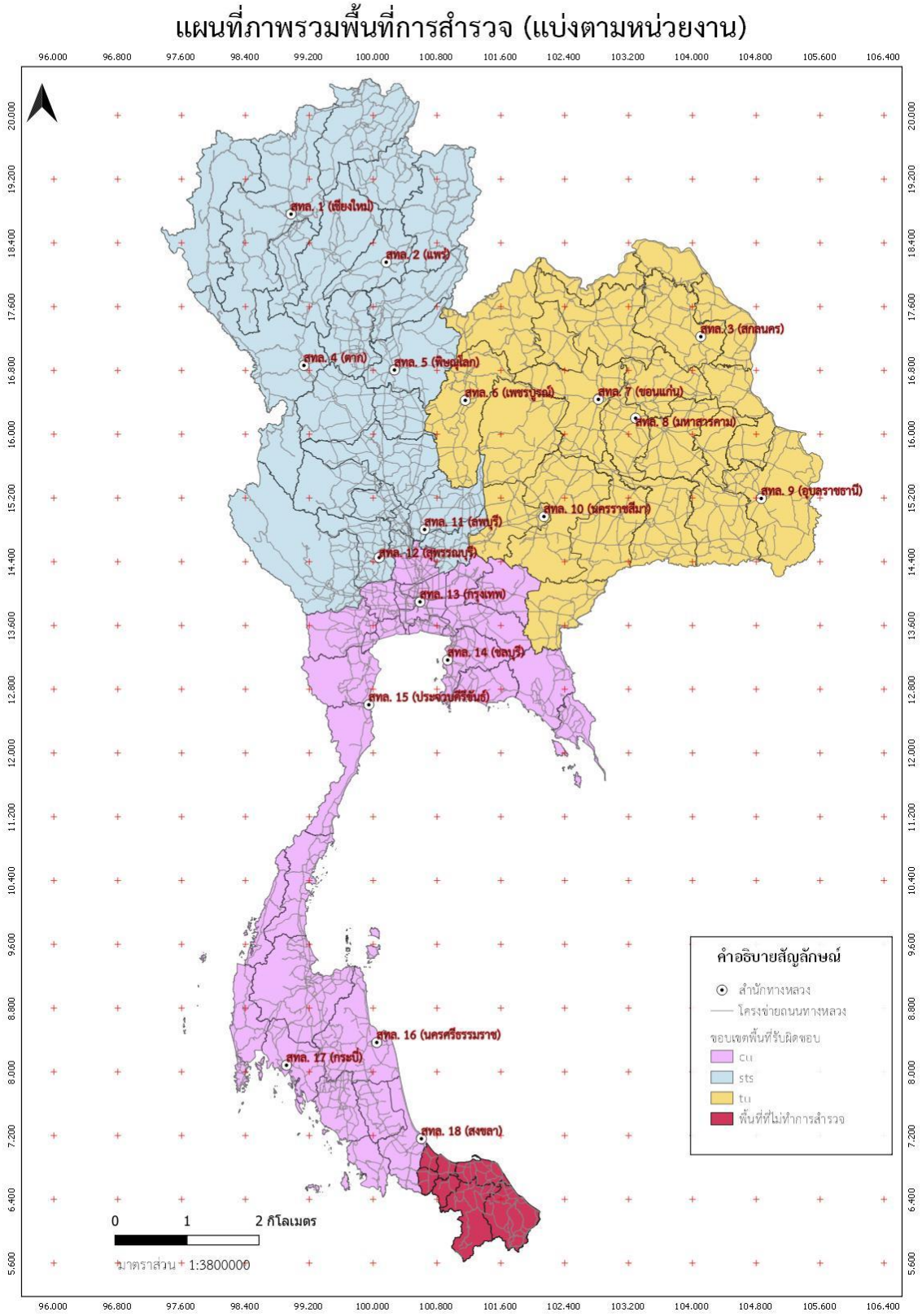
บทที่ 1
ผลสรุปการปฏิบัติงานทั้งโครงการ

1.1 พื้นที่สำรวจ

ในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพทางชนิดผิวลาดยางและผิวคอนกรีตนั้นข้อมูลความเสียหายของผิวทางซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงทางที่เหมาะสมและมีความถูกต้องต้องมีการวางการสำรวจให้เหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางคณะกรรมการกำหนดไว้ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงจะได้พิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจัดเก็บและสำรวจข้อมูลความเสียหายบนถนนผิวลาดยางและผิวคอนกรีต โดยเลือกใช้ยานพาหนะพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์และอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทางที่มีความคมชัดทำการบันทึกข้อมูลในการสำรวจ พร้อมทำการประมวลผลข้อมูลความเสียหายชนิดต่าง ๆ และนำเข้าสู่ระบบ โดยมีระยะทางในการ สำรวจที่เลือกตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนดไว้ ได้ระยะทาง 40,000 กิโลเมตร โดยพื้นที่ที่ทำการสำรวจนั้นจะครอบคลุมพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทั่วประเทศ ทั้งนี้การสำรวจจะไม่รวมถึงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่รับผิดชอบของทั้งสามหน่วยงาน ตามรูปที่ 1-1 ได้ดังนี้



รูปที่ 1-1 แผนที่ภาพรวมพื้นที่การสำรวจ (แบ่งตามหน่วยงาน)

1.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง

ที่ปรึกษาจะต้องจัดหาชุดอุปกรณ์สำรวจแบบติดตั้งบนยานพาหนะ เพื่อใช้ในการสำรวจและจัดทำข้อมูลในโครงการ โดยชุดอุปกรณ์สำรวจที่ติดตั้งต้องสามารถสำรวจข้อมูลบนถนนของผู้ว่าจ้างได้อย่างต่อเนื่องและสามารถสำรวจสภาพความเสียหายของผิวทางที่ช่วงความเร็วที่เหมาะสมตามตามมาตรฐาน ASTM E950 (Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference) โดยมีความสามารถของอุปกรณ์เลเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าความเสียหายต่าง ๆ ต้องมีเครื่องมืออย่างน้อยดังนี้

1.2.1 มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเสียหายชนิดประเภทความเรียบของผิวทาง โดยมีเลเซอร์ที่ตรวจวัดได้อย่างน้อย 2 จุด โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) ได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E950

1.2.2 มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดค่าความลึกเฉลี่ยผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) โดยติดตั้งเลเซอร์ที่ตรวจวัดได้อย่างน้อย 1 จุด โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E1845 (Standard Practice for Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth)

1.2.3 มีชุดอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) โดยติดตั้งเลเซอร์ที่ตรวจวัดได้อย่างน้อย 7 จุด โดยสามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าความลึกในหน่วยมิลลิเมตรได้

รูปที่ 1-2 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์

ตารางที่ 1-1 รายละเอียดเครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	ไม่น้อยกว่า 7 จุด	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 25 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง	1 มม. สำหรับ Mean Profile Dept Measurement (MPD)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	30 ถึง 80 กม./ชม.	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950 Class 1 Requirement for The Measurement of Longitudinal Profile AASHTO PP37 Provisional Standard of Quantifying Roughness of Pavement World Bank Technical Report 42 Class 1 AustRoad Guideline ASTM E1845 Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	0.5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความยาวคลื่นของการเก็บข้อมูลค่าระดับในแนวยาว	100 มม. ถึง 100 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความกว้างของชุดเลเซอร์	2.2 ม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	25 กก. (โดยประมาณ)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-2 รายละเอียดเครื่องมือการสำรวจเลเซอร์แบบ LCMS

ข้อมูล	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
จำนวนชุดเลเซอร์	2 ชุด กว้าง 4 เมตรจำนวนเลเซอร์ที่วัดได้ จำนวน 4,096 จุด ตามแนวขวาง	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูลค่าระดับ	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 5 มม.	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการเก็บข้อมูล Texture ของผิวทาง	ทุกระยะ 1 มม. ตามแนวขวางถนน	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานในการเก็บข้อมูล	ASTM E950, ASTM E965, ASTM E1703, ASTM E1845, ASTM E1926, ASTM D5340, ASTM D6433, AASHTO PP37, AASHTO PP38, AASHTO PP67, AASHTO PP68, AASHTO PP69, AASHTO PP70, AASHTO R56, AASHTO R85, AASHTO R86, AUSTROADS Guidelines (where applicable), ISO 13473, NCAT Profiler Certified (longitudinal profiler), LCPC Methode d'essai No 40, World Bank Technical Paper 46.	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
ความละเอียดในการเก็บข้อมูล	5 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ตรวจความเสียหายอัตโนมัติ	ตรวจรอยแตกได้ระดับ 1 มม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

1.2.4 มีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพเขตทาง สามารถบันทึกภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงสายทาง โดยสามารถคำนวณค่าพิกัดตำแหน่งของภาพ และกำหนดระยะห่างระหว่างภาพของการสำรวจได้

กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางเป็นกล้องบันทึกภาพความละเอียดสูง เพื่อบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางที่อยู่ในระยะห่างจากขอบถนนออกไปมากกว่า 20 เมตร ประกอบด้วยกล้อง 1 ตัว ที่กึ่งกลางรถ ที่จะให้มุมมองของการเก็บภาพถ่ายในเขตทางมีความกว้างมองเห็นได้โดยทั่วบริเวณ 2 ข้างทาง บันทึกภาพสภาพภายในเขตทางด้านหน้า (Front Center View) เพื่อเก็บรายละเอียดข้อมูลถนน ครอบคลุมสภาพภายในเขตทาง เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร ระบบระบายน้ำ สะพานลอย สะพานข้ามแม่น้ำ ป้ายจราจร ราวกันอันตราย ไฟสัญญาณ และไฟฟ้าส่องสว่าง เป็นต้น ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-3 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง

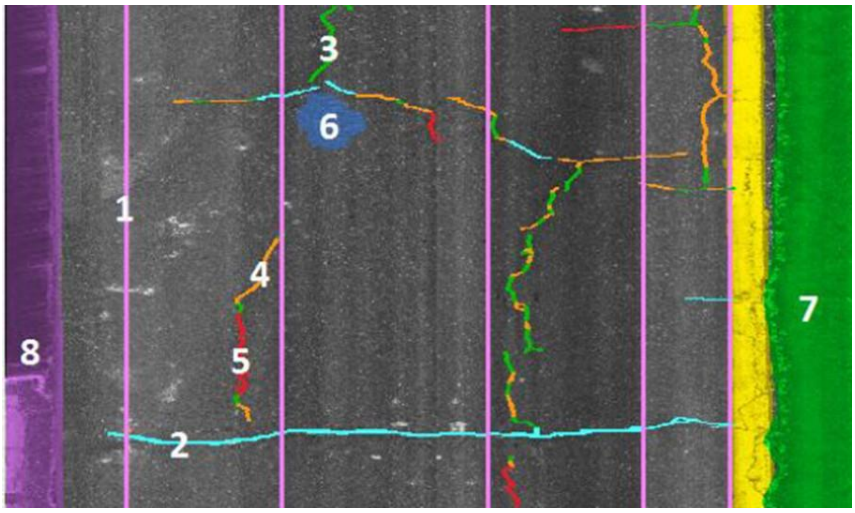
กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของถนนในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	USB 3.0 , 5 Gb/sec หรือ LAN เชื่อมต่อ	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels) ,สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 3,200 x 2,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Color	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

รูปที่ 1-3 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง

1.2.5 มีชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพผิวทาง สามารถบันทึกภาพผิวทางได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจรหรือ 3.5 เมตร พร้อมทั้งสามารถคำนวณค่าพิกัดตำแหน่งของภาพถ่ายได้

กล้องบันทึกภาพผิวทาง เป็นกล้องบันทึกภาพที่มีความละเอียดสูง เพื่อบันทึกภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวถนนครอบคลุม 1 ช่องจราจรหรือ 3.5 เมตร เพื่อเก็บรายละเอียดลักษณะความเสียหายของถนน ขนาด และประเภทของการแตกร้าวดังรูปที่ 1-3 และรูปที่ 1-4 โดยมีรายละเอียดของกล้องดังรูปที่ 1-5

รูปที่ 1-4 กล้องบันทึกภาพผิวถนน และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง



รูปที่ 1-5 กล้องบันทึกภาพผิวถนน โดยการใช้อุปกรณ์ Laser Scanner

ตารางที่ 1-4 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	USB 3.0 , 5 Gb/sec หรือ LAN เชื่อมต่อ	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียด 1,600 x 1,200 พิกเซล (Pixels) ,สามารถปรับความละเอียดได้สูงสุด 3,200 x 2,200 พิกเซล (Pixels)	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono 8 bit	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 80 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ภาพชนิด AVI และ JPG	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 1-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวถนน โดยการใช้อุปกรณ์ Laser Scanner

กล้อง	รายละเอียด	คุณสมบัติเพิ่มเติม
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (HRDMI 10,000 rpm., resolution distance < 1 มม.)	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	บันทึกภาพด้วย Laser 4,096 จุดทุก 1 มม. ได้ความกว้างถนนที่ 4 เมตร และบันทึกทุกระยะ 5 มม. ตามแนวถนน	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ขนาดของภาพ	ความละเอียดสูงสุด 4090x10000	คุณสมบัติดีกว่าข้อกำหนดของโครงการ
สี	Mono	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 100 กม./ชม.	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม	คุณสมบัตินอกเหนือข้อกำหนดของโครงการ
รูปแบบการเก็บข้อมูล	JPG	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ

1.2.6 มีชุดอุปกรณ์วัดระยะทาง ชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยระยะทางจากอุปกรณ์นี้จะทำงานสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งบนรถสำรวจ เพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ

ทางที่ปรึกษาจัดชุดอุปกรณ์วัดระยะทาง ชนิดวัดระยะทางจากรอบล้อ โดยการวัดระยะทางจากอุปกรณ์นี้สามารถทำงานร่วมกันหรือสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์เซนเซอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งบนรถสำรวจเพื่อกำหนดระยะทางในการบันทึกข้อมูลของเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้

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

รูปที่ 1-6 เครื่องมือวัดความเร่ง และเครื่องวัดระยะทาง

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

1.2.7 มีชุดอุปกรณ์รับค่าพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียมแบบ GNSS พร้อมความสามารถในการรับค่าปรับแก้เพื่อให้ข้อมูลพิกัดตำแหน่งมีค่าความละเอียดอย่างน้อยในระดับ 1 เมตร จำนวน 1 ชุด

เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GNSS) พร้อมรับสัญญาณค่าพิกัดปรับแก้ (Differentials Global Positioning System: DGPS) คือเครื่องมือที่ใช้ระบุตำแหน่งปัจจุบันของยานพาหนะที่ทำการสำรวจข้อมูล โดยข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในรถจะแสดงค่าสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ทำการบันทึกซึ่งได้พิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GPS/GNSS ชนิด DGPS นั่นเอง โดยสามารถแสดงพิกัดทั้งทางแนวราบและแนวดิ่ง โดยอ้างอิงจากสัญญาณดาวเทียม (GPS Satellite) และสัญญาณค่าแก้ Differential Correction

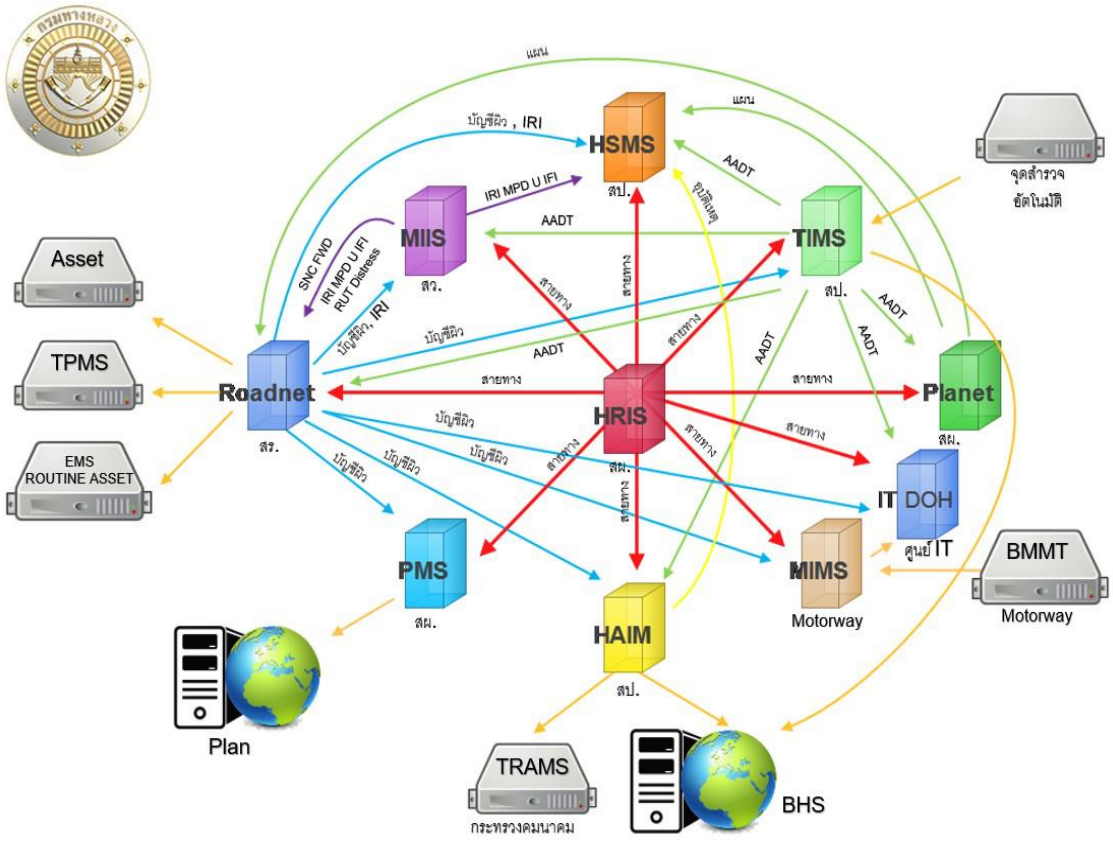
ตารางที่ 1-6 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS/GNSS)

เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (DGPS)	**รายละเอียด**	**คุณสมบัติเพิ่มเติม**
ชนิดดาวเทียม	GPS/GNSS	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
การติดต่อกับดาวเทียม	12 ดวงขึ้นไป และขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
อุณหภูมิ	-30 ถึง 60 องศาเซลเซียส	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
อัตราการอัพเดทข้อมูล	1 วินาที	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ
ความแม่นยำของตำแหน่ง	1 meters RMS	คุณสมบัติเทียบเท่าข้อกำหนดของโครงการ

1.3 การสำรวจสภาพทาง

1.3.1 จัดทำแผนการสำรวจและตามเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง

ในการจัดทำแผนการสำรวจที่ปรึกษาได้จัดทำแผนที่เปรียบเทียบพื้นที่สำรวจรายแขวงทางหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2562 กับ ปี พ.ศ. 2563 พร้อมบัญชีสายทางและผิวทางที่จะสำรวจ โดยประมวลผลจากข้อมูลดังนี้ ข้อมูลลักษณะผิวทางและข้อมูลกายภาพจากฐานข้อมูล Roadnet ข้อมูลแผนงานจากระบบบริหารแผนงาน (Plannet) ข้อมูลบัญชีสายทางจากระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (Highway Registration Systems: HRIS) จากสำนักแผนงาน ข้อมูลปริมาณจราจรล่าสุดจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management Systems: TIMS) จากสำนักอำนวยความปลอดภัย และข้อมูลการสำรวจสภาพทาง (MIIS) จากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ซึ่งทางที่ปรึกษาได้นำเสนอแผนการสำรวจเส้นทางให้คณะกรรมการตรวจรับฯ และหน่วยงานในพื้นที่เห็นชอบแล้วทั้งหมด โดยมีการจัดทำแผนการสำรวจไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตร ทำการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่ได้รับจากคณะกรรมการ ซึ่งมีหลักเกณฑ์การเลือกสายทางสำรวจดังตารางที่ 1-7



รูปที่ 1-8 โครงข่ายการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ ของกรมทางหลวง

ตารางที่ 1-7 เกณฑ์การคัดเลือกสายทางสำรวจเพื่อใช้ในการวางแผนสำรวจสายทางเบื้องต้น

digit	ช่องจราจร	AADT total	ระยะทางจริง (กม.)	วิ่งสำรวจ(เที่ยว)	ระยะทางสำรวจ (กม.)
1 สำรวจทุกปี	2	<8,000	187.769	1	187.769
		>8,000	214.956	1	214.956
	≥4	<8,000	364.118	2	728.236
		>8,000	2,460.304	2	4,920.608
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	27.911	4	111.644
		>8,000	94.857	4	379.428
2 สำรวจทุกปี	2	<8,000	465.02	1	465.02
		>8,000	290.945	1	290.945
	≥4	<8,000	825.04	2	1,650.08
		>8,000	2,344.539	2	4,689.078
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	7.258	4	29.032
		>8,000	92.018	4	368.072
3	2	<8,000	1,634.777	1	1,634.777
		>8,000	956.29	1	956.29
	≥4	<8,000	690.836	2	1,381.672
		>8,000	1,505.739	2	3,011.478
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	19.554	4	78.216
		>8,000	21.129	4	84.516
4	2	<8,000	13,311.67	1	1,3311.67
		>8,000	2,214.753	1	2,214.753
	≥4	<8,000	879.861	2	1,759.722
		>8,000	803.858	2	1,607.716
	≥4 ที่มีทางขนาน	<8,000	5.918	4	23.672
		>8,000	6.327	4	25.308
รวมระยะทาง					**40,124.655**

หมายเหตุ

* ข้อมูลระยะทางอ้างอิงจากฐานข้อมูลจากระบบ Roadnet (http://roadnet.doh.go.th/) เมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2563

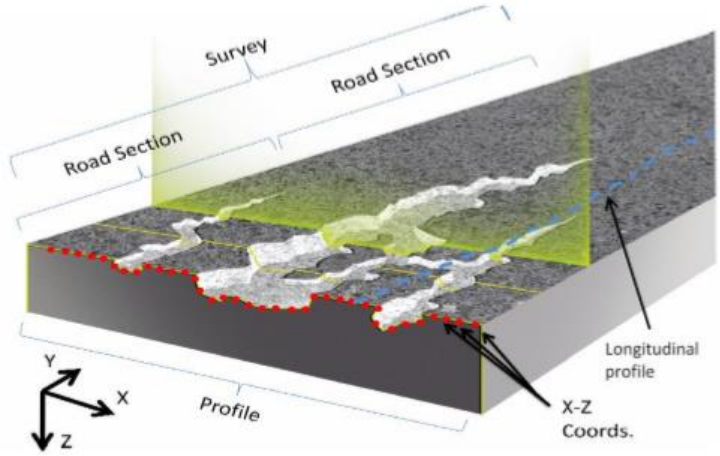
* ระยะทางตามบัญชีของสำนักทางหลวงที่ 18 นั้นไม่รวมสายทางในพื้นที่ 3 จังหวัด 4 อำเภอ ชายแดนใต้

1.3.2 ข้อมูลสำรวจด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์

ข้อมูลสำรวจที่ได้ชุดเครื่องมือเลเซอร์ คือข้อมูลเชิงตัวเลขที่แสดงค่าความเสียหายประเภทดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ค่าความลึกร่องล้อของผิวทาง (Rutting) และค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Dept Measurement; MPD) ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับเครื่องมือระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณดาวเทียม GPS ทำการบอกพิกัดตำแหน่งแบบ DGPS (Differential Global Positioning System) และบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) เป็นทศนิยมอย่างน้อย 6 ตำแหน่ง บนพื้นหลักฐานอ้างอิง WGS84 ค่าพิกัดที่สามารถนำไปคำนวณเป็นระยะทางตามสายทางได้

ตารางที่ 1-8 ข้อมูลจากเครื่องมือวัดระดับแบบเลเซอร์

ลำดับที่	ประเภทความเสียหาย	การวัด	ปริมาณความเสียหาย
1	ดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง (IRI) คือ ค่าสะสมของจากการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของยานพาหนะเมื่อขับไปบนทางที่ผิวมีความเสียหาย ต่อระยะทางที่เคลื่อนที่ไป	ความระยะทางแนวดิ่ง	เมตรต่อกิโลเมตร
2	ค่าร่องล้อของผิวทาง (Wheel Track Rutting) มีลักษณะเป็นแนวกว้างตามแนวล้อรถ	ความลึก	มิลลิเมตร
3	ค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Dept Measurement; MPD)	ความลึก	มิลลิเมตร



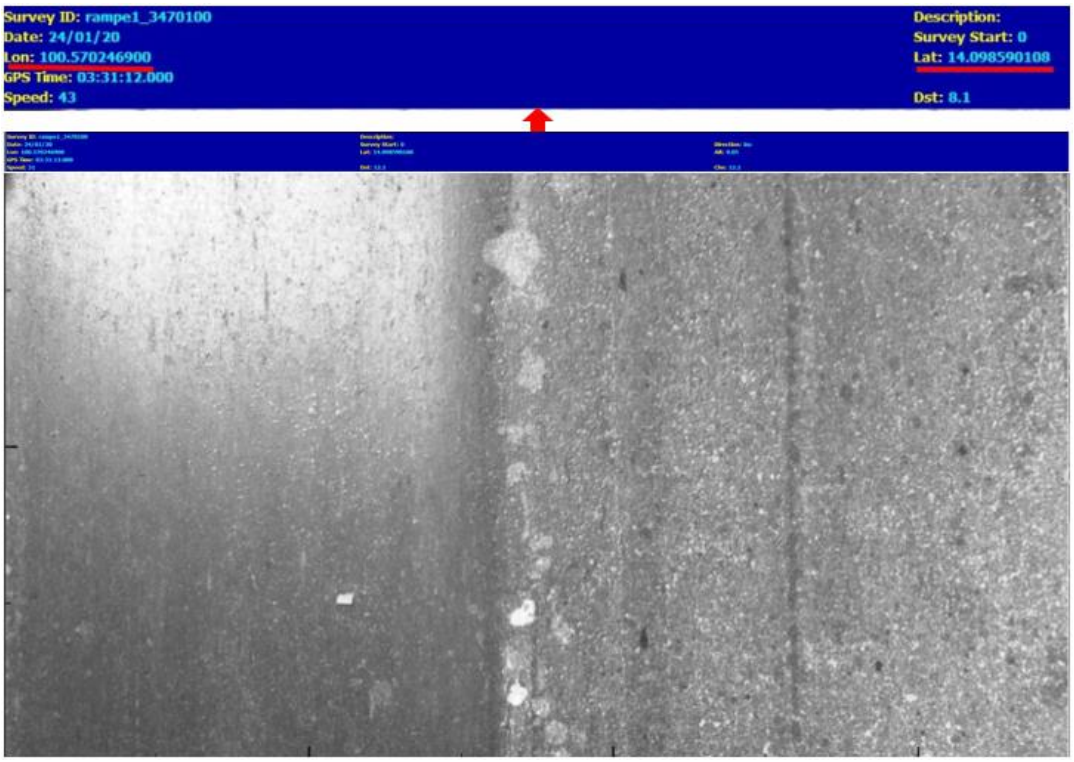
รูปที่ 1-9 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจด้วยชุดเครื่องมือเลเซอร์

1.3.3 ข้อมูลภาพถ่ายผิวทาง

ที่ปรึกษาจะต้องทำการถ่ายภาพผิวทาง โดยใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพวีดีโอหรือภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถนำมาประมวลผลข้อมูลให้เป็นภาพเคลื่อนไหวได้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ความละเอียดของภาพ ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ความเสียหายและสามารถเก็บภาพได้คมชัดในสภาวะแสงน้อยถึงน้อยมากได้
- สามารถเก็บข้อมูลสภาพผิวทาง ความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร และสามารถบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ได้

ที่ปรึกษาจัดทำชุดข้อมูลภาพถ่ายสภาพผิวทาง ประกอบด้วยข้อมูลจากกล้องที่ติดภายนอกรถสำรวจ โดยกล้องจะเป็นกล้องถ่ายภาพสภาพผิวทาง ซึ่งมีรายละเอียดภาพสูง และสามารถถ่ายภาพภายในพื้นที่ที่แสงน้อยได้ นอกจากนั้นภาพถ่ายครอบคลุมผิวถนนความกว้างไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร หรือ 3.5 เมตร โดยจะได้ข้อมูลจากกล้องเป็น ภาพวีดีทัศน์ (Video Format) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อแสดงรายละเอียดของภาพแต่ละเฟรม ได้แก่ พิกัดภูมิศาสตร์ ลำดับของภาพ และคีย์หลัก (Primary Key) ดังรูปที่ 1-10



รูปที่ 1-10 ภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับสายทางที่สำรวจ

1.3.4 ข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง

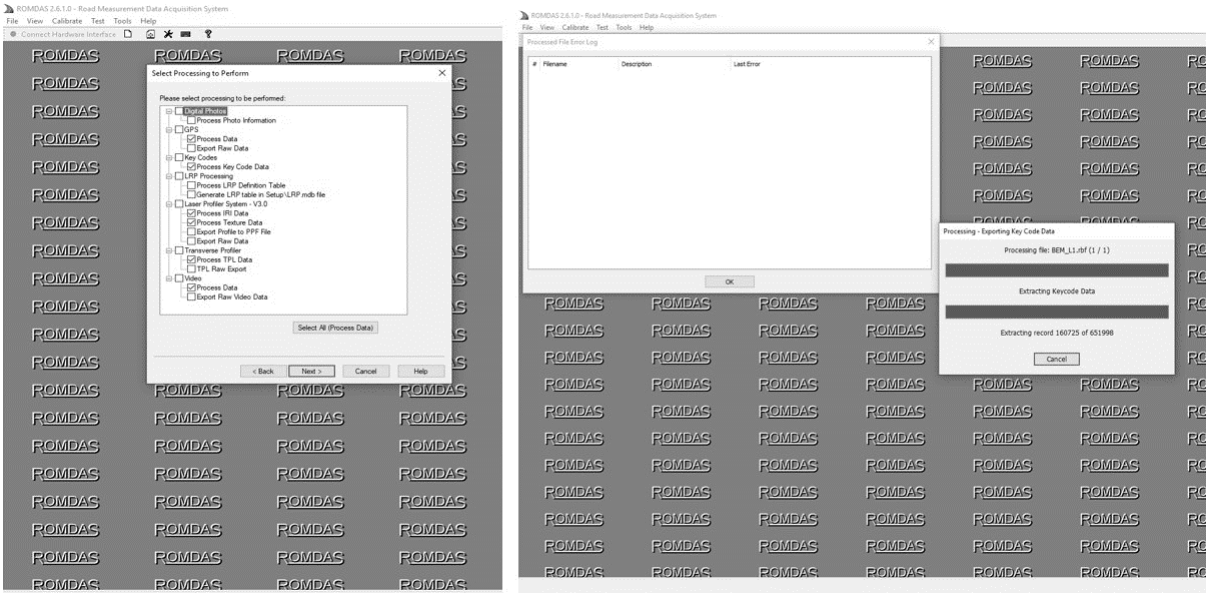
ที่ปรึกษาจะต้องทำการถ่ายภาพถนนและพื้นที่ภายในบริเวณเขตทางทั้งสองข้างทาง โดยใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพวีดีโอหรือภาพถ่ายต่อเนื่องที่สามารถนำมาประมวลผลข้อมูลให้เป็นภาพเคลื่อนไหวได้ โดยรายละเอียด ดังนี้

- ความละเอียดของภาพขั้นต่ำ 1600 x 1200 พิกเซล (Pixels) ปรับความละเอียดได้สูงสุด 3200 x 2200 พิกเซล (Pixels) และสามารถเก็บภาพได้คมชัดในสภาวะแสงน้อยถึงน้อยมากได้
- สามารถเก็บข้อมูลสภาพผิวทางครอบคลุมถึงผิวจราจร ไหล่ทาง ป้ายจราจร ราวกันอันตราย ไฟสัญญาณจราจร ไฟฟ้าส่องสว่าง อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยต่าง ๆ และทรัพย์สินทางหลวงอื่น ๆ ที่อยู่ภายในระยะห่างจากขอบผิวทางออกไปไม่น้อยกว่า 25 เมตร
- ภาพวีดีโอ หรือภาพถ่ายต่อเนื่องที่สัมพันธ์กับตำแหน่งระยะทางบนสายทางได้
- ในกรณีภาพถ่ายที่ทำการเก็บข้อมูลสำรวจมีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้ที่ปรึกษาทำการสำรวจเก็บภาพถ่าย ณ จุดนั้น ๆ ใหม่ โดยไม่มีข้อยกเว้น

