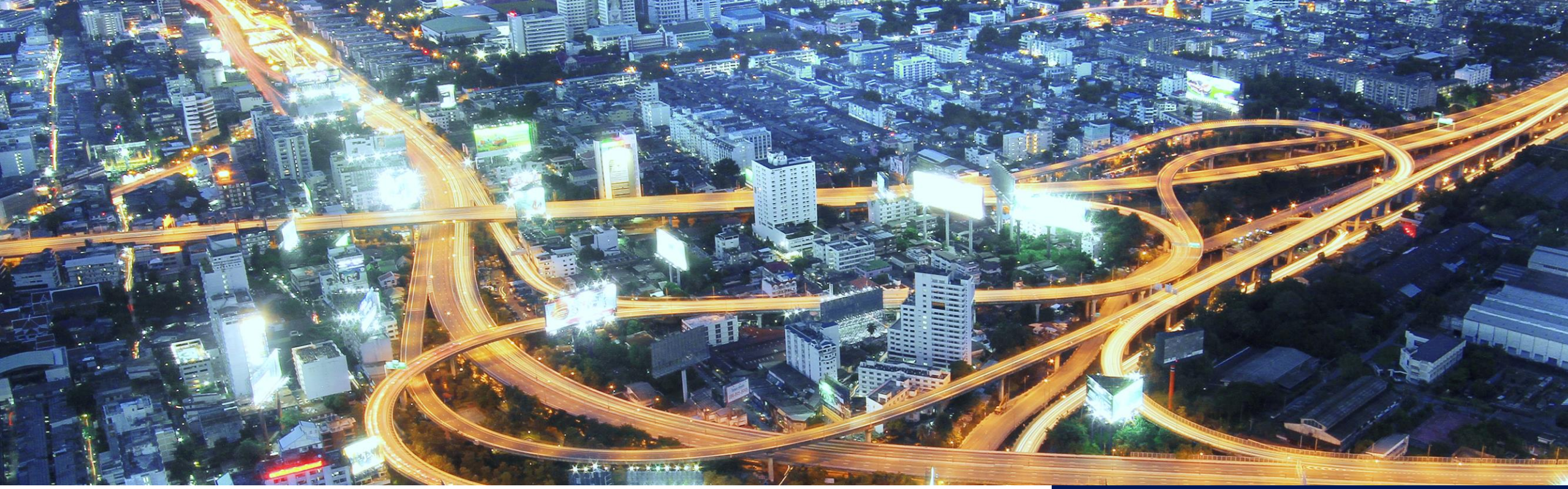


โครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพทาง โครงข่ายทางหลวง เพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่าย งบประมาณทางหลวงในระยะยาว ปี 2567

ประชุมตรวจรับ (รายงานเบื้องต้น)

Inception Report

วันที่ 17 พฤษภาคม 2567

วาระการประชุม

วาระที่ 1	เรื่องประธานแจ้งให้ที่ประชุมทราบ
วาระที่ 2	เรื่องเพื่อทราบ - รับรองรายงานการประชุม ครั้งที่ 1/2567
วาระที่ 3	เรื่องเพื่อพิจารณา - พิจารณารายงานเบื้องต้น (Inception Report)
วาระที่ 4	เรื่องอื่นๆ (ถ้ามี)

หัวข้อในการนำเสนอ

01 ความเป็นมาของโครงการ และวัตถุประสงค์ของโครงการ

02 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

03 แนวทางและวิธีการศึกษาตามขอบเขตของงานที่กำหนด

04 แผนการดำเนินงาน และแผนการทำงานของบุคลากรในโครงการ

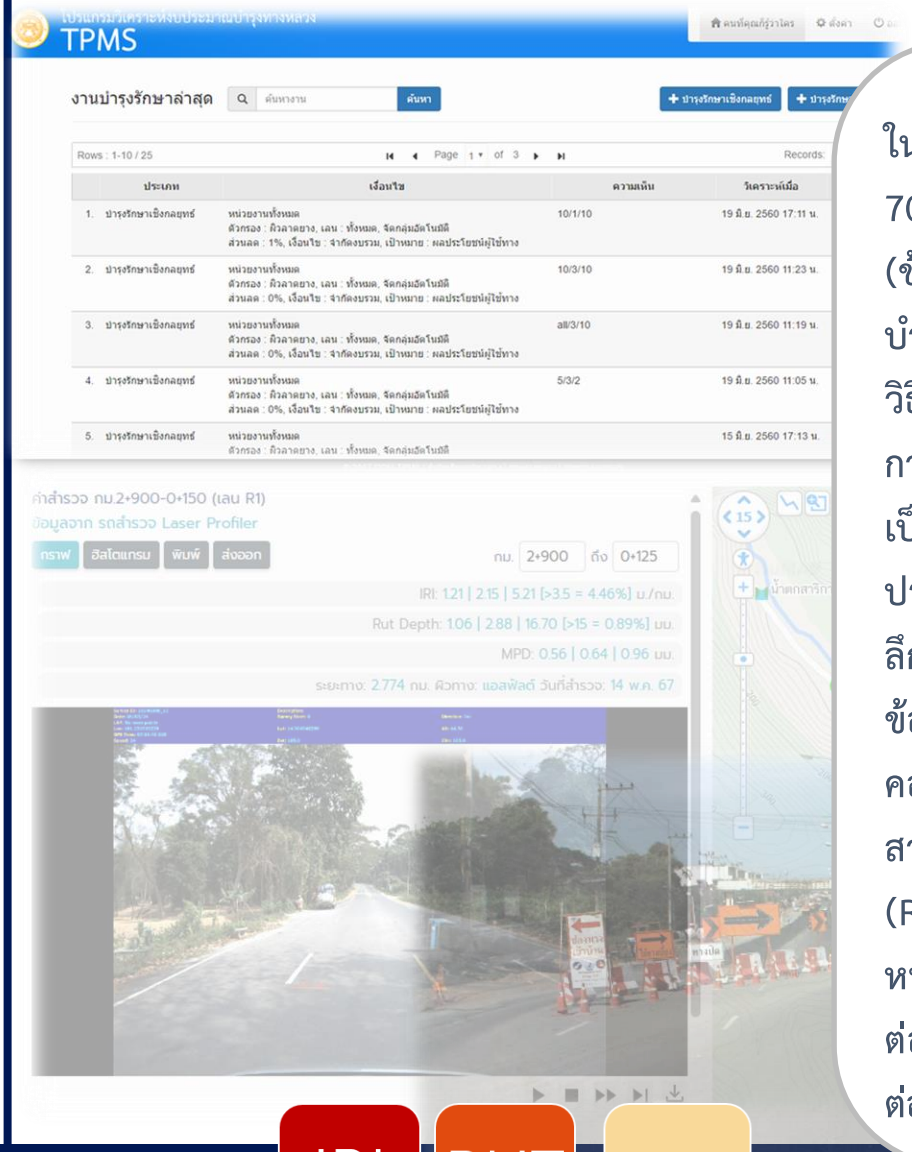
05 แผนการสำรวจสภาพทางและบัญชีสายทาง (ไม่น้อยกว่า30,000 กิโลเมตร)

06 สรุปผลการส่งมอบงาน

ความเป็นมาของโครงการ และวัตถุประสงค์ของโครงการ

1

1.ความเป็นมาของโครงการ และวัตถุประสงค์ของโครงการ

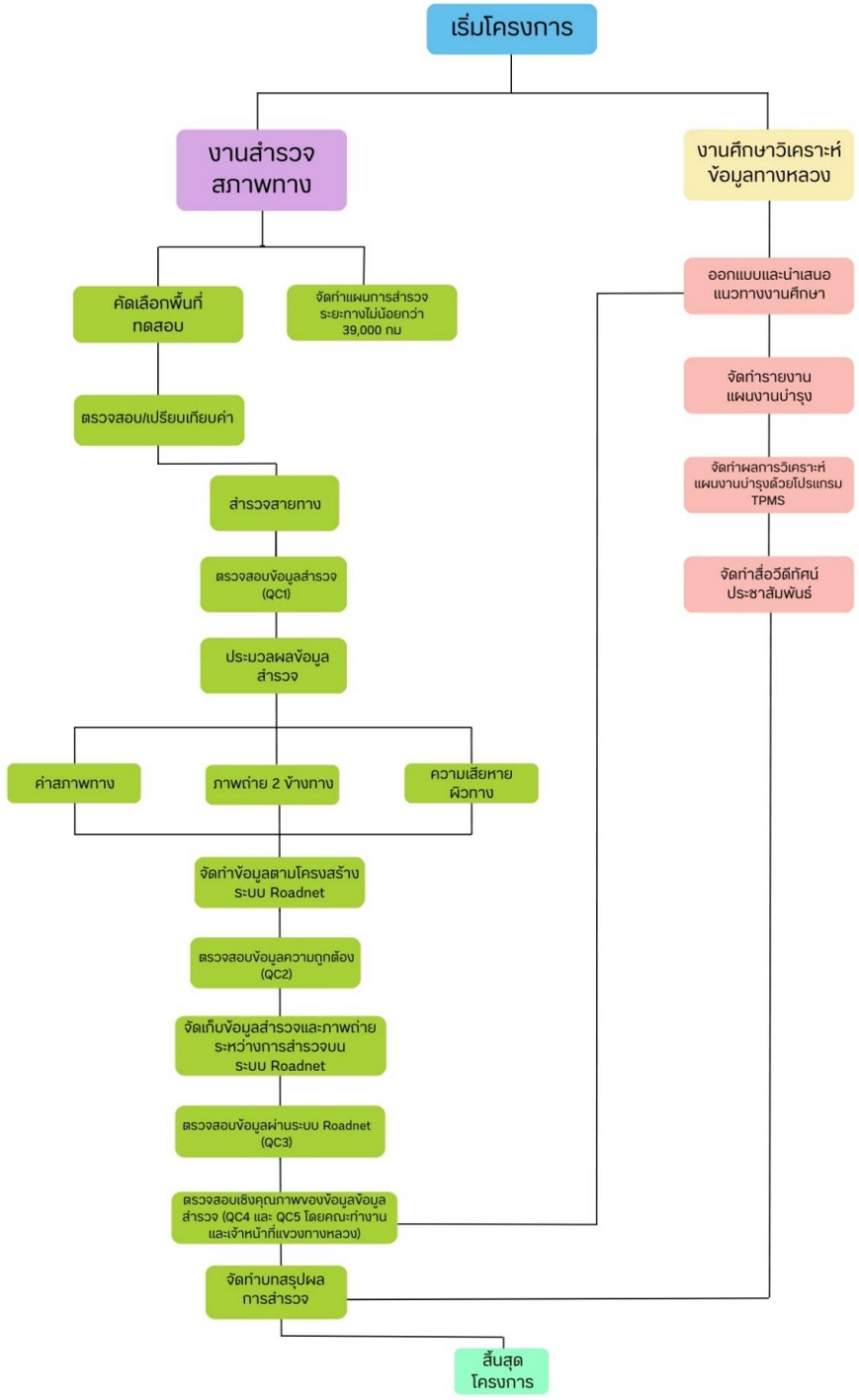


กรมทางหลวง เป็นหน่วยงานหลักที่ต้องดูแลโครงข่ายสายทางทั่วประเทศ ปัจจุบันมีระยะทางในความรับผิดชอบประมาณ 77,887 กิโลเมตร (ต่อ 2 ช่องจราจร) โดยประกอบด้วยผิวลาดยางประมาณ 70,477 กิโลเมตร ทางผิวคอนกรีตประมาณ 7,346 กิโลเมตร และทางผิวลูกรังประมาณ 64 กิโลเมตร (ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ณ วันที่ 9 ตุลาคม 2566) ที่ผ่านมากรมทางหลวงได้นำเอาระบบบริหารงานบำรุงทางโดยใช้โปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง TPMS Budgeting Module เป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์วิธีการและงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงทางจากสภาพความเสียหายตั้งแต่ปี 2530 เพื่อประกอบการพิจารณาจัดทำแผนบำรุงทางของสำนักงานทางหลวงและแขวงทางหลวงจากนั้นเมื่อปี 2552 ได้พัฒนาเป็น TPMS Optimization Model พัฒนาแนวทางของ World Bank โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจและวิเคราะห์สภาพทางหลวงผิวลาดยางผิวคอนกรีต และข้อมูลบนภาพถ่ายผิวทาง ข้อมูลทั้งหมดจัดเก็บในฐานข้อมูล Roadnet พร้อมแสดงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) บนแผนที่ดิจิตอล (Digital Mapping) ในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)ที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้อง โดยได้เปิดให้บริการข้อมูลต่อหน่วยงานอื่นหรือเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงและมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันระบบสารสนเทศอื่นๆ ภายในกรมทางหลวง และมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

2

2.ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน



2.ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

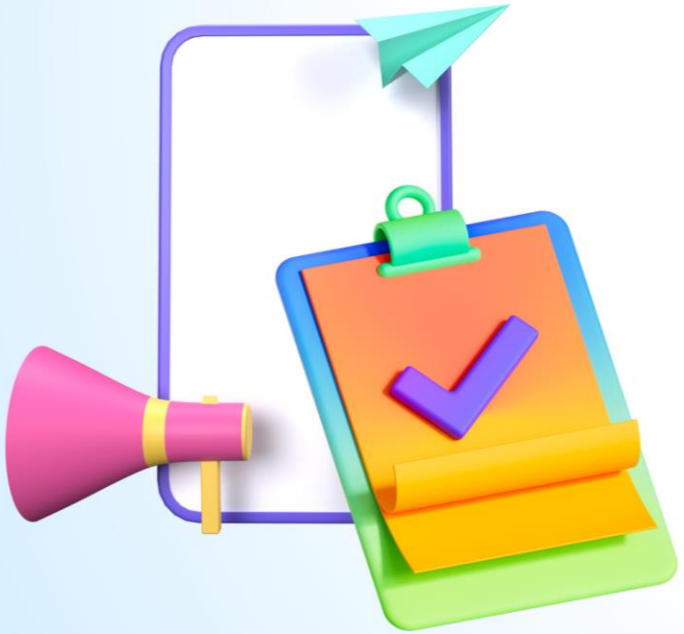
เจ้าหน้าที่ประสานงานกลาง

ติดต่อและประสานงาน

- ติดต่อประสานงานระหว่างทีมที่ปรึกษาและผู้ว่าจ้าง
- เร่งรัดที่ปรึกษานำส่งบัญชี QC4 - QC5 รวมถึงเจ้าหน้าที่ตรวจสอบบัญชี QC4 - QC5 เพื่อให้เป็นไปตามแผนการดำเนินงาน ไม่ให้เกิดความล่าช้า

สรุปรายงานการประชุม

- สรุปรายงานการประชุมทุกครั้งที่มีการประชุม ประกอบด้วย การประชุมตรวจรับงาน (ทางการ) และการประชุมหารือนอกรอบ (ไม่เป็นทางการ)
- สรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ



นำส่งบัญชี QC4 - QC5

แจ้งเจ้าหน้าที่ให้ตรวจสอบ

- การนำส่งบัญชี QC4 ที่ปรึกษาสามารถส่งข้อมูลได้จำนวน 2 ครั้ง/1 แขวงฯ
- นำส่งบัญชี QC4 ทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ ลงใน Google drive ทำการคัดลอกลิงก์ส่งและแจ้งเจ้าหน้าที่ตรวจสอบบัญชี
- การนำส่ง QC5 สร. เป็นผู้ออกหนังสือแจ้งแขวงฯ ตรวจสอบบัญชี QC5 ให้ตรวจสอบ สัปดำห์ละ 2 ครั้ง

ติดตามผลการตรวจสอบ

- QC4 ติดตามผลการตรวจสอบ 3 วันทำการ (ไม่รวมวันส่ง)
- QC5 ติดตามผลการตรวจสอบ 5 วันทำการ (ไม่รวมวันส่ง)

แจ้งผลการตรวจสอบให้ที่ปรึกษาทราบ

- หากผลการตรวจสอบไม่สอดคล้อง/มีแก้ไข ต้องแจ้งที่ปรึกษาให้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง

รายงานระยะทางสำรวจ

รายงานระยะสำรวจประจำวัน (Daily Report)

- รวบรวมระยะทางสำรวจประจำวัน หลังจากทีมสำรวจรายงานตรวจสอบระยะทางสำรวจ และกรอกระยะทางสำรวจบน Daily Report
- สรุปรายงานระยะทางสำรวจประจำวัน
- แนบกราฟแสดงความก้าวหน้าการดำเนินงานแต่ละกระบวนการใน Daily Report
- ส่งไปยัง Line group เป็นประจำทุกวัน (หากล่าช้าสามารถรายงานในวันถัดไปได้ไม่เกิน 09:00 น. และรายงานจนกว่าจะสำรวจแล้วเสร็จ

รายงานระยะสำรวจประจำสัปดาห์ (Weekly Report)

- สรุปรายงานระยะทางสำรวจประจำสัปดาห์
- แนบกราฟแสดงความก้าวหน้าการดำเนินงานแต่ละกระบวนการใน Weekly Report
- แนบกราฟแสดงผลระยะทางสำรวจของอุปกรณ์สำรวจ และระยะทางสำรวจ 18 สำนักงานทางหลวง
- แนบกราฟแสดงระยะทางสำรวจรายอุปกรณ์
- แนบกราฟแสดงผลการดำเนินงานตรวจสอบระยะทาง
- แผนและผลการดำเนินงานโครงการ (Master Plan)
- สรุปรายงานปัญหาและอุปสรรคการสำรวจของแต่ละทีม
- รวบรวม ตรวจสอบ และจัดเรียงเอกสารส่งให้ทีมเลขาที่ปรึกษาทุกวันพฤหัสบดีของสัปดาห์ (วันรายงานอาจเปลี่ยนแปลงได้)

แนวทางและวิธีการศึกษาตามขอบเขตของงานที่กำหนด

4

หัวข้อขอบเขตของงาน

01 พื้นที่การสำรวจ (TOR4.1)

02 อุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (TOR4.2)

03 การสำรวจสภาพทาง (TOR4.3)

04 ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) ที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

05 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจ (TOR 4.4)

06 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet (TOR 4.5)

07 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet (TOR 4.6)

08 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง (Long Term Pavement Performance) (TOR 4.7)

09 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง (TOR 4.8)

1. พื้นที่สำรวจ และระยะทางสำรวจไม่น้อยกว่า 30,000 กิโลเมตร (TOR 4.1)

