**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**

2.1 งานงวดที่ 1 ศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (ROADNET) 2-1

2.2 งานงวดที่ 2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ ROADNET 2-2

2.3 งานงวดที่ 3 พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูล 2-2

2.4 งานงวดที่ 4 นำเข้าข้อมูลการสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูลงานทาง มีรายละเอียดดังนี้ 2-3

2.5 งานงวดที่ 5 การจัดหาและติดตั้งระบบ 2-4

2.6 งานงวดที่ 6 การโอนย้ายข้อมูลและพัฒนาเว็บเซอร์วิสเพื่อรองรับการเชื่อมโยงข้อมูล 2-4

2.7 งานงวดที่ 7 คู่มือการใช้งานและการสัมมนาถ่ายทอดความรู้ 2-4

2.8 งานงวดที่ 8 รายการเอกสาร รายงาน และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องดำเนินการส่งมอบ 2-4

**บทที่ 3 ขอบเขตของงาน 3-1**

3.1 ขอบเขตของงาน 3-1

3.2 เอกสาร รายงาน และกำหนดการส่งมอบ 3-10

3.3 เระยะเวลาดำเนินการและแผนดำเนินการ 3-13

**บทที่ 4 แนวทางและวิธีการศึกษาตามขอบเขตงานที่กำหนด 4-1**

งานที่ 1 ศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (ROADNET) 4-1

งานที่ 2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ 4-58

งานที่ 3 พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูล 4-73

งานที่ 4 นำเข้าข้อมูลการสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูลงานทาง 4-110

งานที่ 5 การจัดหาและติดตั้งระบบ 4-118

งานที่ 6 การโอนย้ายข้อมูลและพัฒนาเว็บเซอร์วิสเพื่อรองรับการเชื่อมโยงข้อมูล 4-119

**บทที่ 5 แผนการดำเนินงาน และแผนการทำงานบุคลากรในโครงการ 5-1**

**ภาคผนวก ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนดตรงตาม TOR หรือดีกว่า**

**สารบัญตาราง**

**หน้า**

ตารางที่ 3-1 ระยะเวลาดำเนินการและแผนดำเนินการ 3-13

ตารางที่ 3-2 แผนดำเนินการ 3-14

ตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน 4-14

ตารางที่ 4-2 รายละเอียดการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบอื่น ๆ ในปัจจุบัน 4-18

ตารางที่ 4-3 ตาราง s\_iri\_km (ข้อมูลสำรวจ IRI ทุก ๆ 1 กิโลเมตร ของระบบ MIIS) 4-54

ตารางที่ 4-4 ตาราง s\_iri\_m (ข้อมูลสำรวจ IRI ทุก ๆ 25 เมตร ของระบบ MIIS) 4-54

ตารางที่ 4-5 ตาราง s\_iri (ข้อมูลสำรวจ IRI ของระบบ MIIS) 4-55

ตารางที่ 4-6 ตัวอย่างค่าซ่อมบำรุงผิวทางจำแนกตามประเภทการซ่อมบำรุง 4-61

ตารางที่ 4-7 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลพร้อมคุณลักษณะ 4-88

ตารางที่ 5-1 บุคลากรหลักในการดำเนินโครงการ 5-1

ตารางที่ 5-2 รายละเอียดแผนการดำเนินงานของบุคลากร 5-9

ตารางที่ 5-3 รายละเอียดแผนการดำเนินงานของบุคลากร 5-10

**สารบัญรูป**

**หน้า**

รูปที่ 4-1 แสดงแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC 4-5

รูปที่ 4-2 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทาง Logical Road Data Model   
ตามมาตรฐาน NCHRP Project 20-27 4-6

รูปที่ 4-3 แสดงตัวอย่างมาตรฐานโครงสร้างสายทางในระดับสากล OpenStreetMap 4-7

รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลสายทางโดยใช้ Package Diagram 4-8