รูปที่ 1-11 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง

1.4 การประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจ

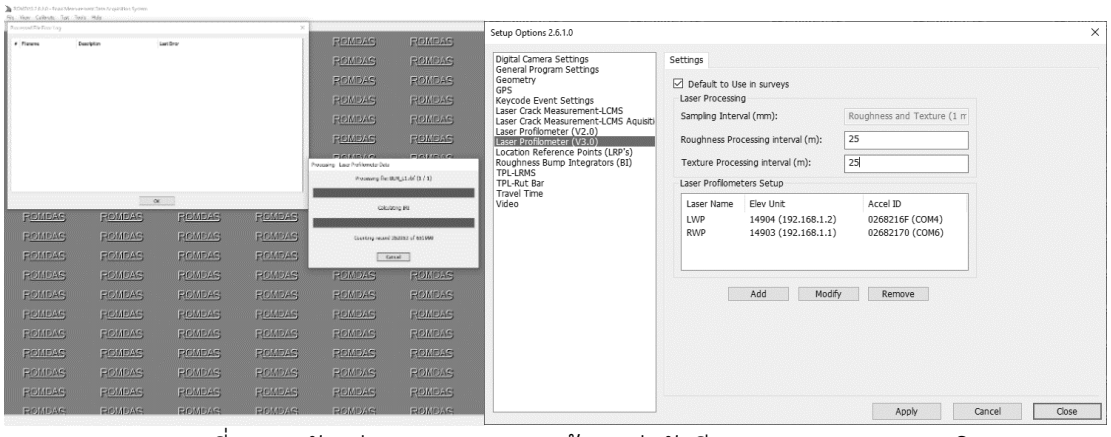
ที่ปรึกษาจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ อย่างน้อยตามที่มีในระบบฐานข้อมูล Roadnet หลังจากได้ข้อมูลจากการสำรวจแล้ว ทางคณะที่ปรึกษาจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาทำการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ Romdas โดยข้อมูลที่นำมาประมวลผลจะประกอบด้วย ข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์ ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) และข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทาง



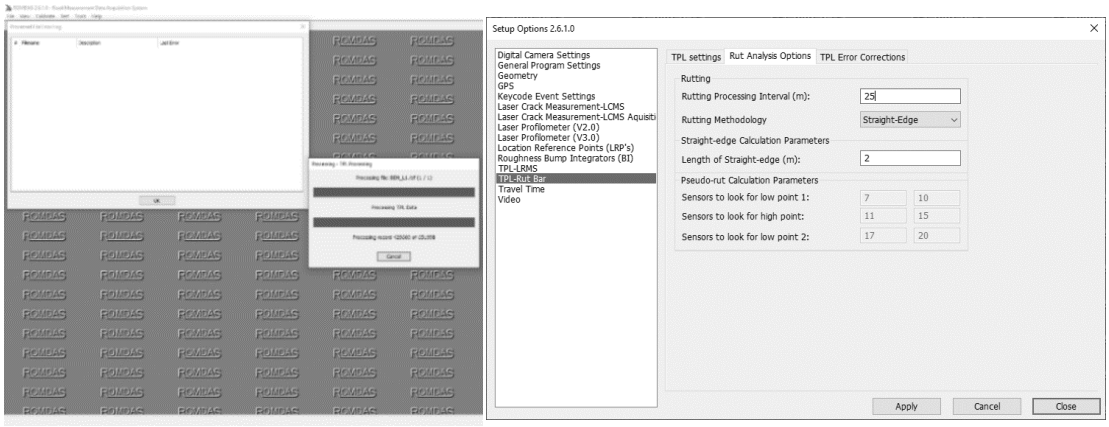
รูปที่ 1-12 ซอฟต์แวร์ Romdas

1.4.1 การประมวลผลข้อมูลจากชุดเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทางประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

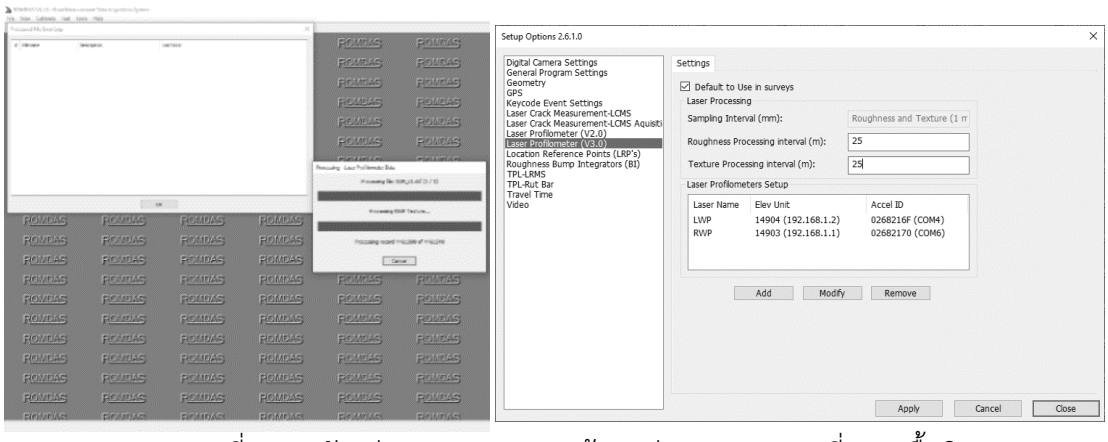
- ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า
- ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า
- ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ทำการคำนวณทุกระยะ 25 เมตร หรือน้อยกว่า



รูปที่ 1-13 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลของผิวทาง



รูปที่ 1-14 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความลึกร่องล้อบนผิวทาง

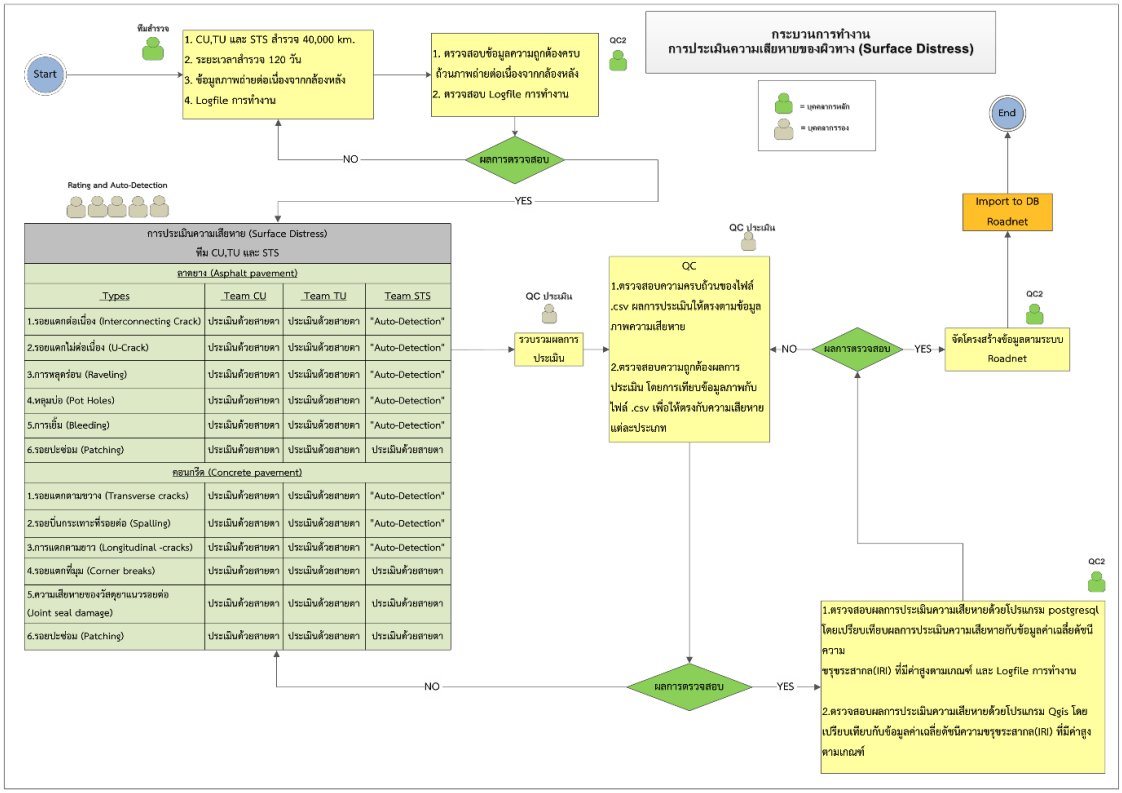


รูปที่ 1-15 ตัวอย่างการประมวลผลข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง

1.4.2 การประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง ประกอบด้วยการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่ายที่ปรึกษาจะต้องประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนผิวทาง จากภาพถ่ายในข้อ 4.3.3 ประกอบด้วย รอยแตก รอยปะ หลุมบ่อ และปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัด ทางภูมิศาสตร์ ทั้งนี้ ให้ทำการประมวลผลข้อมูลความเสียหายโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย

กระบวนการประมวลผลข้อมูลสภาพผิวทาง ซึ่งประกอบด้วยการประมวลผลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่ายที่มีเจ้าหน้าที่ที่ทำการศึกษารูปแบบความเสียหายเป็นอย่างดีเป็นผู้ประเมิน นอกจากนั้น ยังได้มีการศึกษากระบวนการ Auto Crack Detection ที่ได้จากอุปกรณ์ Laser บนรถสำรวจ เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากกล้องบันทึกภาพ โดยจะแบ่งการประมวลผลออกเป็น การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยางและผิวคอนกรีต ซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้บุคลากรบันทึกความเสียหายที่ตรวจพบจากภาพถ่ายผิวทาง โดยการประมวลผลข้อมูลความเสียหายของผิวถนนต่าง ๆ มีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 1-16 กระบวนการทำงานข้อมูลสภาพผิวทาง

1. การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวลาดยาง

ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวลาดยาง ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ทำให้การประมวลผลข้อมูลความเสียหาย ช่วยในการประเมินด้วยผู้ชำนาญการ เพื่อวิเคราะห์ความเสียหายทุก 25 เมตร โดยความเสียหายจากถนนผิวลาดยางที่จะวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1-9

ตารางที่ 1-9 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ผิวทางลาดยาง			
ลำดับที่	**ประเภทความเสียหาย**	**การวัด**	**หน่วยการวัด**
1	รอยแตกต่อเนื่อง (Interconnected Crack)	พื้นที่	ตารางเมตร/กม.
2	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack)	ความยาว	เมตร/กม.
3	การเยิ้มของลาดยาง (Bleeding)	พื้นที่	ตารางเมตร/กม.
4	การหลุดร่อน (Raveling)	พื้นที่	ตารางเมตร/กม.
5	หลุมบ่อ (Pot Holes)	พื้นที่	ตารางเมตร/กม.
6	รอยปะซ่อม (Patching)	พื้นที่	ตารางเมตร/กม.

2. การประมวลผลข้อมูลความเสียหายของถนนผิวคอนกรีต

ที่ปรึกษาจะประเมินปริมาณความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ปรากฏบนถนนผิวคอนกรีต ซึ่งข้อมูลประเภทและปริมาณความเสียหายจะถูกบันทึกโดยอ้างอิงกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ทำให้การประมวลผลข้อมูลความเสียหายช่วยในการประเมินด้วยผู้ชำนาญการ โดยหน่วยการวัดความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตจะแตกต่างจากหน่วยการวัดความเสียหายของถนนผิวลาดยาง เช่น รอยแตกตามขวางของถนนผิวลาดยางจะมีหน่วยการวัดเป็นความยาว (เมตร) ส่วนรอยแตกตามขวางของถนนผิวคอนกรีตจะมีหน่วยการวัดเป็นจำนวนแผ่น/กิโลเมตร เป็นต้น ซึ่งความเสียหายจากถนนผิวคอนกรีตที่จะวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1-10

ตารางที่ 1-10 การจำแนกประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	**ประเภทความเสียหาย**	**หน่วยการวัด**
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)	จำนวนแผ่น/กม.
2	รอยบิ่นกระเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
3	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)	จำนวนแผ่น/กม.

ผิวทางคอนกรีต		
ลำดับที่	**ประเภทความเสียหาย**	**หน่วยการวัด**
4	รอยแตกที่มุม (Corner breaks)	จำนวน/กม.
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint seal damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร

- ค่าความเสียหายที่ได้จากระบบ Auto Crack Detection ที่ได้จากอุปกรณ์ Laser ที่ทำการบันทึกข้อมูลความเสียหายและประมวลผลเป็นค่าความเสียหายของผิวทาง โดยมีผลการเปรียบเทียบกับการประเมินด้วยสายตา ดังนี้

1. การตรวจสอบค่าความเสียหายมีวิธีการดังนี้

1) การประเมินความเสียหายจากระบบ Auto Crack Detection ทำโดยการใช้ข้อมูล Laser Crack Measurement (LCMS) ประมวลผลผ่านโปรแกรม ROMDAS processing โดยมีการกำหนดค่าความเสียหายที่ตรวจสอบตามเกณฑ์ที่มีการศึกษาไว้ก่อนหน้า ทั้งในด้านประเภทความเสียหาย ค่าระดับความรุนแรง รวมไปถึงพื้นที่ของประเภทความเสียหายนั้น ๆ ดังนี้ (1) Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Survey, ASTM International, 2008 และ (2) DISTRESS IDENTIFICATION MANUAL for the Long-Term Pavement Performance Program, Federal Highway Administration, 2014 และความเสียหายบางส่วนที่ประเมินจากสายตาด้วยโปรแกรม ROMDAS dataview (ดังตารางที่ 1-11)

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

Distress Idenification	Severity			unit	remark
	LOW	MEDIUM	HIGH		
Cracks_depth	0	0-10	>10	mm	
Cracks_lenght	<10	10-75	>75	mm	
bleeding	0	1	2	m^2	
Pothole_ depth (diameter = 150-750 mm)	<25	25-50	>50	mm	ลาดยาง = หลุมบ่อ คอนกรีต = รอยบิ่นกะเทาะ
Raveling (diameter <10 mm, depth<13 mm)	0	0	100	m^2	raveling index threshold
Patching				m^2	ประเมินจากสายตาด้วยโปรแกรม ROMDAS dataview
joint seal crack				m	ประเมินจากสายตาด้วยโปรแกรม ROMDAS dataview

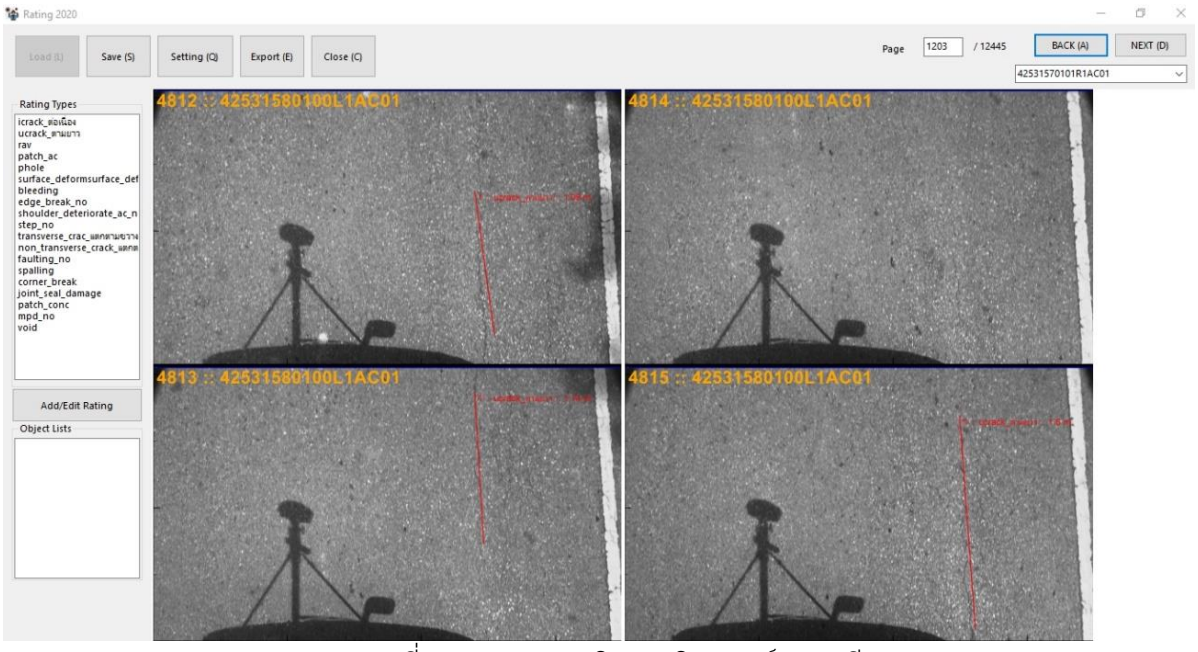
2) การประเมินความเสียหายด้วยสายตา ทำโดยการใช้โปรแกรม POP ในการตรวจสอบภาพถ่ายผิวถนน เพื่อระบุประเภทความเสียหายการประเมินความเสียหายทั้งจากระบบ Auto Crack Detection กับการประเมินด้วยสายตา นำมาแปลผลและเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 1-12

ตารางที่ 1-12 เปรียบเทียบค่าการประเมินความเสียหายทั้งจากระบบ Auto Crack Detection กับการประเมินด้วยสายตา

ลาดยาง (Asphalt pavement)				
Roadnet	POP (ประเมินด้วยสายตา)	Romdas		unit
		Types	Method	
รอยแตกต่อเนื่อง	icrack	transverse longitudinal	auto detection	ตร.ม
รอยแตกไม่ต่อเนื่อง	ucrack	alligator/multiple	auto detection	ม.
การหลุดร่อน	rav	raveling	auto detection	ตร.ม
การเยิ้ม	bleeding	bleeding	auto detection	ตร.ม
รอยปะซ่อม	patch_ac	patch_ac	ประเมินด้วยสายตา	ตร.ม
หลุมบ่อ	phole	pothole	auto detection	ตร.ม
คอนกรีต (Concrete pavement)				
Roadnet	POP by virtual	Romdas		unit
		Types	Method	
รอยปะซ่อม	patch_conc	patch_cc	ประเมินด้วยสายตา	ตร.ม
รอยบิ่นกะเทาะ	spalling	pothole	auto detection	จุด
จำนวนแผ่นแตกตามขวาง	transverse_crack	transverse	auto detection	แผ่น
จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง	non_transverse_crack	longitudinal	auto detection	แผ่น
วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย	joint_seal_damage	joint seal crack	ประเมินด้วยสายตา	ม.
มุมแตก	corner_break	corner_break	ประเมินด้วยสายตา	จุด

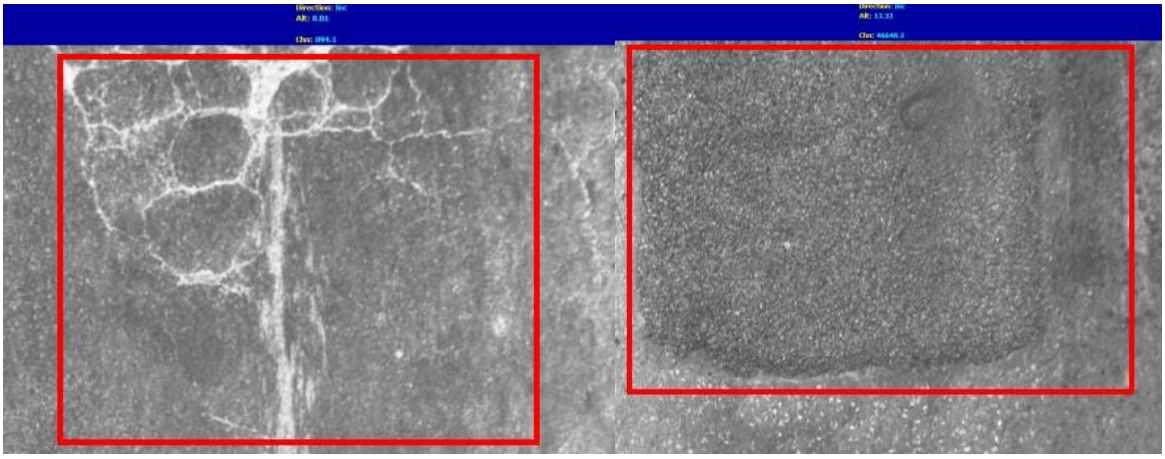
ตัวอย่างข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย

ตัวอย่างข้อมูลที่ได้การประเมินและวิเคราะห์ความเสียหาย



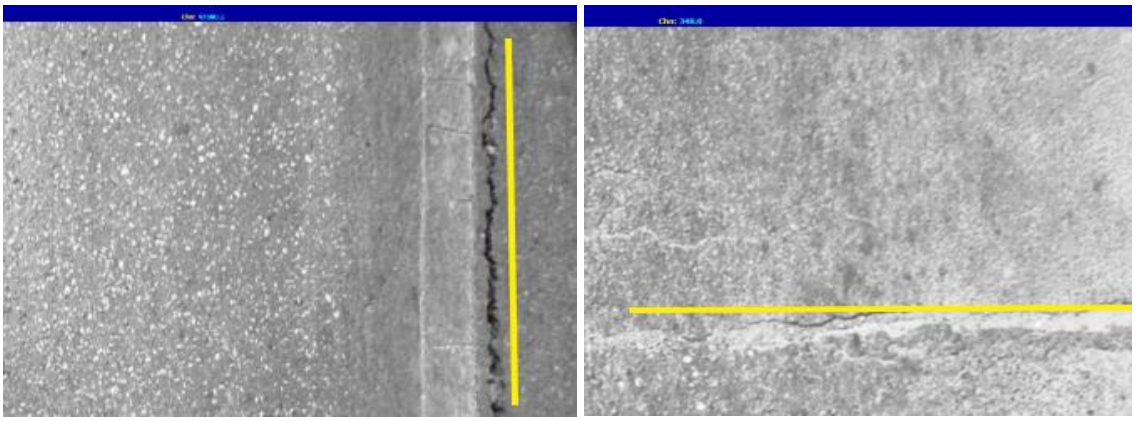
รูปที่ 1-17 การประเมินและวิเคราะห์ความเสียหาย

จากข้อมูลภาพถ่ายต่อเนื่อง ROMDAS พื้นผิวลาดยางแสดงวิธีการประเมินความเสียหายประเภทรอยแตกต่อเนื่อง (Interconnecting Crack) ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินโดยใช้เครื่องมือตามประเภทความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วทำการประเมินในโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหาย ซึ่งจะวัดเป็นพื้นที่มีหน่วยวัดเป็นตารางเมตร ทั้งนี้ ในส่วนของความเสียหายประเภทการหลุดร่อน (Raveling) , หลุมบ่อ (Pot Holes) และรอยปะซ่อม (Patching) จะประเมินในรูปแบบการวัดเป็นหน่วยพื้นที่ด้วยดังรูปที่ 1-18



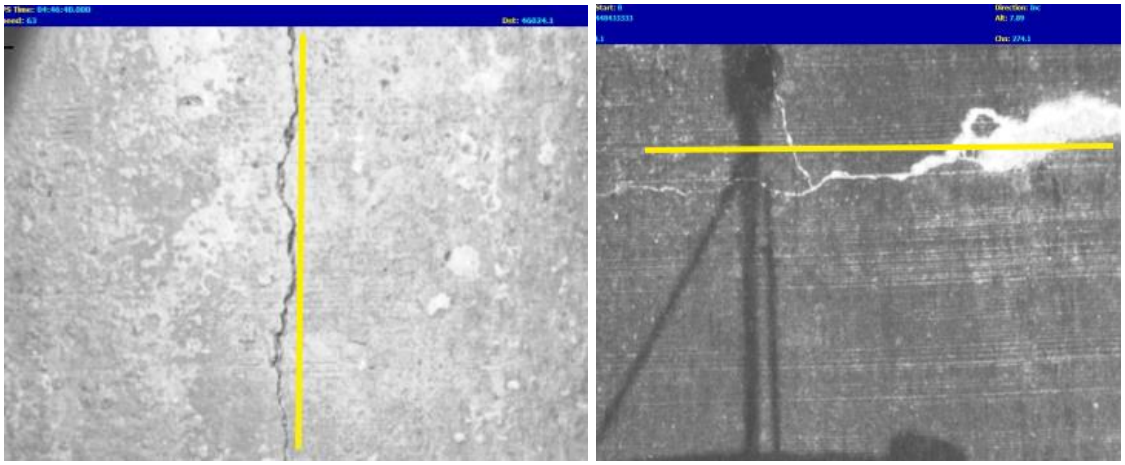
รูปที่ 1-18 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวลาดยางประเภทรอยแตกต่อเนื่อง (Interconnecting Crack) และรอยปะซ่อม (Patching)

จากข้อมูลภาพถ่ายต่อเนื่อง ROMDAS พื้นผิวลาดยางแสดงวิธีการประเมินความเสียหายประเภทรอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack) ที่มีลักษณะขนานไปกับถนนเป็นรอยแตกตามยาว และตั้งฉากกับถนนเป็นรอยแตกตามขวาง ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินโดยใช้เครื่องมือตามประเภทความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วทำการประเมินในโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหาย ซึ่งจะวัดเป็นความยาวมีหน่วยวัดเป็นเมตรตามระยะทางจริงที่อ้างอิงจากพิกัดภูมิศาสตร์ตัวอย่างดังรูปที่ 1-19



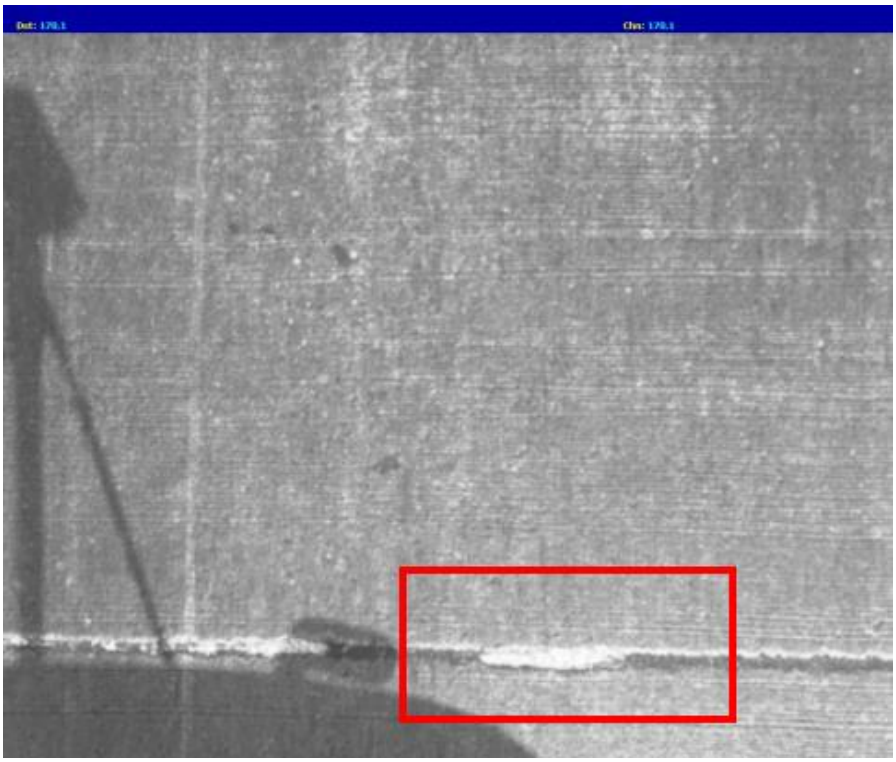
รูปที่ 1-19 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวลาดยางประเภทรอยแตกไม่ต่อเนื่อง (U-Crack)

จากข้อมูลภาพถ่ายต่อเนื่อง ROMDAS พื้นผิวคอนกรีตแสดงวิธีการประเมินความเสียหายประเภทรอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks) และรอยแตกตามขวาง (Transverse cracks) ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินโดยใช้เครื่องมือตามประเภทความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วทำการประเมินในโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหาย ซึ่งจะวัดเป็น จำนวนแผ่น/กม. ตัวอย่างดังรูปที่ 1-20



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

จากข้อมูลภาพถ่ายต่อเนื่อง ROMDAS พื้นผิวคอนกรีตแสดงวิธีการประเมินความเสียหายประเภทรอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling) ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินโดยใช้เครื่องมือตามประเภทความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วทำการประเมินในโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหาย ซึ่งจะวัดเป็นจุด มีหน่วยวัดเป็นร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวางคอนกรีตตัวอย่างดังรูปที่ 1-21



รูปที่ 1-21 วิธีการประเมินความเสียหายชนิดพื้นผิวคอนกรีต
ประเภทรอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling)

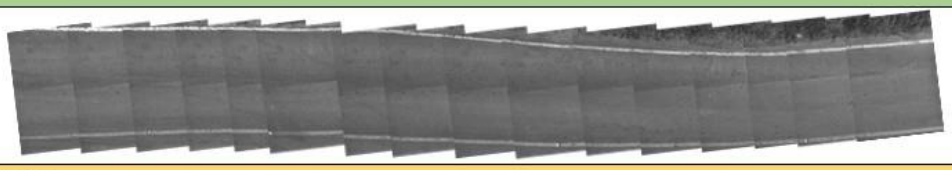
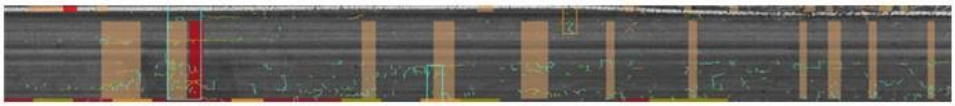
รูปที่ 1-22 ความละเอียดภาพถ่ายสภาพความเสียหายผิวทาง (Distress)

2. ผลการตรวจสอบค่าความเสียหาย

การตรวจสอบค่าความเสียหายจากระบบ Auto Crack Detection กับการประเมินด้วยสายตา โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวถนนลาดยางบนทางหลวงหมายเลข 1257 ตอนควบคุม 100 แขวงทางหลวงน่านที่ 1 และความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวถนนคอนกรีต บนทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 402 แขวงทางหลวงสระบุรี เมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าความเสียหายจะแสดงผลดังรูปที่ 1-23 ถึง รูปที่ 1-36

1) ความเสียหายบนผิวถนนลาดยาง (Asphalt pavement) บนทางหลวงหมายเลข 1257 ตอนควบคุม 100 แขวงทางหลวงน่านที่ 1

1.1 STA 2+025 – 2+050

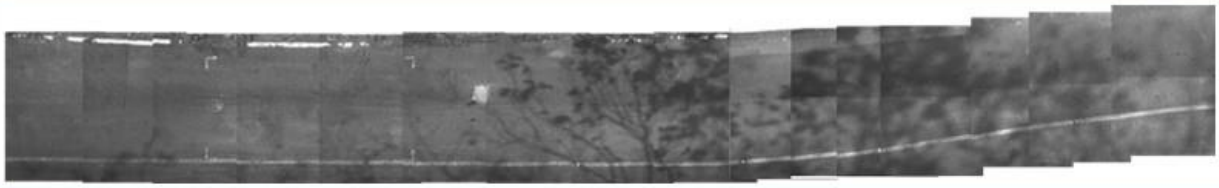
STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
2+025 - 2+050	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	0.00	0.00
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	0.00	0.66	0.66
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.17	0.17
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม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

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

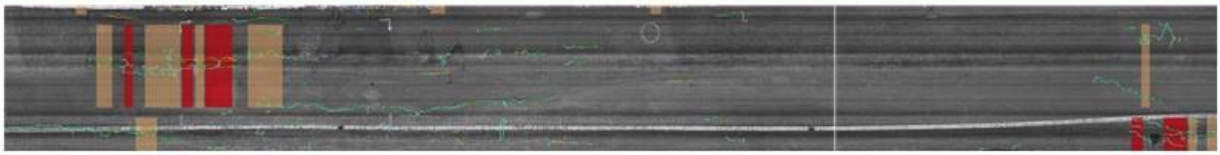
1.2 STA 2+425 – 2+450

STA	รายการ ความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
2+425 - 2+450	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	0.00	0.00
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	0.00	2.28	2.28
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.19	0.19
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	9.98	10.30	0.32
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00

รูปภาพรถ HAWKEYE



รูปภาพรถ ROMDAS



รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

1.3 STA 3+725 – 3+750

STA	รายการ ความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
3+725 - 3+750	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	3.21	5.69	2.48
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	5.25	10.84	5.59
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00

รูปภาพรถ HAWKEYE

รูปภาพรถ ROMDAS

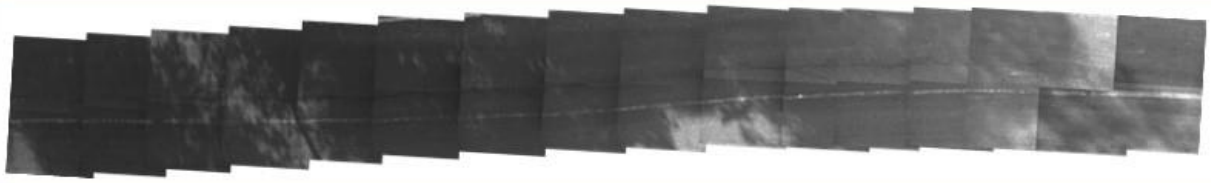
รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

