด สะท้อนถึงข้อมูลที่มีความคงที่มากกว่า

3. ค่าผิดปกติ (Outliers):

- พบค่าผิดปกติ (Outliers) จำนวนมากในรถสำรวจบางคัน เช่น คันที่ 4 (Laser 2 - สีเหลือง) และคันที่ 5 (Laser 3 - สีส้ม) ค่าผิดปกติที่สูงอาจสะท้อนถึงพื้นที่ถนนที่มีปัญหาร่องล้ออย่างรุนแรง หรืออาจเกิดจากความแตกต่างในเทคโนโลยีของรถสำรวจ

4. ช่วงของข้อมูล (Range):

- คันที่ 5 (Laser 3 - สีส้ม) มีช่วงของข้อมูลกว้างที่สุด โดยค่าสูงสุดอยู่ใกล้ 14 มม. ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงถนนที่ได้รับความเสียหายอย่างมาก
- คันที่ 1 (LCMS 1 - สีม่วง) มีช่วงข้อมูลที่แคบกว่า สะท้อนถึงสภาพถนนที่มีความสม่ำเสมอ

5. การเปรียบเทียบระหว่างรถสำรวจ:

- รถสำรวจทั้ง 5 คันแสดงความแตกต่างในค่ากลางและการกระจายตัวของข้อมูล ซึ่งอาจเกิดจากเทคโนโลยีการวัดที่แตกต่างกัน

สรุป:

- ข้อมูลค่าร้อยละ (RUT) ที่ได้จากรถสำรวจทั้ง 5 คันช่วยให้เห็นภาพรวมของปัญหาพื้นผิวถนนในพื้นที่ที่สำรวจ ความแตกต่างระหว่างรถสำรวจและการกระจายตัวของข้อมูลเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการวางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหาพื้นผิวถนน



3) สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า MPD

ตารางที่ 1-20 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า MPD

	สถิติเชิงพรรณนาของ MPD				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser 3 (DOH)
จำนวน Road sections	407	407	407	407	407
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.53	0.53	0.58	0.49	0.46
ความแปรปรวน (Variance)	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.11	0.09	0.16	0.11	0.12
ค่าสูงสุด	0.85 Section #281	0.88 Section #43	0.99 Section #272	0.81 Section #310	0.77 Section #301
ค่าต่ำสุด	0.25 Section #28	0.26 Section #29	0.23 Section #38	0.21 Sections #31-32, 37	0.16 Section #39
พิสัย	0.60	0.62	0.76	0.61	0.61
Q1	0.48	0.50	0.46	0.42	0.35
Q2	0.53	0.55	0.59	0.51	0.47
Q3	0.60	0.59	0.70	0.57	0.55
IQR	0.12	0.09	0.24	0.14	0.20
Upper fence	0.77	0.72	1.07	0.78	0.84
Lower fence	0.31	0.37	0.10	0.21	0.06

ค่าความลึกเฉลี่ยของพื้นผิว (Mean Profile Depth: MPD) เป็นค่าที่ใช้วัดความลึกเฉลี่ยของพื้นผิวถนน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการยึดเกาะของล้อรถและความปลอดภัยบนท้องถนน การสำรวจนี้ครอบคลุม 407 ส่วนถนน โดยใช้รถสำรวจ 5 คัน ได้แก่ LCMS 1 (CU), LCMS 2 (STS), Laser 1 (CU), Laser 2 (TU) และ Laser 3 (DOH) โดยการวิเคราะห์ผลและข้อสังเกตสรุปได้ดังนี้



การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย MPD จากการสำรวจแสดงความแตกต่างกันเล็กน้อย โดย Laser 1 (CU) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.58 ในขณะที่ Laser 3 (DOH) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.46

การกระจายตัวของข้อมูล

Laser 1 (CU) มีค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด (0.02 และ 0.16 ตามลำดับ) แสดงถึงความหลากหลายของข้อมูล ในขณะที่ LCMS 2 (STS) มีค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด (0.01 และ 0.09 ตามลำดับ)

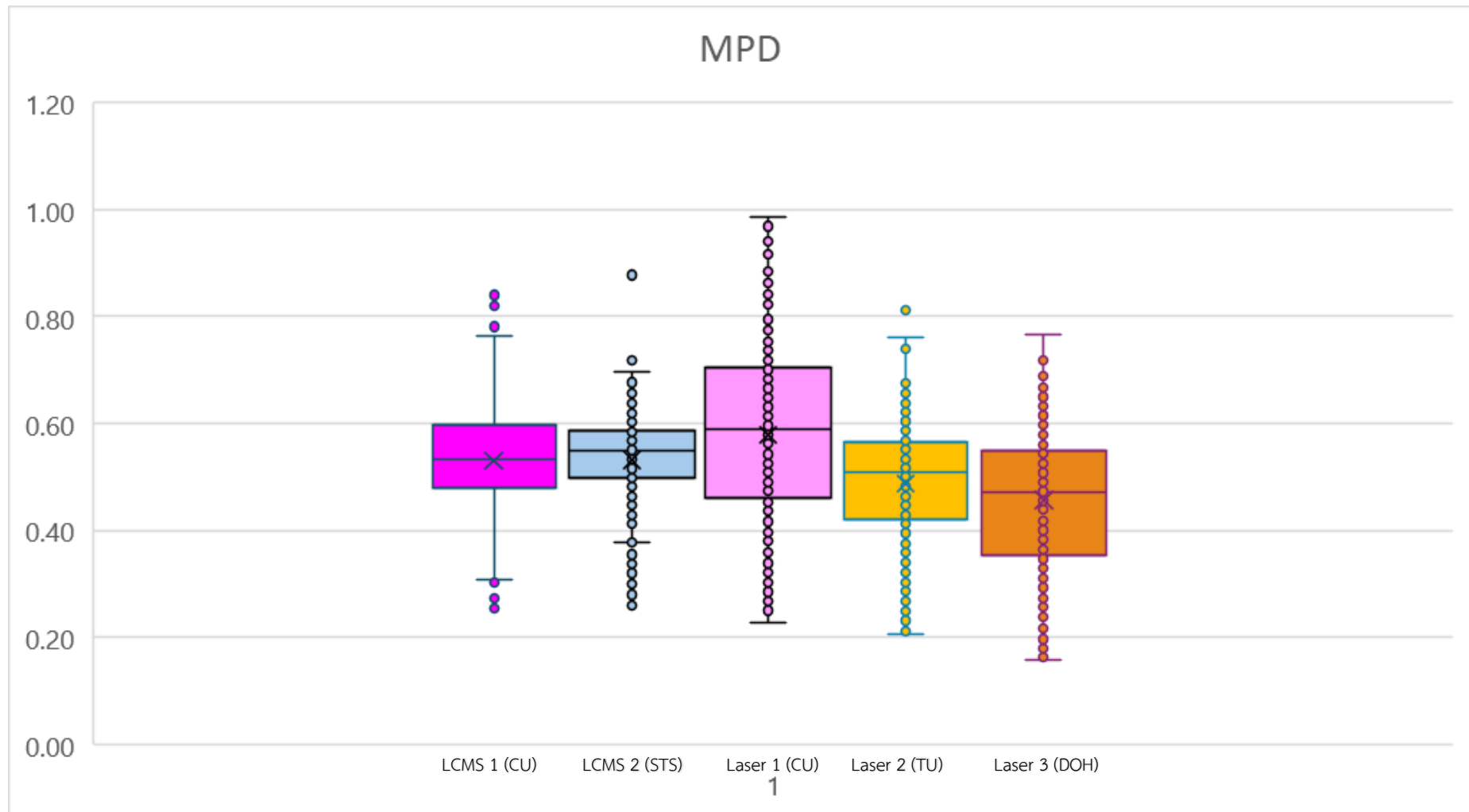
ค่าสูงสุดและต่ำสุด

- ค่าสูงสุด: Laser 1 (CU) พบค่าความลึกสูงสุดที่ 0.99 ในส่วนถนนที่ 272
- ค่าต่ำสุด: Laser 3 (DOH) พบค่าความลึกต่ำสุดที่ 0.16 ในส่วนถนนที่ 39

ข้อสังเกตเพิ่มเติม

1. ส่วนถนนที่มีค่า MPD สูงสุด เช่น ส่วนที่ 272 ควรได้รับการตรวจสอบว่าเกิดจากลักษณะทางกายภาพของถนนหรือข้อจำกัดของการสำรวจ
2. ค่าที่ต่ำสุดในบางส่วนถนน เช่น ส่วนที่ 39 (Laser 3) อาจแสดงถึงพื้นผิวถนนที่มีสภาพราบเรียบ

จากการประมวลผลทางสถิติเบื้องต้นของค่า MPD พบว่าค่าเฉลี่ย MPD จากการสำรวจทั้ง 5 คั่น ค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ค่ามีความใกล้เคียงกัน และค่า SD ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่ารถสำรวจ MPD ทั้ง 5 คั่น มีจุดศูนย์กลางของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และการกระจายของข้อมูลก็เป็นไปในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน การกระจายตัวของข้อมูล MPD จาก Boxplots ดังแสดงในรูปที่ 1-32 ของรถสำรวจทั้ง 5 คั่นสอดคล้องกัน มีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันทั้ง 5 คั่น คือ เกือบสมมาตร (Approximately Normal) โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีค่า Outliers กระจายอยู่ทั้งในส่วนที่สูงกว่าค่า Upper fence และมีบางส่วนอยู่ที่ต่ำกว่า Lower fence



รูปที่ 1-32 Boxplots ค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



จากการวิเคราะห์กล่องแสดงข้อมูล (Boxplots) ที่แสดงค่าความลึกเฉลี่ยของพื้นผิว (MPD) จากรถสำรวจ 5 คัน มีข้อสังเกตและผลการวิเคราะห์ดังนี้:

1. ค่ากลาง (Median):

- ค่ากลางของ MPD จากรถสำรวจทั้ง 5 คันมีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วงประมาณ 0.50 - 0.60 ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มข้อมูลที่ค่อนข้างสม่ำเสมอระหว่างคันสำรวจ

2. การกระจายตัวของข้อมูล (Interquartile Range - IQR):

- รถสำรวจคันที่ 3 (Laser 1 - สีชมพู) และคันที่ 5 (Laser 3 - สีส้ม) มี IQR ที่กว้างที่สุด แสดงถึงความหลากหลายในค่าความลึกเฉลี่ยของพื้นผิว
- ในขณะที่รถสำรวจคันที่ 4 (Laser 2 - สีเหลือง) มี IQR ที่แคบที่สุด สะท้อนถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่ค่อนข้างคงที่

3. ค่าผิดปกติ (Outliers):

- พบค่าผิดปกติในรถสำรวจคันที่ 1 (LCMS 1 - สีม่วง) และคันที่ 3 (Laser 1 - สีชมพู) ซึ่งแสดงถึงค่าที่เกินช่วงปกติในบางพื้นที่ที่สำรวจ
- ค่าผิดปกติเหล่านี้อาจเกิดจากสภาพพื้นผิวถนนที่มีความไม่สม่ำเสมอหรือข้อจำกัดของการวัด

4. ช่วงของข้อมูล (Range):

- รถสำรวจคันที่ 3 (Laser 1 - สีชมพู) มีช่วงข้อมูลที่กว้างที่สุด โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 1.0 ซึ่งสะท้อนถึงค่าความลึกที่หลากหลาย
- รถสำรวจคันที่ 1 (LCMS 1 - สีม่วง) มีช่วงข้อมูลที่แคบที่สุด แสดงถึงความสม่ำเสมอของค่าความลึกเฉลี่ย

5. การเปรียบเทียบระหว่างรถสำรวจ:

- ค่ากลางของ MPD มีความสม่ำเสมอในทุกคัน แต่การกระจายตัวของข้อมูลและจำนวนค่าผิดปกติมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน
- ความแตกต่างนี้อาจเกิดจากเทคโนโลยีที่ใช้หรือพื้นที่ถนนที่มีความหลากหลาย



สรุป:

- ข้อมูล MPD จากรถสำรวจทั้ง 5 คันช่วยสะท้อนถึงลักษณะของพื้นผิวถนนในพื้นที่ที่สำรวจ ความแตกต่างในค่ากลางและการกระจายตัวของข้อมูลระหว่างรถสำรวจแต่ละคันควรได้รับการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการวางแผนปรับปรุงถนนในอนาคต โดยค่าผิดปกติที่พบควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติม เพื่อระบุมาจากสภาพพื้นผิวถนนที่มีปัญหาหรือความแตกต่างกันของเทคโนโลยีการสำรวจ

จากการสำรวจข้อมูลถนนโดยรถ 5 คัน ได้แก่ LCMS 1 (CU), LCMS 2 (STS), Laser 1 (CU), Laser 2 (TU) และ Laser 3 (DOH) พบว่าค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) มีค่าเฉลี่ยในช่วง 2.42 - 2.55 ซึ่งสะท้อนถึงคุณภาพถนนที่ใกล้เคียงกันในทุกคัน อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของค่า IRI แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในส่วนถนนที่มีค่าขรุขระสูง เช่น ส่วนที่ 145 และ 105 ที่ควรได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติม

สำหรับค่าร่องล้อ (Rutting) ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.15 - 6.08 มม. โดย Laser 1 (CU) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด สะท้อนถึงความลึกของร่องล้อที่ชัดเจนกว่าในคันอื่น ในขณะที่ LCMS 2 (STS) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของวิธีการสำรวจค่าสูงสุดในบางส่วน เช่น ส่วนที่ 8 และ 9 ควรได้รับการตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์และวางแผนซ่อมแซมถนนอย่างเหมาะสม

สุดท้าย ค่าความลึกเฉลี่ยของพื้นผิว (MPD) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.46 - 0.58 โดย Laser 1 (CU) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่ Laser 3 (DOH) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งอาจสะท้อนถึงความแตกต่างในลักษณะพื้นผิวถนน การกระจายตัวของค่า MPD มีความแปรปรวนที่น้อยและคล้ายคลึงกันในทุกคัน ยกเว้น Laser 1 (CU) ที่มีความหลากหลายของข้อมูลมากที่สุด

ผลการสำรวจทั้งสามค่าชี้ให้เห็นถึงลักษณะและคุณภาพของถนนที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยควรใช้ข้อมูลนี้เป็นพื้นฐานในการวางแผนปรับปรุงและบำรุงรักษาถนน รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญในพื้นที่ที่มีปัญหาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและยกระดับคุณภาพโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมในประเทศไทย



1.3.4.3 การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงความจริง เครื่องมือในการเก็บข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้เป็นสิ่งจำเป็น โดยถ้าเครื่องมือในการเก็บข้อมูลไม่มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ ย่อมส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวไม่มีคุณภาพ ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล คือ การตรวจสอบความเชื่อถือ หรือความเชื่อมั่น (Reliability Test) ซึ่งความเชื่อถือได้ของเครื่องมือ หมายถึง การนำเครื่องมือมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ผลการวัดต้องเหมือนกัน ซึ่งหมายถึงความคงเส้นคงวา หรือมีความสอดคล้องกัน (วานิชย์บัญชา, 2554) นอกจากนี้ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556: 137) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ ตามกับกลุ่มเดิม ซึ่งสอดคล้องกับที่ วรรณิ แกมเกตุ (2555: 220) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่คงที่หรือคงเส้นคงวา เมื่อทำการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วยเครื่องมือที่วัดสิ่งเดียวกัน เช่นเดียวกับ สุวิมล ติรกานันท์ (2551: 152) ที่ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวกันกับคนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกัน จากความหมายของความเชื่อมั่นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่มีความคงเส้นคงวาในการวัดสิ่งเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน นั่นคือไม่ว่าจะนำเครื่องมือวิจัยนั้นไปวัดกี่ครั้งค่าที่ได้จากการวัดจะมีค่าไม่ต่างกัน

การวัดความเชื่อถือได้มีหลายประเภท แต่ในที่นี้จะศึกษาความเชื่อถือได้ที่วัดความสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน (Internal Consistency) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา (Cronbach's alpha coefficient) การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test) หรือความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา

Cronbach's alpha คือการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์หรือไม่ หากมีความสัมพันธ์กันก็แสดงว่าอยู่ในเรื่องราวเดียวกันได้ (กลุ่มเดียวกัน) ตัวอย่างเช่น การทดสอบการวิ่งรถสำรวจ ประกอบด้วยรถสำรวจ 4 คัน เมื่อทำการทดสอบ Cronbach's Alpha จึงเป็นการตรวจสอบว่าเครื่องมือสำรวจทั้ง 4 คัน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และเหมาะที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือไม่ ดังนั้น ค่า Cronbach's Alpha ที่จะได้นั้น จะมีเพียงค่าเดียวต่อการทดสอบ 1 กลุ่ม



สำหรับเกณฑ์การพิจารณาว่าเท่าไรถึงจะเรียกว่า Cronbach's alpha ผ่านเกณฑ์ อาจจะมีหลายการอ้างอิง แต่ตัวเลขที่มักเป็นสากลก็คือ 0.7 หมายความว่า ค่า Cronbach's Alpha ควรมีค่ามากกว่า 0.7 ขึ้นไป ถึงจะเรียกว่าผ่านเกณฑ์แสดงดังรูปที่ 1-33

Cronbach's alpha	Internal consistency
$\alpha \geq 0.9$	Excellent
$0.9 > \alpha \geq 0.8$	Good
$0.8 > \alpha \geq 0.7$	Acceptable
$0.7 > \alpha \geq 0.6$	Questionable
$0.6 > \alpha \geq 0.5$	Poor
$0.5 > \alpha$	Unacceptable

รูปที่ 1-33 เกณฑ์การพิจารณา Cronbach's alpha ที่มา : Lavrakas (2008)

1.3.4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้ (Reliability Test) ครอนบัคอัลฟา

- ค่า IRI จาการสำรวจทั้ง 5 คั่น
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.92 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คั่นว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด IRI อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า RUTTING จาการสำรวจทั้ง 5 คั่น
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.95 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คั่นว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด RUTTING หรือ RUT อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า MPD จาการสำรวจทั้ง 5 คั่น
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.94 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คั่นว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด MPD อยู่ในระดับดีมาก)



ตารางที่ 1-21 ตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา

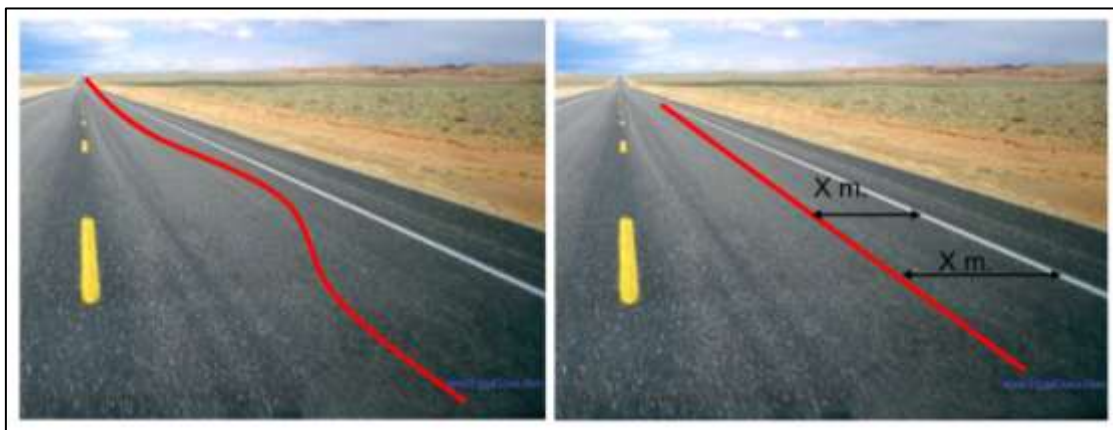
ลำดับ	ประเภทค่าสภาพทาง	ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา
1	IRI	0.92
2	RUT	0.95
3	MPD	0.94

โดยสรุป จากการวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของข้อมูลค่า IRI ค่า RUT และ ค่า MPD จากเครื่องมือ คือ รถสำรวจทั้ง 5 คัน พบว่าระดับความสอดคล้องของข้อมูลดังกล่าวอยู่ใน ระดับที่ดีมาก เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟามีค่ามากกว่า 0.90 หรือมีค่าใกล้ 1

สรุปผลทางสถิติของข้อมูลจากการวิ่งสอบเทียบ

1) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI)

ค่าดัชนี IRI จากอุปกรณ์ทั้ง 5 คัน มีหลักการวัดและคำนวณที่เหมือนกัน โดยเป็นวิเคราะห์จากจุดข้อมูลค่าความสูงที่จากเซนเซอร์หัวติดตั้งที่ระยะ 750 มิลลิเมตร จากกึ่งกลางตัวรถ บันทึกค่ามาทุก ๆ ระยะ 25 มิลลิเมตร ตามทิศทางการสำรวจและปรับแก้ด้วยอุปกรณ์วัดความเร่งในแนวนอน (Accelerometer) จากนั้นนำค่าระยะจากการสำรวจ (Longitudinal profile) มาคำนวณเป็นค่าดัชนี IRI โดยเป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 5 คันและเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM E950 และ LCMS มีระบบ lane-tracking แก้ไขกรณีวิ่งไม่ตรงแนวเลนสำรวจ จึงทำให้แนวสำรวจตามร่องล้อของรถสำรวจแตกต่างกันได้ ถ้ารถสำรวจ LASER PROFILER วิ่งไม่ตรงแนวเลนสำรวจ



(ก.) แนวการสำรวจตามที่คนขับรถขับไม่ตรงตามแนวเลนสำรวจ

(ข.) ระบบ Automated lane-tracking แก้ไขแนวการวิ่งสำรวจของรถให้สอดคล้องกับเลนสำรวจ

รูปที่ 1-34 LCMS คำนวณค่า IRI มาจากค่าเฉลี่ยจุดเลเซอร์ทั้งหมดในร่องล้อ (wheel path กว้าง 750 mm)
จำนวน 750 จุด ทำให้มีข้อมูลสำรวจสำหรับคำนวณค่า IRI จำนวนมากกว่า



(ก.)

(ข.)

(ค.)

รูปที่ 1-35 (ก) LASER PROFILER ใช้ข้อมูลจากเลเซอร์ 2 จุด บริเวณกึ่งกลางร่องล้อ

(ข.) LCMS มีจำนวนเลเซอร์ทั้งสิ้น 4,096 จุด เก็บข้อมูลได้กว้าง 4.0 ม.

(ค.) การแบ่งพื้นที่ร่องล้อสำหรับคำนวณค่า IRI ของ LCMS

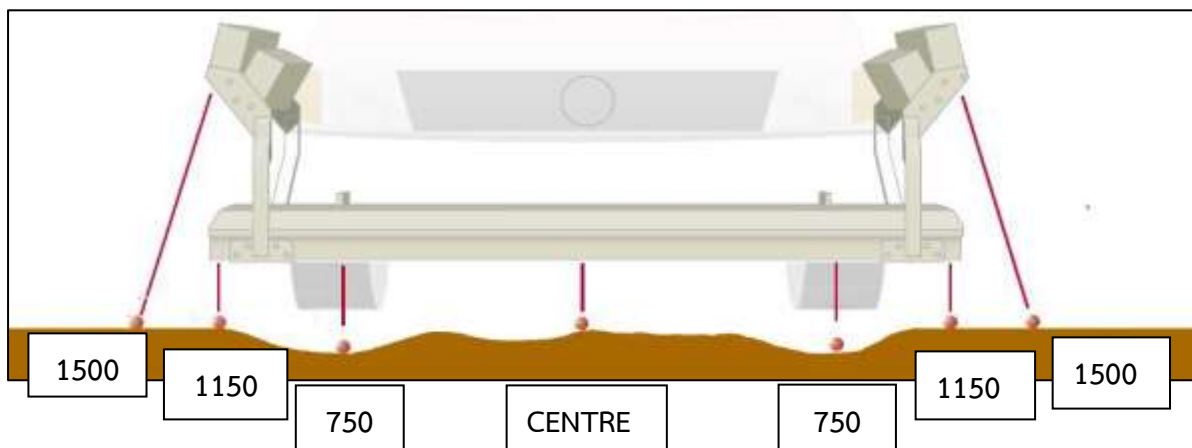


LCMS มีฟิลเตอร์อัตโนมัติสำหรับตัดข้อมูลสำรวจบริเวณที่เป็นหลุมบ่อและความเสียหายประเภทอื่น ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ IRI และอาจบิดเบือนค่า IRI ออกไป ซึ่งจะทำให้ค่า IRI จาก LCMS ต่ำกว่า LASER PROFILER กรณีที่ถนนที่สำรวจมีความเสียหายประเภทอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับ IRI อยู่ในปริมาณมาก

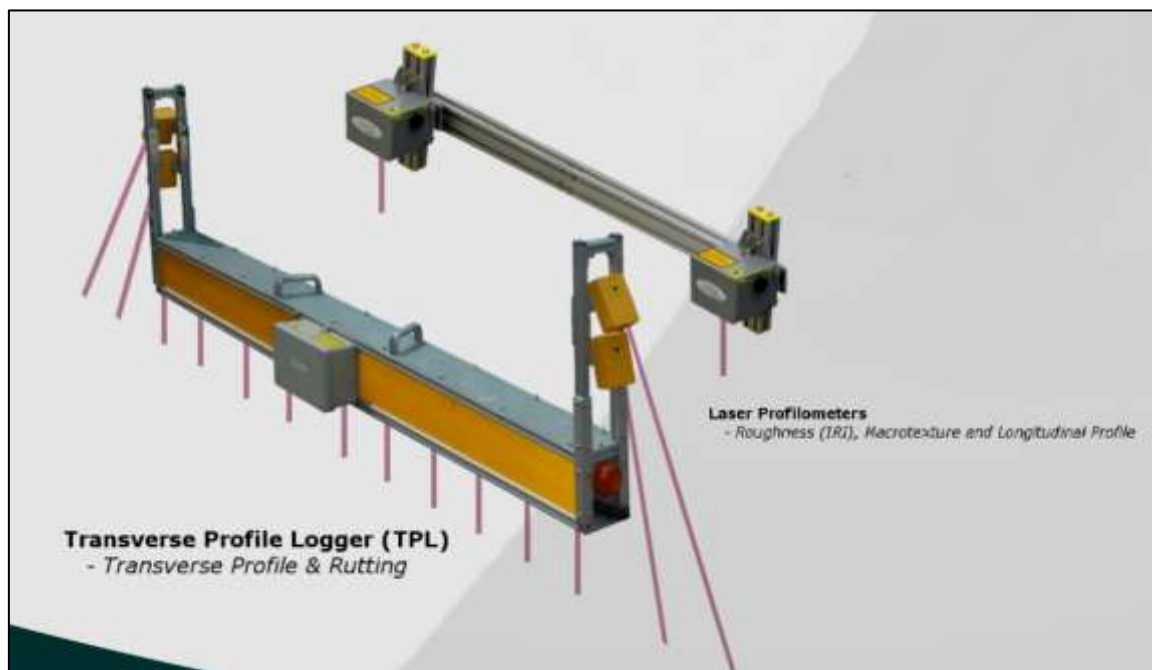
2) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting)

ค่าความเสียหายร่อนล้อเป็นการตรวจวัดโดยเซนเซอร์หลายหัวเพื่อสร้างรูปตัดขวางของผิวทางแล้วทำการประมวลผลหาสูงสุดที่มีลักษณะเป็นแอ่งหรือหลุม ณ ตำแหน่งร่อนล้อ โดยแยกออกเป็นกราฟวิเคราะห์ร่อนล้อซ้าย และขวา ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าข้อมูลจากเครื่องมือทั้ง 5 ระบบนั้นแตกต่างกันโดยแบ่งออกได้ 2 ลักษณะดังนี้

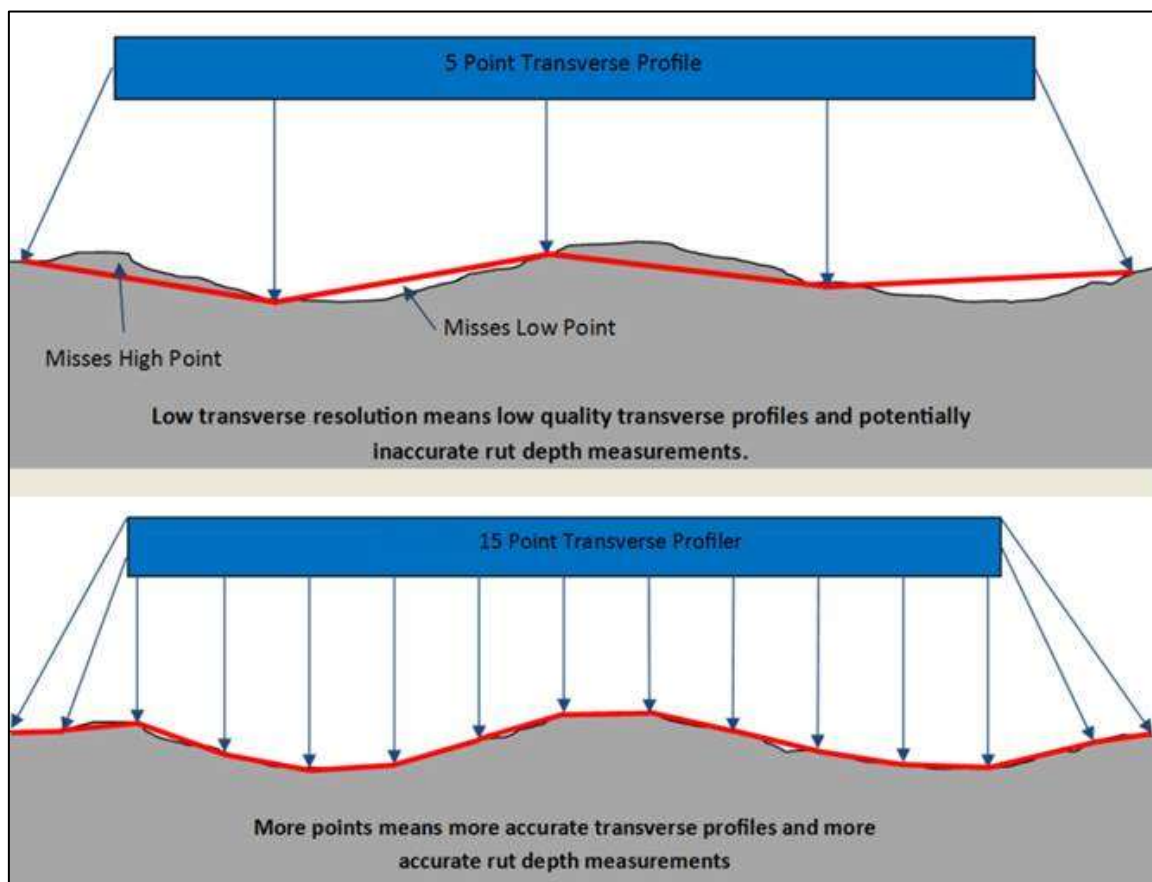
ลักษณะที่ 1 การตรวจวัดร่อนโดยแบบเลเซอร์ 7 หรือ 13 จุด ที่มีระยะของจุดตรวจวัดตายตัว อันประกอบด้วยระบบรถสำรวจจาก LASER2 LASERDOH และ LASER1 ตามลำดับ ข้อมูลประเภทนี้จะมีความแม่นยำขึ้นกับตำแหน่งที่เลเซอร์ตกกระทบ ซึ่งระยะในการติดตั้งได้ถูกออกแบบมาโดยผู้ผลิตเครื่องมือซึ่งปรับแต่งมาให้เหมาะสมกับลักษณะทางโดยทั่วไป ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่เลเซอร์ไม่ตกกระทบ ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดที่ร่อนล้อมีความลึกสูงสุดได้



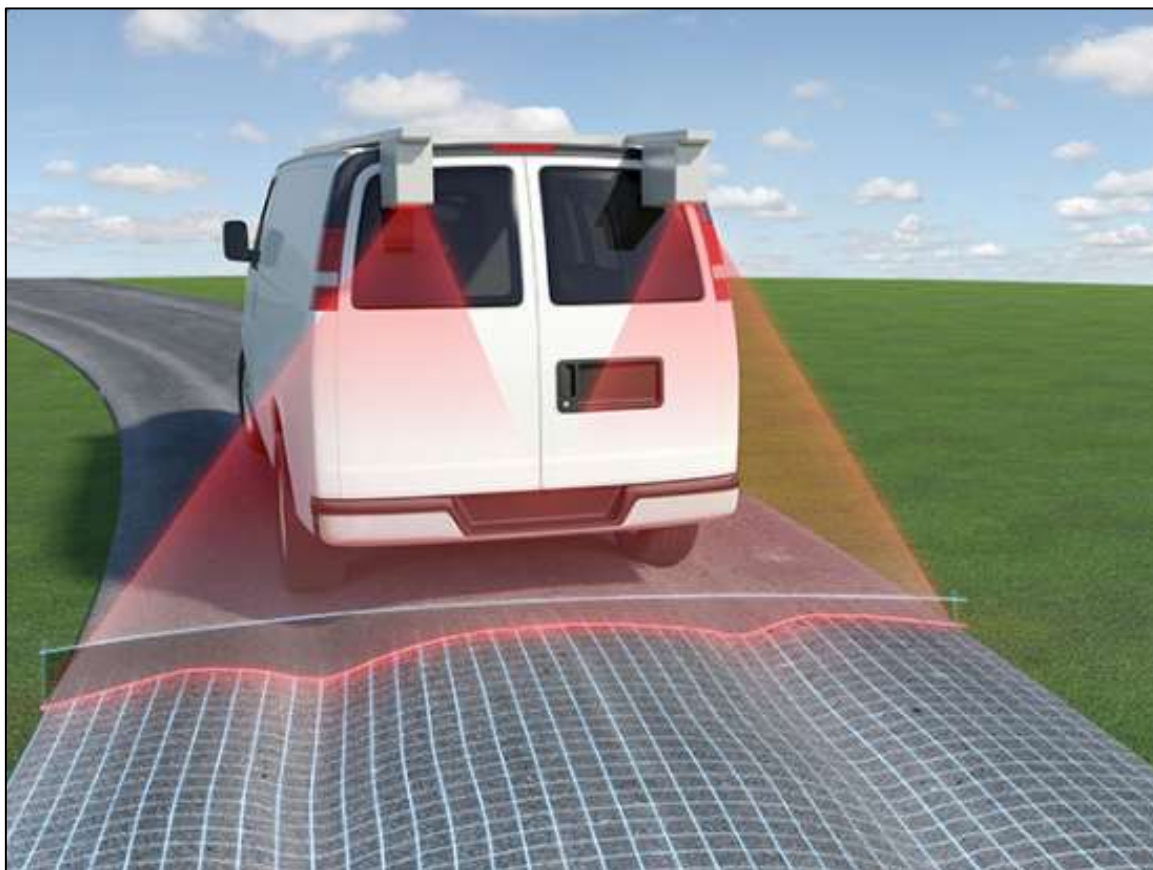
รูปที่ 1-36 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 7 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ



รูปที่ 1-37 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 13 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ



รูปที่ 1-38 แสดงความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง



รูปที่ 1-39 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด Rutting

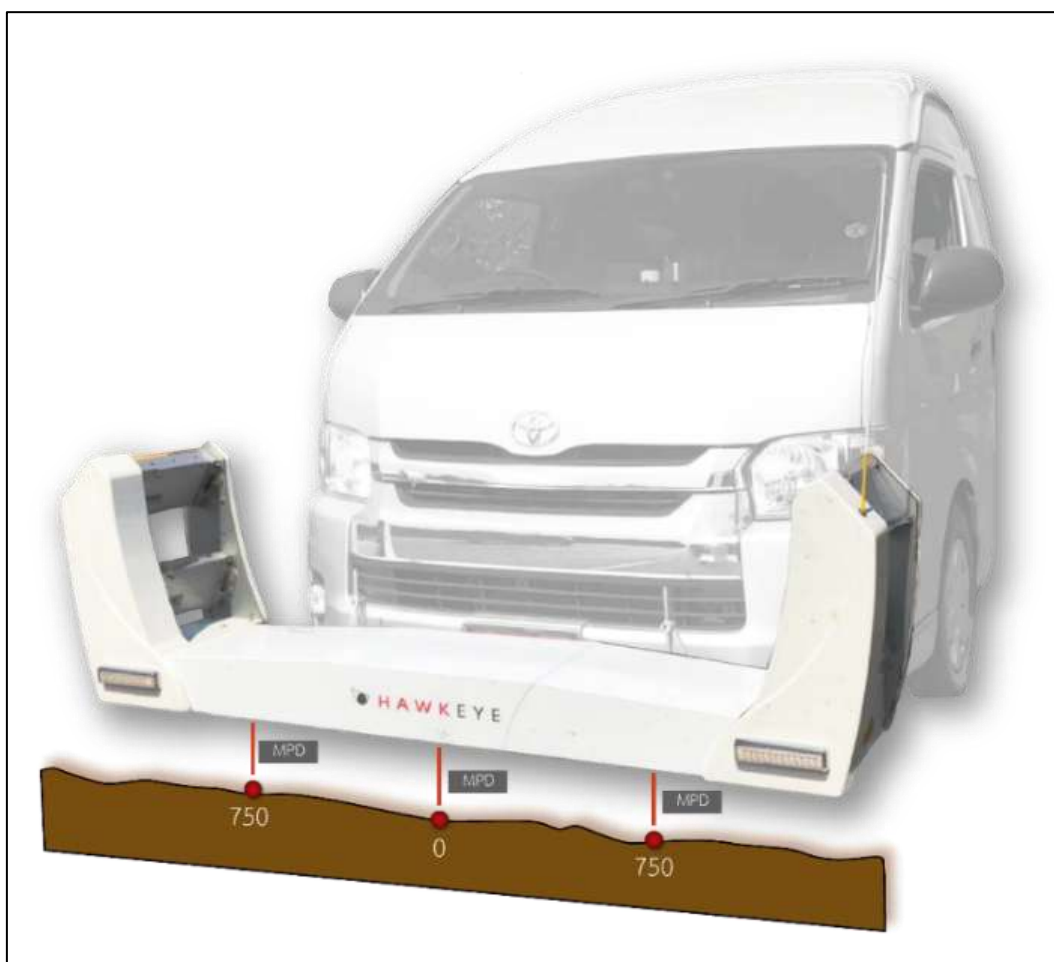
ลักษณะที่ 2 การตรวจวัดโดยแบบเลเซอร์ 3 มิติ ที่มีจำนวนชุดเลเซอร์ อยู่ 2 ชุด สามารถได้กว้าง 4 เมตร และมีจำนวนเลเซอร์ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวางใช้ระบบ Pavemetrics's Laser Rut Measurement System (LRMS) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมในกลุ่มของ Laser Crack Measurement System (LCMS) ในการตรวจวัดโดยเครื่องมือลักษณะนี้จะเป็นการสร้างข้อมูลหน้าตัดขวางของทางจากจุดจำนวนมาก จากนั้นซอฟต์แวร์จะทำการหาตำแหน่งที่ประมวผลแล้วได้ความลึกของร่องล้อสูงสุด โดยจุดตรวจวัดอาจเป็นคนละตำแหน่งกับอีกระบบ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าความลึกร่องล้อเฉลี่ยของการสำรวจสำรวจตลอดช่วงที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับระบบที่มีตำแหน่งการตรวจวัดที่คงที่สังเกตได้จาก ข้อมูลที่มีทั้งส่วนที่ค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียง 5 คั่น โดยบางช่วงที่มีค่าสูงกว่าระบบอื่น ๆ จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ต่างชนิดกัน จำนวนจุดที่คำนวณต่างกัน จุดเริ่มต้นที่ต่างกัน แนวการวิ่งต่างกันเพียงเล็กน้อย อาจส่งผลให้ค่า RUT มีความต่างกัน



3) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD)

ค่า MPD เป็นการตรวจวัดโดยใช้เลเซอร์คำนวณค่าความหยาบของผิวทาง (Pavement TexLASER2re) โดยใช้เลเซอร์ ณ ตำแหน่ง เดียวกันกับการตรวจวัดดัชนี IRI ที่ระยะ 750 มิลลิเมตร จากกึ่งกลางตัวรถ โดยแบ่งรูปแบบลักษณะการคำนวณ ออกได้ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 เป็นการใช้เลเซอร์สร้างโปรไฟล์ตามยาวเพื่อคำนวณค่าความหยาบของผิวทาง โดยพบในระบบสำรวจจาก LASER1 LASER2 และ LASERDOH เป็นวิธีการเก็บค่า MPD แบบทิศทางเดียวกับการวิ่งของรถสำรวจ โดยชุดเลเซอร์ที่ใช้ในการเก็บค่า MPD ประกอบไปด้วย จุดเลเซอร์ 750 มิลลิเมตร ซ้ายและขวา และจุดเลเซอร์ CENTRE ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะเป็นรูปแบบจุด โดยที่เครื่องมือทำการเก็บค่าทุก 1 มิลลิเมตร และคำนวณตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 1-40 อุปกรณ์เลเซอร์ของรถสำรวจลักษณะที่ 1 ที่ใช้สำหรับเก็บค่า MPD



ลักษณะที่ 2 เป็นการใช้เลเซอร์จำนวนชุดเลเซอร์อยู่ 2 ชุด ส่องวัดได้กว้าง 4 เมตร และมีจำนวนเลเซอร์ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ของระบบ Laser Crack Measurement System (LCMS) โดยการตรวจวัด Pavement Surface TexLASER2re ของแต่ละพื้นที่ผิวทาง บนพื้นฐานการใช้วิธี “Digital Sand Patch Method” ที่มีหลักการเดียวกันกับวิธีการดั้งเดิมคือ Sand Patch Test สามารถประมวลผลหาค่า Air Void-Content Volume และพื้นที่ผิวทางบริเวณที่กำลังตรวจวัดได้สามารถจำลองพื้นผิวในรูปแบบ 3 มิติ



รูปที่ 1-41 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด

Mean Profile Depth: MPD



การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากเครื่องมือวัด

เนื่องจากจุดประสงค์หลักของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดประเภทเดียวกันทั้ง 5 เครื่องที่ทำงานกันอย่างอิสระต่อกัน การวัดความสอดคล้องภายในชุดข้อมูล (Internal Consistency) ผ่านการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test) โดยผลการวิเคราะห์เบื้องต้นจากการเก็บข้อมูล Try-out พบว่า ค่าดัชนี IRI, ค่า Rutting และค่า MPD มีความสอดคล้องและความน่าเชื่อถือในระดับที่ดีมาก

ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ใช้เครื่องมือจากรถสำรวจ 5 คัน ซึ่งแต่ละคันอาจใช้เทคโนโลยีและกระบวนการทำงานที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์ด้วยสถิติแบบ ANOVA แบบ Single Factor เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มข้อมูล 5 กลุ่มจากรถสำรวจทั้ง 5 คัน อาจมีความเอนเอียง (Bias) เนื่องจากความแตกต่างในกระบวนการทำงานและเทคโนโลยีที่ใช้ในแต่ละเครื่องมือ การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟาจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถวัดความสอดคล้องภายในของชุดข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนึ่ง การวิเคราะห์ด้วย t-test ไม่เหมาะสมกับชุดข้อมูลในกรณีนี้ เนื่องจาก t-test ใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรใน 2 กลุ่มเท่านั้น (วานิชย์บัญชา, 2554) ขณะที่ชุดข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย 5 กลุ่มจากรถสำรวจ 5 คัน ซึ่งการเปรียบเทียบหลายกลุ่มในกรณีนี้ควรใช้การวิเคราะห์ที่เหมาะสมกว่า เช่น การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟาเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือและความสอดคล้องของข้อมูล

Reference:

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2554. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2556). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แฮปปี้ ออฟ เคอร์มิสท์ จำกัด.

วรรณิ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล (2022). แผนภูมิ Box and Whisker Plot คืออะไร ใช้งานอย่างไร (<https://digi.data.go.th/blog/what-is-box-and-whisker-plot/>)

สุวิมล ติรกันันท์. (2551). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

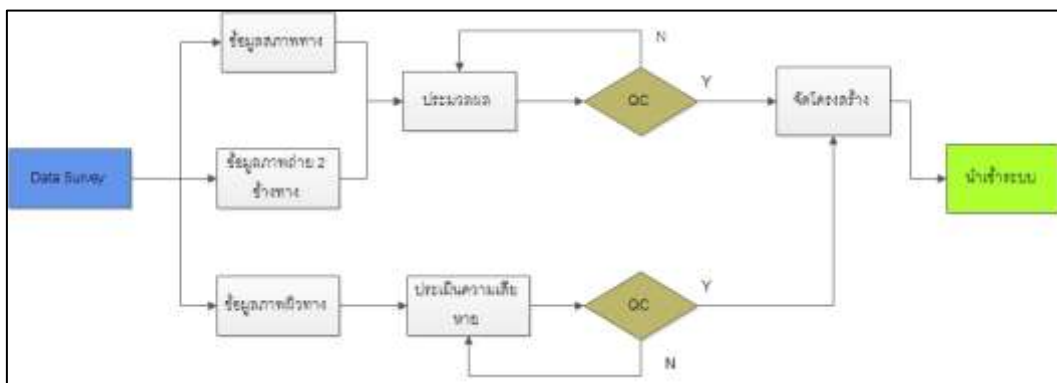


Lavrakas, P. (2008). Encyclopedia of Survey Research Methods, 1st Edition. SAGE.

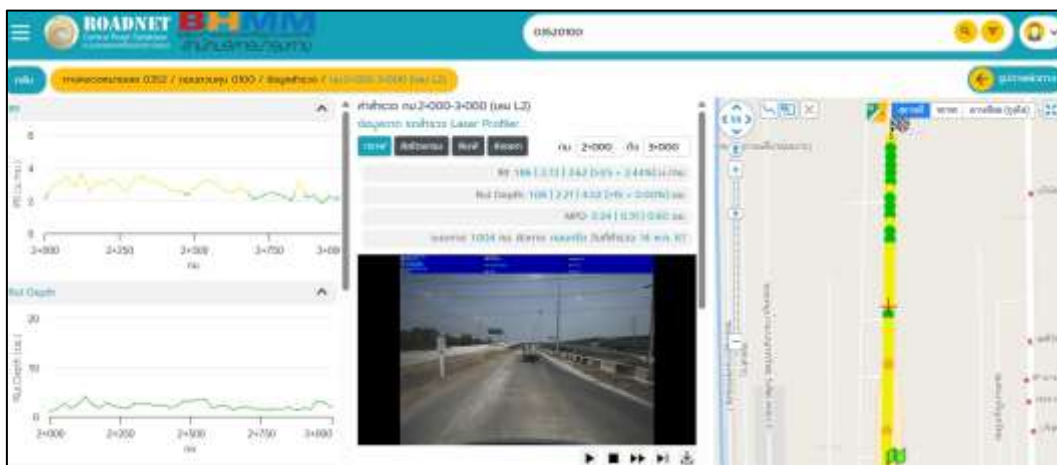
Lind, Douglas A., William G Marchal., Samuel A Wathen. (2023). Basic Statistics for Business and Economics. Mc Graw Hill. New York

Mohsen Tavakol and Reg Dennick. Making Sense of Cronbach's Alpha. International Journal of Medical Education. 2011; 2:53-55 Editorial

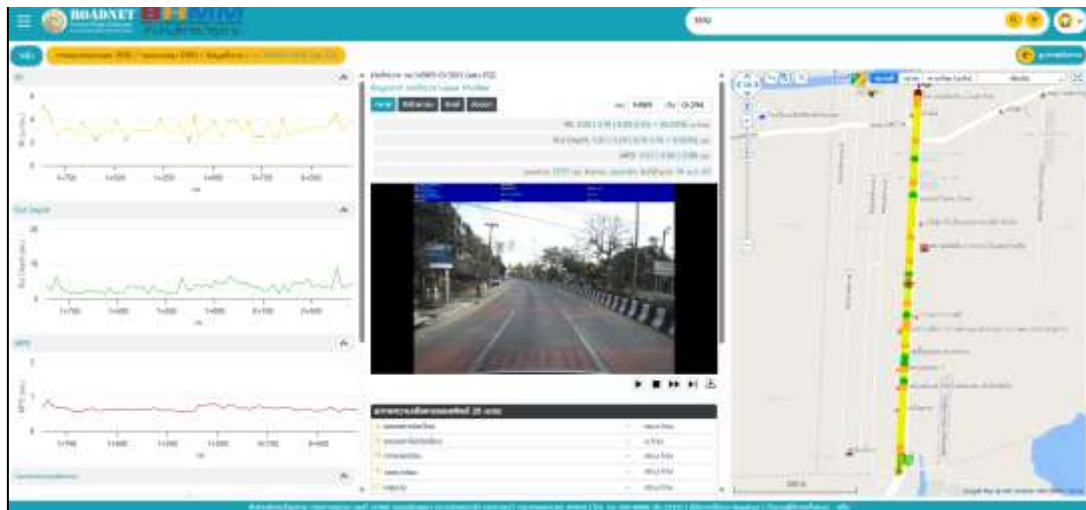
หลังจากทำการสอบเทียบพื้นที่แล้วเสร็จ ที่ปรึกษาทำการประมวลผลค่าข้อมูลสภาพทางและค่าความเสียหาย พร้อมนำเข้าข้อมูลสอบเทียบครบทั้ง 5 Sections ที่ทำการทดสอบการวิ่งเพื่อเปรียบเทียบค่าสภาพทางบนระบบ Roadnet3 แสดงดังรูปที่ 1-42 ถึง รูปที่ 1-45 และแสดงผลพื้นที่ตัวอย่างผ่านระบบ Roadnet3 ได้แก่ อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS คันที่ 1,2 และรถสำรวจด้วย Laser Profile คันที่ 3,4 ของพื้นที่แปลงทดสอบทั้งหมด



รูปที่ 1-42 แสดงขั้นตอนการทำงานจากก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 1-43 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 352 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile



รูปที่ 1-44 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 3592 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รดสำรวจ LCMS และรดสำรวจด้วย Laser Profile



รูปที่ 1-45 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3312 ตอนควบคุม 0200
อุปกรณ์รดสำรวจ LCMS และรดสำรวจด้วย Laser Profile



รูปที่ 1-46 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3050 ตอนควบคุม 0100
อุปกรณ์รด์สำรวจ LCMS และรด์สำรวจด้วย Laser Profile

1.3.4.5 เอกสารรับรองและการคาริเบตอุปกรณ์สำรวจแต่ละคัน

- เอกสารรับรองผลคาริเบตอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1 จากโรงงานผู้ผลิต



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



DATA COLLECTION LIMITED MANUFACTURERS OF ROMDAS

NZB: 9429037148119

Office: 8C Bentinck Street, New Lynn, Auckland 0600, New Zealand

Ph: +64 9 8277703 E-mail: info@romdas.com Website: www.romdas.com



CERTIFICATE OF LCMS VALIDATION

System Install Date: 12 October 2022

LCMS model: LCMS-400

LCMS sensors s/n:

F601

LCMS-400

F602

Date of validation:

2024/10/20

2024/10/20

Certificate Issue Date: 9 December 2024

Certificate Validity:

This Certificate is valid for 6 months from the date of the validation

The above sensor serial numbers have passed the LCMS validation as per the below results.

LCMS-400-F601

	Left		Center		Right	
	1	2	1	2	1	2
Range	Accuracy X	1.1258	1.1622	Accuracy X	2.3653	0.3133
	Accuracy Z	0.5534	0.3495	Accuracy Z	1.7581	0.3727
	Noise Level Z	0.2578	0.2506	Noise Level Z	0.3005	0.2076
Focus	Focus Quality		0.6195		Focus Quality	
			0.7456			
					0.5135	

LCMS-400-F602

	Left		Center		Right	
	1	2	1	2	1	2
Range	Accuracy X	2.3396	2.3124	Accuracy X	2.1804	1.9118
	Accuracy Z	0.3328	0.5202	Accuracy Z	0.2119	0.3124
	Noise Level Z	0.2074	0.2011	Noise Level Z	0.2331	0.2650
Focus	Focus Quality		0.9993		Focus Quality	
					0.6161	
					0.7147	

Issued to: Infraplus Co Ltd, Thailand

We also confirm that the ROMDAS LCMS System complies with relevant international standards listed below –
ASTM D6433, ASTM E3303, ASTM E1703, and ASTM D5340.

Please note LCMS validation test should be conducted every 6 months to validate the sensors accuracy. If the results are not satisfactory, then LCMS sensors must be sent to LCMS manufacturer's factory for recalibration.

For Data Collection Limited

Kieran MacDonald
Technical Support Manager



รูปที่ 1-47 เอกสารรับรองผลการสอบเทียบอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1



CUTi
ศูนย์ข้อมูลจราจร
และข้อมูลทางหลวง
กรมการขนส่งทางบก
กระทรวงคมนาคม





รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อย่างมีประสิทธิภาพบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

- เอกสารรับรองผลการเบโทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2 จากโรงงานผู้ผลิต



Calibration Certificate

December 22, 2021

LCMS model:	LCMS-201	LCMS-201
LCMS sensors s/n:	F325	F326
Date of calibration:	2021/12/21	2021/12/22
Calibration ID:	Cal002	Cal002

The LCMS (Laser Crack Measurement System) sensors mentioned above were calibrated at Pavemetrics, Québec City, Canada. Both LCMS sensors **PASS** the calibration.

LCMS-201-F325 Cal002

		LEFT		CENTER		RIGHT	
		1	2	1	2	1	2
Range	Accuracy X	0.10	0.18	0.27	0.63	0.56	0.09
	Accuracy Z	0.39	0.03	0.34	0.01	0.33	0.04
	Noise Level Z	0.45	0.27	0.29	0.20	0.22	0.18
Focus	Focus Quality	0.87		0.82		0.73	

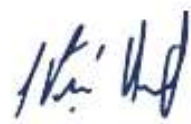
LCMS-201-F326 Cal002

		LEFT		CENTER		RIGHT	
		1	2	1	2	1	2
Range	Accuracy X	0.38	0.02	1.14	0.41	1.17	0.04
	Accuracy Z	0.21	0.21	0.15	0.07	0.49	0.38
	Noise Level Z	0.49	0.23	0.31	0.19	0.35	0.19
Focus	Focus Quality	0.67		0.53		0.56	

Quality Indicator

Bad  Good

See Installation Manual for pass/fail criteria


Jean-François Hébert
Director of Product Development
Tel: +1 418 717 6671 | jfhebert@pavemetrics.com

Pavemetrics Systems Inc.
150, Boulevard René-Lévesque Est, Suite 1820 | Québec (Québec) G1R 5B1 Canada
www.pavemetrics.com | Fax: +1 418 522 3345

รูปที่ 1-48 เอกสารรับรองผลการเบโทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2





- ผลการเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 1



DATA COLLECTION LIMITED
MANUFACTURERS OF ROMDAS SYSTEM
Office: 8C Bentinck Street | New Lynn | Auckland 0600 | NEW ZEALAND
Ph: +64 9 8277703 E-mail: info@romdas.com Website: www.romdas.com



Date: 9th December 2024

Certificate of Calibration – Laser Profiler System

The ROMDAS Dual Laser Profilometer System, owned by **INFRA PLUS CO., LTD.**, was installed on October 2022 by ROMDAS engineers. Recently the lasers were calibrated again, and the laser profilers were tested by a ROMDAS representative remotely and ensured its workability.

Laser Calibration

Laser profiler Model	Laser Profiler V3.0	
Laser sensors	14903-02682170	14904-0268216F
Date of calibration	04/12/2024	04/12/2024

Please note that the lasers for the Profilometer require annual calibration with block test (using calibration blocks) and bounce test. This must be done under the supervision of Romdas.

We confirm that the above-mentioned system has passed the required calibrations at the factory.

We also confirm that the ROMDAS Laser Profilometer System complies with the relevant data standards listed below –

ASTM E950, ASTM E1926, ASTM E13473, ASTM E1845

For Data Collection Limited



Kieran MacDonald
Technical Support Manager

รูปที่ 1-49 เอกสารรับรองผลการเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 1



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

- อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2
เอกสารรับรองผลการเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2
จากโรงงานผู้ผลิต



ARRB Systems Pty. Ltd.
ASN 93 621 693 883
25 Kingsley Close
Rowville Vic 3178
Melbourne, Australia
+ 61 3 8595 6000
info@arrbsystems.com

MANUFACTURER'S STATEMENT OF CONFORMANCE

Reference number:	PR83
Customer:	Trinit Thailand
Product:	Hawkeye 2000 case
Date:	21-05-2021

I herein confirm that the ARRB Systems Hawkeye 2000 Digital Laser Profilers (DLP) as supplied to the above customer is designed to meet all requirements of the following international standards:

- World Bank Class 1 longitudinal profile,
- ASTM E950,
- ASTM E1926,
- ASTM E1656 Classification of L112,
- EN 13036-5 IRI Quarter car models,
- EN 13036-6 Classification of 2L1111,
- AASHTO M 328,
- AASHTO R 57, R 43, R 54 & R 56
- AGAM-S001 & S005,
- AGAM - T001, T002, T003 & T004,
- AGAM - T013, T014 & T016
- MPD: ISO 13473,
- SMTD TRL Lab Rep. 639

Profiler Sensor Specifications are as follows:

Specification	Profiler Laser	Profiler Accelerometer
Manufacturer	Limab	ST Microelectronics
Model	TexRough	LIS2L06AL
Range	200mm	+/- 6 g
Stand-off	300mm	NA
Resolution	0.01mm	125 µg
Laser spot size	≤1 mm	NA
Wavelength	650-670 nm	NA
Laser Class	3B (20 mW)	NA
Sampling rate/Bandwidth	32258 Hz	300 Hz
Operating temp.	0 - 40°C	-40°C to 85°C

ARRB Profilers have been evaluated under controlled field-testing conditions as specified in the standards. The results as detailed herein show that the Hawkeye systems are fully compliant to the standards outlined in Hawkeye Validation report below. All ARRB products are tested in both workshop and field conditions to ensure operational and performance criteria are met, and the test results agree with established validation standards.

For further information, please contact the undersigned.

Chad Murnane
Chief Technology Officer


Bao Nguyen
Senior Service Technician


รูปที่ 1-50 เอกสารรับรองผลการเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2







ARRB Systems Pty. Ltd.
ABN 93 621 693 883

25 Kingsley Close
Rowville Vic 3178
Melbourne, Australia

+ 61 3 8595 6000
info@arrbsystems.com

5. Precision and Accuracy Limits

The following are the specified precision and accuracy limits:

Test	r ²	Slope	Intercept
IRI precision	≥0.97	= 1.00 +/- 0.10	= 0.00 +/- 0.10
IRI accuracy*	≥0.95		
MPD precision	≥0.97	= 1.00 +/- 0.10	= 0.00 +/- 0.10
Rut depth precision	>0.98	= 1.00 +/- 0.15	= 0.00 +/- 0.15

*in comparison to independent profiler. See results for additional information.

