



สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลการใช้จ่ายงบประมาณ
บำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาวปี 2566



รายงานสิ้นสุดท้าย
(Final Report)



CUTi
สถาบันการขนส่ง
เพื่อสังคมและนวัตกรรม
Thammasat University



สิงหาคม 2566



สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ผลสรุปการปฏิบัติงานทั้งโครงการ	1-1
1.1 พื้นที่สำรวจ	1-1
1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง	1-4
1.3 การสำรวจสภาพทาง	1-33
1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ	1-60
1.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet	1-87
1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet	1-131
1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน ของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง... 1-166	
1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง	1-183
1.9 การจัดทำสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ	1-218
บทที่ 2 ความล่าช้าและปัญหา	2-1
2.1 รายงานความล่าช้า	2-1
2.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	2-2
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายงานปัญหา อุปสรรคในการสำรวจ	ก-1
ภาคผนวก ข Root Mean Square Error : RMSE	ข-1
ภาคผนวก ค การเปรียบเทียบการประเมินค่าความเสียหายผิวทาง (Surface distress) ของอุปกรณ์ LCMS และกรมทางหลวง	ค-1
ภาคผนวก ง ระยะทางบัญชีสำรวจจำแนกตามแขวงทางหลวง	ง-1



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1	แสดงระยะทางสำรวจรายสำนักงานทางหลวงแบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ	1-2
ตารางที่ 1-2	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).....	1-16
ตารางที่ 1-3	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)	1-17
ตารางที่ 1-4	รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS	1-18
ตารางที่ 1-5	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS	1-20
ตารางที่ 1-6	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).....	1-22
ตารางที่ 1-7	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)	1-22
ตารางที่ 1-8	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	1-25
ตารางที่ 1-9	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).....	1-25
ตารางที่ 1-10	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง อุปกรณ์ LCMS.....	1-26
ตารางที่ 1-11	รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) ...	1-26
ตารางที่ 1-12	แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง	1-28
ตารางที่ 1-13	รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS).....	1-32
ตารางที่ 1-14	เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น	1-37
ตารางที่ 1-15	ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2566 ตามเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง	1-39
ตารางที่ 1-16	ระยะทางสำรวจแบ่งตามอุปกรณ์	1-41
ตารางที่ 1-17	พื้นที่ทำการวิ่งทดสอบ	1-45
ตารางที่ 1-18	ค่าเฉลี่ย IRI ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ	1-46
ตารางที่ 1-19	ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า IRI ในแต่ละ Section	1-46
ตารางที่ 1-20	ค่าเฉลี่ย RUT ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ	1-47
ตารางที่ 1-21	ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า RUT ในแต่ละ Section	1-47
ตารางที่ 1-22	ค่าเฉลี่ย MPD ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ	1-48
ตารางที่ 1-23	ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า MPD ในแต่ละ Section	1-48
ตารางที่ 1-24	ค่าเฉลี่ย MPD ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ	1-48
ตารางที่ 1-25	ตารางเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน ในแต่ละ Section	1-49
ตารางที่ 1-26	ผลการวิเคราะห์การทำ Paired T-Test รวมค่าดัชนีความขรุขระ (IRI) ของอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน.....	1-51
ตารางที่ 1-27	การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง.....	1-63



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-28	การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต	1-64
ตารางที่ 1-29	ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากการอุปกรณ์สำรวจด้วย LCMS และโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง	1-71
ตารางที่ 1-30	ลาดยาง (Asphalt pavement)	1-73
ตารางที่ 1-31	คอนกรีต (Concrete pavement)	1-76
ตารางที่ 1-32	ข้อมูลข้อผิดพลาดทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คันที่ 1 และ 2	1-103
ตารางที่ 1-33	ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คันที่ 1 และ 2	1-106
ตารางที่ 1-34	ข้อมูลข้อผิดพลาดทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คันที่ 3	1-111
ตารางที่ 1-35	ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คันที่ 3	1-114
ตารางที่ 1-36	ข้อมูลข้อผิดพลาดทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คันที่ 4	1-118
ตารางที่ 1-37	ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คันที่ 4	1-121
ตารางที่ 1-38	แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน	1-127
ตารางที่ 1-39	แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน	1-133
ตารางที่ 1-40	แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวแอสฟัลต์	1-137
ตารางที่ 1-41	แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต	1-138
ตารางที่ 1-42	แสดงตารางสรุประยะทางส่งมอบจากในระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย	1-150
ตารางที่ 1-43	สรุปผลความเสียหายจากการสำรวจสภาพทางรายสำนักงานทางหลวง	1-151
ตารางที่ 1-44	สรุปผลจากการสำรวจสภาพทางค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) และสัดส่วนร้อยละค่าเฉลี่ย $IRI < 3.5$	1-152
ตารางที่ 1-45	สรุปผลจากการสำรวจสภาพทางค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)	1-154
ตารางที่ 1-46	สรุปผลจากการสำรวจสภาพทางค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD)	1-156
ตารางที่ 1-47	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI)	1-158
ตารางที่ 1-48	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)	1-159
ตารางที่ 1-49	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD)	1-161



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-50 ตารางความเสียหายผิวทางแต่ละประเภท	1-163
ตารางที่ 1-51 จำนวนสายทางที่ได้จากการคัดเลือก	1-168
ตารางที่ 1-52 ภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการเสริมผิวทางลาดยาง	1-169
ตารางที่ 1-53 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง	1-172
ตารางที่ 1-54 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต	1-173
ตารางที่ 1-55 ผลประเมินค่า PCI ทุก ๆ 100 เมตร	1-180
ตารางที่ 1-56 ผลประเมินค่า PCI รายสายทาง	1-181
ตารางที่ 1-57 เกณฑ์ระดับการให้บริการ (ความเรียบของผิวทางหลวง)	1-187
ตารางที่ 1-58 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง	1-188
ตารางที่ 1-59 ประเภททางหลวงจำแนกตามรูปแบบทางกายภาพและระดับปริมาณการจราจร	1-189
ตารางที่ 1-60 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวงของกรมทางหลวง	1-189
ตารางที่ 1-61 เป้าหมายคุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวงของกรมทางหลวง	1-189
ตารางที่ 1-62 วิธีซ่อมและราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา	1-190
ตารางที่ 1-63 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจในโครงการปี 2566 สำนักบริหารบำรุงทาง	1-192
ตารางที่ 1-64 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ	1-193
ตารางที่ 1-65 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 (ก่อนได้รับงบประมาณ)	1-195
ตารางที่ 1-66 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง	1-197
ตารางที่ 1-67 รายละเอียดการซ่อมบำรุงทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2568 แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1 ปี	1-198
ตารางที่ 1-68 สัดส่วนวิธีการซ่อมบำรุงแบ่งตามสำนักงานทางหลวง	1-200
ตารางที่ 1-69 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 1 เชียงใหม่	1-201
ตารางที่ 1-70 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 2 แพร่	1-201
ตารางที่ 1-71 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 3 สกลนคร	1-202
ตารางที่ 1-72 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 4 ตาก	1-202



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-73	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 5 พิษณุโลก	1-203
ตารางที่ 1-74	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 6 เพชรบูรณ์	1-203
ตารางที่ 1-75	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 7 ขอนแก่น	1-204
ตารางที่ 1-76	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 8 มหาสารคาม	1-204
ตารางที่ 1-77	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 9 อุบลราชธานี	1-205
ตารางที่ 1-78	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา	1-205
ตารางที่ 1-79	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี	1-206
ตารางที่ 1-80	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 12 สุพรรณบุรี	1-206
ตารางที่ 1-81	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 13 กรุงเทพฯ	1-207
ตารางที่ 1-82	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 14 ชลบุรี	1-207
ตารางที่ 1-83	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 15 ประจวบคีรีขันธ์	1-208
ตารางที่ 1-84	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 16 นครศรีธรรมราช	1-208
ตารางที่ 1-85	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 17 กระบี่	1-209
ตารางที่ 1-86	ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ของสำนักงานทางหลวงที่ 18 สงขลา	1-209
ตารางที่ 1-87	ค่า IRI เฉลี่ยตามแผนและปีงบประมาณ 5 ปี	1-214
ตารางที่ 1-88	ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2568	1-216



สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 1-89	ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย.....	1-219
ตารางที่ 1-90	ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard.....	1-230
ตารางที่ 2-1	สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ.....	2-2
ตารางที่ 2-2	สรุปปัญหาและอุปสรรคการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet.....	2-16
ตารางที่ 2-3	สรุปปัญหาและอุปสรรคสถานการณ์แพร่ระบาดโควิดและด้านบุคลากร	2-17
ตารางที่ 2-4	สรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบในการประมวลผลส่งออกข้อมูลสำรวจ.....	2-17
ตารางที่ 2-5	สรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบในการแสดงผลข้อมูลก่อสร้าง	2-17



สารบัญญรูป

หน้า

รูปที่ 1-1	ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง	1-3
รูปที่ 1-2	ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ	1-5
รูปที่ 1-3	ตัวอย่างการจำแนกระดับชั้น (Class) ของอุปกรณ์ตรวจวัดตามระดับความแม่นยำและความถี่ของการบันทึกข้อมูลตามระยะทางสำรวจ เพื่อประมวลผลค่าโปรไฟล์ของผิวทาง (Pavement Profile) ตามมาตรฐาน ASTM E950	1-5
รูปที่ 1-4	ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์	1-7
รูปที่ 1-5	เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ	1-7
รูปที่ 1-6	แสดงการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์	1-8
รูปที่ 1-7	อุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS).....	1-9
รูปที่ 1-8	หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง	1-10
รูปที่ 1-9	หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ร่วมกับอุปกรณ์ Accelerometer ติดตั้งที่ ระยะ +/- 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ	1-10
รูปที่ 1-10	การตรวจวัดความลึกร่องล้อด้วยเลเซอร์ 7 หัว	1-11
รูปที่ 1-11	แสดงตัวอย่างการเก็บค่า MPD	1-11
รูปที่ 1-12	แสดงตัวอย่างการคำนวณค่า MPD.....	1-12
รูปที่ 1-13	กราฟแสดงค่าการ bounce test	1-13
รูปที่ 1-14	หน้าโปรแกรมแสดงการทำ block calibration.....	1-13
รูปที่ 1-15	การคำนวณผลลัพธ์ค่า MPD จากเครื่องมือ Laser.....	1-14
รูปที่ 1-16	ค่า MPD ที่ตรวจวัดได้เป็นค่าความผิดของผิวทางในระดับ Macro-texture	1-14
รูปที่ 1-17	การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E965-15	1-15
รูปที่ 1-18	การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E1845-15	1-15
รูปที่ 1-19	อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS)	1-19
รูปที่ 1-20	กล้องบันทึกภาพผิวทางและตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง	1-21
รูปที่ 1-21	ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง	1-24
รูปที่ 1-22	เครื่องมือวัดความเร่ง	1-27
รูปที่ 1-23	รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง	1-27
รูปที่ 1-24	เครื่องวัดระยะทาง.....	1-28
รูปที่ 1-25	อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล	1-29
รูปที่ 1-26	แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล	1-29
รูปที่ 1-27	ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ	1-30



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-28	ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม	1-31
รูปที่ 1-29	หลักการทำงานของระบบรับพิกัดและค่าแก้ DGPS	1-31
รูปที่ 1-30	อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU).....	1-32
รูปที่ 1-31	แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง	1-33
รูปที่ 1-32	เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจ เพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ Plannet.....	1-34
รูปที่ 1-33	เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS	1-34
รูปที่ 1-34	เพื่อใช้ในการประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ใช้ในงานซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS.....	1-34
รูปที่ 1-35	เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง	1-35
รูปที่ 1-36	แผนที่แสดงแผนการสำรวจสายทางแบ่งตามประเภทของสายทาง	1-42
รูปที่ 1-37	พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100.....	1-44
รูปที่ 1-38	พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 501	1-44
รูปที่ 1-39	พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 101 – 102.....	1-44
รูปที่ 1-40	กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 1	1-53
รูปที่ 1-41	กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 2	1-53
รูปที่ 1-42	กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 3	1-53
รูปที่ 1-43	กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 4	1-53
รูปที่ 1-44	กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 5	1-54
รูปที่ 1-45	แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง	1-56
รูปที่ 1-46	แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด	1-56
รูปที่ 1-47	แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน.....	1-57
รูปที่ 1-48	แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน	1-57
รูปที่ 1-49	ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่สองช่องจราจร	1-58
รูปที่ 1-50	แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น.....	1-58
รูปที่ 1-51	แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้	1-59
รูปที่ 1-52	แสดงภาพเมื่อไม่สามารถเข้าสำรวจได้เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวาง ทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้.....	1-59
รูปที่ 1-53	ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง.....	1-60
รูปที่ 1-54	ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง	1-60
รูปที่ 1-55	ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง.....	1-61
รูปที่ 1-56	แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์	1-62



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-57	แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress) จากอุปกรณ์ ROMDAS pavement camera	1-62
รูปที่ 1-58	กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง.....	1-64
รูปที่ 1-59	ภาพรวมการประมวลผลของของระบบ Laser Crack Measurement System (LCMS)	1-65
รูปที่ 1-60	ภาพพื้นผิวถนนที่สร้างจากเลเซอร์สามารถทำความละเอียดสูงสุด ได้ที่ 4090 x 10000 pixels	1-70
รูปที่ 1-61	ภาพรวมการประมวลผลของซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง.....	1-70
รูปที่ 1-62	ตัวอย่างการประเมินความเสียหายผิวทางด้วยวิธีการ Manual Process ผ่านโปรแกรมประเมินเฉพาะทางและอุปกรณ์ LCMS Process	1-72
รูปที่ 1-63	การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS.....	1-78
รูปที่ 1-64	ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง	1-78
รูปที่ 1-65	ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนนและพื้นที่ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้าง บนระบบ Roadnet.....	1-79
รูปที่ 1-66	ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้	1-79
รูปที่ 1-67	ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล และถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Microsoft Access นามสกุล .mdb	1-81
รูปที่ 1-68	แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL.....	1-82
รูปที่ 1-69	ตัวอย่างข้อมูล Rutting.....	1-83
รูปที่ 1-70	ตัวอย่างข้อมูล IRI	1-83
รูปที่ 1-71	ตัวอย่างข้อมูล MPD	1-84
รูปที่ 1-72	การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิง ที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม	1-84
รูปที่ 1-73	แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ	1-85
รูปที่ 1-74	แสดงตัวอย่างข้อมูลประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ และประเมินความเสียหายเฉพาะทางและระบบ LCMS.....	1-85
รูปที่ 1-75	แสดงการประมวลผลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS) ข้อมูลที่เกิดความเสียหายสัมพันธ์ กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน	1-86
รูปที่ 1-76	แสดงโครงสร้างข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐาน OGC	1-88



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-77	การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ	1-88
รูปที่ 1-78	การ convert (*.csv file) to shapefile (point)	1-89
รูปที่ 1-79	การ convert points to Paths	1-89
รูปที่ 1-80	การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ ในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)	1-90
รูปที่ 1-81	การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล	1-90
รูปที่ 1-82	แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง	1-91
รูปที่ 1-83	แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง	1-92
รูปที่ 1-84	แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 140 จุด	1-105
รูปที่ 1-85	แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 96 จุด	1-113
รูปที่ 1-86	แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 123 จุด	1-120
รูปที่ 1-87	แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง	1-126
รูปที่ 1-88	แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS)	1-127
รูปที่ 1-89	แสดงการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin	1-128
รูปที่ 1-90	แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin	1-129
รูปที่ 1-91	ตัวอย่างผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องกล้องหลัง (Survey Pave Camera) ที่สามารถแสดงข้อมูลภาพรวมสภาพความเสียหายผิวทาง พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้	1-130
รูปที่ 1-92	เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 2+025 – 2+050 บนทางหลวงหมายเลข 1257 ตอนควบคุม 100 แขวงทางหลวงชนบทที่ 1	1-131
รูปที่ 1-93	แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet	1-132
รูปที่ 1-94	ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก	1-134
รูปที่ 1-95	ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map	1-134
รูปที่ 1-96	ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์และรอยต่อผิวคอนกรีต	1-135
รูปที่ 1-97	ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวแอสฟัลต์	1-135
รูปที่ 1-98	ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่สภาพความเสียหายสอดคล้องในพื้นที่	1-136
รูปที่ 1-99	ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายแอสฟัลต์	1-137
รูปที่ 1-100	ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายแอสฟัลต์	1-138



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-101 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต.....	1-139
รูปที่ 1-102 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายคอนกรีต.....	1-139
รูปที่ 1-103 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก	1-140
รูปที่ 1-104 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง	1-141
รูปที่ 1-105 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน	1-141
รูปที่ 1-106 ตัวอย่างการแสดงผลการแสดงผลพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 33 ตอนควบคุมที่ 701	1-142
รูปที่ 1-107 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง.....	1-143
รูปที่ 1-108 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5	1-144
รูปที่ 1-109 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ.....	1-145
รูปที่ 1-110 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS	1-147
รูปที่ 1-111 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค	1-148
รูปที่ 1-112 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิคมวิทาง.....	1-153
รูปที่ 1-113 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิคมวิทาง	1-155
รูปที่ 1-114 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิคมวิทาง.....	1-157
รูปที่ 1-115 การกระจายตัวค่า IRI จากการสำรวจปี 2566.....	1-160
รูปที่ 1-116 การคัดเลือกช่วงอายุวิทาง	1-167
รูปที่ 1-117 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการเสริมวิทางลาดยางในแต่ละสายทาง.....	1-169
รูปที่ 1-118 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมวิทางลาดยาง.....	1-170
รูปที่ 1-119 ผลสำรวจ IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ และการบูรณะวิทาง	1-171
รูปที่ 1-120 เงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของวิทาง (Cracking) ลงในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal.....	1-174
รูปที่ 1-121 เปรียบเทียบปริมาณงานจาก TPMS โดยมีเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกและไม่มีรอยแตก...1-174	
รูปที่ 1-122 ตัวอย่างสภาพวิทาง 0 – 10 คะแนน Failed.....	1-177
รูปที่ 1-123 ตัวอย่างสภาพวิทาง 10 – 25 คะแนน Serious	1-177
รูปที่ 1-124 ตัวอย่างสภาพวิทาง 25 – 40 คะแนน Very Poor.....	1-178
รูปที่ 1-125 ตัวอย่างสภาพวิทาง 40 – 55 คะแนน Poor.....	1-178
รูปที่ 1-126 ตัวอย่างสภาพวิทาง 55 – 70 คะแนน Fair	1-178
รูปที่ 1-127 ตัวอย่างสภาพวิทาง 70 – 85 คะแนน Satisfactory.....	1-179
รูปที่ 1-128 ตัวอย่างสภาพวิทาง 85 – 100 คะแนน Good	1-179



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 1-129 ผลการประเมิน PCI ทุก ๆ 100 เมตร	1-180
รูปที่ 1-130 ผลการประเมิน PCI รายสายทาง	1-181
รูปที่ 1-131 จำนวนค่า PCI รายสายทาง	1-181
รูปที่ 1-132 ความสัมพันธ์ค่า PCI กับความหนาแน่นของความเสียหายทุก ๆ 100 เมตร	1-182
รูปที่ 1-133 ความสัมพันธ์ค่า PCI กับความหนาแน่นของความเสียหายรายสายทาง	1-182
รูปที่ 1-134 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI กับความเร็วยานพาหนะ	1-186
รูปที่ 1-135 เกณฑ์ค่า IRI ในการชี้วัดคุณภาพในการให้บริการของถนนของประเทศต่าง ๆ	1-187
รูปที่ 1-136 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS (Thailand Pavement Management System)	1-191
รูปที่ 1-137 ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั่วประเทศ จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)	1-194
รูปที่ 1-138 ค่าซ่อมบำรุงแยกตามสำนักงานทางหลวง	1-199
รูปที่ 1-139 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี	1-213
รูปที่ 1-140 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ	1-214
รูปที่ 1-141 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิ และค่า B/C	1-217
รูปที่ 1-142 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม. กับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในปี 2567 (เฉพาะถนนลาดยาง)	1-217
รูปที่ 2-1 อุปสรรคงานก่อสร้างถนนระหว่างการสำรวจ	2-8
รูปที่ 2-2 อุปสรรคมีฝนตกระหว่างการสำรวจ	2-9
รูปที่ 2-3 อุปสรรคมีหมอกหนาระหว่างการสำรวจ	2-10
รูปที่ 2-4 อุปสรรคมีน้ำท่วมขังระหว่างการสำรวจ	2-11
รูปที่ 2-5 อุปสรรคมีสิ่งกีดขวางบนสายทางระหว่างการสำรวจ	2-12
รูปที่ 2-6 อุปสรรคมีทางขนานแคบระหว่างการสำรวจ	2-13
รูปที่ 2-7 อุปสรรคเอารถเข้าศูนย์ตรวจเช็คระยะระหว่างการสำรวจ	2-14
รูปที่ 2-8 อุปสรรคอุปกรณ์พังระหว่างการสำรวจ	2-15

1.1 พื้นที่สำรวจ

ในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพทางชนิดผิวลาดยางและผิวคอนกรีตนั้น ข้อมูลความเสียหายของผิวทางซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงทางที่เหมาะสมและมีความถูกต้องนั้น ต้องมีการวางแผนงานให้เหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางคณะกรรมการกำหนดไว้ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงได้พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดเก็บและสำรวจข้อมูลความเสียหายบนถนนผิวลาดยางและผิวคอนกรีต โดยเลือกใช้ยานพาหนะพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์ และกล้องถ่ายภาพที่มีความคมชัด ทำการบันทึกข้อมูลในการสำรวจ พร้อมทำการประมวลผลข้อมูลความเสียหายชนิดต่าง ๆ และนำเข้าสู่ระบบจากระยะทางสำรวจทั้งหมด 67,683.479 กิโลเมตร ตามรอบการสำรวจ 3 ปี ที่ปรึกษาได้ทำการคัดเลือกสายทางที่จะทำการสำรวจตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนดไว้ เป็นระยะทางสำรวจทั้งหมด 39,122.286 กิโลเมตร โดยพื้นที่ทำการสำรวจนั้นจะครอบคลุมพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทั่วประเทศ ทั้งนี้ การสำรวจจะไม่รวมถึงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาหวี อำเภोजะนะ และอำเภอสบไย้อย ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่รับผิดชอบตามอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ แสดงดังตารางที่ 1-1 ได้ดังนี้

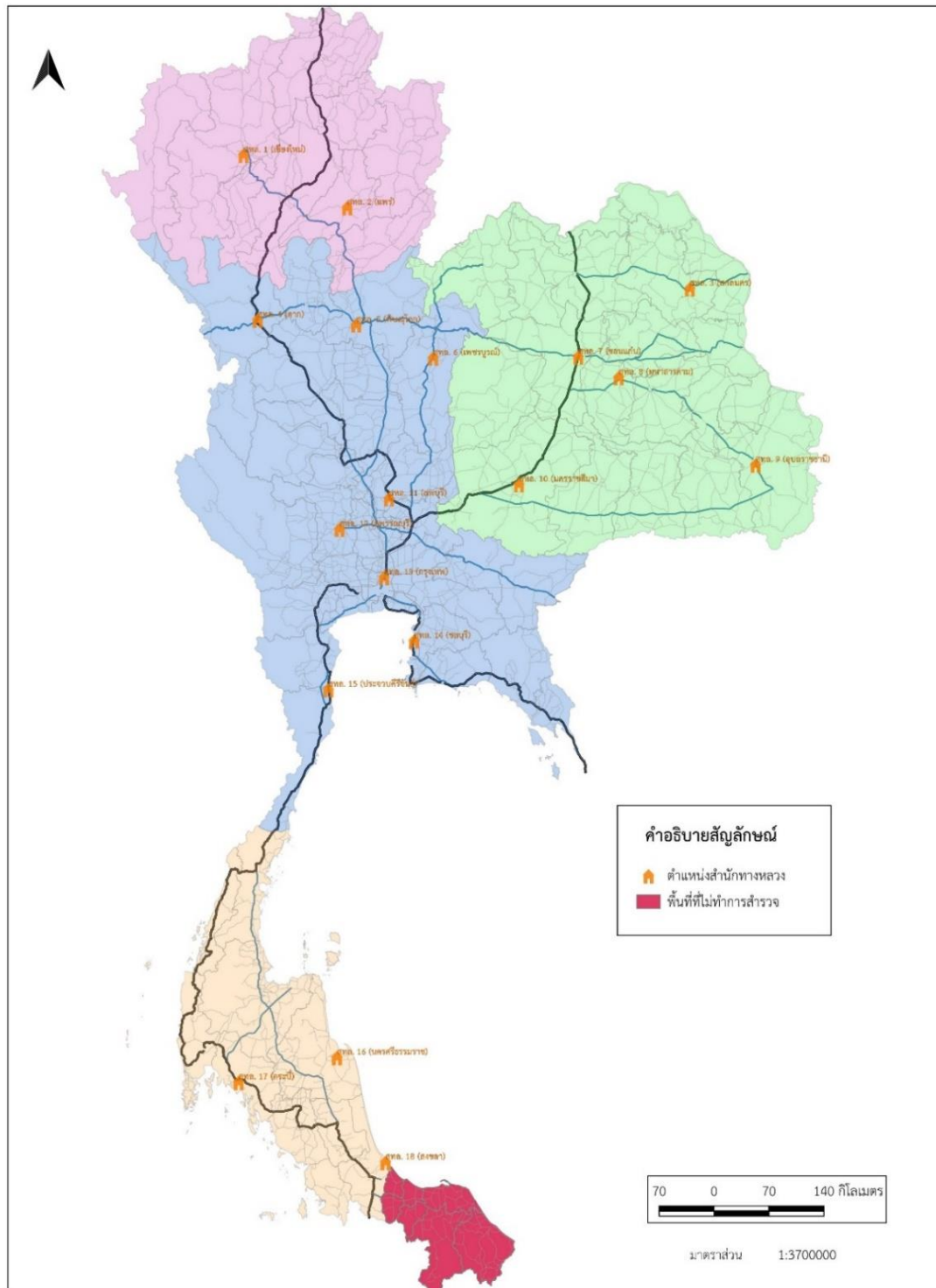


ตารางที่ 1-1 แสดงระยะทางสำรวจรายสำนักงานทางหลวง แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ

สำนักงานทางหลวง	ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
	อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,524.697	448.772	1,973.469
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	1,578.747	712.524	2,291.271
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,135.212	884.953	2,020.165
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	998.718	444.056	1,442.774
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,114.294	397.271	1,511.565
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,114.948	639.911	1,754.859
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,411.204	387.430	1,798.634
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,457.798	457.822	1,915.620
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,267.389	447.332	2,714.721
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,038.789	596.604	3,635.393
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	1,599.602	766.007	2,365.609
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,604.787	829.601	2,434.388
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,779.693	99.127	1878.820
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,154.669	375.169	2,529.838
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,949.745	761.630	2,711.375
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,943.574	1,092.589	3,036.163
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,707.685	471.608	2,179.293
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	700.422	227.907	928.329
ระยะทางสำรวจรวม(กม.)	29,081.973	10,040.313	39,122.286



แผนที่แสดงตำแหน่งของสำนักงานทางหลวง



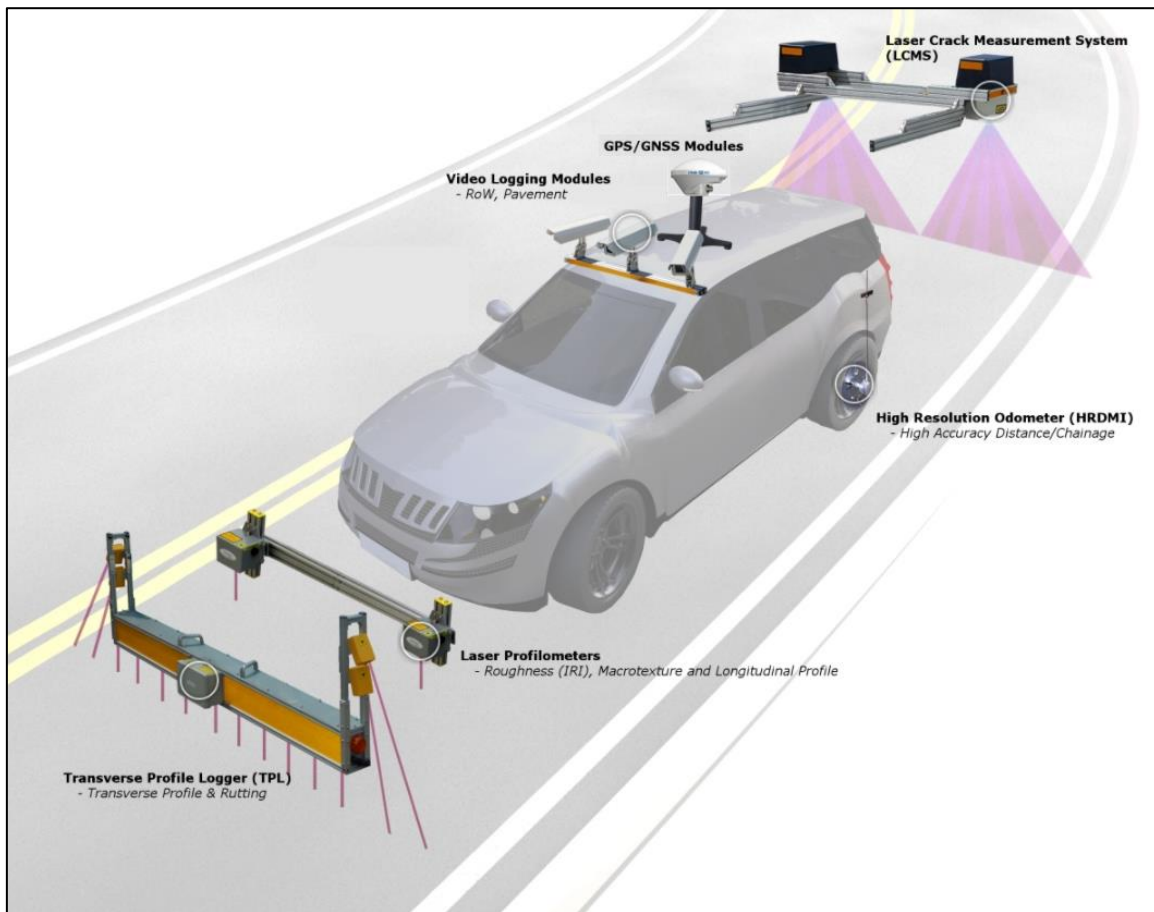
รูปที่ 1-1 ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง



1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง

ขณะที่ปรึกษามีประสบการณ์และความชำนาญในการสำรวจและจัดทำข้อมูลบนโครงข่ายสายทางของกรมทางหลวงมากกว่า 10 ปี โดยเฉพาะการสำรวจและจัดทำข้อมูลโดยอุปกรณ์ทำแผนที่ชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile Mapping System; MMS) ซึ่งเป็นรูปแบบของการติดตั้งชุดเครื่องมือและเซนเซอร์ต่าง ๆ บนยานพาหนะ เพื่อให้การสำรวจทำได้ด้วยความรวดเร็ว ทำให้ข้อมูลจากการสำรวจทั้งโครงข่ายของกรมทางหลวงสามารถจัดเก็บพร้อมวิเคราะห์ผลได้เสร็จสิ้นทันต่อการใช้งาน

โดยทางที่ปรึกษาได้ทำการจัดหาชุดอุปกรณ์สำรวจแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เพื่อใช้ในการสำรวจและจัดทำข้อมูลในโครงการ สำหรับเครื่องมือเพื่อทำการสำรวจให้ข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทางนั้นจะมีการติดตั้งเลเซอร์เฉพาะที่มีความเหมาะสมในการสำรวจข้อมูล ทั้งนี้ ทางคณะที่ปรึกษาได้คัดเลือกชนิดของอุปกรณ์ที่มีการใช้งานแล้วในประเทศเป็นที่ยอมรับ และมีมาตรฐานในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นสากล โดยชุดอุปกรณ์สำรวจที่ติดตั้งสามารถสำรวจข้อมูลบนถนนของผู้ว่าจ้างได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทางที่ช่วงความเร็วที่เหมาะสมตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference) โดย American Society for Testing and Materials (ASTM) ที่เป็นสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กำหนดและจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก โดยมีความสามารถของอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าความเสียหายต่าง ๆ ที่มีเครื่องมืออย่างน้อย ดังนี้



รูปที่ 1-2 ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ

Equipment Classification	Precision (1 SD)	Bias
1	0.38 mm (0.015 in.)	1.25 mm (0.050 in.)
2	0.76 mm (0.030 in.)	2.50 mm (0.100 in.)
3	2.50 mm (0.100 in.)	6.25 mm (0.250 in.)

รูปที่ 1-3 ตัวอย่างการจำแนกระดับชั้น (Class) ของอุปกรณ์ตรวจวัดตามระดับความแม่นยำและความถี่ของการบันทึกข้อมูลตามระยะทางสำรวจ เพื่อประมวลผลค่าโปรไฟล์ของผิวทาง (Pavement Profile)

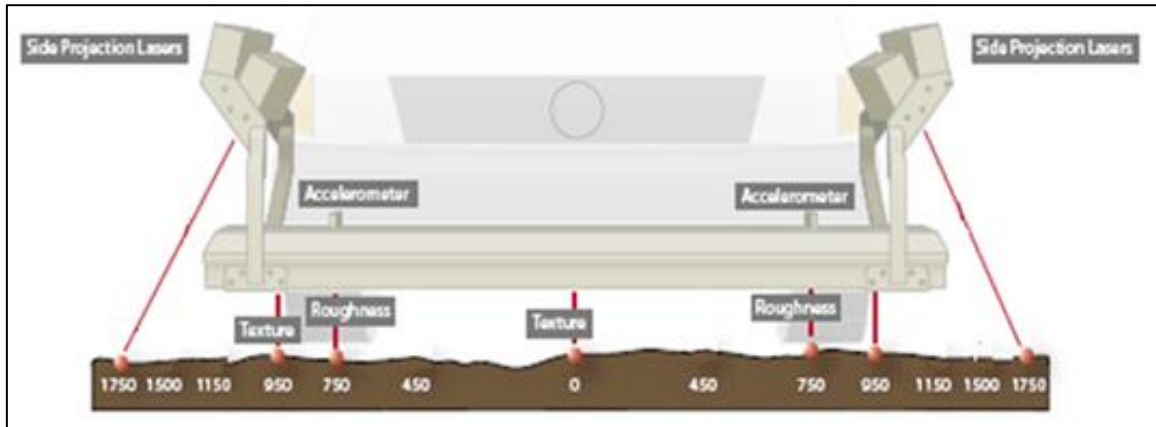
ตามมาตรฐาน ASTM E950



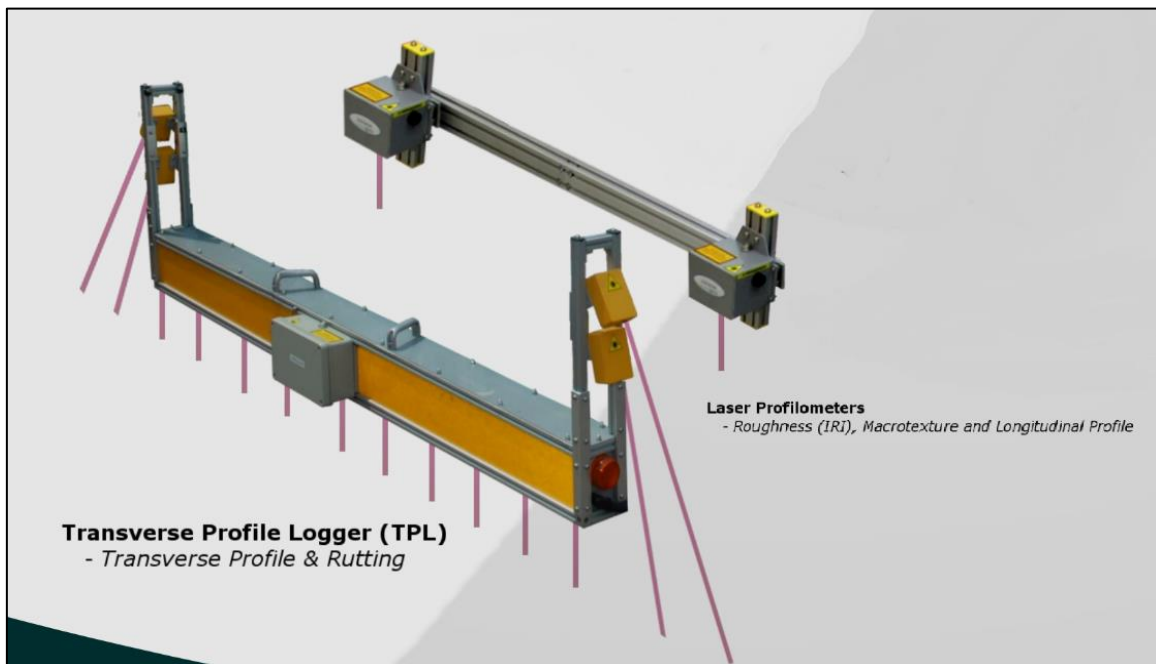
- 1.2.1 มีชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่สามารถตรวจวัดสภาพผิวทางได้ ทุก 25 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า โดยสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับเครื่องมือระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS ทำการบอกพิกัดตำแหน่งแบบ DGPS (Differential Global Positioning System) ทศนิยมอย่างน้อย 6 ตำแหน่ง บนพื้นหลักฐานอ้างอิง WGS84 และค่าพิกัดที่ได้สามารถนำไปคำนวณเป็นระยะทางตามสายทางได้ โดยชุดเครื่องมือเลเซอร์จะมีความสามารถในการสำรวจข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

ที่ปรึกษาได้ทำการติดตั้งชุดเลเซอร์เพื่อตรวจวัดความเรียบของผิวทาง ในหน่วยค่าดัชนีความขรุขระสากลตามมาตรฐาน 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) ที่สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ ตามมาตรฐาน ASTM E1703 (Standard Test Method For Measuring Rut-Dept Of Pavement Surface Using A Straightedge) เมื่อนำข้อมูลความเสียหายที่ได้จากอุปกรณ์เลเซอร์เข้าสู่กระบวนการประมวลผล จะสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งแบบ DGPS ที่ได้จากเครื่องมือระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS ที่ติดตั้งบนยานพาหนะในรูปแบบทศนิยมอย่างน้อย 6 ตำแหน่ง บนพื้นหลักฐานอ้างอิง WGS84 ที่สามารถนำไปคำนวณเป็นระยะทางได้โดยแบ่งตามประเภทของอุปกรณ์เลเซอร์ได้ดังนี้

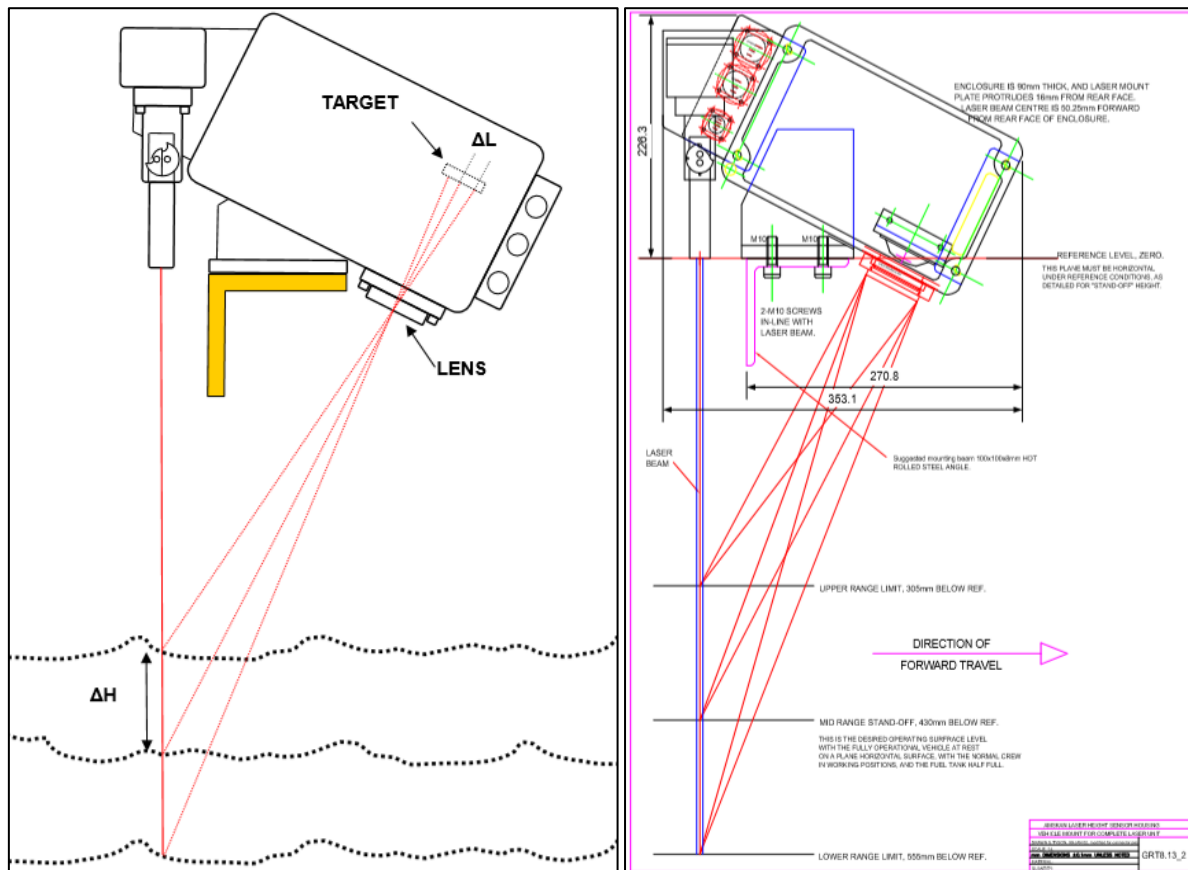
เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (Laser Profilometer) เป็นชุดเครื่องมือที่ประกอบด้วยชุดเลเซอร์หลายจำนวนประกอบไว้ด้วยกัน ทำการติดตั้งไว้บริเวณด้านหน้าของยานพาหนะสำรวจบนโครงสร้างที่มีความแข็งแรง (Rigid) เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีค่าที่ตรวจวัดได้สัมพันธ์กันจากทุกอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยมีระยะการติดตั้งเพื่อตรวจวัด ณ ตำแหน่งจุดตกกระทบบนผิวทางที่ระยะ +/- 1500, 950, 750 และ 0 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของยานพาหนะหรือเทียบได้กับแนวกึ่งกลางของช่องจราจร



รูปที่ 1-4 ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์



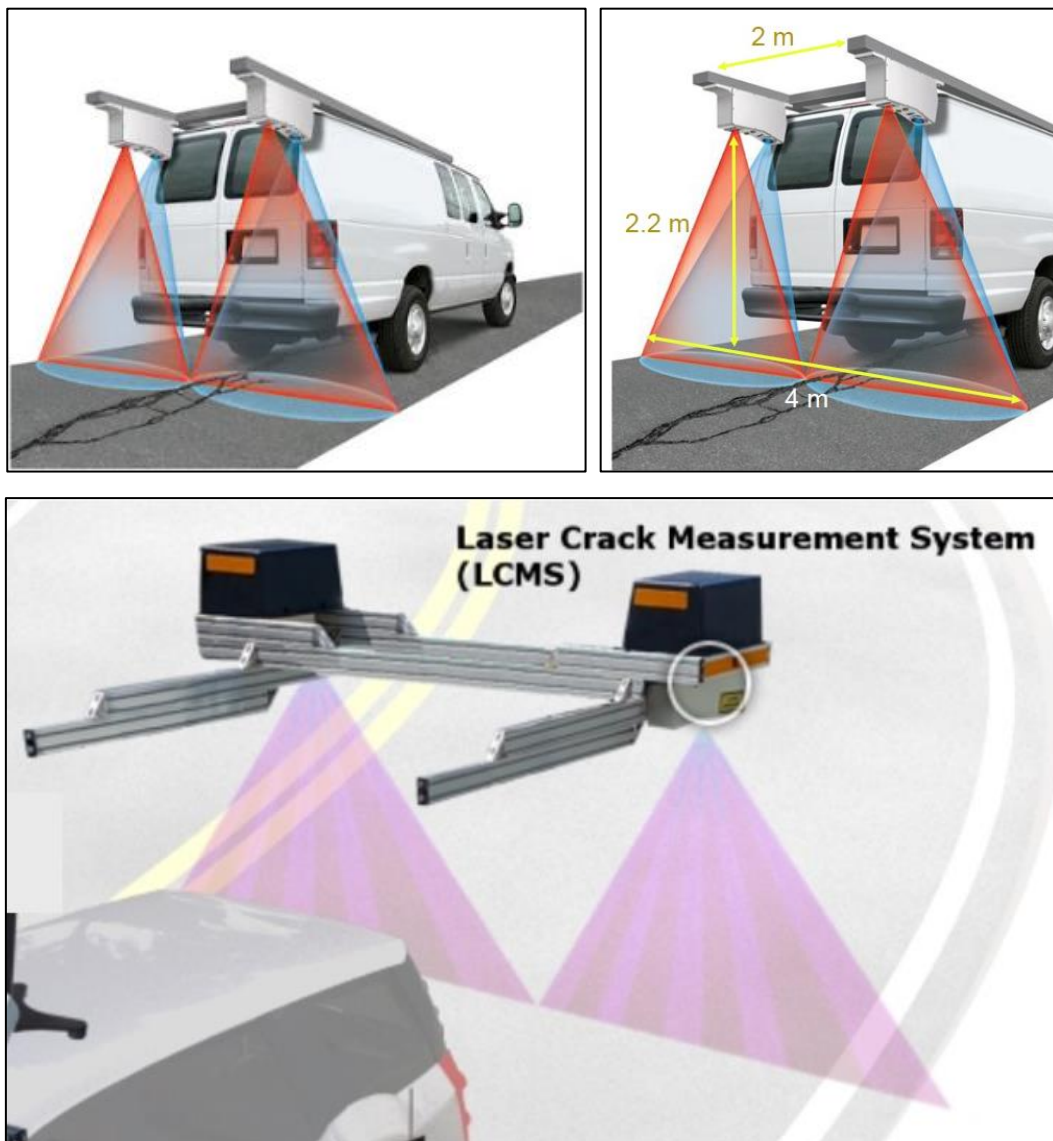
รูปที่ 1-5 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ



รูปที่ 1-6 แสดงการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์



Laser Crack Measurement System (LCMS) เป็นเครื่องมือเลเซอร์สำหรับสำรวจสภาพทางเทคโนโลยีล่าสุดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันที่มีความแม่นยำสูง โดยมีเลเซอร์ที่ตรวจวัดได้ 4,096 จุดสามารถสำรวจข้อมูลสภาพทางออกมาในรูปแบบของ 3D profiles ความละเอียดสูง ซึ่งสามารถนำมาคำนวณและวิเคราะห์หาค่าความเสียหายต่าง ๆ ของผิวทาง (Surface Distress) แบบอัตโนมัติ (Automatic detection and measurement) โดยใช้ Algorithms ของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือสำรวจซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่กำหนดไว้สำหรับการทดสอบหาค่าข้อมูลสภาพทางประเภทต่าง ๆ

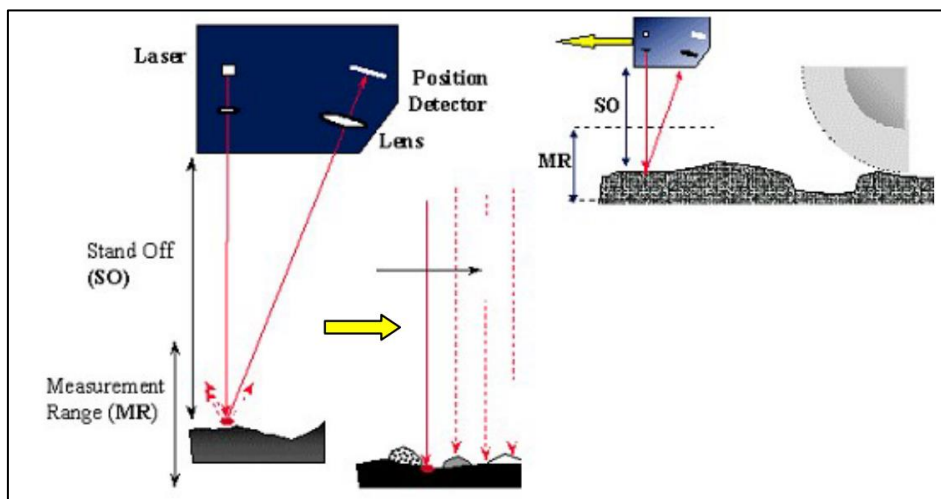


รูปที่ 1-7 อุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS)

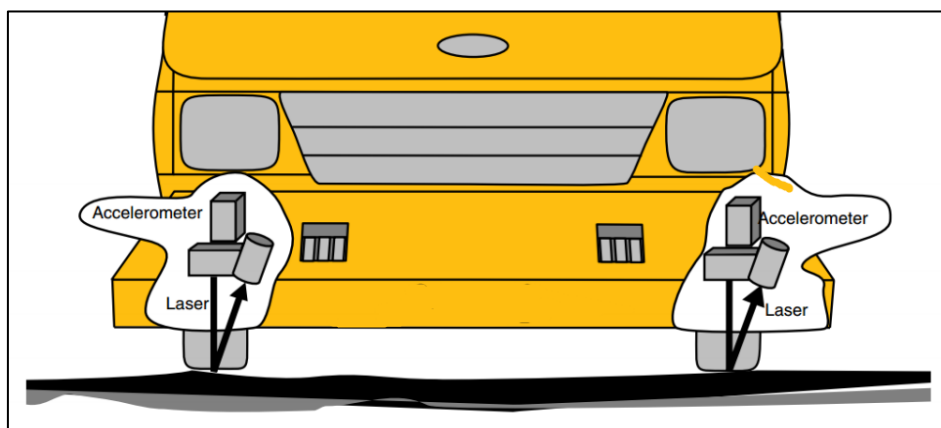


โดยชุดเลเซอร์ทั้ง 2 ประเภทที่ได้กล่าวมา สามารถทำการตรวจวัดข้อมูลสภาพผิวทางที่สำคัญ 3 ตัวด้วยกัน คือ

1) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI ในหน่วย เมตร/กิโลเมตร) ตรวจวัดโดยใช้เลเซอร์จำนวน 2 หัว ติดตั้ง ณ ตำแหน่งของล้อกับแนวล้อของยานพาหนะ หรือที่ ± 750 มิลลิเมตร ทางซ้ายและขวาจากแนวกึ่งกลาง โดยทำงานและวิเคราะห์ค่าอย่างอิสระแยกกัน โดยค่าข้อมูลที่ตรวจวัดได้ขึ้นต้นจะเป็นค่าระยะทางจากหัววัดของเลเซอร์ไปยังผิวทาง ซึ่งจะถูกคำนวณค่ารวมกับค่าความเร่งตามแนวแกนตั้งจากอุปกรณ์ Accelerometer ทำการคำนวณปรับแก้ให้เป็นค่าระยะทางที่ถูกต้อง โดยผลลัพธ์จะได้เป็นค่าโปรไฟล์ของผิวทาง และทำการสะสมอย่างต่อเนื่อง โดยทุกระยะทาง 25 มิลลิเมตร จะมีค่าการตรวจวัด 1 ค่า สะสมตลอดช่วงการสำรวจ ทำให้สามารถคำนวณเป็นค่าความเรียบของผิวทาง โดยข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล ได้ข้อมูลจากอุปกรณ์วัดความเรียบจะมาแยกกันระหว่างเลเซอร์ทางฝั่งซ้ายและฝั่งขวา จากนั้นจึงจะนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



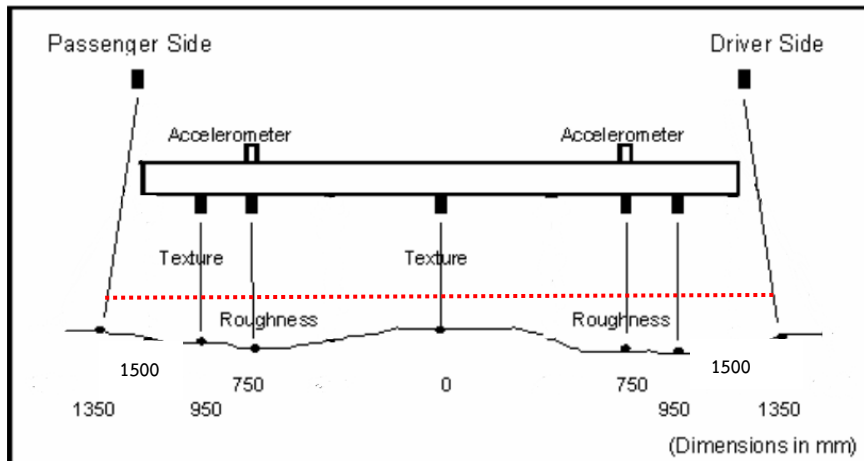
รูปที่ 1-8 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง



รูปที่ 1-9 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ร่วมกับอุปกรณ์ Accelerometer ติดตั้งที่ ระยะ ± 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ



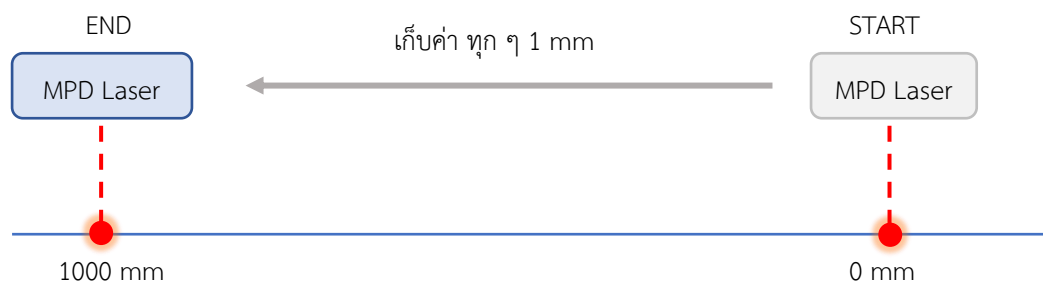
2) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) เป็นการนำข้อมูลตั้งแต่ 7 หัวขึ้นไป ทำการตรวจวัดข้อมูลภาพตัดขวางผิวทางในทิศทางตั้งฉากกับแนวการสำรวจทุก ๆ ระยะทางสำรวจ 25 มิลลิเมตร จากนั้นทำการสร้างระนาบอ้างอิงที่เป็นระดับของผิวถนนแล้วทำการคำนวณความลึกบริเวณแนวร่องล้อ แยกทั้งสองฝั่งซ้าย (Rut Left) และฝั่งขวา (Rut Right)



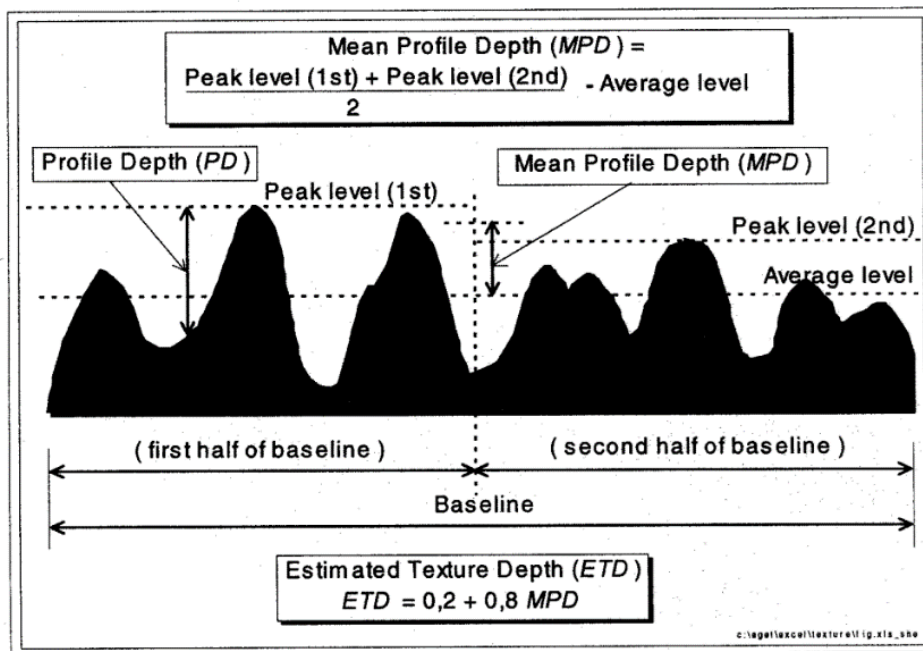
รูปที่ 1-10 การตรวจวัดความลึกร่องล้อด้วยเลเซอร์ 7 หัว

3) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD หน่วยมิลลิเมตร) เป็นการตรวจวัดเพื่อใช้ประมาณค่าความผิดของผิวทางจากลักษณะของเนื้อผิวทาง (Pavement Texture) การตรวจวัดจะใช้เลเซอร์ความถี่สูง จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว โดยจะติดตั้งที่ตำแหน่งเดียวกันกับเลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง หรือ IRI ที่ระยะ 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ

ซึ่งวิธีการคำนวณและตรวจสอบความถูกต้องของค่า MPD นั้น โปรแกรมประมวลผลสามารถที่จะประมวลผลละเอียดสูงสุดที่ 1 เมตร ดังนั้นเมื่อเก็บค่าทุก ๆ 1 มิลลิเมตร เป็นระยะทาง 1 เมตร แสดงดังรูปที่ 1-11 โปรแกรมจะนำค่าที่ได้มาทำเป็นกราฟ และคำนวณตามสูตรมาตรฐาน แสดงดังรูปที่ 1-12 ตามลำดับ ซึ่งการสำรวจในรอบการสำรวจนี้ มีการประมวลผลที่ทุก ๆ 25 เมตร คือการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ทุก ๆ 1 เมตร มาหาค่าเฉลี่ย



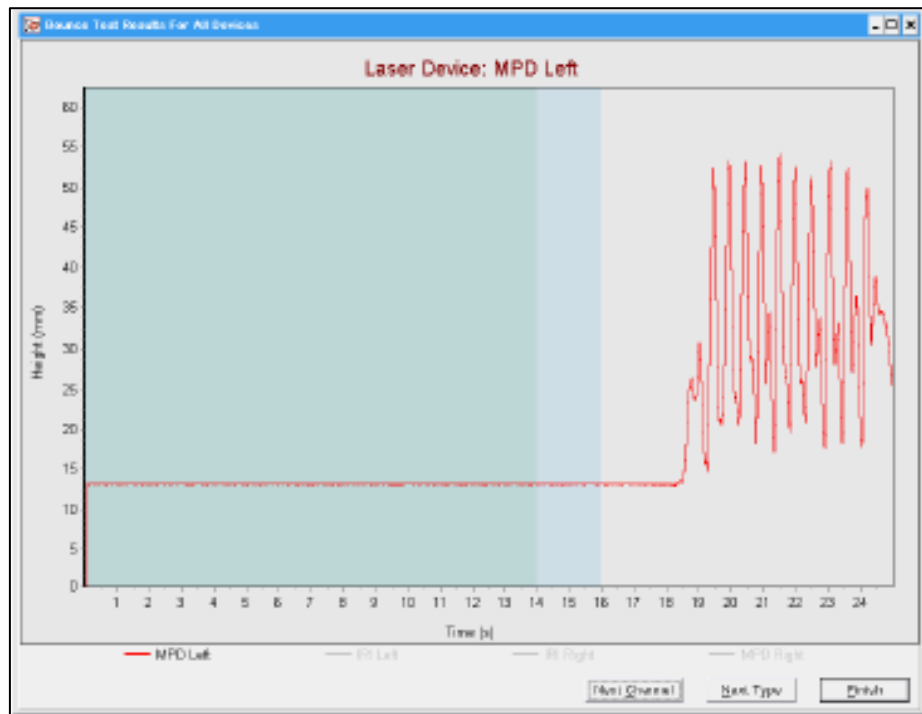
รูปที่ 1-11 แสดงตัวอย่างการเก็บค่า MPD



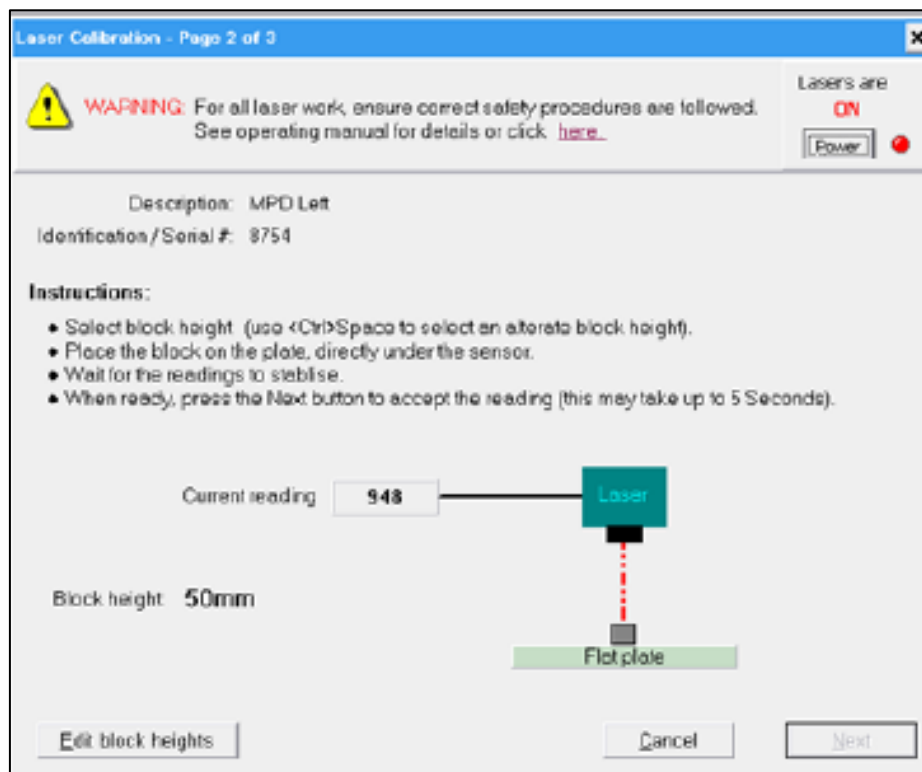
รูปที่ 1-12 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า MPD

ในส่วนของการตรวจสอบว่าเครื่องมือตรวจวัดค่า Texture ทำงานเป็นปกติหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้ด้วยการทำ bounce test ซึ่งทางที่ปรึกษาจะพิจารณากราฟ raw laser signal ที่ได้จากเลเซอร์ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ ทั้งนี้ การทำ bounce test นั้น พื้นฐานเพื่อที่จะตรวจสอบการทำงานในการวัดค่า IRI และ accelerometer ว่าทำงานได้ปกติหรือไม่ ซึ่งหากทำงานได้ปกติก็จะถือว่าวัดค่า texture ได้ถูกต้อง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ตัวเดียวกัน

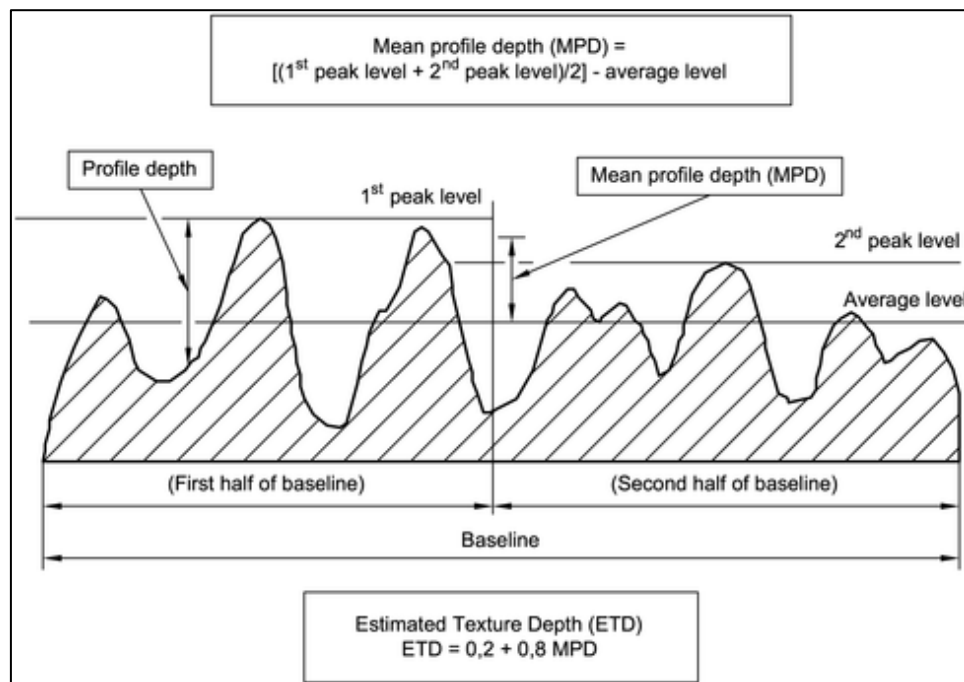
การทำ block calibration คือ การสอบเทียบการวัดค่าความสูงของเลเซอร์ให้ถูกต้อง โดยใช้ก้อนเหล็กขนาด 50 มิลลิเมตร ในการสอบเทียบ โดยการสอบเทียบวิธีนี้ควรทำเดือนละครั้ง



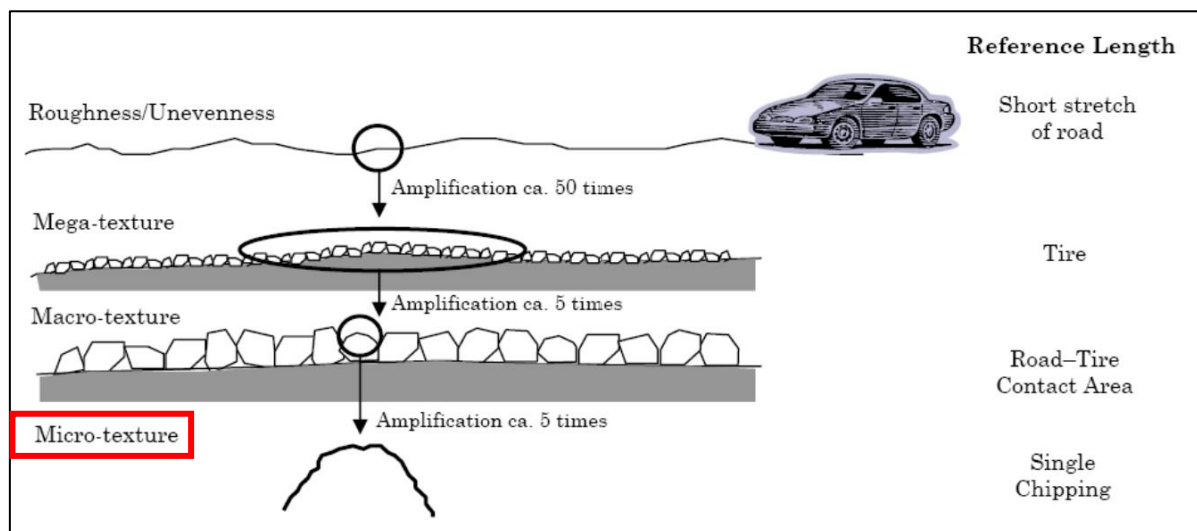
รูปที่ 1-13 กราฟแสดงค่าการ bounce test



รูปที่ 1-14 หน้าโปรแกรมแสดงการทำ block calibration



รูปที่ 1-15 การคำนวณผลลัพธ์ค่า MPD จากเครื่องมือ Laser



รูปที่ 1-16 ค่า MPD ที่ตรวจวัดได้เป็นค่าความผิดของผิวทางในระดับ Macro-texture



นอกจากนี้ ยังมีในส่วนของการคำนวณค่าความหยาบเฉลี่ยของผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) ด้วยชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) โดยใช้ระบบ Laser Crack Measurement System (LCMS) ซึ่งการตรวจวัด Pavement surface texture ของแต่ละพื้นที่ผิวทาง บนพื้นฐานการใช้วิธี “Digital Sand Patch Method” ที่มีหลักการเดียวกันกับวิธีการดั้งเดิมคือ Sand Patch Test สามารถประมวลผลหาค่า air void-content volume และพื้นที่ถนนบริเวณที่กำลังตรวจวัดได้ โดยใช้วิธีการประมวลผลตามมาตรฐาน ASTM E965-15 และตามมาตรฐาน ASTM E1845-15 แสดงดังรูปที่ 1-17 และ รูปที่ 1-18 ตามลำดับ

$$MTD = \frac{4V}{\pi D^2} \quad (\text{Sand Patch Test})$$

$$MTD = \frac{V}{A} \quad (\text{Digital Sand Patch Method})$$

where: *Sand Patch Test*

V = sample volume, mm³

D = average diameter of the area covered by the material, mm

|

Digital Sand Patch Method

V = air void-content volume, mm³

A = road surface, mm

รูปที่ 1-17 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E965-15

$$ETD = 0.2 + 0.8MPD$$

$$MPD = \frac{ETD - 0.2}{0.8}$$

where: ETD = Estimated Texture Depth (ETD values that are close to the MTD values of the volumetric technique according to Test Method ASTM E965-15), mm

รูปที่ 1-18 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E1845-15



ตารางที่ 1-2 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	15 ชุด	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 25 มิลลิเมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง	1 มม. สำหรับ Mean Profile Dept Measurement (MPD)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	20 ถึง 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
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 ● AustRoad Guideline ● OBASTM 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	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	0.5 มิลลิเมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความยาวคลื่นของการเก็บข้อมูลค่าระดับในแนวยาว	100 มิลลิเมตร ถึง 100 เมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความกว้างของชุดเลเซอร์	2.2 เมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	25 กิโลกรัม (โดยประมาณ)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ



ตารางที่ 1-3 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	7 ชุด	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 1 มิลลิเมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง	1 มม. สำหรับ Mean Profile Dept Measurement (MPD)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	20 ถึง 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
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 ● AustRoad Guideline ● 1BASTM E1845 Standard Practice for Calculating Pavement Macrottexture Mean Profile Depth ● ASTM E1703 Standard Test Method for Measuring Rut-Dept Of Pavement Surface Using A Straightedge	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	0.5 มิลลิเมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความยาวคลื่นของการเก็บข้อมูลค่าระดับในแนวยาว	100 มิลลิเมตร ถึง 100 เมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความกว้างของชุดเลเซอร์	2 เมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	30 กิโลกรัม (โดยประมาณ)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ



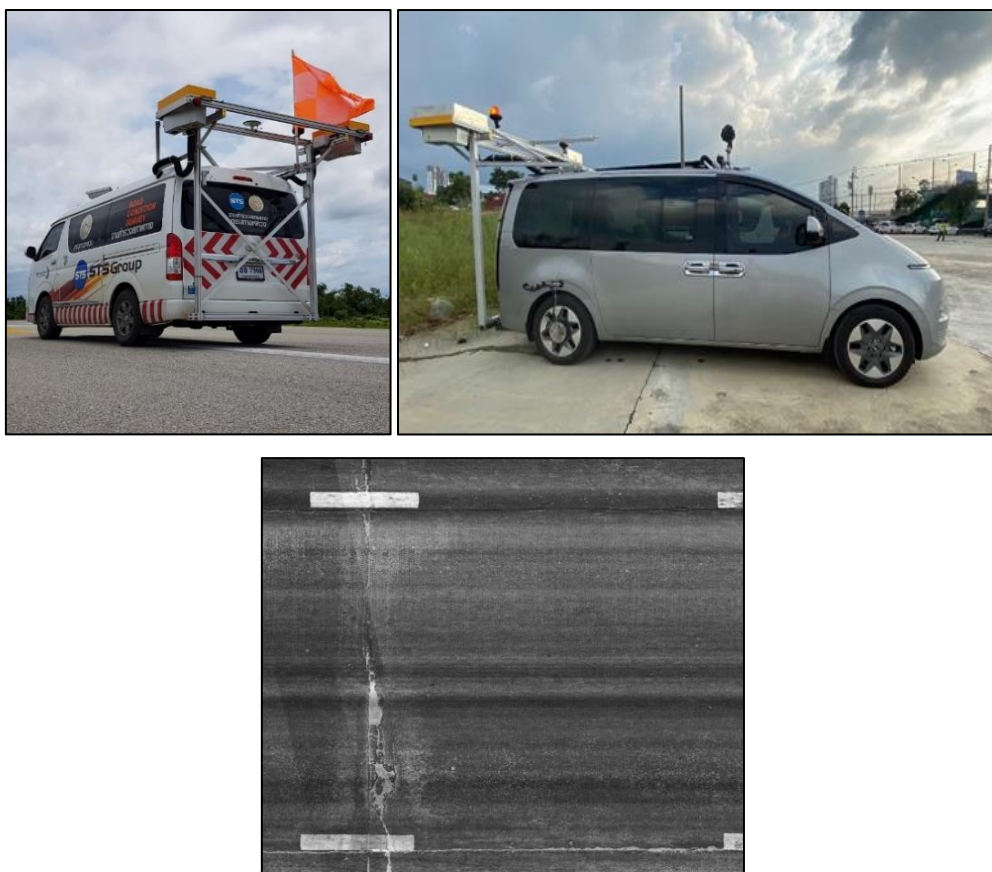
ตารางที่ 1-4 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	2 ชุด กว้าง 4 เมตรจำนวนเลเซอร์ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวาง	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 5 มิลลิเมตร	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล Texture ของผิวทาง	ทุกระยะ 1 มิลลิเมตร ตามแนวขวางถนน	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	100 กิโลเมตร/ชั่วโมง	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
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.	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	ตามขวางถนน ทุกๆ 1 มิลลิเมตร ตามยาวถนน ทุกๆ 5 มิลลิเมตร	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ตรวจความเสียหายอัตโนมัติ	สามารถตรวจรอยแตก (Crack) ได้ระดับ 1 มิลลิเมตร	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ



- 1.2.2 มีระบบประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งและขนาดของความเสียหายของผิวทาง โดยประมวลผลแบบอัตโนมัติได้ (Automatic Cracking Detection) จากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์ หรือมีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง สามารถบันทึกภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงสายทาง โดยสามารถคำนวณพิกัดตำแหน่งของภาพ และกำหนดระยะห่างระหว่างภาพของการสำรวจได้ โดยประมวลผลจากโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายจากภาพถ่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

Laser Crack Measurement System (LCMS) เป็นเครื่องมือเลเซอร์สำหรับสำรวจสภาพทางเทคโนโลยีล่าสุดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันที่มีความแม่นยำสูงมาก สามารถสำรวจข้อมูลสภาพทางออกมาในรูปแบบของ 3D profiles ความละเอียดสูง อุปกรณ์เลเซอร์สามารถสร้างภาพถ่ายผิวทาง และมีระบบประมวลผลขนาดและชนิดของความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) แบบอัตโนมัติ (Automatic Cracking Detection) ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) สามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมความกว้างไม่น้อยกว่า 4.0 เมตร หรือ 1 ช่องจราจร โดยมีรายละเอียดของกล้องแสดงดังตารางที่ 1-5



รูปที่ 1-19 อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS)



ตารางที่ 1-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS

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 4,090 x 10,000 Pixels	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	JPG	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ

กล้องบันทึกภาพผิวทาง เป็นกล้องบันทึกภาพที่มีความละเอียดสูง สามารถเก็บภาพได้คมชัดในสภาวะแสงน้อยถึงน้อยมากได้ ใช้เพื่อบันทึกภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทางครอบคลุม 1 ช่องจราจร หรือ 3.5 เมตร เพื่อเก็บรายละเอียดลักษณะความเสียหายของถนน ขนาด และประเภทของการแตกร้าว และยังสามารถนำไปประมวลผลเพิ่มเติมเพื่อทำการลบแสงและเงา ในกรณีที่เกิดจากการบดบังของวัตถุหรือตัวรถ เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการประเมินความเสียหายของผิวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงดังรูปที่ 1-20 โดยมีรายละเอียดของกล้องแสดงดัง ตารางที่ 1-6 และตารางที่ 1-7



รูปที่ 1-20 กล้องบันทึกภาพผิวทาง และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง



ตารางที่ 1-6 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels), สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 3,200 x 2,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono 8 bit	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 80 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ภาพชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-7 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet 1 Gb/sec	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 4096 x 1536 พิกเซล (Pixels), สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 4096 x 2000 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono 8 bit	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

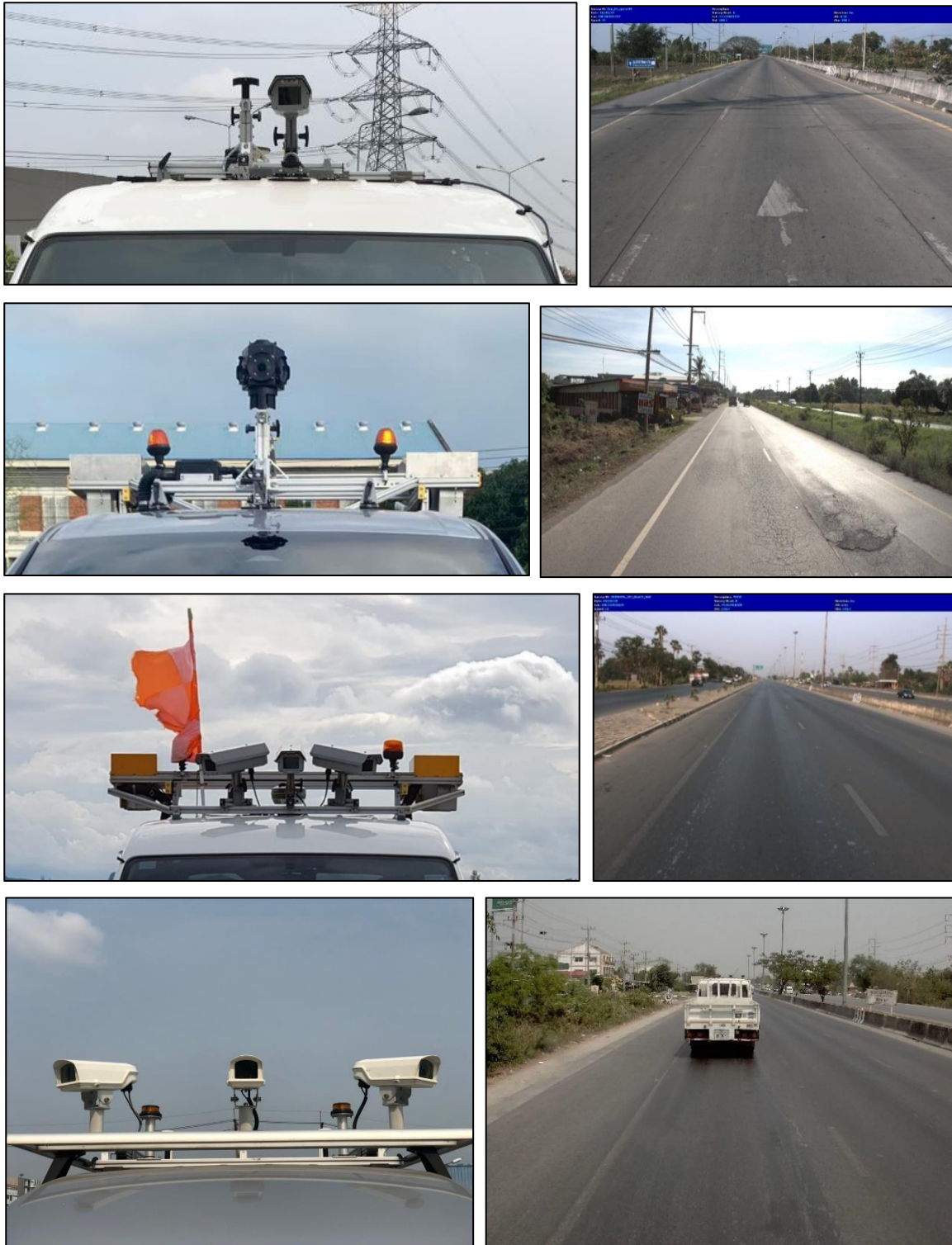


1.2.3 มีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพถนนและสองข้างทาง สามารถบันทึกภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงสายทาง โดยสามารถคำนวณค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และกำหนดระยะห่างระหว่างภาพของการสำรวจได้ ที่สามารถนำมาประมวลผลข้อมูลเป็นภาพเคลื่อนไหวได้

กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางเป็นกล้องบันทึกภาพความละเอียดสูง เพื่อบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางที่อยู่ในระยะห่างจากขอบถนนออกไปมากกว่า 25 เมตร ประกอบด้วยกล้อง 1 ตัวที่กึ่งกลางรถ ที่จะให้มุมมองของการเก็บภาพถ่ายในเขตทางมีความกว้างมองเห็นได้โดยทั่วบริเวณ 2 ข้างทาง บันทึกภาพสภาพภายในเขตทางด้านหน้า (Front Center View) เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลถนน โครงสร้างสภาพภายในเขตทาง เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ระบบระบายน้ำ สะพานลอย สะพานข้ามแม่น้ำ ป้ายจราจร ราวกันอันตราย ไฟสัญญาณ ไฟฟ้าส่องสว่าง และอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เป็นต้น



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)
โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566



รูปที่ 1-21 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง



ตารางที่ 1-8 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของถนน ในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนด ของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ

ตารางที่ 1-9 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง LCMS (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของถนน ในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE) หรือ USB3	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนด ของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด PGR AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนด ของโครงการ



ตารางที่ 1-10 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง อุปกรณ์ LCMS

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ	สามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพได้	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet (GigE) หรือ USB3	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	1,600x1,200 Pixels	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม (2 – 10 ม.)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด JPG หรือ AVI	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-11 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของถนน ในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Gigabit Ethernet 1 Gb/sec	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ



1.2.4 มีชุดอุปกรณ์วัดระยะทาง ชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยระยะทางจากอุปกรณ์นี้จะทำงานสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งบนรถสำรวจ เพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ

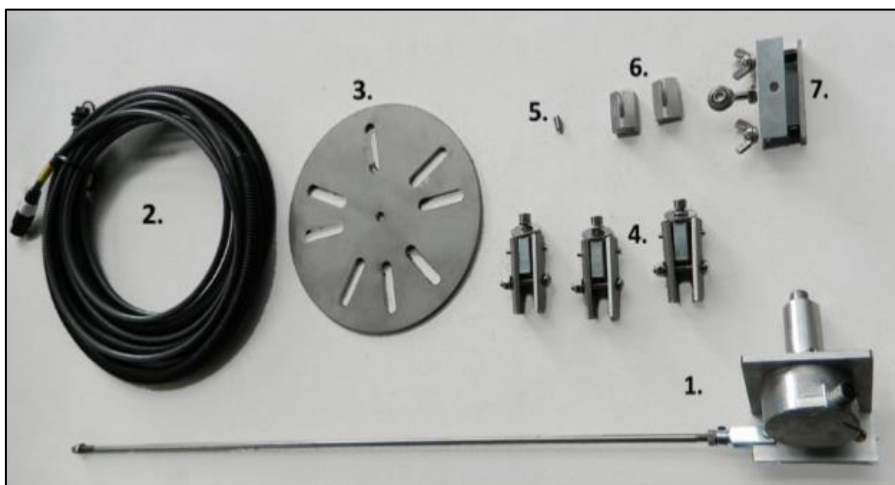
ทางที่ปรึกษาจะจัดชุดอุปกรณ์วัดระยะทาง ชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยการวัดระยะทางจากอุปกรณ์นี้สามารถทำงานร่วมกันหรือสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งบนรถสำรวจ เพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้

- เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดระดับผิวทางแบบเลเซอร์เนื่องจากการสั่นของรถสำรวจ



รูปที่ 1-22 เครื่องมือวัดความเร่ง

- เครื่องวัดระยะทาง (Distance Measurement Instrument : DMI) เป็นเครื่องมือที่ติดตั้งกับล้อรถสำรวจเพื่อตรวจวัดระยะทางสำรวจโดยใช้หลักการนับจำนวนรอบของพัลส์ (Pulse) ของล้อรถสำรวจ

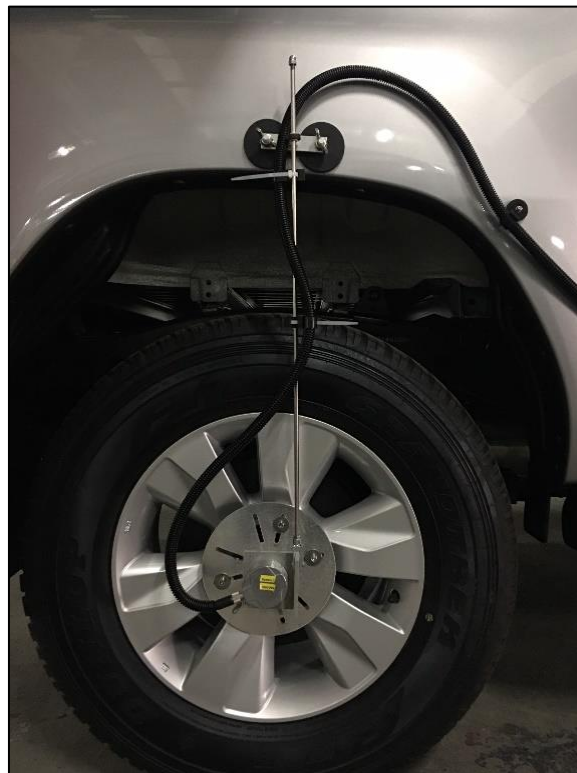


รูปที่ 1-23 รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง



ตารางที่ 1-12 แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง

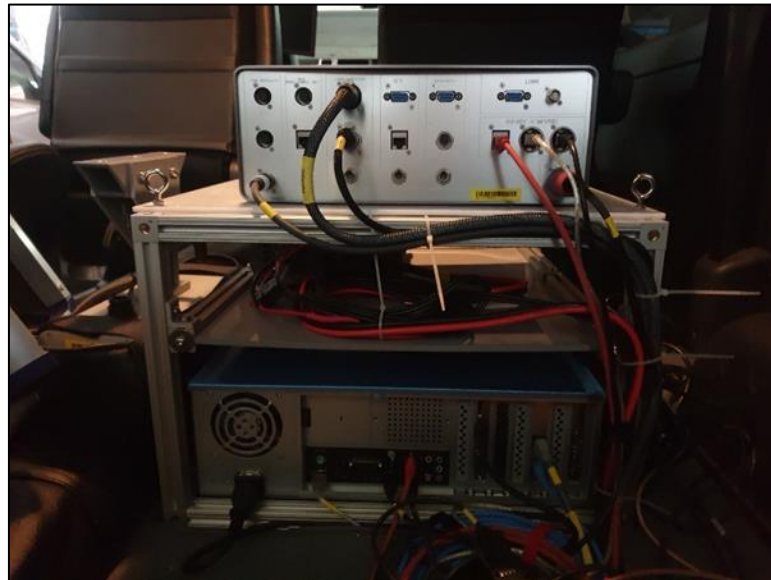
Item	Description
1	Encoder Mounted with Swivel and R
2	Encoder cable with plugs
3	Wheel plate
4	Wheel Nut Clamp
5	Shaft Collar Grub screw
6	Spaces for Wheel Nut Clamps
7	Wheel Rim Rod Mount



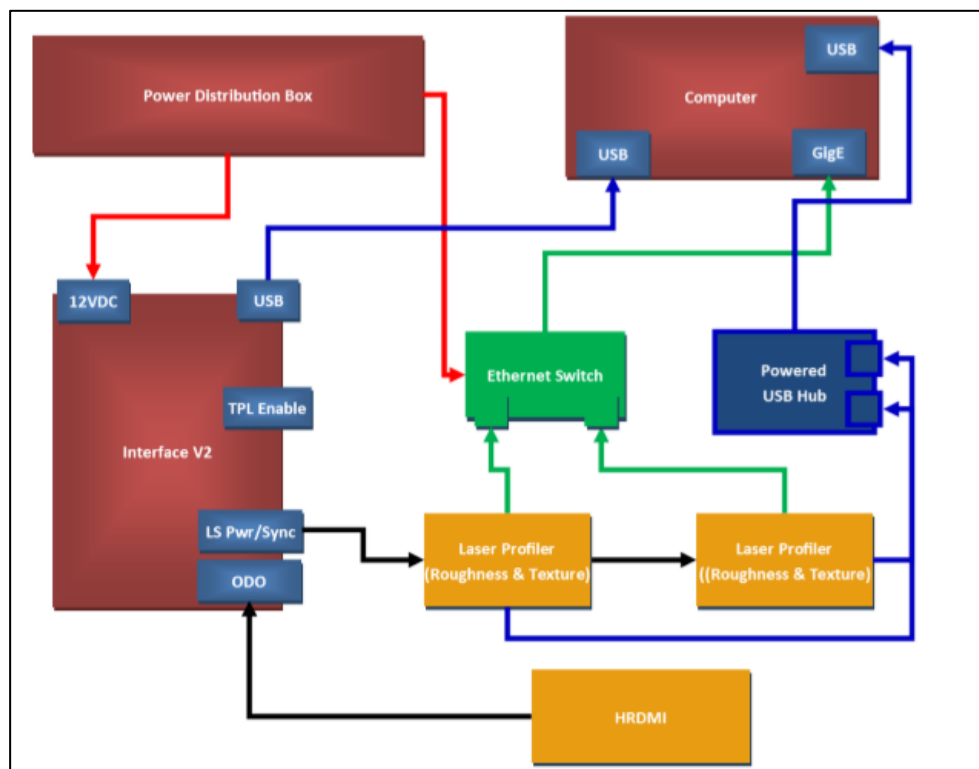
รูปที่ 1-24 เครื่องวัดระยะทาง



- อุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส และระบบคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูลสำรวจ (On board Computer) ติดตั้งในรถ ระบบคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในรถสำรวจเพื่อบันทึกข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้นบนรถสำรวจ



รูปที่ 1-25 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล



รูปที่ 1-26 แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล



- การติดตั้งเครื่องมือ จะทำการติดตั้งเครื่องมือดังที่กล่าวมาข้างต้นเข้ากับรถสำรวจสภาพทาง (Road Condition Survey Vehicle : RCSV)



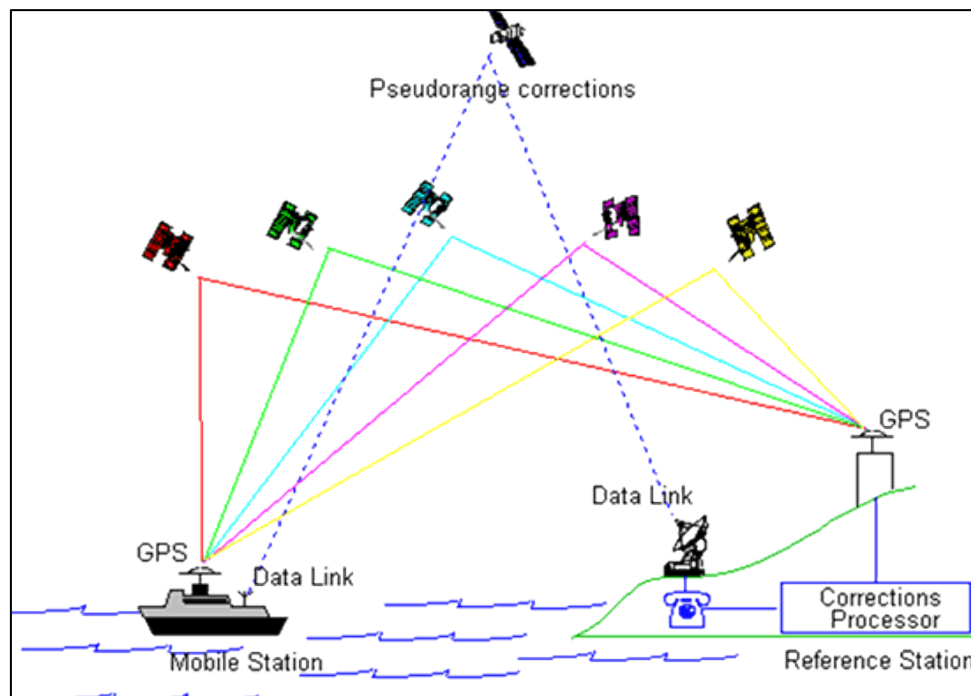
รูปที่ 1-27 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ

1.2.5 มีชุดอุปกรณ์รับค่าพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS พร้อมความสามารถในการรับค่าปรับแก้เพื่อให้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งมีความละเอียดอย่างน้อยในระดับ 1 เมตร จำนวน 1 ชุด

เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GNSS) พร้อมรับสัญญาณค่าพิกัดปรับแก้ (Differentials Global Positioning System : DGPS) คือ เครื่องมือที่ใช้ระบุตำแหน่งปัจจุบันของยานพาหนะที่ทำการสำรวจข้อมูล โดยข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในรถจะแสดงค่าสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ทำการบันทึกซึ่งได้พิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GPS/GNSS ชนิด DGPS นั้นเอง โดยสามารถแสดงพิกัดทั้งทางแนวราบและแนวตั้ง โดยอ้างอิงจากสัญญาณดาวเทียม (GPS Satellite) และสัญญาณค่าแก้ Differential Correction จากผู้ให้บริการและรายละเอียดของเครื่องมือ แสดงดังตารางที่ 1-13



รูปที่ 1-28 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม



รูปที่ 1-29 หลักการทำงานของระบบการรับพิกัดและค่าแก้ DGPS

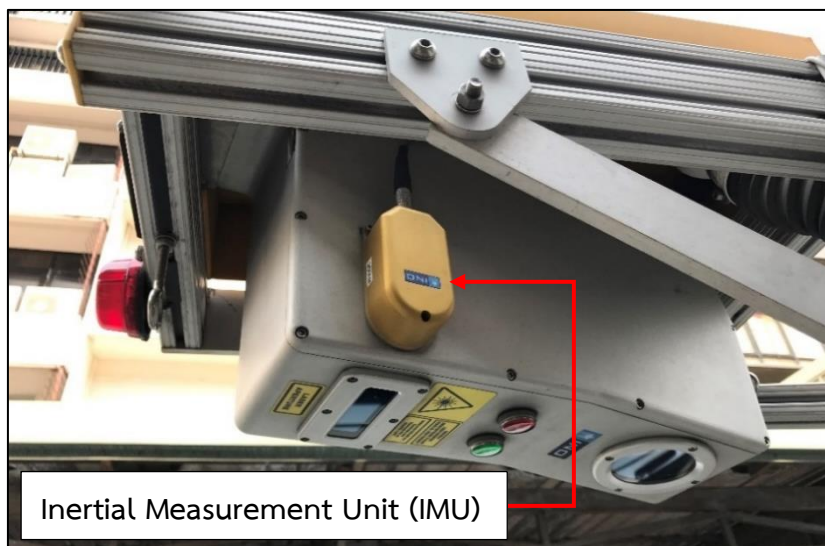


ตารางที่ 1-13 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS)

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) คาระดับความสูง (Elevation) และคาร์ศมีทางโค้ง (Radius) ได้

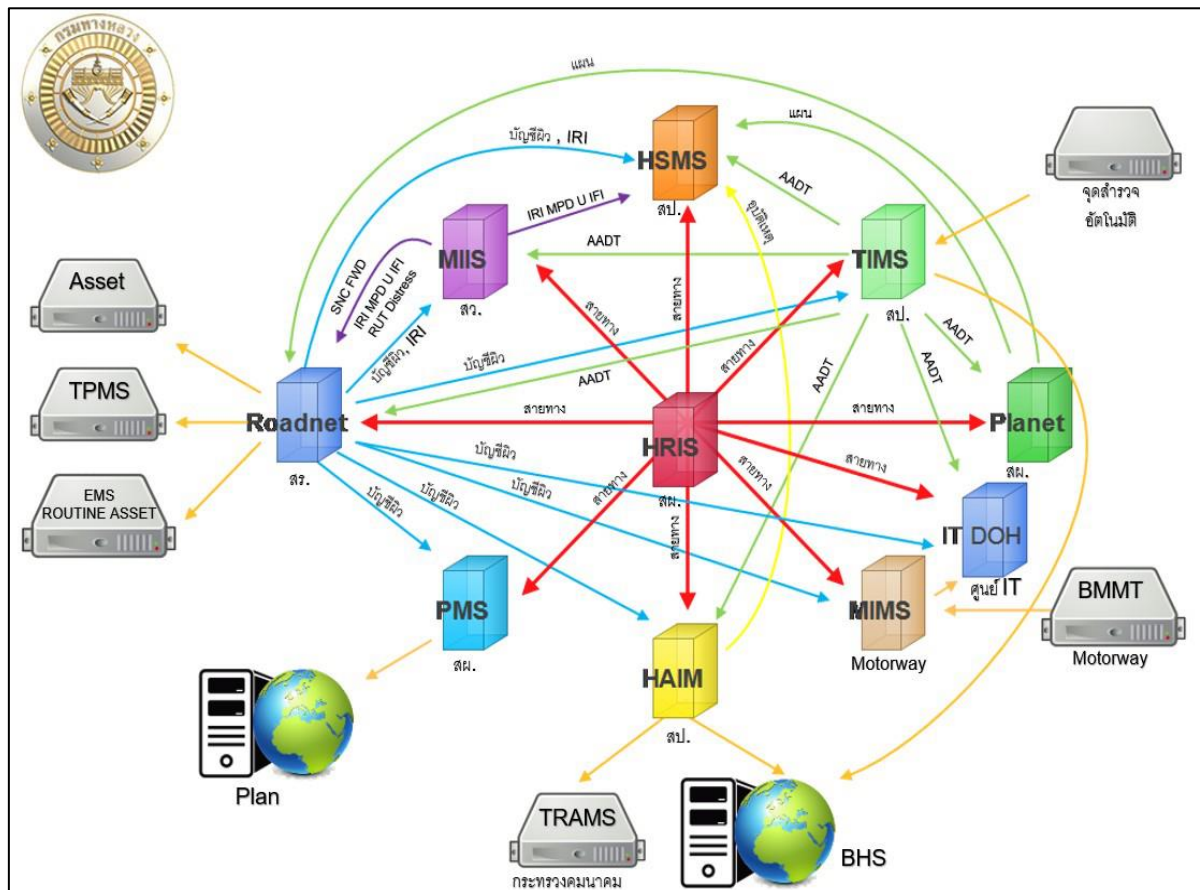


รูปที่ 1-30 อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU)

1.3 การสำรวจสภาพทาง

1.3.1 จัดทำแผนการสำรวจและตามเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง

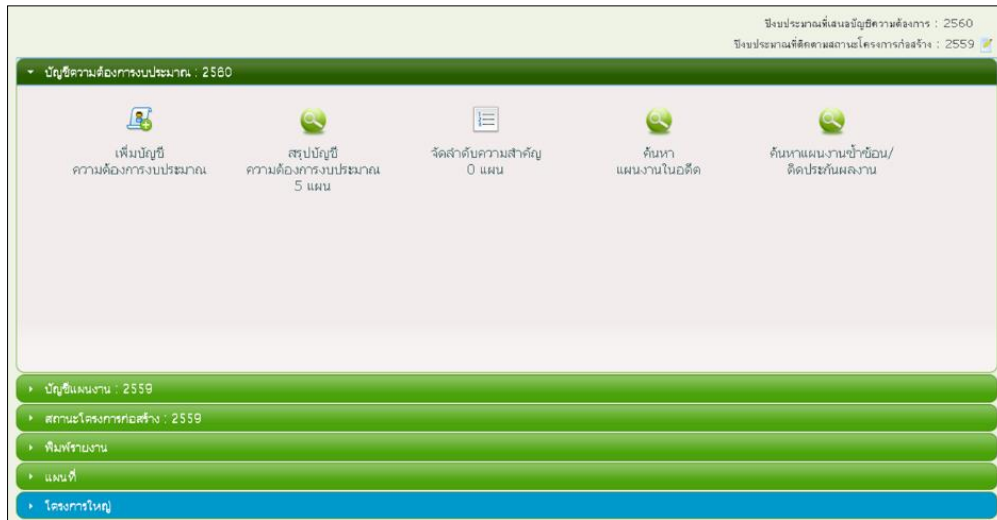
ในการจัดทำแผนการสำรวจที่ปรึกษาได้จัดทำบัญชีสายทางและผิวทางที่จะสำรวจ พร้อมแผนที่พื้นที่สำรวจรายแขวงทางหลวง โดยประมวลผลจากข้อมูลดังนี้ ข้อมูลลักษณะผิวทาง และข้อมูลกายภาพจากฐานข้อมูล Roadnet ข้อมูลแผนงานจากระบบบริหารแผนงาน (Plannet) ข้อมูลบัญชีสายทางจากระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (Highway Registration Systems : HRIS) จากสำนักแผนงาน ข้อมูลปริมาณจราจรล่าสุดจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management Systems : TIMS) จากสำนักอำนวยความสะดวกปลอดภัยและข้อมูล การสำรวจสภาพทาง (MIIS) จากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ซึ่งทางที่ปรึกษาได้นำเสนอ แผนการสำรวจเส้นทางให้คณะกรรมการบริหารโครงการฯ และหน่วยงานในพื้นที่เห็นชอบแล้วทั้งหมด



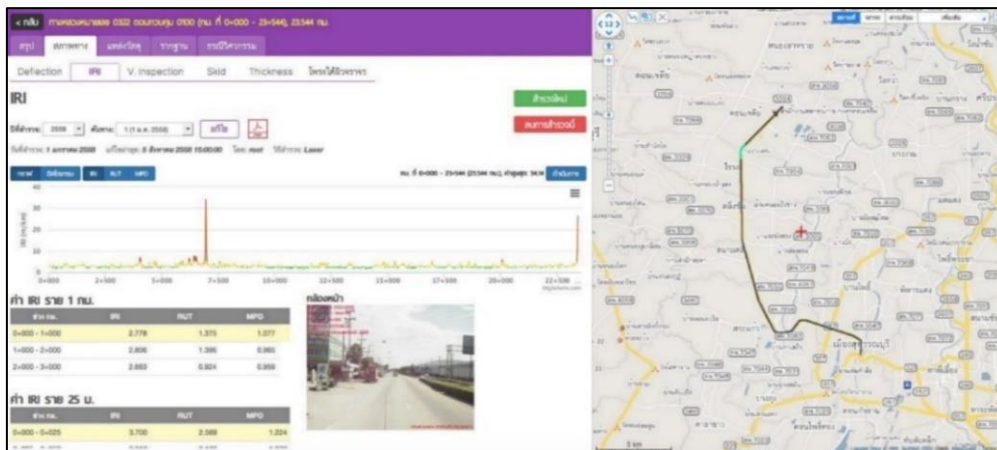
รูปที่ 1-31 แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง



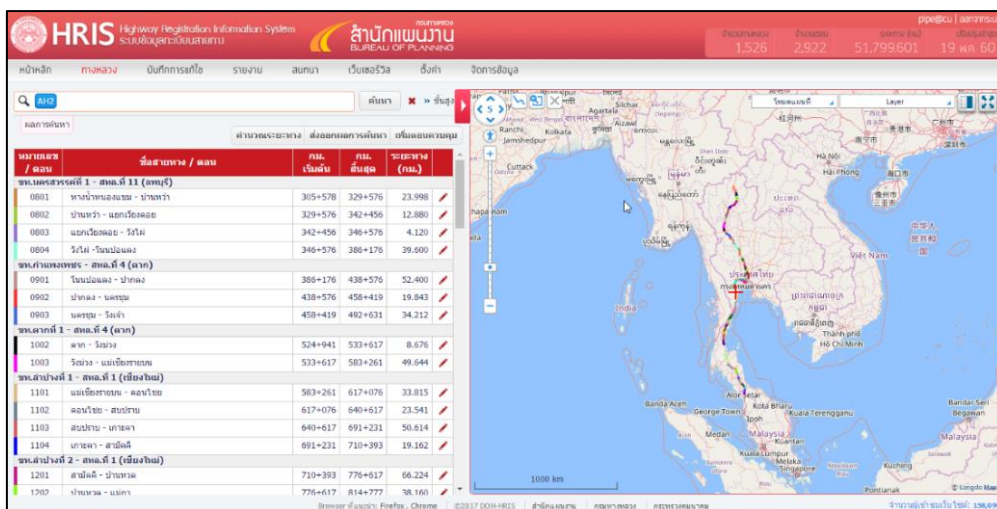
รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)
โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566



รูปที่ 1-32 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ Plannet

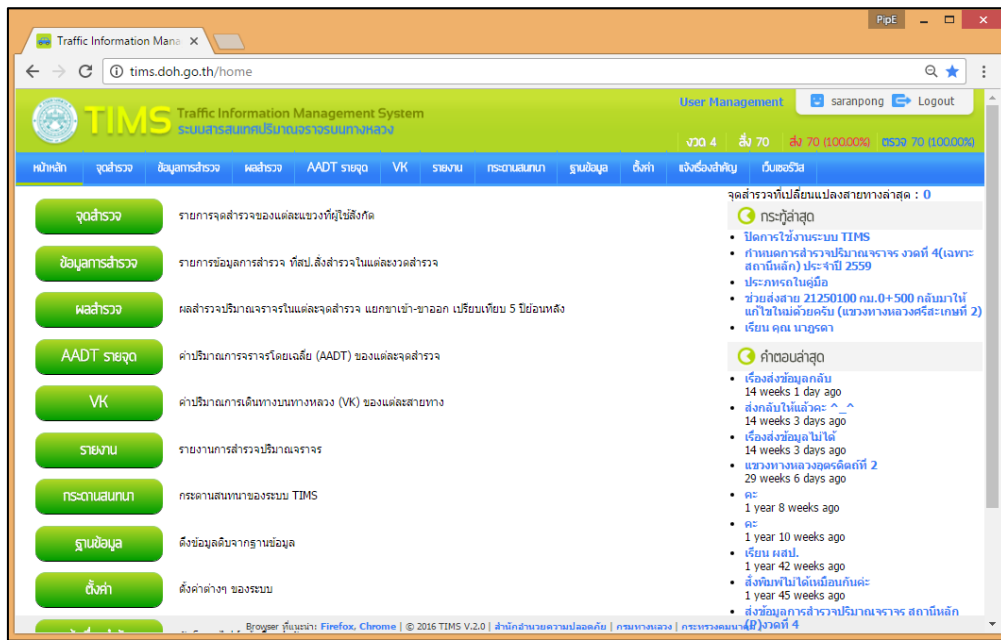


รูปที่ 1-33 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS



รูปที่ 1-34 เพื่อใช้ในการประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS





รูปที่ 1-35 เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง

ในการจัดทำแผนการสำรวจและเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง การสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพความเสียหายของทาง จะต้องวางแผนและเตรียมการอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และให้การสำรวจเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. วางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น เป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ทั้งผิวลาดยาง และผิวคอนกรีต รวมไปถึงทางคู่ขนานของแต่ละสายทาง โดยเสนอให้คณะกรรมการตรวจรับและให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสำรวจ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การเลือกสายทางสำรวจ ดังนี้
 - สายทางที่จะทำการสำรวจ อยู่ในพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 1 ถึง 18 ซึ่งไม่รวมพื้นที่ในจังหวัดชายแดนภาคใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา จังหวัดนราธิวาส และ 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ และอำเภอสบไย้อย
 - เกณฑ์ที่ได้รับจากคณะกรรมการ ระยะทางสำรวจรวม ระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ประกอบด้วย
 - ทางหลวงหมายเลข 1 หลัก และ ทางหลวงหมายเลข 2 หลัก ทำการสำรวจทั้งหมด
 - ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และ ทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 ทำการสำรวจทั้งหมด
 - ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และ 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 2, 3 และ 4 ที่มีค่า IRI ของสายทาง มากกว่าเท่ากับ 3.00 ทำการสำรวจทั้งหมด



- ทางหลวงหมายเลข 3 หลักและ 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 2, 3 และ 4 ที่มีค่า IRI ของสายทาง น้อยกว่า 3.00 ทำการคัดเลือกจากปริมาณการจราจร และสอดคล้องกับโครงข่ายสายทางการสำรวจ เพื่อให้ระยะทางสำรวจครบถ้วนตามเกณฑ์กำหนด
- 2. จัดบัญชีสายทางและผิวทาง เสนอต่คณะกรรมการคณะกรรมการโครงการฯ และหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อพิจารณาเห็นชอบวิธีการและความเป็นไปได้ในการสำรวจ
- 3. ประชุมชี้แจงและแจ้งสายทางสำรวจโดยส่งบัญชีสายทางที่อยู่ในแผนการสำรวจให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ดิจิทัล โดยการจัดทำแผนที่โครงข่ายเส้นทางสำรวจ (Layout) ขนาด A4 รายแขวงทางหลวงส่งมอบให้กรม จำนวน 104 แขวงทางหลวง ในรูปแบบไฟล์ PDF และรูปแบบไฟล์ KML (Keyhole Markup Language) เพื่อพร้อมเปิดใช้งานในรูปแบบแผนที่ โดยให้แก่เจ้าหน้าที่ สำนักงานทางหลวง และแขวงทางหลวงในพื้นที่ที่สำรวจสภาพทางเป็นผู้พิจารณา พร้อมติดต่อประสานงานสอบถามความพร้อมก่อนเข้าสำรวจพื้นที่จริง เพื่อสอบถามสายทางดังกล่าวมีการก่อสร้าง หรือขยายช่องจราจรหรือไม่



ตารางที่ 1-14 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น

digit	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,815.631)	วิ่ง สำรวจ (เที่ยว)	ระยะทาง สำรวจ (กม.) (68,186.663)	ระยะทางแผนการ สำรวจปี 2566 (กม.) (39,000)
1 สำรวจทุกปี	2	<8,000	156.138	1	156.14	156.138
		>8,000	86.472	1	86.47	86.472
	≥4	<8,000	157.355	2	306.17	306.170
		>8,000	2,854.963	2	5,192.43	5,192.434
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	-	4	-	-
		>8,000	144.354	4	577.42	577.416
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	4.270	3	12.81	12.810
		>8,000	114.392	3	343.18	343.176
2 สำรวจทุกปี	2	<8,000	340.179	1	340.18	340.179
		>8,000	172.388	1	172.39	172.388
	≥4	<8,000	596.859	2	1,173.18	1,173.184
		>8,000	2,943.733	2	5,402.79	5,402.790
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	6.411	4	25.64	25.644
		>8,000	118.019	4	472.08	472.076
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	3.856	3	11.57	11.568
		>8,000	124.319	3	372.96	372.957
3 สำรวจทุกปี (H1,H2)	2	<8,000	362.454	1	362.45	362.454
		>8,000	357.554	1	357.55	357.554
	≥4	<8,000	280.118	2	516.96	516.958
		>8,000	2120.266	2	4,083.74	4,083.744
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	1.958	4	7.83	7.832
		>8,000	55.742	4	222.97	222.968
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	19.68	3	59.04	59.043
		>8,000	22.652	3	67.96	67.956
4 สำรวจทุกปี (H1,H2)	2	<8,000	94.932	1	94.93	94.932
		>8,000	195.198	1	195.20	195.198
	≥4	<8,000	41.059	2	82.12	82.118
		>8,000	213.089	2	426.18	426.178
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	-	4	-	-
		>8,000	-	4	-	-
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	-	3	-	-
		>8,000	-	3	-	-
3	2	<8,000	2296.973	1	2,296.97	128.261
		>8,000	1670.245	1	1,670.25	1,523.366
	≥4	<8,000	615.558	2	1,226.34	5.618
		>8,000	3490.539	2	6,949.29	5,771.926



ตารางที่ 1-14 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น (ต่อ)

digit	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,815.631)	วิ่ง สำรวจ (เที่ยว)	ระยะทาง สำรวจ (กม.) (68,186.663)	ระยะทางแผนการ สำรวจปี 2566 (กม.) (39,000)
3	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	2.054	4	8.22	-
		>8,000	5.739	4	22.96	19.808
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	0.335	3	1.01	-
		>8,000	10.153	3	30.46	15.834
4	2	<8,000	21,770.474	1	21,770.47	1,544.101
		>8,000	5,640.504	1	5,640.50	4,892.609
	≥4	<8,000	1,495.906	2	2,979.82	164.366
		>8,000	2,208.538	2	4,388.66	3,859.644
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	5.995	4	23.98	-
		>8,000	12.777	4	51.11	51.108
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000		3	-	-
		>8,000	1.430	3	4.29	4.290

หมายเหตุ : ข้อมูลระยะทางอ้างอิง จากระบบ RoadNet วันที่ 8 สิงหาคม 2565



ตารางที่ 1-15 ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2566 ตามเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง

digit	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,815.631)	วิ่ง สำรวจ (เที่ยว)	ระยะทาง สำรวจ (กม.) (68,186.663)	ระยะทางตาม เกณฑ์สำรวจ ปี 2566 (กม.) (39,103.268)	ระยะทาง แผนการ สำรวจ ปี 2566 (กม.) (39,107.396)
1 สำรวจทุกปี	2	<8,000	156.138	1	156.14	156.138	145.110
		>8,000	86.472	1	86.47	86.472	35.099
	≥4	<8,000	157.355	2	306.17	306.170	526.064
		>8,000	2,854.963	2	5,192.43	5,192.434	5,092.862
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	-	4	-	-	108.720
		>8,000	144.354	4	577.42	577.416	461.928
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	4.270	3	12.81	12.810	-
		>8,000	114.392	3	343.18	343.176	367.782
2 สำรวจทุกปี	2	<8,000	340.179	1	340.18	340.179	338.489
		>8,000	172.388	1	172.39	172.388	48.359
	≥4	<8,000	596.859	2	1,173.18	1,173.184	1,479.456
		>8,000	2,943.733	2	5,402.79	5,402.790	5,007.724
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	6.411	4	25.64	25.644	37.632
		>8,000	118.019	4	472.08	472.076	564.480
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	3.856	3	11.57	11.568	7.878
		>8,000	124.319	3	372.96	372.957	394.290
3 สำรวจทุกปี	2	<8,000	362.454	1	362.45	362.454	546.047
		>8,000	357.554	1	357.55	357.554	253.792
	≥4	<8,000	280.118	2	516.96	516.958	664.042
		>8,000	2120.266	2	4,083.74	4,083.744	3,546.840
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	1.958	4	7.83	7.832	7.832
		>8,000	55.742	4	222.97	222.968	309.976
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	19.68	3	59.04	59.043	60.594
		>8,000	22.652	3	67.96	67.956	132.540
4 สำรวจทุกปี	2	<8,000	94.932	1	94.93	94.932	61.754
		>8,000	195.198	1	195.20	195.198	134.580
	≥4	<8,000	41.059	2	82.12	82.118	-
		>8,000	213.089	2	426.18	426.178	185.132
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	-	4	-	-	-
		>8,000	-	4	-	-	-
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	-	3	-	-	-
		>8,000	-	3	-	-	-
ระยะทางรวม 1, 2, 3, 4 หลัก (สำรวจทุกปี)						21,122.337	20,519.002



ตารางที่ 1-15 ระยะทางแผนการสำรวจ ปี 2566 ตามเกณฑ์การคัดเลือกสายทาง (ต่อ)

digit	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.) (50,815.631)	วิ่ง สำรวจ (เที่ยว)	ระยะทาง สำรวจ (กม.) (68,186.663)	ระยะทางตาม เกณฑ์สำรวจ ปี 2566 (กม.) (39,103.268)	ระยะทาง แผนการ สำรวจ ปี 2566 (กม.) (39,122.286)
3	2	<8,000	2296.973	1	2,296.97	128.261	739.071
		>8,000	1670.245	1	1,670.25	1,523.366	672.305
	≥4	<8,000	615.558	2	1,226.34	5.618	1,171.708
		>8,000	3490.539	2	6,949.29	5,771.926	3,527.274
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	2.054	4	8.22	-	-
		>8,000	5.739	4	22.96	19.808	51.828
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000	0.335	3	1.01	-	5.265
		>8,000	10.153	3	30.46	15.834	17.085
4	2	<8,000	21,770.474	1	21,770.47	1,544.101	6,827.639
		>8,000	5,640.504	1	5,640.50	4,892.609	1,960.465
	≥4	<8,000	1,495.906	2	2,979.82	164.366	1,558.680
		>8,000	2,208.538	2	4,388.66	3,859.644	2,017.352
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	5.995	4	23.98	-	9.360
		>8,000	12.777	4	51.11	51.108	23.612
	≥4 ที่มีทางขนาน (ฝั่งเดียว)	<8,000		3	-	-	2.700
		>8,000	1.430	3	4.29	4.290	4.050
	New route						14.890
ระยะทางสำรวจรวม (กม.)						39,103.268	39,122.286



1.3.2 นำเสนอแผนการสำรวจ ระยะทางไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร ในการใช้ชุดเครื่องมือเลเซอร์ ประเภทใดในการสำรวจ โดยที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการสำรวจสภาพทาง ดังนี้

ที่ปรึกษานำเสนอแผนการสำรวจระยะทางสำรวจรวมไม่น้อยกว่า 39,000 กิโลเมตร (ระยะทางสำรวจจริง) ทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต รวมไปถึงทางคู่ขนานของแต่ละสายทาง และจะทำการแบ่งระยะทางสำรวจ ตามประเภทชุดเครื่องมือเลเซอร์ โดยแบ่งออกเป็น

1. ชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง แบบ LCMS (Laser Crack Measurement System) ทำการสำรวจข้อมูลสภาพทาง เป็นระยะทาง ไม่น้อยกว่า 29,000 กิโลเมตร โดยจะสำรวจสายทางประเภท

- ทางหลวงหมายเลข 1 หลัก และทางหลวงหมายเลข 2 หลัก ทั้งหมดของแผนการสำรวจ ระยะทางสำรวจรวม 14,645.402 กิโลเมตร
- ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 6,476.935 กิโลเมตร
- ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และทางหลวงหมายเลข 4 หลัก อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 2, 3, 4 ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 7,877.663 กิโลเมตร

2. ชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (Laser Profilometer) ทำการสำรวจข้อมูลสภาพทาง เป็นระยะทาง ไม่น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตร โดยจะสำรวจสายทางประเภท

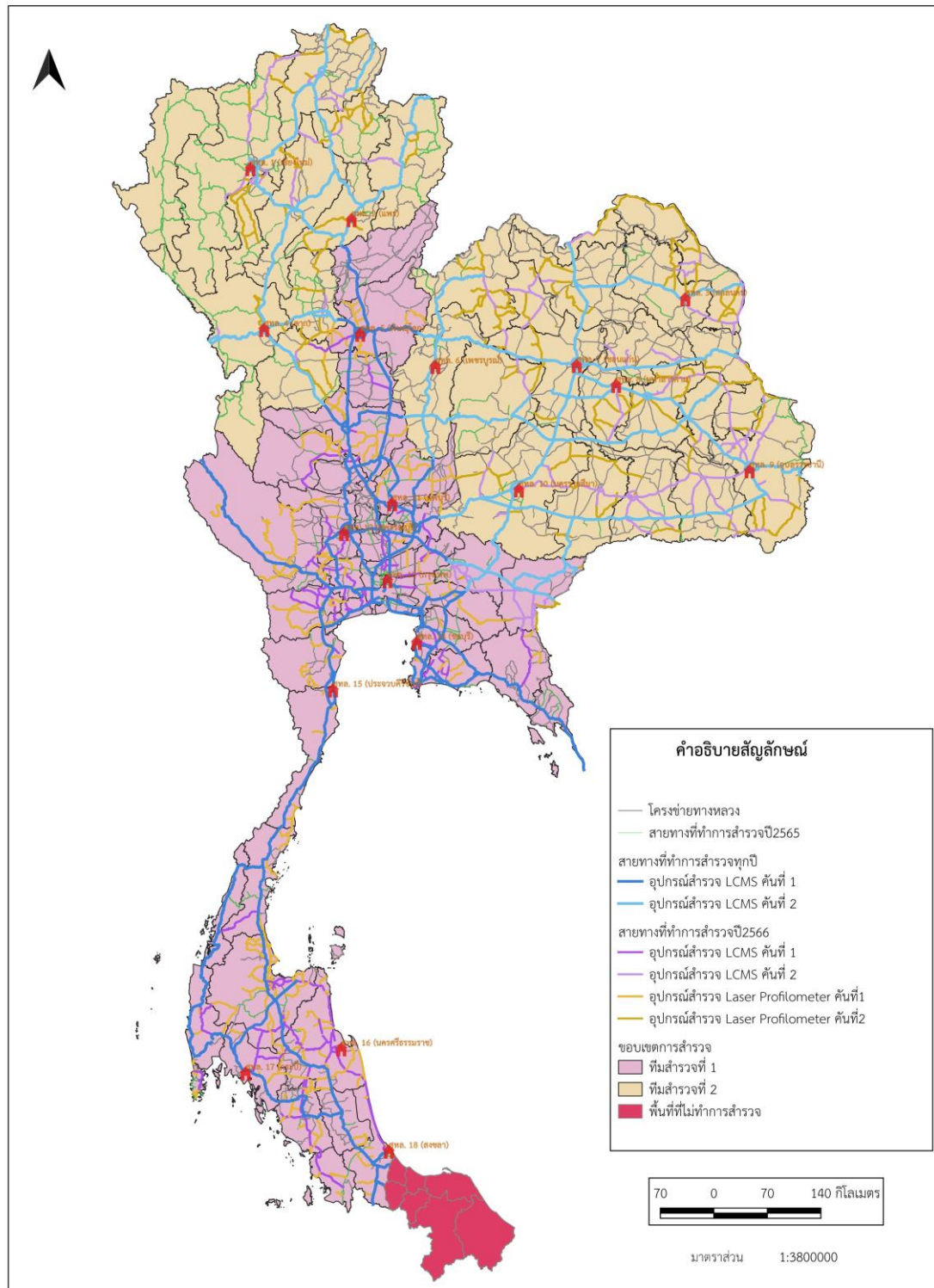
- ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 2, 3, 4 ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตร

ตารางที่ 1-16 ระยะทางสำรวจแบ่งตามอุปกรณ์

ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
29,081.973	10,040.313	39,122.286



แผนที่โครงข่ายการสำรวจปี 2566 (แบ่งตามทีมสำรวจ)



รูปที่ 1-36 แผนที่แสดงแผนการสำรวจสายทางแบ่งตามประเภทของสายทาง



1.3.3 จัดเตรียมพื้นที่ทดสอบตามเงื่อนไขที่กรมทางหลวงกำหนด

ที่ปรึกษาได้ทำการจัดเตรียมพื้นที่ทดสอบตามที่กรมทางหลวงกำหนด ประกอบด้วย สายทางหมายเลข 3050 ตอน 100 เป็นพื้นที่ทางโค้ง พื้นที่ทางลาดชัน, สายทางหมายเลข 33 ตอน 501 เป็นพื้นที่ทดสอบที่มีความเสียหายผิวทางสูง สายทางหมายเลข 347 ตอน 101 เป็นพื้นที่ทดสอบผิวทางคอนกรีต เพื่อทำการสำรวจ และประมวลผลค่าความเสียหายต่าง ๆ พร้อมจัดเก็บข้อมูลในระบบ Roadnet สำหรับเตรียมความพร้อมในการสำรวจ ก่อนดำเนินการสำรวจพื้นที่อื่น ๆ ตามแผนการสำรวจ มีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100 พื้นที่รับผิดชอบ แขวงทางหลวงนครนายก สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
section_1	0+150	2+900	2.75	L1	ลาดยาง
section_2	2+900	0+150	2.75	R1	ลาดยาง

พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 501 พื้นที่รับผิดชอบ แขวงทางหลวงนครนายก สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
section_3	119+000	121+000	2.000	L2	ลาดยาง

พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 101 - 102 พื้นที่รับผิดชอบ แขวงทางหลวงปทุมธานี สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)

	กม.เริ่มต้น การทดสอบ	กม.สิ้นสุด การทดสอบ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ประเภทผิวทาง
section_4	15+000	16+000	1.000	L2	คอนกรีต
section_5	16+000	15+000	1.000	R2	คอนกรีต



รูปที่ 1-37 พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100



รูปที่ 1-38 พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 33 ตอน 501



รูปที่ 1-39 พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 347 ตอน 101 – 102



1.3.4 ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจ

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจในพื้นที่ตัวอย่างตามหัวข้อ 1.3.3 โดยทำการทดสอบทั้งผิวทางลาดยางและคอนกรีต ดำเนินการเก็บข้อมูลการสำรวจเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร ของผิวทางแต่ละประเภท ประเภทละ 3 รอบการสำรวจต่อ 1 ชุดเครื่องมือ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่น้อยกว่าข้อมูลดังนี้ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting), ค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) ซึ่งค่าทางสถิติที่จะต้องวิเคราะห์ประกอบด้วย ค่าอย่างน้อย ดังนี้ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็นต้น

ผลการวิ่งทดสอบอุปกรณ์สำรวจ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและถูกต้อง โดยดำเนินการตรวจสอบค่าที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์เลเซอร์และอุปกรณ์ LCMS เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและมีมาตรฐานของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือสำรวจ โดยค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งแปลงทดสอบที่ใช้ในการสอบเทียบ ประกอบไปด้วยถนนทางหลวงหมายเลข 3050 ถนนทางหลวงหมายเลข 33 และถนนทางหลวงหมายเลข 347 แบ่งออกเป็น 3 Section โดยมีรายละเอียดของแปลงทดสอบแสดงดังตารางที่ 1-17

ตารางที่ 1-17 พื้นที่ทำการวิ่งทดสอบ

	ทางหลวง	ตอนควบคุม	Start	End	Lane	Pavement Type
section_1	3050	100	0+150	2+900	L1	AC
section_2	33	501	119+000	121+000	L2	AC
section_3	347	101	16+000	15+000	R2	CC

รายละเอียดข้อมูล Section วิ่งทดสอบ

- Section ที่ 1 และ 2 ประเภทของทาง ทางโค้งทางลาดชันผิวทางลาดยาง
- Section ที่ 2 ประเภทของทาง ถนนมีความเสียหายสูงผิวทางลาดยาง
- Section ที่ 3 ประเภทของทาง ผิวทางคอนกรีต



หลังจากทางที่ปรึกษา ได้นำอุปกรณ์สำรวจ ทั้ง รถสำรวจ LCMS คันที่ 1 คันที่ 2 รถสำรวจ Laser Profiler คันที่ 1 คันที่ 2 และ รถสำรวจ Laser Profiler ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง ไปวิ่งทดสอบในแปลงทดสอบที่กำหนดในข้างต้น ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่า IRI, RUT และ MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-18 ถึง ตารางที่ 1-19

ตารางที่ 1-18 ค่าเฉลี่ย IRI ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. IRI				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	2.14	2.03	2.03	2.03	2.02
2	ลาดยาง	4.13	4.15	4.05	3.98	4.01
3	คอนกรีต	4.25	4.21	4.45	4.49	4.46

ตารางที่ 1-19 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า IRI ในแต่ละ Section

AVG SD						
SECTION	ผิวทาง	Avg. SD IRI				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	0.183	0.095	0.095	0.050	0.086
2	ลาดยาง	0.506	0.174	0.337	0.178	0.239
3	คอนกรีต	0.265	0.163	0.169	0.122	0.193

จากตารางที่ 1-19 ตารางส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า IRI ของการวิ่งทดสอบทั้ง 3 รอบ ของอุปกรณ์ทดสอบแต่ละคัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดจะมาจากรถสำรวจ LCMS คันที่ 1 Section 2 (ผิวทางมีความเสียหายสูง) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 0.506



ตารางที่ 1-20 ค่าเฉลี่ย RUT ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. RUT				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	3.29	4.48	4.50	3.89	5.16
2	ลาดยาง	9.43	11.08	9.27	10.96	12.26
3	คอนกรีต	-	-	-	-	-

ตารางที่ 1-21 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า RUT ในแต่ละ Section

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. SD RUT				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	0.377	0.243	0.751	0.404	0.744
2	ลาดยาง	1.324	0.368	0.877	0.874	1.422
3	คอนกรีต					

จากตารางที่ 1-21 ตารางส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RUT ของการวิ่งทดสอบทั้ง 3 รอบของอุปกรณ์ทดสอบแต่ละคัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่ส่งผลอาจเกิดมาจากจุดเริ่มต้นสำรวจที่อาจจะไม่ตรงกันทั้ง 3 รอบการสำรวจ โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุด มาจากการสำรวจ Laser Profiler สำนักวิเคราะห์ฯ Section 2 (ผิวทางมีความเสียหายสูง) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 1.422



ตารางที่ 1-22 ค่าเฉลี่ย MPD ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. MPD				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	0.60	0.67	0.67	0.56	0.54
2	ลาดยาง	0.59	0.76	0.81	0.78	0.76
3	คอนกรีต	0.33	0.55	0.48	0.47	0.42

ตารางที่ 1-23 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่า MPD ในแต่ละ Section

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. SD MPD				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	0.017	0.017	0.037	0.014	0.018
2	ลาดยาง	0.020	0.016	0.056	0.034	0.038
3	คอนกรีต	0.011	0.012	0.019	0.015	0.013

ตารางที่ 1-24 ค่าเฉลี่ย MPD ของแต่ละอุปกรณ์สำรวจที่ได้จากการวิ่งทดสอบ

AVG						
SECTION	ผิวทาง	Avg. MPD				
		LCMS1	LCMS2	LASER1	LASER2	LASER-DOH
1	ลาดยาง	0.60	0.67	0.67	0.56	0.54
2	ลาดยาง	0.59	0.76	0.81	0.78	0.76
3	คอนกรีต	0.33	0.55	0.48	0.47	0.42

จากตารางที่ 1-24 กราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า MPD ของการวิ่งทดสอบทั้ง 3 รอบของอุปกรณ์ทดสอบแต่ละคัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเข้าใกล้ 0 มาก หรือกล่าวได้ว่าการวิ่งแต่ละรอบชุดข้อมูลแทบไม่ต่างจากกัน โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงที่สุดจะมาจากกรรสำรวจ Laser Profiler คันที่ 1 Section 2 (ผิวทางมีความเสียหายสูง) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 0.056



ที่ปรึกษาได้ทำการเปรียบเทียบ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละอุปกรณ์สำรวจ โดยมีรายละเอียดของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1-25

ตารางที่ 1-25 ตารางเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอุปกรณ์สำรวจ ทั้ง 5 คัน ในแต่ละ Section

	ค่า SD ระหว่าง	ค่าความเสียหาย	SECTION				
			1	2	3	4	5
			ผิวทาง				
			ลาดยาง	ลาดยาง	ลาดยาง	คอนกรีต	คอนกรีต
AVG SD	LCMS1-LCMS2	IRI	0.178	0.164	0.773	0.270	0.264
		RUT	0.772	0.516	2.154		
		MPD	0.051	0.047	0.096	0.143	0.123
	LCMS1-LASER1	IRI	0.178	0.201	0.496	0.333	0.268
		RUT	1.130	0.676	1.613		
		MPD	0.059	0.049	0.136	0.069	0.086
	LCMS1-LASER2	IRI	0.213	0.178	0.537	0.286	0.271
		RUT	0.648	0.451	1.936		
		MPD	0.038	0.027	0.126	0.053	0.081
	LCMS1-LASERDOH	IRI	0.275	0.213	0.877	0.336	0.308
		RUT	2.568	0.744	6.489		
		MPD	0.043	0.039	0.128	0.034	0.050
	LCMS2-LASER1	IRI	0.085	0.143	0.684	0.326	0.242
		RUT	1.051	0.591	1.876		
		MPD	0.038	0.034	0.118	0.078	0.044
	LCMS2-LASER2	IRI	0.133	0.104	0.513	0.295	0.291
		RUT	0.701	0.635	1.569		
		MPD	0.066	0.055	0.126	0.094	0.046
	LCMS2 -LASERDOH	IRI	0.201	0.186	0.956	0.375	0.320
		RUT	1.089	0.635	2.668		
		MPD	0.075	0.071	0.155	0.117	0.075
	LASER1-LASER2	IRI	0.133	0.136	0.409	0.229	0.222
		RUT	0.956	0.714	1.562		
		MPD	0.070	0.054	0.070	0.029	0.024



ตารางที่ 1-25 ตารางเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอุปกรณ์สำรวจ ทั้ง 5 คัน ในแต่ละ Section (ต่อ)

AVG SD	ค่า SD ระหว่าง	ค่าความเสียหาย	SECTION				
			1	2	3	4	5
			ผิวทาง				
			ลาดยาง	ลาดยาง	ลาดยาง	คอนกรีต	คอนกรีต
	LASER1-LASERDOH	IRI	0.201	0.214	0.934	0.296	0.252
		RUT	1.042	0.714	2.593		
		MPD	0.078	0.070	0.138	0.047	0.041
	LASER2-LASERDOH	IRI	0.151	0.182	0.904	0.237	0.197
		RUT	1.065	0.130	2.416		
		MPD	0.023	0.029	0.138	0.033	0.034

หลังจากที่ปรึกษานำผลจากการวิ่งทดสอบ ของอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คันแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ทางที่ปรึกษาจึงได้คัดเลือกพื้นที่ทดสอบ และนำค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ซึ่งมีรูปแบบทางวิศวกรรมสำหรับการเก็บข้อมูลที่คล้ายกัน ต่างกันที่อุปกรณ์ LCMS จะมีการตัดค่าความเสียหายอื่น ๆ ออก จึงอาจทำให้ค่าต่างจากอุปกรณ์แบบ Laser Profiler โดยทางที่ปรึกษาได้ให้สมมติฐานว่า ในผิวทางลาดยางอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับผิวทางคอนกรีต อุปกรณ์ LCMS ทั้ง 2 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และอุปกรณ์ Laser Profiler ทั้ง 3 คัน จะให้ค่าในผิวทางคอนกรีตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยทางที่ปรึกษาได้นำแปลงทดสอบ Section1 (ผิวทางลาดยางและมีความลาดชัน) Section 2 (ผิวทางลาดยาง) และแปลงทดสอบ Section 3 (ผิวทางคอนกรีต) มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพิ่มเติมด้วยวิธี Paired Sample T-Test



การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ด้วยวิธี Paired Sample T-Test

จากข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างอุปกรณ์ ทางที่ปรึกษา จึงได้ตั้งสมมติฐานที่ว่าเครื่องมือต่างกันแต่มีรูปแบบการเก็บข้อมูลทางวิศวกรรมเหมือนกัน จะให้ข้อมูลที่ต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ Paired Sample T-Test โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงดังตารางที่ 1-26

ตารางที่ 1-26 ผลการวิเคราะห์การทำ Paired T-Test รวม ค่าดัชนีความขรุขระ (IRI) ของอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน

section	Avg. LCMS1	Avg. LCMS2	Avg. LASER1	Avg. LASER2	Avg. LASERDOH	Avg. ALL	STD	ผล Paired-test
1	2.11	2.03	2.03	2.03	2.02	2.05	0.044	ยอมรับสมมติฐานหลัก
3	4.13	4.15	4.05	3.98	4.01	4.06	0.052	ยอมรับสมมติฐานหลัก
5	4.25	4.21	--	--	--	4.23-	0.032	ยอมรับสมมติฐานหลัก
5	-	-	4.45	4.49	4.46	4.47	0.019	ยอมรับสมมติฐานหลัก

สรุปการทำ Paired T-Test

จากข้อมูลการทำ Paired T-Test ค่าเฉลี่ย IRI ของอุปกรณ์สำรวจ 5 คัน สมมติฐานข้างต้น ผลการวิเคราะห์ สรุปว่าในผิวทางลาดยางค่า IRI ที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลมีความต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ (ให้ผลที่ไม่ต่างกัน และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน) สำหรับผิวทางคอนกรีต IRI ที่ได้จากอุปกรณ์ LCMS ทั้ง 2 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลมีความต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ (ให้ผลที่ไม่ต่างกัน และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน) และ IRI ที่ได้จากอุปกรณ์ Laser Profiler ทั้ง 3 คัน จะให้ค่าในผิวทางคอนกรีตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลมีความต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ (ให้ผลที่ไม่ต่างกัน และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน)

หลังจากทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพิ่มเติมด้วยวิธี Paired T-Test สำหรับค่าที่มีรูปแบบการเก็บข้อมูลทางวิศวกรรมที่เหมือนกัน สรุปผลได้ว่าอุปกรณ์ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และเพื่อตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจต่างชนิดกัน เนื่องจากพบว่าค่า RUTTING ในบางแปลงพื้นที่ทดสอบให้ค่าที่สูง ทางที่ปรึกษาจึงได้ใช้วิธีการทางสถิติ ตรวจสอบความเชื่อถือได้ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา (Cronbachs' alpha coefficient)



การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

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

การวัดความเชื่อถือได้มีหลายประเภท แต่ในที่นี้จะศึกษาความเชื่อถือได้ที่วัดสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน (Internal Consistency) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา (Cronbach's alpha coefficient) การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test) หรือความสอดคล้องภายในด้วยสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา

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

สรุปผลการตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

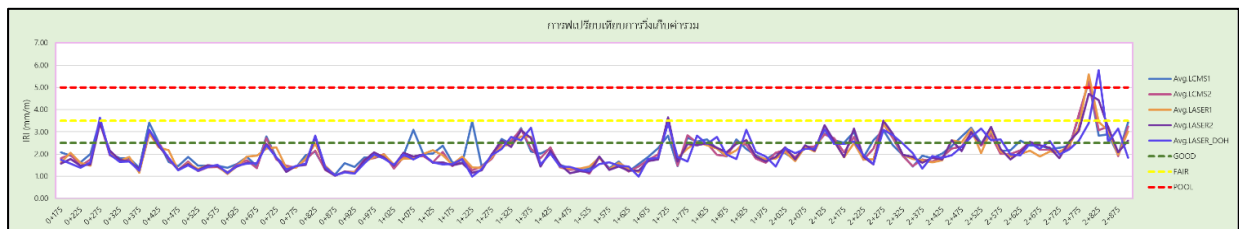
- ค่า IRI จาการสำรวจทั้ง 5 คัน
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา = 0.969 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด IRI อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า RUT จาการสำรวจทั้ง 5 คัน
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา = 0.966 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด RUT อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า MPD จาการสำรวจทั้ง 5 คัน
 - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบักอัลฟา = 0.89 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจาการสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด MPD อยู่ในระดับดี)



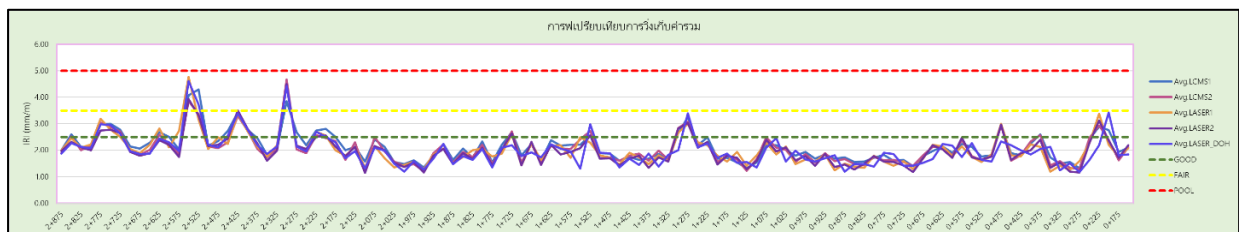
ทางที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบเพิ่มเติม สำหรับค่าดัชนีความขรุขระ (IRI) เพื่อเป็นการยืนยันว่า ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ต่างชนิดกันจะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยเป็นการพิจารณาร่วมกับ เกณฑ์ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ของกรมทางหลวง โดยมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1-40 ถึง รูปที่ 1-44

เกณฑ์ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)

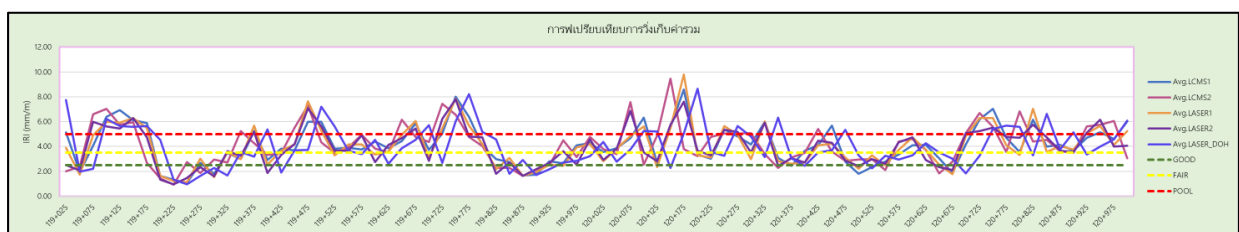
- น้อยกว่า 2.5 ม./กม. ดีมาก
- 2.5ม./กม. - 3.5 ม./กม. ดี
- 3.5 ม./กม. - 4.5 ม./กม. พอใช้
- มากกว่า 4.5 ม./กม. ชำรุด



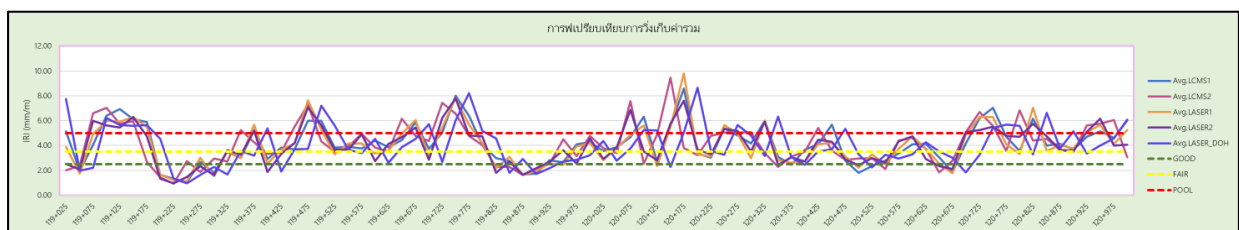
รูปที่ 1-40 กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 1



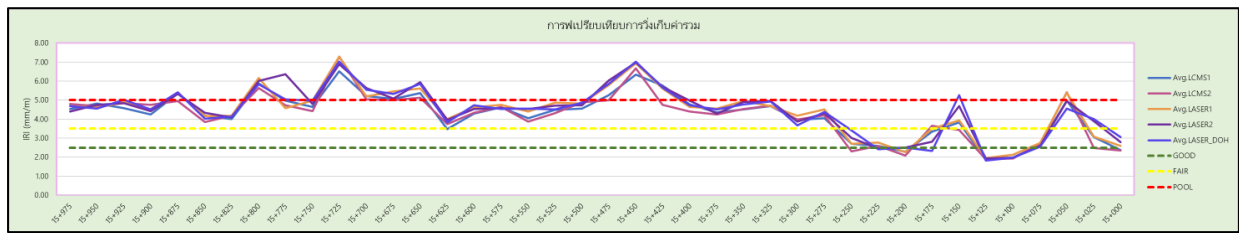
รูปที่ 1-41 กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 2



รูปที่ 1-42 กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 3



รูปที่ 1-43 กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 4



รูปที่ 1-44 กราฟเปรียบเทียบการวิ่งเก็บค่ารวม Section 5

ผลการพิจารณาร่วมกับเกณฑ์ค่าดัชนีความขรุขระสากล ค่าที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน มากกว่าร้อยละ 80 อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน

สรุปผลทางสถิติของข้อมูลจากการวิ่งสอบเทียบ

1) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลลัพธ์ที่ได้จากกราฟ ผลการทดสอบ Paired Sample T-Test ยอมรับสมมติฐานที่ว่า ในผิวทางลาดยางอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับผิวทางคอนกรีต อุปกรณ์ LCMS ทั้ง 2 คัน จะให้ค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และอุปกรณ์ Laser Profiler ทั้ง 3 คัน จะให้ค่าในผิวทางคอนกรีตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับอัลฟา = 0.969 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด IRI อยู่ในระดับดีมาก) ค่า IRI จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน สามารถเชื่อถือได้

2) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting)

ใน Section 1 ที่มีค่า RUTTING (มีความเสียหายไม่สูง) ค่าเฉลี่ยของอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน จะใกล้เคียงกัน และมีผลของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกัน สามารถสรุปผลได้ว่า แปลงทดสอบที่ค่าความเสียหายไม่สูง ค่า RUTTING เฉลี่ยที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และใน Section 2 ที่ RUTTING (มีความเสียหายสูง) ค่าสำรวจที่ได้จากอุปกรณ์ Laser Profiler จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่สำหรับอุปกรณ์ LCMS จะมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างจากอุปกรณ์ Laser Profiler และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ Laser Profiler กับ LCMS ที่สูงกว่า เมื่อเทียบกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ Laser Profiler ด้วยกัน เนื่องจากจำนวนชุดข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต่างกันมาก ประกอบกับปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อค่าดังกล่าว คือ แนวการวิ่งของรถสำรวจ และปัจจัยในพฤติกรรมคนขับรถ จากปัจจัยดังกล่าวถ้าหากมีความต่างกันเพียงเล็กน้อยก็จะส่งผลให้ค่าที่ได้มีความต่างกัน



อย่างไรก็ดี อุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน ได้รับรองมาตรฐาน ASTM E1703 สำหรับค่า RUTTING และรถสำรวจทั้ง 5 คัน ผ่านการสอบเทียบเครื่องมือมาแล้วทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าค่าที่ได้จากรถสำรวจจะต่างกันจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาในข้างต้น แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คอรีนบักอัลฟา = 0.966 ซึ่งมีความใกล้เคียง 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คัน ว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด RUT อยู่ในระดับดีมาก) และค่าที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน เป็นค่าที่ออกมา ตามมาตรฐาน ASTM E1703 จึงถือว่าค่า RUT จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน เป็นค่าที่เชื่อถือได้

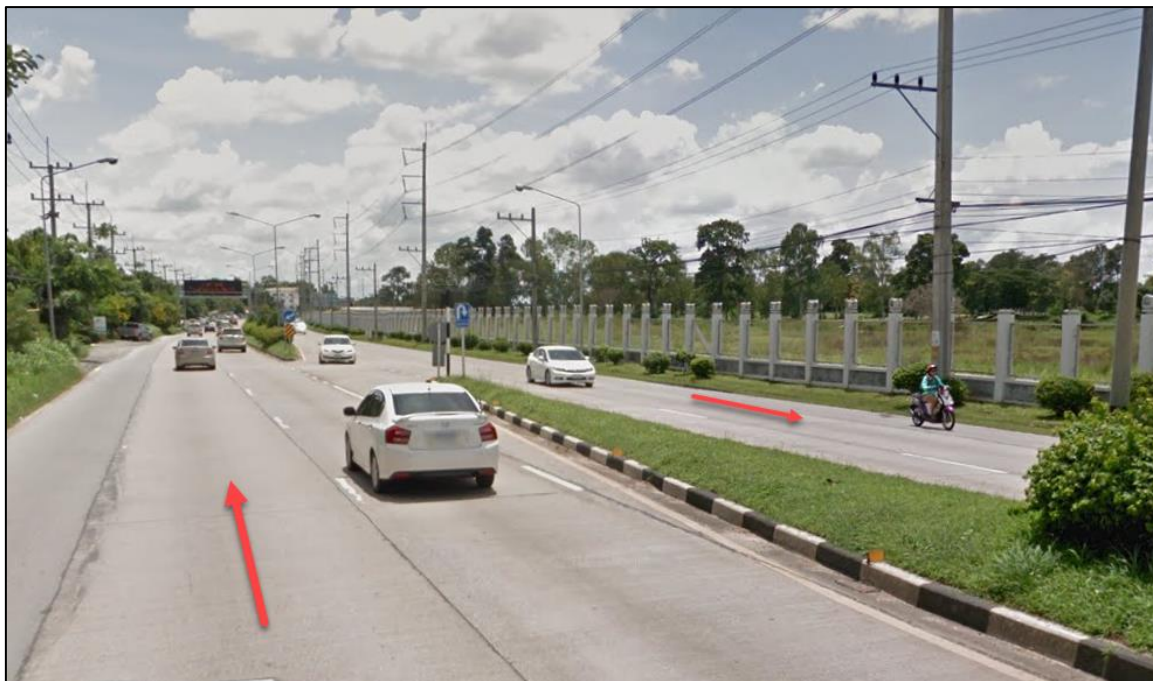
3) การเปรียบเทียบข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD)

เมื่อทำการเปรียบเทียบกันอุปกรณ์สำรวจทั้ง 5 คัน ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิ่งทดสอบในแต่ละ section มีค่าที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำ และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คอรีนบักอัลฟา = 0.89 ซึ่งมีความใกล้เคียง 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คันว่ามาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด MPD อยู่ในระดับดี) จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ต่างชนิดกัน ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าที่ได้จากการสำรวจ และเป็นค่าที่เชื่อถือได้



วิธีการวิ่งสำรวจสายทางในโครงการ

- กรณีสำรวจ 2 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง



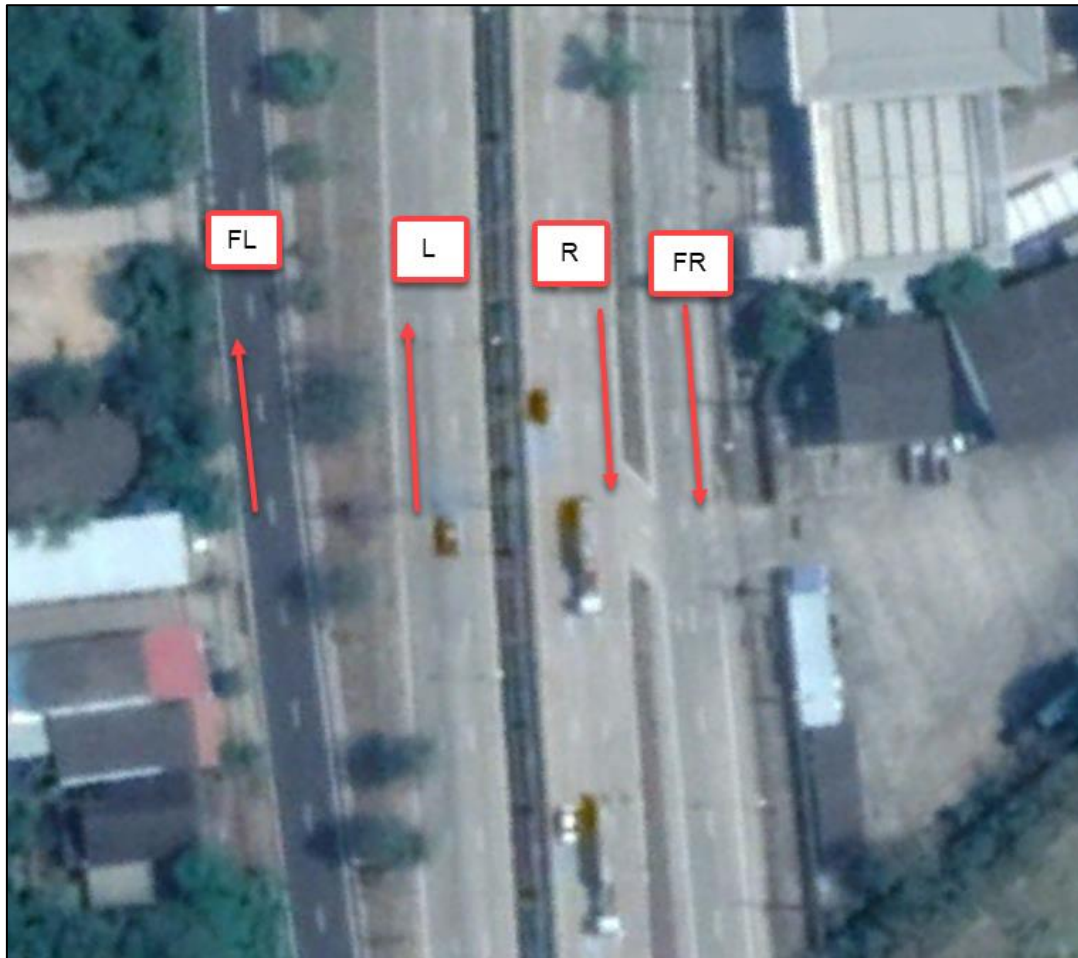
รูปที่ 1-45 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง

- กรณีสำรวจ 1 ทิศทาง จะทำการสำรวจช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนในทิศทางที่มีความเสียหายมากที่สุด



รูปที่ 1-46 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด

- กรณีที่มีการสำรวจ 2 ทิศทาง แล้วมีทางคู่ขนาน ให้ทำการวิ่งสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของทางคู่ขนาน



รูปที่ 1-47 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน

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



รูปที่ 1-48 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน



รูปที่ 1-49 ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่สองช่องจราจร

- กรณีที่ไม่สามารถทำการสำรวจในช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น เช่น ปิดปรับปรุงผิวจราจร ก็ทำการสำรวจช่องจราจรที่อยู่ติดกับช่องจราจรดังกล่าวแทน



รูปที่ 1-50 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น



- กรณีที่พื้นผิวสายทางเปียกเนื่องจากฝนตก หรือมีน้ำขังในช่องจราจรที่จะทำการสำรวจที่ปรึกษาดำเนินการหยุดการสำรวจในสายทางนั้น แล้วจะกลับมาสำรวจใหม่เมื่อพื้นผิวสายทางแห้งสนิท



รูปที่ 1-51 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้

- กรณีที่สายทางมีอุปสรรคในการสำรวจ เช่น มีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ หรืออยู่ในพื้นที่หวงห้ามของราชการที่ไม่อนุญาตให้เข้าพื้นที่ได้ จะไม่ทำการสำรวจ แล้วทำการรายงานปัญหาและอุปสรรคเพื่อแจ้งแก่คณะกรรมการแล้วดำเนินการสำรวจในสายทางสำรองแทน



รูปที่ 1-52 แสดงภาพเมื่อไม่สามารถเข้าสำรวจได้เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวรกีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้

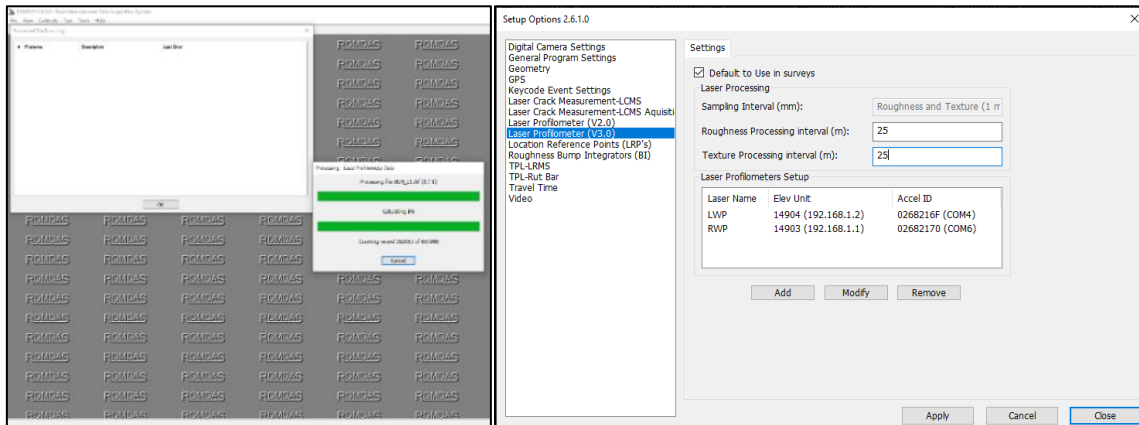


1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ

ที่ปรึกษาจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ อย่างน้อยตามที่มีในระบบฐานข้อมูล Roadnet

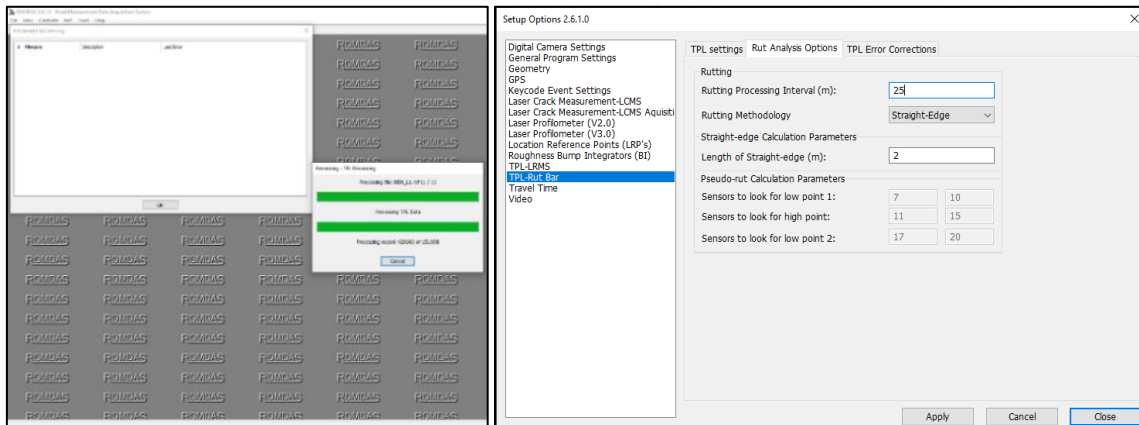
1.4.1 การประมวลผลข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางประกอบด้วย ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-53 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง

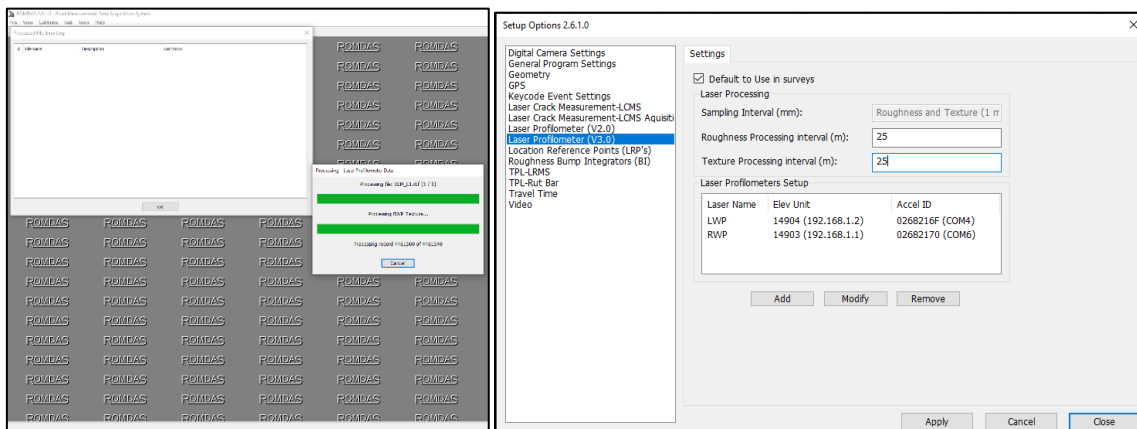
- ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-54 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง



- ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า



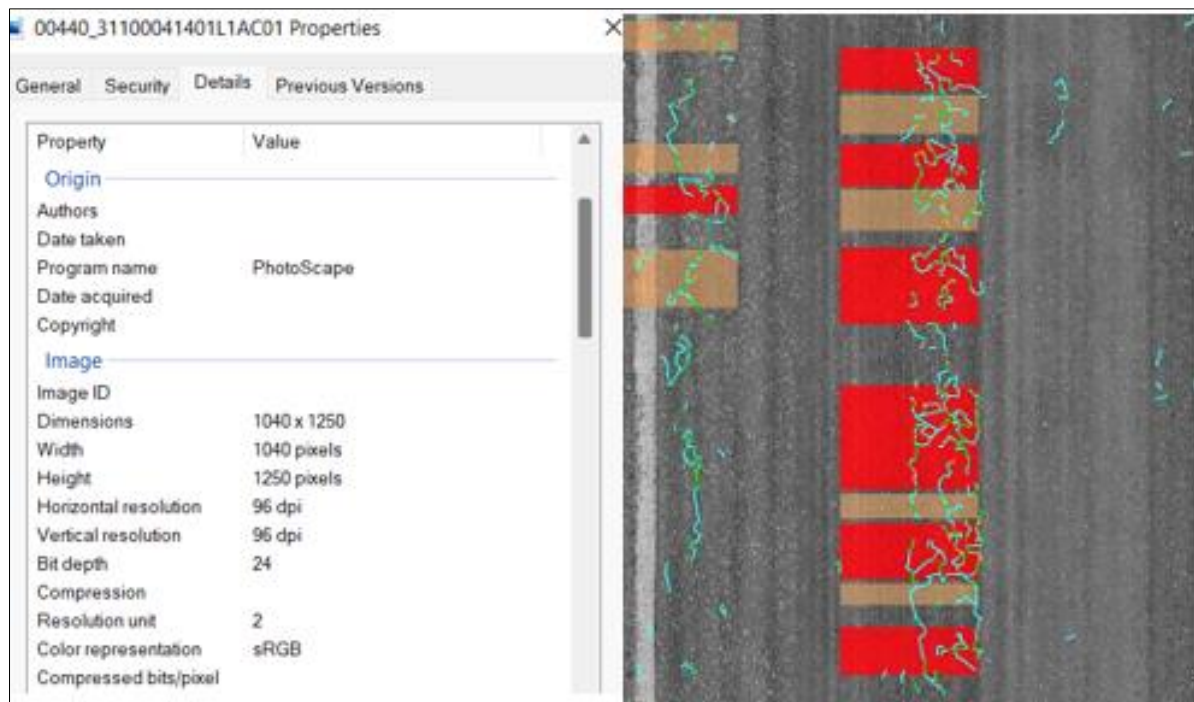
รูปที่ 1-55 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง

- การประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง ประกอบด้วย การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ที่ได้จากการสำรวจในข้อ 1.3.3 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่ายหรือระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic crack detection) ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) โดยประเภทความเสียหายต้องประกอบไปด้วยข้อมูลอย่างน้อยที่มีในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึก โดยอ้างอิงกับพิคตทางภูมิศาสตร์ ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า

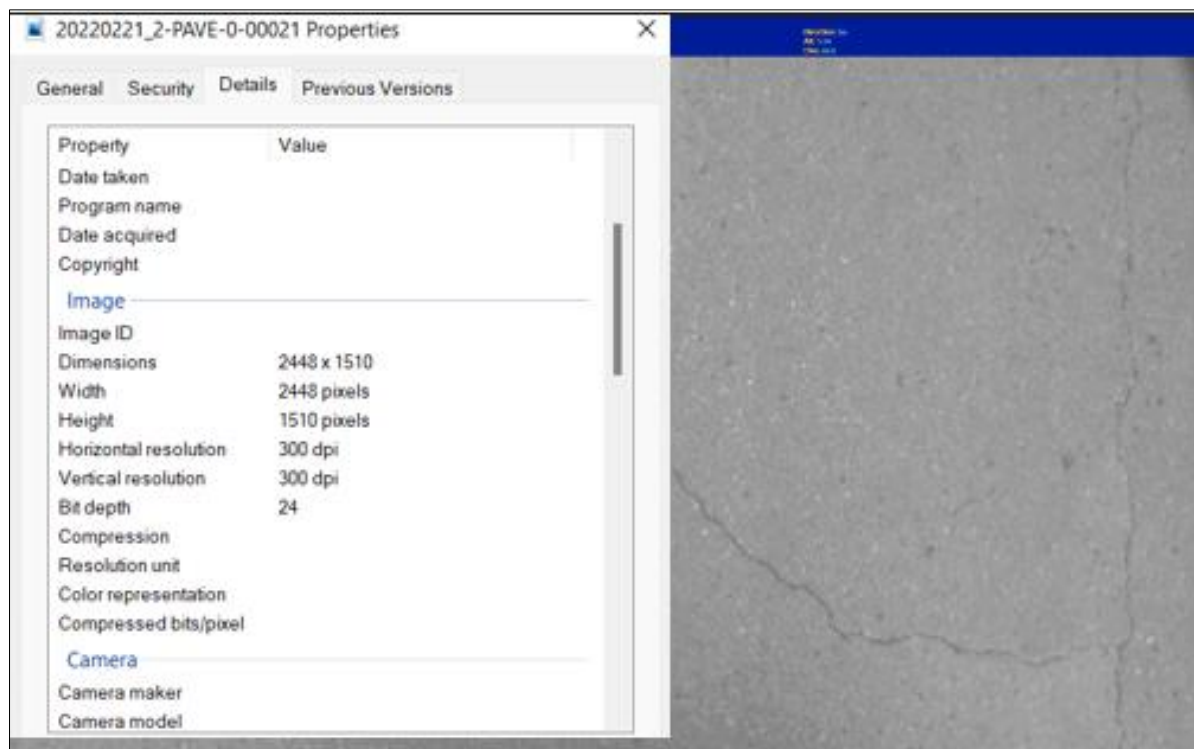
ข้อมูลสภาพผิวทางที่ได้จากการสำรวจโดยใช้อุปกรณ์ในข้อ 1.3.3 ซึ่งความเสียหายจะปรากฏบนผิวทาง และข้อมูลจะถูกบันทึกจากการที่รถวิ่งในความเร็วกำหนด ในรูปแบบภาพถ่ายต่อเนื่องของผิวทาง ที่มีความละเอียดโดยประมาณ 1040 x 1250 Pixels หรือ 2448 x 1510 Pixels โดยที่ปรึกษาจะทำการประเมินและวิเคราะห์ 2 วิธี ประกอบด้วย

- 1) โปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่ายหรือระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic crack detection)
- 2) การตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating)

โดยประเภทความเสียหายที่เกิดขึ้นจากปัจจัยแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน เช่น ภัยธรรมชาติ การรับน้ำหนักของรถบรรทุกกระทำซ้ำมากเกินไปที่โครงสร้างชั้นทางนั้นจะรับได้ทำให้เกิดความเสียหาย ซึ่งประกอบไปด้วย รอยแตก รอยปะ หลุมบ่อ รอยบิ่นของแผ่นคอนกรีต ผิวลาดยางหลุดร่อน เป็นต้น



รูปที่ 1-56 แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์



รูปที่ 1-57 แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress)

จากอุปกรณ์ ROMDAS pavement camera



จากการประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง (Surface Distress) จากกล้องบันทึกภาพถ่ายภาพต่อเนื่อง ที่มีการเก็บข้อมูลสภาพผิวทางเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง (Surface - Distress) โดยที่ปรึกษาจะทำการแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง และ 2) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต ซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้บุคลากรที่ผ่านการอบรมทำการบันทึกความเสียหาย (Manual Rating) ที่ตรวจพบจากภาพถ่ายผิวทางในทุก ๆ 2-3 เมตร ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่ายที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความเสียหายของผิวทาง ร่วมกับระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic crack detection) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทางต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยาง**

จากการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1-27 ที่ปรากฏบนถนนผิวลาดยาง ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึก และประมวลผลด้วยอุปกรณ์การสำรวจ โดยสามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการประเมินวิเคราะห์ความเสียหายโดยบุคลากรผู้ชำนาญการโดยใช้โปรแกรมเฉพาะทางสำหรับการประเมินที่สามารถส่งออกผลลัพธ์ค่าความเสียหายจากการประเมินสายทาง และค่าพิกัดตำแหน่งของภาพที่เกิดความเสียหายได้

ตารางที่ 1-27 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

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

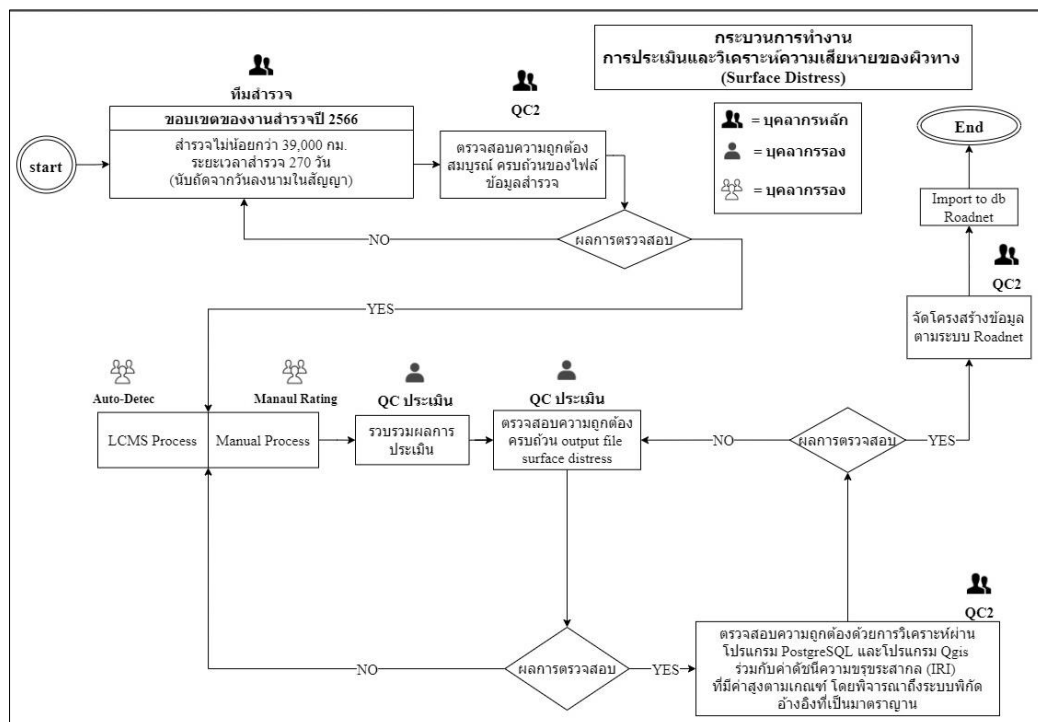


● การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวคอนกรีต

ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวคอนกรีต ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยหน่วยการวัดความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตจะแตกต่างจากหน่วยการวัดความเสียหายของถนนผิวลาดยาง เช่น รอยแตกตามขวางของถนนผิวลาดยางจะมีหน่วยการวัดเป็นความยาว (เมตร) ส่วนรอยแตกตามขวางของถนนผิวคอนกรีตจะมีหน่วยการวัดเป็นจำนวนแผ่น/กิโลเมตร เป็นต้น ซึ่งความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตที่จะวิเคราะห์ตามเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 1-28

ตารางที่ 1-28 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
2	รอยบิ่นกระเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
3	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
4	รอยแตกที่มุม (Corner breaks)	จำนวน/กม.
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint seal damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร



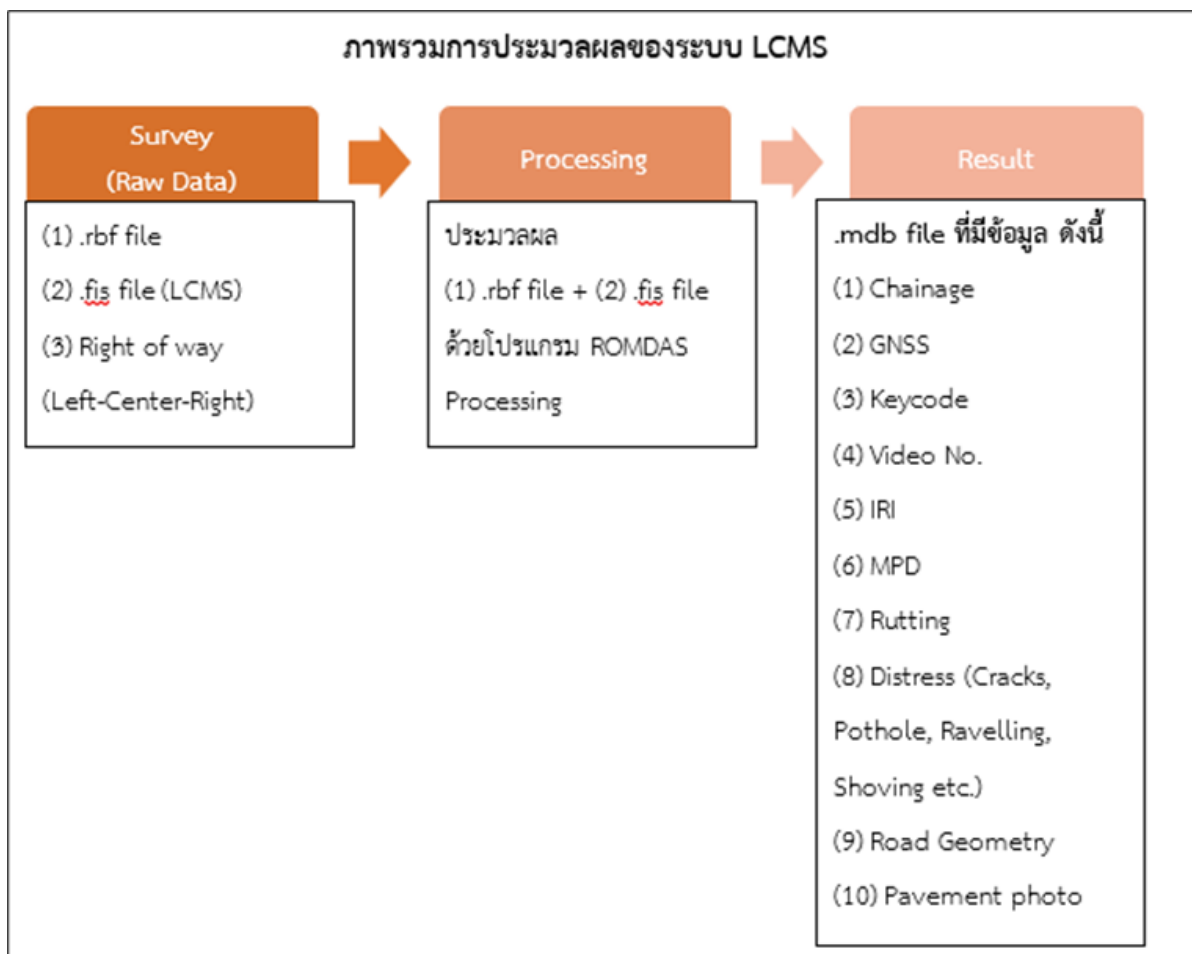
รูปที่ 1-58 กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง



- การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทางที่ได้จากข้อมูลการสำรวจ

จากเกณฑ์การประมวลผลข้อมูลความเสียหายทั้ง 2 ผิวทาง ได้แก่ ผิวทางลาดยาง และผิวทางคอนกรีต ค่าความเสียหายที่ได้จากระบบ Auto Crack Detection ที่ได้จากอุปกรณ์ Laser ที่ทำการบันทึกข้อมูลความเสียหาย และประมวลผลเป็นค่าความเสียหายของผิวทาง ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) ประเมินความเสียหาย

1) การประมวลผลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) แบบอัตโนมัติ (Automatic Cracking Detection) จากอุปกรณ์ LCMS



รูปที่ 1-59 ภาพรวมการประมวลผลของระบบ Laser Crack Measurement System (LCMS)

ทำโดยใช้ข้อมูล Laser Crack Measurement System (LCMS) ประมวลผลผ่านโปรแกรม ROMDAS Processing โดยมีการกำหนดค่าความเสียหายที่ตรวจสอบตามเกณฑ์ที่มีการศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ทั้งในด้านประเภทความเสียหาย ค่าระดับความรุนแรง รวมไปถึงพื้นที่ของประเภทความเสียหายนั้น ๆ



ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลของระบบ LCMS จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์รูปแบบ Microsoft Access นามสกุล .mdb ประกอบด้วยตารางของข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ตาราง GNSS หรือตาราง GPS_processed

1	2	3	4	
CHAINAGE	SPEED	LATITUDE	LONGITUDE	ALT_MSL
0	44.9	13.7629982816667	100.543801262333	10.75
5	44.9	13.7629738254713	100.543879839581	8.64
10	44.9	13.7629493692759	100.543958416829	6.53
15	44.9	13.7629249130805	100.544036994077	4.42
20	44.9	13.7629004568851	100.544115571325	2.31
25	43.7	13.7629605637453	100.544185779181	3.62

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	SPEED (km/h)	ความเร็วขณะสำรวจ
3	Latitude(deg) Longitude (deg)	พิกัด Latitude พิกัด Longitude
4	ALT_MSL (m)	ระดับความสูง

- ตาราง Keycode

1								2								3							
CHAINAGE_1		CHAINAGE_END		EVENT		SWITCH_GRI		EVENT_DESC		LATITUDE		LONGITUDE		ALTITUDE									
287.3		5457.9		a				povement		Asphalt		13.7638767688935		100.546524266681		3.182133							
326.5		1660.8		5				Action		Lane3		13.7639932240338		100.546863311919		3.184616							
397.6		397.6		1						Start record		13.7641354341058		100.547527678679		13.10108							
399.3		399.3		s						Demarcation Sign		13.7641432363333		100.547538640167		12.647							
1660.8		23949.3		4				Action		Lane2		13.7741000441882		100.55317917526		3.916896							
4203.1		5797.8		8						Bridge Start		13.7950785590037		100.560931946617		3.572958							
4205.5		6266.6		9						Bridge End		13.7951007458788		100.560932237559		3.628844							
4377.6		4377.6		0						KM		13.7966422603197		100.560793939145		3.117926							
5457.9		5783.9		c				povement		Concrete		13.8063519285926		100.559811817281		3.364444							
5783.9		11548		a				povement		Asphalt		13.8092681415963		100.559429633147		3.58764							

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	EVENT	ชุด keycode
3	Latitude (deg) Longitude (deg) Altitude (m)	พิกัด Latitude พิกัด Longitude ระดับความสูง



• ตาราง Video

1	2	3
CHAINAGE	FRAME	X Y Z
0	0	100.543801262333 13.7629982816667 10.75
5.2	1	100.543882982668 13.7629728472244 8.56
10.1	2	100.54395998838 13.7629488801501 6.49
15.2	3	100.544040137164 13.7629239348336 4.34
20.1	4	100.544117142876 13.7628999677593 2.27
25.1	5	100.544187145649 13.7629621467438 3.66
30.2	6	100.544256835268 13.7630428793648 5.78
35	7	100.544322425483 13.7631188629904 7.77
40	8	100.544378321917 13.7631554427865 10.43
45.1	9	100.544452747386 13.7631504700661 17.95

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	FRAME	รูปถ่ายเขตทางที่...
3	x (deg)	พิกัด Latitude
	y (deg)	พิกัด Longitude
	z (m)	ระดับความสูง

• ตาราง Roughness (IRI)

1	2
CHAINAGE	LWP_IRI RWP_IRI LANE_IRI
0	3.62 0.68 2.15
1	2.86 0.93 1.9
2	6.14 0.76 3.45
3	4.95 3.08 4.02
4	2.27 1.74 2.01
5	1.42 1.2 1.31
6	8.42 1.16 4.79

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	LWP_IRI (m/km)	ค่าความขรุขระซ้าย
	RWP_IRI (m/km)	ค่าความขรุขระขวา
	LANE_IRI (m/km)	ค่าเฉลี่ยความขรุขระ



• ตาราง Rutting

1	2
CHAINAGE	LEFT_DEPTH RIGHT_DEPTH
0	6.9 2.2
5	6.9 1.2
10	1.6 1.1
15	3.6 3.3
20	2.1 4.6
25	2.9 3.1

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	LEFT_DEPTH (mm)	ค่าความลึกร่องล้อซ้าย
	RIGHT_DEPTH (mm)	ค่าความลึกร่องล้อขวา

• ตาราง Mean Profile Depth (MPD)

1	2
CHAINAGE	BAND_2 BAND_4
0	-1 -1
5	0.9003538 0.6459938
10	0.8974075 0.6950513
15	0.9710187 0.6057438

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	AREA (sq.m)	พื้นที่รอยแตก
3	SEVERITY	ระดับความรุนแรง

• ตาราง Cracks

1	2	3	4	5
CHAINAGE	LENGTH	AREA	CLASSIFICATION	SEVERITY
6	210	0.154	Multiple Crack	Very Weak
147	670	0.464	Multiple Crack	Weak
169	340	0.244	Multiple Crack	Very Weak
176	440	0.663	Alligator Crack	Medium

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	AREA (sq.m)	พื้นที่รอยแตก



• ตาราง Pothole

1	2	3
CHAINAGE	AREA	SEVERITY
1375	0.039	Moderate
1636	0.012	Low
1768	0.008	Moderate
1840	0.01	Moderate
1941	0.009	Moderate
2395	0.011	Moderate

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	BAND_2 (mm)	ค่าความลึกผิวเฉลี่ยซ้าย
	BAND_4 (mm)	ค่าความลึกผิวเฉลี่ยขวา

• ตาราง Ravelling

1	2
CHAINAGE	AREA
176	0.005
177	0.031
178	0.012
189	0.045

1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	LENGTH (mm)	ความยาวรอยแตก
3	AREA (sq.m)	พื้นที่รอยแตก
4	CLASSIFICATION	ประเภทรอยแตก
5	SEVERITY	ระดับความรุนแรง

• ตาราง Geometry

1	2	3	4
CHAINAGE	GRADIENT	HORIZONTAL	CROSS_SLOP
0	-2.63	0	-1.29
1	-2.48	0	-1.26
2	-2.34	0	-1.23
3	-2.27	0	-1.16
4	-2.15	0	-1.18
5	-2.09	0	-1.15

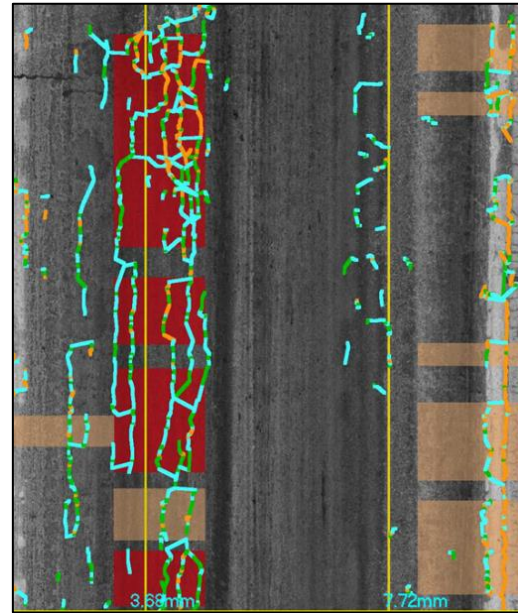
1	CHAINAGE (m)	ระยะทางสำรวจสะสม
2	GRADIENT	ค่าความลาดชัน (Percent grade slope)
3	HORIZONTAL_CURVATURE	ค่ารัศมีทางโค้ง (Radius)
4	CROSS_SLOPE	ค่าความลาดเอียง (Percent crown slope)



● Pavement Photo (ภาพพื้นผิวถนน)



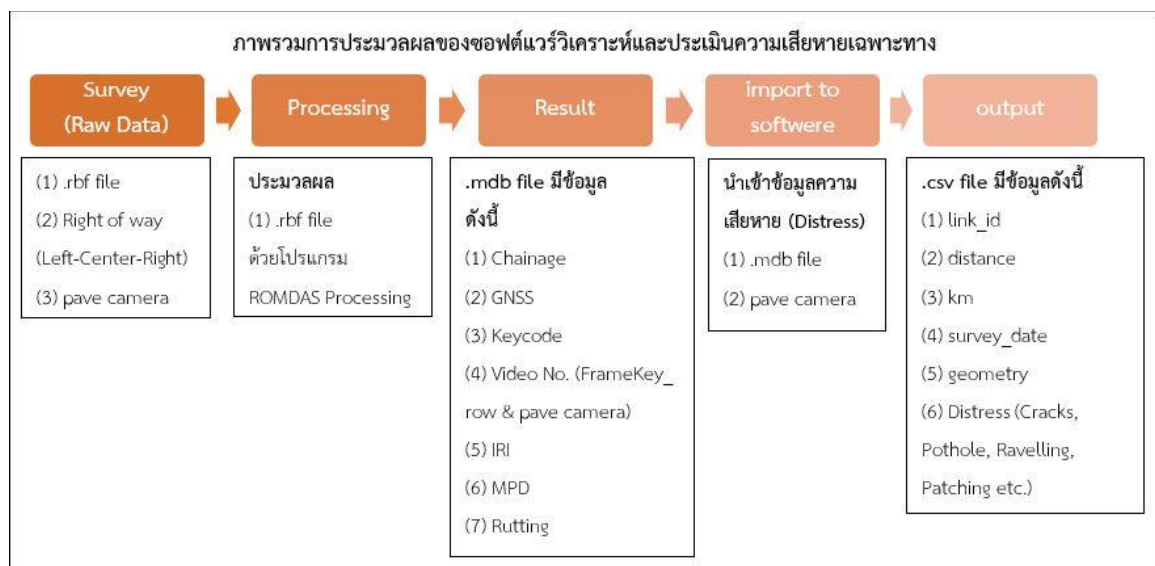
Asphalt pavement



Asphalt pavement with distress

รูปที่ 1-60 ภาพพื้นผิวถนนที่สร้างจากเลเซอร์สามารถทำความละเอียดสูงสุดได้ที่ 4090 x 10000 pixels

2) การประมวลผลความเสียหายของผิวทางโดยการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) ด้วยโปรแกรมการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายผิวทาง ในการตรวจสอบภาพถ่ายพื้นผิวถนน เพื่อระบุประเภทความเสียหายที่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์อ้างอิง



รูปที่ 1-61 ภาพรวมการประมวลผลของซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง



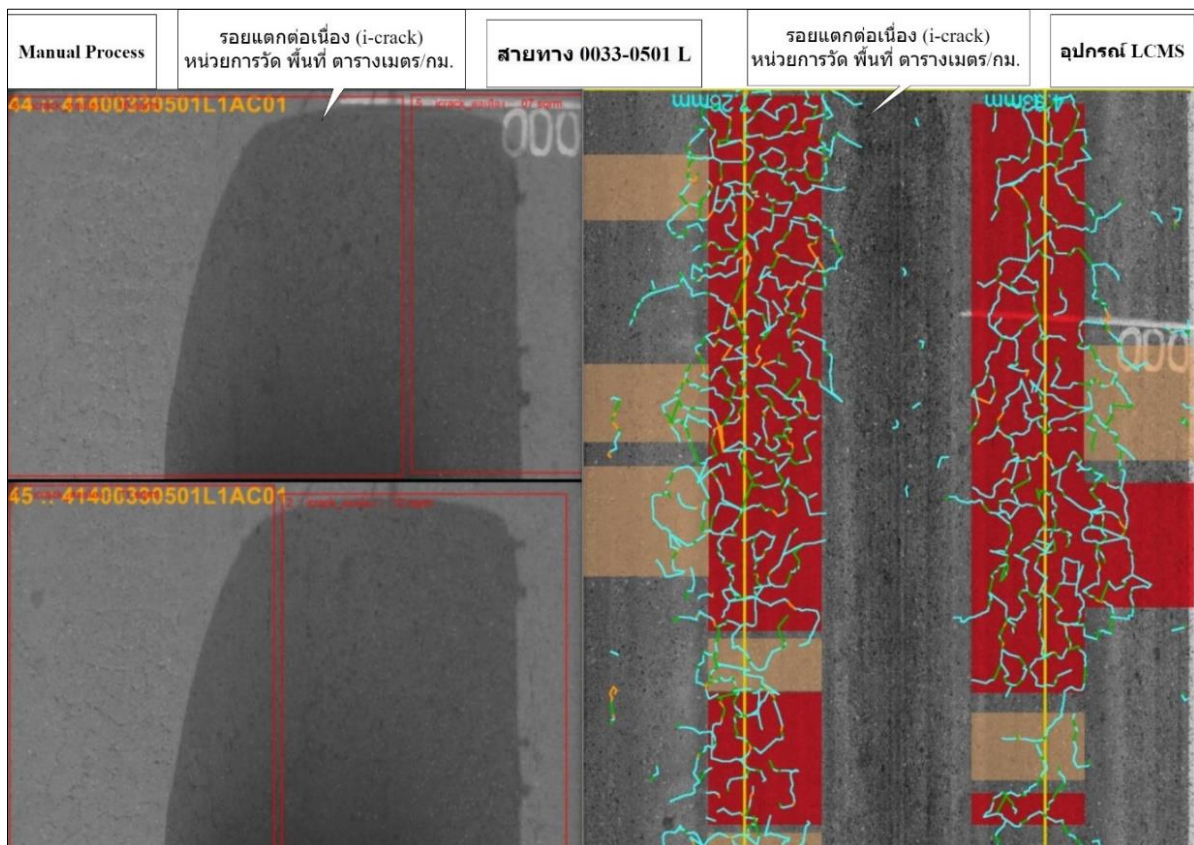
จากการประเมินวิเคราะห์ความเสียหายทั้งจากระบบ Auto Crack Detection ร่วมกับการตรวจสอบจากผู้ประเมิน (Manual Rating) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง สามารถนำมาแปลผลค่าความเสียหายได้แสดงดังตารางที่ 1-29

ตารางที่ 1-29 ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากการอุปกรณ์สำรวจด้วย LCMS และโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง

Roadnet	Types	Manual Rating	Auto Crack Detection	Unit
		Method		
ลาดยาง (Asphalt pavement)				
รอยแตกต่อเนื่อง (รอยแตกหนึ่งจระเข้)	alligator/multiple	Manual	Auto	ตร.ม
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (รอยแตกตามยาว)	transverse/longitudinal	Manual	Auto	ม.
การหลุดร่อน	raveling	Manual	Auto	ตร.ม
การเยิ้ม	bleeding	Manual	Auto	ตร.ม
รอยปะซ่อม	patch_ac	Manual	Manual	ตร.ม
หลุมบ่อ	Pothole	Manual	Auto	ตร.ม
คอนกรีต (Concrete pavement)				
รอยปะซ่อม	patch_conc	Manual	Manual	ตร.ม
รอยบิ่นกะเทาะ	spalling	Manual	Auto	จุด
จำนวนแผ่นแตกตามขวาง	transverse_crack	Manual	Auto	แผ่น
จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง	non_transverse_crack	Manual	Auto	แผ่น
วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย	joint_seal_damage	Manual	Manual	ม.
มุมแตก	corner_break	Manual	Manual	จุด



3) การเปรียบเทียบข้อมูลการประมวลผลที่ได้จากการประเมินความเสียหายของผิวทาง ตัวอย่างการประเมินความเสียหายผิวทางด้วยวิธีการ Manual Process ผ่านโปรแกรมประเมินเฉพาะทางและอุปกรณ์ LCMS Process ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลที่ได้มีการประมวลผลประเภทความเสียหายที่ใกล้เคียงกันของทั้ง 2 วิธีการ โดยผลการประเมินผิวทางที่มองเห็นด้วยสายตา และ Auto detect สรุปเป็นความเสียหายประเภทรอยแตกต่อเนื่องของผิวทางลาดยาง โดยมีหน่วยวัดเป็นพื้นที่ ตารางเมตร/กิโลเมตร บนสายทางหลวงหมายเลข 0033-0501



รูปที่ 1-62 ตัวอย่างการประเมินความเสียหายผิวทางด้วยวิธีการ Manual Process ผ่านโปรแกรมประเมินเฉพาะทางและอุปกรณ์ LCMS Process



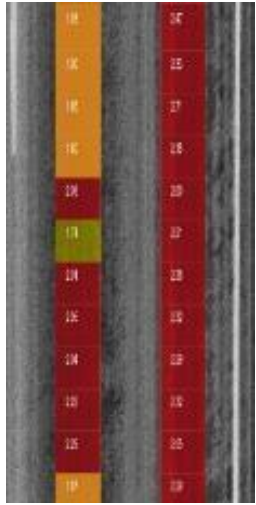
4) คำอธิบายสัญลักษณ์ความเสียหายจากอุปกรณ์ LCMS Process ที่ปรึกษาได้ทำการจำแนกประเภทการ detection ความเสียหายของอุปกรณ์ LCMS แต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 1-30 ถึง ตารางที่ 1-31 ตามลำดับ

ตารางที่ 1-30 ลาดยาง (Asphalt pavement)

Roadnet	LCMS			
	Type	Method	สัญลักษณ์บนภาพ Pavement	คำอธิบาย
รอยแตกต่อเนื่อง	Alligator/ Multiple	Auto detection		รอยแตก หนึ่งจระเข้ระดับเล็กน้อยมาก, กลุ่มรอยแตกระดับเล็กน้อยมาก
				รอยแตกหนึ่งจระเข้ระดับเล็กน้อย, กลุ่มรอยแตกระดับเล็กน้อย
				รอยแตกหนึ่งจระเข้ระดับปานกลาง, กลุ่มรอยแตกระดับปานกลาง
				รอยแตกหนึ่งจระเข้ระดับใหญ่, กลุ่มรอยแตกระดับสูง
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง	Transverse/ Longitudinal	Auto detection		รอยแตกระดับเล็กน้อยมาก
				รอยแตกระดับเล็กน้อย
				รอยแตกระดับปานกลาง
				รอยแตกระดับสูง

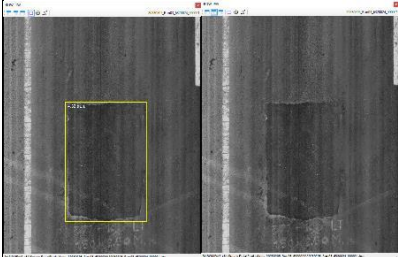
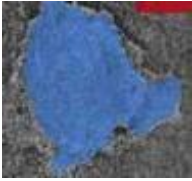


ตารางที่ 1-30 ลาดยาง (Asphalt pavement) (ต่อ)

Roadnet	LCMS			
	Type	Method	สัญลักษณ์บนภาพ Pavement	คำอธิบาย
การหลุดร่อน	Raveling	Auto detection	ไม่แสดง	โปรแกรมประมวลผลเป็นค่า RI (Raveling Index) เพื่อนำไปประกอบการวัดพื้นที่ การหลุดร่อน (Raveling)
				
การเยิ้ม	Bleeding	Auto detection	ไม่แสดง	โปรแกรมประมวลผลเป็นค่า BI (Bleeding Index) เพื่อนำไปประกอบการวัดพื้นที่ การเยิ้ม (Bleeding)
				

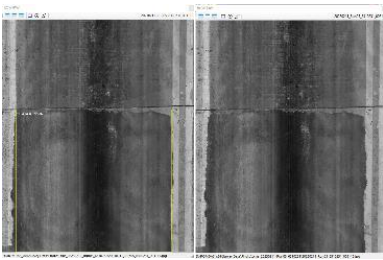


ตารางที่ 1-30 ลาดยาง (Asphalt pavement) (ต่อ)

Roadnet	LCMS			
	Type	Method	สัญลักษณ์บนภาพ Pavement	คำอธิบาย
รอยปะซ่อม	Patch_ac	ประเมินด้วยสายตา	ไม่แสดง	ตัวอย่าง การวัดพื้นที่รอยปะซ่อมจาก การประเมินด้วยสายตาโดยใช้ โปรแกรมช่วยวัด 
หลุมบ่อ	Pothole	Auto detection		หลุมบ่อ

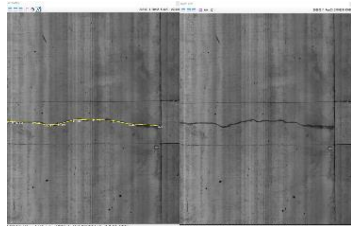
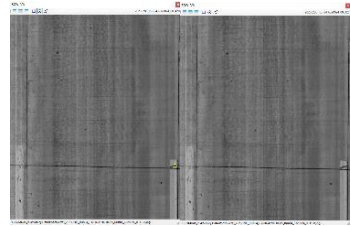


ตารางที่ 1-31 คอนกรีต (Concrete pavement)

Road net	LCMS			
	Type	Method	สัญลักษณ์บนภาพ Pavement	คำอธิบาย
รอยปะซ่อม	Patch_cc	ประเมินด้วยสายตา	ไม่แสดง	ตัวอย่างการวัดพื้นที่รอยปะซ่อม จากการประเมินด้วยสายตา โดยใช้โปรแกรมช่วยวัด 
รอยบิ่นกะเทาะ	Pothole	Auto detection		รอยบิ่นกะเทาะ
จำนวนแผ่น แตกตามขวาง	Transverse	Auto detection		รอยแตกระดับเล็กน้อยมาก
				รอยแตกระดับเล็กน้อย
				รอยแตกระดับปานกลาง
				รอยแตกระดับสูง
จำนวนแผ่น แตกตามยาว และแนวทแยง	Longitudinal	Auto detection		รอยแตกระดับเล็กน้อยมาก
				รอยแตกระดับเล็กน้อย
				รอยแตกระดับปานกลาง
				รอยแตกระดับสูง



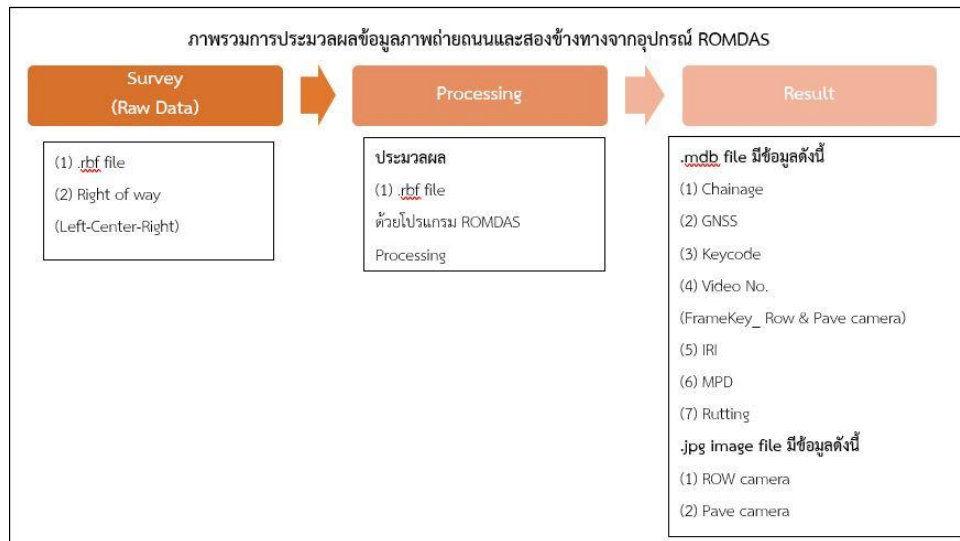
ตารางที่ 1-31 คอนกรีต (Concrete pavement) (ต่อ)

Road net	LCMS			
	Type	Method	สัญลักษณ์บนภาพ Pavement	คำอธิบาย
วัสดุยานวรอยต่อเสียหาย	Joint seal - crack	ประเมินด้วยสายตา	ไม่แสดง	ตัวอย่างการวัดวัสดุยานวรอยต่อเสียหายจากการประเมินด้วยสายตาโดยใช้โปรแกรมช่วยวัด 
มุมแตก	Corner break	ประเมินด้วยสายตา	ไม่แสดง	ตัวอย่างการวัดมุมแตกจากการประเมินด้วยสายตาโดยใช้โปรแกรมช่วยวัด 

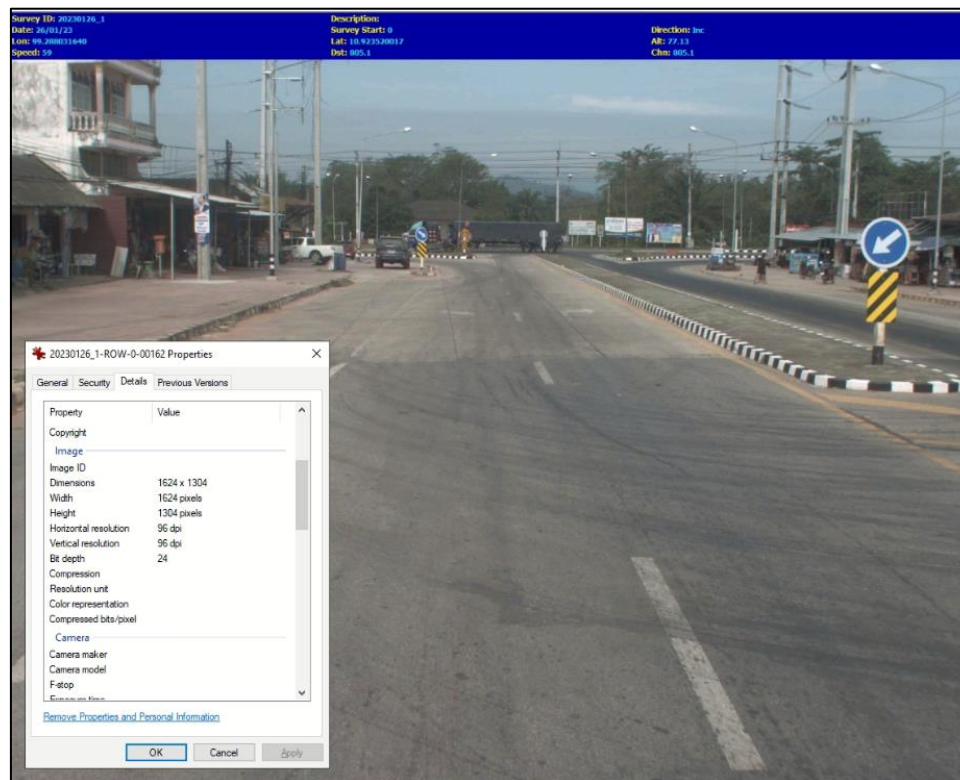


1.4.2 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายทางที่มีความละเอียด 1600 x 1200 ในรูปแบบไฟล์ JPEG หรือดีกว่า

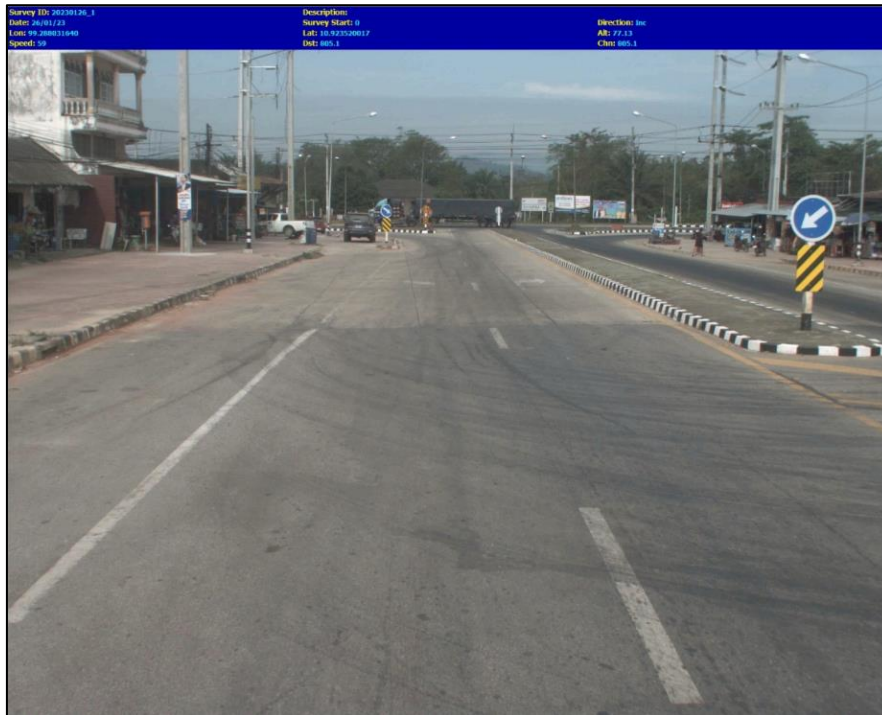
ข้อมูลภาพที่ได้จากการสำรวจสายทาง จะถูกนำมาประมวลผลที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1,600 x 1,200 pixel ในรูปแบบของไฟล์ JPEG หรือดีกว่า ซึ่งข้อมูลที่ได้จากกล้องบันทึกภาพภายในเขตทาง จะประกอบด้วย ไหล่ทาง บ้ายจราจร หลักกิโลเมตร รวกันอันตราย ไฟสัญญาณจราจร ไฟฟ้าส่องสว่าง อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ



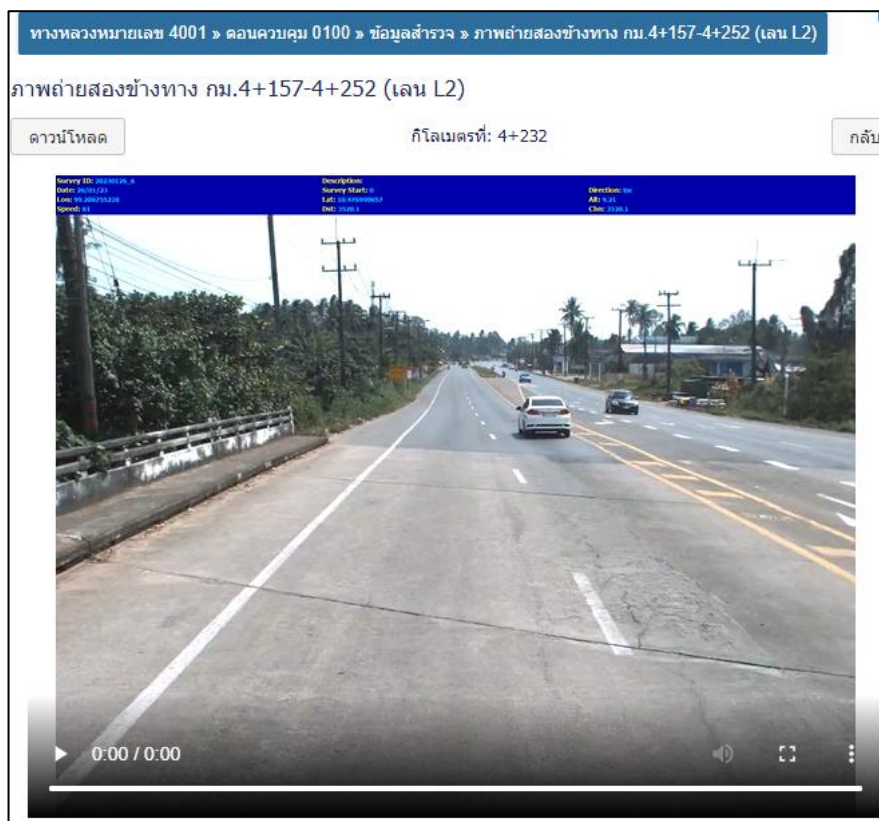
รูปที่ 1-63 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS



รูปที่ 1-64 ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง



รูปที่ 1-65 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนนและพื้นที่ภายในบริเวณเขตทาง
ทั้งสองข้างบนระบบ Roadnet



รูปที่ 1-66 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว พร้อมแบ่งชี้ช่วง กม.
บนระบบ Roadnet ได้



1.4.3 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม เช่น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Systems) พื้นหลักฐานอ้างอิง (WGS84) หากมีหรือระบบพิกัดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น โดยสามารถระบุตำแหน่งข้อมูลการสำรวจแบบสัมพัทธ์ (Relative location) หรือแบบหลักกิโลเมตรตามระบบทะเบียนทางหลวงปัจจุบันที่ใช้อ้างอิง ขณะที่ทำการสำรวจ ที่ปรึกษาจะต้องประมวลผลชุดข้อมูล ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)
- ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)
- ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD)
- ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย หรือระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection)

ทางที่ปรึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการส่งออกข้อมูลผ่านอุปกรณ์ที่มีการติดตั้งบนรถสำรวจ และได้ทำการพัฒนาทั้งตัวอุปกรณ์และวิธีการจัดเก็บ โดยในปัจจุบันได้นำโปรแกรมทางด้านการจัดการฐานข้อมูล (Database Management) ที่มีขีดความสามารถสูง แต่ใช้งานง่าย ผู้ใช้สามารถใช้แอคเซสในการจัดการฐานข้อมูล ค้นหาข้อมูล และนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงในแบบฟอร์มที่สวยงาม หรือจัดพิมพ์เป็นรายงานได้อย่างง่ายดาย โดยการนำ Microsoft Access หรือเรียกสั้น ๆ ว่าแอคเซส นำมาใช้ประกอบการทำงาน

ระบบฐานข้อมูลแอคเซส จะใช้ระบบข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) โดยมองข้อมูลในรูปแบบตารางข้อมูล (Table) ตารางข้อมูลคือกลุ่มของข้อมูลที่น่ามาเก็บรวมกันจะต้องมีความเกี่ยวข้องกัน โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลและใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์นั้นได้ประกอบด้วย

- บิต (Bit) คือ ข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่สุด เป็นข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและนำไปใช้งานได้ ซึ่งได้แก่ เลข 0 หรือ เลข 1 เท่านั้น
- ไบต์ (Byte) หรือ อักขระ (Character) ได้แก่ ตัวเลข หรือ ตัวอักษร หรือ สัญลักษณ์พิเศษ 1 ตัว เช่น 0, 1, ..., 9, A, B, ..., Z และเครื่องหมายต่าง ๆ ซึ่ง 1 ไบต์จะเท่ากับ 8 บิต หรือตัวอักขระ 1 ตัว เป็นต้น



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566

- **ฟิลด์ (Field)** หรือเขตข้อมูล หมายถึง หัวรายการหรือหัวเรื่องข้อมูลที่เราตั้งขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูลตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์พิเศษ รูปภาพ โดยตั้งชื่อให้สื่อความหมายกับข้อมูลที่จะเก็บภายใต้ชื่อฟิลด์นั้นๆ เช่น ฟิลด์ชื่อสินค้า ก็จะเก็บข้อมูลของชื่อสินค้านั้นๆ เป็นต้น
- **เรคคอร์ด (Record)** ได้แก่ ฟิลด์ตั้งแต่ 1 ฟิลด์ ขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องรวมกันเป็นเรคคอร์ด เช่น ชื่อ นามสกุล เลขประจำตัว ยอดขาย ข้อมูลของพนักงาน 1 คน เป็น 1 เรคคอร์ด
- **ไฟล์ (Files)** หรือ แฟ้มข้อมูล ในฐานข้อมูลแอคเซสอาจประกอบด้วย Table, Form, Report, Query, Macro และ Module จำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระบบฐานข้อมูลที่ใช้เก็บ มักจะเก็บฐานข้อมูลซึ่งเป็นเรื่องเดียวกัน เช่น ไฟล์ ข้อมูลพนักงาน ไฟล์ข้อมูลลูกค้า ไฟล์ข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

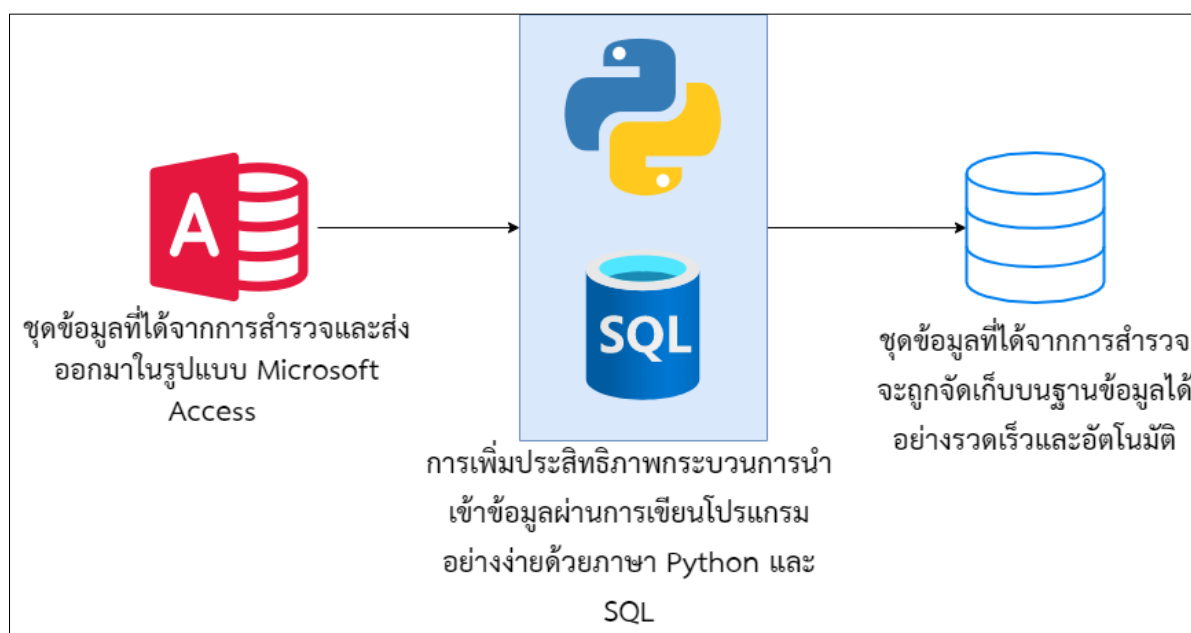
CHAINAGE	SPEED	LRP_NUMBE	LRP_OFFSET	GPS_TIME	LATITUDE	LONGITUDE	NORTHING	EASTING	ALT_HAE	ALT_MSL	HEADING	PDOP	HDOP	GPS_SOURCE
0	29.3	0	0	05:16:30.020	10.492554383333	99.180836883333	0	0	0	19.2	115.3	2.4	1.1	GPS
5	31.3	0	0	05:16:31.000	10.492530333	99.180906385	0	0	0	14.14	114.5	2.4	1.1	GPS
10	31.5	0	0	05:16:31.040	10.492516996667	99.180937225	0	0	0	15.29	114.2	2.4	1.1	GPS
15	31.5	0	0	05:16:32.000	10.492497025	99.180977986667	0	0	0	14.72	114.7	2.4	1.1	GPS
20	31.4	0	0	05:16:32.060	10.492476798333	99.181001246667	0	0	0	22.78	114.9	2.8	1.4	GPS
25	31.1	0	0	05:16:33.020	10.492450756667	99.181059698333	0	0	0	13.62	115	2.8	1.4	GPS
30	30.8	0	0	05:16:33.080	10.49243137	99.181102695	0	0	0	13.48	114.8	2.8	1.1	GPS
35	30	0	0	05:16:34.040	10.49241969	99.181145505667	0	0	0	15.87	113.3	2.4	1.1	GPS
40	30.1	0	0	05:16:35.000	10.492401675	99.181171345	0	0	0	22.02	113.3	2.8	1.4	GPS
45	29.5	0	0	05:16:35.060	10.492383615	99.181215343333	0	0	0	21.83	114.7	2.8	1.4	GPS
50	29.4	0	0	05:16:36.020	10.492366103333	99.181257103333	0	0	0	21.61	114	2.8	1.4	GPS
55	29.1	0	0	05:16:36.080	10.492347878333	99.18129767	0	0	0	21.5	115.1	2.8	1.4	GPS
60	29.1	0	0	05:16:37.040	10.492329216667	99.181337785	0	0	0	21.4	114.5	2.8	1.4	GPS
65	29.7	0	0	05:16:38.000	10.49231123	99.181377603333	0	0	0	21.34	112.9	2.8	1.4	GPS
70	30.6	0	0	05:16:38.060	10.492292835	99.181419048333	0	0	0	21.27	113.9	2.8	1.4	GPS
75	30.6	0	0	05:16:39.020	10.492274025	99.181461931667	0	0	0	21.21	114.4	2.8	1.4	GPS
80	31.3	0	0	05:16:39.080	10.49225544	99.181505188333	0	0	0	21.15	113.4	2.8	1.4	GPS
85	31.6	0	0	05:16:40.040	10.492239406667	99.181548995	0	0	0	21.24	113.6	2.8	1.4	GPS
90	30.1	0	0	05:16:41.000	10.492216383333	99.18161149	0	0	0	11.92	113.8	3.2	1.9	GPS
95	28.8	0	0	05:16:41.060	10.492201565	99.181643906667	0	0	0	15.35	112.2	3.2	1.4	GPS
100	28.4	0	0	05:16:42.020	10.492184401667	99.181683733333	0	0	0	15.42	113.8	2.8	1.4	GPS
105	28.8	0	0	05:16:42.080	10.49216681	99.181723098333	0	0	0	15.59	114.3	3.2	1.4	GPS
110	28.6	0	0	05:16:43.040	10.492149176667	99.181762133333	0	0	0	15.47	114.1	3.2	1.4	GPS
115	30.1	0	0	05:16:44.000	10.492131253	99.181804773333	0	0	0	15.21	113.8	2.8	1.4	GPS
120	32.9	0	0	05:16:44.060	10.492112663333	99.181849316667	0	0	0	15.11	113.4	3.2	1.4	GPS
125	34.2	0	0	05:16:45.020	10.492093545	99.181895816667	0	0	0	14.96	113	3.2	1.4	GPS
130	34.7	0	0	05:16:45.080	10.492079685	99.18192781	0	0	0	14.9	114.8	2.8	1.4	GPS
135	35.7	0	0	05:16:46.020	10.492050356667	99.1819836	0	0	0	10.72	114.1	3.2	1.1	GPS
140	33.7	0	0	05:16:46.080	10.492029333333	99.182025361667	0	0	0	13.42	113.6	2.5	1.1	GPS
145	32.4	0	0	05:16:47.020	10.492023156667	99.182063893333	0	0	0	11.78	113.7	2.5	1.1	GPS
150	31.3	0	0	05:16:47.080	10.492002416667	99.182107773333	0	0	0	13.65	113.4	2.4	1.1	GPS
155	30.7	0	0	05:16:48.040	10.491981316667	99.18215137	0	0	0	13.87	113.7	2.4	1.1	GPS
160	30.9	0	0	05:16:49.000	10.491964246667	99.18219763	0	0	0	12.78	113.8	2.4	1.1	GPS
165	30.2	0	0	05:16:49.060	10.491947238333	99.182239883333	0	0	0	12.8	113.2	2.4	1.1	GPS
170	31.1	0	0	05:16:50.020	10.491928421667	99.182282381667	0	0	0	20.99	113.1	2.4	1.4	GPS
175	29.9	0	0	05:16:50.080	10.49191035	99.18230482	0	0	0	20.92	113	2.8	1.4	GPS
180	29.5	0	0	05:16:51.040	10.491892336667	99.182346313333	0	0	0	21.02	113.1	2.8	1.4	GPS
185	29.1	0	0	05:16:52.000	10.491876696667	99.182397873333	0	0	0	15	112.9	2.8	1.4	GPS
190	28.2	0	0	05:16:52.060	10.49185985	99.182437645	0	0	0	15.07	112.6	3.2	1.4	GPS

รูปที่ 1-67 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล และถูกจัดอยู่ในรูปแบบ Microsoft Access
นามสกุล .mdb



1.4.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL

ส่วนสำคัญสำหรับการจัดเก็บข้อมูลจากชุดข้อมูลรูปแบบ Microsoft Access ที่ได้จากการสำรวจ คือ การดึงข้อมูลสำรวจในแต่ละรายการออกมาให้อยู่ในรูปแบบ CSV เพื่อตอบสนองต่อการนำเข้ารายการข้อมูลต่าง ๆ โดยทางคณะที่ปรึกษาได้ยกระดับรูปแบบกระบวนการนำเข้าข้อมูล จากข้อมูลสำรวจ โดยการสร้างโปรแกรมการนำเข้าข้อมูลสำรวจอย่างง่ายด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL ซึ่งข้อดีของกระบวนการดังกล่าวนี้สามารถยกระดับการนำเข้าข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและอัตโนมัติ เพื่อลดเวลาการนำเข้าและใช้เวลากับการตรวจสอบข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 1-68 แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL

นอกจากการเก็บข้อมูลในรูปแบบ Microsoft Access แล้วในการดึงข้อมูลสำรวจให้อยู่ในรูปแบบ CSV ก็ยังสามารถรองรับการส่งออกในรูปแบบนี้เช่นกัน ดังตัวอย่างข้อมูล Rutting, IRI และ MPD ที่ได้จากการประมวลผล แสดงดังรูปที่ 1-69, รูปที่ 1-70 และ รูปที่ 1-71



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566

rut.csv															
khattariya thurakit															
Power Pivot															
M19															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	id	Section	Chainage	Sub Chainage	Rut Right	Rut Left	Rut Lane	Speed	Latitude	Longitude	Altitude (m)	GPS pos	Even	STA	run_id
2	1	43100210200L1AC01	0.75	0	2.2	3.12	2.66	33.4	14.667	100.89	59	FALSE		357	13
3	2	43100210200L1AC01	0.775	0.025	2.2	3.12	2.66	33.4	14.667	100.8902	59	FALSE		382	13
4	3	43100210200L1AC01	0.8	0.05	3.08	3.92	3.5	32.2	14.667	100.8904	59	FALSE		407	13
5	4	43100210200L1AC01	0.825	0.075	2.82	5.28	4.05	36.4	14.667	100.8905	59	FALSE		432	13
6	5	43100210200L1AC01	0.85	0.1	3.26	3.08	3.17	42	14.667	100.8907	59	FALSE		457	13
7	6	43100210200L1AC01	0.875	0.125	4.46	1.66	3.06	43.2	14.667	100.8909	58.9	FALSE		482	13
8	7	43100210200L1AC01	0.9	0.15	1.62	3.5	2.56	44.4	14.668	100.8911	58.9	FALSE		507	13
9	8	43100210200L1AC01	0.925	0.175	1.68	6.02	3.85	46.3	14.668	100.8913	58.8	FALSE		532	13
10	9	43100210200L1AC01	0.95	0.2	2.6	4.9	3.75	48.7	14.668	100.8914	58.9	FALSE		557	13
11	10	43100210200L1AC01	0.975	0.225	3.74	5.64	4.69	49	14.668	100.8916	58.9	FALSE		582	13
12	11	43100210200L1AC01	1	0.25	3.22	6.28	4.75	47.2	14.668	100.8918	58.9	FALSE		607	13
13	12	43100210200L1AC01	1.025	0.275	4.34	7.18	5.76	46.2	14.668	100.8919	58.9	FALSE		632	13
14	13	43100210200L1AC01	1.05	0.3	2.68	7.66	5.17	48	14.668	100.8921	58.9	FALSE		657	13

รูปที่ 1-69 ตัวอย่างข้อมูล Rutting

iri.csv															
khattariya thurakit															
Power Pivot															
M12															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
1	id	Section	Chainage	Sub Chainage	IRI Right	IRI Left	IRI Avg	Speed (km)	Latitude (d)	Longitude	Altitude (m)	GPS positio			
2	1	43100210200L1AC01	0.75	0	3.496	2.524	3.011	32.8	14.66669	100.89	59	FALSE			
3	2	43100210200L1AC01	0.775	0.025	3.496	2.524	3.011	32.8	14.66684	100.89	59	FALSE			
4	3	43100210200L1AC01	0.8	0.05	3.835	4.172	4.005	31.8	14.66698	100.89	59	FALSE			
5	4	43100210200L1AC01	0.825	0.075	4.441	4.044	4.245	35.6	14.66713	100.891	59	FALSE			
6	5	43100210200L1AC01	0.85	0.1	2.28	2.013	2.149	41.4	14.66727	100.891	59	FALSE			
7	6	43100210200L1AC01	0.875	0.125	1.935	1.621	1.78	42.6	14.6674	100.891	58.9	FALSE			
8	7	43100210200L1AC01	0.9	0.15	3.464	3.228	3.349	44.2	14.66754	100.891	58.9	FALSE			
9	8	43100210200L1AC01	0.925	0.175	2.639	2.466	2.554	46.2	14.66769	100.891	58.8	FALSE			
10	9	43100210200L1AC01	0.95	0.2	3.621	3.058	3.342	48.2	14.66784	100.891	58.9	FALSE			
11	10	43100210200L1AC01	0.975	0.225	2.493	1.789	2.143	48.2	14.668	100.892	58.9	FALSE			
12	11	43100210200L1AC01	1	0.25	1.517	1.388	1.455	46.8	14.66817	100.892	58.9	FALSE			
13	12	43100210200L1AC01	1.025	0.275	2.107	2.021	2.066	46	14.66834	100.892	58.8	FALSE			
14	13	43100210200L1AC01	1.05	0.3	1.665	1.322	1.496	47.4	14.66852	100.892	58.9	FALSE			

รูปที่ 1-70 ตัวอย่างข้อมูล IRI



การบันทึกข้อมูล											
mpd...											
khattariya thurakit											
Power Pivot											
L9											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	id	Section	Chainage	Sub Chainage	MPD Macrotexture	ETD M	Speed	Latitude (d)	Longitude	Altitude (m)	GPS positi
2	1	43100210200L1AC01	0.75	0	0.718	0.8	33.4	14.66669	100.89	59	FALSE
3	2	43100210200L1AC01	0.775	0.025	0.718	0.8	33.4	14.66681	100.8902	59	FALSE
4	3	43100210200L1AC01	0.8	0.05	0.703	0.8	32.2	14.66695	100.8904	59	FALSE
5	4	43100210200L1AC01	0.825	0.075	0.998	1	36.4	14.6671	100.8905	59	FALSE
6	5	43100210200L1AC01	0.85	0.1	1.012	1	42	14.66724	100.8907	59	FALSE
7	6	43100210200L1AC01	0.875	0.125	0.853	0.9	43.2	14.66738	100.8909	58.9	FALSE
8	7	43100210200L1AC01	0.9	0.15	0.877	0.9	44.4	14.66752	100.8911	58.9	FALSE
9	8	43100210200L1AC01	0.925	0.175	0.904	0.9	46.3	14.66766	100.8913	58.8	FALSE
10	9	43100210200L1AC01	0.95	0.2	0.894	0.9	48.7	14.66781	100.8914	58.9	FALSE
11	10	43100210200L1AC01	0.975	0.225	0.88	0.9	49	14.66797	100.8916	58.9	FALSE
12	11	43100210200L1AC01	1	0.25	0.898	0.9	47.2	14.66814	100.8918	58.9	FALSE
13	12	43100210200L1AC01	1.025	0.275	0.932	0.9	46.2	14.66831	100.8919	58.9	FALSE
14	13	43100210200L1AC01	1.05	0.3	0.875	0.9	48	14.66848	100.8921	58.9	FALSE
15	14	43100210200L1AC01	1.075	0.325	0.902	0.9	49.3	14.66866	100.8922	58.9	FALSE