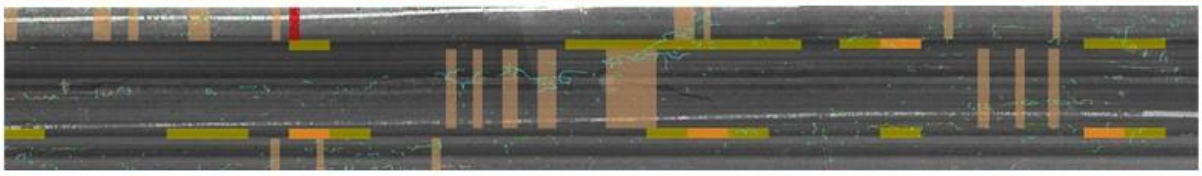
1.4 STA 3+750 – 3+775

STA	รายการ ความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
3+750 - 3+775	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	0.00	0.00
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	3.20	3.85	0.65
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	2.47	6.82	4.35
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00

รูปภาพรถ HAWKEYE



รูปภาพรถ ROMDAS



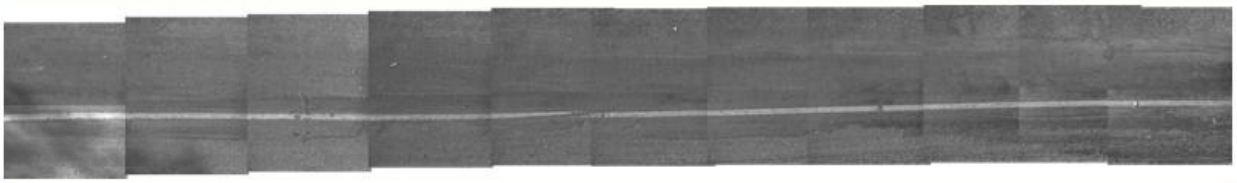
รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

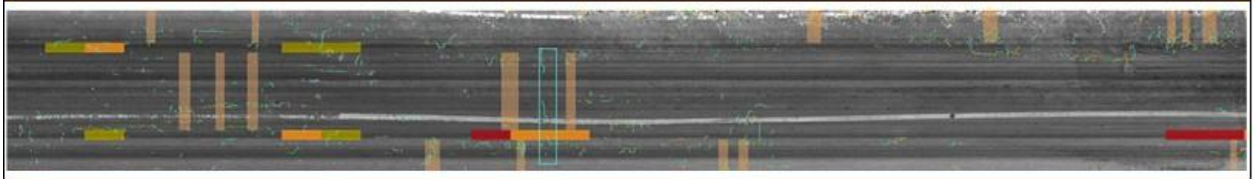
1.5 STA 3+775 – 3+800

STA	รายการ ความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
3+775 - 3+800	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	0.00	0.00
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	0.00	1.86	1.86
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	0.00	3.02	3.02
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00

รูปภาพรถ HAWKEYE



รูปภาพรถ ROMDAS



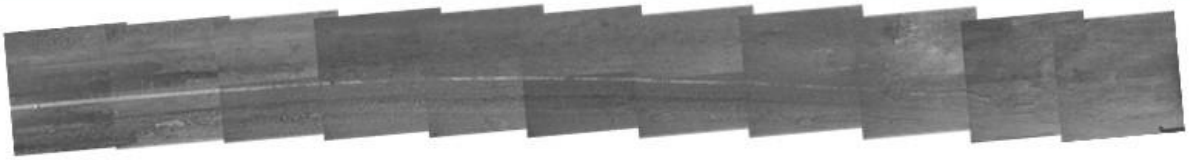
รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

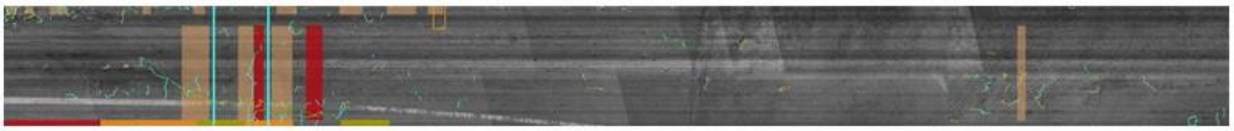
1.6 STA 3+800 – 3+825

STA	รายการ ความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
3+800 - 3+825	icrack	transverse/longitudinal	รอยแตกต่อเนื่อง (ม.)	0.00	1.41	1.41
	ucrack	alligator/multiple	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง (ตร.ม.)	0.35	2.13	1.78
	rav	raveling	การหลุดร่อน (ตร.ม.)	0.57	0.71	0.14
	bleeding	bleeding	การเยิ้ม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	patch_ac	patch_ac	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	phole	pothole	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00

รูปภาพรถ HAWKEYE



รูปภาพรถ ROMDAS

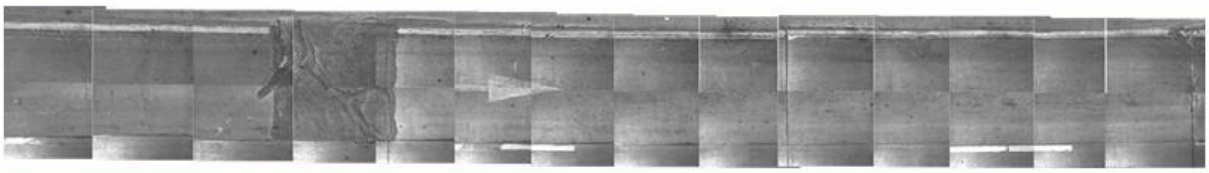


รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

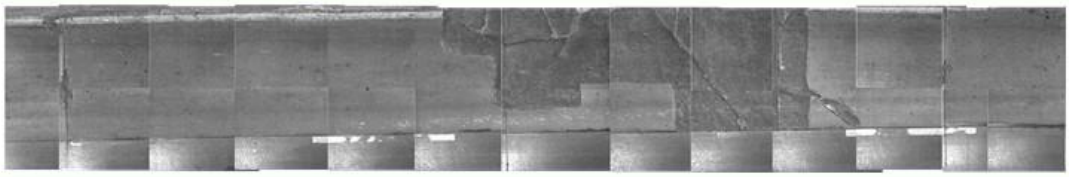
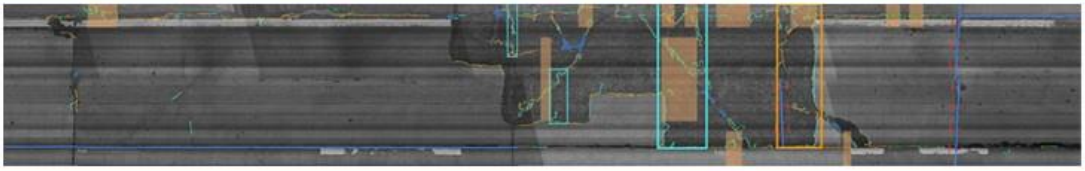
2) ความเสียหายบนผิวถนนคอนกรีต (Concrete pavement) บนทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 402 แขวงทางหลวงสระบุรี

2.1 STA 96+700 – 96+725

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+700 - 96+725	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	6.49	7.05	0.56
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	1	2	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	0	1	1
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	0	0	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	0	0	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

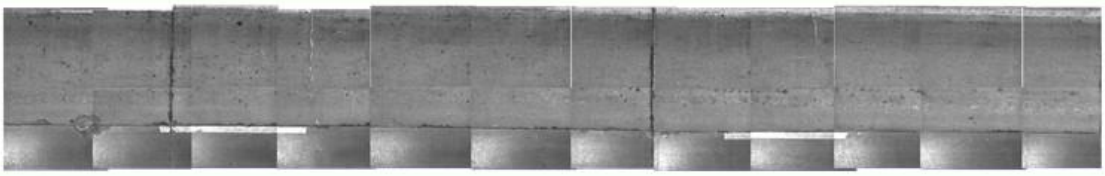
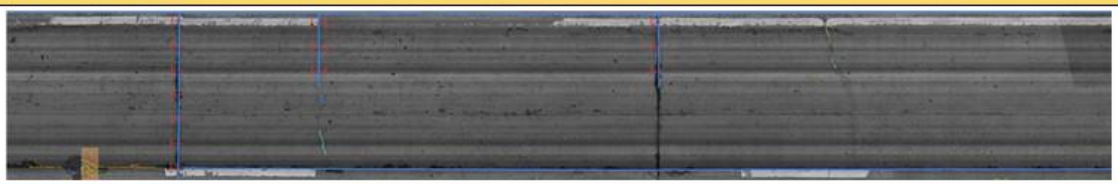
รูปที่ 1-29 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+700 – 96+725

2.2 STA 96+725 – 96+750

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+725 - 96+750	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	22.79	22.95	0.16
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	0	1	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	0	1	1
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	0	1	1
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	0	0	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

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

2.3 STA 96+750 – 96+775

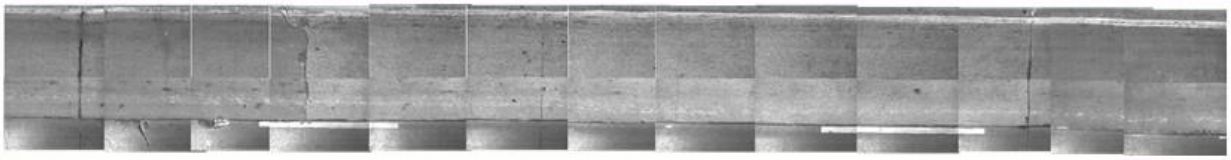
STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+750 - 96+775	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	0	1	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	1	2	1
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	1	1	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	0	0	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

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

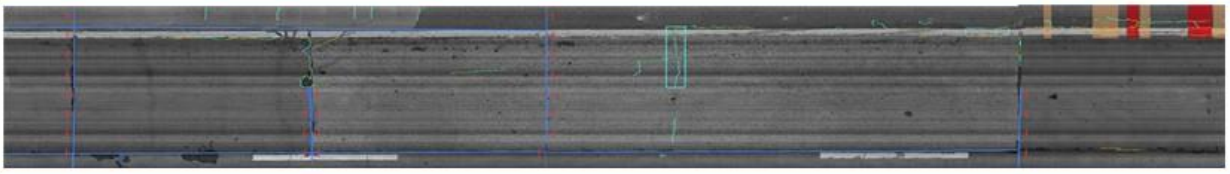
2.4 STA 96+775 – 96+800

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+775 - 96+800	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	0	1	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	1	2	1
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	1	1	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	1	1	0

รูปภาพรถ HAWKEYE



รูปภาพรถ ROMDAS



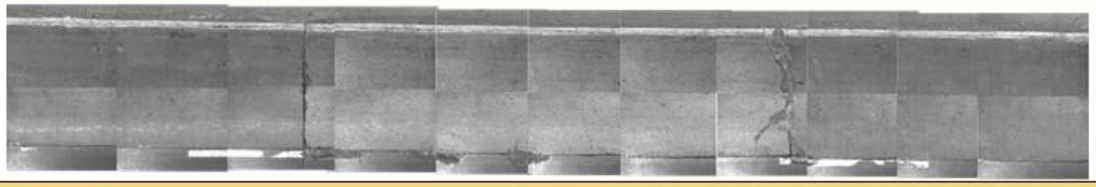
รูปภาพกล้องหน้ารถ

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

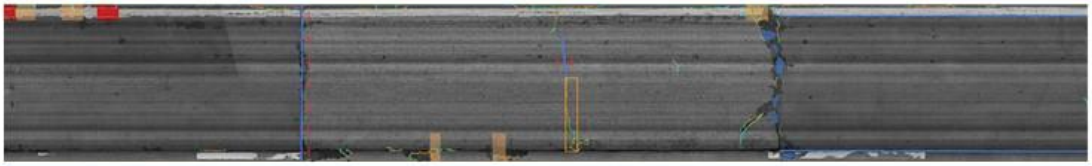
2.5 STA 96+800 – 96+825

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+800 - 96+825	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	1	2	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	1	1	0
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	2	1	1
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	1	1	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	0	0	0

รูปภาพรถ HAWKEYE



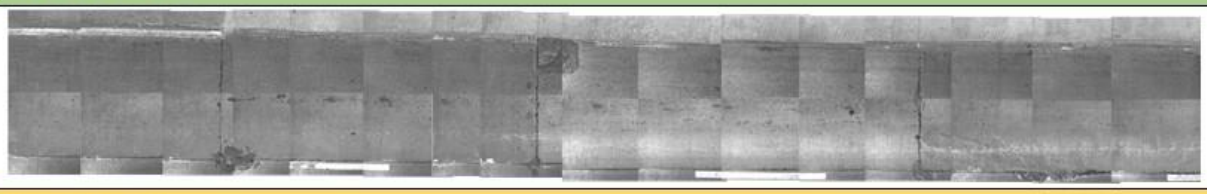
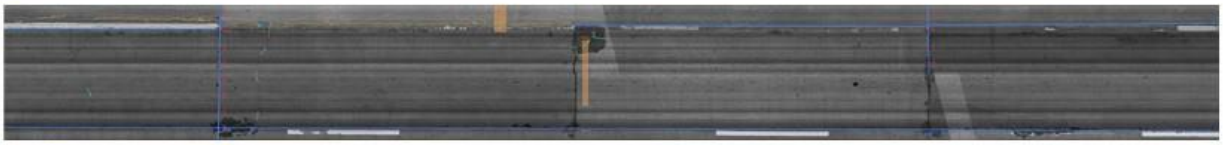
รูปภาพรถ ROMDAS



รูปภาพกล้องหน้ารถ

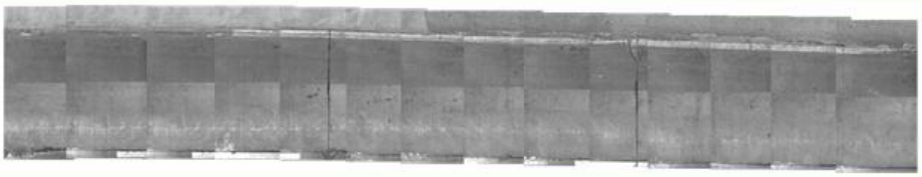
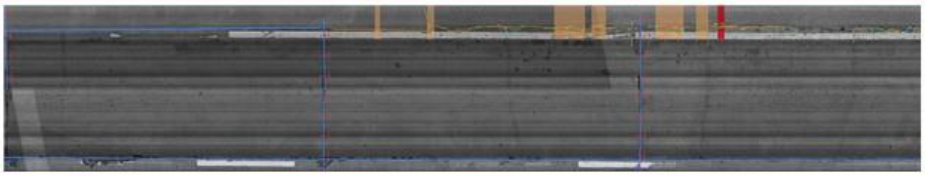
รูปที่ 1-33 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+800 – 96+825

2.6 STA 96+825 – 96+850

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+825 - 96+850	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.91	0.51	0.40
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	1	1	0
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	0	0	0
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	0	0	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (ม.ตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	0	0	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

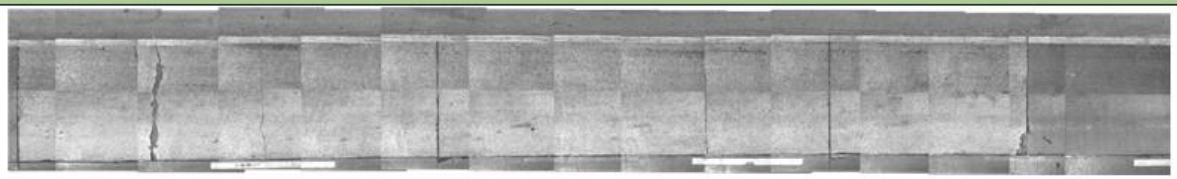
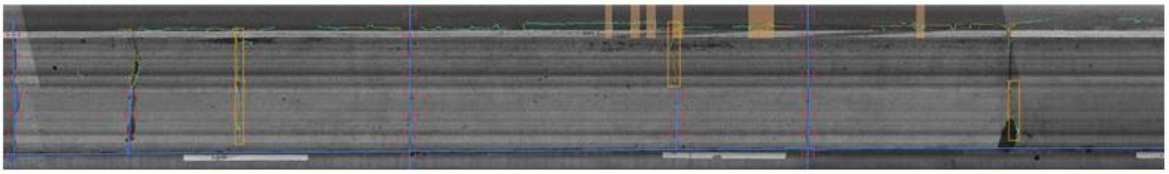
รูปที่ 1-34 เปรียบเทียบค่าความเสียหายที่ STA 96+825 – 96+850

2.7 STA 96+850 – 96+875

STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+850 - 96+875	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	0.00	0.00	0.00
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	0	1	1
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	0	0	0
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	0	0	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (เมตร)	0	0	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	1	1	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

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

2.8 STA 96+900 – 96+925

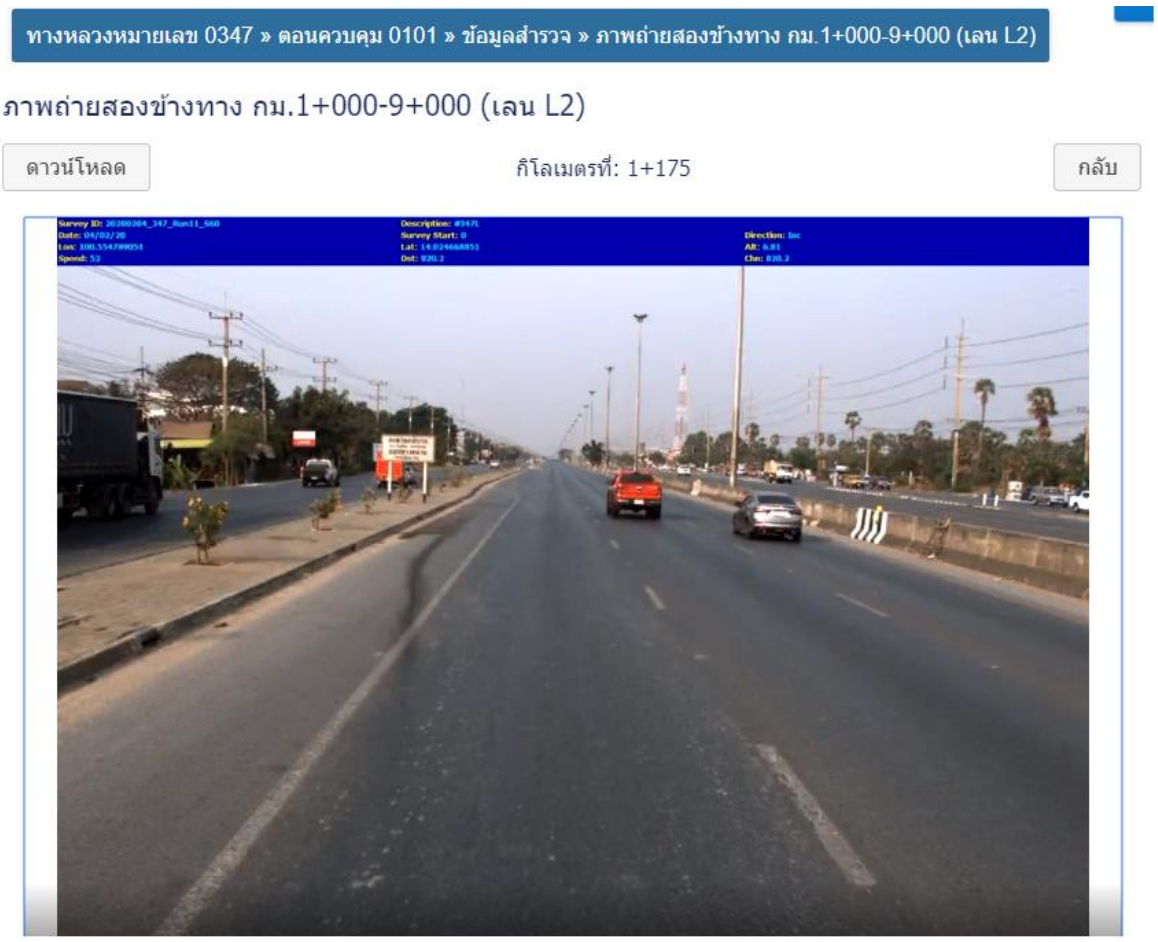
STA	รายการความเสียหาย			ค่าความเสียหาย		ผลต่าง
	POP	ROMDAS	Roadnet	POP	ROMDAS	
96+875 - 96+900	patch_conc	patch_cc	รอยปะซ่อม (ตร.ม)	0.00	0.00	0.00
	spalling	pothole	รอยบิ่นกะเทาะ (จุด)	1	1	0
	transverse_crack	transverse	จำนวนแผ่นแตกตามขวาง (แผ่น)	1	2	1
	non_transverse_crack	longitudinal	จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง (แผ่น)	0	0	0
	joint_seal_damage	seal crack	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (เมตร)	1	1	0
	corner_break	corner_break	มุมแตก (จุด)	1	1	0
รูปภาพรถ HAWKEYE						
						
รูปภาพรถ ROMDAS						
						
รูปภาพกล้องหน้ารถ						

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

จากตารางที่ 3-2 พบว่าข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันต่ำ คือ รอยบิ่นกะเทาะ เนื่องจากเครื่องมือ LCMS จะเก็บข้อมูลตามแนวขวางทุก ๆ 1 มิลลิเมตร เป็นจำนวน 4,096 จุด และเก็บข้อมูลต่อเนื่องในแนวยาวทุก ๆ 5 มิลลิเมตร ภาพพื้นถนนจะถูกสร้างขึ้นจากข้อมูล laser ทำให้สามารถลดปัญหาการเกิดเงาบนภาพ เห็นพื้นผิวถนนได้ชัดเจน จำนวนจุดข้อมูลมากและละเอียด จากนั้นระบบ Auto Crack Detection จะหาค่าความเสียหายประเภทต่างๆ โดยอัตโนมัติจากข้อมูลจุด laser ที่ประมวลผลออกมาเป็นภาพผิวทาง 3 มิติ ทำให้ค่าความเสียหายที่ตรวจพบมีมากกว่าการประเมินด้วยสายตามนุษย์ที่มองจากภาพถ่ายผิวทาง ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดเงาจากการถ่ายภาพ ทำให้การประเมินคลาดเคลื่อนได้ หรือความเสียหายที่มีขนาดเล็กสายตามนุษย์ก็ไม่สามารถมองเห็น (รายละเอียดระบุไว้ในภาคผนวก ข)

1.4.3 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายถนนและสองข้างทางจะต้องทำการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายทางที่มีความละเอียด 1600 x 1200 ในรูปแบบไฟล์ JPEG หรือดีกว่า

ข้อมูลภาพที่ได้จากการสำรวจสายทาง จะถูกนำมาประมวลผลที่ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1600 x 1200 pixel ในรูปแบบของไฟล์ JPEG หรือดีกว่า ซึ่งข้อมูลที่ได้จากชุดอุปกรณ์บันทึกภาพภายในเขตทาง จะประกอบด้วย ไหล่ทาง ป้ายจราจร หลักกิโลเมตร ราวกันอันตราย ไฟสัญญาณจราจร ไฟฟ้าส่องสว่าง อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย ในการแสดงข้อมูล VDO หรือภาพเคลื่อนไหว จะมีคำอธิบายแสดงข้อมูลหลักกิโลเมตรผ่านหน้าระบบ Roadnet ให้ทราบถึงหลักกิโลเมตรของภาพอยู่ช่วงหลักกิโลเมตรที่เท่าไหร่ ดังรูปที่ 1-37



รูปที่ 1-37 ผลลัพธ์การประมวลผลแสดงเป็นวิดีโอ บนระบบ Roadnet

1.4.4 การประมวลผลข้อมูลการสำรวจในรูปแบบของแผนที่ (GIS) โดยพิจารณาถึงระบบพิกัดอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานและสามารถจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้อย่างเหมาะสม เช่น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Systems) พื้นหลักฐานอ้างอิง (WGS84) หากมีหรือระบบพิกัดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาขั้นต้น โดยสามารถระบุตำแหน่งข้อมูลการสำรวจแบบสัมพันธ์ (Relative location) หรือแบบหลักกิโลเมตรตามระบบทะเบียนทางหลวงปัจจุบันที่ใช้อ้างอิงขณะที่ทำการสำรวจ โดยต้องประมวลผลชุดข้อมูลดังต่อไปนี้

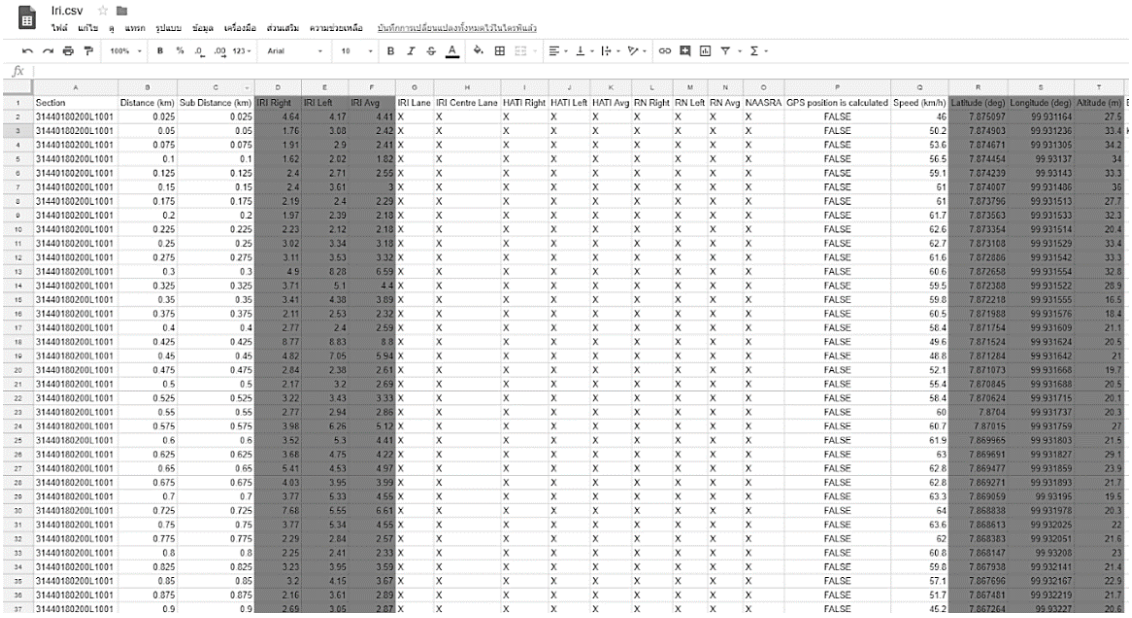
- ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)
- ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)
- ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD)
- ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จากโปรแกรมวิเคราะห์ความเสียหายผิวทางจากภาพถ่าย

ตัวอย่างข้อมูล Rutting, IRI และ MPD ที่ได้จากการประมวลผลดังรูปที่ 1-38 ถึง รูปที่ 1-40

Rut.csv

Section	Distance (km)	Sub Distance (km)	Rut Right	Rut Left	Rut Lane	GPS position is calculated	Speed (km/h)	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Altitude (m)	Events
31440180200L1001	0.025	0.025	0.1	4.709	4.709	FALSE	46	7.875097	99.931164	27.5	
31440180200L1001	0.05	0.05	0.156	6.647	6.647	FALSE	50.2	7.874903	99.931236	33.4	Kilometer Stone
31440180200L1001	0.075	0.075	0.132	4.13	4.14	FALSE	53.6	7.874671	99.931305	34.2	
31440180200L1001	0.1	0.1	0.11	1.994	1.998	FALSE	56.5	7.874454	99.93137	34	
31440180200L1001	0.125	0.125	0.733	2.942	3.106	FALSE	59	7.874239	99.93143	33.3	
31440180200L1001	0.15	0.15	0.89	4.147	4.558	FALSE	61	7.874007	99.931486	36	
31440180200L1001	0.175	0.175	0.123	2.311	2.322	FALSE	61	7.873796	99.931513	27.7	
31440180200L1001	0.2	0.2	0.109	0.529	0.578	FALSE	61.7	7.873563	99.931533	32.3	
31440180200L1001	0.225	0.225	0.102	1.024	1.034	FALSE	62.6	7.873354	99.931514	20.4	
31440180200L1001	0.25	0.25	0.125	2.915	2.915	FALSE	62.7	7.873108	99.931529	33.4	
31440180200L1001	0.275	0.275	0.791	5.084	5.315	FALSE	61.6	7.872886	99.931542	33.3	
31440180200L1001	0.3	0.3	1.276	3.977	4.422	FALSE	60.7	7.872658	99.931554	32.8	
31440180200L1001	0.325	0.325	1.723	3.543	3.968	FALSE	59.5	7.872388	99.931522	28.9	
31440180200L1001	0.35	0.35	0.743	2.283	2.913	FALSE	59.8	7.872218	99.931555	16.5	
31440180200L1001	0.375	0.375	0.133	3.913	3.915	FALSE	60.5	7.871988	99.931576	18.4	
31440180200L1001	0.4	0.4	0.482	4.389	4.389	FALSE	58.5	7.871754	99.931609	21.1	
31440180200L1001	0.425	0.425	1.609	2.108	2.965	FALSE	49.7	7.871524	99.931624	20.5	
31440180200L1001	0.45	0.45	0.204	6.727	6.727	FALSE	48.8	7.871284	99.931642	21	
31440180200L1001	0.475	0.475	0.323	7.077	7.077	FALSE	52	7.871073	99.931668	19.7	
31440180200L1001	0.5	0.5	1.459	3.931	3.979	FALSE	55.3	7.870845	99.931688	20.5	
31440180200L1001	0.525	0.525	0.287	0.358	0.574	FALSE	58.4	7.870624	99.931715	20.1	
31440180200L1001	0.55	0.55	0.694	2.301	2.357	FALSE	60	7.8704	99.931737	20.3	
31440180200L1001	0.575	0.575	1.472	6.403	7.403	FALSE	60.7	7.87015	99.931759	27	
31440180200L1001	0.6	0.6	0.756	8.522	8.608	FALSE	61.9	7.869965	99.931803	21.5	
31440180200L1001	0.625	0.625	1.09	14.859	14.859	FALSE	63	7.869691	99.931827	29.1	
31440180200L1001	0.65	0.65	1.672	12.668	12.776	FALSE	62.8	7.869477	99.931859	23.9	
31440180200L1001	0.675	0.675	2.728	9.116	9.438	FALSE	62.8	7.869271	99.931893	21.7	
31440180200L1001	0.7	0.7	1.121	11.936	11.94	FALSE	63.3	7.869059	99.93195	19.5	
31440180200L1001	0.725	0.725	3.801	14.668	14.841	FALSE	64	7.868838	99.931978	20.3	
31440180200L1001	0.75	0.75	0.383	8.745	8.745	FALSE	63.5	7.868613	99.932025	22	
31440180200L1001	0.775	0.775	0.325	5.595	5.609	FALSE	62	7.868383	99.932051	21.6	
31440180200L1001	0.8	0.8	0.707	5.129	5.193	FALSE	60.8	7.868147	99.93208	23	
31440180200L1001	0.825	0.825	2.077	7.784	7.966	FALSE	59.8	7.867938	99.932141	21.4	
31440180200L1001	0.85	0.85	0.367	7.304	7.305	FALSE	57.1	7.867696	99.932167	22.9	
31440180200L1001	0.875	0.875	0.49	7.066	7.117	FALSE	51.8	7.867481	99.932219	21.7	
31440180200L1001	0.9	0.9	0.598	6.506	6.558	FALSE	45.2	7.867264	99.93227	20.6	

