**สารบัญ**

**หน้า**

**บทที่ 1 บทนำ 1-1**

1.1 หลักการและเหตุผล 1-1

1.2 คำจำกัดความ 1-2

1.3 วัตถุประสงค์ 1-3

**บทที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2-1**

**บทที่ 3 ขอบเขตของงานสำรวจและประมวลผลข้อมูลสภาพทาง 3-1**

3.1 พื้นที่สำรวจ 3-1

3.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง 3-1

3.3 การสำรวจสภาพทาง 3-3

3.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ 3-4

3.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet 3-5

3.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet 3-6

3.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง 3-7

3.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง 3-7

**บทที่ 4 แนวทางและวิธีการศึกษาตามขอบเขตงานที่กำหนด 4-1**

4.1 พื้นที่สำรวจ 4-1

4.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง 4-3

4.3 การสำรวจสภาพทาง 4-31

4.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ 4-71

4.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet 4-91

4.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet 4-111

4.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงเพื่อการประเมินประสิทธิภาพ  
การใช้งานของผิวทาง ในระยะยาว (Long Term Pavement Performance)   
ของผิวทางลาดยาง ดังนี้ 4-128

4.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง 4-133

**บทที่ 5 แผนดำเนินงาน และแผนการทำงานของบุคลากรในโครงการ 5-1**

5.1 เอกสาร รายงานและกำหนดการส่งมอบ 5-1

5.2 ระยะเวลาดำเนินการและแผนดำเนินการ (Master Plan) 5-5

5.3 แผนการทำงานของบุคลากรในโครงการ 5-6

**สารบัญ (ต่อ)**

**หน้า**

**บทที่ 6 แผนการสำรวจสภาพทางระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 30,000 กิโลเมตร 6-1**

6.1 สรุประยะทางสำรวจสภาพทาง ระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 30,000 กิโลเมตร 6-1

6.2 สรุประยะทางที่คาดว่าจะติดโครงการก่อสร้าง และระยะทางแผนการสำรวจสำรอง 6-6

**สารบัญตาราง**

**หน้า**

ตารางที่ 1-1 คำจำกัดความ 1-2

ตารางที่ 4-1 แสดงระยะทางสำรวจรายสำนัก แบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ 4-1

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 4-14

ตารางที่ 4-3 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 4-15

ตารางที่ 4-4 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์แบบ LCMS 4-16

ตารางที่ 4-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง โดยการใช้อุปกรณ์ LCMS 4-18

ตารางที่ 4-6 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 4-20

ตารางที่ 4-7 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง (ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 4-20

ตารางที่ 4-8 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง   
(ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 4-22

ตารางที่ 4-9 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง LCMS   
(ที่ปรึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 4-22

ตารางที่ 4-10 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางอุปกรณ์ LCMS 4-23

ตารางที่ 4-11 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง   
(ที่ปรึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 4-23

ตารางที่ 4-12 แสดงรายละเอียดเครื่องมือวัดระยะทาง 4-26

ตารางที่ 4-13 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS) 4-30

ตารางที่ 4-14 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น 4-35

ตารางที่ 4-15 ระยะทางสำรวจแบ่งตามอุปกรณ์ 4-37

ตารางที่ 4-16 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI 4-45

ตารางที่ 4-17 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า RUTTING 4-47

ตารางที่ 4-18 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า MPD 4-49

ตารางที่ 4-19 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง 4-74

ตารางที่ 4-20 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต 4-75

ตารางที่ 4-21 ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress)   
จากการอุปกรณ์สำรวจด้วย LCMS   
และโปรแกรมวิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง 4-83

ตารางที่ 4-22 แสดงตัวอย่างชื่อแขวงทางหลวงที่มีการตรวจสอบ   
(Root Mean Square Error : RMSE) 4-100

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 4-23 ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง 4-104

ตารางที่ 4-24 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน 4-108

ตารางที่ 4-25 แสดงรายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) กระบวนการภายใน 4-112

