**สารบัญ**

**หน้า**

**บทที่ 1 ผลสรุปการปฏิบัติงานทั้งโครงการ 1-1**

1.1 พื้นที่สำรวจ 1-1

1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง 1-3

1.3 การสำรวจสภาพทาง 1-12

1.3.1 จัดทำแผนการสำรวจและตามเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง 1-12

1.3.2 ข้อมูลสำรวจด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ 1-14

1.3.3 ข้อมูลภาพถ่ายผิวทาง 1-15

1.3.4 ข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง 1-16

1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ 1-17

1.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet 1-74

1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet 1-75

1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง 1-109

1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง 1-266

1.8.1 สภาพโครงข่ายทางหลวง 1-266

1.8.2 ประเภทการซ่อมบำรุง 1-276

1.8.3 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์ 1-298

1.8.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน 1-312

**บทที่ 2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 2-1**

2.1 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 2-1

2.1.1 ปัญหาและอุปสรรคจากกระบวนการสำรวจ 2-1

2.1.2 ปัญหาจากการแสดงผลบนระบบ 2-11

2.1.3 ปัญหาระยะทางนำส่งไม่เท่ากับแผนสำรวจ 2-14

2.2 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 2-22

2.2.1 ด้านการสำรวจ 2-22

2.2.2 ด้านระบบ Roadnet 2-23

2.2.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบ TPMS 2-24

**ภาคผนวก ก แปลนและรูปตัดตามยาว …………………………………………..……………………………………ก-1**

**ภาคผนวก ข สรุปผลเปรียบเทียบค่าความเสียหาย ข-1**

**สารบัญตาราง**

**หน้า**

ตารางที่ 1-1 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 1-4

ตารางที่ 1-2 รายละเอียดเครื่องมือการสำรวจเลเซอร์แบบ LCMS 1-5

ตารางที่ 1-3 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง 1-6

ตารางที่ 1-4 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง 1-8

ตารางที่ 1-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวถนน โดยการใช้อุปกรณ์ Laser Scanner 1-9

ตารางที่ 1-6 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS) 1-11

ตารางที่ 1-7 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น 1-13

ตารางที่ 1-8 ข้อมูลจากเครื่องมือวัดระดับแบบเลเซอร์ 1-14

ตารางที่ 1-9 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง 1-20

ตารางที่ 1-10 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต 1-20

ตารางที่ 1-11 ค่ากำหนดความเสียหายที่ตรวจสอบตามเกณฑ์ อ้างอิงจาก ASTM International, 2008 และ Federal Highway Administration, 2014 1-22

ตารางที่ 1-12 เปรียบเทียบค่าการประเมินความเสียหายทั้งจากระบบ Auto Crack Detection   
กับการประเมินด้วยสายตา 1-23

ตารางที่ 1-13 รายชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error :RMSE)   
ที่ปรึกษาทีม STS 1-54

ตารางที่ 1-14 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง 1-57

ตารางที่ 1-15 รายชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error :RMSE)   
ที่ปรึกษาทีม TU 1-60

ตารางที่ 1-16 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง 1-63

ตารางที่ 1-17 รายชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ (Root Mean Square Error :RMSE)   
ที่ปรึกษาทีม CU 1-67

ตารางที่ 1-18 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง 1-70

ตารางที่ 1-19 รายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) 1-77

ตารางที่ 1-20 ข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวแอสฟัลต์ 1-81

ตารางที่ 1-21 ข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต 1-82

ตารางที่ 1-22 สรุปผลการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน ณ วันที่ 6 ตุลาคม 2563 1-90

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ 1-91

ตารางที่ 1-24 ตารางสรุปผลระยะทางสำรวจค่าสภาพทางรายสำนักงานทางหลวง 1-97

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-25 ข้อมูลระยะทางของค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) แจกแจงตามช่วงค่าของ IRI 1-99

ตารางที่ 1-26 ข้อมูลระยะทางของค่าข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)   
แจกแจงตามช่วงค่าของ RUT 1-101

ตารางที่ 1-27 ข้อมูลระยะทางของข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) แจกแจงตามช่วงค่าของ MPD 1-103

ตารางที่ 1-28 รูปแบบความเสียหายพร้อมหน่วยการวัดและระยะทางที่ทำการนำเข้าข้อมูล 1-106