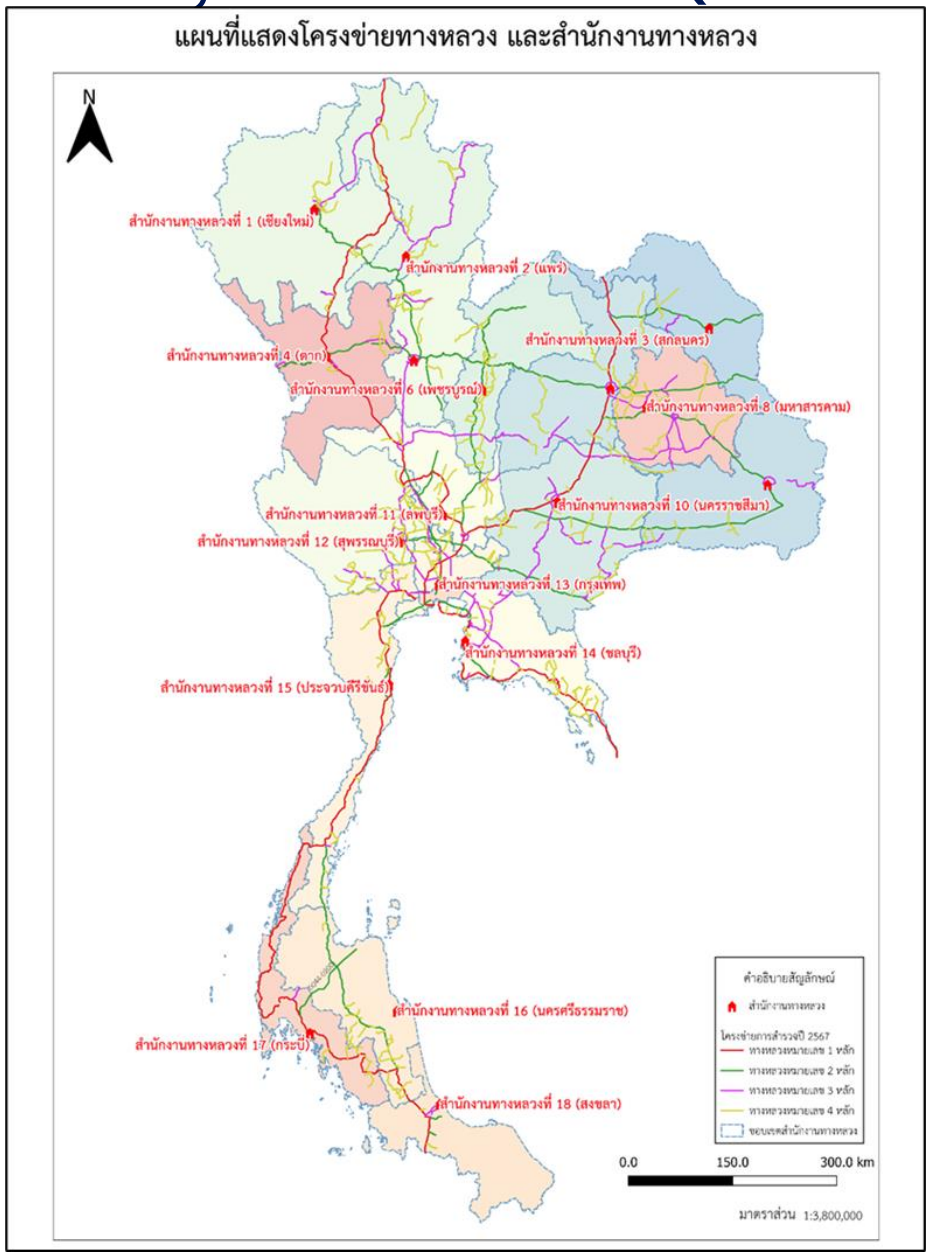
เกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง

- ระยะทางสำรวจรวมไม่น้อยกว่า 30,000 กิโลเมตร
- ทางหลวงหมายเลข 1 หลัก และทางหลวงหมายเลข 2 หลัก ทำการสำรวจทั้งหมด
- ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และทางหลวงหมายเลข 4 หลัก ที่อยู่ในลำดับชั้นทางหลวงที่ 1 และ 2 ทำการสำรวจทั้งหมด
- ทางหลวงหมายเลข 3 หลัก และ 4 หลัก ที่เหลือที่ยังไม่ผ่านการสำรวจในรอบการสำรวจที่ผ่านมา ให้ดำเนินการคัดเลือกโดยอ้างอิงจากความสัมพันธ์จากเกณฑ์การคัดเลือกในข้อ 1 และ ข้อ 2 เพื่อให้ระยะทางสำรวจครบถ้วนตามข้อกำหนด

ระยะทางรวมทั้งสิ้น 30,190.676 กิโลเมตร

โดยแบ่งออกเป็น LCMS – 21,013.163 กิโลเมตร

Laser Profilometer – 9,177.513 กิโลเมตร

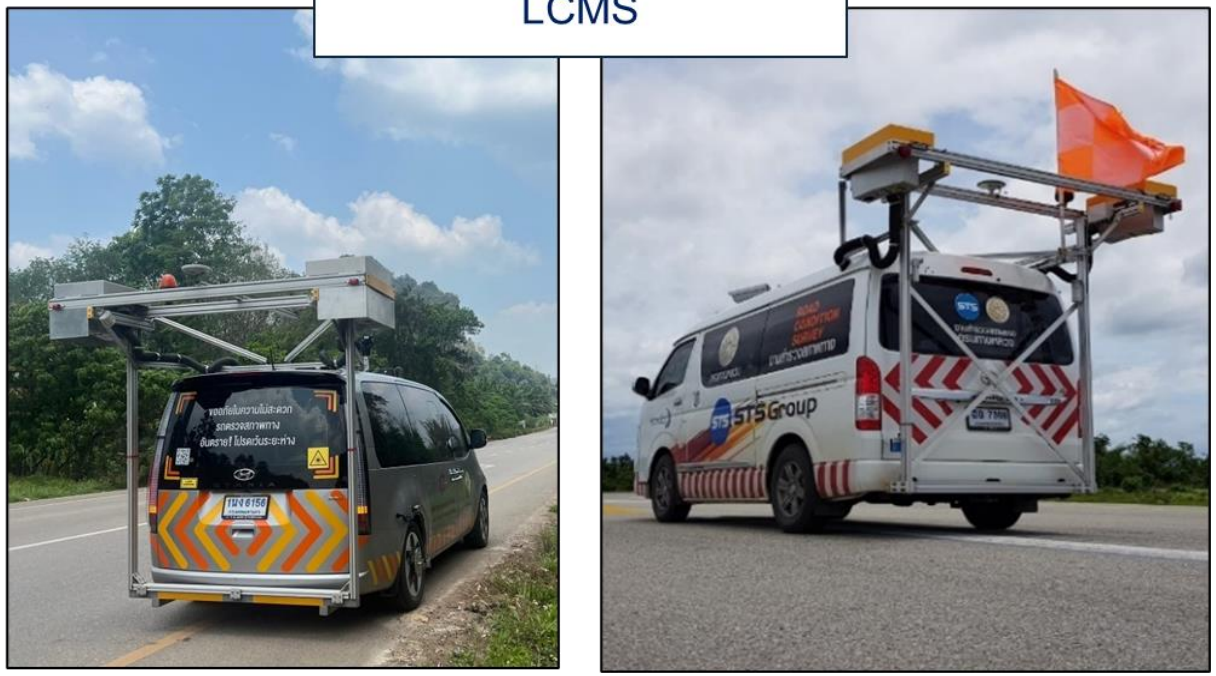


2. อุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (TOR 4.2)

สามารถตรวจวัดค่าต่างๆ ได้ ดังนี้

1. ดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
2. ค่าความลึกเฉลี่ยของผิวทาง (MPD)
3. ค่าความลึกร้องล้อ (Rutting)

LCMS



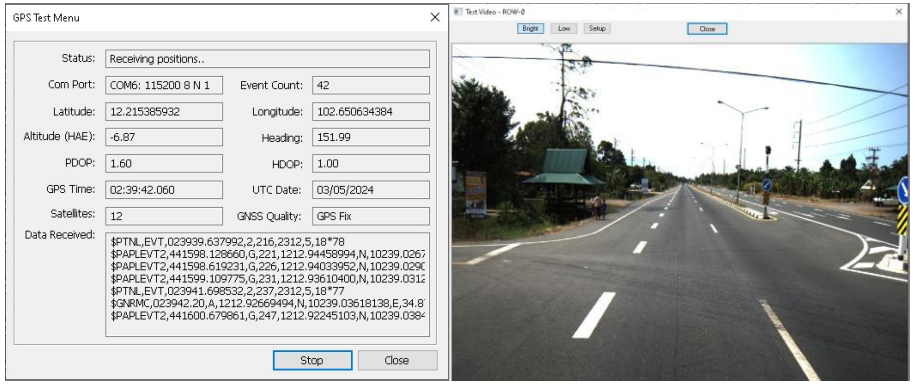
Laser Profilometer

รถสำรวจทั้ง 4 คัน ที่ติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์

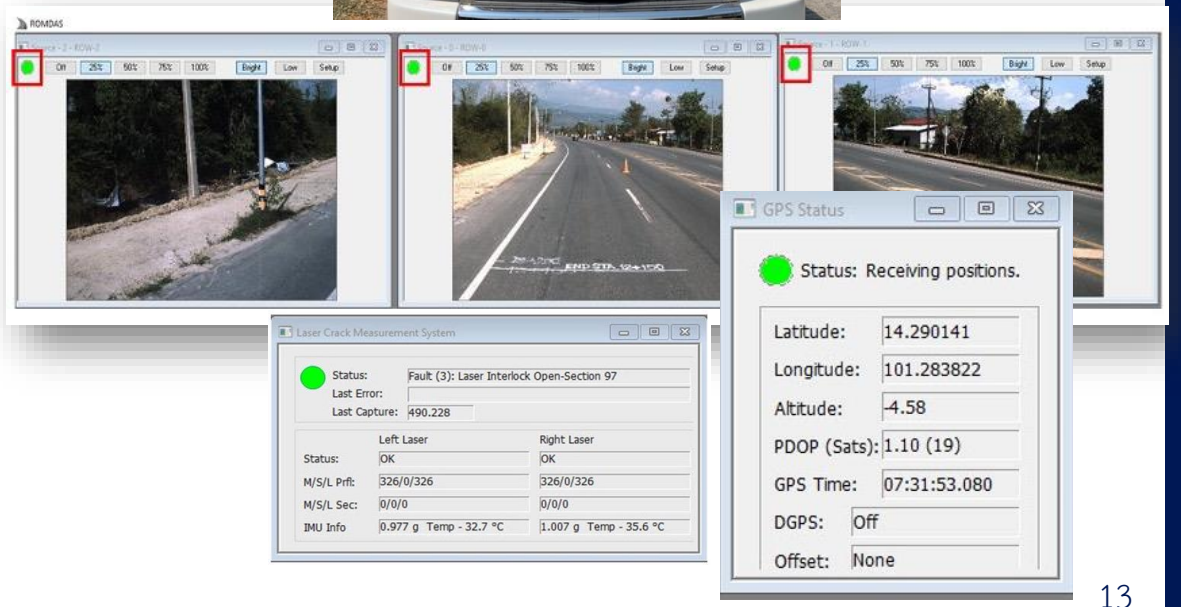
2. อุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (TOR 4.2)

ก่อนดำเนินการสำรวจ ต้องมีการตรวจสถานะความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนเริ่มดำเนินการ

รถสำรวจ LCMS คันที่ 1



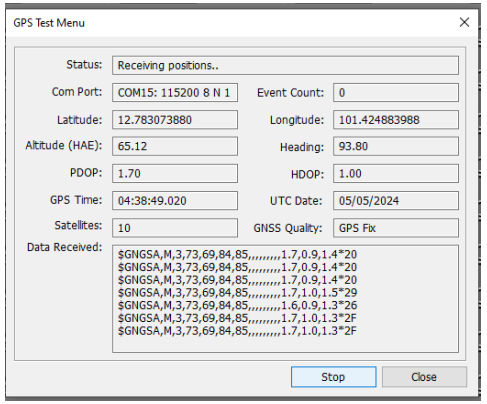
รถสำรวจ LCMS คันที่ 2

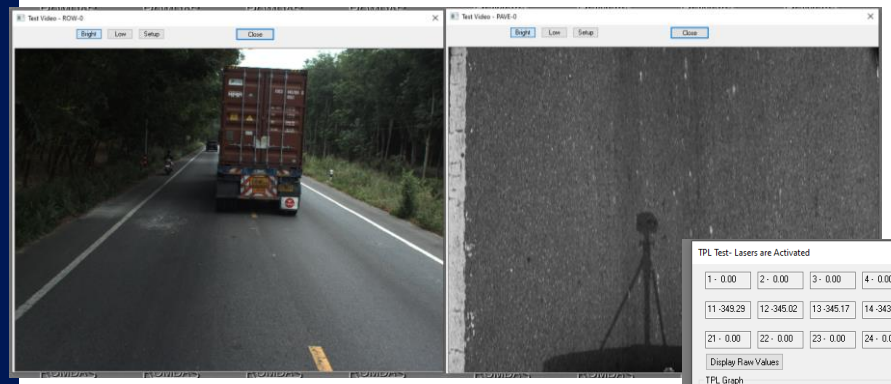


2. อุปกรณ์เลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง (TOR 4.2)

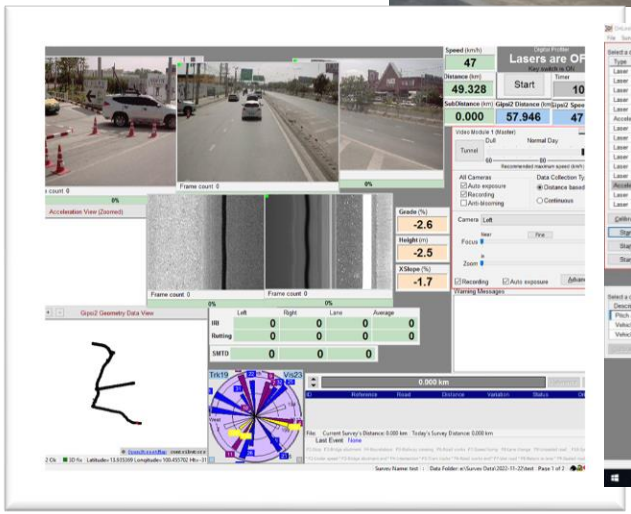
ก่อนดำเนินการสำรวจ ต้องมีการตรวจสถานะความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนเริ่มดำเนินการ

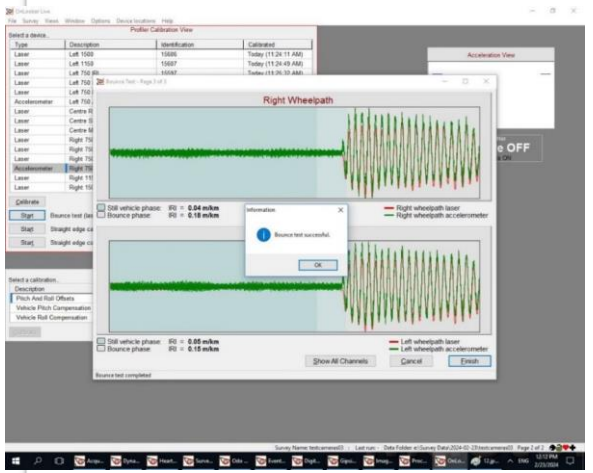
รถสำรวจ Laser Profilometer คันที่ 1





รถสำรวจ Laser Profilometer คันที่ 2





3. การสำรวจสภาพทาง (TOR 4.3)

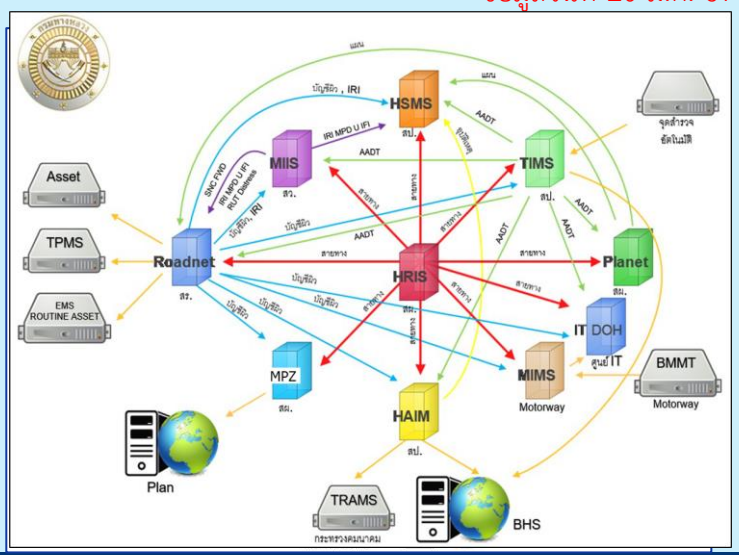
1

จัดทำแผนการสำรวจ

โดยอ้างอิงจากข้อมูลในระบบ

- Roadnet
- Plannet
- HRIS
- TIMS
- MIMS

ข้อมูลวันที่ 20 มี.ค. 67

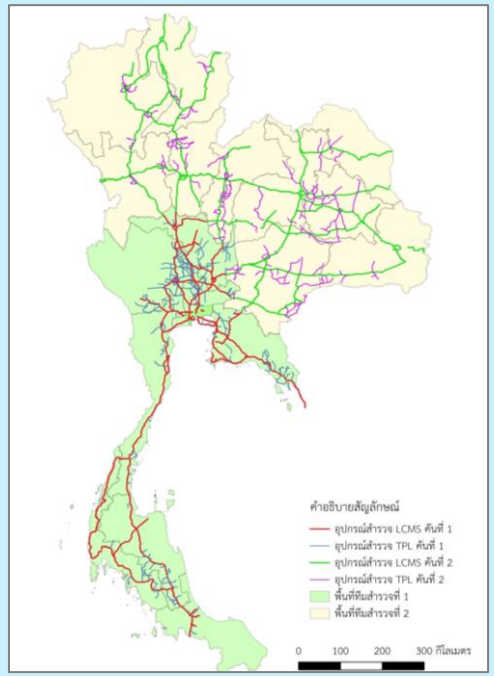


2

วางแผนสำรวจ ระยะทางไม่น้อยกว่า 30,000 กม. ตามเกณฑ์การคัดเลือก พร้อมรวบรวมแผนงานก่อสร้างจากทาง สร. เพื่อนำมาคัดเลือกสายทางที่มีงานก่อสร้าง

3

หลังจากนำเสนอแผนในที่ประชุมแล้ว ดำเนินการสำรวจได้โดยการแจ้งการขอเข้าพื้นที่สำรวจตามแผนที่ได้ทำการคัดเลือก



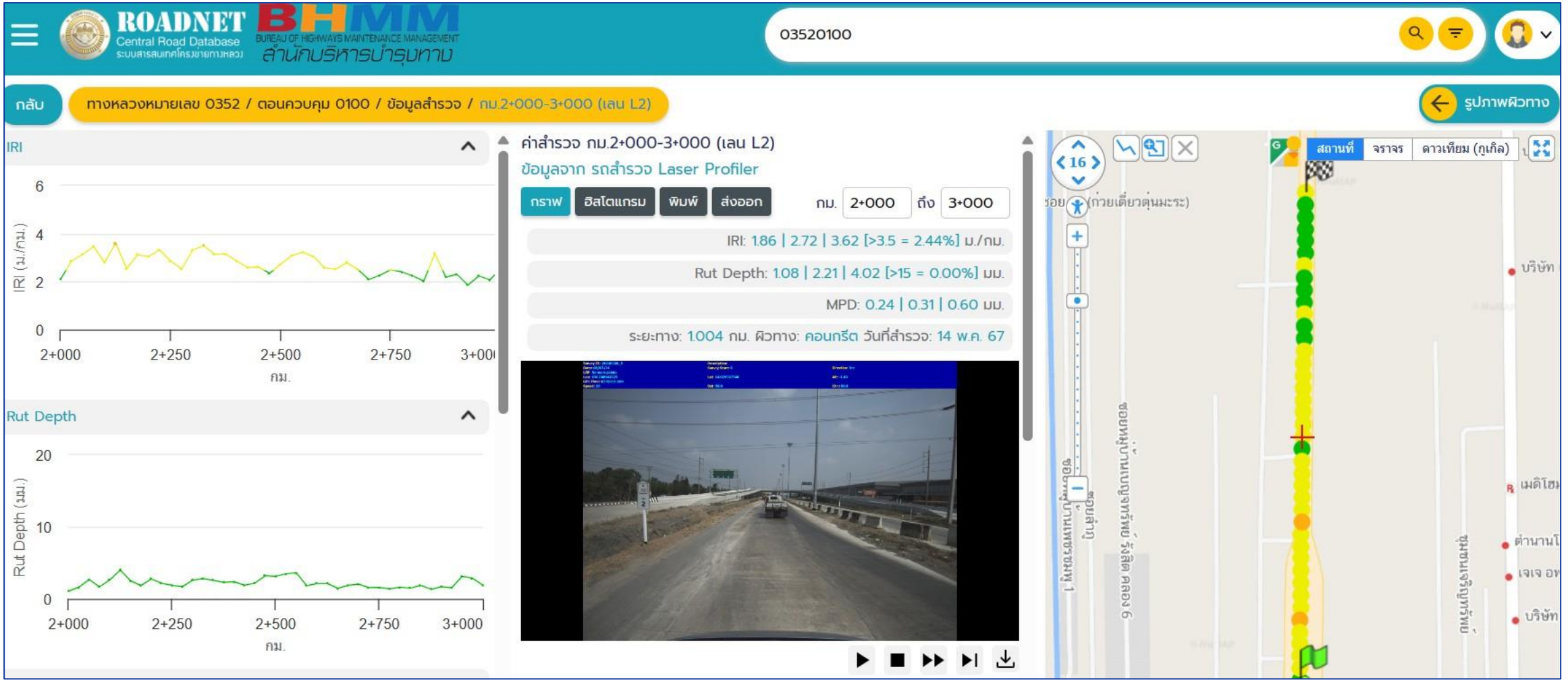
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