ตารางที่ 4-26 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวลาดยาง 4-115

ตารางที่ 4-27 แสดงข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต 4-116

ตารางที่ 4-28 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง 4-132

ตารางที่ 4-29 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต 4-132

ตารางที่ 5-1 สรุปรายการส่งมอบงาน 5-4

ตารางที่ 5-2 บุคลากรหลักในการดำเนินงานโครงการ 5-6

ตารางที่ 5-3 บุคลากรสนับสนุนในการดำเนินงานโครงการ 5-9

ตารางที่ 5-4 การจำแนกหน้าที่และลักษณะงานต่าง ๆ ของที่ปรึกษาหลักในโครงการ 5-12

ตารางที่ 5-5 การจำแนกหน้าที่และลักษณะงานต่าง ๆ ของที่ปรึกษาหลักในโครงการ 5-13

ตารางที่ 6-1 สรุประยะทางแผนการสำรวจจากการยืนยันบัญชีสายทาง (แบ่งตามแขวงทางหลวง) 6-1

ตารางที่ 6-2 สรุประยะทางแผนการสำรวจจากการยืนยันบัญชีสายทาง (แบ่งตามแขวงทางหลวง) 6-6

**สารบัญรูป**

**หน้า**

รูปที่ 2-1 ภาพรวมการดำเนินงานโครงการ 2-3

รูปที่ 4-1 ตำแหน่งของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 แห่ง 4-2

รูปที่ 4-2 ชุดอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางที่ติดตั้งบนยานพาหนะ 4-3

รูปที่ 4-3 ตัวอย่างการจำแนกระดับขั้น (Class) ของอุปกรณ์ตรวจวัดตามระดับความแม่นยำ   
และความถี่ของการบันทึกข้อมูลตามระยะทางสำรวจ เพื่อประมวลผลค่าโพรไฟล์ของผิวทาง (Pavement Profile) ตามมาตรฐาน ASTM E950 4-4

รูปที่ 4-4 ผังการทำงานของเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 4-5

รูปที่ 4-5 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 4-5

รูปที่ 4-6 แสดงการทำงานเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 4-6

รูปที่ 4-7 อุปกรณ์ Laser Crack Measurement System (LCMS) 4-7

รูปที่ 4-8 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง 4-8

รูปที่ 4-9 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ร่วมกับอุปกรณ์ Accelerometer   
ติดตั้งที่ระยะ +-/ 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ 4-9

รูปที่ 4-10 การตรวจวัดความลึกร่องล้อด้วยเลเซอร์ 7 หัว 4-9

รูปที่ 4-11 แสดงตัวอย่างการเก็บค่า MPD 4-10

รูปที่ 4-12 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า MPD 4-10

รูปที่ 4-13 กราฟแสดงค่าการ Bounce Test 4-11

รูปที่ 4-14 หน้าโปรแกรมแสดงการทำ Block Calibration 4-12

รูปที่ 4-15 การคำนวณผลลัพธ์ค่า MPD จากเครื่องมือ Laser 4-12

รูปที่ 4-16 ค่า MPD ที่ตรวจวัดได้เป็นค่าความฝืดของผิวทางในระดับ Macro-Texture 4-13

รูปที่ 4-17 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E965-15 4-13

รูปที่ 4-18 การประมวลผลค่า MTD ตามมาตรฐาน ASTM E1845-15 4-14

รูปที่ 4-19 อุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) และตัวอย่างภาพจากอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง (LCMS) 4-17

รูปที่ 4-20 กล้องบันทึกภาพผิวทาง และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง 4-19

รูปที่ 4-21 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง 4-21

รูปที่ 4-22 ตัวอย่างภาพถ่ายที่มีขนาดความกว้างยาวครอบคลุมผิวทาง และทรัพย์สินข้างเขตทาง 4-24