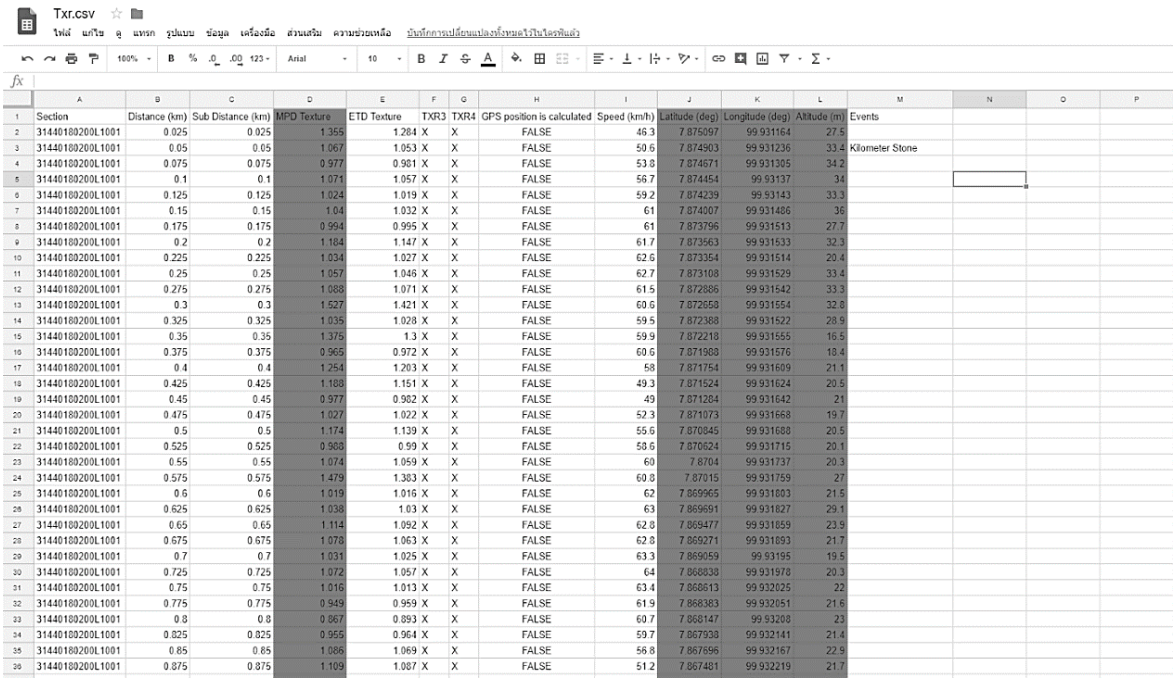
รูปที่ 1-38 ตัวอย่างข้อมูล Rutting



Iri.csv

Section	Distance (km)	Sub Distance (km)	IRI Right	IRI Left	IRI Avg	IRI Lane	IRI Centre Lane	HATI Right	HATI Left	HATI Avg	RN Right	RN Left	RN Avg	NAASRA	GPS position is calculated	Speed (km/h)	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Altitude (m)
31440180200L1001	0.025	0.025	4.64	4.17	4.41	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	46	7.875097	99.931164	27.5
31440180200L1001	0.05	0.05	1.76	3.08	2.42	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	50.2	7.874903	99.931236	33.4
31440180200L1001	0.075	0.075	1.91	2.9	2.41	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	53.6	7.874671	99.931305	34.2
31440180200L1001	0.1	0.1	1.62	2.02	1.82	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	56.5	7.874454	99.93137	34
31440180200L1001	0.125	0.125	2.4	2.71	2.55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	59.1	7.874239	99.93143	33.3
31440180200L1001	0.15	0.15	2.4	3.61	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	61	7.874007	99.931486	36
31440180200L1001	0.175	0.175	2.19	2.4	2.29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	61	7.873796	99.931513	27.7
31440180200L1001	0.2	0.2	1.97	2.39	2.18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	61.7	7.873563	99.931533	32.3
31440180200L1001	0.225	0.225	2.23	2.12	2.18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	62.6	7.873354	99.931514	20.4
31440180200L1001	0.25	0.25	3.02	3.34	3.18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	62.7	7.873108	99.931529	33.4
31440180200L1001	0.275	0.275	3.11	3.53	3.32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	61.6	7.872886	99.931542	33.3
31440180200L1001	0.3	0.3	4.9	8.28	6.59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	60.6	7.872658	99.931554	32.8
31440180200L1001	0.325	0.325	3.71	5.1	4.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	59.5	7.872388	99.931522	28.9
31440180200L1001	0.35	0.35	3.41	4.38	3.89	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	59.8	7.872218	99.931555	16.5
31440180200L1001	0.375	0.375	2.11	2.53	2.32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	60.5	7.871988	99.931576	18.4
31440180200L1001	0.4	0.4	2.77	2.4	2.59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	58.4	7.871754	99.931609	21.1
31440180200L1001	0.425	0.425	8.77	8.83	8.8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	49.6	7.871524	99.931624	20.5
31440180200L1001	0.45	0.45	4.82	7.05	5.94	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	48.8	7.871284	99.931642	21
31440180200L1001	0.475	0.475	2.84	2.38	2.61	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	52.1	7.871073	99.931668	19.7
31440180200L1001	0.5	0.5	2.17	3.2	2.69	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	55.4	7.870845	99.931688	20.5
31440180200L1001	0.525	0.525	3.22	3.43	3.33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	58.4	7.870624	99.931715	20.1
31440180200L1001	0.55	0.55	2.77	2.94	2.86	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	60	7.8704	99.931737	20.3
31440180200L1001	0.575	0.575	3.98	6.26	5.12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	60.7	7.87015	99.931759	27
31440180200L1001	0.6	0.6	3.52	5.3	4.41	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	61.9	7.869965	99.931803	21.5
31440180200L1001	0.625	0.625	3.68	4.75	4.22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	63	7.869691	99.931827	29.1
31440180200L1001	0.65	0.65	5.41	4.53	4.97	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	62.8	7.869477	99.931859	23.9
31440180200L1001	0.675	0.675	4.03	3.95	3.99	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	62.8	7.869271	99.931893	21.7
31440180200L1001	0.7	0.7	3.77	5.33	4.55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	63.3	7.869059	99.93195	19.5
31440180200L1001	0.725	0.725	7.68	5.55	6.61	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	64	7.868838	99.931978	20.3
31440180200L1001	0.75	0.75	3.77	5.34	4.55	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	63.6	7.868613	99.932025	22
31440180200L1001	0.775	0.775	2.29	2.84	2.57	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	62	7.868383	99.932051	21.6
31440180200L1001	0.8	0.8	2.25	2.41	2.33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	60.8	7.868147	99.93208	23
31440180200L1001	0.825	0.825	3.23	3.95	3.59	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	59.8	7.867938	99.932141	21.4
31440180200L1001	0.85	0.85	3.2	4.15	3.67	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	57.1	7.867696	99.932167	22.9
31440180200L1001	0.875	0.875	2.16	3.61	2.89	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	51.7	7.867481	99.932219	21.7
31440180200L1001	0.9	0.9	2.69	3.05	2.87	X	X	X	X	X	X	X	X	X	FALSE	45.2	7.867264	99.93227	20.6

รูปที่ 1-39 ตัวอย่างข้อมูล IRI



Txr.csv

Section	Distance (km)	Sub Distance (km)	MPD Texture	ETD Texture	TXR3	TXR4	GPS position is calculated	Speed (km/h)	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Altitude (m)	Events
31440180200L1001	0.025	0.025	1.355	1.284	X	X	FALSE	46.3	7.875097	99.931164	27.5	
31440180200L1001	0.05	0.05	1.067	1.053	X	X	FALSE	50.6	7.874903	99.931236	33.4	Kilometer Stone
31440180200L1001	0.075	0.075	0.977	0.981	X	X	FALSE	53.8	7.874671	99.931305	34.2	
31440180200L1001	0.1	0.1	1.071	1.057	X	X	FALSE	56.7	7.874454	99.93137	34	
31440180200L1001	0.125	0.125	1.024	1.019	X	X	FALSE	59.2	7.874239	99.93143	33.3	
31440180200L1001	0.15	0.15	1.04	1.032	X	X	FALSE	61	7.874007	99.931486	36	
31440180200L1001	0.175	0.175	0.994	0.995	X	X	FALSE	61	7.873796	99.931513	27.7	
31440180200L1001	0.2	0.2	1.184	1.147	X	X	FALSE	61.7	7.873563	99.931533	32.3	
31440180200L1001	0.225	0.225	1.034	1.027	X	X	FALSE	62.6	7.873354	99.931514	20.4	
31440180200L1001	0.25	0.25	1.057	1.046	X	X	FALSE	62.7	7.873108	99.931529	33.4	
31440180200L1001	0.275	0.275	1.088	1.071	X	X	FALSE	61.5	7.872886	99.931542	33.3	
31440180200L1001	0.3	0.3	1.527	1.421	X	X	FALSE	60.6	7.872658	99.931554	32.8	
31440180200L1001	0.325	0.325	1.035	1.028	X	X	FALSE	59.5	7.872388	99.931522	28.9	
31440180200L1001	0.35	0.35	1.375	1.3	X	X	FALSE	59.9	7.872218	99.931555	16.5	
31440180200L1001	0.375	0.375	0.965	0.972	X	X	FALSE	60.6	7.871988	99.931576	18.4	
31440180200L1001	0.4	0.4	1.254	1.203	X	X	FALSE	58	7.871754	99.931609	21.1	
31440180200L1001	0.425	0.425	1.188	1.151	X	X	FALSE	49.3	7.871524	99.931624	20.5	
31440180200L1001	0.45	0.45	0.977	0.982	X	X	FALSE	49	7.871284	99.931642	21	
31440180200L1001	0.475	0.475	1.027	1.022	X	X	FALSE	52.3	7.871073	99.931668	19.7	
31440180200L1001	0.5	0.5	1.174	1.139	X	X	FALSE	55.6	7.870845	99.931688	20.5	
31440180200L1001	0.525	0.525	0.968	0.99	X	X	FALSE	58.6	7.870624	99.931715	20.1	
31440180200L1001	0.55	0.55	1.074	1.059	X	X	FALSE	60	7.8704	99.931737	20.3	
31440180200L1001	0.575	0.575	1.479	1.383	X	X	FALSE	60.8	7.87015	99.931759	27	
31440180200L1001	0.6	0.6	1.019	1.016	X	X	FALSE	62	7.869965	99.931803	21.5	
31440180200L1001	0.625	0.625	1.038	1.03	X	X	FALSE	63	7.869691	99.931827	29.1	
31440180200L1001	0.65	0.65	1.114	1.092	X	X	FALSE	62.8	7.869477	99.931859	23.9	
31440180200L1001	0.675	0.675	1.078	1.063	X	X	FALSE	62.8	7.869271	99.931893	21.7	
31440180200L1001	0.7	0.7	1.031	1.025	X	X	FALSE	63.3	7.869059	99.93195	19.5	
31440180200L1001	0.725	0.725	1.072	1.057	X	X	FALSE	64	7.868838	99.931978	20.3	
31440180200L1001	0.75	0.75	1.016	1.013	X	X	FALSE	63.4	7.868613	99.932025	22	
31440180200L1001	0.775	0.775	0.949	0.959	X	X	FALSE	61.9	7.868383	99.932051	21.6	
31440180200L1001	0.8	0.8	0.867	0.893	X	X	FALSE	60.7	7.868147	99.93208	23	
31440180200L1001	0.825	0.825	0.955	0.964	X	X	FALSE	59.7	7.867938	99.932141	21.4	
31440180200L1001	0.85	0.85	1.086	1.069	X	X	FALSE	56.8	7.867696	99.932167	22.9	
31440180200L1001	0.875	0.875	1.109	1.087	X	X	FALSE	51.2	7.867481	99.932219	21.7	

รูปที่ 1-40 ตัวอย่างข้อมูล MPD

การนำข้อมูลสำรวจจากการประมวลผลจะต้องใช้ตำแหน่งพิกัดเพื่อประมวลผลเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศดังรูปที่ 1-41

รูปที่ 1-41 การนำเข้าข้อมูลภูมิสารสนเทศ

No.	Fr	Link_ID	Distar	S	Lane	Latitud	Longitu	bleed	icrack	ucra	rav	patch_a
1180	####	33241340100L1AC01	2.88	2	21+500	9.92753	99.08039	0	0	0	0.65	
1205	####	33241340100L1AC01	2.921	2	21+500	9.927135	99.08038	0	0	0	0.45	
1206	####	33241340100L1AC01	2.926	2	21+500	9.927119	99.08037	0	0	0	0.32	
5166	####	33241340100L1AC01	9.823	9	21+500	9.865283	99.08701	0	0	0	2.57	
5167	####	33241340100L1AC01	9.823	9	21+500	9.865269	99.08701	0	0	0	3.53	
5168	####	33241340100L1AC01	9.823	9	21+500	9.865253	99.08701	0	0	0	3.53	
5169	####	33241340100L1AC01	9.828	9	21+500	9.865238	99.08702	0	0	0	3.19	
5170	####	33241340100L1AC01	9.828	9	21+500	9.865223	99.08703	0	0	0	2.68	
5171	####	33241340100L1AC01	9.828	9	21+500	9.865209	99.08703	0	0	0	3.09	
5172	####	33241340100L1AC01	9.833	9	21+500	9.865193	99.08704	0	0	0	3.09	
5173	####	33241340100L1AC01	9.833	9	21+500	9.865178	99.08704	0	0	0	3.09	
5174	####	33241340100L1AC01	9.833	9	21+500	9.865163	99.08704	0	0	0	2.63	
5175	####	33241340100L1AC01	9.838	9	21+500	9.865148	99.08705	0	0	0	2.92	
5176	####	33241340100L1AC01	9.838	9	21+500	9.865133	99.08705	0	0	0	3.45	
5177	####	33241340100L1AC01	9.843	9	21+500	9.865118	99.08706	0	0	0	3.45	
5178	####	33241340100L1AC01	9.843	9	21+500	9.865103	99.08707	0	0	0	3.45	
5179	####	33241340100L1AC01	9.843	9	21+500	9.865088	99.08707	0	0	0	3.45	
5180	####	33241340100L1AC01	9.848	9	21+500	9.865074	99.08707	0	0	0	2.98	
5181	####	33241340100L1AC01	9.848	9	21+500	9.865059	99.08707	0	0	0	3.09	
5182	####	33241340100L1AC01	9.848	9	21+500	9.865045	99.08708	0	0	0	3.09	
5183	####	33241340100L1AC01	9.854	9	21+500	9.865029	99.08709	0	0	0	3.09	
5184	####	33241340100L1AC01	9.854	9	21+500	9.865014	99.08709	0	0	0	3.09	
5185	####	33241340100L1AC01	9.854	9	21+500	9.864999	99.0871	0	0	0	3.05	
5186	####	33241340100L1AC01	9.859	9	21+500	9.864985	99.0871	0	0	0	3.23	
5187	####	33241340100L1AC01	9.859	9	21+500	9.864969	99.0871	0	0	0	3.23	
5188	####	33241340100L1AC01	9.859	9	21+500	9.864954	99.08711	0	0	0	3.23	
5189	####	33241340100L1AC01	9.864	9	21+500	9.86494	99.08711	0	0	0	3.23	
5190	####	33241340100L1AC01	9.864	9	21+500	9.864924	99.08712	0	0	0	3.21	
5191	####	33241340100L1AC01	9.864	9	21+500	9.864909	99.08713	0	0	0	3.23	

distress_33241340100L1

รูปที่ 1-42 แสดงตัวอย่างข้อมูลประเมินและวิเคราะห์ความเสียหายที่ได้จากโปรแกรม

แสดงผลการประเมินความเสียหายสภาพทางที่เกิดการหลุดร่อน (Raveling) ของผิวถนน หน่วยตารางเมตร ด้วยโปรแกรมประเมินและวิเคราะห์ความเสียหาย POP จะสัมพันธ์กับข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่มีค่าสูงตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนดดังรูปที่ 1-43

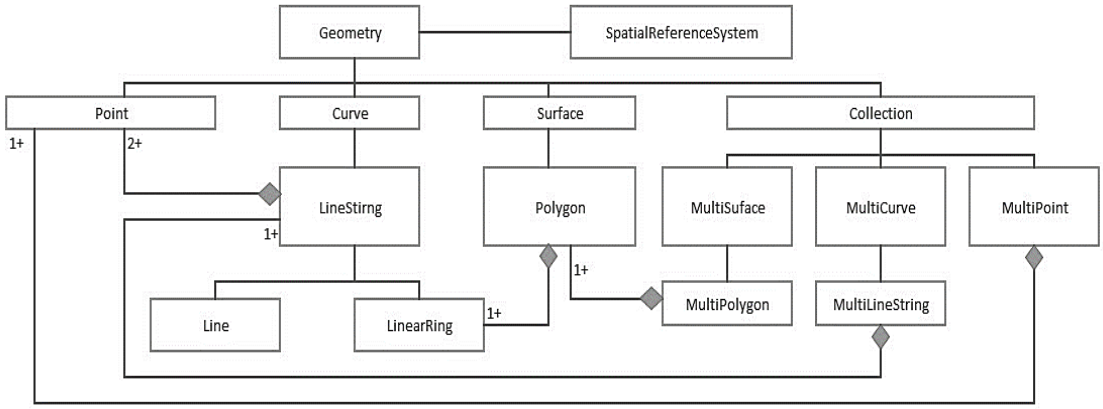
รูปที่ 1-43 แสดงข้อมูลที่เกิดความเสียหาย สัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย iri ที่สูงตามข้อมูลประเมิน

1.4.5 ดำเนินการตรวจสอบ ปรับปรุงและทดสอบเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ (ตาม TOR ข้อ 4.4) ในระบบฐานข้อมูล Roadnet ให้ถูกต้องและสามารถแสดงผลในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบการจัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูล ผู้พัฒนาได้ออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งานข้อมูลโดยได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากการสำรวจผิวทาง รวมไปถึงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยขั้นตอนอื่น ๆ และได้สร้างแบบจำลองโดยการแยกการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผิวทางออกจากข้อมูลสายทาง จากนั้นทำการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มข้อมูลด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Relation) เมื่อผู้ใช้ต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ก็สามารถสืบค้นหรือเรียกดูข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผิวทางยังเป็นอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับข้อมูลสายทาง ทำให้ในอนาคตถ้าข้อมูลสายทางมีการเปลี่ยนแปลง ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลจากการสำรวจที่จัดเก็บในฐานข้อมูลเดียวกัน นอกจากนี้การจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ยังสามารถรองรับการใช้เทคนิค linear referencing ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อีกด้วย กล่าวคือ การจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูลจะมีการอ้างอิงตำแหน่งแบบพิกัดสมบูรณ์ (Absolute) ซึ่งเป็นค่าพิกัดที่มีความละเอียดสูงที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง GPS แต่ระบบจะสามารถคำนวณย้อนแปลงค่าพิกัดทั้งสองแบบไปหากันได้ทำให้วิเคราะห์ข้อมูลจากการอ้างอิงตำแหน่งบนสายทาง

ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลสภาพผิวทางของแต่ละพื้นที่ทั่วประเทศเข้าไว้ด้วยกัน ภายใต้มาตรฐานโครงสร้างฐานข้อมูลเดียวกันโดย

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



รูปที่ 1-44 โครงสร้างข้อมูลปริภูมิตามมาตรฐาน OGC

2. นำเข้าข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลกลาง จากข้อมูลการสำรวจสภาพผิวทาง ทำการกำหนดโครงสร้างของตารางดังกล่าวตามรูปแบบของโครงสร้างข้อมูลที่กำหนด และตรวจสอบข้อมูลที่ผิวพลาดออกจากตารางเช่น ตำแหน่งของข้อมูลที่ไม่มีค่าพิกัด เป็นต้น

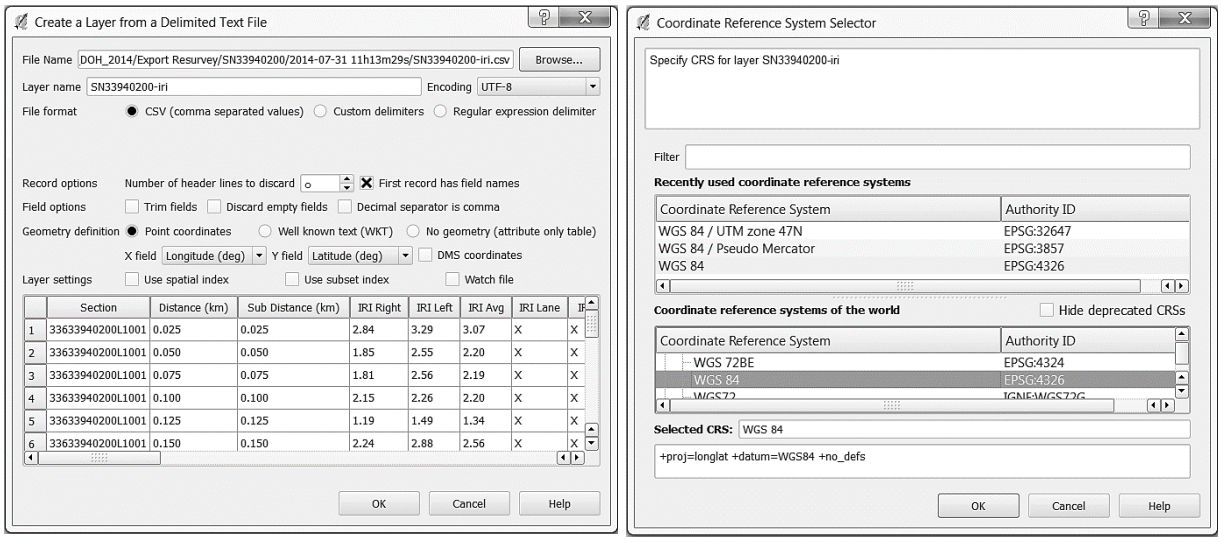
IRI_RNH251_R07-110159_AM
IRI_RNH251_R09-124341_PM
IRI_RNH251_R10-011603_PM
IRI_RNH253_R
IRI_RNH253_R
IRI_RNH253_R
IRI_RNH255_R
IRI_RNH257_R
IRI_RNH258_R
IRI_RNH260_R

Field Name	Type	Description
GID	serial	ID
Link_ID	varchar(8)	like code
IRI_RIGHT	float4	IRI_RIGHT
IRI_LEFT	float4	IRI_LEFT
IRI_LAND	float4	IRI_LAND
IRI_CENTRE	float4	IRI_CENTRE
IRI_AVG	float4	IRI_AVG
SPEED	float4	Car Speed
DISTANCE	float4	
START_SUBDIST	float4	
END_SUBDIST	float4	
THE_GEOM	geometry	point geometry

INSTR_SE	IRI_RIGH	IRI_LEFT	IRI_LANE	IRI_CENTI	IRI_AVG	SPEED	EVENT	DISTANCE	SUB_DIST	LATITUDE	LONGITUI
32530101	6.55	10.03	7.31	7.35	8.29	17	Intersectio	172.358	0.025	18.72294	98.94592
32530101	5.86	8.28	5.86	5.42	7.07	20	Box culver	172.383	0.05	18.72283	98.94612
32530101	4.91	7.31	5.77	6.08	6.11	27		172.408	0.075	18.72281	98.94635
32530101	2.22	1.55	1.68	1.94	1.89	31		172.433	0.1	18.72278	98.94659
32530101	3.88	2.42	2.63	3.2	3.15	35		172.458	0.125	18.72276	98.94682
32530101	3.42	4.86	3.53	3.53	4.14	40		172.483	0.15	18.72273	98.94705
32530101	1.63	2.48	1.38	1.75	2.05	43		172.508	0.175	18.72269	98.94729
32530101	2.93	2.21	2.11	2.06	2.57	45		172.533	0.2	18.72267	98.94752
32530101	2.25	3.7	2.59	2.36	2.97	46		172.558	0.225	18.72264	98.94776
32530101	2.58	2.3	1.58	2.15	2.44	47		172.583	0.25	18.72261	98.94799
32530101	2.16	3.2	2.28	2.89	2.68	47		172.608	0.275	18.72259	98.94823
32530101	1.27	1.71	1.19	1.71	1.49	48		172.633	0.3	18.72257	98.94846

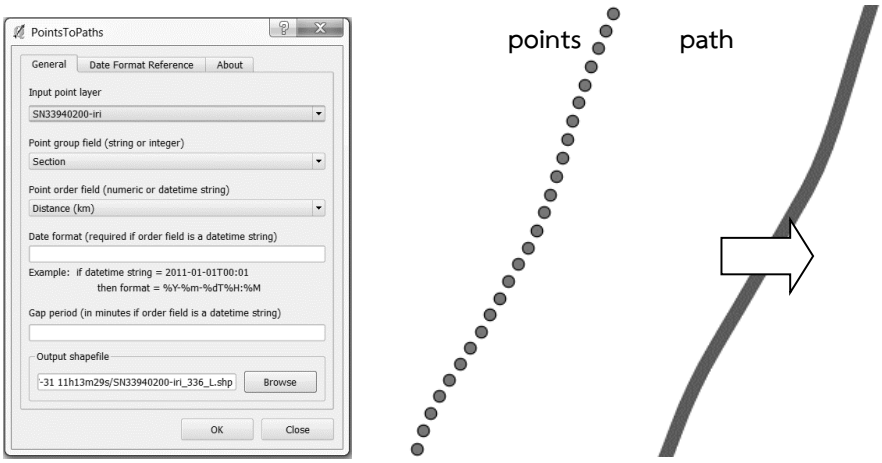
รูปที่ 1-45 การเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมก่อนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภูมิสารสนเทศ

3. การแปลงข้อมูลการสำรวจให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการแก้ไขข้อมูลตารางโดยคัดลอก *.csv file ทั้งหมดจากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Automatic HKE โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ IRI, Rutting และ MPD
   - IRI (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด โดยการ transform จาก point to line และ Delete ข้อมูลที่ผิดปกติ เช่น LEADIN, LEADOUT, ค่าพิกัด Latitude, Longitude ที่มีค่าเป็น 0 และข้อมูล EVENT บริเวณสะพาน เป็นต้น
   - Rutting (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด โดยการ Edit field name ตามโครงสร้างที่กำหนด
   - Texture-MPD (*.csv file) ทำการปรับแก้โครงสร้างฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดโดยการ Edit field name ตามโครงสร้างที่กำหนด
4. ทำการ convert (*.csv file) to Shape file (point) ในข้อมูล IRI, Rutting และ MPD โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop และกำหนด Map project file



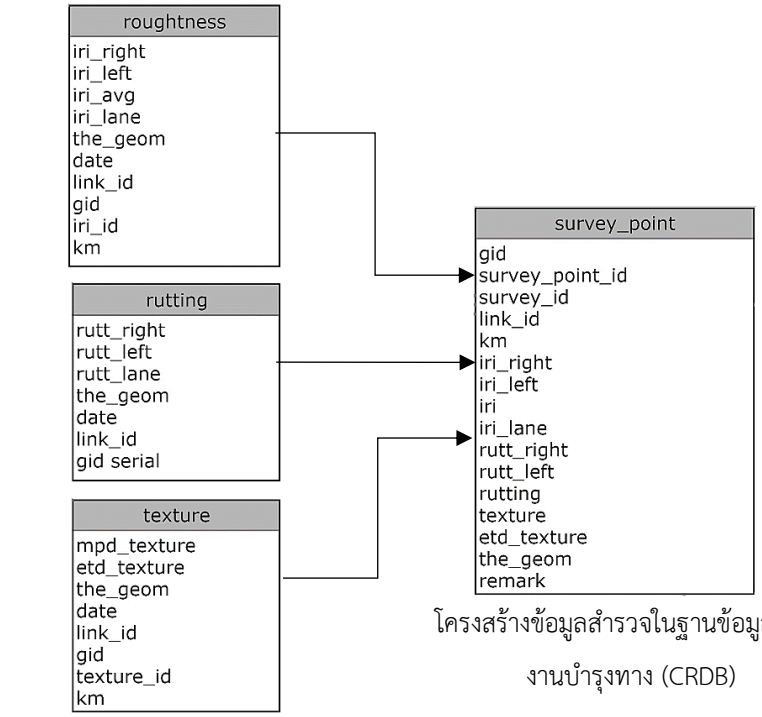
รูปที่ 1-46 การ convert (*.csv file) to shapefile (point)

5. ตรวจสอบจำนวน record ของข้อมูล IRI, Rutting, Texture-MPD หลังจากการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว ทำการ convert Points to Paths เฉพาะข้อมูล IRI โดยใช้โปรแกรม QGIS Desktop ที่ได้จะเป็น Feature ของบัญชีสายทาง หรือแนวสายทางที่สำรวจ



รูปที่ 1-47 การ convert points to Paths

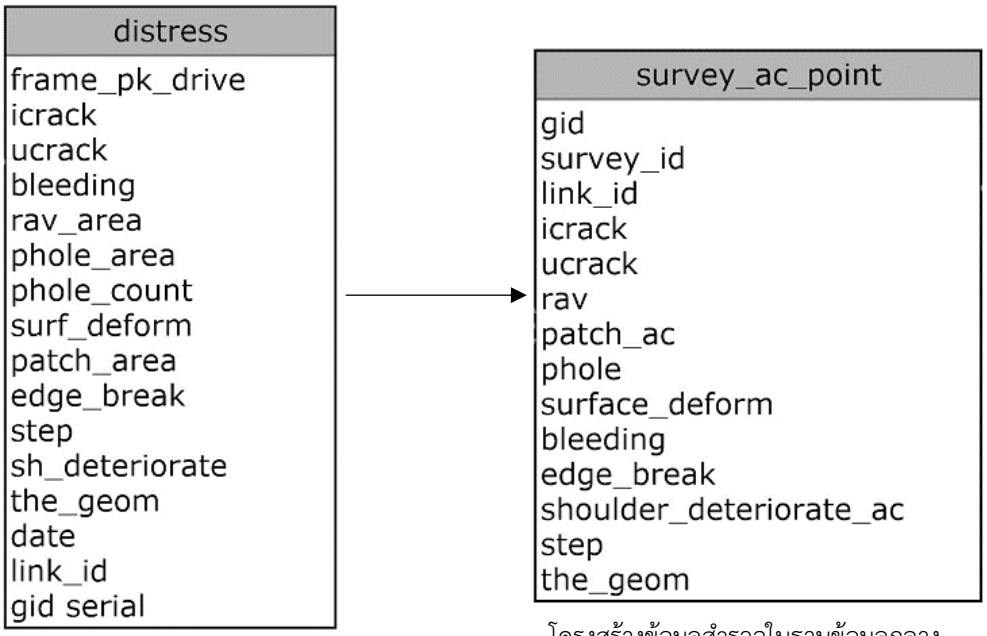
6. ทำการนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางที่ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (Accuracy data) และความถูกต้องของข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute Data) เรียบร้อยแล้ว ทำการปรับโครงสร้างข้อมูลให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจสภาพทางในฐานข้อมูล Roadnet เพื่อให้สามารถสืบค้นและแสดงผลข้อมูลผ่านโปรแกรมสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง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



โครงสร้างข้อมูลสำรวจที่ได้จาก HKE

โครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)

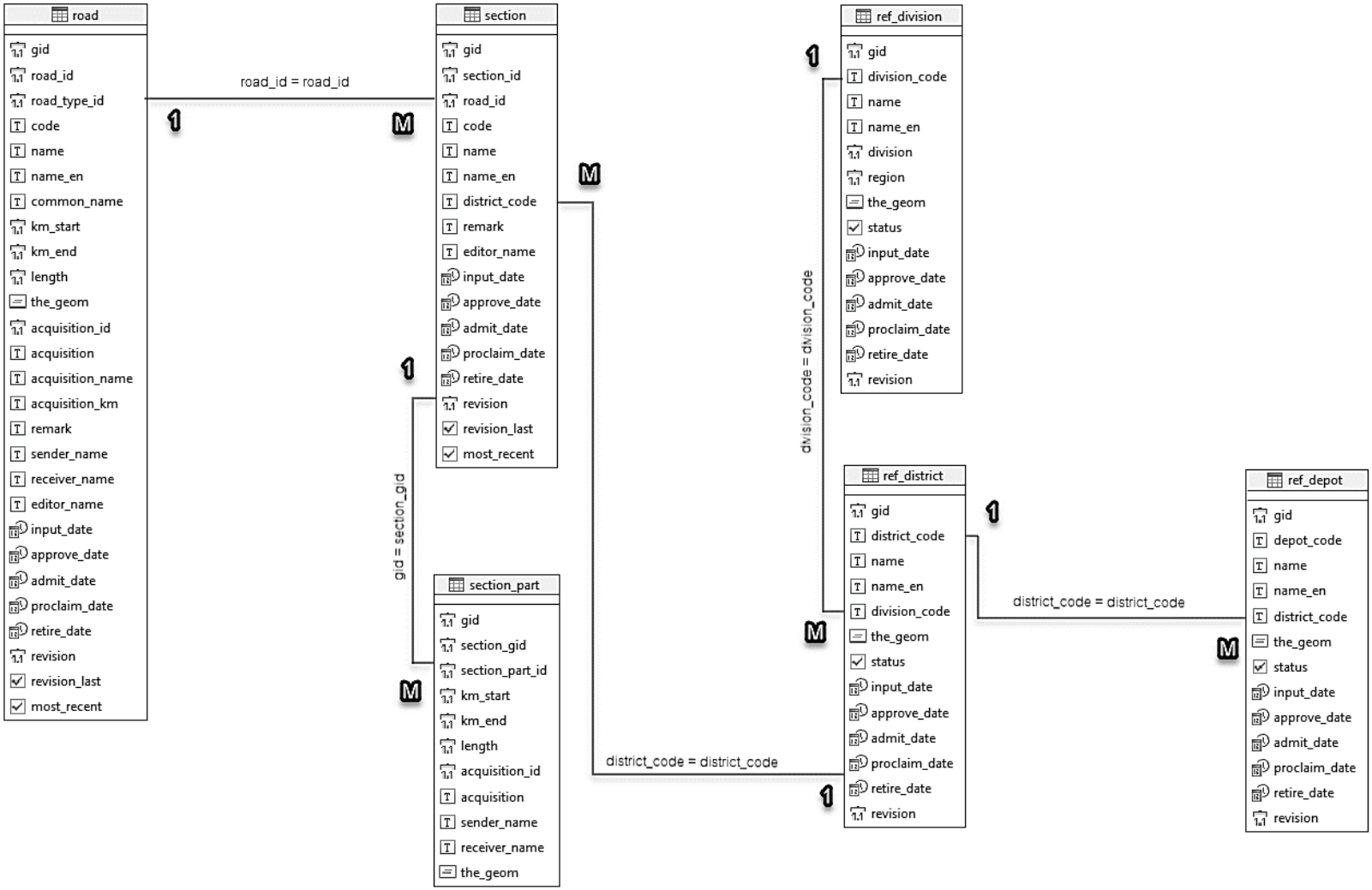
รูปที่ 1-48 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม HKE ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)