รูปที่ 1-71 ตัวอย่างข้อมูล MPD

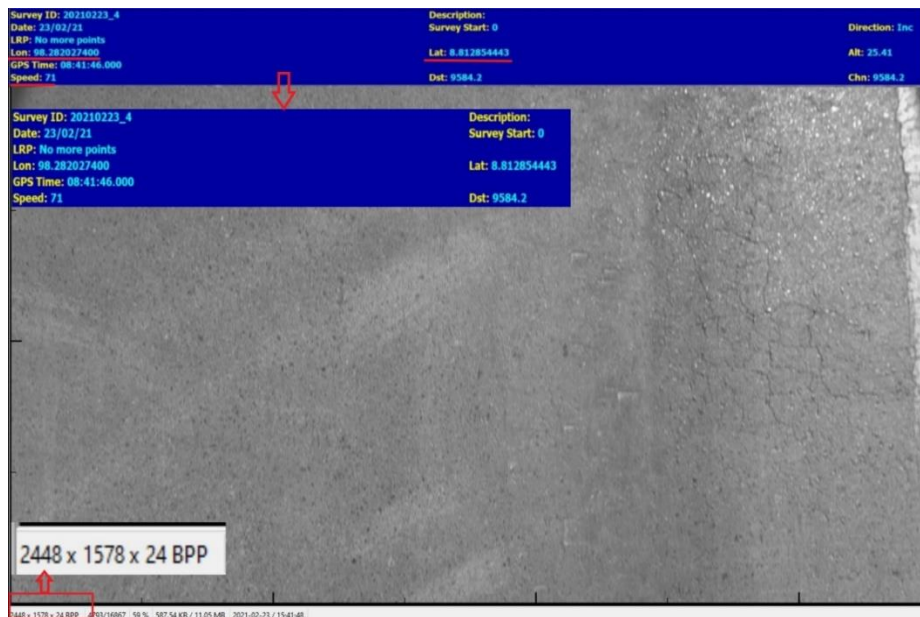


รูปที่ 1-72 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม



1.4.5 ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทางและระบบ LCMS ที่สามารถแสดงผลในรูปแบบแผนที่ (GIS)

หลักเกณฑ์การตรวจสอบความเสียหายสภาพทาง โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงของข้อมูลประเมิน Distress จากโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง ร่วมกับการประมวลผลด้วยระบบ LCMS และค่าเฉลี่ยข้อมูลความเสียหายประเภท ค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting) และค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ระบุชี้ว่าเกิดความเสียหาย ณ ตำแหน่งใดบนสายทางที่สำรวจ แสดงดังรูปที่ 1-73 ถึง รูปที่ 1-74



รูปที่ 1-73 แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ

distress															
No	Fr	Link_ID	Distance	km	Survey	latitude	longitude	date	Run_id	bleeding	corner	edge	fau	crack	joint
1721	345	43100210200LIAC01	0.95	1307	2/18/2021	14.67408	100.8936	2/18/2021	13	1.5495					
1737	350	43100210200LIAC01	0.975	1332	2/18/2021	14.67431	100.8937	2/18/2021	13					0.126	
1779	360	43100210200LIAC01	1.025	1382	2/18/2021	14.67476	100.8937	2/18/2021	13					0.631	
1780	360	43100210200LIAC01	1.025	1382	2/18/2021	14.67476	100.8937	2/18/2021	13					1.145	
1791	360	43100210200LIAC01	1.025	1382	2/18/2021	14.67476	100.8937	2/18/2021	13					0.647	
1844	370	43100210200LIAC01	1.075	1432	2/18/2021	14.6752	100.8938	2/18/2021	13					0.255	
1853	375	43100210200LIAC01	1.1	1457	2/18/2021	14.67543	100.8938	2/18/2021	13					0.3	
1854	375	43100210200LIAC01	1.1	1457	2/18/2021	14.67543	100.8938	2/18/2021	13					2.06	
1860	375	43100210200LIAC01	1.1	1457	2/18/2021	14.67543	100.8938	2/18/2021	13					0.328	
1863	375	43100210200LIAC01	1.1	1457	2/18/2021	14.67543	100.8938	2/18/2021	13					1.2	
2709	545	43100210200LIAC01	1.95	2307	2/18/2021	14.68307	100.8945	2/18/2021	13					0.498	
3020	605	43100210200LIAC01	2.25	2607	2/18/2021	14.68576	100.8948	2/18/2021	13					0.999	
3317	665	43100210200LIAC01	2.55	2907	2/18/2021	14.68847	100.8951	2/18/2021	13	1.661					
3327	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.6915					
3328	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.742					
3333	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.781					
3334	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.79					
3335	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.73					
3339	670	43100210200LIAC01	2.575	2932	2/18/2021	14.68869	100.8951	2/18/2021	13	1.7005					
3400	685	43100210200LIAC01	2.65	3007	2/18/2021	14.68937	100.8951	2/18/2021	13					0.25	

รูปที่ 1-74 แสดงตัวอย่างข้อมูลประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง และระบบ LCMS



รูปที่ 1-75 แสดงการประมวลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS) ข้อมูลที่เกิดความเสียหายสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน

จากรูปที่ 1-75 ทางทีมที่ปรึกษาได้ดำเนินการหารูปแบบในการแสดงผลค่าความเสียหายผิวทางในรูปแบบแผนที่ (GIS) อ้างอิงระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Systems) บนพื้นหลักฐาน WGS84 (World Geodetic System 1984) ซึ่งเป็นระบบอ้างอิงที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเป็นสากลและถูกต้องแม่นยำ โดยข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลยังสามารถระบุตำแหน่งที่เกิดความเสียหาย พร้อมทั้งแสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่เกิดความเสียหาย ณ ช่วงสายทางนั้น ๆ ได้ดังแสดงเป็นจุดสามเหลี่ยมสีน้ำเงินที่ระยะห่างระหว่างจุดในทุก ๆ 2 เมตร ซึ่งค่าความเสียหายที่ได้จากการประเมินและวิเคราะห์ทั้งจากผู้เชี่ยวชาญและจากระบบ LCMS นั้น จะสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยความขรุขระสากล (IRI) (วงกลมสี่เหลี่ยม) ที่ระยะห่างระหว่างจุดในทุก ๆ 25 เมตร ที่มีค่าสูงตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนด



1.5 การจัดเก็บข้อมูลฐานข้อมูล Roadnet

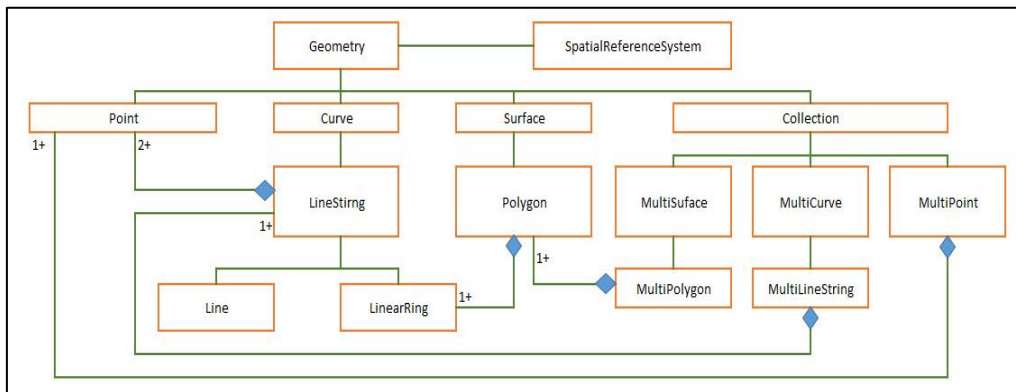
การนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างข้อมูลตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS ได้ไม่น้อยกว่าระยะทาง 39,000 กิโลเมตร โดยที่ปรึกษาจะต้องจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) อย่างเป็นระบบ ซึ่งที่ปรึกษาต้องนำเข้าไปเก็บในอุปกรณ์จัดเก็บและสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) โดยติดตั้งอยู่ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง มีขั้นตอนดังนี้

1.5.1 ดำเนินการตรวจสอบ ปรับปรุงและทดสอบเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามข้อ 1.4 ในระบบฐานข้อมูล Roadnet ให้ถูกต้องและสามารถแสดงผลในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูล ผู้พัฒนาได้ออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งานข้อมูลโดยได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากการสำรวจผิวทาง รวมไปถึงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยขั้นตอนอื่น ๆ และได้สร้างแบบจำลองโดยการแยกการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผิวทางออกจากข้อมูลสายทาง จากนั้นทำการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Relation) เมื่อผู้ใช้งานต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ก็สามารถสืบค้น หรือเรียกดูข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผิวทางยังเป็นอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลสายทาง ทำให้ในอนาคตถ้าข้อมูลสายทางมีการเปลี่ยนแปลง ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลจากการสำรวจที่จัดเก็บในฐานข้อมูลเดียวกัน นอกจากนี้ การจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ยังสามารถรองรับการใช้เทคนิค linear referencing ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อีกด้วย กล่าวคือ การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูลจะมีการอ้างอิงตำแหน่งแบบพิกัดสมบูรณ์ (Absolute) ซึ่งเป็นค่าพิกัดที่มีความละเอียดสูงที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง GPS แต่ระบบจะสามารถคำนวณย้อนแปลงค่าพิกัดทั้งสองแบบไปหากันได้ ทำให้วิเคราะห์ข้อมูลจากการอ้างอิงตำแหน่งบนสายทาง

ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลสภาพผิวทางของแต่ละพื้นที่ทั่วประเทศเข้าไว้ด้วยกันภายใต้มาตรฐานโครงสร้างฐานข้อมูลเดียวกันโดย

1. จัดทำรูปแบบโครงสร้างข้อมูลลักษณะสภาพผิวทาง ข้อมูลสายทางในแบบจำลองของโครงข่ายสายทาง (Road Network Model) ให้เป็นไปตาม Open Geospatial Consortium (OGC) และมาตรฐานนานาชาติ International Standard Organization (ISO) ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลปริภูมิ เพื่อให้ข้อมูลในแต่ละพื้นที่มีความพร้อมต่อการนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลกลาง



รูปที่ 1-76 แสดงโครงสร้างข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐาน OGC

- นำเข้าข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลกลาง จากข้อมูลการสำรวจสภาพผิวทาง ทำการกำหนดโครงสร้างของตารางดังกล่าวตามรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลที่กำหนด และตรวจสอบข้อมูลที่ผิดพลาดออกจากตาราง เช่น ตำแหน่งของข้อมูลที่ไม่มีค่าพิกัด เป็นต้น

Field1	LRP_NU	LRP_CHAIN	SPEED	LWP_IRI	RWP_IRI	LANE_IRI	NAASRA	IMAGE_FILE_INDE	CHAINAGE
0	0	32	0.47	1.15	0.81	20_000000+0.000	0		
10	0	1	32	1.91	4.08	3	78_000000+1.000	1	
15	0	2	32	1.89	1.66	1.78	46_000000+2.000	2	
20	0	3	32	3.93	3.56	3.75	98_000000+3.000	3	
25	0	4	32	1.76	2.05	1.91	49_000000+4.000	4	
30	0	5	30	0.56	1.52	1.04	26_000000+0.000	5	
35	0	6	30	3.82	5.67	4.75	124_000000+1.000	6	
40	0	7	30	2.59	3.4	3	78_000000+2.000	7	
45	0	8	30	2.88	5.04	3.96	104_000000+3.000	8	
	0	9	30	1.44	3.91	2.68	70_000000+4.000	9	

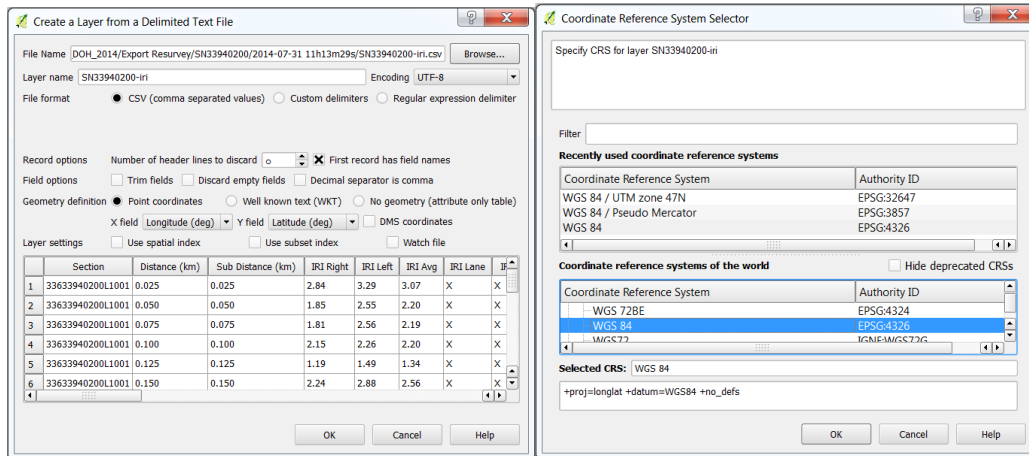
survey_point_id	survey_id	knn	iri_right	iri_left	iri	iri_lane	rutt_right	rutt_left	rutting	texture
bigint	bigint	bigint	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)	numeric (8,2)
1305566287	1263752390	0	2.56	3.61	3.09	3.82	4.56	1.96	3.26	0.28
1305566294	1263752390	25	4.51	4.81	4.66	5.73	6.01	2.56	4.28	0.60
1305566302	1263752390	50	3.52	3.88	3.70	3.70	4.27	3.79	4.03	0.98
1305566308	1263752390	75	3.47	3.51	3.49	3.64	4.44	2.57	3.51	1.00
1305566314	1263752390	100	2.97	2.64	2.81	2.81	3.18	2.13	2.66	0.92
1305566323	1263752390	125	2.41	2.19	2.30	2.30	4.71	1.72	3.22	0.91
1305566330	1263752390	150	3.21	3.60	3.41	3.41	3.71	1.76	2.73	1.08
1305566337	1263752390	175	2.74	3.61	3.18	3.18	3.26	2.27	2.76	1.07
1305566345	1263752390	200	2.19	2.42	2.31	2.31	5.18	4.80	4.99	0.99
1305566353	1263752390	225	3.57	3.37	3.47	3.47	5.20	5.22	5.21	0.86
1305566359	1263752390	250	3.14	2.75	2.94	2.98	5.48	5.30	5.39	0.70

รูปที่ 1-77 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ

- การแปลงข้อมูลการสำรวจให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการแก้ไขข้อมูลตารางโดยคัดลอก *.csv file ทั้งหมดจากการประมวลผลด้วยวิธีการ batch file command 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

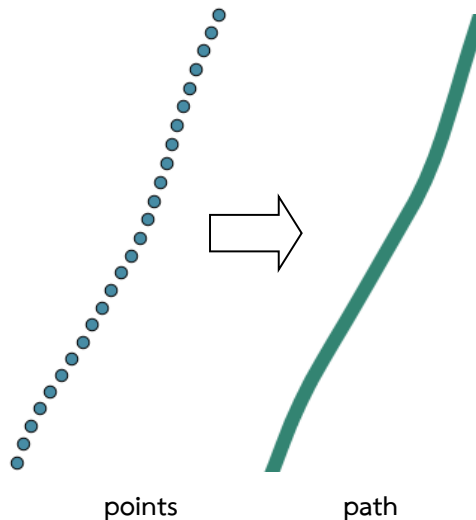
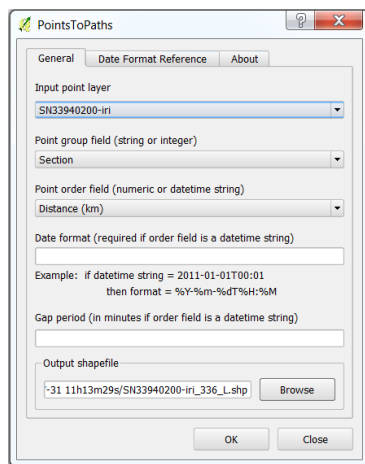


4. ทำการ convert (*.csv file) to Shape file (point) ในข้อมูล IRI, Rutting และ MPD โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop และกำหนด Map project file



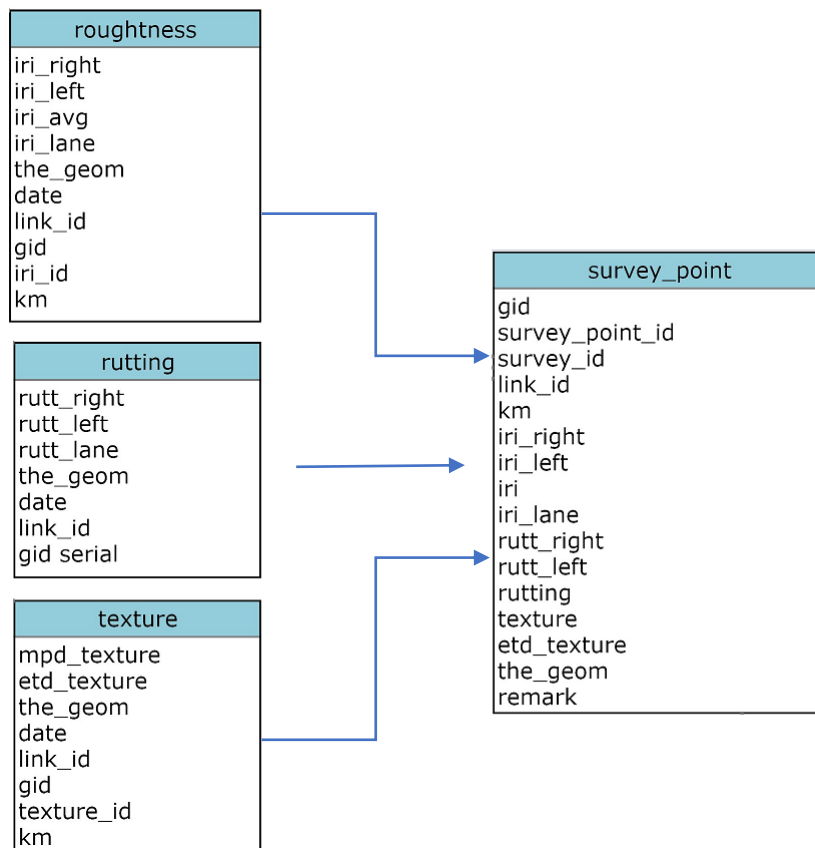
รูปที่ 1-78 การ convert (*.csv file) to shapefile (point)

5. ตรวจสอบจำนวน record ของข้อมูล IRI Rutting Texture-MPD หลังจากการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว ทำการ convert Points to Paths เฉพาะข้อมูล IRI โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop ที่ได้จะเป็น feature ของบัญชีสายทางหรือแนวสายทางที่สำรวจ



รูปที่ 1-79 การ convert points to Paths

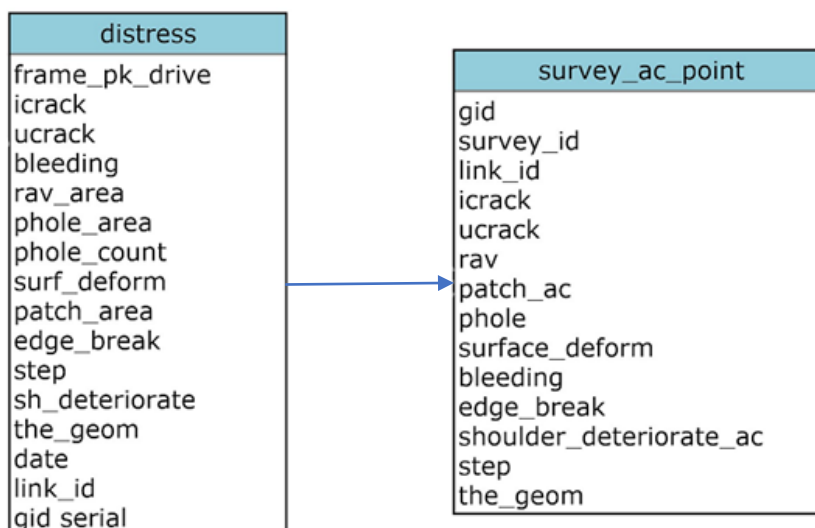
6. ทำการนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางที่ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (Accuracy data) และความถูกต้องของข้อมูลอธิบาย (Attribute Data) เรียบร้อยแล้ว ทำการปรับโครงสร้างข้อมูลให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจสภาพทางในฐานข้อมูล Roadnet เพื่อให้สามารถสืบค้นและแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรมสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้



โครงสร้างข้อมูลสำรวจที่ได้จาก HKE

โครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)

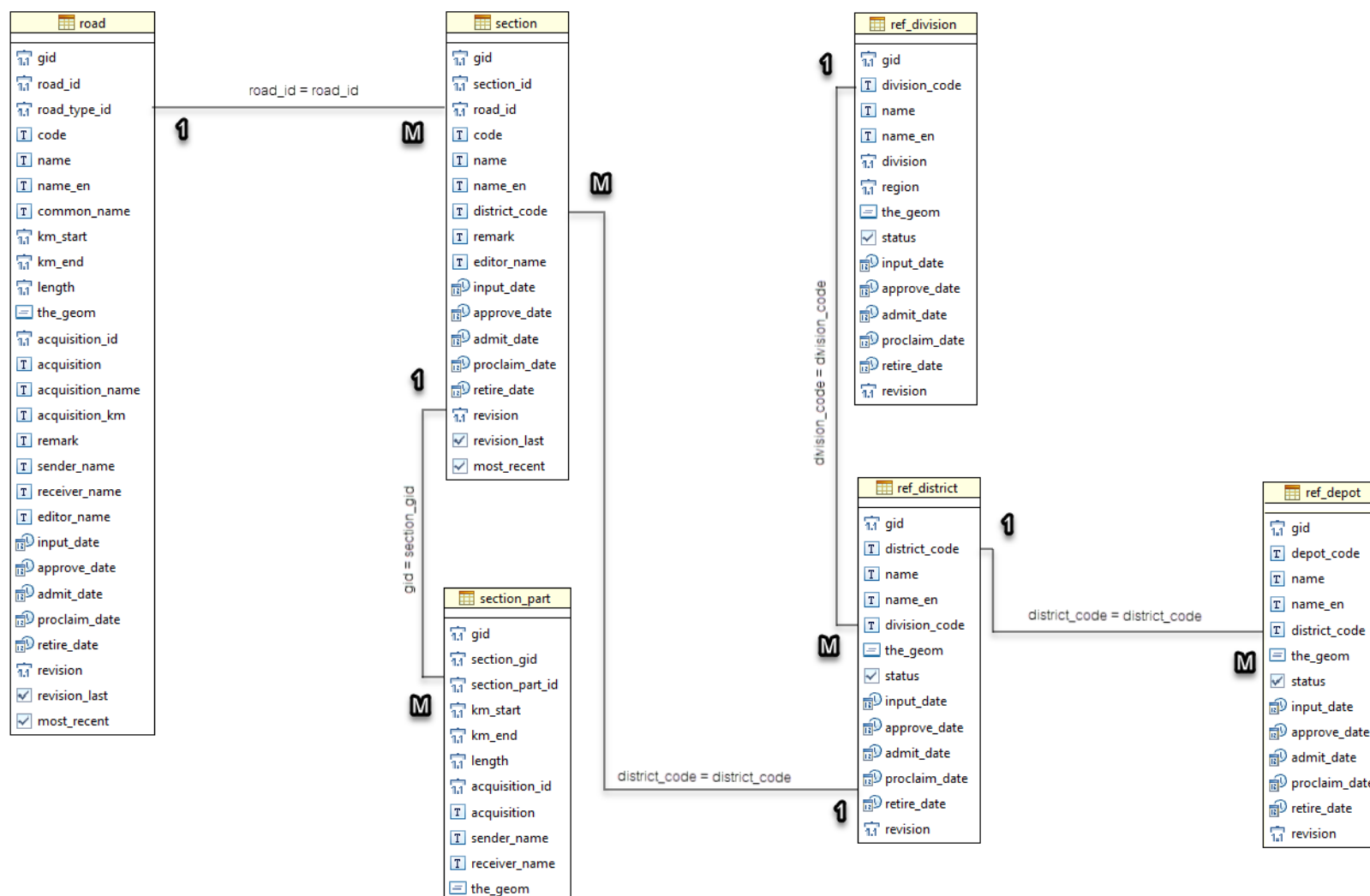
รูปที่ 1-80 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)



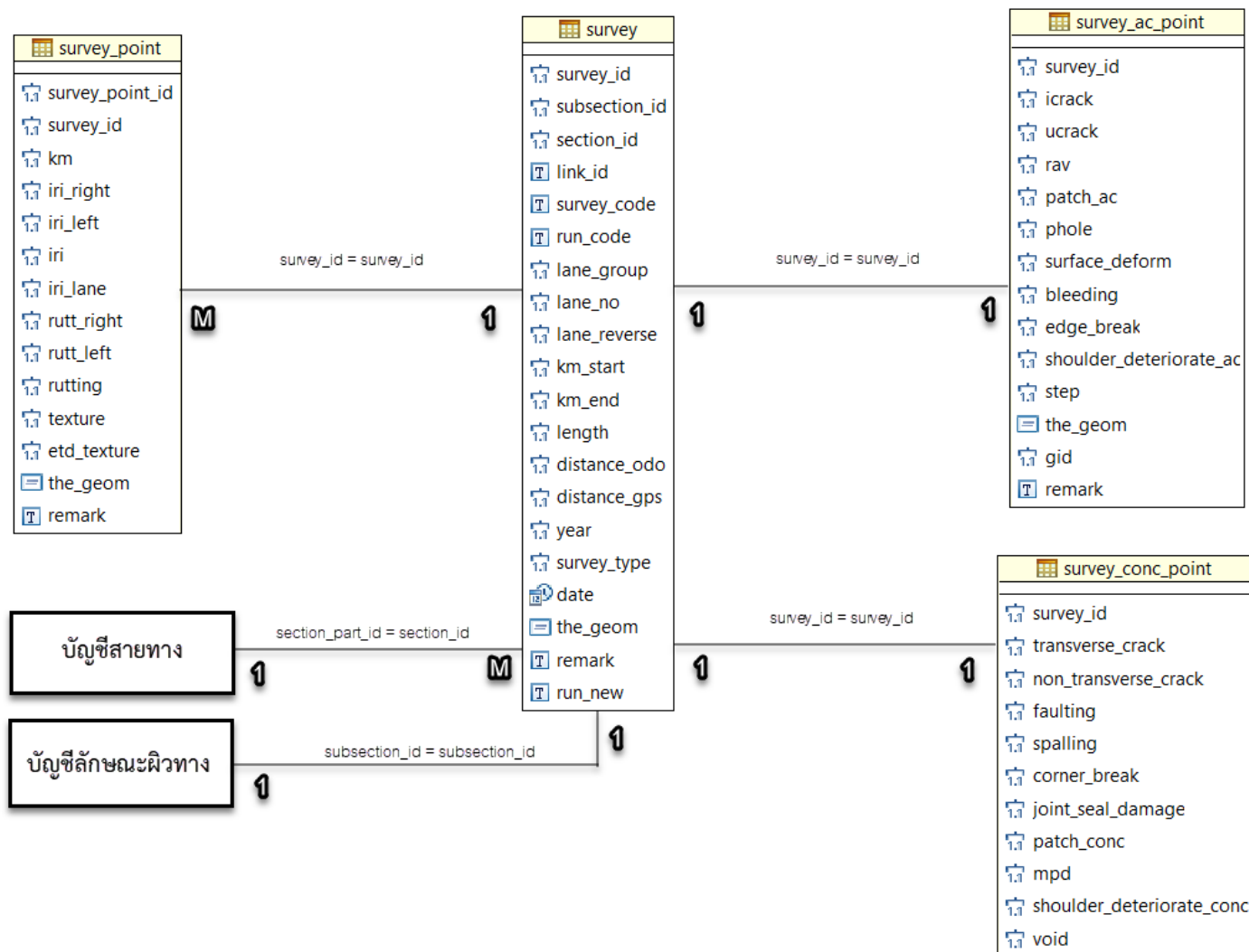
โครงสร้างข้อมูลสำรวจที่ได้จากโปรแกรม
ประเมิน Rating และ Autodetection

โครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลาง
งานบำรุงทาง (CRDB)

รูปที่ 1-81 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล



รูปที่ 1-82 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง



รูปที่ 1-83 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบริหารบำรุงทาง



คำอธิบาย

PK = Primary Key

ลำดับ ของ PK ถ้าเป็น Composite หลาย Field จะเป็น PK(1) คือลำดับที่ 1 และ PK(2) คือ ลำดับที่ 2
ถ้ามีตัวเดียวไม่มีลำดับ

FKn = Foreign Key ตัวที่ n

Un = Unique Constraint ตัวที่ n

CHKn = Check Constraint ตัวที่ n

Table Name : Road

Description : ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลทางหลวงจากระบบ HRIS

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
gid	integer NOT NULL	Not null	คีย์หลัก	PK	
road_id	integer	Not null	รหัสทางหลวง	FK1	Table: section Column: road_id
road_type_id	integer	Not null	ประเภททางหลวง		
code	character varying(4)	Not null	หมายเลขทางหลวง	FK2	Table: aadt Column: route_id
name	character varying (255)	Not null	ชื่อทางหลวง (ภาษาไทย)		
name_en	character varying (255)	Not null	ชื่อทางหลวง (ภาษาอังกฤษ)		
common_name	character varying (255)	Not null	ชื่อเดิมทางหลวง		
km_start	integer	Not null	กม. เริ่มต้น หน่วย เมตร		
km_end	integer	Not null	กม. สิ้นสุด หน่วย เมตร		
length	double precision	Not null	ระยะทาง หน่วย กิโลเมตร		
the_geom	geometry	Not null	MULTILINESTRING (SRID:4326)		
remark	text	null	รายละเอียดหลักฐานการได้มา		



Table Name : Road

Description : ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลทางหลวงจากระบบ HRIS

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
sender_name	text	null	ชื่อผู้ส่งมอบ		
receiver_name	text	null	ชื่อผู้รับมอบ		
editor_name	text	null	แก้ไขโดย		
input_date	timestamp without time zone	null	วันที่กรอกข้อมูล		
approve_date	date	null	วันที่อนุมัติรัฐมนตรี		
admit_date	date	null	วันที่ผู้จัดให้ลงทะเบียน		
proclaim_date	date	null	วันที่แก้ไข		
retire_date	date	null	วันที่ยกเลิกทะเบียน		
revision	integer	null	ลำดับการแก้ไขข้อมูล		
revision_last	boolean	null	สถานะการเป็นประวัติ TRUE = Active FALSE = Inactive	CHK1	
most_recent	boolean	null	สถานะการใช้งาน TRUE = Active FALSE = Inactive	CHK2	



Table Name : Section

Description : ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลบัญชีสายทางจากระบบ HRIS

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
Gid	int	Not null	คีย์หลัก	PK	
section_id	int	Not null	รหัสตอนควบคุม	FK1	Table:section_part Column:section_gid
road_id	int	Not null	รหัสทางหลวง	FK2	Table:Road Column:road_id
Code	char var 4	Not null	หมายเลขตอนควบคุม		
Name	char var 255	null	ชื่อตอน		
name_en	char var 255	null	ชื่อตอนภาษาอังกฤษ		
district_code	char 3	Not null	หน่วยงานที่รับผิดชอบ ทล.	FK3	Table: ref_district Column: district_code
Remark	text	null	รายละเอียดหลักฐานการได้มา		
editor_name	text	null	ชื่อผู้แก้ไขข้อมูล		
input_date	datetime	Not null	วันที่กรอกข้อมูล		
approve_date	date	Not null	วันที่ผู้จัดให้ลงทะเบียน		
admit_date	date	Not null	วันที่มีการประกาศให้แก้ไข		
proclaim_date	date	Not null	วันที่ได้รับการอนุมัติ		
retire_date	date	null	วันที่ยกเลิกทะเบียน		
Revision	int	Not null	ลำดับ		
revision_last	boolean	Not null	สถานะการเป็นประวัติ TRUE = Active FALSE = Inactive	CHK1	
most_recent	boolean	Not null	สถานะการใช้งาน TRUE = Active FALSE = Inactive	CHK2	



Table Name : Section_part

Description : ตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลบัญชีสายทางจากระบบ HRIS

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
gid	integer	Not null	คีย์หลัก	PK	
section_gid	integer	Not null	รหัสหัวข้อ gid ในตาราง section	FK1	Table:Section Column:gid
section_part_id	integer	Not null	รหัสตอนควบคุม	FK2	Table:subection Column:section_id
km_start	int	Not null	กม. เริ่มต้น หน่วย เมตร		
km_end	int	Not null	กม. สิ้นสุด หน่วย เมตร		
length	double precision	Not null	ระยะทาง หน่วย กิโลเมตร		
acquisition_id	integer	Not null	ประเภทการโอนมอบ		
acquisition	text	null	รายละเอียดการโอนมอบ		
sender_name	text	null	ชื่อผู้โอนมอบ		
receiver_name	text	null	ชื่อผู้รับมอบ		
the_geom	geometry	Not null	LINestring (SRID:4326)		



Table Name : Survey

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลสำรวจ

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
survey_id	serial	Not null	รหัส	PK	
subsection_id	int	Not null	รหัสบัญชีลักษณะผิวทาง	FK1	Table:subsection Column:subsection_id
section_id	int	Not null	รหัสตอนควบคุม	FK2	Table:section_part Column:section_part_id
survey_code	character varying (25)	Not null	รหัสสำรวจ		
run_code	character varying (25)	Not null	รหัสวิ่งรถสำรวจ		
lane_group	int	Not null	จัดกลุ่มช่องจราจร 0 = All 1 = F -1 = R 2 = FF		
lane_no	int	null	จำนวนช่องจราจร		
km_start	integer	Not null	กม. เริ่มต้น		
km_end	integer	Not null	กม. สิ้นสุด		
length	real	Not null	ระยะทาง		
distance_odo	real	Not null	ระยะทางจากอุปกรณ์สำรวจ		
distance_gps	real	Not null	ระยะทางจาก GPS		
year	integer	Not null	ปีการสำรวจ		



Table Name : Survey

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลสำรวจ

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
survey_type	integer	Not null	ประเภทการสำรวจ		
date	date	Not null	วันที่สำรวจ		
the_geom	geometry	Not null	LINESTRING (SRID:4326)		
remark	character(10)	null	หมายเหตุ		

Table Name : Survey_image

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลภาพสำรวจกล้องหน้า

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
survey_image_id	serial	Not null	รหัส	PK	
survey_id	int	Not null	รหัสตารางสำรวจ	FK	Table:Survey Column:survey_id
directory	char var 254	Not null	ตำแหน่งไฟล์		
filename	char var 254	Not null	ชื่อไฟล์		
date	date		วันสำรวจ		
img_id	double precision		หมายเลขภาพ		
km	int	Not null	กม. จุดสำรวจ		
imagepath	char var 254		-		
the_geom	geometry	Not null	POINT (SRID:4326)		
remark	char var 10		หมายเหตุ		



Table Name : Survey_ac_point

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลสำรวจบนผิวทางคอนกรีต

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
gid	int	Not null	รหัส	PK	
survey_id	int	Not null	รหัสตารางสำรวจ	FK	Table:Survey Column:survey_id
icrack	double	Not null	รอยแตกต่อเนื่อง		
ucrack	double	Not null	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง		
rav	double	Not null	การหลุดร่อน		
patch_ac	double	Not null	รอยปะซ่อม		
phole	double	Not null	หลุมบ่อ		
surface_deform	double	Not null	การเสียรูปร่างผิวทาง		
bleeding	double	Not null	การเยิ้ม		
edge_break	double	Not null	ความเสียหายขอบผิวทาง		
shoulder_deteriorate_ac	double	Not null	ความเสียหายไหล่ทาง		
step	double	Not null	ความเสียหายไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง		
the_geom	geometry	Not null	Point (SRID:4326)		
remark	Character (10)	null	หมายเหตุ		



Table Name : Survey_conc_point

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลสำรวจบนผิวทางลาดยาง

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
gid	int	Not null	รหัส	PK	
survey_id	int	Not null	รหัสตารางสำรวจ	FK	Table:survey Column:survey_id
transverse_crack	int	Not null	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง		
non_transverse_crack	int	Not null	จำนวนแผ่นแตกตามยาว และแนวทแยง		
faulting	double	Not null	รอยเลื่อนต่างระดับ		
spalling	int	Not null	รอยบิ่นกะเทาะ		
corner_break	int	Not null	มุมแตก		
joint_seal_damage	double	Not null	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย		
patch_conc	double	Not null	รอยปะซ่อม		
mpd	double	Not null	MPD		
shoulder_deteriorate_conc	double	Not null	ความเสียหายไหล่ทาง		
void	int	Not null	โพรงใต้แผ่นคอนกรีต		



Table Name : Survey_point

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลจุดสำรวจ

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 6 ธ.ค. 2564

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
survey_point_id	serial	Not null		PK	
survey_id	int	Not null		FK	Table:survey Column:survey_id
km	int	Not null	กม. จุดสำรวจ		
iri	real	Not null	ความขรุขระ		
iri_right	real	Not null	ความขรุขระด้านขวา		
iri_left	real	Not null	ความขรุขระด้านซ้าย		
iri_lane	real	Not null	ความขรุขระช่องจราจร		
rutting	double	Not null	ความลึกร่องล้อ		
texture	double	Not null	ความลึกของผิวทาง		
etd_texture	real	Not null	ค่าเฉลี่ยความลึกของผิวทาง		
the_geom	geometry	Not null	POINT (SRID:4326)		
remark	character (10)	null	หมายเหตุ		

Table Name : Survey_pave

Description : ตารางแสดงตารางข้อมูลภาพสำรวจกล้องหลัง

Author : คณิศร์ สมพงษ์พันธ์

Last Update : 1 พ.ย 2565

Field Name	Data Type	Null	Description	Index	Reference
gid	int	Not null	รหัส	PK	
survey_id	int	Not null	รหัสตารางสำรวจ	FK	Table : Survey Column : survey_id
directory	char var 254	Not null	ตำแหน่งไฟล์		
filename	char var 254	Not null	ชื่อไฟล์		
image_place	int		-		
date	date		วันสำรวจ		
img_id	double precision		หมายเลขภาพ		
km	int	Not null	กม. จุดสำรวจ		
imagepath	char var 254		-		
the_geom	geometry	Not null	POINT (SRID:4326)		
remark	char var 10		หมายเหตุ		



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) รวมไปถึงการตรวจสอบค่าความสึกกร่อน (Rutting) ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) และค่าความหยวบเกลี้ยงของพื้นผิวทาง ก่อนการนำเข้าระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงและระบบบริหารงานบำรุงทาง (TPMS) การทำเช่นนี้จะทำให้ระบบการบริหารข้อมูลมีความเป็นเอกภาพ และเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างข้อมูลให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะป้อนเข้า (Input) สู่ระบบประเมินความเสียหาย โดยรายงานความถูกต้องของข้อมูลตำแหน่งเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

ที่ปรึกษาจะดำเนินการจัดทำรายงานผลการประเมินพร้อมตรวจสอบความถูกต้องทางตำแหน่งเทียบกับตำแหน่งบนแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (THEOS) มาตรฐาน 1 : 25,000 ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) โดยจัดกลุ่มของการตรวจสอบออกเป็นกลุ่ม (Grouping Data for Validation) จุดตรวจสอบ (GCP) มีการกระจายตัว และระยะห่างที่เหมาะสมและครอบคลุมทั่วถึงทั้งพื้นที่ตามมาตรฐานและยอมให้มีความคลาดเคลื่อนจากจุดตรวจสอบอิสระบนแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (THEOS) ได้ไม่เกิน 2 เมตร เมื่อคิดจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) โดยแบ่งผลการตรวจสอบข้อมูลมีรายละเอียดของการตรวจสอบแบ่งเป็นกลุ่ม

โดยทำการสุ่มตรวจข้อมูลดังกล่าว จะพิจารณาจากระยะทางสำรวจ และจำนวนวันทำงานที่สำรวจในพื้นที่แขวงทางหลวง อย่างน้อยแขวงละ 2 จุด (กรณีสำรวจข้อมูลสายทางในแขวงทางหลวงนั้น 2 วัน) กล่าวคือ การรายงานคุณภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ จะทำการสุ่มตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์สำรวจที่ใช้งานในวันนั้น ๆ มีสภาพการทำงานปกติ สามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม GPS ระบบส่งค่าพิกัดเข้าสู่อุปกรณ์จัดเก็บและบันทึกข้อมูล โดยสามารถตรวจสอบได้ก่อนเริ่มงานสำรวจ 1 ครั้งต่อวัน ดังนั้นหากทำการสำรวจแขวงทางหลวง 3 วัน จะต้องใช้จุดตรวจสอบ 2 จุด เป็นต้น ในพื้นที่แขวงทางหลวงนั้น ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยมีการตรวจสอบข้อมูล ดังต่อไปนี้



ตารางที่ 1-32 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คั่นที่ 1 และ 2

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
1	คั่นที่ 1 และ 2	สทล. 5 (มหาสารคาม)	511	ขท.พิษณุโลกที่ 1	4
2			515	ขท.พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	2
3			519	ขท.พิจิตร	2
4			557	ขท.อุตรดิตถ์ที่ 1	2
5		สทล. 11 (ลพบุรี)	431	ขท.ลพบุรีที่ 1	3
6			432	ขท.สระบุรี	3
7			433	ขท.สิงห์บุรี	2
8			435	ขท.ลพบุรีที่ 2 (ลำน้ำรายณ์)	3
9			437	ขท.นครสวรรค์ที่ 1	4
10			438	ขท.นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	3
11		สทล. 12 (สุพรรณบุรี)	441	ขท.สุพรรณบุรีที่ 1	3
12			444	ขท.กาญจนบุรี	4
13			445	ขท.สุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง)	3
14			446	ขท.ชัยนาท	2
15			447	ขท.อุทัยธานี	3
16			448	ขท.อ่างทอง	2
17		สทล. 13 (กรุงเทพฯ)	411	ขท.กรุงเทพฯ	2
18			413	ขท.อยุธยา	3
19			414	ขท.นครนายก	2
20			415	ขท.สมุทรสาคร	2
21			416	ขท.ปทุมธานี	3
22			417	ขท.สมุทรปราการ	3
23			418	ขท.นนทบุรี	1
24			419	ขท.ธนบุรี	2
25		สทล. 14 (ชลบุรี)	421	ขท.ฉะเชิงเทรา	3
26			422	ขท.ชลบุรีที่ 1	2
27			423	ขท.จันทบุรี	3
28			425	ขท.ตราด	2



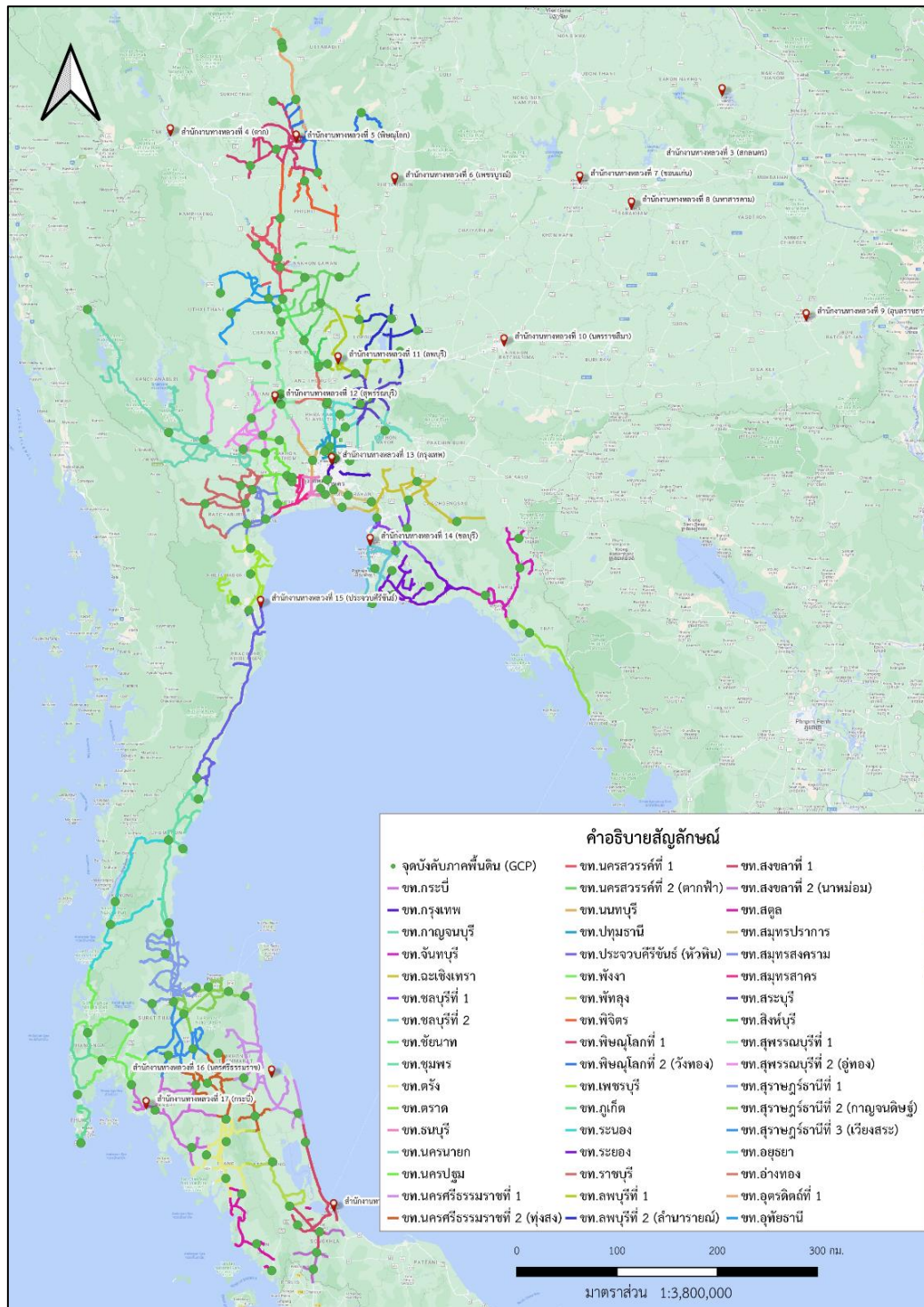
ตารางที่ 1-32 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คับที่ 1 และ 2 (ต่อ)

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
29	คับที่ 1 และ 2		426	ขท.ระยอง	3
30			428	ขท.ชลบุรีที่ 2	3
31		สทล. 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	332	ขท.ชุมพร	4
32			333	ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	2
33			335	ขท.ราชบุรี	3
34			336	ขท.นครปฐม	4
35			337	ขท.สมุทรสงคราม	3
36			338	ขท.เพชรบุรี	3
37		สทล. 16 (นครศรีธรรมราช)	314	ขท.พัทลุง	2
38			321	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 1	3
39			325	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 1	4
40			326	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	3
41			328	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	3
42			329	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	3
43		สทล. 17 (กระบี่)	322	ขท.ตรัง	4
44			323	ขท.กระบี่	3
45			324	ขท.ภูเก็ต	3
46			327	ขท.พังงา	3
47			331	ขท.ระนอง	2
48		สทล. 18 (สงขลา)	311	ขท.สงขลาที่ 1	3
49			318	ขท.สตูล	3
50			319	ขท.สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	2



การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบทั้งสิ้น 140 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 1-84



รูปที่ 1-84 แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 140 จุด



2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบ ทั้ง 140 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (google map) ได้ชัดเจน โดยรายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข

3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบกับคำนวณผลต่าง ในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) แสดงดังตารางที่ 1-33

ตารางที่ 1-33 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 1 และ 2

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	468840.986	1070964.150	468841.278	1070959.226	-0.292	4.924	0.085	24.242
Point_02	469459.589	1002893.067	469459.042	1002893.500	0.547	-0.433	0.299	0.188
Point_03	457474.475	1025467.634	457475.221	1025466.989	-0.746	0.645	0.557	0.416
Point_04	465846.478	1029042.740	465846.338	1029042.175	0.140	0.565	0.020	0.319
Point_05	456345.881	1114533.035	456346.089	1114536.070	-0.208	-3.035	0.043	9.209
Point_06	456312.685	1048420.465	456312.800	1048419.012	-0.114	1.453	0.013	2.112
Point_07	470731.688	1057783.793	470731.386	1057785.467	0.303	-1.673	0.092	2.800
Point_08	477929.974	1033342.763	477929.967	1033342.090	0.007	0.672	0.000	0.452
Point_09	446798.456	1033506.392	446798.368	1033506.164	0.088	0.228	0.008	0.052
Point_10	447640.843	1034739.773	447640.611	1034740.099	0.231	-0.326	0.054	0.106
Point_11	1684081.597	19684385.893	1684081.268	19684385.981	0.329	-0.088	0.108	0.008
Point_12	1644831.558	19694901.896	1644826.957	19694903.128	4.601	-1.232	21.169	1.518
Point_13	1391640.250	726812.406	1391642.473	726814.495	-2.223	-2.089	4.942	4.364
Point_14	-615901.944	376651.425	-615904.339	376652.462	2.395	-1.037	5.736	1.076
Point_15	-500926.807	19307524.114	-500925.140	19307525.278	-1.667	-1.164	2.780	1.355
Point_16	536624.511	18779740.627	536624.544	18779739.511	-0.033	1.116	0.001	1.245
Point_17	1492201.647	19399185.868	1492204.154	19399184.339	-2.507	1.530	6.286	2.340
Point_18	1551324.594	426337.413	1551326.717	426338.489	-2.122	-1.076	4.503	1.158
Point_19	638126.686	1146836.052	638126.211	1146831.706	0.475	4.345	0.225	18.881
Point_20	-485742.874	709602.738	-485741.308	709601.433	-1.565	1.305	2.450	1.702
Point_21	-685975.172	19605281.827	-685976.356	19605281.430	1.184	0.397	1.402	0.158
Point_22	224480.682	18926731.113	224480.158	18926729.056	0.524	2.057	0.274	4.231
Point_23	1269420.638	19162772.107	1269421.320	19162771.359	-0.682	0.748	0.465	0.559
Point_24	1598062.871	19707416.202	1598067.904	19707414.856	-5.033	1.346	25.335	1.811
Point_25	931994.191	946086.197	931993.894	946085.470	0.297	0.727	0.088	0.529



ตารางที่ 1-33 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 1 และ 2 (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
	Survey	Survey	GCP	GCP				
Point_26	-164988.191	869422.668	-164990.464	869426.023	2.273	-3.355	5.167	11.253
Point_27	-660640.009	19957491.205	-660641.936	19957491.137	1.928	0.068	3.716	0.005
Point_28	-106008.771	18972146.018	-106007.640	18972147.954	-1.131	-1.936	1.278	3.749
Point_29	1584597.908	19711015.988	1584599.221	19711015.637	-1.313	0.351	1.723	0.123
Point_30	1333643.651	672385.663	1333638.382	672380.725	5.269	4.938	27.761	24.387
Point_31	307579.640	1017768.951	307580.580	1017763.427	-0.940	5.524	0.884	30.514
Point_32	-510600.003	331135.634	-510599.379	331135.365	-0.623	0.269	0.389	0.072
Point_33	-370761.318	19398195.749	-370760.486	19398196.328	-0.833	-0.579	0.693	0.335
Point_34	530648.417	18980388.179	530648.377	18980389.518	0.040	-1.339	0.002	1.793
Point_35	1304183.521	19513565.310	1304182.367	19513566.010	1.154	-0.700	1.332	0.490
Point_36	1453947.200	377048.496	1453945.989	377047.885	1.211	0.612	1.465	0.374
Point_37	623044.803	1009092.046	623044.559	1009089.818	0.244	2.227	0.060	4.961
Point_38	-355666.840	601497.756	-355667.014	601497.900	0.174	-0.144	0.030	0.021
Point_39	-575587.028	19642235.498	-575591.859	19642233.883	4.831	1.615	23.341	2.607
Point_40	218267.511	18902321.903	218267.345	18902321.254	0.165	0.650	0.027	0.422
Point_41	1234050.982	19201543.738	1234052.572	19201541.996	-1.591	1.743	2.531	3.036
Point_42	1558097.693	92253.273	1558096.469	92253.047	1.225	0.225	1.500	0.051
Point_43	1586718.502	19710449.150	1586711.938	19710450.905	6.563	-1.754	43.079	3.078
Point_44	-169069.616	875446.728	-169070.058	875447.380	0.442	-0.652	0.195	0.426
Point_45	-682825.386	19956708.452	-682824.252	19956708.492	-1.135	-0.040	1.287	0.002
Point_46	1644448.804	19695004.383	1644447.818	19695004.647	0.986	-0.264	0.972	0.070
Point_47	1373872.714	710123.588	1373871.726	710122.660	0.988	0.928	0.976	0.861
Point_48	296673.087	1081913.685	296672.974	1081914.348	0.113	-0.663	0.013	0.440
Point_49	-601482.651	370408.325	-601481.402	370407.784	-1.249	0.541	1.560	0.292
Point_50	1652608.387	19692819.298	1652610.688	19692818.682	-2.301	0.616	5.294	0.380
Point_51	536075.183	18798232.026	536075.187	18798231.914	-0.003	0.112	0.000	0.012
Point_52	1562629.441	19356164.956	1562628.379	19356165.605	1.062	-0.649	1.128	0.422
Point_53	1527178.151	414098.990	1527177.545	414098.683	0.606	0.307	0.367	0.094
Point_54	626253.618	1038347.528	626254.191	1038352.763	-0.574	-5.235	0.329	27.403
Point_55	-417114.936	652492.056	-417114.153	652491.406	-0.782	0.650	0.612	0.423
Point_56	-621265.890	19626959.127	-621265.890	19626959.127	0.000	0.000	0.000	0.000
Point_57	205540.481	18852268.090	205540.701	18852268.956	-0.220	-0.866	0.048	0.751



ตารางที่ 1-33 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 1 และ 2 (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
	Survey	Survey	GCP	GCP				
Point_58	1309925.850	19118301.097	1309927.062	19118299.766	-1.212	1.331	1.468	1.773
Point_59	1672081.718	113263.284	1672076.916	113262.397	4.802	0.887	23.059	0.787
Point_60	1664999.003	19689500.139	1665000.538	19689499.728	-1.534	0.411	2.355	0.169
Point_61	-160560.531	862889.162	-160560.341	862888.882	-0.189	0.279	0.036	0.078
Point_62	-681552.205	19956753.388	-681549.936	19956753.468	-2.269	-0.080	5.149	0.006
Point_63	-96454.112	18988504.201	-96455.525	18988501.781	1.414	2.420	1.999	5.855
Point_64	1733376.062	19671160.547	1733379.137	19671159.721	-3.074	0.825	9.452	0.681
Point_65	1400742.570	735367.321	1400739.935	735364.844	2.635	2.477	6.942	6.135
Point_66	285980.195	1144933.830	285980.925	1144929.519	-0.731	4.311	0.534	18.585
Point_67	-711199.531	417999.693	-711198.801	417999.375	-0.730	0.318	0.534	0.101
Point_68	1693503.921	19681859.541	1693500.191	19681860.541	3.729	-1.000	13.907	1.000
Point_69	537792.514	18740388.939	537792.421	18740392.063	0.093	-3.124	0.009	9.757
Point_70	1680061.120	19284187.985	1680058.799	19284189.411	2.321	-1.426	5.388	2.033
Point_71	1800834.162	19653027.676	1800838.892	19653026.403	-4.730	1.273	22.375	1.620
Point_72	651155.484	1266349.658	651155.121	1266346.314	0.364	3.344	0.132	11.181
Point_73	-561279.932	772668.144	-561279.236	772667.562	-0.696	0.582	0.485	0.339
Point_74	-820334.725	19560124.665	-820335.589	19560124.374	0.864	0.291	0.747	0.085
Point_75	190348.226	18792419.443	190346.907	18792414.244	1.318	5.199	1.738	27.028
Point_76	1369425.585	19052832.107	1369424.904	19052832.858	0.681	-0.751	0.464	0.564
Point_77	1730833.073	124130.718	1730828.935	124129.952	4.139	0.766	17.128	0.587
Point_78	968063.909	1034556.752	968062.512	1034553.319	1.397	3.433	1.953	11.784
Point_79	-207671.511	932492.916	-207675.170	932498.329	3.659	-5.413	13.388	29.304
Point_80	1691604.354	19682368.921	1691602.161	19682369.509	2.194	-0.588	4.812	0.346
Point_81	1540086.765	19837220.624	1540090.117	19837220.102	-3.352	0.523	11.239	0.273
Point_82	1183072.936	679612.307	1183073.452	679612.902	-0.516	-0.595	0.267	0.354
Point_83	223057.875	882678.829	223057.664	882679.584	0.211	-0.756	0.045	0.571
Point_84	-478160.329	200440.284	-478161.948	200440.786	1.619	-0.502	2.622	0.252
Point_85	-297006.947	19315724.238	-297004.222	19315726.591	-2.724	-2.353	7.421	5.536
Point_86	533053.835	18899759.199	533053.872	18899757.972	-0.037	1.227	0.001	1.506
Point_87	1406129.919	19451627.298	1406127.222	19451628.939	2.697	-1.641	7.273	2.693
Point_88	1484616.900	392553.652	1484617.606	392554.009	-0.707	-0.357	0.499	0.128
Point_89	620608.839	986900.356	620608.619	986898.351	0.220	2.004	0.048	4.018



ตารางที่ 1-33 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 1 และ 2 (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
	Survey	Survey	GCP	GCP				
Point_90	-366468.635	610452.581	-366466.549	610450.852	-2.086	1.729	4.350	2.991
Point_91	-575394.530	19642299.831	-575390.665	19642301.123	-3.865	-1.292	14.938	1.668
Point_92	216771.910	18896443.700	216770.753	18896439.152	1.157	4.548	1.339	20.680
Point_93	1267142.777	19165270.741	1267143.156	19165270.325	-0.379	0.415	0.143	0.173
Point_94	1603731.363	100653.118	1603733.369	100653.488	-2.007	-0.370	4.026	0.137
Point_95	922255.483	922244.957	922256.119	922246.516	-0.637	-1.558	0.405	2.428
Point_96	-123075.422	807640.486	-123077.570	807643.650	2.148	-3.163	4.616	10.007
Point_97	-589381.006	19960001.920	-589379.761	19960001.964	-1.245	-0.044	1.550	0.002
Point_98	-60739.486	19049571.976	-60737.618	19049575.167	-1.868	-3.191	3.490	10.182
Point_99	535468.775	1002905.752	535468.661	1002903.962	0.114	1.790	0.013	3.202
Point_100	1632138.393	19822847.037	1632139.738	19822846.827	-1.344	0.210	1.807	0.044
Point_101	1242604.895	748293.349	1242605.116	748293.605	-0.221	-0.256	0.049	0.065
Point_102	187883.160	1008868.222	187883.851	1008865.737	-0.691	2.485	0.478	6.175
Point_103	-552143.456	223418.335	-552145.943	223419.109	2.487	-0.773	6.185	0.598
Point_104	-333022.830	19284597.292	-333019.935	19284599.795	-2.895	-2.503	8.380	6.267
Point_105	634203.042	19005547.333	634202.478	19005551.538	0.564	-4.205	0.318	17.681
Point_106	1450799.072	19553176.936	1450795.908	19553178.429	3.164	-1.493	10.010	2.230
Point_107	1509898.755	19841926.705	1509893.730	19841927.488	5.025	-0.783	25.251	0.613
Point_108	506705.856	917612.685	506705.826	917608.093	0.030	4.591	0.001	21.082
Point_109	-427755.894	510518.672	-427754.859	510517.983	-1.035	0.689	1.071	0.474
Point_110	-466940.117	19561173.766	-466942.479	19561172.689	2.363	1.077	5.582	1.160
Point_111	342971.377	18941460.935	342971.491	18941461.708	-0.114	-0.773	0.013	0.598
Point_112	1311874.686	19283900.984	1311875.443	19283900.311	-0.757	0.672	0.573	0.452
Point_113	1496325.069	191609.651	1496324.527	191609.491	0.542	0.160	0.294	0.026
Point_114	801209.692	917577.990	801209.093	917575.946	0.599	2.044	0.359	4.178
Point_115	-163116.087	677252.995	-163120.081	677257.720	3.995	-4.725	15.957	22.326
Point_116	-537053.204	19851820.206	-537052.084	19851820.365	-1.120	-0.159	1.254	0.025
Point_117	73472.709	19067435.987	73472.015	19067434.459	0.694	1.528	0.482	2.334
Point_118	1568011.224	19832864.105	1568010.441	19832864.227	0.783	-0.122	0.613	0.015
Point_119	1567886.651	19832883.547	1567882.402	19832884.210	4.249	-0.663	18.057	0.440
Point_120	212775.839	919515.161	212777.405	919509.547	-1.566	5.615	2.454	31.525
Point_121	-533829.959	217724.824	-533829.418	217724.656	-0.540	0.168	0.292	0.028



ตารางที่ 1-33 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 1 และ 2 (ต่อ)

Point	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
	Survey	Survey	GCP	GCP				
Point_122	-292999.645	19319185.189	-292997.602	19319186.954	-2.043	-1.764	4.174	3.113
Point_123	640036.794	18962027.404	640037.179	18962024.526	-0.385	2.877	0.149	8.278
Point_124	1496645.109	19843991.700	1496642.765	19843992.066	2.344	-0.365	5.496	0.133
Point_125	1292653.386	405873.031	1292656.702	405875.164	-3.317	-2.133	11.000	4.549
Point_126	506124.759	828741.957	506124.740	828739.046	0.019	2.911	0.000	8.474
Point_127	-280092.751	412523.802	-280092.563	412523.677	-0.188	0.124	0.035	0.015
Point_128	-396631.837	19593194.841	-396633.171	19593194.234	1.334	0.607	1.779	0.368
Point_129	355357.522	19025487.929	355357.653	19025488.813	-0.130	-0.884	0.017	0.781
Point_130	1216025.222	19368871.998	1216024.717	19368872.445	0.505	-0.447	0.255	0.200
Point_131	1424872.374	170507.420	1424874.973	170508.186	-2.599	-0.767	6.753	0.588
Point_132	774669.799	827151.018	774669.577	827150.265	0.221	0.753	0.049	0.566
Point_133	-262037.151	794530.390	-262034.466	794527.199	-2.685	3.191	7.211	10.183
Point_134	-650583.994	19835652.280	-650584.668	19835652.183	0.674	0.096	0.454	0.009
Point_135	21712.698	18953354.526	21713.252	18953355.749	-0.554	-1.223	0.307	1.497
Point_136	546266.973	1023967.091	546267.117	1023967.757	-0.144	-0.667	0.021	0.445
Point_137	531932.404	994006.785	531932.142	993993.794	0.261	12.991	0.068	168.777
Point_138	541009.677	1008964.751	541010.059	1008967.315	-0.382	-2.564	0.146	6.575
Point_139	544783.306	1069432.750	544783.199	1069429.390	0.107	3.359	0.011	11.286
Point_140	547725.243	1065991.279	547725.311	1065988.473	-0.068	2.806	0.005	7.874
Sum							540.441	748.325
Mean							9.481	13.129
RMSE(E)							3.079	
RMSE(N)								3.623
RMSE							4.755	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตาราง ดังนี้

Point หมายถึง ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ

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

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

ΔE หมายถึง ผลต่าง E

ΔN หมายถึง ผลต่าง N



ตารางที่ 1-34 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) ครั้งที่ 3

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
1	ครั้งที่ 3	สทล. 1 (เชียงใหม่)	521	ขท.เชียงใหม่ที่ 1	2
2			522	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	2
3			523	ขท.ลำปางที่ 1	2
4			524	ขท.ลำพูน	2
5			527	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	2
6			528	ขท.ลำปางที่ 2	2
7		สทล. 2 (แพร่)	531	ขท.แพร่	2
8			533	ขท.เชียงรายที่ 1	2
9			535	ขท.พะเยา	2
10			536	ขท.น่านที่ 1	2
11			537	ขท.เชียงรายที่ 2	2
12			539	ขท.น่านที่ 2	2
13		สทล. 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	2
14			641	ขท.สกลนครที่ 1	2
15			642	ขท.สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	2
16			644	ขท.นครพนม	2
17			646	ขท.หนองคาย	2
18		สทล. 4 (ตาก)	512	ขท.ตากที่ 1	2
19			513	ขท.สุโขทัย	2
20			514	ขท.ตากที่ 2 (แม่สอด)	2
21			517	ขท.กำแพงเพชร	2
22		สทล. 6 (เพชรบูรณ์)	551	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1	2
23			552	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	2
24		สทล. 6 (เพชรบูรณ์)	554	ขท.เลยที่ 1	2
25			555	ขท.เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	2
26			629	ขท.หนองบัวลำภู	2



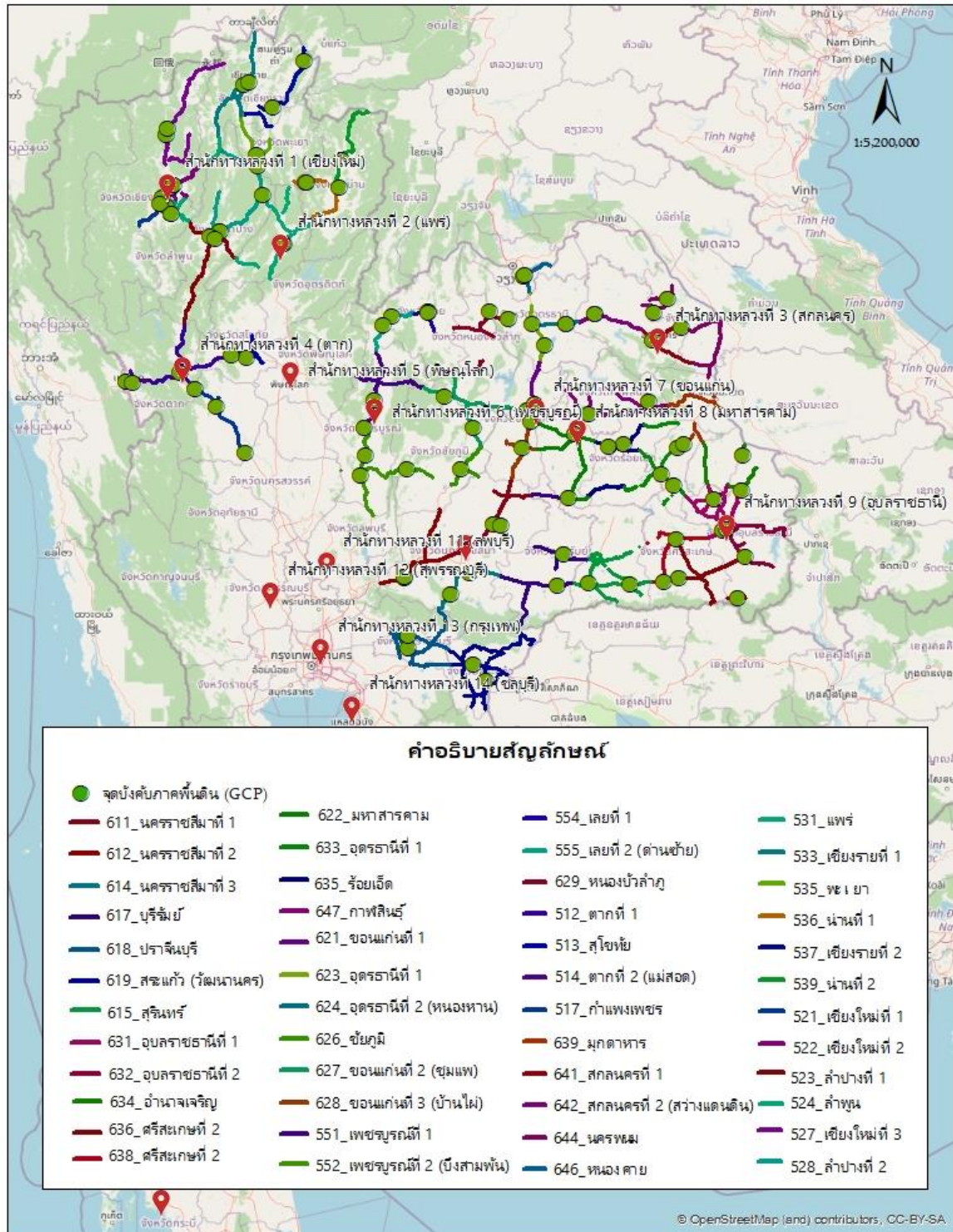
ตารางที่ 1-34 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คับที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
27	คับที่ 3	สทล. 7 (ขอนแก่น)	621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	2
28			623	ขท.อุดรธานีที่ 1	2
29			624	ขท.อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	2
30			626	ขท.ชัยภูมิ	2
31			627	ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	2
32			628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	2
33		สทล. 8 (มหาสารคาม)	622	ขท.มหาสารคาม	2
34			633	ขท.ยโสธร	2
35			635	ขท.ร้อยเอ็ด	2
36			647	ขท.กาฬสินธุ์	2
37		สทล. 9 (อุบลราชธานี)	615	ขท.สุรินทร์	2
38			631	ขท.อุบลราชธานีที่ 1	2
39			632	ขท.อุบลราชธานีที่ 2	2
40			634	ขท.อำนาจเจริญ	2
41			636	ขท.ศรีสะเกษที่ 2	2
42			638	ขท.ศรีสะเกษที่ 1	2
43		สทล. 10 (นครราชสีมา)	611	ขท.นครราชสีมาที่ 1	2
44			612	ขท.นครราชสีมาที่ 2	2
45			614	ขท.นครราชสีมาที่ 3	2
46			617	ขท.บุรีรัมย์	2
47			618	ขท.ปราจีนบุรี	2
48			619	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	2



การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบทั้งสิ้น 96 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 1-85



รูปที่ 1-85 แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 96 จุด



2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบ ทั้ง 96 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (google map) ได้ชัดเจน โดยรายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข

3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบกับคำนวณผลต่างในรูป รากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) แสดงดังตารางที่ 1-35 ตารางที่ 1-35 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คณิตที่ 3

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m ²)	ΔN^2 (m ²)
Point_1	496004.76	2139488.70	496006.00	2139493.00	-1.24	-4.30	1.5380	18.4586
Point_2	497203.00	2147298.00	497202.00	2147294.00	1.00	4.00	0.9999	15.9996
Point_3	496841.40	2056201.99	496838.60	2056198.41	2.80	3.59	7.8173	12.8611
Point_4	501394.00	2047925.00	501393.00	2047924.00	1.00	1.00	1.0000	0.9999
Point_5	602609.00	2070162.00	602602.00	2070165.00	7.00	-3.00	48.9993	8.9995
Point_6	556514.32	2028136.08	556520.59	2028132.91	-6.27	3.17	39.3665	10.0329
Point_7	501955.30	2079127.68	501952.78	2079126.45	2.52	1.23	6.3507	1.5210
Point_8	505202.00	2081322.00	505200.00	2081327.00	2.00	-5.00	3.9999	24.9997
Point_9	545658.02	2022398.15	545663.04	2022397.14	-5.02	1.01	25.1639	1.0175
Point_10	551001.90	2018482.22	550997.28	2018484.61	4.62	-2.39	21.3439	5.7210
Point_11	491869.89	2066650.46	491866.26	2066645.58	3.64	4.88	13.2364	23.7814
Point_12	489243.99	2060267.67	489244.56	2060269.40	-0.56	-1.73	0.3190	2.9850
Point_13	582206.00	2198180.00	582206.00	2198178.00	0.00	2.00	0.0000	4.0000
Point_14	587996.00	2201349.00	587996.00	2201347.00	0.00	2.00	0.0000	3.9998
Point_15	595848.00	2116641.00	595848.00	2116644.00	0.00	-3.00	0.0000	8.9999
Point_16	597469.00	2104400.00	597467.00	2104398.00	2.00	2.00	4.0002	4.0002
Point_17	649950.00	2084663.00	649948.00	2084660.00	2.00	3.00	4.0000	9.0000
Point_18	652260.00	2084957.00	652262.00	2084958.00	-2.00	-1.00	4.0001	0.9999
Point_19	648219.00	2227438.00	648223.00	2227441.00	-4.00	-3.00	15.9997	8.9998
Point_20	613902.36	2172964.27	613898.00	2172959.32	4.36	4.95	19.0467	24.4873
Point_21	687536.00	2079124.00	687536.00	2079120.00	0.00	4.00	0.0000	15.9999
Point_22	690335.00	2111299.00	690334.00	2111295.00	1.00	4.00	1.0000	16.0000
Point_23	626824.55	2013684.50	626824.85	2013688.90	-0.30	-4.40	0.0928	19.3635
Point_24	626305.79	2012836.45	626308.35	2012842.19	-2.56	-5.74	6.5515	32.9073
Point_25	402373.00	1901618.00	402378.00	1901619.00	-5.00	-1.00	25.0008	0.9999
Point_26	435203.00	1915198.00	435207.00	1915197.00	-4.00	1.00	15.9999	1.0000



ตารางที่ 1-35 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 3 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m ²)	ΔN^2 (m ²)
Point_27	338427.00	1932352.00	338424.00	1932353.00	3.00	-1.00	9.0002	1.0001
Point_28	338424.06	1932336.24	338419.76	1932336.86	4.30	-0.62	18.4992	0.3846
Point_29	419913.63	1948482.16	419917.81	1948481.39	-4.18	0.78	17.4869	0.6024
Point_30	404406.00	1933626.00	404404.00	1933620.00	2.00	6.00	4.0002	35.9995
Point_31	258749.00	1976728.00	258751.00	1976724.00	-2.00	4.00	3.9999	16.0008
Point_32	259913.26	1977641.23	259917.01	1977636.80	-3.76	4.43	14.1012	19.5990
Point_33	430458.00	1774905.00	430459.00	1774912.00	-1.00	-7.00	1.0000	48.9986
Point_34	437871.00	1779553.00	437868.00	1779551.00	3.00	2.00	9.0001	4.0000
Point_35	451494.04	1852976.56	451489.32	1852974.23	4.71	2.34	22.2149	5.4580
Point_36	457600.00	1850557.00	457601.00	1850555.00	-1.00	2.00	1.0000	4.0000
Point_37	552118.39	1822713.72	552113.38	1822718.39	5.01	-4.67	25.1432	21.7935
Point_38	585664.00	1769476.00	585660.00	1769479.00	4.00	-3.00	15.9999	9.0001
Point_39	528256.00	1844046.00	528258.00	1844044.00	-2.00	2.00	4.0002	3.9998
Point_40	512107.00	1862015.00	512110.00	1862016.00	-3.00	-1.00	9.0001	1.0000
Point_41	585721.00	1880764.00	585719.00	1880761.00	2.00	3.00	3.9999	8.9996
Point_42	568861.37	1883943.99	568855.47	1883944.46	5.89	-0.47	34.7388	0.2247
Point_43	718868.00	1799311.00	718868.00	1799311.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_44	729651.00	1832299.00	729653.00	1832299.00	-2.00	0.00	4.0000	0.0000
Point_45	715511.00	1743839.00	715513.00	1743840.00	-2.00	-1.00	4.0000	1.0000
Point_46	720314.00	1767358.00	720313.00	1767359.00	1.00	-1.00	1.0000	1.0000
Point_47	788889.00	1936427.00	788889.00	1936427.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_48	789065.00	1935531.00	789062.00	1935531.00	3.00	0.00	9.0000	0.0000
Point_49	748973.00	1930643.00	748972.00	1930648.00	1.00	-5.00	1.0000	25.0000
Point_50	738488.00	1920255.00	738491.00	1920254.00	-3.00	1.00	9.0000	1.0000
Point_51	221051.00	1936729.00	221053.00	1936726.00	-2.00	3.00	4.0000	9.0000
Point_52	241872.00	1927678.00	241872.00	1927677.00	0.00	1.00	0.0000	1.0000
Point_53	261639.00	1819788.00	261637.00	1819787.00	2.00	1.00	4.0000	1.0000
Point_54	269187.00	1826758.00	269186.00	1826758.00	1.00	0.00	1.0000	0.0000
Point_55	281560.00	1895846.00	281558.00	1895846.00	2.00	0.00	4.0000	0.0000
Point_56	267930.00	1921235.00	267930.00	1921235.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_57	306144.00	1920513.00	306143.00	1920512.00	1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_58	306505.00	1920510.00	306505.00	1920510.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000