รูปที่ 4-23 เครื่องมือวัดความเร่ง 4-25

รูปที่ 4-24 รายละเอียดเครื่องวัดระยะทาง 4-25

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-25 เครื่องวัดระยะทาง 4-26

รูปที่ 4-26 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล 4-27

รูปที่ 4-27 แสดงการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ภายในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล 4-27

รูปที่ 4-28 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ 4-28

รูปที่ 4-29 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม 4-29

รูปที่ 4-30 หลักการทำงานของการรับพิกัดและค่าแก้ DGPS 4-29

รูปที่ 4-31 อุปกรณ์ Inertial Measurement Unit (IMU) 4-30

รูปที่ 4-32 แสดงโครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง 4-31

รูปที่ 4-33 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อหลีกเลี่ยงงานซ่อมบำรุงถนนจากระบบ Plannet 4-32

รูปที่ 4-34 เพื่อนำมาใช้สำหรับวางแผนสำรวจเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าสภาพทางจากระบบ MIIS 4-32

รูปที่ 4-35 เพื่อใช้ในประเมินจัดทำแผนวิเคราะห์ใช้ในงานซ่อมบำรุงจากระบบ HRIS 4-33

รูปที่ 4-36 เพื่อนำข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS มาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง 4-33

รูปที่ 4-37 แผนที่แสดงแผนการสำรวจสายทางแบ่งตามประเภทของสายทาง 4-38

รูปที่ 4-38 พื้นที่ทดสอบที่ 1 ทางหลวงหมายเลข 352 ตอน 100 4-40

รูปที่ 4-39 พื้นที่ทดสอบที่ 2 ทางหลวงหมายเลข 3592 ตอน 100 4-40

รูปที่ 4-40 พื้นที่ทดสอบที่ 3 ทางหลวงหมายเลข 3312 ตอน 200 4-41

รูปที่ 4-41 พื้นที่ทดสอบที่ 4 ทางหลวงหมายเลข 3050 ตอน 100 4-41

รูปที่ 4-42 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (Lind, 2023) 4-43

รูปที่ 4-43 ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2022) 4-43

รูปที่ 4-44 Boxplots ค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 4-46

รูปที่ 4-45 Boxplots ค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 4-48

รูปที่ 4-46 Boxplots ค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน 4-50

รูปที่ 4-47 ที่มา : Lavrakas (2008) 4-52

รูปที่ 4-48 LCMS คำนวณค่า IRI มาจากค่าเฉลี่ยจุดเลเซอร์ทั้งหมดในร่องล้อ   
(wheel path กว้าง 750 mm) จำนวน 750 จุด ทำให้มีข้อมูลสำรวจ  
สำหรับคำนวณค่า IRI จำนวนมากกว่า 4-53

รูปที่ 4-49 (ก) LASER PROFILER ใช้ข้อมูลจากเลเซอร์ 2 จุด บริเวณกึ่งกลางร่องล้อ   
(ข.) LCMS มีจำนวนเลเซอร์ทั้งสิ้น 4,096 จุด เก็บข้อมูลได้กว้าง 4.0 ม.   
(ค.) การแบ่งพื้นที่ร่องล้อสำหรับคำนวณค่า IRI ของ LCMS 4-53

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-50 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 7 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 4-54

รูปที่ 4-51 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 15 จุด ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ 4-55

รูปที่ 4-52 แสดงความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง 4-55

รูปที่ 4-53 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด Rutting 4-56

รูปที่ 4-54 อุปกรณ์เลเซอร์ของรถสำรวจลักษณะที่ 1 ที่ใช้สำหรับเก็บค่า MPD 4-57

รูปที่ 4-55 แสดงการเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด 4-58

รูปที่ 4-56 แสดงขั้นตอนการทำงานจากก่อนนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ 4-59

รูปที่ 4-57 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 352 ตอนควบคุม 0100   
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 4-59

รูปที่ 4-58 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 3592 ตอนควบคุม 0100  
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 4-60

รูปที่ 4-59 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3312 ตอนควบคุม 0200   
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 4-60