ดำเนินการสอบเทียบในวันอังคารที่ 14 พ.ค. 67

section	ทางหลวง	ตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ทิศทาง	ประเภทผิวทาง	ระยะทางจริง (กม.)	ระยะทางสำรวจ(กม.)
1	352	100	2+000	3+000	L2	คอนกรีต	1.000	1.000
2	3592	100	1+869	0+000	R2	คอนกรีตเสียหาย	1.869	1.869
3	3312	200	32+000	34+000	L2	ลาดยางเสียหาย	2.000	2.000
4	3050	100	0+000	2+980	L1	ลาดยาง, โค้ง, ลาดชัน	2.980	2.980
5	3050	100	2+980	0+000	R1	ลาดยาง, โค้ง, ลาดชัน	2.980	2.980
รวม							10.829	10.829

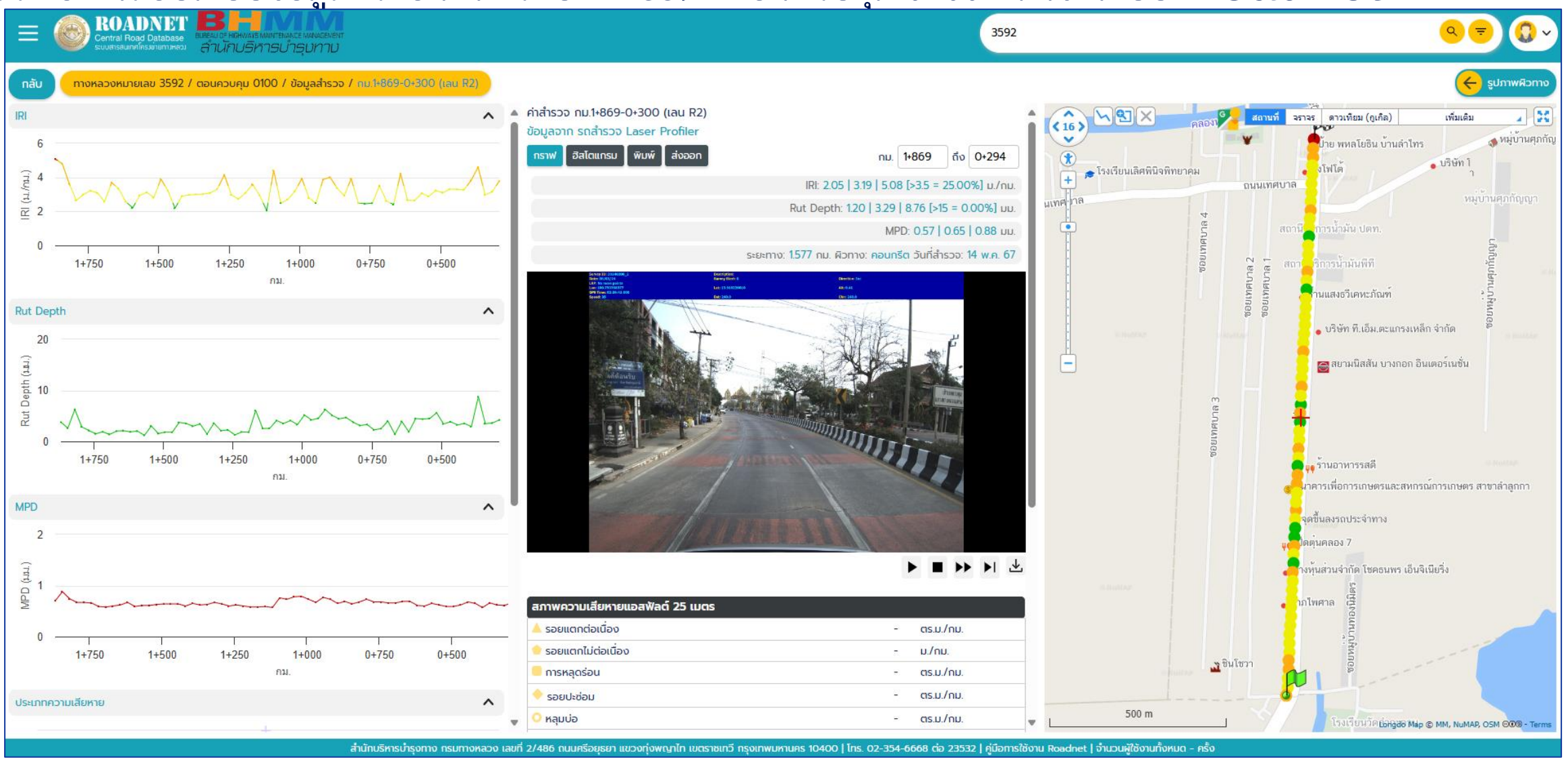
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

ผลลัพธ์การสอบเทียบข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 352 ตอนควบคุม 0100 นำเข้าระบบ **Roadnet**



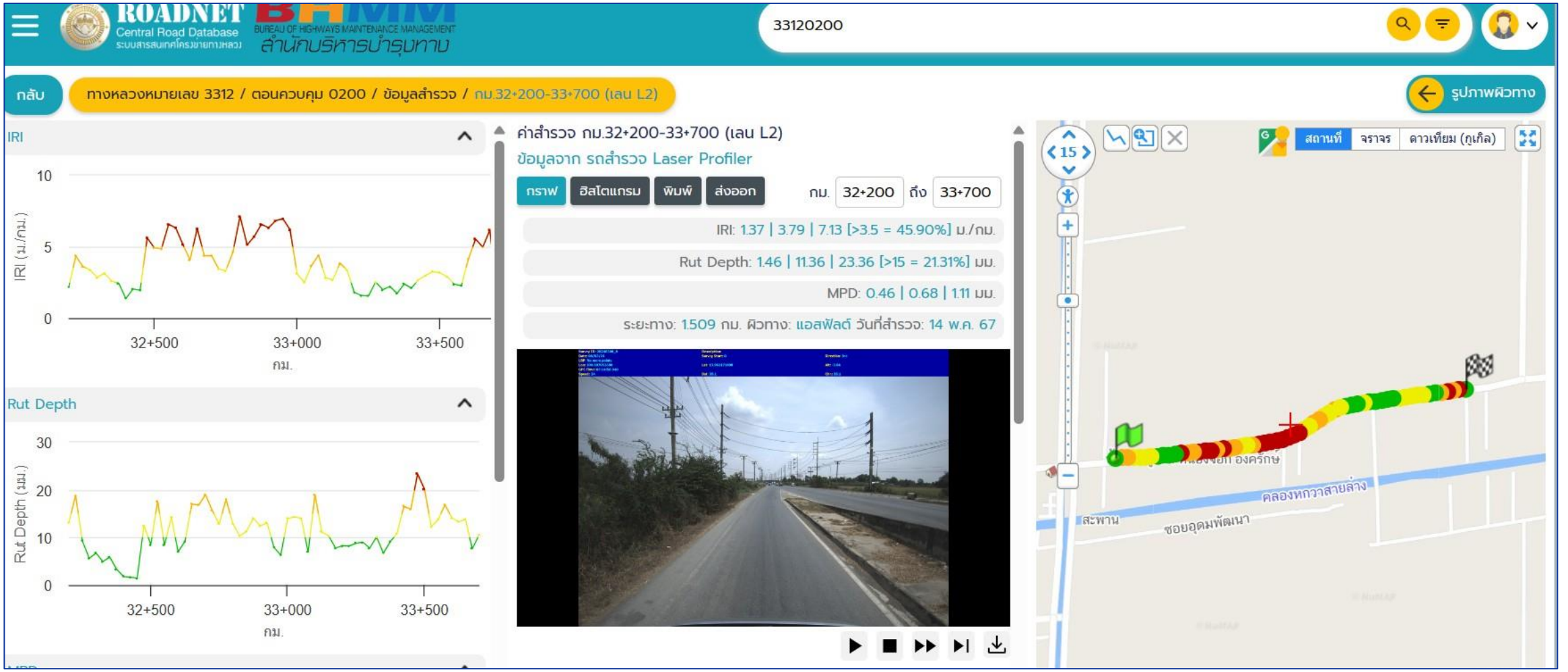
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

ผลลัพธ์การสอบเทียบข้อมูลผิวคอนกรีต สายทาง 3592 ตอนควบคุม 0100 นำเข้าระบบ **Roadnet**



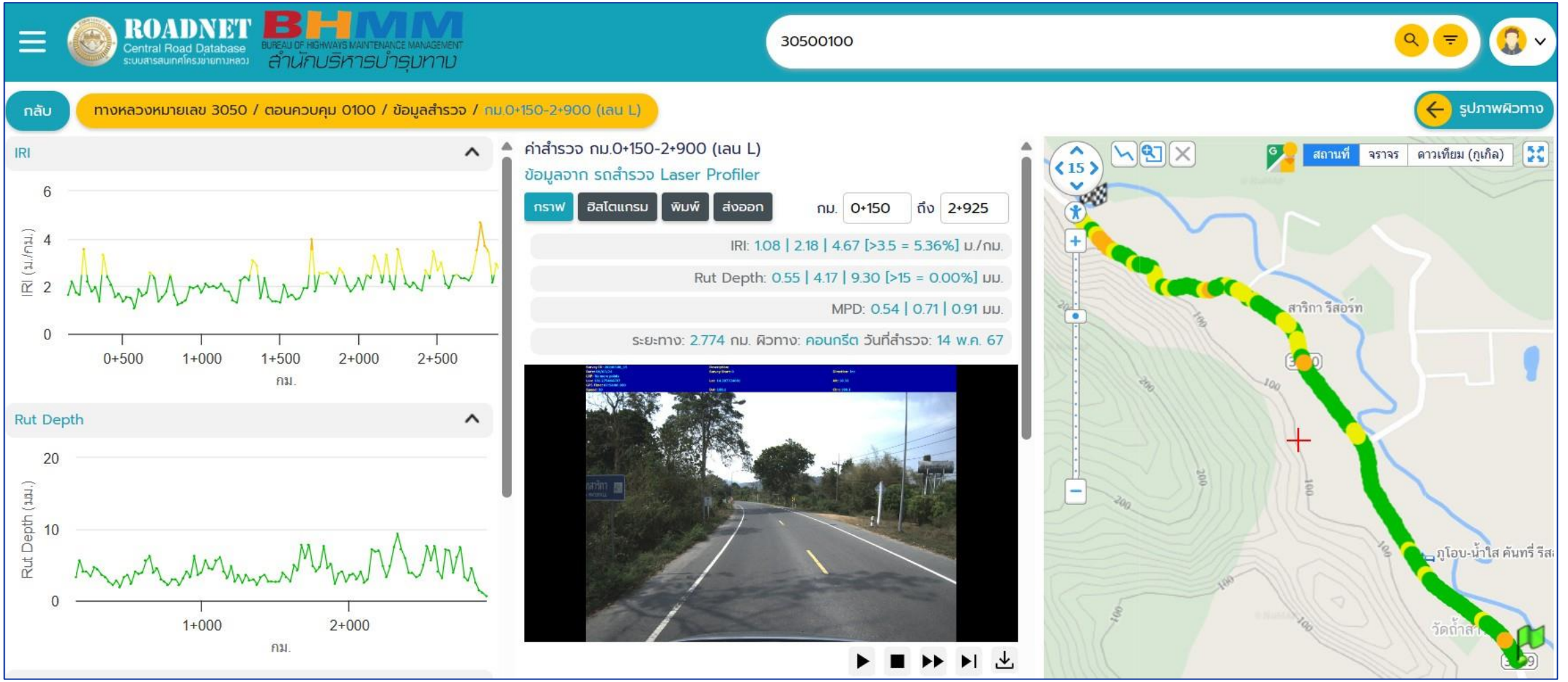
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

ผลลัพธ์การสอบเทียบข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3312 ตอนควบคุม 0200 นำเข้าระบบ **Roadnet**



4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ (TOR 4.3.4)

ผลลัพธ์การสอบเทียบข้อมูลผิวลาดยาง สายทาง 3050 ตอนควบคุม 0100นำเข้าระบบ **Roadnet**



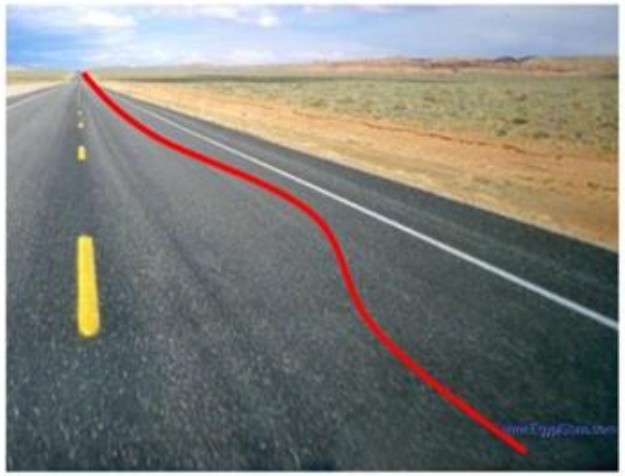
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

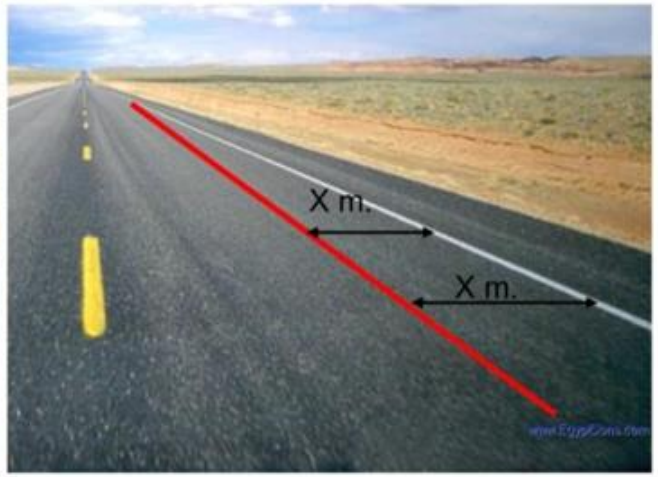
ลักษณะการทำงาน และการวิเคราะห์ค่าแต่ละค่าของอุปกรณ์สำรวจ

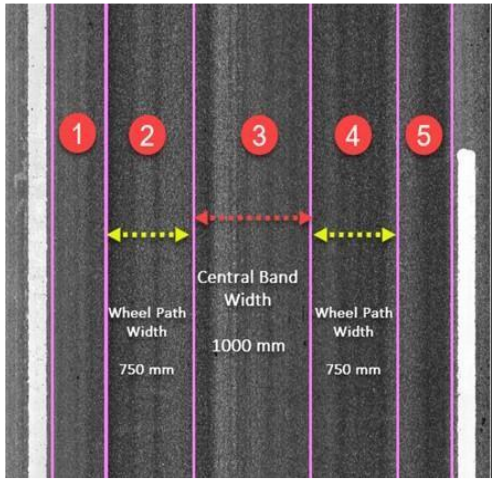
ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)

แนวการสำรวจตามที่คนขับรถขับไม่ตรงตามแนวเลนสำรวจ ระบบ Automated lane-tracking แก้ไขแนวการวิ่งสำรวจของรถให้สอดคล้องกับเลนสำรวจ

LASER PROFILER ใช้ข้อมูลจากเลเซอร์ 2 จุด บริเวณกึ่งกลางร่องล้อ LCMS มีจำนวนเลเซอร์ทั้งสิ้น 4,096 จุด เก็บข้อมูลได้กว้าง 4.0 ม. การแบ่งพื้นที่ร่องล้อสำหรับคำนวณค่า IRI ของ LCMS







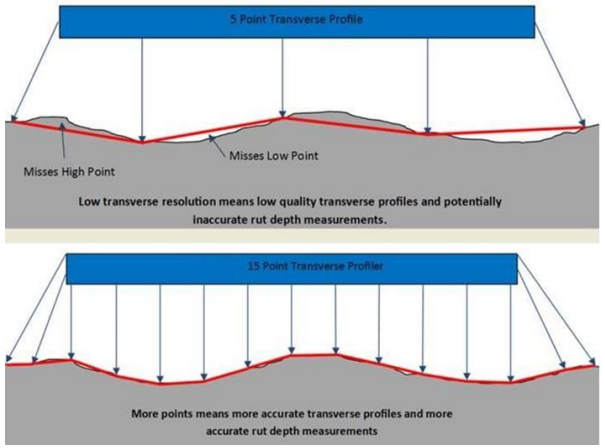
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ลักษณะการทำงาน และการวิเคราะห์ค่าแต่ละค่าของอุปกรณ์สำรวจ

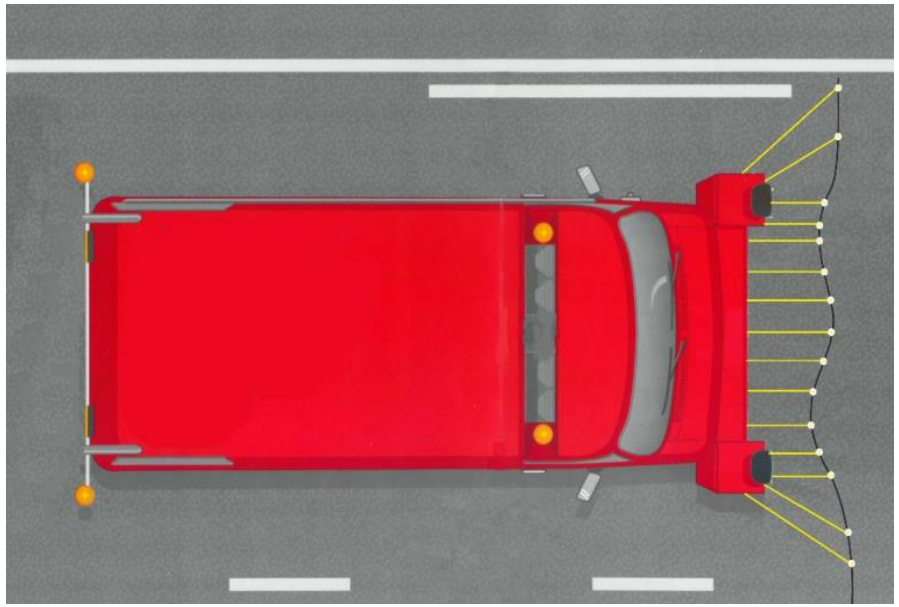
ค่าความลึกร่องล้อ (RUTTING)

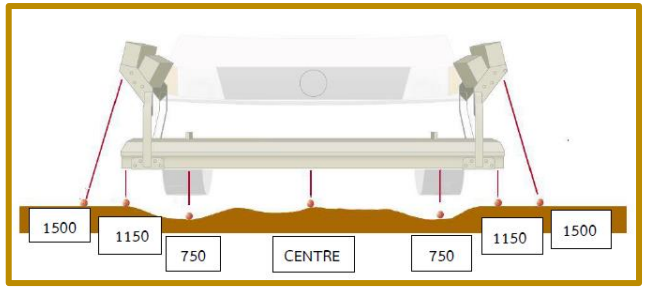
ลักษณะที่ 1

การตรวจวัดร่องล้อโดยแบบเลเซอร์ 7 หรือ 15 จุด ที่มีระยะของจุดตรวจวัดตายตัวข้อมูลประเภทนี้จะมีความแม่นยำขึ้นกับตำแหน่งที่เลเซอร์ตกกระทบ ซึ่งระยะในการติดตั้งได้ถูกออกแบบมาโดยผู้ผลิตเครื่ องมือซึ่งปรับแต่งมาให้เหมาะสมกับลักษณะทางโดยทั่วไปทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่เลเซอร์ไม่ตกกระทบ ณ ตำแหน่งที่เป็นจุดที่ร่องล้อมีความลึกสูงสุดได้