6. System components

Position	Sensor model	Data type	Sensor S/N
Left 750mm	Limab TexRough	IRI/Texture/Acc	16205
Left 1150mm	Limab MRough	Rutting	16399
Left 1500mm	Limab MRough	Rutting	16400
Centre	Limab TexRough	IRI/Texture/Acc	16401
Right 1500mm	Limab MRough	Rutting	16397
Right 1150mm	Limab MRough	Rutting	16398
Right 750mm	Limab TexRough	IRI/Texture/Acc	16204
Make	Equipment	Model	Serial number
Hawkeye	2000 Case	NA	PR83
Hawkeye	Power Hub	NA	162 / 163
Hawkeye	Heartbeat 3	BF-18010.A	153
Hawkeye	Master PC	BF-COM/ARK-3500F	KSA4813724
SICK DMI	Axle Mounted DMI	DFS60B-SET-2000	2052-0359
Hawkeye	Gipsitrac2	G2	26
Hawkeye	Acquisition Software	Version 9.0	N/A
Hawkeye	Processing Toolkit Software	Version 8.5.0	N/A

รูปที่ 1-51 เอกสารรับรองผลการเบี่ยงเบนของอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2 (ต่อ)



1.3.4.6 ดำเนินการทดสอบการถ่ายภาพผิวทางและสองข้างทางในพื้นที่ทดสอบ

ที่ปรึกษาจะดำเนินการทดสอบการถ่ายภาพผิวทางและสองข้างทางในพื้นที่ทดสอบตามเงื่อนไขที่กรมทางหลวงกำหนด โดยทดสอบในพื้นที่ที่มีแสงน้อย และแสงจ้า เช่น ใต้สะพานใต้ทางยกระดับ อุโมงค์ และทางลอด พร้อมเก็บข้อมูลในระบบ Roadnet โดยผลลัพธ์จะต้องมีความคมชัดในทุกสภาวะแสง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการสำรวจก่อนที่จะเริ่มดำเนินการสำรวจในพื้นที่อื่น ๆ

เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านการสำรวจ ที่ปรึกษาจะจัดเตรียมพื้นที่ทดสอบและดำเนินการนำเข้า จัดเก็บข้อมูลทดสอบบนระบบ Roadnet ก่อนเริ่มดำเนินการสำรวจในพื้นที่ตามแผนการสำรวจ โดยแปลงการทดสอบประกอบด้วย พื้นที่ที่มีแสงน้อย แสงจ้า ใต้สะพาน ใต้ทางยกระดับ, อุโมงค์ และทางลอด เพื่อให้ข้อมูลภาพทางสองข้างทางมีความคมชัดและเห็นผิวทางในทุกสภาวะแสง ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1-52 และรูปที่ 1-53



รูปที่ 1-52 ภาพตัวอย่างพื้นที่แสงน้อยของอุปกรณ์ LCMS

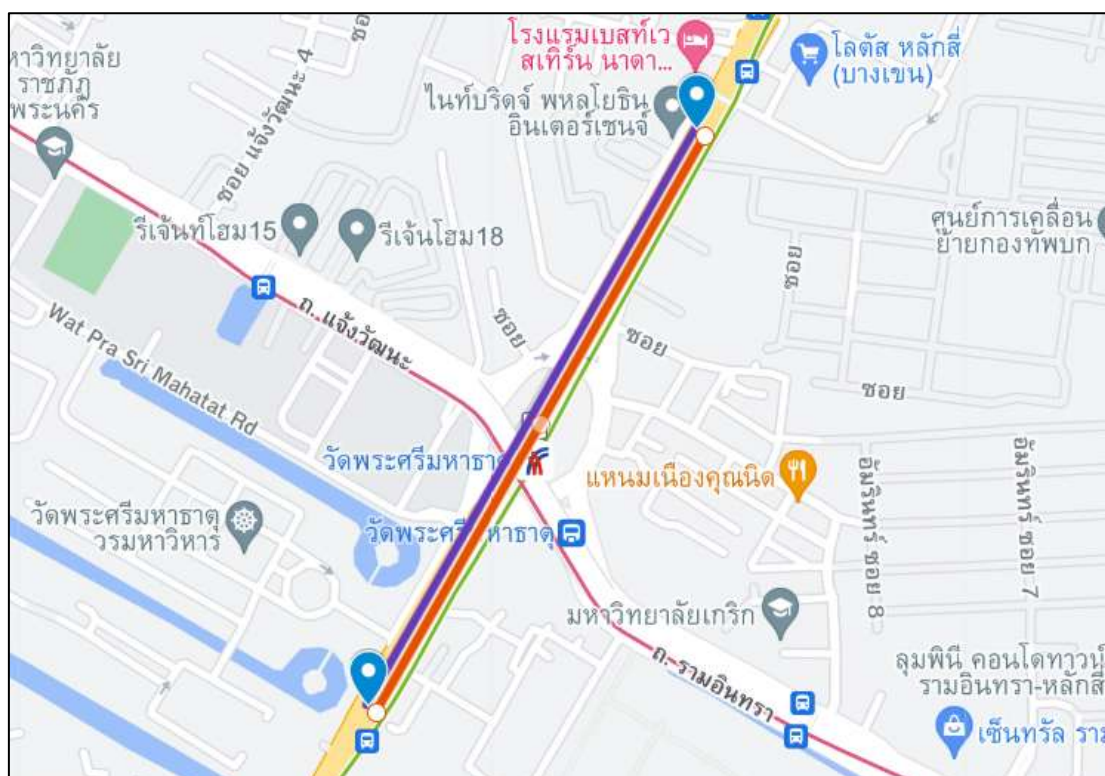


รูปที่ 1-53 ภาพตัวอย่างพื้นที่แสงน้อยของอุปกรณ์ Laser Profilometer



- การเปรียบเทียบกล้องหน้า (ROW Camera) รถสำรวจของทีมที่ปรึกษา
ในเขตพื้นที่อุโมงค์บางเขน (วงเวียนวัดพระศรีฯ)

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Row Camera ในการเก็บภาพภายในอุโมงค์บางเขนที่มีระยะทาง 900 เมตร โดยมุ่งเน้นศึกษาผลกระทบของสภาพแสงน้อย และความเร็วของรถที่มีต่อคุณภาพของภาพที่ได้จาก Row Camera ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการนำ Row Camera ไปประยุกต์ใช้งานจริงในอนาคต โดยทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการสำรวจโดยใช้อุปกรณ์สำรวจที่ติดตั้งบนยานพาหนะเพื่อทดสอบภาพที่ความเร็วต่าง ๆ ที่ตัวกล้องสามารถเก็บข้อมูลภาพได้ในสภาวะที่มีแสงแตกต่างกันได้ โดยปัจจัยหลัก คือ กล้องถ่ายภาพของยานพาหนะสำรวจแต่ละคันนั้นมีความแตกต่างในเรื่องของ ยี่ห้อ รุ่น และปีที่ผลิตต่างกัน จึงต้องการหาความเป็นไปได้ที่ภาพของแต่ละยานพาหนะสำรวจจะมีความชัดเจนของภาพ สี ที่ใกล้เคียงกันให้ได้มากที่สุด ที่ปรึกษาจึงได้ดำเนินการเลือกทดสอบช่องจราจรฝั่งซ้ายสุดของถนนภายในอุโมงค์ ณ พื้นที่วงเวียนวัดพระศรีฯ ดังรูปที่ 1-54



รูปที่ 1-54 พื้นที่งานทดสอบภาพกล้องหน้า (ROW Camera)



ตารางที่ 1-22 ตารางสรุปพื้นที่ในการทดสอบภาพกล้องหน้า (ROW Camera)

ลำดับ	เริ่มต้น	สิ้นสุด	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ช่องจราจร	ระยะทาง (กม.)
1	หน้าวัดพระศรีฯ	โถงหลักสี่	18+100	19+000	L2	0.900
2	โถงหลักสี่	หน้าวัดพระศรีฯ	19+000	18+100	R2	0.900



รูปที่ 1-55 แสดงลำดับสายทาง และช่องจราจรในการทดสอบ และภาพถ่ายจากสถานที่จริง



- ผลลัพธ์งานทดสอบผลลัพธ์งานทดสอบภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) และ กล้องบันทึกภาพผิวทาง (Pavement Camera)

อุโมงค์บางเขนเป็นอุโมงค์ลอดทางแยกบนถนนแจ้งวัฒนะ มีระยะทาง 900 เมตร สภาพแวดล้อมภายในอุโมงค์มีแสงสว่างมากน้อย โดยหลักเกณฑ์ของทางที่ปรึกษาได้ตั้งไว้คือการทดสอบที่ความเร็ว 3 ระดับ คือ 30 km/h 40 km/h และ 60 km/h และแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ 10.30 น. และ 14.00 น. เพื่อหาความแตกต่างของสภาวะแสงในแต่ละช่วงเวลา และมุมที่แสงตกกระทบพื้นที่ทดสอบ

ช่วงที่ทำการทดสอบในวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ.2567 สภาพอากาศปกติ ท้องฟ้าเปิดโล่ง แสงส่องสว่างได้ดีภายในพื้นที่ทดสอบ

ตารางที่ 1-23 ตัวแปรการตั้งค่าของกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) มีการตั้งค่าพารามิเตอร์ของแต่ละอุปกรณ์ ดังตารางต่อไปนี้

อุปกรณ์สำรวจ	Exposure auto	Gain auto	gamma	Black level	Balance Ratio	White Balance Auto	ขนาดภาพ
CU LCMS	on	on	0.78	3.5	1.26	off	1600*1200
STS LCMS	on	on	1.03	none	none	none	1600*1200
CU LASER PROFILE	Off (430.01)	on	1.2	6.23	0	on	1600*1200
TU LASER PROFILE	on	470	110	10	none	none	1600*1200



ตารางที่ 1-24 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ด้านซ้ายทาง ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-24 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ด้านซ้ายทาง ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				



ตารางที่ 1-24 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ด้านซ้ายทาง ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-25 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-25 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				



ตารางที่ 1-25 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-26 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-26 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				



ตารางที่ 1-26 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 10.30 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-27 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-27 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				



ตารางที่ 1-27 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-28 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-28 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				



ตารางที่ 1-28 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-29 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+160				
18+405				



ตารางที่ 1-29 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+435				
18+455				

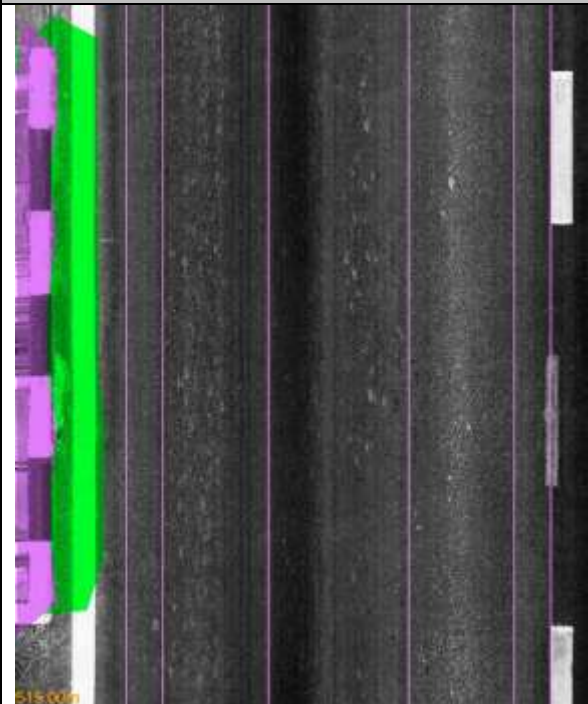
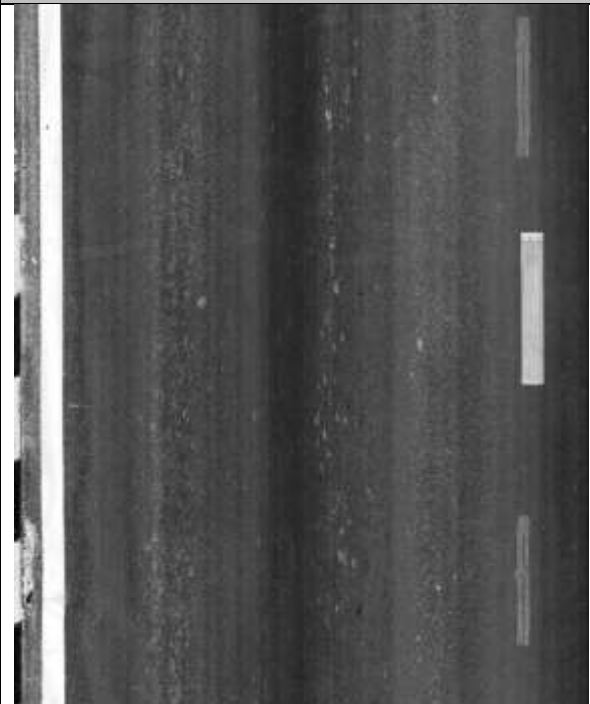
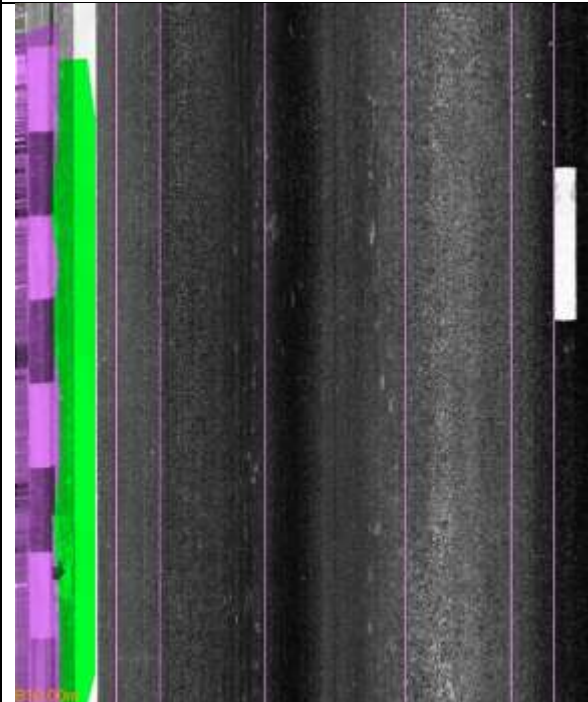
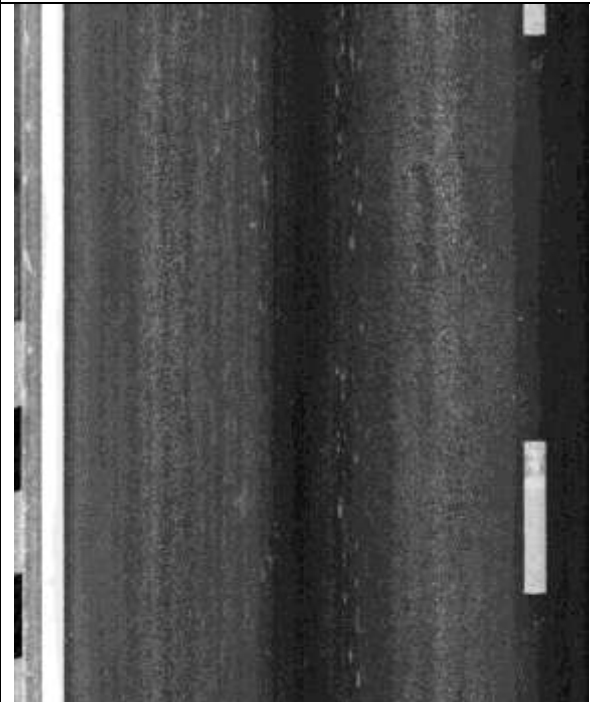


ตารางที่ 1-29 ผลการทดสอบภาพกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน ช่วงเวลา 14.00 น. ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ต่อ)

ช่วง กม.	รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU
18+585				
18+690				



ตารางที่ 1-30 การเปรียบเทียบภาพกล้องบันทึกภาพผิวทาง (Pavement Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน

รถสำรวจคันที่ 1 LCMS CU	รถสำรวจคันที่ 3 LCMS STS
	
	



ตารางที่ 1-30 การเปรียบเทียบภาพกล้องบันทึกภาพผิวทาง (Pavement Camera) ของรถสำรวจทั้ง 4 คัน (ต่อ)

รถสำรวจคันที่ 2 LASER PROFILE CU	รถสำรวจคันที่ 4 LASER PROFILE TU

- ข้อจำกัดของตัวกล้องถ่ายภาพทั้งภาพ ROW และ ภาพ Pavement ของยานพาหนะสำรวจทั้ง 4 คัน
 1. ข้อจำกัดทางด้านเทคนิคของกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera)
 - ยี่ห้อ และรุ่นของกล้องที่แตกต่างกันมีผลต่อการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของตัวกล้องทำการปรับให้ภาพที่บันทึกได้มีความแตกต่างไปด้วยในแต่ละอุปกรณ์สำรวจ
 - เมื่อกล้องของอุปกรณ์สำรวจแต่ละคันมียี่ห้อและรุ่นที่ต่างกันแล้วนั้นหมายถึงรูรับแสงของอุปกรณ์สำรวจแต่ละคันนั้นแตกต่างกันไปด้วย จึงส่งผลให้ อุปกรณ์บางคัน ภาพ สว่างหรือมืดแตกต่างกันไป



- มุมของกล้องในแต่ละคันนั้นมีความแตกต่างกันเนื่องจากตัวรถสำรวจแต่ละคันนั้นเป็นรถคนละยี่ห้อ ขนาดความกว้าง ยาว สูง ของตัวรถจึงต่างกัน ส่งผลต่อมุมของกล้องทำให้ส่งผลของรูรับแสงทำให้แต่ละคันนั้นมีรายละเอียดของภาพที่แตกต่างกันออกไป
 - ความเร็วที่ใช้ในการสำรวจ มีผลต่อรูปรับแสงของกล้อง หากใช้ความเร็วที่สูงเกินไป ก็อาจจะทำให้กล้องไม่สามารถปรับแสงทันตามความเร็วของรถได้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดภาพมืดภาพสว่างได้ โดยความเร็วที่แนะนำในการสำรวจภายในพื้นที่ใต้ทางยกระดับหรืออุโมงค์ จะอยู่ที่ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะดีที่สุด
2. ข้อจำกัดทางสภาพแวดล้อมกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ROW Camera)
- สภาพอากาศในขณะสำรวจมีผลต่อภาพที่ทำการบันทึก เนื่องจากหากพื้นที่สำรวจมีแสงน้อยเกินไป ก็ทำให้ภาพมืดได้ หรือหากมีแสงมากเกินไปก็จะทำให้ภาพที่ทำการบันทึกสว่างเกินไปได้
 - สภาพแสงภายในอุโมงค์มีความแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละช่วง เช่น บริเวณทางเข้า-ออกอุโมงค์จะมีแสงสว่างจ้า ในขณะที่กลางอุโมงค์จะมีแสงน้อย การเปลี่ยนแปลงของแสงอย่างรวดเร็วอาจทำให้กล้องปรับค่าแสงได้ไม่ทัน ส่งผลให้ภาพบางส่วนมืดเกินไปหรือสว่างเกินไป
3. ข้อจำกัดทางด้านเทคนิคของกล้องบันทึกภาพผิวทาง (Pavement Camera)
- LCMS มีข้อจำกัดทางด้านความสูงของเซนเซอร์ อยู่ที่ 2.2 เมตร +/- 5 ซม. และความเร็วต่ำสุดที่เซนเซอร์จะสามารถบันทึกภาพได้ อยู่ที่ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งหากระหว่างทำการสำรวจ มีการกระแทกจากการตกหลุมหรือรถยวบจากการที่รถกระโดด ทำให้ความสูงต่ำกว่า 2.2 เมตร หรือความเร็วขณะทำการสำรวจน้อยกว่า 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะทำให้ภาพกล้องหลังเกิดเป็นภาพโมเสกได้ แต่ในกรณีนี้จะเกิดขึ้นได้ในบางช่วงไม่ได้เกิดตลอดทั้งสายทางที่ทำการสำรวจ
 - Laser Profilometer มีข้อจำกัดด้านหากพื้นที่สำรวจมีเงาต้นไม้หรือสายไฟบดบังพาดผ่านผิวถนนเป็นสิ่งที่สามารถแก้ไขได้ยากที่จะปรับการตั้งค่าภาพให้เงาบดบังหายไปซึ่งอย่างไรก็ตามหากภาพผิวทางที่ได้ออกมามีความคมชัดมากพอที่จะมองเห็นความเสียหายได้ก็สามารถนำภาพไปใช้ในการประเมินความเสียหายต่อไปได้ ซึ่งในทาง



กลับกันภาพถ่ายผิวทางที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจ LCMS เจาบบังบนผิวทางจะไม่ส่งผลกระทบต่อภาพเนื่องจากตัวภาพถูกสร้างจากการซ้อนทับของ point cloud ที่ฉายลงไปยังผิวถนนทำให้มีภาพที่ให้รายละเอียดคมชัดมากกว่า

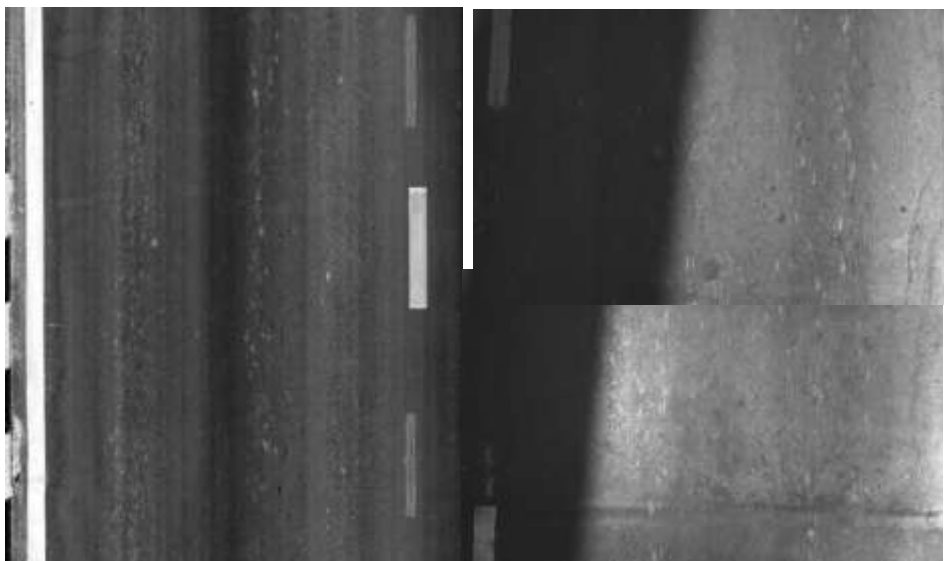
- แนวทางการแก้ไขเบื้องต้น

- ภาพถ่ายกล้องหน้า (ROW Camera)

ภาพถ่ายกล้องหน้าที่สำรวจมาจากสายทางนั้นถูกบันทึกภาพมาทุก ๆ 5 เมตร เมื่อนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผล และนำเข้าระบบแล้วจะเป็นการแสดงผลภาพทุก ๆ 25 เมตร ดังนั้น การส่งผลของภาพมืดและสว่างหากเกิดขึ้นไม่ถึง 5 ภาพ ต่อจุด หรือ 25 เมตร จะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานระบบเพื่อแสดงผล หากเกิดขึ้นเกินกว่าบริเวณดังกล่าว ทางที่ปรึกษาจะดำเนินการปรับ และแก้ไขโดยซอฟต์แวร์ปรับภาพเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวได้

- ภาพถ่ายกล้องหลัง (Pavement Camera)

ภาพถ่ายกล้องหลังเป็นข้อจำกัดซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมภายในสายทางที่สำรวจ โดยเมื่อสำรวจในช่วงเวลากลางวัน ทำให้ภาพถ่ายติดเงาจากต้นไม้หรือแนวสายไฟฟ้าได้ แต่ภาพถ่ายนั้นยังสามารถเห็นความเสียหายได้อยู่ การแก้ไขทำได้โดยการอัปเดตอุปกรณ์เป็น LCMS ทั้งหมด เนื่องจากอุปกรณ์ LCMS มีหลักการทำงานโดยการยิงจุดเลเซอร์ไปตกกระทบกับวัตถุ เป็นการสะท้อนค่าของวัตถุกลับมาที่ตัวอุปกรณ์ ทำให้ไม่เกิดเงาจากสภาพแวดล้อม



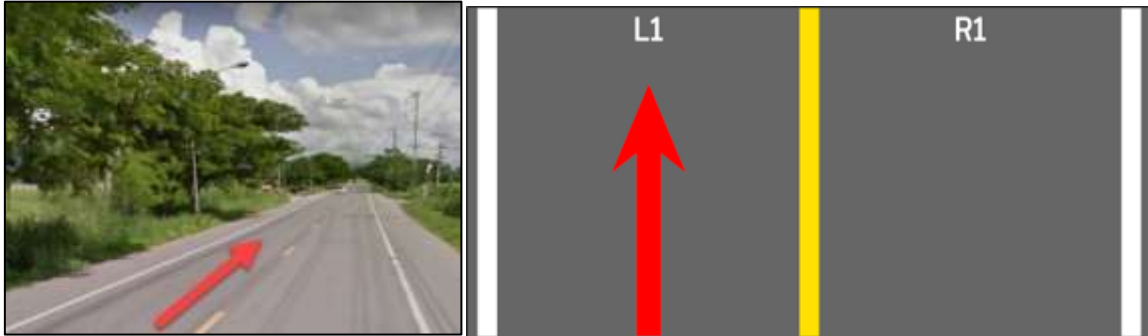
รูปที่ 1-56 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ภาพถ่ายจากตัวอุปกรณ์ LCMS และ Laser Profilometer



1.3.4.7 ดำเนินการสำรวจสภาพทางตามแผนที่ได้นำเสนอและได้รับการอนุมัติจาก
คณะกรรมการบริหารโครงการฯ และหน่วยงานในพื้นที่ ตามข้อ 2.3.2

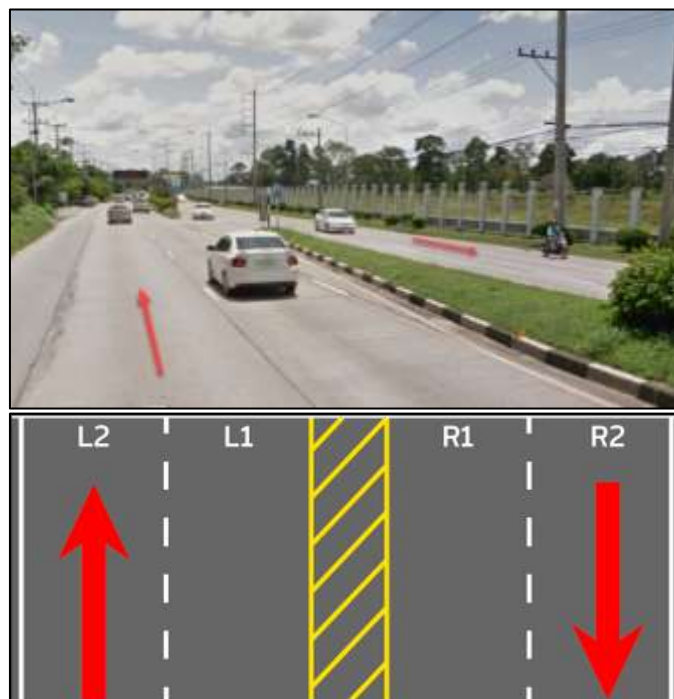
วิธีการวิ่งสำรวจสายทางในโครงการ

- กรณีสำรวจ 1 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนในทิศทาง
ที่มีความเสียหายมากที่สุด



รูปที่ 1-57 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด

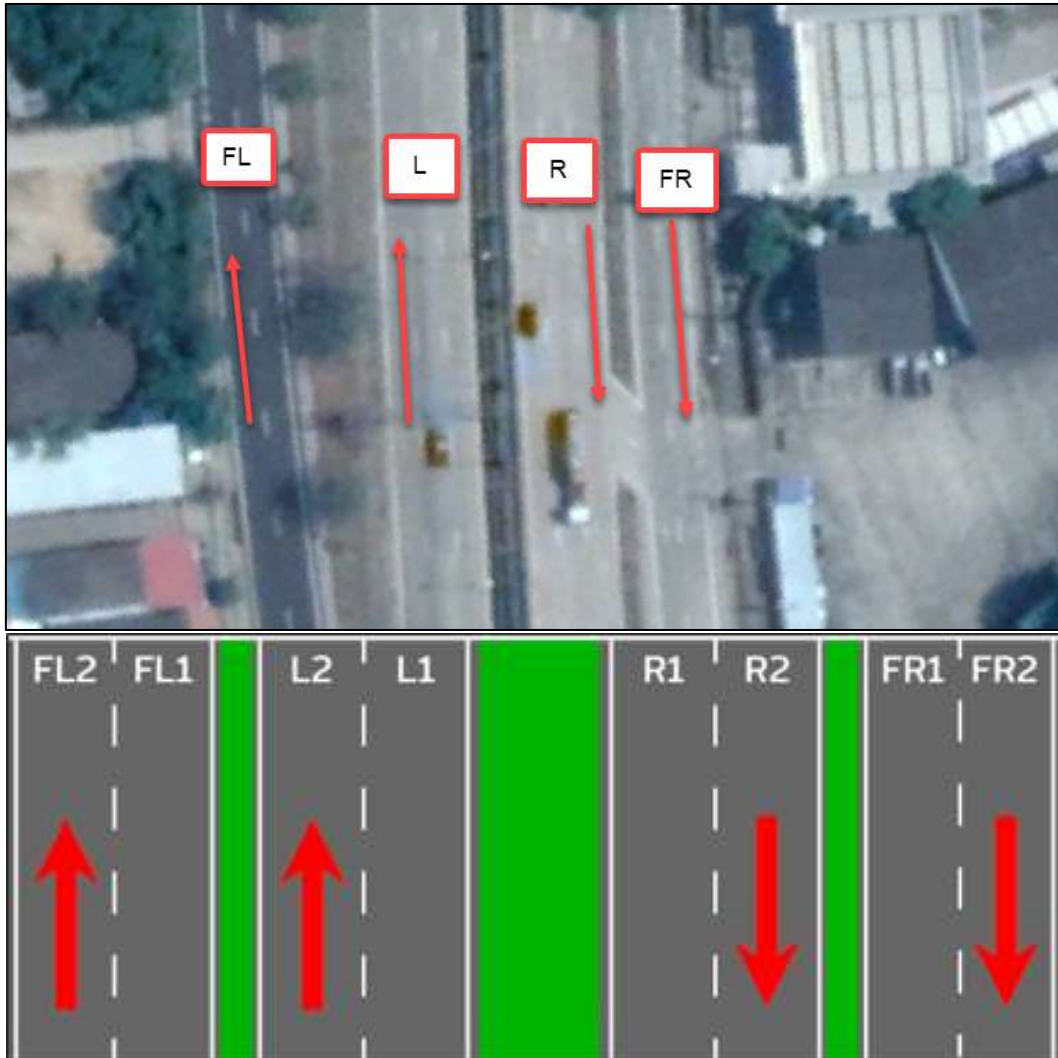
- กรณีสำรวจ 2 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง
2 ทิศทาง



รูปที่ 1-58 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง



- กรณีที่มีการสำรวจ 2 ทิศทาง แล้วมีทางคู่ขนาน ให้ทำการวิ่งสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของทางคู่ขนาน



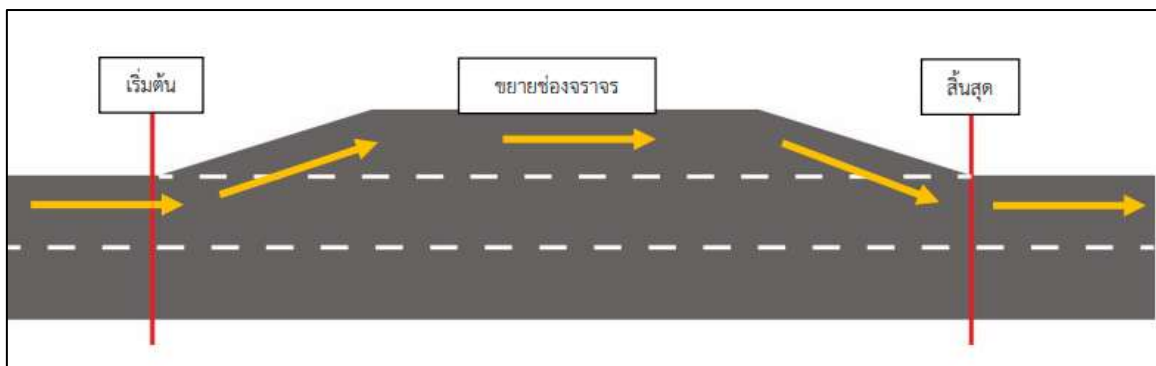
รูปที่ 1-59 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน



- กรณีที่มีการเพิ่มช่องจราจร จาก 2 ช่องจราจร เป็น 4 ช่องจราจรขึ้นไป ให้ทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของทั้งฝั่งขา L และ ฝั่งขา R



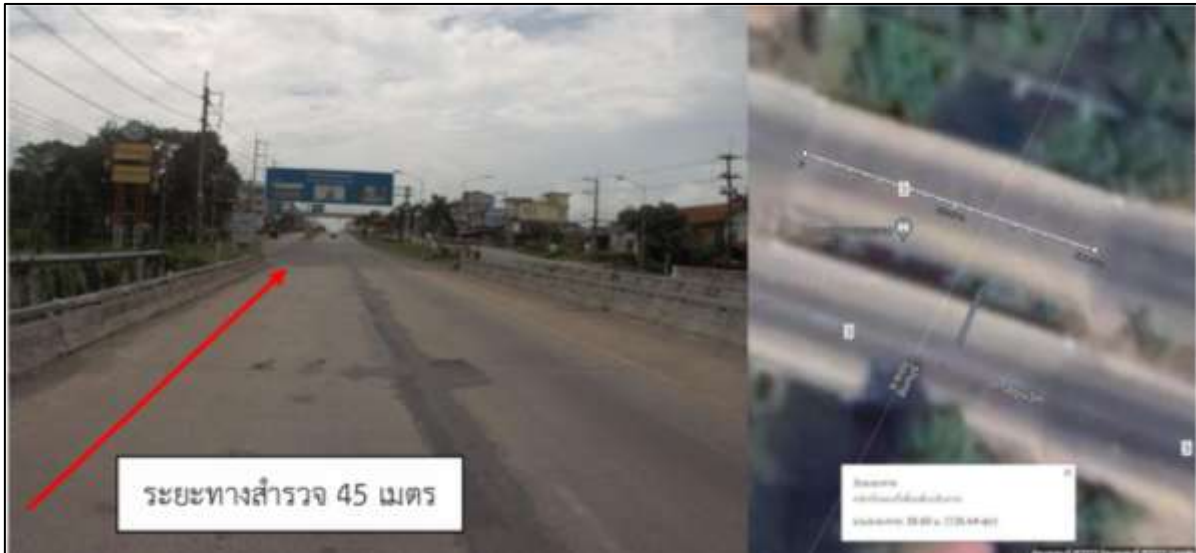
รูปที่ 1-60 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน



รูปที่ 1-61 ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่สองช่องจราจร



- กรณีที่ผิวทางความยาวไม่ถึง 75 เมตร ไม่ต้องแยกผิว ยกเว้น กรณีที่ผิวทางนั้นอยู่ในช่วงต้น และท้าย ของตอนควบคุม



รูปที่ 1-62 แสดงการวิ่งสำรวจกรณีผิวทางสะพานมีความยาวไม่ถึง 75 เมตร

- การตัดผิวของทางขนาน เริ่มต้น และสิ้นสุดผิวที่เส้นจราจรที่บรรจบเส้นประ



รูปที่ 1-63 แสดงการวิ่งสำรวจและการตัดข้อมูลประเภททางขนาน



- การตัดผิวสะพาน ให้ยึดทางที่มีสะพานเป็นทางหลัก ส่วนทางด้านล่างที่ผ่าน 4 แยก ให้เป็นทางขนาน



- กรณีที่ไม่สามารถทำการสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น เช่น การปิดปรับปรุงผิวจราจรในพื้นที่ที่มีงานก่อสร้าง เช่น งานขยายช่องจราจร งานรื้อผิวทาง งานปูผิวทางใหม่ และงานปูผิวใหม่ทับผิวทางเดิม หรือสายทาง/ตอนควบคุมที่มีงานก่อสร้างซึ่งยังไม่แล้วเสร็จเกิน 75% ของตอนควบนั้น จะไม่มีการสำรวจพื้นที่บริเวณดังกล่าว ยกเว้นกรณีที่เป็นงานก่อสร้างไหล่ทางซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อผิวทางของช่องจราจร



รูปที่ 1-64 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น



รูปที่ 1-65 แสดงภาพงานก่อสร้างปูผิวทางใหม่



รูปที่ 1-66 แสดงภาพงานก่อสร้างขยายช่องจราจร



รูปที่ 1-67 แสดงภาพงานก่อสร้างปูผิวใหม่ทับผิวทางเดิม



- กรณีที่พื้นผิวสายทางเปียกเนื่องจากฝนตกหรือมีน้ำขังในช่องจราจร ที่จะทำให้การสำรวจ จะทำการหยุดการสำรวจในสายทางนั้น แล้วจะกลับมาสำรวจใหม่เมื่อพื้นผิวสายทางแห้งสนิท



รูปที่ 1-68 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้



- กรณีที่สายทางมีอุปสรรคในการสำรวจ เช่น มีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ หรืออยู่ในพื้นที่หวงห้ามของราชการที่ไม่อนุญาตให้เข้าพื้นที่ได้ จะไม่ทำการสำรวจ แล้วทำการรายงานปัญหาและอุปสรรคเพื่อแจ้งแก่คณะกรรมการ แล้วดำเนินการสำรวจในสายทางสำรองแทน



รูปที่ 1-69 แสดงภาพเมื่อไม่สามารถเข้าสำรวจได้เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวาง
ทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้

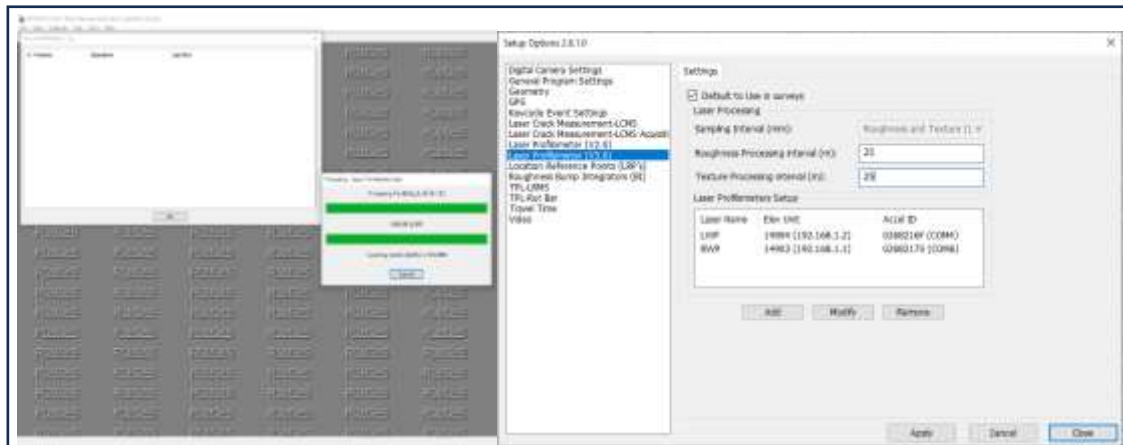


1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ

ที่ปรึกษาจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ อย่างน้อยตามที่มิในระบบฐานข้อมูล Roadnet

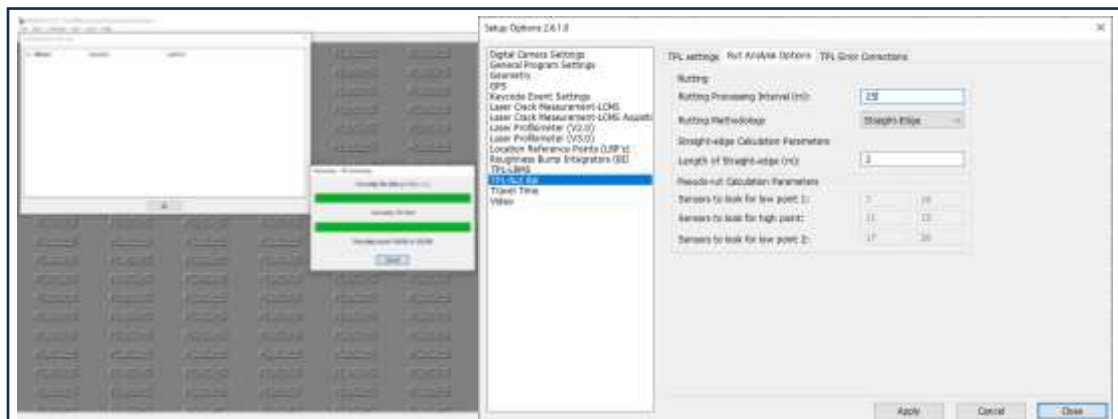
1.4.1 การประมวลผลข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-70 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง

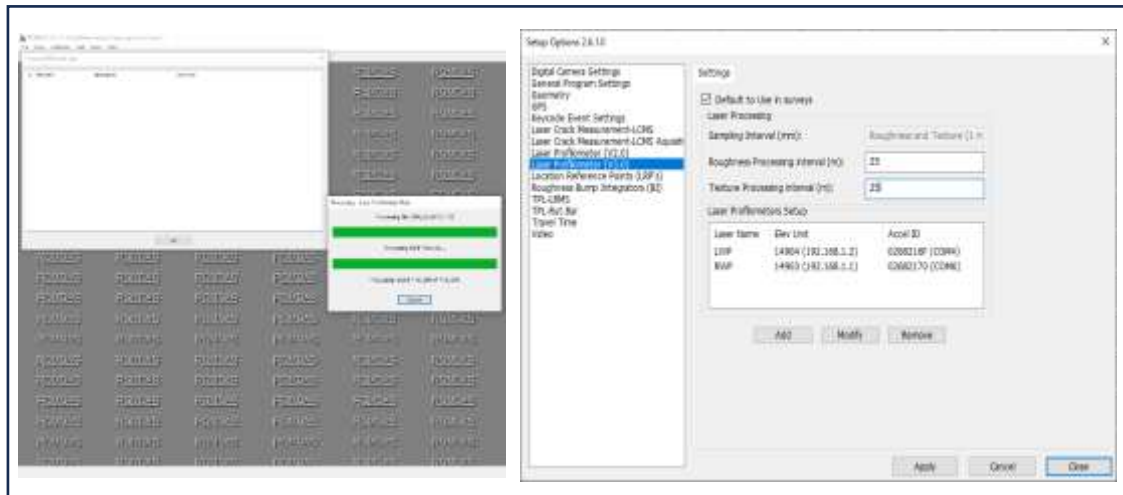
- 2) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-71 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง



- 3) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ทำการคำนวณ
ทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-72 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง

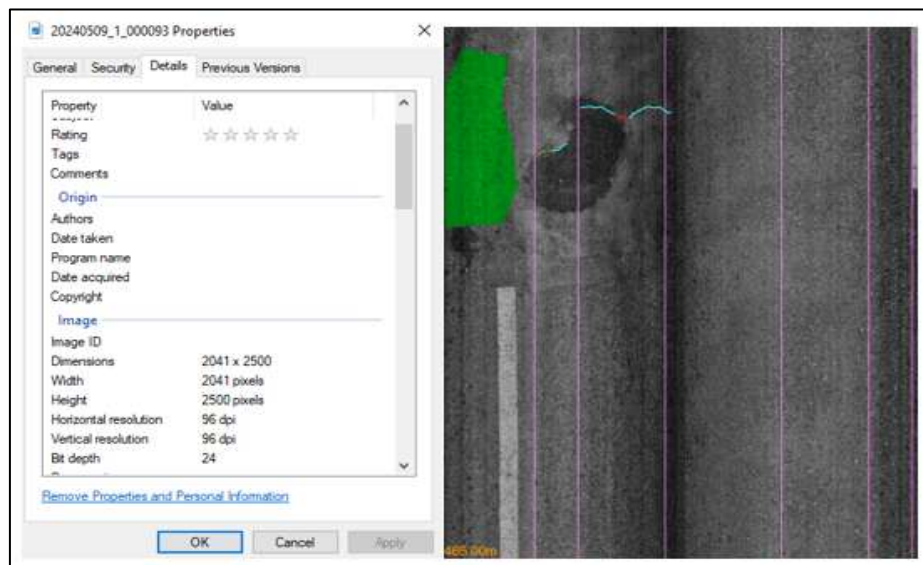
- 4) การประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง ประกอบด้วย ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง

(Surface Distress) ที่ได้จากการสำรวจด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทาง
จากภาพถ่ายหรือระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางอัตโนมัติ (Automatic Crack
Detection) ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) เป็นการผสมผสาน
การใช้ทั้ง 2 รูปแบบเพื่อความแม่นยำและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบผิวทาง
จะแบ่งเป็นการประเมินตามประเภทตามสภาพผิวทาง คือ ผิวลาดยางและผิวคอนกรีต
ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดภูมิศาสตร์
โดยจะทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า ข้อมูลสภาพผิวทางจากอุปกรณ์
โดยข้อมูลจะถูกบันทึกในรูปแบบภาพถ่ายต่อเนื่องของผิวทางที่มีความละเอียด 2041x 2500
Pixels หรือ 2448x1510 Pixels โดยที่ปรีกษาจะทำการประเมินและวิเคราะห์ 2 วิธีประกอบด้วย

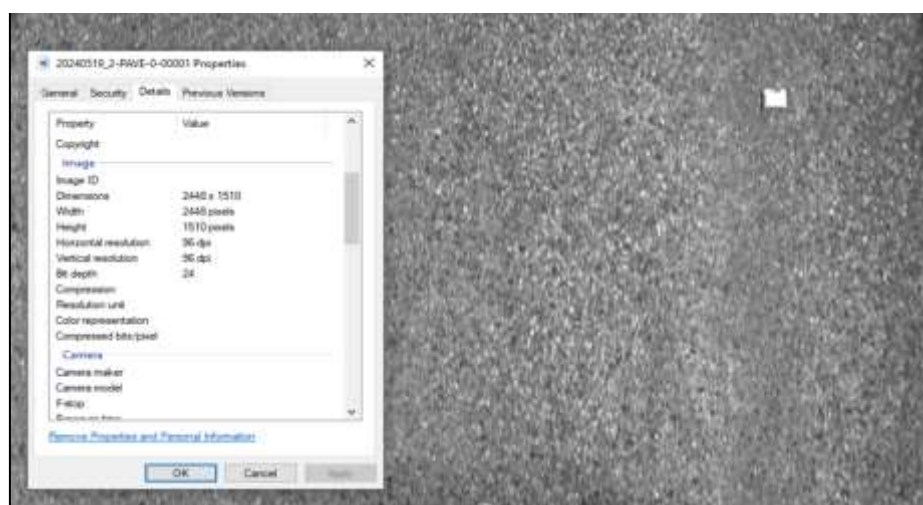
- ระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางอัตโนมัติ (Automatic Crack Detection)
เป็นการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการตรวจสอบ
และวิเคราะห์ด้วยมือเพื่อลดระยะเวลาในการประเมิน



- การตรวจสอบความเสียหายจากผู้ประเมิน (Manual Rating) เป็นการประเมินความเสียหายผิวทางโดยใช้ผู้ที่ผ่านการอบรมโดยจะเป็นการประเมินผิวทางลาดยางและคอนกรีตอย่างละ 6 ประเภทโดยการประเมินจะใช้ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง Python เข้ามาช่วยร่วมกับการประเมิน และส่งออกค่าในรูปแบบไฟล์ Excel โดยในไฟล์จะประกอบไปด้วยข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IR) เพื่อแบ่งระดับความรุนแรงความเสียหายสภาพผิวทางและระบุตำแหน่งของรูปภาพผิวทางเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความเร็วรวดเร็วในการประเมิน



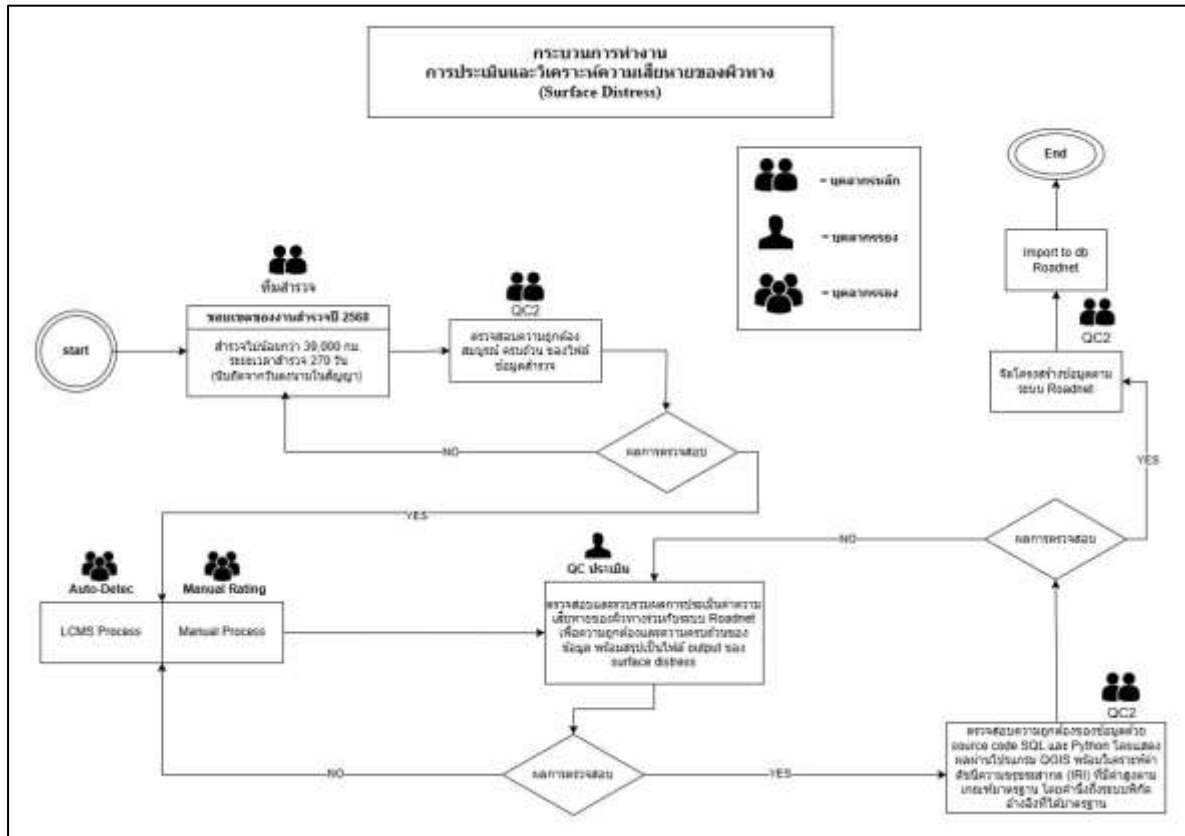
รูปที่ 1-73 แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์จากอุปกรณ์ LCMS
(Laser Crack Measurement System)



รูปที่ 1-74 แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Surface Distress)
จากอุปกรณ์ ROMDAS Pavement Camera



จากการประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง (Surface Distress) จากกล้องบันทึกภาพถ่ายภาพต่อเนื่อง ที่มีการเก็บข้อมูลสภาพผิวทางเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) โดยที่ปรึกษาจะทำการแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง และ 2) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต



รูปที่ 1-75 กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง

ในการวิเคราะห์และประเมินความเสียหายมีวิธีการใช้ Coding ภาษา Python และ SQL เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้องของความเสียหายผิวทาง ร่วมกับค่าดัชนีความขรุขระ IRI เพื่อแบ่งระดับความรุนแรงความเสียหายสภาพผิวทาง และระบุตำแหน่งของรูปภาพความเสียหายสภาพผิวทาง



1.4.2 การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยาง

จากการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1-15 ที่ปรากฏบนถนนผิวลาดยางซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึก และประมวลผลด้วยอุปกรณ์การสำรวจจากตารางที่ 1-31 โดยสามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพและสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการประเมินวิเคราะห์ความเสียหายโดยบุคลากรผู้ชำนาญการ โดยใช้โปรแกรมเฉพาะทางสำหรับการประเมินที่สามารถส่งออกผลลัพธ์ค่าความเสียหายจากการประเมินสายทางและค่าพิกัดตำแหน่งของภาพที่เกิดความเสียหายได้

ตารางที่ 1-31 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ผิวทางลาดยาง		
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกต่อเนื่อง (Interconnected Crack)	ตารางเมตร/กม.
2	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตามแนวยาว) (Longitudinal Crack)	เมตร/กม.
3	การเยิ้มของลาดยาง (Bleeding)	ตารางเมตร/กม.
4	การหลุดร่อน (Raveling)	ตารางเมตร/กม.
5	หลุมบ่อ (Pot holes)	ตารางเมตร/กม.
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร/กม.

1.4.3 การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวคอนกรีต

ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนน ผิวคอนกรีต ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยหน่วยการวัดความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตจะแตกต่างจากหน่วยการวัดความเสียหายของถนนผิวลาดยาง เช่น รอยแตกตามขวางของถนนผิวลาดยางจะมีหน่วยการวัดเป็นความยาว (เมตร) ส่วนรอยแตกตามขวางของถนนผิวคอนกรีตจะมีหน่วยการวัดเป็นจำนวนแผ่น/กิโลเมตร เป็นต้น ซึ่งความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตตามตารางที่ 1-32

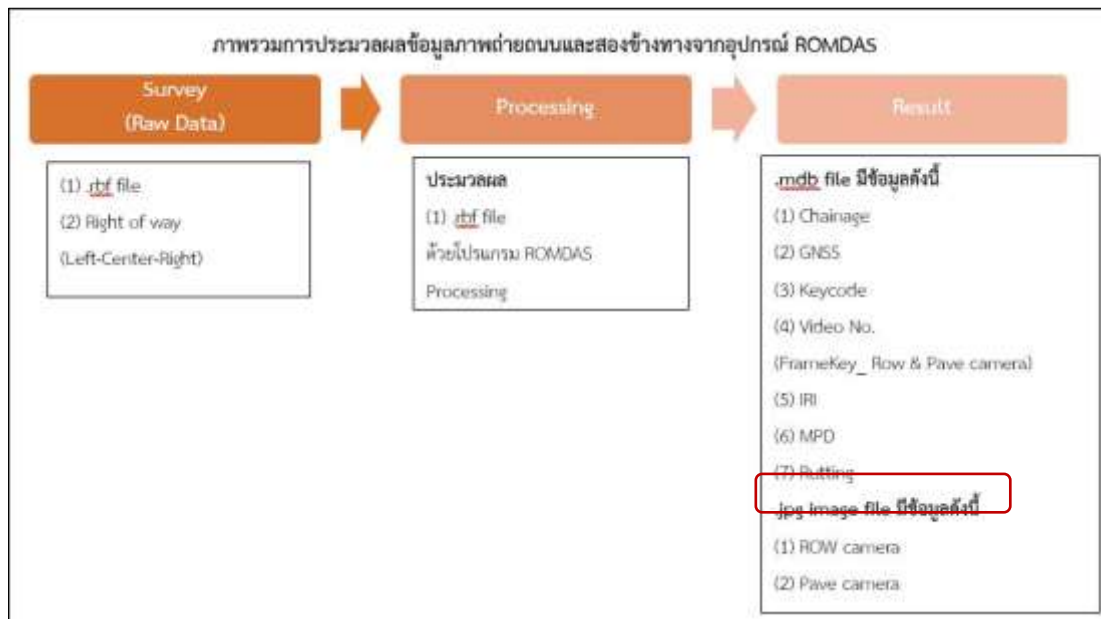
ตารางที่ 1-32 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
2	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
3	รอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	(จำนวนจุด) ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
4	รอยแตกที่มุม (Corner Breaks)	จำนวน/กม.
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Seal Damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร



1.4.4 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายสองข้างทางจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายทางที่มีความละเอียด 1600x1200 ในรูปแบบไฟล์ JPEG หรือดีกว่า

ข้อมูลภาพที่ได้จากการสำรวจสายทาง จะถูกนำมาประมวลผลที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1600x1200 Pixel ในรูปแบบของไฟล์ JPEG หรือดีกว่า ซึ่งข้อมูลที่ได้จากกล้องบันทึกภาพภายในเขตทาง จะประกอบด้วยภาพถ่าย 2 ข้างทาง และสภาพแวดล้อมภายในเขตทาง และนอกเขตทาง เป็นต้น



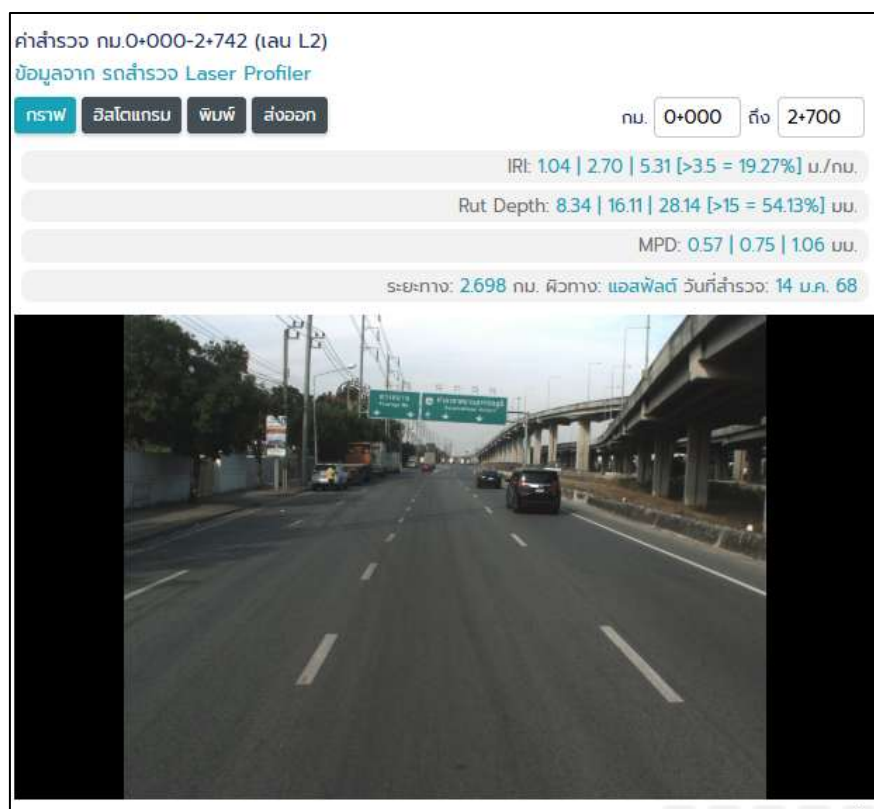
รูปที่ 1-76 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS



รูปที่ 1-77 ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง



รูปที่ 1-78 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนน
และพื้นที่ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้างบนระบบ Roadnet



รูปที่ 1-79 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว
พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้



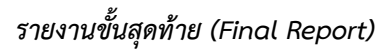
1.4.5 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม เช่น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Systems) พื้นหลักฐานอ้างอิง (WGS84) หากมีหรือระบบพิกัดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น โดยสามารถระบุตำแหน่งข้อมูลการสำรวจแบบสัมพัทธ์ (Relative location) หรือแบบหลักกิโลเมตรตามระบบทะเบียนทางหลวงปัจจุบันที่ใช้อ้างอิงขณะที่ทำการสำรวจ โดยที่ปรึกษาจะต้องประมวลผลชุดข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)
- 2) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)
- 3) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD)
- 4) ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection)

ในปัจจุบัน การสำรวจข้อมูลภาคสนามมีบทบาทสำคัญต่อการวิเคราะห์และตัดสินใจในหลายมิติ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมักถูกเก็บในรูปแบบกระดาษหรือไฟล์ Excel ซึ่งสร้างปัญหาในการจัดการ ค้นหา และวิเคราะห์ข้อมูล ที่ปรึกษาจึงได้นำเสนอระบบฐานข้อมูล Access บนรถสำรวจ ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ระบบนี้ช่วยให้การจัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และสะดวกยิ่งขึ้น

ทางที่ปรึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการส่งออกข้อมูลผ่านอุปกรณ์บนรถสำรวจ และพัฒนาทั้งตัวอุปกรณ์และวิธีการจัดเก็บข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยระบบฐานข้อมูล Microsoft Access ถูกเลือกใช้สำหรับจัดการข้อมูลในระบบนี้ ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- สามารถเรียนรู้และใช้งานโปรแกรม Access ได้ โดยไม่ต้องมีความรู้ด้านเทคนิคมากนัก
- โปรแกรม Microsoft Access มีความเร็วในการค้นหาและประมวลผลข้อมูลสูง โดยสามารถรองรับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Mac ทั้งยังช่วยให้ค้นหา วิเคราะห์ และจัดการข้อมูลได้อย่างเหมาะสม เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจัดเก็บข้อมูลสำรวจ พร้อมทั้งโครงสร้างข้อมูลแบบสัมพันธ์ช่วยลดความผิดพลาดในการจัดเก็บข้อมูล
- สามารถใช้งานกับระบบข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งเก็บข้อมูลในรูปแบบตารางข้อมูล (Table) แต่ละตารางจะประกอบด้วยฟิลด์ (Field) หรือหัวรายการข้อมูล และเรคคอร์ด (Record) หรือชุดข้อมูลของแต่ละหน่วยเก็บข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้



งบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

- **บิต (Bit):** ข้อมูลขนาดเล็กที่สุด เป็นข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและนำไปใช้งานได้ ได้แก่ เลข 0 หรือ เลข 1 เท่านั้น
- **ไบต์ (Byte):** 8 บิต เท่ากับ 1 ตัวอักษร
- **ฟิลด์ (Field):** หัวรายการข้อมูล
- **เรคคอร์ด (Record):** ฟิลด์ตั้งแต่ 1 ฟิลด์ขึ้นไป
- **ไฟล์ (Files):** ฐานข้อมูล Access ประกอบด้วย Table, Form, Report, Query, Macro และ Module

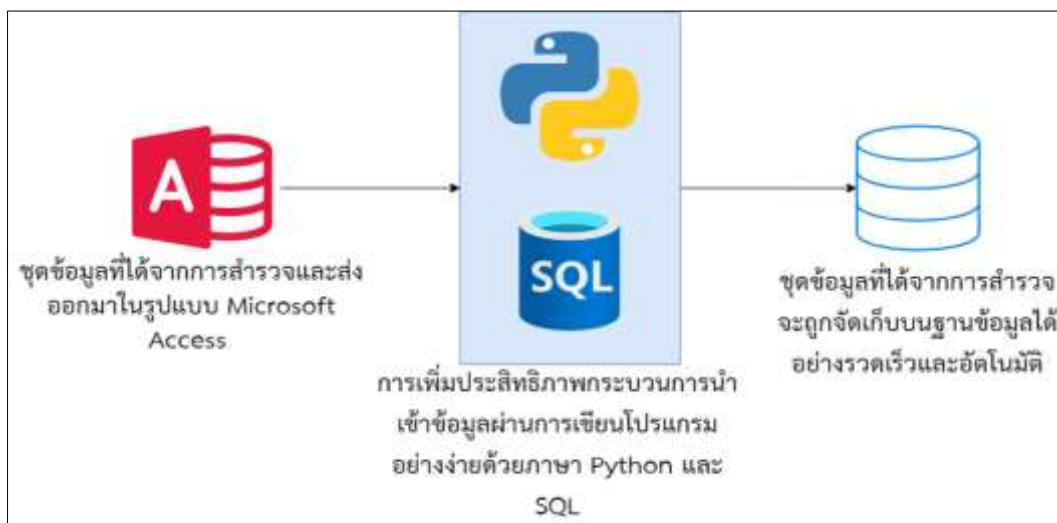
	DURATION	LRF_OFFSET	LRF_OFFSET	LRF_NUMBER	LRF_NUMBER	SPEED	LWP_MPD	LWP_QUALITY	LWP_MPD	LWP_QUALITY	RWP_MPD	RWP_QUALITY	LANE_MPD
Tables	5	0	5	0	0	62	1.011	100	0	0	1.139	100	1.085
Basket	10	5	10	0	0	63	1.018	100	0	0	1.156	100	1.127
GPS_Header_2020L	15	10	15	0	0	63	1.066	100	0	0	1.047	100	1.015
GPS_Processed_2020L	20	15	20	0	0	65	1.209	100	0	0	1.031	100	1.061
KayCade_Raw_2020L	25	20	25	0	0	66	0.956	100	0	0	1.045	100	1
Promont_Lag_2020H	30	25	30	0	0	66	0.921	100	0	0	0.976	100	0.9
Profile_Header_2020L	35	30	35	0	0	67	1.022	100	0	0	0.884	100	0.952
Profile_IB_2020H1	40	35	40	0	0	68	1.236	100	0	0	0.932	100	1.064
Profile_Header_2020L	45	40	45	0	0	69	0.884	100	0	0	0.981	100	0.932
Profile_IB_2020H1	50	45	50	0	0	71	0.836	100	0	0	0.891	100	0.864
Profile_MPD_2020L	55	50	55	0	0	71	0.858	100	0	0	0.862	100	0.86
Survey_Header	60	55	60	0	0	71	0.822	100	0	0	0.829	100	0.826
TPL_Header_2020L	65	60	65	0	0	71	0.793	100	0	0	0.905	100	0.849
TPL_Processed_2020L	70	65	70	0	0	71	0.87	100	0	0	0.825	100	0.867
TPL_Header_2020L	75	70	75	0	0	71	1.023	100	0	0	1.179	100	1.096
TPL_Processed_2020L	80	75	80	0	0	70	1.036	100	0	0	1.264	100	1.15
Water_Header_2020L	85	80	85	0	0	73	0.811	100	0	0	1.1	100	1.06
Water_Processed_2020L	90	85	90	0	0	69	0.864	100	0	0	1.768	100	1.391
Water_Processed_IB	95	90	95	0	0	69	0.817	100	0	0	0.95	100	0.944
	100	95	100	0	0	67	0.884	100	0	0	0.817	100	0.851
	105	100	105	0	0	67	0.848	100	0	0	0.781	100	0.865
	110	105	110	0	0	68	0.838	100	0	0	0.785	100	0.812
	115	110	115	0	0	66	0.943	100	0	0	0.691	100	0.816
	120	115	120	0	0	66	0.782	100	0	0	0.855	100	0.718
	125	120	125	0	0	66	0.736	100	0	0	0.502	100	0.818
	130	125	130	0	0	65	0.538	100	0	0	0.735	100	0.625
	135	130	135	0	0	64	0.545	100	0	0	0.596	100	0.581
	140	135	140	0	0	64	0.841	100	0	0	0.702	100	0.636
	145	140	145	0	0	62	0.757	100	0	0	0.748	100	0.753
	150	145	150	0	0	62	0.857	100	0	0	0.766	100	0.813
	155	150	155	0	0	62	0.911	100	0	0	0.782	100	0.867
	160	155	160	0	0	60	0.738	100	0	0	0.778	100	0.758
	165	160	165	0	0	58	0.673	100	0	0	0.754	100	0.644
	170	165	170	0	0	56	0.791	100	0	0	0.605	100	0.703
	175	170	175	0	0	54	0.677	100	0	0	0.46	100	0.66

รูปที่ 1-80 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล
และถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Microsoft Access นามสกุล .mdb



1.4.6 การเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL

ส่วนสำคัญสำหรับการจัดเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลรูปแบบ Microsoft Access ที่ได้จากการสำรวจ คือ การดึงข้อมูลสำรวจในแต่ละรายการออกมาให้อยู่ในรูปแบบ file .csv เพื่อตอบสนองต่อการนำเข้ารายการข้อมูลต่าง ๆ โดยทางที่ปรึกษาได้ยกระดับรูปแบบกระบวนการการนำเข้าข้อมูลจากข้อมูลสำรวจ โดยการสร้างโปรแกรมการนำเข้าข้อมูลสำรวจอย่างง่าย ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL ซึ่งข้อดีของกระบวนการดังกล่าวนี้สามารถยกระดับการนำเข้าข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและอัตโนมัติ เพื่อลดเวลาการนำเข้าและใช้เวลากับการตรวจสอบข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 1-81 แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL

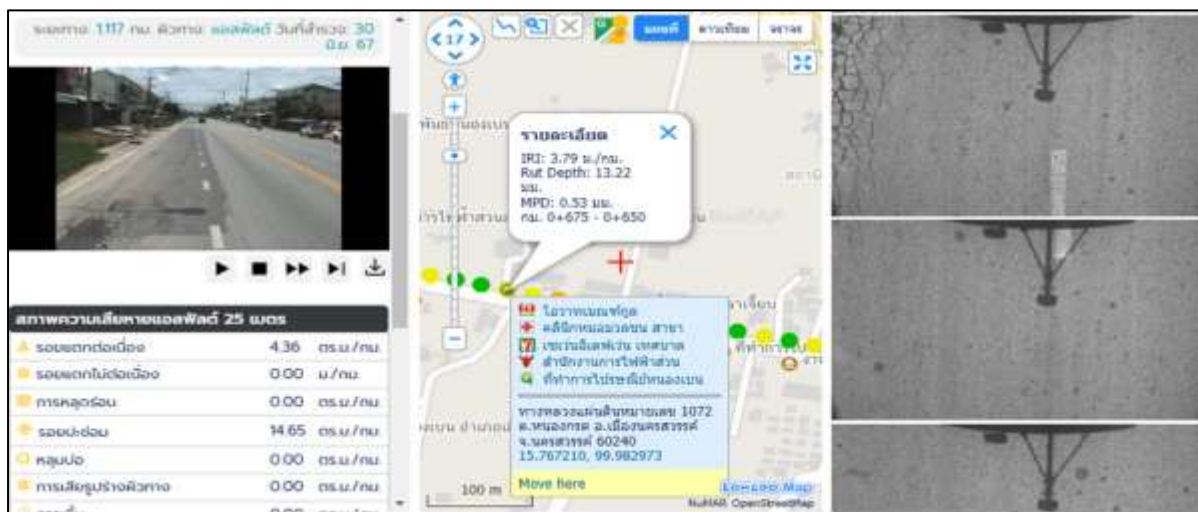


รูปที่ 1-82 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม

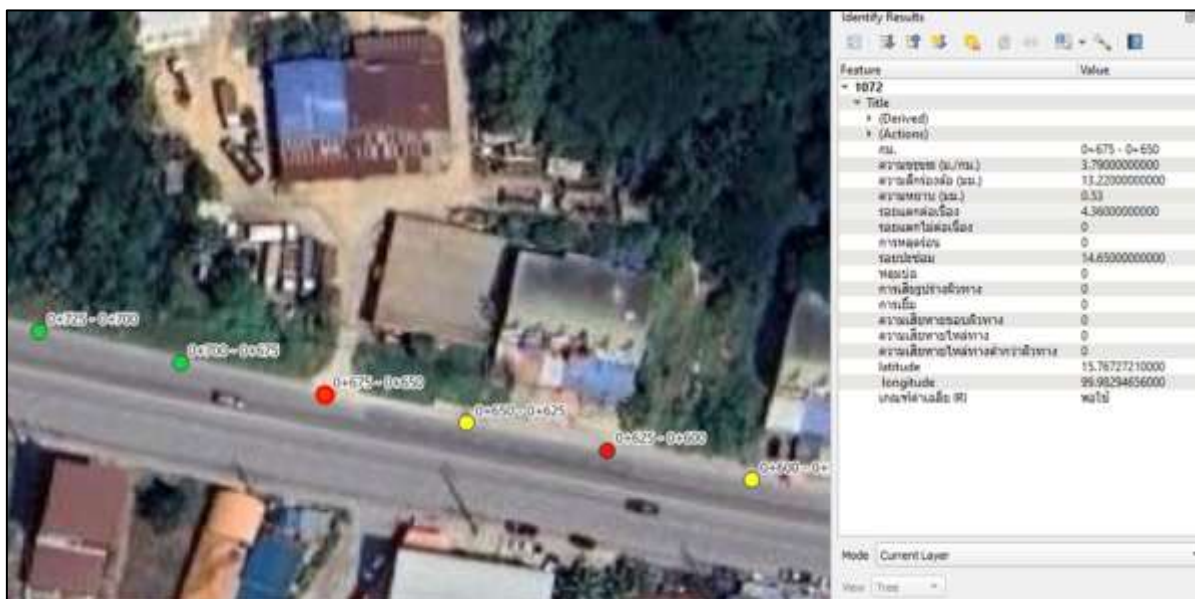


1.4.7 ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทางและระบบ Laser Crack Measurement System (LCMS) ที่สามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่ (GIS)

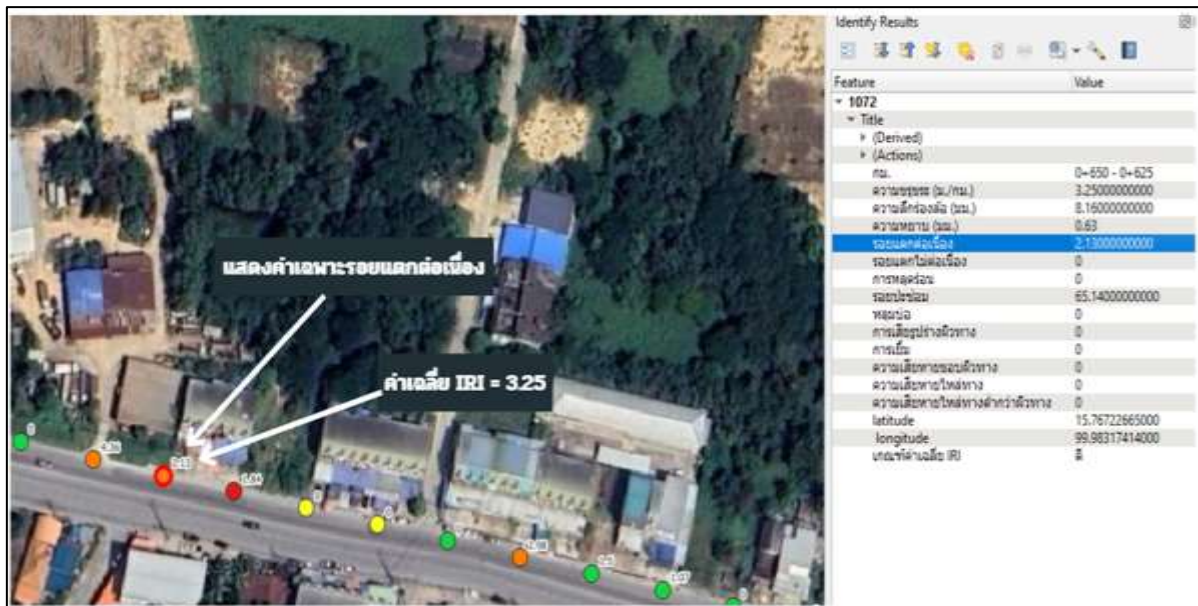
หลักเกณฑ์การตรวจสอบความเสียหายสภาพทาง โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลประเมิน Distress จากโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง ร่วมกับการประมวลผลด้วยระบบ LCMS และค่าเฉลี่ยข้อมูลความเสียหายประเภทค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์บ่งชี้ว่าเกิดความเสียหาย ณ ตำแหน่งใดบนสายทางที่สำรวจ



รูปที่ 1-83 แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ



รูปที่ 1-84 แสดงพิกัดค่าความเสียหายที่สัมพันธ์กับสายทางสำรวจ



รูปที่ 1-85 แสดงการประมวลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS) ข้อมูลที่เกิดความเสียหายสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน

จากรูปที่ 1-85 แสดงการวิเคราะห์สภาพทางในรูปแบบแผนที่ GIS โดยใช้ข้อมูลความเสียหายของผิวทางจากโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายผิวทางเฉพาะทางจากภาพถ่ายหรือระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection)

การวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายเชิงพื้นที่ที่แสดงบนแผนที่