ตารางที่ 1-35 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 3 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m ²)	ΔN^2 (m ²)
Point_59	768097.00	1751683.00	768096.00	1751681.00	1.00	2.00	1.0000	4.0000
Point_60	185113.00	1751818.00	185113.00	1751818.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_61	200827.00	1800011.00	200826.00	1800010.00	1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_62	808834.00	1837890.00	808835.00	1837894.00	-1.00	-4.00	1.0000	16.0000
Point_63	264916.00	1807062.00	264916.00	1807062.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_64	255647.00	1776661.00	255647.00	1776661.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_65	314135.00	1791871.00	314139.00	1791872.00	-4.00	-1.00	16.0000	1.0000
Point_66	307009.00	1717857.00	307008.87	1717860.89	0.13	-3.89	0.0169	15.1321
Point_67	411791.00	1744052.00	411790.00	1744049.00	1.00	3.00	1.0000	9.0000
Point_68	425693.00	1730938.00	425693.00	1730940.00	0.00	-2.00	0.0000	4.0000
Point_69	369293.00	1779509.00	369294.00	1779509.00	-1.00	0.00	1.0000	0.0000
Point_70	352277.00	1776473.00	352277.00	1776473.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_71	398283.00	1828737.00	398284.00	1828739.00	-1.00	-2.00	1.0000	4.0000
Point_72	330795.00	1814534.00	330795.00	1814529.00	0.00	5.00	0.0000	25.0000
Point_73	376102.00	1616749.00	376102.00	1616749.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_74	328681.00	1618108.00	328683.00	1618113.00	-2.00	-5.00	4.0000	25.0000
Point_75	470490.00	1715145.00	470492.00	1715146.00	-2.00	-1.00	4.0000	1.0000
Point_76	480617.00	1679293.00	480617.00	1679293.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_77	506485.00	1648844.00	506482.00	1648841.00	3.00	3.00	9.0000	9.0000
Point_78	485537.00	1679987.00	485536.00	1679996.00	1.00	-9.00	1.0000	81.0000
Point_79	502781.00	1726116.00	502783.00	1726115.00	-2.00	1.00	4.0000	1.0000
Point_80	503322.00	1766525.00	503323.00	1766524.00	-1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_81	498021.00	1600729.00	498020.00	1600728.00	1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_82	428598.00	1669099.00	428597.00	1669098.00	1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_83	431040.00	1623635.00	431039.00	1623635.00	1.00	0.00	1.0000	0.0000
Point_84	414358.00	1619808.00	414354.00	1619807.00	4.00	1.00	16.0000	1.0000
Point_85	222203.00	1688188.00	222201.00	1688189.00	2.00	-1.00	4.0000	1.0000
Point_86	229711.00	1685981.00	229709.00	1685981.00	2.00	0.00	4.0000	0.0000
Point_87	765972.00	1625498.00	765974.00	1625500.00	-2.00	-2.00	4.0000	4.0000
Point_88	766065.00	1625667.00	766066.00	1625667.00	-1.00	0.00	1.0000	0.0000
Point_89	819085.00	1606908.00	819085.00	1606909.00	0.00	-1.00	0.0000	1.0000
Point_90	194244.00	1631615.00	194245.00	1631615.00	-1.00	0.00	1.0000	0.0000



ตารางที่ 1-35 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 3 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m ²)	ΔN^2 (m ²)
Point_91	292923.00	1616112.00	292921.00	1616112.00	2.00	0.00	4.0000	0.0000
Point_92	300159.00	1651698.00	300160.00	1651697.00	-1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_93	771074.00	1543709.00	771069.00	1543709.00	5.00	0.00	25.0000	0.0000
Point_94	770871.00	1558071.00	770872.00	1558070.00	-1.00	1.00	1.0000	1.0000
Point_95	210659.00	1505303.00	210654.00	1505303.00	5.00	0.00	25.0000	0.0000
Point_96	196178.00	1524723.00	196176.00	1524722.00	2.00	1.00	4.0000	1.0000
sum							639.0282	708.3274
mean							6.6565	7.3784
RMSE-E							2.5800	
RMSE-N								2.7163
RMSE							3.7463	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตาราง ดังนี้

Point หมายถึง ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ

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

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

 ΔE หมายถึง ผลต่าง E ΔN หมายถึง ผลต่าง N



ตารางที่ 1-36 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คั่นที่ 4

ลำดับ	Laser คั่นที่ 4	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
1	คั่นที่ 4	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	523	ขท.ลำปางที่ 1	2
2			528	ขท.ลำปางที่ 2	3
3			524	ขท.ลำพูน	4
4			521	ขท.เชียงใหม่ที่ 1	2
5			522	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	4
6			527	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	3
7		สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	531	ขท.แพร่	3
8			536	ขท.น่านที่ 1	1
9			539	ขท.น่านที่ 2	4
10			535	ขท.พะเยา	4
11			533	ขท.เชียงรายที่ 1	3
12			537	ขท.เชียงรายที่ 2	3
13		สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	2
14			644	ขท.นครพนม	3
15			643	ขท.บึงกาฬ	2
16			646	ขท.หนองคาย	1
17			641	ขท.สกลนครที่ 1	3
18			642	ขท.สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	3
19		สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	512	ขท.ตากที่ 1	3
20			513	ขท.สุโขทัย	3
21			517	ขท.กำแพงเพชร	2
22			629	ขท.หนองบัวลำภู	3
23			551	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1	2
24		สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	552	ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	1
25			554	ขท.เลยที่ 1	4
26			555	ขท.เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	1



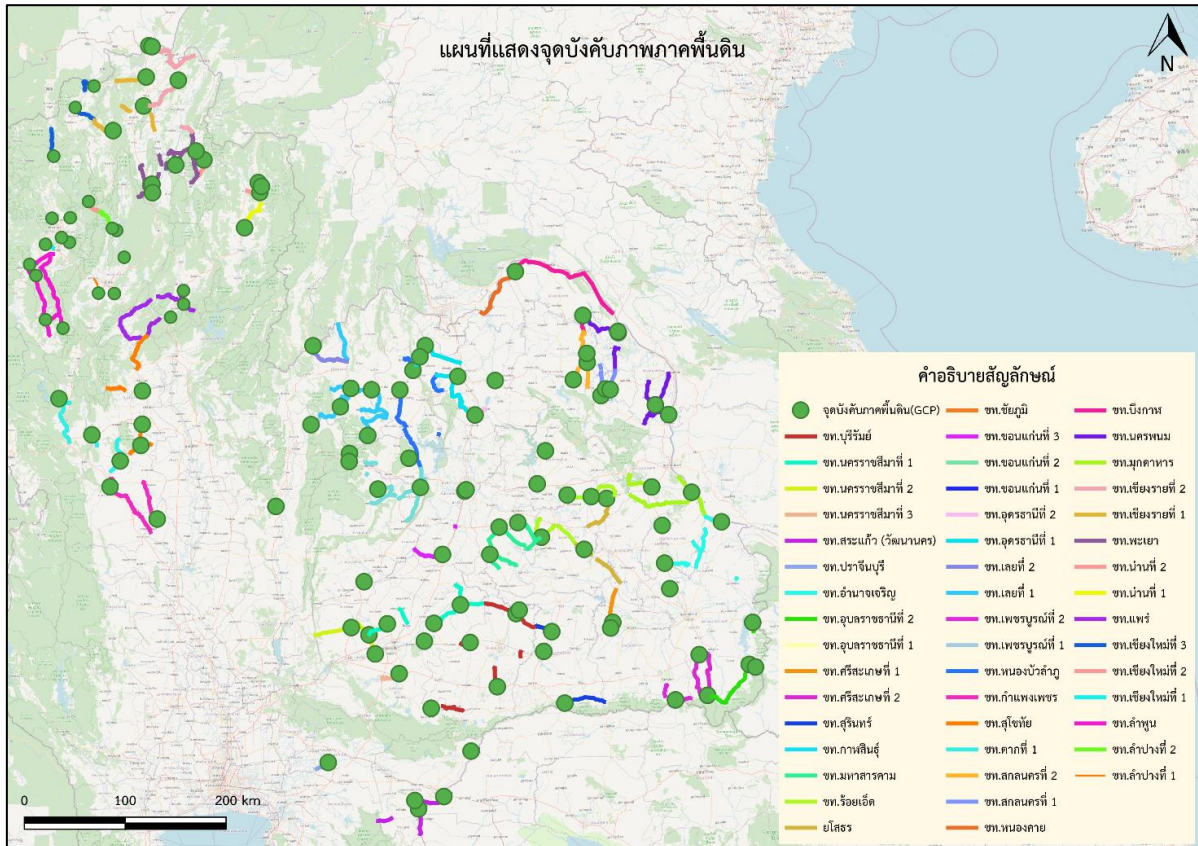
ตารางที่ 1-36 ข้อมูลชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error : RMSE) คั่นที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	Laser คั่นที่ 4	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
27	คั่นที่ 4	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	623	ขท.อุดรธานีที่ 1	3
28			624	ขท.อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	2
29			621	ขท.ขอนแก่นที่ 1	2
30			627	ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	3
31			628	ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	1
32			626	ขท.ชัยภูมิ	1
33		สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	633	ขท.ยโสธร	2
34			635	ขท.ร้อยเอ็ด	3
35			622	ขท.มหาสารคาม	3
36			647	ขท.กาฬสินธุ์	2
37		สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	615	ขท.สุรินทร์	3
38			636	ขท.ศรีสะเกษที่ 2	3
39			638	ขท.ศรีสะเกษที่ 1	2
40			631	ขท.อุบลราชธานีที่ 1	1
41			632	ขท.อุบลราชธานีที่ 2	3
42			634	ขท.อำนาจเจริญ	3
43		สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	618	ขท.ปราจีนบุรี	1
44			619	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	4
45			614	ขท.นครราชสีมาที่ 3	3
46			612	ขท.นครราชสีมาที่ 2	3
47			611	ขท.นครราชสีมาที่ 1	3
48			617	ขท.บุรีรัมย์	4



การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาได้ทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบทั้งสิ้น 123 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 1-86



รูปที่ 1-86 แสดงจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 123 จุด

- 2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบ ทั้ง 123 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (google map) ได้ชัดเจน โดยรายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข
- 3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบกับคำนวณผลต่างในรูป รากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) แสดงดังตารางที่ 1-37



ตารางที่ 1-37 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 4

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_01	557912.500	2011070.600	557913.300	2011067.400	-0.800	3.200	0.640	10.240
Point_02	542066.800	2011444.600	542065.300	2011442.300	1.500	2.300	2.250	5.290
Point_03	567728.700	2047194.800	567728.800	2047194.700	-0.100	0.100	0.010	0.010
Point_04	560173.400	2074021.900	560176.500	2074022.600	-3.100	-0.700	9.610	0.490
Point_05	555960.300	2076083.200	555961.100	2076081.400	-0.800	1.800	0.640	3.240
Point_06	506682.500	1976596.100	506683.400	1976594.400	-0.900	1.700	0.810	2.890
Point_07	489261.700	1985022.900	489260.700	1985019.700	1.000	3.200	1.000	10.240
Point_08	479740.100	2029062.500	479740.900	2029059.900	-0.800	2.600	0.640	6.760
Point_09	513098.500	2062135.400	513100.000	2062133.700	-1.500	1.700	2.250	2.890
Point_10	473436.000	2040110.000	473438.000	2040108.000	-2.000	2.000	4.000	4.000
Point_11	489208.200	2060091.500	489206.300	2060090.500	1.900	1.000	3.610	1.000
Point_12	505235.700	2066938.300	505235.100	2066938.700	0.600	-0.400	0.360	0.160
Point_13	495770.840	2086127.900	495769.210	2086127.760	1.630	0.140	2.657	0.020
Point_14	513948.100	2086632.800	513947.800	2086633.000	0.300	-0.200	0.090	0.040
Point_15	532214.000	2102784.000	532213.000	2102786.000	1.000	-2.000	1.000	4.000
Point_16	497465.300	2148014.700	497466.600	2148013.900	-1.300	0.800	1.690	0.640
Point_17	518920.200	2196529.200	518921.400	2196525.900	-1.200	3.300	1.440	10.890
Point_18	537648.000	2217841.000	537651.000	2217841.000	-3.000	0.000	9.000	0.000
Point_19	613939.600	1987528.900	613957.000	1987531.000	-17.400	-2.100	302.760	4.410
Point_20	626946.600	2000469.900	626946.000	2000468.300	0.600	1.600	0.360	2.560
Point_21	626806.440	2013954.200	626807.190	2013951.660	-0.750	2.540	0.563	6.452
Point_22	687715.500	2076689.000	687721.300	2076692.700	-5.800	-3.700	33.640	13.690
Point_23	701408.400	2121596.600	701407.600	2121595.600	0.800	1.000	0.640	1.000
Point_24	704498.800	2117906.700	704503.600	2117903.200	-4.800	3.500	23.040	12.250
Point_25	702891.600	2111823.600	702904.700	2111823.400	-13.100	0.200	171.610	0.040
Point_26	647156.100	2144354.700	647158.100	2144354.500	-2.000	0.200	4.000	0.040
Point_27	639368.700	2153094.900	639369.700	2153095.400	-1.000	-0.500	1.000	0.250
Point_28	595339.530	2120025.570	595336.080	2120023.190	3.450	2.380	11.903	5.664
Point_29	618945.100	2139283.300	618949.200	2139280.000	-4.100	3.300	16.810	10.890
Point_30	595970.200	2111597.800	595967.200	2111604.400	3.000	-6.600	9.000	43.560
Point_31	556614.200	2173465.000	556618.000	2173464.900	-3.800	0.100	14.440	0.010
Point_32	587025.300	2198044.100	587023.300	2198048.100	2.000	-4.000	4.000	16.000
Point_33	589622.600	2226888.700	589626.900	2226885.400	-4.300	3.300	18.490	10.890
Point_34	621625.400	2223708.600	621621.600	2223709.300	3.800	-0.700	14.440	0.490
Point_35	592254.100	2258097.200	592251.300	2258094.900	2.800	2.300	7.840	5.290
Point_36	595431.200	2257150.200	595430.500	2257148.100	0.700	2.100	0.490	4.410



ตารางที่ 1-37 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 4 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_37	1133296.100	1813044.900	1133298.800	1813047.000	-2.700	-2.100	7.290	4.410
Point_38	1093576.300	1818313.700	1093574.600	1818314.600	1.700	-0.900	2.890	0.810
Point_39	1110413.400	1890472.400	1110412.400	1890472.600	1.000	-0.200	1.000	0.040
Point_40	1097108.400	1900119.300	1097111.700	1900121.300	-3.300	-2.000	10.890	4.000
Point_41	1060149.200	1972142.200	1060149.100	1972141.100	0.100	1.100	0.010	1.210
Point_42	1024910.500	1989275.700	1024910.600	1989275.500	-0.100	0.200	0.010	0.040
Point_43	1059745.500	1973309.400	1059745.900	1973310.600	-0.400	-1.200	0.160	1.440
Point_44	957636.500	2032975.200	957637.400	2032974.900	-0.900	0.300	0.810	0.090
Point_45	1042957.700	1909403.800	1042957.000	1909401.300	0.700	2.500	0.490	6.250
Point_46	1047514.400	1915971.000	1047520.600	1915965.400	-6.200	5.600	38.440	31.360
Point_47	1052100.000	1915334.000	1052099.000	1915330.000	1.000	4.000	1.000	16.000
Point_48	1015394.000	1925211.700	1015390.800	1925210.800	3.200	0.900	10.240	0.810
Point_49	1029155.900	1942433.700	1029154.000	1942432.900	1.900	0.800	3.610	0.640
Point_50	1028802.600	1951441.000	1028803.700	1951441.300	-1.100	-0.300	1.210	0.090
Point_51	502703.300	1906336.500	502703.800	1906338.800	-0.500	-2.300	0.250	5.290
Point_52	535500.000	1870210.900	535500.400	1870209.400	-0.400	1.500	0.160	2.250
Point_53	563739.800	1844186.240	563739.320	1844185.970	0.480	0.270	0.230	0.073
Point_54	584336.900	1859797.000	584340.000	1859795.000	-3.100	2.000	9.610	4.000
Point_55	585716.500	1880757.500	585717.800	1880760.300	-1.300	-2.800	1.690	7.840
Point_56	585873.500	1914010.700	585871.700	1914010.900	1.800	-0.200	3.240	0.040
Point_57	600622.900	1786363.400	600625.400	1786362.000	-2.500	1.400	6.250	1.960
Point_58	553612.600	1818477.500	553611.100	1818476.700	1.500	0.800	2.250	0.640
Point_59	851546.900	1846899.100	851545.600	1846899.200	1.300	-0.100	1.690	0.010
Point_60	842466.000	1915005.200	842466.100	1915006.700	-0.100	-1.500	0.010	2.250
Point_61	753898.900	1880415.600	753901.700	1880415.200	-2.800	0.400	7.840	0.160
Point_62	792231.200	1851708.400	792229.900	1851708.000	1.300	0.400	1.690	0.160
Point_63	718947.500	1798912.700	718947.100	1798911.800	0.400	0.900	0.160	0.810
Point_64	814249.000	1915211.800	814249.400	1915212.100	-0.400	-0.300	0.160	0.090
Point_65	793670.000	1916563.000	793670.000	1916565.000	0.000	-2.000	0.000	4.000
Point_66	783158.500	1898307.900	783160.400	1898310.300	-1.900	-2.400	3.610	5.760
Point_67	810407.800	1869611.400	810411.800	1869611.900	-4.000	-0.500	16.000	0.250
Point_68	755912.900	1959036.500	755913.200	1959035.500	-0.300	1.000	0.090	1.000
Point_69	900209.900	1928508.000	900208.900	1928508.300	1.000	-0.300	1.000	0.090
Point_70	867810.400	1959154.700	867810.300	1959154.800	0.100	-0.100	0.010	0.010
Point_71	862448.900	1948041.800	862447.700	1948040.500	1.200	1.300	1.440	1.690
Point_72	917431.000	1890045.800	917431.800	1890046.500	-0.800	-0.700	0.640	0.490



ตารางที่ 1-37 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 4 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_73	937510.260	1924421.590	937511.430	1924418.270	-1.170	3.320	1.369	11.022
Point_74	907167.100	1814136.200	907168.800	1814132.800	-1.700	3.400	2.890	11.560
Point_75	908487.700	1815470.600	908489.100	1815473.500	-1.400	-2.900	1.960	8.410
Point_76	862967.200	1817868.700	862969.700	1817871.200	-2.500	-2.500	6.250	6.250
Point_77	820602.000	1816163.000	820602.000	1816164.000	0.000	-1.000	0.000	1.000
Point_78	791921.100	1843700.600	791920.900	1843699.900	0.200	0.700	0.040	0.490
Point_79	884977.600	1751048.600	884990.600	1751048.100	-13.000	0.500	169.000	0.250
Point_80	806815.870	1723882.380	806821.870	1723880.500	-6.000	1.880	36.000	3.534
Point_81	1048541.500	1806893.500	1048543.100	1806886.500	-1.600	7.000	2.560	49.000
Point_82	1026183.600	1756111.900	1026184.200	1756111.600	-0.600	0.300	0.360	0.090
Point_83	983592.000	1768206.000	983595.000	1768204.000	-3.000	2.000	9.000	4.000
Point_84	1009347.100	1810284.600	1009345.300	1810284.100	1.800	0.500	3.240	0.250
Point_85	1033211.400	1808686.500	1033212.900	1808688.500	-1.500	-2.000	2.250	4.000
Point_86	932199.170	1751067.050	932198.640	1751067.260	0.530	-0.210	0.281	0.044
Point_87	941440.800	1778236.600	941443.500	1778233.400	-2.700	3.200	7.290	10.240
Point_88	960048.600	1782778.500	960049.500	1782778.800	-0.900	-0.300	0.810	0.090
Point_89	979370.000	1821398.600	979369.500	1821398.400	0.500	0.200	0.250	0.040
Point_90	987552.800	1854339.000	987553.300	1854339.000	-0.500	0.000	0.250	0.000
Point_91	993901.700	1674104.600	993900.900	1674104.600	0.800	0.000	0.640	0.000
Point_92	985887.200	1654422.900	985888.100	1654424.400	-0.900	-1.500	0.810	2.250
Point_93	1006889.290	1602852.460	1006888.230	1602848.120	1.060	4.340	1.124	18.836
Point_94	1149222.100	1610629.700	1149226.500	1610626.000	-4.400	3.700	19.360	13.690
Point_95	1140854.400	1651175.200	1140856.300	1651171.600	-1.900	3.600	3.610	12.960
Point_96	1117270.200	1606076.200	1117268.200	1606076.100	2.000	0.100	4.000	0.010
Point_97	1052648.700	1677753.500	1052650.700	1677754.300	-2.000	-0.800	4.000	0.640
Point_98	1054702.900	1683334.700	1054703.800	1683335.600	-0.900	-0.900	0.810	0.810
Point_99	1111543.680	1716894.340	1111542.160	1716894.250	1.520	0.090	2.310	0.008
Point_100	1190777.200	1641466.600	1190779.600	1641460.400	-2.400	6.200	5.760	38.440
Point_101	1196989.910	1638830.870	1196992.380	1638826.930	-2.470	3.940	6.101	15.524
Point_102	1194166.440	1683322.300	1194167.540	1683322.300	-1.100	0.000	1.210	0.000
Point_103	1103976.200	1780009.900	1103975.790	1780010.200	0.410	-0.300	0.168	0.090
Point_104	1106430.040	1742354.200	1106430.370	1742357.700	-0.330	-3.500	0.109	12.250
Point_105	1163059.230	1783587.000	1163059.650	1783584.390	-0.420	2.610	0.176	6.812
Point_106	771056.900	1543699.700	771052.900	1543703.600	4.000	-3.900	16.000	15.210
Point_107	861103.200	1497518.900	861100.400	1497519.700	2.800	-0.800	7.840	0.640
Point_108	857419.390	1505753.780	857420.030	1505753.740	-0.640	0.040	0.410	0.002



ตารางที่ 1-37 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง คั่นที่ 4 (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_109	886375.980	1509779.410	886374.300	1509778.240	1.680	1.170	2.822	1.369
Point_110	913476.860	1555038.610	913473.800	1555038.420	3.060	0.190	9.364	0.036
Point_111	873728.530	1597706.820	873727.570	1597707.950	0.960	-1.130	0.922	1.277
Point_112	841773.710	1632218.930	841775.220	1632221.700	-1.510	-2.770	2.280	7.673
Point_113	866900.540	1664599.010	866898.610	1664599.340	1.930	-0.330	3.725	0.109
Point_114	817944.010	1651875.740	817945.250	1651872.260	-1.240	3.480	1.538	12.110
Point_115	811688.470	1670931.190	811689.730	1670930.340	-1.260	0.850	1.588	0.722
Point_116	794082.370	1678191.870	794080.170	1678193.070	2.200	-1.200	4.840	1.440
Point_117	829987.97	1681877.830	829987.770	1681876.930	0.200	0.900	0.040	0.810
Point_118	876464.040	1682387.150	876462.760	1682386.180	1.280	0.970	1.638	0.941
Point_119	902830.950	1700828.650	902833.510	1700827.260	-2.560	1.390	6.554	1.932
Point_120	939608.080	1619195.820	939610.700	1619193.160	-2.620	2.660	6.864	7.076
Point_121	912541.300	1663317.200	912532.500	1663315.400	8.800	1.800	77.440	3.240
Point_122	958336.830	1692140.390	958337.220	1692137.250	-0.390	3.140	0.152	9.860
Point_123	961404.040	1695572.670	961403.230	1695576.850	0.810	-4.180	0.656	17.472
Sum							1251.452	621.258
Mean							10.606	5.265
RMSE(E)							3.257	
RMSE(N)								2.295
RMSE							3.984	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตาราง ดังนี้

Point หมายถึง ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ

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

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

ΔE หมายถึง ผลต่าง E

ΔN หมายถึง ผลต่าง N



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) ข้อมูลแผนที่อิสระที่จะนำมาเปรียบเทียบควรอยู่ในเกณฑ์ความถูกต้องที่กำหนด เช่น แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (THEOS) มาตราส่วน 1 : 25,000 ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร

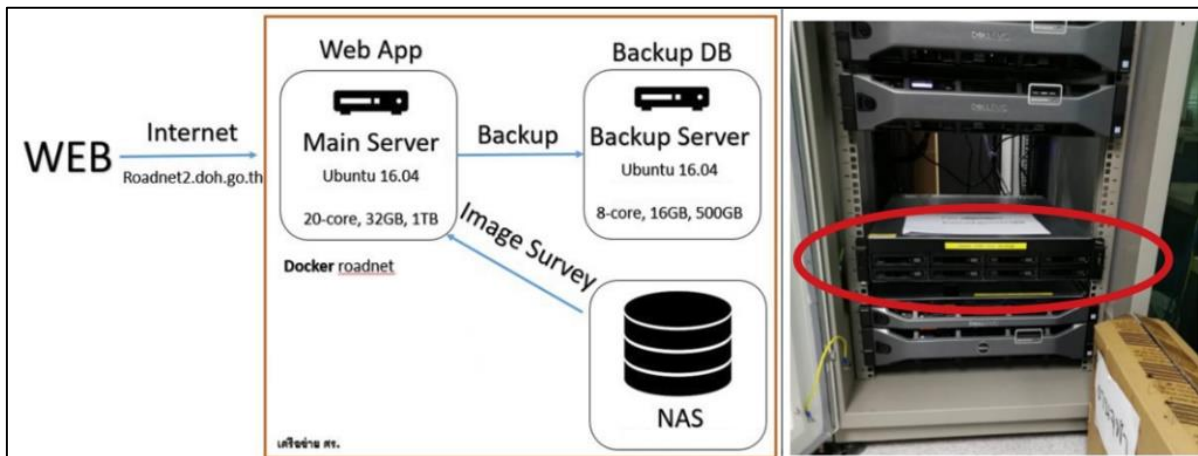
นอกจากการตรวจสอบแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (THEOS) ในประเด็นความละเอียดถูกต้องทางตำแหน่งทางราบแล้ว ยังจะมีการตรวจสอบคุณภาพในประเด็นอื่น ๆ ซึ่งที่ปรึกษาจะได้ออกแบบดำเนินการ เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานอันเป็นสากล เช่น การตรวจสอบอัตราการบีบอัดภาพที่ยังทำให้ภาพดูคล้ายคลึงต้นฉบับ อันเนื่องมาจากกระบวนการ Lossy compression (JPG/PNG) ให้อยู่ในเกณฑ์ความละเอียดจุดภาพ 800 x 600 พิกเซล กล่าวคือ การบีบอัดข้อมูล (Compression) คือ กระบวนการเข้ารหัสข้อมูลที่เลือกเอาเฉพาะบิตที่จำเป็นเท่านั้นเพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ และสามารถรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยกระบวนการ Lossy Compression จะตัดข้อมูลบางส่วนออกไปเพื่อลดขนาดของไฟล์ โดยข้อมูลที่ซ้ำซ้อนจะถูกตัดทิ้งอย่างถาวร ข้อดีคือขนาดข้อมูลจะลดลงมาก แต่ข้อเสียคือข้อมูลจะไม่ละเอียดเหมือนต้นฉบับ แต่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์งานทาง และแสดงผลในระบบสารสนเทศ Roadnet รวมไปถึงการคัดกรองข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดต่าง ๆ IRI Rutting หรือ MPD ที่ข้อมูลมีความผิดปกติจากการรับสัญญาณ เช่น ค่า IRI มากกว่า 10 เป็นต้น

ผลการเปรียบเทียบในส่วนของการตรวจสอบเชิงตำแหน่งระหว่างข้อมูลสำรวจที่ได้ลงพื้นที่ทำการสำรวจบนสายทางในแต่ละแขวงทางหลวง เปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งถ้าข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการทำงานแผนที่ หรือการแสดงผลข้อมูลสายทางบนระบบ แต่ถ้าข้อมูลดังกล่าวมาใช้งาน เช่น งานก่อสร้าง หรือการทำแผนที่รายละเอียดสูง เช่น 1:500 หรือ 1:100 เป็นต้น อาจจะต้องนำมาทดสอบค่าอีกครั้งจากการวัดด้วยกล้องระดับให้เหมาะสมมากขึ้น สรุปจากผลการเปรียบเทียบข้อมูล RMSE นี้สามารถนำไประบุค่าคุณภาพของข้อมูลหรือนำไปเป็นเอกสารอ้างอิง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางได้อย่างเหมาะสม



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

ที่ปรึกษาทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจสภาพทางในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS โดยจัดเก็บข้อมูลที่ี้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) อย่างเป็นระบบ โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง



รูปที่ 1-87 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

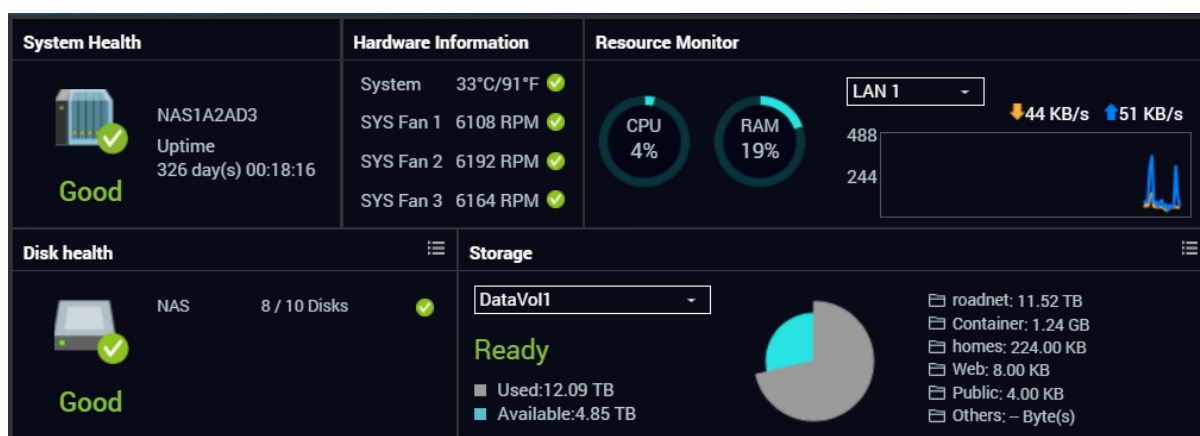
ปัจจุบันระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้ให้บริการตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน คือ การจัดเก็บข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลลักษณะผิวทาง ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ ข้อมูลสำรวจสภาพทางต่าง ๆ ที่ได้มีการสำรวจโดยสำนักบริหารบำรุงทาง อันประกอบด้วย ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าเฉลี่ยความลึกโพรไฟล์ (Mean Profile Depth : MPD) และค่าความเสียดทานผิว (Skidding : μ) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลบนภาพถ่ายผิวทาง และมีการแสดงผลข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง (Road Asset View) ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพทางมีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น โดยแสดงผลภาพถ่าย 2 ข้างทาง ข้อมูลค่าความเสียหาย และตำแหน่งบนระบบแผนที่ควบคู่หรือสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อมูลตำแหน่งของสะพาน ท่อลอด และข้อมูลหลักกิโลเมตร ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลบนแผนที่บนระบบเครือข่ายได้ รวมทั้งการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องต่อการวิเคราะห์งานบริหารและบำรุงทาง



จากการศึกษาอุปกรณ์แม่ข่ายของระบบ Roadnet ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Roadnet ทั้งฟังก์ชันและหน้าจอแสดงผลจะอยู่ในเครื่องแม่ข่าย Web Base Application ต่อมาเครื่องแม่ข่าย Database ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลรวมทั้งการ Backup ฐานข้อมูลไว้เพื่อป้องกันการสูญหายของฐานข้อมูลเครื่องแม่ข่ายเครื่องสุดท้าย คือ NAS มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางและภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากการสำรวจ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 1-38

ตารางที่ 1-38 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน

order	use	type	detail	ใช้ไป / Max
1	Database	CPU	Dell PowerEdge R430	RAM : 4 slots / 12 slots
			1x Intel Xeon 8-Core/16T E5-2620v4 2.1GHz, 20MB Cache, (85W) 2133M	
		RAM	16GB RDIMM, 2400MT/s Dual Rank	HDD : 4 Bay / 4 Bay
		HARD Drive	3 x 600 GB 10K RPM SAS 12 Gbps 2.5 in Hot-plug Hard Drive	
2	Web Base Application	CPU	DELL PowerEdge R730 Rack 2 U	RAM : 4 slots / 24 slots
			Intel Xeon E5-2640 V4 (Processor Base Frequency : 2.4GHz , CPU Core : 10 Core, TPD : 90W , Support instructions 64 bit, Cache : 25 MB Smart Cache) x 2	
		RAM	Memory Size : 32 GB, Memory Type : ECC DDR4 Bus 2133 Mhz	HDD : 6 Bay / 8 Bay
		HARD Drive	4x600GB 10K RPM SAS 12Gbps 2.5in Hotplug Hard Drive	
3	NAS	CPU	Qnap TS -EC880U - E3-R2	RAM : 2 slots / 4 slots
			Intel Xeon E3-1246 V3 Family 3.5 GHz Quad Core Processor	
		RAM	4 GB DDR3 ECC RAM (pre-installed 2 GB x 2) (Ex32GB) and Flash Memory 512MB DOM	HDD : 8 Bay / 8 Bay
		HARD Drive	HDD : 8 x 4TB SATA-III Western Red (64 MB) 5400 RPM	



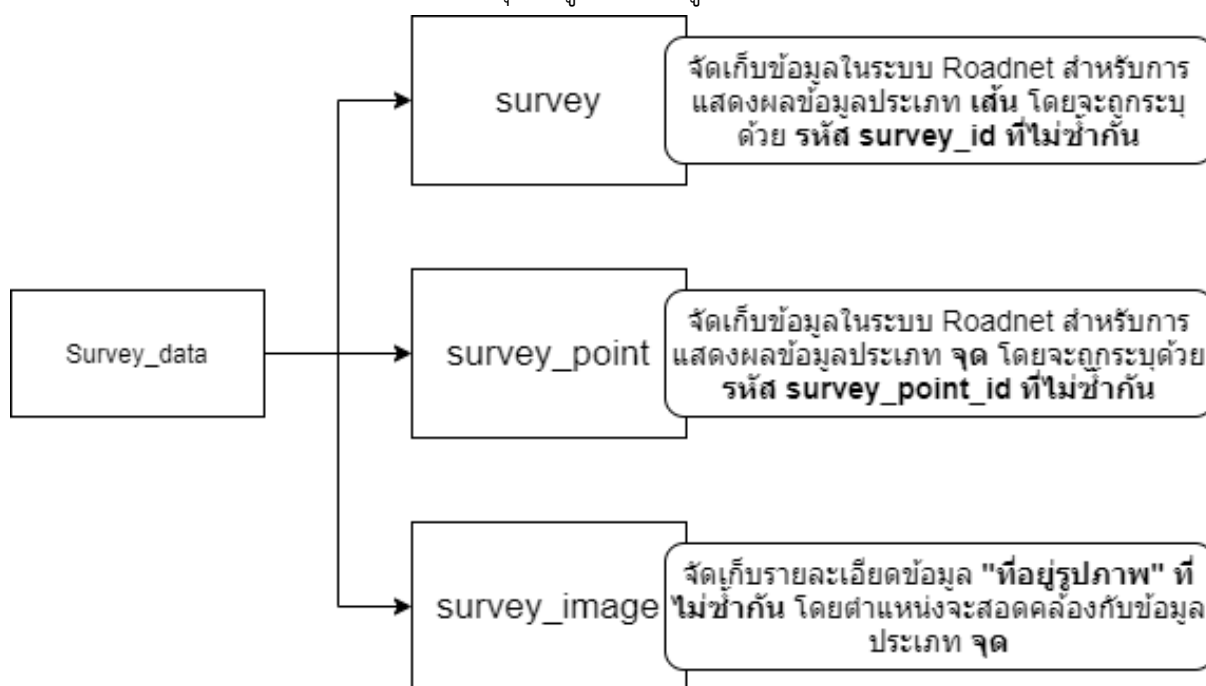
รูปที่ 1-88 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS)

จากภาพเป็นการแสดงผลการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล NAS ซึ่งมีการใช้การจัดเก็บข้อมูลอยู่ประมาณ 11.77 TB หลังจากดำเนินการสำรวจครบรอบตลอด 4 ปี ที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 จนถึงปี พ.ศ. 2566 ซึ่งมีขนาดการจัดเก็บที่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้อีก 4.85 TB สามารถรองรับการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจในรอบต่อไปได้



1.5.4 การจัดเก็บข้อมูลในระบบ Roadnet จะต้องไม่มีผลกระทบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบ และรูปแบบจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ

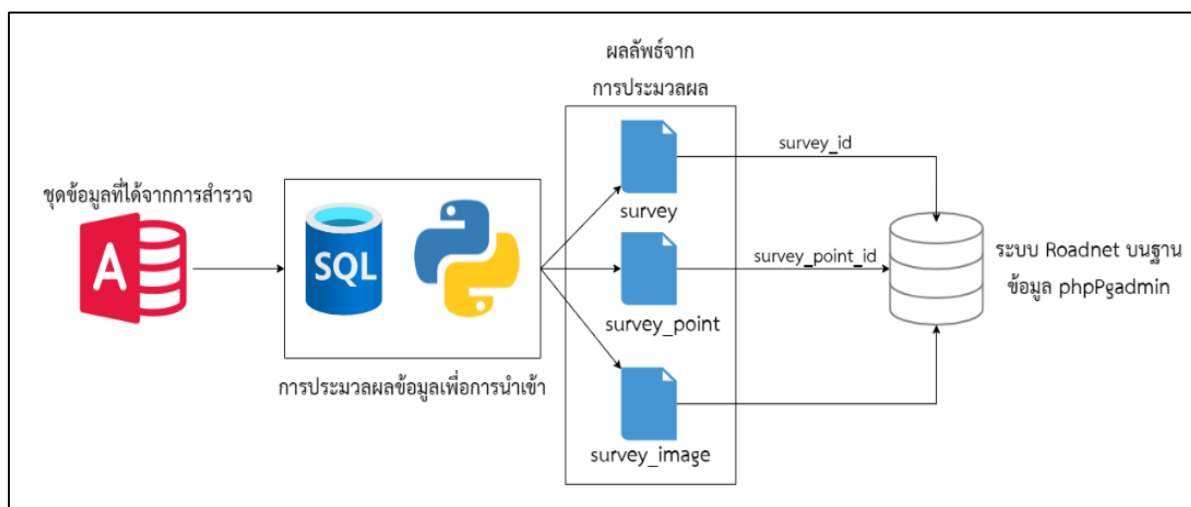
การจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin จะมีโครงสร้างตามข้อ 1.5.1 โดยมีการออกแบบโครงสร้างเพื่อยกระดับกระบวนการการนำเข้าข้อมูล เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบ โดยมีแบ่งกลุ่มข้อมูลสำรวจที่ถูกประมวลผลพร้อมนำเข้าระบบแสดงดังนี้



รูปที่ 1-89 แสดงการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin

จากแผนผังการแสดงผลการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของข้อมูลมี 3 ส่วน คือ 1.ข้อมูลกลุ่ม survey ที่ระบุตำแหน่งเส้นถนนบนทางหลวงของแต่ละตอนควบคุมบนระบบ 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 phpPgadmin สามารถอธิบายกระบวนการการนำเข้าได้ แสดงดังรูปที่ 1-90



รูปที่ 1-90 แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin

1.5.5 ที่ปรึกษาต้องจัดเก็บข้อมูลการสำรวจ ที่สำรวจโดยเครื่องชุดเครื่องมือเลเซอร์ เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางแบบ LCMS (Laser Crack Measurement System) และประมวลผลโดยระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection) และนำเสนอให้คณะกรรมการตรวจสอบได้เพื่อรองรับการเพิ่มประสิทธิภาพระบบ Roadnet ต่อไป

ในการสำรวจภายในปี 2566 ในครั้งนี้มีระยะทางรวมไม่น้อยกว่า 39,000 กม. และสามารถแบ่งการสำรวจด้วย 2 อุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS (Laser Crack Measurement System) ที่ต้องวิ่งระยะทางไม่ต่ำกว่า 29,000 กม. และอีกอุปกรณ์คือชุดอุปกรณ์สำรวจด้วยระบบ Laser Scan ระยะทางรวมไม่ต่ำกว่า 10,000 กม. ซึ่งภายในการสำรวจในปี 2566 นี้ ทางทีมที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษาผลลัพธ์การสำรวจที่ได้จากตัวอุปกรณ์ LCMS ทั้งค่าสภาพทาง และประมวลผลโดยระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection) เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างของระบบ Roadnet ได้

นอกจากนั้น ทางทีมที่ปรึกษาจะดำเนินการการตรวจสอบค่าความเสียหายจากระบบ Auto Crack Detection เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการตรวจสอบได้ รวมถึงรองรับการเพิ่มประสิทธิภาพระบบ Roadnet และจะดำเนินการประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องกล้องหลัง (Survey Pave Camera) ที่สามารถแสดงข้อมูลภาพรวมของสภาพความเสียหายผิวทาง พร้อมทั้งมีการระบุช่วง กม. ทุก ๆ 25 เมตร บนระบบ Roadnet ได้ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1-91



0041 ค้นหา ตัวเลือก ▾

ทางหลวงหมายเลข 0041 » ตอนควบคุม 0400 » ข้อมูลสำรวจ » ความเสียหาย กม.209+981-249+726 (เลน L2)

ความเสียหาย กม.209+981-249+726 (เลน L2)

พิมพ์ กลับ

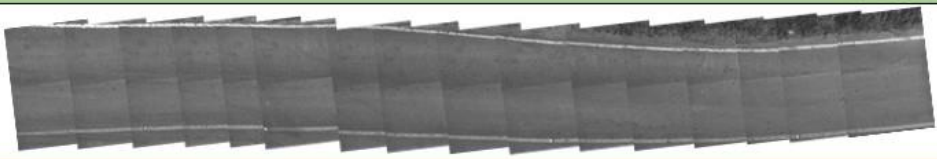
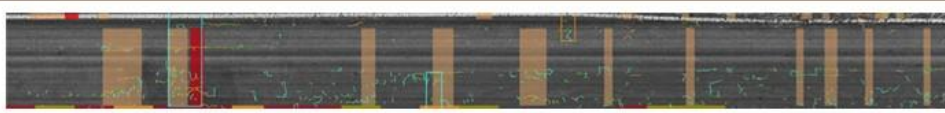
ภาพรวม	กม.	
สภาพความเสียหายแอสฟัลต์	212+025 - 212+050	
ความขรุขระ 0.59 1.74 [1.99] 7.63 ม./กม.	212+050 - 212+075	
ความลึกร่องล้อ 1.59 8.19 [8.96] 34.22 มม.	212+075 - 212+100	
รอยแตกต่อเนื่อง 56.89 ตร.ม.	212+100 - 212+125	
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง 7.85 ม.	212+125 - 212+150	
การหลุดร่อน 0.01 ตร.ม.	212+150 - 212+175	
รอยปะซ่อม 30.34 ตร.ม.	212+175 - 212+200	
หลุมบ่อ 0.02 ตร.ม.	212+200 - 212+225	
การเสียรูปร่างผิวทาง 0.00 ตร.ม.	212+225 - 212+250	
การเย็บ 1.87 ตร.ม.	212+250 - 212+275	
ความเสียหายขอบผิวทาง 0.00 ม.	212+275 - 212+300	
ความเสียหายไหล่ทาง 0.00 ม.	212+300 - 212+325	
ความเสียหายไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง 0.00 ม.	212+325 - 212+350	
	212+350 - 212+375	
	212+375 - 212+400	
	212+400 - 212+425	

ทุก 25 เมตร

สภาพความเสียหายแอสฟัลต์
รอยแตกต่อเนื่อง 0.01 ตร.ม.
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง 0.00 ม.
การหลุดร่อน 0.00 ตร.ม.
รอยปะซ่อม 0.00 ตร.ม.
หลุมบ่อ 0.00 ตร.ม.
การเสียรูปร่างผิวทาง 0.00 ตร.ม.
การเย็บ 0.00 ตร.ม.
ความเสียหายขอบผิวทาง 0.00 ม.
ความเสียหายไหล่ทาง 0.00 ม.

รูปที่ 1-91 ตัวอย่างผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องกล้องหลัง (Survey Pave Camera) ที่สามารถแสดงข้อมูลภาพรวมสภาพความเสียหายผิวทาง พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้



STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
2+025	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	0.00	0.00
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	0.00	0.66	0.66
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.17	0.17
2+050	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.33	0.25	0.08
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						
						

รูปที่ 1-92 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 2+025 – 2+050 บนทางหลวงหมายเลข 1257
ตอนควบคุม 100 แขวงทางหลวงชนบท 1

1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet

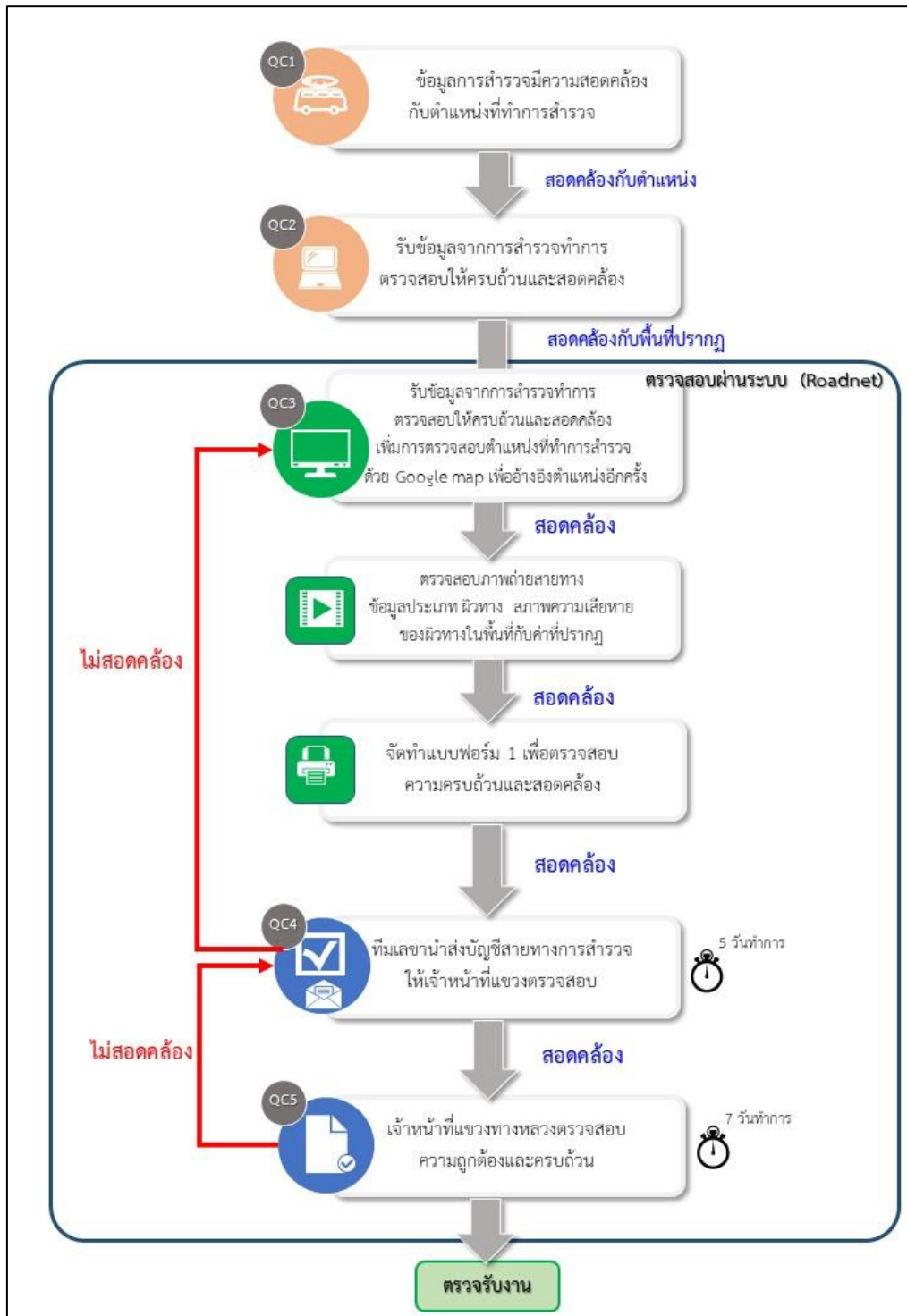
ข้อมูลการสำรวจที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ต้องมีความครบถ้วนถูกต้องโดยสามารถตรวจสอบผ่านระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้อย่างน้อย ดังนี้

1.6.1 การแสดงผลข้อมูลสภาพทางได้แก่ ข้อมูลค่าความสึกกร่อน (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และข้อมูลค่าความหยาบฉะของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง ดังนี้

- ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ
- ข้อมูลประเภท ผิวทาง จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง
- ความสอดคล้องของสภาพความเสียหายในพื้นที่กับค่าที่ปรากฏ



การตรวจสอบข้อมูลสำรวจ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจ จนมาถึงขั้นตอนการรับข้อมูลสำรวจ
ตลอดจนการนำเข้าสู่ระบบ Roadnet ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบตั้งแต่รายละเอียดภายในสายทาง
รวมทั้งความครบถ้วนของข้อมูลสำรวจ ความสอดคล้องและสัมพันธ์กับภาพถ่าย 2 ข้างทาง
โดยมีกระบวนการและรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1-93



รูปที่ 1-93 แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet



ในขั้นตอนการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจผ่านระบบ Roadnet ทางที่ปรึกษา มีการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) ทางด้านคุณภาพของข้อมูล ได้กำหนดเงื่อนไขการตรวจสอบ ความถูกต้อง ความครบถ้วน ความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ สายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวการสำรวจ มีความสอดคล้องทุกกระบวนการ โดยทำการตรวจสอบตามเงื่อนไขต่อไปนี้

ตารางที่ 1-39 แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน

ลำดับ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ตรง	ไม่ตรง
1	ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)	☒	☐
2	ข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)	☒	☐
3	ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)	☒	☐
4	ปรากฏภาพถ่าย 2 ข้างทาง ขึ้นครบตามจุดค่า IRI และไม่ซ้ำ	☒	☐
5	ภาพถ่ายไม่มีสิ่งแปลกปลอมมาบดบังทัศนวิสัย	☒	☐
6	ข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางของการสำรวจสอดคล้องกับโครงข่ายทางหลวง (HRIS)	☒	☐
7	ภาพถ่ายสายทางสอดคล้องกับตำแหน่ง GPS ของเส้นทางสำรวจ	☒	☐
8	ประเภทผิวทางมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง (แอสฟัลต์ / คอนกรีต)	☒	☐
9	ตำแหน่ง GPS เส้นทางสำรวจสัมพันธ์กับโครงข่ายทางหลวง (HRIS)	☒	☐
10	ปรากฏตารางข้อมูลค่าความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress)	☒	☐
11	ภาพเคลื่อนไหว (VDO) ไม่ซ้ำกันมีความต่อเนื่องจนถึงจุดสิ้นสุด	☒	☐

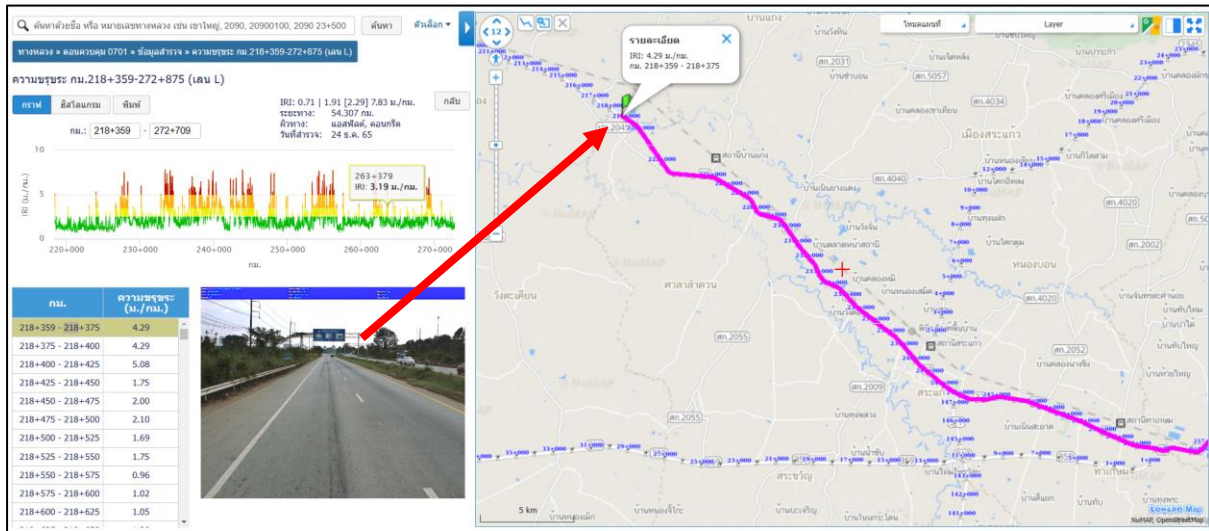
- **ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ**

การแสดงผลภาพถ่ายสองข้าง (LT/RT) เช่น ทางด้านซ้ายทางแสดงผลกิโลเมตรสำรวจ จากนั้นไปมากจะต้องสอดคล้องกับสายทางที่สำรวจในพื้นที่ โดยการแสดงผลสองข้างทาง ผ่านระบบ Roadnet2 แสดงผลทุก 25 เมตร ตามที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่องกันไปตลอดสายทาง สังเกตจากการแสดงพิกัดสายทางเส้นทางบนแผนที่ควบคู่กันไป



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566



รูปที่ 1-94 ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก

จากภาพถ่ายจุดเริ่มต้นความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจที่ปรึกษาทำการ
ตรวจสอบเพิ่ม 1 ขั้นตอนโดยเทียบภาพถ่ายสายทางและภาพจาก Google Map เพื่ออ้างอิง
ความสอดคล้องของตำแหน่งสายทางที่ทำการสำรวจ

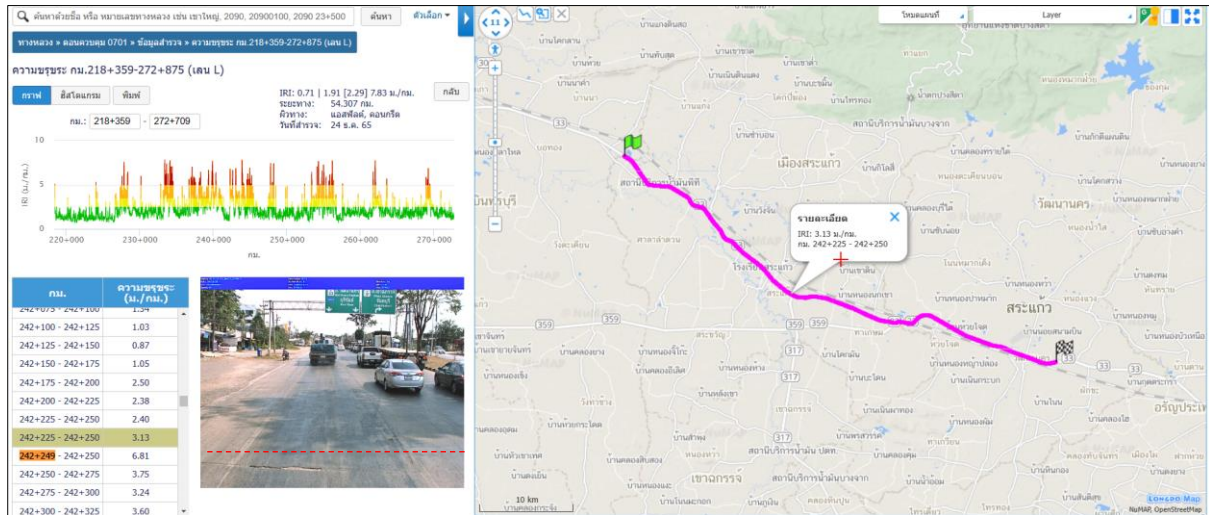


รูปที่ 1-95 ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map

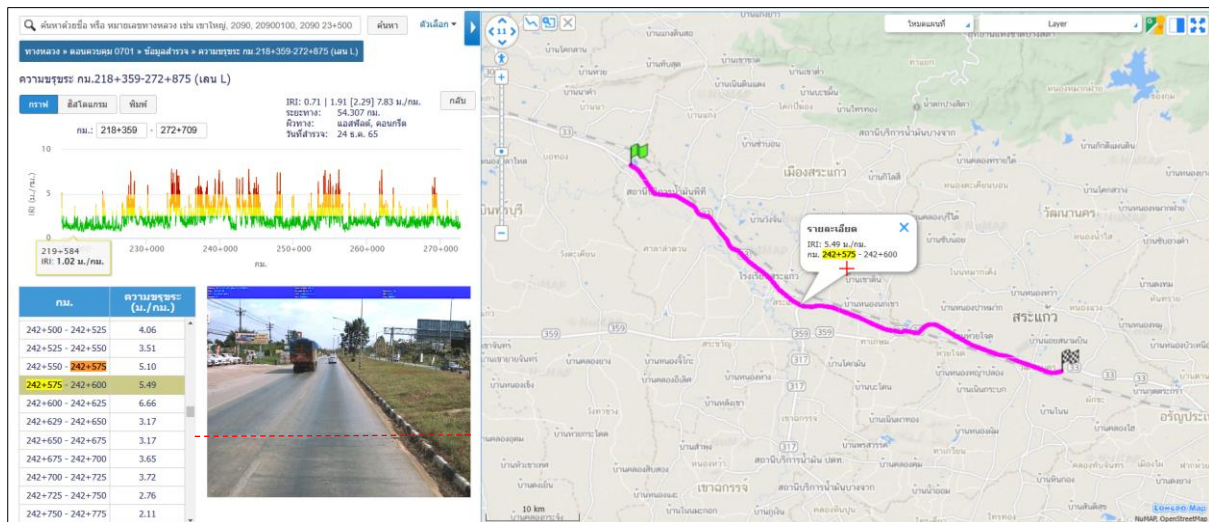


● ข้อมูลประเภท ผิวทาง จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง

ประเภทผิวทางผ่านระบบและผิวทางพื้นที่จริงต้องมีความสอดคล้องกัน โดยแสดงผล
ผิวทางแอสฟัลต์และผิวทางคอนกรีต ซึ่งในบางสายทางอาจมีผิวทางมากกว่า 1 ผิวทาง



รูปที่ 1-96 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์และรอยต่อผิวคอนกรีต



รูปที่ 1-97 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวแอสฟัลต์



● ความสอดคล้องของสภาพความเสียหายในพื้นที่กับค่าที่ปรากฏ

วิธีการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจเบื้องต้นจากการนำเข้าระบบข้อมูลสภาพทาง จะทำการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet โดยทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจในแต่ละสายทาง ยกตัวอย่าง การตรวจสอบความสอดคล้องของสภาพความเสียหายของข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) เนื่องจากข้อมูลกราฟแสดงค่าความขรุขระสากล (IRI) มากกว่าที่กำหนด จึงต้องตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างค่าความขรุขระสากล (IRI) และภาพถ่าย 2 ข้างทาง นอกจากนั้น การตรวจสอบการแสดงผลกราฟต้องเป็นไปตามปกติ ค่าของกราฟจะต้องไม่เท่ากับ 0 หรือการแสดงผลกราฟผิดเพี้ยนไป เมื่อพบข้อผิดพลาดดังกล่าว จะดำเนินการส่งข้อมูลกลับไปแก้ไข เพื่อความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูลจึงจำเป็นต้องตรวจสอบอย่างละเอียด ดังนี้





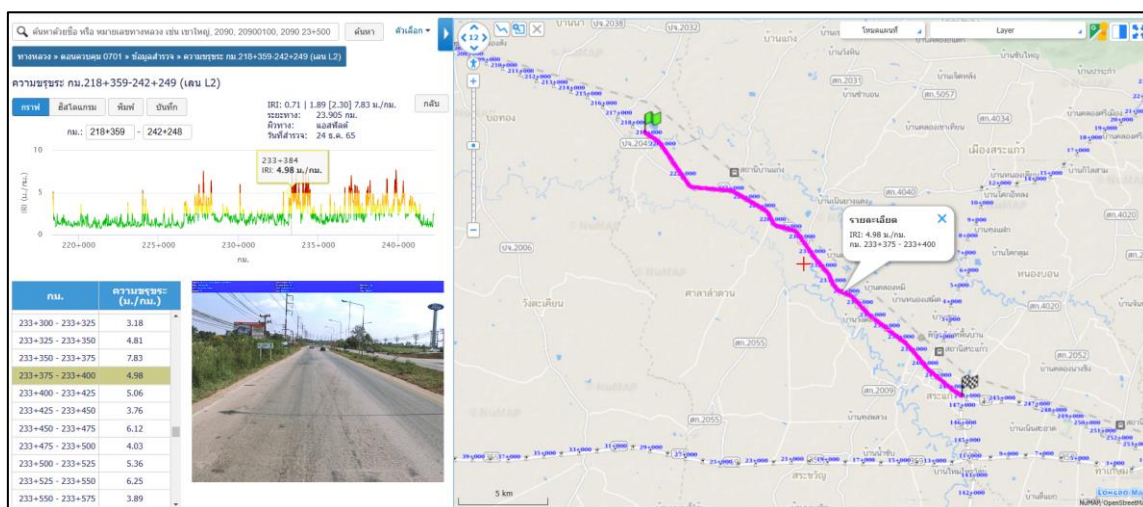
1.6.2 การแสดงผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จะต้องมีความถูกต้อง ครบถ้วน ตามแต่ละประเภทผิวทางทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต และแสดงข้อมูลตามสภาพความเสียหายที่ได้จากการสำรวจ

การตรวจสอบข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ที่ได้จากการประเมินความเสียหายผิวทางทั้งผิวทางแอสฟัลต์ และคอนกรีต มีกระบวนการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนนำเข้าระบบโดยมีกระบวนการตรวจสอบตามข้อ 1.4.2 ซึ่งเป็นกระบวนการก่อนนำเข้าข้อมูลเข้าระบบ Roadnet การตรวจสอบดังกล่าว สามารถทำการตรวจสอบตำแหน่งของข้อมูลเทียบกับสายทางที่มีค่าสภาพทางสูงเพียงเท่านั้น จนนำเข้าข้อมูลเข้าระบบ Roadnet จึงทำการตรวจสอบข้อมูลทางด้านความสอดคล้องและครบถ้วนกับภาพถ่าย 2 ข้างทาง และตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจ ตารางสภาพความเสียหายนำเข้าระบบมีความครบถ้วนสมบูรณ์ โดยมีรายการของประเภทความเสียหายของผิวทาง ดังนี้

ตารางที่ 1-40 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวแอสฟัลต์

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

จากผลการนำเข้าข้อมูลความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์ จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟของผลการสำรวจค่าสภาพทาง และข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-99 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายแอสฟัลต์



ความเสียหาย กม.218+359-242+249 (เลน L2)

พิมพ์

ภาพรวม

สภาพความเสียหายแอสฟัลต์	
ความขรุขระ	0.71 1.89 [2.30] 7.83 ม./กม.
ความลึกร่องล้อ	1.83 8.34 [9.52] 30.45 มม.
รอยแตกต่อเนื่อง	58.18 ตร.ม.
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง	2.67 ม.
การหลุดร่อน	0.24 ตร.ม.
รอยปะซ่อม	4.22 ตร.ม.
หลุมบ่อ	0.02 ตร.ม.
การเสียรูปร่างผิวทาง	0.00 ตร.ม.
การเย็บ	46.55 ตร.ม.
ความเสียหายขอบผิวทาง	0.00 ม.
ความเสียหายไหล่ทาง	0.00 ม.
ความเสียหายไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง	0.00 ม.

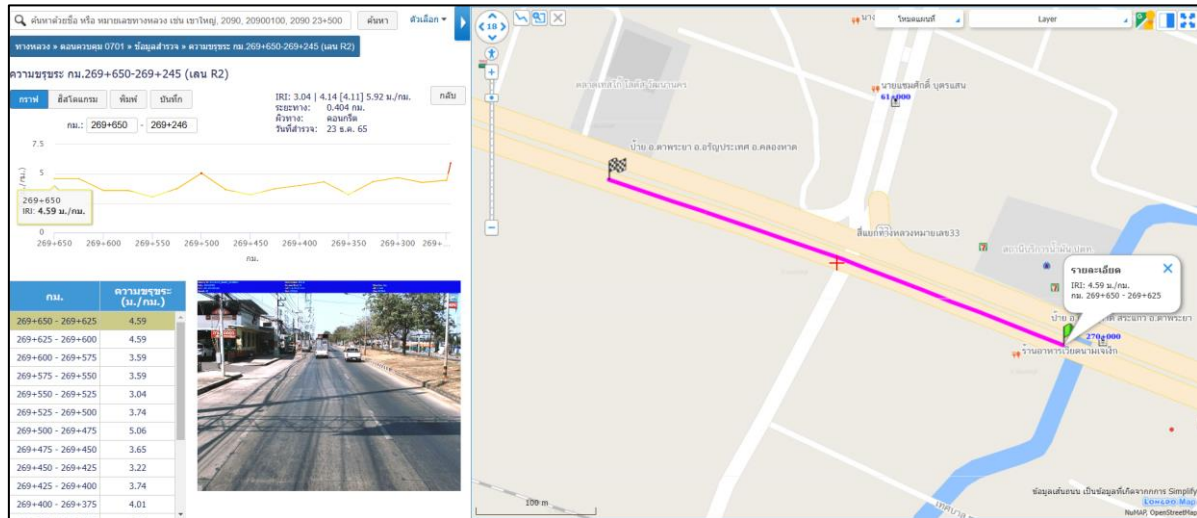
รูปที่ 1-100 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายแอสฟัลต์

ตารางที่ 1-41 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 จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟของผลการสำรวจค่าสภาพทาง และข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-101 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต

ความเสียหาย กม.269+650-269+245 (เลน R2)	
พิมพ์	
ภาพรวม	
สภาพความเสียหายคอนกรีต	
จำนวนแผ่นแตกตามขวาง	4.00 แผ่น
วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย	0.00 ม.
จำนวนแผ่นแตกตามยาว และแนวทแยง	3.00 แผ่น
รอยปะซ่อม	0.00 ตร.ม.
รอยเลื่อนต่างระดับ > 12 มม.	0.00 จุด
MPD	0.56 0.63 [0.66] 0.86 มม.
รอยบิ่นกะเทาะ	0.00 จุด
โหลทางเสียหาย	0.00 ม.
มุมแตก	0.00 จุด
โพรงใต้แผ่นคอนกรีต	0.00 แผ่น

รูปที่ 1-102 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายคอนกรีต



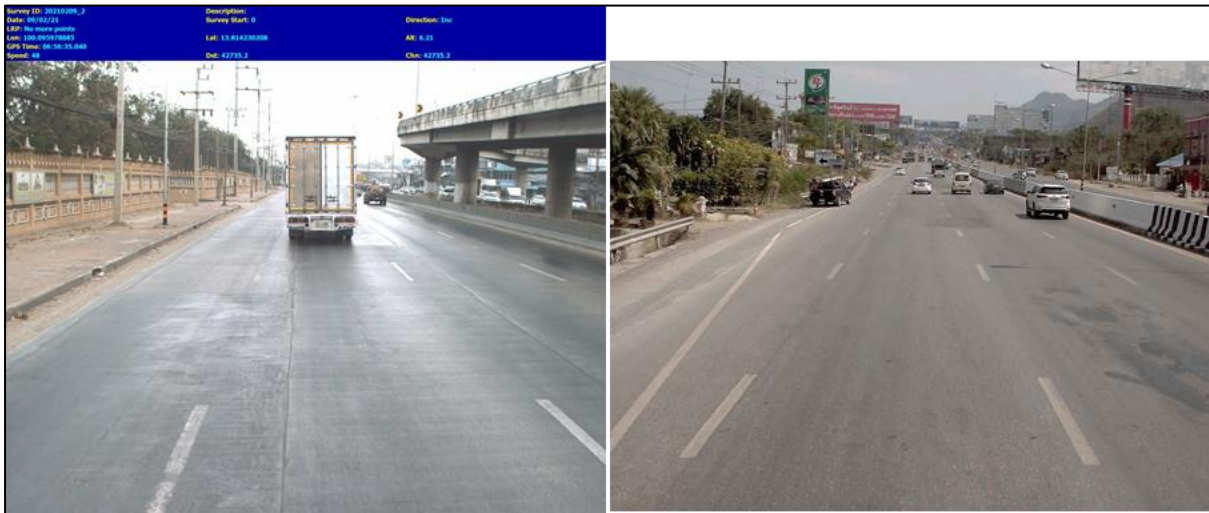
1.6.3 ภาพถ่ายและภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของถนนและสองข้างทาง ต้องมีความสมบูรณ์ของภาพ ดังนี้

- ภาพถ่ายจะต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมมาบดบังความชัดเจนอันแสดงถึงสภาพของผิวทางหรือทรัพย์สินต่าง ๆ ที่ติดตั้งในบริเวณเขตทางหลวง เช่น คราบหยดน้ำ หรือเงาสะท้อนจากกระจก เป็นต้น
- ภาพถ่ายสองข้างทาง จากการนำภาพถ่าย 2 ข้างทางที่ได้จากการสำรวจด้วยกล้องภายในห้องโดยสารของรถสำรวจ (DVR) นำมาเรียงลำดับภาพทุก ๆ 25 เมตร จนออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหว (VDO) จากการตรวจสอบภาพถ่ายต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น เงาสะท้อนจากกระจก คราบหยดน้ำ คราบมูลนกหรืออื่น ๆ เป็นต้น ที่บดบังทัศนวิสัยในการแสดงผลบนหน้าระบบ Roadnet มีตัวอย่างภาพที่เกิดปัญหาแสดงดังรูปที่ 1-103



รูปที่ 1-103 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก

- สัดส่วนภาพต้องเห็นผิวจราจรและสองข้างทางไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ภาพ
- สัดส่วนภาพต้องเห็นผิวจราจรและสองข้างทาง คิดเป็นร้อยละของภาพทั้งหมด ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบโดยวิธีดูภาพถ่ายสองข้างทางและภาพเคลื่อนไหว (VDO) โดยภาพที่สอดคล้องดังตัวอย่างนี้



รูปที่ 1-104 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง

- ความครบถ้วนของภาพจะต้องแสดงผลสอดคล้องตามระยะและทิศทาง (LT/RT) ของการแสดงผลข้อมูลสภาพทาง (ทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า) โดยภาพในแต่ละระยะจะต้องไม่มีความซ้ำซ้อนหรือสลับกัน
- ภาพถ่ายต้องไม่กระตุกไม่ซ้ำกันสลับซับซ้อน โดยการตรวจสอบจำเป็นต้องทำการตรวจสอบผ่านการดูภาพถ่ายสองข้างทาง เช่นจากกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ภาพที่เปลี่ยนทุก ๆ 25 เมตร มีความสอดคล้องหรือไม่ และตรวจสอบจากฟังก์ชันการดูภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของสายทางบนระบบ Roadnet

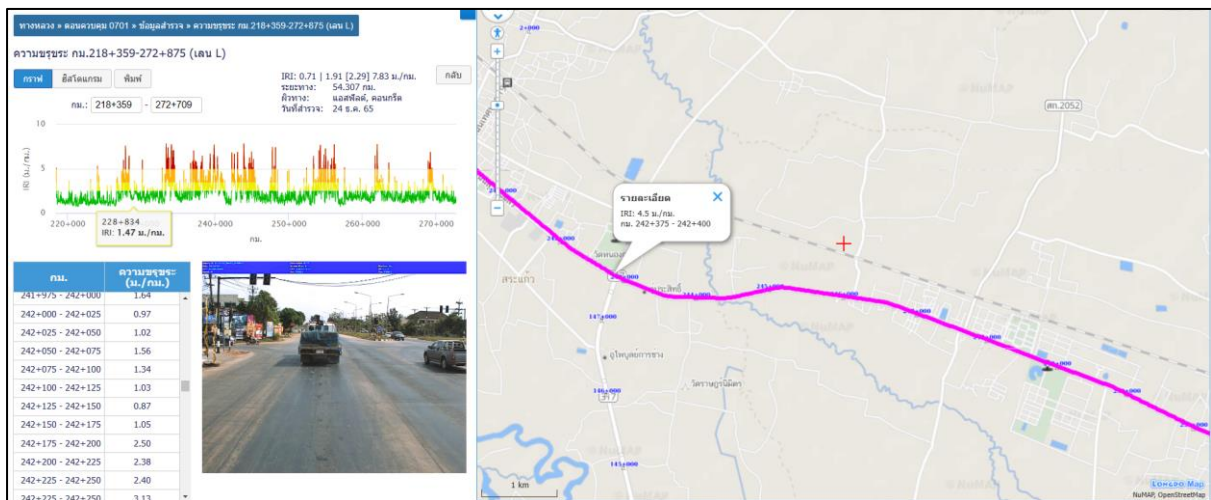


รูปที่ 1-105 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน



1.6.4 การแสดงพิกัดสายทาง (Coordinates) จะต้องมีความสอดคล้องกับภาพถ่ายสายทางและสภาพพื้นที่

การแสดงพิกัดสายทางเส้นทาง (Coordinates) สายทางที่สำรวจและแผนที่ Base map ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน ตำแหน่งหลักกิโลเมตรของจุดสำรวจสภาพทาง เรียงตามจุด Layer หลักกิโลเมตรของสายทาง ไม่สลับซับซ้อน ข้อมูลภาพถ่ายสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงที่ปรากฏ จุดสังเกต เช่น ทางแยก สะพาน รวมทั้งทิศทางของสายทางที่ต้องต่อเนื่องจนถึงจุดสิ้นสุดของสายทาง แสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-106 ตัวอย่างการแสดงผลการแสดงผลพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 33 ตอนควบคุมที่ 701

1.6.5 เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้ว่าจ้างสามารถแต่งตั้งคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคเพื่อตรวจสอบ ความครบถ้วนสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อทางที่ปรึกษาได้ทำการนำข้อมูลสำรวจขึ้นระบบ Roadnet แล้วเสร็จ จึงเริ่มทำการตรวจสอบความครบถ้วน และความสอดคล้องของข้อมูล โดยที่ปรึกษาจะจัดรูปแบบในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลโดยละเอียด และเมื่อผ่านการตรวจสอบดังกล่าว จึงจะจัดทำบัญชีสรุปผลการสำรวจเป็นรายแขวงทางหลวง โดยจะสรุปบัญชีสายทางส่งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลความครบถ้วนของข้อมูล จากสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง เป็นบัญชีตรวจสอบรอบที่ 4 รูปที่ 1-107 และที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำบัญชีสรุป สายทางส่งไปยังหน่วยงานภายในพื้นที่แขวงทางหลวง ให้แก่คณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคเพื่อตรวจสอบ ซึ่งจะทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งว่าตั้งอยู่ภายในพื้นที่ดังกล่าวหรือไม่ โดยขั้นตอนการตรวจสอบนี้จะเป็นการตรวจสอบรอบที่ 5 (QC5) มีรายละเอียดตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 1-108 โดยกระบวนการทั้งสิ้น ที่ปรึกษาได้จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบแสดงดังรูปที่ 1-109



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566

แขวงทางหลวงที่																		
หมายเลข ทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	แผนการสำรวจ				ผลการสำรวจ										หมายเหตุ	กรมตรวจ
			กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทางจริง	ระยะทางสำรวจ ต่อ 2 ช่อง	วันที่สำรวจ		กม.เริ่มต้นการ สำรวจ	กม.สิ้นสุด การ สำรวจ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	ผิวทาง	จำนวนช่อง จราจร	สถานะการวิ่ง สำรวจ			
							เริ่ม	สิ้นสุด										
แผนการสำรวจ						0.000	ผลการสำรวจ				0.000	กิโลเมตร						

รูปที่ 1-107 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง



CUTI
สถาบันการขนส่ง
ทางถนนมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี





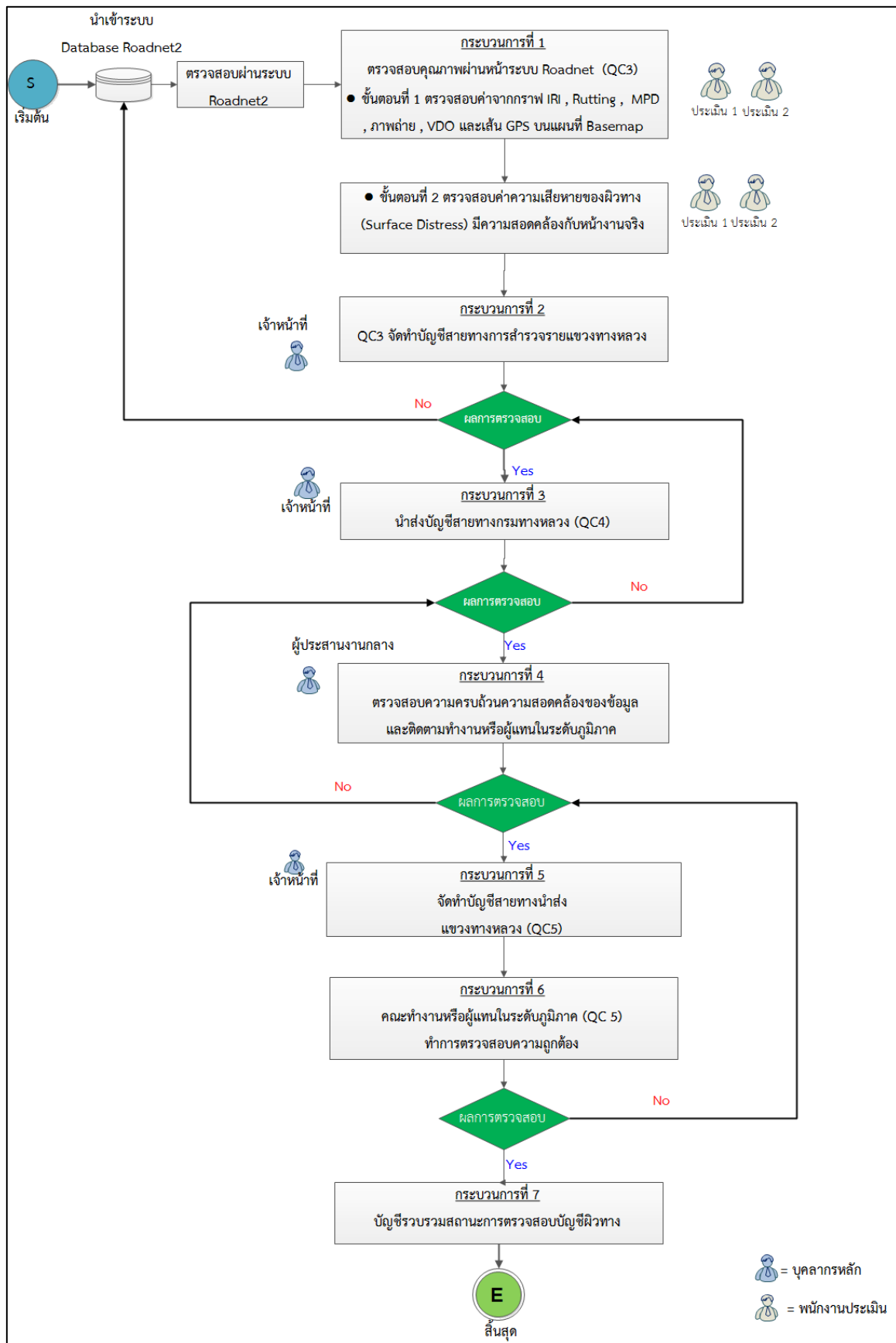
รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566

แขวงทางหลวงที่.....											
หมายเหตุ : การตรวจสอบให้ตรวจสอบในแถวที่ระบุ ระยะทาง (กม.) เท่านั้น กรณีส่งตรวจครั้งที่ 1 แถวที่ไม่ระบุ ระยะทาง (กม.) หมายถึง จะส่งตรวจในครั้งที่ 2 กรณีส่งตรวจครั้งที่ 2 แถวที่ไม่ระบุ ระยะทาง (กม.) หมายถึง ท่านได้ตรวจสอบไปในครั้งที่ 1 แล้ว ข้อมูลระยะทางแผนการสำรวจ อ้างอิง วันที่ 18 พฤศจิกายน 2565											
หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	แผนการสำรวจ		ช่องจราจร	ผลการสำรวจ			ประเภททาง	สรุป / สอดคล้อง x ไม่ สอดคล้อง	ข้อสังเกต
			กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด		กม.เริ่มต้น การสำรวจ	กม.สิ้นสุด การสำรวจ	ระยะทาง (กม.)			
รวมระยะทาง											
									ลงชื่อ		
									(		)
											ผู้ประสานงานตรวจสอบข้อมูล

รูปที่ 1-108 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5





รูปที่ 1-109 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ



อ้างอิงจากรูปที่ 1-109 รายละเอียดขยายความกระบวนการตรวจสอบ ผ่านหน้าระบบ Roadnet
มีกระบวนการทั้งสิ้น 7 กระบวนการ ดังนี้

กระบวนการที่ 1

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 Roadnet
- 6) ภาพเคลื่อนไหว (VDO) มีความต่อเนื่องไม่สะดุด
- 7) พิกัดเส้นสำรวจสอดคล้องกับ GPS บนแผนที่ Basemap

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

กระบวนการที่ 2

เจ้าหน้าที่ QC3 จัดทำบัญชีสายทางการสำรวจรายแขวงทางหลวงดำเนินการจัดทำบัญชี
สรุปสายทางส่งไปยังหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางให้แก่คณะทำงาน ดังตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ
QC4 รายแขวงทางหลวง แสดงดังรูปที่ 1-107

กระบวนการที่ 3

เจ้าหน้าที่ผู้ประสานงานกลาง ดำเนินบันทึกผล รายงานผลระยะทางความก้าวหน้าวันที่รับ –
ส่งข้อมูลและดำเนินการประสานงานไปยังหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางให้แจกจ่ายบัญชีสายทาง
แก่คณะทำงานตรวจสอบ



กระบวนการที่ 4

เจ้าหน้าที่ QC4 ตรวจสอบความครบถ้วนความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ สายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวการสำรวจ ต้องสอดคล้องทุกกระบวนการ และติดตามคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC5

กระบวนการที่ 5

เจ้าหน้าที่ QC4 จัดทำบัญชีสายทางการสำรวจรายแขวงทางหลวงดำเนินการจัดทำบัญชีสรุปสายทางนำส่งแก่คณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC5

กระบวนการที่ 6

เจ้าหน้าที่ QC5 ตรวจสอบ ความถูกต้องของสายทาง ความครบถ้วนความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ สายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวทาง การสำรวจ ต้องสอดคล้องทุกกระบวนการ และติดตามคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคในกระบวนการ QC 5

กระบวนการที่ 7

ที่ปรึกษาจัดทำสรุปบัญชีรวบรวมสถานการณ์ตรวจสอบบัญชีผิวทาง และติดตามระยะทางการผ่านการตรวจสอบ พร้อมทั้งรายงานผลเป็นประจำวันสัปดาห์

ทั้งนี้ ในกรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสำรวจที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำเอกสารในการแจ้งผล โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง ตอนควบคุม และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร เพื่อแจ้งเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง โดยแจ้งในกลุ่ม LINE Open Chat แสดงดังรูปที่ 1-110



รูปที่ 1-110 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS



และหากในกรณีแจ้งประเด็นปัญหาหรืองานก่อสร้าง ระหว่างเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค
แขวงทางหลวงและหน่วยงานสำนักบริหารบำรุงทางแจ้งในกลุ่ม LINE Open Chat ดังนี้



รูปที่ 1-111 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค

เมื่อพบข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีผิวทาง ที่ปรึกษาสามารถหมายเหตุข้อมูลการสำรวจ
เป็นจุดสังเกต เพื่อให้เจ้าหน้าที่จากสำนักบริหารบำรุงทาง และเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง
ทำการตรวจสอบบัญชีของตนเองผ่านระบบ Roadnet อีกครั้ง โดยมีรายละเอียดของหมายเหตุ ดังนี้

1. ระยะทางสำรวจไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อทำการสำรวจ กม.เริ่มต้น - กม.สิ้นสุด
ระยะสำรวจไม่สอดคล้องกับระยะทางในบัญชีลักษณะผิวทาง
2. ข้อมูลจำนวนช่องจราจรไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริง
เป็น 4 ช่องจราจร แต่บัญชีลักษณะผิวทางระบุ 2 ช่องจราจร หรือ สภาพจริง
เป็น 2 ช่องจราจร แต่บัญชีลักษณะผิวทางเป็น 4 ช่องจราจร ควรแจ้งให้งานสถิติ
ตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet ให้เป็นปัจจุบัน
3. ข้อมูลทางขนานไม่ตรงกับบัญชี, ข้อมูลอุโมงค์ทางลอดไม่ตรงกับบัญชี, ข้อมูลสะพาน
ข้ามแยกไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริงพบข้อมูลทางขนาน,
อุโมงค์ทางลอด และสะพานข้ามแยก แต่บัญชีลักษณะผิวทาง ไม่ระบุข้อมูลทางขนาน,
อุโมงค์ทางลอด และสะพานข้ามแยก ที่ปรึกษาจึงได้สำรวจเพิ่มจากบัญชีลักษณะผิวทาง
ควรแจ้งให้งานสถิติตรวจสอบ และปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet ให้เป็นปัจจุบัน



4. ข้อมูลประเภทผิวทางไม่ตรงกับบัญชี เช่น เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าประเภทผิวทางตามสภาพจริงไม่ตรงตามบัญชีลักษณะผิวทาง ควรแจ้งให้งานสถิติ ตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet ให้ เป็นปัจจุบัน
5. รอนำส่งข้อมูลครั้งที่ 2 คือ ไม่สามารถนำส่งได้ในรอบนี้ ทำให้สายทางช่วงนี้ไม่ต้องตรวจสอบ และจะมีการส่งข้อมูลให้ตรวจสอบ 2 ครั้ง
6. ตรวจสอบแล้วเสร็จ, อยู่ระหว่างตรวจสอบของแขวงฯ (เฉพาะบัญชี QC5), อยู่ระหว่างตรวจสอบของกรมฯ (เฉพาะบัญชี QC4) คือ สายทางในช่วงดังกล่าว ท่านได้เคยตรวจสอบและยืนยันผลการตรวจสอบแล้ว หรืออยู่ระหว่างการตรวจสอบของแขวงฯ ในการส่งตรวจครั้งที่ 1 (เฉพาะบัญชี QC5) หรืออยู่ระหว่างการตรวจสอบของกรมฯ ในการส่งตรวจครั้งที่ 1 (เฉพาะบัญชี QC4)
7. ไม่สามารถสำรวจได้ คือ มีการก่อสร้างระหว่างที่ที่ปรึกษาดำเนินการสำรวจซึ่งช่วงกม. ดังกล่าวจะไม่มีข้อมูลการสำรวจ หรือโอนให้หน่วยงานอื่น



ที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจและประมวลผล นำเข้าระบบ Roadnet ทำการรวบรวมข้อมูลผ่าน การตรวจสอบจากแนวทางหลวง (QC5) โดยรายงานขั้นสุดท้าย นำส่งข้อมูล ระยะทางทั้งสิ้น 39,818.180 กิโลเมตร โดยที่ปรึกษาได้แยกข้อมูลตามพื้นที่สำนักงานทางหลวง แสดงดังตารางที่ 1-42 โดยรายละเอียด การนำส่งบัญชีสายทางสำรวจในแต่ละงวดงานแสดงดังภาคผนวก ง

ตารางที่ 1-42 แสดงตารางสรุประยะทางส่งมอบจากในระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย

สำนักงานทางหลวง	อุปกรณ์สำรวจ LCMS (กม.)	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer (กม.)	ระยะทางสำรวจ รวมสำนักงานทางหลวง (กม.)
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,671.165	444.720	2,115.885
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	1,573.344	852.099	2,425.443
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,134.946	860.257	1,995.203
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,004.210	434.582	1,438.792
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,093.281	459.967	1,553.248
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,048.125	633.722	1,681.847
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,500.696	378.886	1,879.582
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,455.769	451.187	1,906.956
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,212.385	448.342	2,660.727
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,118.797	584.244	3,703.041
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	1,558.837	798.260	2,357.097
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,664.697	858.669	2,523.366
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,881.783	117.461	1,999.244
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,199.114	428.448	2,627.562
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2,016.937	744.852	2,761.789
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	2,143.110	958.538	3,101.648
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,700.920	490.967	2,191.887
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	690.261	204.602	894.863
ระยะทางสำรวจรวม (กม.)	29,668.377	10,149.803	39,818.180



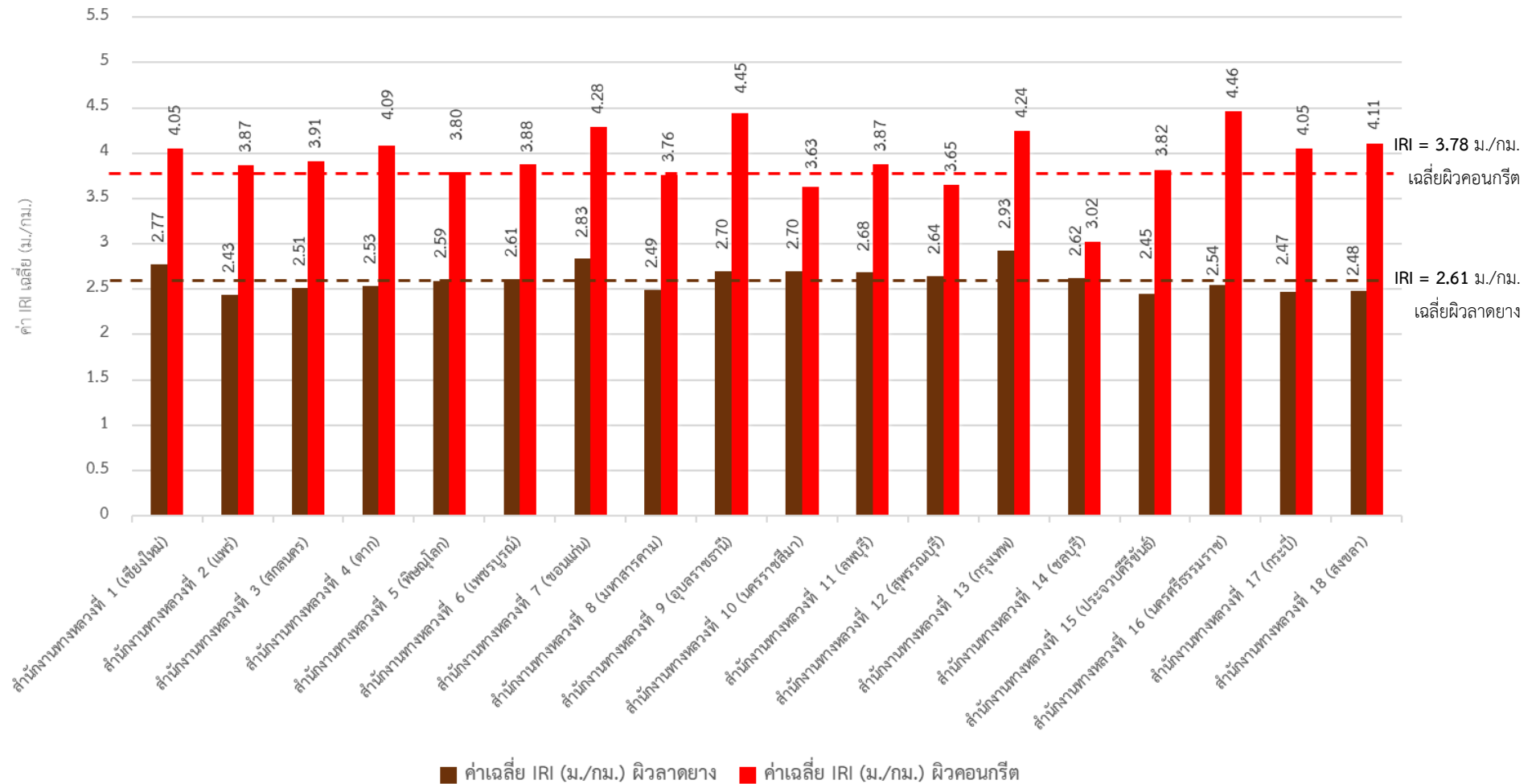
การสรุปผลการสำรวจภาพรวมปี 2566 โดยจำแนกทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง รวมทั้งได้ทำการจัดทำผลการแสดงผลข้อมูลในแผนภูมิแท่ง โดยแสดงข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index ; IRI) ข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth ; MPD) จำแนกตามพื้นที่การดูแลแต่ละสำนักงานทางหลวง พร้อมทั้งค่าเฉลี่ยจำแนกตามประเภทผิวทาง แสดงดังรูปที่ 1-112 ถึง รูปที่ 1-114 ตารางที่ 1-43 สรุปผลความเสียหายจากการสำรวจสภาพทางรายสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ระยะทางรวมทั้งสิ้น (กม.)	ค่าเฉลี่ย						
				IRI (ม./กม.)			RUT (มม.)	MPD (มม.)		
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต		ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ค่าเฉลี่ยรวม	ผิวลาดยาง	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ค่าเฉลี่ยรวม
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,709.235	406.650	2,115.885	2.77	4.05	3.02	4.91	0.68	0.59	0.66
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,235.863	189.580	2,425.443	2.43	3.87	2.55	5.04	0.64	0.53	0.63
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,929.173	66.030	1,995.203	2.51	3.91	2.56	5.24	0.64	0.55	0.64
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,274.042	164.750	1,438.792	2.53	4.09	2.71	5.32	0.67	0.56	0.66
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,340.188	213.060	1,553.248	2.59	3.80	2.76	5.29	0.60	0.45	0.58
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,560.077	121.770	1,681.847	2.61	3.88	2.70	5.80	0.68	0.56	0.67
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,658.502	221.080	1,879.582	2.83	4.28	3.00	6.24	0.73	0.61	0.72
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,836.116	70.840	1,906.956	2.49	3.76	2.54	5.63	0.66	0.48	0.65
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,564.667	96.060	2,660.727	2.70	4.45	2.76	5.47	0.70	0.51	0.69
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,382.061	320.980	3,703.041	2.70	3.63	2.78	6.56	0.72	0.58	0.71
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,060.147	296.950	2,357.097	2.68	3.87	2.83	5.97	0.73	0.55	0.71
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,906.786	616.580	2,523.366	2.64	3.65	2.89	5.17	0.64	0.48	0.60
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,656.894	342.350	1,999.244	2.93	4.24	3.15	4.90	0.66	0.52	0.64
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1,954.812	672.750	2,627.562	2.62	3.02	2.72	4.63	0.63	0.36	0.56
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2,570.369	191.420	2,761.789	2.45	3.82	2.54	4.87	0.64	0.50	0.63
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	3,029.708	71.940	3,101.648	2.54	4.46	2.59	5.12	0.65	0.52	0.65
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	2,127.947	63.940	2,191.887	2.47	4.05	2.52	4.57	0.76	0.45	0.75
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	864.893	29.970	894.863	2.48	4.11	2.54	4.67	0.66	0.51	0.66
ผลรวมทั้งหมด	35,661.480	4,156.700	39,818.180	2.61	3.78	2.73	5.35	0.67	0.50	0.66



ตารางที่ 1-44 สรุปผลจากการสำรวจสภาพทางค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) และสัดส่วนร้อยละค่าเฉลี่ย IRI < 3.5

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย IRI (ม./กม.)		ระยะทาง (กม.)								สัดส่วนร้อยละ IRI < 3.5		
					IRI < 2.5 ดีมาก		2.5 ≤ IRI < 3.5 ดี		3.5 ≤ IRI < 4.5 พอใช้		IRI ≥ 4.5 ชำรุด				
	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ผิว ลาดยาง	ผิว คอนกรีต	ภาพ รวม
สทล. 1 (เชียงใหม่)	1,709.235	406.650	2.77	4.05	1,080.915	6.913	492.765	180.438	110.915	196.288	24.640	23.013	92.07	46.07	83.23
สทล. 2 (แพร่)	2,235.863	189.580	2.43	3.87	1,733.913	28.925	438.375	68.355	52.175	63.175	11.400	29.125	97.16	51.31	93.57
สทล. 3 (สกลนคร)	1,929.173	66.030	2.51	3.91	1,338.648	33.755	518.800	8.675	66.650	11.750	5.075	11.850	96.28	64.26	95.22
สทล. 4 (ตาก)	1,274.042	164.750	2.53	4.09	921.142	3.120	303.275	50.855	45.075	84.800	4.550	25.975	96.10	32.76	88.85
สทล. 5 (พิษณุโลก)	1,340.188	213.060	2.59	3.80	912.563	9.050	376.775	97.960	47.700	85.000	3.150	21.050	96.21	50.23	89.90
สทล. 6 (เพชรบูรณ์)	1,560.077	121.770	2.61	3.88	902.727	49.024	561.850	27.599	86.075	29.624	9.425	15.524	93.88	62.92	91.64
สทล. 7 (ขอนแก่น)	1,658.502	221.080	2.83	4.28	859.277	26.155	645.150	70.700	137.625	77.225	16.450	47.000	90.71	43.81	85.19
สทล. 8 (มหาสารคาม)	1,836.116	70.840	2.49	3.76	1,278.516	37.365	455.300	18.975	89.200	8.475	13.100	6.025	94.43	79.53	93.88
สทล. 9 (อุบลราชธานี)	2,564.667	96.060	2.70	4.45	1,651.292	13.435	749.350	32.550	134.875	26.250	29.150	23.825	93.60	47.87	91.95
สทล. 10 (นครราชสีมา)	3,382.061	320.980	2.70	3.63	1,895.236	61.825	1,117.350	119.680	287.875	104.575	81.600	34.900	89.08	56.55	86.26
สทล. 11 (ลพบุรี)	2,060.147	296.950	2.68	3.87	1,072.947	88.175	817.225	54.150	140.050	113.975	29.925	40.650	91.75	47.93	86.23
สทล. 12 (สุพรรณบุรี)	1,906.786	616.580	2.64	3.65	1,293.111	33.150	502.525	323.105	84.875	224.150	26.275	36.175	94.17	57.78	85.28
สทล. 13 (กรุงเทพ)	1,656.894	342.350	2.93	4.24	783.519	47.950	649.675	86.400	191.275	121.600	32.425	86.400	86.50	39.24	78.41
สทล. 14 (ชลบุรี)	1,954.812	672.750	2.62	3.02	1,148.712	357.450	691.450	229.275	103.750	74.275	10.900	11.750	94.13	87.21	92.36
สทล. 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2,570.369	191.420	2.45	3.82	1,930.344	21.850	546.300	55.725	87.900	75.095	5.825	38.750	96.35	40.53	92.48
สทล. 16 (นครศรีธรรมราช)	3,029.708	71.940	2.54	4.46	2,031.758	5.525	877.575	28.025	106.200	23.500	14.175	14.890	96.03	46.64	94.88
สทล. 17 (กระบี่)	2,127.947	63.940	2.47	4.05	1,435.397	2.600	621.850	36.940	62.900	14.900	7.800	9.500	96.68	61.84	95.66
สทล. 18 (สงขลา)	864.893	29.970	2.48	4.11	599.268	1.475	240.400	13.845	23.200	7.950	2.025	6.700	97.08	51.12	95.54
รวม	35,661.480	4,156.700	2.61	3.78	22,869.285	827.741	10,605.990	1,503.251	1,858.315	1,342.606	327.890	483.101			



รูปที่ 1-112 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



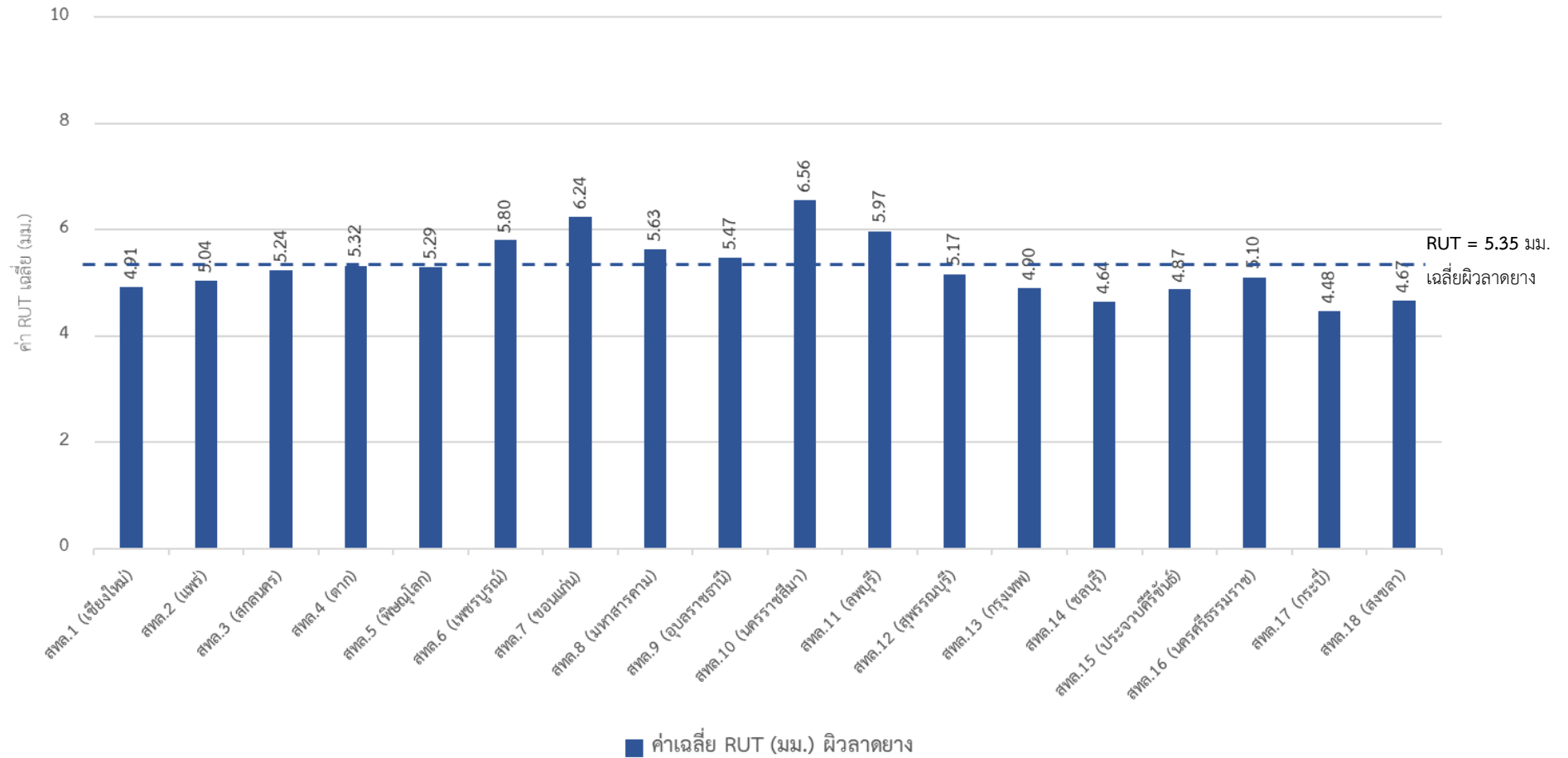
ตารางที่ 1-45 สรุปผลการสำรวจสภาพทางค่าความสึกร่อนล้อ (Rutting)

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย RUT (มม.)	ระยะทาง (กม.)							
				RUT < 10		10 ≤ RUT< 15		15 ≤ RUT < 20		RUT ≥ 20	
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต		ผิวลาดยาง	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,709.235	406.650	4.91	1,649.265	406.650	57.865	0	1.015	0	1.090	0
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,235.863	189.580	5.04	2,135.369	189.580	92.985	0	7.510	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,929.173	66.030	5.24	1,769.625	66.030	129.250	0	29.000	0	1.299	0
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,274.042	164.750	5.32	1,183.896	164.750	86.398	0	3.748	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,340.188	213.060	5.29	1,281.272	213.060	58.916	0	0	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,560.077	121.770	5.80	1,405.554	121.770	141.185	0	13.338	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,658.502	221.080	6.24	1,489.096	220.870	143.178	0.120	16.976	0.045	9.252	0.045
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,836.116	70.840	5.63	1,695.067	70.840	114.542	0	25.392	0	1.116	0
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,564.667	96.060	5.47	2,370.354	96.060	172.479	0	20.004	0	1.829	0
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,382.061	320.980	6.56	2,740.344	319.101	492.610	0.877	134.598	0.550	14.509	0.452
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,060.147	296.950	5.97	1,898.478	296.606	152.073	0.131	9.498	0.106	0.098	0.106
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,906.786	616.580	5.17	1,838.266	616.580	67.373	0	1.148	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,656.894	342.350	4.90	1,614.337	342.350	40.629	0	1.928	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1,954.812	672.750	4.63	1,942.653	672.750	12.159	0	0	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2,570.369	191.420	4.87	2,492.597	191.420	72.786	0	4.986	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	3,029.708	71.940	5.12	2,885.827	71.940	128.677	0	14.127	0	1.077	0
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	2,127.947	63.940	4.57	2,118.123	63.940	9.824	0	0	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	864.893	29.970	4.67	844.060	29.970	20.832	0	0	0	0	0
รวม	35,661.480	4,156.700	5.35	33,354.182	4,154.267	1,993.760	1.128	283.268	0.701	30.271	0.603



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566



หมายเหตุ : ค่าความสึกกร่อนของผิวคอนกรีต ไม่สามารถวัดค่าให้เห็นถึงความแตกต่างได้ แต่ด้วยความสามารถของอุปกรณ์สำรวจที่สามารถเก็บค่าความสึกกร่อนทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต
ไว้ขณะทำการสำรวจด้วย ดังนั้นค่าความสึกกร่อนของผิวคอนกรีตจะไม่นำไปประมวลผลงานซ่อมบำรุงแต่อย่างใด

รูปที่ 1-113 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



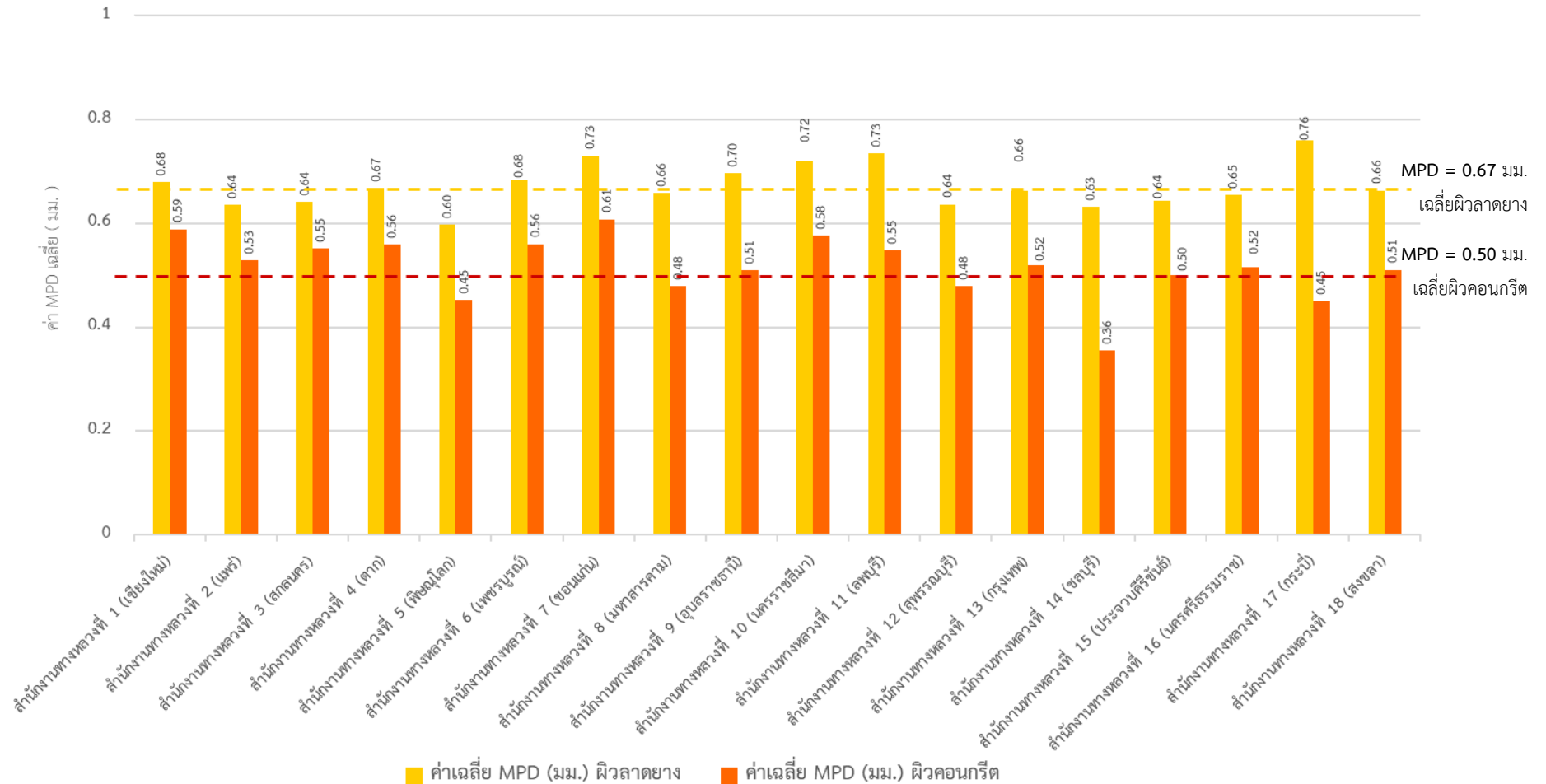
CUTI
สถาบันการขนส่ง
THAILAND INSTITUTE
TRANSPORTATION INSTITUTE





ตารางที่ 1-46 สรุปผลจากการสำรวจสภาพทางค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD)

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย MPD (มม.)		ระยะทาง (กม.)					
					MPD < 0.25		0.25 ≤ MPD < 0.5		MPD ≥ 0.5	
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,709.235	406.650	0.68	0.59	0	0	0	0	1,709.235	406.650
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,235.863	189.580	0.64	0.53	0	0	0	0	2,235.863	189.580
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	1,929.173	66.030	0.64	0.55	0	0	318.129	41.027	1,611.044	25.003
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	1,274.042	164.750	0.67	0.56	0	0	0	0	1,274.042	164.750
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	1,340.188	213.060	0.60	0.45	0	0	0	0	1,340.188	213.060
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	1,560.077	121.770	0.68	0.56	0	0	166.760	79.634	1,393.317	42.136
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	1,658.502	221.080	0.73	0.61	0	0	131.784	70.955	1,526.718	150.125
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,836.116	70.840	0.66	0.48	1.489	18.472	94.989	42.272	1,739.638	10.096
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,564.667	96.060	0.70	0.51	0	0	134.079	62.530	2,430.588	33.530
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	3,382.061	320.980	0.72	0.58	3.345	0.601	182.420	110.652	3,196.296	209.727
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,060.147	296.950	0.73	0.55	0	0	0	0	2,060.147	296.950
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	1,906.786	616.580	0.64	0.48	0	0	0	0	1,906.786	616.580
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,656.894	342.350	0.66	0.52	0	0	146.316	191.142	1,510.578	151.208
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	1,954.812	672.750	0.63	0.36	0	264.633	425.130	358.983	1,529.682	49.134
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	2,570.369	191.420	0.64	0.50	0	3.281	430.238	95.556	2,140.131	92.583
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	3,029.708	71.940	0.65	0.52	0	0	582.389	40.383	2,447.319	31.557
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	2,127.947	63.940	0.76	0.45	0	0	60.076	43.195	2,067.871	20.745
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	864.893	29.970	0.66	0.51	0	0	128.284	17.260	736.609	12.710
รวม	35,661.480	4,156.700	0.67	0.50	4.834	286.987	2,800.594	1,153.589	32,856.052	2,716.124



รูปที่ 1-114 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง



จากข้อมูลข้างต้นสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) โดยข้อมูล IRI ผิวทางคอนกรีตมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.46 เมตร/กิโลเมตร ได้แก่ สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช) และ ค่าเฉลี่ย IRI ผิวทางลาดยางมีค่าเฉลี่ยสูงสุด IRI สูงสุดที่ 2.93 เมตร/กิโลเมตร ได้แก่ สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) จากการวิเคราะห์ข้อมูลสายทางดังกล่าวอยู่ในพื้นที่กำกับอยู่ในเขตเมือง อีกทั้งเส้นทางที่คัดเลือกมาใช้ในการสำรวจส่วนใหญ่เป็นถนนสายหลัก ซึ่งได้นำสายทางที่มีค่าเฉลี่ย IRI สูงสุด 5 อันดับในสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) ควรได้รับการซ่อมบำรุงอย่างเร่งด่วน 5 สายทาง แสดงดังตารางที่ 1-47

ตารางที่ 1-47 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ค่าเฉลี่ย IRI	ปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ย (คันต่อวัน)	ชนิดผิวทาง
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	สมุทรปราการ	3	101	บางนา - แบริ่ง	16+389	18+500	2.111	4.97	20,985	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	อยุธยา	1	301	ประตูน้ำพระอินทร์ - ต่างระดับบางปะอิน	51+820	53+680	1.860	4.33	135,692	คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	อยุธยา	309	103	ทางแยกต่างระดับอยุธยา - อยุธยา	17+250	20+850	3.600	4.28	26,685	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	นนทบุรี	9	202	คลองบางไผ่ - คลองบางหลวง	43+031	60+141	17.110	4.21	137,727	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	กรุงเทพ	304	202	คันนายาว - แยกเข้ามีนบุรี	19+600	26+075	6.475	4.17	47,359	ลาดยาง, คอนกรีต

หมายเหตุ : ปริมาณจราจรรวม (AADT) คือ ผลรวมปริมาณจราจรของปริมาณจราจรทุกประเภท ยกเว้น รถจักรยาน 2 ล้อและรถจักรยาน 3 ล้อ รถจักรยานสามล้อเครื่องและรถจักรยานยนต์ และรถเครื่องจักรและรถดัดแปลง จากข้อมูลปริมาณจราจรปี 2565 ระบบ TMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย โดยรับข้อมูลจากบัญชีทะเบียนทางหลวงโดยระบุค่าปริมาณจราจรของทางหลวง



จากค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting) ที่นำมาจำแนกตามสำนักงานทางหลวง พบว่า สำนักงานทางหลวงนครราชสีมา มีภาพรวมค่าเฉลี่ยสูงสุด 6.56 มม. โดยวิเคราะห์จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์รถใหญ่ ปริมาณการจราจร อีกทั้งสำนักงานทางหลวงนครราชสีมายังเป็นเส้นทางขนส่งสินค้าและอุตสาหกรรม ดังนั้นจากการวิเคราะห์ค่าความสึกกร่อนล้อได้คัดกรอง 5 สายทางที่มีค่าเฉลี่ย Rutting ที่สูงควรได้รับการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดน้ำขังในบริเวณร่องล้อ และความชำรุดเสียหายที่จะเกิดตามมา รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-48

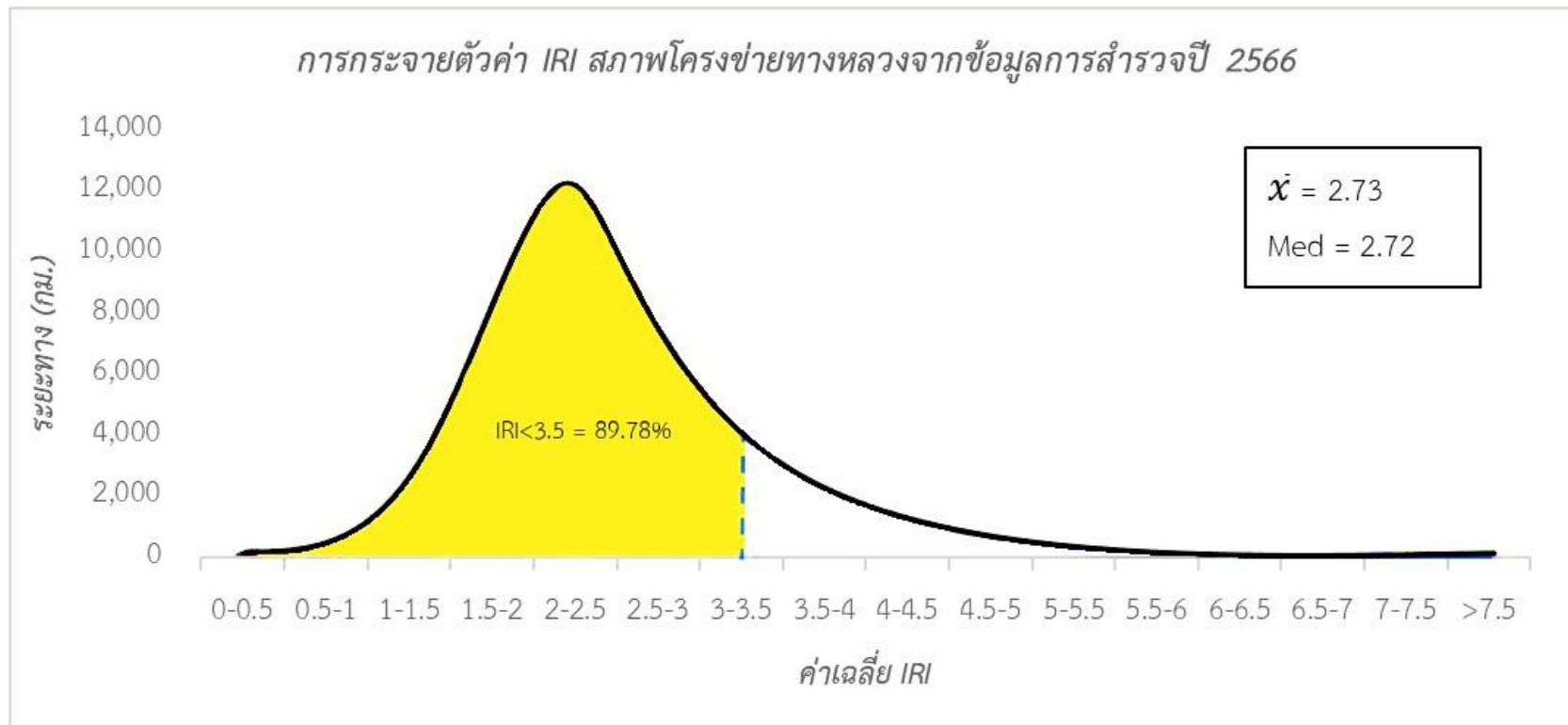
ตารางที่ 1-48 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ค่าเฉลี่ย RUT	ปริมาณการจราจร โดยเฉลี่ย (คันต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์รถใหญ่	ชนิดผิวทาง
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	นครราชสีมาที่ 2	2148	102	โคกสะอาด - หอนางรอง	19+300	21+166	1.866	16.71	4,014	22.3	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	สระแก้ว (วัฒนานคร)	359	102	สระขวัญ - เขามะกา	10+396	26+793	16.397	13.10	12,398	11.11	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	นครราชสีมาที่ 2	201	101	ทางต่างระดับสีคิ้ว - หินร่อง	0+000	31+910	31.91	11.35	15,610	31.24	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	สระแก้ว (วัฒนานคร)	3076	401	อ่างฤๅไน - พุทกบินทร์	154+143	168+203	14.06	10.96	5,566	9.7	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	นครราชสีมาที่ 2	201	103	ด่านขุนทด - หอนางบัวโคก	41+010	66+364	25.354	10.64	6,296	25.6	ลาดยาง, คอนกรีต

หมายเหตุ : ข้อมูลเปอร์เซ็นต์รถใหญ่ คือ ผลรวมปริมาณจราจรประเภทต่าง ๆ ดังนี้ รถโดยสารขนาดกลาง, รถโดยสารขนาดใหญ่, รถบรรทุก (6 ล้อ), รถบรรทุก (10 ล้อ), รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) และรถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา) แล้วนำมาหารกับปริมาณจราจรรวม จากข้อมูลปริมาณจราจรปี 2565 ระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย



ทั้งนี้จากข้อมูลการสำรวจของโครงข่ายทางหลวงปี 2566 นำค่า IRI ที่เฉลี่ยทุก 1 กิโลเมตร แสดงการกระจายตัวของข้อมูล จากการแจกแจงความถี่ของค่า IRI พบว่า กราฟมีแนวโน้มสัดส่วนค่า IRI ต่ำกว่า 3.5 จากการกระจายตัวโครงข่ายทางหลวงยังอยู่ในเกณฑ์ดี แสดงดังรูปที่ 1-115



รูปที่ 1-115 การกระจายตัวค่า IRI จากการสำรวจปี 2566



จากข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) จำแนกตามสำนักงานทางหลวง พบว่า สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก) มีค่าเฉลี่ย MPD ของผิวลาดยางมีค่าต่ำสุด ซึ่งค่าเฉลี่ย MPD ของผิวคอนกรีตต่ำสุดได้แก่สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) จากการวิเคราะห์สำนักงานทางหลวงที่กล่าวมา สายทางดังกล่าวในพื้นที่สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) อยู่ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ทั้งนี้หากพิจารณาจากปริมาณจราจรรวม กรมทางหลวง มีการแบ่งมาตรฐานชั้นทาง โดยมีผู้ใช้ทางที่แตกต่างกันแบ่งแยกตามปริมาณจราจร ซึ่งข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) นำมาช่วยวางแผนงานบำรุงให้มีความปลอดภัยในการใช้ถนน ลดการเกิดอุบัติเหตุ และการสิ้นเปลืองของยานพาหนะ โดยได้คัดกรองสายทางที่ควรได้รับการบำรุงอย่างเร่งด่วน ผิวทางลาดยางและผิวทางคอนกรีตที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสูง 5 สายทาง รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-49

ตารางที่ 1-49 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ค่าเฉลี่ย MPD	ปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ย (คันต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์รถใหญ่	ชนิดผิวทาง
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	126	202	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลก ด้านทิศใต้	29+203	30+203	1.000	0.32	17,797	10.47	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	11	402	กกไม้แดง - บ้านป่า	223+735	235+735	12.000	0.35	11,544	18.28	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิษณุโลกที่ 1	1065	101	พราณกระต่าย - หอนงูปลา	0+000	37+000	37.000	0.4	8,372	14.38	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิษณุโลกที่ 1	12	402	พิษณุโลก - ร่องโพธิ์	225+119	238+855	13.736	0.42	79,463	1.41	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	12	501	ร่องโพธิ์ - วังทอง	238+855	251+355	12.500	0.45	23,716	10.79	คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ระยอง	36	202	มาบข่า - ทับมา	36+887	49+369	12.482	0.21	42,477	20.73	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ชลบุรีที่ 2	3126	100	พหลุตาหลวง - แสมสาร	0+000	11+163	11.163	0.23	18,835	11.61	คอนกรีต



ตารางที่ 1-49 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) (ต่อ)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลข ทางหลวง	ตอน ควบคุม	ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	ค่าเฉลี่ย MPD	ปริมาณการจราจร โดยเฉลี่ย (คันต่อวัน)	เปอร์เซ็นต์ รถใหญ่	ชนิดผิวทาง
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ฉะเชิงเทรา	304	304	พนมสารคาม - เขาคันทรง	108+000	126+416	18.416	0.23	37,804	36.71	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ระยอง	36	203	ทับมา - ปลวกแดง	49+369	57+021	7.652	0.24	22,512	20.54	ลาดยาง, คอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ระยอง	36	201	มะขามคู่ - มาบตาพุด	21+592	36+887	15.295	0.25	42,477	20.73	ลาดยาง, คอนกรีต

หมายเหตุ : ปริมาณจราจรรวม (AADT) คือ ผลรวมปริมาณจราจรของปริมาณจราจรทุกประเภท ยกเว้น รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ และรถจักรยานยนต์ 3 ล้อ, รถจักรยานสามล้อเครื่องและรถจักรยานยนต์ และรถเครื่องจักรและรถตัดแปลง
จากข้อมูลปริมาณจราจรปี 2565 ระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย



หากวิเคราะห์จำแนกตามสำนักงานทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ต่ำกว่าเกณฑ์การปฏิบัติราชการ โดยนำข้อมูลค่าความเสียหายสภาพผิวทางรายสำนักงานทางหลวงคัดเลือกสายทางที่มี ค่าเฉลี่ยสูงสุดมาพิจารณาประกอบกับค่าประเมินความเสียหายของผิวทางลาดยางจากภาพกล้องหลัง Surface Distress จากความเสียหายแต่ละประเภทความเสียหายของผิวทาง (รอยแตกร้าว การหลุดร่อน รอยปะซ่อม หลุมบ่อและการเย็บ) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแทนสายทางใน 18 สำนักงานทางหลวง ควรปรับปรุงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยผลแสดงดังตารางที่ 1-50

ตารางที่ 1-50 ตารางความเสียหายผิวทางแต่ละประเภท

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	ร้อยละภาพรวม IRI <3.5	หมายเลข ทางหลวง	ตอน ควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะทางสำรวจ ผิวทางลาดยาง (กม.)	สภาพผิวทาง			ความเสียหายของผิวทาง						ผิวทาง	รหัส งาน ซ่อม บำรุง
							ค่าเฉลี่ย IRI (ม./กม.)	ร่องล้อ (RUT) (มม.)	ความหยาบ ของผิวทาง (MPD) (มม.)	รอยแตก ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	รอยแตก ไม่ต่อเนื่อง (ม.)	การ หลุด ร่อน (ตร.ม.)	รอย ปะซ่อม (ตร.ม.)	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	การเย็บ (ตร.ม.)		
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	เชียงใหม่ที่ 3	83.23	1314	100	ท่าตอน - แม่เหลง	26.505	3.92	4.59	0.82	25.89	12.17	94.84	10.82	2.36	-	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	น่านที่ 2	93.57	101	603	ปางทก - จุดผ่านแดนถาวร ห้วยโก๋น/น้ำเงิน (เขตแดนไทย/ลาว)	20.25	3.62	6.01	0.81	0.96	0.11	-	17.24	-	14.67	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	หนองคาย	95.22	243	100	หนองคาย - ด่านพรมแดน สะพานมิตรภาพไทย/ลาว	3.645	3.27	4.15	0.75	26.67	16.61	-	48.22	-	13.87	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	สุโขทัย	88.85	125	101	วังวน - แจกัณ	13.615	3.8	9.97	0.62	3.65	12.78	1.50	0.35	-	-	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	พิจิตร	89.9	1073	200	คลองชะแวต - สี่แยกโพธิ์ไทรงาม	4.969	3.26	4.38	0.77	27.8	101.65	-	258.56	0.33	-	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	เพชรบูรณ์ที่ 1	91.64	2016	200	ดาวตาด - ดาดกLOY	17.695	3.47	9.00	0.76	722.1	1.33	202.28	175.44	0.38	0.52	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	85.19	2484	100	ทางเลี่ยงเมืองภูเขียว	14.599	3.12	8.54	0.71	941.29	129.75	0.14	1324.07	0.46	1,187.71	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	มหาสารคาม	93.88	2040	102	วาปีปทุม - พยัคฆภูมิพิสัย	69.237	4.25	4.25	0.70	85.28	23.41	-	55.2	-	70.57	ลาดยาง	23200
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	อุบลราชธานีที่ 2	91.95	2191	100	ทางเข้าเดชอุดม	4.394	3.59	8.53	0.78	2,232.35	686.89	4.01	749.45	0.88	1,733.94	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	ปราจีนบุรี	86.26	304	403	สี่แยกกบินทร์บุรี - วังน้ำเขียว	83.74	3.80	9.97	0.62	3.65	12.78	1.50	0.35	-	-	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	86.23	3600	100	เกยไชย - ชุมแสง	5.668	3.56	5.71	0.86	0.41	73.75	0.02	3.01	-	-	ลาดยาง	23200
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	สุพรรณบุรีที่ 2 (อุทุม)	85.28	340	200	ลาดบัวหลวง - สาลี	1.175	4.03	3.35	0.63	0.37	-	222.59	37.04	1.49	-	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	สมุทรปราการ	78.41	3	101	บางนา - แบร้ง	2.233	4.24	6.10	0.79	4.63	19.35	407.61	46.27	2.01	4.12	ลาดยาง	24100



ตารางที่ 1-50 ตารางความเสียหายผิวทางแต่ละประเภท (ต่อ)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	ร้อยละภาพรวม IRI <3.5	หมายเลข ทางหลวง	ตอน ควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะทางสำรวจ ผิวทางลาดยาง (กม.)	สภาพผิวทาง			ความเสียหายของผิวทาง						ผิวทาง	รหัส งาน ซ่อม บำรุง
							ค่าเฉลี่ย IRI (ม./กม.)	ร่องล้อ (RUT) (มม.)	ความหยวบ ของผิวทาง (MPD) (มม.)	รอยแตก ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	รอยแตก ไม่ต่อเนื่อง (ม.)	การ หลุด ร่อน (ตร.ม.)	รอย ปะซ่อม (ตร.ม.)	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	การเย็บ (ตร.ม.)		
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ฉะเชิงเทรา	92.36	314	101	บางปะกง - แสนภูดาษ	2.298	3.79	6.30	0.94	422.13	28.26	374.94	279.61	0.03	4.10	ลาดยาง	24100
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	นครปฐม	92.48	321	101	นครปฐม - หนองปลาไหล	1.033	4.17	5.23	0.82	1.45	27.04	445.37	-	2.77	-	ลาดยาง	23200
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	สุราษฎร์ธานีที่ 1	94.88	4352	100	ห้วยกรวด - บางอน	1.00	5.00	10.96	1.07	13.76	3.35	2.1	0.58	-	-	ลาดยาง	23200
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	ภูเก็ต	95.66	4304	100	ท่าฉนวน - สามแยกสะพานสารสิน	2.171	4.93	4.67	0.97	-	1.64	1.44	0.08	-	-	ลาดยาง	23200
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	95.544	4054	100	สะเดา - มาเลเซีย (เขตแดนไทย/มาเลเซีย)	18.311	2.96	7.72	0.56	2.72	3.23	1.33	4.14	-	0.10	ลาดยาง	22200



จากการข้อมูลสายทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษาเร่งด่วน โดยวิเคราะห์จาก TPMS ได้แนะนำ
วิธีการซ่อม ดังต่อไปนี้

- ทางหลวงหมายเลข 1314 ตอนควบคุม 100 ท่าตอน – แม่แหลง ช่วงกม. 0+000 - 26+505 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวพื้นผิวมีการหลุดร่อน 94.84 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 0.36 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง อีกทั้งยังพบความเสียหายรอยปะซ่อม 10.82 ตร.ม. และหลุมบ่อ 2.36 ตร.ม. แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีปรับปรุงผิวแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่
- ทางหลวงหมายเลข 125 ตอนควบคุม 101 วังวน – แจกั่น ช่วงกม. 0+000 - 7+000 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวพื้นผิวมีรอยปะซ่อม 150.76 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 1.11 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีปรับปรุงผิวแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่
- ทางหลวงหมายเลข 2484 ตอนควบคุม 100 ทางเลียงเมืองภูเขียว ช่วงกม. 0+000 - 10+725 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวผิวทางมีความเสียหายรอยแตกต่อเนื่อง 722.10 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 4.95 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง อีกทั้งยังพบความเสียหายรอยปะซ่อม 175.44 ตร.ม. และหลุมบ่อ 0.38 ตร.ม. แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีเสริมผิวแอสฟัลต์
- ทางหลวงหมายเลข 304 ตอนควบคุม 403 สีแยกกบินทร์บุรี – วังน้ำเขียว ช่วงกม. 165+860 - 221+222 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวผิวทางมีปริมาณความเสียหายรอยแตกต่อเนื่อง 2,232.35 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 2.67 และความเสียหายการเอี่ยม 1,733.94 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 2.07 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
- ทางหลวงหมายเลข 3600 ตอนควบคุม 100 เกยไชย – ชุมแสง ช่วงกม. 6+934 - 12+425 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวผิวทางมีความเสียหายรอยแตกไม่ต่อเนื่อง 73.75 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 1.30 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีปรับปรุงผิวแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่
- ทางหลวงหมายเลข 340 ตอนควบคุม 200ลาดบัวหลวง – สาลี ช่วงกม. 28+441 - 48+841 จากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด พบว่า สายทางดังกล่าวพื้นผิวมีการหลุดร่อน 222.59 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 0.53 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทาง แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีเสริมผิวแอสฟัลต์



- ทางหลวงหมายเลข 3 ตอนควบคุม 101 บางนา – แบริ่ง ช่วงกม. 16+389 - 18+500 สายทางดังกล่าว พบว่า มีค่าเฉลี่ย IRI 4.24 ซึ่งจากผลการประเมินความเสียหายผิวทางมากที่สุด โดยพื้นผิวมีการหลุดร่อน 407.61 ตร.ม. โดยมีค่าความเสียหายร้อยละ 18.25 เมื่อเทียบกับสัดส่วนระยะทางสำรวจของสายทางของสายทาง อีกทั้งยังพบความเสียหายรอยปะซ่อม 46.27 ตร.ม. และหลุมบ่อ 2.01 ตร.ม. ควรได้รับการซ่อมบำรุงอย่างเร่งด่วน แนะนำวิธีการซ่อมด้วยวิธีบูรณะทางผิวแอสฟัลต์

1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง ดังนี้

1.7.1 การศึกษาและวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงวิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model) จากข้อมูลการสำรวจทั้งหมดของกรมทางหลวงอย่างน้อยประกอบด้วย งานฉาบผิว งานเสริมผิว งานบูรณะพื้นทาง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากกรมทางหลวงทั้งในส่วนของการประวัติการซ่อมบำรุง และข้อมูลการสำรวจดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ทั้งในส่วนของการบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

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

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าข้อมูล

ที่ปรึกษาจะดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง ในการนำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง โดยข้อมูลที่ได้รับ ประกอบด้วย

- 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 3 ประเภท ได้แก่
 - 22200 : งานเสริมผิวแอสฟัลต์
 - 23200 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่
 - 24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
- เลือกเฉพาะสายทางที่มีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาก่อนซ่อมบำรุงไม่เกิน 360 วัน และมีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาหลังซ่อมบำรุงไม่เกิน 90 วัน แสดงดังรูปที่ 1-116 เพื่อให้ได้สายทางที่ได้รับผลกระทบจากการซ่อมมากที่สุด



รูปที่ 1-116 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง

- ผลการสำรวจของ IRI เฉลี่ยหลังซ่อมจะต้องมีค่าไม่มากกว่า ค่า IRI เฉลี่ยก่อนซ่อม เพื่อให้ได้สายทางที่มีการปรับปรุงค่า IRI อย่างแท้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบข้อมูล

เมื่อที่ปรึกษาจะดำเนินการคัดเลือกสายทางที่สามารถนำไปวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว ที่ปรึกษาจึงส่งข้อมูลให้ทางคณะกรรมการพิจารณาความเหมาะสมของสายทางอีกครั้ง ทั้งข้อมูลตำแหน่งของสายทางและประวัติงานซ่อมบำรุง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด



ตารางที่ 1-51 จำนวนสายทางที่ได้จากการคัดเลือก

รหัสงาน	จำนวนสายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
งานเสริมผิวแอสฟัลต์	26	368.5
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่	21	313.5
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	9	136

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว

เมื่อที่ปรึกษาได้สายทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว
ที่ปรึกษาจึงแยกการวิเคราะห์ตามพฤติกรรมและหลักการของค่าความเรียบได้ 2 แบบจำลอง ดังต่อไปนี้

1) แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิวทางลาดยาง

ที่ปรึกษานำค่าความเรียบก่อนและหลังการซ่อมบำรุงมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์
ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมบำรุง
จากข้อมูลสายทางจริง ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิวทางลาดยาง
ในระบบ TPMS ที่อ้างอิงจาก HDM-4 มีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$\Delta R_{la} = \max\{0, A_0[\min(a_1, R_{lbw}) - a_2] + a_3 \max[0, (R_{lbw} - a_1)]\}$$

$$R_{law} = R_{lbw} - \Delta R_{la}$$

โดยที่

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

$$a_1 = \max\{4.0, 2.1 \exp[0.019 \text{HSNEWaw}]\}$$

$$a_2 = 1 + 0.018 \max[0, (100 - \text{HSNEWaw})]$$

$$a_3 = \min\{a_0, \max[0, (0.01 \text{HSNEWaw} - 0.15)]\}$$

$$\Delta R_{la} = \text{การลดค่าของค่า IRI หลังการการเสริมผิวทาง}$$

$$R_{lbw} = \text{ค่า IRI ก่อนการเสริมผิวทาง (m/km)}$$

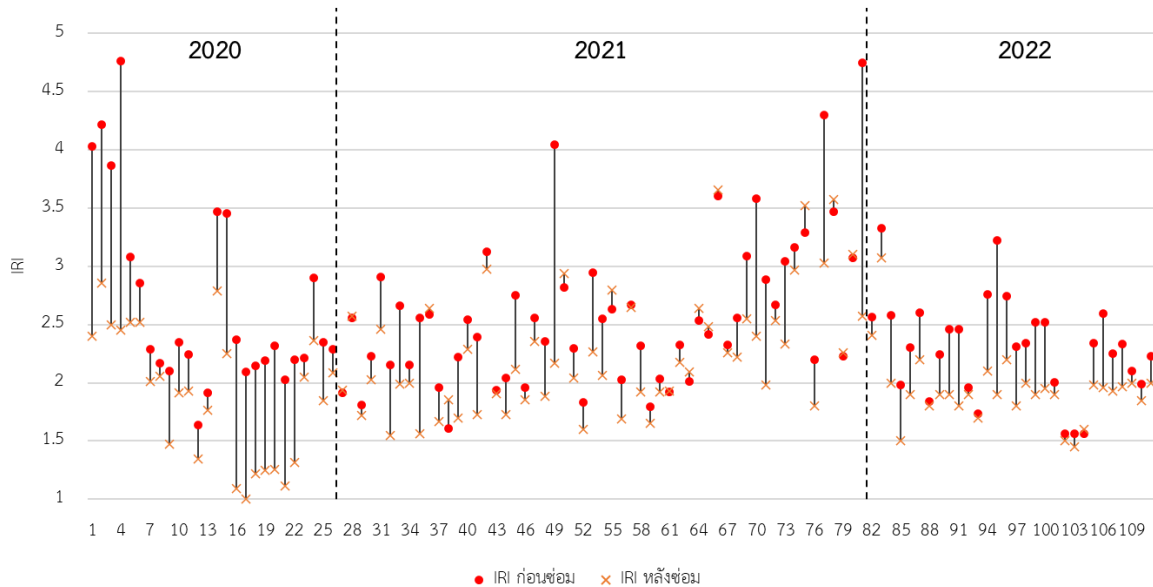
$$R_{law} = \text{ค่า IRI หลังการเสริมผิวทาง (m/km)}$$

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



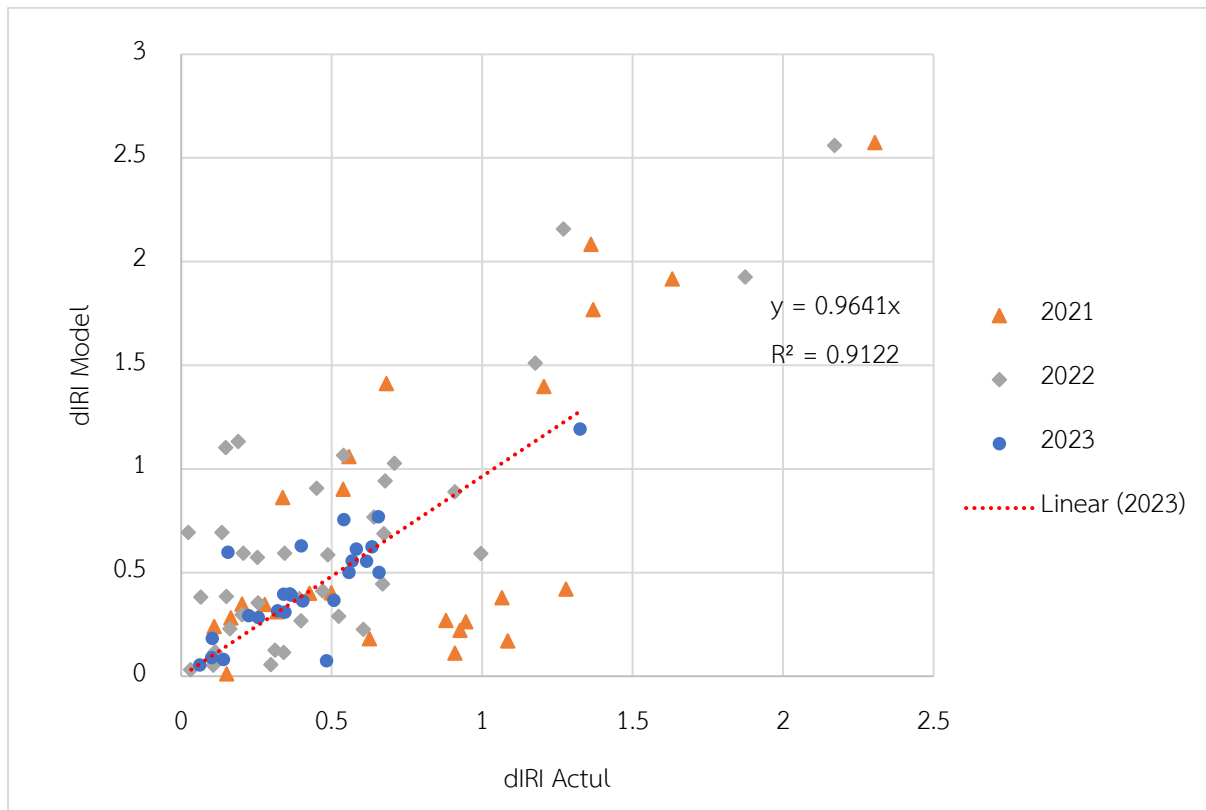
ตารางที่ 1-52 ภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการเสริมผิวทางลาดยาง

	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
ก่อนซ่อม	2.30	3.33	1.56	0.43
หลังซ่อม	1.94	3.07	1.45	0.30



รูปที่ 1-117 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการเสริมผิวทางลาดยางในแต่ละสายทาง

เมื่อที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบเสริมผิวทางลาดยางจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริงพบว่า ทั้ง 2 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



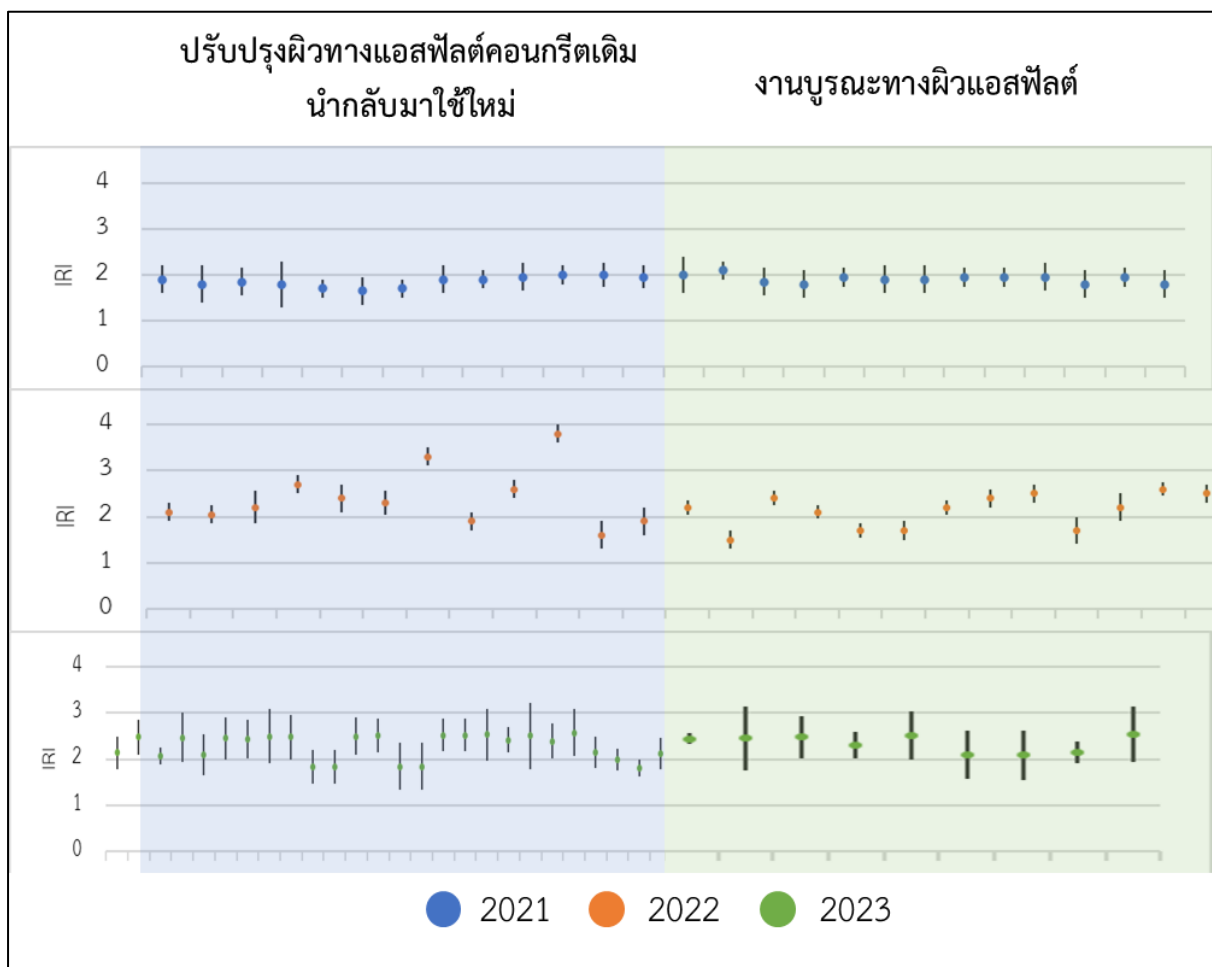
รูปที่ 1-118 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมผิวทางลาดยาง

โดยจากรูปจะเห็นได้ว่า ผลต่างค่า IRI จากทั้ง 2 ที่มา มีค่า R-square อยู่ที่ 0.9122 และมีค่าสัมประสิทธิ์ประมาณ 0.9641 ซึ่งหมายถึง ค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบเสริมผิวจากแบบจำลอง TPMS มีประมาณครึ่งหนึ่งของค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง (ค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าความเรียบจริง) หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าค่าความเรียบที่ทำนายจากแบบจำลองให้ค่า IRI หลังซ่อมได้ดีกว่าค่า IRI ที่เกิดจากการซ่อมแบบเสริมผิวบนสายทางจริง



2) แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ และงานบูรณะผิวทาง

การซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง เป็นวิธีการซ่อมบำรุงแบบรื้อตั้งแต่ชั้นโครงสร้างทาง จากนั้นจึงลาดผิวทางใหม่ด้วยแอสฟัลต์ ซึ่งวิธีการซ่อมบำรุงดังกล่าวส่งผลให้ค่า IRI ภายหลังการซ่อมด้วยวิธีนี้จะมีค่าเทียบเท่ากับถนนใหม่ ทางที่ปรึกษาจึงจะรวบรวมข้อมูลค่า IRI ย้อนหลังเพื่อกำหนดเป็นค่าความเรียบภายหลังการซ่อม ด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทางนี้ พบว่า ข้อมูลค่า IRI ของกรมทางหลวง สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่าประมาณ 1 ปี จะมีค่า IRI อยู่ที่ประมาณ 1.5 - 2.1 ม./กม. ดังนั้น การกำหนดค่า IRI ภายหลังการซ่อมด้วยวิธีบูรณะผิวทาง จึงกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2.0 ม./กม. จากข้อมูลที่ได้รวบรวม สามารถแสดงค่าความเรียบ ภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง รายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 1-119 ผลสำรวจ IRI ภายหลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง



1.7.2 การศึกษาและแปลผลการสำรวจโดยโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) เพื่อวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุงจากระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection)

ที่ปรึกษาจะดำเนินการประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง (Surface Distress) จากกล้องบันทึกภาพถ่ายอย่างต่อเนื่อง ที่มีการเก็บข้อมูลสภาพผิวทางเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง (Surface - Distress) โดยที่ปรึกษาจะทำการแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง และ 2) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต ซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้บุคลากรที่ผ่านการอบรมทำการบันทึกความเสียหาย (Manual Rating) ที่ตรวจพบจากภาพถ่ายผิวทางในทุก ๆ 2 เมตร ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความเสียหายของผิวทางร่วมกับระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic crack detection) ซึ่งการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทางต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยาง

จากการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวลาดยาง ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึก และประมวลผลด้วยอุปกรณ์การสำรวจ

โดยสามารถระบุค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และสามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการประเมินวิเคราะห์ความเสียหายโดยบุคลากรผู้ชำนาญการโดยใช้โปรแกรมเฉพาะทาง สำหรับการประเมิน ที่สามารถส่งออกผลลัพธ์ค่าความเสียหายจากการประเมินสายทาง และค่าพิกัดตำแหน่งของภาพที่เกิดความเสียหายได้

ตารางที่ 1-53 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ผิวทางลาดยาง			
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	การวัด	หน่วยการวัด
1	รอยแตกต่อเนื่อง (Interconnected crack)	พื้นที่	ตารางเมตร/กิโลเมตร
2	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (Longitudinal crack)	ความยาว	เมตร/กิโลเมตร
3	การเอี่ยมของลาดยาง (Bleeding)	พื้นที่	ตารางเมตร/กิโลเมตร
4	การหลุดร่อน (Raveling)	พื้นที่	ตารางเมตร/กิโลเมตร
5	หลุมบ่อ (Pot holes)	พื้นที่	ตารางเมตร/กิโลเมตร
6	รอยปะซ่อม (Patching)	พื้นที่	ตารางเมตร/กิโลเมตร



การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวคอนกรีต

ที่ปรึกษาประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวคอนกรีต ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิภพทางภูมิศาสตร์ ทำให้การประมวลผลข้อมูลความเสียหายช่วยในการประเมินด้วยผู้ชำนาญการ โดยหน่วยการวัดความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตจะแตกต่างจากหน่วยการวัดความเสียหายของถนนผิวลาดยาง เช่น รอยแตกตามขวางของถนนผิวลาดยางจะมีหน่วยการวัดเป็นความยาว (เมตร) ส่วนรอยแตกตามขวางของถนนผิวคอนกรีตจะมีหน่วยการวัดเป็นจำนวนแผ่น/กิโลเมตร เป็นต้น ซึ่งความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตที่จะวิเคราะห์ตามเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 1-54 ถึง ตารางที่ 1-56

ตารางที่ 1-54 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)	จำนวนแผ่น/กิโลเมตร
2	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)	จำนวนแผ่น/กิโลเมตร
3	รอยบิ่นกระเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
4	รอยแตกที่มุม (Corner breaks)	จำนวน/กิโลเมตร
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint seal damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุงจากระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection) ด้วยโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS)

โดยการวิเคราะห์จะดำเนินการเพิ่มเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของผิวทาง (Cracking) ลงในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณงานเพิ่มขึ้น ด้วยวิธีการซ่อมบำรุงด้วย Para Slurry Seal ที่ไม่ได้เพิ่มเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของผิวทาง (Cracking)



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

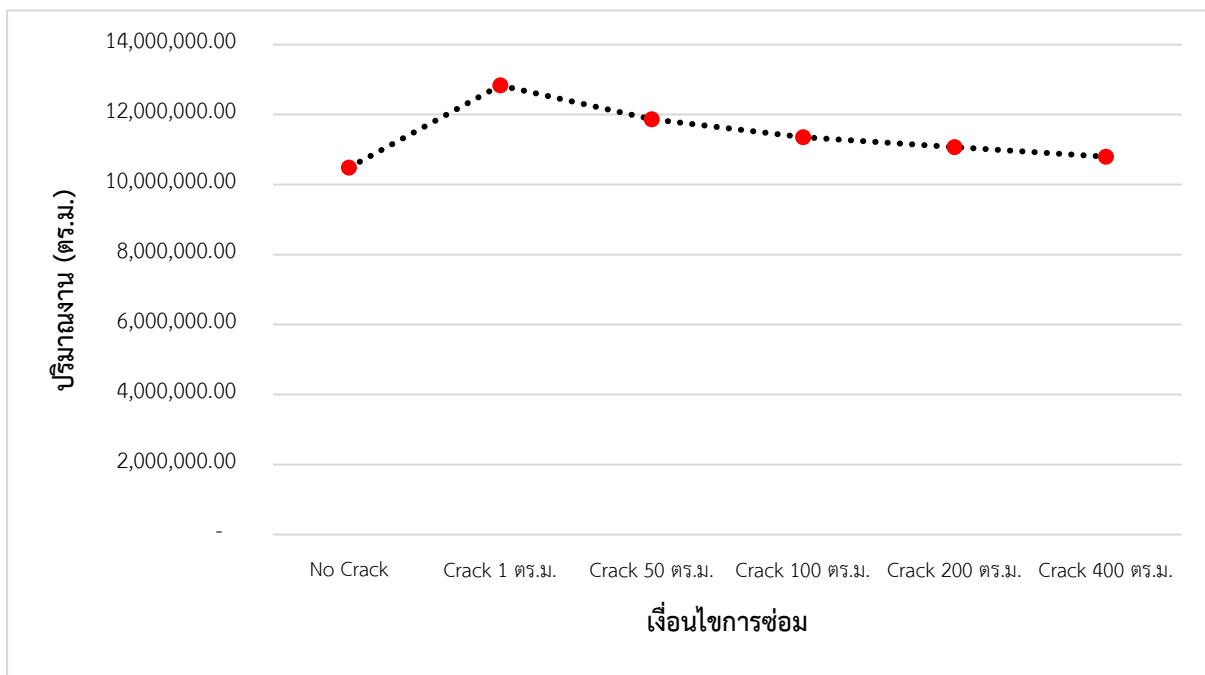
โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566

ประเภทการซ่อมบำรุง : SS-Para				← - - - - เงื่อนไขการซ่อมแบบไม่มีรอยแตก
คำอธิบาย :	Para Slurry Seal			
เงื่อนไข	2	< IRI <	2.5	
AND	2	< INTERVAL <	99999	

ประเภทการซ่อมบำรุง : SS-Para				← - - - - เงื่อนไขการซ่อมแบบมีรอยแตก
คำอธิบาย :	Para Slurry Seal			
เงื่อนไข	2	< IRI <	2.5	
AND	2	< INTERVAL <	99999	
OR	1	< CRACKING <	9999	
AND	2	< INTERVAL <	99999	

รูปที่ 1-120 เงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของผิวทาง (Cracking) ลงในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal

จากการเพิ่มเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกของผิวทาง (Cracking) ลงในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal โดยที่ปรึกษาได้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นข้อมูลความเสียหายจากสำนักงานทางหลวงที่ 10 จะเห็นได้ว่า ปริมาณงานจากที่มีเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกเพิ่มขึ้นจากไม่มีรอยแตก ในวิธีการซ่อม Para Slurry Seal



รูปที่ 1-121 เปรียบเทียบปริมาณงานจาก TPMS โดยมีเงื่อนไขการซ่อมจากรอยแตกและไม่มีรอยแตก



1.7.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความเสียหายผิวทาง (Pavement Distress) ที่ได้จากการสำรวจด้วยเครื่องมือ LCMS จากฐานข้อมูลในระบบ Roadnet สำนักบริหารบำรุงทาง โดยใช้แนวทางการประมวลค่าดัชนีสภาพผิวทาง (Pavement Condition Index : PCI) ซึ่งที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการรวบรวมข้อมูลการสำรวจที่ผ่านมาอย่างน้อย 2 ปี

ที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษาเพื่อพัฒนาและบูรณาการระบบคลังข้อมูลงานวิจัยของกรมทางหลวงของสำนักวิจัยและพัฒนาทางจะใช้วิธี การประมวลผลค่าดัชนีสภาพผิวทาง (Pavement Condition Index : PCI) ซึ่งการประเมินค่า PCI จะเป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ความเรียบของการขับขี่ซึ่งเป็นคุณลักษณะของผิวทาง โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$PCI = 100 - \sum_{i=1}^{N_{Type}} \sum_{j=1}^{N_{Level}} \beta_{i,j} D_{i,j}$$

โดย

PCI = ค่าดัชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index)

$\beta_{i,j}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การเสื่อมสภาพของความเสียหายประเภท i ที่ระดับความรุนแรง j โดยค่าสัมประสิทธิ์สำหรับผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตและผิวทางคอนกรีต

$D_{i,j}$ = ร้อยละของประเภทความเสียหายประเภท i ที่ระดับความรุนแรง j ภายพื้นที่ผิวทางที่จะประเมิน โดยวิธีการคำนวณค่า $D_{i,j}$ จะแบ่งตามหน่วยนับความเสียหาย ซึ่งมี 3 รูปแบบ

N_{Type} = จำนวนประเภทความเสียหายที่มีทั้งหมดภายในพื้นที่ผิวทางที่จะประเมิน

N_{Level} = จำนวนระดับความรุนแรงของแต่ละประเภทความเสียหาย ซึ่งมี 3 ระดับ คือ เล็กน้อย ปานกลาง และสูง

รูปแบบหน่วยนับความเสียหายของค่า $D_{i,j}$

- ความเสียหายประเภทที่มีหน่วยนับเป็น ตร.ม. โดย $D_{i,j} = (\text{พื้นที่ความเสียหาย} \times 100) / \text{พื้นที่ผิวทางที่จะประเมิน}$
- ความเสียหายประเภทที่มีหน่วยนับเป็น ม. โดย $D_{i,j} = (\text{ความยาวความเสียหาย} \times 0.5 \text{ ม.} \times 100) / \text{พื้นที่ผิวทางที่จะประเมิน}$ โดยสมมติให้ความกว้างประสิทธิภาพของความเสียหายเชิงเส้นมีค่าเท่ากับ 0.5 ม.