รูปที่ 4-5 แสดงผังร่างการประยุกต์ (application schema) สำหรับข้อมูล FGDS ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม 4-8

รูปที่ 4-6 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทางที่รองรับระบบ Linear Referencing ตามมาตรฐาน GIS-T 4-10

รูปที่ 4-7 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาระบบ 4-11

รูปที่ 4-8 ภาพรวมพื้นฐานของการบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ 4-12

รูปที่ 4-9 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง 4-14

รูปที่ 4-10 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS) 4-15

รูปที่ 4-11 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทางจากกล้องหน้ารถ 4-16

รูปที่ 4-12 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพผิวทาง จากกล้องด้านหลังรถ 4-16

รูปที่ 4-13 การจัดเก็บข้อมูลของระบบ Roadnet และข้อมูลระบบอื่น ๆ ที่ได้บูรณาการร่วมกัน 4-16

รูปที่ 4-14 หน้าจอระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS) 4-20

รูปที่ 4-15 แสดงผลหน้าระบบบริหารแผนงานทางหลวง 4-21

รูปที่ 4-16 แสดงระบบระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset) 4-21

รูปที่ 4-17 ความเชื่อมโยงของแบบจําลองต่าง ๆ ในการวิเคราะห์งบประมาณบํารุงทาง 4-23

รูปที่ 4-18 สถาปัตยกรรมระบบ 4-25

รูปที่ 4-19 หน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานระบบ 4-25

รูปที่ 4-20 หน้าจอหลัก 4-26

รูปที่ 4-21 หน้าจอคัดกรองสายทาง 4-27

รูปที่ 4-22 หน้ากำหนดงบประมาณ 4-28

รูปที่ 4-23 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไข IRI เป้าหมาย 4-28

รูปที่ 4-24 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขไม่จํากัดงบประมาณ 4-29

รูปที่ 4-25 หน้าจอสรุปผลการวิเคราะห์ 4-30

รูปที่ 4-26 หน้าจอคัดกรองสายทาง 4-31

รูปที่ 4-27 หน้ากำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ 4-32

**สารบัญรูป (ต่อ)**

**หน้า**

รูปที่ 4-28 หน้ากำหนดดงบประมาณด้วยเงื่อนไขจํากัดงบประมาณตามหน่วยงาน 4-32

รูปที่ 4-29 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขจํากัดงบประมาณตามวิธีซ่อม 4-33

รูปที่ 4-30 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไข IRI เป้าหมาย 4-33

รูปที่ 4-31 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขไม่จํากัดงบประมาณ 4-34

รูปที่ 4-32 หน้าสรุปผลการวิเคราะห์ 4-35

รูปที่ 4-33 ส่วนหลักในระบบ TIMS 4-36

รูปที่ 4-34 แสดงหน้าจอสำหรับผู้ใช้ทั่วไป 4-36

รูปที่ 4-35 วิธีแก้ไขจุดสำรวจ 4-37

รูปที่ 4-36 รายงานสำรวจที่มีในระบบ 4-37

รูปที่ 4-37 หน้าผลสำรวจ 4-38

รูปที่ 4-38 แสดงผลสำรวจตามงวดสำรวจ 4-38

รูปที่ 4-39 หน้า AADT รายจุด 4-39

รูปที่ 4-40 แสดงรายละเอียดค่าปริมาณจราจร 4-39

รูปที่ 4-41 หน้า VK 4-40

รูปที่ 4-42 รายละเอียดข้อมูล VK 4-40

รูปที่ 4-43 หน้ารายงานปริมาณจราจรบนทางหลวง 4-41

รูปที่ 4-44 หน้าฐานข้อมูล 4-41

รูปที่ 4-45 หน้าตั้งค่า 4-42

รูปที่ 4-46 ข้อมูลที่นำเข้าในระบบ TIMS 4-43

รูปที่ 4-47 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจราจร c2.6.6 ระบบสารสนเทศ   
การบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย 4-44