- จุดที่เกิดความเสียหายสภาพทางที่เกิดรอยแตกต่อเนื่อง (ICRACK) ของผิวถนนลาดยาง: แสดงเป็นจุดสีบนแผนที่ หน่วยวัดเป็นตารางเมตร
- ค่าเฉลี่ยดัชนีความขรุขระสากล (IRI): แสดงเป็นค่าตัวเลขบนแผนที่

การวิเคราะห์และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายเบื้องต้นสำหรับใช้ในงานประเมินสภาพผิวทาง

จุดที่เกิดความเสียหายจะสัมพันธ์กับข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่มีค่าสูงตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนด ที่ปรึกษาทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย IRI โดยแบ่งตามเกณฑ์มาตรฐานระบบ TPMS ที่ค่าเฉลี่ย IRI ดังนี้

- IRI ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 คือ เกณฑ์ดีมาก (สีเขียว)
- IRI ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.5 - 3.5 คือ เกณฑ์ดี (สีเหลือง)
- IRI ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.5 - 4.5 คือ เกณฑ์พอใช้ (สีส้ม)
- IRI ค่าเฉลี่ยมากกว่า 4.5 คือ เกณฑ์ชำรุด (สีแดง)



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่าย

งบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

km	route	control	lane_group	in	in_rabin	file_name	image_pave
6+050 - 6+025	3090101	-1	1.87	green	20240618	1	5840, 5841, 5842, 5843, 5844, 5845, 5846, 5847, 5848, 5849, 5850, 5851
6+025 - 6+000	3090101	-1	2.45	green	20240618	1	5852, 5853, 5854, 5855, 5856, 5857, 5858, 5859, 5860, 5861, 5862, 5863, 5864
6+000 - 5+975	3090101	-1	1.66	green	20240618	1	5865, 5866, 5867, 5868, 5869, 5870, 5871, 5872, 5873, 5874, 5875, 5876
5+975 - 5+950	3090101	-1	1.93	green	20240618	1	5877, 5878, 5879, 5880, 5881, 5882, 5883, 5884, 5885, 5886, 5887, 5888, 5889
5+950 - 5+925	3090101	-1	1.78	green	20240618	1	5890, 5891, 5892, 5893, 5894, 5895, 5896, 5897, 5898, 5899, 5900, 5901
5+925 - 5+900	3090101	-1	2.33	green	20240618	1	5902, 5903, 5904, 5905, 5906, 5907, 5908, 5909, 5910, 5911, 5912, 5913, 5914
5+900 - 5+875	3090101	-1	2.26	green	20240618	1	5915, 5916, 5917, 5918, 5919, 5920, 5921, 5922, 5923, 5924, 5925, 5926
5+875 - 5+850	3090101	-1	2.03	green	20240618	1	5927, 5928, 5929, 5930, 5931, 5932, 5933, 5934, 5935, 5936, 5937, 5938, 5939
5+850 - 5+825	3090101	-1	1.73	green	20240618	1	5940, 5941, 5942, 5943, 5944, 5945, 5946, 5947, 5948, 5949, 5950, 5951
5+825 - 5+800	3090101	-1	2.31	green	20240618	1	5952, 5953, 5954, 5955, 5956, 5957, 5958, 5959, 5960, 5961, 5962, 5963, 5964
5+800 - 5+775	3090101	-1	6.47	fail	20240618	1	5965, 5966, 5967, 5968, 5969, 5970, 5971, 5972, 5973, 5974, 5975, 5976
5+775 - 5+750	3090101	-1	7.47	fail	20240618	1	5977, 5978, 5979, 5980, 5981, 5982, 5983, 5984, 5985, 5986, 5987, 5988, 5989
5+750 - 5+725	3090101	-1	3.63	orange	20240618	1	5990, 5991, 5992, 5993, 5994, 5995, 5996, 5997, 5998, 5999, 6000, 6001
5+725 - 5+700	3090101	-1	1.66	green	20240618	1	6002, 6003, 6004, 6005, 6006, 6007, 6008, 6009, 6010, 6011, 6012, 6013, 6014
5+700 - 5+675	3090101	-1	1.78	green	20240618	1	6015, 6016, 6017, 6018, 6019, 6020, 6021, 6022, 6023, 6024, 6025, 6026
5+675 - 5+650	3090101	-1	1.32	green	20240618	1	6027, 6028, 6029, 6030, 6031, 6032, 6033, 6034, 6035, 6036, 6037, 6038, 6039
5+650 - 5+625	3090101	-1	1.39	green	20240618	1	6040, 6041, 6042, 6043, 6044, 6045, 6046, 6047, 6048, 6049, 6050, 6051
5+625 - 5+600	3090101	-1	2.13	green	20240618	1	6052, 6053, 6054, 6055, 6056, 6057, 6058, 6059, 6060, 6061, 6062, 6063, 6064
5+600 - 5+575	3090101	-1	1.53	green	20240618	1	6065, 6066, 6067, 6068, 6069, 6070, 6071, 6072, 6073, 6074, 6075, 6076
5+575 - 5+550	3090101	-1	1.52	green	20240618	1	6077, 6078, 6079, 6080, 6081, 6082, 6083, 6084, 6085, 6086, 6087, 6088, 6089
5+550 - 5+525	3090101	-1	1.53	green	20240618	1	6090, 6091, 6092, 6093, 6094, 6095, 6096, 6097, 6098, 6099, 6100, 6101
5+525 - 5+500	3090101	-1	3.89	orange	20240618	1	6102, 6103, 6104, 6105, 6106, 6107, 6108, 6109, 6110, 6111, 6112, 6113, 6114
5+500 - 5+475	3090101	-1	2.2	green	20240618	1	6115, 6116, 6117, 6118, 6119, 6120, 6121, 6122, 6123, 6124, 6125, 6126
5+475 - 5+450	3090101	-1	1.62	green	20240618	1	6127, 6128, 6129, 6130, 6131, 6132, 6133, 6134, 6135, 6136, 6137, 6138, 6139
5+450 - 5+425	3090101	-1	1.44	green	20240618	1	6140, 6141, 6142, 6143, 6144, 6145, 6146, 6147, 6148, 6149, 6150, 6151
5+425 - 5+400	3090101	-1	2.51	yellow	20240618	1	6152, 6153, 6154, 6155, 6156, 6157, 6158, 6159, 6160, 6161, 6162, 6163, 6164
5+400 - 5+375	3090101	-1	2.62	yellow	20240618	1	6165, 6166, 6167, 6168, 6169, 6170, 6171, 6172, 6173, 6174, 6175, 6176
5+375 - 5+350	3090101	-1	3.98	orange	20240618	1	6177, 6178, 6179, 6180, 6181, 6182, 6183, 6184, 6185, 6186, 6187, 6188, 6189
5+350 - 5+325	3090101	-1	2.22	green	20240618	1	6190, 6191, 6192, 6193, 6194, 6195, 6196, 6197, 6198, 6199, 6200, 6201
5+325 - 5+300	3090101	-1	2.27	green	20240618	1	6202, 6203, 6204, 6205, 6206, 6207, 6208, 6209, 6210, 6211, 6212, 6213, 6214
5+300 - 5+275	3090101	-1	5.11	fail	20240618	1	6215, 6216, 6217, 6218, 6219, 6220, 6221, 6222, 6223, 6224, 6225, 6226
5+275 - 5+250	3090101	-1	2.63	yellow	20240618	1	6227, 6228, 6229, 6230, 6231, 6232, 6233, 6234, 6235, 6236, 6237, 6238, 6239
5+250 - 5+225	3090101	-1	1.49	green	20240618	1	6240, 6241, 6242, 6243, 6244, 6245, 6246, 6247, 6248, 6249, 6250, 6251

รูปที่ 1-86 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย IRI โดยแบ่งเกณฑ์ตามมาตรฐานระบบ

การนำเทคโนโลยีด้าน GIS เข้ามาช่วยเพิ่มความถูกต้องเชิงพื้นที่ในงานประเมินสภาพผิวทาง

- นำมาช่วยในการแสดงภาพรวมของสภาพทางในพื้นที่สำรวจ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และประเมินสภาพความเสียหายบนทางหลวง
- ช่วยเฝ้าระวังจุดที่อาจเกิดความเสียหายได้
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่เกิดความเสียหายและค่า IRI
- ช่วยให้ตัดสินใจเลือกวิธีการซ่อมแซมได้อย่างเหมาะสม

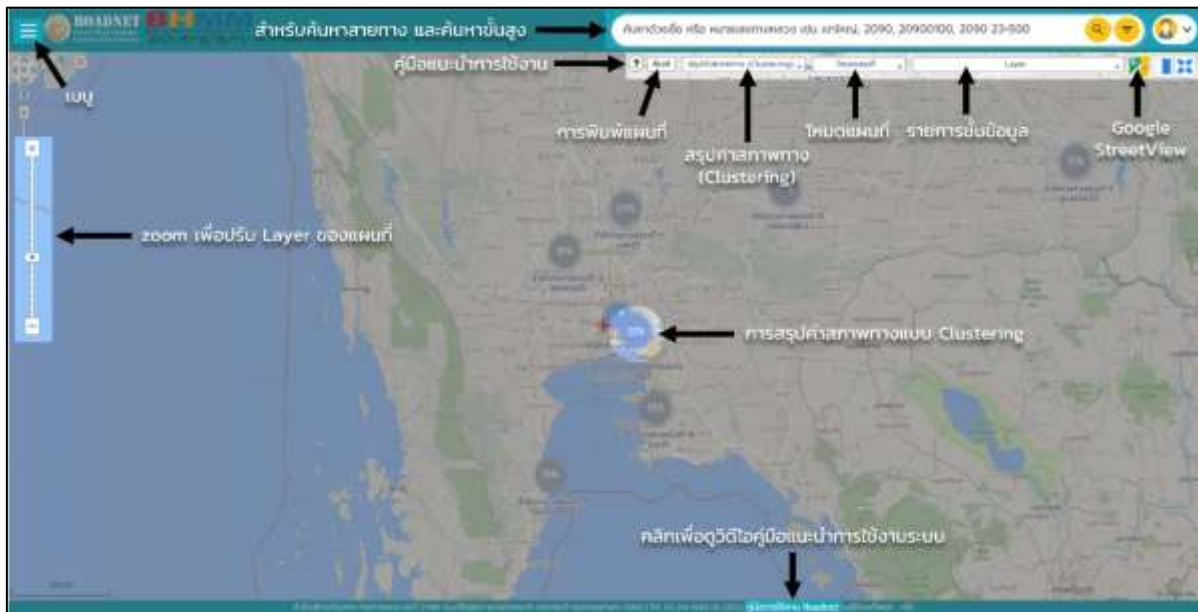
จากแผนที่ GIS เราสามารถวิเคราะห์ได้ว่าถนนสายใดที่มีจุดเกิดปัญหา Raveling มากที่สุด ถนนสายใดที่มีค่า IRI สูง ถนนสายใดที่มีทั้งจุดเกิดปัญหา Raveling และค่า IRI สูง





1.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้รับการบริหารจัดการฐานข้อมูลโดยทีมที่ปรึกษาผ่านระบบหลังบ้านอย่างเป็นระบบ มีการดูแลจัดการข้อมูลให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด รวมถึงการบำรุงรักษาระบบให้มีความเสถียร ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลโครงข่ายทางหลวงได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ พร้อมใช้งานในการวิเคราะห์และการตัดสินใจเชิงนโยบาย



รูปที่ 1-87 แสดงระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง Roadnet

ทั้งนี้ ทีมที่ปรึกษาได้มีการออกแบบเพื่อจัดเก็บข้อมูลสำรวจสภาพทางหลวง โดยมีวัตถุประสงค์ให้สามารถค้นหา วิเคราะห์ และแสดงข้อมูลผ่านแผนที่ในรูปแบบ GIS ข้อมูลที่นำมาใช้ในระบบ Roadnet ต้องเป็นไปตามโครงสร้างมาตรฐานที่กำหนด สำหรับข้อมูลที่ปรึกษาจะนำเข้าประกอบด้วย ข้อมูลสภาพทางหลวงที่สำรวจระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร ซึ่งจะถูกบันทึกในฮาร์ดดิสก์และจัดเก็บในอุปกรณ์ NAS (Network Attached Storage) ซึ่งติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง โดยอธิบายกระบวนการจัดเก็บข้อมูลสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet ได้ดังรูปที่ 1-88 กล่าวคือ

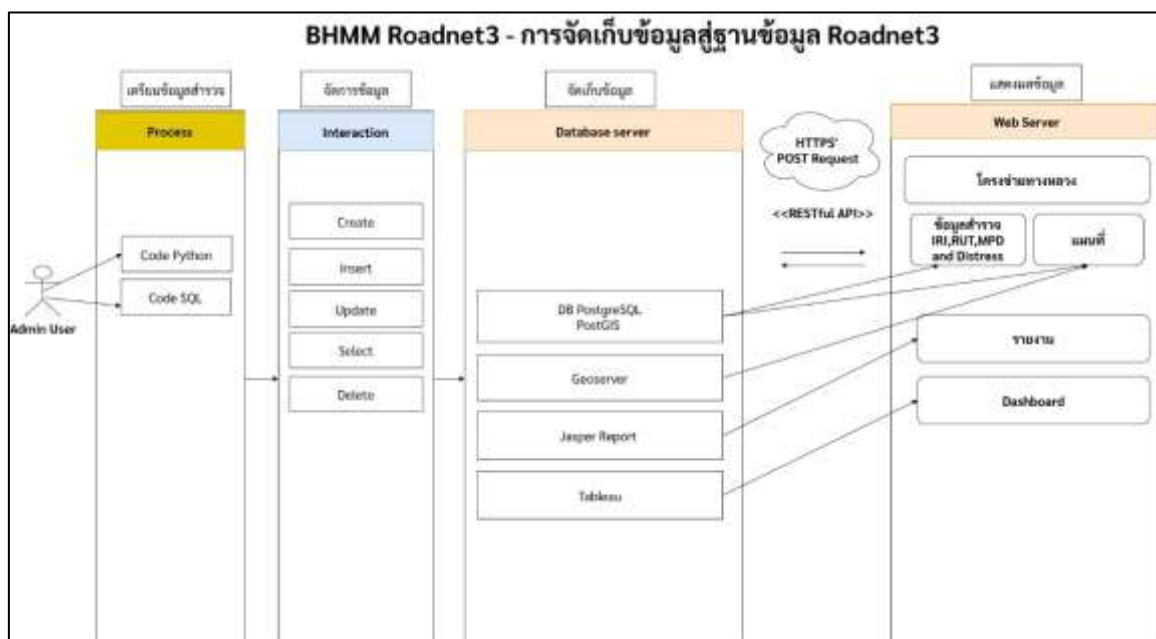
1. Process (การเตรียมข้อมูลสำรวจ) ผู้ใช้งาน Admin User ใช้ Code Python และ Code SQL ในการจัดการข้อมูล โดยการเตรียมข้อมูล Raw Data ที่ได้จากการสำรวจถนน รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจเบื้องต้น
2. Interaction (การจัดการข้อมูล) กระบวนการจัดการข้อมูลบนระบบ Roadnet ที่ครอบคลุมคำสั่งการใช้งานต่าง ๆ ได้แก่ Create: สร้างข้อมูลใหม่ /Insert: เพิ่มข้อมูล/Update: อัปเดตข้อมูล/Select: ดึงข้อมูล และ Delete: ลบข้อมูล



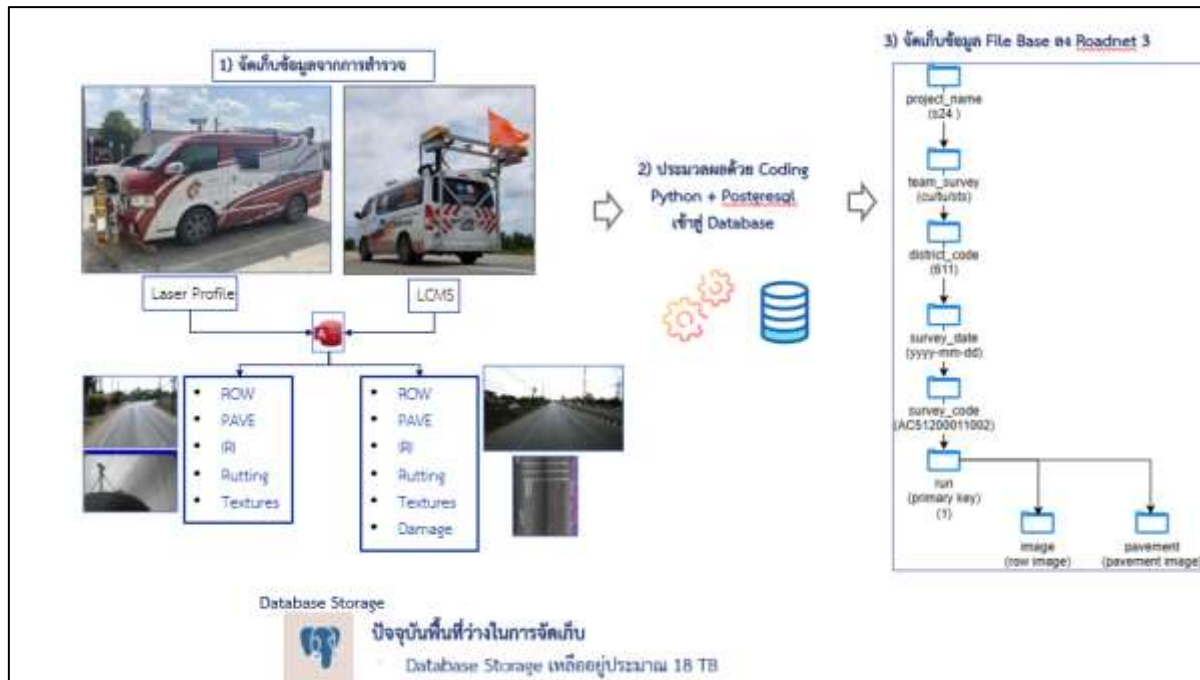
3. Database Server (การจัดเก็บข้อมูล) เป็นโครงสร้างเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในที่นี้คือข้อมูลจากการสำรวจ ประกอบด้วย ข้อมูลภาพถ่ายต่อเนื่องกล้องหน้า - กล้องหลัง ข้อมูล IRI, RUT, MPD และ Distress พร้อมจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น
4. Web Server (แสดงผลข้อมูล) แสดงข้อมูลต่อผู้ใช้งานผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น
 - โครงข่ายทางหลวง: แสดงบัญชีโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ
 - ข้อมูลสำรวจ (IRI, RUT, MPD, Distress) ข้อมูลค่าสภาพทาง
 - แผนที่ แสดงข้อมูลตำแหน่งและเชิงพื้นที่
 - รายงาน แสดงผลข้อมูลในรูปแบบรายงานที่กำหนด
 - Dashboard แสดงภาพรวมข้อมูลในรูปแบบภาพเชิงสถิติ

โดยที่ปรึกษาทำการจัดเก็บข้อมูลบน DataBase PostgreSQL และ PostGIS ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลถนนและข้อมูลเชิงพื้นที่ (GIS) ได้ รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่จัดเก็บบนฐานข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปแสดงผลได้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่

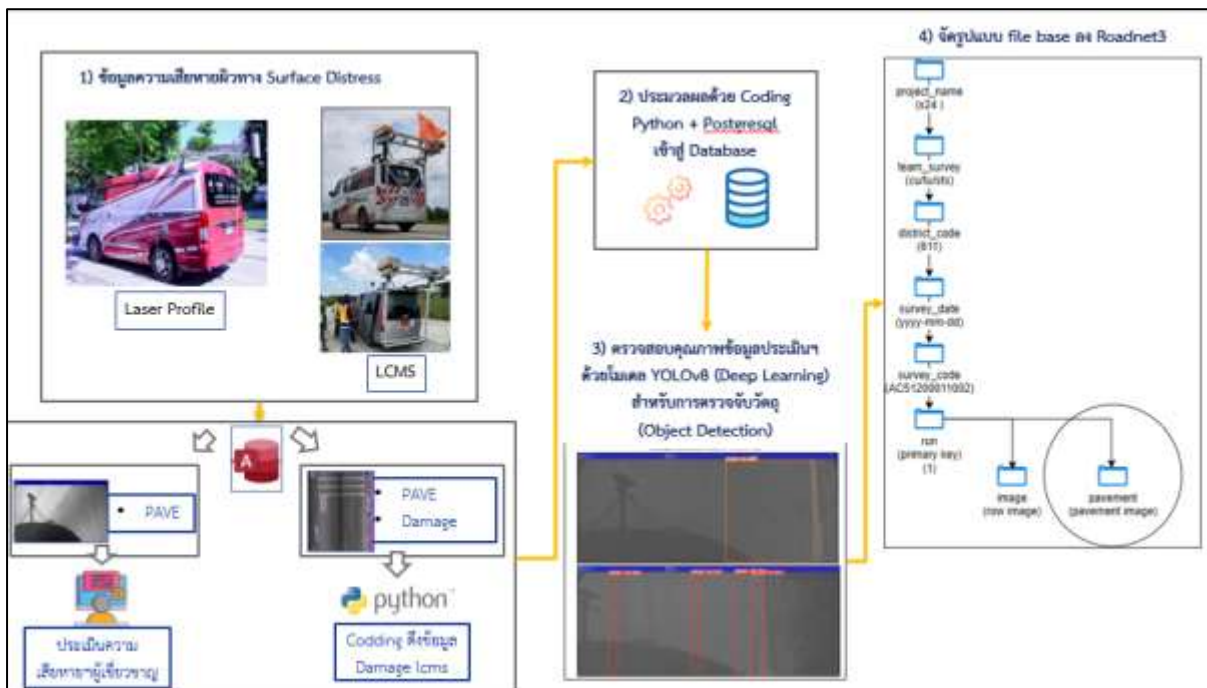
- Geoserver บริการแผนที่สำหรับเผยแพร่ข้อมูล GIS โดยแสดงข้อมูล Layer ต่าง ๆ ที่มีในฐานข้อมูลในรูปแบบ Point, Line and Polygon
- Jasper Report ระบบสร้างรายงาน โดยสามารถออกรายงานได้ในรูปแบบ file csv excel pdf เป็นต้น
- Tableau เครื่องมือสร้าง Dashboard และการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลในรูปแบบกราฟ pie chart ต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ



รูปที่ 1-88 แสดงขั้นตอนกระบวนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3



รูปที่ 1-89 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลจากการสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3



รูปที่ 1-90 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายผิวทาง จากการสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3

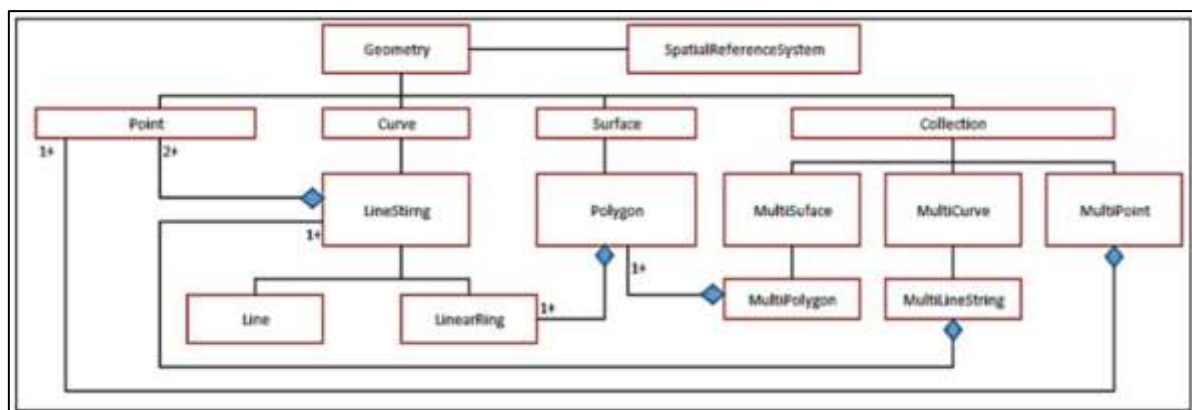


1.5.1 ดำเนินการตรวจสอบ ปรับปรุงและทดสอบเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามข้อ 1.4 ในระบบฐานข้อมูล Roadnet ให้ถูกต้อง และสามารถแสดงผลในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้อย่างถูกต้อง

ระบบฐานข้อมูลสำหรับระบบสำรวจผิวทางมีบทบาทสำคัญในการจัดเก็บ วิเคราะห์ และใช้งานข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ ที่ปรึกษาได้นำเสนอ แนวทางการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับระบบสำรวจผิวทาง โดยมุ่งเน้นไปที่หลักการสำคัญ ดังต่อไปนี้

- ความสัมพันธ์ของข้อมูล: โครงสร้างฐานข้อมูลจะต้องรองรับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจผิวทาง รวมไปถึงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพิ่มเติม
- การแยกข้อมูล: ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผิวทางจะถูกแยกออกจากข้อมูลสายทาง เพื่อป้องกันผลกระทบต่อข้อมูลในอนาคต
- ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่: โครงสร้างฐานข้อมูลจะใช้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการเชื่อมโยง ระหว่างกลุ่มข้อมูล ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การอ้างอิงตำแหน่ง: ข้อมูลเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูลจะมีการอ้างอิงตำแหน่งแบบพิกัดสมบูรณ และรองรับการแปลงค่าพิกัดเพื่อรองรับเทคนิค linear referencing

ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลสภาพผิวทางของแต่ละพื้นที่ทั่วประเทศเข้าไว้ด้วยกันภายใต้ มาตรฐานโครงสร้างฐานข้อมูลเดียวกันโดยการจัดทำรูปแบบโครงสร้างข้อมูลลักษณะสภาพผิวทาง ข้อมูลสายทางในแบบจำลองของโครงข่ายสายทาง (Road Network Model) ให้เป็นไปตาม Open Geospatial Consortium (OGC) ซึ่งมาตรฐาน OGC เป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้าง ข้อมูลปริภูมิช่วยให้ระบบต่าง ๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ และมาตรฐานนานาชาติ International Standard Organization (ISO) ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลปริภูมิ เพื่อให้ข้อมูลในแต่ละ พื้นที่มีความพร้อมต่อการนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลกลาง



รูปที่ 1-91 แสดงแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC

- 1) การกำหนดโครงสร้างตารางโดยวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจสภาพผิวทางเพื่อระบุประเภทของข้อมูล กำหนดชื่อตารางและชื่อคอลัมน์ให้สอดคล้องกับความหมายของข้อมูล กำหนดชนิดข้อมูลของคอลัมน์ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร วันที่ เวลา กำหนดคีย์หลัก (Primary Key) สำหรับระบุข้อมูลแต่ละ Record ขึ้น และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Foreign Key)
- 2) การแปลงรูปแบบข้อมูลสำรวจ โดยแปลงรูปแบบข้อมูลให้สอดคล้องกับโครงสร้างตารางที่กำหนด ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เช่น รูปแบบ ช่วงค่า ความสมเหตุสมผล และแปลงค่าพิกัดให้เป็นรูปแบบที่ระบบฐานข้อมูลรองรับ ซึ่งที่ปรึกษามีการพัฒนาระบบการในการจัดทำข้อมูล ให้สอดคล้องกับปัจจุบันมากขึ้น ด้วยกระบวนการพัฒนา Data Pipeline คือกระบวนการอัตโนมัติในการเคลื่อนย้ายและประมวลผลข้อมูลจากแหล่งต้นทางไปยังปลายทางอย่างมีขั้นตอนและโครงสร้าง โดยใน Data Pipeline ข้อมูลจะถูกนำเข้า ประมวลผล และจัดเก็บในขั้นตอนต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอทำให้ข้อมูลถูกส่งไปยังปลายทางได้อย่างแม่นยำและตรงตามเวลาที่ต้องการ
- 3) ใช้วิธีการแก้ไขข้อมูลตารางโดยคัดลอก *.csv file ทั้งหมดจากการประมวลผลด้วย Data Pipeline โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ IRI, Rutting และ MPD
 - IRI (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด โดยการ transform จาก point to line และ ทำการลบ (Delete) ข้อมูลที่ผิดปกติ เช่น LEADIN, LEADOUT, ค่าพิกัด Latitude, Longitude ที่มีค่าเป็น 0 และข้อมูล EVENT บริเวณสะพาน เป็นต้น
 - Rutting (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด โดยการ Edit field name ตามโครงสร้างที่กำหนด

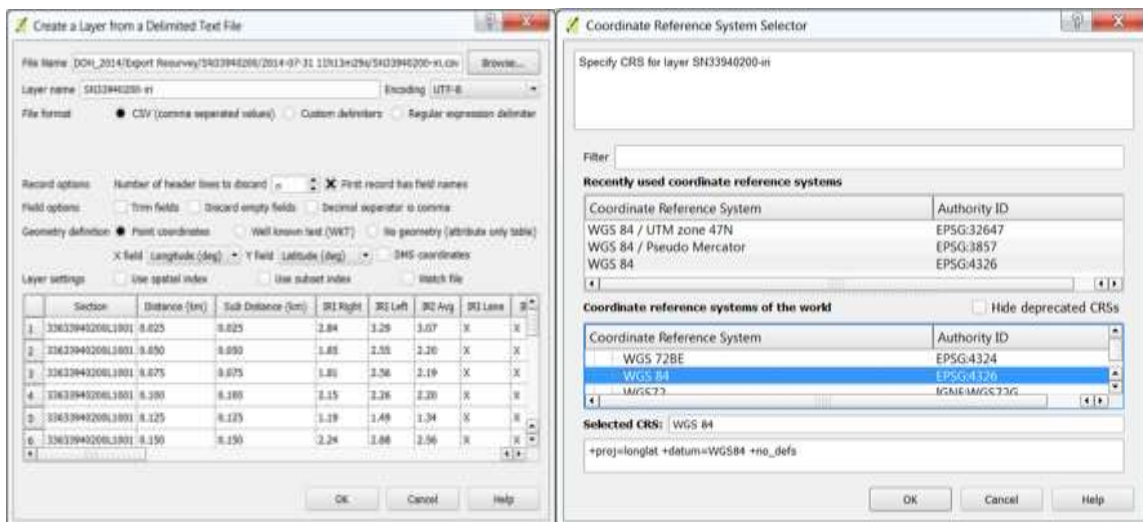


- Texture-MPD (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดโดยการ Edit field name ตามโครงสร้างที่กำหนด

survey_data_20240711 > Output	event_type	event_narlink_id	section_id	km_start	km_end	length	lane_no	survey_data_str	lat_end
	ave type cc	44100330100R2CC02	2024	0+485	0+000	485	FR2	20240711 14.46429	14.46441
	ave type cc	44100330100L2CC01	2024	0+000	0+485	485	FL2	20240711 14.46588	14.46449
	ave type cc	44103570102L1CC10	10044	11+966	18+856	6890	L2	20240711 14.49924	14.5486
	ave type cc	44103570101L1CC03	6343	0+000	2+450	2450	L3	20240711 14.44755	14.45237
	ave type ac	44103570102L1AC11	10044	18+856	19+051	195	L2	20240711 14.5486	14.54953
	ave type cc	44103570102L1CC12	10044	19+051	22+241	3190	L2	20240711 14.54953	14.56449
	ave type ac	44103570102L1AC13	10044	22+241	22+361	120	L2	20240711 14.56449	14.56491
	ave type cc	44103570102L1CC14	10044	22+361	25+000	2660	L2	20240711 14.56491	14.56276
	ave type cc	44103570103L1CC15	6344	25+000	25+120	120	L2	20240711 14.56276	14.56217
	ave type ac	44103570103L1AC16	6344	25+120	25+980	860	L2	20240711 14.56217	14.55786
	ave type cc	44103570103L1CC17	6344	25+980	26+340	360	L2	20240711 14.55786	14.55603
	ave type ac	44103570103L1AC18	6344	26+340	26+690	350	L2	20240711 14.55603	14.55408
	ave type cc	44103570103L1CC19	6344	26+690	35+000	8310	L2	20240711 14.55408	14.48791
	ave type cc	44103570104L1CC20	316	35+000	41+895	6895	L2	20240711 14.48791	14.44817
	ave type ac	44103570101L1AC04	6343	2+450	2+790	340	L2	20240711 14.45237	14.45314

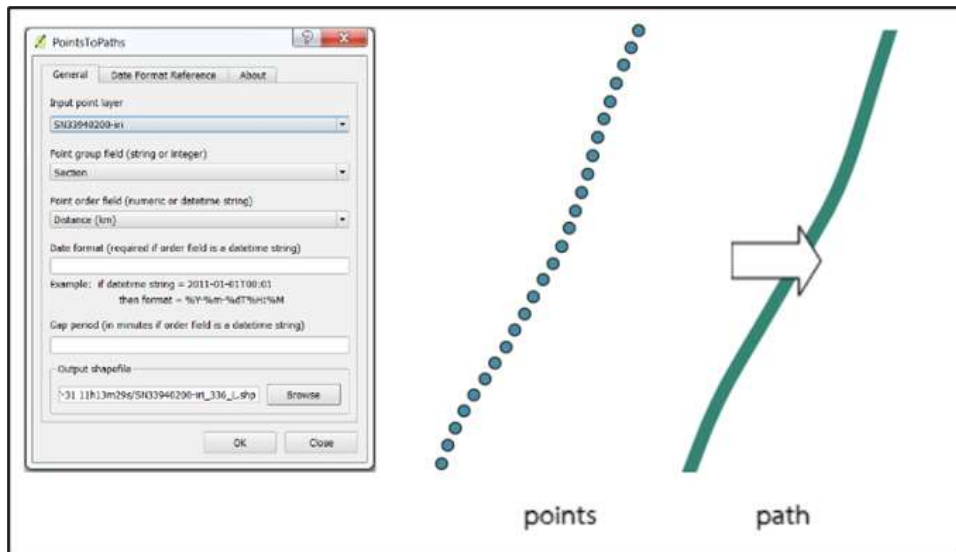
รูปที่ 1-92 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ

- ทำการ convert (*.csv file) to Shape file (point) ในข้อมูล IRI, Rutting และ MPD โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop และกำหนด Map project file



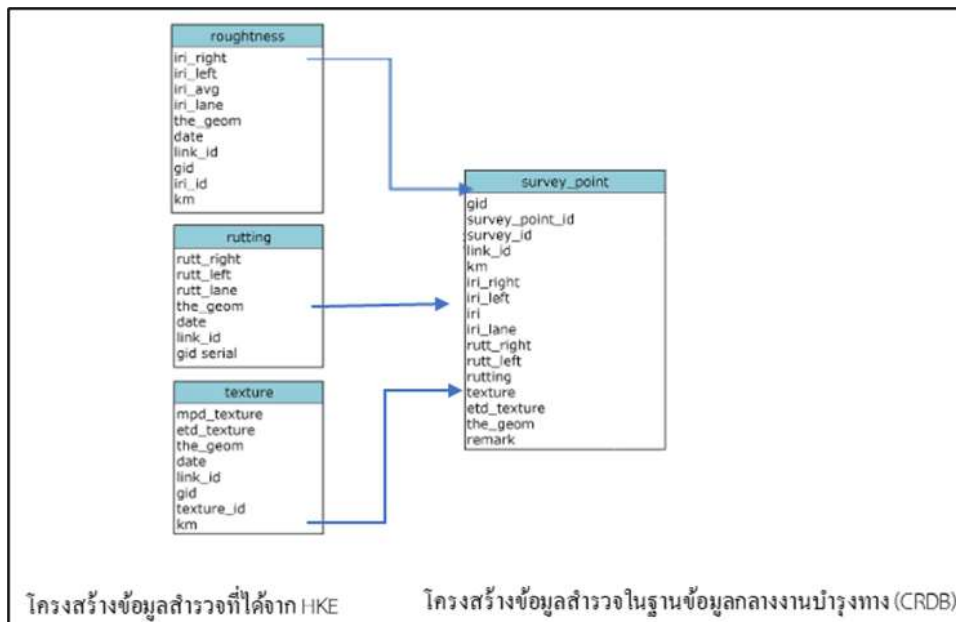
รูปที่ 1-93 การ convert (*.csv file) to shapefile (point)

- ตรวจสอบจำนวน record ของข้อมูล IRI Rutting Texture-MPD หลังจากการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้วทำการ convert Points to Paths เฉพาะข้อมูล IRI โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop ที่ได้จะเป็น feature ของบัญชีสายทาง หรือแนวสายทางที่สำรวจ

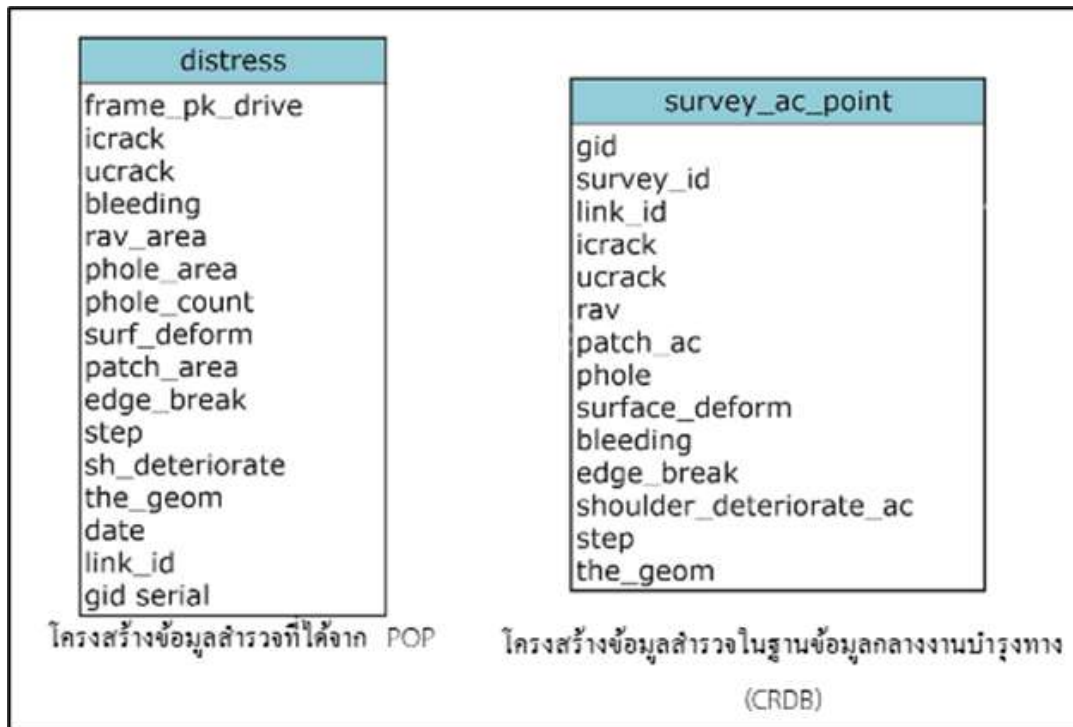


รูปที่ 1-94 การ convert points to Paths

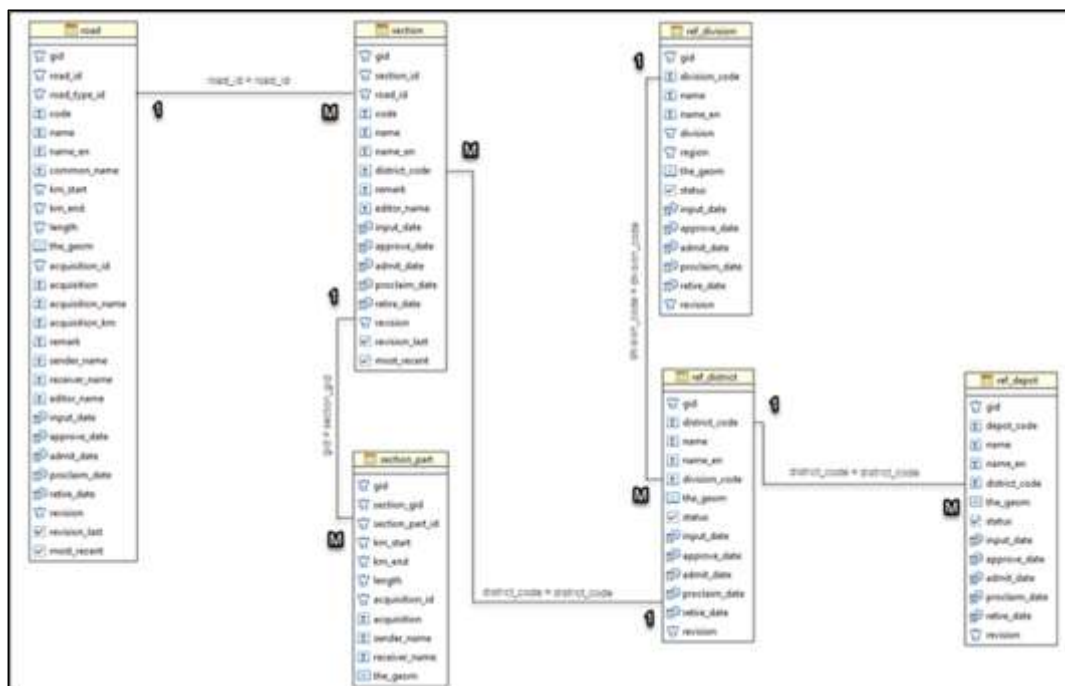
- 5) การนำเข้าข้อมูล โดยนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลโดยใช้ PostgreSQL หรือเครื่องมือจัดการฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่เหมาะสม โดยที่ปรึกษาใช้วิธีการนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางที่ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (Accuracy data) และความถูกต้องของข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute Data) เรียบร้อยแล้ว ทำการปรับโครงสร้างข้อมูลให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจสภาพทางในฐานข้อมูล Roadnet เพื่อให้สามารถสืบค้นและแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรมสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้



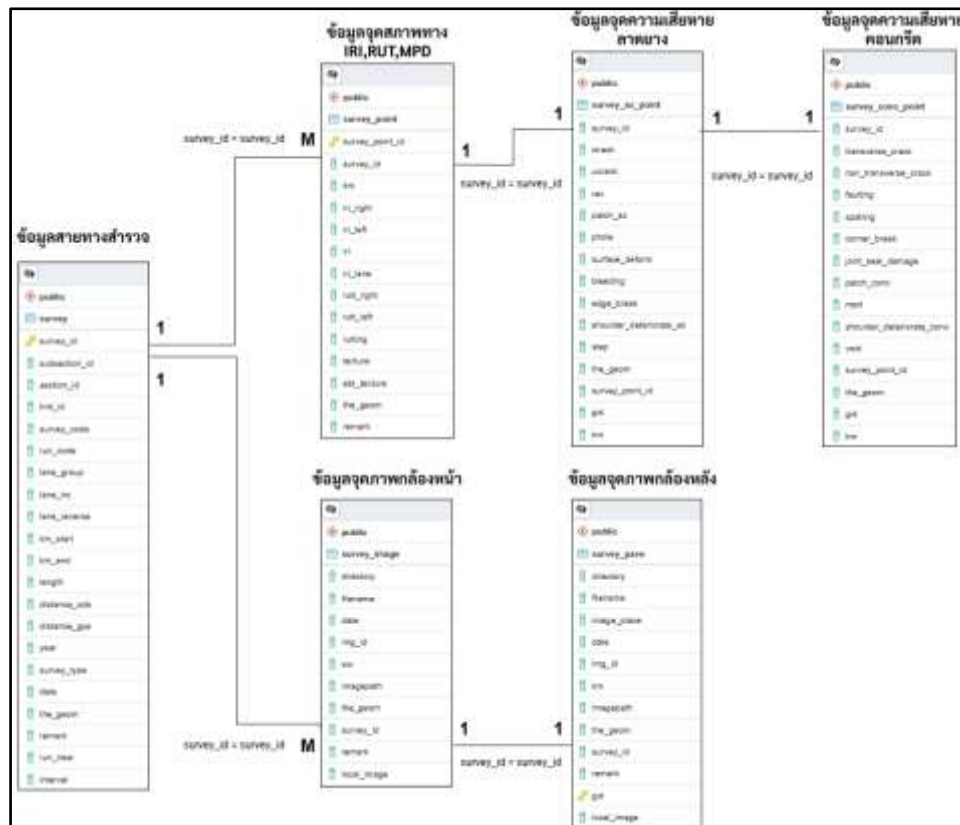
รูปที่ 1-95 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)



รูปที่ 1-96 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานะข้อมูล



รูปที่ 1-97 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง



รูปที่ 1-98 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง

6) การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากนำเข้า การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล ตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาด เช่น ข้อมูลที่ไม่มีค่าพิกัด ข้อมูลซ้ำซ้อน แก้ไขหรือลบข้อมูลที่ผิดพลาดออกจากตาราง

1.5.2 การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลตำแหน่งเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ที่ปรึกษาต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ปริมาณข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผ่านโปรแกรม Roadnet โดยมีการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งอย่างมีระบบเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความน่าเชื่อถือในระดับสากล เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (รายละเอียดจุดภาพ 2 เมตร) โดยทำการสุ่มตรวจข้อมูลจากแขวงทางหลวง อย่างละ 2 พื้นที่ตัวอย่าง

เมื่อทำการสำรวจข้อมูลแล้วเสร็จ มีการตรวจสอบคุณภาพเชิงตำแหน่งของข้อมูล โดยใช้การเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (รายละเอียดจุดภาพ 2 เมตร) รวมไปถึงการตรวจสอบค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting) ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) และค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง ก่อนการนำเข้าระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงและระบบบริหารงานบำรุงทาง (TPMS) การทำเช่นนี้จะทำให้ระบบการบริหารข้อมูลมีความเป็นเอกภาพ



และเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างข้อมูลให้อยู่ในสภาพพร้อม ที่จะป้อนเข้า (Input) สู่ระบบประเมินความเสียหาย โดยรายงานความถูกต้องของข้อมูลตำแหน่งเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

ที่ปรึกษาจะดำเนินการจัดทำรายงานผลการประเมินพร้อมตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่งเทียบกับตำแหน่งบนแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมโทโซด (THEOS) มาตราส่วน 1:25000 ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) โดยจัดกลุ่มของการตรวจสอบออกเป็นกลุ่ม (Grouping Data for Validation) จุดตรวจสอบ (GCP) มีการกระจายตัว และระยะห่างที่เหมาะสม และครอบคลุมทั่วถึงทั้งพื้นที่ตามมาตรฐาน และยอมให้มีความคลาดเคลื่อนจากจุดตรวจสอบอิสระบนแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมโทโซด (THEOS) ได้ไม่เกิน 2 เมตร เมื่อคิดจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) โดยแบ่งผลการตรวจสอบข้อมูลมีรายละเอียดของการตรวจสอบแบ่งเป็นกลุ่ม

โดยทำการสุ่มตรวจสอบข้อมูลดังกล่าว จะพิจารณาจากระยะทางสำรวจ และจำนวนวันทำงานที่สำรวจในพื้นที่แขวงทางหลวง อย่างน้อยแขวงละ 2 จุด (กรณีสำรวจข้อมูลสายทางในแขวงทางหลวง 2 วัน) กล่าวคือ การรายงานคุณภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ จะทำการสุ่มตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์สำรวจที่ใช้งานในวันนั้น ๆ มีสภาพการทำงานปกติ สามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัด อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม GPS ระบบส่งค่าพิกัดเข้าสู่อุปกรณ์จัดเก็บและบันทึกข้อมูลโดยสามารถตรวจสอบได้ก่อนเริ่มงานสำรวจ 1 ครั้งต่อวัน ดังนั้นหากทำการสำรวจแขวงทางหลวง 3 วัน จะต้องใช้จุดตรวจสอบ 3 จุด เป็นต้น ในพื้นที่แขวงทางหลวงนั้น ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความถูกต้อง และน่าเชื่อถือ

จากการดำเนินงานมาถึงรายงานชั้นกลาง ที่ปรึกษาได้คัดเลือกแขวงทางหลวงที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ QC5 นำมาดำเนินการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE) โดยมีแขวงที่ผ่านการตรวจสอบดังตารางที่ 1-33 และรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมโทโซด ดังรูปที่ 1-99 ถึง รูปที่ 1-101



ตารางที่ 1-33 แสดงชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE)

ลำดับ ที่	ทีม รับผิดชอบ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง ทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	จำนวน จุด
1	CU	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	1
2			623	ขท.อุดรธานีที่ 1	2
3			624	ขท.อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	4
4			626	ขท.ชัยภูมิ	2
5			627	ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	1
6			628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	2
7		สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	622	ขท.มหาสารคาม	2
8			633	ขท.ยโสธร	2
9			635	ขท.ร้อยเอ็ด	2
10			647	ขท.กาฬสินธุ์	3
11	CU	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	615	ขท.สุรินทร์	2
12			631	ขท.อุบลราชธานีที่ 1	2
13			632	ขท.อุบลราชธานีที่ 2	2
14			634	ขท.อำนาจเจริญ	2
15			636	ขท.ศรีสะเกษที่ 2	2
16			638	ขท.ศรีสะเกษที่ 1	2
17		สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	611	ขท.นครราชสีมาที่ 1	2
18			612	ขท.นครราชสีมาที่ 2	2
19			614	ขท.นครราชสีมาที่ 3	2
20			617	ขท.บุรีรัมย์	2
21			618	ขท.ปราจีนบุรี	2
22			619	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	2
23		สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	431	ขท.ลพบุรีที่ 1	2
24			432	ขท.สระบุรี	2
25			433	ขท.สิงห์บุรี	2
26			435	ขท.ลพบุรีที่ 2 (ลำনারายณ์)	2
27			437	ขท.นครสวรรค์ที่ 1	3
28			438	ขท.นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	2



ตารางที่ 1-33 แสดงชื่อเส้นทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE) (ต่อ)

ลำดับ ที่	ทีม รับผิดชอบ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง ทางหลวง	ชื่อเส้นทางหลวง	จำนวน จุด
29	CU	สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	441	ขท.สุพรรณบุรีที่ 1	3
30		สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	444	ขท.กาญจนบุรี	2
31		สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	445	ขท.สุพรรณบุรีที่ 2 (อุทอง)	3
32			446	ขท.ชัยนาท	3
33			447	ขท.อุทัยธานี	3
34			448	ขท.อ่างทอง	3
35		สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	411	ขท.กรุงเทพ	3
36			413	ขท.อยุธยา	4
37			414	ขท.นครนายก	3
38			415	ขท.สมุทรสาคร	2
39			416	ขท.ปทุมธานี	2
40			417	ขท.สมุทรปราการ	2
41			418	ขท.นนทบุรี	3
42			419	ขท.ธนบุรี	2
43		สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	421	ขท.ฉะเชิงเทรา	3
44			422	ขท.ชลบุรีที่ 1	3
45			423	ขท.จันทบุรี	2
46			425	ขท.ตราด	2
47			426	ขท.ระยอง	2
48			428	ขท.ชลบุรีที่ 2	2
49		สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	332	ขท.ชุมพร	2
50			333	ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	1
51			336	ขท.นครปฐม	2
52			335	ขท.ราชบุรี	2
53			337	ขท.สมุทรสงคราม	2
54			338	ขท.เพชรบุรี	2
55		สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	314	ขท.พัทลุง	2
56			321	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 1	2



ตารางที่ 1-33 แสดงชื่อแนวทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE) (ต่อ)

ลำดับ ที่	ทีม รับผิดชอบ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง ทางหลวง	ชื่อแนวทางหลวง	จำนวน จุด
57			325	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 1 (พุนพิน)	2
58			326	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	2
59			328	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	2
60			329	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	2
61		สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	322	ขท.ตรัง	2
62		สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	323	ขท.กระบี่	2
63			324	ขท.ภูเก็ต	2
64			327	ขท.พังงา	2
65			331	ขท.ระนอง	2
66		สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	311	ขท.สงขลาที่ 1	2
67			318	ขท.สตูล	2
68			319	ขท.สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	2
69	TU	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	528	ขท.ลำปางที่ 2	1
70			524	ขท.ลำพูน	1
71			523	ขท.ลำปางที่ 1	3
72			522	ขท.เชียงใหม่ ที่ 2	3
73	TU	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	539	ขท.น่านที่ 2	3
74			537	ขท.เชียงรายที่ 2	4
75			536	ขท.น่านที่ 1	1
76			535	ขท.พะเยา	3
77			533	ขท.เชียงรายที่ 1	1
78			531	ขท.แพร่	2
79		สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	2
80			641	ขท.สกลนคร ที่ 1	2
81			642	ขท.สกลนคร ที่ 2 (สว่างแดนดิน)	1
82			644	ขท.นครพนม	1
83			646	ขท.หนองคาย	1
84		สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	512	ขท.ตากที่ 1	2
85			513	ขท.สุโขทัย	1



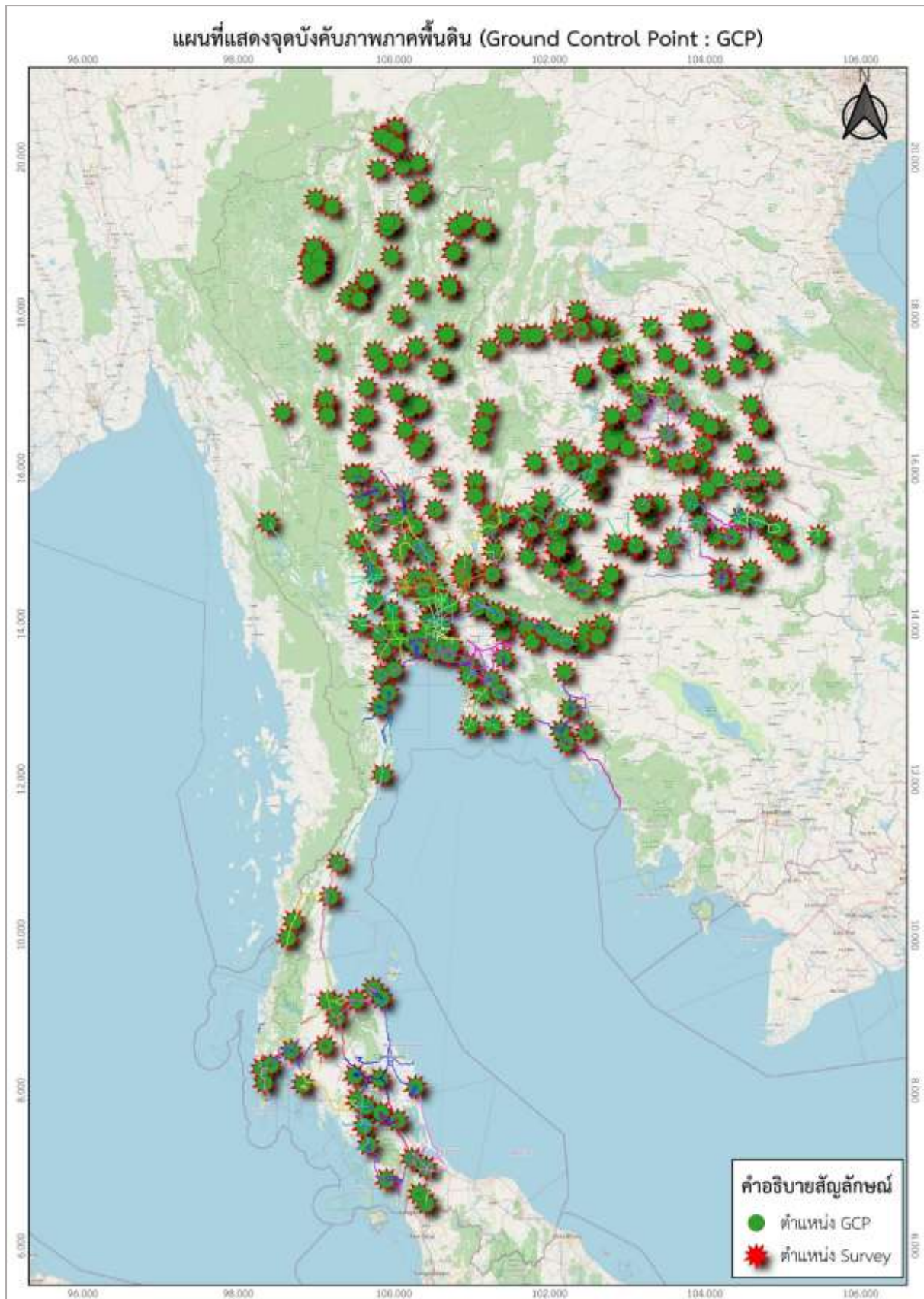
ตารางที่ 1-33 แสดงชื่อแนวทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE) (ต่อ)

ลำดับ ที่	ทีม รับผิดชอบ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง ทางหลวง	ชื่อแนวทางหลวง	จำนวน จุด
86			514	ขท.ตากที่ 2 (แม่สอด)	1
87			517	ขท.กำแพงเพชร	1
88		สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	511	ขท.พิษณุโลกที่ 1	2
89			515	ขท.พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	1
90			519	ขท.พิจิตร	1
91		สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	551	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1	1
92			552	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	1
93		สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	3
94			623	ขท.อุดรธานีที่ 1	3
95			626	ขท.ชัยภูมิ	2
96			628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	3
97	STS	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	521	ขท.เชียงใหม่ที่ 1	2
98			522	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	2
99			523	ขท.ลำปางที่ 1	2
100			524	ขท.ลำพูน	2
101			527	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	2
102			528	ขท.ลำปางที่ 2	2
103		สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	533	ขท.เชียงรายที่ 1	2
104			537	ขท.เชียงรายที่ 2	2
105			536	ขท.น่านที่ 1	2
106	STS	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	535	ขท.พะเยา	2
107			539	ขท.น่านที่ 2	2
108			642	ขท.สกลนครที่ 2	2
109		สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	2
110			641	ขท.สกลนครที่ 1	2
111			643	ขท.บึงกาฬ	2
112			644	ขท.นครพนม	2
113			646	ขท.หนองคาย	2
114		สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	512	ขท.ตากที่ 1	2
115			513	ขท.สุโขทัย	2



ตารางที่ 1-33 แสดงชื่อเส้นทางหลวงที่มีการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนตำแหน่ง (Root Mean Square Error: RMSE) (ต่อ)

ลำดับ ที่	ทีม รับผิดชอบ	สำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง ทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	จำนวน จุด
116		สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	517	ขท.กำแพงเพชร	2
117			511	ขท.พิษณุโลกที่ 1	2
118			515	ขท.พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	2
119			519	ขท.พิจิตร	2
120			557	ขท.อุตรดิตถ์ที่ 1	2
121			558	ขท.อุตรดิตถ์ที่ 2	2
122		สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	551	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1	2
123			552	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	2
124			554	ขท.เลยที่ 1	2
125			555	ขท.เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	2
126			629	ขท.หนองบัวลำภู	
127		สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	2
128			623	ขท.อุดรธานีที่ 1	2
129			626	ขท.ชัยภูมิ	2
130			627	ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	2
131			628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	2
132		สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	634	ขท.อำนาจเจริญ	2
133			631	ขท.อุบลราชธานีที่ 1	2
134			632	ขท.อุบลราชธานีที่ 2	2
135			638	ขท.ศรีสะเกษที่ 1	2
136			615	ขท.สุรินทร์	2
137		สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	617	ขท.บุรีรัมย์	2
138	STS	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	611	ขท.นครราชสีมาที่ 1	2
139			612	ขท.นครราชสีมาที่ 2	2
140			614	ขท.นครราชสีมาที่ 3	2
141			619	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	2
142			618	ขท.ปราจีนบุรี	2



รูปที่ 1-99 จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน GCP รายงานขั้นสุดท้าย



จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบ
ทั้ง 315 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายดาวเทียมโทโซด (THEOS)
หรือเทียบเท่าได้ชัดเจน แสดงดังรูปที่ 1-100 ถึง รูปที่ 1-101



รูปที่ 1-100 ข้อมูลจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 1 (ขท.อยุธยา)



รูปที่ 1-101 ข้อมูลจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 2 (ขท.อยุธยา)



ในการตรวจสอบความละเอียดถูกต้องทางตำแหน่งทางราบ (Horizontal positional accuracy) ของแผนที่ ทางที่ปรึกษาได้เลือกใช้มาตรฐานของ Federal Geographic Data Committee (FGDC) สหรัฐอเมริกา อันเป็นหน่วยงานมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในวงการภูมิสารสนเทศสากล และมาตรฐานดังกล่าวปรากฏใน Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3 : National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) โดยมีสาระสำคัญคือ ในการประเมินความละเอียดถูกต้องของแผนที่ใด ๆ ให้ทำการเลือกจุดตรวจสอบ (GCP) ไปเปรียบเทียบกับจุด ๆ เดียวกันที่ปรากฏบนแผนที่ทำขึ้นอิสระ (Independent) ข้อมูลแผนที่อิสระที่จะนำมาเปรียบเทียบกับควรอยู่ในเกณฑ์ความถูกต้องที่กำหนด เช่น แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมโทโซต (THEOS) มาตรฐาน 1 : 25,000 ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร

นอกจากการตรวจสอบแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมโทโซต (THEOS) ในประเด็นความละเอียดถูกต้องทางตำแหน่งทางราบแล้ว ยังจะมีการตรวจสอบคุณภาพในประเด็นอื่น ๆ ซึ่งที่ปรึกษาจะได้วางแผนดำเนินการ เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอันเป็นสากล เช่น การตรวจสอบอัตราการบีบอัดภาพที่ยังทำให้ภาพดูคล้ายคลึงต้นฉบับ อันเนื่องมาจากกระบวนการ Lossy compression (JPG/PNG) ให้อยู่ในเกณฑ์ความละเอียดจุดภาพ 800x600 พิกเซล กล่าวคือ การบีบอัดข้อมูล (Compression) คือ กระบวนการเข้ารหัสข้อมูลที่เลือกเอาเฉพาะบิตที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ และสามารถรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยกระบวนการ Lossy Compression จะตัดข้อมูลบางส่วนออกไปเพื่อลดขนาดของไฟล์ โดยข้อมูลที่ซ้ำซ้อนจะถูกตัดทิ้งอย่างถาวร ข้อดี คือขนาดข้อมูลจะลดลงมากแต่ข้อเสีย คือ ข้อมูลจะไม่ละเอียดเหมือนต้นฉบับ แต่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์งานทาง และแสดงผลในระบบสารสนเทศ Roadnet รวมไปถึงการคัดกรองข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดต่าง ๆ IRI Rutting หรือ MPD ที่ข้อมูลมีความผิดปกติจากการรับสัญญาณ เช่น ค่า IRI มากกว่า 10 เป็นต้น



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_01	1651518.768	19693111.123	1651518.768	19693111.123	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_02	1370549.302	707003.431	1370545.021	706999.412	4.281	4.019	18.329	16.154
Point_03	296569.101	1082525.903	296569.101	1082525.903	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_04	-570718.962	357099.895	-570717.766	357099.378	-1.196	0.517	1.431	0.268
Point_05	-521786.536	19292955.126	-521786.536	19292955.126	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_06	537127.319	18762806.150	537127.319	18762806.150	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_07	1582826.009	19343808.278	1582825.623	19343808.514	0.386	-0.236	0.149	0.056
Point_08	1646558.020	474715.890	1646554.740	474714.221	3.280	1.669	10.759	2.787
Point_09	634977.190	1118020.154	634977.190	1118020.154	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_10	-449593.185	679498.363	-449595.063	679499.925	1.878	-1.563	3.527	2.442
Point_11	-699806.538	19600642.607	-699806.538	19600642.607	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_12	184665.402	18770003.448	184665.402	18770003.448	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_13	1331680.721	19094384.065	1331680.721	19094384.065	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_14	1857637.377	147677.658	1857637.377	147677.658	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_15	1018668.168	1159156.507	1018668.168	1159156.507	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_16	-290431.690	1055254.218	-290431.406	1055253.796	-0.283	0.421	0.080	0.178
Point_17	-873874.311	19949944.526	-873874.311	19949944.526	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_18	-140924.828	18912288.966	-140924.828	18912288.966	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_19	549969.512	1203505.310	549969.512	1203505.310	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_20	541091.601	1145418.106	541091.601	1145418.106	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_21	549103.472	1128113.834	549103.472	1128113.834	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_22	504794.286	1121812.124	504794.286	1121812.124	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_23	506237.534	1120071.054	506237.534	1120071.054	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_24	506568.675	1117049.816	506568.675	1117049.816	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_25	508740.957	1120224.821	508740.957	1120224.821	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_26	1719449.919	19674898.929	1719448.207	19674899.388	1.712	-0.460	2.932	0.211
Point_27	1439819.327	772135.117	1439824.893	772140.359	-5.566	-5.242	30.985	27.482
Point_28	269268.672	1243703.970	269268.672	1243703.970	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_29	-756988.218	437922.525	-756988.218	437922.525	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_30	-578422.147	19253341.820	-578411.428	19253349.325	-10.719	-7.506	114.898	56.333
Point_31	539438.093	18684864.553	539438.093	18684864.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_32	1696109.672	19274326.168	1696109.672	19274326.168	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_33	1734929.708	519773.563	1734929.708	519773.563	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_34	667134.921	1413660.987	667134.921	1413660.987	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_35	-709978.806	897498.355	-709981.524	897500.645	2.718	-2.290	7.387	5.246
Point_36	-870842.321	19543094.322	-870842.321	19543094.322	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_37	136473.275	18579220.998	136473.275	18579220.998	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_38	1403751.426	19014980.167	1403751.426	19014980.167	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_39	1753434.237	128318.401	1753434.237	128318.401	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_40	1021029.430	1164985.016	1021028.746	1164983.329	0.684	1.688	0.467	2.849
Point_41	-264148.325	1016196.636	-264148.325	1016196.636	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_42	-984168.438	19946018.742	-984168.438	19946018.742	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_43	-249499.928	18725296.911	-249499.928	18725296.911	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_44	490810.994	1543978.389	490810.994	1543978.389	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_45	490043.423	1519703.022	490043.423	1519703.022	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_46	496020.254	1631096.786	496020.254	1631096.786	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_47	493541.065	1575765.360	493541.065	1575765.360	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_48	485175.718	1447218.482	485175.718	1447218.482	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_49	483837.295	1446038.656	483837.295	1446038.656	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_50	476696.600	1519377.034	476696.600	1519377.034	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_51	2093850.073	19573750.191	2093850.073	19573750.191	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_52	1650532.209	971643.233	1650532.209	971643.233	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_53	239407.720	1421113.478	239407.720	1421113.478	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_54	-1001542.644	544989.899	-1001542.644	544989.899	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_55	-847456.142	19063883.201	-847456.142	19063883.201	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_56	547456.929	18412765.304	547456.929	18412765.304	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_57	1879587.762	19161105.282	1879588.364	19161104.909	-0.602	0.373	0.362	0.139
Point_58	524070.229	-8923097.347	524070.229	-8923097.347	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_59	490075.025	-8791170.487	490075.025	-8791170.487	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_60	522714.036	-8934743.320	522714.036	-8934743.320	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_61	520891.905	-8911555.656	520891.905	-8911555.656	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_62	502490.460	-8932294.876	502490.460	-8932294.876	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_63	519216.861	-8929551.147	519216.861	-8929551.147	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_64	492148.876	-8825239.801	492148.876	-8825239.801	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_65	519373.724	-8929446.651	519373.724	-8929446.651	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_66	527828.534	-8921661.712	527828.534	-8921661.712	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_67	462377.656	-8586964.813	462377.656	-8586964.813	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_68	434938.663	-8742053.931	434938.663	-8742053.931	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_69	433205.557	-8712875.517	433205.557	-8712875.517	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_70	524271.528	-8943470.787	524271.528	-8943470.787	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_71	427863.342	-8611956.396	427863.342	-8611956.396	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_72	437965.670	-8643749.932	437965.670	-8643749.932	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_73	521449.766	-8911104.810	521449.766	-8911104.810	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_74	525252.258	-8919409.468	525252.258	-8919409.468	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_75	524199.411	-8954634.757	524199.411	-8954634.757	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_76	447070.982	-8595607.147	447070.982	-8595607.147	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_77	451134.678	-8576230.480	451134.678	-8576230.480	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_78	451503.896	-8626528.517	451503.896	-8626528.517	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_79	449512.120	-8627742.978	449512.120	-8627742.978	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_80	456969.562	-8635602.660	456969.562	-8635602.660	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_81	478110.275	-8698504.556	478110.275	-8698504.556	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_82	473417.867	-8686959.868	473417.867	-8686959.868	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_83	474590.726	-8725174.535	474590.726	-8725174.535	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_84	498951.646	-8963462.703	498951.646	-8963462.703	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_85	490372.448	-8920850.569	490372.448	-8920850.569	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_86	499923.172	-8943944.860	499923.172	-8943944.860	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_87	482233.001	-8913794.897	482233.001	-8913794.897	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_88	486233.463	-9004204.274	486233.463	-9004204.274	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_89	488857.233	-9027140.349	488857.233	-9027140.349	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_90	498419.785	-9033905.063	498419.785	-9033905.063	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_91	492839.036	-8978772.214	492839.036	-8978772.214	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_92	501707.736	-8972373.402	501707.736	-8972373.402	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_93	503024.762	-9015200.069	503024.762	-9015200.069	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_94	549701.599	-8934883.421	549701.599	-8934883.421	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_95	540265.738	-8934659.767	540265.738	-8934659.767	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_96	494429.867	-9008115.076	494429.867	-9008115.076	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_97	492251.568	-8964081.781	492251.568	-8964081.781	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_98	516094.847	-8984261.632	516094.847	-8984261.632	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_99	510944.218	-8918737.384	510944.218	-8918737.384	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_100	508133.826	-8950018.711	508133.826	-8950018.711	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_101	513321.346	-9008901.912	513321.346	-9008901.912	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_102	486644.251	-8966544.822	486644.251	-8966544.822	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_103	527270.016	-8908411.099	527270.016	-8908411.099	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_104	508402.671	-8929480.909	508402.671	-8929480.909	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_105	528929.189	-8902388.378	528929.189	-8902388.378	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_106	506870.335	-9007318.003	506870.335	-9007318.003	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_107	526586.810	-8897133.871	526586.810	-8897133.871	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_108	495027.873	-8949035.833	495027.873	-8949035.833	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_109	525821.295	-8947296.144	525821.295	-8947296.144	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_110	510214.554	-8965847.864	510214.554	-8965847.864	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_111	530829.440	-8980643.909	530829.440	-8980643.909	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_112	523248.488	-8976914.205	523248.488	-8976914.205	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_113	519237.629	-8981909.448	519237.629	-8981909.448	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_114	497344.856	-9075453.426	497344.856	-9075453.426	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_115	525598.174	-8995373.576	525598.174	-8995373.576	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_116	473432.279	-9072306.268	473432.279	-9072306.268	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_117	496541.070	-8998295.065	496541.070	-8998295.065	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_118	516233.806	-9000375.573	516233.806	-9000375.573	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_119	514954.940	-9036949.202	514954.940	-9036949.202	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_120	518722.065	-9029195.751	518722.065	-9029195.751	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_121	495084.639	-9161139.630	495084.639	-9161139.630	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_122	518999.311	-8949238.845	518999.311	-8949238.845	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_123	521552.912	-9000628.757	521552.912	-9000628.757	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_124	531594.917	-8999899.470	531594.917	-8999899.470	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_125	536314.226	-8988840.198	536314.226	-8988840.198	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_126	537248.907	-8954960.210	537248.907	-8954960.210	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_127	541317.147	-8991593.732	541317.147	-8991593.732	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_128	546684.479	-8944899.153	546684.479	-8944899.153	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_129	527120.507	-8975039.209	527120.507	-8975039.209	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_130	524593.758	-8999387.832	524593.758	-8999387.832	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_131	556198.346	-8997903.798	556198.346	-8997903.798	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_132	531988.926	-9017451.487	531988.926	-9017451.487	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_133	527181.353	-9023828.925	527181.353	-9023828.925	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_134	498017.242	-9064778.300	498017.242	-9064778.300	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_135	522630.509	-9021223.122	522630.509	-9021223.122	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_136	520784.605	-9033931.656	520784.605	-9033931.656	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_137	515838.246	-9111536.639	515838.246	-9111536.639	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_138	507641.793	-9079474.834	507641.793	-9079474.834	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_139	514643.228	-9166776.618	514643.228	-9166776.618	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_140	508307.712	-9128162.944	508307.712	-9128162.944	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_141	539373.753	-9001087.678	539373.753	-9001087.678	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_142	483926.829	-9133200.608	483926.829	-9133200.608	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_143	511646.372	-9170330.831	511646.372	-9170330.831	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_144	480102.405	-9124710.960	480102.405	-9124710.960	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_145	465411.534	-9061135.075	465411.534	-9061135.075	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_146	497092.794	-9034264.407	497092.794	-9034264.407	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_147	511067.432	-9157883.261	511067.432	-9157883.261	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_148	501264.381	-9063205.550	501264.381	-9063205.550	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_149	494129.830	-9010284.837	494129.830	-9010284.837	0.000	0.000	0.000	0.000