ตารางที่ 1-29 รูปแบบความเสียหายพร้อมหน่วยการวัดและระยะทางที่ทำการนำเข้าข้อมูล 1-108

ตารางที่ 1-30 จำนวนสายทางที่ได้จากการคัดเลือก 1-111

ตารางที่ 1-31 จำนวนสายทางภายหลังการตรวจสอบ 1-111

ตารางที่ 1-32 ภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีฉาบผิว 1-112

ตารางที่ 1-33 แสดงภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการเสริมผิว 1-114

ตารางที่ 1-34 สรุปผลสำรวจค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่  
และการบูรณะผิวทาง 1-117

ตารางที่ 1-35 ค่าเฉลี่ยราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษาทางหลวงผิวลาดยาง1 1-127

ตารางที่ 1-36 เกณฑ์ระดับการให้บริการ (ความเรียบของผิวทางหลวง) 1-129

ตารางที่ 1-37 จำนวนระยะทางแบ่งตามช่วงปริมาณจราจรตามมาตราฐานชั้นทาง 1-130

ตารางที่ 1-38 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง 1-131

ตารางที่ 1-39 ประเภททางหลวงจำแนกตามรูปแบบทางกายภาพและระดับปริมาณการจราจร 1-132

ตารางที่ 1-40 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง ของกรมทางหลวง 1-133

ตารางที่ 1-41 เป้าหมายคุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง ของกรมทางหลวง 1-133

ตารางที่ 1-42 วิธีซ่อมและราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา 1-134

ตารางที่ 1-43 ราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา สำหรับถนนแต่ละประเภทและช่วงค่า IRI 1-134

ตารางที่ 1-44 ข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน 1-151

ตารางที่ 1-45 ข้อมูลประมาณเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางกรณีที่ 1 1-152

ตารางที่ 1-46 ข้อมูลประมาณเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางกรณีที่ 2 1-153

ตารางที่ 1-47 รายละเอียดการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบอื่น ๆ 1-154

ตารางที่ 1-48 ค่าความเสียดทานที่มีผลต่อการตรวจสอบ 1-160

ตารางที่ 1-49 สรุปอุปกรณ์การวัดความเสียดทานในแต่ละประเทศ 1-168

ตารางที่ 1-50 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางและอายุการใช้งานของผิวทางที่ปริมาณจราจรระดับต่าง ๆ 1-173

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-51 สาเหตุการชนต่าง ๆ (ระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของกรมทางหลวง, 2559) 1-175

ตารางที่ 1-52 ลักษณะการชนบนสมมติฐานว่ามีปัจจัยมาจากความเสียดทานของผิวทาง   
(ระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของกรมทางหลวง, 2559) 1-176

ตารางที่ 1-53 สรุปจำนวนอุบัติเหตุ 1-178

ตารางที่ 1-54 แจกแจงจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ณ ค่าความเสียดทานต่างๆ จากข้อมูลประวัติ  
การเกิดอุบัติเหตุภายใน 1-3 ปี 1-180

ตารางที่ 1-55 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ 1-182

ตารางที่ 1-56 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน - กิโลเมตร ตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ 1-184

ตารางที่ 1-57 สรุปเกณฑ์ระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข   
(Intervention Level) 1-189

ตารางที่ 1-58 สถานะปัจจุบันตามแผนการสำรวจเทียบอุปกรณ์  
ระหว่างรถสำรวจกับ Walking Profiler 1-194

ตารางที่ 1-59 ระดับความสอดคล้องของข้อมูล (สายวรุณ สุกก่ำ และคณะ, 2559) 1-199

ตารางที่ 1-60 โดยที่ปรึกษาจะวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 1-199

ตารางที่ 1-61 แบบจำลองและสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น 1-201

ตารางที่ 1-62 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์   
แขวงทางหลวงกาญจนบุรี ช่วงกม.239+175 1-206

ตารางที่ 1-63 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์   
แขวงทางหลวงกาญจนบุรี ช่วงกม.263+475 1-208

ตารางที่ 1-64 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0201 กิ่วคอหมา – แม่นะ   
แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน ช่วงกม.81+275 1-210

ตารางที่ 1-65 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0202 แม่นะ – ท่าไคร้   
แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน ช่วงกม.146+050 1-212