- ค่าเฉลี่ยความลึกร่องล้อซึ่งมีหน่วยเป็น มม. วิธีการประมวลผลจะสมมติให้ความกว้างแนวล้อด้านซ้ายและแนวล้อด้านขวาที่ใช้ค่าความลึกร่องล้อของช่องจราจรนั้น ๆ มีความกว้างด้านละ 0.75 ม. ตามคำจำกัดความแถบแนวล้อ (Wheel Path Band) ของ AASHTO ทั้งนี้การแบ่งระดับความรุนแรงของความลึกร่องล้ออ้างอิงคู่มือตรวจสอบและประเมินสภาพความเสียหายของผิวทาง กรมทางหลวง, (2550) ดังนี้
 - ความเสียหายเล็กน้อย (Low) ร่องล้อลึกเฉลี่ย 6 มม. - 12 มม.
 - ความเสียหายปานกลาง (Medium) ร่องล้อลึกเฉลี่ย 12 มม. - 25 มม.
 - ความเสียหายรุนแรง (High) ร่องล้อลึกเฉลี่ยมากกว่า 25 มม.

ดังนั้น $D_{i,j}$ = (ความยาวช่วงถนนที่มีความลึกร่องล้อในแต่ละระดับความรุนแรง $\times 1.50$ มม. $\times 100$) / พื้นที่ผิวทางที่จะประเมิน

นอกจากนี้ ทางสำนักวิจัยและพัฒนาทางได้รวบรวมข้อมูลในส่วนของการสำรวจค่าความเสียหายของสภาพผิวทางต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลปริมาณจราจรซึ่งรวบรวมอยู่ในระบบฐานข้อมูลงานสำรวจสมรรถนะทางหลวง ของสำนักงานวิจัยและพัฒนาทาง โดยข้อมูลดังกล่าว ประกอบด้วย

- ค่าความขรุขระสากล
- ค่าความฝืด
- ความแข็งแรงของโครงสร้างถนน
- ดัชนีสภาพทาง
- การโก่งตัวของชั้นโครงสร้าง
- การเกิดร่องล้อ
- ค่าความเสียดทานของผิวทาง
- ค่าความลึกผิวเฉลี่ย
- ปริมาณจราจร (AADT)
- ร้อยละรถบรรทุกหนัก (%HV)
- จำนวนเที่ยวของเพลาดต่ปี (ESALs/year)



จากการศึกษาที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์ดัชนีสภาพผิวทาง (Pavement Condition Index : PCI) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นเกณฑ์ตาม ASTM D 6433 ได้ดังนี้

0 – 10	คะแนน	Failed
10 – 25	คะแนน	Serious
25 – 40	คะแนน	Very Poor
40 – 55	คะแนน	Poor
55 – 70	คะแนน	Fair
70 – 85	คะแนน	Satisfactory
85 – 100	คะแนน	Good

โดยแสดงตัวอย่างสภาพความเสียหายของผิวทางได้ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1-122 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 0 – 10 คะแนน Failed



รูปที่ 1-123 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 10 – 25 คะแนน Serious



รูปที่ 1-124 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 25 – 40 คะแนน Very Poor



รูปที่ 1-125 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 40 – 55 คะแนน Poor



รูปที่ 1-126 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 55 – 70 คะแนน Fair



รูปที่ 1-127 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 70 – 85 คะแนน Satisfactory



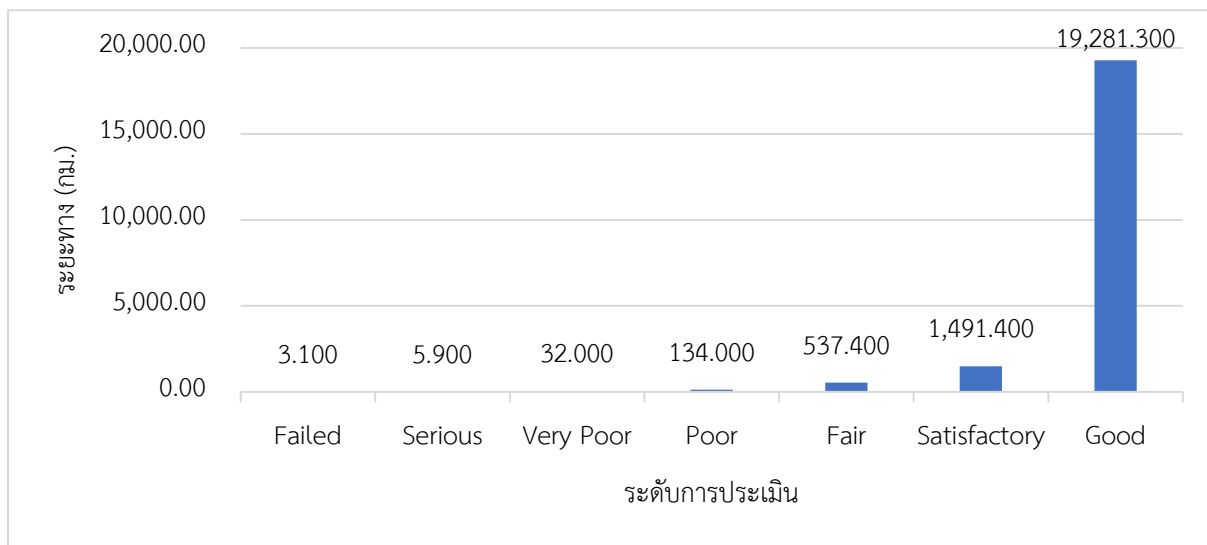
รูปที่ 1-128 ตัวอย่างสภาพผิวทาง 85 – 100 คะแนน Good

จากการวิเคราะห์ดัชนีสภาพผิวทาง (Pavement Condition Index : PCI) ซึ่งที่ปรึกษาได้ดำเนินการประเมินทุก ๆ 100 เมตร และประเมินรายสายทาง พบว่าสภาพผิวทางของกรมทางหลวงมีค่าคะแนนจากประเมิน ดังต่อไปนี้



ตารางที่ 1-55 ผลประเมินค่า PCI ทุก ๆ 100 เมตร

ระดับคะแนน	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละผลการประเมิน
Failed	3.100	0.01
Serious	5.900	0.03
Very Poor	32.000	0.15
Poor	134.000	0.62
Fair	537.400	2.50
Satisfactory	1,491.400	6.94
Good	19,281.300	89.74
รวมระยะทาง	21,485.100	100.00

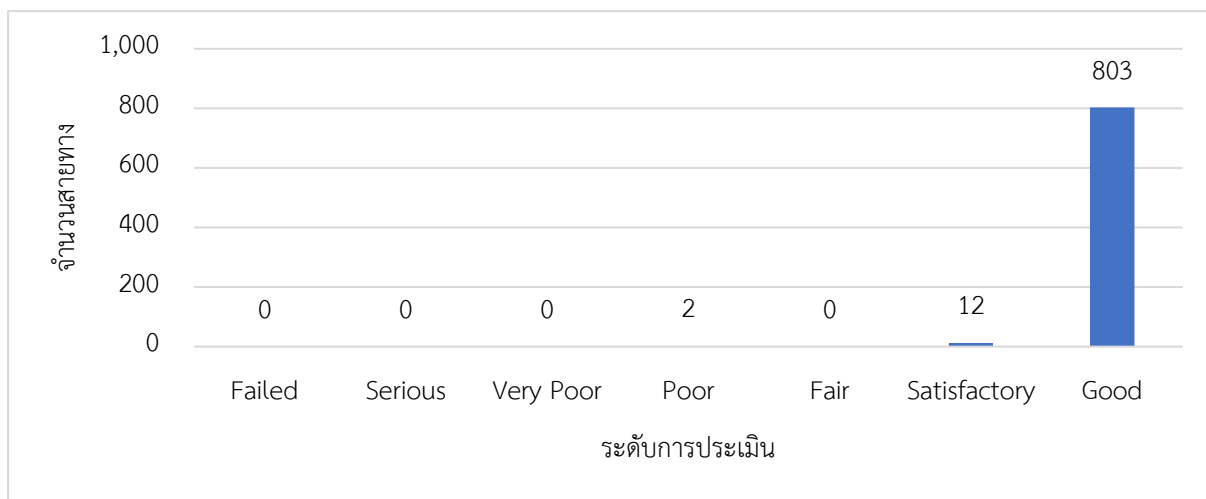


รูปที่ 1-129 ผลการประเมิน PCI ทุก ๆ 100 เมตร

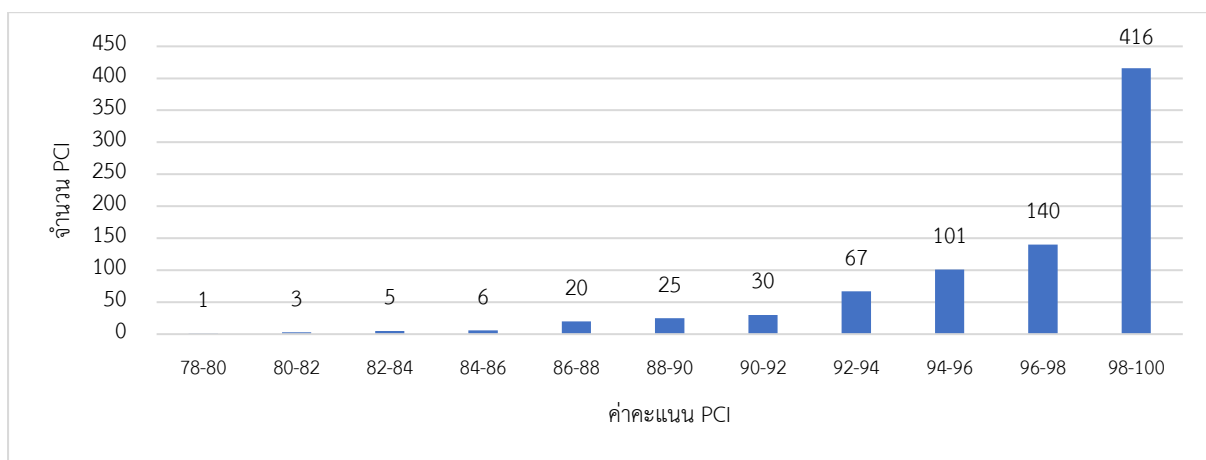


ตารางที่ 1-56 ผลประเมินค่า PCI รายสายทาง

ระดับคะแนน	จำนวนสายทาง
Failed	-
Serious	-
Very Poor	-
Poor	2
Fair	-
Satisfactory	12
Good	803
รวมจำนวนสายทาง	817



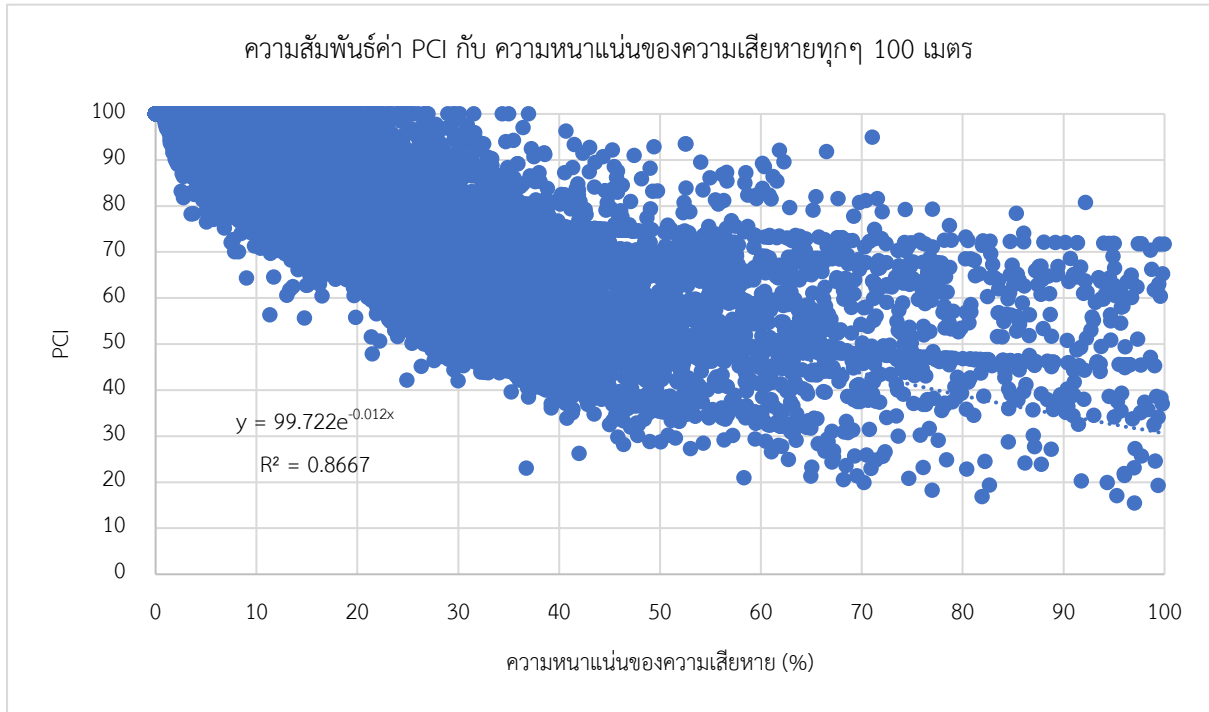
รูปที่ 1-130 ผลการประเมิน PCI รายสายทาง



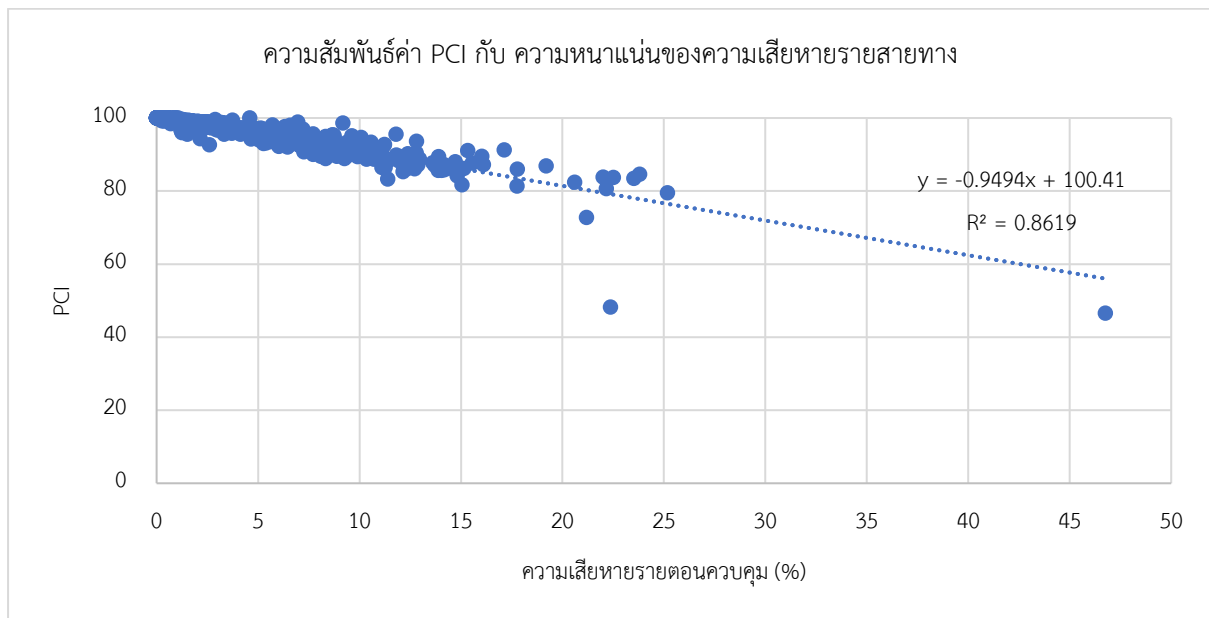
รูปที่ 1-131 จำนวนค่า PCI รายสายทาง



ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่า PCI กับ ความหนาแน่นของความเสียหายทุก ๆ 100 เมตร และรายสายทาง



รูปที่ 1-132 ความสัมพันธ์ค่า PCI กับ ความหนาแน่นของความเสียหายทุก ๆ 100 เมตร



รูปที่ 1-133 ความสัมพันธ์ค่า PCI กับ ความหนาแน่นของความเสียหายรายสายทาง



1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง

เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางหลวง ที่ปรึกษาได้ดำเนินการแปลผลข้อมูลจากโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System : TPMS) ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย

ประเภทของงานบำรุงทาง

กรมทางหลวงได้แยกลักษณะงานบำรุงรักษาทางหลวงเป็นกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานบำรุงปกติ (ROUTINE MAINTENANCE)

เป็นงานบำรุงทางหลวงที่ดำเนินการเพื่อให้ทางหลวง สะพาน และทรัพย์สินทางหลวงได้รับการบำรุงรักษาเบื้องต้นตามปกติให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี มีความสะดวกและปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทาง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องทำเป็นประจำโดยมีปริมาณงานไม่มากนัก ทั้งนี้รวมถึงการแก้ไขปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้บ้างตามความเหมาะสม หรืออาจเป็นการบำรุงรักษาชั่วคราวเพื่อชะลอ หรือป้องกันไม่ให้ทางหลวงเสื่อมสภาพก่อนเวลาที่เหมาะสมก่อนได้รับการบำรุงตามกำหนดเวลา หรืองานบำรุงพิเศษและบูรณะ ซึ่งงานบำรุงปกตินี้ประกอบด้วยงานบำรุงรักษาผิวจราจร และส่วนประกอบอื่น ๆ อาทิ เกาะกลาง ระบบระบายน้ำ อุปกรณ์อำนวยความสะดวก เป็นต้น

งานบำรุงตามกำหนดเวลา (PERIODIC MAINTENANCE)

เป็นงานที่ดำเนินการเมื่อถึงกำหนดเวลา เพื่อยืดอายุบริการและเสริมความแข็งแรง ได้แก่

- (1) งานฉาบผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Seal Coating)
- (2) งานเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)
- (3) งานเสริมผิวลูกรัง (Regravelling)
- (4) งานเปลี่ยนวัสดุรอยต่อผิวคอนกรีต (Replacement of Joint Sealing)

โดยการดำเนินการ จะพิจารณาจากอายุบริการของทางหลวง และความเสื่อมสภาพของผิวทาง อาทิ วัสดุรอยต่อของทางคอนกรีตควรเปลี่ยนทุก 3 ถึง 5 ปี ทางผิวลาดยางควรดำเนินการฉาบผิวเมื่อมีอายุผิวทางประมาณ 3 ถึง 5 ปี หรือเสริมผิวทางเมื่อปริมาณการจราจรเพิ่มสูงขึ้น และ/หรือ อายุบริการของผิวทางประมาณ 4 ถึง 7 ปี ทั้งนี้ระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะแปรผันตามลักษณะการใช้งานและปริมาณจราจรของทางหลวงสายนั้น ๆ เป็นต้น



งานบำรุงพิเศษและบูรณะ (SPECIAL MAINTENANCE AND REHABILITATION)

เป็นงานซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงที่ชำรุดเสียหาย และมีปริมาณมากกว่าที่จะทำการซ่อมด้วยงานบำรุงปกติ โดยเฉพาะเส้นทางที่ไม่ได้รับการบำรุงตามกำหนดเวลา จะเกิดความเสียหายขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องดำเนินการด้วยงานบำรุงพิเศษหรือบูรณะ นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงงานประกอบอื่น ๆ ที่เหมาะสม ในส่วนที่ไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างไว้ หรือสภาพแวดล้อมในพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น งานก่อสร้างระบบระบายน้ำถาวร งานปลูกต้นไม้และปรับปรุงภูมิทัศน์ เป็นต้น ซึ่งงานบำรุงพิเศษและบูรณะจะประกอบไปด้วยลักษณะงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) งานปรับระดับผิวทาง (Surface Leveling)
- (2) งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ (Major Repair of Asphalt Pavement)
- (3) งานซ่อมผิวคอนกรีต (Major Repair of Concrete Pavement)
- (4) งานซ่อมลาดข้างทาง (Major Repair of Slope and Back Slope)
- (5) งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ (Rehabilitation of Asphalt Pavement)
- (6) งานบูรณะทางผิวคอนกรีต (Rehabilitation of Concrete Pavement)
- (7) งานปรับปรุงผิวจราจร (Improvement of Surface)
- (8) งานปรับปรุงและซ่อมไหล่ทาง ทางเท้า ทางเชื่อม และเกาะแบ่งถนน (Improvement and Repair of Shoulder, Sidewalk, Connection Road and Median)
- (9) งานปรับปรุงด้านเรขาคณิตของทาง (Improvement of Highway Geometry)
- (10) งานก่อสร้างที่จอดรถประจำทางและที่พักผู้โดยสาร (Provision of Bus Stop and Shelter)
- (11) งานปลูกต้นไม้และปรับปรุงภูมิทัศน์ (Planting and Highway Landscaping)
- (12) งานก่อสร้างทางระบบน้ำถาวร (Construction of Permanent Ditch)
- (13) งานแก้ไขและป้องกันน้ำกัดเซาะ (Remedy and Prevention of Erosion)
- (14) งานแก้สไลด์ทาง (Highway Repair Caused by Land Slide)



ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์แผนงานบำรุงทางด้วยโปรแกรม TPMS ได้นำเข้าข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงจากระบบ PLANNET เพื่อระบุสายทางที่อยู่ในระหว่างระยะเวลาค้ำประกันผลงาน โดยนำเข้าเฉพาะรหัสงานซ่อมนี้มีผลกระทบกับสภาพผิวทาง โดยมีรายละเอียดรหัสงานซ่อมบำรุง ดังต่อไปนี้

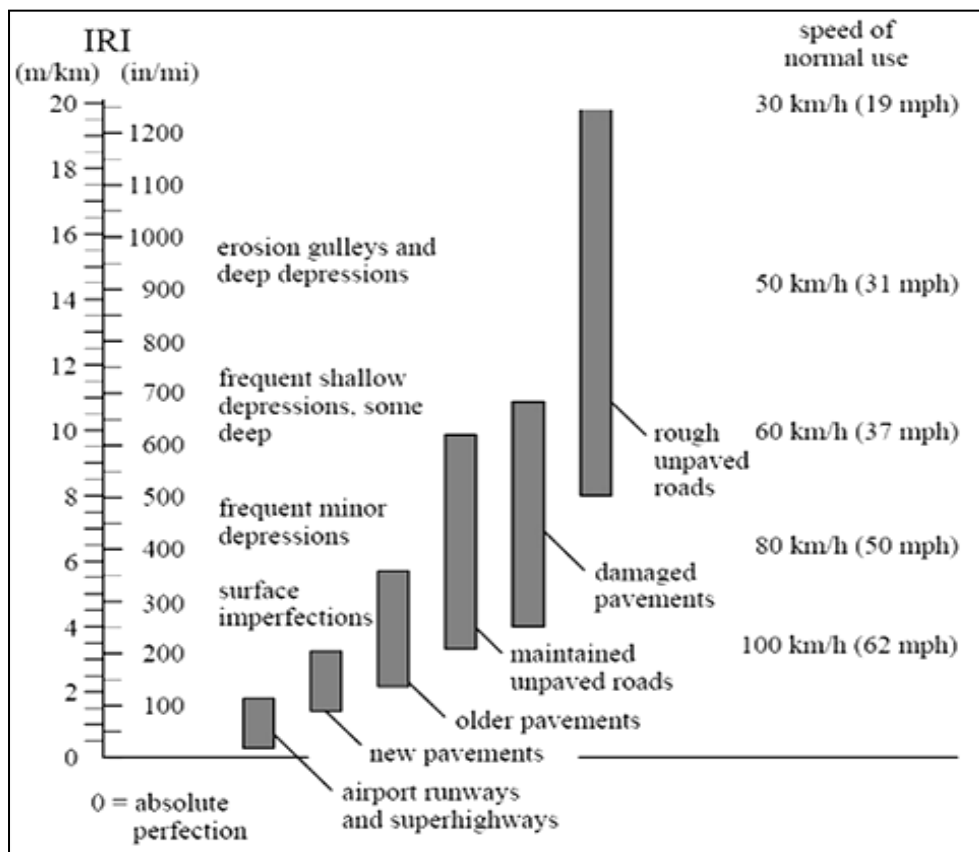
- 22000 งานบำรุงตามกำหนดเวลา
- 22100 งานฉาบผิวแอสฟัลต์
- 22200 งานเสริมผิวแอสฟัลต์
- 23000 งานบำรุงพิเศษ
- 23100 งานปรับระดับผิวทาง
- 23200 งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่
- 23300 งานซ่อมทางผิวคอนกรีต
- 24000 งานบูรณะ
- 24100 งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
- 24200 งานบูรณะทางผิวคอนกรีต
- 10000 งานพัฒนาทางหลวง
- 11300 กิจกรรมลาดยางทางหลวง
- 12000 โครงการดำเนินงานตามแผนพัฒนาทางหลวง
- 20000 งานบำรุงรักษาทาง



ดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ของโครงข่ายทางหลวง

ในปี ค.ศ.1982 ธนาคารโลก (World Bank) ซึ่งได้รับความร่วมมือจากประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา และบราซิล ได้รวบรวมแนวทางในการวัดค่าความขรุขระของผิวทาง ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละประเทศ และได้ตั้งค่ามาตรฐานความขรุขระเป็นสากลขึ้นเรียกว่า ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) โดยค่า IRI ถูกใช้เพื่อบริหารลักษณะของรูปตัดของผิวทางในแนวยาว (Longitudinal Profile) มีหน่วยเป็น เมตร/กิโลเมตร หรือ มิลลิเมตร/เมตร ถนนที่มีค่า IRI ที่สูง แสดงว่า ถนนดังกล่าวมีความขรุขระมาก ผลการศึกษาของ AASHO Road Test พบว่า คุณภาพของการให้บริการทางขึ้นอยู่กับความขรุขระของผิวทาง นอกจากนั้นความขรุขระยังเป็นตัวสะท้อนระดับความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งความเร็วในการเดินทางและสภาพความขรุขระของผิวทางจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง

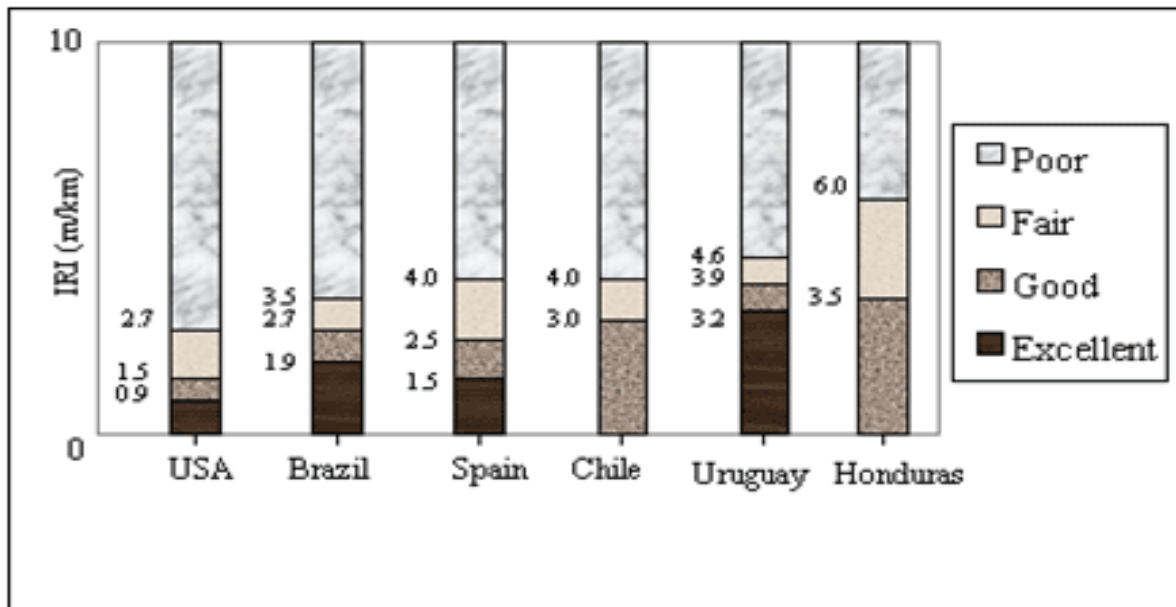
ด้วยสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ในหลายประเทศทั่วโลก ค่า IRI จึงถูกนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการให้บริการของถนน (Serviceability) หรือคุณภาพของถนน (Riding Quality) และใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณาซ่อมบำรุงถนน โดยแต่ละประเทศอาจมีเกณฑ์ค่า IRI ในการพิจารณาคุณภาพถนนที่แตกต่างกัน



ที่มา : “The little book of profiling” : basic information about measuring and interpreting road profiles.

Sayers, M. W.. Sayers, M. W.. 1998-09. Handle:

รูปที่ 1-134 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI กับความเร็วยานพาหนะ



ที่มา : “International Roughness Index Specifications around the World”, Road Materials and Pavement Design, ISSN 1468-0629, 2017, Vol. 18, No. 4, pp.

รูปที่ 1-135 เกณฑ์ค่า IRI ในการชี้วัดคุณภาพในการให้บริการของถนนของประเทศต่าง ๆ

สำหรับประเทศไทยนั้น ในปัจจุบัน ถนนที่ก่อสร้างใหม่จะมีค่า IRI เท่ากับ 2.0 เมตร/กิโลเมตร หรือน้อยกว่า และกรมทางหลวงกำหนดให้ถนนในความรับผิดชอบที่มีค่า IRI มากกว่าหรือเท่ากับ 3.5 เมตร/กิโลเมตร เป็นถนนที่มีสภาพต่ำกว่ามาตรฐานและควรได้รับการพิจารณาซ่อมบำรุง โดยมีเกณฑ์กำหนดระดับสภาพทางหลวง 4 ระดับ

ตารางที่ 1-57 เกณฑ์ระดับการให้บริการ (ความเรียบของผิวทางหลวง)

ระดับความเรียบ	IRI (ม./กม.)
ดีมาก	< 2.5
ดี	2.5 - 3.5
พอใช้	3.5 - 4.5
ชำรุด	> 4.5



เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง

ปัจจุบัน กรมทางหลวงมีการแบ่งมาตรฐานชั้นทางต่าง ๆ กัน แต่ทั้งนี้หากพิจารณาจากปริมาณการใช้ถนน หรือปริมาณจราจรที่แท้จริงแล้ว ในแต่ละมาตรฐานชั้นทางจะมีจำนวนผู้ใช้ทางที่แตกต่างกัน ระยะทางตามมาตรฐานชั้นทาง แบ่งแยกตามปริมาณจราจร

ตารางที่ 1-58 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง

IRI inch/mile	IRI m/km	Interstate Routes	NHS Non-Interstate Routes	Non-NHS Routes with ADT ≥ 2000	Non-NHS Routes with ADT < 2000
≤ 70	≤ 1.11	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
71 - 75	1.12 - 1.18	Good	Good	Good	Good
76 - 100	1.19 - 1.58				
101 - 120	1.59 - 1.89	Fair	Fair	Fair	Fair
121 - 150	1.90 - 2.37				
151 - 170	2.38 - 2.68	Poor	Poor	Poor	Poor
171 - 195	2.69 - 3.08				
196 - 220	3.09 - 3.47				
> 220	> 3.47				

เนื่องด้วยปัจจุบันทางหลวงในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความหลากหลายของรูปแบบถนนมากกว่าในอดีต และปริมาณจราจรที่ใช้ถนนมีระดับที่แตกต่างกัน อย่างชัดเจน ตั้งแต่ระดับ 2,000 ไปจนถึง 350,000 ดังนั้น ในการวิเคราะห์นี้ จึงขอจำแนกประเภททางหลวงตามลักษณะรูปแบบทางกายภาพซึ่งจะสัมพันธ์กับระดับปริมาณการจราจร โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท และกำหนดเกณฑ์คุณภาพสำหรับถนนแต่ละประเภท

โดยมีค่าเป้าหมายกำหนด ซึ่งหากบรรลุเป้าหมายดังกล่าวจะทำให้ โครงข่ายทางหลวงสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศให้มีต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้าน กล่าวคือ ทางหลวงสายสำคัญที่เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งหลักของประเทศ ซึ่งคุณภาพของทางเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ จะได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าถนนอื่นทั่ว ๆ ไป แต่ทั้งนี้ ถนนสายทั่วไปไม่มีปริมาณจราจรต่ำ และไม่ได้เป็นเส้นทางเศรษฐกิจ จะได้รับการดูแลและบำรุงรักษาไม่ให้มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (IRI ไม่เกิน 5.0) เพื่อรักษาระดับมาตรฐานของคุณภาพในการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานของประชาชนให้สามารถเดินทางไปโรงเรียน ไปโรงพยาบาล ไปติดต่อราชการได้อย่างสะดวกและปลอดภัย



ตารางที่ 1-59 ประเภททางหลวงจำแนกตามรูปแบบทางกายภาพและระดับปริมาณการจราจร

ประเภททางหลวง	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)	กายภาพ
1. เชื่อมภายในอำเภอ (Local)	< 2,000	ทาง 2 ช่อง กว้าง 7.0 ม.
2. เชื่อมระหว่างจังหวัดกับอำเภอ (Collector)	2,000 - 4,000	ทาง 2 ช่อง กว้าง 8.0 ม.
3. เชื่อมระหว่างจังหวัด (Arterial)	4,000 - 8,000	ทาง 2 ช่อง กว้าง 9.0 ม.
4. เชื่อมระหว่างภาค (Highway)	8,000 - 20,000	ทาง 4 ช่อง กว้าง 11.0 ม. ต่อทิศทาง
5. เชื่อมระหว่างภูมิภาครอบกรุงเทพฯ และปริมณฑล (Super Highway)	> 20,000	ทาง 4 ช่อง กว้าง 14.5 ม. ต่อทิศทาง

ตารางที่ 1-60 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวงของกรมทางหลวง

IRI ม./กม.	ประเภททางหลวง				
	Super Highway	Highway	Arterial	Collector	Local
<2.0	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
2.0 - 2.5	Good				
2.5 - 3.0	Fair	Good	Good	Good	Good
3.0 - 3.5		Fair			
3.5 - 4.0	Poor	Poor	Fair	Fair	Fair
4.0 - 4.5			Poor	Poor	Poor
4.5 - 5.0			Poor	Poor	Poor
>5.0	Under-standard				

ตารางที่ 1-61 เป้าหมายคุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวงของกรมทางหลวง

IRI ม./กม.	ประเภททางหลวง				
	Super Highway	Highway	Arterial	Collector	Local
<2.0	10%	10%	35%	80%	65%
2.0 - 2.5	40%				
2.5 - 3.0	50%	35%	50%	10%	20%
3.0 - 3.5		45%			
3.5 - 4.0	0%	10%	10%	5%	10%
4.0 - 4.5			5%	5%	5%
4.5 - 5.0			5%	5%	5%
>5.0	0%	0%	0%	0%	0%
IRI เฉลี่ย	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
IRI >3.5	0%	10%	15%	20%	35%



กรอบงบประมาณงานบำรุงรักษา

ข้อมูลพื้นฐานและสมมติฐานในการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

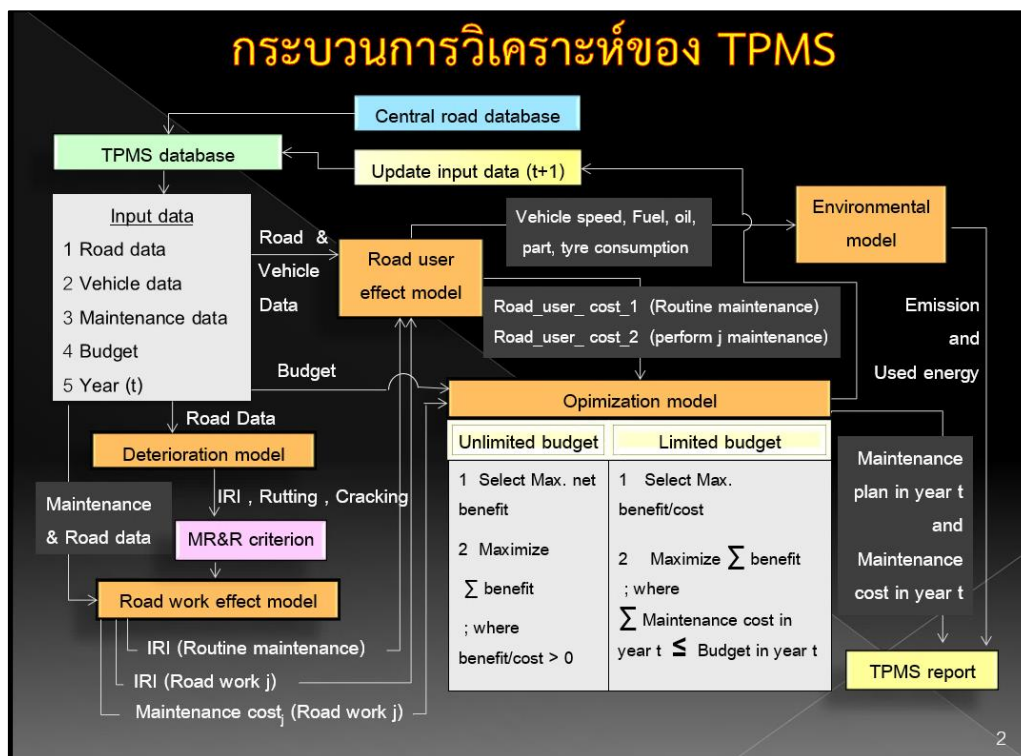
ตารางที่ 1-62 วิธีซ่อมและราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา

เกณฑ์เลือกวิธีซ่อม ค่า IRI	ปริมาณจราจร คัน/วัน	วิธีการซ่อม	ราคาต่อหน่วย บาท/ตร.ม.
2.0 - 2.5	ไม่กำหนด	ฉาบผิว	160
2.5 - 3.0	ไม่กำหนด	เสริมผิว 5 ซม.	420
3.0 - 3.5	ไม่กำหนด	ซ่อมผิวทาง 5 ซม.	450
3.5 - 4.5	< 8,000	ซ่อมพื้นทาง ปูผิว 5 ซม.	500
3.5 - 4.5	> 8,000	ซ่อมพื้นทาง ปูผิว 10 ซม.	820
3.5 - 4.5	> 20,000	ซ่อมผิว Concrete/ซ่อมพื้นทาง ปูผิว PMA	860
> 4.5	< 8,000	บูรณะทาง ปูผิว 5 ซม.	600
> 4.5	> 8,000	บูรณะทาง ปูผิว 10 ซม.	850
> 4.5	> 20,000	บูรณะทาง Concrete/บูรณะทาง ปูผิว PMA	890



1.8.1 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางประจำปี

ที่ปรึกษาได้จัดทำแผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปีงบประมาณ 2566 และแปรผลเพื่อจัดทำรายงาน สภาพโครงข่ายทางหลวงวิธีซ่อมบำรุงผิวทางลาดยางและคอนกรีต จากข้อมูลการสำรวจและข้อมูลสภาพความเสียหายของทางหลวงในฐานะข้อมูล Roadnet ด้วยโปรแกรม TPMS (Thailand Pavement Management System) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำเอา สภาพความเสียหายของถนนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ร่องล้อ รอยแตก ค่า IRI รวมทั้งปริมาณจราจร มาพยากรณ์การเสื่อมสภาพของถนนด้วยแบบจำลองการเสื่อมสภาพ (Deterioration Models) และผลกระทบต่อผู้ใช้ทางในรูปแบบของค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (Vehicle Operating Cost) ค่าสูญเสียเวลา (Value of Time) ซึ่งรวมเรียกว่าค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง (Road User Costs) ซึ่งระบบการทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 1-135 นอกจากนี้ แบบจำลองยังสามารถคำนวณ ปริมาณมลพิษอันเกิดจากการใช้รถยนต์ (Environmental Models) รวมถึงผลของการซ่อมบำรุงถนน ที่มีผลต่อการให้บริการของถนนที่เพิ่มขึ้น (Road Work Effect Models) ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ ได้รับการปรับปรุงจากระบบ HDM-4 ของธนาคารโลก (World Bank) และนำมาใช้วิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางการซ่อมบำรุงให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด โดยจัดทำเป็นรายงานสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น แยกตามหน่วยงาน รหัสงาน จังหวัด เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดข้อมูล และผลการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1-136 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS

(Thailand Pavement Management System)



สภาพโครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน

จากการประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจประเมินสภาพความเรียบผิวทางทั่วประเทศของกรมทางหลวง สำนักบริหารบำรุงทาง จากคำรับรองการปฏิบัติราชการตามกรอบการประเมินผลการปฏิบัติราชการประจำปี ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่าความขรุขระ (IRI) น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 89.88

โดยข้อมูลโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง 2566 จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ของสำนักบริหารบำรุงทางซึ่งมีค่าความขรุขระ (IRI) น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร มีความเรียบอยู่ในเกณฑ์ดีมากและดี คิดเป็นร้อยละ 89.71 จากการสำรวจทั้งสิ้น 39,818.18 กิโลเมตร โดยมีค่าความขรุขระ (IRI) มากกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.29 เป็นระยะทาง 4,096.12 กิโลเมตร ของโครงข่าย แสดงดังตารางที่ 1-63

ตารางที่ 1-63 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจในโครงการปี 2566 สำนักบริหารบำรุงทาง

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	< 2.5	23,611.88	59.30	59.30
ดี	2.5 - 3.5	12,110.18	30.41	89.71
พอใช้	3.5 - 4.5	3,259.25	8.19	97.90
ชำรุด	> 4.5	836.875	2.10	100.00
รวม		39,818.18	100	

ซึ่งข้อมูลโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงปีสำรวจล่าสุด ของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) สำนักบริหารบำรุงทาง และระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ โดยมีค่าความขรุขระ (IRI) น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร โดยโครงข่ายทางหลวงข้อมูลมีความเรียบอยู่ในเกณฑ์ดีมากและดี คิดเป็นร้อยละ 90.38 จากระยะทางทั้งโครงข่ายทางหลวง 65,060.63 กิโลเมตร เนื่องจากมีค่าความขรุขระ (IRI) มากกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.62 เป็นระยะทาง 6,258.29 กิโลเมตร ของโครงข่าย ดังนั้นจากการประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจประเมินสภาพความเรียบผิวทางทั่วประเทศเส้นทางที่มีค่าความขรุขระ (IRI) มากกว่า 3.5 ควรได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะอย่างเหมาะสมแสดงดังตารางที่ 1-64



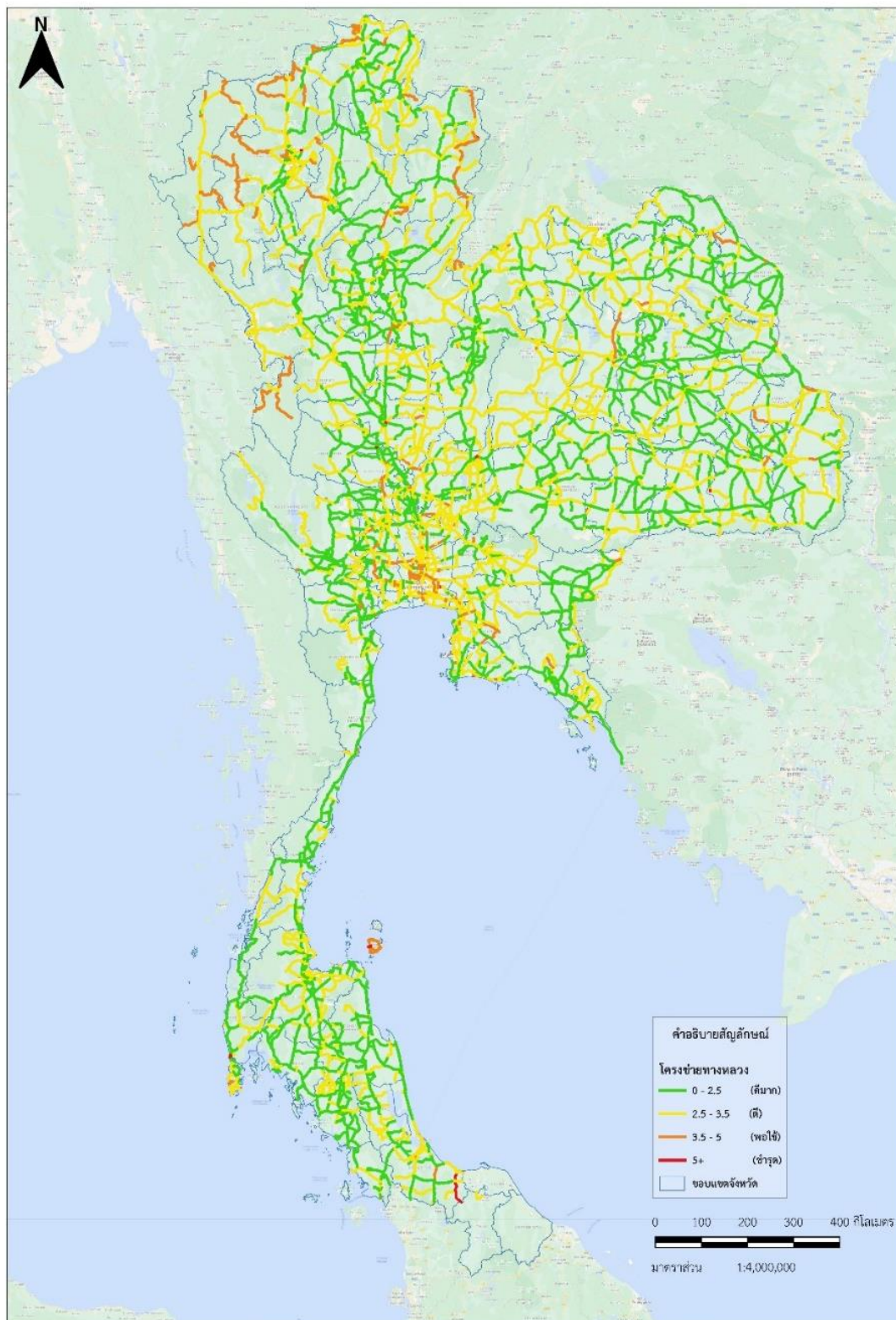
ตารางที่ 1-64 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลสำนักบริหารบำรุงทางและสำนักวิศวกรรมและตรวจสอบ

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	< 2.5	39,033.40	60.00	60.00
ดี	2.5 - 3.5	19,768.95	30.39	90.38
พอใช้	3.5 - 4.5	4,979.12	7.65	98.03
ชำรุด	> 4.5	1,279.17	1.97	100.00
รวม		65,060.63	100	

หมายเหตุ : ข้อมูลการสำรวจ ณ สิงหาคม 2566 ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคง
ภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา
ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ และอำเภอบ้าย้อย



ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั่วประเทศ



รูปที่ 1-137 ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั่วประเทศ

จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)



สภาพโครงข่ายทางหลวง ปี 2568

จากการวิเคราะห์คาดการณ์ค่าสภาพความเรียบผิวทางโดยแบบจำลองความเสื่อมสภาพของทางในระบบ TPMS (Road Condition Deterioration Model)

จากฐานข้อมูลความเสียหายที่มีอยู่ทั้งหมดตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2566 ทั้งในส่วน
ของสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ โดยการวิเคราะห์

ทางที่ปรึกษาได้คัดกรองสายทางที่มีค่า IRI ผิดปกติ โดยเลือกสายทางที่มีค่า IRI
อยู่ในช่วง 0.5 - 7.0 เมตรต่อกิโลเมตร และกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุงทางหลวงในปี 2567
ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าความเรียบของผิวทาง พบว่าในปี 2568 (ก่อนได้รับงบประมาณ) ถนนกรมทางหลวง
จะมีค่าความเรียบเฉลี่ย เท่ากับ 3.03 โดยอยู่ในสภาพดี และดีมากมีระยะทางรวม 53,713.44 กิโลเมตร
หรือคิดเป็นร้อยละ 82.64 และมีเส้นทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะ เนื่องจาก
มีค่าความขรุขระ (IRI) เกินกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร รวมระยะทาง 11,286.49 กิโลเมตร
คิดเป็นร้อยละ 17.36 ของโครงข่ายรายละเอียดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1-65

ตารางที่ 1-65 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 (ก่อนได้รับงบ)

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง (กม.)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	< 2.5	10,808.20	16.63	16.63
ดี	2.5 - 3.5	42,905.24	66.01	82.64
พอใช้	3.5 - 4.5	9,636.79	14.83	97.46
ชำรุด	> 4.5	1,649.69	2.54	100.00
รวม		64,999.92	100.00	

หมายเหตุ : ณ สิงหาคม พ.ศ. 2566 การคาดการณ์ครอบคลุมระยะทางในระบบฐานข้อมูลการสำรวจของสำนักบริหารบำรุงทาง
ยกเว้นพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ.รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี
จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ
และอำเภอบำลือ ซึ่งเส้นทางยกเว้นการสำรวจ



เมื่อเปรียบเทียบระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร ระหว่างปี 2566 ร้อยละ 90.38 (ผลจากการสำรวจ) และปี 2568 ร้อยละ 82.64 (จากผลการคาดการณ์ ด้วยแบบจำลอง) พบว่ามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของกรมทางหลวง ที่กำหนดให้ค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร อยู่ที่ร้อยละ 89.88 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าถนนเมื่อมีการใช้งานย่อมมีการเสื่อมสภาพ ซึ่งเกิดจากปัจจัยในหลาย ๆ ด้าน เช่น ปริมาณจราจร ค่าความเสียหาย อายุถนน เป็นต้น ดังนั้นจึงควรปรับปรุงสภาพทางของโครงข่ายทางหลวง ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

หากวิเคราะห์แยกตามสำนักงานทางหลวง แสดงดังตารางที่ 1-65 พบว่า มี 13 สำนักงานทางหลวง หรือเกินครึ่งหนึ่งของประเทศ ที่มีค่า IRI สูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่) สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่) สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก) สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก) สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์) สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น) สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี) และสำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี ซึ่งหากพิจารณาสำนักงานทางหลวง ที่มีค่า IRI สูงกว่าค่าเฉลี่ย (3.03) ประกอบกับภาพโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จะเห็นภาพได้อย่างชัดเจนมากขึ้น กล่าวคือ ในพื้นที่ดังกล่าวมีถนนที่มีความเสียหายอยู่ค่อนข้างมาก ค่า IRI เกินกว่า 3.5 (เส้นสีส้มและแดง) เชียงใหม่ แพร่ เพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่บนภูเขาและตามแนวชายแดน แม้ว่าในพื้นที่ดังกล่าวจะมีปริมาณการเดินทางน้อย แต่โครงข่ายก็มีความสำคัญต่อยุทธศาสตร์ชาติ ในด้านความมั่นคงของประเทศ และประชาชนในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวควรมีถนนที่มีคุณภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง สำหรับใช้เดินทาง ติดต่อสื่อสาร และเข้าถึงบริการสาธารณะ พื้นฐานต่าง ๆ ของรัฐ เช่น โรงเรียน สถานที่ราชการ และโรงพยาบาล เป็นต้น ส่วนพื้นที่กรุงเทพฯ และชลบุรี เป็นพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เส้นทางเชื่อมต่อไปยังแหล่งขนส่งสินค้า และอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ผลการสำรวจสภาพทางหลวงจึงสะท้อนให้เห็นว่าเส้นทาง ในพื้นที่ดังกล่าวต้องการการบำรุงรักษาและบูรณะอย่างเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดต้นทุนโลจิสติกส์ และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศตามนโยบายของรัฐบาล



ที่ปรึกษาได้ดำเนินการแปลผลข้อมูลเพื่อจัดทำรายงาน สภาพโครงข่ายทางหลวง วิธีซ่อมบำรุงผิวทางลาดยางและคอนกรีต จากข้อมูลการสำรวจในโครงการนี้ และข้อมูลสภาพความเสียหายของทางหลวงในฐานข้อมูล Roadnet ด้วยโปรแกรม TPMS พร้อมจัดทำแผนงานบำรุงทางประจำปี (แบบไม่จำกัดงบประมาณ) โดยจัดทำรายงานสรุปผลการวิเคราะห์แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น แยกตามหน่วยงาน รหัสงาน จังหวัด เป็นต้น โดยได้แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-66 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2568 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)	IRI เฉลี่ย	ระยะทาง (กิโลเมตร)		สัดส่วน IRI ≤ 3.5
			IRI ≤ 3.5	IRI > 3.5	
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	4429.91	3.38	2687.49	1742.42	60.67
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	4527.41	3.11	3445.71	1081.71	76.11
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	4092.30	2.85	3906.82	185.48	95.47
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	3212.47	3.07	2606.31	606.16	81.13
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	3182.45	3.18	2520.21	662.24	79.19
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	3454.38	3.17	2697.16	757.23	78.08
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	3646.39	3.10	2970.00	676.39	81.45
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	3215.82	2.88	2849.08	366.74	88.60
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	4750.26	3.11	3841.89	908.37	80.88
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	5571.39	2.92	4581.47	989.92	82.23
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	3816.62	3.15	2949.03	867.58	77.27
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	3600.26	2.86	3321.86	278.40	92.27
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	2286.16	2.98	1784.22	501.94	78.04
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	3383.84	2.98	2813.53	570.31	83.15
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	3156.68	2.82	2994.74	161.93	94.87
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	4095.26	2.99	3532.61	562.65	86.26
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	3046.40	2.81	2888.95	157.46	94.83
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	1531.93	2.93	1322.37	209.56	86.32
รวม	64999.92 (100%)	3.03	53713.44 (82.64%)	11286.48 (17.36%)	82.64

หมายเหตุ : ตัวหนังสือเข้ม หมายถึง สำนักงานทางหลวงนั้น มีค่า IRI เฉลี่ยสูงกว่าค่า IRI เฉลี่ยของประเทศ

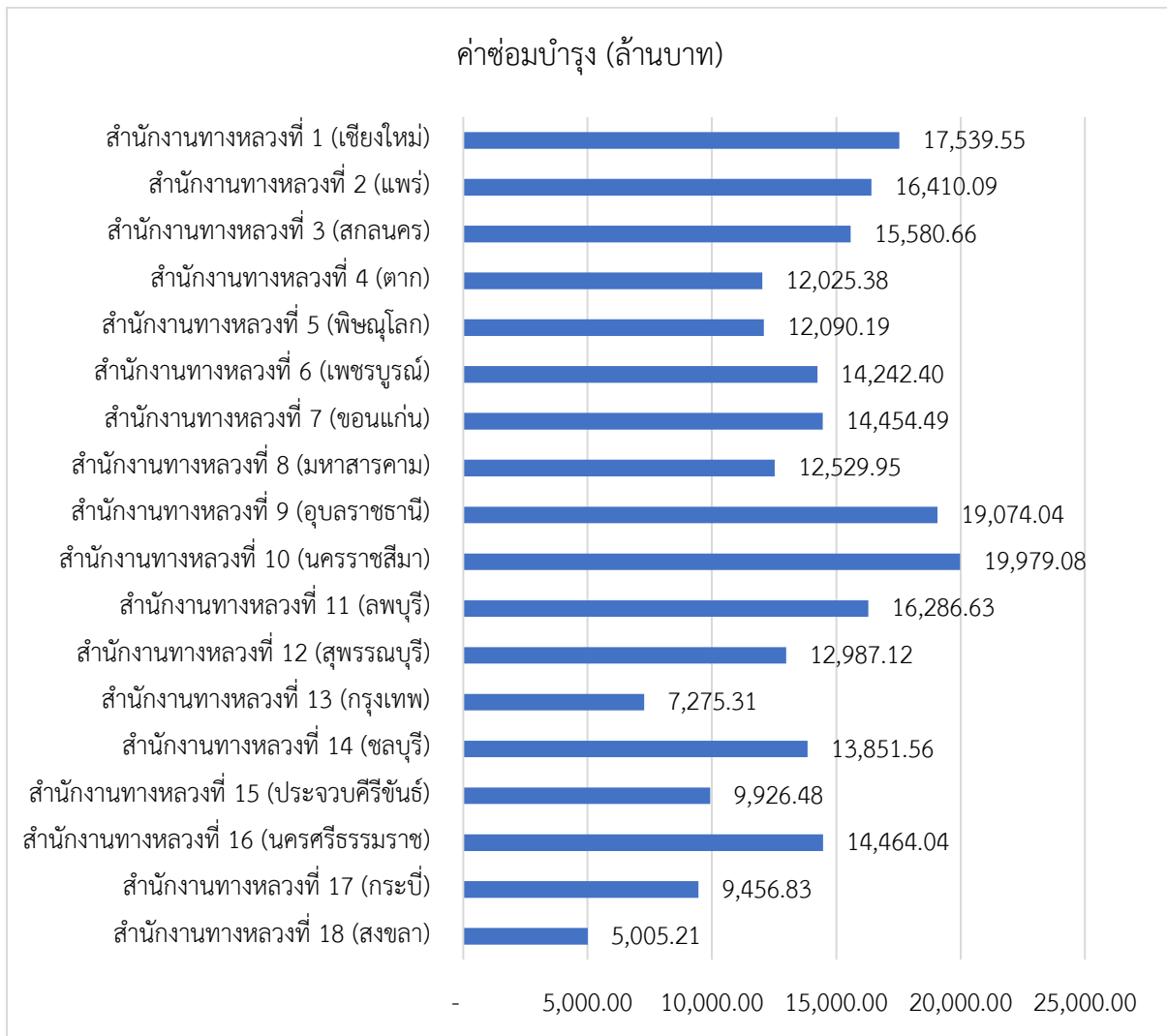


ประเภทการซ่อมบำรุง

ทั้งนี้ หากพิจารณาตามเงื่อนไขการซ่อมบำรุงในงบประมาณไม่จำกัด ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2566 จะทำให้สามารถวิเคราะห์กรอบงบการซ่อมบำรุงสูงสุดในปี พ.ศ. 2568 (วางแผนปีงบประมาณถัดไป) ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-67 รายละเอียดการซ่อมบำรุงทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2568 แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1 ปี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	ระยะทาง (กม.)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	251,231,046.89	108,029.35	25,647.73
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	47,301,141.25	21,758.52	4,808.91
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	129,244,338.05	58,159.95	13,473.17
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมพลาสติก (RBPMA)	9,373,788.35	8,342.67	822.63
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	8,776,108.16	5,265.66	995.07
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	10,249,932.10	8,712.44	981.34
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	24,645,063.15	12,322.53	3,018.47
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมพลาสติก (RCLPMA)	9,056,135.49	7,788.28	755.90
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	2,430,770.38	1,993.23	235.84
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	119,731,440.41	9,578.52	11,784.66
งานบำรุงปกติ	42,937,564.17	-	4,390.31
รวม	654,977,328.40	241,951.16	66,914.04



หมายเหตุ : ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี
จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภोजะนะ
และอำเภอสบไย้อย

รูปที่ 1-138 ค่าซ่อมบำรุงแยกตามสำนักงานทางหลวง



ตารางที่ 1-68 สัดส่วนวิธีการซ่อมบำรุงแบ่งตามสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	สัดส่วนวิธีการซ่อมบำรุง ร้อยละ										รวม
	OL05	OL10	OLM05	RBPMA	RB05	RB10	RCL05	RCLPMA	RCL10	SS-Para	
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	28.74	4.92	21.31	2.40	11.79	4.38	19.67	1.23	2.02	3.56	100
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	36.69	5.38	24.01	1.61	8.11	5.96	11.85	0.78	0.97	4.64	100
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	58.40	8.29	15.77	1.54	2.18	5.14	1.43	0.08	0.44	6.72	100
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	40.00	6.68	25.49	0.45	6.25	3.63	10.12	0.20	1.38	5.80	100
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	39.92	8.09	29.67	1.43	2.65	3.10	9.81	0.74	0.92	3.69	100
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	37.92	7.44	27.35	0.00	4.44	7.44	10.61	0.00	1.16	3.64	100
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	37.83	8.45	26.85	6.42	3.53	6.33	4.02	2.63	0.86	3.07	100
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	45.47	6.93	17.84	2.76	4.29	10.86	2.51	0.64	1.17	7.54	100
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	41.92	7.49	25.03	0.72	2.68	9.76	6.21	0.52	1.35	4.32	100
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	30.05	6.14	20.82	7.66	4.03	18.09	3.56	3.60	2.10	3.96	100
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	33.11	7.79	28.04	6.10	5.09	5.74	6.45	4.23	1.18	2.27	100
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	50.08	6.90	18.12	1.85	1.93	6.17	3.69	1.08	0.39	9.79	100
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	16.41	5.04	21.49	30.30	0.18	2.88	0.29	19.32	2.56	1.52	100
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	34.75	7.81	27.05	8.58	1.00	2.96	3.12	8.82	1.15	4.77	100
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	49.70	8.30	19.94	6.41	0.49	1.82	0.77	6.19	0.02	6.36	100
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	39.99	7.23	23.21	3.97	5.70	5.81	5.56	2.50	0.71	5.32	100
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	54.63	8.02	22.65	1.13	0.51	2.27	0.79	0.43	0.22	9.33	100
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	39.83	5.56	15.60	4.45	6.32	13.78	3.17	2.79	0.85	7.65	100



ตารางที่ 1-69 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	10,917,881.80	4,694,689,174.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,749,084.70	804,578,962.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,735,307.00	3,480,888,150.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	440,163.20	391,745,248.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	3,210,291.50	1,926,174,900.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	841,013.50	714,861,475.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	6,426,640.50	3,213,320,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	232,998.50	200,378,710.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	401,907.50	329,564,150.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	7,265,217.40	581,217,392.00
งานบำรุงปกติ	1,804,506.50	-
รวม	41,025,012.10	16,337,418,411.00

ตารางที่ 1-70 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,625,484.20	5,428,958,206.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,730,975.00	796,248,500.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,893,107.55	3,551,898,397.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	268,387.75	238,865,097.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,999,311.31	1,199,586,786.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,038,016.50	882,314,025.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	3,505,377.00	1,752,688,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	134,552.25	115,714,935.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	174,894.50	143,413,490.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	8,575,907.20	686,072,576.00
งานบำรุงปกติ	3,789,409.70	-
รวม	41,735,422.96	14,795,760,513.00



ตารางที่ 1-71 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	17,801,505.90	7,654,647,537.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,361,019.40	1,086,068,924.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,594,212.70	2,067,395,715.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	227,244.00	202,247,160.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	476,183.70	285,710,220.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	791,999.00	673,199,150.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	375,410.10	187,705,050.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	12,934.00	11,123,240.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	70,868.00	58,111,760.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	11,014,633.20	881,170,656.00
งานบำรุงปกติ	1,636,916.00	-
รวม	39,362,926.00	13,107,379,412.00

ตารางที่ 1-72 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	9,687,918.36	4,165,804,894.80
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,512,056.00	695,545,760.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	5,899,391.50	2,654,726,175.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	52,574.00	46,790,860.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,084,244.00	650,546,400.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	444,671.76	377,970,996.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,108,391.00	1,054,195,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	24,558.00	21,119,880.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	175,818.00	144,170,760.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	7,555,529.00	604,442,320.00
งานบำรุงปกติ	941,850.82	-
รวม	29,487,002.44	10,415,313,545.80



ตารางที่ 1-73 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	10,100,191.50	4,343,082,345.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,912,331.30	879,672,398.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,173,889.00	3,228,250,050.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	174,408.50	155,223,565.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	480,399.00	288,239,400.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	396,599.00	337,109,150.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,133,751.00	1,066,875,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	93,352.00	80,282,720.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	121,786.50	99,864,930.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	5,013,163.00	401,053,040.00
งานบำรุงปกติ	694,081.50	-
รวม	28,293,952.30	10,879,653,098.00

ตารางที่ 1-74 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	11,474,613.40	4,934,083,762.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,103,049.10	967,402,586.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,908,776.50	3,558,949,425.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	-	-
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	962,824.50	577,694,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,138,155.50	967,432,175.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,760,971.50	1,380,485,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	-	-
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	183,502.00	150,471,640.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	5,925,415.00	474,033,200.00
งานบำรุงปกติ	737,527.00	-
รวม	33,194,834.50	13,010,553,238.00



ตารางที่ 1-75 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,188,085.50	5,240,876,765.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,544,686.30	1,170,555,698.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	8,265,036.60	3,719,266,470.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	999,775.20	889,799,928.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	814,842.50	488,905,500.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,032,169.00	877,343,650.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,114,519.00	557,259,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	423,894.10	364,548,926.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	145,275.00	119,125,500.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	5,312,103.00	424,968,240.00
งานบำรุงปกติ	848,734.10	-
รวม	33,689,120.30	13,852,650,177.00

ตารางที่ 1-76 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	11,289,572.00	4,854,515,960.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,608,704.00	740,003,840.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,232,553.50	1,904,649,075.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	331,177.00	294,747,530.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	762,781.00	457,668,600.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,363,872.50	1,159,291,625.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	536,115.50	268,057,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	79,391.50	68,276,690.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	152,007.50	124,646,150.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	10,055,813.95	804,465,116.00
งานบำรุงปกติ	3,460,003.00	-
รวม	33,871,991.45	10,676,322,336.00



ตารางที่ 1-77 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	16,933,897.00	7,281,575,710.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,827,269.50	1,300,543,970.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	9,662,548.50	4,348,146,825.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	139,603.00	124,246,670.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	775,463.00	465,277,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,994,731.50	1,695,521,775.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,157,498.50	1,078,749,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	104,263.20	89,666,352.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	285,867.50	234,411,350.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	9,379,174.00	750,333,920.00
งานบำรุงปกติ	2,300,561.50	-
รวม	46,560,877.20	17,368,473,622.00

ตารางที่ 1-78 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	14,796,031.55	6,362,293,566.50
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,823,780.00	1,298,938,800.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	9,793,487.00	4,407,069,150.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	1,821,687.50	1,621,301,875.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,421,854.50	853,112,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	4,505,796.00	3,829,926,600.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,508,494.50	754,247,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	886,873.00	762,710,780.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	541,762.00	444,244,840.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	10,482,947.00	838,635,760.00
งานบำรุงปกติ	5,731,748.00	-
รวม	54,314,461.05	21,172,481,321.50



ตารางที่ 1-79 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,279,617.60	5,280,235,568.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,700,142.50	1,242,065,550.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	9,936,085.20	4,471,238,340.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	1,093,735.85	973,424,906.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,351,860.20	811,116,120.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,076,711.10	915,204,435.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,057,831.60	1,028,915,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	784,933.30	675,042,638.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	229,948.50	188,557,770.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	4,525,355.80	362,028,464.00
งานบำรุงปกติ	1,573,517.05	-
รวม	37,609,738.70	15,947,829,591.50

ตารางที่ 1-80 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,544,713.00	5,394,226,590.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,615,946.30	743,335,298.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,337,848.70	1,952,031,915.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	223,844.20	199,221,338.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	346,253.40	207,752,040.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	781,989.10	664,690,735.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	794,332.20	397,166,100.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	135,175.50	116,250,930.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	50,697.00	41,571,540.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	13,182,884.10	1,054,630,728.00
งานบำรุงปกติ	1,869,299.00	-
รวม	35,882,982.50	10,770,877,214.00



ตารางที่ 1-81 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพฯ)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	5,071,032.65	2,180,544,039.50
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,456,611.60	670,041,336.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	6,345,223.65	2,855,350,642.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	4,522,768.65	4,025,264,098.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	40,700.00	24,420,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	450,501.50	382,926,275.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	77,088.10	38,544,050.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	2,984,086.79	2,566,314,639.40
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	414,101.50	339,563,230.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	2,518,755.00	201,500,400.00
งานบำรุงปกติ	3,578,767.00	-
รวม	27,459,636.44	13,284,468,710.90

ตารางที่ 1-82 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	11,401,844.29	4,902,793,044.70
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,394,387.34	1,101,418,176.40
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	8,482,306.90	3,817,038,105.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	1,360,593.60	1,210,928,304.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	234,047.25	140,428,350.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	490,579.10	416,992,235.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	881,752.75	440,876,375.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	1,446,629.20	1,244,101,112.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	197,878.00	162,259,960.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	8,418,568.25	673,485,460.00
งานบำรุงปกติ	2,426,924.00	-
รวม	37,735,510.68	14,110,321,122.10



ตารางที่ 1-83 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	11,720,145.35	5,039,662,500.50
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,830,220.65	841,901,499.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,492,584.85	2,021,663,182.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	730,420.00	650,073,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	82,560.00	49,536,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	217,675.50	185,024,175.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	155,678.00	77,839,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	730,292.50	628,051,550.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,860.50	1,525,610.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	8,054,946.93	644,395,754.40
งานบำรุงปกติ	4,812,006.05	-
รวม	32,828,390.33	10,139,673,071.40

ตารางที่ 1-84 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,880,914.63	5,538,793,288.75
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	2,176,337.53	1,001,115,261.50
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,144,015.20	3,214,806,840.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	617,730.00	549,779,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,316,940.50	790,164,300.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	947,214.00	805,131,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,540,406.50	770,203,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	402,689.00	346,312,540.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	119,493.00	97,984,260.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	9,216,239.00	737,299,120.00
งานบำรุงปกติ	6,230,287.70	-
รวม	42,592,267.05	13,851,590,460.25