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_150	11510005.550	1751189.200	11510006.590	1751188.730	-1.040	0.470	1.082	0.221
Point_151	11467017.200	1835384.800	11467016.700	1835382.800	0.500	2.000	0.250	4.000
Point_152	11503101.500	1823872.700	11503101.300	1823869.700	0.200	3.000	0.040	9.000
Point_153	11595962.510	1788724.850	11595963.740	1788724.370	-1.230	0.480	1.513	0.230
Point_154	11570414.730	1808236.810	11570413.730	1808237.850	1.000	-1.040	1.000	1.082
Point_155	11580759.190	1773538.280	11580760.910	1773536.650	-1.720	1.630	2.958	2.657
Point_156	11534786.560	1812109.670	11534786.690	1812108.520	-0.130	1.150	0.017	1.322
Point_157	11597644.710	1862897.440	11597645.500	1862889.700	-0.790	7.740	0.624	59.908
Point_158	11404223.000	1729374.700	11404222.790	1729373.360	0.210	1.340	0.044	1.796
Point_159	11364938.730	1687423.690	11364938.140	1687424.650	0.590	-0.960	0.348	0.922
Point_160	11419946.810	1771004.410	11419944.470	1771004.210	2.340	0.200	5.476	0.040
Point_161	11323256.190	1673965.960	11323256.800	1673963.970	-0.610	1.990	0.372	3.960
Point_162	11270164.150	1647017.620	11270164.520	1647014.800	-0.370	2.820	0.137	7.952
Point_163	11442818.460	1646076.760	11442819.460	1646076.150	-1.000	0.610	1.000	0.372
Point_164	11442711.830	1647014.780	11442708.780	1647015.040	3.050	-0.260	9.303	0.068
Point_165	11434649.120	1624544.470	11434648.660	1624545.200	0.460	-0.730	0.212	0.533
Point_166	11299890.600	1583524.500	11299889.400	1583524.700	1.200	-0.200	1.440	0.040
Point_167	11322008.970	1567742.340	11322008.100	1567741.250	0.870	1.090	0.757	1.188
Point_168	11407393.870	1563842.670	11407394.020	1563841.090	-0.150	1.580	0.023	2.496
Point_169	11430492.240	1573040.420	11430492.920	1573039.210	-0.680	1.210	0.462	1.464
Point_170	11400921.840	1543565.640	11400921.170	1543565.570	0.670	0.070	0.449	0.005
Point_171	11356897.910	1655310.800	11356898.810	1655311.030	-0.900	-0.230	0.810	0.053
Point_172	11390224.220	1661048.400	11390223.640	1661048.570	0.580	-0.170	0.336	0.029
Point_173	11656228.550	1867586.310	11656229.250	1867585.610	-0.700	0.700	0.490	0.490
Point_174	11634031.850	1827500.560	11634030.900	1827500.680	0.950	-0.120	0.902	0.014
Point_175	11587840.000	1943153.250	11587840.500	1943152.900	-0.500	0.350	0.250	0.123
Point_176	11623603.700	1958261.200	11623603.500	1958259.400	0.200	1.800	0.040	3.240
Point_177	11519731.200	1975628.900	11519730.000	1975626.100	1.200	2.800	1.440	7.840
Point_178	11658871.620	1965501.690	11658871.450	1965502.280	0.170	-0.590	0.029	0.348
Point_179	11439401.400	2013971.500	11439403.900	2013971.700	-2.500	-0.200	6.250	0.040
Point_180	11128298.360	2122411.400	11128298.290	2122410.700	0.070	0.700	0.005	0.490
Point_181	11025340.980	2106853.850	11025340.940	2106854.770	0.040	-0.920	0.002	0.846
Point_182	11077737.230	2071009.180	11077736.770	2071008.210	0.460	0.970	0.212	0.941
Point_183	11080832.350	2067705.990	11080832.760	2067706.390	-0.410	-0.400	0.168	0.160
Point_184	11066164.720	2061213.600	11066164.390	2061212.890	0.330	0.710	0.109	0.504
Point_185	11022696.400	2131858.720	11022694.620	2131857.540	1.780	1.180	3.168	1.392
Point_186	11028202.060	2128015.390	11028201.710	2128014.460	0.350	0.930	0.122	0.865



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_187	11014562.850	2122338.400	11014561.760	2122339.190	1.090	-0.790	1.188	0.624
Point_188	11218776.200	2130452.520	11218777.170	2130452.450	-0.970	0.070	0.941	0.005
Point_189	11222089.500	2167412.410	11222088.900	2167412.270	0.600	0.140	0.360	0.020
Point_190	11233972.330	2175669.220	11233973.440	2175667.740	-1.110	1.480	1.232	2.190
Point_191	11131982.440	2316908.000	11131983.100	2316907.970	-0.660	0.030	0.436	0.001
Point_192	11134384.200	2317146.990	11134384.300	2317146.280	-0.100	0.710	0.010	0.504
Point_193	11144092.820	2260066.970	11144092.670	2260068.610	0.150	-1.640	0.023	2.690
Point_194	11166302.490	2264669.020	11166302.700	2264669.340	-0.210	-0.320	0.044	0.102
Point_195	11217111.420	2128001.400	11217111.510	2128002.500	-0.090	-1.100	0.008	1.210
Point_196	11122188.300	2166130.400	11122189.200	2166131.600	-0.900	-1.200	0.810	1.440
Point_197	11131094.900	2174120.280	11131094.490	2174119.930	0.410	0.350	0.168	0.122
Point_198	11121498.400	2175149.190	11121497.820	2175148.220	0.580	0.970	0.336	0.941
Point_199	11109672.910	2254503.740	11109673.770	2254504.430	-0.860	-0.690	0.740	0.476
Point_200	11139262.180	2033933.230	11139260.700	2033932.290	1.480	0.940	2.190	0.884
Point_201	11164515.500	2073496.850	11164516.900	2073498.020	-1.400	-1.170	1.960	1.369
Point_202	11033286.850	1902377.620	11033286.750	1902376.200	0.100	1.420	0.010	2.016
Point_203	11034800.130	1907468.700	11034799.660	1907467.280	0.470	1.420	0.221	2.016
Point_204	11092596.950	1925369.800	11092597.840	1925368.430	-0.890	1.370	0.792	1.877
Point_205	10972434.280	1888441.190	10972435.550	1888441.670	-1.270	-0.480	1.613	0.230
Point_206	11082249.990	1847388.040	11082251.070	1847386.770	-1.080	1.270	1.166	1.613
Point_207	11153984.070	1893696.930	11153982.250	1893697.120	1.820	-0.190	3.312	0.036
Point_208	11159623.450	1901162.510	11159622.010	1901163.700	1.440	-1.190	2.074	1.416
Point_209	11168843.650	1898673.500	11168843.390	1898670.840	0.260	2.660	0.068	7.076
Point_210	11148064.600	1862173.900	11148065.600	1862177.100	-1.000	-3.200	1.000	10.240
Point_211	11441874.980	1851795.720	11441876.240	1851793.790	-1.260	1.930	1.588	3.725
Point_212	11444662.510	1856011.450	11444662.300	1856009.600	0.210	1.850	0.044	3.422
Point_213	11452170.350	1854195.450	11452170.430	1854193.860	-0.080	1.590	0.006	2.528
Point_214	11459847.400	1936071.200	11459849.100	1936074.000	-1.700	-2.800	2.890	7.840
Point_215	11445432.710	1963330.100	11445432.250	1963328.870	0.460	1.230	0.212	1.513
Point_216	11442627.930	1970503.280	11442627.690	1970501.970	0.240	1.310	0.058	1.716
Point_217	11292426.060	1733725.780	11292426.010	1733723.860	0.050	1.920	0.003	3.686
Point_218	11333005.670	1813816.390	11333007.190	1813817.620	-1.520	-1.230	2.310	1.513
Point_219	11434282.130	1811393.440	11434281.590	1811395.150	0.540	-1.710	0.292	2.924
Point_220	11443597.800	1843353.800	11443598.000	1843351.600	-0.200	2.200	0.040	4.840
Point_221	11422183.100	1783046.300	11422184.200	1783042.000	-1.100	4.300	1.210	18.490
Point_222	11265615.040	1892416.140	11265613.980	1892414.550	1.060	1.590	1.124	2.528
Point_223	11248884.200	1785522.870	11248880.710	1785523.270	3.490	-0.400	12.180	0.160



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_224	491865.320	2066653.400	491863.790	2066651.750	1.530	1.650	2.341	2.722
Point_225	491237.000	2065077.000	491234.000	2065078.000	3.000	-1.000	9.000	1.000
Point_226	496923.000	2083905.000	496923.480	2083904.580	-0.480	0.420	0.230	0.176
Point_227	504448.000	2069830.000	504447.000	2069832.000	1.000	-2.000	1.000	4.000
Point_228	512379.000	1932650.000	512380.000	1932651.000	-1.000	-1.000	1.000	1.000
Point_229	558729.000	2009725.000	558730.000	2009723.000	-1.000	2.000	1.000	4.000
Point_230	491596.000	2044297.000	491596.000	2044299.000	0.000	-2.000	0.000	4.000
Point_231	502781.000	2052983.000	502780.000	2052981.000	1.000	2.000	1.000	4.000
Point_232	499456.000	2151728.000	499455.000	2151731.000	1.000	-3.000	1.000	9.000
Point_233	521203.000	2141253.000	521204.000	2141253.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_234	568501.000	2036625.000	568503.000	2036627.000	-2.000	-2.000	4.000	4.000
Point_235	568622.930	2036367.560	568623.000	2036365.000	-0.070	2.560	0.005	6.554
Point_236	589644.000	2241128.000	589645.000	2241128.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_237	587506.000	2241576.000	587506.000	2241574.000	0.000	2.000	0.000	4.000
Point_238	598132.000	2235719.000	598136.000	2235722.000	-4.000	-3.000	16.000	9.000
Point_239	608401.000	2228475.000	608395.000	2228475.000	6.000	0.000	36.000	0.000
Point_240	681185.000	2030592.000	681188.600	2030598.260	-3.600	-6.260	12.960	39.188
Point_241	681310.000	2027228.000	681308.560	2027229.060	1.440	-1.060	2.074	1.124
Point_242	642724.000	2165981.000	642725.000	2165981.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_243	634939.000	2157809.000	634939.000	2157810.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_244	726620.000	2111748.000	726620.000	2111748.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_245	726573.000	2111570.000	726573.000	2111570.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_246	390676.000	1942009.000	390677.000	1942009.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_247	361581.000	1918166.000	361581.000	1918169.000	0.000	-3.000	0.000	9.000
Point_248	456026.000	1858765.000	456026.000	1858763.000	0.000	2.000	0.000	4.000
Point_249	469970.000	1830063.000	469970.000	1830061.000	0.000	2.000	0.000	4.000
Point_250	383377.000	1840249.000	383377.000	1840249.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_251	401464.000	1828071.000	401465.000	1828074.000	-1.000	-3.000	1.000	9.000
Point_252	373117.000	1979136.000	373117.000	1979136.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_253	386572.000	1981496.000	386572.000	1981492.000	0.000	4.000	0.000	16.000
Point_254	447985.000	1948102.000	447984.000	1948099.000	1.000	3.000	1.000	9.000
Point_255	443843.000	1950555.000	443844.000	1950554.000	-1.000	1.000	1.000	1.000
Point_256	221744.000	1994979.000	221744.000	1994977.000	0.000	2.000	0.000	4.000
Point_257	246840.000	1972713.000	246840.000	1972713.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_258	562092.000	1843128.000	562092.000	1843128.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_259	515651.000	1844757.000	515650.000	1844757.000	1.000	0.000	1.000	0.000
Point_260	580527.000	1934824.000	580525.000	1934824.000	2.000	0.000	4.000	0.000



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_261	588411.000	1918736.000	588411.000	1918736.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_262	563034.000	1760830.000	563034.000	1760829.000	0.000	1.000	0.000	1.000
Point_263	549942.000	1760224.000	549940.000	1760224.000	2.000	0.000	4.000	0.000
Point_264	610754.000	1876385.000	610755.000	1876384.000	-1.000	1.000	1.000	1.000
Point_265	569484.000	1845089.000	569485.000	1845089.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_266	670996.000	1910178.000	670996.000	1910178.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_267	668682.000	1910334.000	668682.000	1910335.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_268	646640.000	1807527.000	646639.000	1807526.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Point_269	639298.000	1796264.000	639301.000	1796259.000	-3.000	5.000	9.000	25.000
Point_270	636498.000	1941845.000	636496.000	1941843.000	2.000	2.000	4.000	4.000
Point_271	615137.000	1922087.000	615137.000	1922088.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_272	676066.000	1960099.000	676064.000	1960097.000	2.000	2.000	4.000	4.000
Point_273	678772.000	1960729.000	678771.000	1960731.000	1.000	-2.000	1.000	4.000
Point_274	725161.000	1810619.000	725161.000	1810618.000	0.000	1.000	0.000	1.000
Point_275	729505.000	1833309.000	729504.000	1833308.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Point_276	718885.000	1731075.000	718885.000	1731076.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_277	738412.000	1707251.000	738413.000	1707251.000	-1.000	0.000	1.000	0.000
Point_278	787227.000	1959672.000	787229.000	1959671.000	-2.000	1.000	4.000	1.000
Point_279	799566.000	1961192.000	799567.000	1961189.000	-1.000	3.000	1.000	9.000
Point_280	736487.000	1940039.000	736489.000	1940037.000	-2.000	2.000	4.000	4.000
Point_281	758272.000	1960547.000	758278.000	1960541.000	-6.000	6.000	36.000	36.000
Point_282	226484.000	1900289.000	226483.000	1900289.000	1.000	0.000	1.000	0.000
Point_283	228354.000	1904355.000	228352.000	1904351.000	2.000	4.000	4.000	16.000
Point_284	265720.000	1844745.000	265720.000	1844746.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_285	265723.000	1844756.000	265723.000	1844756.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_286	265028.000	1928827.000	265041.000	1928827.000	-13.000	0.000	169.000	0.000
Point_287	262637.000	1924111.000	262638.000	1924107.000	-1.000	4.000	1.000	16.000
Point_288	804123.000	1706161.000	804122.000	1706169.000	1.000	-8.000	1.000	64.000
Point_289	811572.000	1726182.000	811573.000	1726184.000	-1.000	-2.000	1.000	4.000
Point_290	206085.000	1784599.000	206085.000	1784600.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_291	200194.000	1796929.000	200192.000	1796928.000	2.000	1.000	4.000	1.000
Point_292	243732.000	1749664.000	243734.000	1749663.000	-2.000	1.000	4.000	1.000
Point_293	222350.000	1780294.000	222346.000	1780294.000	4.000	0.000	16.000	0.000
Point_294	337237.360	1645012.980	337239.040	1645017.290	-1.680	-4.310	2.822	18.576
Point_295	313732.000	1700444.000	313732.000	1700444.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_296	483016.410	1688586.940	483016.100	1688587.820	0.310	-0.880	0.096	0.774
Point_297	483474.370	1679994.650	483475.750	1679995.470	-1.380	-0.820	1.904	0.672



ตารางที่ 1-34 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2	ΔN^2
	Survey	Survey	GCP	GCP			(m)	(m)
Point_298	495286.970	1660097.570	495288.000	1660096.080	-1.030	1.490	1.061	2.220
Point_299	506780.030	1649373.340	506781.350	1649374.980	-1.320	-1.640	1.742	2.690
Point_300	486672.080	1755403.750	486671.730	1755403.480	0.350	0.270	0.123	0.073
Point_301	463625.340	1731560.000	463624.140	1731562.040	1.200	-2.040	1.440	4.162
Point_302	413844.300	1626292.290	413843.940	1626294.150	0.360	-1.860	0.130	3.460
Point_303	407262.070	1671350.270	407262.110	1671350.020	-0.040	0.250	0.002	0.063
Point_304	185135.000	1682142.000	185135.000	1682144.000	0.000	-2.000	0.000	4.000
Point_305	191517.920	1665588.400	191516.820	1665589.880	1.100	-1.480	1.210	2.190
Point_306	794059.520	1678086.870	794059.600	1678087.540	-0.080	-0.670	0.006	0.449
Point_307	186983.130	1658126.360	186979.020	1658126.150	4.110	0.210	16.892	0.044
Point_308	190177.660	1655598.820	190178.770	1655597.220	-1.110	1.600	1.232	2.560
Point_309	189591.790	1656817.770	189591.960	1656820.250	-0.170	-2.480	0.029	6.150
Point_310	293900.140	1657740.760	293900.450	1657741.280	-0.310	-0.520	0.096	0.270
Point_311	293699.180	1657766.180	293699.740	1657765.560	-0.560	0.620	0.314	0.384
Point_312	759726.800	1537107.220	759726.820	1537107.520	-0.020	-0.300	0.000	0.090
Point_313	800594.000	1524379.000	800594.410	1524379.270	-0.410	-0.270	0.168	0.073
Point_314	243047.690	1531160.720	243047.730	1531160.740	-0.040	-0.020	0.002	0.000
Point_315	196092.620	1480288.740	196094.380	1480288.330	-1.760	0.410	3.098	0.168
Sum							680.781	723.593
Mean							2.161	2.297
RMSE(E)							1.470	
RMSE(N)								1.516
RMSE							2.111	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตาราง ดังนี้

Point หมายถึง ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ

E และ N (Survey) หมายถึง ค่า E และ N ของข้อมูลสำรวจ

E และ N (GCP) หมายถึง จุดค่า E และ N ของจุดบังคับสภาพภาคพื้นดิน

ΔE หมายถึง ผลต่าง E

ΔN หมายถึง ผลต่าง N

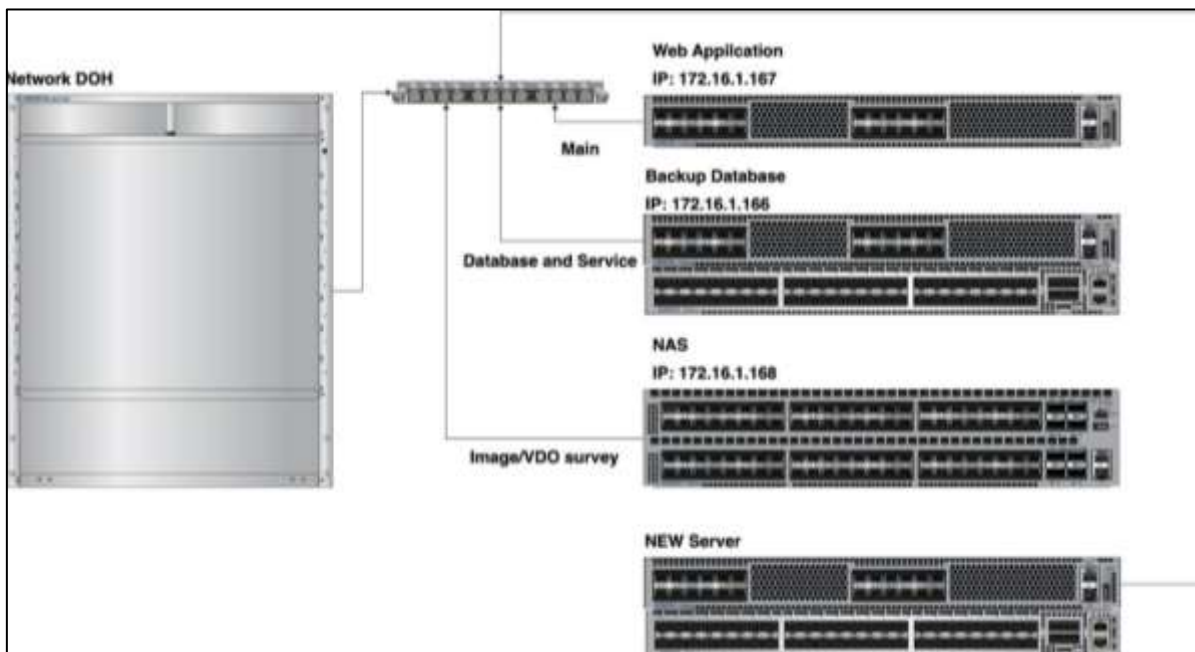


ผลการเปรียบเทียบในส่วนของการตรวจสอบเชิงตำแหน่งระหว่างข้อมูลสำรวจที่ได้ลงพื้นที่ทำการสำรวจบนสายทางในแต่ละแขวงทางหลวง เปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบ RMSE ผลที่ได้อยู่ประมาณ 2.111 เมตร ซึ่งถ้านำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการทำงานแผนที่หรือการแสดงผลข้อมูลสายทางบนระบบ แต่ถ้านำข้อมูลดังกล่าวมาใช้งานก่อสร้าง หรือการทำแผนที่รายละเอียดสูง เช่น 1:500 หรือ 1:100 เป็นต้น อาจจะต้องนำมาทดสอบค่าอีกครั้งจากการวัดด้วยกล้องระดับให้เหมาะสมมากขึ้น สรุปจากผลการเปรียบเทียบข้อมูล RMSE นี้สามารถนำไปประมวลค่าคุณภาพของข้อมูลหรือนำไปเป็นเอกสารอ้างอิง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางได้อย่างเหมาะสม

1.5.3 ที่ปรึกษาต้องทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ จากข้อ 1.4 ในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS โดยที่ปรึกษาจะต้องจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) อย่างเป็นระบบของผู้ว่าจ้าง โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

เพื่อรองรับการสืบค้น วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลสภาพทางในรูปแบบแผนที่ GIS ที่ปรึกษาได้จัดเก็บข้อมูลการสำรวจไว้ในระบบฐานข้อมูล Roadnet อย่างเป็นระบบ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ข้อมูลสำรวจ: เก็บไว้ในอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) เพื่อการเข้าถึงที่รวดเร็ว
- 2) ข้อมูลสำรอง: เก็บบนระบบ NAS (Network Attached Storage) ที่ติดตั้ง ณ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง เพื่อความปลอดภัยและป้องกันข้อมูลสูญหาย



รูปที่ 1-102 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง



ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ณ ปัจจุบันเปรียบเสมือนคลังข้อมูลขนาดใหญ่ที่เก็บรวบรวมข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับทางหลวงในประเทศไทย ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนงานบริหารจัดการทางหลวงในหลากหลายด้าน ช่วยให้การบำรุงรักษาทางหลวงมีประสิทธิภาพ ประหยัดงบประมาณ และเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ถนน

ข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบ Roadnet ประกอบด้วย

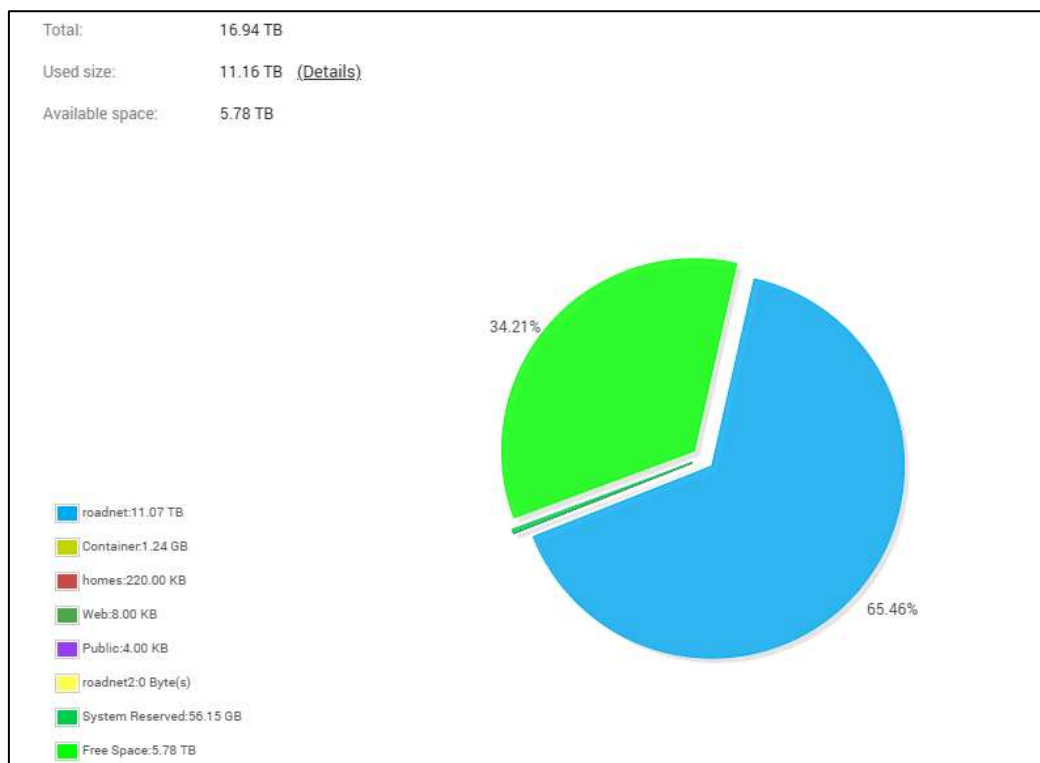
- 1) ข้อมูลบัญชีสายทาง: ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับทางหลวง เช่น ชื่อทางหลวง หมายเลขทางหลวง ระยะทาง สถานการณ์อัปเดตบัญชีสายทางที่เชื่อมจากระบบ HRIS ของสำนักแผนงาน ฯลฯ
- 2) ข้อมูลลักษณะผิวทาง: ข้อมูลเกี่ยวกับผิวทาง เช่น ประเภทของผิวทาง สภาพผิวทาง ฯลฯ
- 3) ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ: ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางหลวง เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างทางหลวง จำนวนเลน ฯลฯ
- 4) ข้อมูลสำรวจสภาพทาง: ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพทาง เช่น ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ความสึกกร่อนล้อ (Rutting) ค่าเฉลี่ยความหยาบผิวถนน (MPD) ค่าความเสียดทานผิว (Skidding) ฯลฯ
- 5) ข้อมูลสภาพความเสียหาย: ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพความเสียหายของทางหลวง เช่น รอยแตก ร้าว หลุมบ่อ ฯลฯ
- 6) ข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง: ภาพถ่ายทางหลวงทั้งสองข้าง เก็บไว้เพื่อตรวจสอบสภาพทาง วิเคราะห์ความเสียหาย และออกแบบงานซ่อมแซม
- 7) ข้อมูลอื่น ๆ: ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทางหลวง เช่น ข้อมูลสะพาน ท่อลอด หลักกิโลเมตร ฯลฯ

ระบบ Roadnet แสดงผลข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) แผนที่: แสดงข้อมูลทางหลวงบนแผนที่ เช่น ตำแหน่งทางหลวง ประเภททางหลวง สภาพผิวทาง ฯลฯ
- 2) กราฟ: แสดงข้อมูลทางหลวงในรูปแบบกราฟ ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลความสึกกร่อนล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าเฉลี่ยความลึกโปรไฟล์ (Mean Profile Depth : MPD) และค่าความเสียดทานผิว (Skidding : μ) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ
- 3) ตาราง: แสดงข้อมูลทางหลวงในรูปแบบตาราง เช่น ตารางข้อมูลบัญชีสายทาง ตารางข้อมูลสภาพความเสียหาย ฯลฯ



- 4) ภาพถ่าย: แสดงภาพถ่ายทางหลวงทั้งสองข้าง (Road Asset View) ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสภาพทางได้โดยตรง
- 5) รายงาน: จัดทำรายงานสรุปข้อมูลทางหลวงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รายงานสรุปสภาพทางหลวง รายงานผลการสำรวจ ฯลฯ
- 6) จากการศึกษาอุปกรณ์แม่ข่ายของระบบ Roadnet ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง ดังนี้
 - เครื่องที่ 1 Web Base Application : พัฒนาระบบ Roadnet ทั้งฟังก์ชัน และหน้าจอแสดงผล
 - เครื่องที่ 2 Database : เก็บฐานข้อมูลและสำรองข้อมูลป้องกันสูญหาย
 - เครื่องที่ 3 (NAS): เก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางและภาพเคลื่อนไหวจากกล้องสำรวจตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1-103 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet Nas ในฐานข้อมูลเดิม



```
Fri Jul 25 16:15:59 +07 2025

Size  Used Avail Use%
18T   4.0T   13T   24% /data-local
17T   12T   5.8T   66% /data-nas
```

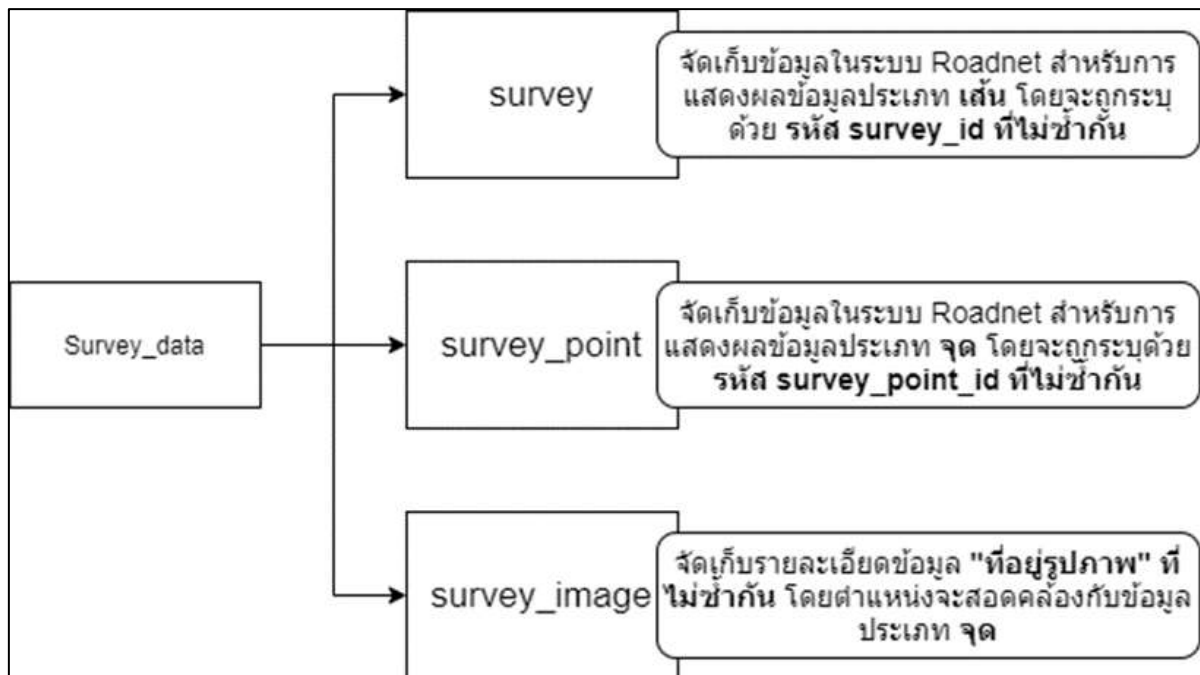
รูปที่ 1-104 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล บนเครื่องแม่ข่าย Server ในปัจจุบัน

จากภาพเป็นการแสดงผลการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล NAS ซึ่งมีการใช้การจัดเก็บข้อมูลที่เคยดำเนินการสำรวจทั้งสิ้น 16.94 TB หลังจากดำเนินการสำรวจครบรอบตลอด 7 ปี ที่ผ่านมามาตั้งแต่ พ.ศ. 2562 จนถึง 2567 ซึ่งมีขนาดพื้นที่การจัดเก็บที่คงเหลือ 5.80 TB เพื่อไว้สำรองข้อมูลไม่ให้เกิดกระทบกับข้อมูลเดิมต่อไป

จากโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงฯ ปี 2568 ได้ใช้พื้นที่จัดเก็บภาพถ่ายสองข้างทางและภาพถ่ายผิวทาง จำนวน 4.00 TB คิดเป็นร้อยละ 22 จากพื้นที่จัดเก็บทั้งหมด 18.0 TB ซึ่งปัจจุบันคงเหลือพื้นที่ให้จัดเก็บ 13.0 TB สามารถรองรับการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจในรอบต่อไปได้

1.5.4 การจัดเก็บข้อมูลในระบบ Roadnet จะต้องไม่มีผลกระทบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบ และรูปแบบจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ

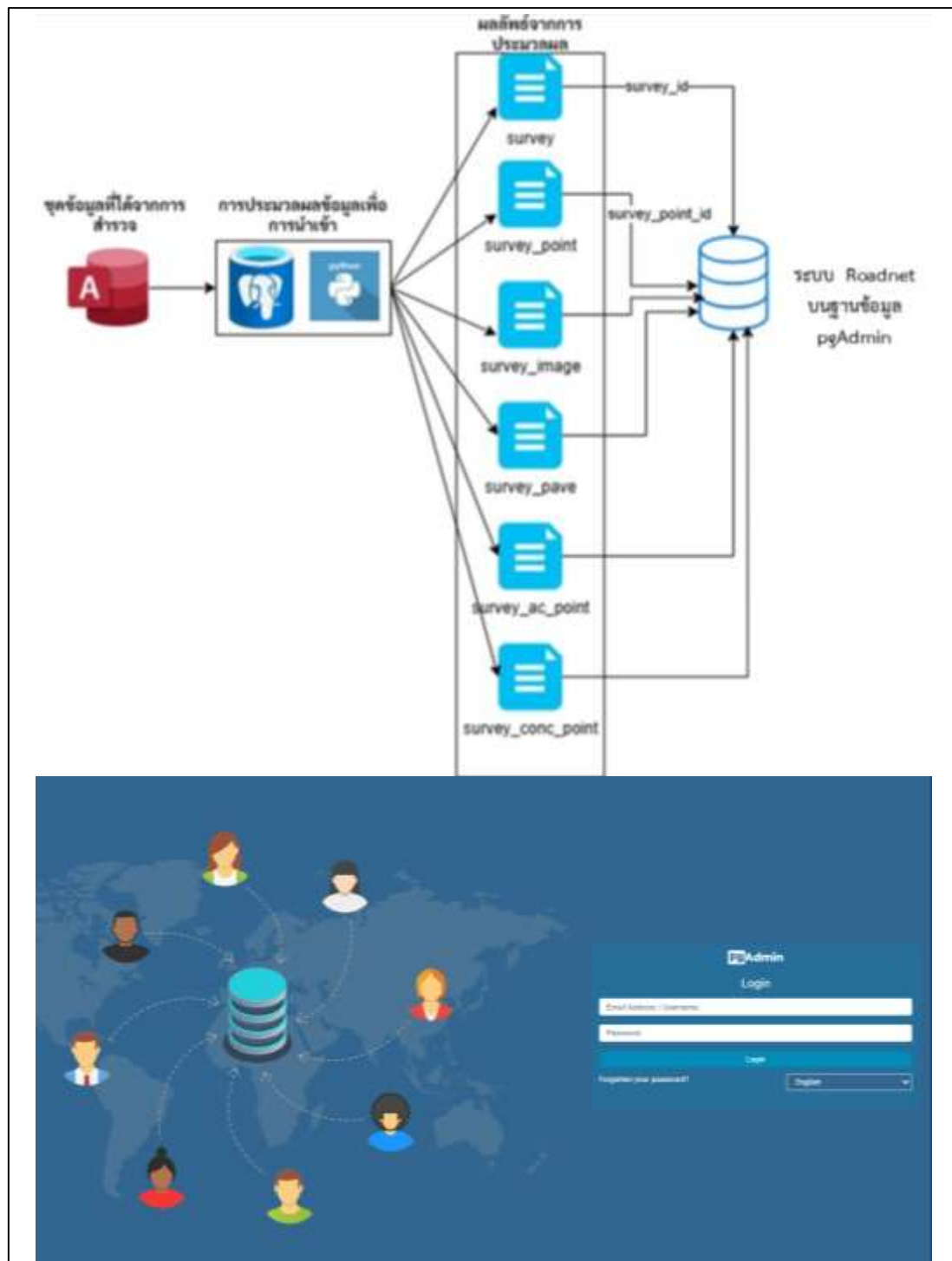
การจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgAdmin จะมีโครงสร้างตามข้อ 2.5.1 โดยมีการออกแบบโครงสร้างเพื่อยกระดับกระบวนการการนำเข้าข้อมูลเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบ โดยแบ่งกลุ่มข้อมูลสำรวจที่ถูกประมวลผลพร้อมนำเข้าระบบแสดงดังรูปที่ 1-105



รูปที่ 1-105 แสดงการเชื่อมโยงในระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin

จากแผนผังการแสดงผลการเชื่อมโยงในระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล pgAdmin จะเห็นว่าองค์ประกอบของข้อมูลมี 3 ส่วน คือ 1.ข้อมูลกลุ่ม survey ที่ระบุตำแหน่งเส้นทางบนทางหลวงของแต่ละตอนควบคุมในระบบ โดยมีการกำหนดรหัสข้อมูล survey_id ที่ระบุชุดข้อมูลต่าง ๆ เพื่อป้องกันผลกระทบระหว่างการนำเข้าข้อมูลในแต่ละรอบ 2.ข้อมูลกลุ่ม survey_point ที่ระบุตำแหน่งจุดสำรวจที่ระยะห่างทุก ๆ 25 เมตร โดยมีการกำหนดรหัสข้อมูล survey_point_id เพื่อป้องกันผลกระทบระหว่างการนำเข้าข้อมูลในแต่ละรอบ 3.ข้อมูลกลุ่ม survey_image ที่ระบุรายละเอียด ที่อยู่รูปภาพ เพื่อให้ระบบสามารถดึงข้อมูลรูปภาพจากฐานข้อมูลการจัดเก็บรูปภาพ (NAS) โดยตำแหน่งรูปภาพจะสอดคล้องกับตำแหน่งจุดสำรวจ

สำหรับขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล pgAdmin สามารถอธิบายกระบวนการการนำเข้าแสดงดังรูปที่ 1-106



รูปที่ 1-106 แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล pgAdmin



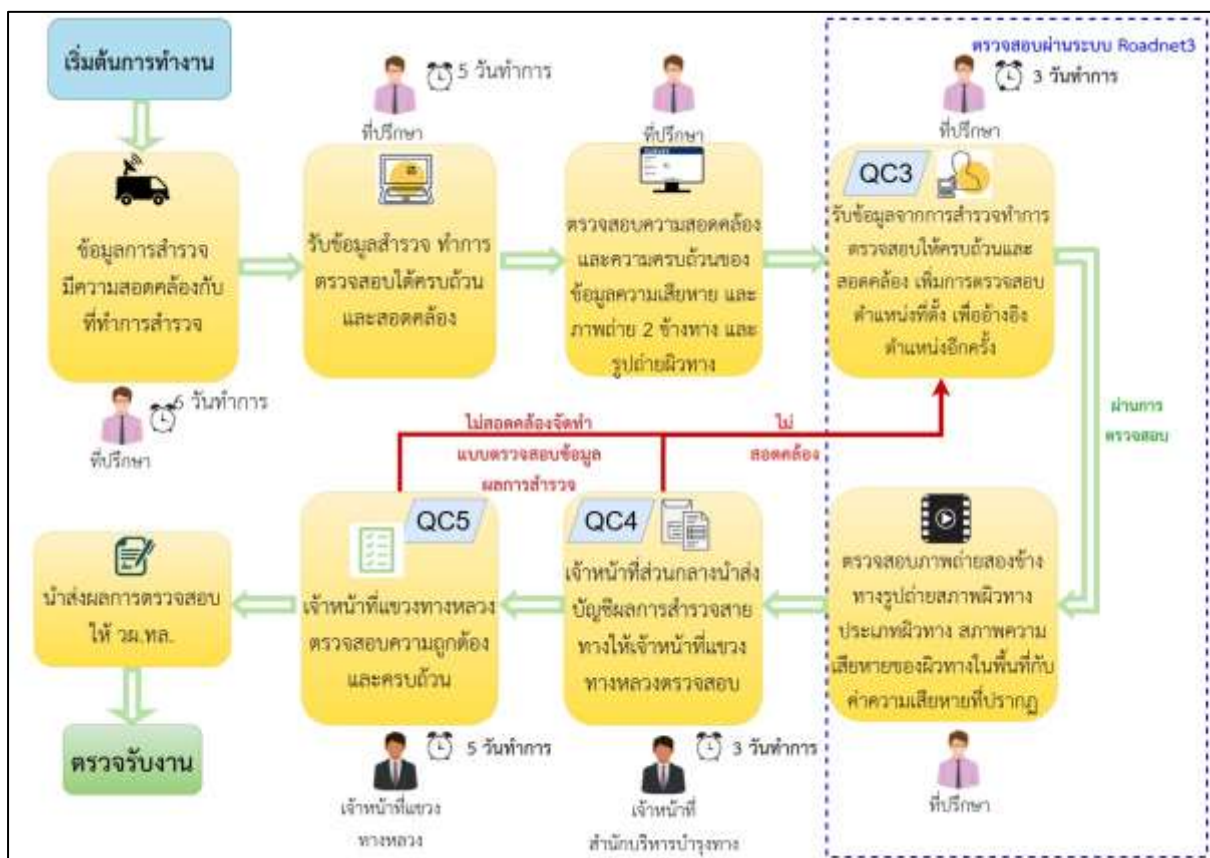
1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet

ข้อมูลการสำรวจที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ต้องมีความครบถ้วนถูกต้อง โดยสามารถตรวจสอบผ่านระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้อย่างน้อยดังนี้

1.6.1 การแสดงผลข้อมูลสภาพทาง ได้แก่ ข้อมูลค่าความถี่ร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และข้อมูลค่าความหยาบฉะของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง ดังนี้

- ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ
- ข้อมูลประเภทผิวทางจะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง
- ความสอดคล้องของสภาพความเสียหายในพื้นที่กับค่าที่ปรากฏ

การตรวจสอบข้อมูลสำรวจ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจ จนมาถึงขั้นตอนการรับข้อมูลสำรวจ ตลอดจนการนำเข้าสู่ระบบ Roadnet ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบตั้งแต่รายละเอียดภายในสายทาง รวมทั้งความครบถ้วนของข้อมูลสำรวจ ความสอดคล้อง และสัมพันธ์กับภาพถ่าย 2 ข้างทาง โดยมีกระบวนการ และรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1-107



รูปที่ 1-107 แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet



ในขั้นตอนการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจผ่านระบบ Roadnet ที่ปรึกษา มีการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) ทางด้านคุณภาพของข้อมูล ได้กำหนดเงื่อนไขการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความครบถ้วน ความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ หมายเลขทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจ และผิวการสำรวจ มีความสอดคล้องทุกกระบวนการ โดยทำการ ตรวจสอบตามเงื่อนไขต่อไปนี้

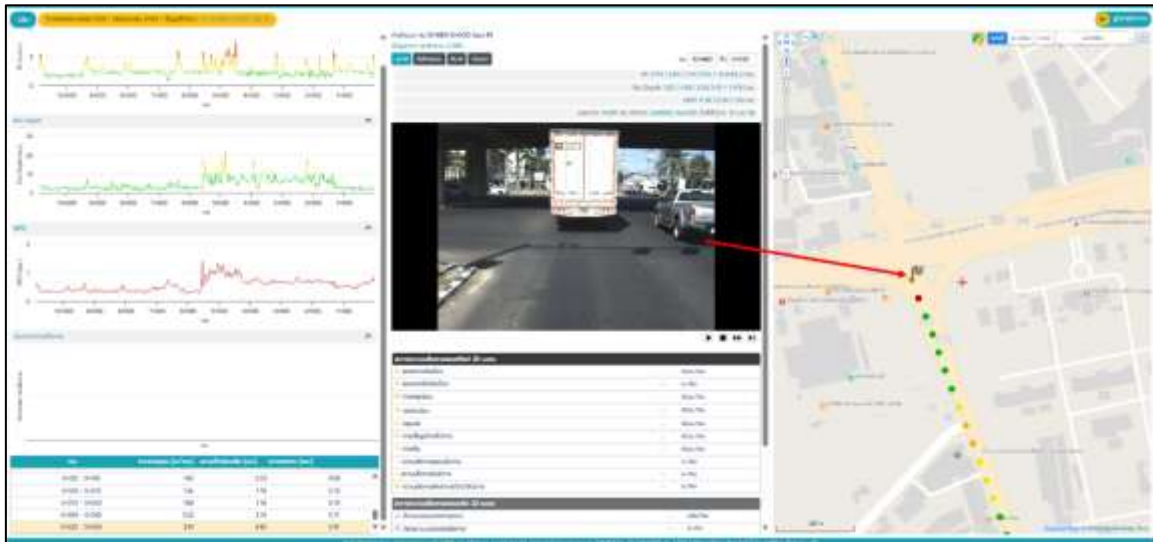
ตารางที่ 1-35 แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน

ลำดับ	รายละเอียดการตรวจสอบ	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง
1	ตาราง,กราฟ สำรวจระยะทางค่า IRI, RUTTING, MPD มีความสอดคล้อง	☒	☐
2	ข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางไม่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง/ไม่สมบูรณ์	☒	☐
3	ภาพเคลื่อนไหวไม่สอดคล้องกับข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง/ไม่สมบูรณ์	☒	☐
4	ไม่มีข้อมูลตารางความเสียหาย หรือข้อมูลไม่ถูกต้อง	☒	☐
5	ไม่มีข้อมูลการสำรวจ หรือไม่ได้นำเข้าข้อมูลในระบบ Roadnet	☒	☐
6	ไม่แสดงข้อมูลหน้าสรุปรายละเอียดสายทางในระดับตอนควบคุม	☒	☐
7	แผนระยะทางสำรวจ ไม่ตรงกับระยะทางในระบบ	☒	☐
8	วันที่สำรวจไม่ถูกต้อง ไม่แสดง (วัน/เดือน/ปี)	☒	☐
9	แผนการสำรวจซับซ้อนหรือไม่ครบถ้วนกับข้อมูลในระบบ	☒	☐
10	กม.แผนการสำรวจไม่ตรงกับประเภททาง (ทางขนาน, สะพานข้ามแยก, อุโมงค์ทางลอด)	☒	☐
11	ข้อมูลผิวทางบนระบบไม่ตรงกับข้อมูลบัญชีผิวทาง	☒	☐
12	ตำแหน่ง GPS ในแผนที่ไม่สมบูรณ์	☒	☐
13	ตำแหน่ง GPS เส้นทางสำรวจสัมพันธ์กับโครงข่ายทางหลวง (HRIS)	☒	☐
14	ข้อมูลรูปภาพผิวทาง ค่าความเสียหาย และภาพถ่าย 2 ข้างทาง แสดงผลครบถ้วน และสอดคล้องกัน	☒	☐
15	ผลการสำรวจสอดคล้องกับแผนการสำรวจ	☒	☐



- ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ

การแสดงผลภาพถ่ายสองข้าง (LT/RT) เช่น ทางด้านซ้ายทางแสดงผลโลเมตรสำรวจ จากนั้นไปมากจะต้องสอดคล้องกับสายทางที่สำรวจในพื้นที่ โดยการแสดงผลภาพถ่าย 2 ข้างทางผ่านระบบ Roadnet แสดงผลทุก 25 เมตร ตามที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่องกันไปตลอดสายทางสังเกตจากการแสดงพิกัดสายทางเส้นทางบนแผนที่ควบคู่กันไป



รูปที่ 1-108 ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก

จากภาพถ่ายจุดเริ่มต้นความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบเพิ่ม 1 ขั้นตอน โดยเทียบภาพถ่ายสายทางและภาพจาก Google Map เพื่ออ้างอิงความสอดคล้องของตำแหน่งสายทางที่ทำการสำรวจ



รูปที่ 1-109 ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใช้จ่าย

งบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

และในตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ที่ปรึกษาต้องดำเนินการตรวจสอบผลการสำรวจ และบัญชีแผนการสำรวจ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกัน โดยในเบื้องต้นทีมที่ปรึกษาที่ดำเนินการวิ่งสำรวจสภาพทางต้องตรวจสอบแผนการสำรวจ และบันทึกสายทางที่ได้ดำเนินการวิ่งสำรวจแล้ว เพื่อให้ต่อการตรวจสอบความสอดคล้องของผลการสำรวจ และแผนการสำรวจ และในกรณีสายทางที่มีงานก่อสร้างจากการแจ้ง และไม่ได้อยู่ในแจ้งของเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง ซึ่งดำเนินการส่งตรวจสอบก่อนเริ่มสำรวจข้อมูลสภาพทาง ที่ปรึกษาที่ดำเนินการวิ่งสำรวจให้บันทึกสายทางที่มีงานก่อสร้าง โดยระบุช่วง กม.เริ่มต้น – สิ้นสุด ที่มีงานก่อสร้าง ให้ง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลในกระบวนการตรวจสอบถัดไป

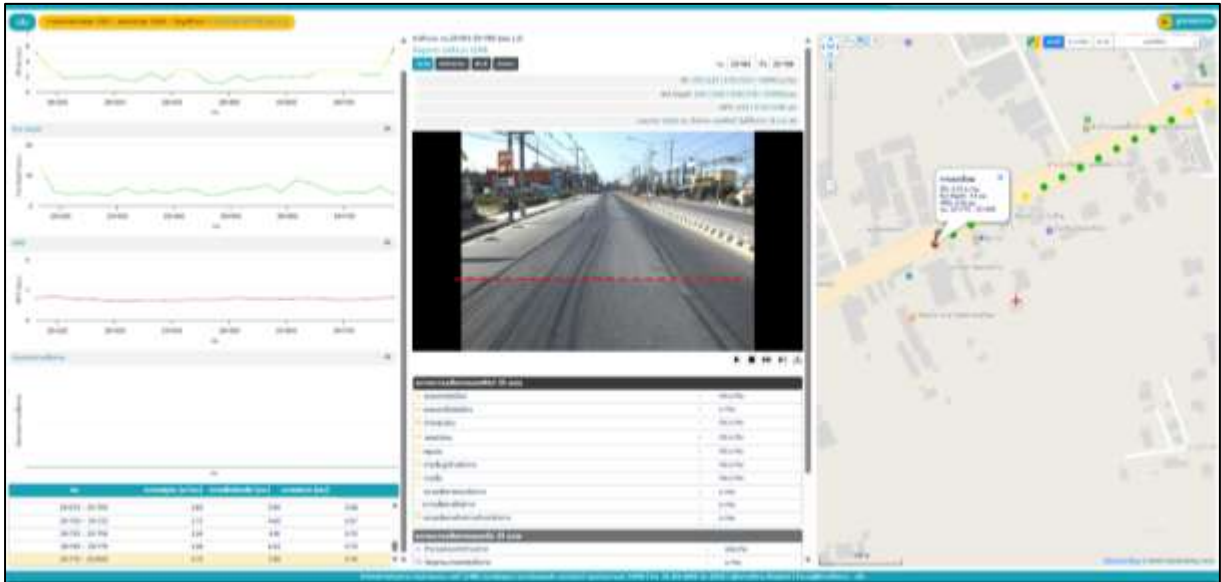
div_no	division_c	name_div	district_c	name_dis	section_no	route	control	name_cont	km_start	km_end	length	length_tot	length_sur	lane_count	lane_cou_1	type_id	character	แผน	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	20295	21500	1.205	4.82	2.41	2	8	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2 จุดเริ่มต้นโครงการ กม.20+295.417
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	20295	20400	0.105	0.21	0.21	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	29730	30275	0.545	2.18	1.09	2	8	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	20400	21300	0.9	2.7	1.8	2	6	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	21300	21500	0.2	0.5	0.4	2	5	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	21500	22170	0.67	1.34	1.34	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	5485	0030	0202	สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต - บ.โคก	32900	33150	0.25	0.75	0.5	2	6	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	21500	22170	0.67	2.01	1.34	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	22170	24168	1.998	3.996	3.996	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	22170	24168	1.998	5.994	3.996	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	29730	30275	0.545	1.09	1.09	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	24168	26083	1.915	5.745	3.83	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	24168	26083	1.915	3.83	3.83	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	26000	26548	0.548	1.096	1.096	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2 - บริเวณทางหลวงหมายเลข 338 จุดเริ่มต้น กม. 25+906.710 - กม.26+011.060
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	26083	27381	1.298	2.596	2.596	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	26083	27381	1.298	3.894	2.596	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	27381	29730	2.349	7.047	4.698	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	30800	31419	0.619	1.857	1.238	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	1977	0030	0201	แผนที่ - สะพานข้ามแม่น้ำชาจิเมืองอัมฤต	27381	29730	2.349	4.698	4.698	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	โครงการก่อสร้างทางยกระดับ MB2
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	15111	16081	0.97	1.94	1.94	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	16081	19371	3.29	9.87	6.58	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	16081	19371	3.29	6.58	6.58	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	19371	21681	2.31	6.93	4.62	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	26000	26548	0.548	1.644	1.096	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	26548	30800	4.252	8.504	8.504	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	26548	30800	4.252	12.756	8.504	2	6	1	ทางหลัก	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	19371	21681	2.31	4.62	4.62	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	
13	410	ดีโนจานายก	415	ชน.สุรสาร	2719	0038	0201	ทุรณพศกสงฆ์ - นครพิงค์	30800	31419	0.619	1.238	1.238	2	4	2	ทางขนาน	แผนที่	

รูปที่ 1-110 ตัวอย่างบัญชีแผนการสำรวจ

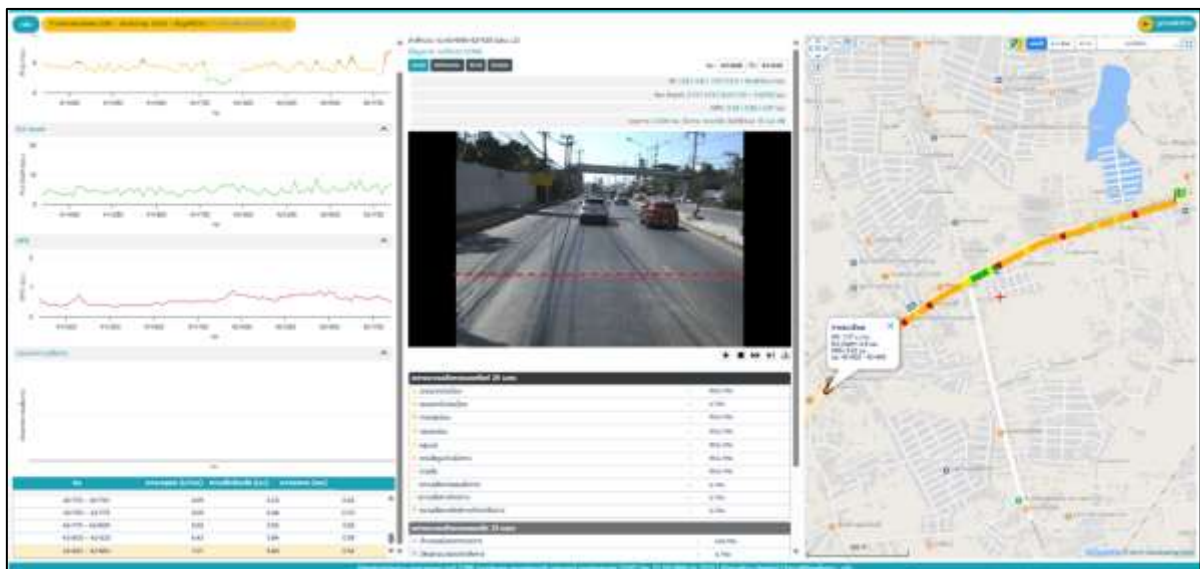




- ข้อมูลประเภท ผิวทาง จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง
ประเภทผิวทางผ่านระบบและผิวทางพื้นที่จริงต้องมีความสอดคล้องกัน โดยแสดงผล
ผิวทางลาดยางและผิวทางคอนกรีต ซึ่งในบางสายทางอาจมีผิวทางมากกว่า 1 ผิวทาง



รูปที่ 1-111 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวลาดยางและรอยต่อผิวคอนกรีต

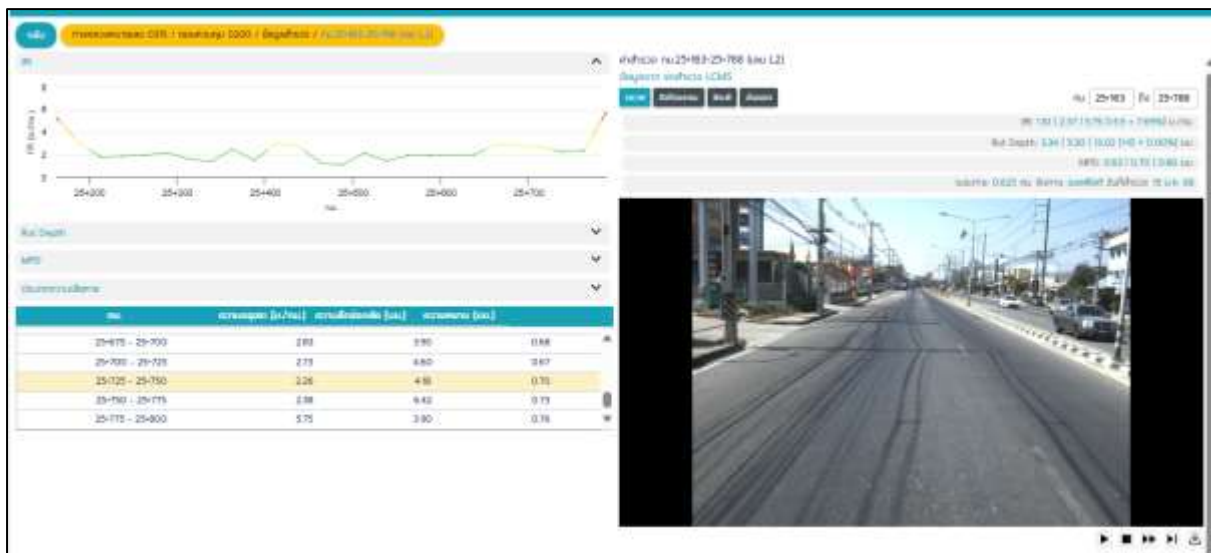


รูปที่ 1-112 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวลาดยาง



● ความสอดคล้องของสภาพความเสียหายในพื้นที่กับค่าที่ปรากฏ

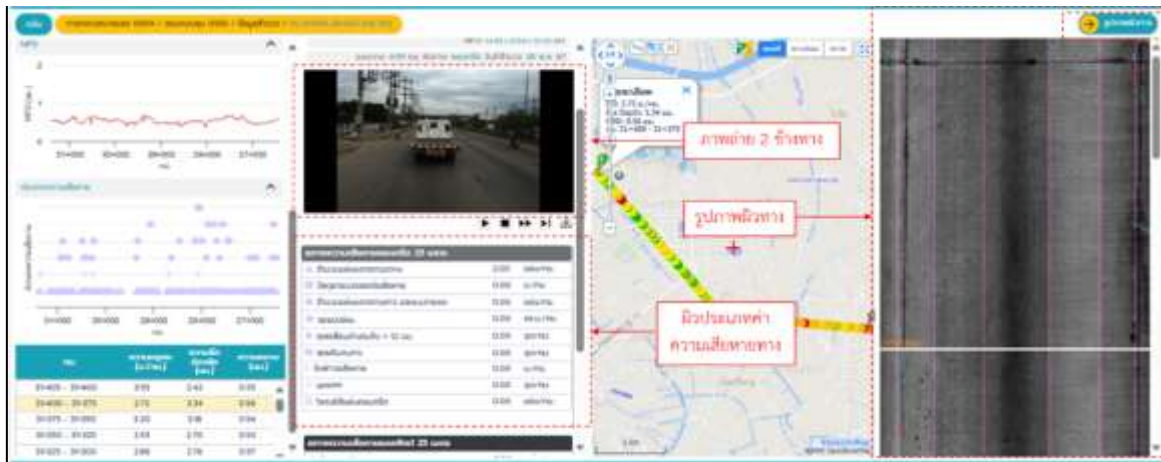
วิธีการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจเบื้องต้นจากการนำเข้าระบบข้อมูลสภาพทาง จะทำการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet โดยทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจในแต่ละสายทาง ยกตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องของสภาพความเสียหายของข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) เนื่องจากข้อมูลกราฟแสดงค่าความขรุขระสากล (IRI) มากกว่าที่กำหนดจึงต้องตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างค่าความขรุขระสากล (IRI) และภาพถ่าย 2 ข้างทาง นอกจากนั้นการตรวจสอบการแสดงผลกราฟต้องเป็นไปตามปกติ ค่าของกราฟจะต้องไม่เท่ากับ 0 และค่าไม่เกิน 8 หรือการแสดงผลกราฟผิดเพี้ยนไป เมื่อพบข้อผิดพลาดดังกล่าว จะดำเนินการส่งข้อมูลกลับไปแก้ไข เพื่อความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูลจึงจำเป็นต้องตรวจสอบอย่างละเอียด



รูปที่ 1-113 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่สภาพความเสียหายสอดคล้องในพื้นที่

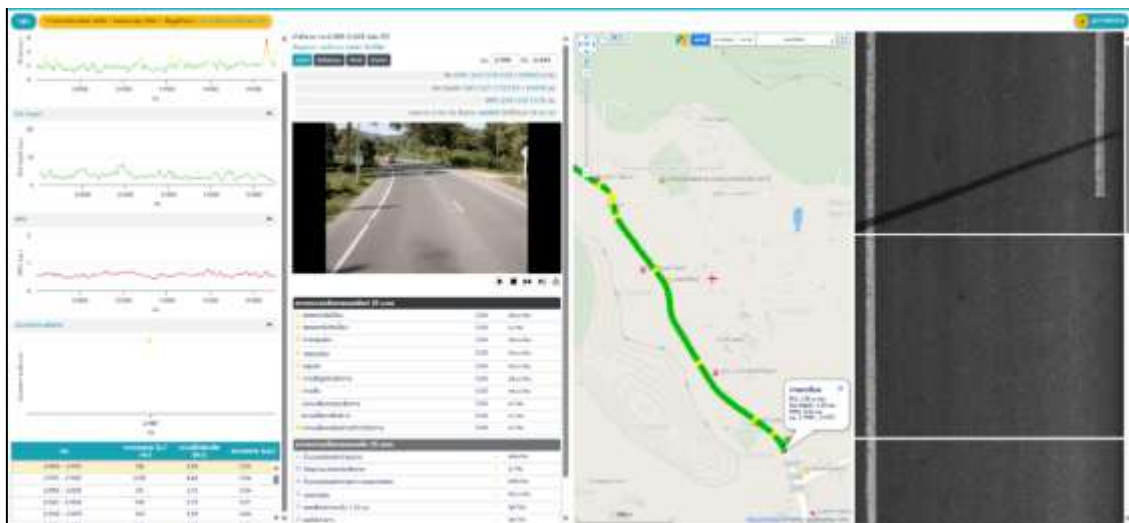


เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการตรวจสอบค่าความเสียหายของข้อมูล ที่ปรึกษาได้เพิ่มกระบวนการตรวจสอบความครบถ้วนและสอดคล้องของข้อมูล ประกอบด้วย ภาพถ่าย 2 ข้างทาง รูปภาพผิวทาง ประเภทค่าความเสียหายของข้อมูล ซึ่งข้อมูลทั้ง 3 ส่วนนี้จะต้องสอดคล้องกัน หากภาพถ่าย 2 ข้างทาง และรูปภาพผิวทาง ไม่แสดงความเสียหายประเภทรอยแตก หรือความเสียหายประเภทอื่น ๆ แต่ระบบแสดงค่าความเสียหาย ถือว่าไม่สอดคล้องกัน หรือรูปภาพผิวทางมีการประเมินอัตโนมัติจากค่าความเสียหายจากพารามิเตอร์ของ หัวเลเซอร์ และแสดงค่าความเสียหาย แต่ในช่วงผิวทางนั้นไม่มีความเสียหาย ซึ่งภาพถ่าย 2 ข้างทางแสดงผิวทางที่ความราบเรียบ ถือว่าไม่สอดคล้องกัน