ตารางที่ 1-66 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ - หาดไร่   
แขวงทางหลวงน่านที่ 1 ช่วงกม.76+050 1-214

ตารางที่ 1-67 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ – หาดไร่   
แขวงทางหลวงน่านที่ 1 ช่วงกม.91+475 1-216

ตารางที่ 1-68 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต – ขุนสถาน   
แขวงทางหลวงแพร่ ช่วงกม.10+900 1-218

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-69 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต – ขุนสถาน   
แขวงทางหลวงแพร่ ช่วงกม.13+525 1-220

ตารางที่ 1-70 ผลการสำรวจทางหลวงหมายเลข 1256 ตอนควบคุม 0101 ปัว - อุทยานแห่งชาติดอยภูคา แขวงทางหลวงน่านที่ 2 ช่วงกม.10+725 1-222

ตารางที่ 1-71 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ   
แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1 ช่วงกม.100+590 1-224

ตารางที่ 1-72 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ   
แขวงทางหลวง สกลนครที่ 1 ช่วงกม.100+500 1-226

ตารางที่ 1-73 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ   
แขวงทางหลวงพังงา ช่วง กม.895+290 1-228

ตารางที่ 1-74 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ   
แขวงทางหลวงพังงา ช่วง กม.896+380 1-230

ตารางที่ 1-75 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูล   
ช่วงทางตรง 1-231

ตารางที่ 1-76 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูล   
ช่วงทางโค้ง R > 50 ม. 1-233

ตารางที่ 1-77 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูล   
ช่วงทางโค้ง R < 50 ม. 1-235

ตารางที่ 1-78 สรุปผลค่าทางสถิติและการแปลผลข้อมูล 1-237

ตารางที่ 1-79 รายละเอียดบัญชีสะพานกลับรถ 1-247

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก 1-249

ตารางที่ 1-81 รายละเอียดบัญชีทางอุโมงค์หรือทางลอด 1-255

ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ 1-259

ตารางที่ 1-83 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจ  
ตั้งแต่วันที่ 15 มี.ค. 2562 – 12 ธ.ค. 2563 1-267

ตารางที่ 1-84 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2564 1-270

ตารางที่ 1-85 สภาพโครงข่ายทางหลวง ปี 2564 จำแนกตามประเภททางหลวง 1-271

ตารางที่ 1-86 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2564   
จำแนกตามสำนักงานทางหลวง 1-273

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-87 รายละเอียดการซ่อมบำรุงทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2565   
แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1 ปี 1-276

ตารางที่ 1-89 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ  
ของ สำนักงานทางหลวงที่ 2 แพร่ 1-281

ตารางที่ 1-90 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ 1-282

ตารางที่ 1-91 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ

ของ สำนักงานทางหลวงที่ 4 ตาก 1-283

ตารางที่ 1-92 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ  
ของ สำนักงานทางหลวงที่ 5 พิษณุโลก 1-284

ตารางที่ 1-93 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ  
ของ สำนักงานทางหลวงที่ 6 เพชรบูรณ์ 1-285

ตารางที่ 1-94 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ  
ของ สำนักงานทางหลวงที่ 7 ขอนแก่น 1-286

ตารางที่ 1-95 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ 1-287

ตารางที่ 1-96 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ 1-288

ตารางที่ 1-97 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา 1-289

ตารางที่ 1-98 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี 1-290

ตารางที่ 1-99 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 12 สุพรรณบุรี 1-291

ตารางที่ 1-100 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 13 กรุงเทพ 1-292

ตารางที่ 1-101 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 14 ชลบุรี 1-293

ตารางที่ 1-102 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 15 ประจวบคีรีขันธ์ 1-294

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-103 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 16 นครศรีธรรมราช 1-295

ตารางที่ 1-104 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 17 กระบี่ 1-296

ตารางที่ 1-105 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์  
แบบไม่จำกัดงบประมาณของ สำนักงานทางหลวงที่ 18 สงขลา 1-297

ตารางที่ 1-106 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงปกติ 1-305

ตารางที่ 1-107 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ 1-306

ตารางที่ 1-108 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ   
10,000 ล้านบาท 1-306

ตารางที่ 1-109 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 20,000 ล้านบาท 1-306

ตารางที่ 1-110 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 30,000 ล้านบาท 1-307

ตารางที่ 1-111 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 40,000 ล้านบาท 1-307