รูปที่ 4-60 แสดงผลการนำเข้าข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3050 ตอนควบคุม 0100   
อุปกรณ์รถสำรวจ LCMS และรถสำรวจด้วย Laser Profile 4-60

รูปที่ 4-61 เอกสารรับรองผลคาริเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1 4-61

รูปที่ 4-62 เอกสารรับรองผลคาริเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2 4-62

รูปที่ 4-63 การคาริเบท อุปกรณ์สำรวจ Laser profiler คันที่ 1 4-63

รูปที่ 4-64 เอกสารรับรองผลคาริเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2 4-64

รูปที่ 4-65 เอกสารรับรองผลคาริเบทอุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profiler คันที่ 2 (ต่อ) 4-65

รูปที่ 4-66 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุด 4-66

รูปที่ 4-67 แสดงการวิ่งช่องจราจรด้านซ้ายสุดของถนนทั้ง 2 ทิศทาง 4-66

รูปที่ 4-68 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน 4-67

รูปที่ 4-69 แสดงภาพการเข้าสำรวจทางขนาน 4-68

รูปที่ 4-70 ภาพมุมสูงแสดงการวิ่งเมื่อเข้าสู่สองช่องจราจร 4-68

รูปที่ 4-71 แสดงภาพเมื่อเข้าสำรวจด้านซ้ายสุดของถนนไม่ได้ เนื่องจากมีเหตุจำเป็น 4-69

รูปที่ 4-72 แสดงภาพสายทางที่เปียกจนไม่สามารถสำรวจได้ 4-69

รูปที่ 4-73 แสดงภาพเมื่อไม่สามาถเข้าสำรวจได้ เนื่องจากมีสิ่งก่อสร้างถาวร  
กีดขวางทำให้รถไม่สามารถเข้าสำรวจได้ 4-70

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-74 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง 4-71

รูปที่ 4-75 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง 4-71

รูปที่ 4-76 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง 4-72

รูปที่ 4-77 แสดงภาพถ่ายผิวทางที่สร้างขึ้นจากเลเซอร์ 4-73

รูปที่ 4-78 แสดงความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress)   
จากอุปกรณ์ ROMDAS Pavement Camera 4-73

รูปที่ 4-79 กระบวนการทำงานการประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง 4-75

รูปที่ 4-80 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจากอุปกรณ์ ROMDAS 4-76

รูปที่ 4-81 ภาพพื้นผิวถนนที่สร้างจากเลเซอร์สามารถทำความละเอียด  
สูงสุดได้ที่ 4090 x 10000 pixels 4-82

รูปที่ 4-82 ภาพรวมการประมวลผลของซอฟต์แวร์วิเคราะห์และประเมินความเสียหายเฉพาะทาง 4-82

รูปที่ 4-83 ตัวอย่างการประเมินความเสียหายผิวทางด้วยวิธีการ Manual Process   
ผ่านโปรแกรมประเมินเฉพาะทางและอุปกรณ์ Lcms Process 4-84

รูปที่ 4-84 ตัวอย่างความละเอียดข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง 4-84

รูปที่ 4-85 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพถนนและพื้นที่   
ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้างบนระบบ Roadnet 4-85

รูปที่ 4-86 ผลลัพธ์การประมวลผลภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว   
พร้อมบ่งชี้ช่วง กม. บนระบบ Roadnet ได้ 4-85

รูปที่ 4-87 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจที่ผ่านการประมวลผล 4-87

รูปที่ 4-88 แผนผังแสดงการเพิ่มประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูล   
ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา Python และ SQL 4-88

รูปที่ 4-89 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS)   
โดยพิจารณาถึงระบบ พิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม 4-88