รูปที่ 1-114 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลค่าความเสียหายรูปภาพผิวทาง
ภาพถ่าย 2 ข้างทางครบถ้วนและสอดคล้อง

และในการสำรวจครั้งนี้ที่ปรึกษาได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ (กล้องหลัง) ของรถสำรวจคันที่ 4 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพรูปภาพผิวทาง และดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ แล้วเสร็จ โดยรูปภาพผิวทางสามารถแสดงได้ปกติ ไม่ส่งต่อการตรวจสอบของข้อมูล



รูปที่ 1-115 ตัวอย่างการแสดงผลรูปภาพผิวทาง (กล้องหลัง) ของรถสำรวจคันที่ 4



1.6.2 การแสดงผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จะต้องมีความถูกต้องครบถ้วน ตามแต่ละประเภทผิวทางทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต และแสดงข้อมูลตามสภาพความเสียหายที่ได้จากการสำรวจ

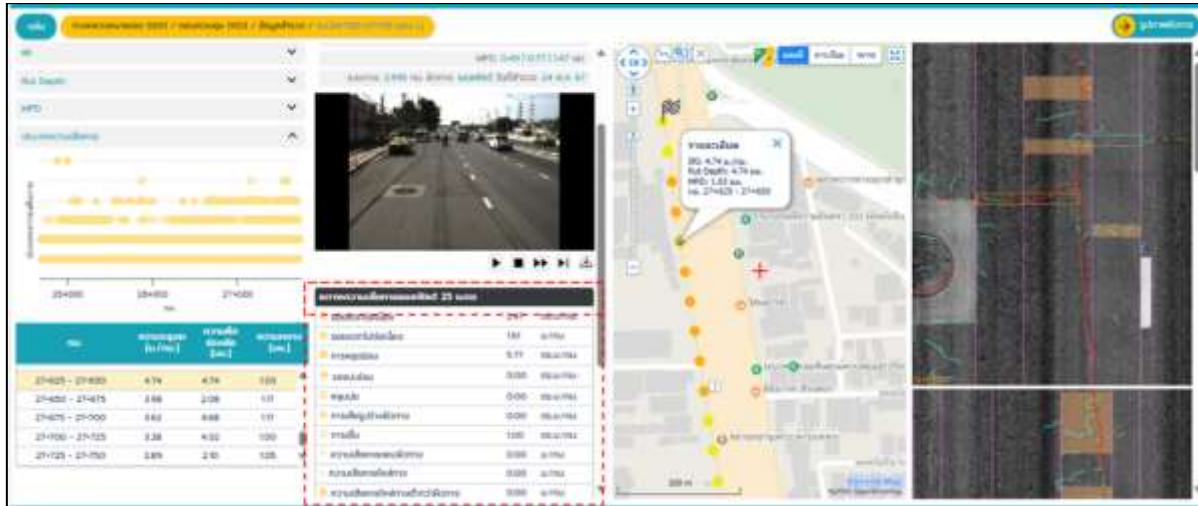
การตรวจสอบข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ที่ได้จากการประเมินความเสียหายผิวทางทั้งผิวทางลาดยางและผิวคอนกรีตมีการบวนการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนนำเข้าระบบ โดยมีกระบวนการตรวจสอบตามข้อ 1.4.2 ซึ่งเป็นกระบวนการก่อนนำเข้าข้อมูลเข้าระบบ Roadnet การตรวจสอบดังกล่าว สามารถทำการตรวจสอบตำแหน่งของข้อมูลเทียบกับสายทางที่มีค่าสภาพทางสูงเพียงเท่านั้น จนนำข้อมูลเข้าระบบ Roadnet จึงทำการตรวจสอบข้อมูลทางด้านความสอดคล้อง และครบถ้วนกับภาพถ่าย 2 ข้างทาง และตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวอีกครั้ง เพื่อให้แน่ใจ ตารางสภาพความเสียหายนำเข้าระบบมีความครบถ้วนสมบูรณ์ และสอดคล้องกับรูปภาพผิวทาง และภาพถ่าย 2 ข้างทาง โดยมีรายการของประเภทความเสียหายของผิวทางแสดงดังตารางที่ 1-36

ตารางที่ 1-36 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวลาดยาง

ลำดับที่	ประเภทความเสียหายของทางผิวลาดยาง
1	รอยแตกต่อเนื่อง (Interconnecting Crack)
2	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack)
3	การเอี่ยมของลาดยาง (Bleeding)
4	การหลุดร่อน (Raveling)
5	หลุมบ่อ (Pot Holes)
6	รอยปะซ่อม (Patching)



จากผลการนำเข้าข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟของผลการ
สำรวจค่าสภาพทางและข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป และสอดคล้องกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



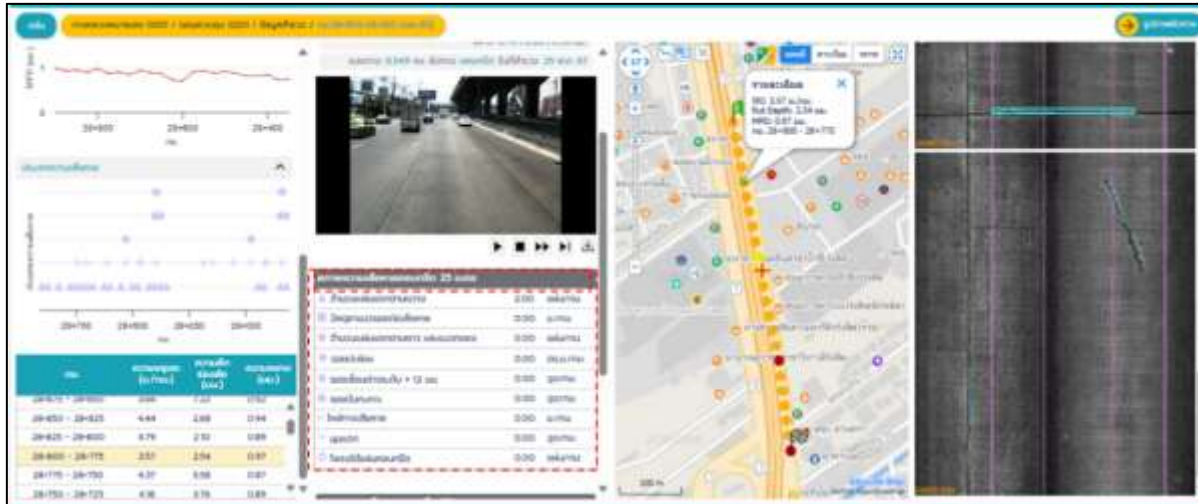
รูปที่ 1-116 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายลาดยาง

ตารางที่ 1-37 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต

ลำดับที่	ประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse Cracks)
2	รอยบิ่นกระเทาะที่รอยต่อ (Spalling)
3	รอยแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)
4	รอยแตกที่มุม (Corner Breaks)
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Seal Damage)
6	รอยปะซ่อม (Patching)



จากผลการนำเข้าข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟ
ของผลการสำรวจค่าสภาพทางและข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป และสอดคล้องกัน
ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-117 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต



1.6.3 ภาพถ่ายและภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของสองข้างทางถนนต้องมีความสมบูรณ์ของภาพ ดังนี้

- ภาพถ่ายจะต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมมาบดบังความชัดเจนอันแสดงถึงสภาพของผิวทางหรือทรัพย์สินต่าง ๆ ที่ติดตั้งในบริเวณเขตทางหลวง เช่น คราบหยดน้ำ หรือเงาสะท้อนจากกระจก เป็นต้น

ภาพถ่ายสองข้างทาง จากการการนำภาพถ่าย 2 ข้างทางที่ได้จากการสำรวจด้วยกล้องภายในห้องโดยสารของรถสำรวจ (DVR) นำมาเรียงลำดับภาพทุก ๆ 25 เมตร จนออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหว (VDO) จากการตรวจสอบภาพถ่ายต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น เงาสะท้อนจากกระจก คราบหยดน้ำ คราบมูลนก ภาพมืด หรืออื่น ๆ เป็นต้น ที่บดบังทัศนวิสัยในการแสดงผลบนหน้าระบบ Roadnet มีตัวอย่างภาพที่เกิดปัญหาแสดงดังรูปที่ 1-118 และรูปที่ 1-119



รูปที่ 1-118 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก



รูปที่ 1-119 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบน้ำ

- สัดส่วนภาพต้องเห็นสองข้างทางถนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ภาพสัดส่วนภาพต้องเห็นผิวจราจรและสองข้างทาง คิดเป็นร้อยละของภาพทั้งหมด ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบโดยวิธีดูภาพถ่ายสองข้างทาง และภาพเคลื่อนไหวโดยภาพที่สอดคล้องดังตัวอย่างนี้



รูปที่ 1-120 ตัวอย่างการแสดงผลภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง



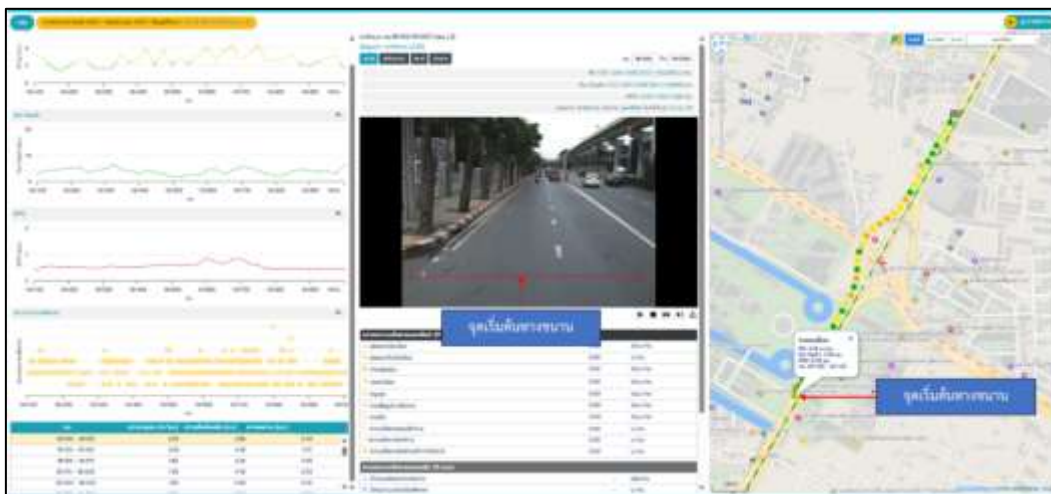
- ความครบถ้วนของภาพจะต้องแสดงผลสอดคล้องตามระยะและทิศทาง (LT/RT) ของการแสดงผลข้อมูลสภาพทาง (ทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า) โดยภาพในแต่ละระยะ จะต้องไม่มีความซ้ำซ้อนหรือสลับกัน ภาพถ่ายต้องไม่กระตุกไม่ซ้ำกันสลับซับซ้อน โดยการตรวจสอบจำเป็นต้องทำการตรวจสอบผ่านการดูภาพถ่ายสองข้างทาง เช่น จากกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล IRI ภาพที่เปลี่ยนทุก ๆ 25 เมตร มีความสอดคล้องหรือไม่ และตรวจสอบจากฟังก์ชันการดูภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของสายทางบนระบบ Roadnet3



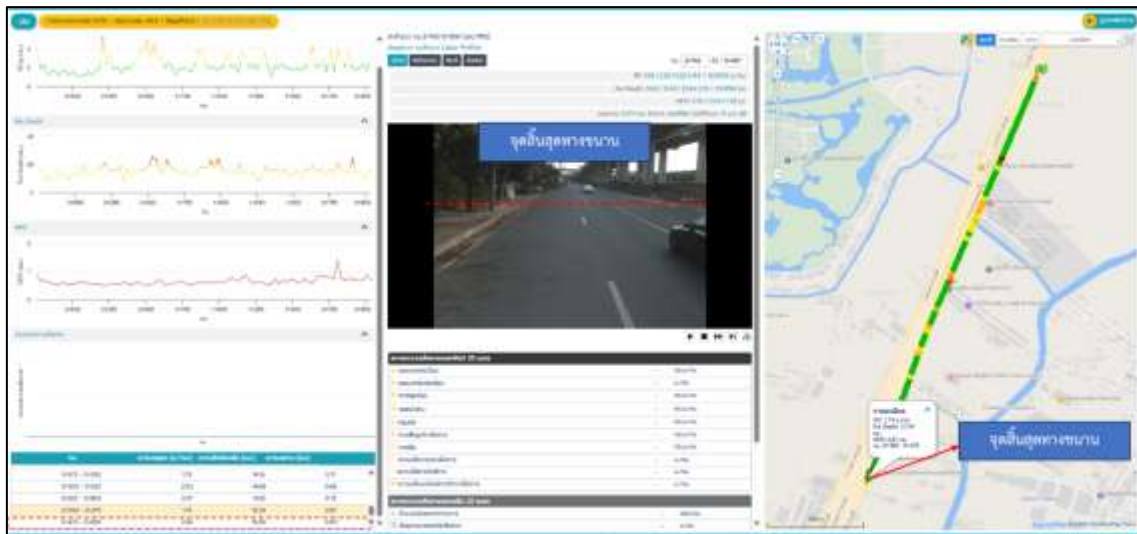
รูปที่ 1-121 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน

1.6.4 การแสดงพิกัดสายทาง (Coordinates) จะต้องมีความสอดคล้องกับภาพถ่ายสายทาง และสภาพพื้นที่

การแสดงพิกัดสายทางเส้นทาง (Coordinates) สายทางที่สำรวจ และแผนที่ Base map ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน ตำแหน่งหลักกิโลเมตรของจุดสำรวจสภาพทาง เรียงตามจุด Layer หลักกิโลเมตรของสายทาง ไม่สลับซับซ้อน ข้อมูลภาพถ่ายสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงที่ปรากฏ จุดสังเกต เช่น ทางขนาน ทิศทางของสายทางที่ต้องต่อเนื่องจนถึงจุดสิ้นสุดของสายทาง ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-122 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้นทางขนานทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควม 0101



รูปที่ 1-123 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้นทางขนานทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 0101

สืบเนื่องจากการหารือกรอบระหว่างที่ปรึกษาร่วมกับคณะกรรมการโครงการฯ เดิมได้มีการแบ่งประเภททางของสะพานข้ามแยกและอุโมงค์ทางลอดนั้น แต่ในปี 2568 จะไม่มีการแบ่งประเภททางดังกล่าว ให้ประเภททางเป็นทางหลัก และทางขนาน แต่มีการแบ่งผิวทาง ซึ่งให้นับจุดเริ่มต้นบริเวณ joint แรก และจุดสิ้นสุดบริเวณ joint สุดท้ายของสะพานข้ามแยกและอุโมงค์ทางลอดเพื่อให้ได้ขอบเขตของสะพานและอุโมงค์ทางลอดที่ถูกต้อง



รูปที่ 1-124 ตัวอย่างการแสดงจุดเริ่มต้น – สิ้นสุด บริเวณ Joint ของทางหลัก
(สะพานข้ามแยกหรืออุโมงค์ทางลอดเดิม)

ผลการสำรวจ โครงข่ายทางหลวงและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568														
ข้อมูลทางหลวง ปี 2568 (ข้อมูล ณ วันที่ 31 พฤษภาคม 2568) ถึง 31 พฤษภาคม 2568														
สายทางหมายเลข 411 กรุงเทพฯ														
ประเภททางหลวง	สายทาง	ชื่อสายทาง	ข้อมูลทางหลวง				ข้อมูลการจราจร				ข้อมูลการบำรุงรักษา			
			กม./วัน	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี	กม./ปี
1	411	สายทางหมายเลข 411 - กรุงเทพฯ	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100
			18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100
			18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100	18,100

รูปที่ 1-125 ตัวอย่างบัญชีทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 0101 แขวงทางหลวงกรุงเทพ

1.6.5 เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้ว่าจ้างสามารถแต่งตั้งคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาค เพื่อตรวจสอบ ความครบถ้วนสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

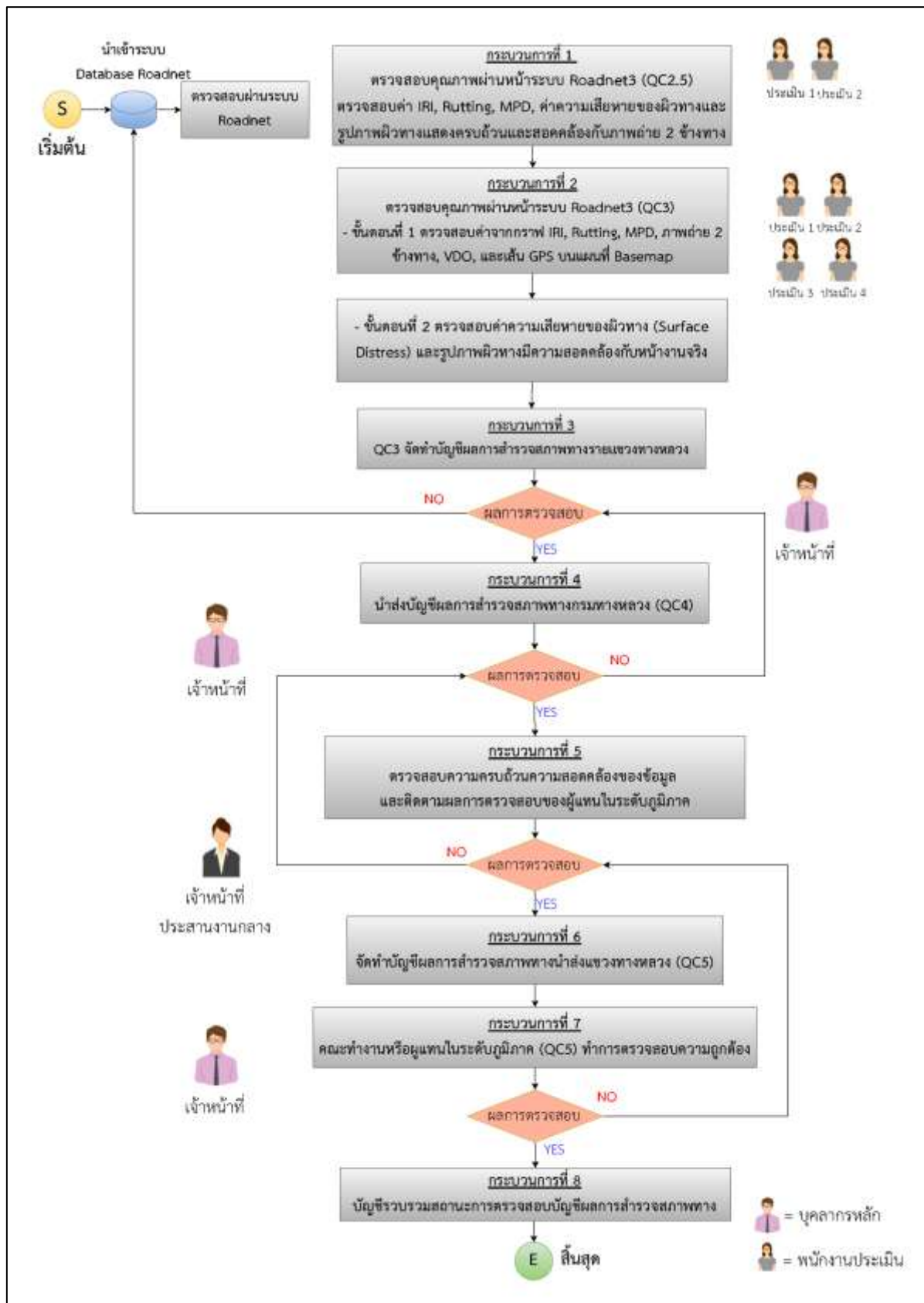
เมื่อทางที่ปรึกษาได้ทำการนำข้อมูลสำรวจขึ้นระบบ Roadnet แล้วเสร็จ จึงเริ่มทำการตรวจสอบความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูล โดยที่ปรึกษาจะจัดรูปแบบในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลโดยละเอียด และเมื่อผ่านการตรวจสอบดังกล่าว จึงจะจัดทำบัญชีสรุปผลการสำรวจเป็นรายแขวงทางหลวง โดยจะสรุปบัญชีสายทางส่งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลความครบถ้วนของข้อมูล จากสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง เป็นบัญชีตรวจสอบรอบที่ 4 (QC4) แสดงดังรูปที่ 1-126 และที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำบัญชีสรุป สายทางส่งไปยังหน่วยงานภายในพื้นที่แขวงทางหลวง ให้แก่คณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคเพื่อตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งว่าตั้งอยู่ภายในพื้นที่ดังกล่าวหรือไม่ โดยขั้นตอนการตรวจสอบนี้จะเป็นการตรวจสอบรอบที่ 5 (QC5) มีรายละเอียดตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1-127 โดยกระบวนการทั้งสิ้นที่ปรึกษาได้จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 1-128

[illegible]

รูปที่ 1-126 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง

[illegible]

รูปที่ 1-127 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5



รูปที่ 1-128 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ



จากรูปที่ 1-128 รายละเอียดขยายความกระบวนการตรวจสอบผ่านหน้าระบบ Roadnet3 มีกระบวนการทั้งสิ้น 7 กระบวนการดังนี้

กระบวนการที่ 1

เจ้าหน้าที่ QC2.5 ตรวจสอบค่า IRI, Rutting, MPD, ค่าความเสียหายของผิวทางและรูปภาพผิวทาง แสดงครบถ้วนและสอดคล้องกับภาพถ่าย 2 ข้างทาง

กระบวนการที่ 2

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบค่า IRI, Rutting, MPD, ภาพถ่าย และภาพเคลื่อนไหว

- 1) ตรวจสอบการแสดงผลผ่านกราฟ ได้แก่
 - (IRI) มีความต่อเนื่อง ตรวจสอบค่ามีความสอดคล้องกับสภาพทาง
 - (Rutting) มีความต่อเนื่อง ตรวจสอบค่ามีความสอดคล้องกับสภาพทาง
 - (MPD) มีความต่อเนื่อง ตรวจสอบค่ามีความสอดคล้องกับสภาพทาง
- 2) ปรากฏภาพถ่าย 2 ข้างทาง ขึ้นครบตามช่วง และภาพไม่ซ้ำ
- 3) ภาพถ่ายไม่มีสิ่งแปลกปลอมมาบดบังทัศนวิสัย
- 4) ข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางสอดคล้องกับโครงข่ายทางหลวง (HRIS)
- 5) ประเภทผิวทางกล้องหน้าสอดคล้องกับข้อมูลแสดงผลบนระบบ Roadnet3
- 6) ภาพเคลื่อนไหว (VDO) มีความต่อเนื่องไม่สะดุด
- 7) พิกัดเส้นสำรวจสอดคล้องกับ GPS บนแผนที่ Basemap

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบค่าความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) มีความสอดคล้องกับความเสียหายหน้างานจริง ได้แก่ ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ตรวจสอบความเสียหายที่มีค่าสูงประกอบกับภาพกล้องหน้าอย่างละเอียด

กระบวนการที่ 3

เจ้าหน้าที่ QC3 จัดทำบัญชีสายทางการสำรวจรายงานแนวทางหลวงดำเนินการจัดทำบัญชีสรุปสายทางส่งไปยังหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางให้แก่คณะทำงาน ดังตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายงานแนวทางหลวง แสดงดังรูปที่ 1-128

กระบวนการที่ 4

เจ้าหน้าที่ผู้ประสานงานกลาง ดำเนินบันทึกผล รายงานผลระยะทางความก้าวหน้าวันที่รับ – ส่งข้อมูลและดำเนินการประสานงานไปยังหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางให้แจกจ่ายบัญชีสายทางแก่คณะทำงานตรวจสอบ



กระบวนการที่ 5

เจ้าหน้าที่ QC4 ตรวจสอบความครบถ้วนความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ หมายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวการสำรวจ ต้องสอดคล้องทุกกระบวนการ และติดตามคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC5

กระบวนการที่ 6

เจ้าหน้าที่ QC4 จัดทำบัญชีสายทางการสำรวจรายแขวงทางหลวงดำเนินการจัดทำบัญชีสรุปสายทางนำส่งแก่คณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC5

กระบวนการที่ 7

เจ้าหน้าที่ QC5 ตรวจสอบ ความถูกต้องของสายทาง ความครบถ้วนความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ หมายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวทาง การสำรวจ ต้องสอดคล้องทุกกระบวนการ และติดตามคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC5

กระบวนการที่ 8

ที่ปรึกษาจัดทำสรุปบัญชีรวบรวมสถานการณ์ตรวจสอบบัญชีผิวทาง และติดตามระยะทางการผ่านการตรวจสอบ พร้อมทั้งรายงานผลเป็นประจำวันสัปดาห์

เมื่อพบข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีผิวทาง ที่ปรึกษาสามารถหมายเหตุข้อมูลการสำรวจเป็นจุดสังเกตเพื่อให้เจ้าหน้าที่จากสำนักบริหารบำรุงทาง และเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง ทำการตรวจสอบบัญชีของตนเองผ่านระบบ Roadnet3 อีกครั้ง โดยมีรายละเอียดของหมายเหตุดังนี้

- 1) ระยะทางสำรวจไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อทำการสำรวจ กม.เริ่มต้น - กม.สิ้นสุด ระยะสำรวจไม่สอดคล้องกับระยะทางในบัญชีลักษณะผิวทาง โดยระยะทาง ± 100 เมตร
- 2) ข้อมูลจำนวนช่องจราจรไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริงเป็น 4 ช่องจราจร แต่บัญชีลักษณะผิวทางระบุ 2 ช่องจราจร หรือสภาพจริงเป็น 2 ช่องจราจรแต่บัญชีลักษณะผิวทางเป็น 4 ช่องจราจร ควรแจ้งให้งานสถิติตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet3 ให้เป็นปัจจุบัน
- 3) ข้อมูลทางขนานไม่ตรงกับบัญชี, ข้อมูลอุโมงค์ทางลอดไม่ตรงกับบัญชี, ข้อมูลสะพานข้ามแยกไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริงพบข้อมูลทางขนาน, อุโมงค์ทางลอด และสะพานข้ามแยก แต่บัญชีลักษณะผิวทางไม่ระบุข้อมูลทางขนาน, อุโมงค์ทางลอด และสะพานข้ามแยก ที่ปรึกษาจึงได้สำรวจเพิ่มจากบัญชีลักษณะผิวทาง ควรแจ้งให้งานสถิติตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet3 ให้เป็นปัจจุบัน



- 4) ข้อมูลประเภทผิวทางไม่ตรงกับบัญชี เช่น เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าประเภทผิวทางตามสภาพจริงไม่ตรงตามบัญชีลักษณะผิวทาง ควรแจ้งให้งานสถิติ ตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet3 ให้เป็นปัจจุบัน
- 5) รอนำส่งข้อมูลครั้งที่ 2 คือ ไม่สามารถนำส่งได้ในรอบนี้ ทำให้สายทางช่วงนี้ไม่ต้องตรวจสอบ และจะมีการส่งข้อมูลให้ตรวจสอบ 2 ครั้ง
- 6) ตรวจสอบแล้วเสร็จ, อยู่ระหว่างตรวจสอบของแขวงฯ (เฉพาะบัญชี QC5), อยู่ระหว่างตรวจสอบของกรมฯ (เฉพาะบัญชี QC4) คือ สายทางในช่วงดังกล่าว ได้ตรวจสอบและยืนยันผลการตรวจสอบแล้ว หรืออยู่ระหว่างการตรวจสอบของแขวงฯ ในการส่งตรวจครั้งที่ 1 (เฉพาะบัญชี QC5) หรืออยู่ระหว่างการตรวจสอบของกรมฯ ในการส่งตรวจครั้งที่ 1 (เฉพาะบัญชี QC4)
- 7) ไม่สามารถสำรวจได้ คือ มีการก่อสร้างระหว่างที่ที่ปรึกษาดำเนินการสำรวจ ซึ่งช่วงกม.ดังกล่าวจะไม่มีข้อมูลการสำรวจ หรือโอนให้หน่วยงานอื่น
- 8) หลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3 ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ ที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำเอกสารในการแจ้งผล โดยระบุหมายเลขทางหลวง ตอนควบคุมและข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร และระบุหมายเหตุเพื่อแจ้งเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง โดยแจ้งในกลุ่ม LINE Open Chat ระบบ HRIS
- 9) ภาพเป็นโมเสค คือ รูปภาพผิวทางเบลอไม่เห็นผิวทางชัดเจน เนื่องจากความเร็วของรถสำรวจ น้อยกว่า 25 กม./ชม. จากการชะลอรถ รถสำรวจจอดหยุดนิ่งติดไฟแดงหรือรถติดบนสายทางที่กำลังสำรวจ และรถสำรวจเกิดการกระแทก



ทั้งนี้ในกรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3 ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ
ที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำเอกสารในการแจ้งผลดังรูปที่ 1-129 โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง
ตอนควบคุม และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร เพื่อแจ้งเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง โดยแจ้งในกลุ่ม LINE
Open Chat ดังนี้

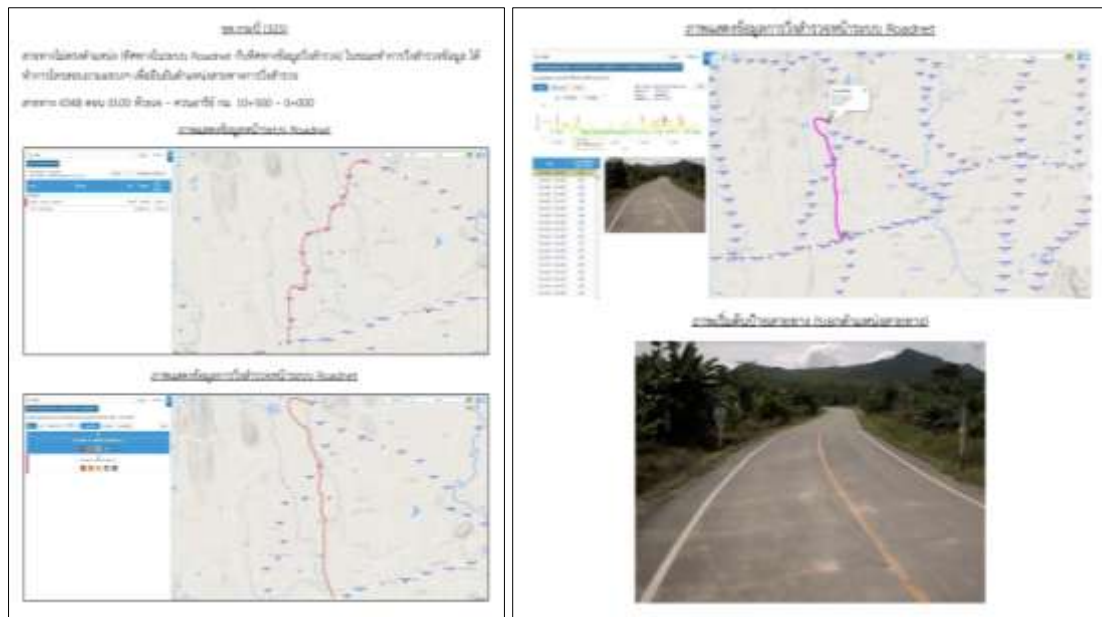


รูปที่ 1-129 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS

หากในกรณีแจ้งประเด็นปัญหาหรืองานก่อสร้าง ระหว่างเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคแขวง
ทางหลวงและหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางแจ้งในกลุ่ม LINE Open Chat ดังนี้

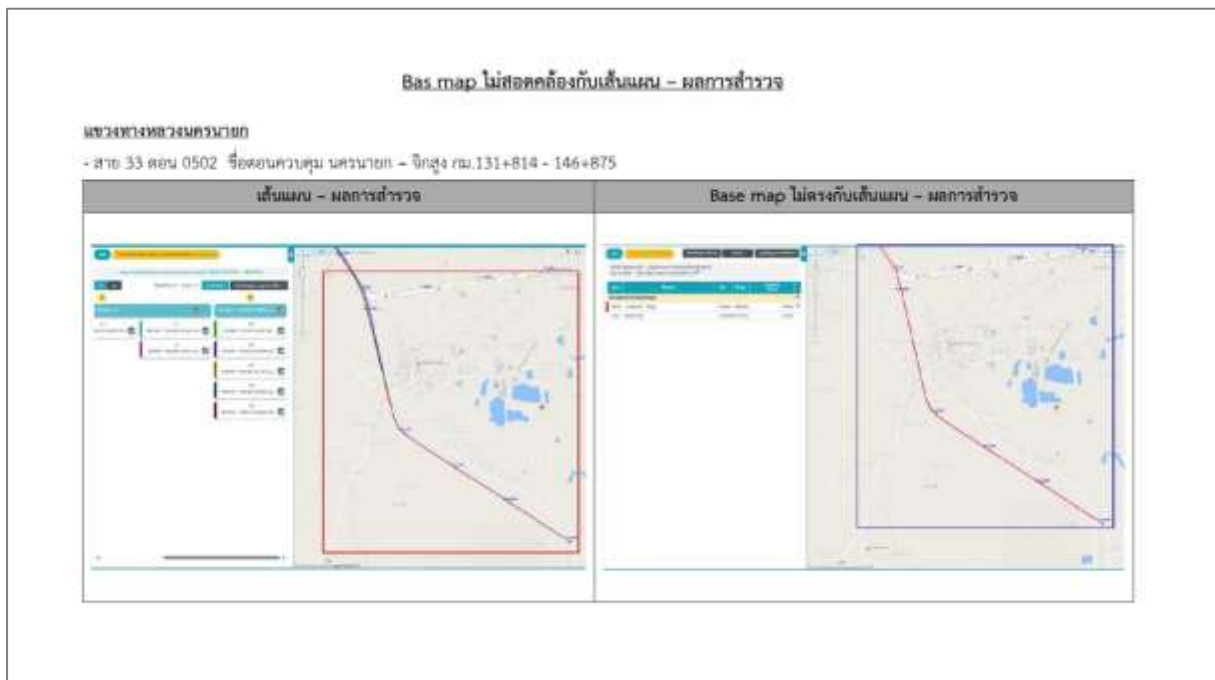


รูปที่ 1-130 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค



รูปที่ 1-131 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้งผล กรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet ไม่ตรงกับกิโลเมตร
ข้อมูลสำรวจ โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง ตอนควบคุม และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร

และในกรณีที่ Base map ไม่สอดคล้องกับเส้นแผน - ผลการสำรวจ ที่ปรึกษา
ได้ดำเนินการจัดทำเอกสารแจ้งปัญหาตามตัวอย่างในรูปที่ 1-132 โดยระบุข้อมูลดังนี้ แขวงทาง
หลวง หมายเลขทางหลวง ตอนควบคุม ชื่อตอนควบคุม และช่วงหลักกิโลเมตร เพื่อนำส่งให้
ผู้พัฒนาระบบดำเนินการปรับแก้ให้สอดคล้องกับเส้นแผนและผลการสำรวจ



รูปที่ 1-132 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้ง Base map ไม่สอดคล้องกับเส้นแผน - ผลการสำรวจ



ตัวอย่างกรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3 ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ
ของสายทาง 22 ตอน 401 สูงเนิน-ท่าแร่ แขวงทางหลวงสกนครที่ 1 (ตรวจพบเมื่อวันที่ 18
มีนาคม 2568) ตามรูปที่ 1-133



รูปที่ 1-133 หลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3 ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจ
สายทาง 22 ตอน 401 สูงเนิน-ท่าแร่ แขวงทางหลวงสกนครที่ 1



การสรุปผลการสำรวจภาพรวมปี 2568 โดยจำแนกรายสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง รวมทั้งได้ทำการจัดทำผลการแสดงผลข้อมูลในแผนภูมิแท่ง โดยข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) จำแนกตามพื้นที่การดูแลแต่ละสำนักงานทางหลวง แสดงดังตารางที่ 1-38

ตารางที่ 1-38 แสดงการสรุปผลการสำรวจภาพรวมปี 2568 ค่าเฉลี่ยของ IRI , RUT และ MPD โดยแยกระยะทางตามผิว

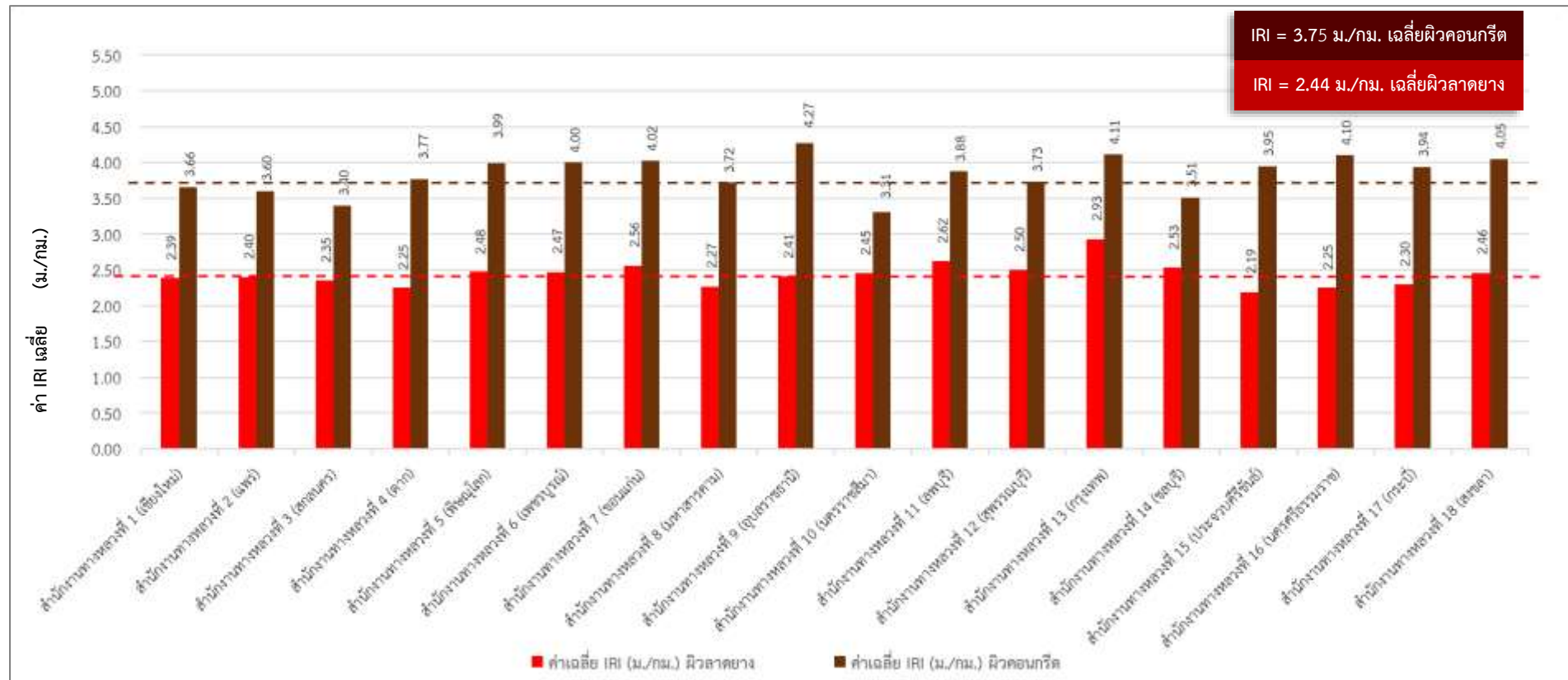
สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ระยะทางรวมทั้ง สิ้น (กม.)	ค่าเฉลี่ย							
				IRI (ม./กม.)			RUT (มม.)		MPD (มม.)		
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ระยะรวม	ผิวลาด ยาง	ผิว คอนกรีต	ค่าเฉลี่ย รวม	ผิวลาด ยาง	ค่าเฉลี่ย รวม	ผิวลาด ยาง	ผิว คอนกรีต	ค่าเฉลี่ย รวม
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,383.752	460.170	1,843.922	2.39	3.66	2.70	5.11	5.11	0.65	0.47	0.61
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,498.942	205.524	2,704.466	2.40	3.60	2.50	5.51	5.51	0.64	0.42	0.63
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,689.363	140.932	2,830.295	2.35	3.40	2.40	5.29	5.29	0.65	0.41	0.64
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,459.051	190.697	1,649.748	2.25	3.77	2.43	5.53	5.53	0.61	0.47	0.59
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,840.441	220.637	2,061.078	2.48	3.99	2.64	5.38	5.38	0.66	0.44	0.64
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,794.054	185.590	1,979.644	2.47	4.00	2.61	5.45	5.45	0.67	0.48	0.65
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2,555.427	294.127	2,849.554	2.56	4.02	2.72	6.20	6.20	0.67	0.50	0.65
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,912.730	59.115	1,971.845	2.27	3.72	2.31	5.99	5.99	0.68	0.43	0.67
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,827.859	88.427	2,916.286	2.41	4.27	2.46	6.71	6.71	0.71	0.43	0.70
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,303.686	658.611	3,962.297	2.45	3.31	2.59	7.05	7.05	0.70	0.47	0.66
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	1,592.431	295.391	1,887.822	2.62	3.88	2.82	10.50	10.50	0.77	0.51	0.73
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,469.210	607.800	2,077.010	2.50	3.73	2.86	9.51	9.51	0.63	0.50	0.59
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,905.326	710.130	2,615.456	2.93	4.11	3.25	9.56	9.56	0.73	0.54	0.68
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1,812.626	872.495	2,685.121	2.53	3.51	2.85	9.99	9.99	0.67	0.39	0.58
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,606.058	179.972	1,786.030	2.19	3.95	2.37	14.14	14.14	0.68	0.49	0.66
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,972.780	125.495	2,098.275	2.25	4.10	2.36	9.53	9.53	0.62	0.53	0.62



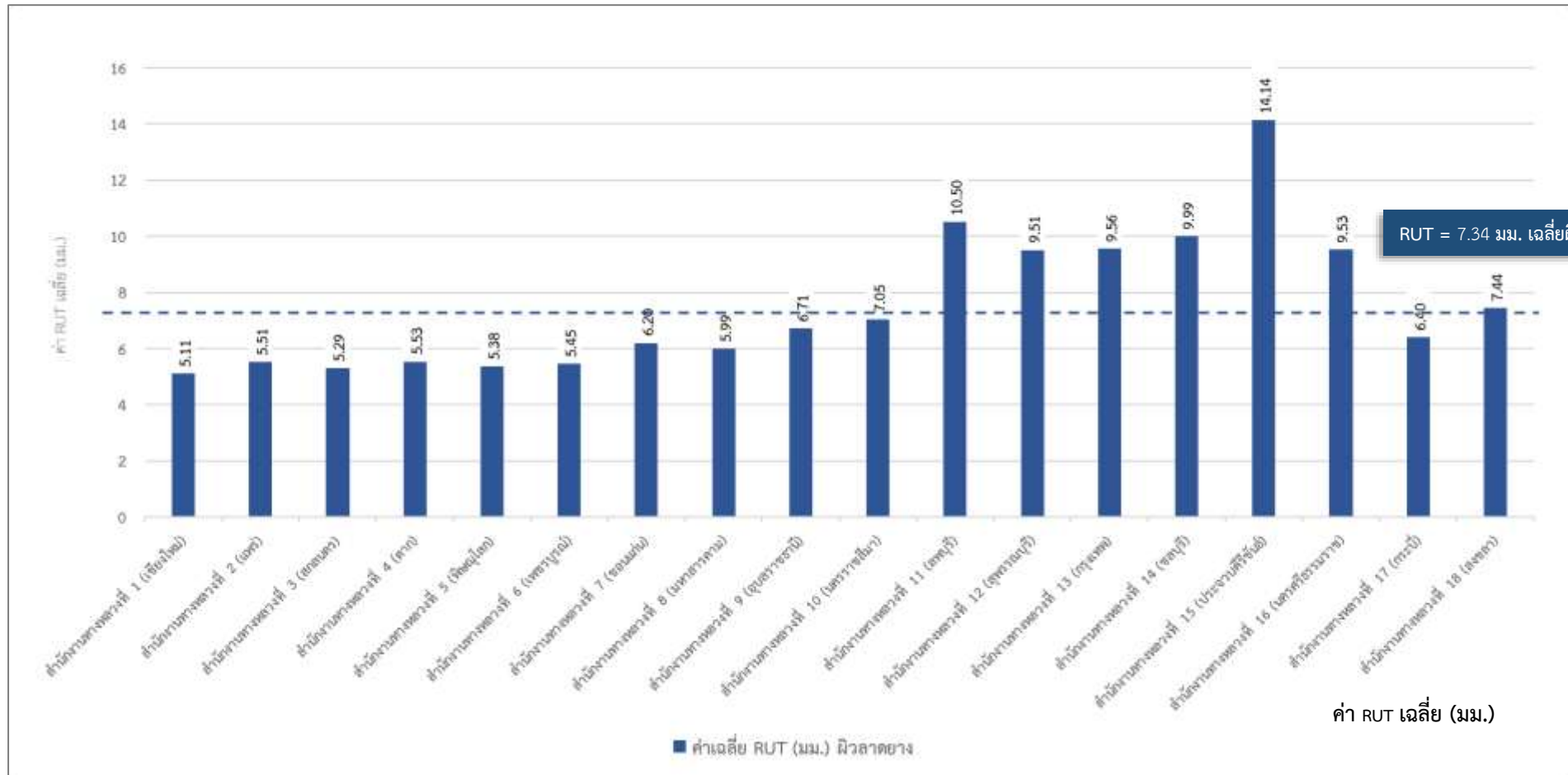
ตารางที่ 1-38 แสดงการสรุปผลการสำรวจภาพรวมปี 2568 ค่าเฉลี่ยของ IRI , RUT และ MPD โดยแยกระยะทางตามผิว (ต่อ)

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ระยะทางรวมทั้ง สิ้น (กม.)	ค่าเฉลี่ย							
				IRI (ม./กม.)			RUT (มม.)		MPD (มม.)		
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ระยะรวม	ผิวลาด ยาง	ผิว คอนกรีต	ค่าเฉลี่ย รวม	ผิวลาด ยาง	ค่าเฉลี่ย รวม	ผิวลาด ยาง	ผิว คอนกรีต	ค่าเฉลี่ย รวม
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,447.246	58.227	1,505.473	2.30	3.94	2.36	6.40	6.40	0.68	0.41	0.67
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	907.886	49.449	957.335	2.46	4.05	2.55	7.44	7.44	0.71	0.48	0.70
ผลรวมทั้งหมด	34,979.068	5,402.789	40,381.657	2.44	3.75	2.61	7.34	7.34	0.67	0.47	0.65

หมายเหตุ : ระยะทางอ้างอิงจากระบบ Roadnet ณ วันที่ 24 กรกฎาคม 2568

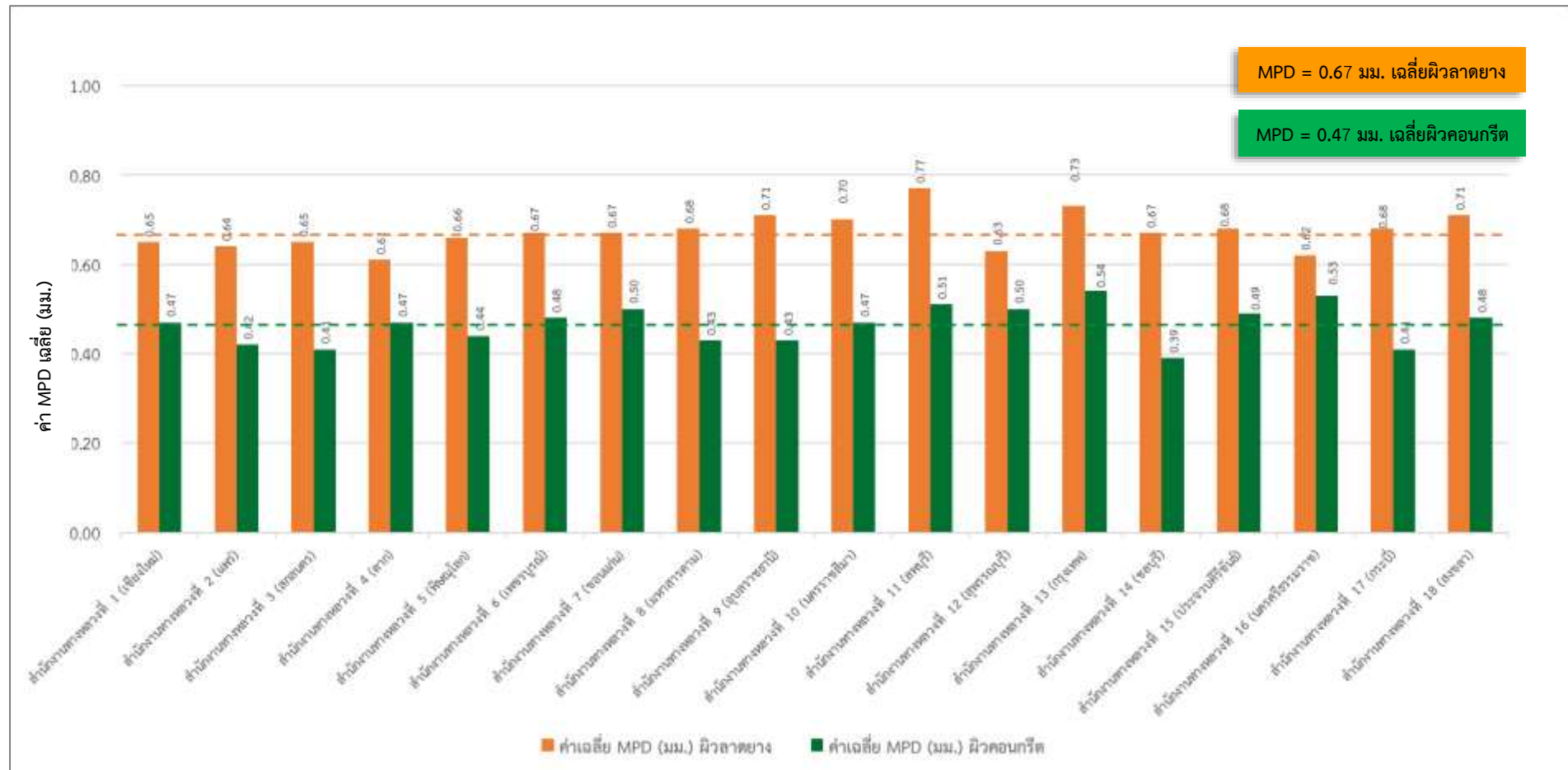


รูปที่ 1-134 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



หมายเหตุ : ค่าความสึกหรองของผิวคอนกรีต ไม่สามารถวัดค่าให้เห็นถึงความแตกต่างได้ แต่ด้วยความสามารถของอุปกรณ์สำรวจที่สามารถเก็บค่าความสึกหรองทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีตไว้ขณะทำการสำรวจด้วย
ดังนั้น ค่าความสึกหรองของผิวคอนกรีตจะไม่นำไปประมวลผลงานซ่อมบำรุงแต่อย่างใด

รูปที่ 1-135 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



รูปที่ 1-136 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง

การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง ดังนี้

1.7.1 การศึกษาและวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงวิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model) จากข้อมูลการสำรวจทั้งหมดของกรมทางหลวงอย่างน้อยประกอบด้วย งานฉาบผิว งานเสริมผิว งานบูรณะพื้นทาง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากกรมทางหลวง ทั้งในส่วนของการประวัติการซ่อมบำรุง และข้อมูลการสำรวจดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ทั้งในส่วนของการบริหารจัดการบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) คือ แบบจำลองที่คำนวณค่า IRI หลังจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีต่าง ๆ หรือแบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) โดยที่ปรึกษาจะใช้ข้อมูลค่า IRI จากการสำรวจในโครงการร่วมกับข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุง อันประกอบด้วย งานฉาบผิว งานเสริมผิว งานบูรณะพื้นทางและงานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่ และงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ โดยใช้ข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงและข้อมูลการสำรวจดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ของสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสอบเทียบแบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุง ให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริงสายทางของกรมทางหลวงมากที่สุด ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวม และวิเคราะห์ผลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าข้อมูล

ที่ปรึกษาจะดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง ในการนำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง โดยข้อมูลที่ได้รับประกอบด้วย

- ชื่อสายทาง
- ตอนควบคุม
- ประเภทการซ่อมบำรุง
- ตำแหน่ง กม.
- ตำแหน่งช่องจราจร
- วันที่สำรวจค่า IRI
- ผู้ทำการสำรวจ (สำนักบริหารบำรุงทาง หรือสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ)
- ผลการสำรวจค่า IRI



ที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังกล่าวจนถึงวันที่ 31 มีนาคม 2564 ซึ่งที่ปรึกษาได้รับข้อมูลมาจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และสำนักบริหารบำรุงทาง ทั้งนี้ได้รับการตรวจสอบและผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการแล้ว

ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกสายทาง

เมื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูลแล้วที่ปรึกษาจะคัดเลือกสายทางที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยมีรายละเอียดการคัดเลือก ดังนี้

- เลือกสายทางที่มีงานบำรุงตามรหัสงาน 4 ประเภท ได้แก่ 22100 : งานฉาบผิวแอสฟัลต์ 22200 : งานเสริมผิวแอสฟัลต์ 22300 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่ 24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
- เลือกเฉพาะสายทางที่มีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาก่อนซ่อมบำรุงไม่เกิน 360 วัน และมีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาหลังซ่อมบำรุงไม่เกิน 90 วัน แสดงดังรูปที่ 1-137 เพื่อให้ได้สายทางที่ได้รับผลกระทบจากการซ่อมมากที่สุด



รูปที่ 1-137 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง

- ผลการสำรวจของ IRI เฉลี่ยหลังซ่อมจะต้องมีค่าไม่มากกว่า ค่า IRI เฉลี่ยก่อนซ่อม เพื่อให้ได้สายทางที่มีการปรับปรุงค่า IRI อย่างแท้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบข้อมูล

กลุ่มที่ปรึกษาจะดำเนินการคัดเลือกสายทางที่สามารถนำไปวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว กลุ่มที่ปรึกษาจึงส่งข้อมูลให้ทางคณะกรรมการพิจารณาความเหมาะสมของสายทางอีกครั้ง ทั้งข้อมูลตำแหน่งของสายทางและประวัติงานซ่อมบำรุง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

ตารางที่ 1-39 ตัวอย่างรหัสงานซ่อมบำรุง

ลำดับ	รหัสงานซ่อม	จำนวนสายทาง	ระยะทาง (กม.)
1	22200 : งานเสริมผิวแอสฟัลต์	24	113.62
2	22300 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่	3	5.88
3	23200 : งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์	12	47.05
4	24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	42	73.84



ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว

เมื่อที่ปรึกษาได้สายทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว ที่ปรึกษาจึงแยกการวิเคราะห์ตามพฤติกรรม และหลักการของค่าความเรียบได้ 3 แบบจำลองดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองผลกระทบหลังการฉาบผิวทางลาดยาง

ที่ปรึกษาจะนำค่าความราบเรียบก่อนและหลังการซ่อมบำรุงมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการฉาบผิวลาดยางในระบบ TPMS ที่อ้างอิงจาก HDM-4 มีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$RI_a = RI_b - \text{MAX}\{0, \text{MIN}[A_0(RI_b - 2.85), 0.06 * Hsl]\}$$

$$RI_a = \text{IRI หลังการฉาบผิว (m/km)}$$

$$RI_b = \text{IRI ก่อนการฉาบผิว (m/km)}$$

$$Hsl = \text{ความหนาของการฉาบผิว (mm)}$$

$$A_0 = 1 \text{ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)}$$

2) แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิว (HDM)

ที่ปรึกษาจะนำค่าความราบเรียบก่อน และหลังการซ่อมบำรุงมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมบำรุงจากข้อมูลสายทางจริง ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิวลาดยางในระบบ TPMS ที่อ้างอิงจาก HDM-4 มีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$\Delta RI_a = \text{max}\{0, A_0[\text{min}(a1, RI_{bw}) - a2] + a3 \text{max}[0, (RI_{bw} - a1)]\}$$

$$RI_{lw} = RI_{bw} - \Delta RI_a$$

โดยที่

$$A_0 = 0.9 \text{ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)}$$

$$a1 = \text{max}\{4.0, 2.1 \exp[0.019 \text{HSNEWaw}]\}$$

$$a2 = 1 + 0.018 \text{max}[0, (100 - \text{HSNEWaw})]$$

$$a3 = \text{min}\{a_0, \text{max}[0, (0.01 \text{HSNEWaw} - 0.15)]\}$$

$$\Delta RI_a = \text{การลดค่าของค่า IRI หลังการเสริมผิวทาง}$$

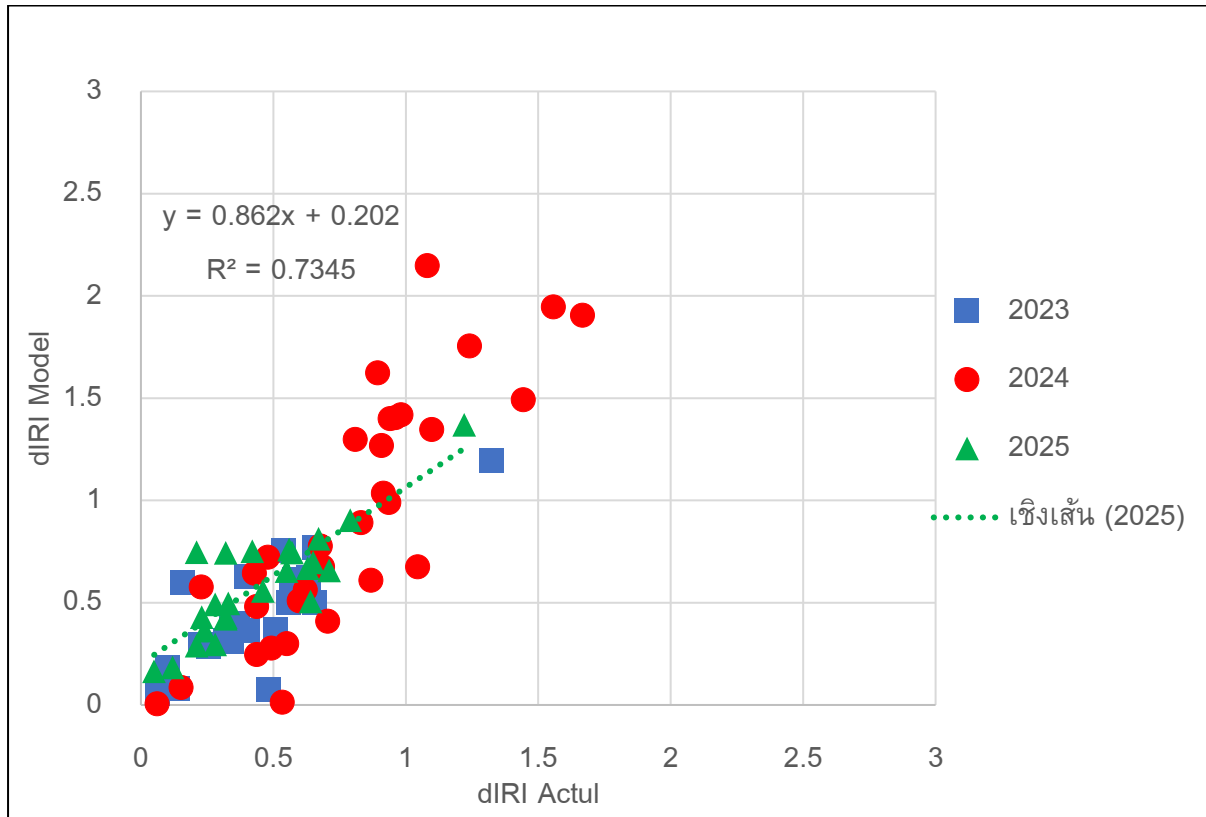
$$RI_{bw} = \text{ค่า IRI ก่อนการเสริมผิวทาง (m/km)}$$

$$RI_{lw} = \text{ค่า IRI หลังการเสริมผิวทาง (m/km)}$$

$$\text{HSNEWaw} = \text{ความหนาของการเสริมผิวทาง (mm)}$$



เมื่อกลุ่มที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบ
หลังการซ่อมแบบเสริมผิวจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อม
จากข้อมูลสายทางจริง พบว่าทั้ง 2 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ
โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 1-138



รูปที่ 1-138 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมผิว

โดยจากรูปที่ 1-138 จะเห็นได้ว่าผลต่างค่า IRI จากทั้ง 2 ที่มา มีค่า R-square อยู่ที่ 0.7345 และมีค่าสัมประสิทธิ์ประมาณ $0.862(X)+0.202$ ซึ่งหมายถึง ค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบเสริมผิวจากแบบจำลอง TPMS มีประมาณครึ่งหนึ่งของค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง (ค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าความเรียบจริง) หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า ค่าความเรียบที่ทำนายจากแบบจำลองให้ค่า IRI หลังซ่อมได้ดีกว่าค่า IRI ที่เกิดจากการซ่อมแบบเสริมผิวบนสายทางจริง

3) แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ และงานบูรณะผิวทาง

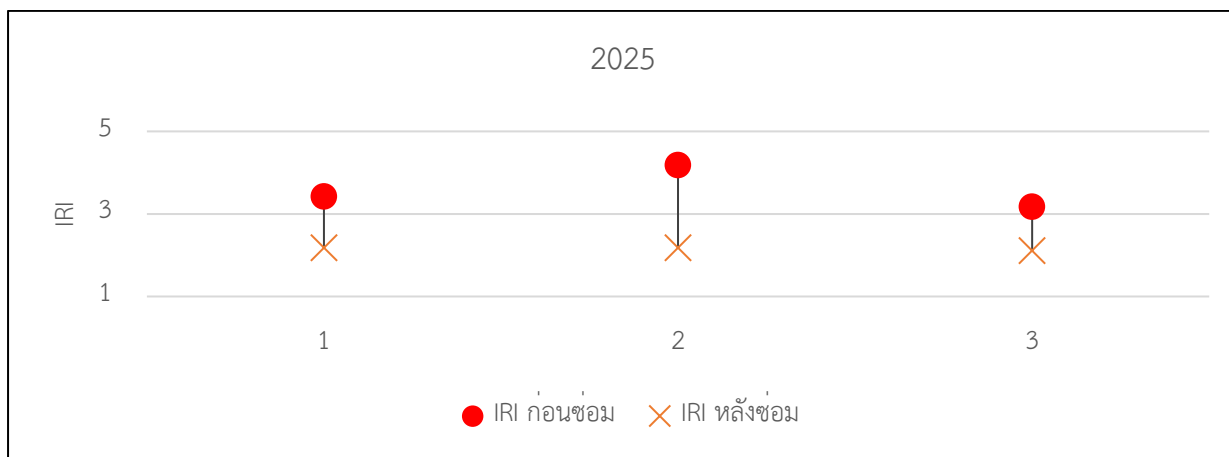
การซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ เป็นวิธีการซ่อมบำรุงแบบรื้อผิวทางเก่า จากนั้นจึงลาดผิวทางใหม่ด้วยแอสฟัลต์และการบูรณะผิวทาง เป็นวิธีการซ่อมบำรุงแบบรื้อตั้งแต่ชั้นโครงสร้างทาง จากนั้นจึงลาดผิวทางใหม่ด้วยแอสฟัลต์ซึ่งวิธีการซ่อมบำรุงดังกล่าวส่งผลให้ค่า IRI ภายหลังการซ่อมด้วยวิธีนี้จะมีค่าเทียบเท่ากับถนนใหม่



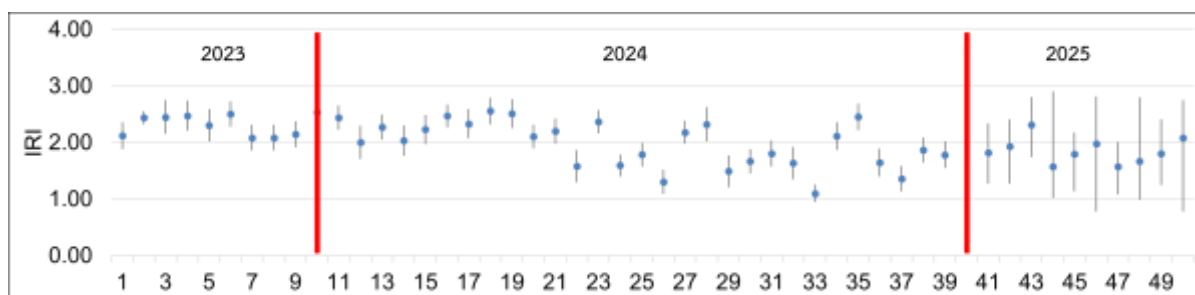
จากผลการศึกษาแบบจำลองจากระบบ TPMS ก่อนหน้านี้ พบว่า ข้อมูลค่า IRI ของกรมทางหลวง สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่าประมาณ 1 ปี จะมีค่า IRI อยู่ที่ประมาณ 1.5 - 2.1 ม./กม. ดังนั้น การกำหนดค่า IRI หลังการซ่อมด้วยวิธีบูรณะผิวทางจึงกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2.0 ม./กม.