ตารางที่ 1-85 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	10,427,532.00	4,483,838,760.00
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	1,431,337.80	658,415,388.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,131,761.60	1,859,292,720.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	104,652.00	93,140,280.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	69,619.50	41,771,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	219,562.00	186,627,700.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	130,498.00	65,249,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	41,203.00	35,434,580.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	22,056.00	18,085,920.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	9,576,840.00	766,147,200.00
งานบำรุงปกติ	5,809,961.50	-
รวม	31,965,023.40	8,208,003,248.00

ตารางที่ 1-86 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2568 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ
ของสำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	4,229,358.65	1,818,624,219.50
งานเสริมผิวหนา 10 เซนติเมตร (OL10)	551,516.00	253,697,360.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	1,582,848.70	712,281,915.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	228,289.00	203,177,210.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	481,294.00	288,776,400.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	740,497.10	629,422,535.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	289,094.00	144,547,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	147,958.70	127,244,482.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	47,592.00	39,025,440.00
ฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (SS-Para)	4,369,201.15	349,536,092.00
งานบำรุงปกติ	23,007,230.92	-
รวม	35,674,880.22	4,566,332,653.50



1.8.2 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางเชิงกลยุทธ์

บริษัทได้แปลผลข้อมูลจากโปรแกรมบริหารบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System : TPMS) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษา ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ที่บริษัทได้จัดทำรายงานการจัดสรรงบประมาณบำรุงทางในระยะยาว โดยใช้ระบบ TPMS เพื่อใช้ในการวางแผนในระยะยาว 5 ปี โดยในการวิเคราะห์ประกอบด้วย การจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัดงบประมาณ การจัดสรรงบประมาณแบบจำกัดงบประมาณ และแบบกำหนดดัชนีค่า IRI ไม่เกินค่าที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.8.2.1 แผนงานซ่อมบำรุงแบบการจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัด

กรมทางหลวงได้รับงบประมาณประจำปีเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงโครงข่ายทางหลวง ในปี พ.ศ. 2567 จำนวน 20,000 ล้านบาท (งบประมาณจากการประมาณการ) ซึ่งจากการวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 จนถึงปีงบประมาณ พ.ศ. 2572 พบว่า ในปีพ.ศ. 2568 กรมทางหลวงต้องการงบประมาณสูงสุดที่ 247,563 ล้านบาท เพื่อใช้ในการซ่อมสายทางทั้งหมดของกรมทางหลวง (ไม่รวมสายทางที่ติดค้างประกัน) ให้ได้ค่า IRI น้อยที่สุด โดยที่ค่า IRI ก่อนการซ่อมบำรุงปี พ.ศ. 2568 เป็น 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อมีการซ่อมบำรุงตลอด 5 ปี (พ.ศ. 2568 - พ.ศ. 2572) จะสามารถรักษาค่า IRI อยู่ที่ 2.10 2.17 2.23 2.23 2.15 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.28 เมตรต่อกิโลเมตร โดยที่งบประมาณที่ต้องการเพื่อให้ค่า IRI เฉลี่ยทั้งโครงข่ายต่ำที่สุด ตลอดระยะเวลา 5 ปี จะมีความต้องการงบประมาณเฉลี่ยปีละ 85,000 ล้านบาท

จะเห็นได้ว่างบประมาณของแผนไม่จำกัดงบในปีแรก ซึ่งใช้งบประมาณกว่าสองแสนล้านบาท จะทำให้ผลการวิเคราะห์สายทางที่มีความเสียหายมาก ถูกซ่อมเกือบหมดในปีแรกในปีต่อ ๆ ไป จะเป็นการซ่อมบำรุงลักษณะเชิงป้องกัน ได้แก่ ฉาบหรือเสริมผิว อีกทั้งในระบบจะกำหนดให้สายทางส่วนมากที่ถูกซ่อมบำรุงไปแล้วติดค้างประกันจากการซ่อมปีแรก จึงไม่สามารถซ่อมอย่างต่อเนื่องได้



1.8.2.2 แผนงานซ่อมบำรุงเชิงกลยุทธ์ แบบจำกัดงบประมาณ 5 ปี โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพโครงข่ายทางในกรณีที่ได้รับเงินงบประมาณแตกต่างกัน

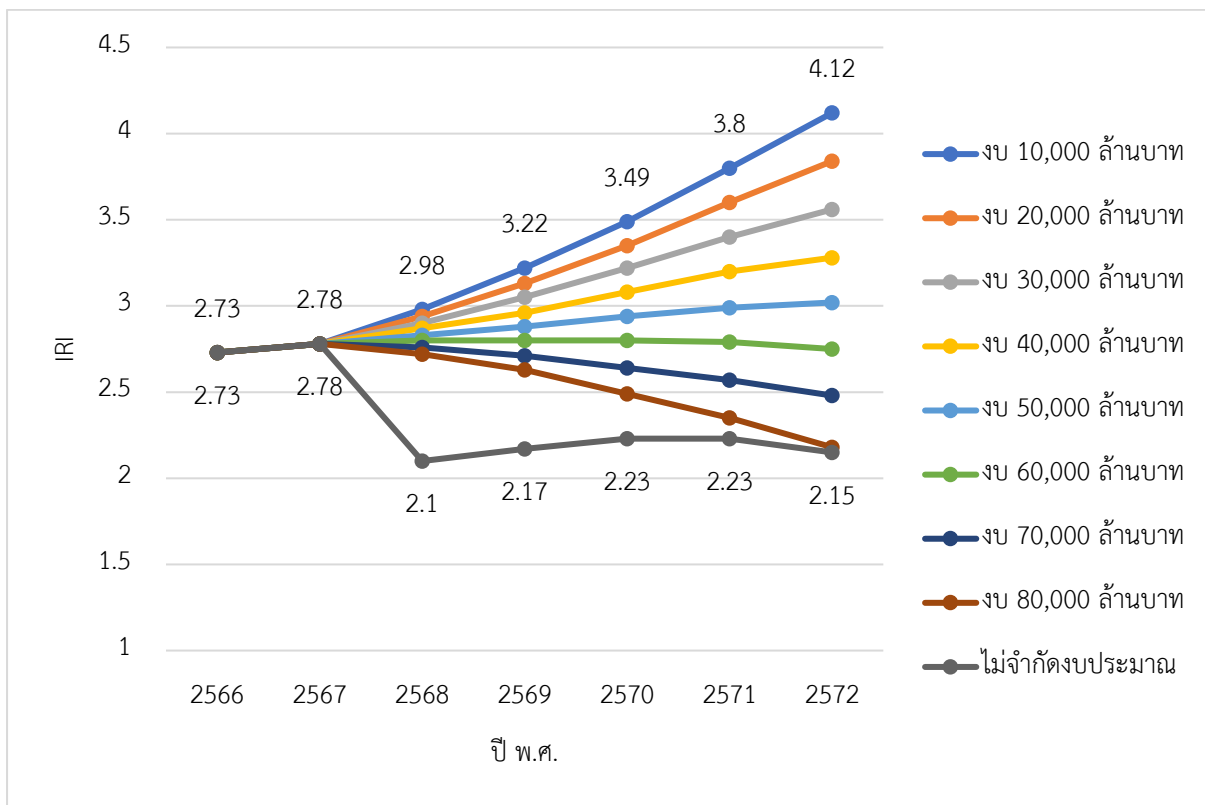
- (1) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 10,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.98 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้นค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.22 3.49 3.80 และ 4.12 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.39 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 10,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน
- (2) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.94 เมตรต่อกิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.13 3.35 3.60 และ 3.84 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.27 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน
- (3) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.90 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 3.05 3.22 3.40 และ 3.56 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.02 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวง
- (4) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.87 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 2.96 3.08 3.20 และ 3.28 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.02 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันได้ของกรมทางหลวง
- (5) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.83 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 2.88 2.94 2.99 และ 3.02 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.90 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้



- (6) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 60,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.80 2.80 2.80 2.79 และ 2.75 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 60,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน
- (7) กรณีได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.76 2.71 2.64 2.57 และ 2.48 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.65 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน
- (8) กรณีไม่จำกัดงบประมาณ พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 2.78 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.10 2.17 2.23 2.23 และ 2.15 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.27 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่า IRI กรณีที่ได้รับงบประมาณแบบไม่จำกัดต่อปี สามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

ในปัจจุบันกรมทางหลวงมีค่า IRI เฉลี่ยอยู่ที่ 2.73 (ค่า IRI ในปี พ.ศ. 2566) หากกรมทางหลวงได้รับงบประมาณในการซ่อมบำรุงผิวน้อยกว่าปีละ 60,000 ล้านบาท จะไม่สามารถรักษาสภาพโครงข่ายทาง ให้มีค่า IRI อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวงได้

ดังนั้น งบประมาณที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงควรจะได้รับ เพื่อคงสภาพผิวทางทั่วประเทศให้ได้ใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน (IRI = 2.73) ควรมีงบประมาณปีละไม่ต่ำกว่า 60,000 ล้านบาท



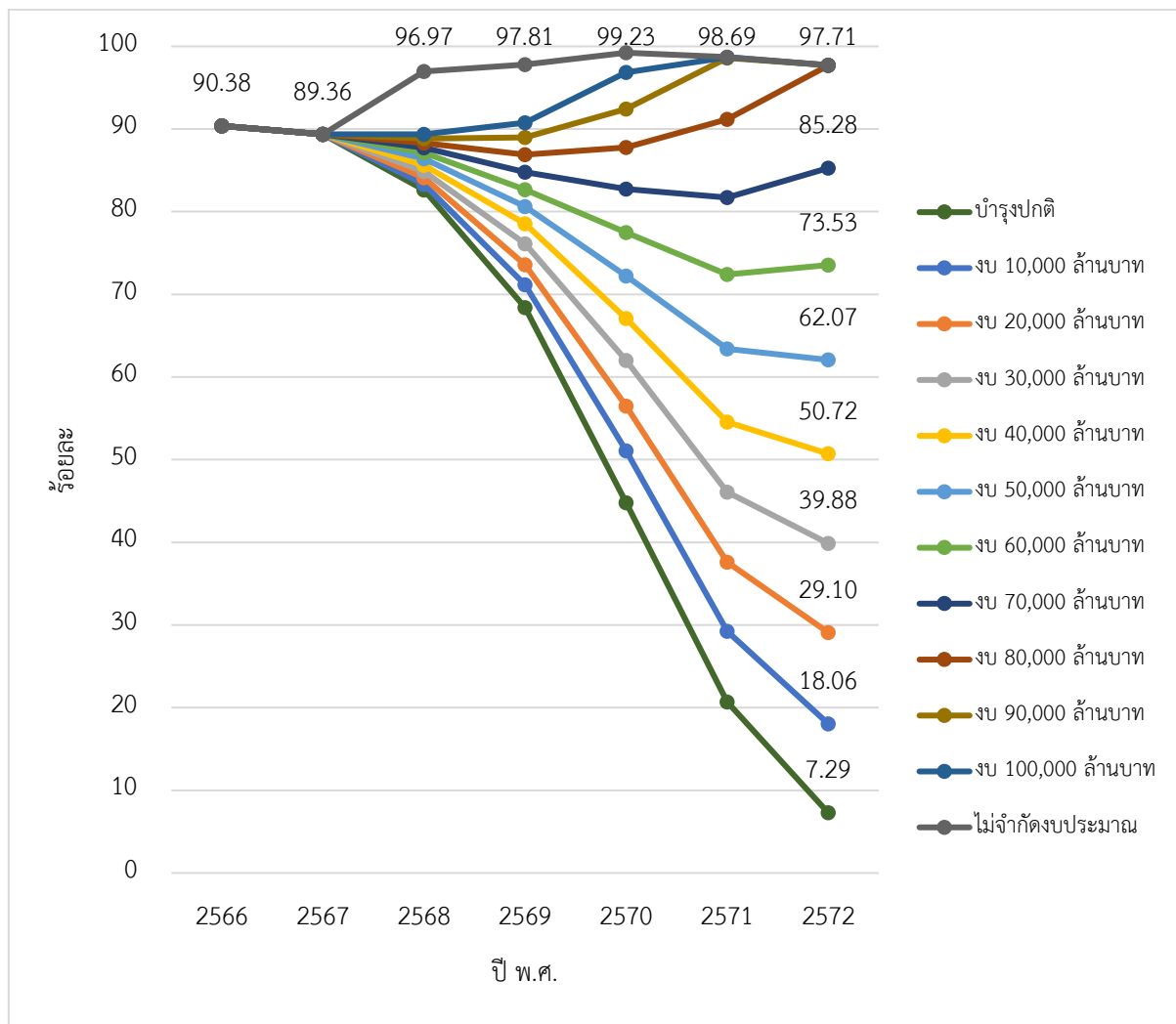
รูปที่ 1-139 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ถ้าทางกรมทางหลวงต้องการที่จะคงค่า IRI < 3.5 ที่ประมาณร้อยละ 89.88 ของระยะความยาวสายทางทั้งหมด (คำรับรองการปฏิบัติราชการ ปี พ.ศ. 2562) ตลอดระยะเวลา 5 ปี จำเป็นจะต้องใช้งบประมาณปีละ 75,000 ล้านบาท แสดงดังรูปที่ 1-139 โดยการวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์จากผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง ต่อค่าซ่อมบำรุง (B/C) เท่านั้น มิได้คำนึงถึงการกระจายงบประมาณจากความจำเป็นในการซ่อม จึงอาจเป็นผลให้มีบางสายทางที่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงในปีหลัง



รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)

โครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
การใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566



รูปที่ 1-140 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ

ตารางที่ 1-87 ค่า IRI เฉลี่ยตามแผนและปีงบประมาณ 5 ปี

งบประมาณ	ปี 2568	ปี 2569	ปี 2570	ปี 2571	ปี 2572	เฉลี่ยตลอด 5 ปี
งบ 10,000 ล้านบาท	2.98	3.22	3.49	3.8	4.12	3.40
งบ 20,000 ล้านบาท	2.94	3.13	3.35	3.6	3.84	3.27
งบ 30,000 ล้านบาท	2.9	3.05	3.22	3.4	3.56	3.15
งบ 40,000 ล้านบาท	2.87	2.96	3.08	3.2	3.28	3.03
งบ 50,000 ล้านบาท	2.83	2.88	2.94	2.99	3.02	2.91
งบ 60,000 ล้านบาท	2.8	2.8	2.8	2.79	2.75	2.79
งบ 70,000 ล้านบาท	2.76	2.71	2.64	2.57	2.48	2.66
งบ 80,000 ล้านบาท	2.72	2.63	2.49	2.35	2.18	2.53
ไม่จำกัดงบประมาณ	2.1	2.17	2.23	2.23	2.15	2.28



1.8.3 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

1.8.3.1 การวิเคราะห์ความต้องการงบประมาณงานบำรุงรักษาทางหลวงผิวลาดยาง โดย TPMS

กระบวนการวิเคราะห์

กระบวนการวิเคราะห์โดยโปรแกรม TPMS เป็นการหาวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมตามหลักวิศวกรรม โดยการวิเคราะห์จะกำหนดงบประมาณที่ต้องการในการซ่อมบำรุง (Cost) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ได้แก่

- ค่า IRI เมื่อไม่มีการซ่อมบำรุง โดยโปรแกรมจะคาดการณ์ความเสียหายของถนนในปี 2568 จากระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่
- ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุง
- ระยะทางในการซ่อมบำรุง
- วิธีการซ่อมบำรุง
- ค่าซ่อมบำรุงตามวิธีการซ่อม
- ผลประโยชน์ที่ได้รับ (Benefit)

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

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ และสำนักบริหารบำรุงทางได้สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างงบประมาณในปี 2568 กับร้อยละของระยะทางบนทางหลวงที่มีค่า IRI < 3.5 ของโครงข่ายทางหลวงตามงบประมาณบำรุงทางที่ได้รับการจัดสรรทั้งประเทศในปี 2565 แสดงดังสมการที่ 4

$$\text{Budget} = 14,624.50 * (\% \text{IRI}_{2568} < 3.5) - 1,211,057.25 \quad (4)$$

โดยที่ Budget = งบประมาณบำรุงรักษาดูแลถนนลาดยางในปี 2566 (ล้านบาท)
%IRI₂₅₆₈<3.5 = ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม.

ผลประโยชน์จากการลงทุนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณงบลงทุน แต่ผลประโยชน์สุทธิจะเริ่มลดลงเมื่อการลงทุนเกิน 100,000 ล้านบาท เพราะโครงการที่เลือกมาดำเนินการมีต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ (B-C < 0 หรือ B/C < 1) เมื่อพิจารณาความต้องการงบประมาณตามสมการที่ 4 จะต้องใช้งบประมาณ 75,000 ล้านบาท เพื่อคงสภาพของโครงข่ายให้ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม. ไม่น้อยกว่าร้อยละ 89.88

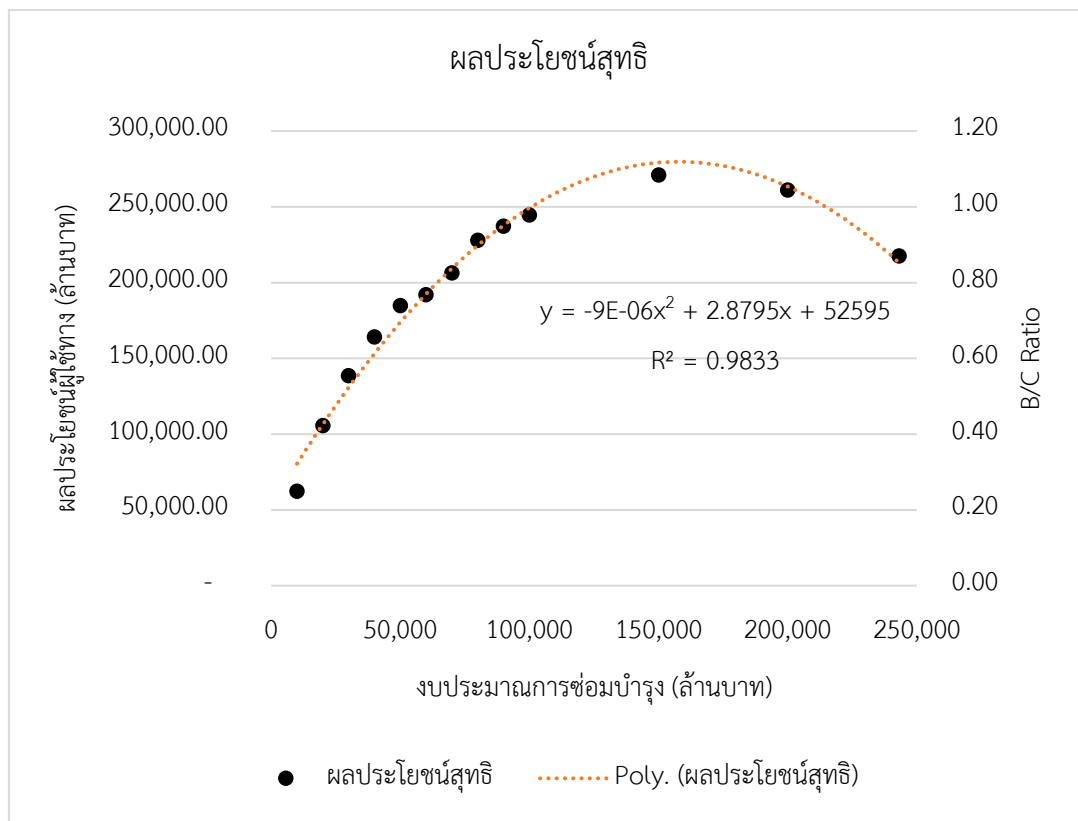


ตารางที่ 1-88 ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2568

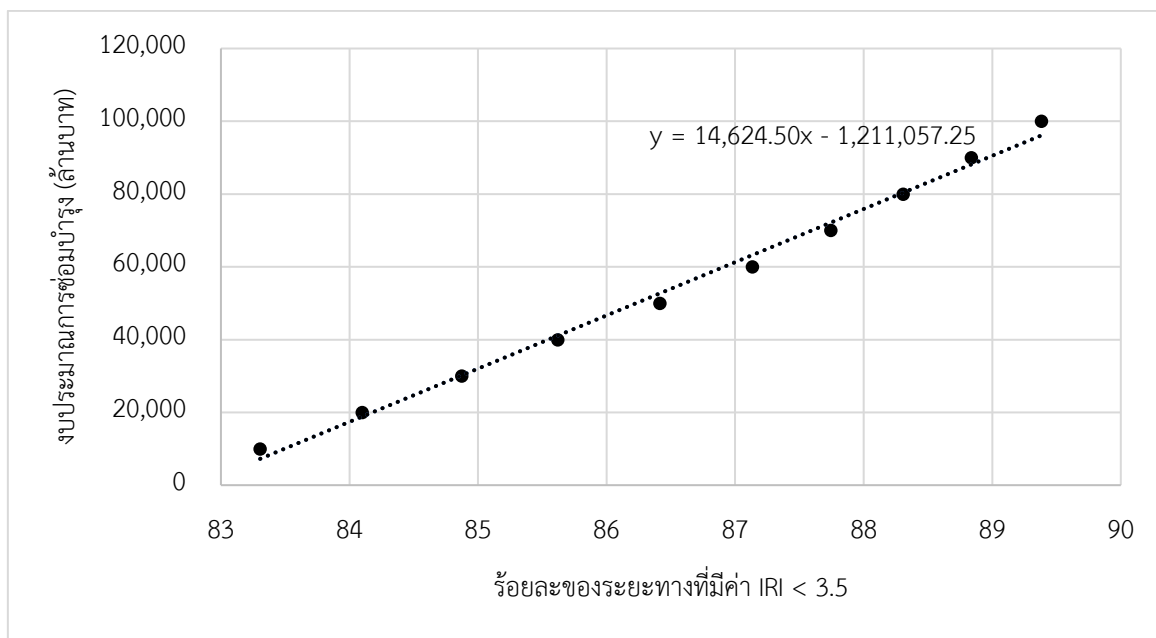
ค่าซ่อมบำรุง (Cost) (ล้านบาท)	ร้อยละ IRI < 3.5
10,000	83.49
20,000	84.18
30,000	84.86
40,000	85.55
50,000	86.23
60,000	86.91
70,000	87.60
80,000	88.28
90,000	88.96
100,000	89.65
103,000	89.88
243,149 (ไม่จำกัดงบประมาณ)	99.44

จากกราฟด้านล่าง แสดงให้เห็นว่า งบประมาณการซ่อมบำรุงที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับผลประโยชน์ต่อค่าซ่อมบำรุง (B/C) เนื่องจากระบบ TPMS จะเลือกซ่อมในสายทางที่ให้ผลประโยชน์มากกว่าก่อน ทำให้งบประมาณที่เพิ่มขึ้นจะถูกนำไปซ่อมในสายทางที่มีผลประโยชน์น้อยลงมา

จากการวิเคราะห์ด้วยระบบ TPMS จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มงบประมาณในการซ่อมบำรุงทาง ตั้งแต่ช่วง 0 - 150,000 ล้านบาท จะทำให้ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefit) มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่ช่วงงบประมาณตั้งแต่ 150,000 ล้านบาท ผลประโยชน์สุทธิจะเริ่มลดลงเมื่อเทียบกับงบประมาณที่น้อยกว่า ดังนั้น จุดลงทุนที่จะให้ผลประโยชน์สุทธิสูงสุดคือที่งบประมาณ 100,000 - 200,000 ล้านบาท แสดงดังรูปที่ 1-141



รูปที่ 1-141 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิ และค่า B/C



รูปที่ 1-142 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม.
กับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในปี 2567 (เฉพาะถนนลาดยาง)



1.9 การจัดทำสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดทำสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ ซึ่งเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ได้เข้าไปเก็บรวบรวมความต้องการ เพื่อผลิตเนื้อหาประชาสัมพันธ์ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที และสามารถเผยแพร่ตามแพลตฟอร์มและสื่อดิจิทัล Social Media ได้ แสดงดังตารางที่ 1-89



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
0.00	ระยะ 0.15 นาที		ประเทศไทย ถูกจัดอันดับให้เป็น 1 ของประเทศตลาดเกิดใหม่ที่นำลงทุนที่สุดในปี 2564 และเป็นประเทศที่มีขนาดเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดเป็นอันดับที่ 26 ของโลก ด้วยการเติบโตของเศรษฐกิจ สังคม และเมืองอย่างก้าวกระโดด
0.15 - 0.40	ระยะ 0.25 นาที		จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานโครงข่ายสายทางการเชื่อมต่อของเส้นทางคมนาคมที่ครอบคลุมทั่วประเทศ เพียงพอต่อจำนวนยานยนต์ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการเกษตร และภาคครัวเรือน ที่มีจำนวนมหาศาล เพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่อง ตามการขยายตัวของเศรษฐกิจประเทศไทย



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาดังกล่าว	Picture	บท
0.40 - 1.25	ระยะ 0.45 นาที	  	ปัจจุบันประเทศไทยมีสายทางที่เป็นแกนหลักครอบคลุมทั่วประเทศ เพื่อเชื่อมโยงสู่ภูมิภาคต่าง ๆ สร้างความสะดวกต่อภาคขนส่ง ทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อนักลงทุนและประชาชน ได้อุ่นใจในทุกการเดินทาง เพื่อรองรับต่อการเติบโตของทุกภาคส่วน กรมทางหลวงจึงจำเป็นต้องเร่งขยายเส้นทาง พร้อมกับสร้างถนนเส้นใหม่ และที่สำคัญจำเป็นต้องเร่งปรับปรุงถนนสายเดิม จากการใช้งานอย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้พื้นผิวถนนหลุดร่อน เกิดการแตกร้าว จนเกิดเป็นหลุมบ่อในที่สุดส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและล่าช้าต่อภาคขนส่ง สร้างความไม่ปลอดภัยของยานพาหนะที่สัญจร รวมถึงความปลอดภัยต่อชีวิต ทรัพย์สินของผู้ใช้เส้นทาง



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
1.25 - 1.55	ระยะ 0.30 นาที		สำนักงานบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ จึงได้ร่วมบูรณาการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่ปรึกษา นำโดยสถาบันการขนส่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมด้วยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นเสริมศักยภาพในการแก้ไขปัญหาให้ตรงจุดด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยเชื่อมโยงถึงกันผ่านฐานข้อมูลขนาดใหญ่ นำไปสู่ระบบวิเคราะห์งบประมาณ แผนงานบำรุงรักษาทาง



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
1.55 - 2.20	ระยะ 0.25 นาที	  	โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจที่ติดตั้งอุปกรณ์สแกนพื้นผิวถนน พร้อมกับวัดค่าความเสียหาย และประมวลผลด้วยระบบ AI ระบุพิกัดแบบสากลประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง ได้อย่างแม่นยำ และยังสามารถทำการสำรวจได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการวัดค่าและตรวจจับความเสียหายต่าง ๆ ของผิวทางได้อย่างอัตโนมัติ (Surface Distress) โดยการสำรวจความเสียหายจะใช้เวลาเคลื่อนตัวด้วยความเร็วที่เหมาะสม ตามมาตรฐานสากล



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาดำเนิน	Picture	บท
2.20 - 2.45	ระยะ 0.25 นาที		หลังจากสำรวจค่าความเสียหายผิวทาง ข้อมูลจะถูกนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ผ่านระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง หรือ Roadnet ที่ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง
2.45	ระยะ 0.05 นาที		เพื่อใช้ในการวางแผนงานให้เป็นระบบ เชื่อมโยงข้อมูลสู่หน่วยงานต่าง ๆ ของกรมทางหลวงเข้าไว้ด้วยกัน ก่อให้เกิดบูรณาการข้อมูลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการใช้งานระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงที่ถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความสะดวกต่อการใช้งาน ประกอบด้วย แกนหลัก 3 คือ 1. ข้อมูลทางกายภาพของสายทาง

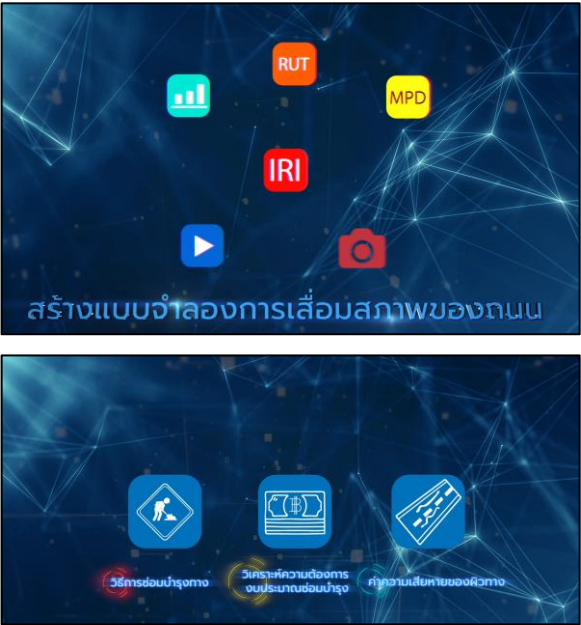


ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
2.50 - 3.00	ระยะ 0.10 นาที		ที่สามารถเข้าถึงข้อมูล บัญชีผิวทาง, โครงสร้างทาง, ปริมาณจราจร, ประวัติการซ่อมบำรุง, ทรัพย์สินทางหลวง เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการขยายช่องจราจร
3.00 - 3.30	ระยะ 0.30 นาที		รูปแบบในการซ่อมบำรุง การออกแบบโครงสร้างทาง 2. ข้อมูลสภาพทางจากการสำรวจ (เน้น) เป็นแกนหลักสำคัญในการจัดทำแผนและลักษณะการซ่อมบำรุงให้เหมาะสม คุ่มค่า และมีประสิทธิภาพสูงสุด

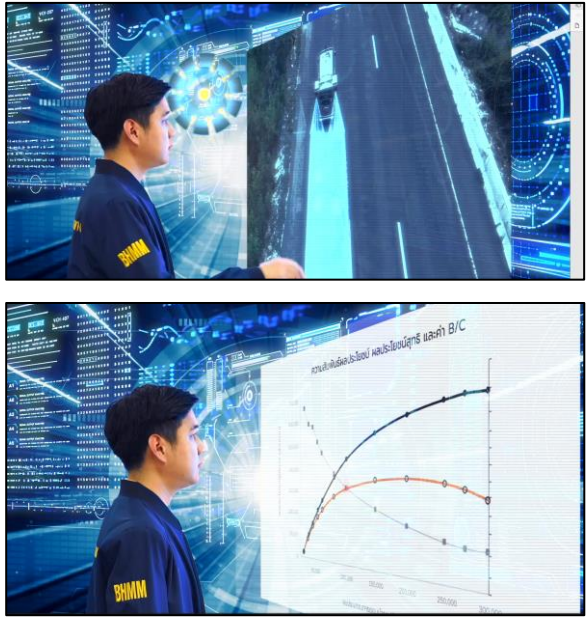


ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
3.30 - 3.50	ระยะ 0.20 นาที		ด้วย IRI ซึ่งเป็นหน่วยวัดค่าความขรุขระที่นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธาทั่วโลกใช้เป็นแนวทางในการประเมินการบำรุงรักษาทาง แล้วยังทำงานร่วมกับเทคโนโลยีรถสำรวจที่มีระบบการเก็บข้อมูลเชิงตำแหน่ง เพื่อระบุพิกัด ในการส่งหน่วยงานภูมิภาคซ่อมบำรุงไปได้อย่างแม่นยำ 3. การนำข้อมูลสภาพทางจากการสำรวจมาสร้างแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนนในการหาแนวโน้มความขรุขระในอนาคต และวิเคราะห์ทางงบประมาณเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาดูแล พร้อมบริหารงบประมาณที่มีอยู่
3.50 - 4.00	ระยะ 0.10 นาที		เพื่อแสดงผลในการจัดทำรายงานการวางแผนการบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี รวมถึงการบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์ และแผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี เพื่อนำส่งตามความต้องการของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาดำเนินการ	Picture	บท
4.00 - 4.10	ระยะ 0.10 นาที		โดยโครงการยังได้นำการวางแผนงานบำรุงรักษาดังกล่าว มาต่อยอด เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการงานซ่อมงานบำรุง ด้วยการวิเคราะห์เชิงลึก เช่น การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของงบประมาณการซ่อมบำรุง และการเพิ่มขึ้นของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งาน รวมทั้งการวิเคราะห์การกระจายงบประมาณการซ่อมบำรุงตามเกณฑ์คุณภาพของกรมทางหลวง



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
4.10 - 4.30	ระยะ 0.30 นาที	 	จากการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ สำนักบริหารทาง กรมทางหลวงมุ่งมั่น ตั้งใจจะบริหารงบประมาณงานซ่อมบำรุงที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เต็มประสิทธิภาพ ตามหลักงานทางวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ให้คุ้มค่าอย่างสูงสุด



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
4.30	ระยะ 0.10 นาที		เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ในแผนปฏิบัติการของกรมทางหลวงปี 2566 ถึงปี 2570 ด้านที่ 2 บำรุงรักษาและบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงให้ทันต่อสถานการณ์อย่างต่อเนื่องและมีคุณภาพ ตามวิสัยทัศน์
4.40 - 5.00	ระยะ 0.20 นาที		มุ่งพัฒนาและดูแล บริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงที่สะดวก เชื่อมโยง เข้าถึง ปลอดภัย ตามมาตรฐานลำดับชั้นทางหลวง ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม



ตารางที่ 1-89 ตารางรายละเอียดเนื้อหาสื่อประชาสัมพันธ์ ระบบ Roadnet ในรายงานขั้นสุดท้าย (ต่อ)

Time	เวลาทั้งสิ้น	Picture	บท
5.00			สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง



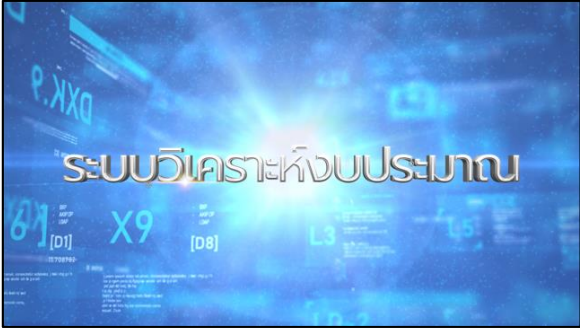
จากเนื้อหาสื่อวีดิทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ ที่ปรึกษาจึงเขียนเรียบเรียงฉากหรือเรื่องราวที่จะถ่ายทอด โดยจัดทำในรูปแบบ Storyboard ที่ลำดับเหตุการณ์ เพื่อตีกรอบเรื่องราวสื่อประชาสัมพันธ์ให้สมบูรณ์ จากตารางที่นำเสนอ วันที่ 14 มิ.ย. 2566 แสดงดังตารางที่ 1-90

ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard

SCENE 1	SCENE 2	SCENE 3
		
VO : ประเทศไทย ถูกจัดอันดับให้เป็นที่ 1 ของประเทศตลาดเกิดใหม่ที่นำลงทุนที่สุดในปี 2564 และเป็นประเทศที่มีขนาดเศรษฐกิจใหญ่ที่สุดเป็นอันดับที่ 26 ของโลก ด้วยการเติบโตของเศรษฐกิจ สังคม และเมืองอย่างก้าวกระโดด CG : โลกค่อย ๆ หมุน ชุมเข้ามายังประเทศไทย ผ่านชั้นบรรยากาศลงมายังถนนภายในเมือง และเชื่อมเปลี่ยนผ่านไปยังภาพ ระเบียงเศรษฐกิจ (EEC) ของไทย (ประเทศไทยเป็นอันดับ 1) ขึ้นข้อความถูกจัดอันดับโดย Bloomberg Survey (ขึ้นข้อความ ถูกจัดอันดับโดย Pocket World in Figures 2020 (อันดับที่ 26 ของโลก)	VO : จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานโครงข่ายสายทางการเชื่อมต่อของเส้นทางคมนาคมที่ครอบคลุมทั่วประเทศ เพียงพอต่อจำนวนยานยนต์ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการเกษตร และภาคครัวเรือน ที่มีจำนวนมหาศาล เพิ่มขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่องตามการขยายตัวของเศรษฐกิจประเทศไทย CG : ภาพบรรยากาศถนนภายในเมือง พร้อมกับ Text ขึ้นมาบางช่วง	VO : ปัจจุบันประเทศไทยมีสายทางที่เป็นแกนหลักครอบคลุมทั่วประเทศ เพื่อเชื่อมโยงสู่ภูมิภาคต่าง ๆ สร้างความสะดวกต่อภาคขนส่ง ทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อนักลงทุน และประชาชนได้อุ่นใจในทุกการเดินทาง เพื่อรองรับต่อการเติบโตของทุกภาคส่วนกรมทางหลวงจึงจำเป็นต้องเร่งขยายเส้นทาง พร้อมทั้งสร้างถนนเส้นใหม่ และที่สำคัญจำเป็นต้องเร่งปรับปรุงถนนสายเดิม CG : บรรยากาศคนวัดกรรมใหม่ ๆ ของถนน ภายนอกเมือง ต่างจังหวัด

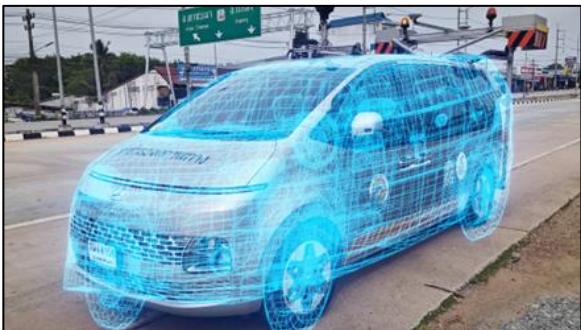


ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 4	SCENE 5	SCENE 6
		
VO : จากการใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้พื้นผิวถนนหลุดร่อน เกิดการแตกร้าว จนเกิดเป็นหลุมบ่อในที่สุด ส่งผลผลกระทบทำให้เกิดความเสียหายและล่าช้าต่อภาคขนส่ง สร้างความไม่ปลอดภัยของยานพาหนะที่สัญจร รวมถึงความปลอดภัยต่อชีวิต ทรัพย์สินของผู้ใช้เส้นทาง CG : ภาพการขนส่งของรถบรรทุกที่มากขึ้น ทำให้ต้องเร่งพัฒนาถนนให้พร้อมรองรับต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย	VO : สำนักงานบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ จึงได้ร่วมบูรณาการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่ปรึกษา นำโดยสถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมด้วย สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นเสริมศักยภาพในการแก้ไขปัญหาให้ตรงจุดด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยเชื่อมโยงถึงกัน CG : เปิดตัวองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ร่วมผนึกกำลังกัน	VO : ผ่านฐานข้อมูลขนาดใหญ่นำไปสู่ระบบวิเคราะห์งบประมาณแผนงานบำรุงรักษาทาง CG : เปิดตัว จากการร่วมมือกันของหน่วยงาน เปิดตัวมาเป็นระบบ TPMS

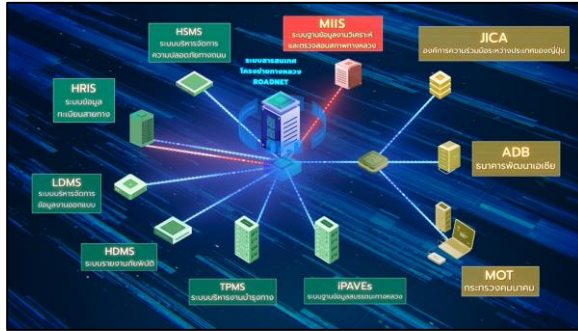
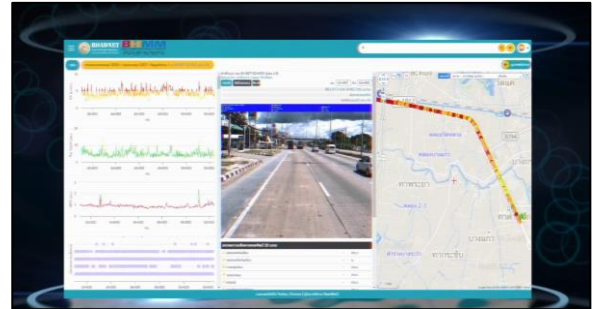


ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 7.1	SCENE 7.2	SCENE 7.3
		
VO : โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจที่ติดตั้งอุปกรณ์สแกนพื้นผิวถนนพร้อมกับวัดค่าความเสียหายและประมวลผลด้วยระบบ AI ระบุพิกัดแบบสากลประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง ได้อย่างแม่นยำ CG : Wireframe เส้นโครงสร้างรถหมุนวนมาผสมผสานรวมกันกับรถของจริง พร้อมกับภาพเจ้าหน้าที่กำลังมี Action กับรถปฏิบัติการมุมกล้องถ่ายภาพภายนอก โดยรอบและในรถ	VO : และยังยังสามารถทำการสำรวจได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการวัดค่าและตรวจจับความเสียหายต่าง ๆ ของผิวทางได้อย่างอัตโนมัติ (Surface Distress) CG : มุมกล้องยกสูงทะลุหลังขามาเป็น Drone ค่อย ๆ ลอยขึ้นเห็นภาพการปฏิบัติการมุมสูงของรถสำรวจในมุมต่าง ๆ	VO : โดยการสำรวจความเสียหายจะใช้เวลาเคลื่อนตัวด้วยความเร็วที่เหมาะสมตามมาตรฐานสากล CG : ภาพรถสำรวจออกปฏิบัติการสแกนพื้นผิวถนนตามจุดต่าง ๆ เพิ่มถนนรอยแตกที่ได้จาก AI ของชุดเลเซอร์



ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 8	SCENE 9	SCENE 10.1
		
VO : หลังจากสำรวจค่าความเสียหายผิวทาง ข้อมูลจะถูกนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ผ่านระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง หรือ Roadnet ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง CG : ภาพเจ้าหน้าที่กดปุ่ม Enter จากอุปกรณ์ภายในรถสำรวจ ขึ้น CG การส่งต่อข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet เชื่อมโยงไปยัง Infographic Animation SCENE 9	VO : เพื่อใช้ในการวางแผนงานให้เป็นระบบ เชื่อมโยงข้อมูลสู่หน่วยงานต่าง ๆ ของกรมทางหลวงเข้าไว้ด้วยกัน ก่อให้เกิดบูรณาการข้อมูลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ CG : Infographic Animation โดยการดึง Pop Up ขึ้นมา ของแต่ละข้อมูล จะมีเส้นสีขาวเรืองแสง เปรียบเป็นพลังงานที่วิ่งผ่านแต่ละข้อมูล มาเชื่อมโยงกันภายในระบบ	VO : โดยการใช้งานระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง ที่ถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ประกอบด้วยแกนหลัก 3 ข้อ คือ 1. ข้อมูลทางกายภาพของสายทาง ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลบัญชีผิวทาง จำนวนช่องจราจร และปริมาณจราจร เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการขยายช่องจราจร รูปแบบในการซ่อมบำรุง การออกแบบโครงสร้างทาง 2. ข้อมูลสภาพทางจากการสำรวจ (เน้น) เป็นแกนหลักสำคัญในจัดทำแผนและลักษณะการซ่อมบำรุงให้เหมาะสม คุ่มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด CG : Mock Up หน้าจอของระบบขึ้นมา Mock Up หน้าจอของระบบ 1-2 ภาพองค์ประกอบถนน ถ้าจะเป็นภาพหน้าจอ ควรเป็นของ Roadnet 1. กล้องหน้ารถ 2. ภาพรถสำรวจ เพื่อเชื่อมต่อไป Scene ถัดไป



ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 10.2	SCENE 11.1	SCENE 11.2
		
VO : ด้วย IRI ซึ่งเป็นหน่วยวัดค่าความขรุขระที่นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธาทั่วโลกใช้เป็นแนวทางในการประเมินการบำรุงรักษาทางและยังทำงานร่วมกับเทคโนโลยีการสำรวจที่มีระบบการเก็บข้อมูลเชิงตำแหน่ง เพื่อระบุพิกัดในการส่งหน่วยงานภูมิภาคซ่อมบำรุงไปได้อย่างแม่นยำ CG : กล้องซูมออกมาจากจอคอมพิวเตอร์ เป็นภาพการทำงานภายในห้องปฏิบัติงานของสำนักบำรุงทางในมุมต่าง ๆ	VO : 3. การนำข้อมูลสภาพทางจากการสำรวจมาสร้างแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนนในการหาแนวโน้มความขรุขระในอนาคตและวิเคราะห์ทางงบประมาณเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาดถนนพร้อมบริหารงบประมาณที่มีอยู่ CG : เชื่อมต่อจาก Scene ก่อนหน้านี้ ระหว่างที่กำลังเห็นภาพการทำงานในห้องปฏิบัติการ พนักงานของสำนักบริหารบำรุงทางเดินเข้ามาใน Frame จากนั้นกล้องซูมเข้าไปที่พนักงานคนนั้นแล้วค่อย ๆ ซูมใกล้เข้าไปที่หน้าจอ Hologram ใน iPad เปลี่ยนผ่านไปเป็น Scene ถัดไป (Element ในแต่ละหัวข้อ 1, 2, 3 จะเปลี่ยนสีตามหัวข้อ)	VO : เพื่อแปลผลในการจัดทำรายงานการวางแผนการบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี รวมถึงการบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์ CG : Infographic ข้อมูลจากกรมทางหลวง Pie Chart เป็นแบบ 3D ประกอบกับ Background ที่ดูทันสมัย



ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 12	SCENE 13	SCENE 14
		
VO : และแผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี เพื่อนำส่งตามความต้องการของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง CG : บรรยากาศการปฏิบัติงานที่ ที่หน้างาน จากที่เห็นในจอห้องปฏิบัติงานใน Scene ก่อนหน้านี พร้อม CGI Hologram แสดงระดับความรุนแรง ของพื้นถนนในระดับต่าง ๆ หากไม่ซ่อมบำรุง	VO : โดยโครงการยังได้นำการวางแผนงานบำรุงรักษาดังกล่าวมาต่อยอด เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการบริหารจัดการงานซ่อมงานบำรุง ด้วยการวิเคราะห์เชิงลึก เช่น การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของงบประมาณการซ่อมบำรุง และการเพิ่มขึ้นของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ทาง รวมทั้งการวิเคราะห์การกระจายงบประมาณการซ่อมบำรุงตามเกณฑ์คุณภาพของกรมทางหลวง CG : พนักงานของสำนักบริหารบำรุงทางกำลังตรวจสอบระบบของข้อมูล และกดแตะที่หน้าจอ Hologram 1 ครั้ง (มุมหันหน้าเข้าหาคนดู)	VO : จากการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้ สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง มุ่งมั่น ตั้งใจจะบริหารงบประมาณงานซ่อมบำรุงที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เต็มประสิทธิภาพ ตามหลักงานทางวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ ให้คุ้มค่าอย่างสูงสุด CG : บรรยากาศการทำงานอย่างขยันหมั่น มุ่งมั่น ในห้องปฏิบัติการที่สำนักบริหารบำรุงทาง กล้องมีการเคลื่อนไหวในทุกช็อต ใน Shot สุดท้ายกล้องจะค่อย ๆ ชูออกมาเป็น VDO Wall ที่ประกอบไปด้วยภาพการปฏิบัติงาน และข้อมูลต่าง ๆ ของสำนักบริหารบำรุงทาง



ตารางที่ 1-90 ตารางรายละเอียดลำดับเรื่องราว Storyboard (ต่อ)

SCENE 15	SCENE 16	SCENE 17
		
VO : เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ในแผนปฏิบัติการของกรมทางหลวงปี 2566 ถึงปี 2570 ด้านที่ 2 บำรุงรักษาและบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงให้ทันต่อสถานการณ์ อย่างต่อเนื่อง และมีคุณภาพตามวิสัยทัศน์ CG : ระหว่างที่กล้องซูมออกมา จะเป็นข้อเปิดตัวของทีมงาน ผู้บริหารช่างซ่อมบำรุง บุคคลสำคัญของทางสำนักบริหารบำรุงทาง ประมาณ 4-5 ท่าน มายืน Acting Post ด้านหน้า VDO Wall ที่ซูมออกมาก่อนหน้านี้	VO : “ มุ่งพัฒนาและดูแล บริหารจัดการโครงข่ายทางหลวงที่สะดวก เชื่อมโยง เข้าถึง ปลอดภัย ตามมาตรฐานลำดับชั้นทางหลวงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม ” CG : ภาพข้อมูลเกี่ยวกับสำนักบริหารบำรุงทางใน VDO Wall เปลี่ยนเป็นภาพของผู้คนที่ใช้รถใช้ถนนอย่างมีความสุข แล้วกล้องค่อย ๆ เลื่อนซูมเข้าไปยัง VDO ไต VDO หนึ่ง ที่อยู่ใน VDO Wall	VO : สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง CG : เส้นสีทอง และสีฟ้าวิ่งตามเส้นถนนมารวมกันเป็น Logo กรมทางหลวง แล้วเส้น Flare สีฟ้าวิ่งผ่านใต้ Logo กรมทางหลวงขึ้นเป็นชื่อ “สำนักบริหารบำรุงทาง”

2.1 รายงานความล่าช้า

ในการสำรวจภายในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 ได้เริ่มทำการสำรวจตั้งแต่ช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 ทางที่ปรึกษาทำการนำเสนอข้อมูลผลการดำเนินงานพร้อมระบุปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่องาน โดยมีการส่งแบบฟอร์มรายงานสรุปปัญหาและอุปสรรครายสัปดาห์

ที่ปรึกษาได้ทำการส่งสรุปปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานสำรวจ พร้อมตรวจสอบข้อมูลสำรวจและนำเข้าระบบ ตลอดจนการแสดงผลข้อมูลบนระบบ Roadnet สามารถสรุปผลการดำเนินงานปัจจุบันดำเนินการแล้วเสร็จ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปตามแผนงานที่ตั้งเป้าหมายไว้ ปัจจุบันดำเนินการถึงรายงานขั้นสุดท้าย (Final Report) ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2566 ซึ่งตามกระบวนการดังกล่าวดำเนินการสำรวจ ประมวลผล และตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet แล้วเสร็จ

2.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

รายงานสรุปปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงานภายในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 ในช่วงปลายเดือนธันวาคม ปี 2565 ถึงเดือนสิงหาคม ปี 2566 มีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 รายงานปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจภายในโครงการ

ที่ปรึกษาทำการสรุปปัญหาที่พบระหว่างการสำรวจสภาพทางโดยสรุปปัญหาและอุปสรรคแสดงดังตารางที่ 2-1 รายละเอียดข้อมูลปัญหาอุปสรรคในการสำรวจ แสดงดังภาคผนวก ก



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กั้น	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.1 (เชียงใหม่)	521	เชียงใหม่ที่ 1	-	-	-	-	-	-	/	-
	522	เชียงใหม่ที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-
	523	ลำปางที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	524	ลำพูน	/	-	-	-	-	-	-	-
	526	แม่ฮ่องสอน	-	-	-	-	-	-	-	-
	527	เชียงใหม่ที่ 3	/	-	-	-	-	-	-	-
	528	ลำปางที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.2 (แพร่)	531	แพร่	/	-	-	-	-	-	-	-
	533	เชียงรายที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	535	พะเยา	/	-	-	-	-	-	-	-
	536	น่านที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	537	เชียงรายที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-
	539	น่านที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ (ต่อ)

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กั้น	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.3 (สกลนคร)	639	มุกดาหาร	/	-	-	-	-	-	-	-
	641	สกลนครที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	642	สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	-	-	-	-	-	-	-	-
	643	บึงกาฬ	/	-	-	-	-	-	-	-
	644	นครพนม	/	-	-	-	-	-	-	-
	646	หนองคาย	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.4 (ตาก)	512	ตากที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	513	สุโขทัย	/	-	-	-	-	-	-	-
	514	ตากที่ 2 (แม่สอด)	-	-	-	-	-	-	-	-
	517	กำแพงเพชร	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.5 (พิษณุโลก)	511	พิษณุโลกที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	515	พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	-	-	-	-	-	-	-	/
	519	พิจิตร	/	-	-	-	-	-	-	-
	557	อุตรดิตถ์ที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-
สทล.6 (เพชรบูรณ์)	551	เพชรบูรณ์ที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-
	552	เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	-	-	-	-	-	-	-	-
	554	เลยที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	555	เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	-	-	-	-	-	-	-	-



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ (ต่อ)

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กัน	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.7 (ขอนแก่น)	629	หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-	-	-	-
	621	ขอนแก่นที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-
	623	อุดรธานีที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	624	อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	/	-	-	-	-	-	-	-
	626	ชัยภูมิ	/	-	-	-	-	-	-	-
	627	ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	-	-	-	-	-	-	-	-
	628	อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.8 (มหาสาร คาม)	622	มหาสารคาม	/	-	-	-	-	-	-	-
	633	ยโสธร	/	-	-	-	-	-	/	-
	635	ร้อยเอ็ด	/	/	/	-	-	-	-	-
	647	กาฬสินธุ์	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.9 (อุบลราช ธานี)	615	สุรินทร์	/	-	-	-	-	-	-	-
	631	อุบลราชธานี ที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	632	อุบลราชธานี ที่ 2	-	-	-	-	-	/	-	-
	634	อำนาจเจริญ	/	-	-	-	-	-	-	-
	636	ศรีสะเกษที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-
	638	ศรีสะเกษที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ (ต่อ)

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กัน	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.10 (นครราชสีมา)	611	นครราชสีมาที่ 1	/	/	/	-	-	-	-	-
	612	นครราชสีมาที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-
	614	นครราชสีมาที่ 3	/	/	-	-	/	-	-	-
	617	บุรีรัมย์	/	-	-	-	-	-	-	-
	618	ปราจีนบุรี	/	-	-	-	-	-	-	-
	619	สระแก้ว (วัฒนานคร)	-	-	-	-	-	-	-	-
สทล.11 (ลพบุรี)	431	ลพบุรีที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	432	สระบุรี	/	-	-	-	-	-	-	-
	433	สิงห์บุรี	/	-	-	-	-	-	-	-
	435	ลพบุรีที่ 2 (ลำน้ำราชนคร)	-	-	-	-	-	-	-	-
	437	นครสวรรค์ที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-
	438	นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.12 (สุพรรณบุรี)	441	สุพรรณบุรีที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	444	กาญจนบุรี	-	/	-	-	-	-	-	-
	445	สุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง)	/	-	-	-	-	-	-	-
	446	ชัยนาท	/	-	-	-	-	-	-	-
	448	อ่างทอง	-	-	-	-	-	-	-	-
	447	อุทัยธานี	/	-	-	-	-	-	-	-



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ (ต่อ)

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กัน	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.13 (กรุงเทพ)	411	กรุงเทพ	-	-	-	-	-	-	-	-
	413	อยุธยา	-	-	-	-	-	-	-	-
	414	นครนายก	-	-	-	-	-	-	-	-
	415	สมุทรสาคร	/	-	-	-	-	-	-	-
	416	ปทุมธานี	-	-	-	-	-	-	-	-
	417	สมุทรปราการ	-	-	-	-	-	-	-	-
	418	นนทบุรี	/	-	-	-	-	-	-	-
	419	ธนบุรี	-	-	-	-	-	-	-	-
สทล.14 (ชลบุรี)	421	ฉะเชิงเทรา	/	/	-	-	-	-	-	-
	422	ชลบุรีที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	423	จันทบุรี	/	-	-	-	-	-	-	-
	425	ตราด	/	-	-	-	-	-	-	-
	426	ระยอง	/	-	-	-	-	-	-	-
	428	ชลบุรีที่ 2	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์)	332	ชุมพร	/	-	-	-	-	-	-	-
	333	ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	/	-	-	-	-	-	-	-
	335	ราชบุรี	/	-	-	/	-	-	-	-
	336	นครปฐม	/	-	-	-	-	-	-	-
	337	สมุทรสงคราม	/	-	-	-	-	-	-	-
	338	เพชรบุรี	-	-	-	-	-	-	-	-



ตารางที่ 2-1 สรุปปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจ (ต่อ)

สำนักงาน ทางหลวง	รหัส แขวง ทาง หลวง	ชื่อแขวง ทางหลวง	อุปสรรคระหว่างการสำรวจ							
			มีงาน ก่อสร้าง	ฝน ตก	หมอก หนา	น้ำ ท่วม ขัง	มี แบรี เออร์ กัน	ทาง ขนาน แคบ	เข้าสู่ศูนย์ ตรวจเช็ค ระยะ	อุปกรณ์ สำรวจ พัง
สทล.16 (นครศรี ธรรมราช)	314	พัทลุง	/	-	-	-	-	-	-	-
	325	สุราษฎร์ธานีที่ 1	/	/	-	-	-	-	-	-
		นครศรีธรรมราชที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	326	นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	/	-	-	-	-	-	-	-
	328	สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	/	-	-	-	-	-	-	-
	329	สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	-	-	-	-	-	-	-	-
สทล.17 (กระบี่)	322	ตรัง	/	-	-	-	-	-	-	/
	323	กระบี่	/	-	-	-	-	-	-	-
	324	พังงา	/	-	-	-	-	-	-	-
	327	ภูเก็ต	-	-	-	-	-	-	-	-
	331	ระนอง	/	-	-	-	-	-	-	-
สทล.18 (สงขลา)	311	สงขลาที่ 1	/	-	-	-	-	-	-	-
	318	สตูล	/	-	-	-	-	-	-	-
	319	สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	/	-	-	-	-	-	-	-



จากตารางที่ 2-1 ข้อมูลที่ได้นำมาเสนอในรูปแบบตารางปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการสำรวจ เมื่อพบเจอปัญหาและอุปสรรคระหว่างการสำรวจ จะทำการบันทึกเป็นรูปภาพประกอบ และเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาลงในรายงานการสรุปปัญหาแต่ละวันจึงสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาหรืออุปสรรคใดที่พบบ่อยสุดในการสำรวจมีรายละเอียดและแนวทางการแก้ไข ดังนี้

- **อุปสรรคมืองานก่อสร้าง** จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคมืองานก่อสร้างมีจำนวน 71 กรณี คิดเป็นร้อยละ 82.56 ของปัญหาอุปสรรคทั้งหมด ซึ่งกรณีที่มีก่อสร้าง ได้แก่ ก่อสร้างสะพาน ก่อสร้างทางหลัก และงานปรับปรุงผิวทาง ดังตัวอย่างงานสำรวจ วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2566 ได้พบอุปสรรคมืองานก่อสร้างบนทางหลวงหมายเลข 24 ตอนควบคุม 301 ช่วง กม.95+900 - กม.97+260 แขวงทางหลวงบุรีรัมย์ ดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 อุปสรรคงานก่อสร้างถนนระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข แนวทางการแก้ไขปัญหาเนื่องจากอุปสรรคที่พบมีผลต่อข้อมูลค่าสภาพผิวทางจากตัวอุปกรณ์สำรวจทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง จึงมีการตัดช่วงที่มีการก่อสร้างออกไม่นำเข้าข้อมูลสำรวจลงบนระบบ Roadnet และไม่นำส่งบัญชีสำรวจดังกล่าวในการตรวจรับงาน



● **อุปสรรคมีฝนตกระหว่างการสำรวจ** การพบอุปสรรคฝนตก หรือพบว่าทางหลวงที่อยู่ในแผนการสำรวจมีสภาพถนนเปียก ทางที่ปรึกษาจะดำเนินการยกเลิกการสำรวจภายในพื้นที่ที่มีฝนตกหรือพื้นถนนเปียก เนื่องจากอาจทำให้ข้อมูลสำรวจมีความคลาดเคลื่อนสูง เมื่อเก็บข้อมูลสำรวจบนถนนที่มีลักษณะเปียก จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคฝนตกระหว่างการสำรวจมีจำนวน 6 กรณี คิดเป็นร้อยละ 6.98 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2566 มีฝนตกระหว่างการสำรวจที่แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 202 ตอนควนชุม 201 แสดงดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 อุปสรรคมีฝนตกระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข แนวทางการแก้ไขปัญหาเนื่องจากอุปสรรคฝนตกระหว่างการสำรวจ คือ หยุดสำรวจชั่วคราวขณะฝนตก และดำเนินการสำรวจสายทางที่อยู่ใกล้เคียงที่ไม่พบฝนตกหรือถนนเปียก หลังจากนั้นเมื่อผิวจราจรแห้งจึงทำการสำรวจอีกครั้ง



- **อุปสรรคมีหมอกหนาระหว่างการสำรวจ** การสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคมีหมอกหนาทั่วทั้งจังหวัดระหว่างการสำรวจมีจำนวน 2 กรณี คิดเป็นร้อยละ 2.33 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2566 พบอุปสรรคมีหมอกหนาระหว่างการสำรวจที่แขวงทางหลวงมหาสารคาม แสดงดังรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 อุปสรรคมีหมอกหนาระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข รอจนกว่าหมอกจะหาย



- **อุปสรรคน้ำท่วมขัง** การสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคมีน้ำท่วมขังระหว่างการสำรวจมีจำนวน 1 กรณี คิดเป็นร้อยละ 1.16 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 พบอุปสรรคน้ำท่วมถนนเนื่องจากน้ำทะเลหนุนเป็นบางช่วงระหว่างการสำรวจที่แขวงทางหลวงราชบุรี ทางหลวงหมายเลข 35 ตอนควบคุม 301 แสดงดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 อุปสรรคน้ำท่วมขังระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข กลับมาสำรวจซ่อมใหม่ในวันอื่นหลังจากที่ไม่มีน้ำขังแล้ว



- อุปสรรคมีแบรริเออร์ (Barrier) กั้น การสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่า มีแบรริเออร์กั้น 1 กรณี คิดเป็นร้อยละ 1.16 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 พบว่ามีแบรริเออร์กั้นบนสายทางหมายเลขทางหลวง 24 ตอนควบคุม 201 แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 3 แสดงดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 อุปสรรคมีสิ่งกีดขวางบนสายทางระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข ที่ปรึกษาไม่ทำการสำรวจในช่วงดังกล่าว



- **อุปสรรคมีทางขนานแคบ** จากการสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคทางขนานแคบ มีจำนวน 1 กรณี คิดเป็นร้อยละ 1.16 ของปัญหาอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างงานสำรวจวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 ได้พบอุปสรรคมีทางขนานแคบไม่สามารถนำรถเข้าสำรวจทางหลวงหมายเลข 24 ตอนควบคุม 702 ช่วงกม. 407+287 - กม. 408+626 แขวงทางหลวงอุบลราชธานีที่ 2 แสดงดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 อุปสรรคมีทางขนานแคบระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข ไม่เก็บข้อมูลสำรวจบริเวณนี้



- อุปสรรคเข้าสู่ศูนย์ตรวจเช็คระยะ การสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรครถสำรวจยางรั่วระหว่างการสำรวจมีจำนวน 2 กรณี คิดเป็นร้อยละ 2.33 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2566 พบอุปสรรคเข้าสู่ศูนย์ตรวจเช็คระยะระหว่างการสำรวจที่แขวงทางหลวงยโสธร แสดงดังรูปที่ 2-7



รูปที่ 2-7 อุปสรรคเอารถเข้าสู่ศูนย์ตรวจเช็คระยะระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข -



- **อุปสรรคอุปกรณ์พัง** การสรุปรวบรวมปัญหาและอุปสรรคพบว่าอุปสรรคอุปกรณ์พังระหว่างการสำรวจมีจำนวน 2 กรณี คิดเป็นร้อยละ 2.33 ของปัญหาและอุปสรรคทั้งหมด ดังตัวอย่างในวันสำรวจวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2566 พบอุปสรรคปัญหา DMI และสาย TPL ไม่ทำงานที่แขวงทางหลวงตรัง แสดงดังรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 อุปสรรคอุปกรณ์พังระหว่างการสำรวจ

แนวทางแก้ไข เปลี่ยน DMI และทำตัวยึดสาย TPL เพื่อลดลงปะทะจากลมกรณีตอนวิ่งสำรวจ

2.2.2 รายงานปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet

ปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet ที่ส่งผลกระทบต่องานในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 พบว่าระบบช้าเนื่องจากหลายสาเหตุ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2-2 และภาคผนวก ก



ตารางที่ 2-2 สรุปปัญหาและอุปสรรคการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet

การตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet			
ลำดับ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข	จำนวน
1.	ระบบเข้าจากการตรวจสอบภาพกล้องหลัง ติ่งภาพจาก Nas	ปิดการแสดงผลสามารถดูตารางสภาพ ความเสียหายได้ดั้งเดิม	ปิดการ แสดง ผลภาพ
2.	ระบบเข้าเนื่องจากการแสดงผลข้อมูล หลักกิโลเมตร	ปิดข้อมูลหลักกิโลเมตรไปชั่วคราว 5 วัน และดำเนินการสร้างตัวใหม่มาทดแทน	5 วัน
3.	ระบบเข้าใช้งานไม่ได้	ทีมเจ้าหน้าที่พัฒนาระบบและเจ้าหน้าที่ สารสนเทศของกรมให้ช่วยตรวจสอบ	1 วัน
4.	ระบบเข้า เมื่อเจ้าหน้าที่เข้าตรวจสอบ พบว่า ระบบโหลดภาพไม่ขึ้น	ทีมดำเนินการเช็คระบบ Nas และ แบ่งเวลาดำเนินการข้อมูลและไหม้ไลน์รันวิดีโอ 4 ช่วงเวลา	2 วัน
5.	ระบบเข้า ตรวจสอบระบบโหลดภาพ ไม่ขึ้นและไม่สามารถค้นหาสายทางได้	ปิดหลัก กม. ชั่วคราว 3 วัน ทำการโยก ข้อมูลหลักไปจัดเก็บ mapproxy แทน NAS , ทีมดำเนินการเปลี่ยน LAN ที่ กรมทางหลวง	3 วัน
6.	SSL ของระบบ Roadnet หมดอายุ ไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้	ประสานงานหน่วยงาน และผู้พัฒนา ระบบ และจัดทำแบบฟอร์มขอใช้งาน SSL	2 วัน
7.	ประสิทธิภาพครุภัณฑ์ (HDD Nas) มีอาการแสดงผลข้อมูลภาพถ่ายจาก การสำรวจบนระบบ Roadnet ลดลง	24 ส.ค. 66 ที่ปรึกษาได้ดำเนินการ จัดซื้อ SSD Capacity จำนวน 2 ชิ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการอ่าน / เขียนข้อมูล	1 วัน

2.2.3 รายงานปัญหาและอุปสรรคสถานการณ์แพร่ระบาดโรคโควิดและด้านบุคลากร

ปัญหาอุปสรรคสถานการณ์แพร่ระบาดโรคโควิด-19 ที่ส่งผลกระทบต่องานสำรวจโครงการ
สำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษา
ทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อจำนวนเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานแต่ละส่วน
รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2-3 และภาคผนวก ก



ตารางที่ 2-3 สรุปปัญหาและอุปสรรคสถานการณ์แพร่ระบาดโควิดและด้านบุคลากร

สรุปปัญหาและอุปสรรคด้านบุคลากร			
ลำดับ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข	จำนวน
1.	บุคลากรไม่เพียงพอต่อการจัดทำข้อมูล	เพิ่มจำนวนบุคลากรให้มากขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อการจัดทำข้อมูล	2 ท่าน
2.	บุคลากรติดโรคระบาดโควิด	ให้บุคลากรท่านอื่นปฏิบัติงานแทนส่วนที่บุคคลนั้นรับผิดชอบ	4 ท่าน

2.2.4 รายงานปัญหาและอุปสรรคในการประมวลผลส่งออกข้อมูลสำรวจ

ปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet ที่ส่งผลกระทบต่องานในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 พบว่ามีปัญหาในการประมวลผลข้อมูลส่งออกข้อมูลสำรวจรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2-4 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 2-4 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบในการประมวลผลส่งออกข้อมูลสำรวจ

สรุปปัญหาและอุปสรรคด้านการประมวลผลข้อมูล			
ลำดับ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข	จำนวน
1.	ปัญหาการประมวลผลกล่อง Ladybug	สำรวจซ่อม	2,223.576 กม.
2.	ปัญหาค่า Config ที่แตกต่างกัน ทำให้ค่า IRI ผิดเพี้ยน	ดำเนินการแก้ไขการประมวลผลค่า IRI	11,943.769 กม.
3.	ปัญหาการประมวลผลส่งออกข้อมูลจากรถสำรวจ	Process ซ้ำและสำรวจซ่อม	473.109 กม.

2.2.5 รายงานปัญหาและอุปสรรคที่พบในการแสดงผลข้อมูลก่อสร้าง

ปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบ Roadnet ที่ส่งผลกระทบต่องานในโครงการสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2566 พบว่ามีปัญหาในการแสดงผลข้อมูลสำรวจที่ติดตั้งก่อสร้างบนระบบ Roadnet รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2-5 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 2-5 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่พบในการแสดงผลข้อมูลก่อสร้าง

สรุปปัญหาและอุปสรรคด้านการแสดงผลข้อมูลก่อสร้าง			
ลำดับ	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข	จำนวน
1.	ปัญหาการแสดงผลข้อมูลติดตั้งก่อสร้าง	ตัดข้อมูลส่วนงานก่อสร้างออก	1,251.481 กม.



ผลสรุปการปฏิบัติงานทั้งโครงการและข้อเสนอแนะ

ผลสรุปการปฏิบัติงานทั้งโครงการ จากข้อมูลการสำรวจสภาพผิวทางปีงบประมาณ 2566 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 270 วัน นับจากวันที่เริ่มต้นสัญญา ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึงวันที่สิ้นสุดสัญญา ณ วันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2566 โดยระยะทางสำรวจจากอุปกรณ์ทั้งสิ้น 39,818.180 กิโลเมตร ได้นำเข้าสู่ระบบ Roadnet ซึ่งเป็นฐานข้อมูลของสำนักบริหารทางหลวง ในโครงการนี้ อันประกอบไปด้วย ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI), ข้อมูลค่าความสึกกร่อนล้อ (Rutting), ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD) และความเสียหายผิวทางในทุกรูปแบบ รวมทั้งภาพถ่ายสายทางที่สำรวจทั้งหมดได้ถูกรวบรวมสู่ฐานข้อมูลระบบ Roadnet ของสำนักบริหารทางหลวง เพื่อนำไปวิเคราะห์ อีกทั้งข้อเสนอแนะแยกตามประเภทการดำเนินงานดังนี้

1. ด้านการสำรวจ

- 1) ในการสำรวจ ควรเพิ่มการสำรวจข้อมูลทรัพย์สินภายในเขตทาง เพื่อให้สามารถตรวจสอบสภาพทรัพย์สินที่อยู่ภายในเขตทาง และดำเนินการประเมินจัดทำบำรุงต่อไป
- 2) ในการลงพื้นที่สำรวจในครั้งถัดไป ควรมีการตรวจสอบแผนการสำรวจของสายทางที่มีการก่อสร้างว่ามีการก่อสร้างเป็นระยะทางเท่าใด และในการติดต่อประสานงานเจ้าหน้าที่แขวงก่อนลงพื้นที่สำรวจ ควรสอบถามเรื่องความพร้อมของสายทางที่จะลงไปสำรวจอย่างละเอียดว่ามีติดโครงการ หรือกิจกรรมใด ๆ อยู่หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนงานสำรวจจริงในพื้นที่ ลดปัญหาเรื่องการเข้าพื้นที่แล้วไม่สามารถสำรวจสายทางได้
- 3) หากข้อตกลงร่วมกันระหว่างกรมทางหลวงและที่ปรึกษาในเรื่องการตัดแบ่งผิวใหม่ และทำคู่มือเพื่อให้ทางกรมทางหลวงและทางที่ปรึกษามีความเข้าใจตรงกันในเรื่องดังกล่าว

2. ด้านระบบ Roadnet

- 1) ควรมีการรวบรวมข้อมูล เช่น IRI, RUT, MPD รวมทั้งค่าความเสียหาย ไปเก็บไว้ในคลังเก็บข้อมูลรวมส่วนกลางของกรมทางหลวง โดยวางแผนและจัดโครงสร้างสามารถดำเนินงานได้โดยไม่ซ้อนทับข้อมูลเดิม เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ภายหลัง
- 2) ในกรณีที่ทางเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวงหรือหมวดทางหลวง อยู่ภายในพื้นที่ของตน ต้องการนำเข้าข้อมูลสำรวจที่ได้จากเครื่องมือการสำรวจของกรมทางหลวง และระบบ Roadnet ควรจะพัฒนาและแสดงผลข้อมูลทั้ง 2 ส่วน ให้สามารถแสดงผลร่วมกัน เพื่อส่งเสริมงานบริหารทางหลวงได้อย่างมีประสิทธิภาพ



- 3) ควรมีการพัฒนาระบบ Roadnet สามารถแสดงข้อมูลภาพรวมจากการนำเข้าข้อมูลสำรวจมาสรุปให้เห็นภาพในหน้าเดียว เพื่อเพิ่มแนวทางในการให้ผู้บริหาร ดูข้อมูลแล้วเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในเวลาสั้น ๆ
- 4) จากปัญหาจากอุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบเชื่อมต่อกับเครือข่าย (NAS) ที่ล่าช้าต่อการนำภาพมาแสดงผลให้รองรับปริมาณข้อมูลที่แสดงผลปริมาณมากของค่าความเสียหายผิวทาง (ภาพกล้องหลัง)
- 5) ควรมีการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลสำคัญผ่านเครือข่ายสาธารณะต้องได้รับการเข้ารหัส (Encryption) ที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ SSL หรือ VPN ตามวงรอบการใช้งานเพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

3. ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ TPMS

จากการดำเนินการจัดทำแผนงานกิจกรรมซ่อมบำรุง ด้วยระบบ TPMS ซึ่งอ้างอิงแนวทางการวิเคราะห์จาก (Highway Development & Management, HDM) และพัฒนาปรับปรุงระบบให้เข้ากับสภาพถนนและการจราจรของประเทศไทย และนำมาใช้สำหรับงานบริหารบำรุงรักษาทางทั่วประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 แต่ทั้งนี้ด้วยระบบ TPMS มีพื้นฐานการวิเคราะห์ในด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และเงื่อนไขการซ่อมบำรุงทางวิศวกรรมในภาพรวมระดับโครงข่ายเท่านั้น ยังมิได้สะท้อนถึงการกระจายงบประมาณที่เหมาะสมตามพื้นที่ หรือ การวิเคราะห์ละเอียดระดับรายโครงการ เป็นผลให้ในปัจจุบันการวางแผนงบประมาณบำรุงทางของกรมทางหลวงด้วยระบบ TPMS สามารถทำได้ในระดับโครงข่ายเท่านั้น ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงได้รวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงพัฒนาระบบ TPMS ให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ดังต่อไปนี้

- 1) ดำเนินการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานระบบวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทางหลวง (TPMS) ในระดับพื้นที่ เช่น ระดับสำนักงานทางหลวง ระดับแขวงทางหลวง เป็นต้น
- 2) ดำเนินการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงของต่างประเทศเพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงในระบบ TPMS
- 3) ปรับปรุง และสอบเทียบ แบบจำลองการเสื่อมสภาพทางหลวงในประเทศไทย
- 4) ปรับปรุงระบบ TPMS ให้ตอบสนองต่อความต้องการในการกระจายงบประมาณเชิงพื้นที่ได้
- 5) เพิ่มเติมดัชนี หรือตัวแปร ในการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุง เช่น การพิจารณา ค่าความเสียหาย เป็นต้น
- 6) พัฒนาการวิเคราะห์อย่างละเอียดระดับรายโครงการ เพื่อตอบสนองความต้องการระดับพื้นที่ได้
- 7) ปรับปรุงระบบ TPMS ให้สามารถนำเข้าข้อมูลแผนความต้องการเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้