รูปที่ 4-90 แสดงภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ 4-89

รูปที่ 4-91 แสดงพิกัดค่าความเสียหายที่สัมพันธ์กับสายทางสำรวจ 4-90

รูปที่ 4-92 แสดงการประมวลผลการสำรวจในรูปแบบแผนที่ (GIS)   
ข้อมูลที่เกิดความเสียหายสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย IRI ที่สูงตามข้อมูลประเมิน 4-90

รูปที่ 4-93 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลจากรถสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3 4-92

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-94 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายผิวทาง   
จากรถสำรวจเข้าสู่ฐานข้อมูล Roadnet3 4-92

รูปที่ 4-95 แสดงแบบจำลองโครงสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC 4-93

รูปที่ 4-96 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ 4-94

รูปที่ 4-97 การ convert (\*.csv file) to shapefile (point) 4-95

รูปที่ 4-98 การ convert points to Paths 4-95

รูปที่ 4-99 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจ   
ในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB) 4-96

รูปที่ 4-100 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรมให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล 4-97

รูปที่ 4-101 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง 4-97

รูปที่ 4-102 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง 4-98

รูปที่ 4-103 แสดงตัวอย่างจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน GCP 4-101

รูปที่ 4-104 แสดงตัวอย่างจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 1 4-102

รูปที่ 4-105 แสดงตัวอย่างจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ ตำแหน่งที่ 2 4-102

รูปที่ 4-106 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง 4-106

รูปที่ 4-107 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS) 4-108

รูปที่ 4-108 แสดงภาพ Database Storage คงเหลือ 18 TB ณ ปัจจุบัน 4-109

รูปที่ 4-109 แสดงการเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet บนฐานข้อมูล phpPgadmin 4-109

รูปที่ 4-110 แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ Roadnet   
บนฐานข้อมูล phpPgadmin 4-110

รูปที่ 4-111 แสดงกระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet3 4-111

รูปที่ 4-112 ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางแยก 4-112

รูปที่ 4-113 ตัวอย่างการตรวจสอบพื้นที่สำรวจและอ้างอิงตำแหน่งภาพจาก Google Map 4-113

รูปที่ 4-114 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์และรอยต่อผิวคอนกรีต 4-113

รูปที่ 4-115 ตัวอย่างการตรวจสอบสายทางที่แสดงผิวคอนกรีตและรอยต่อผิวลาดยาง 4-114

รูปที่ 4-116 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)   
ที่สภาพความเสียหายสอดคล้องในพื้นที่ 4-115

รูปที่ 4-117 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายลาดยาง 4-116

รูปที่ 4-118 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต 4-117

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-119 ตัวอย่างการแสดงผลภาพถ่ายที่มีคราบมูลนก 4-118

รูปที่ 4-120 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพสัดส่วนที่มีความสอดคล้อง 4-118

รูปที่ 4-121 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน 4-119

รูปที่ 4-122 ตัวอย่างการแสดงการแสดงพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 1 ตอนควบคุมที่ 1102 4-120

รูปที่ 4-123 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง 4-121

รูปที่ 4-124 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5 4-122

รูปที่ 4-125 กระบวนการขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ 4-123

รูปที่ 4-126 QR code LINE Open Chat สำหรับแจ้งระบบ HRIS 4-127

รูปที่ 4-127 QR code LINE Open Chat Roadnet Survey สำหรับเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค 4-127

รูปที่ 4-128 ตัวอย่างเอกสารในการแจ้งผล กรณีหลักกิโลเมตรแสดงผลบนระบบ Roadnet3   
ไม่ตรงกับกิโลเมตรข้อมูลสํารวจ โดยระบุหมายเลขสายทางหลวง ตอนควบคุม   
และข้อมูลช่วงหลักกิโลเมตร 4-128

รูปที่ 4-129 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง 4-129

รูปที่ 4-130 ตัวอย่างการจัดทำวีดีทัศน์สื่อประชาสัมพันธ์โครงการ 4-135

รูปที่ 5-1 แผนการดำเนินงานโครงการ 5-5

รูปที่ 5-2 แผนผังบริหารโครงการ 5-11