จากข้อมูลที่กลุ่มที่ปรึกษาได้รวบรวม สามารถแสดงค่าความราบเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง รายละเอียด ดังนี้ ตารางที่ 1-40 ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่และงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์

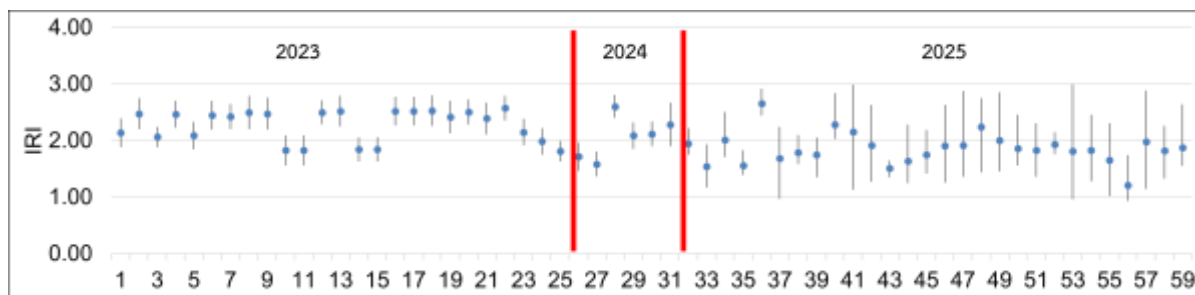
		ค่าเฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	SD
22300 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์ คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่ (Asphalt Hot Mix Recycling)	ก่อนซ่อม	3.43	5.34	2.46	0.98
	หลังซ่อม	2.27	2.80	1.56	0.70
23200 : งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ (Major Repair of Asphalt Pavement)	ก่อนซ่อม	2.49	6.23	2.18	1.03
	หลังซ่อม	1.97	2.91	0.78	0.56
24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ (Rehabilitation of Asphalt Pavement)	ก่อนซ่อม	2.82	6.65	2.51	1.11
	หลังซ่อม	2.13	3.00	0.93	0.48



รูปที่ 1-139 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่
รหัสงาน 22300 (Asphalt Hot Mix Recycling)



รูปที่ 1-140 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ รหัสงาน 23200
(Major Repair of Asphalt Pavement)



รูปที่ 1-141 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ รหัสงาน 24100
(Rehabilitation of Asphalt Pavement)



1.7.2 การศึกษาแนวทางการนำข้อมูลความเสียหายที่ตรวจวัดได้จากข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) เพื่อใช้ประโยชน์ในมิติของงานบำรุงทาง

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการทบทวนประเภทความเสียหายที่ทางสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ได้ให้ที่ปรึกษาดำเนินการสำรวจจัดเก็บข้อมูลในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เปรียบเทียบกับข้อมูลที่สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ สำนักสำรวจและออกแบบกรมทางหลวงมีอยู่ โดยอ้างอิงตามมาตรฐานหรือแนวทางจากต่างประเทศ เช่น ASTM AASHTO และสรุปความเสียหายที่นำไปใช้ในการคิด ประเมินงานบำรุงทางด้วยโปรแกรมบริหารบำรุงทาง TPMS HDM-4 โดยเพิ่มประเภทที่ใช้ในการวิเคราะห์และข้อมูลที่ใช้การทำนาย เปรียบเทียบกับข้อมูลที่สำรวจด้วยสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง

โดยที่ปรึกษาจะทำการแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

- 1) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง
- 2) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต

ซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้บุคลากรที่ผ่านการอบรมทำการบันทึกความเสียหาย (Manual Rating) ที่ตรวจพบจากภาพถ่ายผิวทางในทุก ๆ 5 เมตร ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความเสียหายของผิวทาง ร่วมกับระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic crack detection) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทางต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยาง

จากการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวลาดยาง ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึก และประมวลผลด้วยอุปกรณ์การสำรวจ

โดยสามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการประเมินวิเคราะห์ความเสียหายโดยบุคลากรผู้ชำนาญการโดยใช้โปรแกรมเฉพาะทางสำหรับการประเมิน ที่สามารถส่งออกผลลัพธ์ค่าความเสียหายจากการประเมินสายทาง และค่าพิกัดตำแหน่งของภาพที่เกิดความเสียหายได้

ตารางที่ 1-41 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ผิวทางลาดยาง			
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	การวัด	หน่วยการวัด
1	รอยแตกต่อเนื่อง (Interconnected crack)	พื้นที่	ตารางเมตร
2	รอยแตกตามยาว (Longitudinal crack)	ความยาว	เมตร
3	หลุมบ่อ (Pot-Hole)	พื้นที่	ตารางเมตร



2. การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวคอนกรีต

ที่ปรึกษาประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวคอนกรีต ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ ทำให้การประมวลผลข้อมูลความเสียหายช่วยในการประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ โดยหน่วยการวัดความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตจะแตกต่างจากหน่วยการวัดความเสียหายของถนนผิวลาดยาง เช่น รอยแตกตามขวางของถนนผิวลาดยางจะมีหน่วยการวัดเป็นความยาว (เมตร) ส่วนรอยแตกตามขวางของถนนผิวคอนกรีตจะมีหน่วยการวัดเป็นจำนวนแผ่นที่มีรอยแตก เป็นต้น ซึ่งความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตที่จะวิเคราะห์ตามเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 1-42

ตารางที่ 1-42 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)	จำนวนแผ่นที่มีรอยแตก
2	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)	จำนวนแผ่นที่มีรอยแตก

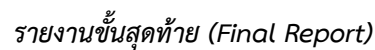
รูปที่ 1-142 หน้าจอตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อม



รูปที่ 1-143 หน้าจอตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อมแก้ไขรายละเอียด

3. ปรับเกณฑ์ค่า Crack ขึ้นต่ำที่ต้องซ่อมจาก 1 ถึง 20 การตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อมบำรุงจากเดิมที่ไม่มีค่าเงื่อนไขรอยแตก แสดงดังรูปที่ 1-144 โดยเพิ่มเงื่อนไขรอยแตกแสดงดังรูปที่ 1-145 คือเงื่อนไขการซ่อมเมื่อสายทางมีรอยแตกกว้างมากกว่าร้อยละ 1 ของพื้นที่ แล้วกวิเคราะห์ซ่อมเพื่อดูผลวิเคราะห์และรวบรวมผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการปรับค่ารอยแตกกว้างขึ้นต่ำที่ต้องซ่อมจาก 1 ถึง 20

รูปที่ 1-144 หน้าตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อมบำรุงก่อนมีค่า Crack



โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ยางประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

Traffic	Intervention Criteria	Road Work Effect	Road User Cost	IFI	Deterioration	Search Path
← แก้ไขการตรวจ ดูประวัติ ลบ ลบ						
ข้อมูลจราจร 22200_OLOS จุดตรวจ OB ความหนาแน่นจราจร (คัน) 50 ค่าปรับ Overlay 50 mm	วิธีการตรวจ OL-AC พื้นที่ 30 ความหนาแน่นจราจร (คัน) 0		ข้อมูลจราจร AC เลขที่จราจร 22200 ค่าปรับ 5			
เงื่อนไขการพิจารณา 2 <= IFI < 3 AND 2 <= INTERVAL < 999999 ลบ OR 0 <= IFI <= 0.29 ลบ AND 2 <= INTERVAL < 999999 ลบ OR 1 <= CRACKING < 99999 ลบ AND 2 <= INTERVAL < 999999 ลบ เพิ่มเงื่อนไข						

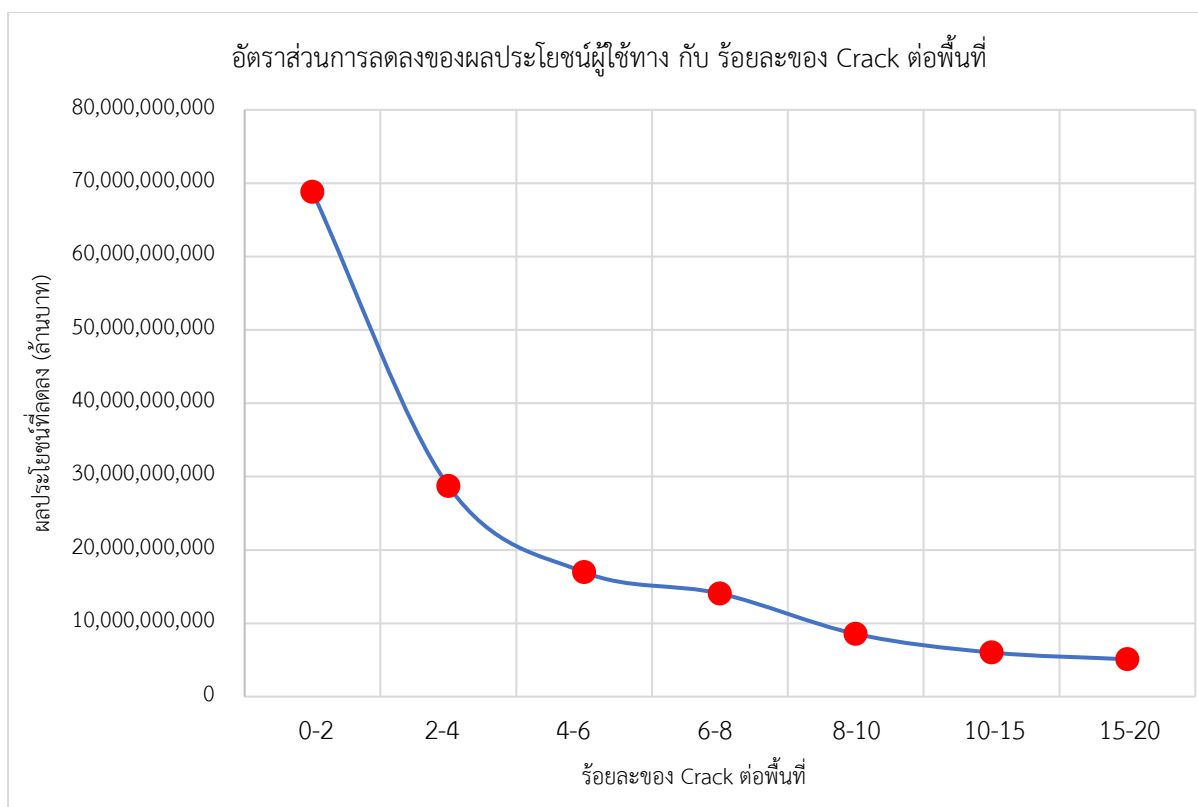
รูปที่ 1-145 แสดงเงื่อนไขการซ่อมบำรุงที่มีค่ารอยแตก

หลังจากรวบรวมผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการปรับค่ารอยแตกกว้างขั้นต่ำที่ต้องซ่อมจาก 1 ถึง 20 จึงนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขค่ารอยแตกกว้างขั้นต่ำสูงขึ้นไปกับผลประโยชน์จากการวิเคราะห์ โดยจัดกลุ่มแยกตามปัจจัยอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ชนิดผิว ปริมาณจราจร เป็นต้น



ตารางที่ 1-43 ตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขการรอยแตกกับผลประโยชน์

ร้อยละของ Crack ต่อพื้นที่	ผลประโยชน์ที่ลดลง
0-2	68,792,756,338
2-4	28,722,317,863
4-6	16,971,954,373
6-8	14,062,689,254
8-10	8,554,311,784
10-15	6,019,621,745
15-20	5,092,038,981



รูปที่ 1-146 ผลการวิเคราะห์จากการปรับค่ารอยแตกไว้ขั้นต่ำที่ต้องซ่อมจาก 1 ถึง 20



1.7.3 การศึกษาความแม่นยำในการประมวลผลค่าความลึกของความเสียหายของชั้นผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection)

การตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของชั้นผิวทางเป็นกระบวนการสำคัญในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคม ในปัจจุบันเทคโนโลยีการตรวจวัดและประมวลผลแบบอัตโนมัติได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ การนำระบบอัตโนมัติมาใช้จำเป็นต้องมีการศึกษาและประเมินความแม่นยำอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการนำไปใช้งานจริง

โดยการศึกษาเน้นการประเมินความแม่นยำในการประมวลผลค่าความลึกของความเสียหายบนชั้นผิวทางแบบอัตโนมัติโดยทำการเปรียบเทียบกับการวัดด้วยเครื่องมือมาตรฐานในสภาพการใช้งานจริง ครอบคลุมความเสียหายประเภทต่าง ๆ ได้แก่ รอยแตก (Crack) และ หลุมบ่อ (Potholes) เป็นต้น

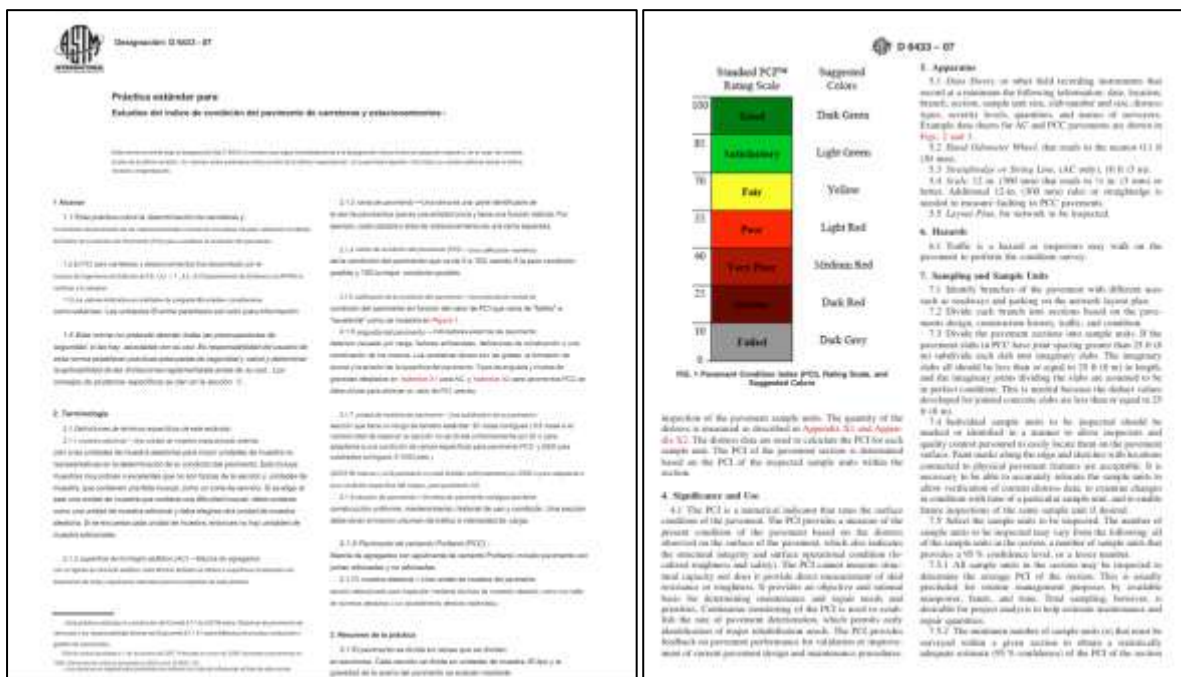
แนวทางการศึกษาและวิเคราะห์

ที่ปรึกษาดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือตามหัวข้อที่ 2.3.4.2 โดยจะเพิ่มกระบวนการตรวจวัดด้วยเครื่องมือมาตรฐาน ด้วยอุปกรณ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เช่น Terrestrial Laser Scanner (TLS) ในสายทางดังกล่าว บันทึกค่าพิกัด และความลึกที่วัดได้นำข้อมูลค่าความลึกของความเสียหายของชั้นผิวทางมาเปรียบเทียบโดยเริ่มต้นจากการจับคู่ข้อมูล ณ จุดเดียวกัน และวิเคราะห์ความแตกต่างในหลายมิติทั้งในด้านค่าความลึกขนาดและลักษณะของความเสียหายการวิเคราะห์นี้ครอบคลุมทั้งการเปรียบเทียบค่าโดยตรงและการวิเคราะห์แนวโน้มของความแตกต่าง เพื่อหาปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความแม่นยำของระบบอัตโนมัติ

ในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานของกรมทางหลวง จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการตรวจวัดแบบอัตโนมัติเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการตรวจสอบ ที่ปรึกษาได้มีการนำระบบดังกล่าวมาใช้งานจริง เพื่อให้ค่าความเสียหายที่ได้จากการสำรวจมีความน่าเชื่อถือ ที่เป็นส่วนหนึ่งในการนำไปวิเคราะห์งบประมาณของกรมทางหลวง จึงจำเป็นต้องมีการประเมินความน่าเชื่อถือและความแม่นยำอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างความมั่นใจในผลลัพธ์ที่ได้ รายงานนี้จึงได้มีการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบตรวจวัดอัตโนมัติ โดยอ้างอิงมาตรฐานสากลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 มาตรฐานได้แก่



1. ASTM D6433, 2007 คือ แนวปฏิบัติมาตรฐานสำหรับการสำรวจและประเมินสภาพผิวทาง โดยใช้ดัชนี Pavement Condition Index (PCI) เหมาะสำหรับตรวจสอบรอยแตก ร้าว หลุมบ่อ และร่องล้อ โดยนำไปใช้เป็นเกณฑ์ประเมินความแม่นยำของระบบตรวจจับอัตโนมัติ ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับ PCI ที่ได้จากการตรวจสอบภาคสนามการประเมิน ความเสีย มีพารามิเตอร์ที่ต้องศึกษาและทดลองประมวลผลเพิ่มเติม เพื่อให้ครอบคลุม กับสภาพถนนประเทศไทยและสามารถนำ config ที่ผ่านการ setting ค่าพารามิเตอร์ ในแต่ละประเภทความเสียหาย ไปใช้กับถนนทั่วทั้งประเทศไทยได้ เช่น กรมทางหลวง เป็นต้น โดยอ้างอิง Literature Review แสดงดังรูปที่ 1-147



รูปที่ 1-147 ตัวอย่างมาตรฐานสำหรับการสำรวจและประเมินสภาพผิวทาง ASTM D6433, 2007

การศึกษาผลประโยชน์ผู้ใช้งานกับเงื่อนไขการซ่อมของ Crack

2. ขั้นตอนการตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อม (Intervention Criteria) หน้าตั้งค่าเงื่อนไขการซ่อมมีส่วนประกอบ ดังนี้

- 1) เลือกเพิ่มวิธีการซ่อม
- 2) เพิ่มมาตรฐานการซ่อม
- 3) เลือกรหัสการซ่อมที่ต้องการตั้งค่า
- 4) เพิ่มรายละเอียดการซ่อม
- 5) เพิ่มเกณฑ์ และแก้ไขสมการ
- 6) ปุ่มลบมาตรฐานที่เลือก และบันทึกค่าที่แก้ไข



3. คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายขอบผิวทาง (PAVEMENT DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL) สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวง 2550 (DOH,2007) จากการศึกษา กรมทางหลวงจะใช้กระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) เพื่อประเมินสภาพความเสียหายของผิวทางทั้งในส่วนของผิวทางแอสฟัลต์และคอนกรีต โดยใช้เครื่องมือที่ช่วยในการวัด เช่น เทปวัดระยะทาง, ไม้บรรทัดยาว 2 เมตร, และลิ้มวัดความลึก เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมิน การวัดพื้นที่ความเสียหายจะคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความยาวของรอยแตก (วัดเป็นเมตร), พื้นที่ที่เสียหาย (วัดเป็นตารางเมตร), เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เสียหายเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่สำรวจ, และการเปรียบเทียบเกณฑ์ระดับความเสียหาย

การประเมินความรุนแรงของความเสียหายจะพิจารณาจากปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของรอยแตก, ความลึก, การหลุดตัว, การขยายตัวของความเสียหาย, และลักษณะการบิ่นหรือการหลุดลอก ซึ่งความรุนแรงจะถูกแบ่งเป็นระดับต่าง ๆ ได้แก่

- เล็กน้อย (Low)
- ปานกลาง (Medium)
- สูง (High)

โดยการใช้เกณฑ์เหล่านี้จะช่วยให้การตัดสินใจเลือกวิธีการบำรุงรักษาผิวทางอย่างเหมาะสม



รูปที่ 1-148 คู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายขอบผิวทาง (PAVEMENT DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL) สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวง 2550 (DOH,2007)



การเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของความเสียหายในการสำรวจถนนปัจจุบัน มีเกณฑ์มาตรฐานหลักสองชุดที่ใช้ในการประเมินระดับความเสียหายของพื้นผิวถนน ได้แก่ ASTM D6433-2007 และ มาตรฐานของกรมทางหลวง พ.ศ. 2550 ทั้งสองมาตรฐานกำหนดแนวทางในการจัดระดับความรุนแรงของความเสียหายโดยพิจารณาจากประเภท ลักษณะ และขนาดของความเสียหายที่เกิดขึ้น

1) ASTM D6433-2007 เป็นมาตรฐานที่ใช้ในระดับสากล โดยมีเกณฑ์การประเมินที่อ้างอิงจากดัชนีสภาพพื้นผิวถนน (Pavement Condition Index: PCI) ซึ่งพิจารณาความรุนแรงของความเสียหายตามลักษณะของรอยแตก รอยกัดเซาะ และการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิว

2) มาตรฐานของกรมทางหลวง พ.ศ. 2550 ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับสภาพถนนในประเทศไทย โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาที่สอดคล้องกับลักษณะของความเสียหายที่พบบ่อยบนถนนในประเทศไทย เช่น การแตกกว้างแบบรังผึ้ง ร่องล้อ และการลอกหลุดของชั้นพื้นผิว

แม้ว่าทั้งสองมาตรฐานจะมีหลักการประเมินที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างในรายละเอียดของระดับความรุนแรงและแนวทางการให้คะแนน ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์สภาพถนนและการวางแผนบำรุงรักษาในระยะยาว โดยสรุปเกณฑ์วัดระดับความรุนแรงของความเสียหายใน 2 มาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจ ณ ปัจจุบัน ระหว่างเกณฑ์ ASTM D6433,2007 และ กรมทางหลวง,2007 แสดงดังตารางที่ 1-44 ถึงตารางที่ 1-48

ตารางที่ 1-44 ผลลดาตยง ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายของผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement)

ลาดยาง (Asphalt Pavement)														
Roadnet	Unit	LCMS						DOH						
		Type	Method	การตรวจวัด	Severity			Remarks	Type	การตรวจวัด	Severity			Remarks
					LOW	MEDIUM	HIGH				LOW	MEDIUM	HIGH	
รอยแตก/รอยร้าว	mm	Alligator/ multiple	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Remarks	รอยแตก/รอยร้าว, รอยร้าว/ รอยร้าว, รอยร้าว/รอยร้าว	Depth, mm	-	-	-	ดูใน DOH ซึ่งรวมรายการ ชนิดการตรวจ หรือรายการ การตรวจวัดในรายการ ประเภทอื่น
				Length (width), mm	<30	30 - 75	>75	ASTM D6433		width, mm	<3	3 - 5	>5	
รอยแตก/รอยร้าว	mm	transverse/ longitudinal	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Remarks	รอยแตก/รอยร้าว, รอยร้าว/ รอยร้าว, รอยร้าว/รอยร้าว	Depth, mm	-	-	-	ดูใน DOH ซึ่งรวมรายการ ชนิดการตรวจ หรือรายการ การตรวจวัดในรายการ ประเภทอื่น
				length (width), mm	<30	30 - 75	>75	ASTM D6433		width, mm	<3	3 - 5	>5	
การหลุดร่อน	mm	spalling	auto	Spalling index, SI	Spalling index, SI = 100 Dia. < 100 mm, Depth < 13 mm			Remarks	การหลุดร่อน	-	Spalling index, SI = 100 Dia. < 100 mm, Depth < 13 mm			
การบวม	mm	bleeding	auto	Spreading index, SI	1.5x SI < 1.75	1.75x SI < 2	SI > 2	Remarks	การบวม	-	Spalling index			
รอยร้าว	mm	etching	auto	Area, m ²	-	-	-	-	รอยร้าว	-	Spalling index			
รูพรุน	mm	porosity	auto						รูพรุน 1-3					



ตารางที่ 1-45 ผิวคอนกรีต ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายของผิวทางคอนกรีต
(Concrete Pavement)

คอนกรีต (Concrete Pavement)												
Roadnet	Unit	LCMS						DOH				
		Type	Method	การวัดผิว	Severity			Type	การตรวจวัด	Severity		
					LCMS	DOH/LMS	MSM			LCMS	DOH/LMS	MSM
รอยร้าว	km	patch_cc	สำรวจ	Area, m ²	-	-	-	รอยร้าวที่มีคอนกรีต หลุดออกบางส่วน		ดูตารางที่ 1-4		
รอยร้าวเส้นตรง	km	spalling	สำรวจ	เส้นตรง	-	-	-	รอยร้าวเส้นตรงที่มีคอนกรีต หลุดออกบางส่วน หรือ ร้าวลึก		ดูตารางที่ 1-4		
การประเมินความเสียหาย ผิวคอนกรีต	km	transverse	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	รอยร้าวเส้นตรงที่มีคอนกรีต หลุดออกบางส่วน, ความ ลึกของรอยร้าวไม่เกิน 100 มม.	Depth, mm	-	-	-
				Length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	Length (width), mm	<3	3 - 6	>6
การประเมินความเสียหาย ผิวคอนกรีต	km	longitudinal	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	รอยร้าวเส้นตรงที่มีคอนกรีต หลุดออกบางส่วน, ความ ลึกของรอยร้าวไม่เกิน 100 มม.	Depth, mm	-	-	-
				Length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	Length (width), mm	<3	3 - 6	>6
รอยร้าวแบบรังนก	m	joint seal crack	สำรวจ	ทิศทางยาว	-	-	-	รอยร้าวแบบรังนก ตามแนวข้อต่อ		<10%	10-30%	>30%
มุมแตก	km	corner break	สำรวจ	เส้นตรง	-	-	-	รอยร้าวแบบรังนก ตามแนวข้อต่อ	Length (width), mm	<3	3 - 6	>6
					-	-	-	ความกว้างรอยร้าว, มม.		<3	<30	>30
								รอยร้าวเส้นตรง, มม.		0	<6	>6

ตารางที่ 1-46 แสดงผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Potholes) สำหรับ
ผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement)

Depth (mm)		Diameter of Pothole (mm)						remark
LCMS	DOH	LCMS	DOH	LCMS	DOH	LCMS	DOH	
		100 - 200		200 - 450		450 - 750		
13 - 25	12 - 25	LOW	LOW	MEDIUM	LOW	MEDIUM	MEDIUM	
>25 - 50	> 25 to 50	LOW	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	
>50	> 50	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	HIGH	HIGH	

จากผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินความเสียหาย ที่ปรึกษาพบว่าเกณฑ์การ
ประเมินผิวทางซึ่งใช้ในการประเมินความเหมาะสมของผิวทางในปัจจุบันและได้นำเข้าข้อมูลสู่ระบบ Roadnet
ยังอ้างอิงเฉพาะผลรวมของความเสียหายแต่ละประเภท โดยยึดตามมาตรฐาน ASTM D6433 และคู่มือจาก
บริษัทผู้พัฒนา Pavemetrics ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้กำหนดเกณฑ์การประเมินความเสียหายโดยละเอียด
ตารางที่ 1-47 และตารางที่ 1-48 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการจำแนกระดับความรุนแรงของความ
เสียหาย ซึ่งถือเป็นเกณฑ์ที่ถูกลำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลปัจจุบัน (พ.ศ. 2568)



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อย่างมีประสิทธิภาพบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

ตารางที่ 1-47 เกณฑ์การประเมินความเสียหาย โดยการแบ่งระดับความรุนแรงที่ใช้เป็นเกณฑ์การประมวลผล
ปัจจุบัน (2568)

ลาดยาง (Asphalt Pavement)									
Roadnet	Unit	Types (LCMS)	Method	การตรวจวัด	Severity			Standard	
					LOW	MEDIUM	HIGH		
รอยแตกต่อเนื่อง	ตร.ม.	Alligator/ multiple	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Romdas, Pavemetrics	
				Length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง	ม.	transverse/ longitudinal	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Romdas, Pavemetrics	
				length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	
การหลุดร่อน	ตร.ม.	raveling	auto	Raveling Index, RI	Raveling Index, RI >100 Dia. < 100 mm, Depth < 13 mm			Romdas, Pavemetrics ASTM D6433	
การซึม	ตร.ม.	bleeding	auto	Bleeding Index, BI	1.5 ≤ BI < 1.75	1.75 ≤ BI < 2	BI ≥ 2	Romdas, Pavemetrics	
รอยปะซ่อม	ตร.ม.	patch_ac	สายตา	Area, m ²	-	-	-	-	
หลุมบ่อ	ตร.ม.	pothole	auto	ดูตารางที่ 2					
คอนกรีต (Concrete Pavement)									
รอยปะซ่อม	ตร.ม.	patch_cc	สายตา	Area, m ²	-	-	-	-	
รอยบิ่นกะเทาะ	จุด	spalling	สายตา	นับจำนวน	-	-	-	-	
จำนวนแผ่นแตกตามขวาง	แผ่น	transverse	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Romdas, Pavemetrics	
				Length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	
จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง	แผ่น	longitudinal	auto	Depth, mm	0	0 - 100	>100	Romdas, Pavemetrics	
				Length (width), mm	<10	10 - 75	>75	ASTM D6433	
รอยร้าวแนวรอยต่อเสียหาย	ม.	joint seal crack	สายตา	วัดความยาว	-	-	-	-	
มุมแตก	จุด	corner_break	สายตา	นับจำนวน	-	-	-	-	





ตารางที่ 1-48 แนะนำเกณฑ์การประเมินความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pothole) โดยการแบ่งระดับความรุนแรง

Pothole Maximum Depth of Pothole (mm)	Diameter of Pothole (mm)			Standard
	100 - 200	200 - 450	450 - 750	
13 to ≤ 25	LOW	MEDIUM	MEDIUM	ASTM D6433
> 25 and ≤ 50	LOW	MEDIUM	HIGH	
> 50	MEDIUM	MEDIUM	HIGH	

จากผลสรุปการศึกษาเกณฑ์มาตรฐานความเสียหายตารางที่ 1-47 และตารางที่ 1-48 ที่ปรึกษา
มีแนวทางในการดำเนินการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาและทดสอบวิธีการประมวลผลค่าความลึกของความ
เสียหายผิวทางอย่างแม่นยำ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์จากระบบ LCMS กับการวัดเชิงกายภาพจากเครื่องมือ
มาตรฐานภาคสนามในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประเมินความเสียหายได้อย่าง
ครอบคลุมในหลากหลายมิติ อาทิ ค่าความกว้างของรอยแตก (Cracks) ตลอดจน ค่าความกว้างและความลึก
ของหลุมบ่อ (Potholes) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความปลอดภัยในการเดินทางและการวางแผนบำรุงรักษา
ในระยะยาว

ที่ปรึกษาจึงได้คัดเลือกสายทางเพื่อศึกษาโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

- 1) สายทางที่มีความเสียหายหลุมบ่อ และรอยแตกจำนวนมาก
- 2) สายทางที่มีค่าเฉลี่ย IRI ความขรุขระผิวทางในเกณฑ์ที่ IRI มากกว่า 3.5 (ม./กม.) ตั้งแต่ระดับ
พอใช้ ถึง ชำรุด
- 3) สายทางที่มีปริมาณจราจรมากกว่า 8,000 คัน/วัน และเปอร์เซ็นต์รถใหญ่มากกว่า 50%

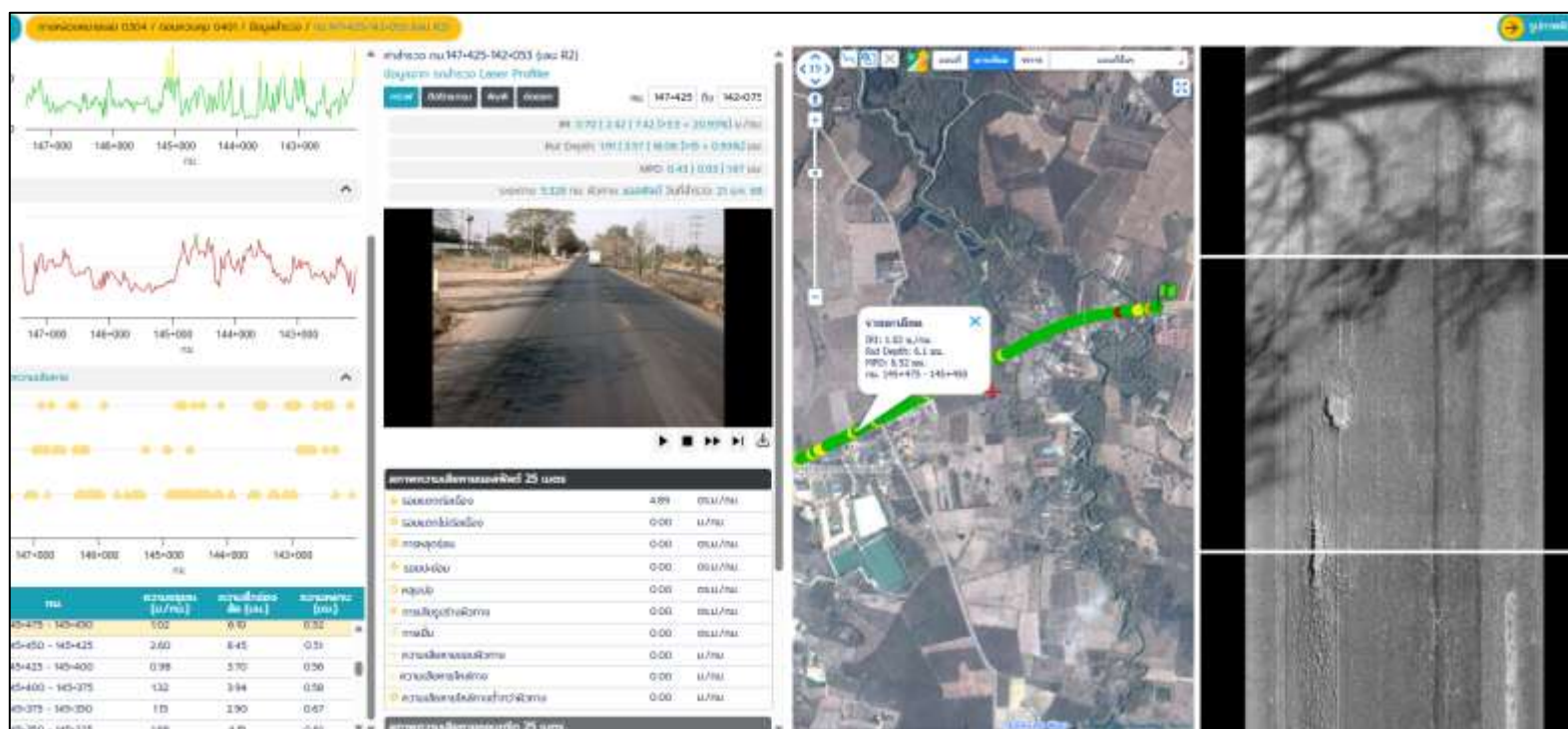
1.7.3.1 กำหนดแปลงการสำรวจการตรวจวัดความเสียหายผิวทางเชิงกายภาพ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการกำหนดพื้นที่ศึกษา 2 ผิวทาง เพื่อวิเคราะห์ค่าความลึกของ
ความเสียหายบนชั้นผิวทาง โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จะถูกนำมาประกอบกับผลการประมวลผล
ค่าความลึกของความเสียหายที่ได้จากระบบตรวจจับอัตโนมัติ (Automatic Detection) เพื่อใช้
ในการวิเคราะห์และประเมินสภาพผิวทางอย่างมีประสิทธิภาพที่ปรึกษาได้กำหนดแผนงานศึกษา
ดังนี้



ตารางที่ 1-49 แสดงพื้นที่แปลงศึกษาเพื่อวัดค่าความสึกของผิวทางลาดยาง - ผิวทางคอนกรีต

สายทาง - ตอนควบคุม	ชื่อตอน	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	เลน	ผิว	หมวด	แขวง (618)	จังหวัด
0304 - 401	เขาคินซอน - ลาดตะเคียน	145+475	145+375	100	R2	AC	หมวดทางหลวงศรีมหาโพธิ์	ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี
0304 - 401	เขาคินซอน - ลาดตะเคียน	142+050	141+950	100	R2	Conc	หมวดทางหลวงศรีมหาโพธิ์	ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี



รูปที่ 1-149 สายทาง 304-401 เขาคินซอน - ลาดตะเคียน ผิวทางลาดยาง เริ่มกม. 145+475 เลน R2



รูปที่ 1-150 สายทาง 304-401 เขาคินซ้อน - ลาดตะเคียน ผิวทางคอนกรีต เริ่มกม. 142+050 เลน R2



1.7.3.2 แผนการตรวจวัดความเสียหายด้วยรถสำรวจ Laser Crack Measurement System (LCMS) รายละเอียดการวิ่งทดสอบโดยวิ่งซ้ำในช่วงกม.เดิม ทุกครั้ง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าที่วัดได้อย่างถูกต้อง

1. เพื่อควบคุมตัวแปร หากเปลี่ยนช่วงการวัด จะมีตัวแปรใหม่ที่แทรกเข้ามา เช่น ความลึกของหลุม ความรุนแรงของความเสียหาย ลักษณะพื้นผิว ทำให้เปรียบเทียบกันไม่ได้
2. เพื่อดูความแม่นยำของเครื่อง/ระบบ เช่น หากใช้ LiDAR, กล้อง, หรือ manual measurement ถ้าวัดช่วงเดิม 3 รอบแล้วค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน แปลว่าระบบมีความเสถียร
3. คำนวณค่าทางสถิติได้เช่น คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อประเมิน reliability

ตารางที่ 1-50 แสดงรายละเอียดการวิ่งทดสอบ

ลำดับ	รอบที่	ประเภทผิว	จุดเริ่มต้น (KM)	จุดสิ้นสุด (KM)	ระยะทาง (เมตร)	ลักษณะ ความเสียหาย	พิกัด (Lat, Long) - เริ่ม	พิกัด (Lat, Long) - สิ้นสุด	รอบ Process
1	รอบที่ 1	ลาดยาง (AC)	145+475	145+175	300	หลุมบ่อ	13.899652, 101.6111477	13.89934605, 101.6105344	1
2	รอบที่ 2	ลาดยาง (AC)	145+475	145+175	300	หลุมบ่อ	13.899652, 101.6111477	13.89934605, 101.6105344	2
3	รอบที่ 3	ลาดยาง (AC)	145+475	145+175	300	หลุมบ่อ	13.899652, 101.6111477	13.89934605, 101.6105344	3
4	รอบที่ 1	คอนกรีต (Conc)	142+050	141+750	300	รอยแตกกว้าง	13.89426181, 101.5808673	13.89389161, 101.5802947	1
5	รอบที่ 2	คอนกรีต (Conc)	142+050	141+750	300	รอยแตกกว้าง	13.89426181, 101.5808673	13.89389161, 101.5802947	2
6	รอบที่ 3	คอนกรีต (Conc)	142+050	141+50	300	รอยแตกกว้าง	13.89426181, 101.5808673	13.89389161, 101.5802947	3



1.7.3.3 แผนการดำเนินงานเข้าพื้นที่ศึกษาตรวจวัดความเสียหายค่าความลึก

ที่ปรึกษาได้มีการกำหนดแผนการดำเนินงานเพื่อเข้าพื้นที่ศึกษาตรวจวัดความเสียหายค่าความลึกผิวทางไว้ดังนี้



รูปที่ 1-151 แผนการดำเนินงานกำหนดการเข้าพื้นที่ศึกษาหัวข้อ 4.7.3

ทั้งนี้ที่ปรึกษาได้จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์และแจ้งกำหนดการดำเนินการทดสอบความแม่นยำในวันที่ 1 กรกฎาคม 2568 เพื่อนำอุปกรณ์สำรวจและอุปกรณ์วัดค่าความลึกเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ในพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี ในพื้นที่สายทาง สายทาง 304 ตอนควบคุม 401



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อย่างเหมาะสมบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



ที่ ยว 64.29/0619

สถาบันการขนส่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชั้น 6 อาคารประชาธิปไตย - ราชมังคลาภิเษก
วังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

19 มิถุนายน 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ขอเข้าพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี

เรียน ผู้อำนวยการสำนักบริหารทางหลวง กรมทางหลวง

อ้างถึง สัญญาเลขที่ สร.1/2568 ลงวันที่ 6 ธันวาคม 2567

สิ่งที่แนบมาด้วย 1. พื้นที่แปลงศึกษา
2. กำหนดการดำเนินการทดสอบ

ตามที่ สำนักบริหารทางหลวง กรมทางหลวง ได้มอบหมายให้ สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ดำเนินงานที่ปรึกษา "โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อย่างเหมาะสมบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568" โดยขอบเขตการดำเนินงานโครงการฯ ในหัวข้อ 4.7.3 ได้กำหนดให้ทางที่ปรึกษา ดำเนินการศึกษาความแม่นยำในการประมวลผลค่าความลึกของความเสียหายของชั้นผิวทางแบบอัตโนมัติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ นั้น

ในการนี้ กลุ่มที่ปรึกษาฯ จึงมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เข้าพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี เพื่อดำเนินการเข้าพื้นที่เพื่อตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธีภาคสนาม (Manual Survey) และดำเนินการสำรวจข้อมูลความลึกของผิวทาง โดยที่ปรึกษาขอความอนุเคราะห์นำอุปกรณ์ 2 ชนิดในการสำรวจภาคสนาม ได้แก่ อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS (Laser Crack Measurement System) และเวอร์นิเยร์คาลิปเปอร์ ในวันอังคารที่ 1 กรกฎาคม 2568 รายละเอียดดังสิ่งที่แนบมาด้วย ทั้งนี้ กลุ่มที่ปรึกษาฯ ได้มีการมอบหมายให้ นายชินวัตร สวัสดิชานนท์ ตำแหน่งผู้ประสานงานหลัก และเจ้าหน้าที่สำรวจ โทรศัพท์ 08 4914 9822 เป็นผู้ประสานงานต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(ศาสตราจารย์ ดร.กิติ์สิทธิ์ เจริญพงศ์)
ผู้อำนวยการสถาบันการขนส่ง

ผ่านพิจารณา
โทรศัพท์ 02-181-1770, 063-583-5055
โทรสาร 02-181-1768

รูปที่ 1-152 เอกสารหนังสือขอเข้าพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี





เอกสารแนบที่ 2

กำหนดการดำเนินการทดสอบความแม่นยำในการประมวลผลค่าความลึกของความเสียหายของ
ชั้นผิวทางแบบอัตโนมัติ ด้วยรถสำรวจสภาพผิวทาง ด้วยเลเซอร์แบบ LCMS และเวอร์เนียร์คาลิเปอร์
วันอังคารที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2568

เวลา	การลงพื้นที่
08.30 – 9.00 น.	- เครื่องบินที่ทดสอบทางสายทาง 304 – 401 ช่วง กม.145+475 - ผิวทางลาดยาง (AC) ความเสียหาย รอยรูด
09.00 – 9.30 น.	- เครื่องบินที่ทดสอบทางสายทาง 304 – 401 ช่วง กม.142+050 - ผิวทางคอนกรีต (CC) ความเสียหาย รอยแตกยาว
09.30 – 10.30 น.	- ตรวจสอบความพร้อมก่อนอุปกรณ์การสำรวจสภาพผิวทางแบบ LCMS และอุปกรณ์เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ - ชี้แจงรายละเอียด วิธีการทดสอบอุปกรณ์ ให้กับทางคณะกรรมการ
10.30 – 10.50 น.	ดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ LCMS พื้นที่ - ทางหลวงหมายเลข 304 ตอน 401 ช่วง กม. 145+475 – กม. 145+175 ผิวทางลาดยาง ความเสียหาย รอยรูด
10.50 – 11.00 น.	ดำเนินการตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธีการภาคสนาม (Manual Survey) - ทางหลวงหมายเลข 304 ตอน 401 ช่วง กม. 145+475 – กม. 145+175 ผิวทางลาดยาง ความเสียหาย รอยรูด
11.10 – 11.30 น.	ดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ LCMS พื้นที่ - ทางหลวงหมายเลข 304 ตอน 401 ช่วง กม. 142+050 – กม. 141+750 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหาย รอยแตกยาว
11.30 – 12.00 น.	ดำเนินการตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธีการภาคสนาม (Manual Survey) - ทางหลวงหมายเลข 304 ตอน 401 ช่วง กม. 142+050 – กม. 141+750 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหาย รอยแตกยาว
12.00 – 13.00 น.	พักกลางวัน
13.00 น.	เดินทางกลับ

รูปที่ 1-153 เอกสารแนบรายละเอียดกำหนดการเข้าทดสอบความแม่นยำ ฯ TOR 4.7.3

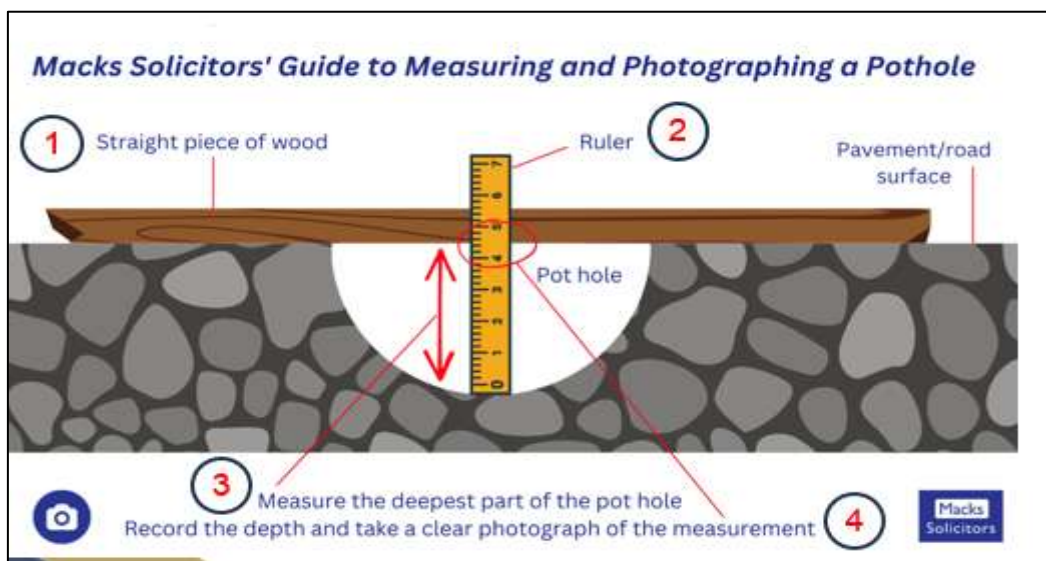
1.7.3.4 การตรวจสอบผิวทางด้วยวิธีการวัดด้วยเครื่องมือภาคสนาม (Manual Pavement Condition Survey)

ที่ปรึกษามีการกำหนดอุปกรณ์ในการสำรวจออกภาคสนาม โดยบุคลากรเดินสำรวจ
พื้นที่จริง และใช้เครื่องมือภาคสนามในการตรวจสอบประกอบด้วย

1. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบเข็มทิศ (Vernier Caliper with Divider Tips) หรือในบางกรณีอาจเรียกว่า เวอร์เนียร์คอมพาส (Vernier Compass Caliper) เพื่อใช้วัดความกว้างและความลึก
2. ไม้บรรทัดเหล็ก ยาว 2 เมตรเพื่อวางระนาบ และไม้บรรทัดเหล็กสำหรับวัดความลึกซึ่งแสดงดังรูปต่อไปนี้
3. ตลับเมตร กรณีใช้วัดความยาวของรอยแตกตามยาว
4. เชือก สำหรับวัดรอบวงรัศมีหลุมบ่อ (Pot-hole)



รูปที่ 1-154 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเกจเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) และไม้บรรทัดเหล็ก 2 เมตร



(ที่มา : [Pothole Damage Claim Northumberland | Pothole & Pavement Claims](#))

รูปที่ 1-155 แสดงกระบวนการ : เริ่ม วางไม้พาดข้ามหลุม → จิ้มไม้บรรทัดวัดลึกสุด → อ่านค่า
→ ถ่ายรูปเก็บหลักฐาน จนจบกระบวนการ



รูปที่ 1-156 การเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยบุคลากรเดินสำรวจพื้นที่จริง



ในรายงานขั้นสุดท้ายฉบับนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวางแผนส่วนของวิธีการวัดค่าความลึกและแนวทางการดำเนินการทดสอบของค่าความลึกของชั้นผิวทางเพื่อทดสอบและบันทึกค่าความลึกของรอยแตกและหลุมบ่อบนพื้นผิวถนน เพื่อใช้ประเมินระดับความเสียหายและความจำเป็นในการซ่อมบำรุง โดยการเตรียมพื้นที่ศึกษาและวิธีการวัดค่าของอุปกรณ์มีดังนี้

การเตรียมพื้นที่ศึกษาของแปลงทดสอบงานที่ 1 และแปลงทดสอบงานที่ 2

1. กำหนดแปลงพื้นที่สำรวจบนพื้นถนนที่มีรอยแตก โดยทำการคัดเลือกและกำหนดตำแหน่งของพื้นที่ที่มีรอยแตกและปัจจัยอื่น ๆ ดังข้อ 2.1.3.3 และ ข้อ 2.1.3.4 เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการสำรวจ โดยในการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ดังกล่าว ใช้สีสเปรย์หรือขอล็กสำหรับงานจราจร ตีเส้นครอบคลุมบริเวณให้ชัดเจน เช่น 1 เมตร x 1 เมตร เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนและแน่นอนว่าเป็นพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์รอยแตกและหลุมบ่อ
2. การวัดด้วยอุปกรณ์สำรวจ LCMS ที่ปรึกษาดำเนินการตีเส้นนำทางการใช้ วิ่งสำรวจ (Leadin-Out) เพื่อให้การเก็บข้อมูลของรถสำรวจ LCMS มีความแม่นยำ จึงจำเป็นต้องจัดเตรียม ระยะนำเข้าและนำออก (Leadin - Leadout) อย่างน้อย 100 เมตร ทั้งก่อนและหลังพื้นที่สำรวจจริง เพื่อให้รถสามารถเตรียมกดบันทึกข้อมูล (STA.) ได้อย่างราบรื่น และเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผล (Processing) ข้อมูลในภายหลัง



รูปที่ 1-157 เตรียมพื้นที่ศึกษาด้วยการใช้สีสเปรย์และกรวยจราจรสำหรับงานจราจรกำหนด STA
เริ่ม-สิ้นสุดการทดสอบ

3. การวัดด้วยอุปกรณ์ Manual ก่อนที่รถสำรวจ LCMS จะวิ่งผ่านพื้นที่เป้าหมาย โดยการใช้เครื่องมือวัดอ้างอิงจากข้อ 1.1.3.6 เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ และไม้บรรทัดเหล็ก หรือเครื่องมืออื่น ๆ ที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานเปรียบเทียบกับผลที่ได้จาก LCMS และเพื่อประเมินความถูกต้องของระบบสำรวจอัตโนมัติ



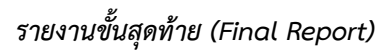
4. การปิดช่องจราจรเพื่อความปลอดภัย ที่ปรึกษาขอความอนุเคราะห์จากหมวดทางหลวงในพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี เพื่อจัดเจ้าหน้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการวางกรวยจราจร และอุปกรณ์เตือนเพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่สำรวจและผู้ใช้ทาง โดยควรปิดช่องจราจร 1 ช่องจราจรจากไหล่ทาง และมีป้ายเตือนชัดเจนล่วงหน้า



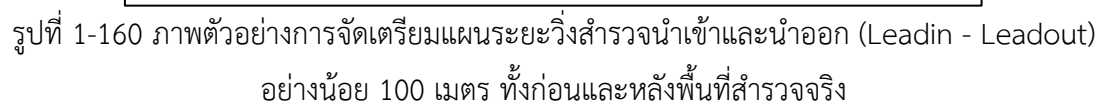
รูปที่ 1-158 ภาพตัวอย่างการเตรียมพื้นที่ศึกษาค่าความลึกรอยแตกตามยาว ของผิวทางคอนกรีต



รูปที่ 1-159 ภาพตัวอย่างการเตรียมพื้นที่พื้นที่ศึกษาค่าความลึกหลุมบ่อ ของผิวทางลาดยาง



เพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



เสียหายหมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 – 141+500 เลน R2

- 1) ที่ปรึกษาดำเนินการจดบันทึกค่าความลึกที่ได้ หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร และเมตร
- 2) สรุปการเก็บข้อมูล ณ site สำรองที่ 1 โดยการใช้ ไม้วอร์เนียร์วัด ไม้นรทัด และตลับเมตร ในการวัดขนาดของรอยแตก และหลุมบ่อ ทั้งในแง่ของ
 - ความยาว (หน่วยเป็นเซนติเมตร)
 - ความลึก (Depth) และ กว้าง (Width): ขนาดของรอยแตก ที่วัดได้จากการสำรวจ
 - กม. ระบุตำแหน่งความเสียหายที่เกิดขึ้น



ข้อมูลภาพถ่ายของการเก็บข้อมูลที่สถานที่ทดสอบจริง ซึ่งจะช่วยยืนยันลักษณะความเสียหายได้อย่างชัดเจน

site	surface	type	จุด	km	ลึก(mm)	กว้าง(mm)	ยาว(m)	รูป1	รูป2
1.1	CC	transverse crack แตกตาม ขวาง KM: 142+025	1	142+025	-	-	3.53		
			2		-	-			
			3		21.12	-			
			4		12.13	21.51			
			5		12.59	34.49			
			6		11.72	36.41			
			7		19.92	9.68			
			8		16.33	57.61			
			9		14.41	10.89			
			10		17.25	32.34			
			11		15.93	66.81			
			12		10.79	8.71			

รูปที่ 1-161 สรุปข้อมูลแปลงทดสอบความเสียหาย ผิวทางคอนกรีต จุดที่ 1

site	surface	type	จุด	km	ลึก(mm)	กว้าง(mm)	ยาว(m)	รูป1	รูป2
1.2	CC	transverse crack แตกตามขวาง KM: 141+500	1	141+500	40.84	-	3.50		
			2		81.38	35			
			3		165.00	40			
			4		65.00	40			

รูปที่ 1-162 สรุปข้อมูลแปลงทดสอบความเสียหาย ผิวทางคอนกรีต จุดที่ 2



แปลงทดสอบที่ 1.1 : ผิวคอนกรีต จุดทดสอบที่ 1 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 เลน R2
ความลึกสูงสุดของรอยแตกอยู่ 21.12 mm ณ จุดตรวจวัดที่ 3 จากการวัดแนวขวางของถนน



รูปที่ 1-163 รายละเอียดความเสียหายผิวทางคอนกรีต แปลงทดสอบที่ 1.1 : ผิวคอนกรีต จุดที่ 1 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 เลน R2

แปลงทดสอบที่ 1.2 : ผิวคอนกรีต จุดทดสอบที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 141+500 เลน R2
ความลึกสูงสุดของรอยแตกอยู่ 165.00 mm ณ จุดตรวจวัดที่ 3 จากการวัดแนวขวางของถนน



รูปที่ 1-164 รายละเอียดความเสียหายผิวทางคอนกรีต แปลงทดสอบที่ 1.2 : ผิวคอนกรีต จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 141+500 เลน R2



2) ข้อมูลแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1.2 ผิวทางลาดยาง ความเสียหายหลุมบ่อ และรอยแตก จำนวน

4 จุดความเสียหาย หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. กม. 145+375 เลน R2

ที่ปรึกษาได้มีการเก็บข้อมูล ณ site สำรวจที่ 2 โดยการใช้ ไม่วอร์เนียร์วัด ไม่วอร์ทดัด เข็อก และตลับเมตร ในการวัดขนาดของหลุมบ่อ ทั้งในแง่ของ

- ความยาว (หน่วยเป็นเซนติเมตร)
- รัศมีของหลุมบ่อ
- ความลึก (Depth) และ กว้าง (Width): ขนาดของรอยแตก และหลุมบ่อ ที่วัดได้จากการสำรวจ
- กม. ระบุตำแหน่งความเสียหายที่เกิดขึ้น
- ข้อมูลภาพถ่ายของการเก็บข้อมูลที่สถานที่ทดสอบจริง ซึ่งจะช่วยยืนยันลักษณะความเสียหายได้อย่างชัดเจนมากขึ้น



3) ข้อมูลแปลงทดสอบที่ 2.1 : ผิวลาดยาง จุดทดสอบที่ 1 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

no	site	surface	type	จุด	km	ลึกmm.	กว้างm.	ยาว m.	เส้นรอบวงmm.	รูปที่ 1	รูปที่ 2
1	2	ac	หลุม	1	145+375	35.0	0.13	0.08	48		



รูปที่ 1-165 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.1 : จุดที่ 1 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2



4) ข้อมูลแปลงทดสอบที่ 2.2 : ผิวลาดยาง จุดทดสอบที่ 2 ความเสียหายแตกต่อนื่อง : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

no	site	surface	type	จุด	km	ลึก mm.	กว้าง m.	ยาว m.	พื้นที่ตรม. Sqm.	รูปที่ 1	รูปที่ 2
2	2	ac	แตกต่อนื่อง	1	145+375	11.00	1.5	6.7	10.050		



รูปที่ 1-166 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.2 : จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2



5) ข้อมูลแปลงทดสอบที่ 2.3 : ผิวลาดยาง จุดทดสอบที่ 3 ความเสียหายแตกตามยาว : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

no	site	surface	type	จุด	km	ลึกmm.	กว้างm.	ยาว m.	รูปที่ 1	รูปที่ 2
3	2	ac	แตกตามยาว	1	145+375	10.00	0.047	2.85		



รูปที่ 1-167 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.3 : จุดที่ 3 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2



6) ข้อมูลแปลงทดสอบที่ 2.4 : ผิวลาดยาง จุดทดสอบที่ 4 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+275 เลน R2

no	site	surface	type	จุด	km	ลึก mm.	กว้าง m.	ยาว m.	เส้นรอบ วงmm.	รูปที่ 1	รูปที่ 2
4	2	ac	หลุม	2	145+275	34	0.18	0.5	129		



รูปที่ 1-168 รายละเอียดความเสียหายผิวลาดยาง แปลงทดสอบที่ 2.4 : จุดที่ 2 สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+275 เลน R2



1.7.3.5 การตรวจสอบความเสียหายด้วยอุปกรณ์สำรวจ LCMS ดำเนินงานวิ่งสำรวจ

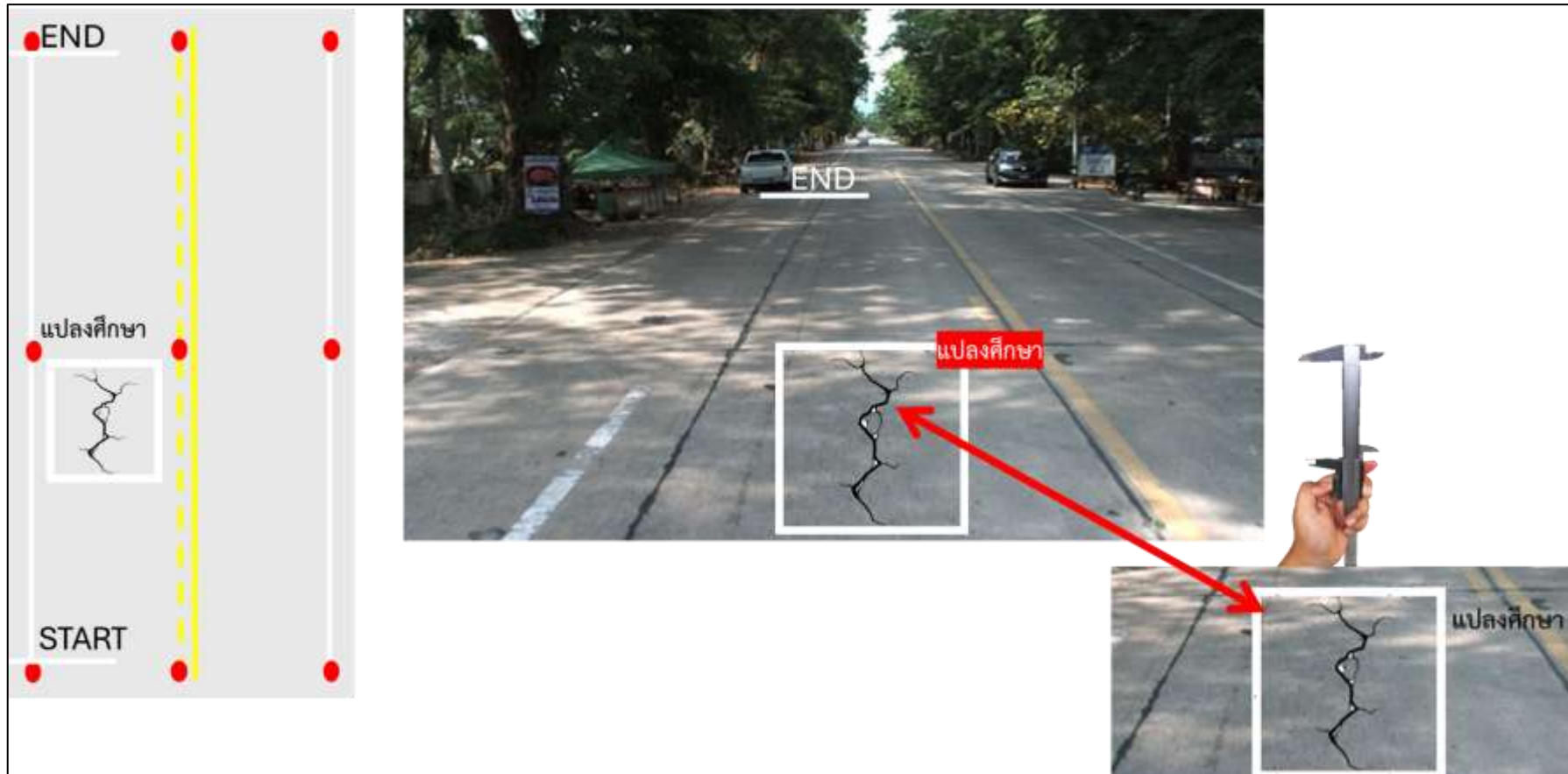
วัดค่าความลึกรอยแตก ผิวทางคอนกรีต และความลึกหลุมบ่อ ผิวลาดยาง

แปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอยแตก

1. นำอุปกรณ์สำรวจ LCMS ไปสำรวจเมื่อเข้าพื้นที่แปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1 ก่อนถึงระยะสำรวจดำเนินการ Lead in ระยะทาง 100 เมตร ก่อนเข้าแปลงพื้นที่ศึกษาและกวด STA.บริเวณความเสียหายรอยแตกตามยาว บนผิวคอนกรีต (Conc)
2. ดำเนินการวิ่งสำรวจแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1 ผิวทางคอนกรีต (Conc) ช่วง กม. 142+050 - 141+750 ระยะทาง 300 เมตร 3 รอบการสำรวจ เพื่อนำไปประมวลผลค่าความลึกต่อไป
3. นำข้อมูลจากการสำรวจหลุมบ่อนำไปประมวลผลข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์ โดยใช้เกณฑ์วัดระดับความรุนแรงของความเสียหาย ระหว่างเกณฑ์ ASTM D6433,2007 และ กรมทางหลวง,2007



รูปที่ 1-169 รถสำรวจ LCMS สำรวจเมื่อเข้าพื้นที่แปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1 ผิวคอนกรีต



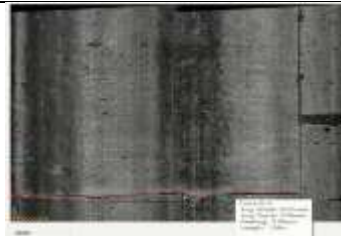
รูปที่ 1-170 ภาพตัวอย่างแปลงพื้นที่ศึกษาค่าความลึกรอยแตกตามยาว ของผิวทางคอนกรีต



ประมวลผลด้วยมาตรฐาน ASTM D6433-2007 เป็นมาตรฐานที่ใช้ในระดับสากล

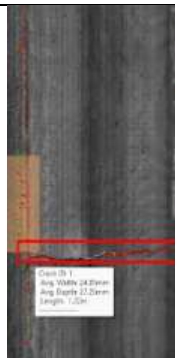
ข้อมูลแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1.1 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอยแตก จำนวน 2 จุดความเสียหายหมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 -141+500
เลน R2

จุดทดสอบที่ 1 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอยแตก หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 เลน R2

คันที่ 1 Transverse crack Process หน่วยวัด ASTM-CU								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก mm	กว้างเฉลี่ยmm	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	142+025	12.65	29.38	3.06	Major		
คันที่ 2 Transverse crack Process หน่วยวัด ASTM-STC								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก mm	กว้างเฉลี่ยmm	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	142+025	14.00	25.00	3.85	Major		



จุดทดสอบที่ 2 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอย หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 141+500 เลน R2

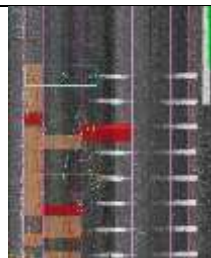
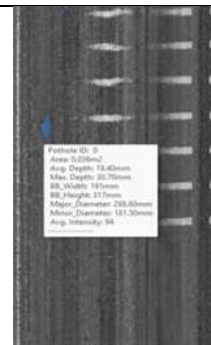
คันที่ 1 transverse crack Process หน่วยวัด ASTM-CU								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึกmm	กว้างเฉลี่ย mm	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	141+500	33.41	24.45	3.41	Major		
คันที่ 2 transverse crack Process หน่วยวัด ASTM-STC								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึกmm	กว้างเฉลี่ย mm	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	141+500	27.23	24.81	3.80	Major		



ข้อมูลแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1.2 ผิวทางลาดยาง ความเสียหายหลุมบ่อ และรอยแตก จำนวน 4 จุดความเสียหาย หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม.