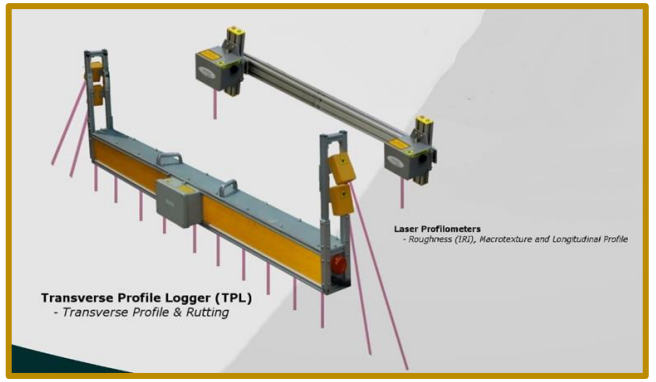


ความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดเลเซอร์ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง





เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 7 จุด
ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ



เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ 15 จุด
ที่ติดตั้งบนยานพาหนะสำรวจ

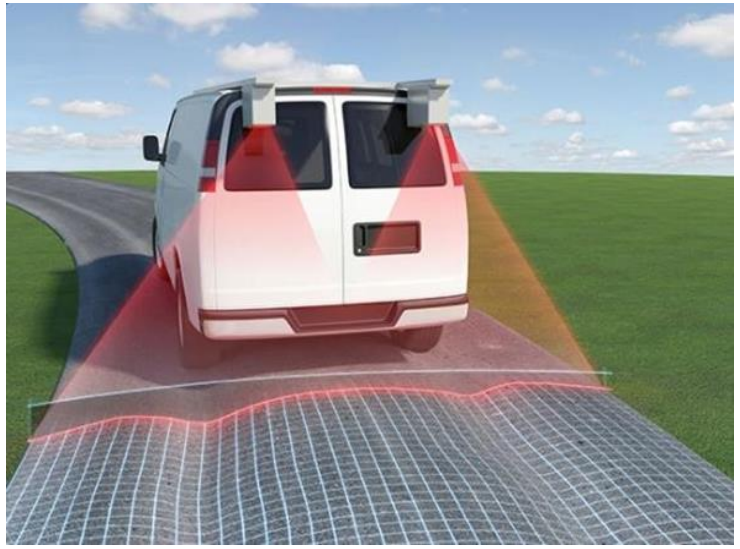
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ลักษณะการทำงาน และการวิเคราะห์ค่าแต่ละค่าของอุปกรณ์สำรวจ

ค่าความลึกร่องล้อ (RUTTING)

ลักษณะที่ 2

การตรวจวัดโดยแบบเลเซอร์ 3 มิติ ที่มีจำนวนชุดเลเซอร์อยู่ 2 ชุด สำรวจได้กว้าง 4 เมตร และมีจำนวนเลเซอร์ที่วัดได้จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวางใช้ระบบ Pavemetrics's Laser Rut Measurement System (LRMS) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมในกลุ่มของ Laser Crack Measurement System (LCMS) ในการตรวจวัด โดยเครื่องมือลักษณะนี้จะเป็นการสร้างข้อมูลหน้าตัดขวางของทางจากจุดจำนวนมาก จากนั้นซอฟต์แวร์จะทำการหาตำแหน่งที่ประมวลผลแล้วได้ความลึกของร่องล้อสูงสุด ซึ่งอุปกรณ์ทั้ง 2 ลักษณะ ได้รับรองมาตรฐาน ASTM E1703



การเก็บข้อมูลด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์ที่ได้จำนวน 4,096 จุด

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ลักษณะการทำงาน และการวิเคราะห์ค่าแต่ละค่าของอุปกรณ์สำรวจ

ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

ค่า MPD เป็นการตรวจวัดโดยใช้เลเซอร์คำนวณค่าความหยาบของผิวทาง (Pavement TexLASER2re)

โดยใช้เลเซอร์ ณ ตำแหน่ง เดียวกันกับการตรวจวัดดัชนี IRI ที่ระยะ 750 มิลลิเมตร จากกึ่งกลางตัวรถ โดยแบ่งรูปแบบลักษณะการคำนวณออกได้ดังนี้

ลักษณะที่ 1

เป็นการใช้เลเซอร์สร้างโพรไฟล์ตามยาวเพื่อคำนวณค่าความหยาบของผิวทาง โดยพบในระบบสำรวจจาก LASER1 LASER2 และ LASERDOH เป็นวิธีการเก็บค่า MPD แบบทิศทางเดียวกับการวิ่งของรถสำรวจ โดยชุดเลเซอร์ที่ใช้ในการเก็บค่า MPD ประกอบไปด้วย จุดเลเซอร์ 750 มิลลิเมตร ซ้ายและขวา และจุดเลเซอร์ CENTRE ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะเป็นรูปแบบจุด โดยที่เครื่องมือทำการเก็บค่าทุก 1 มิลลิเมตร และคำนวณตามหลักเกฑณ์มาตรฐาน

อุปกรณ์เลเซอร์ของรถสำรวจลักษณะที่ 1 ที่ใช้สำหรับเก็บค่า MPD

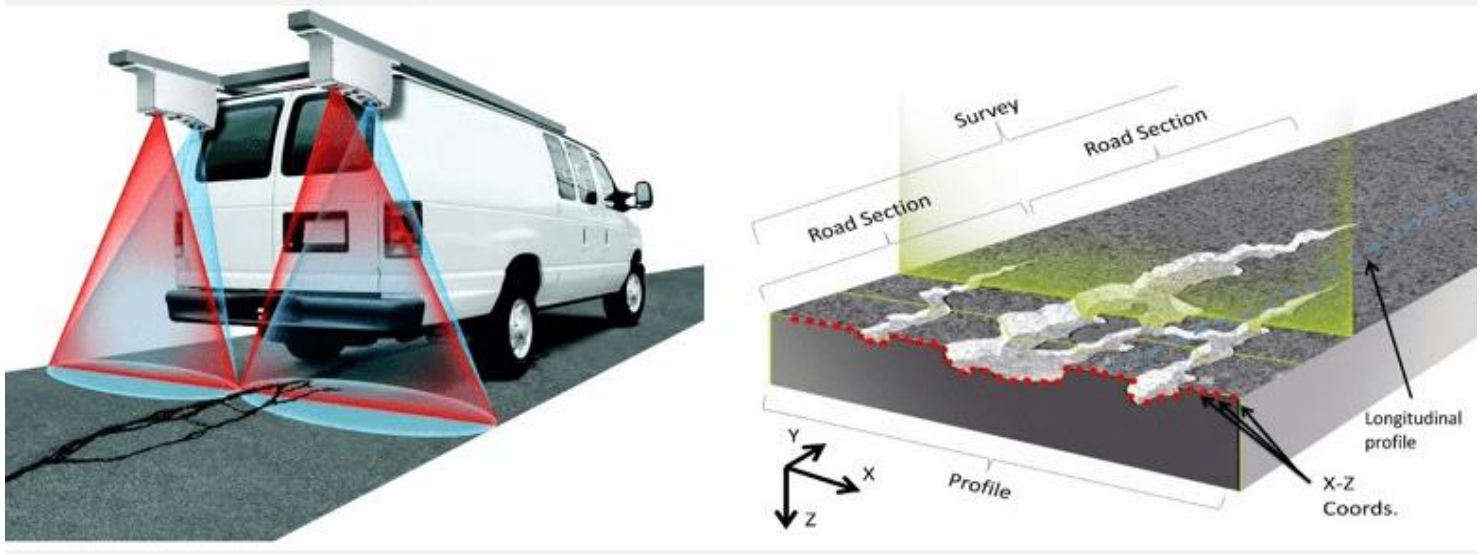
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ลักษณะการทำงาน และการวิเคราะห์ค่าแต่ละค่าของอุปกรณ์สำรวจ

ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth : MPD)

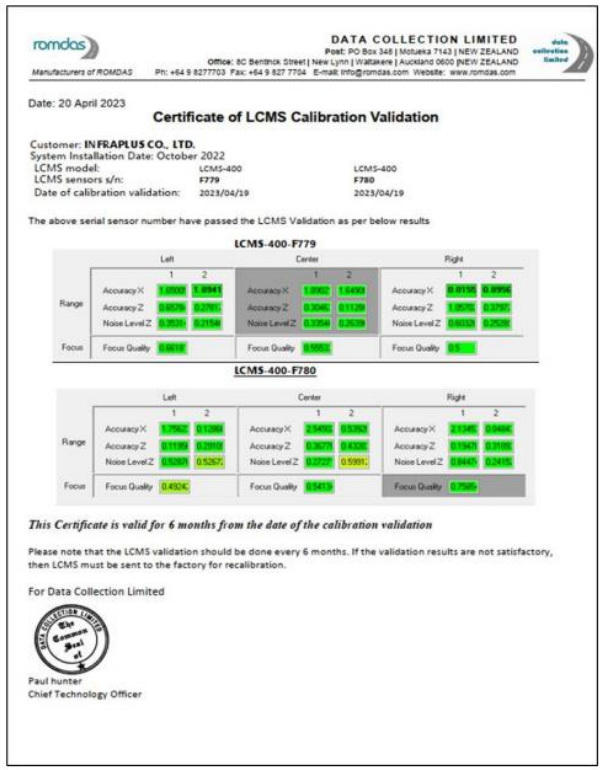
ลักษณะที่ 2

การหาค่า MPD ด้วยอุปกรณ์เลเซอร์ LCMS มีจำนวนจุดเลเซอร์ทั้งสิ้น 4,096 จุด ที่มีความกว้าง 4 เมตร ซึ่งครอบคลุมความกว้างของถนน 1 เลน จะทำให้ได้ค่าความหยาบเฉลี่ยของผิวทางบนพื้นฐานหลักการดั้งเดิมตามมาตรฐาน ASTM E965-15 และ ASTM E1845-15 และสามารถจำลองพื้นผิวถนนได้ในรูปแบบ 3 มิติ



4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

เอกสารการรับรองของตัวอุปกรณ์ที่ได้รับการคาริเบรต



romdas — Manufacturers of ROMDAS

DATA COLLECTION LIMITED
Post: PO Box 348 | Motueka 7143 | NEW ZEALAND
Office: 8C Bentinck Street | New Lynn | Waitakere | Auckland 0600 |NEW ZEALAND
Ph: +64 9 8277703 Fax: +64 9 827 7704 E-mail: info@romdas.com Website: www.romdas.com

Date: 20 April 2023

Certificate of LCMS Calibration Validation

Customer: **INFRAPLUS CO., LTD.**
System Installation Date: October 2022

LCMS model:	LCMS-400	LCMS-400
LCMS sensors s/n:	F779	F780
Date of calibration validation:	2023/04/19	2023/04/19

The above serial sensor number have passed the LCMS Validation as per below results

LCMS-400-F779

		Left 1	Left 2	Center 1	Center 2	Right 1	Right 2
Range	Accuracy X	1.8503	1.8943	1.9062	1.6493	0.8195	0.8956
	Accuracy Z	0.9579	0.2781	0.3046	0.1129	1.9575	0.2797
	Noise Level Z	0.3531	0.2154	0.3354	0.2639	0.6033	0.2528
Focus	Focus Quality	0.6618		0.6853		0.5	

LCMS-400-F780

		Left 1	Left 2	Center 1	Center 2	Right 1	Right 2
Range	Accuracy X	1.7582	0.1260	2.5491	0.5353	2.1345	0.9494
	Accuracy Z	0.1186	0.0958	0.3678	0.4308	0.1963	0.3199
	Noise Level Z	0.5281	0.5267	0.2728	0.5991	0.8447	0.2415
Focus	Focus Quality	0.4924		0.5419		0.7585	

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

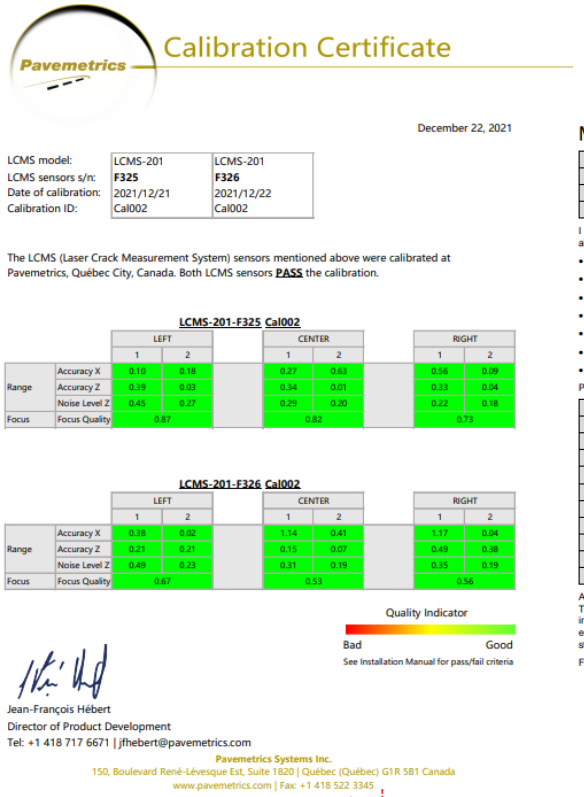
Please note that the LCMS validation should be done every 6 months. If the validation results are not satisfactory, then LCMS must be sent to the factory for recalibration.

For Data Collection Limited

Paul hunter
Chief Technology Officer

วันที่ 20 เม.ย. 67

อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 1



Pavemetrics — Calibration Certificate

December 22, 2021

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

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

LCMS-201-F325 Cal002

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

LCMS-201-F326 Cal002

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

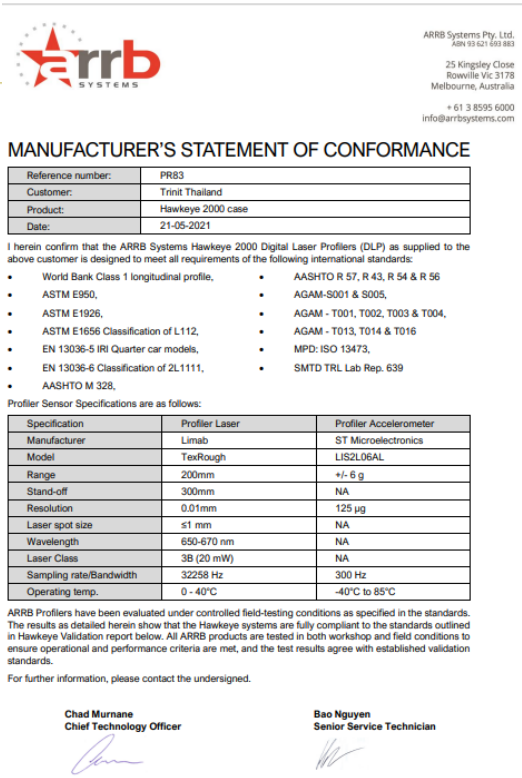
Quality Indicator
Bad — Good
See Installation Manual for pass/fail criteria

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

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

วันที่ 22 ธ.ค. 64

อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง LCMS คันที่ 2



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

MANUFACTURER'S STATEMENT OF CONFORMANCE

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

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

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

Profiler Sensor Specifications are as follows:

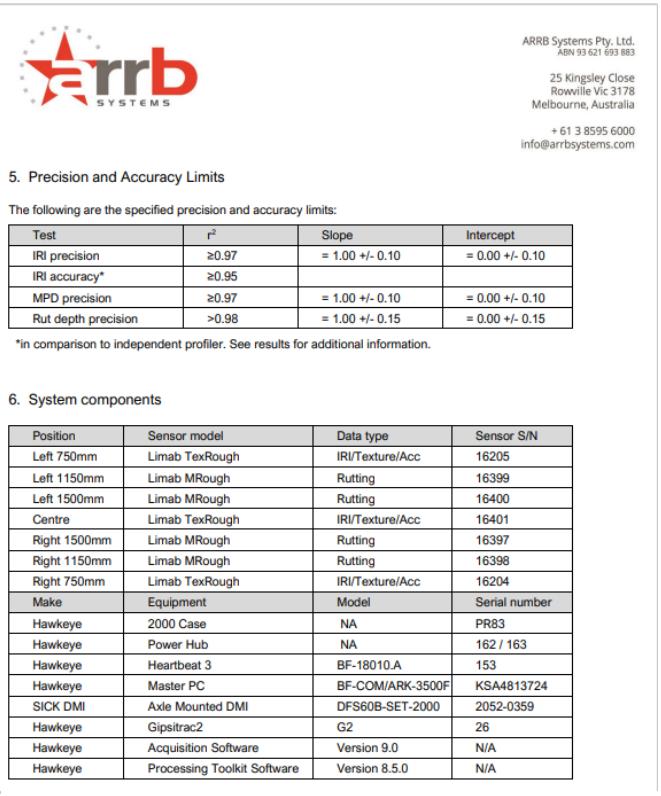
Specification	Profiler Laser	Profiler Accelerometer
Manufacturer	Limab	ST Microelectronics
Model	TexRough	LIS2L06AL
Range	200mm	+/- 6 g
Stand-off	300mm	NA
Resolution	0.01mm	125 µg
Laser spot size	≤1 mm	NA
Wavelength	650-670 nm	NA
Laser Class	3B (20 mW)	NA
Sampling rate/Bandwidth	32258 Hz	300 Hz
Operating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

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

For further information, please contact the undersigned.

Chad Murnane
Chief Technology Officer

Bao Nguyen
Senior Service Technician



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

5. Precision and Accuracy Limits

The following are the specified precision and accuracy limits:

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

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

6. System components

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

วันที่ 21 พ.ค. 64

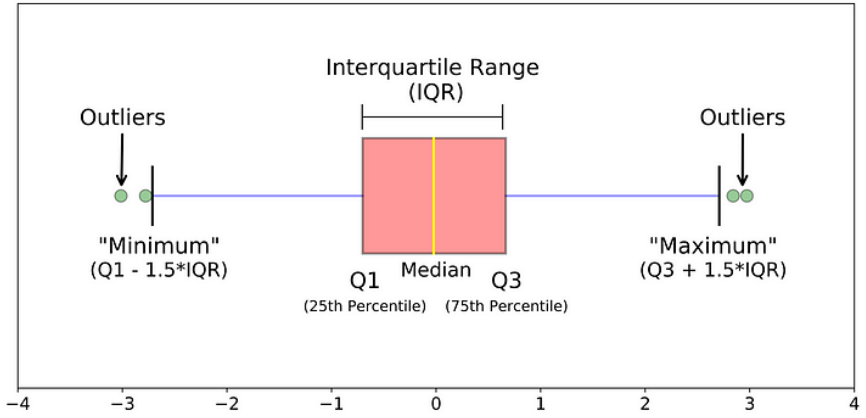
อุปกรณ์สำรวจค่าสภาพทาง Laser Profilometer

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลจากการสอบเทียบอุปกรณ์

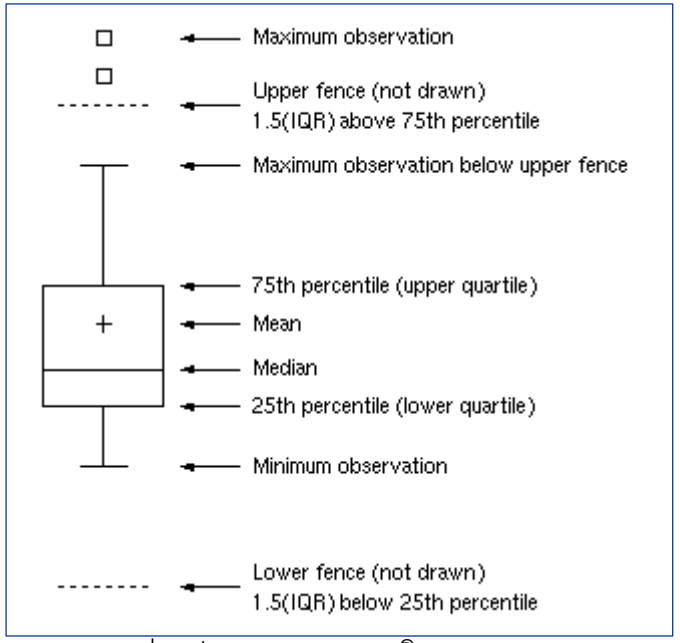
สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) สำหรับวิเคราะห์ผล