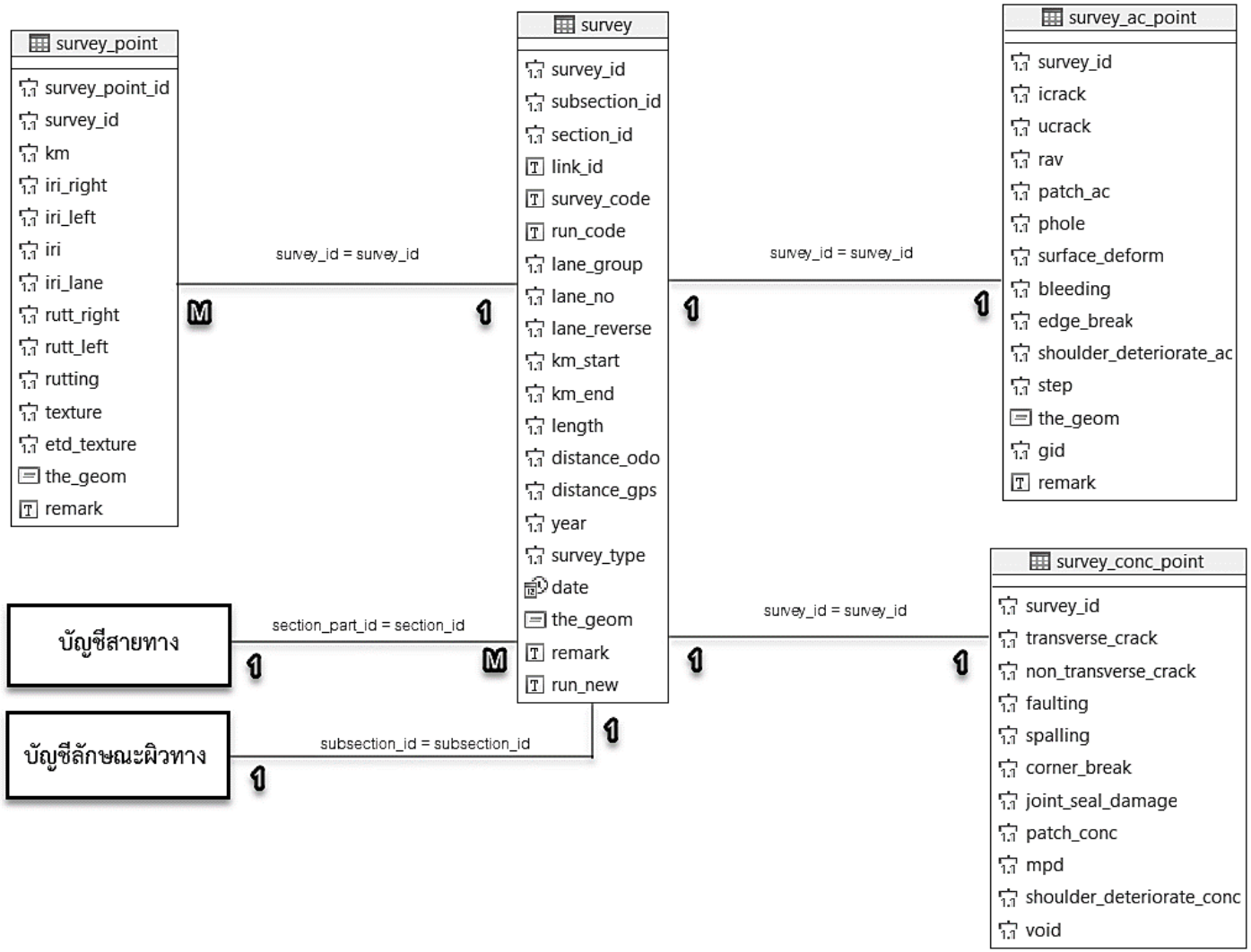
โครงสร้างข้อมูลสำรวจที่ได้จาก POP

โครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูลกลางงานบำรุงทาง (CRDB)

รูปที่ 1-49 การปรับโครงสร้างข้อมูลจากโปรแกรม ให้ตรงกับโครงสร้างข้อมูลสำรวจในฐานข้อมูล



รูปที่ 1-50 รูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง



รูปที่ 1-51 รูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบริหารบำรุงทาง

1.4.6 การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลตำแหน่งเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ที่ปรึกษาต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ปริมาณข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ผ่านโปรแกรม Roadnet โดยมีการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งอย่างมีระบบเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความน่าเชื่อถือในระดับสากล เช่น ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต (รายละเอียดจุดภาพ 2 เมตร) โดยทำการสุ่มตรวจข้อมูลจากแขวงทางหลวง อย่างละ 2 พื้นที่ตัวอย่าง

เมื่อทำการสำรวจข้อมูลแล้วเสร็จ มีการตรวจสอบคุณภาพเชิงตำแหน่งของข้อมูลโดยใช้การเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต (รายละเอียดจุดภาพ 2 เมตร) รวมไปถึงการตรวจสอบค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) และค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง ก่อนการนำเข้าระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงและระบบบริหารงานบำรุงทาง (TPMS) การทำเช่นนี้จะทำให้ระบบการบริหารข้อมูลมีความเป็นเอกภาพ และเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างข้อมูลให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะป้อนเข้า (Input) สู่ระบบประเมินความเสียหาย โดยรายงานความถูกต้องของข้อมูลตำแหน่งเทียบกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

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

โดยทำการสุ่มตรวจข้อมูลดังกล่าว จะพิจารณาจากระยะทางสำรวจ และจำนวนวันทำงานที่สำรวจในพื้นที่แขวงทางหลวง อย่างน้อยแขวงละ 2 จุด (กรณีสำรวจข้อมูลสายทางในแขวงทางหลวงนั้น 2 วัน) กล่าวคือ การรายงานคุณภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ จะทำการสุ่มตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์สำรวจที่ใช้งานในวันนั้น ๆ มีสภาพการทำงานปกติ สามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัด อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม GPS ระบบส่งค่าพิกัดเข้าสู่อุปกรณ์จัดเก็บและบันทึกข้อมูลโดยสามารถตรวจสอบได้ก่อนเริ่มงานสำรวจ 1 ครั้งต่อวัน ดังนั้นหากทำการสำรวจแขวงทางหลวง 3 วัน จะต้องใช้จุดตรวจสอบ 3 จุด เป็นต้น ในพื้นที่แขวงทางหลวงนั้น ๆ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยมีการตรวจสอบข้อมูลดังต่อไปนี้

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

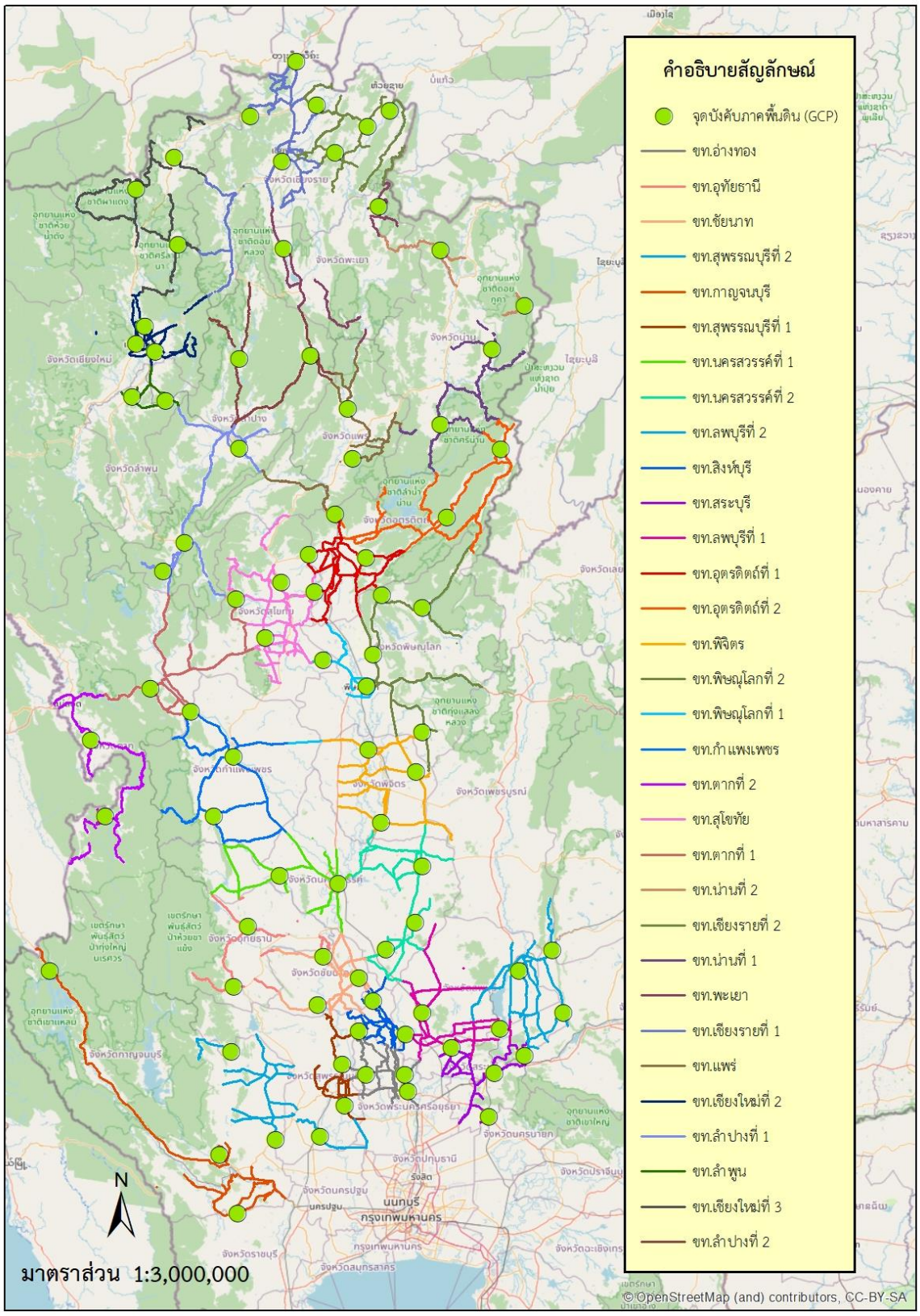
ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
1	STS	สทล. 1 (เชียงใหม่)	522	ขท. เชียงใหม่ที่ 2	3
2			523	ขท. ลำปางที่ 1	3
3			524	ขท. ลำพูน	2
4			527	ขท. เชียงใหม่ที่ 3	3
5			528	ขท. ลำปางที่ 2	2
6		สทล. 2 (แพร่)	531	ขท. แพร่	2
7			533	ขท. เชียงรายที่ 1	4
8			535	ขท. พะเยา	2
9			536	ขท. น่านที่ 1	2
10			537	ขท. เชียงรายที่ 2	3
11			539	ขท. น่านที่ 2	2
12		สทล. 4 (ตาก)	512	ขท. ตากที่ 1	2
13			513	ขท. สุโขทัย	3
14			514	ขท. ตากที่ 2 (แม่สอด)	2
15			517	ขท. กำแพงเพชร	3
16		สทล. 5 (พิษณุโลก)	511	ขท. พิษณุโลกที่ 1	2
17			515	ขท. พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	3
18			519	ขท. พิจิตร	3
19			557	ขท. อุตรดิตถ์ที่ 1	3
20			558	ขท. อุตรดิตถ์ที่ 2	3
21		สทล. 11 (ลพบุรี)	431	ขท. ลพบุรีที่ 1	3
22			432	ขท. สระบุรี	3
23			433	ขท. สิงห์บุรี	3
24			435	ขท. ลพบุรีที่ 2 (ลำนารายณ์)	3
25			437	ขท. นครสวรรค์ที่ 1	2
26			438	ขท. นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	3

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

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
27	STS	สทล. 12 (สุพรรณบุรี)	441	ขท. สุพรรณบุรีที่ 1	2
28			444	ขท. กาญจนบุรี	3
29			445	ขท. สุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง)	3
30			446	ขท. ชัยนาท	3
31			447	ขท. อุทัยธานี	2
32			448	ขท. อ่างทอง	3

การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบ ทั้งสิ้น 85 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมด ดังรูปที่ 1-52



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

2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบทั้ง 85 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (Google Map) ได้ชัดเจน

3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบคำนวณผลต่างในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ดังตารางที่ 1-14

ตารางที่ 1-14 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_01	501113.82	2088975.06	501117.14	2088975.08	-3.32	-0.02	11.0224	0.0004
Point_02	507205.26	2072935.17	507206.16	2072936.26	-0.90	-1.09	0.8100	1.1881
Point_03	495866.66	2077682.52	495865.74	2077679.06	0.92	3.46	0.8464	11.9716
Point_04	513799.46	2041452.01	513798.46	2041451.70	1.00	0.31	1.0000	0.0961
Point_05	493459.41	2043988.66	493462.57	2043987.10	-3.16	1.56	9.9856	2.4336
Point_06	525605.30	1950795.82	525607.37	1950797.76	-2.07	-1.94	4.2849	3.7636
Point_07	558778.04	2011155.79	558778.30	2011155.40	-0.26	0.39	0.0676	0.1521
Point_08	512375.84	1932645.66	512379.09	1932644.05	-3.25	1.61	10.5625	2.5921
Point_09	521213.13	2141240.66	521213.61	2141242.72	-0.48	-2.06	0.2304	4.2436
Point_10	518893.43	2196486.98	518892.00	2196487.69	1.43	-0.71	2.0449	0.5041
Point_11	495737.07	2176464.02	495738.41	2176462.11	-1.34	1.91	1.7956	3.6481
Point_12	558529.08	2068286.24	558527.83	2068286.52	1.25	-0.28	1.5625	0.0784
Point_13	601968.68	2070506.43	601967.19	2070506.60	1.49	-0.17	2.2201	0.0289
Point_14	624849.00	2036690.82	624851.90	2036692.04	-2.90	-1.22	8.4100	1.4884
Point_15	627599.08	2004778.89	627594.51	2004777.00	4.57	1.89	20.8849	3.5721
Point_16	592230.21	2258077.95	592230.81	2258078.07	-0.60	-0.12	0.3600	0.0144
Point_17	564486.11	2223064.81	564487.38	2223064.18	-1.27	0.63	1.6129	0.3969
Point_18	604619.96	2230311.03	604619.96	2230310.76	0.00	0.27	0.0000	0.0729
Point_19	583786.73	2194388.82	583787.18	2194387.77	-0.45	1.05	0.2025	1.1025
Point_20	585268.41	2138604.79	585266.08	2138603.23	2.33	1.56	5.4289	2.4336
Point_21	642727.91	2165982.59	642725.23	2165983.96	2.68	-1.37	7.1824	1.8769
Point_22	711881.34	2075293.85	711881.33	2075294.54	0.01	-0.69	0.0001	0.4761
Point_23	681316.23	2027229.10	681311.64	2027230.71	4.59	-1.61	21.0681	2.5921
Point_24	648610.28	2227189.56	648610.04	2227188.33	0.24	1.23	0.0576	1.5129
Point_25	635336.44	2217105.20	635337.22	2217104.00	-0.78	1.20	0.6084	1.4400
Point_26	616005.09	2199937.06	616011.23	2199934.44	-6.14	2.62	37.6996	6.8644
Point_27	680086.33	2138271.10	680087.66	2138266.24	-1.33	4.86	1.7689	23.6196
Point_28	731671.96	2103492.36	731672.19	2103492.36	-0.23	0.00	0.0529	0.0000
Point_29	504574.20	1857802.85	504574.29	1857802.67	-0.09	0.18	0.0081	0.0324
Point_30	557005.90	1915281.64	557006.48	1915281.99	-0.58	-0.35	0.3364	0.1225

ตารางที่ 1-14 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_31	574840.12	1890557.56	574838.05	1890556.91	2.07	0.65	4.2849	0.4225
Point_32	584824.52	1925924.02	584826.56	1925923.45	-2.04	0.57	4.1616	0.3249
Point_33	605119.38	1920126.73	605118.97	1920125.89	0.41	0.84	0.1681	0.7056
Point_34	468211.29	1825006.99	468212.76	1825010.98	-1.47	-3.99	2.1609	15.9201
Point_35	476535.13	1776567.07	476535.01	1776575.09	0.12	-8.02	0.0144	64.3204
Point_36	529507.09	1843301.18	529507.23	1843304.01	-0.14	-2.83	0.0196	8.0089
Point_37	543594.74	1776680.47	543588.78	1776672.07	5.96	8.40	35.5216	70.5600
Point_38	555651.73	1814408.57	555652.95	1814407.56	-1.22	1.01	1.4884	1.0201
Point_39	610762.19	1876390.69	610761.69	1876384.83	0.50	5.86	0.2500	34.3396
Point_40	637343.62	1859891.04	637341.81	1859888.29	1.81	2.75	3.2761	7.5625
Point_41	670998.67	1910179.37	670993.88	1910175.50	4.79	3.87	22.9441	14.9769
Point_42	641229.20	1880161.81	641228.20	1880160.13	1.00	1.68	1.0000	2.8224
Point_43	671569.51	1830708.59	671561.29	1830711.71	8.22	-3.12	67.5684	9.7344
Point_44	638711.85	1819618.97	638713.78	1819618.21	-1.93	0.76	3.7249	0.5776
Point_45	667895.91	1805698.82	667901.00	1805703.22	-5.09	-4.40	25.9081	19.3600
Point_46	646724.04	1773102.39	646724.31	1773101.61	-0.27	0.78	0.0729	0.6084
Point_47	601490.30	1943836.89	601488.98	1943838.45	1.32	-1.56	1.7424	2.4336
Point_48	636491.33	1941842.95	636492.21	1941844.96	-0.88	-2.01	0.7744	4.0401
Point_49	646446.53	1918094.94	646448.62	1918095.59	-2.09	-0.65	4.3681	0.4225
Point_50	617511.81	1969351.53	617504.60	1969350.99	7.21	0.54	51.9841	0.2916
Point_51	685446.60	1968250.87	685446.91	1968250.73	-0.31	0.14	0.0961	0.0196
Point_52	718351.54	2011943.08	718356.21	2011936.50	-4.67	6.58	21.8089	43.2964
Point_53	721533.45	1642163.14	721539.78	1642161.36	-6.33	1.78	40.0689	3.1684
Point_54	691429.43	1629729.55	691430.33	1629733.27	-0.90	-3.72	0.8100	13.8384
Point_55	673303.27	1651897.83	673303.48	1651898.25	-0.21	-0.42	0.0441	0.1764
Point_56	736793.11	1625088.34	736796.49	1625091.60	-3.38	-3.26	11.4244	10.6276
Point_57	718196.57	1613956.84	718196.58	1613956.57	-0.01	0.27	0.0001	0.0729
Point_58	715242.62	1586159.26	715242.63	1586159.01	-0.01	0.25	0.0001	0.0625
Point_59	634013.65	1640269.31	634016.09	1640272.44	-2.44	-3.13	5.9536	9.7969
Point_60	662955.00	1638445.28	662954.44	1638446.69	0.56	-1.41	0.3136	1.9881
Point_61	642580.20	1659177.56	642581.23	1659180.26	-1.03	-2.70	1.0609	7.2900
Point_62	753450.90	1692785.48	753452.46	1692775.13	-1.56	10.35	2.4336	107.1225
Point_63	760487.83	1652837.38	760487.83	1652837.38	0.00	0.00	0.0000	0.0000
Point_64	732681.89	1679509.48	732680.86	1679510.48	1.03	-1.00	1.0609	1.0000
Point_65	584541.34	1738722.25	584542.41	1738723.60	-1.07	-1.35	1.1449	1.8225
Point_66	620572.27	1733919.93	620569.44	1733919.61	2.83	0.32	8.0089	0.1024
Point_67	650303.14	1692072.37	650302.14	1692070.12	1.00	2.25	1.0000	5.0625
Point_68	668281.37	1709751.39	668281.18	1709751.76	0.19	-0.37	0.0361	0.1369

ตารางที่ 1-14 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_69	672288.43	1745520.55	672294.15	1745517.13	-5.72	3.42	32.7184	11.6964
Point_70	625102.40	1592678.45	625100.86	1592677.33	1.54	1.12	2.3716	1.2544
Point_71	623818.20	1618784.12	623821.57	1618785.98	-3.37	-1.86	11.3569	3.4596
Point_72	442371.04	1678136.15	442381.85	1678133.92	-10.81	2.23	116.8561	4.9729
Point_73	547494.90	1561104.46	547491.84	1561105.42	3.06	-0.96	9.3636	0.9216
Point_74	559129.83	1523743.19	559131.66	1523741.08	-1.83	2.11	3.3489	4.4521
Point_75	610232.31	1572571.29	610231.79	1572571.80	0.52	-0.51	0.2704	0.2601
Point_76	582642.95	1570496.21	582639.46	1570498.95	3.49	-2.74	12.1801	7.5076
Point_77	554582.20	1626800.51	554582.42	1626800.51	-0.22	0.00	0.0484	0.0000
Point_78	608294.62	1656413.71	608294.62	1656413.70	0.00	0.01	0.0000	0.0001
Point_79	611557.07	1687609.80	611571.40	1687598.74	-14.33	11.06	205.3489	122.3236
Point_80	633787.80	1673926.47	633788.44	1673928.29	-0.64	-1.82	0.4096	3.3124
Point_81	556214.05	1667854.39	556214.06	1667852.45	-0.01	1.94	0.0001	3.7636
Point_82	564706.83	1706552.98	564706.52	1706551.39	0.31	1.59	0.0961	2.5281
Point_83	664797.56	1601661.91	664796.75	1601661.42	0.81	0.49	0.6561	0.2401
Point_84	662804.73	1612307.83	662802.44	1612301.36	2.29	6.47	5.2441	41.8609
Point_85	638689.48	1612172.97	638689.47	1612172.72	0.01	0.25	0.0001	0.0625
						Sum	879.082	750.970
						Mean	10.342	8.834
						RMSE(E)	3.215	
						RMSE(N)		2.972
						RMSE	4.379	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตารางดังนี้

Point	หมายถึง	ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ
E และ N (Survey)	หมายถึง	ค่า E และ N ของข้อมูลสำรวจ
E และ N (GCP)	หมายถึง	จุดค่า E และ N ของจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน
ΔE	หมายถึง	ผลต่าง E
ΔN	หมายถึง	ผลต่าง N
E (m)	หมายถึง	ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด E
N (m)	หมายถึง	ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด N

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

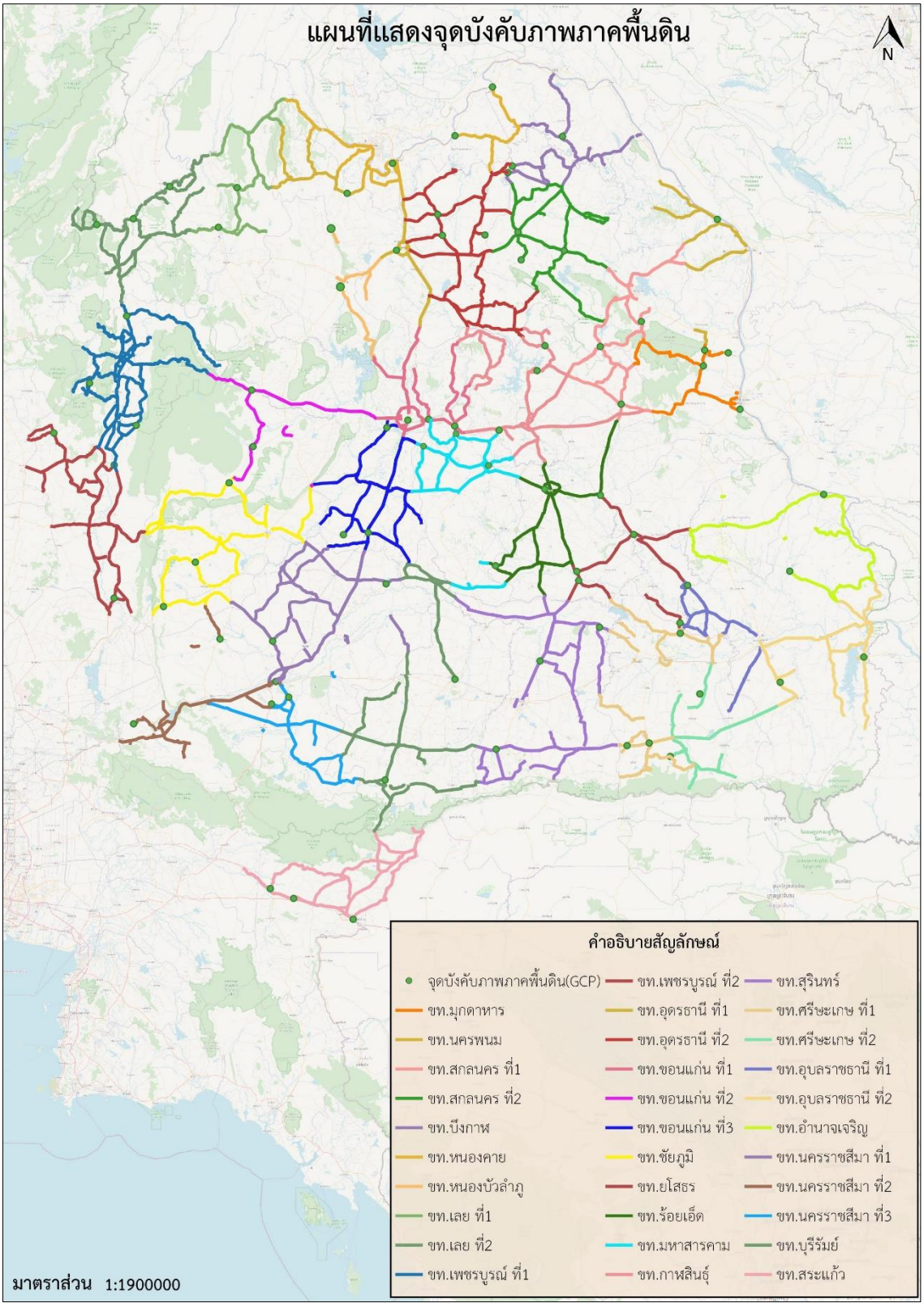
ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
1	TU	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	ขท.มุกดาหาร	3
2			644	ขท.นครพนม	2
3			641	ขท.สกลนคร ที่ 1	2
4			642	ขท.สกลนคร ที่ 2 (สว่างแดนดิน)	3
5			643	ขท.บึงกาฬ	3
6			646	ขท.หนองคาย	3
7		สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	629	ขท.หนองบัวลำภู	2
8			554	ขท.เลย ที่ 1	2
9			555	ขท.เลย ที่ 2 (ด่านซ้าย)	3
10			551	ขท.เพชรบูรณ์ ที่ 1	3
11			552	ขท.เพชรบูรณ์ ที่ 2 (บึงสามพัน)	3
12		สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	623	ขท.อุดรธานี ที่ 1	2
13			624	ขท.อุดรธานี ที่ 2 (หนองหาน)	3
14			621	ขท.ขอนแก่น ที่ 1	3
15			627	ขท.ขอนแก่น ที่ 2 (ชุมแพ)	2
16			628	ขท.ขอนแก่น ที่ 3	3
17			626	ขท.ชัยภูมิ	3
18		สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	633	ขท.ยโสธร	3
19			635	ขท.ร้อยเอ็ด	3
20			622	ขท.มหาสารคาม	3
21			647	ขท.กาฬสินธุ์	3
22		สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	615	ขท.สุรินทร์	3
23			638	ขท.ศรีษะเกษ ที่ 1	3
24			636	ขท.ศรีษะเกษ ที่ 2	2
25			631	ขท.อุบลราชธานี ที่ 1	2
26			632	ขท.อุบลราชธานี ที่ 2	2
27			634	ขท.อำนาจเจริญ	2

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

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวง	จำนวนจุด
28		สำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา	611	ขท.นครราชสีมา ที่ 1	2
29			612	ขท.นครราชสีมา ที่ 2	3
30			614	ขท.นครราชสีมา ที่ 3	2
31			617	ขท.บุรีรัมย์	2
32			619	ขท.สระแก้ว	3

การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบ ทั้งสิ้น 83 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมด ดังรูปที่ 1-53



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

2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบทั้งหมด 83 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (google map) ได้ชัดเจน

3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบคำนวณผลต่างในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ดังตารางที่ 1-16

ตารางที่ 1-16 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_1	472224.9	1825519.4	472227.6	1825518.5	-2.70	0.90	7.290	0.810
Point_2	450508.0	1861835.0	450510.0	1861844.5	-2.00	-9.50	4.000	90.250
Point_3	449714.8	1852175.0	449709.9	1852172.1	4.90	2.90	24.010	8.410
Point_4	458281.2	1942319.9	458286.9	1942332.5	-5.70	-12.60	32.490	158.760
Point_5	465003.0	1860206.2	465004.5	1860209.0	-1.50	-2.80	2.250	7.840
Point_6	399206.0	1828669.6	399205.9	1828663.0	0.10	6.60	0.010	43.560
Point_7	411586.9	1879490.1	411588.1	1879484.3	-1.20	5.80	1.440	33.640
Point_8	364164.0	1923019.6	364170.4	1923015.7	-6.40	3.90	40.960	15.210
Point_9	337775.2	1917353.5	337770.8	1917356.2	4.40	-2.70	19.360	7.290
Point_10	335798.9	1934522.0	335797.3	1934524.7	1.60	-2.70	2.560	7.290
Point_11	329539.0	1971064.9	329541.4	1971063.2	-2.40	1.70	5.760	2.890
Point_12	363107.4	1993286.4	363103.8	1993284.9	3.60	1.50	12.960	2.250
Point_13	332306.5	1975124.4	332309.7	1975124.7	-3.20	-0.30	10.240	0.090
Point_14	320103.8	2023668.4	320107.1	2023672.8	-3.30	-4.40	10.890	19.360
Point_15	297074.7	1993689.4	297069.5	1993688.1	5.20	1.30	27.040	1.690
Point_16	258751.1	1976725.0	258751.9	1976724.4	-0.80	0.60	0.640	0.360
Point_17	220936.2	1936610.6	220935.0	1936618.6	1.20	-8.00	1.440	64.000
Point_18	226622.6	1900782.6	226623.5	1900785.9	-0.90	-3.30	0.810	10.890
Point_19	163146.0	1961784.8	163149.1	1961784.7	-3.10	0.10	9.610	0.010
Point_20	151692.2	1937380.2	151691.8	1937378.0	0.40	2.20	0.160	4.840
Point_21	99379.2	1942628.6	99385.2	1942632.4	-6.00	-3.80	36.000	14.440
Point_22	121829.2	1962473.2	121827.8	1962475.6	1.40	-2.40	1.960	5.760
Point_23	76888.6	1939049.5	76885.9	1939049.1	2.70	0.40	7.290	0.160
Point_24	72518.3	1841567.2	72518.3	1841564.6	0.00	2.60	0.000	6.760
Point_25	95326.0	1882836.5	95326.1	1882837.4	-0.10	-0.90	0.010	0.810
Point_26	101217.7	1815645.0	101216.6	1815644.7	1.10	0.30	1.210	0.090