ตารางที่ 1-112 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 50,000 ล้านบาท 1-307

ตารางที่ 1-113 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 70,000 ล้านบาท 1-308

ตารางที่ 1-114 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 100,000 ล้านบาท 1-308

ตารางที่ 1-115 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 120,000 ล้านบาท 1-308

ตารางที่ 1-116 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 140,000 ล้านบาท 1-309

ตารางที่ 1-117 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 160,000 ล้านบาท 1-309

ตารางที่ 1-118 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 180,000 ล้านบาท 1-309

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 1-119 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง  
ด้วยงบประมาณ 200,000 ล้านบาท 1-310

ตารางที่ 1-120 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุง

ด้วยงบประมาณ 220,000 ล้านบาท 1-310

ตารางที่ 1-121 ค่า IRI เฉลี่ยตาม แผนและปีงบประมาณ 1-311

ตารางที่ 1-122 ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2565 1-313

ตารางที่ 1-123 ความอ่อนไหวของงบประมาณที่มีต่อการให้บริการ 1-316

ตารางที่ 2-1 ผลการจัดกลุ่มปัญหาและอุปสรรคจากการสำรวจ 2-2

ตารางที่ 2-2 ผลการจัดกลุ่มปัญหาจำแนกตามสาเหตุการเกิดของปัญหา 2-14

**สารบัญรูป**

**หน้า**

รูปที่ 1-1 แผนที่ภาพรวมพื้นที่การสำรวจ (แบ่งตามหน่วยงาน) 1-2

รูปที่ 1-2 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 1-3

รูปที่ 1-3 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง 1-7

รูปที่ 1-4 กล้องบันทึกภาพผิวถนน และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง 1-7

รูปที่ 1-5 กล้องบันทึกภาพผิวถนน โดยการใช้อุปกรณ์ Laser Scanner 1-8

รูปที่ 1-6 เครื่องมือวัดความเร่ง และเครื่องวัดระยะทาง 1-10

รูปที่ 1-7 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ (Road Condition Survey Vehicle:RCSV) 1-10

รูปที่ 1-8 โครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง 1-12

รูปที่ 1-9 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ 1-14

รูปที่ 1-10 ภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ 1-15

รูปที่ 1-11 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง 1-16

รูปที่ 1-12 ซอฟต์แวร์ Romdas 1-17

รูปที่ 1-13 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง 1-18

รูปที่ 1-14 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง 1-18

รูปที่ 1-15 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง 1-18

รูปที่ 1-16 กระบวนการทำงานข้อมูลสภาพผิวทาง 1-19

รูปที่ 1-17 การประเมินและวิเคราะห์ความเสียหาย 1-24

รูปที่ 1-18 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวลาดยางประเภทรอยแตกต่อเนื่อง (Interconnecting Crack) และรอยปะซ่อม (Patching) 1-24

รูปที่ 1-19 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวลาดยางประเภทรอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack) 1-25

รูปที่ 1-20 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวคอนกรีตประเภทรอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack) และรอยแตกตามขวาง (Transverse cracks) 1-25

รูปที่ 1-21 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวคอนกรีต   
ประเภทรอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling) 1-26

รูปที่ 1-22 ความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress) 1-27

รูปที่ 1-23 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 2+025 – 2+050 1-28

รูปที่ 1-24 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 2+425 – 2+450 1-29

รูปที่ 1-25 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 3+725 – 3+750 1-30

รูปที่ 1-26 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 3+750 – 3+775 1-31

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-27 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 3+775 – 3+800 1-32

รูปที่ 1-28 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 3+800 – 3+825 1-33

รูปที่ 1-29 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+700 – 96+725 1-34

รูปที่ 1-30 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+725 – 96+750 1-35

รูปที่ 1-31 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+750 – 96+775 1-36

รูปที่ 1-32 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+775 – 96+800 1-37

รูปที่ 1-33 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+800 – 96+825 1-38

รูปที่ 1-34 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+825 – 96+850 1-39

รูปที่ 1-35 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+850 – 96+875 1-40

รูปที่ 1-36 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+900 – 96+925 1-41