นอกจากจะสามารถวัดการกระจายของข้อมูลด้วยค่าสถิติต่าง ๆ แล้ว ยังสามารถวัดการกระจายข้อมูลด้วยกราฟ ซึ่งกราฟที่ได้รับความนิยมได้แก่ Boxplot ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงรายละเอียดการกระจายของข้อมูล โดยสามารถเปรียบเทียบค่ากลาง และค่าการกระจายของข้อมูลหลาย ๆ ชุดได้ ซึ่งกราฟ Boxplot แสดงการกระจายข้อมูลโดยอิงจากสรุปตัวเลขห้าตัว ได้แก่ ค่า ขั้นต่ำ, ควอร์ไทล์ที่หนึ่ง (Q1), ค่ามัธยฐาน หรือควอร์ไทล์ที่สอง (Q2) , ควอร์ไทล์ที่สาม (Q3) และ ค่าสูงสุด



ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot

(Lind, 2023)



ส่วนประกอบของแผนภูมิ Boxplot

(สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2022

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลจากการสอบเทียบอุปกรณ์

การตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

Cronbach's alpha คือการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์หรือไม่ หากมีความสัมพันธ์กันก็แสดงว่าอยู่ในเรื่องราวเดียวกันได้ (กลุ่มเดียวกัน) ตัวอย่างเช่น การทดสอบการวิ่งรถสำรวจ ประกอบด้วยรถสำรวจ 5 คัน เมื่อทำการทดสอบ Cronbach's Alpha จึงเป็นการตรวจสอบว่าเครื่องมือสำรวจทั้ง 5 คัน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และเหมาะที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือไม่ ดังนั้น ค่า Cronbach's Alpha ที่จะได้นั้นจะมีเพียงค่าเดียว ต่อ การทดสอบ 1 กลุ่ม

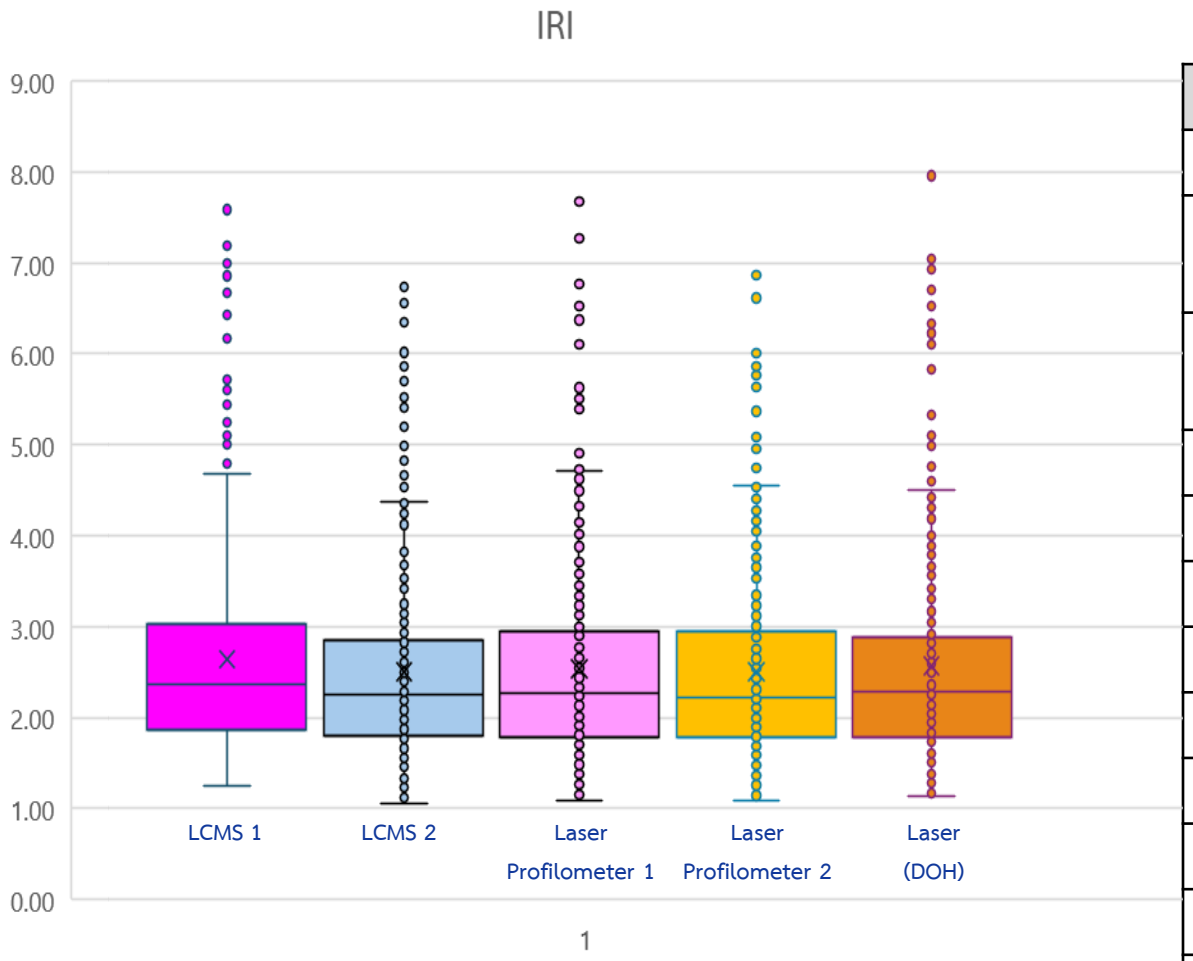
สำหรับเกณฑ์การพิจารณาว่าเท่าไรถึงจะเรียกว่า Cronbach's alpha ผ่านเกณฑ์ อาจจะมีหลายการอ้างอิง แต่ตัวเลขที่มักเป็นสากลก็คือ 0.7 หมายความว่า ค่า Cronbach's Alpha ควรมีค่ามากกว่า 0.7 ขึ้นไป ถึงจะเรียกว่าผ่านเกณฑ์ ดังแสดงในรูป

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

ที่มา: Lavrakas (2008)

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



	สถิติเชิงพรรณนาของ IRI				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser (DOH)
จำนวน ข้อมูล	361	361	361	361	361
ค่าเฉลี่ย (Mean)	2.64	2.50	2.54	2.50	2.57
ความแปรปรวน (Variance)	1.33	1.20	1.32	1.13	1.36
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	1.15	1.10	1.15	1.06	1.17
ค่าสูงสุด	7.66	6.73	7.68	6.87	7.96
ค่าต่ำสุด	1.24	1.05	1.09	1.09	1.13
พิสัย	6.42	5.69	6.59	5.77	6.83
Q1	1.86	1.79	1.78	1.78	1.79
Q2	2.37	2.25	2.27	2.23	2.29
Q3	3.03	2.85	2.96	2.95	2.88
IQR	1.17	1.06	1.18	1.18	1.10
Upper fence	4.79	4.44	4.72	4.71	4.53
Lower fence	0.11	0.21	0.01	0.01	0.14

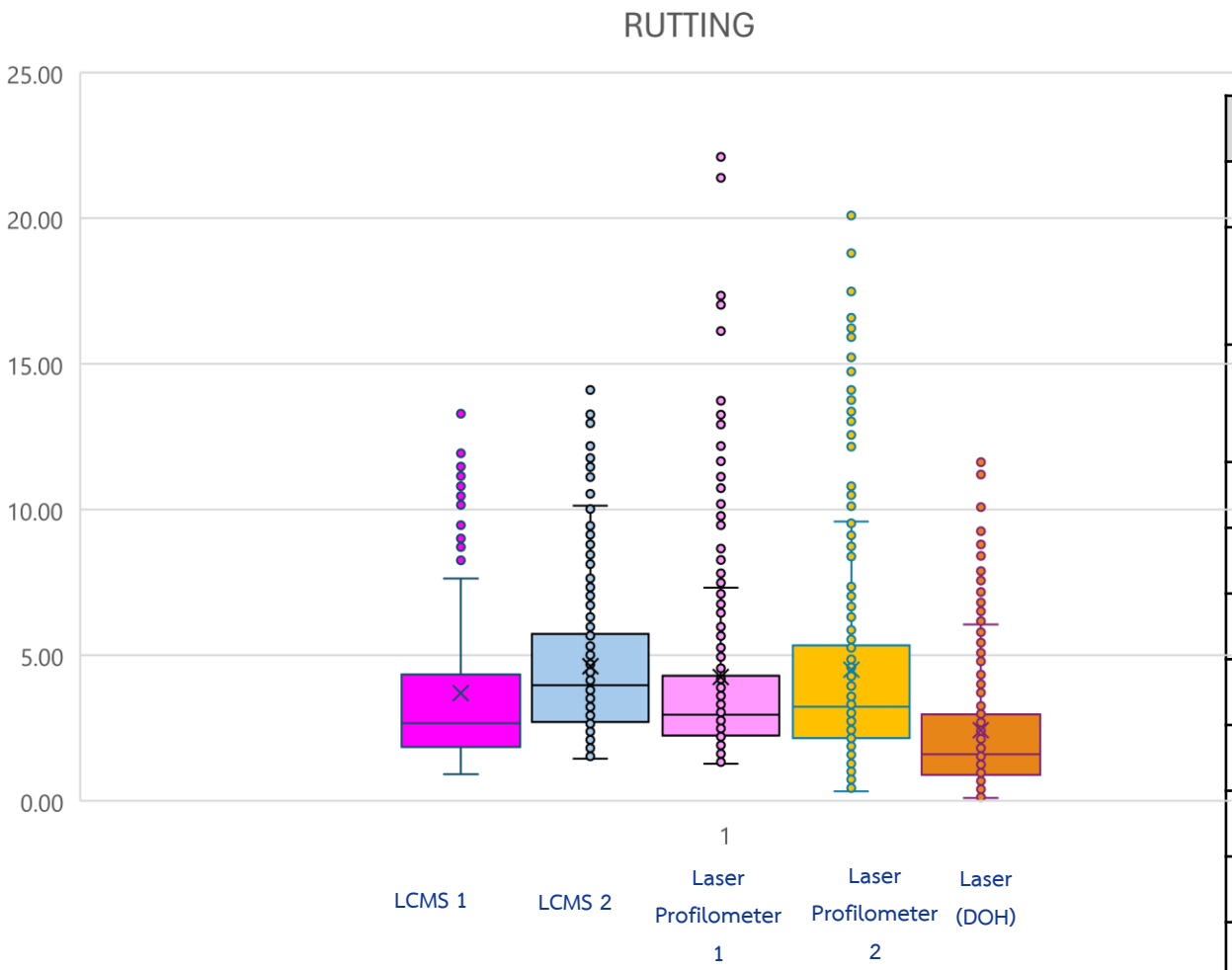
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า IRI ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน

โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้นของค่า IRI พบว่าค่าเฉลี่ย IRI จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน ค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ค่า มีความใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 2.50 ถึง 2.64 แสดงว่ารถสำรวจ IRI ทั้ง 5 คัน มีจุดศูนย์กลางของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ ค่า SD และค่าต่าง ๆ ในกราฟ Boxplot ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าการกระจายของข้อมูล IRI จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน เป็นไปในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน โดย Boxplot ที่แสดงการกระจายของข้อมูลดังแสดงในรูป โดยจากกราฟทั้ง 5 พบว่าข้อมูลของรถสำรวจแต่ละคันจะไม่สมมาตร โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้ขวา (Right skewed หรือ Positive skewed)

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



	สถิติเชิงพรรณนาของ RUT				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser (DOH)
จำนวน ข้อมูล	276	276	276	276	276
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.69	4.62	4.25	4.50	4.50
ความแปรปรวน (Variance)	7.41	6.57	12.20	15.08	5.05
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	2.72	2.56	3.49	3.88	2.25
ค่าสูงสุด	13.28	14.10	22.11	20.10	11.62
ค่าต่ำสุด	0.91	1.44	1.27	0.33	0.09
พิสัย	12.37	12.66	20.83	19.77	11.53
Q1	1.85	2.70	2.24	2.15	0.89
Q2	2.67	3.97	2.95	3.23	1.60
Q3	4.34	5.73	4.29	5.33	2.97
IQR	2.49	3.02	2.05	3.19	2.08
Upper fence	8.07	10.23	7.36	10.12	6.09
Lower fence	-1.89	-1.83	-0.83	-2.63	-2.23

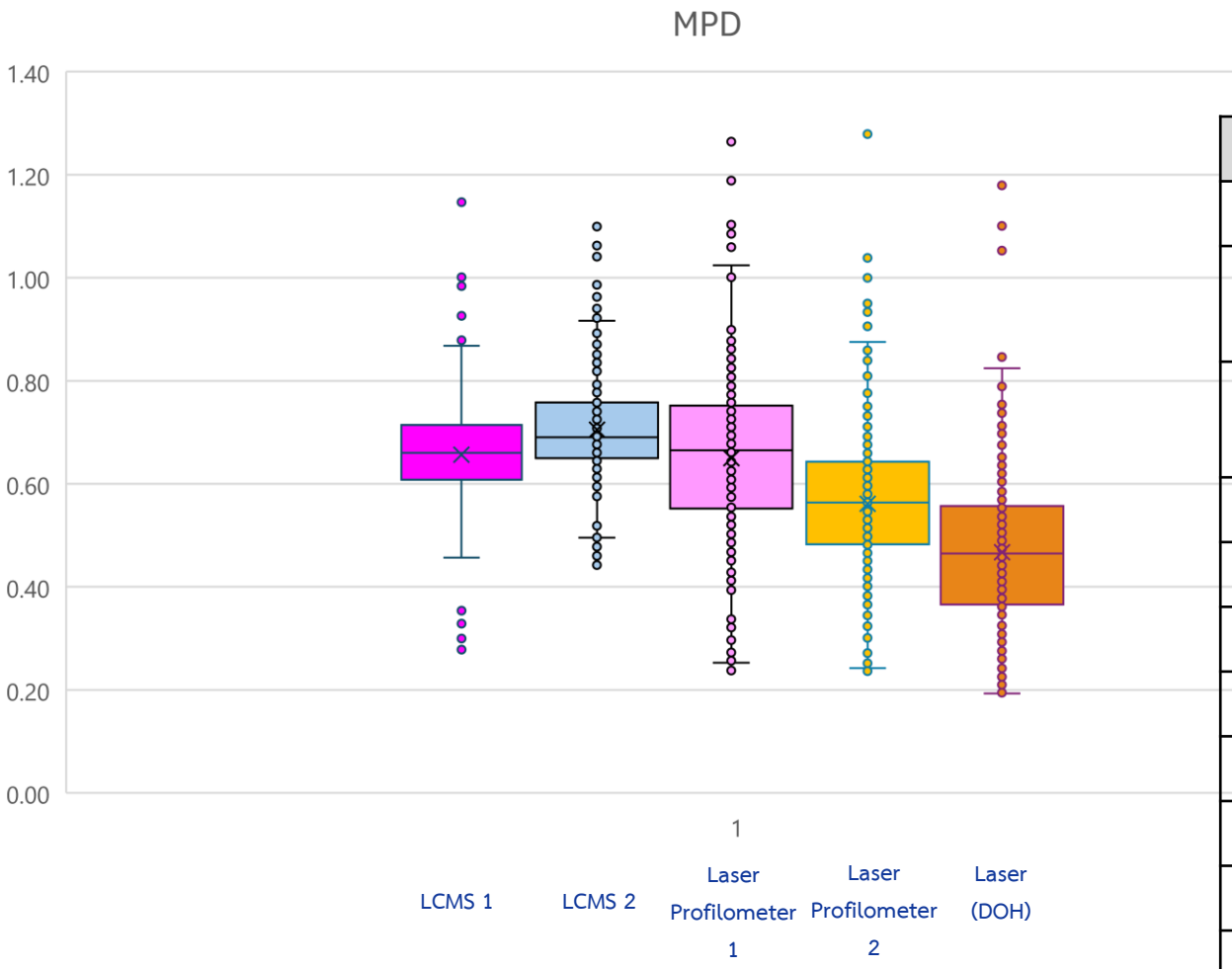
4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า RUT ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน

จากการประมวลผลทางสถิติเบื้องต้น คือ ค่าเฉลี่ย หรือค่า Mean และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่า SD ของค่า RUTTING พบว่ามีค่าเฉลี่ยจากรถสำรวจทั้ง 4 คัน (LCMS 2 (STS), Laser 1 (CU), Laser 2 (TU), Laser(DOH)) เกาะกลุ่มกันอยู่ระหว่าง 4.25 – 4.62 โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 3.69 จากรถสำรวจคันที่ 1 (LCMS 1 (CU)) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเห็นชัดเจนว่าข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยรถสำรวจคันที่ 1 และ 2 แบบ LCMS และรถสำรวจ Laser สำนักวิเคราะห์ ฯ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันมากที่ 2.72 , 2.56 และ 2.25 ตามลำดับ ส่วนรถสำรวจคันที่ 3 และ 4 แบบ Laser มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันที่ 3.49 และ 3.88 ตามลำดับ การกระจายตัวของข้อมูล RUT จาก Boxplots ดังแสดงในรูปของรถสำรวจทั้ง 5 คันสอดคล้องกัน มีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันทั้ง 5 คัน คือ ไม่สมมาตร โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้ขวา (Right skewed หรือ Positive skewed) ซึ่งแสดงว่ามีค่า RUT ที่สูง ๆ โดยสูงกว่าค่า Upper fence อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเรียกค่าเหล่านี้ว่าค่า Outliers

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน



	สถิติเชิงพรรณนาของ MPD				
	LCMS 1 (CU)	LCMS 2 (STS)	Laser 1 (CU)	Laser 2 (TU)	Laser (DOH)
จำนวน ข้อมูล	361	361	361	361	361
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.66	0.71	0.65	0.56	0.47
ความแปรปรวน (Variance)	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.12	0.10	0.17	0.14	0.15
ค่าสูงสุด	1.15	1.11	1.26	1.28	1.18
ค่าต่ำสุด	0.28	0.44	0.24	0.24	0.19
พิสัย	0.87	0.66	1.03	1.04	0.99
Q1	0.61	0.65	0.55	0.48	0.37
Q2	0.66	0.69	0.67	0.56	0.46
Q3	0.71	0.76	0.75	0.64	0.56
IQR	0.11	0.11	0.20	0.16	0.19
Upper fence	0.87	0.92	1.05	0.88	0.84
Lower fence	0.45	0.49	0.25	0.24	0.08

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

สถิติเชิงพรรณนาสำหรับค่า MPD ของรถสำรวจทั้ง 5 คัน

จากการประมวลผลทางสถิติเบื้องต้นของค่า MPD พบว่าค่าเฉลี่ย MPD จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน ค่อนข้างเกาะกลุ่มกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ค่ามีความใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.71 และค่า SD ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่ารถสำรวจ MPD ทั้ง 5 คัน มีจุดศูนย์กลางของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และการกระจายของข้อมูลก็เป็นไปในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

การกระจายตัวของข้อมูล MPD จาก Boxplots ดังแสดงในรูปของรถสำรวจทั้ง 5 คันสอดคล้องกัน มีการกระจายตัวในลักษณะเดียวกันทั้ง 5 คัน คือ เกือบสมมาตร (Approximately Normal) โดยข้อมูลกระจายตัวในลักษณะเบ้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีค่า Outliers กระจายอยู่ทั้งในส่วนที่สูงกว่า ค่า Upper fence และมีบางส่วนอยู่ที่ต่ำกว่า Lower fence

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ผลลัพท์ของการวิ่งทดสอบอุปกรณ์สำรวจ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา

โดยสรุป ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงพรรณนาของรถสำรวจทั้ง 5 คัน พบว่ามีจุดศูนย์กลางของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ค่าที่ได้มีการกระจายตัวในลักษณะใกล้เคียงกันสอดคล้องกันทั้ง 5 คัน

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้ (Reliability Test) ครอนบัคอัลฟา

- ค่า IRI จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน
  - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.966 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด IRI อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า RUTTING จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน
  - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.946 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด RUTTING หรือ RUT อยู่ในระดับดีมาก)
- ค่า MPD จากรถสำรวจทั้ง 5 คัน
  - ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา = 0.90 ซึ่งมีค่ามาก เข้าใกล้ 1 แสดงความเชื่อถือได้ของเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากรถสำรวจทั้ง 5 คันว่ามีมาก (ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด MPD อยู่ในระดับดีมาก)