รูปที่ 4-48 การแสดงผลข้อมูลทรัพย์สินประเภทสะพานลอยคนข้าม   
ในระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน 4-45

รูปที่ 4-49 แสดงหน้าจอระบบ HAIMS 4-46

รูปที่ 4-50 หน้าจอระบบ MIIS 4-47

รูปที่ 4-51 ตัวอย่างหน้าสรุปข้อมูลการสำรวจในแต่ละตอนควบคุม 4-48

รูปที่ 4-52 ตัวอย่างหน้าจอการกรอกข้อมูลในหน้าสรุป 4-48

รูปที่ 4-53 ตัวอย่างหน้าจอแสดงค่าการสำรวจ Deflection 4-49

รูปที่ 4-54 ตัวอย่างแสดงหน้าจอแสดงค่า IRI 4-50

รูปที่ 4-55 ตัวอย่างหน้าแสดงกราฟแบบฮิสโตแกรม 4-50

รูปที่ 4-56 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับค้นหาช่วง กม. ที่สนใจ 4-50

รูปที่ 4-57 ตัวอย่างหน้าจอสรุปค่า IRI ทุก ๆ 1 กิโลเมตร และ 25 เมตร 4-51

รูปที่ 4-58 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับนำเข้าข้อมูล IRI 4-51

รูปที่ 4-59 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับนำเข้าไฟล์ .csv สำหรับข้อมูล IRI 4-52

รูปที่ 4-60 ตัวอย่างไฟล์ Template สำหรับนำเข้าข้อมูล IRI, MPD และ Rutting 4-52

รูปที่ 4-61 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงผลข้อมูล Visual Inspection 4-53

รูปที่ 4-62 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับใช้ในการนำเข้าข้อมูล Visual Inspection 4-53

รูปที่ 4-63 แผนภาพการเชื่อมโยงระบบ (System Diagram) 4-56

รูปที่ 4-64 ภาพรวมการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศของกรมทางหลวง  
กับระบบบูรณาการข้อมูล 4-57

รูปที่ 4-65 หน้าจอเข้าใช้งานระบบ 4-57

รูปที่ 4-66 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี 4-59

รูปที่ 4-67 ตัวอย่างแสดงสัดส่วนประเภทการซ่อมบำรุง 4-60

รูปที่ 4-68 แสดงผลข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางบนระบบ Roadnet 4-62

รูปที่ 4-69 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน 4-63

รูปที่ 4-70 แสดงจุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ U – turn 4-64

รูปที่ 4-71 แผนการสำรวจของทางต่างระดับฉิมพลี 4-64

รูปที่ 4-72 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง 4-67

รูปที่ 4-73 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง 4-68

รูปที่ 4-74 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง 4-69

รูปที่ 4-75 ตัวอย่างคำอธิบายชุดข้อมูลส่วนหลัก (Mandatory Metadata) 4-71

รูปที่ 4-76 ตัวอย่างคำอธิบายชุดข้อมูลทางเลือก (Optional Metadata) 4-72

รูปที่ 4-77 ตัวอย่างคำอธิบายพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) 4-72

รูปที่ 4-78 แนวคิดการพัฒนาส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูล 4-74

รูปที่ 4-79 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน 4-75

รูปที่ 4-80 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน 4-75

รูปที่ 4-81 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง 4-76

รูปที่ 4-82 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน   
เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน 4-76

รูปที่ 4-83 แนวคิดการแสดงผลกราฟตามปริมาณจราจร (AADT) 4-77

รูปที่ 4-84 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Drill Down ของตัวข้อมูล 4-78

รูปที่ 4-85 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Bottom Up ของผลรวมทั้งหมดในเดือนของข้อมูล 4-79

รูปที่ 4-86 แสดงโครงสร้างมาตรฐานสากล ISO/OGC สำหรับบริหารจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ 4-84