รูปที่ 1-37 ผลลัพธ์การประมวลผลแสดงเป็นวิดีโอ บนระบบ Roadnet 1-42

รูปที่ 1-38 ตัวอย่างข้อมูล Rutting 1-43

รูปที่ 1-39 ตัวอย่างข้อมูล IRI 1-44

รูปที่ 1-40 ตัวอย่างข้อมูล MPD 1-44

รูปที่ 1-41 การนำเข้าข้อมูลภูมิสารสนเทศ 1-45

รูปที่ 1-42 แสดงตัวอย่างข้อมูลประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายที่ได้จากโปรแกรม 1-45

รูปที่ 1-43 แสดงข้อมูลที่เกิดความเสียหาย สัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย iri ที่สูงตามข้อมูลประเมิน 1-46

รูปที่ 1-44 โครงสร้างข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐาน OGC 1-47

รูปที่ 1-45 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ 1-47

รูปที่ 1-46 การ convert (\*.csv file) to shapefile (point) 1-48

รูปที่ 1-47 การ convert points to Paths 1-49

รูปที่ 1-48 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ

ในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB) 1-50

รูปที่ 1-49 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ ในฐานข้อมูล 1-50

รูปที่ 1-50 รูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง 1-51

รูปที่ 1-51 รูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบริหารบำรุงทาง 1-52

รูปที่ 1-52 จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 85 จุด 1-56

รูปที่ 1-53 จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 83 จุด 1-62

รูปที่ 1-54 จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ทั้ง 100 จุด 1-69

รูปที่ 1-55 อุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง 1-74

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-56 การเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet 1-75

รูปที่ 1-57 กระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet 1-75

รูปที่ 1-58 กระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet ของทีมตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3) 1-76

รูปที่ 1-59 ตัวอย่างข้อมูลการสำรวจช่องจราจร L2 และการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่ง   
บริเวณทางทางแยกของสาย 4 ตอนควบคุมที่ 0401 1-78

รูปที่ 1-60 ตัวอย่างสายทางตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet สายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์ 1-78

รูปที่ 1-61 ตัวอย่างสายทางตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet สายทางที่แสดงผิวคอนกรีต 1-79

รูปที่ 1-62 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) สาย 4 ตอน 0100 1-79

รูปที่ 1-63 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) สาย 4 ตอน 0100 1-80

รูปที่ 1-64 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง 1-80

รูปที่ 1-65 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายแอสฟัลต์ 1-81

รูปที่ 1-66 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายแอสฟัลต์ 1-82

รูปที่ 1-67 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต 1-82

รูปที่ 1-68 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายคอนกรีต 1-83

รูปที่ 1-69 ตัวอย่างการตรวจสอบการดู VDO ภาพรวม 1-83

รูปที่ 1-70 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน 1-84

รูปที่ 1-71 ตัวอย่างการแสดงการแสดงพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 4 ตอนควบคุมที่ 201 1-84

รูปที่ 1-72 ตัวอย่างการแสดง GPS เส้นทางสำรวจที่ไม่สมบูรณ์ 1-85

รูปที่ 1-73 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง 1-85

รูปที่ 1-74 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5 1-86

รูปที่ 1-75 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1) 1-87

รูปที่ 1-76 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1) บางส่วน 1-88

รูปที่ 1-77 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 1 (QC1) 1-88

รูปที่ 1-78 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 2 (QC2) 1-88

รูปที่ 1-79 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3) 1-89

รูปที่ 1-80 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ตามตามรหัสแขวงทางหลวง 1-89

รูปที่ 1-81 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง 1-98

รูปที่ 1-82 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง 1-100

รูปที่ 1-83 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง 1-102

รูปที่ 1-84 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง 1-111

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-85 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการฉาบผิวในแต่ละสายทาง 1-112

รูปที่ 1-86 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบฉาบผิวจากแบบจำลอง TPMS   
และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง 1-113

รูปที่ 1-87 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการเสริมผิวในแต่ละสายทาง 1-114

รูปที่ 1-88 ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมผิว 1-115

รูปที่ 1-89 ผลสำรวจค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่   
และการบูรณะผิวทาง 1-116

รูปที่ 1-90 Social Surplus at Equilibrium 1-118

รูปที่ 1-91 การวิเคราะห์ต้นทุน – ผลประโยชน์ ในการรักษาค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตรต่อกิโลเมตร 1-119