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ข้อสรุป

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

เนื่องจากจุดประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้ คือ การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดประเภทเดียวกัน ทั้ง 4 เครื่องที่ทำงานกันอย่างเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้น การหาคือความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ ผ่านการนำเครื่องมือมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ด้วยค่าคำนวณค่าความเชื่อถือได้ที่วัดความสอดคล้องภายในชุดเดียวกัน (Internal Consistency) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคอัลฟา (Cronbachs' alpha coefficient) จึงเพียงพอต่อการการตรวจสอบความเชื่อถือได้ (Reliability Test)

4. การสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

อ้างอิง (Reference)

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2554. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์ จ ากัด.
- วรรณี แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล (2022). แผนภูมิ Box and Whisker Plot คืออะไร ใช้งานอย่างไร (https://digi.data.go.th/blog/what-is-box-and-whisker-plot/)
- สุวิมล ติรกานันท์. (2551). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Lavrakas, P. (2008). *Encyclopedia of Survey Research Methods*, 1st Edition. SAGE.
- Lind, Douglas A., William G Marchal., Samuel A Wathen. (2023). *Basic Statistics for Business and Economics*. Mc Graw Hill. New York
- Mohsen Tavakol and Reg Dennick. Making Sense of Cronbach's Alpha. *International Journal of Medical Education*. 2011; 2:53-55 Editorial

5. การประมวลผลข้อมูลการสำรวจ (TOR 4.4)

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาทำการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ Process โดยข้อมูลที่นำมาประมวลผลจะประกอบด้วย

ข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์

- ***ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)*** ทำการคำนวณ ทุกๆ ระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า
- ***ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)*** ทำการคำนวณทุก ๆระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า
- ***ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD)*** ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า

ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress)

- วิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย ประกอบด้วย ***รอยแตก รอยปะ หลุมบ่อ***
- แบ่งการประมวลผลออกเป็นข้อมูลความเสียหายของ***ถนนผิวลาดยาง***และ***ผิวคอนกรีต***

ข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง

- ประมวลผลที่ความละเอียดไม่ต่ำกว่า ***1,600x1,200 pixel*** ในรูปแบบของไฟล์ JPEG หรือที่ดีกว่า
- ชุดข้อมูลจะประกอบด้วย ***ไหล่ทาง ป้ายจราจร หลักกิโลเมตร ราวกันอันตราย ไฟสัญญาณจราจร ไฟฟ้าส่องสว่าง อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย***

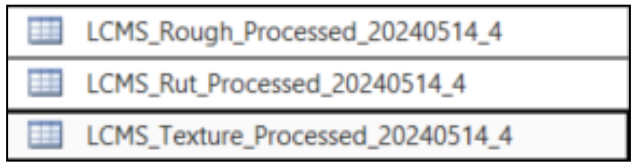
การประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ GIS

- อ้างอิงที่มาตรฐานระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Systems) ***WGS84***
- การระบุตำแหน่ง***ข้อมูลการสำรวจแบบสัมพัทธ์*** (Relative location) **หรือแบบหลักกิโลเมตร**ตามระบบทะเบียนทางหลวง

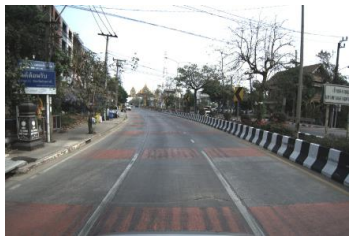
5. การประมวลผลข้อมูลการสำรวจ (TOR 4.4)

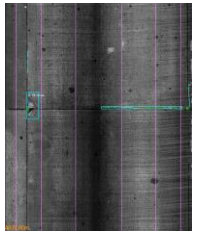
1. Raw data

- ข้อมูลจุดค่าสภาพ IRI, Rutting, Texture จากรถสำรวจ

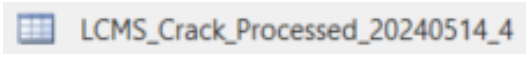


- ข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง กล้องหน้ารถ และหลังรถ





- ข้อมูลความเสียหายผิวทาง surface distress

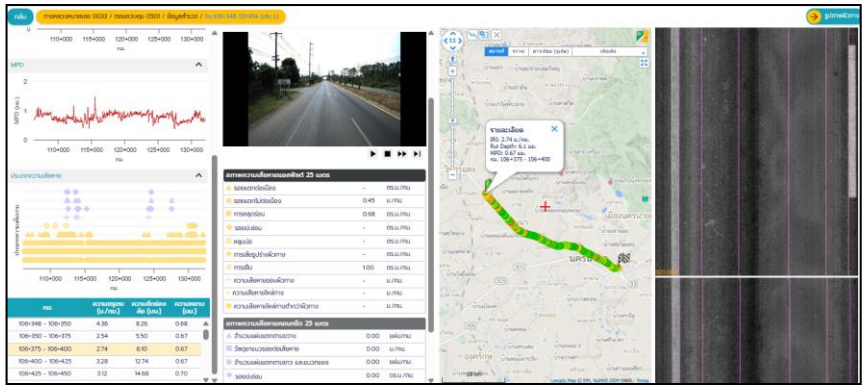


2. Process data

- ดึงข้อมูล RAW data ประมวลด้วย Python code + SQL code
- ปรับเทียบตรวจสอบคุณภาพข้อมูล RAW data เพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูล
- ประมวลผล คำนวณค่า IRI, Rutting, Texture คำนวณทุก 25 เมตรตามที่กม.ถนนกำหนด
- วิเคราะห์ความเสียหายผิวทางด้วย Python code + SQL code และผู้เชี่ยวชาญ

3. Output data

- จุดพิกัดข้อมูล IRI, Rutting, Texture ทุก 25 เมตร ที่ระบุตำแหน่งข้อมูลการสำรวจแบบสัมพัทธ์ (Relative location) หรือแบบหลักกิโลเมตรตามระบบทะเบียนทางหลวง โดยแสดงผลบนระบบ Roadnet3
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินสภาพผิวทาง Surface distress
- ข้อมูลภาพถ่ายถนนสองข้างทาง และภาพกล้องหลัง ที่แสดงผลบน Roadnet3



5. การประมวลผลข้อมูลการสำรวจ (TOR 4.4)

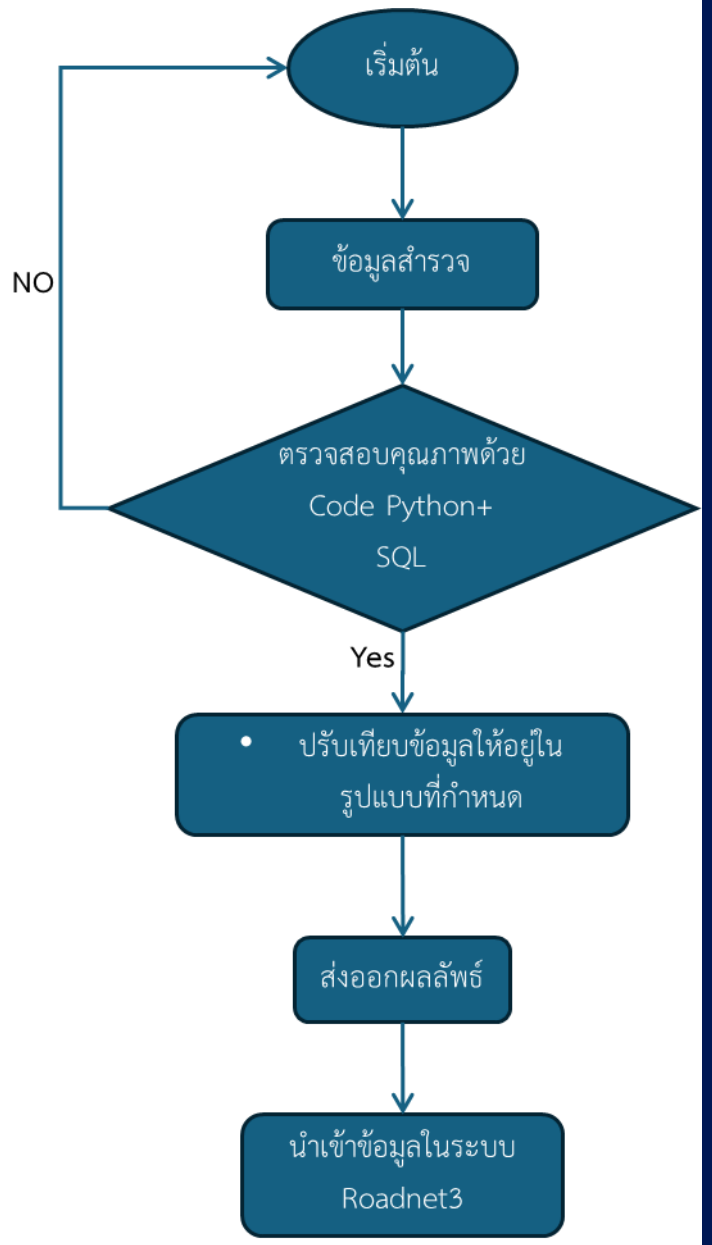
ประมวลผลข้อมูลการสำรวจสภาพทาง

ผิวทางลาดยาง

ลำดับ	รูปแบบความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกต่อเนื่องหลายทิศทาง (Interconnected Crack)	ตารางเมตร/กม.
2	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack)	เมตร/กม.
3	การเยิ้มของลาดยาง (Bleeding)	ตารางเมตร/กม.
4	การหลุดร่อน (Raveling)	ตารางเมตร/กม.
5	หลุมบ่อ (Pot-Holes)	ตารางเมตร/กม.
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร/กม.

ผิวทางคอนกรีต

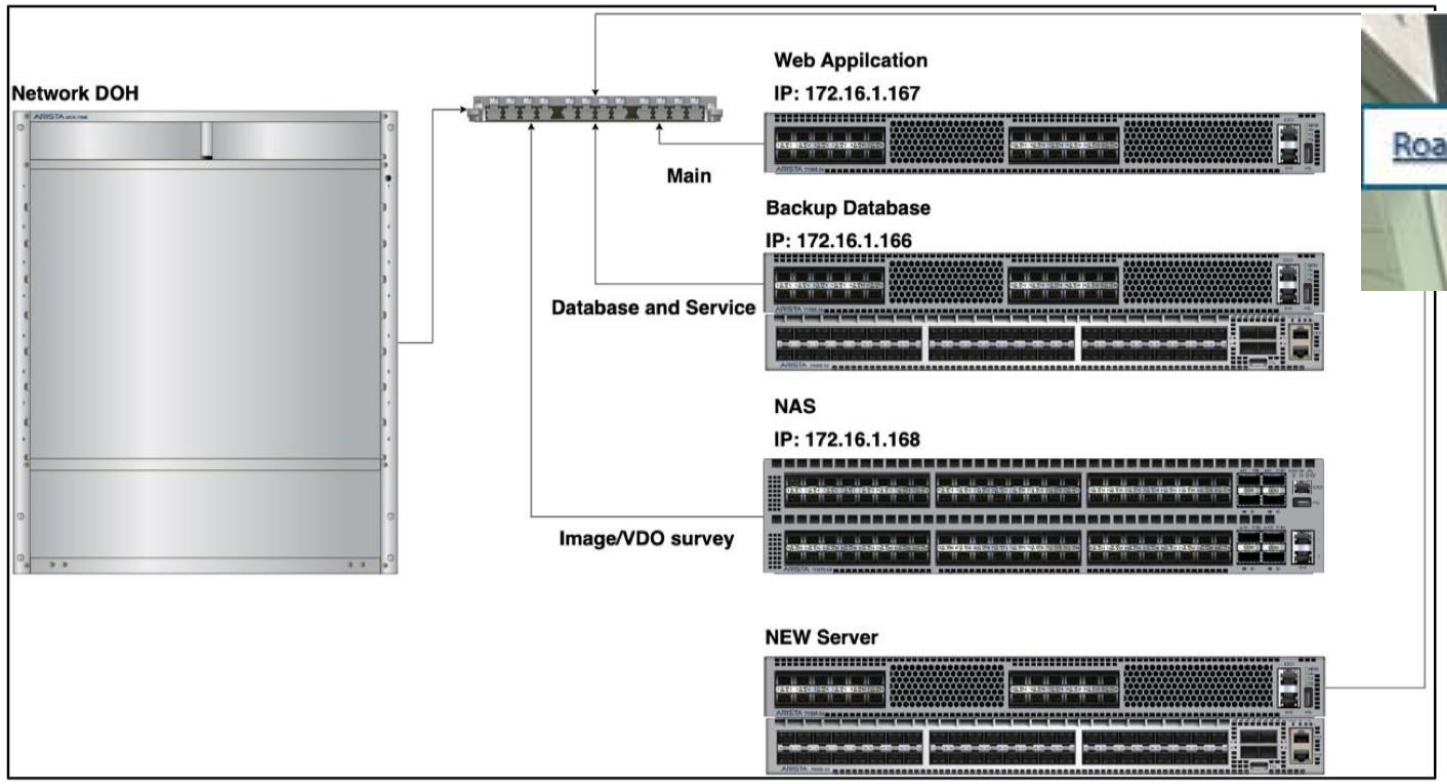
ลำดับ	รูปแบบความเสียหาย	หน่วยการวัด
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse Cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
2	รอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
3	รอยแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
4	รอยแตกที่มุม (Corner Breaks)	จำนวน/กม.
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Seal Damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย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



6. การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet (TOR 4.5)

การจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS

จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และสำรองข้อมูล Storage อย่างเป็นระบบ โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง



อุปกรณ์สำรองข้อมูล
ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

6. การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet (TOR 4.5)

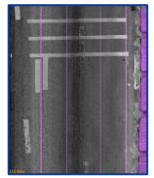
1) จัดเก็บข้อมูลจากการสำรวจ

Laser Profile

LCMS

- ROW
- PAVE
- IRI
- Rutting
- Textures

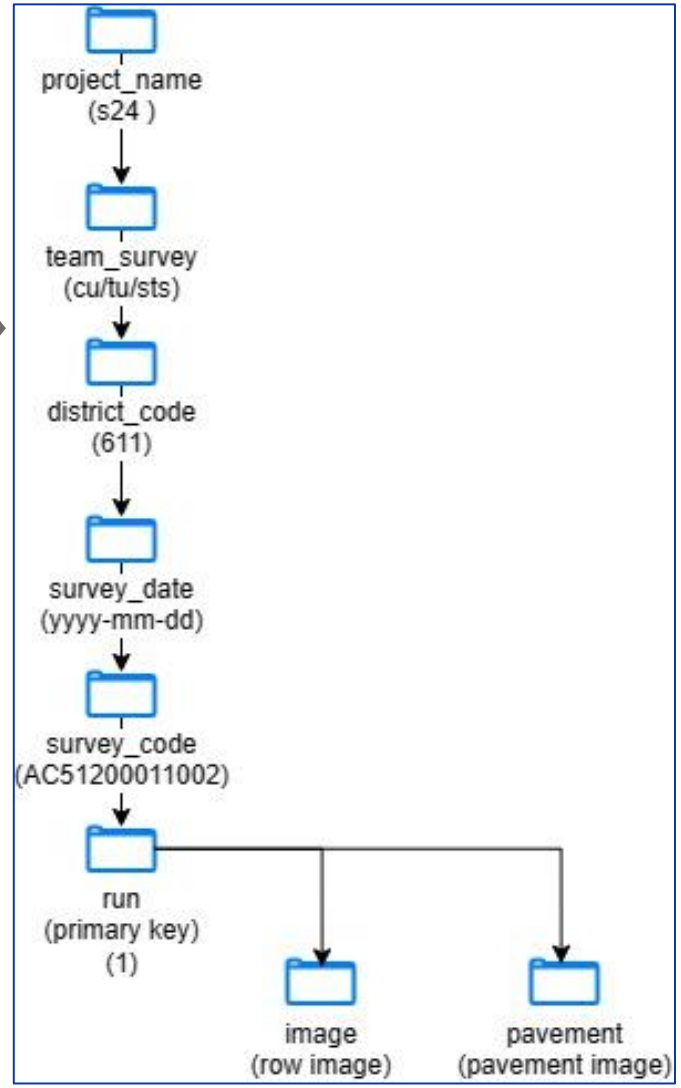
- ROW
- PAVE
- IRI
- Rutting
- Textures
- Damage



2) ประมวลผลด้วย Coding
Python + Postgresql
เข้าสู่ Database

Database Storage

3) จัดเก็บข้อมูล File Base ลง Roadnet 3



ปัจจุบันพื้นที่ว่างในการจัดเก็บ

- Database Storage เหลืออยู่ประมาณ 18 TB

6. การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet (TOR 4.5)

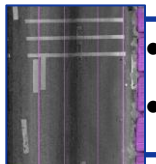
1) ข้อมูลความเสียหายผิวทาง Surface Distress