กม. 145+375 เลน R2

จุดทดสอบที่ 1 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

คันที่ 1 Potholes Process หน่วยวัด ASTM-CU								
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sq.m.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	หลุม	1	145+375	0.03	29.7	19.3		
คันที่ 2 Potholes Process หน่วยวัด ASTM-ST5								
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sq.m.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	หลุม	1	145+375	0.04	30.70	19.40		



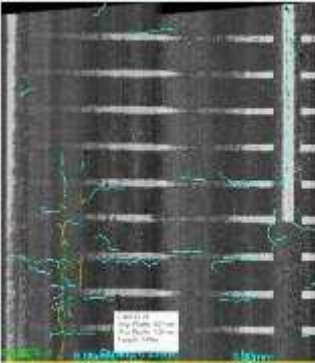
จุดทดสอบที่ 2 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+275 เลน R2

คันที่ 1 Potholes Process หน่วยวัด ASTM-CU									
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sq.m.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	surface	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	pothole	1	145+275	0.06	31.9	24.8	Medium		

คันที่ 2 Potholes Process หน่วยวัด ASTM-STC									
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sq.m.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	surface	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	pothole	1	145+275	0.07	33.10	25.00	Medium		

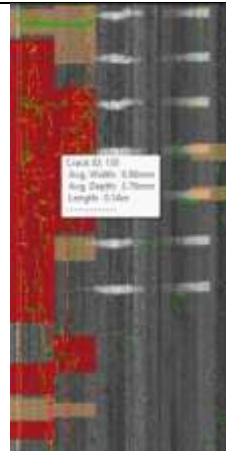


จุดทดสอบที่ 3 ความเสียหายแตกต่อเนื่อง : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

คันที่ 1 Alligator crack Process หน่วยวัด ASTM-CU									
surface	type	km	ลึก mm	กว้าง m.	ยาว m.	พื้นที่ Sqm.	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ต่อเนื่อง	145+375	8.64	2.07	49.85	103.32	Very Weak		
คันที่ 2 Alligator crack Process หน่วยวัด ASTM-STC									
surface	type	km	ลึก mm	กว้าง m.	ยาว m.	พื้นที่ Sqm.	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ต่อเนื่อง	145+375	8.98	1.98	50.33	99.65	Major		



จุดทดสอบที่ 4 ความเสียหายแตกตามยาว : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

คันที่ 1 Longitudinal Crack Process หน่วยวัด ASTM-CU								
surface	type	km	ลึก mm	กว้าง m	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตกตามยาว	145+375	2.2	0.01	3.44	Weak		
คันที่ 2 Longitudinal Crack Process หน่วยวัด ASTM-ST5								
surface	type	km	ลึก mm	กว้าง m	ยาว m	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตกตามยาว	145+375	1.97	0.01	3.27	Weak		



ประมวลผลด้วยมาตรฐานของกรมทางหลวง พ.ศ. 2550

ข้อมูลแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1.1 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอยแตก จำนวน 2 จุดความเสียหายหมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 -141+500
เลน R2

จุดทดสอบที่ 1 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอยแตก หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 142+025 เลน R2

คันที่ 1 transverse crack Process หน่วยวัด DOH-CU								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก mm.	กว้าง mm.	ยาว m.	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	142+025	11.67	25.13	3.83	Medium		
คันที่ 2 transverse crack Process หน่วยวัด DOH-ST5								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก(mm)	กว้าง(mm)	ยาว(m)	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	142+025	14.00	25.00	3.81	Medium		



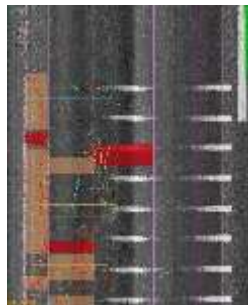
จุดทดสอบที่ 2 ผิวทางคอนกรีต ความเสียหายรอย หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 141+500 เลน R2

คันที่ 1 transverse crack Process หน่วยวัด DOH-CU								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก mm.	กว้าง mm.	ยาว m.	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	141+500	31.71	23.22	3.51	Medium		
คันที่ 2 transverse crack Process หน่วยวัด DOH-ST5								
surface	type	km	ค่าเฉลี่ยลึก mm.	กว้าง mm.	ยาว m.	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
CC	transverse crack	141+500	27.23	24.81	3.53	Medium		



ข้อมูลแปลงทดสอบงานศึกษาที่ 1.2 ผิวทางลาดยาง ความเสียหายหลุมบ่อ และรอยแตก จำนวน 4 จุดความเสียหาย หมายเลขสายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

จุดทดสอบที่ 1 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

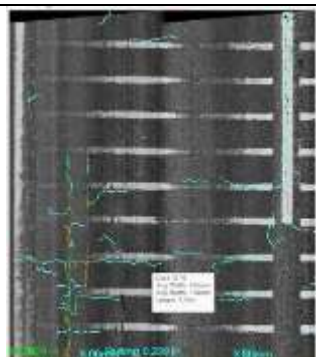
คันที่ 1 Potholes Process หน่วยวัด DOH-CU								
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sqm.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	หลุม	1	145+375	0.05	30.8	18.00		
คันที่ 2 PotHoles Process หน่วยวัด DOH-ST5								
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sqm.	ลึกสุด mm.	ลึกเฉลี่ย mm.	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	หลุม	1	145+375	0.02	32.90	16.40		



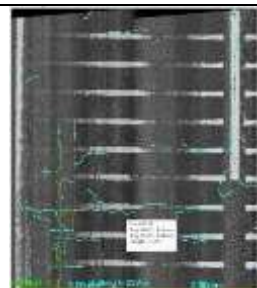
จุดทดสอบที่ 2 ความเสียหายหลุมบ่อ : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+275 เลน R2

คันที่ 1 PotHoles Process หน่วยวัด DOH-CU										
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sqm.	ลึกสุด mm	ลึกเฉลี่ย mm	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง	หมายเหตุ
ac	หลุม	1	145+275							Diameterและ Depth ของกรมตั้ง ไว้น้อยกว่าของ CU
คันที่ 2 PotHoles Process หน่วยวัด DOH-STC										
surface	type	จุด	km	พื้นที่ Sqm.	ลึกสุด mm	ลึกเฉลี่ย mm	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง	หมายเหตุ
ac	หลุม	1	145+275							Diameterและ Depth ของกรมตั้ง ไว้น้อยกว่าของSTC

จุดทดสอบที่ 3 ความเสียหายแตกต่อเนื่อง : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

คันที่ 1 Alligator crack Process หน่วยวัด DOH-CU											
surface	type	จุด	km	ลึก mm	กว้าง m.	ยาว m.	พื้นที่ Sqm.	ประเภท	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ต่อเนื่อง	รวม	145+375	8.87	2.0	50.80	102.96	alligator crack/multiple crack	Very Weak		
คันที่ 2 Alligator crack Process หน่วยวัด DOH-ST5											
surface	type	จุด	km	ลึก mm	กว้าง m.	ยาว m.	พื้นที่ Sqm.	ประเภท	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ต่อเนื่อง	รวม	145+375	5.77	1.97	50.18	98.60	alligator crack/multiple crack	Very Weak, Medium		

**จุดทดสอบที่ 4** ความเสียหายแตกตามยาว : สายทาง 304-401 ช่วงกม. 145+375 เลน R2

คันที่ 1 Longitudinal Crack Process หน่วยวัด DOH-CU										
surface	type	จุด	km	ลึก mm.	กว้าง m.	ยาว m.	ประเภท	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ตามยาว	1	145+375	2.55	0.01	2.51	Longitudi nal	Medium		
คันที่ 2 Longitudinal Crack Process หน่วยวัด DOH-ST5										
surface	type	จุด	km	ลึก mm.	กว้าง m.	ยาว m.	ประเภท	SEVERITY	รูปกล้องหน้า	รูปผิวทาง
ac	แตก ตามยาว	1	145+375	2.10	0.01	2.06	Longitudi nal	Weak		



สรุปการเปรียบเทียบข้อมูลความเสียหายผิวทาง (Surface distress) ประกอบ 2 รูปแบบ

การศึกษาในครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญไปที่การประเมินความแม่นยำในการประมวลผลค่าความสึกของ ความเสียหายบนชั้นผิวทางโดยใช้เทคโนโลยีการตรวจวัดและประมวลผลแบบอัตโนมัติ โดยการเปรียบเทียบ ผลการประมวลผลกับการวัดค่าความเสียหายด้วยเครื่องมือมาตรฐานในสภาพการใช้งานจริงเชิงภาคสนาม (Manual Pavement Condition Survey) การศึกษาครอบคลุมการตรวจสอบประเภทความเสียหายต่าง ๆ เช่น รอยแตก (Crack) และหลุมบ่อ (Potholes) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการนำระบบ อัตโนมัติไปใช้งานในภาคสนามจริง

ในการศึกษาเบื้องต้นนี้ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาสรุปเพื่อทำการเปรียบเทียบผลการประเมินค่าความเสียหายจาก 2 รูปแบบหลัก ได้แก่

1. การตรวจสอบภาคสนาม (Manual Pavement Condition Survey)
2. การตรวจสอบความเสียหายด้วยอุปกรณ์ LCMS ซึ่งใช้มาตรฐานการประมวลผลสองประเภท ได้แก่
1) ASTM D6433 และ 2) คู่มือกรมทางหลวง (DOH)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและเปรียบเทียบข้อมูลความสึกจากการประเมินค่าความเสียหายระหว่าง อุปกรณ์ LCMS ซึ่งใช้มาตรฐาน ASTM D6433 ร่วมกับคู่มือจากบริษัท Pavemetrics (ปี ค.ศ. 2018) และคู่มือ กรมทางหลวง (ปี พ.ศ. 2550) โดยการศึกษาในพื้นที่แขวงทางหลวงปราจีนบุรี (สายทาง 304 ตอนควบคุม 401) และทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาภาคสนาม (Manual Pavement Condition Survey) ในปีงบประมาณ 2568 นี้

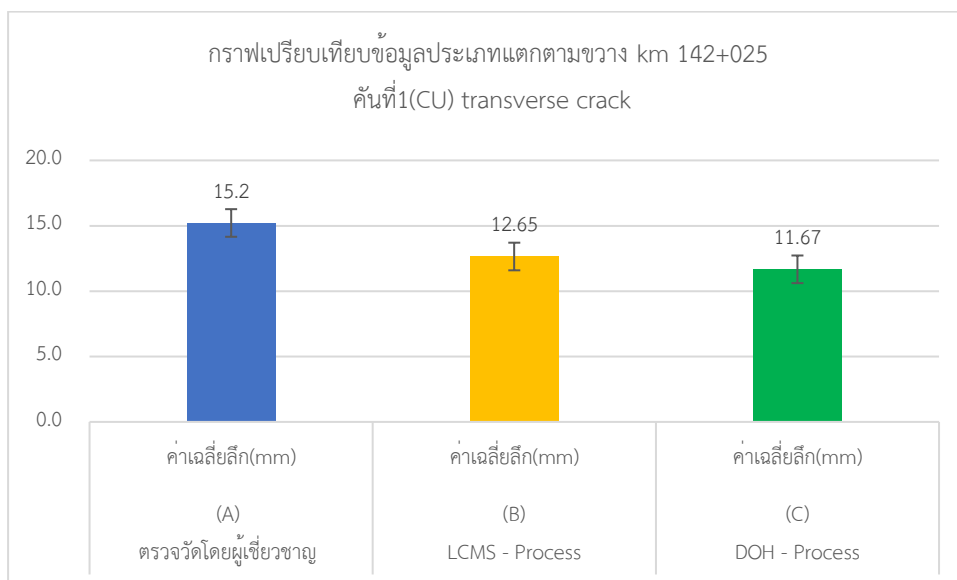


ในกระบวนการศึกษานี้ ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะถูกบันทึกจากการลงพื้นที่จริงในแนวทางหลวงปราจีนบุรี โดยจะมีการเก็บข้อมูลจากทั้งการสำรวจด้วยมือและการใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์สำรวจ LCMS จากทั้ง 2 คั่น ที่มีมาตรฐานการประมวลผลแตกต่างกัน เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกรวบรวมแล้ว ที่ปรึกษาจะดำเนินการประมวลผลและสรุปผลเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความแม่นยำของระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการประเมินความเสียหายบนผิวทางได้โดยสรุปผลข้อมูล 2 ความเสียหายผิวทางดังนี้

1. ความเสียหายผิวทางประเภทรอยแตก Crack Concrete Pavement

ตารางที่ 1-51 สรุปข้อมูลความลึกประเภทรอยแตกตามขวาง km 142+025 คั่นที่ 1

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)		
LCMS_ คั่นที่1(CU)	transverse crack	15.2	12.65	11.67	16.86	23.30

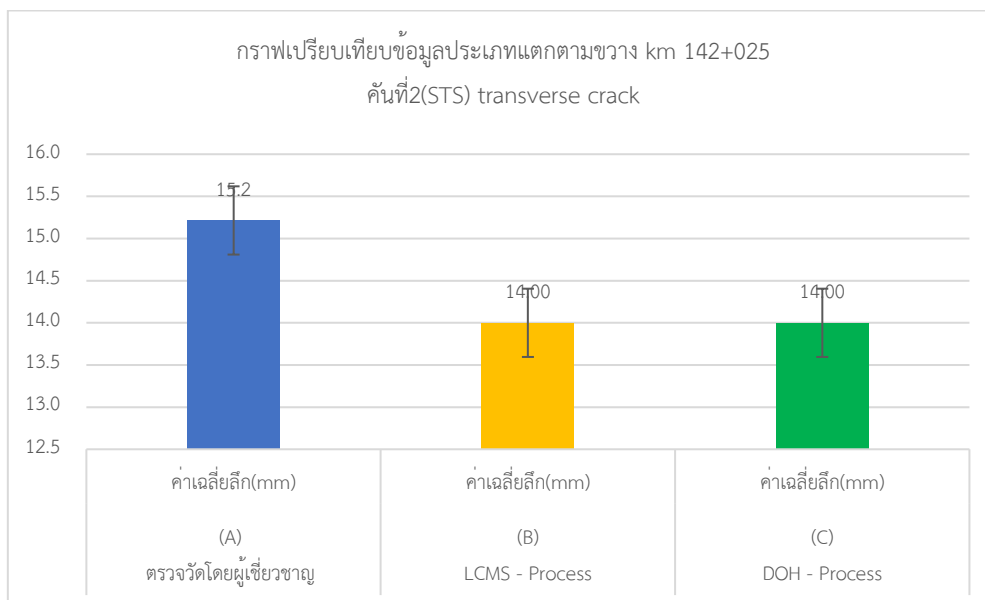


รูปที่ 1-171 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025
คั่นที่1 (CU) transverse crack



ตารางที่ 1-52 สรุปข้อมูลความลึกประเภทรอยแตกตามขวาง km 142+025 คั่นที่ 2

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)		
LCMS_คั่นที่2(STS)	transverse crack	15.2	14.00	14.00	7.98	7.98



รูปที่ 1-172 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง km 142+025

คั่นที่2 (STS) transverse crack



ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินค่าความเสียหายคันที่ 1 และ คันที่ 2 ด้วยการประมวลผล 2 รูปแบบ ผู้เชี่ยวชาญ VS LCMS ประมวลผล 2 มาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกตามขวาง (Transverse Crack) สำหรับ กิโลเมตร 142+025 จากข้อมูลในตารางและกราฟที่นำเสนอ ผลการตรวจวัดความลึกของรอยแตกขวาง (Transverse Crack) ที่กิโลเมตร 142+025 โดยใช้วิธีการตรวจสอบต่างๆ สามารถสรุปและวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยลึกของการแตกตามขวาง

- การตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ (B): ค่าเฉลี่ยลึกที่วัดได้จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ 15.2 มม.
- LCMS - Process (C): ค่าเฉลี่ยลึกที่ได้จากการใช้เทคโนโลยี LCMS คันที่ 1 อยู่ที่ 11.67 มม. และคันที่ 2 อยู่ที่ 14.00 มม.
- DOH - Process (ASTM): ค่าเฉลี่ยลึกตามมาตรฐานกรมทางหลวง (DOH) หรือ ASTM คือ 16.86 มม. และคันที่ 2 อยู่ที่ 14.00

2. การเปรียบเทียบค่า % Error

- A: B (ผู้เชี่ยวชาญ vs LCMS): การเปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดของผู้เชี่ยวชาญและค่าที่ได้จากการใช้ LCMS พบว่า % Error อยู่ที่ 16.86% และ 7.98% ซึ่งบ่งชี้ถึงความแตกต่างในค่าการวัดที่อาจเกิดจากวิธีการที่ต่างกันระหว่างการวัดด้วยตาเปล่า (การตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ) และการวัดด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น %Error ถ้าเทียบเป็นหน่วย mm ถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์ปกติ
- A : C (ผู้เชี่ยวชาญ vs DOH): การเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์จากการตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ และการใช้การประมวลผลตามมาตรฐานกรมทางหลวง (DOH) พบว่า % Error อยู่ที่ คันที่ 1 23.30% และคันที่ 2 อยู่ที่ 7.98% ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างการตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญและการใช้เทคโนโลยี DOH โดยมีความคลาดเคลื่อนที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และยังสามารถใช้เทคโนโลยี DOH เป็นเครื่องมือที่น่าเชื่อถือในการตรวจสอบผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สรุป

ความแตกต่างในค่าความลึกที่ได้จากวิธีการตรวจวัดต่างๆ แสดงให้เห็นว่าแม้การตรวจวัดด้วย LCMS และ DOH สามารถให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและเชื่อถือได้ในบางกรณี แต่การเปรียบเทียบกับ การตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญยังคงมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ซึ่งผลความคลาดเคลื่อนนี้ไม่ได้มีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ และยังสามารถใช้เทคโนโลยี LCMS และ DOH ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการประเมินและตรวจสอบสภาพผิวทางในการบำรุงรักษาเทียบเท่าการตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ

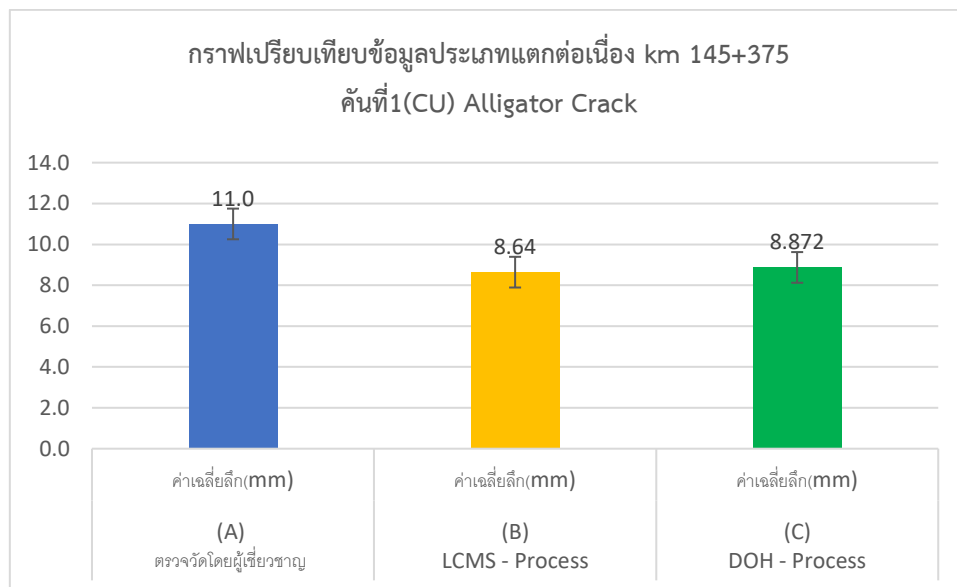


ในการตรวจสอบด้วยเทคโนโลยี LCMS และ DOH แม้ว่าจะได้ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแต่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินสภาพผิวทางได้

2. ความเสียหายผิวทางประเภทรอยแตก Crack Asphalt Pavement

ตารางที่ 1-53 สรุปข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 1

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A :B	DOH % Error A:C
		ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)		
LCMS_คันที่1(CU)	Alligator Crack	11.0	8.64	8.872	21.45	19.35



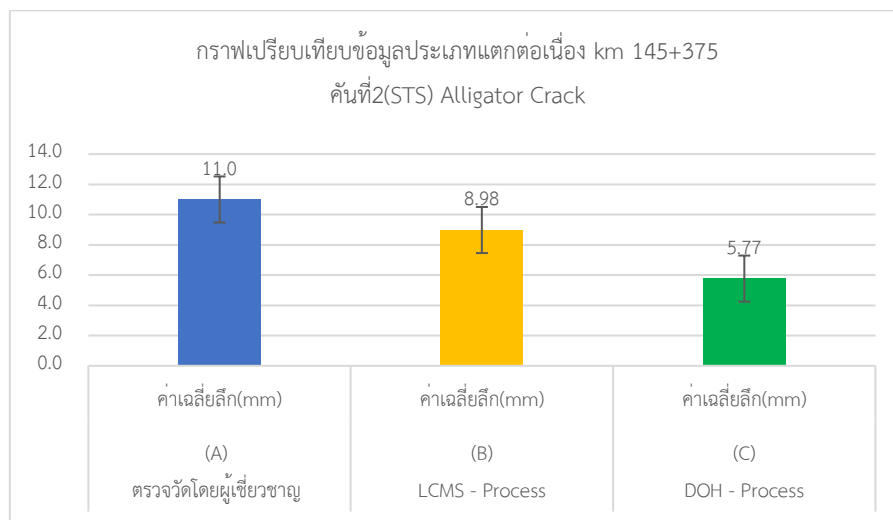
รูปที่ 1-173 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375

คันที่1 (CU) Alligator Crack



ตารางที่ 1-54 สรุปข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คันที่ 2

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A :B	DOH % Error A:C
		ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)	ค่าเฉลี่ยลึก (mm)		
LCMS_คันที่2(STS)	Alligator Crack	11.0	8.98	5.77	18.36	47.59

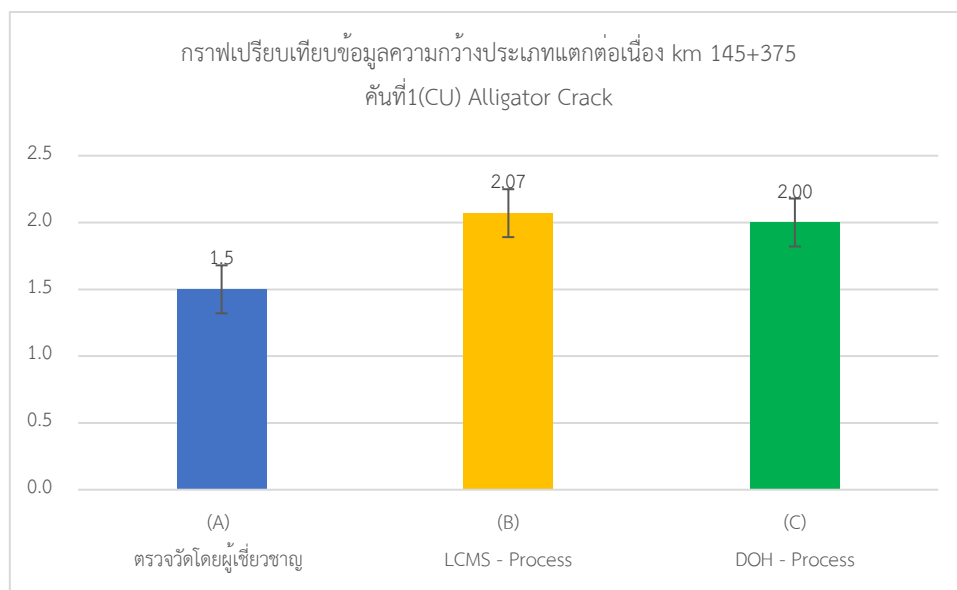


รูปที่ 1-174 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375
คันที่ 1 (CU) Alligator Crack



ตารางที่ 1-55 สรุปข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คับที่ 1

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A :B	DOH % Error A:C
		กว้าง(m)	กว้าง(m)	กว้าง(m)		
LCMS_คับที่1(CU)	Alligator Crack	1.5	2.07	2.00	38.00	33.33

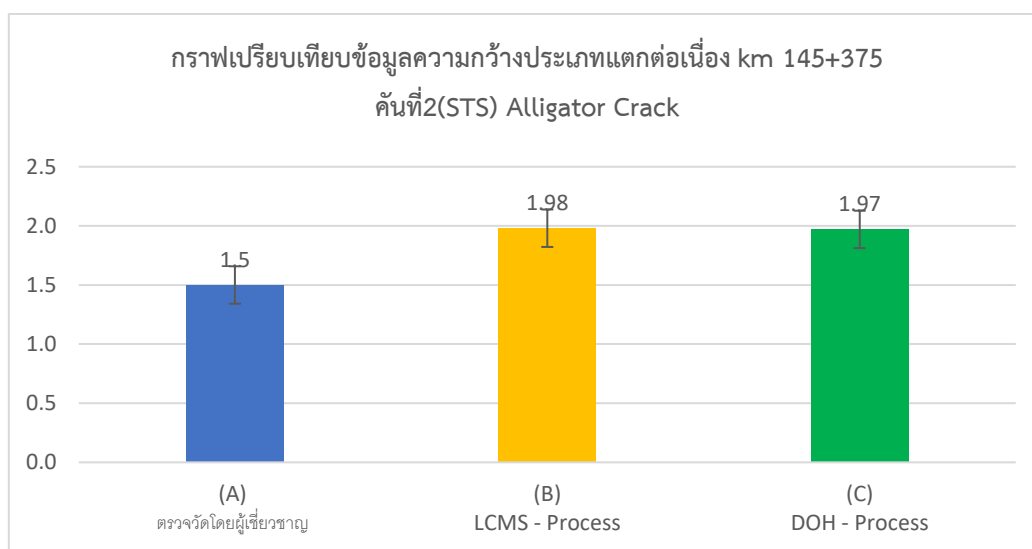


รูปที่ 1-175 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375
คับที่2 (STS) Alligator Crack



ตารางที่ 1-56 สรุปข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375 คั่นที่ 2

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A :B	DOH % Error A:C
		กว้าง(m)	กว้าง(m)	กว้าง(m)		
LCMS_ คั่นที่2(STS)	Alligator Crack	1.5	1.98	1.97	32.00	31.33

รูปที่ 1-176 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความกว้างประเภทแตกต่อเนื่อง km 145+375
คั่นที่2 (STS) Alligator Crack

สรุปผลการวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางประเภทรอยแตก Crack Asphalt Pavement

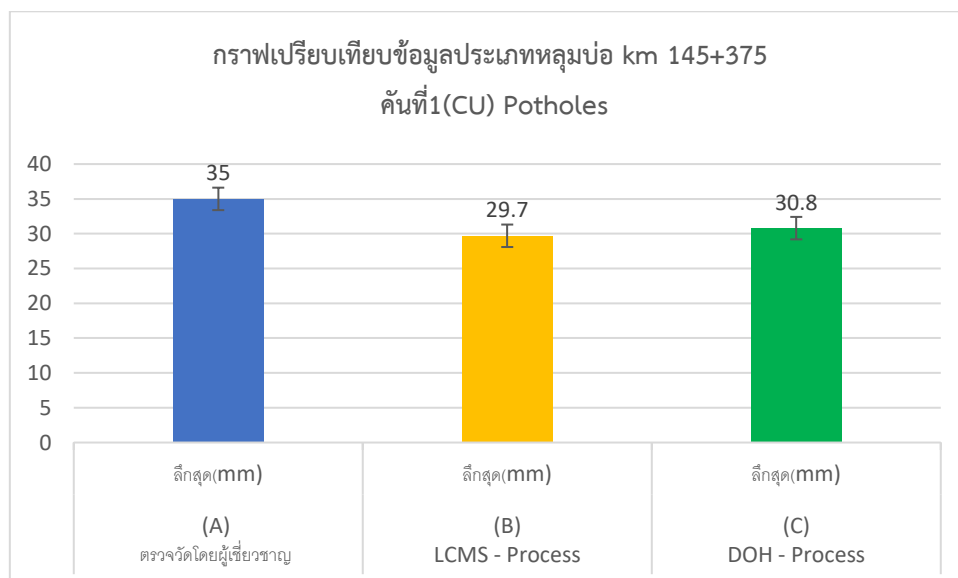
การเปรียบเทียบค่าความลึก และความกว้างของรอยแตกต่อเนื่องระหว่างการตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ, การประมวลผลด้วย LCMS และ DOH พบว่า ค่าเฉลี่ยจาก LCMS และ DOH มีความใกล้เคียงกับผู้เชี่ยวชาญ แม้จะมี %Error บางช่วง (20-30%) แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ โดยเฉพาะ LCMS ที่ให้ผลใกล้เคียงมากกว่า ในบางคั่น ขณะที่ DOH แม้มีค่าคลาดเคลื่อนสูงขึ้นในบางจุด แต่ก็ยังถือว่าใช้งานได้จริงในเชิงปฏิบัติ สรุปได้ว่า ทั้ง LCMS และ DOH เป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้สนับสนุนการตรวจสอบภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือเทียบเคียงกับผู้เชี่ยวชาญ แม้จะมีความแตกต่างเล็กน้อยในรายละเอียด



3. ความเสียหายผิวทางประเภทหลุมบ่อ Potholes Asphalt Pavement

ตารางที่ 1-57 สรุปข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คั่นที่ 1

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทหลุมบ่อ km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)		
LCMS_ คั่นที่1(CU)	Potholes	35	29.7	30.8	15.14	12.00

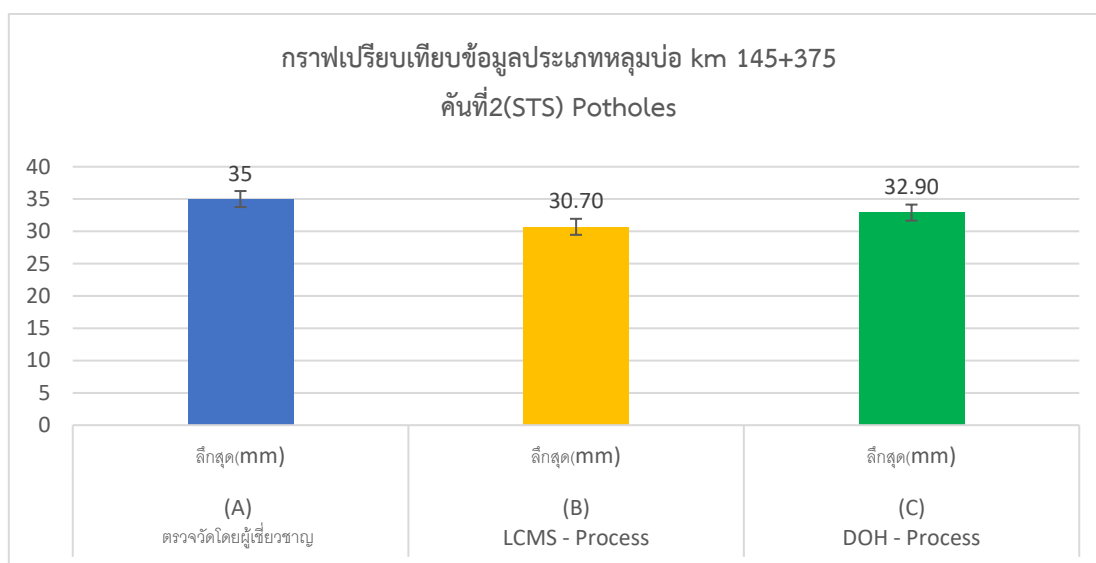


รูปที่ 1-177 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คั่นที่ 1



ตารางที่ 1-58 สรุปข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 2

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทหลุมบ่อ km 145+375						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)		
LCMS_คันที่2(STS)	Potholes	35	30.70	32.90	12.29	6.00

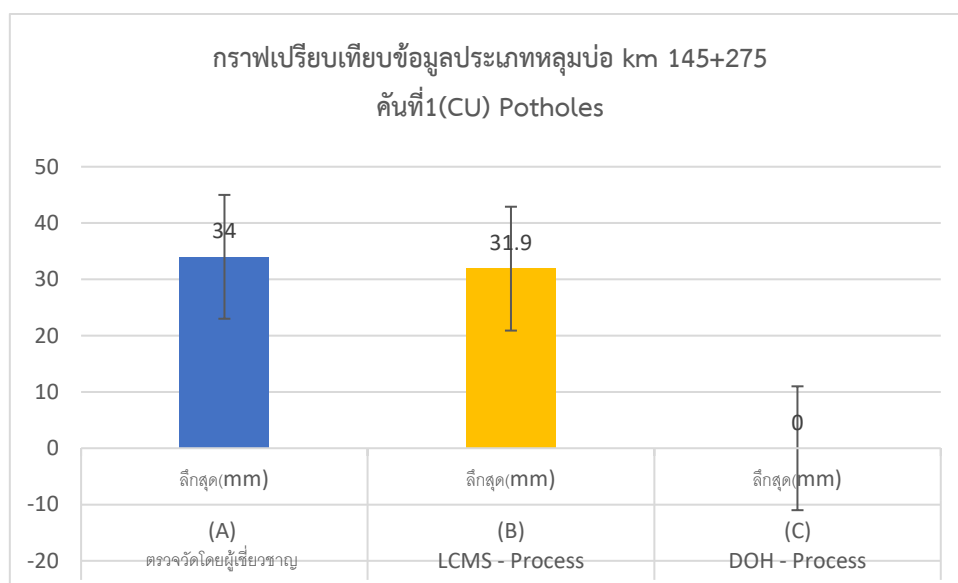


รูปที่ 1-178 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+375 คันที่ 2



ตารางที่ 1-59 สรุปข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 1

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทหลุมบ่อ km 145+275						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)		
LCMS_คันที่1(CU)	Potholes	34	31.9	0	6.18	100.00

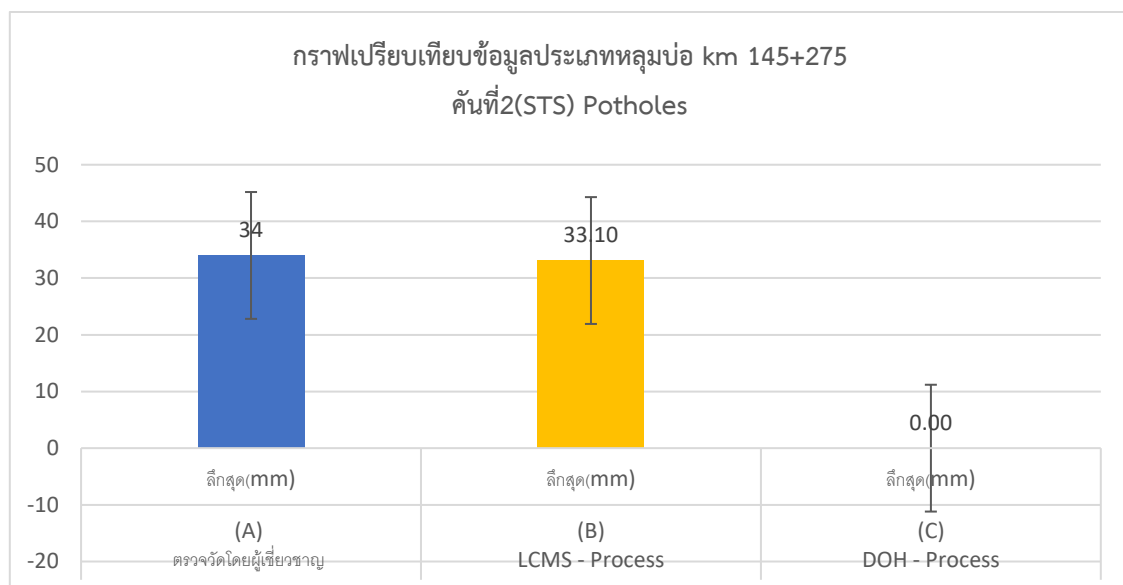


รูปที่ 1-179 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 1



ตารางที่ 1-60 สรุปข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 2

ตารางเปรียบเทียบข้อมูลประเภทหลุมบ่อ km 145+275						
วิธีตรวจสอบ	Classify	(A) ตรวจวัดโดย ผู้เชี่ยวชาญ	(B) LCMS - Process	(C) DOH - Process	ASTM % Error A:B	DOH % Error A:C
		ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)	ลึกสุด(mm)		
LCMS_คันที่2(STS)	Potholes	34	33.10	0.00	2.65	100.00



รูปที่ 1-180 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกประเภทหลุมบ่อ km 145+275 คันที่ 2



สรุปและวิเคราะห์ผลการตรวจสอบสภาพผิวทาง ประเภทหลุมบ่อ (Potholes) กม. 145+375 และ 145+275

การตรวจสอบเปรียบเทียบข้อมูลความลึกสูงสุดของหลุมบ่อที่กม. 145+375 และ 145+275 ระหว่างการตรวจวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ (A), การประมวลผลด้วยเทคโนโลยี LCMS (B) และการประมวลผลตามมาตรฐานกรมทางหลวง (DOH – Process) (C) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สรุปผลการตรวจวัดค่าเฉลี่ยความลึกสูงสุด

จากข้อมูลพบว่า LCMS จะให้ค่าการตรวจวัดต่ำกว่าผู้เชี่ยวชาญ แต่ความคลาดเคลื่อนที่พบ (12–15%) ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลการตรวจวัดค่าความลึกที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ, LCMS และ DOH ในตำแหน่ง กม. 145+375 และ กม. 145+275 พบว่า

- ตำแหน่ง กม. 145+375:
 - ผู้เชี่ยวชาญวัดได้ 35 มม.
 - LCMS คันที่ 1 วัดได้ 29.7 มม. และคันที่ 2 วัดได้ 30.7 มม.
 - DOH คันที่ 1 วัดได้ 30.8 มม. และคันที่ 2 วัดได้ 32.9 มม.
- ตำแหน่ง กม. 145+275:
 - ผู้เชี่ยวชาญวัดได้ 34. มม.
 - LCMS คันที่ 1 วัดได้ 31.9 มม. และคันที่ 2 วัดได้ 33.1 มม.
 - DOH คันที่ 1 และคันที่ 2 วัดได้ 0 มม. (ทั้งสองคัน)

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า LCMS ทั้ง 2 คัน มีค่าความลึกที่ใกล้เคียงกับการวัดจริงจากผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ในตำแหน่ง กม. 145+275 และ ตำแหน่ง กม. 145+375 ถึงแม้จะมีค่าความลึกที่ต่ำกว่าผู้เชี่ยวชาญเล็กน้อย แต่ LCMS ยังคงแสดงผลที่ใกล้เคียงมากกว่า DOH ซึ่งค่าที่ได้จาก DOH นั้นมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าในบางกรณี โดยเฉพาะในตำแหน่ง กม. 145+275 ที่ค่า DOH วัดได้เป็น 0 มม. ทั้งสองคัน การเปรียบเทียบนี้แสดงให้เห็นว่า LCMS ทั้ง 2 คัน มีความแม่นยำและเชื่อถือได้มากกว่าในบางกรณี และมีแนวโน้มที่จะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับการวัดจริงจากผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด



1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง

ที่ปรึกษาต้องแปลผลข้อมูลจากโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางหลวง ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย

1.8.1 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำรายงานการจัดสรรงบประมาณบำรุงทางในระยะยาว โดยใช้ระบบ TPMS เพื่อใช้ในการวางแผนในระยะเวลา 3 ปี โดยในการวิเคราะห์ต้องประกอบด้วยการจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัดงบประมาณ การจัดสรรงบประมาณแบบจำกัดงบประมาณ และแบบกำหนดดัชนีค่า IRI ไม่เกินค่าที่กำหนด โดยจัดทำรายงานสรุปผลการวิเคราะห์แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น แยกตามหน่วยงาน รหัสงาน จังหวัด เป็นต้น

แผนงานที่ปรึกษาได้แปลผลข้อมูลจากโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System : TPMS) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษา ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ กลุ่มที่ปรึกษาได้จัดทำรายงานการจัดสรรงบประมาณบำรุงทางในระยะยาว โดยใช้ระบบ TPMS เพื่อใช้ในการวางแผนในระยะเวลา 5 ปี (ปี 2569 – 2573) โดยในการวิเคราะห์ประกอบด้วย การจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัดงบประมาณ การจัดสรรงบประมาณแบบจำกัดงบประมาณ และแบบกำหนดดัชนีค่า IRI ไม่เกินค่าที่กำหนด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.8.1.1 แผนงานซ่อมบำรุงแบบการจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัด

กรมทางหลวงได้รับงบประมาณประจำปีเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ. 2569 จำนวน 14,000 ล้านบาท (งบประมาณจากการประมาณการ) ซึ่งจากการวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 จนถึงปีงบประมาณ พ.ศ. 2573 พบว่า ในปีพ.ศ. 2569 กรมทางหลวงต้องการงบประมาณสูงสุดที่ 184,791.64 ล้านบาทเพื่อใช้ในการซ่อมสายทางทั้งหมดของกรมทางหลวง (ไม่รวมสายทางที่ติดค่าประกัน) ให้ได้ค่า IRI น้อยที่สุด โดยที่ค่า IRI ก่อนการซ่อมบำรุงปี พ.ศ. 2569 เป็น 2.87 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อมีการซ่อมบำรุงตลอด 5 ปี (พ.ศ. 2569 - พ.ศ. 2573) จะสามารถรักษาค่า IRI อยู่ที่ 2.09 2.19 2.27 2.25 และ 2.14 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.19 เมตรต่อกิโลเมตร โดยที่งบประมาณที่ต้องการเพื่อให้ค่า IRI เฉลี่ยทั้งโครงข่ายต่ำที่สุด ตลอดระยะเวลา 5 ปี จะมีความต้องการงบประมาณเฉลี่ยปีละ 70,000 ล้านบาท แสดงดังรูปที่ 1-181



จะเห็นได้ว่างบประมาณของแผนไม่จำกัดงบประมาณในปีแรก ซึ่งใช้งบประมาณมากกว่าหนึ่งแบริ่งล้านบาท จะทำให้ผลการวิเคราะห์สายทางที่มีความเสียหายมาก ถูกซ่อมเกือบหมดในปีแรกและในปีต่อ ๆ ไป จะเป็นการซ่อมบำรุงลักษณะเชิงป้องกัน เช่น เสริมผิวอีกทั้งในระบบจะกำหนดให้สายทางส่วนมากที่ถูกซ่อมบำรุงไปแล้วติดค่าประกันจากการซ่อมปีแรก จึงไม่สามารถซ่อมได้อย่างต่อเนื่อง

1.8.1.2 แผนงานซ่อมบำรุงเชิงกลยุทธ์แบบจำกัดงบประมาณ 5 ปี โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพโครงข่ายทางหลวงในกรณีที่ได้รับเงินงบประมาณแตกต่างกัน

- 1) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 14,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 3.28 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้นค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.53 3.80 4.09 และ 4.39 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.82 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วน IRI <3.5 อยู่ที่ 82.15 70.21 47.26 27.48 21.44 และ 20.33 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 14,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน
- 2) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 3.25 เมตรต่อกิโลเมตร และ ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.45 3.68 3.93 และ 4.17 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.70 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI <3.5 อยู่ที่ 82.15 73.00 52.00 32.00 27.00 และ 26.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน



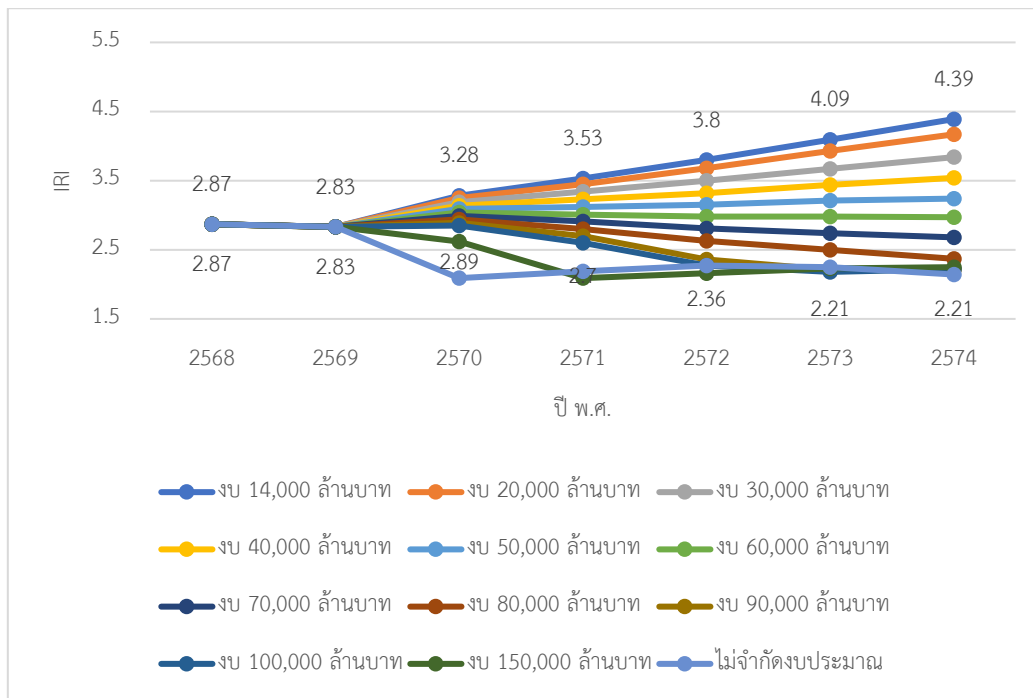
- 3) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 3.19 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 3.34 3.5 3.67 และ 3.84 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.51 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI <3.5 อยู่ที่ 76.00 57.00 40.00 37.00 และ 36.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวง
- 4) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 3.14 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 3.23 3.32 3.44 และ 3.54 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.02 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI <3.5 อยู่ที่ 76.00 60.00 46.00 44.00 และ 43.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันได้ของกรมทางหลวง
- 5) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 3.09 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 3.12 3.15 3.21 และ 3.24 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.16 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI <3.5 อยู่ที่ 77.50 64.00 53.00 52.50 และ 52.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันได้ของกรมทางหลวง
- 6) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 60,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 3.04 3.01 2.98 2.98 และ 2.97 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.00 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI < 3.5 อยู่ที่ 78.50 68.00 61.00 63.00 และ 65.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 60,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน



- 7) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 2.99 2.91 2.81 2.74 และ 2.68 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI < 3.5 อยู่ที่ 79.50 72.00 68.00 72.00 และ 75.00 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาท สามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน
- 8) กรณีไม่จำกัดงบประมาณ พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลงจาก 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.09 2.19 2.27 2.25 และ 2.14 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.19 เมตรต่อกิโลเมตร และมีสัดส่วนค่า IRI < 3.5 อยู่ที่ 86.37 95.42 99.01 98.82 และ 98.31 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า IRI กรณีที่ได้รับงบประมาณแบบไม่จำกัดต่อปีสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

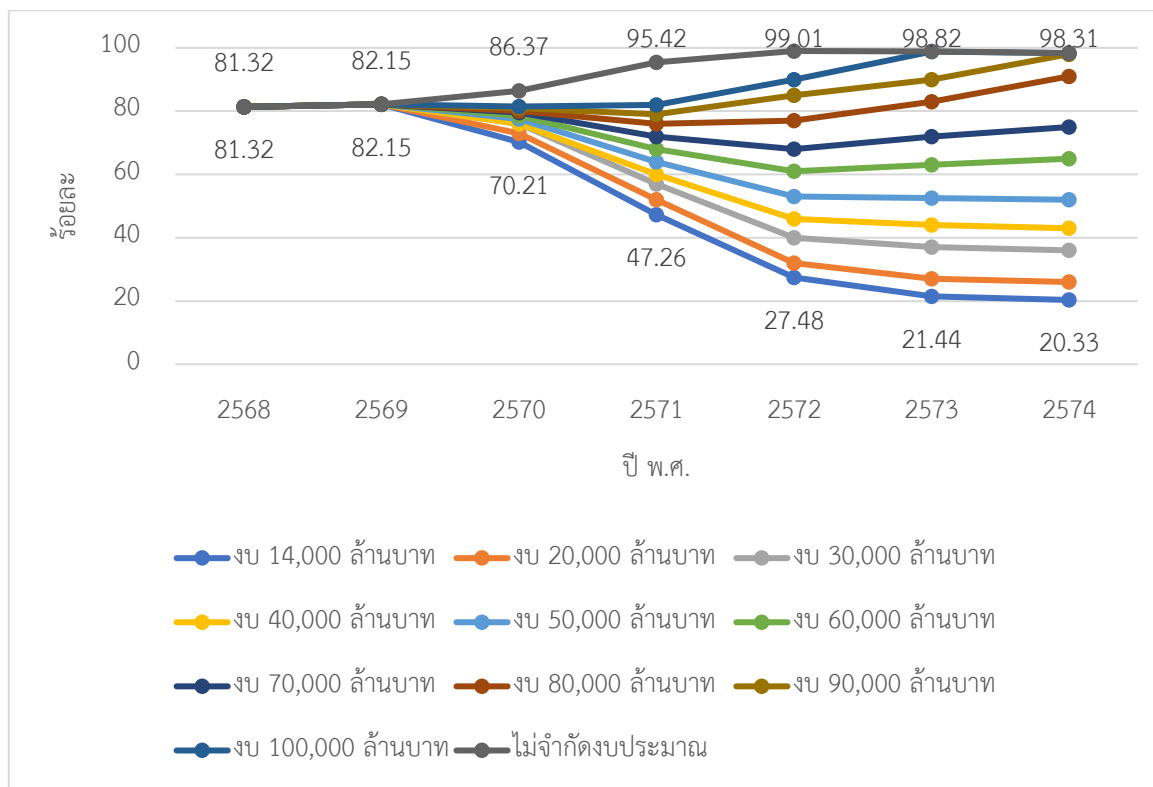
ในปัจจุบันกรมทางหลวงมีค่า IRI เฉลี่ยอยู่ที่ 2.87 (ค่า IRI ในปี พ.ศ. 2568) หากกรมทางหลวงได้รับงบประมาณในการซ่อมบำรุงผิวน้อยกว่าปีละ 70,000 ล้านบาท จะไม่สามารถรักษาสภาพโครงข่ายทางหลวงให้มีค่า IRI อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวงได้

ดังนั้น งบประมาณที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงควรจะได้รับ เพื่อคงสภาพผิวทางทั่วประเทศให้ได้ใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน (IRI = 2.87) ควรมีงบประมาณปีละไม่ต่ำกว่า 70,000 ล้านบาท



รูปที่ 1-181 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า หากกรมทางหลวงต้องการที่จะคงค่า IRI < 3.5 ที่ประมาณร้อยละ 89.83 ของระยะความยาวสายทางทั้งหมด (คำรับรองการปฏิบัติราชการ ปี พ.ศ. 2568) ตลอดระยะเวลา 5 ปี จำเป็นจะต้องใช้งบประมาณปีละ 75,000 ล้านบาท แสดงดังรูปที่ 1-182 โดยการวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์จากผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง ต่อค่าซ่อมบำรุง (B/C) เท่านั้น มิได้คำนึงถึงการกระจายงบประมาณจากความจำเป็นในการซ่อม จึงอาจเป็นผลให้มีบางสายทางที่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงในปีหลัง



รูปที่ 1-182 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ

ตารางที่ 1-61 ร้อยละของระยะทางที่ค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ 5 ปี

งบประมาณ	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	ปี 2573	ปี 2574
งบ 10,000 ล้านบาท	82.15	70.21	47.26	27.48	21.44	20.33
งบ 20,000 ล้านบาท	82.15	73.00	52.00	32.00	27.00	26.00
งบ 30,000 ล้านบาท	82.15	76.00	57.00	40.00	37.00	36.00
งบ 40,000 ล้านบาท	82.15	76.00	60.00	46.00	44.00	43.00
งบ 50,000 ล้านบาท	82.15	77.50	64.00	53.00	52.50	52.00
งบ 60,000 ล้านบาท	82.15	78.50	68.00	61.00	63.00	65.00
งบ 70,000 ล้านบาท	82.15	79.50	72.00	68.00	72.00	75.00
งบ 80,000 ล้านบาท	82.15	80.00	76.00	77.00	83.00	91.00
งบ 90,000 ล้านบาท	82.15	81.00	79.00	85.00	90.00	98.00
งบ 100,000 ล้านบาท	82.15	81.50	82.00	90.00	98.82	98.31
ไม่จำกัดงบประมาณ	82.15	86.37	95.42	99.01	98.82	98.31



1.8.2 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี que ปรึกษาจะต้องแปลงผลข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานวิธีซ่อมบำรุงผิวทางลาดยางและคอนกรีต จากข้อมูลการสำรวจในโครงการนี้ และข้อมูลสภาพความเสียหายของทางหลวงในฐานข้อมูล Roadnet ด้วยโปรแกรม TPMS พร้อมจัดทำแผนงานบำรุงทางประจำปีในระดับความละเอียดทุก 1 กิโลเมตร (แบบไม่จำกัดงบประมาณ) โดยจัดทำรายงานสรุปผลการวิเคราะห์แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น แยกตามหน่วยงาน รัชสถาน จังหวัด เป็นต้น

ที่ปรึกษาจะต้องแปลงผลข้อมูลเพื่อจัดทำรายงาน วิธีซ่อมบำรุงผิวทางลาดยางและคอนกรีต จากข้อมูลการสำรวจในโครงการนี้ และข้อมูลสภาพความเสียหายของทางหลวงในฐานข้อมูล Roadnet ด้วยโปรแกรม TPMS พร้อมจัดทำแผนงานบำรุงทางประจำปีในระดับความละเอียดทุก 1 กิโลเมตร (แบบไม่จำกัดงบประมาณ) โดยจัดทำรายงานสรุปผลการวิเคราะห์แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น แยกตามหน่วยงาน รัชสถาน จังหวัด เป็นต้น

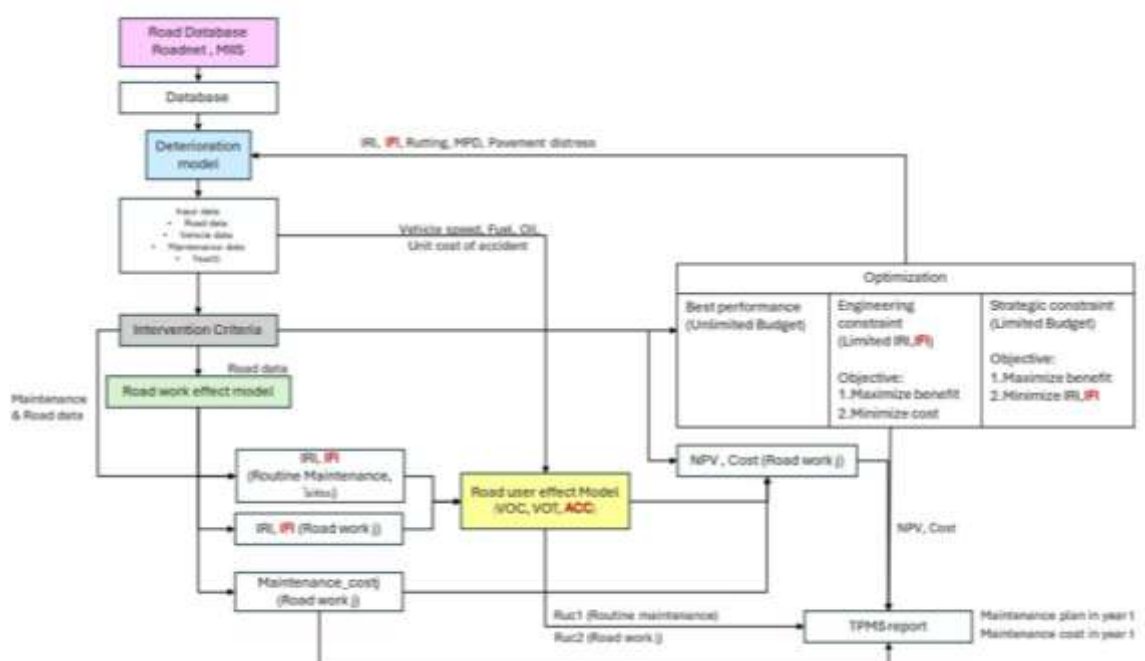
ในปัจจุบันระบบ TPMS ของกรมทางหลวงได้มีการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการวิเคราะห์งบประมาณ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน โดยการปรับปรุงระบบ TPMS ในการวิเคราะห์ประจำปี มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) สามารถการเลือกข้อมูลสายทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้สะดวกต่อการใช้งานยิ่งขึ้น โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกลักษณะของสายทางที่จะทำการวิเคราะห์ คือ วิเคราะห์ถนนลาดยาง หรือคอนกรีต กำหนดช่วงค่า IRI ของสายทางรวมถึงปริมาณจราจร เพื่อคัดกรองสายทางที่ต้องการ
- 2) สามารถกำหนดวงเงินแยกในแต่ละกิจกรรมซ่อมบำรุงตามที่กรมทางหลวงกำหนดเพื่อทำการวิเคราะห์
- 3) สามารถกำหนดวงเงินแยกในแต่ละหน่วยงาน เพื่อเป็นการกระจายงบประมาณไปยังแต่ละหน่วยงาน ก่อนทำการวิเคราะห์
- 4) สามารถกำหนดวงเงินกรณีไม่จำกัดงบประมาณ (Unlimited Budget)
- 5) สามารถกำหนดวงเงินกรณีจำกัดงบประมาณรวมในแต่ละปี (Budget Constraint)
- 6) สามารถกำหนดกรณีกำหนดค่า IRI เป้าหมายในแต่ละปี (IRI Constraint)

โดยที่ปรึกษาได้ทำการวิเคราะห์และจัดทำจัดทำรายงานแผนบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี โดยที่ปรึกษาได้นำข้อมูลสภาพทางหลวงล่าสุดจากผลการสำรวจสภาพทางถนนลาดยางด้วยรถสำรวจสภาพทางทั้งโครงข่ายระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2568 จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) มาวิเคราะห์คาดการณ์ความเสียหายของโครงข่ายทางหลวง และงบประมาณบำรุงทางที่ต้องการในปีงบประมาณ 2569 ในการวิเคราะห์ความต้องการงบประมาณนั้น สำนักบริหารบำรุงทางใช้โปรแกรม



บริหารงานบำรุงทาง TPMS (Thailand Pavement Management System) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำเอาสภาพความเสียหายของถนนในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ ร่องล้อ รอยแตก ค่า IRI รวมทั้งปริมาณจราจร มาพยากรณ์การเสื่อมสภาพของถนนด้วยแบบจำลองการเสื่อมสภาพ (Deterioration Models) และผลกระทบต่อผู้ใช้ทางในรูปแบบของค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (Vehicle Operating Cost) ค่าสูญเสียเวลา (Value of Time) ซึ่งรวมเรียกว่าค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง (Road User Costs) นอกจากนี้ แบบจำลองยังสามารถคำนวณปริมาณมลพิษอันเกิดจากการใช้รถยนต์ (Environmental Models) รวมถึงผลของการซ่อมบำรุงถนนที่มีผลต่อการให้บริการของถนนที่เพิ่มขึ้น (Road Work Effect Models) ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ได้รับการปรับปรุงจากระบบ HDM-4 ของธนาคารโลก (World Bank) และนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการซ่อมบำรุงให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด แสดงดังรูปที่ 1-183

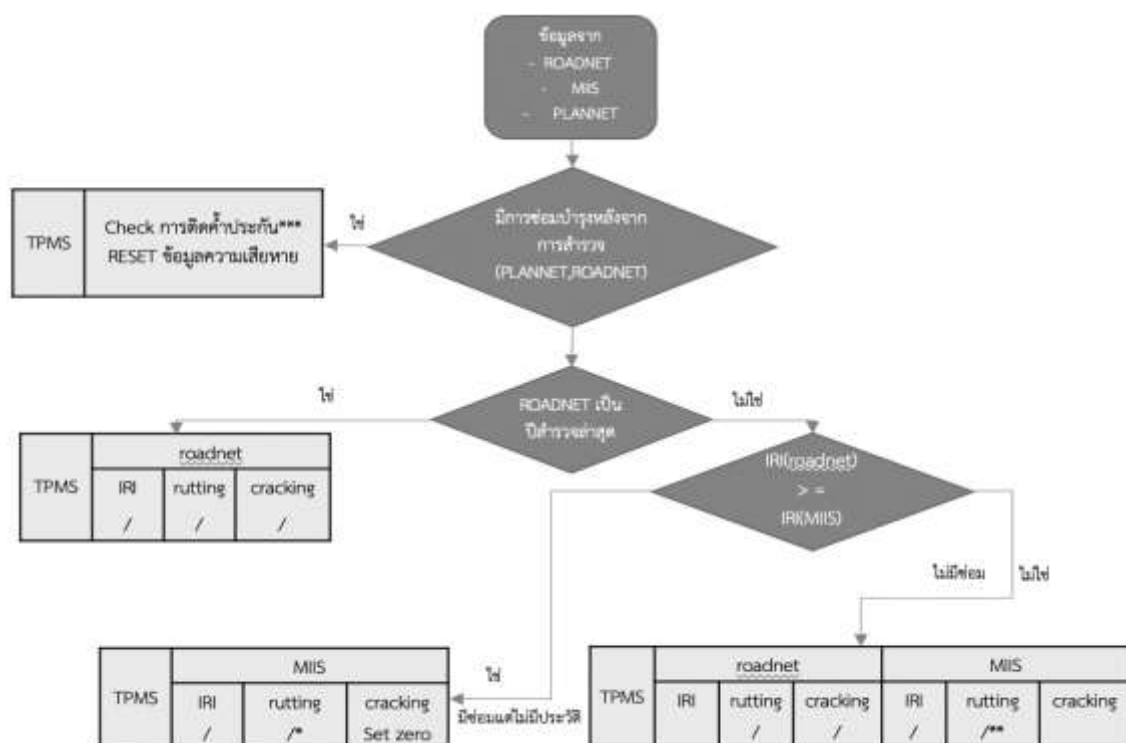


รูปที่ 1-183 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS
(Thailand Pavement Management System)



จากฐานข้อมูลในระบบ Roadnet ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสำรวจจาก 2 ทาง ได้แก่ การสำรวจโดยสำนักบริหารบำรุงทาง และการสำรวจโดยสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง เป็นผลให้ต้องมีการคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS โดยมีขั้นตอนของการคัดเลือกข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) นำเข้าข้อมูล IRI จาก ระบบ Roadnet MIIS และข้อมูลประวัติการซ่อมจากระบบ Plannet
- 2) หากพบว่าข้อมูลการซ่อมบำรุงหลักจากข้อมูลสำรวจค่า IRI ระบบจะทำการตรวจสอบการติดค้ำประกัน ถ้าไม่ติดค้ำจะทำการ reset ค่าความเสียหาย
- 3) พิจารณาข้อมูล ค่า IRI หากมีข้อมูลค่า IRI จากที่มาเดียวจะสามารถให้ข้อมูลนั้นได้เลย
- 4) หากข้อมูลค่า IRI มี 2 ที่มา จะพิจารณาวันที่ทำการสำรวจ
 - 4.1) กรณีวันที่สำรวจค่า IRI จาก Roadnet เป็นข้อมูลค่าสุดท้ายจะใช้ค่าความเสียหายทั้งหมดจากระบบ Roadnet
 - 4.2) กรณีวันที่สำรวจค่า IRI จาก MIIS เป็นข้อมูลค่าสุดท้ายจะพิจารณาจากค่า IRI ของทั้ง 2 ระบบ
 - กรณี IRI จาก Roadnet มีค่ามากกว่า IRI จาก MIIS จะใช้ค่า IRI และ Rutting จาก MIIS แต่ reset ค่า Cracking
 - กรณี IRI จาก MIIS มีค่ามากกว่า IRI จาก Roadnet จะใช้ค่า IRI และ Rutting จาก MIIS แต่ใช้ค่า Cracking จาก Roadnet แสดงดังรูปที่ 1-184



รูปที่ 1-184 การคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS



1.8.2.1 สภาพโครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน

สภาพโครงข่ายทางหลวงในปี 2568

จากการประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจประเมินสภาพความเรียบผิวทางทั่วประเทศของกรมทางหลวง สำนักบริหารบำรุงทาง จากคำรับรองการปฏิบัติราชการตามกรอบการประเมินผลการปฏิบัติราชการประจำปี ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่าความขรุขระ (IRI) น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 89.83

ข้อมูลโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ปี 2568 ที่ปรึกษาได้นำข้อมูลสำรวจมีระยะทางทั้งสิ้น 40,381.657 กิโลเมตร ซึ่งมีค่าความขรุขระ (IRI) น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร โดยโครงข่ายทางหลวงข้อมูลมีความเรียบอยู่ในเกณฑ์ดีมากและดี คิดเป็นร้อยละ 83.44 จากระยะทางทั้งโครงข่ายทางหลวง 33,766.354 กิโลเมตร และมีค่าความขรุขระ (IRI) มากกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.56 เป็นระยะทาง 6,615.303 กิโลเมตร ของโครงข่ายทางหลวง ดังนั้น จากการประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจประเมินสภาพความเรียบผิวทางทั่วประเทศ เส้นทางที่มีค่าความขรุขระ (IRI) มากกว่า 3.5 ควรได้รับการบำรุงรักษา และบูรณะอย่างเหมาะสม แสดงดังตารางที่ 1-62

ตารางที่ 1-62 สรุปผลข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวงจากการสำรวจในโครงการปี 2568

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	<2.5	25,450.027	62.82	62.82
ดี	2.5 - 3.5	8,316.327	20.62	83.44
พอใช้	3.5 - 4.5	3,699.027	9.25	92.69
ชำรุด	>4.5	2,916.276	7.31	100.00
รวม		40,381.657	100	

หมายเหตุ : ข้อมูลการสำรวจ ณ กรกฎาคม พ.ศ. 2568 ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอกงหรา อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสบไชย

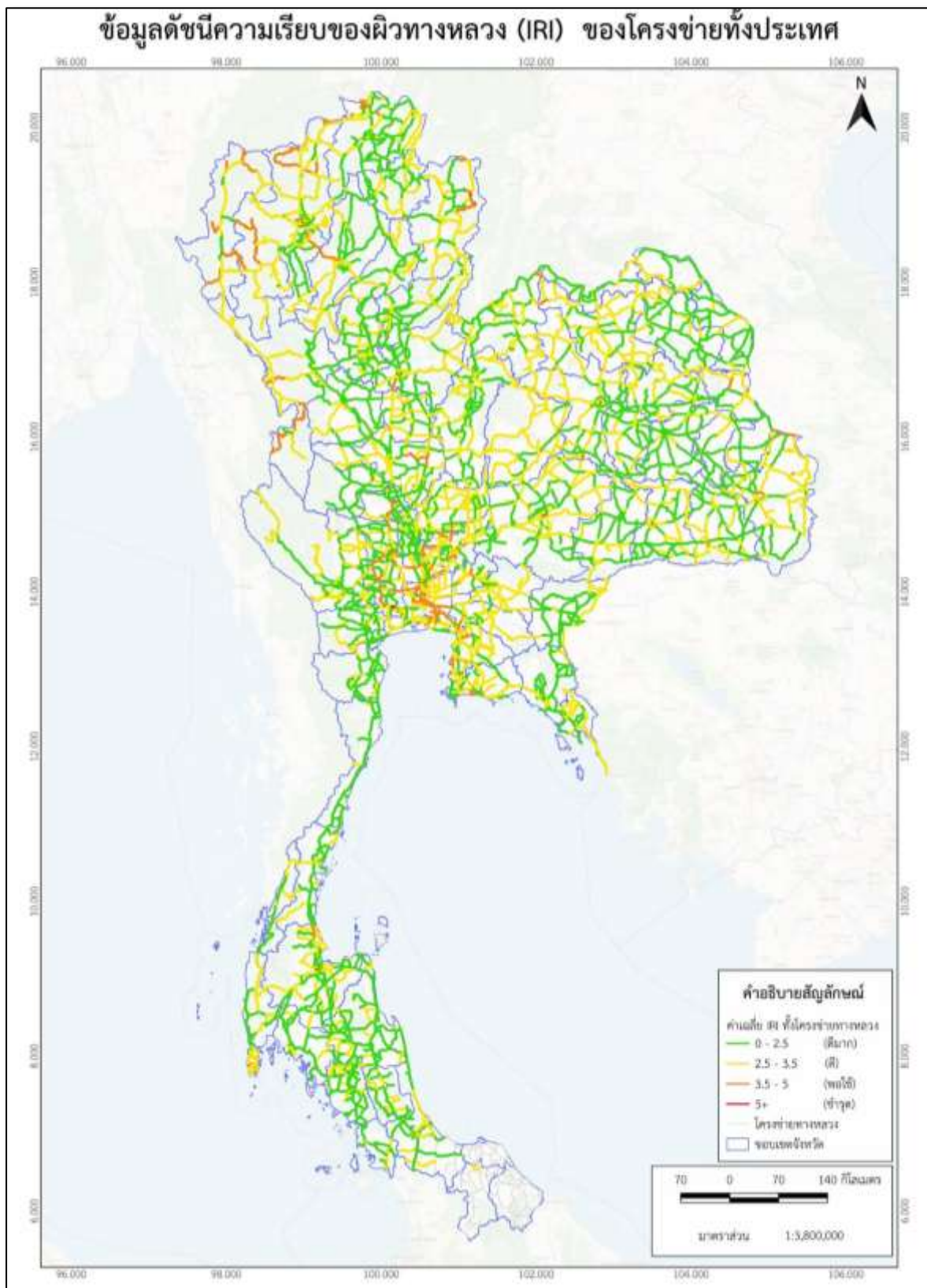


เป็นการนำข้อมูลโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงระหว่างปี 2566 - 2568 ใช้ความถี่ของการสำรวจทุก 25 เมตร ในระบบฐานข้อมูล Roadnet นำค่าเฉลี่ย IRI มาคำนวณร่วมกับระยะทางสำรวจในแต่ละปีของทั้ง 3 ปี ซึ่งการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน เนื่องจากมีความละเอียดมาก ของระยะทางสำรวจรายสายทาง ตอนควบคุม และช่องจราจร เมื่อนำค่าเฉลี่ย IRI ข้อมูลดังกล่าวมาจำแนกตามค่าความเรียบ จากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ความเรียบดีมาก ดี พอใช้ ชำรุด ทำให้เห็นความเสียหายในแต่ละเกณฑ์ได้อย่างชัดเจนจากการสำรวจ 3 ปีล่าสุด เพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อนำไปซ่อมบำรุงได้อย่างครอบคลุมและได้ผลประโยชน์สูงสุด แสดงดังตารางที่ 1-63