รูปที่ 1-92 ตัวอย่างการวิเคราะห์งบบำรุงรักษาประจำปี 1-120

รูปที่ 1-93 ตัวอย่างการคำนวณร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI ต่ำกว่า IRI เป้าหมาย 1-121

รูปที่ 1-94 ตัวอย่างค่าซ่อมบำรุงและผลประโยชน์ผู้ใช้ทางกับร้อยละ  
ของสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 1-121

รูปที่ 1-95 ตัวอย่างผลต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยและผลประโยชน์เพิ่มต่อหน่วย   
(Marginal Cost and Marginal Benefit) 1-122

รูปที่ 1-96 ระยะทางบำรุง เปรียบเทียบกับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวง ปี 2543 – 2561 1-123

รูปที่ 1-97 ปริมาณการเดินทาง (ล้านคัน-กิโลเมตร) ปี 2549 – 2559 1-124

รูปที่ 1-98 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI กับ ความเร็วยานพาหนะ 1-128

รูปที่ 1-99 เกณฑ์ค่า IRI ในการชี้วัดคุณภาพในการให้บริการของถนนของประเทศต่าง ๆ 1-129

รูปที่ 1-100 หัวข้อในแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานระบบ 1-136

รูปที่ 1-101 การเข้าประเมินความพึงพอใจสำหรับประชาชนทั่วไป 1-136

รูปที่ 1-102 ผลการออกแบบสำหรับประชาชน 1-137

รูปที่ 1-103 การเข้าประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่ 1-138

รูปที่ 1-104 ผลการออกแบบสำหรับเจ้าหน้าที่ 1-139

รูปที่ 1-105 รายละเอียดข้อมูลความเสียหายของผิวทางประเภทแอสฟัลต์ 1-140

รูปที่ 1-106 รายละเอียดข้อมูลความเสียหายของผิวทางประเภทคอนกรีต 1-140

รูปที่ 1-107 รายละเอียดข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล IRI 1-141

รูปที่ 1-108 รายละเอียดข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) 1-141

รูปที่ 1-109 รายละเอียดข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) 1-142

รูปที่ 1-110 ผลการศึกษาการแสดงหน้าจอแสดงผลข้อมูลสำรวจ 1-143

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-111 กระบวนการศึกษาจากการจัดกลุ่มของความต้องการการใช้ข้อมูล 1-144

รูปที่ 1-112 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลโครงสร้างและกายภาพในรูปแบบไฟล์ DIgital 1-145

รูปที่ 1-113 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลสภาพทางประเภทค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) 1-146

รูปที่ 1-114 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีสายทางจากจังหวัดนครสวรรค์ไปยังจังหวัดเชียงใหม่ 1-147

รูปที่ 1-115 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) 1-148

รูปที่ 1-116 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรกับข้อมูลสภาพทาง 1-149

รูปที่ 1-117 SCRIM (Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine) 1-156

รูปที่ 1-118 GripTester 1-157

รูปที่ 1-119 ตัวอย่างวงจรการวัดความเสียดทานต่อหนึ่งการห้ามการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์

วัดความเสียดทานแบบ Locked Wheel 1-158

รูปที่ 1-120 ตัวอย่างเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับความเสียดทานของผิวถนนในประเทศอังกฤษ 1-160

รูปที่ 1-121 ตัวอย่างเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับความเสียดทานของผิวถนนในประเทศออสเตรเลีย 1-162

รูปที่ 1-122 ตัวอย่างอุปกรณ์ Locked Wheel Skid Tester 1-163

รูปที่ 1-123 เกณฑ์ค่ามาตรฐานสำหรับ Skid Numbers ในประเทศสหรัฐอเมริกา 1-164

รูปที่ 1-124 วิธีการคำนวณด้วย Locked-Wheel Test และคำอธิบาย 1-165

รูปที่ 1-125 วิธีการคำนวณด้วย Side-Force Method และคำอธิบาย 1-165

รูปที่ 1-126 วิธีการคำนวณด้วย Fixed Slip Devices และคำอธิบาย 1-166

รูปที่ 1-127 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสำรวจความเสียหายชนิดต่างๆ 1-167

รูปที่ 1-128 แนวทางการบริหารจัดการตรวจสอบและวางแผนบำรุงรักษาผิวทาง   
ให้มีความฝืดที่เหมาะสมในระดับโครงข่ายของกรมทางหลวง 1-171