Laser Profile

LCMS

- PAVE

ประเมินความเสียหายฯผู้เชี่ยวชาญ

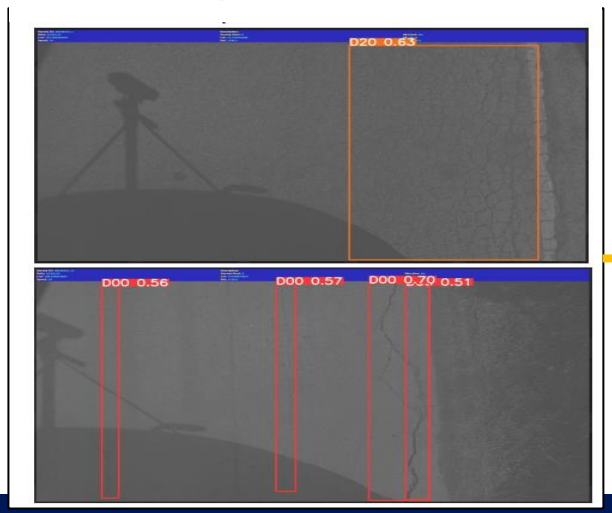


- PAVE
- Damage

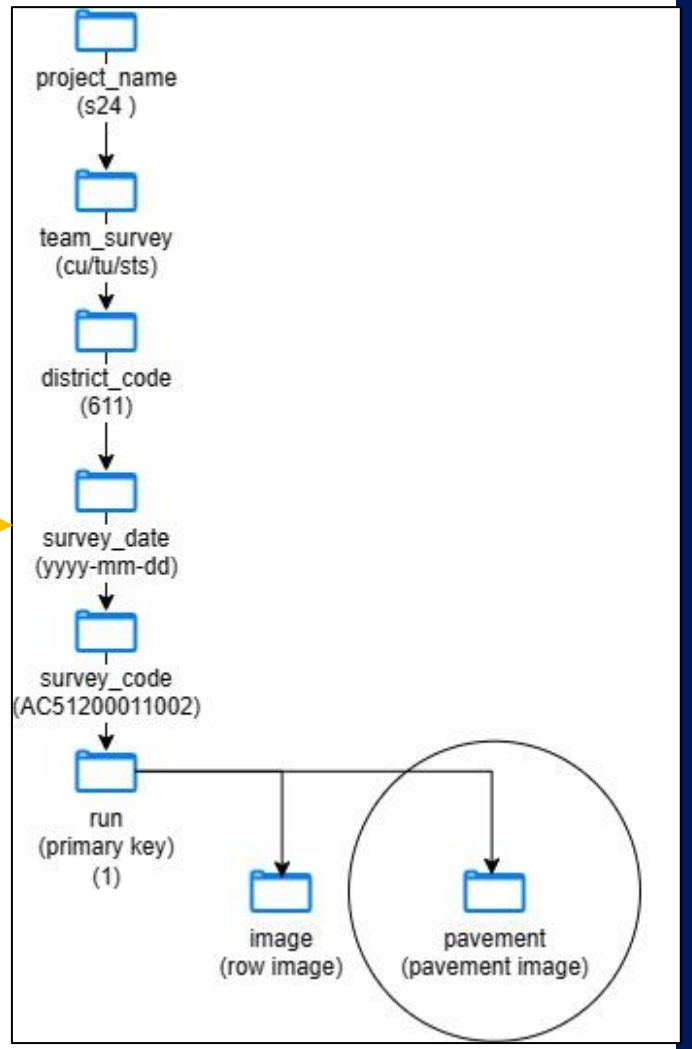
Codding ดึงข้อมูล Damage lcms

2) ประมวลผลด้วย Coding Python + Postgresql เข้าสู่ Database

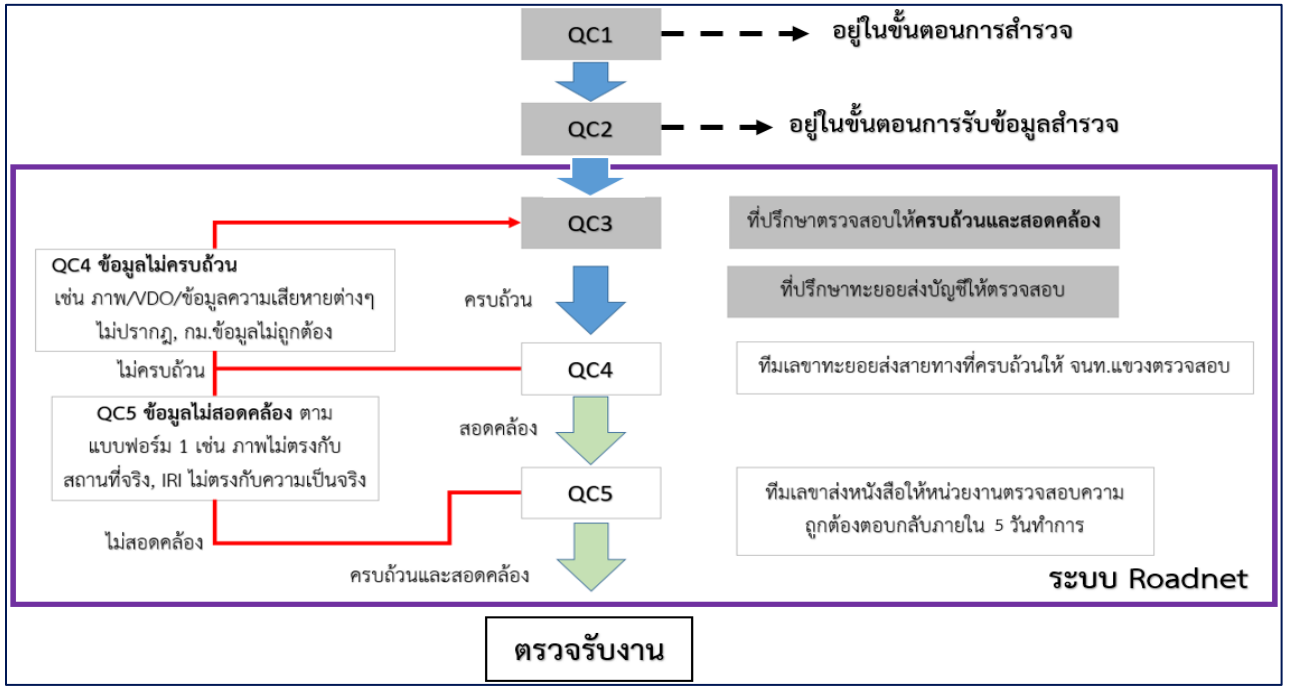
3) ตรวจสอบคุณภาพข้อมูลประเมินฯ ด้วยโมเดล YOLOv8 (Deep Learning) สำหรับการตรวจจับวัตถุ (Object Detection)



4) จัดรูปแบบ file base ลง Roadnet3



7. การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet (TOR 4.6)



เอกสารวิธีการตรวจสอบและเกณฑ์การตรวจสอบข้อมูลโดยละเอียด

https://drive.google.com/file/d/1HAsnniAiPelwl8gvqkkC6WAH2Mv3qUt_/view?usp=sharing

รายละเอียดเกณฑ์ในการตรวจสอบรอบที่ 3 QC3

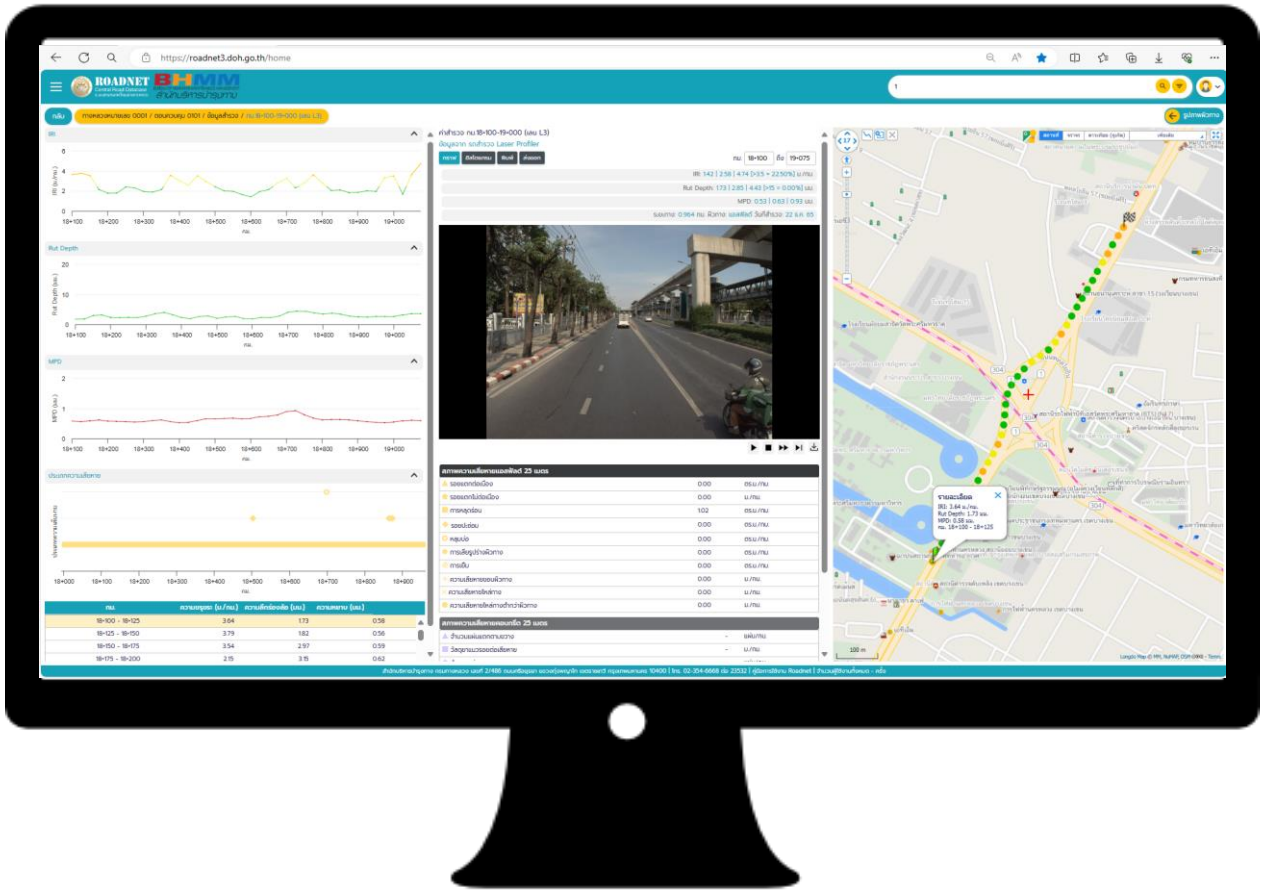
ลำดับ	รายละเอียดการตรวจสอบ	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง
1	ตาราง,กราฟ สำรวจระยะทางค่า IRI, RUTTING, MPD มีความสอดคล้อง	☒	☐
2	ข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางไม่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง/ไม่สมบูรณ์	☒	☐
3	ภาพเคลื่อนไหวไม่สอดคล้องกับข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง/ไม่สมบูรณ์	☒	☐
4	ไม่มีข้อมูลตารางความเสียหาย หรือข้อมูลไม่ถูกต้อง	☒	☐
5	ไม่มีข้อมูลการสำรวจ หรือไม่ได้นำเข้าข้อมูลในระบบ Roadnet3	☒	☐
6	ไม่มีข้อมูลหน้าสรุปรายละเอียดสายทางในระดับตอนควบคุม	☒	☐
7	แผนระยะทางสำรวจ ไม่ตรงกับระยะทางในระบบ	☒	☐
8	วันที่สำรวจไม่ถูกต้อง ไม่แสดง (วัน/เดือน/ปี)	☒	☐
9	แผนการสำรวจซับซ้อนหรือไม่ครบถ้วนกับข้อมูลในระบบ	☒	☐
10	กม. แผนการสำรวจไม่ตรงกับประเภททาง (ทางขนาน, สะพานข้ามแยก, อุโมงค์ทางลอด)	☒	☐
11	ข้อมูลผิวทางบนระบบไม่ตรงกับข้อมูลบัญชีผิวทาง	☒	☐
12	ตำแหน่ง GPS ในแผนที่ไม่สมบูรณ์	☒	☐
13	ตำแหน่ง GPS เส้นทางสำรวจสัมพันธ์กับโครงข่ายทางหลวง (HRIS)	☒	☐

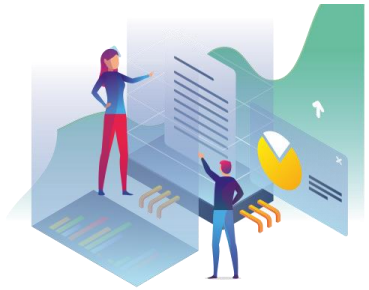
ผู้ประสานงานกลางเจ้าหน้าที่ In House

- ประสานงานกลางระหว่างกรมทางหลวงและที่ปรึกษาในกระบวนการนำเข้าข้อมูลตรวจสอบบัญชี Qc4 และ Qc5
- รวบรวมรายงานปัญหาและอุปสรรคในการวิ่งสำรวจของ 3 ที่ปรึกษา
- สรุปภาพรวมและระยะเวลาของโครงการเป็นรายวันและรายสัปดาห์

7. การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet (TOR 4.6) (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด
1	การแสดงผลข้อมูลสภาพทาง ได้แก่ ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง
2	การแสดงผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จะต้องมีความถูกต้องครบถ้วนตามแต่ละประเภทผิวทาง
3	ภาพถ่าย 2 ข้างทาง และภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของถนนและ 2 ข้างทาง ต้องมีความสมบูรณ์
4	การแสดงพิกัดสายทาง (Coordinates) จะต้องมีความสอดคล้องกับภาพถ่ายสายทางและสภาพพื้นที่
5	กม.เริ่มต้น – สิ้นสุด ของตอนควบคุมสายทางหน้างานจริง สอดคล้องกับโครงข่ายทางหลวง หากไม่สอดคล้องจะทำเอกสารแนบช่วงกม. ที่ไม่สอดคล้องเพื่อแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบข้อมูลให้ดำเนินการปรับแก้ให้สอดคล้องกับสภาพหน้างานจริง
6	เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้ว่าจ้างสามารถแต่งตั้งคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ





ตัวอย่างเอกสารชี้แจงกรณี กม. สำรวจไม่ตรงกับหลัก กม. ตามสภาพหน้าจริง

https://drive.google.com/file/d/1DZtPGSxIqyL1rvDHc3uJbVZFozYDDfbi/view?usp=sharing

8.การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง

8.1 การศึกษาและวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงวิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model) (TOR 4.7.1)

1. เลือกสายทางที่มีงานบำรุงตามรหัสงานต่อไปนี้
   - 22100 : งานฉาบผิวแอสฟัลต์
   - 22200 : งานเสริมผิวแอสฟัลต์
   - 23200 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์/คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่
   - 24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
2. เลือกเฉพาะสายทางที่มีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาก่อนซ่อมบำรุงไม่เกิน 360 วัน และมีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาหลังซ่อมบำรุงไม่เกิน 60 วัน

3. ผลการสำรวจของ IRI เฉลี่ยหลังซ่อมจะต้องมีค่าไม่มากกว่า ค่า IRI เฉลี่ยก่อนซ่อม

8.การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง

8.2 การศึกษาและแปลผลการสำรวจโดยโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) เพื่อวิเคราะห์ แผนงานซ่อมบำรุงจากระบบวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางแบบอัตโนมัติ (Automatic Detection) (TOR 4.7.2)

1) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางลาดยาง

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

2) การประมวลผลข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต

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

9. การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง (TOR 4.8)

- ใช้ระบบ TPMS เพื่อใช้ในการวางแผนในระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่ 2568 ถึง 2573
  - แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์
    - กรณีไม่จำกัดงบประมาณ (Unlimited Budget)
    - กรณีจำกัดงบประมาณในแต่ละปี (Budget Constraint)
    - กรณีกำหนดค่า IRI เป้าหมายในแต่ละปี (IRI Constraint)
  - แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี
    - แผนงานบำรุงทางประจำปีในระดับความละเอียดทุก 1 กิโลเมตร (แบบไม่จำกัดงบประมาณ)

การจัดทำสื่อวีดีทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการ

เพื่อเป็นการวางแผนงานบำรุงทางและสรุปผลสำรวจวงรอบ 3 ปี จะดำเนินการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที

แผนการดำเนินงาน และแผนการทำงานของบุคลากรในโครงการ

4

ผู้จัดการโครงการและรายชื่อผู้ประสานงาน

ผู้จัดการโครงการ
รศ.ดร.อุรุยา วีสกุล
ผู้ประสานงานกลาง
น.ส.ธนพร จิ้วไม้แดง

บุคลากรประสานงานหลัก (รถสำรวจคันที่ 1 และ 2)

1) ชื่อ : นายคเณศร์ สมพงษ์พันธ์ (ไปป์)
   โทร : 083-909-1902
   E-mail : pscloserd@gmail.com
   Line id : closerd
2) ชื่อ : นางสาวอัจฉรา สิทธิดา (นุ๊ก)
   โทร : 080-615-9249
   E-mail : atchara.sitt@gmail.com
   Line id : itisnook

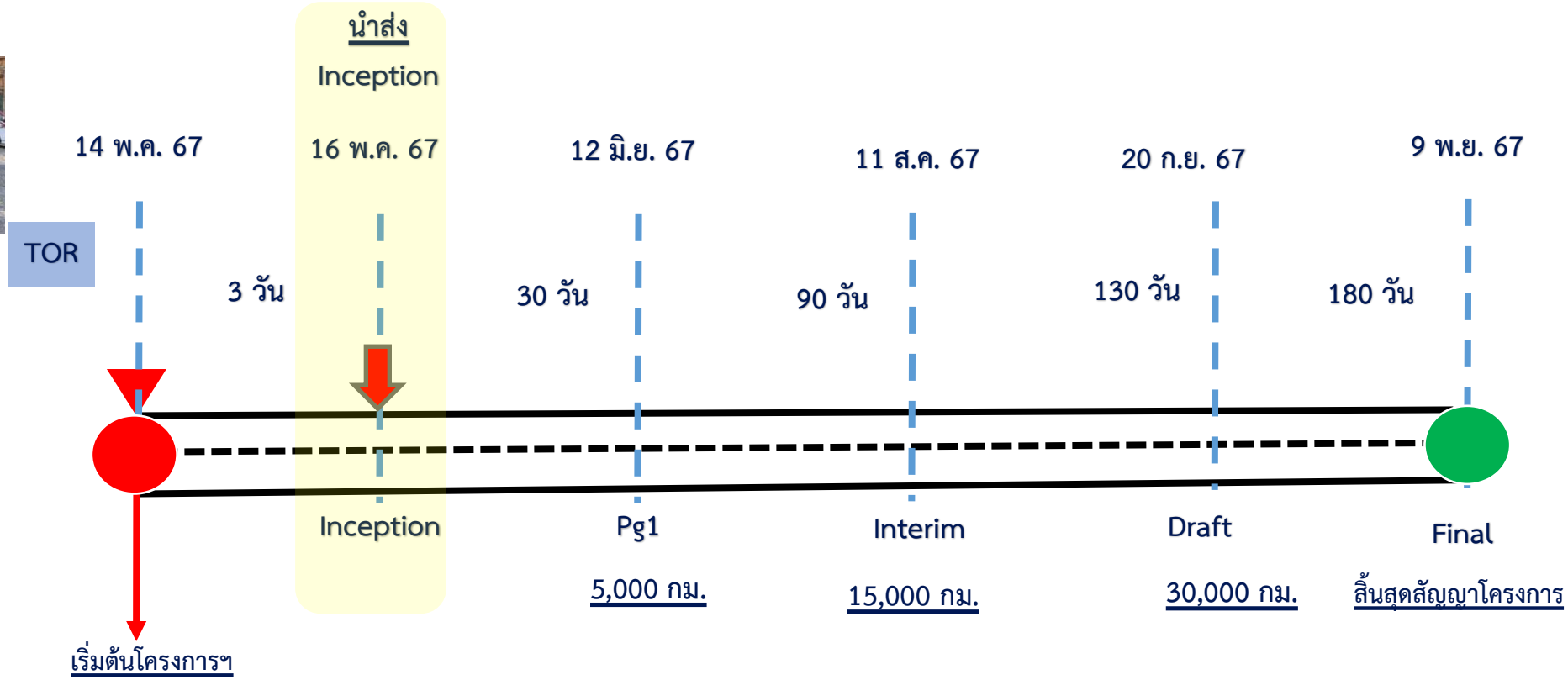
บุคลากรประสานงานหลัก (รถสำรวจคันที่ 3)

1) ชื่อ : นายธีรศักดิ์ สีนาก (เจน)
   โทร : 091-701-4888
   E-mail : theerasak_s@sts.co.th
   Line id : jane_theerasak

บุคลากรประสานงานหลัก (รถสำรวจคันที่ 4)

1) ชื่อ : นายประชิดพร ไกล้ชิต (แจ็ค)
   โทร : 087-543-7200
   E-mail : prachitporn.k@gmail.com
   Line id : jack0875437200

แผนกำหนดส่งงานความก้าวหน้า

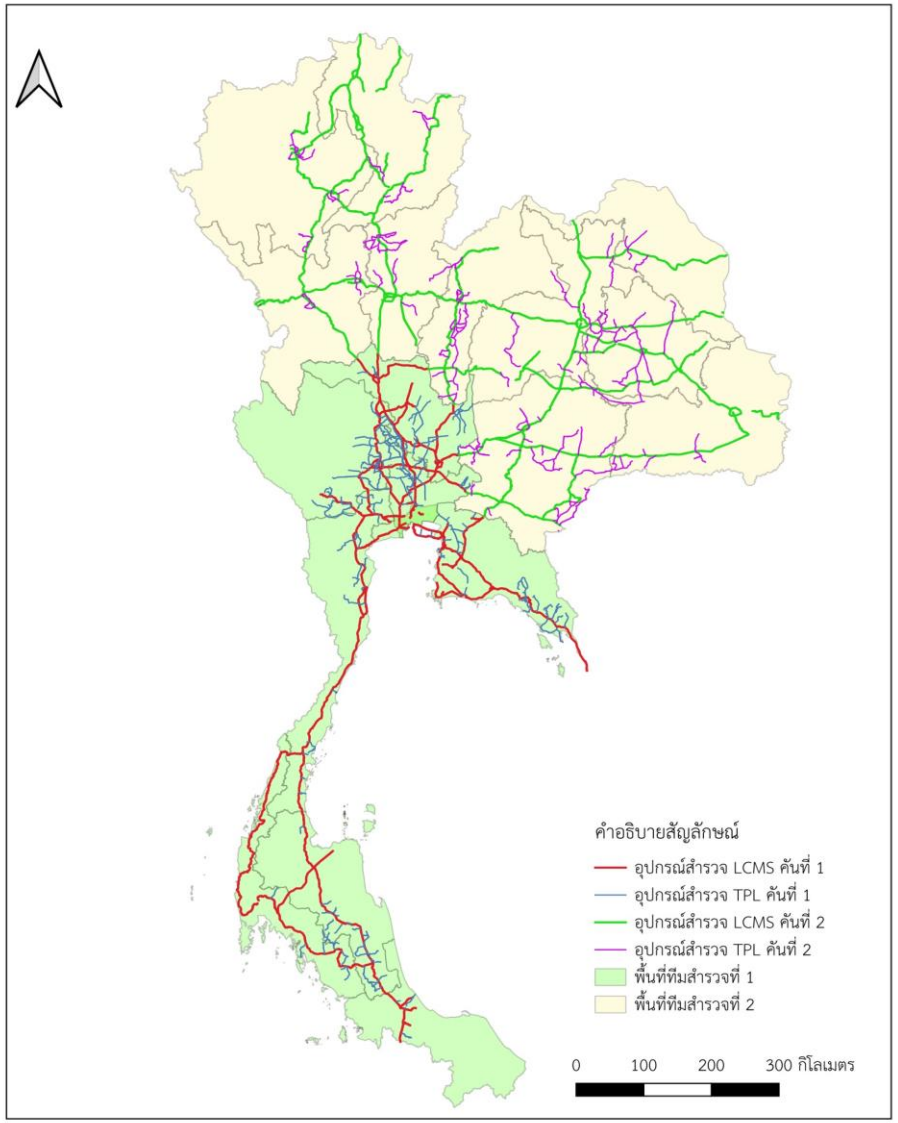


แผนการสำรวจสภาพทางและบัญชีสายทาง (ไม่น้อยกว่า30,000 กิโลเมตร)