รูปที่ 4-87 หน้าแสดงผลระบบ TPMS 4-87

รูปที่ 4-88 แผนผังแสดงการเชื่อมโยงฐานข้อมูลแบบสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication) 4-89

รูปที่ 4-89 แผนผังแสดงกระบวนการการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล 4-91

รูปที่ 4-90 แนวคิดการแสดงฟังก์ชันการรายงาน ติดตามการแก้ไขข้อมูล 4-92

รูปที่ 4-91 แนวคิดการแสดงแผนผัง (Diagram) จําแนกชั้นข้อมูลตามบัญชีสายทาง 4-92

รูปที่ 4-92 ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทางระดับตอนควบคุม 4-93

รูปที่ 4-93 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลสำหรับคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง 4-94

รูปที่ 4-94 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead\_IN) 4-94

รูปที่ 4-95 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางบริเวณพื้นที่ทางโค้ง (Curve) 4-95

รูปที่ 4-96 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางสิ้นสุดโค้ง (Lead\_OUT) 4-95

รูปที่ 4-97 ตัวอย่างการพัฒนาฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ   
(Horizontal Alignment Curve) ตามแนวสายทางที่เลือกได้ 4-96

รูปที่ 4-98 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ 4-97

รูปที่ 4-99 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง   
ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง 4-98

รูปที่ 4-100 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงโครงข่ายถนน 4-98

รูปที่ 4-101 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงเส้นสี   
แยกตามลักษณะผิวทาง 4-99

รูปที่ 4-102 ตัวอย่างลักษณะการแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทาง 4-99

รูปที่ 4-103 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่ สำหรับแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน   
แยกตามจำนวนช่องจราจร 4-100

รูปที่ 4-104 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงตำแหน่งจุดตัดทางแยก 4-100

รูปที่ 4-105 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงลำดับชั้นสายทาง 4-101

รูปที่ 4-106 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่   
สำหรับแสดงสามารถแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่ 4-102

รูปที่ 4-107 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงขอบเขตข้อมูลด้านป่าไม้  
บนแผนที่ 4-102

รูปที่ 4-108 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงข้อมูลค่าสภาพทางเฉลี่ย 4-103

รูปที่ 4-109 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกแผนที่ในรูปแบบ KML หรือ Shape file 4-104

รูปที่ 4-110 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน 4-105

รูปที่ 4-111 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง 4-105

รูปที่ 4-112 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง 4-106

รูปที่ 4-113 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่างๆ 4-106

รูปที่ 4-114 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูล Road Hierarchy 4-107

รูปที่ 4-115 การพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive 4-108

รูปที่ 4-116 ตัวอย่างการพัฒนาระบบแบบ Responsive Web Design 4-109

รูปที่ 4-117 เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler) 4-111

รูปที่ 4-118 แอปพลิเคชัน RoadBumpFree 4-111

รูปที่ 4-119 แอปพลิเคชัน BumpRecorder 4-112

รูปที่ 4-120 หน้า ตัวอย่างการสำรวจด้วย Mobile Application 4-113

รูปที่ 4-121 หน้า Website แสดงผลการสำรวจจาก แอปพลิเคชัน BumpRecorder 4-113

รูปที่ 4-122 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ 4-114

รูปที่ 4-123 ตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าข้อมูลค่าสภาพทาง   
และรูปภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง 4-115

รูปที่ 4-124 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง   
ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง 4-115

รูปที่ 4-125 ตัวอย่างข้อมูลที่มีการแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทางและข้อมูลค่าสภาพทาง 4-116

รูปที่ 4-126 แผนผังแสดงการนำเข้าภาพถ่ายสภาพผิวทาง 4-117

รูปที่ 4-127 แสดงแนวทางการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration) 4-120

รูปที่ 4-128 แนวทางการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration) 4-121

รูปที่ 5-1 แผนผังการบริหารโครงการ 5-11