รูปที่ 1-129 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทาง 1-173

รูปที่ 1-130 จุดเสี่ยงที่คาดเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุ  
บนทางหลวง (HAIMS) 1-178

รูปที่ 1-131 ตำแหน่งการสำรวจค่าความเสียดทาน และตำแหน่งสายทางที่พบประวัติอุบัติเหตุ 1-179

รูปที่ 1-132 จำนวนอุบัติเหตุ ณ ค่า IFI ต่างๆ 1-181

รูปที่ 1-133 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ 1-183

รูปที่ 1-134 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน - กิโลเมตร ตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ 1-184

รูปที่ 1-135 ขั้นตอนการบริหารจัดการความเสียดทานของผิวทางโครงข่ายทางหลวง 1-188

รูปที่ 1-136 การคำนวณผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางตลอดอายุการใช้งาน 1-190

รูปที่ 1-137 ส่งออกรายงานค่าใช้จ่ายการเดินทาง (Road User Cost : RUC) 1-191

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-138 การวิเคราะห์ร้อยละของค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางที่ลดลงในแต่ละปีต่อค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางทั้งหมด 1-193

รูปที่ 1-139 เครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) 1-196

รูปที่ 1-140 เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) 1-196

รูปที่ 1-141 สถิติที่ใช้วัดความสอดคล้องจำแนกตามชนิดของข้อมูล   
(สายวรุณ สุกก่ำ และคณะ, 2559) 1-197

รูปที่ 1-142 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลือกใช้แบบจำลองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น 1-200

รูปที่ 1-143 Simple Linear Regression 1-203

รูปที่ 1-144 Scatter plot แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร ใน 3 ลักษณะ 1-204

รูปที่ 1-145 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทาง  
ชนิดรถเข็น (Walking Profiler) 1-205

รูปที่ 1-146 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์ ช่วง กม.263+300 – 263+800 แขวงทางหลวงกาญจนบุรี 1-207

รูปที่ 1-147 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0201 กิ่วคอหมา – แม่นะ ช่วง กม.80+600 - 81+600 แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน 1-209

รูปที่ 1-148 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0202 แม่นะ - ท่าไคร้ ช่วง กม.145+500 - 146+100 แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน 1-211

รูปที่ 1-149 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ - หาดไร่ ช่วง กม.76+000 - 77+000 แขวงทางหลวงน่านที่ 1 1-213

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-150 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ - หาดไร่ ช่วง กม.90+700 - 91+700 แขวงทางหลวงน่านที่ 1 1-215

รูปที่ 1-151 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน ช่วง กม.10+500 - 11+000 แขวงทางหลวงแพร่ 1-217

รูปที่ 1-152 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน ช่วง กม.13+300 - 13+800 แขวงทางหลวงแพร่ 1-219

รูปที่ 1-153 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 1256 ตอนควบคุม 0101 ปัว - อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ช่วง กม.10+500 – 11+000   
แขวงทางหลวงน่านที่ 2 1-221

รูปที่ 1-154 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ ช่วง กม.100+340 - 100+640 แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1 1-223

รูปที่ 1-155 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ ช่วง กม.100+650 - 100+350 แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1 1-225

รูปที่ 1-156 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของ ผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ ช่วง กม.895+140 - 895+570 แขวงทางหลวงพังงา 1-227

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-157 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ ช่วง กม.896+180 - 896+605 แขวงทางหลวงพังงา 1-229

รูปที่ 1-158 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทาง  
ชนิดรถเข็น 1-232

รูปที่ 1-159 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทาง  
ชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ในช่วงทางโค้ง R > 50 ม. 1-234

รูปที่ 1-160 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทาง  
ชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ในช่วงทางโค้ง R < 50 ม. 1-236

รูปที่ 1-161 รายละเอียดภายในรหัสย่อยช่วงสำรวจ 1-240

รูปที่ 1-162 จุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ U - turn 1-242

รูปที่ 1-163 จุดสิ้นสุดการวิ่งสำรวจ U - turn 1-242

รูปที่ 1-164 ภาพมุมสูงการวิ่งจราจรทางแยกต่างระดับ (Interchange) 1-243

รูปที่ 1-165 จุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2) 1-244

รูปที่ 1-166 จุดสิ้นสุดการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2) 1-244