ตารางที่ 1-63 สรุปผลข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจในโครงการปี 2566 - 2568 (ข้อมูลจากการสำรวจของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ค่าสำรวจ 3 ปี)

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	<2.5	70,021.675	62.92	62.92
ดี	2.5 - 3.5	23,399.525	21.03	83.95
พอใช้	3.5 - 4.5	10,119.125	9.09	93.04
ชำรุด	>4.5	7,740.250	6.96	100.00
รวม		111,280.575	100	

หมายเหตุ : ข้อมูลการสำรวจ ณ กรกฎาคม พ.ศ. 2568 ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ และอำเภอสบไย้อย



รูปที่ 1-185 ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั่วประเทศ
จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)



จากการวิเคราะห์คาดการณ์ค่าสภาพความเรียบผิวทางโดยแบบจำลองความเสื่อมสภาพของทางในระบบ TPMS โดยกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุงทางหลวงในปี 2569 เป็นแบบไม่จำกัดงบประมาณ ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าความเรียบของผิวทาง พบว่าในปี 2569 (ก่อนได้รับงบประมาณ) ถนนกรมทางหลวงจะมีค่าความเรียบอยู่ในสภาพดีและดีมาก มีระยะทางรวม 57,420.76 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 87.30 และมีเส้นทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะ เนื่องจากมีค่าความขรุขระ (IRI) เกินกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร รวมระยะทาง 8,355.82 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.7 ของโครงข่าย แสดงดังตารางที่ 1-64 และตารางที่ 1-65

ตารางที่ 1-64 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2569 (ก่อนได้รับงบ)

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	<2.5	36,637.06	55.70	55.7
ดี	2.5 - 3.5	20,783.70	31.60	87.3
พอใช้	3.5 - 4.5	5,491.32	8.35	95.65
ชำรุด	>4.5	2,864.50	4.35	100
รวม (ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร)		65,776.58		

หมายเหตุ : ณ สิงหาคม พ.ศ. 2568 การคาดการณ์ครอบคลุมระยะทางในระบบฐานข้อมูลการสำรวจของสำนักบริหารบำรุงทาง ยกเว้นพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ.รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย ซึ่งเป็นเส้นทางยกเว้นการสำรวจ

เมื่อเปรียบเทียบระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร ในปี 2569 ร้อยละ 87.30 (ผลการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง) พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของกรมทางหลวงที่กำหนดให้ค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร อยู่ที่ร้อยละ 89.83 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าถนนเมื่อมีการใช้งานย่อมมีการเสื่อมสภาพ ซึ่งเกิดจากปัจจัยในหลาย ๆ ด้าน เช่น ปริมาณจราจร สภาพความเสียหาย ณ ปัจจุบัน อายุถนน เป็นต้น ดังนั้น จึงควรปรับปรุงสภาพทางของโครงข่ายทางหลวงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



ตารางที่ 1-65 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)	IRI เฉลี่ย	ระยะทาง (กิโลเมตร)	
			IRI ≤3.5	IRI >3.5
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)</u>	4,352.54	<u>2.91</u>	3,277.83	1,074.71
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	4,465.86	2.56	3,967.44	498.42
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	4,062.07	2.42	3,755.95	306.12
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	3,220.33	2.58	2,854.83	365.50
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)</u>	3,178.13	<u>2.72</u>	2,872.43	305.70
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)</u>	3,451.67	<u>2.76</u>	3,063.62	388.05
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)</u>	3,730.29	<u>2.74</u>	3,103.22	627.07
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	3,460.38	2.62	3,095.57	364.81
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	4,938.97	2.52	4,511.56	427.42
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)</u>	5,546.21	<u>2.82</u>	4,614.31	931.90
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)</u>	3,804.65	<u>2.89</u>	3,217.23	587.42
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	3,645.15	2.44	3,411.50	233.65
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)</u>	2,239.33	<u>3.22</u>	1,616.14	623.19
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)</u>	3,281.11	<u>2.78</u>	2,796.09	485.02
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	3,224.66	2.30	3,031.70	192.96
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)</u>	4,098.37	<u>2.76</u>	3,571.79	526.58
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	3,446.49	2.43	3,249.91	196.58
<u>สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)</u>	1,630.37	<u>2.77</u>	1,409.65	220.73
รวม	65,776.58 (100%)	2.87	57,420.76 (87.30%)	8,355.82 (12.70%)

หมายเหตุ : ตัวหนังสือตัวเข้ม หมายถึง สำนักงานทางหลวงนั้น มีค่า IRI เฉลี่ยสูงกว่าค่า IRI เฉลี่ยของประเทศ ข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลการเสื่อมสภาพของผิวทางเมื่อไม่มีการซ่อมบำรุง



1.8.2.2 ประเภทการซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ

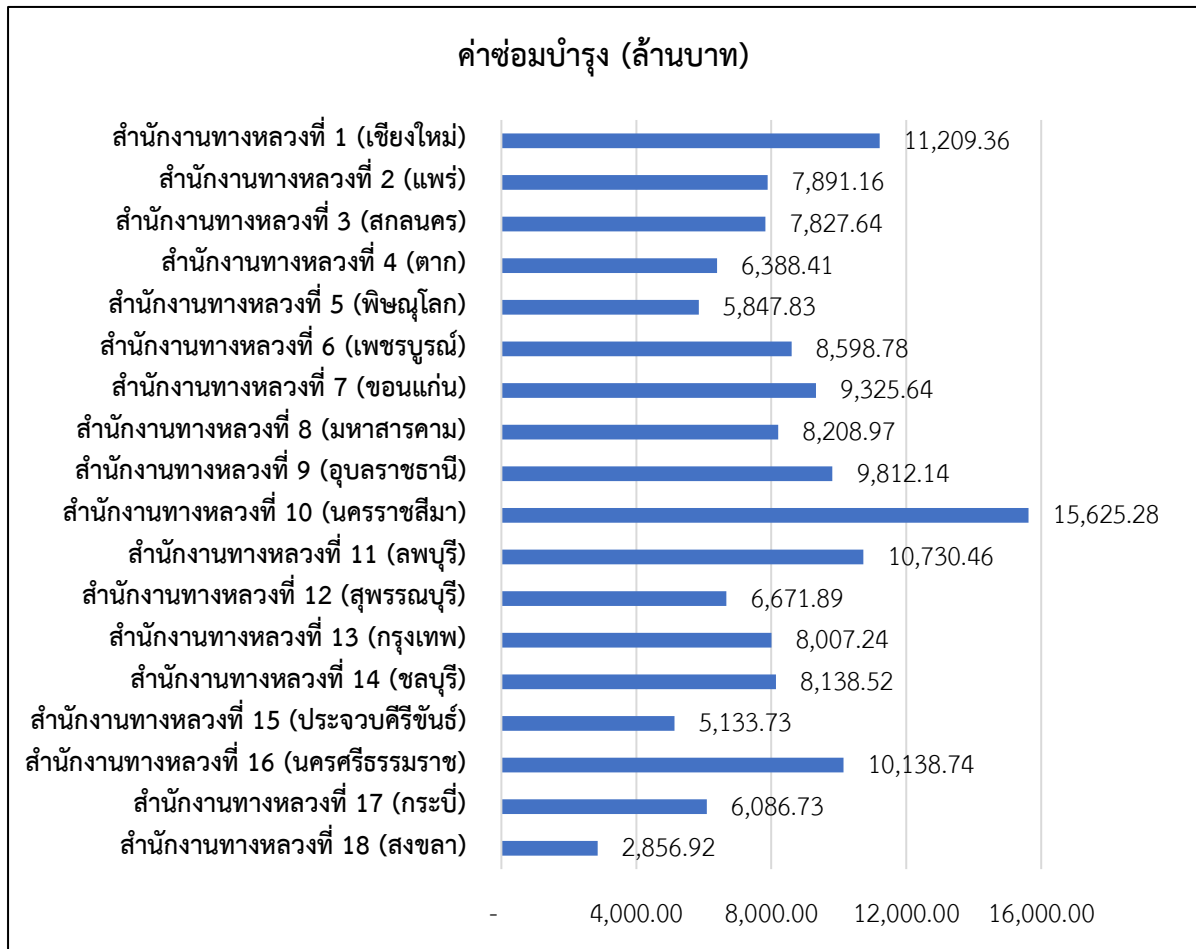
ทั้งนี้ หากพิจารณาตามเงื่อนไขการซ่อมบำรุงในงบประมาณไม่จำกัด จะทำให้สามารถวิเคราะห์กรอบงบการซ่อมบำรุงสูงสุดในปี พ.ศ. 2569 โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 148,499.43 ล้านบาท ซึ่งจะเห็นได้ว่างานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร จะมีสัดส่วนค่าซ่อมบำรุงมากที่สุด เนื่องจากถนนส่วนใหญ่ของกรมทางหลวงมีค่า IRI อยู่ในช่วงน้อยกว่า 2.5 โดยแสดงดังตารางที่ 1-66 ตารางที่ 1-66 รายละเอียดการซ่อมบำรุงทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2569 แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1 ปี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	ระยะทาง (กม.)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	141,106,088.55	60,675,618,076.50	14,168.623
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	27,126,021.15	14,648,051,421.00	2,680.634
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	58,201,740.28	26,190,783,126.00	5,983.881
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่ หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	16,961,826.95	10,177,096,170.00	1,935.934
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่ หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	16,986,131.50	18,175,160,705.00	1,661.053
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่ หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	11,087,348.10	6,375,225,157.50	1,159.880
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่ แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	7,002,713.30	6,302,441,970.00	631.469
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่ หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	6,844,893.22	5,955,057,101.40	648.846
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	359,736,774.84	-	36,906.258
รวม	645,053,537.89	148,499,433,727.40	65,776.58

หมายเหตุ : แบบไม่จำกัดงบประมาณ หมายถึง ให้ระบบ TPMS เลือกวิธีซ่อมบำรุงเหมาะสมและงบประมาณที่ไม่จำกัด
ทั่วประเทศ โดยไม่นำสายทางที่ติดค่าประกันมาวิเคราะห์



จากการวิเคราะห์ตามสำนักงานทางหลวงจะเห็นได้ว่าสำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา) จะใช้งบซ่อมบำรุงมากที่สุดอยู่ที่ 15,625.28 ล้านบาท เนื่องจากมีระยะทางมากที่สุดในกรมทางหลวง โดยแสดงสัดส่วนการซ่อมบำรุงดังตารางที่ 1-67 ถึงตารางที่ 1-84 และแสดงรายละเอียดตามสำนักงานทางหลวงดังรูปที่ 1-186



หมายเหตุ : ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาหวี อำเภอจะนะ และอำเภอสบ้าย้อย

รูปที่ 1-186 งบประมาณการซ่อมบำรุงรายสำนักงานทางหลวง



ตารางที่ 1-67 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,596,140.90	3,266,340,587.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,387,627.00	749,318,580.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	4,293,484.50	1,932,068,025.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	3,486,580.50	2,091,948,300.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,047,137.50	1,120,437,125.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,546,185.50	889,056,662.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	336,239.20	302,615,280.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	985,724.50	857,580,315.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	18,819,483.40	-
รวม	39,498,603.00	11,209,364,874.50

ตารางที่ 1-68 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,358,647.20	3,164,218,296.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,232,492.31	665,545,847.40
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,180,864.25	1,431,388,912.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,206,962.00	724,177,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	951,523.50	1,018,130,145.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	817,236.00	469,910,700.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	60,026.00	54,023,400.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	418,116.00	363,760,920.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	23,992,000.90	-
รวม	39,217,868.16	7,891,155,420.90



ตารางที่ 1-69 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	8,925,929.80	3,838,149,814.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,175,043.00	634,523,220.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,629,627.00	1,183,332,150.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	768,901.20	461,340,720.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,074,312.00	1,149,513,840.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	274,441.20	157,803,690.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	142,525.00	128,272,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	315,755.00	274,706,850.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	24,157,869.60	-
รวม	39,464,403.80	7,827,642,784.00

ตารางที่ 1-70 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	5,999,457.00	2,579,766,510.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	918,577.74	496,031,979.60
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,695,062.68	1,212,778,206.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,492,822.00	895,693,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	581,394.00	622,091,580.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	572,783.00	329,350,225.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	77,644.00	69,879,600.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	210,140.02	182,821,817.40
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	17,314,679.66	-
รวม	29,862,560.10	6,388,413,118.00



ตารางที่ 1-71 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของ
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	6,470,077.00	2,782,133,110.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	862,652.50	465,832,350.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,217,535.50	997,890,975.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	865,853.00	519,511,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	589,688.00	630,966,160.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	312,012.00	179,406,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	57,660.50	51,894,450.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	253,094.00	220,191,780.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	16,727,474.00	-
รวม	28,356,046.50	5,847,827,525.00

ตารางที่ 1-72 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของ
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	8,927,789.00	3,838,949,270.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,421,569.50	767,647,530.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,882,800.70	1,747,260,315.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,502,757.00	901,654,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	766,252.50	819,890,175.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	348,082.50	200,147,437.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	70,916.50	63,824,850.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	298,171.00	259,408,770.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	17,300,364.50	-
รวม	34,518,703.20	8,598,782,547.50



ตารางที่ 1-73 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,927,280.60	3,408,730,658.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,085,064.00	1,125,934,560.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,773,612.40	1,698,125,580.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,029,137.00	617,482,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,319,238.00	1,411,584,660.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	348,708.00	200,507,100.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	558,929.00	503,036,100.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	414,071.00	360,241,770.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	16,654,835.30	-
รวม	34,110,875.30	9,325,642,628.00

ตารางที่ 1-74 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	8,219,858.50	3,534,539,155.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,769,203.50	955,369,890.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,758,011.75	1,241,105,287.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	708,922.00	425,353,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,154,674.50	1,235,501,715.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	405,096.00	232,930,200.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	132,164.00	118,947,600.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	534,734.50	465,219,015.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	21,165,815.55	-
รวม	36,848,480.30	8,208,966,062.50



ตารางที่ 1-75 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	9,197,923.10	3,955,106,933.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,768,639.40	955,065,276.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,823,225.70	1,720,451,565.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	622,015.00	373,209,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,698,033.50	1,816,895,845.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	563,135.50	323,802,912.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	95,403.00	85,862,700.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	668,675.10	581,747,337.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	29,107,419.80	-
รวม	47,544,470.10	9,812,141,568.50

ตารางที่ 1-76 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,770,925.50	5,491,497,965.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	3,829,003.50	2,067,661,890.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	6,481,679.00	2,916,755,550.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,079,917.00	647,950,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	2,510,357.00	2,686,081,990.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	721,693.00	414,973,475.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	878,456.00	790,610,400.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	700,863.00	609,750,810.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	22,811,854.50	-
รวม	51,784,748.50	15,625,282,280.00



ตารางที่ 1-77 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	10,880,201.15	4,678,486,494.50
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,221,421.30	1,199,567,502.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	4,423,007.90	1,990,353,555.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,094,273.60	656,564,160.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	952,405.00	1,019,073,350.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	728,915.90	419,126,642.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	560,391.00	504,351,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	302,224.10	262,934,967.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	15,965,351.05	-
รวม	37,128,191.00	10,730,458,571.00

ตารางที่ 1-78 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	6,886,957.40	2,961,391,682.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,224,177.00	661,055,580.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,013,295.50	905,982,975.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	687,501.00	412,500,600.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	778,605.00	833,107,350.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,136,770.00	653,642,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	89,330.50	80,397,450.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	188,287.50	163,810,125.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	22,745,292.50	-
รวม	35,750,216.40	6,671,888,512.00



ตารางที่ 1-79 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพฯ)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	6,342,151.90	2,727,125,317.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,226,804.20	1,202,474,268.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,530,780.00	1,588,851,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	85,315.00	51,189,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	445,541.00	476,728,870.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	338,271.50	194,506,112.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	1,744,725.60	1,570,253,040.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	225,416.00	196,111,920.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	13,115,093.25	-
รวม	28,054,098.45	8,007,239,527.50

ตารางที่ 1-80 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	8,012,703.20	3,445,462,376.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,358,030.70	733,336,578.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,276,061.45	1,474,227,652.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	308,362.00	185,017,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	793,470.00	849,012,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	562,493.00	323,433,475.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	890,871.50	801,784,350.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	374,994.00	326,244,780.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	18,524,304.05	-
รวม	34,101,289.90	8,138,519,311.50



ตารางที่ 1-81 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	5,887,239.00	2,531,512,770.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	950,125.50	513,067,770.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	1,993,415.75	897,037,087.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	220,046.65	132,027,990.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	267,541.00	286,268,870.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	915,441.00	526,378,575.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	247,506.00	222,755,400.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	28,368.00	24,680,160.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	24,330,457.43	-
รวม	34,840,140.33	5,133,728,622.50

ตารางที่ 1-82 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	9,889,006.00	4,252,272,580.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,247,994.50	673,917,030.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	3,844,206.10	1,729,892,745.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,093,294.00	655,976,400.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,005,593.50	1,075,985,045.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	995,713.00	572,534,975.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	828,052.00	745,246,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	497,602.00	432,913,740.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	22,294,614.75	-
รวม	41,696,075.85	10,138,739,315.00



ตารางที่ 1-83 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,079,074.00	3,044,001,820.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	761,822.00	411,383,880.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	2,281,522.00	1,026,684,900.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	407,650.00	244,590,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	807,519.00	864,045,330.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	236,784.00	136,150,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	105,748.00	95,173,200.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	304,248.00	264,695,760.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	24,389,866.00	-
รวม	36,374,233.00	6,086,725,690.00

ตารางที่ 1-84 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2569 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	2,734,727.30	1,175,932,739.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	685,773.50	370,317,690.00
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่ (Hot-re)	1,103,548.10	496,596,645.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	301,518.00	180,910,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	242,846.50	259,845,755.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	263,587.00	151,562,525.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	126,125.50	113,512,950.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	124,409.50	108,236,265.00
สายทางที่ยังไม่ถึงเกณฑ์การซ่อมบำรุงผิวทาง	10,319,998.60	-
รวม	15,902,534.00	2,856,915,369.00



1.8.2.3 ประเภทการซ่อมบำรุงแบบจำกัดงบประมาณ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ซ่อมบำรุงทางหลวงในปี 2569 ได้ผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นใช้งบประมาณที่ได้รับจากระบบ Plannet และใช้งบประมาณจากคำขอในระบบ Plannet แสดงดังตารางที่ 1-85 และมีผลการวิเคราะห์ แสดงดังรูปที่ 1-187 ถึงรูปที่ 1-190

ตารางที่ 1-85 งบประมาณจากคำขอในระบบ Plannet

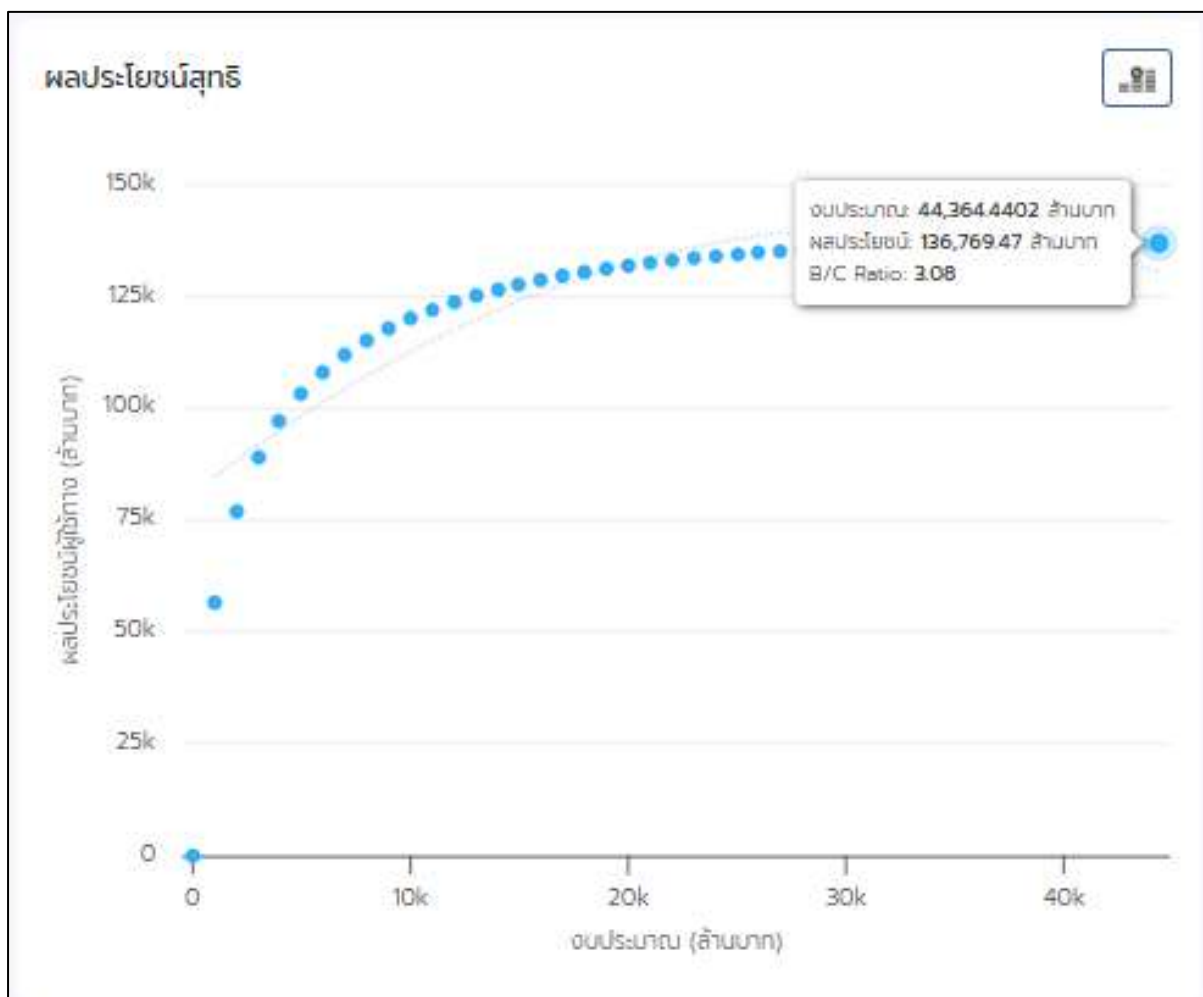
	คำของบปี 2568	อนุมัติงบปี 2568
งบประมาณ (ล้านบาท)	44,364	13,492
IRI เมื่อไม่ซ่อมบำรุง	2.87	2.87
IRI เมื่อมีการซ่อมบำรุง	2.75	2.83
ระยะทาง (กิโลเมตร)	65,776.58	65,776.58



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)
โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



รูปที่ 1-187 ผลการวิเคราะห์ประจำปีเมื่อใช้แผนและงบประมาณตามคำของบปี 2568



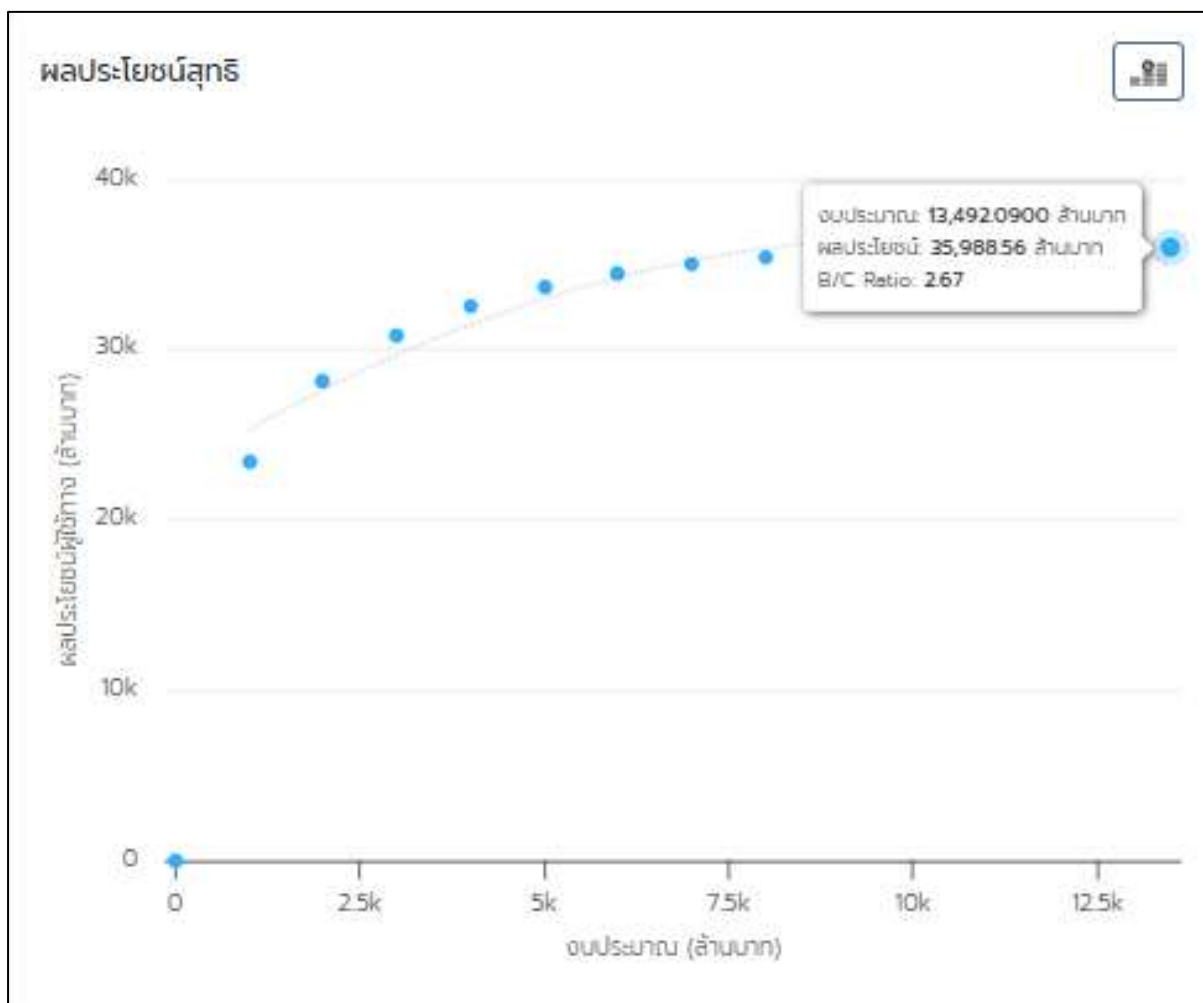
รูปที่ 1-188 กราฟผลการผลประโยชน์ผู้ใช้งบประมาณเมื่อใช้แผน
และงบประมาณตามคำของบปี 2568



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)
โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



รูปที่ 1-189 ผลการวิเคราะห์ประจำปีเมื่อใช้แผนและงบประมาณตามงบประมาณที่อนุมัติของปี 2568



รูปที่ 1-190 กราฟผลการผลประโยชน์ผู้ใช้งบประมาณเมื่อใช้แผน
และงบประมาณตามงบประมาณที่อนุมัติของปี 2568



1.8.2.4 การวิเคราะห์ความต้องการงบประมาณในปี 2569

การวิเคราะห์จะกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุง ตั้งแต่งบประมาณ 10,000 ล้านบาท ไปจนถึงไม่จำกัดงบประมาณในการซ่อมบำรุง เพื่อหาค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงภายใต้เงื่อนไขงบประมาณดังกล่าว และพิจารณาสัดส่วนร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5

1) ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1-86 และสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวงได้สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างงบประมาณในปี 2569 กับร้อยละของระยะทางบนทางหลวงที่มีค่า $IRI < 3.5$ ของโครงข่ายทางหลวงตามงบประมาณบำรุงทางที่ได้รับการจัดสรรทั้งประเทศในปี 2569 แสดงดังสมการที่ 1

$$\text{Budget} = 17,363.09 * (\%IRI_{2569} < 3.5) - 1,446,744.39 \quad (1)$$

โดยที่ Budget = งบประมาณบำรุงรักษานนลาดยางในปี 2569 (ล้านบาท)

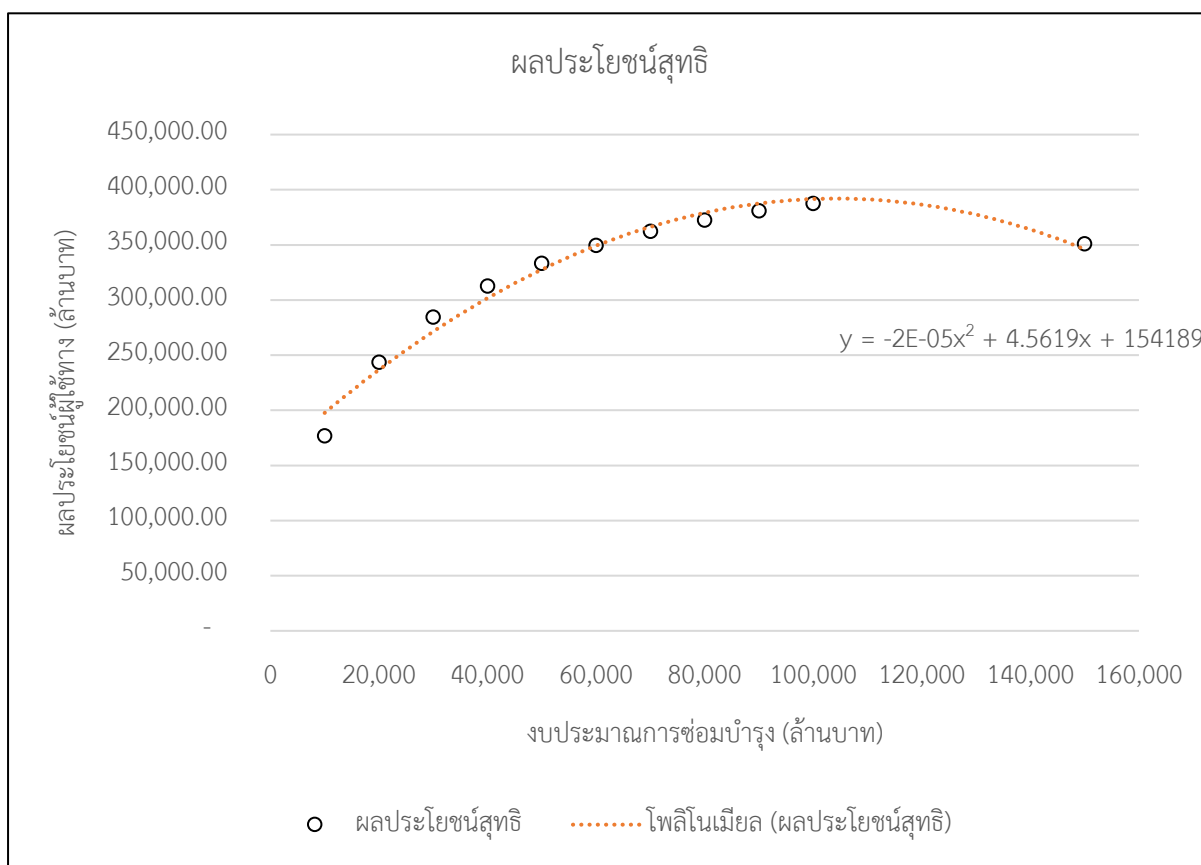
$\%IRI_{2569} < 3.5$ = ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม.

เพื่อคงสภาพของโครงข่ายให้ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม. ไม่น้อยกว่าร้อยละ 89.83 โดยคำนวณตามสมการที่ 1 จะต้องใช้งบประมาณ 113,000 ล้านบาท

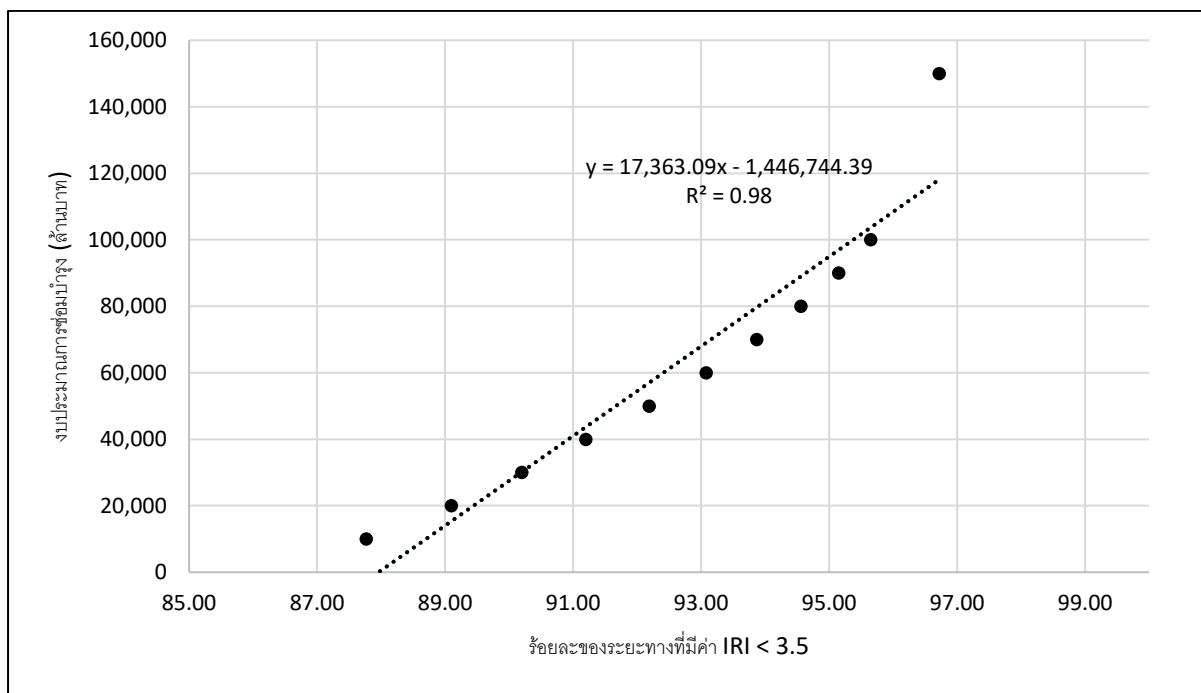


ตารางที่ 1-86 ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2569

ค่าซ่อมบำรุง (Cost) (ล้านบาท)	ร้อยละ IRI <3.5
10,000	87.77
20,000	89.10
30,000	90.20
40,000	91.20
50,000	92.19
60,000	93.08
100,000	95.65
150,000	96.72



รูปที่ 1-191 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิและค่า B/C



รูปที่ 1-192 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม.

กับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในปี 2569 (เฉพาะถนนลาดยาง)

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างงบประมาณในการซ่อมบำรุงกับผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefit) แสดงดังรูปที่ 1-192 จะพบว่าเมื่อเพิ่มงบประมาณในการซ่อมบำรุง ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefit) จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มงบประมาณไปจนถึง 100,000 ล้านบาท จะให้ค่าผลประโยชน์สุทธิสูงสุด (Max Net Benefit) เท่ากับ 344,589 ล้านบาท และเมื่อนำงบประมาณ 100,000 ไปคำนวณ ร้อยละ IRI < 3.5 ในสมการที่ 1 จะได้ร้อยละ IRI < 3.5 เท่ากับ 89.08 เหตุที่เมื่อเพิ่มงบประมาณมากกว่า 100,000 ส่งผลให้ผลประโยชน์สุทธิลดลง เนื่องจาก TPMS จะเริ่มนำงบประมาณไปซ่อมบำรุงในสายทางที่ได้ผลประโยชน์ (Benefit) น้อยกว่าค่าซ่อมบำรุง (Cost) กล่าวคือ $B/C < 1$ เป็นสายทางที่มีปริมาณจราจรต่ำ สำนักบริหารบำรุงทางจึงเลือกวิธีการกระจายงบประมาณตามเป้าหมายคุณภาพของถนน



ตารางที่ 1-87 สรุปความต้องการงบประมาณการซ่อมบำรุงในปีงบประมาณ 2568

งบประมาณ (ล้านบาท)	ร้อยละ IRI <3.5	คำอธิบาย
-	89.83	ค่าปฏิบัติราชการ
-	81.32	สภาพทางหลวงปัจจุบัน
-	86.13	สภาพทางหลวงในปี 2569 เมื่อไม่มีการซ่อมบำรุง
14,000	82.15	งบประมาณที่ได้รับในปี 2569
113,000	89.83	ค่าปฏิบัติราชการ
100,000	89.08	ผลประโยชน์ผู้ใช้งานทางสูงสุด
148,499	96.72	ได้รับงบประมาณแบบไม่จำกัด

2.1 รายงานความล่าช้า

ในการสำรวจภายในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568 ได้เริ่มดำเนินการสำรวจตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2568 ทางกลุ่มที่ปรึกษาทำการนำเสนอข้อมูลผลการดำเนินงานพร้อมระบุปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่องาน โดยมีการส่งแบบฟอร์มรายงานสรุปปัญหาและอุปสรรครายสัปดาห์

ในงวดงานรายงานขั้นสุดท้ายผลการดำเนินงานของโครงการ ดำเนินครบถ้วนตามระยะเวลาดำเนินโครงการอยู่ที่ ร้อยละ 100 จากปัญหาและอุปสรรคภาพรวมกลุ่มที่ปรึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบและรับรองความถูกต้องของข้อมูลสำรวจตามขอบเขตงานแล้วเสร็จทุกกระบวนการ อีกทั้งในรายงานขั้นสุดท้าย ได้รวบรวมปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นตลอดทั้งโครงการ พร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขสรุปผลไว้ในรูปแบบตาราง แสดงดัง

2.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

รายงานสรุปปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงานภายในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568 ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2568 ถึง วันที่ 3 มิถุนายน 2568 มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 รายงานปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจภายในโครงการ

กลุ่มที่ปรึกษาทำการสรุปปัญหาที่พบระหว่างการสำรวจสภาพทางโดยพบปัญหาระหว่างการสำรวจเป็นระยะทางรวม 1,356.561 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.41 จากแผนการสำรวจทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 2-1 และรายละเอียดข้อมูลปัญหาอุปสรรคในการสำรวจแสดงดังภาคผนวก ก

ตารางที่ 2-1 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจ

ลำดับ	ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
1	มีงานก่อสร้าง เช่น ก่อสร้างผิวถนน ก่อสร้างทาง สะพานข้ามแยก สะพานข้ามทางรถไฟ วางท่อประปา	772.161
2	ฝนตก หรือถนนเปียก	580.000
3	สายทางชำรุด เช่น สะพานชำรุด ไหล่ทางชำรุด	4.400
รวมระยะทางที่พบปัญหาและอุปสรรค (กิโลเมตร)		1,356.561

หมายเหตุ : สรุปปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจตั้งแต่วันที่ 13 ม.ค. - 3 มิ.ย. 68 จากผลสำรวจจำนวน 4 คัน



จากตารางที่ 2-1 ข้อมูลที่ได้นำมาเสนอในรูปแบบตารางปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสำรวจช่วงวันที่ 13 มกราคม 2568 ถึง วันที่ 3 มิถุนายน 2568 นอกจากนี้กลุ่มที่ปรึกษาได้มีการสำรวจแก้ไขเพิ่มเติมและสามารถนำเสนอข้อมูลที่ทำ การสำรวจแก้ไขโดยผ่านกระบวนการตรวจสอบข้อมูลรอบที่ 1 - 5 ได้ครบถ้วนแล้วเสร็จในวงงานรายงานขั้นสุดท้าย ภาพรวมสามารถสรุปได้ว่าพบปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจทั้งจำนวนสิ้น 3 กรณี โดยปัญหาและอุปสรรคใดที่พบระหว่างการสำรวจมีรายละเอียดและแนวทางการแก้ไข ดังนี้

2.2.1.1 อุปสรรคมืองานก่อสร้าง

จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจพบงานก่อสร้างเป็นระยะทาง 772.161 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.94 จากแผนการสำรวจทั้งหมด ได้แก่ งานก่อสร้างสะพาน วางท่อประปา และงานปรับปรุงผิวทาง เนื่องจากช่วงที่มีงานก่อสร้างมีผลต่อข้อมูลค่าสภาพผิวทางจากตัวอุปกรณ์สำรวจทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง จึงมีแนวทางแก้ไขคือ การตัดช่วงที่มีการก่อสร้างออกไม่นำเข้าข้อมูลสำรวจลงบนระบบ Roadnet และไม่นำส่งบัญชีสำรวจดังกล่าวในการตรวจรับงาน ตัวอย่างจากการสำรวจเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2568 พบอุปสรรคมืองานก่อสร้างบนสายทางหลวงหมายเลข 117 ตอนควบคุม 502 ช่วงกม. 345+900 ถึง 348+000 แขวงทางหลวงอุดรดิตถ์ที่ 2 จาการสำรวจ LCMS2 แสดงดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ปัญหาอุปสรรคงานก่อสร้าง



2.2.1.2 อุปสรรคมีฝนตกระหว่างการสำรวจ

การพบอุปสรรคฝนตก หรือพบว่าทางหลวงที่อยู่ในแผนการสำรวจมีสภาพถนนเปียก กลุ่มที่ปรึกษาจะดำเนินการยกเลิกการสำรวจภายในพื้นที่ที่มีฝนตกหรือพื้นถนนเปียก เนื่องจากอาจจะทำให้ข้อมูลสำรวจมีความคลาดเคลื่อนสูงเมื่อเก็บข้อมูลสำรวจบนถนนที่มีลักษณะเปียก จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคฝนตกระหว่างการสำรวจทำให้กระทบต่อแผนการสำรวจ เป็นระยะทาง 580.000 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.46 จากแผนการสำรวจทั้งหมด โดยมีแนวทางแก้ไขคือ หยุดสำรวจชั่วคราวขณะฝนตกและรอให้ถนนแห้งจึงจะทำการสำรวจอีกครั้ง หรือดำเนินการสำรวจสายทางที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงก่อนจะกลับมาสำรวจอีกครั้งหลังถนนแห้ง โดยตัวอย่างเมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2568 มีฝนตกระหว่างการสำรวจ ณ แขวงทางหลวงตรัง ทางหลวงหมายเลข 404 ตอนควบคุม 100 จากรถสำรวจ LCMS1 แสดงดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 ปัญหาอุปสรรคฝนตก



2.2.1.3 อุปสรรคสายทางชำรุด

จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจ พบสายทางชำรุดเป็นระยะทาง 4.400 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.01 จากแผนการสำรวจทั้งหมด ในลักษณะเช่น สะพานชำรุด ไหล่ทางชำรุด มีแนวทางแก้ไขโดยการตัดช่วงกม. ที่สายทางชำรุดออก ไม่นำส่งข้อมูล และทำการสำรวจสายทางสำรองทดแทน โดยมีตัวอย่างในจากการสำรวจวันที่ 30 มกราคม 2568 ณ แขวงทางหลวงเชียงใหม่ที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 1098 ตอนควบคุม 102 ช่วงกม. 18+700 ถึง 18+300 จากระดสำรวจ LCMS2 แสดงดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 ปัญหาอุปสรรคสายทางชำรุด

2.2.2 รายงานปัญหาและอุปสรรคเรื่องการเชื่อมต่อฐานข้อมูล Roadnet

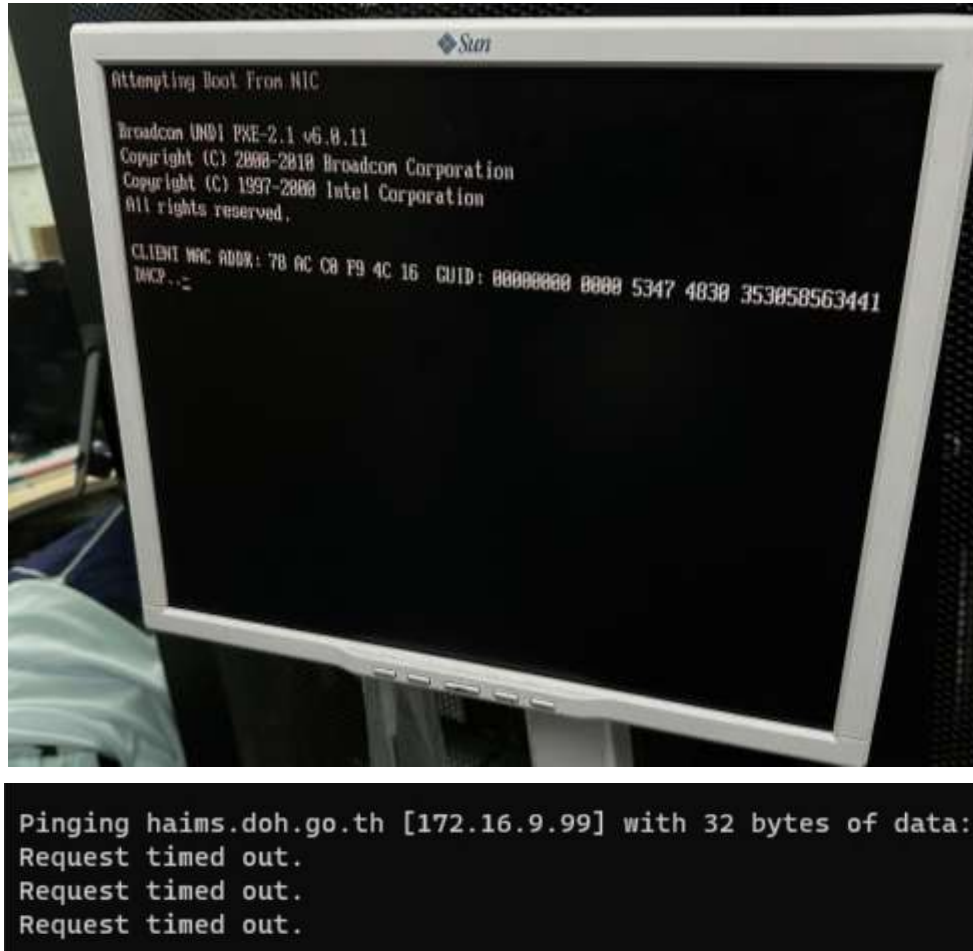
กลุ่มที่ปรึกษาทำการสรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างกระบวนการตรวจสอบข้อมูลบนระบบ Roadnet ดังนี้

2.2.2.1 ssh ไม่สามารถเชื่อมต่อได้

สืบเนื่องจากที่ปรึกษาต้องดำเนินการ Upload ภาพสำรวจและข้อมูล IRI, RUT, MPD ซึ่งมีปริมาณมาก แต่ประสบปัญหาในการเชื่อมต่อกับ Sever จึงไม่สามารถทำการนำเข้าข้อมูลได้ตามกรอบเวลาที่กำหนด ส่งผลกระทบต่อความก้าวหน้าของโครงการและการส่งมอบงานที่ล่าช้า ทั้งนี้ ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดด้านการเชื่อมต่อและประสิทธิภาพของระบบ Sever ประกอบกับมาตรการรักษาความปลอดภัยที่เข้มงวดของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวงส่งผลให้ทีมพัฒนาระบบจากภายนอกที่ดูแลส่วนนี้



ไม่สามารถเข้าถึงระบบได้อย่างสะดวก ปัญหาที่พบเช่น ssh ไม่สามารถเชื่อมต่อได้ เนื่องจาก Sever ดับไป ทำให้ต้องใช้เวลาในการ Reboot กลับมาใช้งาน



รูปที่ 2-4 ภาพประกอบปัญหา ssh ไม่สามารถเชื่อมต่อได้



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report I) แนวทางแก้ไข ที่ปรึกษาเร่งการประสานงานกับทีมเทคนิคของกรมฯ เพื่อหาวิธีแก้ไขอย่างเร่งด่วนและให้การดำเนินงานกลับมาเป็นไปตามแผนงาน โดยมีการบวกรวมที่เพิ่มขึ้นจากเดิม โดยกระบวนการดังกล่าว มีขั้นตอนการดำเนินงานประมาณ 1-2 สัปดาห์ ประกอบด้วย

1) การเปิดใช้งาน VPN กรมทางหลวง โดยที่ปรึกษาได้ทำหนังสือขอใช้ใช้งาน VPN กับศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ และดำเนินการติดตั้งแต่ละเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าใช้งาน

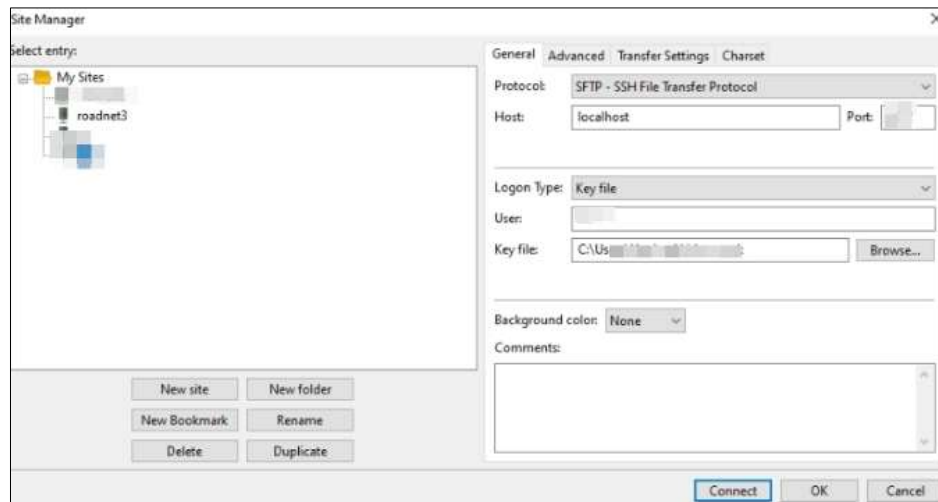


2) การเข้าเชื่อมต่อฐานข้อมูลด้วยการ connect .ssh

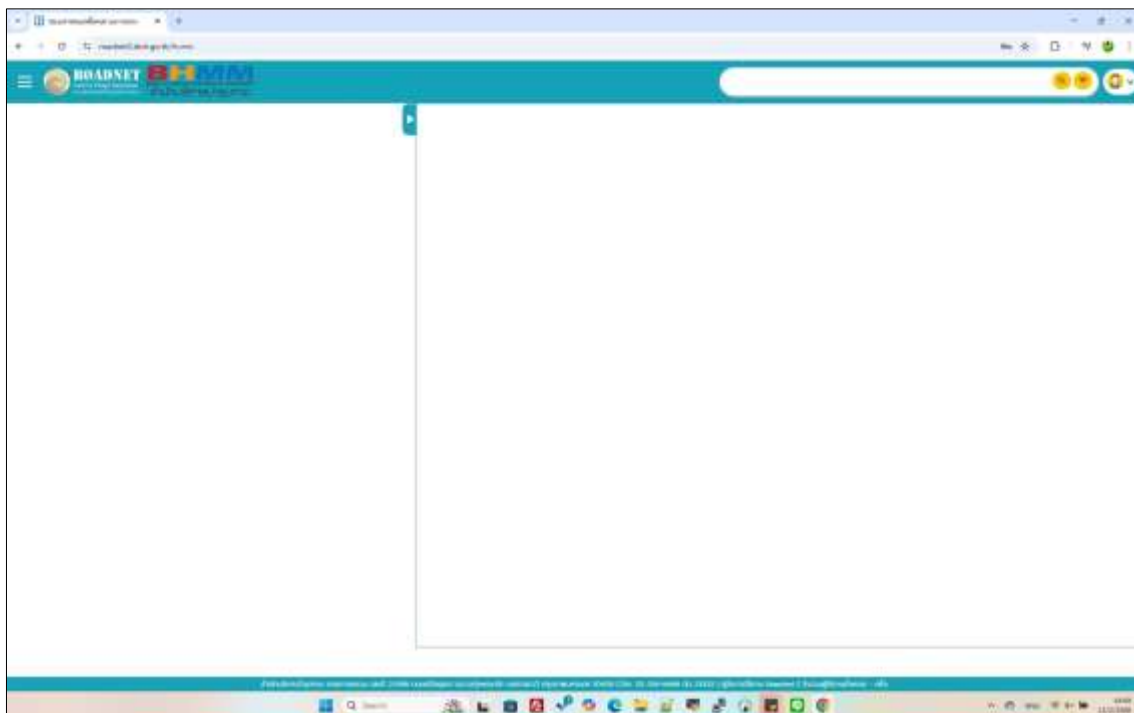




3) การเข้าถึง Sever ผ่านโปรแกรม FileZilla เพื่อดำเนินการ Upload ภาพสำรวจ



2.2.2.2 ระบบ Roadnet ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจาก SSL กรมฯ หมดอายุ
แนวทางแก้ไข ประสานกับศูนย์ IT กรมทางหลวง
สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานขั้นกลาง (Interim Report)



รูปที่ 2-5 ภาพประกอบปัญหาระบบ Roadnet ไม่สามารถใช้งานได้
เนื่องจาก SSL กรมฯ หมดอายุ

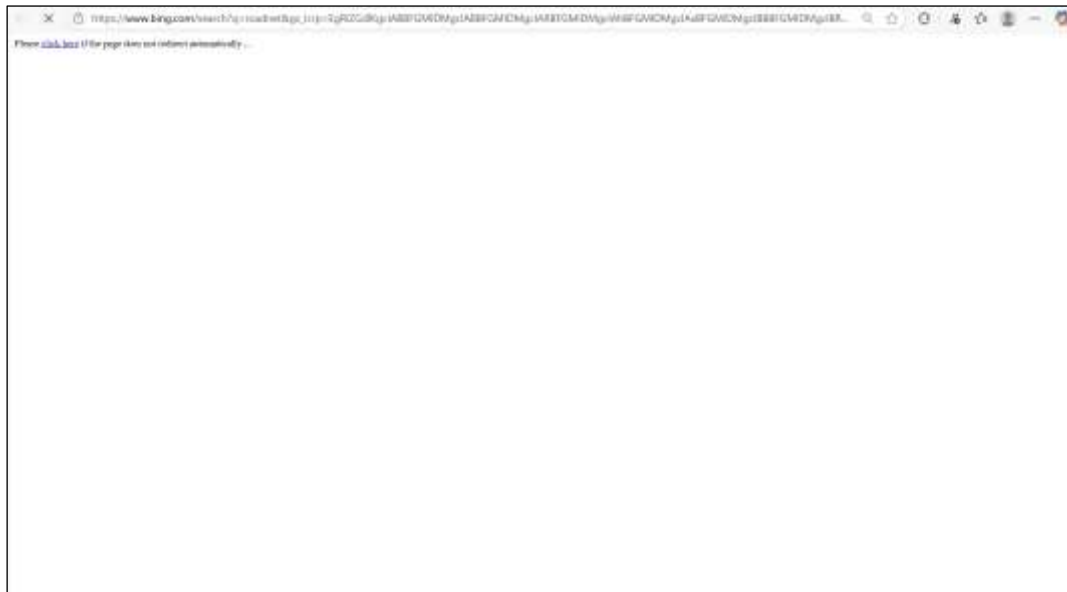


2.2.2.3 ระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานผ่าน Internet ของกรมได้

ระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานผ่าน Internet ของกรมได้ โดยพบปัญหา
ที่ชั้น 3 สร.ทล. ส่งผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่ตรวจสอบข้อมูล QC4 (สร.)

แนวทางแก้ไข เข้าใช้งาน Roadnet โดยการเชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi จาก
โทรศัพท์มือถือ (Hotspot) แทนการเชื่อมต่อ Internet ของกรม แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่อง
ของความเร็ว Internet มือถือซึ่งจะมีความเร็วต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ Internet ของกรม

สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 3 (Progress Report III)



รูปที่ 2-6 ภาพประกอบปัญหาระบบ Roadnet ไม่สามารถเข้าใช้งานผ่าน Internet ของกรมได้

2.2.2.4 การแสดงผลจุดข้อมูลสำรวจบนระบบ Roadnet ไม่แสดงผลและเข้าใช้งานได้

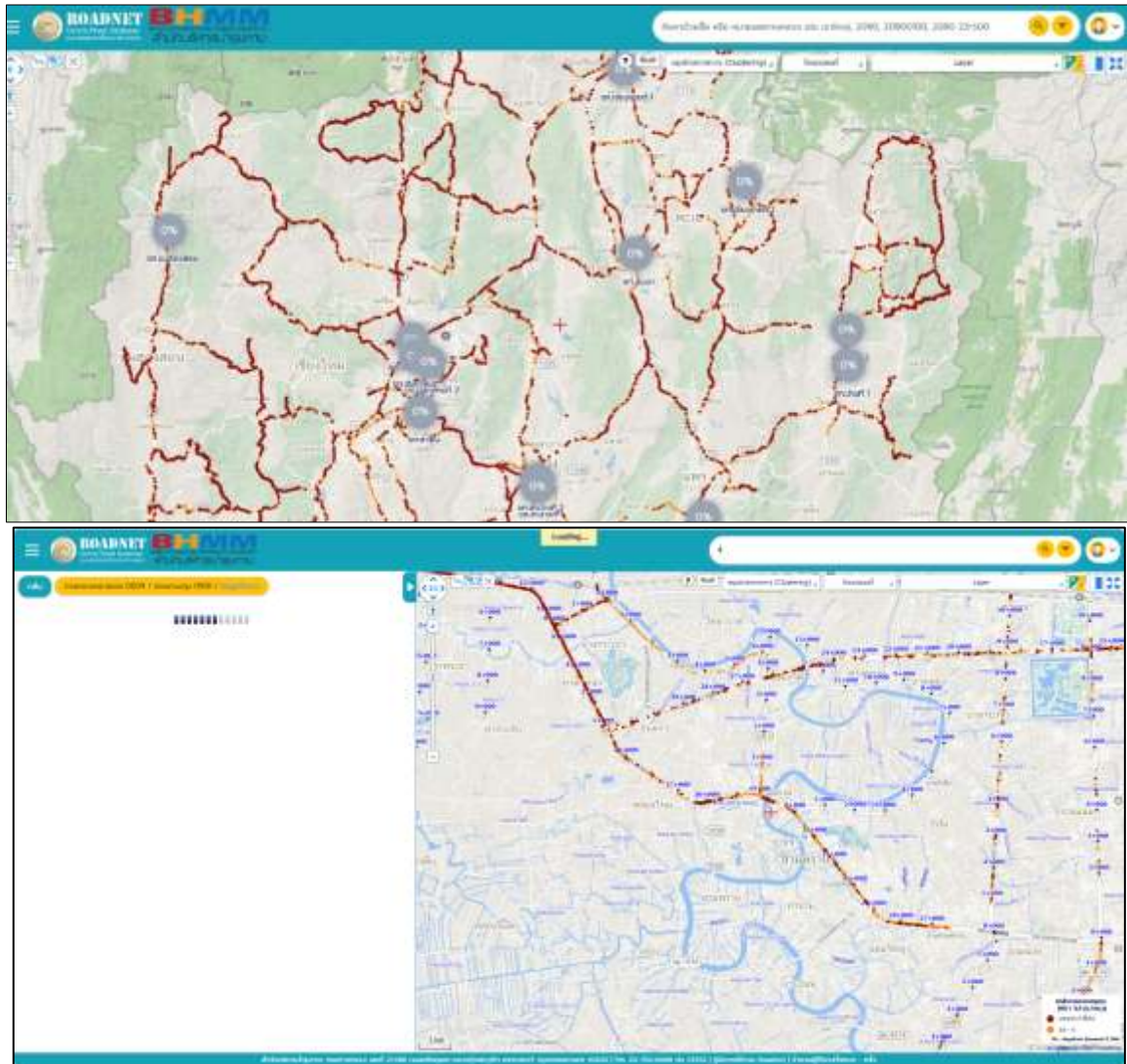
แนวทางแก้ไข ประชุมกับนักพัฒนาระบบ และนำเข้าข้อมูลสำรวจจากการ Back up
ข้อมูล เข้าสู่ระบบ Roadnet

สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 3 (Progress Report III)



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568



รูปที่ 2-7 ภาพหน้าระบบ Roadnet ไม่สามารถใช้งานได้



2.2.3 รายงานปัญหาและอุปสรรคเรื่องข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์

ที่ปรึกษาทำการสรุปปัญหาและอุปสรรคเรื่องข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ มีดังนี้

2.2.3.1 แบตเตอรี่ของ UPS เสื่อม

ข้อมูลสภาพกล้องหน้าและกล้องหลังจึงไม่สอดคล้องกัน เนื่องจากแบตเตอรี่ของ UPS เสื่อม ส่งผลให้ขณะที่ทำการสำรวจระบบไฟของรถสำรวจไม่เสถียร

แนวทางแก้ไข ดำเนินการเปลี่ยนตัว UPS ใหม่ และทำการสำรวจใหม่

สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report I)



รูปที่ 2-8 ภาพประกอบปัญหาแบตเตอรี่ของ UPS เสื่อม

2.2.3.2 ภาพจากกล้องหลังเบลอและไม่ชัดเจน รวมถึงภาพมืด

แนวทางแก้ไข ดำเนินการแก้ไขโดย Romdas Support:

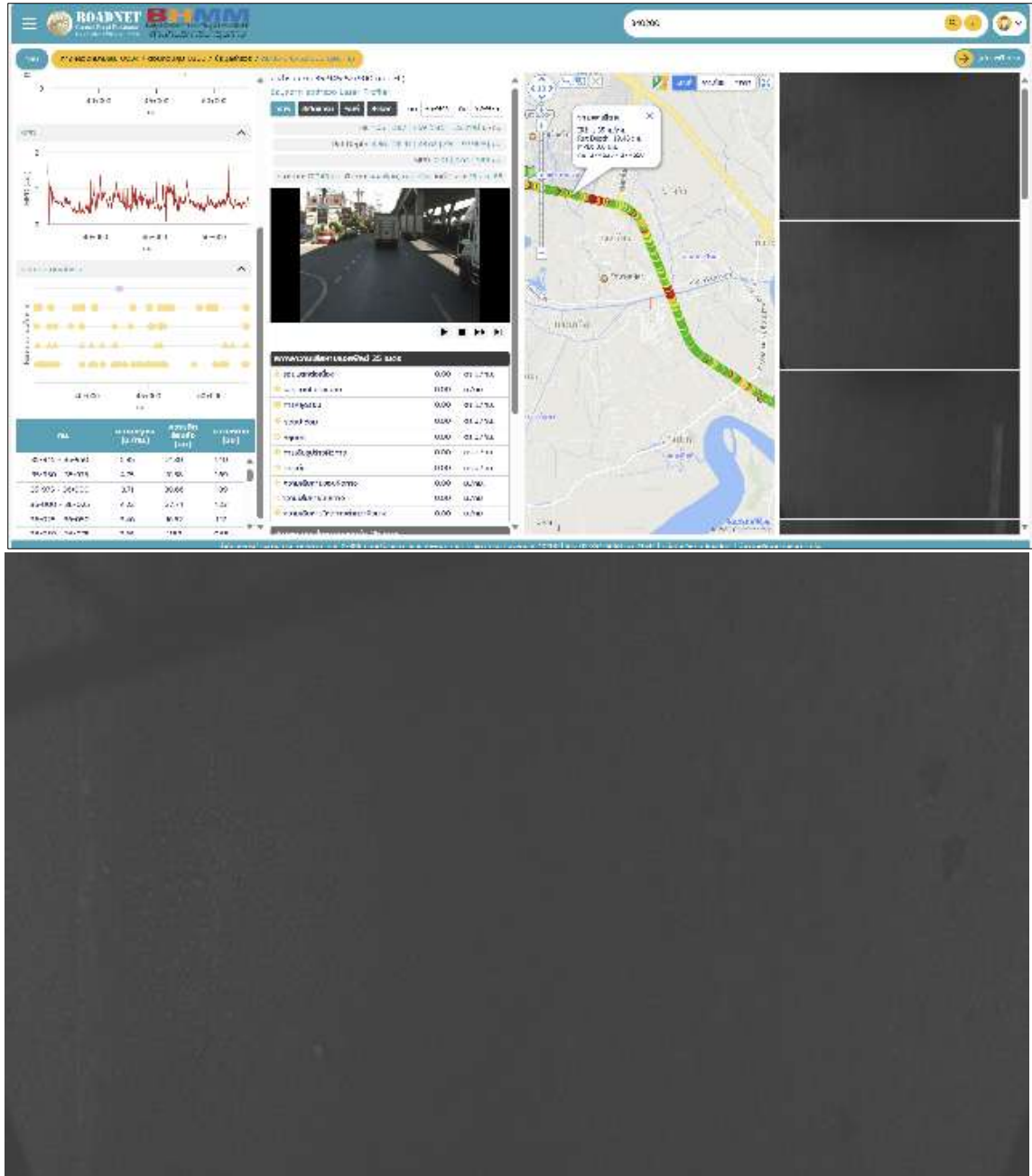
- 1) ทดสอบการตั้งค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม Romdas เช่น การปรับค่า Brightness, ลด Exposure, และปรับ Shutter Speed
- 2) ดำเนินการ Camera Calibration (Focus Adjustment) ปรับรูรับแสงและโฟกัสใหม่ ภาพที่ได้จากการ Calibration ผ่านการตรวจสอบจาก Romdas ทุกรายการ เมื่อทดสอบการเก็บข้อมูลภาพยังไม่ชัดเจน ยกเว้นกรณีที่ใช้ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งให้ภาพที่คมชัด (แต่ไม่สามารถใช้ความเร็วนี้ในการสำรวจจริงได้)
- 3) แนวทางแก้ไขเพิ่มเติมที่ Romdas แนะนำ ทดสอบใช้สาย Cat7 Ethernet เพื่อตรวจสอบว่าไม่ได้เกิดจากปัญหาสายสัญญาณ



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2568

- 4) หากยังไม่สามารถแก้ไขได้ Romdas เสนอ 2 ทางเลือก: เปิดเคสเพื่อส่งกล้อง
เข้าซ่อมเปลี่ยนเป็นกล้องแบบ USB เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาระยะยาว
สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report I)



รูปที่ 2-9 ภาพจากกล้องหลังเบลอและไม่ชัดเจน รวมถึงภาพมืด



2.2.3.3 การ Export ภาพกล้องหลังของรถสำรวจ Laser Profile2 ล่าช้า

พบปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนการ Export ภาพกล้องหลังของรถสำรวจ Laser Profile2 เนื่องจากกล้องหลังรถ Laser Profile2 มีความละเอียดภาพสูงขนาดต่อ 1 ภาพ โดยเฉลี่ย 1,500 KB ++ ในการ Export ภาพกล้องหลังต่อ 1 สายทาง ระยะทาง 20 กิโลเมตร จะใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยประมาณ

แนวทางแก้ไข เพิ่มเครื่องสำหรับ Process เพื่อให้ Export ภาพกล้องหลังเร็วขึ้น
สถานะ แก้ไขแล้วเสร็จในรายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report I)

63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000001.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	3,375 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000002.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	2,832 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000003.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	2,359 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000004.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	2,057 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000005.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,917 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000006.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,842 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000007.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,827 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000008.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,771 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000009.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,627 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000010.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,568 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000011.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,805 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000012.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,829 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000013.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,769 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000014.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,746 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000015.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,720 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000016.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,714 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000017.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,720 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000018.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,773 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000019.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,753 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000020.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,814 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000021.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,840 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000022.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,897 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000023.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,821 KB
63502020501L1AC01 Pavement Camera 0000024.jpg	27/2/2568 20:58	IrfanView JPG File	1,785 KB

รูปที่ 2-10 ภาพปัญหา Export ภาพกล้องหลังล่าช้า