ตารางที่ 1-16 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_27	87592.1	1709388.9	87591.0	1709388.8	1.10	0.10	1.210	0.010
Point_28	87648.2	1791201.4	87646.5	1791199.0	1.70	2.40	2.890	5.760
Point_29	50577.5	1810915.5	50581.7	1810915.6	-4.20	-0.10	17.640	0.010
Point_30	261134.2	1923282.0	261136.8	1923277.0	-2.60	5.00	6.760	25.000
Point_31	230773.5	1958287.3	230775.3	1958282.6	-1.80	4.70	3.240	22.090
Point_32	286446.3	1945306.6	286446.3	1945300.3	0.00	6.30	0.000	39.690
Point_33	289356.0	1932422.8	289356.6	1932424.9	-0.60	-2.10	0.360	4.410
Point_34	315487.9	1932689.5	315489.4	1932692.8	-1.50	-3.30	2.250	10.890
Point_35	280887.5	1819362.0	280889.6	1819360.0	-2.10	2.00	4.410	4.000
Point_36	296896.6	1815212.9	296892.9	1815213.3	3.70	-0.40	13.690	0.160
Point_37	268119.6	1818804.0	268120.5	1818805.3	-0.90	-1.30	0.810	1.690
Point_38	172075.0	1837255.0	172079.2	1837257.4	-4.20	-2.40	17.640	5.760
Point_39	172957.4	1802572.7	172962.7	1802576.9	-5.30	-4.20	28.090	17.640
Point_40	243735.9	1749647.0	243735.1	1749649.4	0.80	-2.40	0.640	5.760
Point_41	228532.5	1748369.4	228529.7	1748370.3	2.80	-0.90	7.840	0.810
Point_42	255192.8	1814207.7	255191.4	1814211.1	1.40	-3.40	1.960	11.560
Point_43	117941.0	1704175.3	117939.0	1704174.1	2.00	1.20	4.000	1.440
Point_44	158256.8	1780265.0	158259.1	1780264.2	-2.30	0.80	5.290	0.640
Point_45	137550.1	1731433.8	137547.3	1731436.6	2.80	-2.80	7.840	7.840
Point_46	373094.2	1720171.2	373097.3	1720170.9	-3.10	0.30	9.610	0.090
Point_47	371951.8	1725812.1	371953.9	1725814.6	-2.10	-2.50	4.410	6.250
Point_48	406952.5	1748511.3	406954.2	1748511.3	-1.70	0.00	2.890	0.000
Point_49	386472.0	1772599.2	386474.0	1772598.4	-2.00	0.80	4.000	0.640
Point_50	322011.5	1729281.7	322011.4	1729283.3	0.10	-1.60	0.010	2.560
Point_51	352254.8	1776464.7	352256.5	1776463.0	-1.70	1.70	2.890	2.890
Point_52	277688.4	1802829.1	277690.9	1802820.4	-2.50	8.70	6.250	75.690
Point_53	297670.9	1810437.9	297678.6	1810446.4	-7.70	-8.50	59.290	72.250
Point_54	317669.6	1790886.6	317672.2	1790880.7	-2.60	5.90	6.760	34.810
Point_55	352345.0	1864595.6	352347.0	1864595.4	-2.00	0.20	4.000	0.040
Point_56	347540.9	1849278.8	347537.8	1849279.7	3.10	-0.90	9.610	0.810
Point_57	324168.7	1812680.3	324170.4	1812682.2	-1.70	-1.90	2.890	3.610
Point_58	322370.1	1616428.5	322369.2	1616429.4	0.90	-0.90	0.810	0.810
Point_59	349305.0	1670710.2	349303.9	1670709.1	1.10	1.10	1.210	1.210
Point_60	385892.6	1691435.1	385893.1	1691436.2	-0.50	-1.10	0.250	1.210
Point_61	435495.6	1687764.2	435492.9	1687766.3	2.70	-2.10	7.290	4.410

ตารางที่ 1-16 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_62	402825.5	1618664.4	402827.2	1618672.3	-1.70	-7.90	2.890	62.410
Point_63	416419.7	1620274.0	416414.2	1620279.4	5.50	-5.40	30.250	29.160
Point_64	447526.3	1650522.5	447528.0	1650523.7	-1.70	-1.20	2.890	1.440
Point_65	429358.7	1612012.3	429358.7	1612014.7	0.00	-2.40	0.000	5.760
Point_66	439996.7	1717255.7	439997.6	1717254.9	-0.90	0.80	0.810	0.640
Point_67	435326.7	1694100.5	435326.5	1694104.7	0.20	-4.20	0.040	17.640
Point_68	548249.0	1673139.9	548252.2	1673139.2	-3.20	0.70	10.240	0.490
Point_69	496911.9	1657633.4	496912.4	1657632.8	-0.50	0.60	0.250	0.360
Point_70	502778.0	1725920.1	502778.0	1725924.1	0.00	-4.00	0.000	16.000
Point_71	523617.3	1773131.8	523618.0	1773134.8	-0.70	-3.00	0.490	9.000
Point_72	185036.6	1682910.0	185035.2	1682907.4	1.40	2.60	1.960	6.760
Point_73	254731.6	1718173.4	254728.1	1718173.7	3.50	-0.30	12.250	0.090
Point_74	99571.3	1632089.0	99570.6	1632089.7	0.70	-0.70	0.490	0.490
Point_75	186987.8	1658126.1	186985.9	1658126.6	1.90	-0.50	3.610	0.250
Point_76	152697.8	1684256.5	152699.5	1684255.9	-1.70	0.60	2.890	0.360
Point_77	184393.0	1644261.4	184384.8	1644256.2	8.20	5.20	67.240	27.040
Point_78	194877.7	1648487.9	194887.2	1648491.7	-9.50	-3.80	90.250	14.440
Point_79	297083.6	1659489.3	297083.7	1659485.1	-0.10	4.20	0.010	17.640
Point_80	254097.0	1597543.9	254100.8	1597544.9	-3.80	-1.00	14.440	1.000
Point_81	234512.4	1511910.5	234513.5	1511910.1	-1.10	0.40	1.210	0.160
Point_82	197908.3	1524710.7	197906.5	1524712.9	1.80	-2.20	3.240	4.840
Point_83	183580.8	1530768.5	183582.5	1530769.5	-1.70	-1.00	2.890	1.000
						Sum	**757.460**	**1,096.870**
						Mean	**6.419**	**9.296**
						RMSE(E)	**2.534**	
						RMSE(N)		**3.049**
						RMSE	**3.964**	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตารางดังนี้

Point	หมายถึง	ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ
E และ N (Survey)	หมายถึง	ค่า E และ N ของข้อมูลสำรวจ
E และ N (GCP)	หมายถึง	จุดค่า E และ N ของจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน
ΔE	หมายถึง	ผลต่าง E
ΔN	หมายถึง	ผลต่าง N
E (m)	หมายถึง	ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด E
N (m)	หมายถึง	ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด N

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

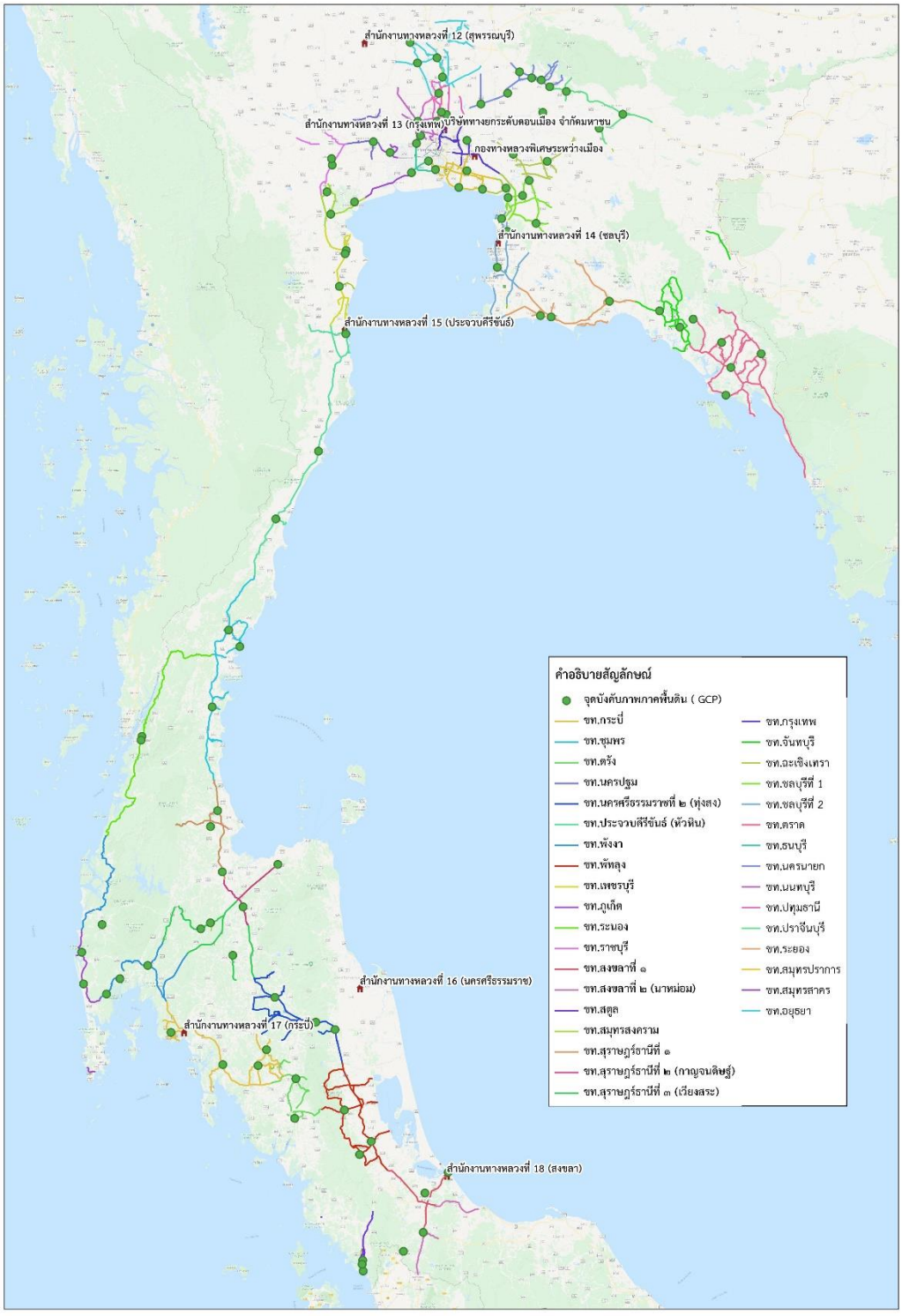
ลำดับ	Team	รายชื่อสำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง	รายชื่อแขวงทางหลวง	จำนวนจุด
1	CU	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	618	ขท.ปราจีนบุรี	6
2		สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	411	ขท.กรุงเทพ	2
3			413	ขท.อยุธยา	4
4			414	ขท.นครนายก	4
5			415	ขท.สมุทรสาคร	2
6			416	ขท.ปทุมธานี	3
7			417	ขท.สมุทรปราการ	3
8			418	ขท.นนทบุรี	3
9			419	ขท.ธนบุรี	3
10		สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	421	ขท.ฉะเชิงเทรา	3
11			422	ขท.ชลบุรีที่ 1	4
12			423	ขท.จันทบุรี	3
13			425	ขท.ตราด	4
14			426	ขท.ระยอง	3
15			428	ขท.ชลบุรีที่ 2	3
16		สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	332	ขท.ชุมพร	3
17			333	ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	3
18			335	ขท.ราชบุรี	2
19			336	ขท.นครปฐม	1
20			337	ขท.สมุทรสงคราม	3
21			338	ขท.เพชรบุรี	3

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

ลำดับ	Team	รายชื่อสำนักงานทางหลวง	รหัสแขวง	รายชื่อแขวงทางหลวง	จำนวนจุด
22	CU	สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	314	ขท.พัทลุง	3
23			325	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 1 (พุนพิน)	3
24			326	ขท.นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	3
25			328	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	2
26			329	ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	3
27		สำนักง านทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	322	ขท.ตรัง	2
28			323	ขท.กระบี่	4
29			324	ขท.ภูเก็ต	3
30			327	ขท.พังงา	3
31			331	ขท.ระนอง	2
32		สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	311	ขท.สงขลาที่ 1	2
33			318	ขท.สตูล	3
34			319	ขท.สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	2

การตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และที่ปรึกษาทำการเลือกจุดที่จะทำการตรวจสอบ ทั้งสิ้น 100 จุด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ทั้งหมด ดังรูปที่ 1-54



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

2) จุดบังคับภาพภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) และจุดที่ทำการตรวจสอบทั้ง 100 จุด ต้องสามารถมองเห็นตำแหน่งจุดตัดทางแยกจากภาพถ่ายทางอากาศ (google map) ได้ชัดเจน

3) นำค่า แสดงจุด GCP และจุดที่ทำการตรวจสอบ มาเปรียบเทียบคำนวณผลต่างในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ดังตารางที่ 1-18

ตารางที่ 1-18 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_01	537502.944	1087722.961	537503.001	1087726.452	-0.057	-3.491	0.003	12.184
Point_02	539693.493	1070880.546	539692.780	1070875.719	0.713	4.827	0.508	23.303
Point_03	544782.693	1069435.974	544783.067	1069436.375	-0.374	-0.401	0.140	0.161
Point_04	546682.821	1055097.525	546682.927	1055103.215	-0.105	-5.690	0.011	32.372
Point_05	548002.347	1026005.180	548002.083	1026001.877	0.264	3.304	0.070	10.914
Point_06	546643.369	1025736.301	546643.665	1025743.840	-0.296	-7.538	0.087	56.827
Point_07	547121.409	1025309.134	547120.983	1025301.837	0.427	7.297	0.182	53.247
Point_08	483534.088	867538.064	483533.911	867541.745	0.177	-3.681	0.031	13.550
Point_09	483947.646	866942.927	483947.378	866949.176	0.268	-6.249	0.072	39.054
Point_10	511065.895	842087.429	511066.479	842089.758	-0.585	-2.330	0.342	5.427
Point_11	509546.052	851767.424	509546.621	851762.354	-0.569	5.070	0.324	25.700
Point_12	508308.480	871824.034	508309.726	871821.138	-1.246	2.896	1.552	8.387
Point_13	509828.807	825580.048	509829.063	825578.422	-0.256	1.626	0.066	2.644
Point_14	506543.027	824281.468	506542.929	824284.952	0.098	-3.483	0.010	12.134
Point_15	503740.483	839005.822	503740.663	839004.840	-0.181	0.982	0.033	0.965
Point_16	533297.290	1023962.610	533296.874	1023958.676	0.417	3.935	0.173	15.481
Point_17	531897.714	1032389.519	531897.237	1032391.567	0.477	-2.048	0.228	4.194
Point_18	527454.362	1013177.928	527454.655	1013172.383	-0.293	5.545	0.086	30.747
Point_19	527580.366	977386.314	527580.599	977380.263	-0.233	6.052	0.054	36.626
Point_20	522830.151	978295.944	522828.710	978295.522	1.441	0.422	2.077	0.178
Point_21	518969.733	957192.575	518969.574	957198.227	0.158	-5.652	0.025	31.946
Point_22	520724.816	951140.194	520725.380	951133.291	-0.564	6.903	0.318	47.655
Point_23	515837.781	888463.796	515837.344	888464.593	0.437	-0.798	0.191	0.636
Point_24	520114.052	925729.209	520114.134	925731.640	-0.083	-2.431	0.007	5.912
Point_25	517358.003	1006620.902	517357.951	1006624.357	0.052	-3.455	0.003	11.938

ตารางที่ 1-18 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_26	516251.167	992820.924	516251.838	992821.160	-0.671	-0.237	0.450	0.056
Point_27	512866.022	963338.436	512864.142	963330.564	1.880	7.872	3.534	61.963
Point_28	504501.201	910040.497	504501.469	910037.906	-0.268	2.591	0.072	6.713
Point_29	507657.958	933088.254	507654.058	933094.203	3.900	-5.949	15.208	35.387
Point_30	503857.712	917000.882	503856.540	916996.133	1.171	4.749	1.372	22.553
Point_31	498056.717	925547.796	498056.658	925553.830	0.058	-6.034	0.003	36.406
Point_32	491082.633	922136.398	491082.328	922144.112	0.306	-7.714	0.093	59.506
Point_33	492927.363	917062.334	492927.376	917058.769	-0.013	3.565	0.000	12.710
Point_34	497090.830	965574.082	497090.315	965574.820	0.514	-0.739	0.265	0.546
Point_35	502084.986	940564.196	502086.337	940564.977	-1.352	-0.781	1.827	0.610
Point_36	479329.442	918076.226	479328.452	918074.104	0.990	2.122	0.980	4.502
Point_37	471941.223	937763.353	471941.897	937763.372	-0.675	-0.018	0.456	0.000
Point_38	470255.141	929710.197	470254.957	929709.581	0.184	0.616	0.034	0.380
Point_39	456100.442	963207.141	456100.108	963202.391	0.334	4.751	0.112	22.568
Point_40	446581.008	993579.737	446581.996	993575.887	-0.988	3.850	0.977	14.824
Point_41	546830.288	1013570.555	546830.287	1013576.210	0.002	-5.655	0.000	31.976
Point_42	540762.794	1009113.972	540762.206	1009112.260	0.588	1.712	0.346	2.931
Point_43	536483.653	1014227.344	536485.178	1014226.638	-1.525	0.707	2.327	0.500
Point_44	536868.355	1013418.749	536867.495	1013418.997	0.860	-0.247	0.739	0.061
Point_45	530619.611	1020376.280	530620.530	1020379.343	-0.919	-3.063	0.844	9.381
Point_46	531655.827	1003232.944	531658.339	1003233.258	-2.512	-0.314	6.309	0.099
Point_47	528836.244	1000572.943	528835.772	1000565.984	0.472	6.959	0.223	48.426
Point_48	525639.436	1004453.316	525640.354	1004449.713	-0.918	3.603	0.843	12.982
Point_49	524836.483	1003963.639	524835.505	1003964.599	0.979	-0.961	0.958	0.923
Point_50	523373.653	1034157.138	523373.137	1034158.197	0.516	-1.059	0.266	1.122
Point_51	524987.194	1046160.662	524987.494	1046158.352	-0.300	2.310	0.090	5.336
Point_52	527937.676	1061486.071	527937.833	1061490.206	-0.157	-4.135	0.025	17.099
Point_53	521600.642	1089051.556	521600.726	1089047.568	-0.084	3.988	0.007	15.903
Point_54	524556.474	1101538.200	524556.743	1101542.121	-0.270	-3.921	0.073	15.373
Point_55	517959.664	1081391.802	517959.113	1081391.810	0.551	-0.008	0.304	0.000
Point_56	520828.498	1086819.996	520827.361	1086819.742	1.137	0.255	1.293	0.065
Point_57	520462.118	1083208.446	520461.407	1083210.174	0.711	-1.728	0.505	2.987

ตารางที่ 1-18 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_58	530709.014	1095556.663	530709.993	1095555.347	-0.980	1.315	0.960	1.730
Point_59	528625.474	1101374.786	528627.594	1101373.284	-2.120	1.502	4.493	2.255
Point_60	531390.572	1112615.090	531391.870	1112615.057	-1.298	0.033	1.685	0.001
Point_61	527947.166	1078774.832	527946.657	1078776.546	0.508	-1.714	0.258	2.937
Point_62	526707.225	1073778.437	526707.064	1073781.845	0.161	-3.407	0.026	11.610
Point_63	524220.978	1065238.713	524216.965	1065239.581	4.013	-0.868	16.102	0.754
Point_64	513786.789	1066073.623	513786.068	1066080.572	0.721	-6.949	0.520	48.292
Point_65	511064.680	1060776.182	511063.176	1060770.000	1.504	6.182	2.262	38.218
Point_66	513269.626	1080124.975	513268.340	1080126.978	1.286	-2.002	1.655	4.009
Point_67	515851.412	1084034.907	515850.982	1084036.735	0.430	-1.828	0.185	3.341
Point_68	523276.911	1068194.763	523275.308	1068194.173	1.603	0.589	2.570	0.347
Point_69	521630.815	1080038.649	521631.149	1080038.353	-0.334	0.295	0.111	0.087
Point_70	521365.546	1066203.656	521364.976	1066205.529	0.570	-1.873	0.325	3.508
Point_71	519853.813	1111711.900	519853.738	1111714.505	0.075	-2.605	0.006	6.786
Point_72	515871.853	1139635.528	515871.707	1139635.842	0.145	-0.314	0.021	0.099
Point_73	518236.185	1161356.618	518236.058	1161350.578	0.127	6.039	0.016	36.475
Point_74	518686.828	1131004.440	518688.082	1131007.546	-1.254	-3.106	1.572	9.646
Point_75	516812.726	1148338.371	516813.188	1148338.052	-0.462	0.319	0.214	0.102
Point_76	517211.321	1155271.259	517210.622	1155275.487	0.699	-4.228	0.489	17.875
Point_77	519065.560	1173240.093	519066.619	1173243.202	-1.059	-3.109	1.121	9.667
Point_78	523000.578	1213936.888	523000.745	1213940.142	-0.166	-3.254	0.028	10.588
Point_79	524730.906	1196889.856	524730.349	1196886.272	0.558	3.585	0.311	12.849
Point_80	521757.030	1156309.323	521757.739	1156309.065	-0.708	0.257	0.502	0.066
Point_81	531656.282	1129544.062	531656.675	1129540.753	-0.393	3.309	0.155	10.950
Point_82	527128.442	1134849.061	527128.071	1134851.269	0.371	-2.207	0.138	4.872
Point_83	528667.285	1159298.462	528666.403	1159298.639	0.882	-0.177	0.777	0.031
Point_84	531031.573	1146255.998	531031.110	1146257.423	0.464	-1.425	0.215	2.032
Point_85	532998.421	1141455.645	532998.057	1141459.425	0.364	-3.780	0.132	14.289
Point_86	537121.939	1151059.892	537121.813	1151057.127	0.126	2.766	0.016	7.648
Point_87	533000.978	1130973.168	533001.336	1130973.507	-0.359	-0.338	0.129	0.115
Point_88	535747.793	1126267.247	535747.670	1126267.872	0.123	-0.625	0.015	0.391
Point_89	542295.357	1122976.177	542295.557	1122976.270	-0.200	-0.093	0.040	0.009

ตารางที่ 1-18 ผลการเปรียบเทียบการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง (ต่อ)

Point	E (m) Survey	N (m) Survey	E (m) GCP	N (m) GCP	ΔE (m)	ΔN (m)	ΔE^2 (m)	ΔN^2 (m)
Point_90	537629.644	1130412.477	537629.363	1130409.751	0.281	2.726	0.079	7.430
Point_91	550098.597	1153784.506	550098.035	1153782.848	0.562	1.658	0.316	2.749
Point_92	550587.025	1161479.447	550587.019	1161477.546	0.006	1.901	0.000	3.614
Point_93	549968.018	1203527.371	549967.944	1203522.598	0.073	4.773	0.005	22.780
Point_94	552767.073	1239578.209	552767.198	1239580.990	-0.125	-2.781	0.016	7.734
Point_95	554962.992	1263709.724	554962.755	1263708.095	0.237	1.630	0.056	2.655
Point_96	555785.308	1254159.587	555785.485	1254162.694	-0.177	-3.107	0.031	9.652
Point_97	559361.030	1284108.016	559361.289	1284108.584	-0.259	-0.568	0.067	0.323
Point_98	562326.675	1312476.362	562327.612	1312473.976	-0.937	2.386	0.877	5.694
Point_99	563501.242	1290601.010	563501.385	1290598.108	-0.143	2.902	0.020	8.422
Point_100	567616.981	1286788.256	567617.309	1286789.283	-0.328	-1.027	0.108	1.054
						Sum	**85.748**	**1,259.755**
						Mean	**1.504**	**22.101**
						RMSE (E)	**1.227**	
						RMSE (N)		**4.701**
						RMSE	**4.859**	

โดยแสดงรายละเอียดหัวตารางดังนี้

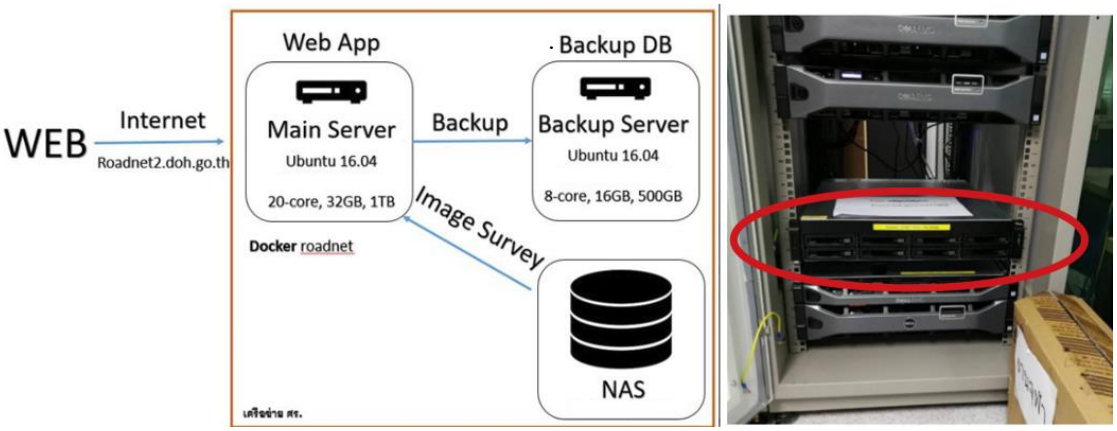
Point หมายถึง ตำแหน่งที่ทำการตรวจสอบ
E และ N (Survey) หมายถึง ค่า E และ N ของข้อมูลสำรวจ
E และ N (GCP) หมายถึง จุดค่า E และ N ของจุดบังคับภาพภาคพื้นดิน
ΔE หมายถึง ผลต่าง E
ΔN หมายถึง ผลต่าง N
E (m) หมายถึง ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด E
N (m) หมายถึง ส่วนต่างระหว่างข้อมูลสำรวจกับจุด GCP ของค่าจุด N

1.5 การจัดเก็บข้อมูลสู่ฐานข้อมูล Roadnet

การนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างข้อมูลตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS ได้ไม่น้อยกว่าระยะทาง 40,000 กิโลเมตร โดยที่ปรึกษาจะต้องจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) อย่างเป็นระบบ โดยที่ปรึกษาต้องนำเข้าไปเก็บในอุปกรณ์จัดเก็บและสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) โดยติดตั้งอยู่ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง มีขั้นตอนดังนี้

1.5.1 ที่ปรึกษาต้องทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ จากข้อ 4.4 ในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS โดยที่ปรึกษาจะต้องจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) อย่างเป็นระบบของผู้ว่าจ้างโดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

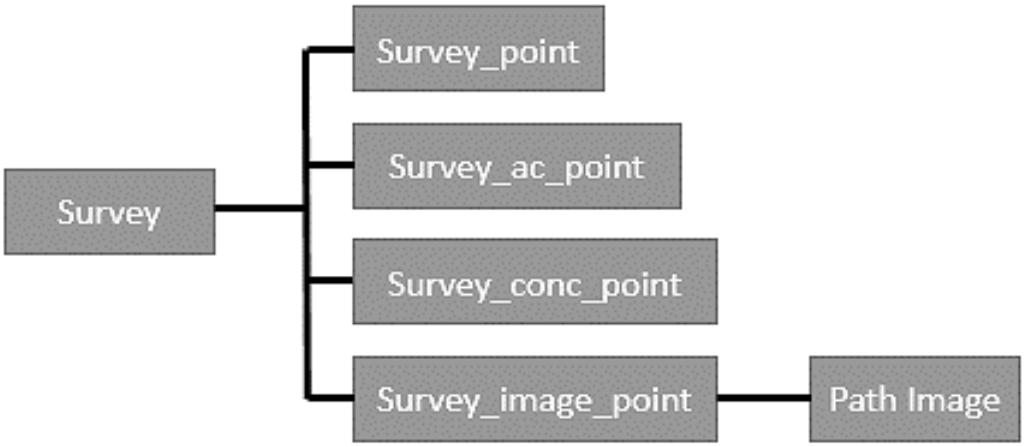
ที่ปรึกษาทำการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจสภาพทางในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS โดยจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไว้ในอุปกรณ์ที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และสำรองข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) อย่างเป็นระบบ โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศกรมทางหลวง



รูปที่ 1-55 อุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

1.5.2 การจัดเก็บข้อมูลในระบบ Roadnet จะต้องไม่มีผลกระทบกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบและรูปแบบจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ

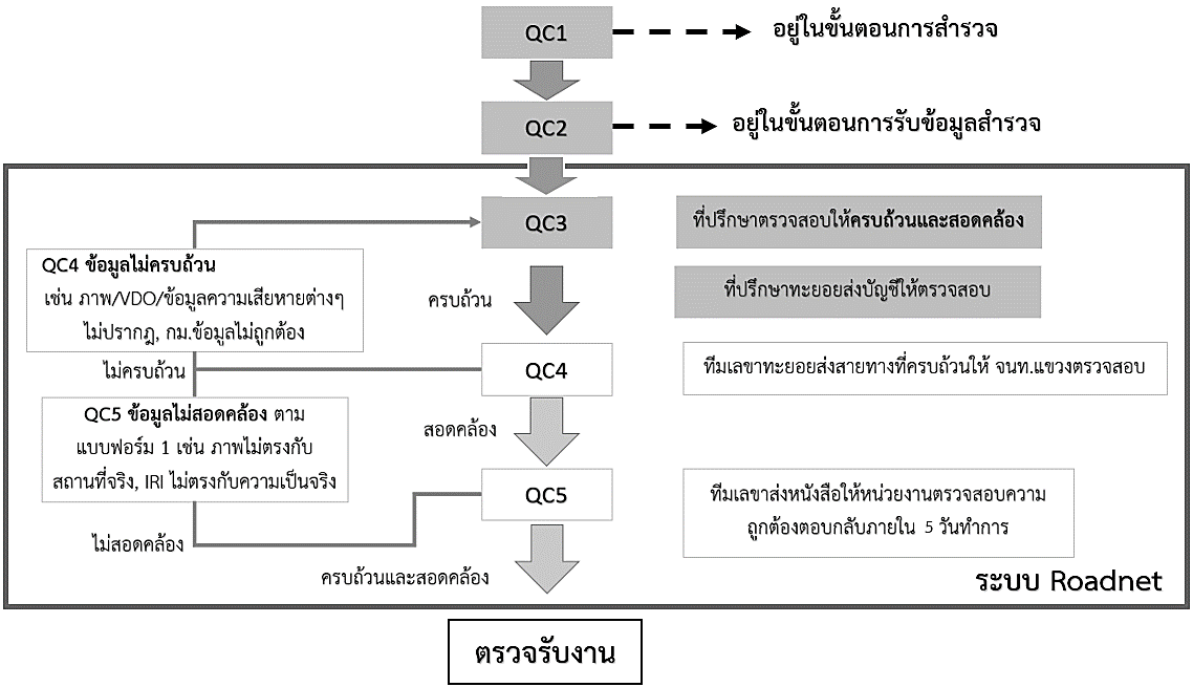
การจัดข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเข้าสู่ระบบ Roadnet จะเป็นโครงสร้างเดิมตามข้อ 1.5.1 จึงไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลเดิม โดยจะแบ่งกลุ่มฐานข้อมูลดังรูปที่ 1-56



รูปที่ 1-56 การเชื่อมโยงบนระบบ Roadnet

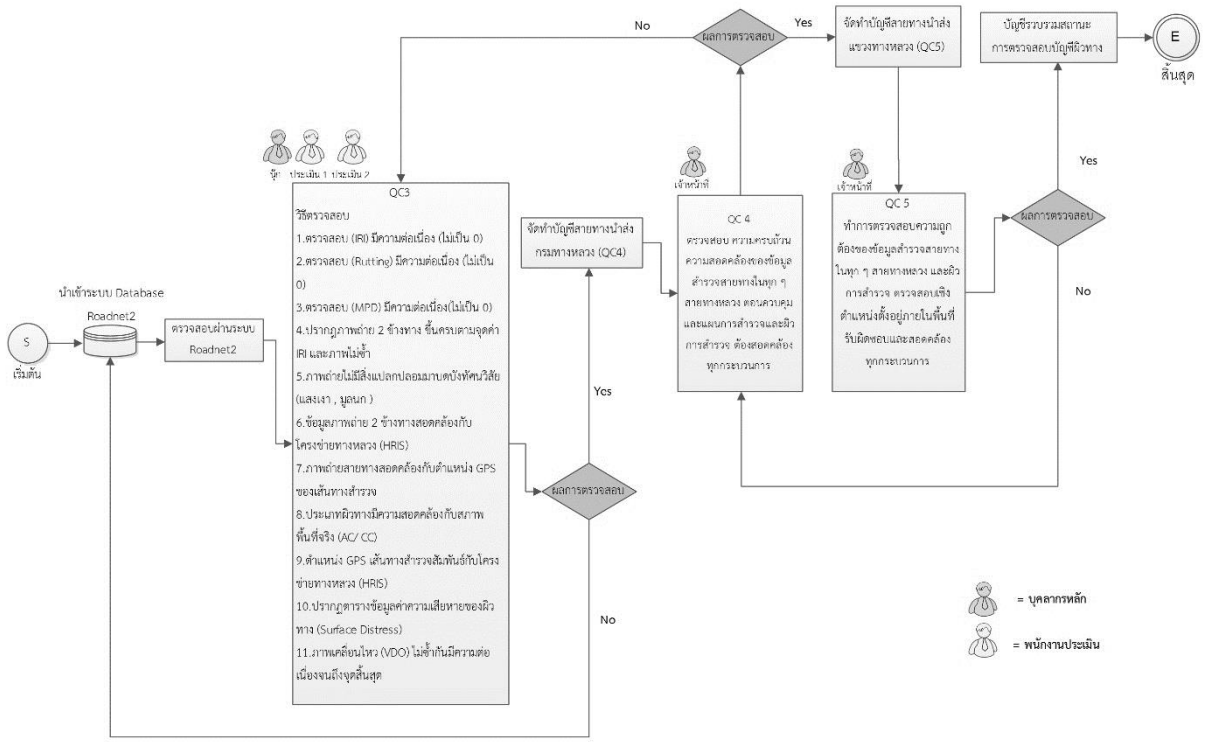
1.6 การตรวจสอบข้อมูลการสำรวจผ่านระบบ Roadnet