5

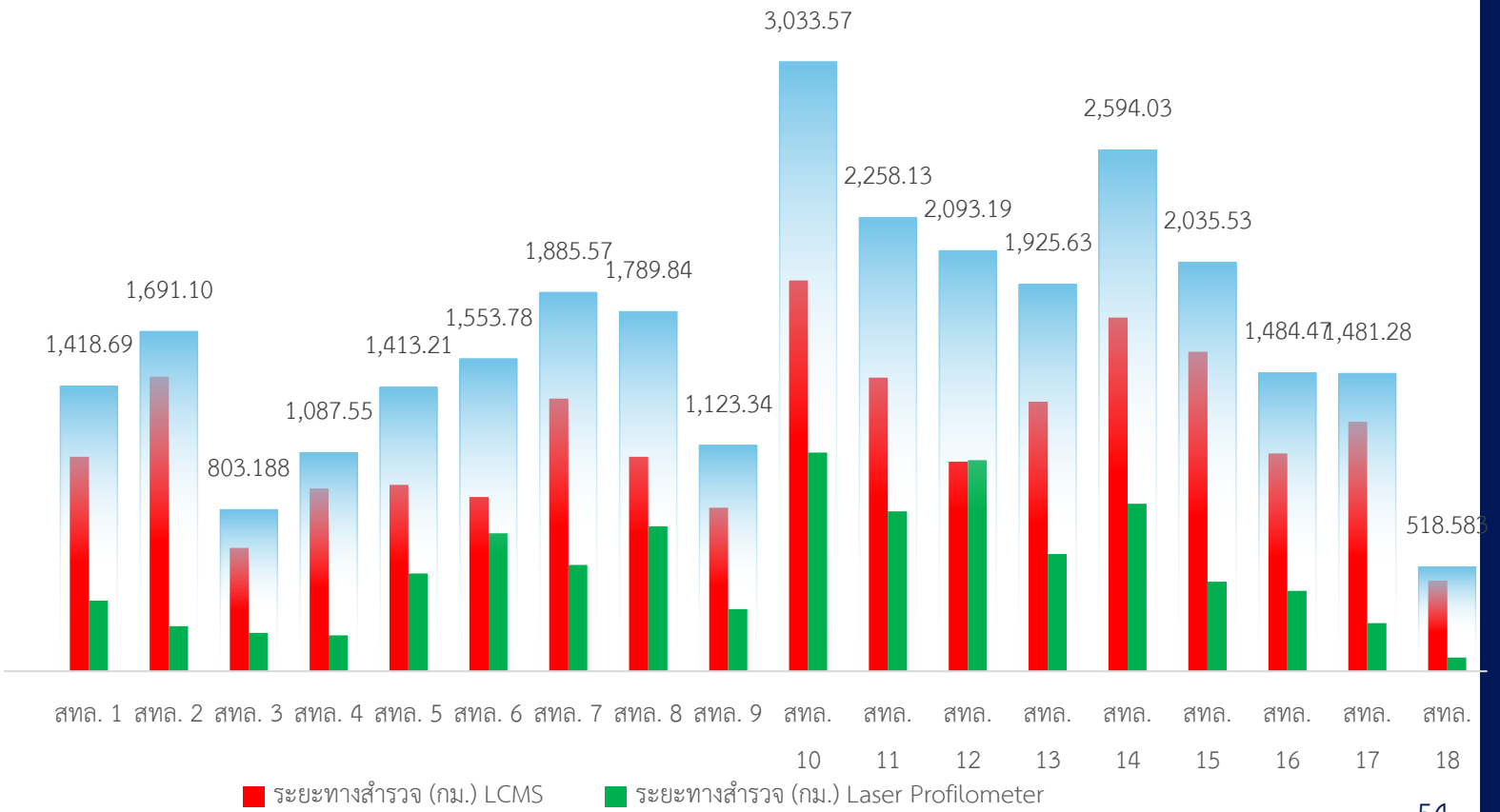
แผนการสำรวจสภาพทางและบัญชีสายทาง (ไม่น้อยกว่า30,000 กิโลเมตร)

แผนที่โครงข่ายการสำรวจปี 2567 (แบ่งตามพื้นที่ และอุปกรณ์การสำรวจ)



ระยะทางสำรวจ (กม.)		ระยะทางสำรวจรวม (กม.)
อุปกรณ์สำรวจ LCMS	อุปกรณ์สำรวจ Laser Profilometer	
21,013.163	9,177.513	30,190.676

ระยะทางสำรวจแยกตามรายสำนัก และแบ่งตามอุปกรณ์การสำรวจ



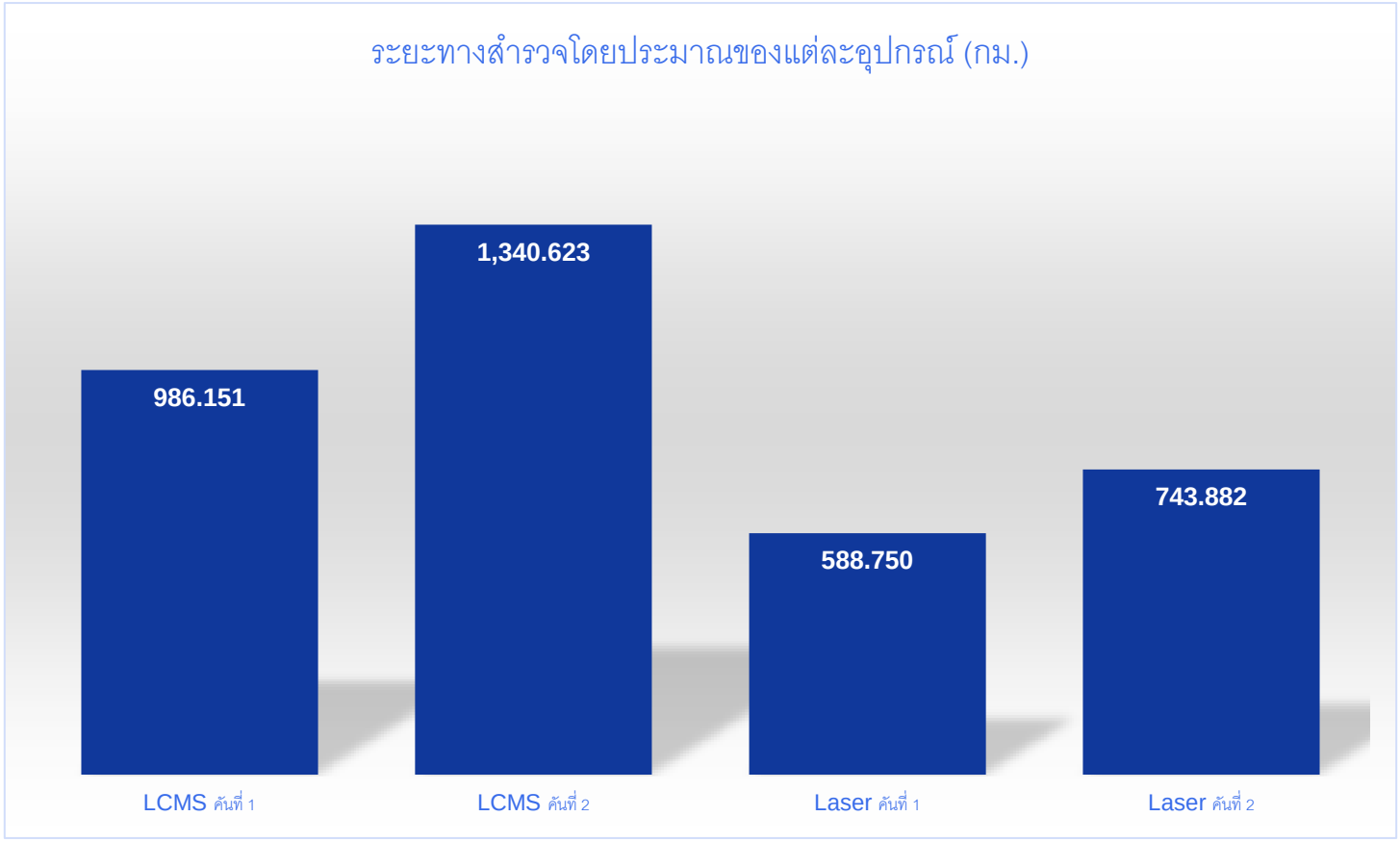
แผนการสำรวจสภาพทางและบัญชีสายทาง (ไม่น้อยกว่า30,000 กิโลเมตร)

ขอเข้าพื้นที่สำรวจในวันที่ 18 พ.ค. 67 แยกตามอุปกรณ์สำรวจ (สัปดาห์ที่ 1 โดยประมาณ)

ชื่อสำนักงานทางหลวง	ชื่อแขวงทางหลวง	ระยะทางสำรวจรวม (กิโลเมตร)	ระยะทางแผนสะสม (กิโลเมตร)	ระยะทางสำรวจด้วยอุปกรณ์ LCMS (กิโลเมตร)	วันเริ่มการสำรวจด้วยอุปกรณ์ LCMS	วันสิ้นสุดการสำรวจด้วยอุปกรณ์ LCMS	รถสำรวจที่รับผิดชอบ	ระยะทางสำรวจด้วยอุปกรณ์ Laser Profile (กิโลเมตร)	วันเริ่มการสำรวจด้วยอุปกรณ์ Laser Profile	วันสิ้นสุดการสำรวจด้วยอุปกรณ์ Laser Profile	รถสำรวจที่รับผิดชอบ
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	ขท.ฉะเชิงเทรา	409.165	2,594.029	251.618	18 พ.ค. 67	20 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 1	157.547	18 พ.ค. 67	19 พ.ค. 67	Laser คันที่ 1
	ขท.ชลบุรีที่ 1	459.673		336.128	21 พ.ค. 67	23 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 1	123.545	20 พ.ค. 67	20 พ.ค. 67	Laser คันที่ 1
	ขท.ชลบุรีที่ 2	431.791		398.405	24 พ.ค. 67	26 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 1	33.386	21 พ.ค. 67	21 พ.ค. 67	Laser คันที่ 1
	ขท.ระยอง	449.707		359.949	-	-	-	89.758	22 พ.ค. 67	22 พ.ค. 67	Laser คันที่ 1
	ขท.จันทบุรี	315.711		131.197	-	-	-	184.514	23 พ.ค. 67	24 พ.ค. 67	Laser คันที่ 1
	ขท.ตราด	527.982		283.371	-	-	-	244.611	-	-	-
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	ขท.กำแพงเพชร	220.200	1,087.547	220.200	18 พ.ค. 67	18 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 2	-	-	-	-
	ขท.สุโขทัย	243.633		131.785	19 พ.ค. 67	19 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 2	111.848	-	-	-
	ขท.ตากที่ 2 (แม่สอด)	146.579		145.349	20 พ.ค. 67	20 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 2	1.230	-	-	-
	ขท.ตากที่ 1	477.135		412.477	21 พ.ค. 67	23 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 2	64.658	-	-	-
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	ขท.ลำปางที่ 1	578.631	1,418.685	430.812	24 พ.ค. 67	26 พ.ค. 67	LCMS คันที่ 2	147.819	-	-	-
	ขท.เชียงใหม่ที่ 3	63.074		63.074	-	-	-	-	-	-	-
	ขท.ลำปางที่ 2	277.787		250.806	-	-	-	26.981	-	-	-
	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	417.845		241.802	-	-	-	176.043	-	-	-
	ขท.ลำพูน	81.348		81.348	-	-	-	-	-	-	-
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	ขท.บุรีรัมย์	669.373	3,033.565	325.243	-	-	-	344.130	-	-	-
	ขท.นครราชสีมาที่ 1	465.710		337.070	-	-	-	128.640	24 พ.ค. 67	25 พ.ค. 67	Laser คันที่ 2
	ขท.นครราชสีมาที่ 2	460.847		318.011	-	-	-	142.836	22 พ.ค. 67	23 พ.ค. 67	Laser คันที่ 2
	ขท.นครราชสีมาที่ 3	575.075		352.461	-	-	-	222.614	26 พ.ค. 67	27 พ.ค. 67	Laser คันที่ 2
	ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร)	480.311		268.186	-	-	-	212.125	20 พ.ค. 67	21 พ.ค. 67	Laser คันที่ 2
	ขท.ปราจีนบุรี	382.249		344.582	-	-	-	37.667	18 พ.ค. 67	19 พ.ค. 67	Laser คันที่ 2

แผนการสำรวจสภาพทางและบัญชีสายทาง (ไม่น้อยกว่า30,000 กิโลเมตร)

ขอเข้าพื้นที่สำรวจในวันที่ 18 พ.ค. 67 แยกตามอุปกรณ์สำรวจ (สัปดาห์ที่ 1 โดยประมาณ)

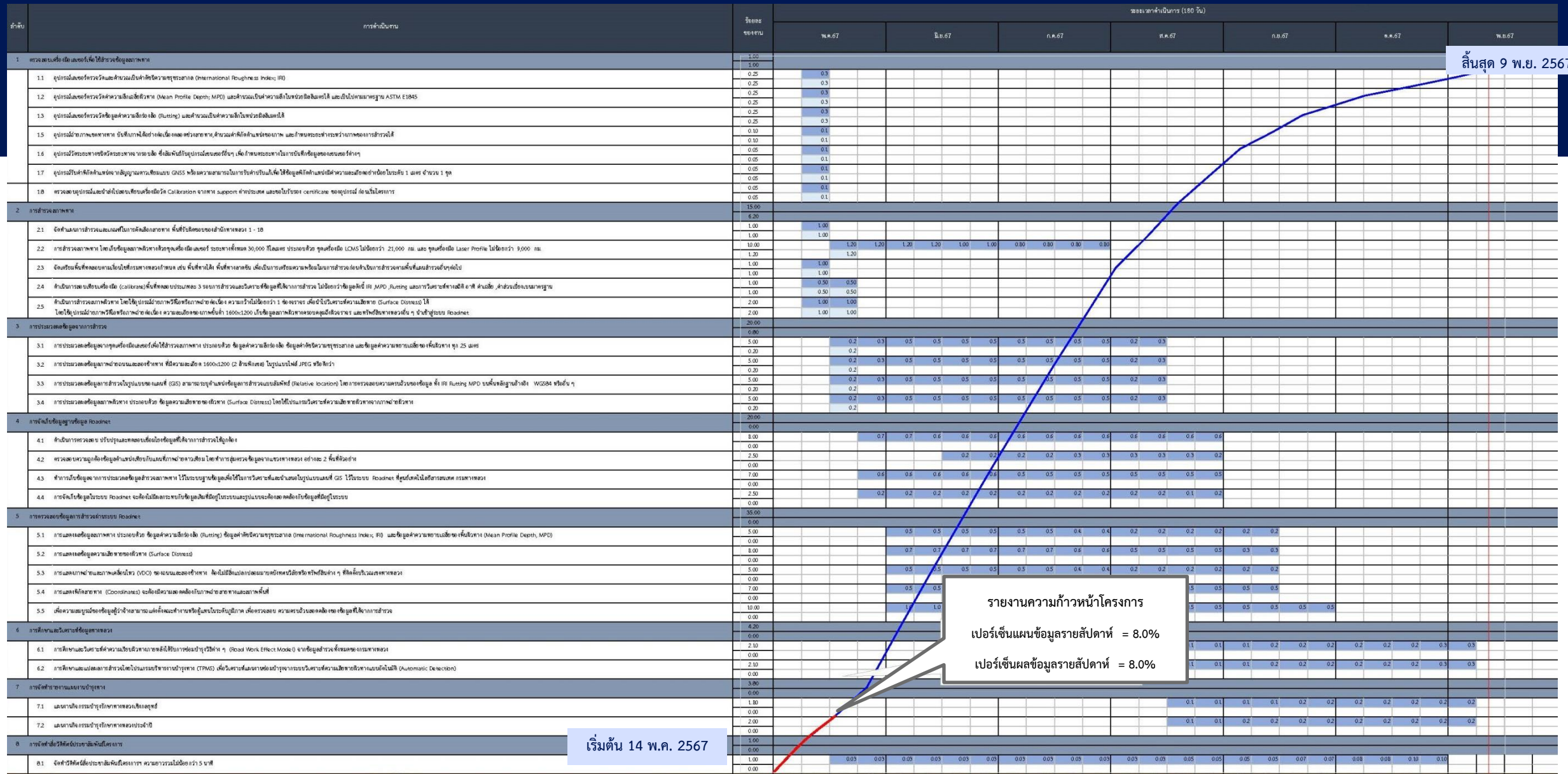


ระยะทางสำรวจโดยประมาณ 3,600 กิโลเมตร

รายชื่อผู้ประสานงานของรถสำรวจแต่ละคัน

1. ทีมสำรวจอุปกรณ์ LCMS รถสำรวจคันที่ 1 ชื่อ นายดิษฐวัฒน์ อาจวิเชียร เบอร์ 062-371-3543 E-mail dartwichian@gmail.com
2. ทีมสำรวจอุปกรณ์ Laser Profile รถสำรวจคันที่ 2 ชื่อ นายจิรันตน์ เดชชินบัญชร (เฟิร์ส) เบอร์ 092-319-0017 E-mail jirun1596@gmail.com
3. ทีมสำรวจอุปกรณ์ LCMS รถสำรวจคันที่ 3 ชื่อ นายธรีศักดิ์ สีนาก (เจน) เบอร์ 091-701-4888 E-mail t.seenak@gmail.com
4. ทีมสำรวจอุปกรณ์ Laser Profile รถสำรวจคันที่ 4 ชื่อ นายประชิดพร ไกล้ชิต (แจ็ค) เบอร์ 087-543-7200 E-mail prachitporn.k@gmail.com

แผนการดำเนินงานโครงการ (Master Plan)



สรุปผลการส่งมอบงาน

6

กำหนดการส่งมอบงาน

ลำดับ	รายการส่งมอบ	จำนวน (วัน)	จำนวน (ชุด)	กำหนดส่งมอบรายงานตามสัญญา	นำส่งรายงาน
1	รายงานเบื้องต้น (Inception Report)	3	18	16 พ.ค. 67	16 พ.ค. 67
2	รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (Progress Report I)	30	18	12 มิ.ย. 67	
3	รายงานขั้นกลาง (Interim Report)	90	18	11 ส.ค. 67	
4	ร่างรายงานย่อสำหรับผู้บริหาร (Draft Executive Summary Report)	130	18	20 ก.ย. 67	
5	ร่างรายงานขั้นสุดท้าย (Draft Final Report)	130	18	20 ก.ย. 67	
6	รายงานสรุปผลการสำรวจสภาพทาง	180	20	9 พ.ย. 67	
7	รายงานขั้นสุดท้าย (Final Report)	180	35	9 พ.ย. 67	
8	รายงานย่อสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary Report)	180	35	9 พ.ย. 67	
9	รายงานผลการวิเคราะห์แผนงานบำรุงทางด้วยโปรแกรม TPMS	180	35	9 พ.ย. 67	
10	สื่อวีดีทัศน์ประชาสัมพันธ์โครงการฯ (ความยาวไม่น้อยกว่า 5 นาที)	180	1	9 พ.ย. 67	
11	การจัดทำข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลไฟล์	180	2	9 พ.ย. 67	

จบการนำเสนอ