รูปที่ 1-167 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2) 1-244

รูปที่ 1-168 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Bridge Across Intersection 1-245

รูปที่ 1-169 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Tunnel 1-246

รูปที่ 1-170 แผนการสำรวจของทางต่างระดับบางปะอิน 1-256

รูปที่ 1-171 แผนการสำรวจของทางต่างระดับรังสิต 1-257

รูปที่ 1-172 แผนการสำรวจของทางต่างระดับฉิมพลี 1-257

รูปที่ 1-173 แผนการสำรวจของทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ 1-258

รูปที่ 1-174 ผลข้อมูล BL และ BR หรือสะพานข้ามแยก 1-264

รูปที่ 1-175 ผลข้อมูล UL และ UR หรือสะพานกลับรถ 1-264

รูปที่ 1-176 ผลข้อมูล TL และ TR หรือทางอุโมงค์และทางลอด 1-265

รูปที่ 1-177 ผลข้อมูล IL และ IR หรือทางต่างระดับ 1-265

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 1-178 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS   
(Thailand Pavement Management System) 1-268

รูปที่ 1-179 การคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS 1-269

รูปที่ 1-180 เปรียบเทียบค่าร้อยละของค่า IRI จากผลการสำรวจ ปี พ.ศ. 2563   
กับผลการคาดการณ์สภาพทาง 1-270

รูปที่ 1-181 ค่าดัชนีความเรียบของผิวทางหลวง (IRI) ของโครงข่ายทั้งประเทศ จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) 1-274

รูปที่ 1-182 ข้อมูลการสำรวจค่าความเสียหาย จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) 1-275

รูปที่ 1-183 สัดส่วนประเภทการซ่อมบำรุงตามค่าซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบ 1-277

รูปที่ 1-184 ค่าซ่อมบำรุงของแต่ละสำนักงานทางหลวง กรณีวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ 1-298

รูปที่ 1-185 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี 1-303

รูปที่ 1-186 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ 1-304

รูปที่ 1-187 กราฟแสดงค่า IRI เฉลี่ยในระยะเวลา 5 ปี ตามงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี 1-305

รูปที่ 1-188 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิ และค่า B/C 1-314

รูปที่ 1-189 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม. 1-314

รูปที่ 1-190 ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละของถนนในโครงข่ายที่ค่า IRI < 3.5 ม./กม.   
กับค่า Net Benefit 1-317

รูปที่ 2-1 อุปสรรคงานก่อสร้างสะพานระหว่างการสำรวจ 2-6

รูปที่ 2-2 ตัวอย่างปัญหาสภาพทางไม่ตรงแผนสำรวจ กรณีจำนวนช่องจราจรในระบบ Roadnet   
ระบุ 4 ช่องจราจร แต่สภาพพื้นที่เป็น 2 ช่องจราจร (แขวงทางหลวงนครพนม) 2-8

รูปที่ 2-3 ปัญหาสภาพทางไม่ตรงแผนสำรวจ กรณีสายทางสำรวจไม่ตรงตามแผนสำรวจ 2-9

รูปที่ 2-4 ปัญหาไม่สามารถเข้าพื้นที่สำรวจได้ของหมายเลขทางหลวง 24 ตอนควบคุม 305 2-10

รูปที่ 2-5 ปัญหาไม่สามารถเข้าพื้นที่สำรวจได้ของหมายเลขทางหลวง 2233 ตอนควบคุม 100   
ในแขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 3 ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ.2563 เนื่องจากทางเข้าอุโมงค์  
มีขนาดเล็กไม่สามารถเข้าสำรวจได้ 2-10

รูปที่ 2-6 ปัญหาเส้นสำรวจไม่สอดคล้องกับข้อมูลสภาพจริง 2-11

รูปที่ 2-7 ผลหลังจากปรับแก้ปัญหาแล้วเสร็จ 2-11

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 2-8 ปัญหาเส้นสำรวจตามปีงบประมาณไม่ตรงตามที่ค้นหา 2-12

รูปที่ 2-9 ปัญหาระบบในการค้นหาช่วงสำรวจ 2-12

รูปที่ 2-10 แสดงปัญหาข้อมูลภาพสำรวจไม่แสดงผล 2-13

รูปที่ 2-11 แสดงปัญหาภาพ 2 ข้างทางมุมกล้องไม่กึ่งกลาง 2-13