การตรวจสอบข้อมูลสำรวจ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจ จนมาถึงขั้นตอนการรับข้อมูลสำรวจ ตลอดจนการนำเข้าระบบ Roadnet ซึ่งจะทำการตรวจสอบทั้งแต่รายละเอียดภายในสายทาง รวมทั้งความครบถ้วนของข้อมูลสำรวจ ความสอดคล้องและสัมพันธ์กับภาพถ่าย 2 ข้างทาง โดยมีกระบวนการและรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1-57 กระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet

การทำงานแบบรายละเอียดในขั้นตอน QC3 ตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet



รูปที่ 1-58 กระบวนการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet ของทีมตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3)

วิธีการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจผ่านระบบ Roadnet ทางทีมการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) ทางด้านคุณภาพของข้อมูล จะทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน ความสอดคล้องของข้อมูลสำรวจสายทางในทุก ๆ สายทางหลวง ตอนควบคุม และแผนการสำรวจและผิวการสำรวจต้องสอดคล้องทุกกระบวนการ โดยกระบวนการตรวจสอบเบื้องต้นตามลำดับตามขั้นตอนต่อไปนี้

ตารางที่ 1-19 รายละเอียดในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3)

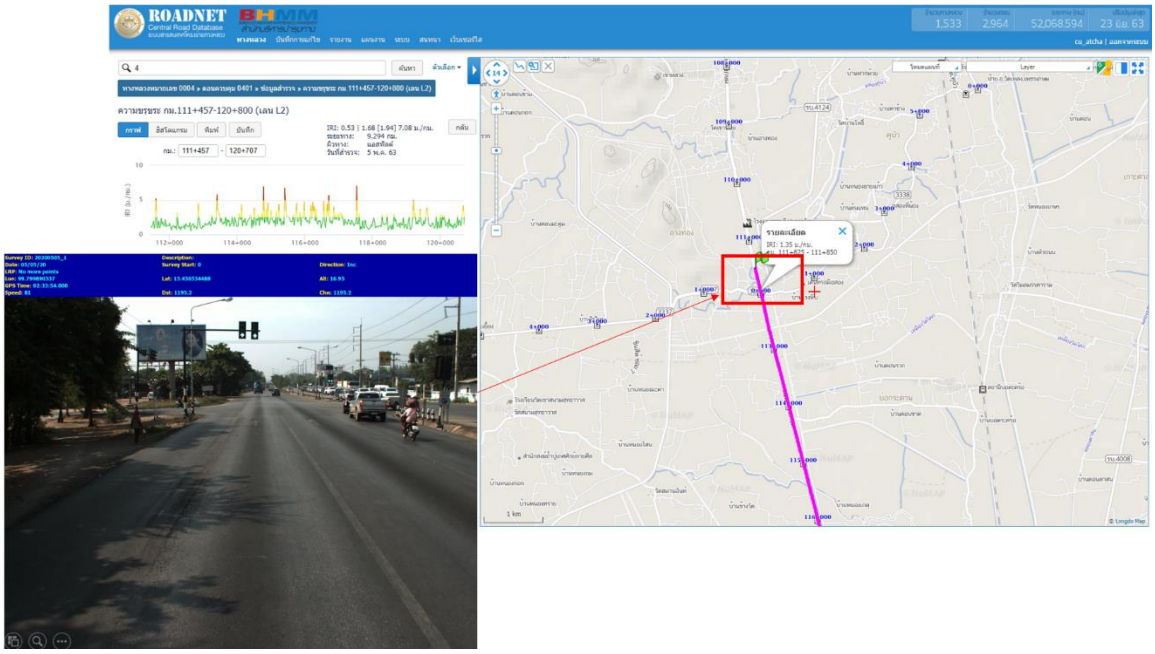
ลำดับ	รายละเอียดการตรวจสอบ	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง
1	ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)		
2	ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)		
3	ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) มีความต่อเนื่อง (ไม่เป็น 0)		
4	ปรากฏภาพถ่าย 2 ข้างทาง ขึ้นครบตามจุดค่า IRI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

1.6.1 การแสดงผลข้อมูลสภาพทางได้แก่ ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องดังนี้

การตรวจสอบข้อมูลในหน้าจอการแสดงผลข้อมูลสภาพทางมีการตรวจสอบทั้งหมดดังนี้

- ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจ

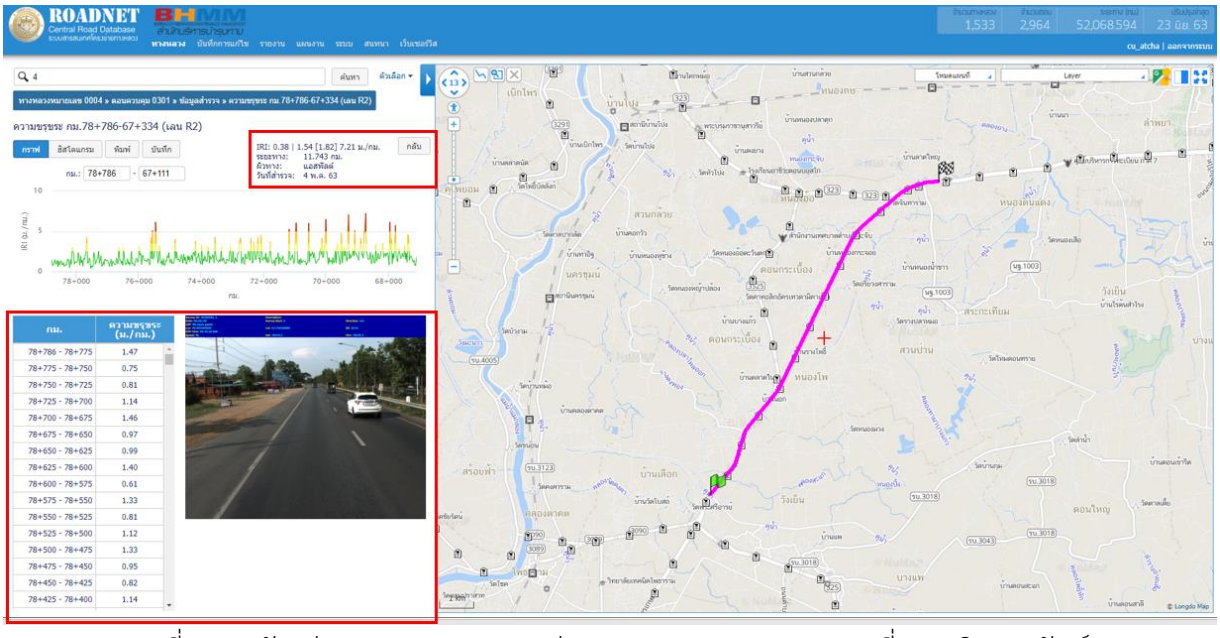
การแสดงผลภาพถ่ายสองข้าง (LT/RT) เช่นทางด้านซ้ายทางแสดงผลกิโลเมตรสำรวจจากน้อยไปมากจะต้องสอดคล้องกับสายทางที่สำรวจในพื้นที่ โดยการแสดงภาพสองข้างทางผ่านระบบ Roadnet แสดงผลทุก 25 เมตร ตามที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่องกันไปตลอดสายทาง สังเกตจากการแสดงพิกัดสายทางเส้นทางบนแผนที่ควบคู่กันไป



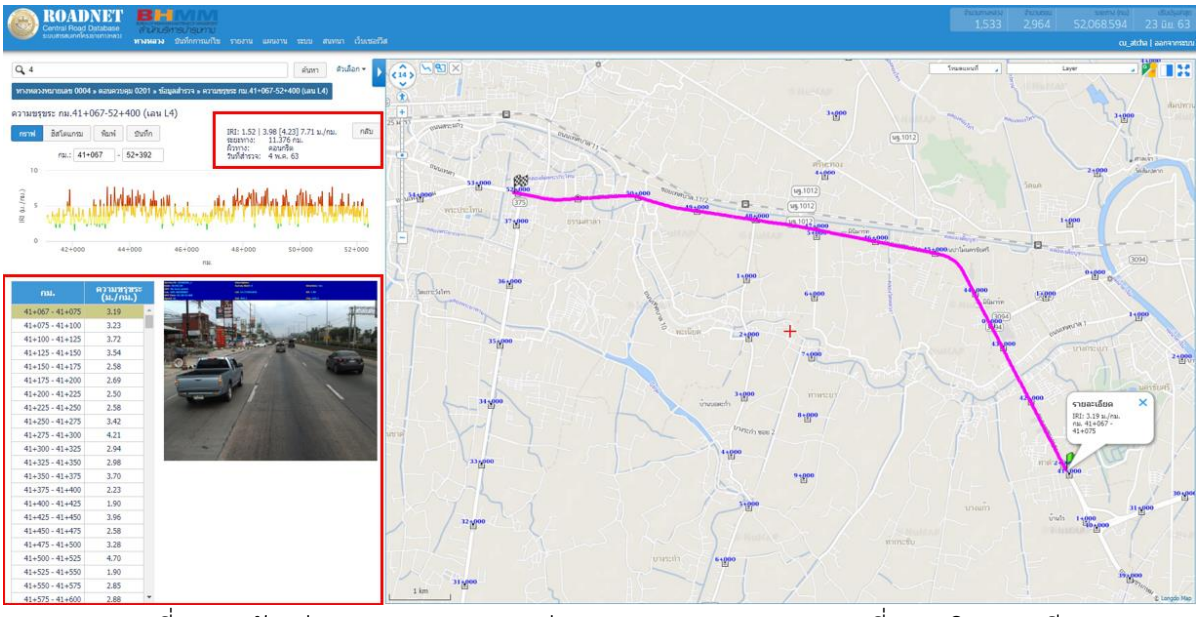
รูปที่ 1-59 ตัวอย่างข้อมูลการสำรวจช่องจราจร L2 และการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงตำแหน่งบริเวณทางทางแยกของสาย 4 ตอนควบคุมที่ 0401

- ข้อมูลประเภท ผิวทาง จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง

ประเภทผิวทางผ่านระบบและผิวทางพื้นที่จริงต้องมีความสอดคล้องกัน โดยแสดงผลผิวทางแอสฟัลต์และผิวทางคอนกรีต ซึ่งในบางสายทางอาจมีผิวทางมากกว่า 1 ผิวทาง



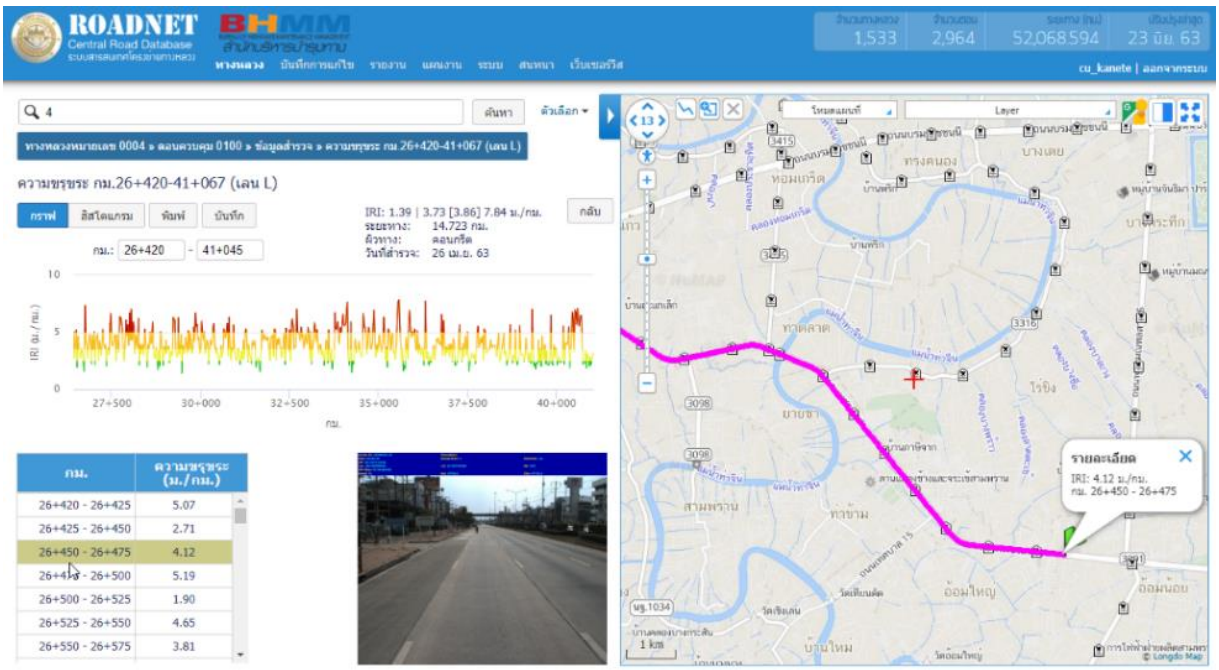
รูปที่ 1-60 ตัวอย่างสายทางตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet สายทางที่แสดงผิวแอสฟัลต์



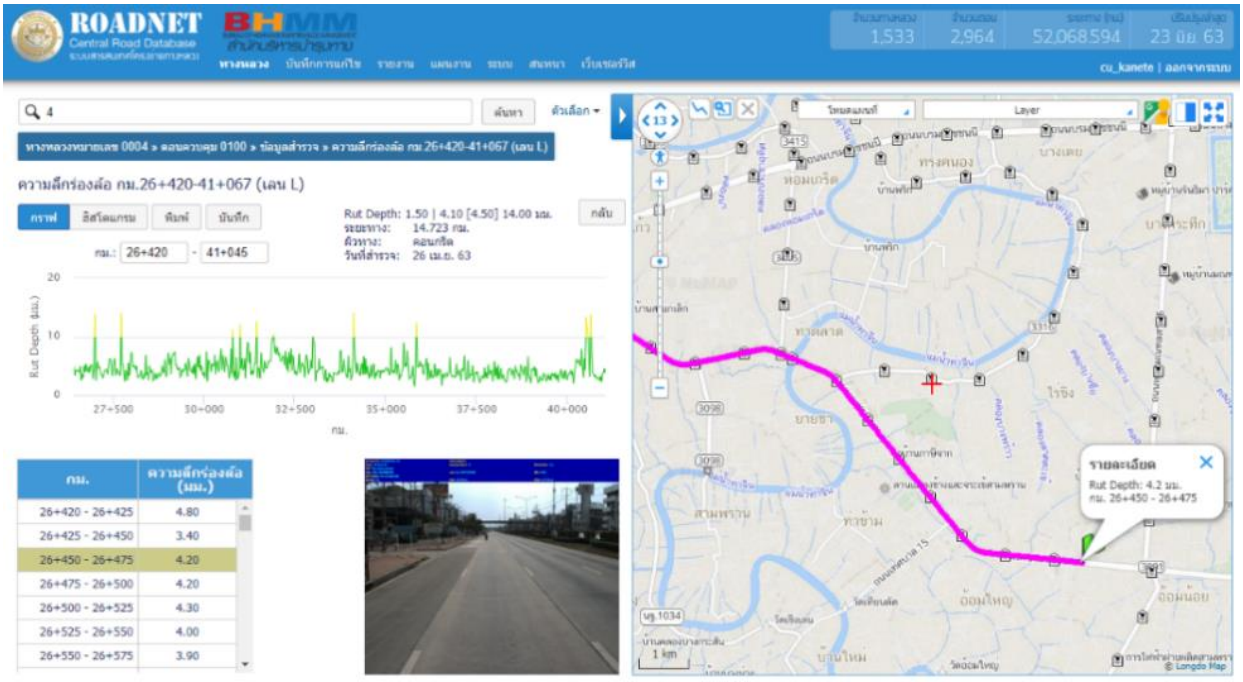
รูปที่ 1-61 ตัวอย่างสายทางตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet สายทางที่แสดงผิวคอนกรีต

- การตรวจสอบค่าข้อมูลสภาพทาง

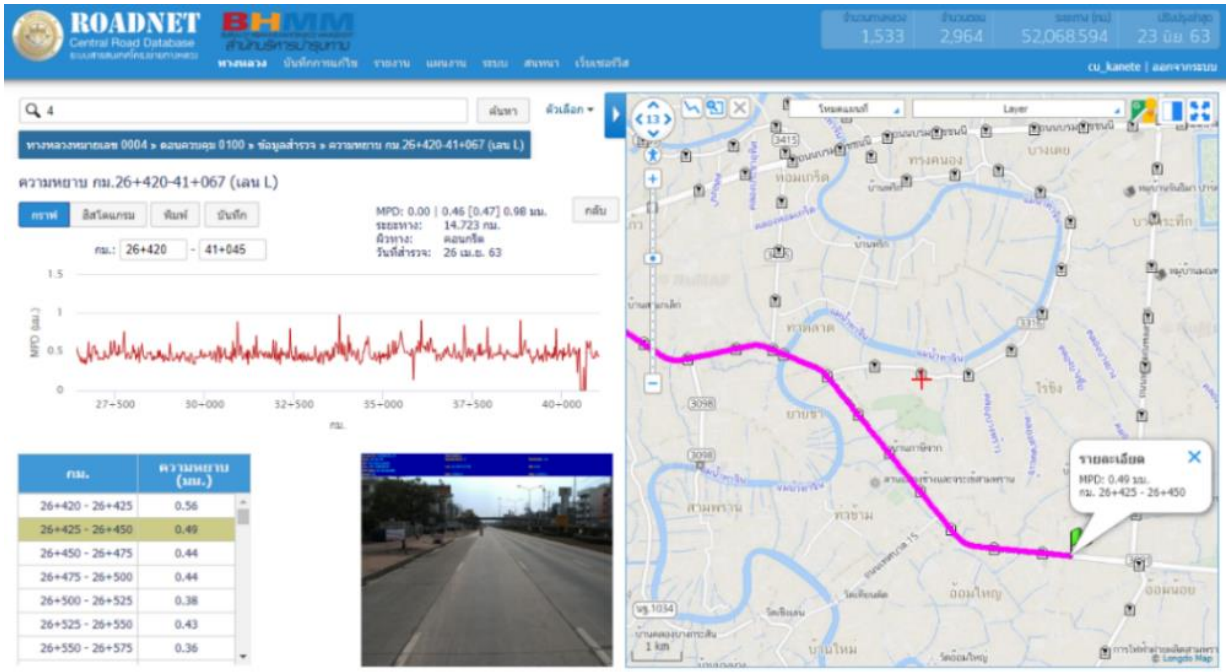
วิธีการตรวจสอบการแสดงผลหน้าข้อมูลสำรวจเบื้องต้นจากการนำเข้าระบบข้อมูลสภาพทาง จะทำการตรวจสอบผ่านระบบ Roadnet โดยทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วนของข้อมูลค่าสภาพทาง ทั้งข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ต้องไม่เป็น 0 ดังนี้



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



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



รูปที่ 1-64 ตัวอย่างกราฟข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง
(Mean Profile Depth, MPD) สาย 4 ตอน 0100

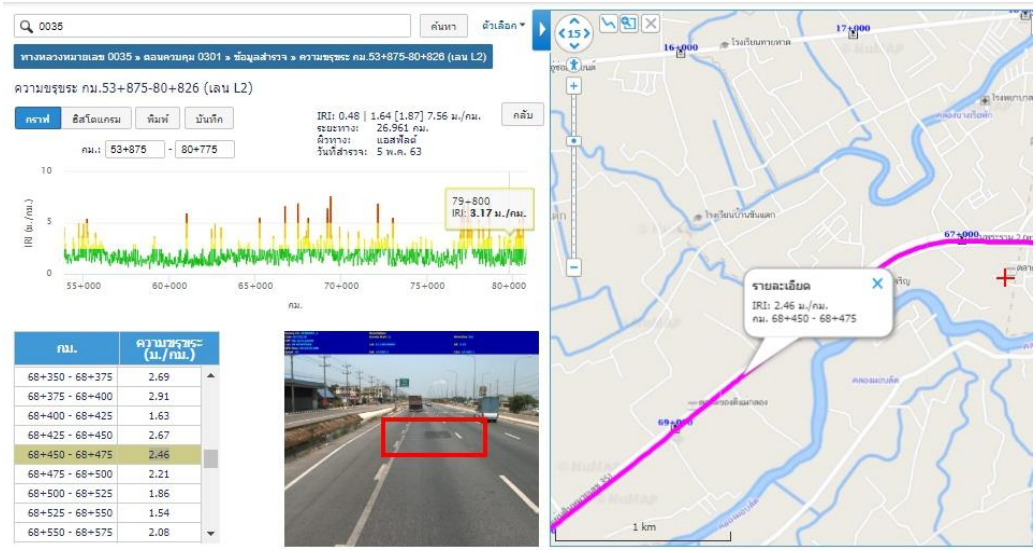
1.6.2 การแสดงผลข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) จะต้องมีความถูกต้องครบถ้วน ตามแต่ละประเภทผิวทางทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต และแสดงข้อมูลตามสภาพความเสียหายที่ได้จากการสำรวจ

การตรวจสอบข้อมูลความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ที่ได้จากการประเมินความเสียหายผิวทางทั้งผิวทางแอสฟัลต์ และคอนกรีต มีกระบวนการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนนำเข้าระบบ โดยมีกระบวนการตรวจสอบตามข้อ 4.4.2 ซึ่งเป็นกระบวนการก่อนนำข้อมูลเข้าระบบ Roadnet การตรวจสอบดังกล่าว สามารถทำการตรวจสอบตำแหน่งของข้อมูลเทียบกับสายทางที่มีค่าสภาพทางสูงเพียงเท่านั้น จนนำข้อมูลเข้าระบบ Roadnet จึงทำการตรวจสอบข้อมูลทางด้านความสอดคล้องและครบถ้วนกับภาพถ่าย 2 ข้างทาง รวมทั้งผลจากการประเมินมีค่าเท่ากับ 0 มีรายละเอียดของประเภทความเสียหายของผิวทางดังนี้

ตารางที่ 1-20 ข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวแอสฟัลต์

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

จากผลการนำเข้าข้อมูลความเสียหายผิวทางแอสฟัลต์ จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟของผลการสำรวจค่าสภาพทาง และข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-65 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายแอสฟัลต์

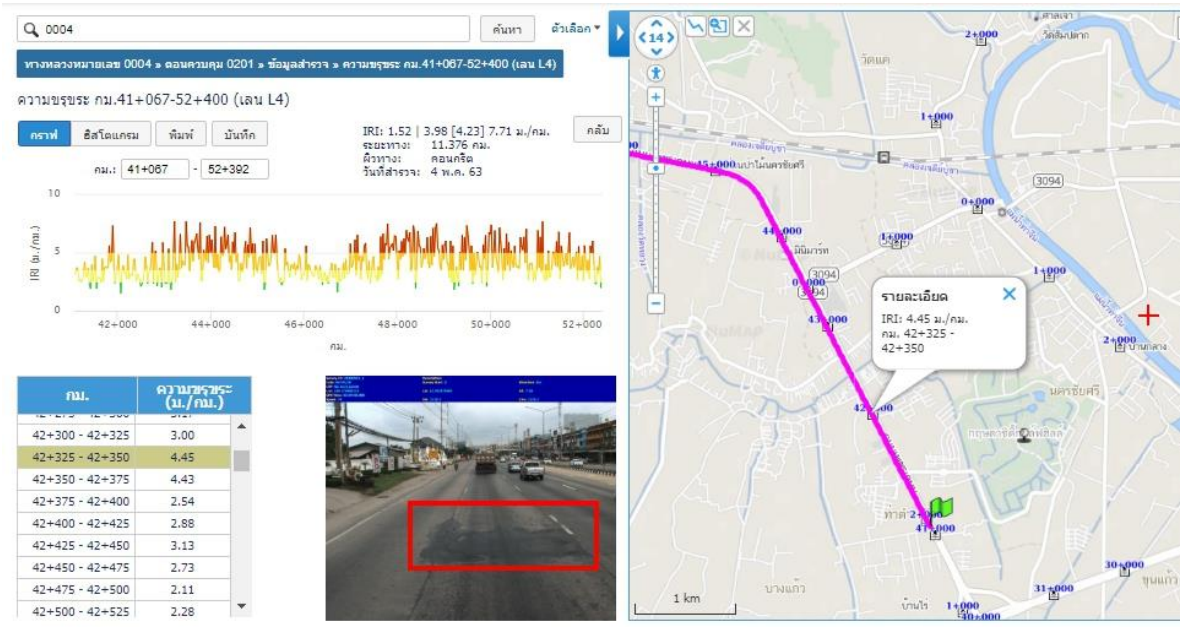
สภาพความเสียหายแอสฟัลต์			
ความขรุขระ	0.48 | 1.64 [1.87] 7.56 ม./กม.	ความลึกร่องล้อ	1.40 | 5.70 [6.62] 27.10 มม.
รอยแตกต่อเนื่อง	1.98 ตร.ม.	รอยแตกไม่ต่อเนื่อง	29.74 ม.
การหลุดร่อน	43.92 ตร.ม.	รอยปะซ่อม	2.11 ตร.ม.
หลุมบ่อ	0.69 ตร.ม.	การเสียรูปร่างผิวทาง	0.00 ตร.ม.
การเยิ้ม	0.00 ตร.ม.	ความเสียหายขอบผิวทาง	0.00 ม.
ความเสียหายไหล่ทาง	0.00 ม.	ความเสียหายไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง	0.00 ม.

รูปที่ 1-66 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายแอสฟัลต์

ตารางที่ 1-21 ข้อมูลการประเมินความเสียหายบนผิวคอนกรีต

ลำดับที่	ประเภทความเสียหายของผิวทางคอนกรีต
1	รอยแตกตามขวาง (Transverse cracks)
2	รอยบิ่นกระเทาะที่รอยต่อ (Spalling)
3	รอยแตกตามยาว (Longitudinal cracks)
4	รอยแตกที่มุม (Corner breaks)
5	ความเสียหายของวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint seal damage)
6	รอยปะซ่อม (Patching)

จากผลการนำเข้าข้อมูลความเสียหายผิวทางคอนกรีต จะทำการเปรียบเทียบกับกราฟของผลการสำรวจค่าสภาพทาง และข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทางควบคู่กันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-67 ตัวอย่างการแสดงผลสภาพความเสียหายคอนกรีต

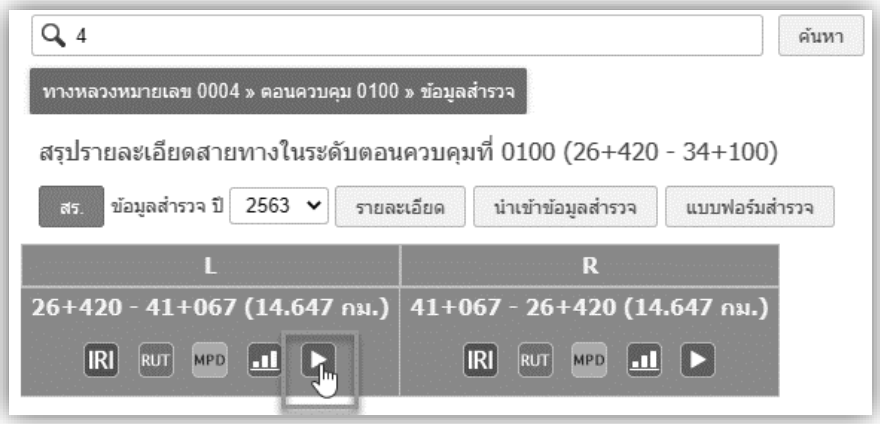
สภาพความเสียหายคอนกรีต			
จำนวนแผ่นแตกตามขวาง	38.56 แผ่น	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย	13.26 ม.
จำนวนแผ่นแตกตามยาว และแนวทแยง	13.50 แผ่น	รอยปะซ่อม	5.25 ตร.ม.
รอยเลื่อนต่างระดับ > 12 มม.	0.00 จุด	MPD	0.30 | 0.49 [0.53] 1.54 มม.
รอยบิ่นกะเทาะ	14.47 จุด	ไหล่ทางเสียหาย	0.00 ม.
มุมแตก	6.26 จุด	โพรงใต้แผ่นคอนกรีต	0.00 แผ่น

รูปที่ 1-68 ตัวอย่างการแสดงผลผ่านระบบ Roadnet สภาพความเสียหายคอนกรีต

1.6.3 ภาพถ่ายและภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของถนนและสองข้างทาง ต้องมีความสมบูรณ์ของภาพดังนี้

ในการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหว (VDO) มีรายละเอียดการตรวจสอบดังนี้

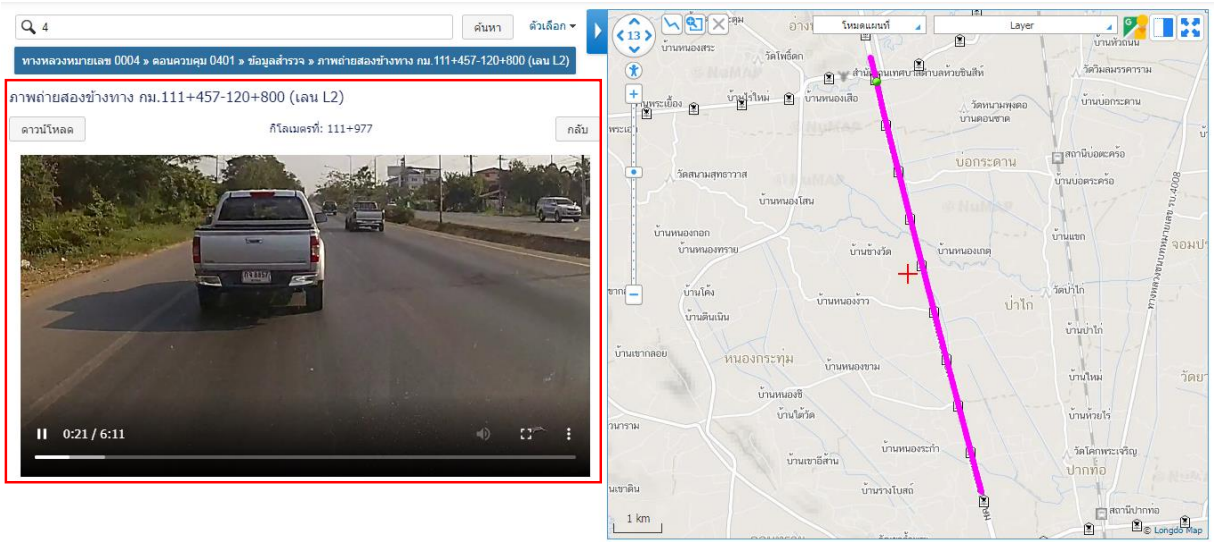
- สามารถเปิดข้อมูล VDO กรณีภาพรวมได้ ดังรูปที่ 1-69



รูปที่ 1-69 ตัวอย่างการตรวจสอบการดู VDO ภาพรวม

- ความครบถ้วนของภาพจะต้องแสดงผลสอดคล้องตามระยะและทิศทาง (LT/RT) ของการแสดงผลข้อมูลสภาพทาง (ทุกระยะ 25 เมตรหรือน้อยกว่า) โดยภาพในแต่ละระยะจะต้องไม่มีความซ้ำซ้อนหรือสลับกัน

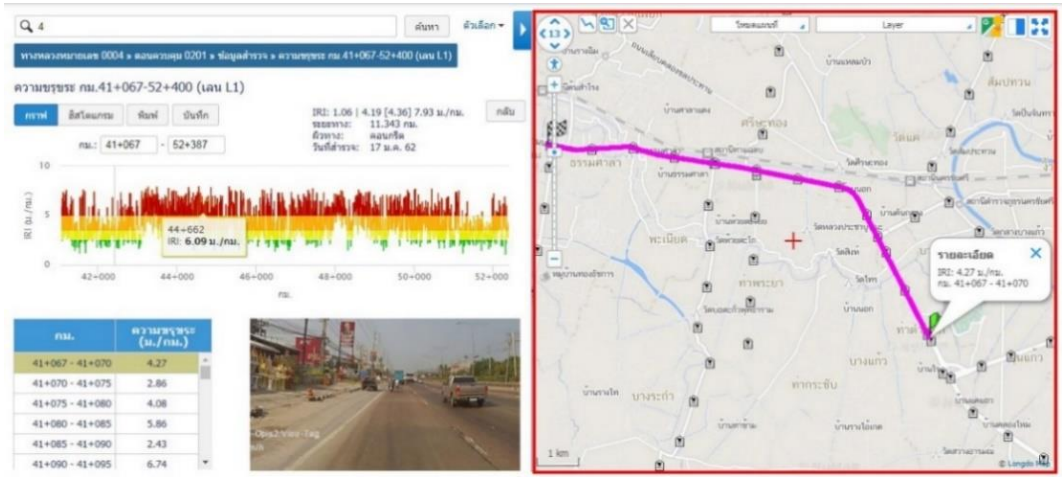
ภาพถ่ายต้องไม่กระตุกไม่ซ้ำกันสลับซับซ้อน โดยการตรวจสอบจำเป็นต้องทำการตรวจสอบผ่านฟังก์ชั่นการดูภาพเคลื่อนไหว (VDO) ของสายทางบนระบบ Roadnet ซึ่งสาเหตุที่เกิดมาจาก GPS ของตัวกล่องที่ถ่ายภาพจาก 2 ข้างทางมีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง จนทำให้ซ้ำกัน มีตัวอย่างของการตรวจสอบดังนี้



รูปที่ 1-70 ตัวอย่างการตรวจสอบภาพเคลื่อนไหวที่ไม่ซ้ำกัน

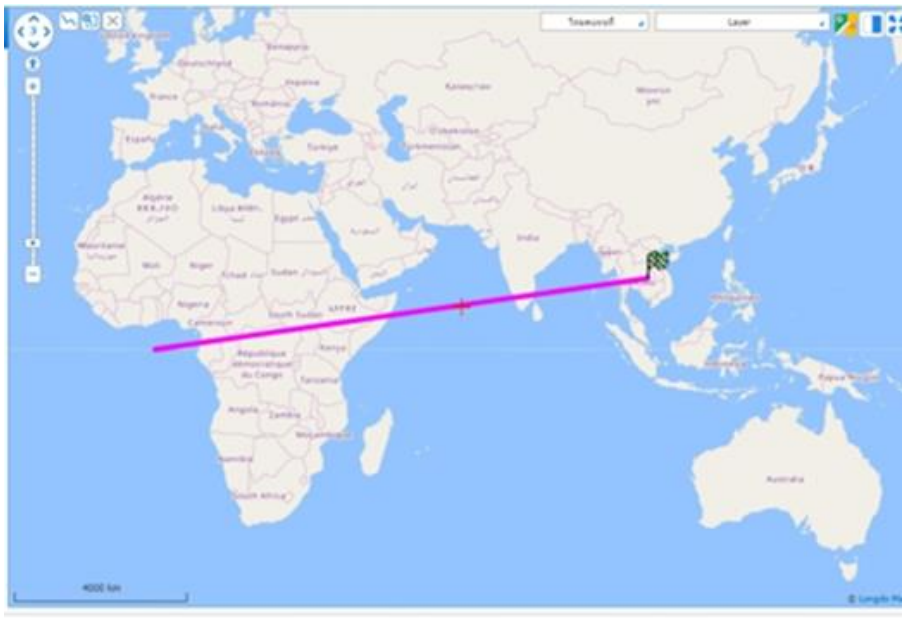
1.6.4 การแสดงพิกัดสายทาง (Coordinates) จะต้องมีความสอดคล้องกับภาพถ่ายสายทางและสภาพพื้นที่

การแสดงพิกัดสายทางเส้นทาง (Coordinates) สายทางที่สำรวจและหน้าแผนที่ Base map ของข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน ตำแหน่งหลักกิโลเมตรของจุดสำรวจสภาพทาง เรียงตามจุด Layer หลักกิโลเมตรของสายทาง ไม่สลับซับซ้อน รวมทั้งทิศทางของสายทางที่ต้องต่อเนื่องจนถึงจุดสิ้นสุดของสายทางดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 1-71 ตัวอย่างการแสดงการแสดงพิกัดสายทางหมายเลขทางหลวงที่ 4 ตอนควบคุมที่ 201

ซึ่งหากพบข้อมูลที่มีการแสดงพิกัดสายทางเส้นทางสำรวจไม่สอดคล้อง หรือไม่สมบูรณ์ ซึ่งในการแก้ไขจำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลจุดแต่ละจุดในความถูกต้องของหลักกิโลเมตร รวมทั้งระบบพิกัดของจุดสำรวจต้องไม่เกินขอบเขตของประเทศไทย ซึ่งถ้าพบปัญหาดังกล่าวทางทีมประมวลผลและทีมสำรวจต้องร่วมกันแก้ไข โดยใช้วิธีประมวลผลใหม่ หรือ ปรับแก้ระบบพิกัดผ่านโปรแกรม GIS มีตัวอย่างภาพปัญหาดังต่อไปนี้



รูปที่ 1-72 ตัวอย่างการแสดง GPS เส้นทางสำรวจที่ไม่สมบูรณ์

1.6.5 เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้ว่าจ้างสามารถแต่งตั้งคณะทำงานหรือผู้แทนในระดับภูมิภาคเพื่อตรวจสอบ ความครบถ้วนสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

เมื่อทางที่ปรึกษาได้ทำการนำข้อมูลสำรวจขึ้นระบบ Roadnet แล้วเสร็จ จึงเริ่มทำการตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของข้อมูล โดยที่ปรึกษาจะจัดรูปแบบในการตรวจสอบรอบที่ 3 (QC3) เพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลโดยละเอียด และเมื่อผ่านการตรวจสอบดังกล่าวจึงจะจัดทำบัญชีสรุปผลการสำรวจเป็นรายแขวงทางหลวง โดยจะสรุปบัญชีสายทางส่งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลความครบถ้วนของข้อมูล จากสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง เป็นบัญชีตรวจสอบรอบที่ 4 (QC4) รายละเอียดดังนี้

ผลการสำรวจ โครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี .....
สำรวจระหว่างวันที่ ..... ถึง .....
แขวงทางหลวงที่ .....

หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	แผนการสำรวจ				ผลการสำรวจ									หมายเหตุ
			กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทางจริง	ระยะทางสำรวจ ต่อ 2 ช่องจราจร	วันที่สำรวจ		กม.เริ่มต้นการสำรวจ	กม.สิ้นสุดการสำรวจ	ระยะทาง (กม.)	ช่องจราจร	จำนวนช่องจราจร	ผิวทาง	สภาพการวิ่งสำรวจ	
							เริ่ม	สิ้นสุด								

รูปที่ 1-73 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC4 รายแขวงทางหลวง

รายละเอียดภายในของข้อมูลสำรวจ หากข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีผิวทาง สามารถใส่หมายเหตุได้ดังนี้

1. ระยะทางสำรวจไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อทำการสำรวจ กม.เริ่มต้น – กม.สิ้นสุด ระยะทางสำรวจไม่สอดคล้องกับระยะทางในบัญชีลักษณะผิวทาง
2. ข้อมูลจำนวนช่องจราจรไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริงเป็น 4 ช่องจราจรแต่บัญชีลักษณะผิวทางระบุ 2 ช่องจราจร หรือสภาพจริงเป็น 2 ช่องจราจร แต่บัญชีลักษณะผิวทางเป็น 4 ช่องจราจร ควรแจ้งให้งานสถิติตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูล ในระบบ Roadnet ให้เป็นปัจจุบัน
3. ข้อมูลทางขนานไม่ตรงกับบัญชี คือ เมื่อดำเนินการสำรวจพบว่าสภาพจริงมีทางขนาน แต่บัญชีลักษณะผิวทางไม่ระบุข้อมูลทางขนานที่ปรึกษาจึงได้สำรวจเพิ่มจากบัญชี ดังนั้นควรแจ้งให้งานสถิติตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet ให้เป็นปัจจุบัน
4. ข้อมูลประเภทผิวทางไม่ตรงกับบัญชี เช่น เมื่อดำเนินการสำรวจ พบว่า ประเภทผิวทาง ตามสภาพจริงไม่ตรงตามบัญชีลักษณะผิวทาง ควรแจ้งให้งานสถิติ ตรวจสอบและ ปรับปรุงข้อมูลในระบบ Roadnet ให้เป็นปัจจุบัน
5. รอนำส่งข้อมูลใหม่ คือ ไม่สามารถนำส่งได้ในรอบนี้ ทำให้สายทางในช่วงนี้ไม่ต้องตรวจสอบและจะมีการส่งข้อมูลให้ตรวจสอบ 2 ครั้ง

เมื่อผลการตรวจสอบตรวจสอบรอบที่ 4 (QC4) มีผลการตรวจสอบอนุมัติ จากนั้นจะทำการสรุปบัญชีสายทางส่งไปยังหน่วยงานภายในพื้นที่นั้น คือ แขวงทางหลวง ซึ่งจะทำการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งว่าตั้งอยู่ภายในพื้นที่ดังกล่าวหรือไม่ โดยขั้นตอนการตรวจสอบจะเป็นการตรวจสอบรอบที่ 5 (QC5) มีรายละเอียด ดังนี้

แขวงทางหลวงที่										
หมายเลขทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	เริ่มต้น	สิ้นสุด	ช่องจราจร	ผลการนำเข้าข้อมูล			ประเภททาง	หมายเหตุ (ส่วนของสถิติ)
						กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ระยะทางจริง (กม.)		
รวมระยะทาง								0.000		

รูปที่ 1-74 ตารางตัวอย่างบัญชีตรวจสอบ QC5

เมื่อพบข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีผิวทาง สามารถหมายเหตุข้อมูลการสำรวจ เพื่อให้ทางแขวงทางหลวงภายในพื้นที่ดังกล่าวทำการตรวจสอบบัญชีของตนเองผ่านระบบ Roadnet อีกครั้ง โดยมีรายละเอียดเดียวกันกับหมายเหตุการส่งบัญชีตรวจสอบ QC4

ขั้นตอนการระบุ Logfile ในการใช้งานร่วมกัน เพื่อแจ้งสถานะของข้อมูลและการกระบวนการประมวลผล ซึ่งง่ายต่อการตรวจสอบและนำข้อมูลขึ้นระบบ และตรวจสอบในระบบ Roadnet โดยการตรวจสอบจะใช้สัญลักษณ์ดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย
/	ข้อมูลครบถ้วน
0	ข้อมูลไม่ครบถ้วน
	ผ่านการตรวจสอบ
	รอการแก้ไข
	ไม่ผ่านการตรวจสอบ

จากสัญลักษณ์เมื่อข้อมูลจากหน้างานสำรวจสภาพผิวทาง พร้อมเข้าสู่กระบวนการประมวลผล ทางผู้รับผิดชอบแต่ละทีมทำการตรวจสอบคุณภาพและความครบถ้วนของข้อมูลเป็นขั้นตอนตามลำดับ

ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบทางทีม

1. การตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1)

การตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1) ผู้สำรวจทำการรวบรวมข้อมูลสำรวจสายทางจากหน้างานสำรวจแล้วเสร็จ ได้ดำเนินการแบ่งข้อมูลตามสภาพผิวทางและสร้าง Logfile ในการนำเข้าข้อมูล

- ข้อมูลครบถ้วนและสมบูรณ์จากการสำรวจผู้ดูแลส่วนงานสำรวจทำการกรอกสัญลักษณ์ / พร้อมระบุสีเขียวในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1)

link_id	section_part_id	km_start	km_end	length_km	length_odo	lane	survey_code	run_id	date	type_id	id Point	GPS Lost	IRI Lost	Rut Lost	MPD Lost	ROW	PAVE	QC1	QC2		QC3	Remark
																			นำเข้าข้อมูล	ประเมิน (Distress)		
32200041204R1AC01	567	1133+321	1118+116	15.205	14.305	R2	AC32200041204	Run1	20190303	1	2861	/	/	/	/	/	/	/				
32200041204R1CC02	567	1118+116	1109+254	8.862	9.099	R2	CC32200041204	Run1	20190303	1	1820											
32204030304L1CC01	2816	124+265	142+887	18.622	18.137	L2	CC32204030304	Run1	20190303	1	3620											
32204030304R1CC01	2816	142+887	124+265	18.622	18.095	R2	CC32204030304	Run2	20190303	1	3620											
32204030303L1CC01	719	93+211	93+406	0.195	0.191	L2	CC32204030303	Run1	20190304	1	39											
32204030303L1AC02	719	93+406	118+075	24.669	24.643	L2	AC32204030303	Run1	20190304	1	4929											
32204030303R1CC01	719	118+075	93+211	24.864	24.865	R2	AC32204030303	Run2	20190304	1	4929											
รวมระยะทาง				111.039	109.335																	

รูปที่ 1-75 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1)

- ข้อมูลเกิดปัญหาแต่สามารถแก้ไขได้บางส่วน จะกรอกสัญลักษณ์ 0 พร้อมระบุสีเหลือง และกรอกหมายเหตุรอการแก้ไข ตัวอย่างเช่น ข้อมูล PAVE รอการแก้ไข ทางทีม QC2 (ประเมิน Distress) ไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบได้ ในส่วนข้อมูลอื่นๆ นอกเหนือจาก PAVE สามารถนำเข้าระบบก่อนได้

link_id	section_part_id	km_start	km_end	length_km	length_odo	lane	survey_code	run_id	date	type_id	id Point	GPS Lost	IRI Lost	Rut Lost	MPD Lost	ROW	PAVE	QC1	QC2		QC3	Remark
																			นำเข้าข้อมูล	ประเมิน (Distress)		
32200041204R1AC01	567	1133+321	1118+116	15.205	14.305	R2	AC32200041204	Run1	20190303	1	2861	/	/	/	/	/	/	/				
32200041204R1CC02	567	1118+116	1109+254	8.862	9.099	R2	CC32200041204	Run1	20190303	1	1820	/	/	/	/	/	0		/			ตรวจสอบกล้องหลัง
32204030304L1CC01	2816	124+265	142+887	18.622	18.137	L2	CC32204030304	Run1	20190303	1	3620											
32204030304R1CC01	2816	142+887	124+265	18.622	18.095	R2	CC32204030304	Run2	20190303	1	3620											
32204030303L1CC01	719	93+211	93+406	0.195	0.191	L2	CC32204030303	Run1	20190304	1	39											
32204030303L1AC02	719	93+406	118+075	24.669	24.643	L2	AC32204030303	Run1	20190304	1	4929											
32204030303R1CC01	719	118+075	93+211	24.864	24.865	R2	AC32204030303	Run2	20190304	1	4929											
รวมระยะทาง				111.039	109.335																	

รูปที่ 1-76 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ1 (QC1) บางส่วน

- หากข้อมูลเกิดปัญหา อาจใช้เวลาในการแก้ปัญหานานหรือไม่สามารถแก้ไขได้กรอกสัญลักษณ์ 0 พร้อมระบุสีแดงและกรอกหมายเหตุ “สำรวจใหม่”

link_id	section_part_id	km_start	km_end	length_km	length_odo	lane	survey_code	run_id	date	type_id	id Point	GPS Lost	IRI Lost	Rut Lost	MPD Lost	ROW	PAVE	QC1	QC2		QC3	Remark
																			นำเข้าข้อมูล	ประเมิน (Distress)		
32200041204R1AC01	567	1133+321	1118+116	15.205	14.305	R2	AC32200041204	Run1	20190303	1	2861	/	/	/	/	/	/	/				
32200041204R1CC02	567	1118+116	1109+254	8.862	9.099	R2	CC32200041204	Run1	20190303	1	1820	/	/	/	/	/	0		/			ตรวจสอบกล้องหลัง
32204030304L1CC01	2816	124+265	142+887	18.622	18.137	L2	CC32204030304	Run1	20190303	1	3620	0	0	0	0	0	0					สำรวจใหม่
32204030304R1CC01	2816	142+887	124+265	18.622	18.095	R2	CC32204030304	Run2	20190303	1	3616											
32204030303L1CC01	719	93+211	93+406	0.195	0.191	L2	CC32204030303	Run1	20190304	1	39											
32204030303L1AC02	719	93+406	118+075	24.669	24.643	L2	AC32204030303	Run1	20190304	1	4929											
32204030303R1CC01	719	118+075	93+211	24.864	24.865	R2	AC32204030303	Run2	20190304	1	4929											
รวมระยะทาง				111.039	109.335																	

รูปที่ 1-77 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 1 (QC1)

2. การตรวจสอบคุณภาพ 2 (QC2)

การตรวจสอบคุณภาพ 2 (QC2) เมื่อได้รับการแจ้งผลข้อมูลจาก QC1 แล้วเสร็จ ทางทีมตรวจสอบคุณภาพ 2 (QC2) แยกการตรวจสอบเป็น 2 ทีม ได้แก่ ทีมนำเข้าข้อมูล และทีมประเมิน (Distress) ประมวลผลและตรวจสอบความครบถ้วนข้อมูลก่อนนำขึ้นระบบ

- ข้อมูลครบถ้วนและสมบูรณ์จะกรอกสัญลักษณ์ / พร้อมระบุสีเขียว หากข้อมูลมีปัญหารอการแก้ไข ดำเนินการกรอกสัญลักษณ์ 0 พร้อมระบุสีและกรอกหมายเหตุตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

link_id	section_part_id	km_start	km_end	length_km	length_odo	lane	survey_code	run_id	date	type_id	id Point	GPS Lost	IRI Lost	Rut Lost	MPD Lost	ROW	PAVE	QC1	QC2		QC3	Remark
																			นำเข้าข้อมูล	ประเมิน (Distress)		
32200041204R1AC01	567	1133+321	1118+116	15.205	14.305	R2	AC32200041204	Run1	20190303	1	2861	/	/	/	/	/	/	/				
32200041204R1CC02	567	1118+116	1109+254	8.862	9.099	R2	CC32200041204	Run1	20190303	1	1820	/	/	/	/	/	0		/			ตรวจสอบกล้องหลัง
32204030304L1CC01	2816	124+265	142+887	18.622	18.137	L2	CC32204030304	Run1	20190303	1	3620	0	0	0	0	0	0					สำรวจใหม่
32204030304R1CC01	2816	142+887	124+265	18.622	18.095	R2	CC32204030304	Run2	20190303	1	3616	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
32204030303L1CC01	719	93+211	93+406	0.195	0.191	L2	CC32204030303	Run1	20190304	1	39											
32204030303L1AC02	719	93+406	118+075	24.669	24.643	L2	AC32204030303	Run1	20190304	1	4929											
32204030303R1CC01	719	118+075	93+211	24.864	24.865	R2	AC32204030303	Run2	20190304	1	4929											
รวมระยะทาง				111.039	109.335																	

รูปที่ 1-78 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 2 (QC2)

3. การตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3)

การตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3) เมื่อได้รับการแจ้งผลการตรวจสอบข้อมูลจาก QC1 และ QC2 แล้วเสร็จ ทางทีม QC3 จะดำเนินการตรวจสอบผลการนำเข้าระบบโดยตรวจสอบผลผ่านระบบ Roadnet เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล

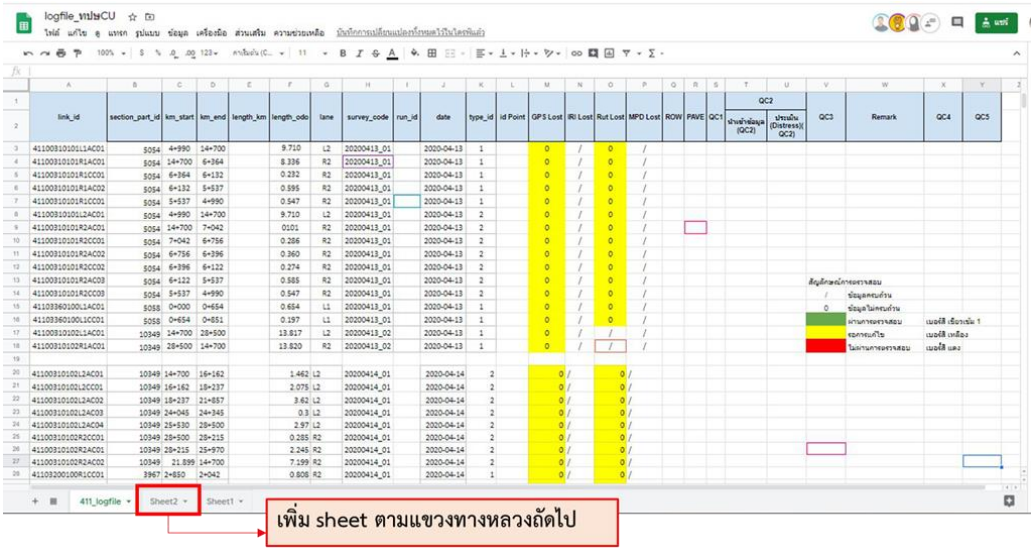
- ข้อมูลครบถ้วนและสมบูรณ์ จะดำเนินการกรอกสัญลักษณ์ / พร้อมระบุสีเขียว สามารถนำส่งให้ QC4 และ QC5 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสำรวจตามแผนสำรวจ หากข้อมูลมีปัญหาจะกรอกสัญลักษณ์ 0 พร้อมระบุสีและกรอกหมายเหตุ ตามเงื่อนไขที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

link_id	section_part_id	km_start	km_end	length_km	length_odo	lane	survey_code	run_id	date	type_id	id Point	GPS Lost	IRI Lost	Rut Lost	MPD Lost	ROW	PAVE	QC1	QC2		QC3	Remark
																			นำเข้าข้อมูล	ประเมิน (Distress)		
32200041204R1AC01	567	1133+321	1118+116	15.205	14.305	R2	AC32200041204	Run1	20190303	1	2861	/	/	/	/	/	/	/				
32200041204R1CC02	567	1118+116	1109+254	8.862	9.099	R2	CC32200041204	Run1	20190303	1	1820	/	/	/	/	/	0		/			ตรวจสอบซ้ำอีกครั้ง
32204030304L1CC01	2816	124+265	142+887	18.622	18.137	L2	CC32204030304	Run1	20190303	1	3620	0	0	0	0	0	0					สำรวจใหม่
32204030304R1CC01	2816	142+887	124+265	18.622	18.095	R2	CC32204030304	Run2	20190303	1	3616	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
32204030303L1CC01	719	93+211	93+406	0.195	0.191	L2	CC32204030303	Run1	20190304	1	39	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
32204030303L1AC02	719	93+406	118+075	24.669	24.643	L2	AC32204030303	Run1	20190304	1	4929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
32204030303R1CC01	719	118+075	93+211	24.864	24.865	R2	AC32204030303	Run2	20190304	1	4929	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
รวมระยะทาง				111.039	109.335																	

รูปที่ 1-79 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ 3 (QC3)

4. Logfile Online ในการใช้งานร่วมกัน

Logfile Online ในการใช้งานร่วมกัน สร้างโดยใช้ Google Drive เป็นตัวกลางโดยมีโฟลเดอร์แยกในส่วนของแต่ละทีมที่ได้รับมอบหมายตามแผนสำรวจและแบ่งโฟลเดอร์ตามพื้นที่สำนักงานทางหลวงที่ได้รับผิดชอบ ผู้ติดตามและผู้ตรวจสอบสามารถเข้าถึงด้วย Link ที่ทำการแชร์ไว้สำหรับผู้ที่มี Link สามารถเข้าถึงได้ทุกคนโดยได้รับสิทธิ์สามารถเข้าดูความคืบหน้าแต่ละทีม ผู้ที่ได้รับอีเมลเชิญจะได้รับสิทธิ์สามารถเข้าดูความคืบหน้าและสามารถแก้ไขข้อมูลข้อมูลภายใน Logfile ได้



รูปที่ 1-80 ตารางตัวอย่างการกรอก logfile ตามตามรหัสแขวงทางหลวง

ตารางที่ 1-22 สรุปผลการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน ณ วันที่ 6 ตุลาคม 2563

รายละเอียด	CU	TU	STS	รวม	หมายเหตุ
ทีมที่ปรึกษา					
แผนวิ่งสำรวจ	10,010.380	15,066.180	15,048.095	40,124.655	
ผลการวิ่งสำรวจ	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ผ่าน QC1	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ข้อมูลสภาพทาง (IRI, Rutting, MPD)	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ผ่าน QC2	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ประเมิน	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
นำเข้าระบบ Roadnet	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
การประมวลผลภาพบนระบบ Roadnet	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ผ่าน QC3	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
ทีมตรวจสอบข้อมูลกรมทางหลวง					
อยู่ระหว่างดำเนินการ/รอแก้ไข QC4	0	0	0	0	
ผ่าน QC4	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	
อยู่ระหว่างดำเนินการ/รอแก้ไข QC5	0	0	0	0	
ผ่าน QC5	10,558.386	15,477.034	15,178.765	41,214.185	

สรุประยะทางบัญชีสายทางที่ทำการสำรวจ

จากการนำเข้าข้อมูลสำรวจ พร้อมทั้งการตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายโดยเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวงที่อยู่ดูแลข้อมูลบัญชีสายทางภายในพื้นที่ของตนได้ทำการตรวจสอบแล้วเสร็จจึงได้มีการสรุประยะทางนำส่งทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มโครงการจนถึงปัจจุบัน โดยมีระยะทางนำส่งจากการสำรวจภายในปี 2563 ทั้งสิ้น 41,214.185 กิโลเมตร จากแผนการสำรวจก่อนเริ่มสำรวจมีระยะทางทั้งสิ้น 40,124.655 กิโลเมตร ดังรายละเอียดที่ทำการจำแนกแต่ละแขวงทางหลวงดังนี้

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ

รายภาค	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวงทางหลวง	ระยะทางแผนสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจรายสำนักทางหลวง (กม.)
ภาคเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	522	เชียงใหม่ที่ 2	350.087	533.602	2,177.705
		523	ลำปางที่ 1	573.396	599.639	
		524	ลำพูน	142.817	150.173	
		527	เชียงใหม่ที่ 3	540.671	462.542	
		528	ลำปางที่ 2	422.366	431.749	
ภาคเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	531	แพร่	362.514	365.227	2,539.382
		533	เชียงรายที่ 1	816.632	811.516	
		535	พะเยา	351.036	350.474	
		536	น่านที่ 1	383.731	376.932	
		537	เชียงรายที่ 2	503.646	465.396	
		539	น่านที่ 2	172.194	169.837	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	639	มุกดาหาร	282.493	240.161	2,304.258
		641	สกลนครที่ 1	532.796	547.698	
		642	สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	471.080	508.150	
		643	บึงกาฬ	338.379	327.480	
		644	นครพนม	245.522	264.638	
		646	หนองคาย	408.304	416.131	

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ (ต่อ)

รายภาค	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวงทางหลวง	ระยะทางแผนสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจรายสำนักทางหลวง (กม.)
ภาคเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	512	ตากที่ 1	556.827	554.352	2,283.829
		513	สุโขทัย	635.029	649.277	
		514	ตากที่ 2 (แม่สอด)	504.388	482.327	
		517	กำแพงเพชร	561.655	597.873	
ภาคเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	511	พิษณุโลกที่ 1	258.122	260.916	2,457.430
		515	พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง)	607.904	609.934	
		519	พิจิตร	514.828	508.751	
		557	อุตรดิตถ์ที่ 1	546.417	546.965	
		558	อุตรดิตถ์ที่ 2	569.781	530.864	
ภาคเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	551	เพชรบูรณ์ที่ 1	934.589	933.695	2,557.254
		552	เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน)	695.179	694.299	
		554	เลยที่ 1	259.185	258.914	
		555	เลยที่ 2 (ด่านซ้าย)	537.831	503.330	
		629	หนองบัวลำภู	160.685	167.016	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	621	ขอนแก่นที่ 1	525.223	530.125	3,013.515
		623	อุดรธานีที่ 1	415.766	417.850	
		624	อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	622.261	664.817	
		626	ชัยภูมิ	480.336	521.533	
		627	ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	287.425	324.407	
		628	ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	546.006	554.783	

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ (ต่อ)

รายภาค	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อแขวงทางหลวง	ระยะทางแผนสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจ (กม.)	สรุประยะทางผลสำรวจรายสำนักทางหลวง (กม.)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	633	ยโสธร	312.323	321.547	2,009.338
		635	ร้อยเอ็ด	479.790	494.331	
		622	มหาสารคาม	517.343	519.243	
		647	กาฬสินธุ์	665.687	674.217	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	615	สุรินทร์	748.101	773.953	2,640.972
		631	อุบลราชธานีที่ 1	287.946	290.749	
		632	อุบลราชธานีที่ 2	510.002	519.742	
		634	อำนาจเจริญ	354.530	336.810	
		636	ศรีสะเกษที่ 2	242.779	310.528	
		638	ศรีสะเกษที่ 1	403.760	409.190	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	611	นครราชสีมาที่ 1	697.197	722.054	3,180.478
		612	นครราชสีมาที่ 2	469.933	515.452	
		614	นครราชสีมาที่ 3	415.109	450.643	
		617	บุรีรัมย์	693.403	735.949	
		618	ปราจีนบุรี	228.154	228.781	
		619	สระแก้ว	525.217	527.599	
ภาคกลาง	สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	431	ลพบุรีที่ 1	602.045	614.570	3,122.822
		432	สระบุรี	563.150	574.579	
		433	สิงห์บุรี	411.480	414.545	
		435	ลพบุรีที่ 2 (ลำนารายณ์)	561.787	577.251	
		437	นครสวรรค์ที่ 1	466.382	467.009	
		438	นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า)	488.091	474.868	

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ (ต่อ)

รายภาค	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อ แขวงทางหลวง	ระยะทาง แผนสำรวจ (กม.)	สรุประยะทาง ผลสำรวจ (กม.)	สรุประยะทาง ผลสำรวจราย สำนักทางหลวง (กม.)
ภาคกลาง	สำนักงาน ทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	441	สุพรรณบุรีที่ 1	409.644	418.440	2,597.597
		444	กาญจนบุรี	558.335	559.610	
		445	สุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง)	453.519	455.166	
		446	ชัยนาท	464.498	467.528	
		447	อุทัยธานี	218.864	220.679	
		448	อ่างทอง	476.259	476.174	
ภาคกลาง	สำนักงาน ทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	411	กรุงเทพ	241.476	275.906	2,552.348
		413	อยุธยา	532.577	548.198	
		414	นครนายก	308.610	308.911	
		415	สมุทรสาคร	120.885	167.190	
		416	ปทุมธานี	293.731	321.273	
		417	สมุทรปราการ	463.707	437.718	
		418	นนทบุรี	259.776	309.586	
		419	ธนบุรี	191.958	183.566	
ภาคกลาง	สำนักงาน ทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	421	ฉะเชิงเทรา	337.083	397.608	2,569.565
		422	ชลบุรีที่ 1	298.349	346.751	
		423	จันทบุรี	370.750	356.701	
		425	ตราด	606.592	636.035	
		426	ระยอง	385.583	438.508	
		428	ชลบุรีที่ 2	330.969	393.962	
ภาคใต้	สำนักงาน ทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	332	ชุมพร	474.198	470.535	1,783.776
		333	ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	509.873	539.559	
		335	ราชบุรี	148.724	160.025	
		336	นครปฐม	95.739	108.025	
		337	สมุทรสงคราม	230.914	198.685	
		338	เพชรบุรี	264.311	306.947	

ตารางที่ 1-23 ระยะทางแผนการสำรวจเปรียบเทียบผลการสำรวจ (ต่อ)

รายภาค	รายชื่อสำนัก	รหัสแขวง	รายชื่อ แขวงทางหลวง	ระยะทาง แผนสำรวจ (กม.)	สรุประยะทาง ผลสำรวจ (กม.)	สรุประยะทาง ผลสำรวจราย สำนักทางหลวง (กม.)
ภาคใต้	สำนักงาน ทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	314	พัทลุง	482.751	479.422	1,526.384
		325	สุราษฎร์ธานีที่ 1 (พุนพิน)	220.859	222.814	
		326	นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	375.883	375.953	
		328	สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)	153.797	154.666	
		329	สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ)	300.724	293.529	
ภาคใต้	สำนักงานทาง หลวงที่ 17 (กระบี่)	322	ตรัง	211.917	209.580	1,519.564
		323	กระบี่	457.918	460.022	
		324	ภูเก็ต	126.210	142.164	
		327	พังงา	358.733	378.973	
		331	ระนอง	289.366	328.825	
ภาคใต้	สำนักงานทาง หลวงที่ 18 (สงขลา)	311	สงขลาที่ 1	175.060	180.334	377.968
		318	สตูล	77.727	89.571	
		319	สงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	85.476	108.063	
ระยะทางทั้งสิ้น				**40,124.655**	**41,214.185***	**41,214.185**

หมายเหตุ : ภายในการสำรวจสาเหตุที่ส่งผลทำให้ระยะทางที่ได้จากผลการสำรวจมีระยะทางมากกว่าแผนสำรวจ ในส่วนภาพรวมนั้นเกิดจากตรวจสอบพบข้อมูลทางขนาน ตรวจสอบพบขยายช่องจราจร เป็นต้น และระยะน้อยกว่าแผนการสำรวจยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลจำนวนช่องจราจรไม่ตรงกับบัญชี ระยะทางสำรวจน้อยกว่าแผนการสำรวจ มีงานซ่อมผิวทางระหว่างการสำรวจ

สรุปผลการดำเนินงานจากข้อมูลสำรวจ

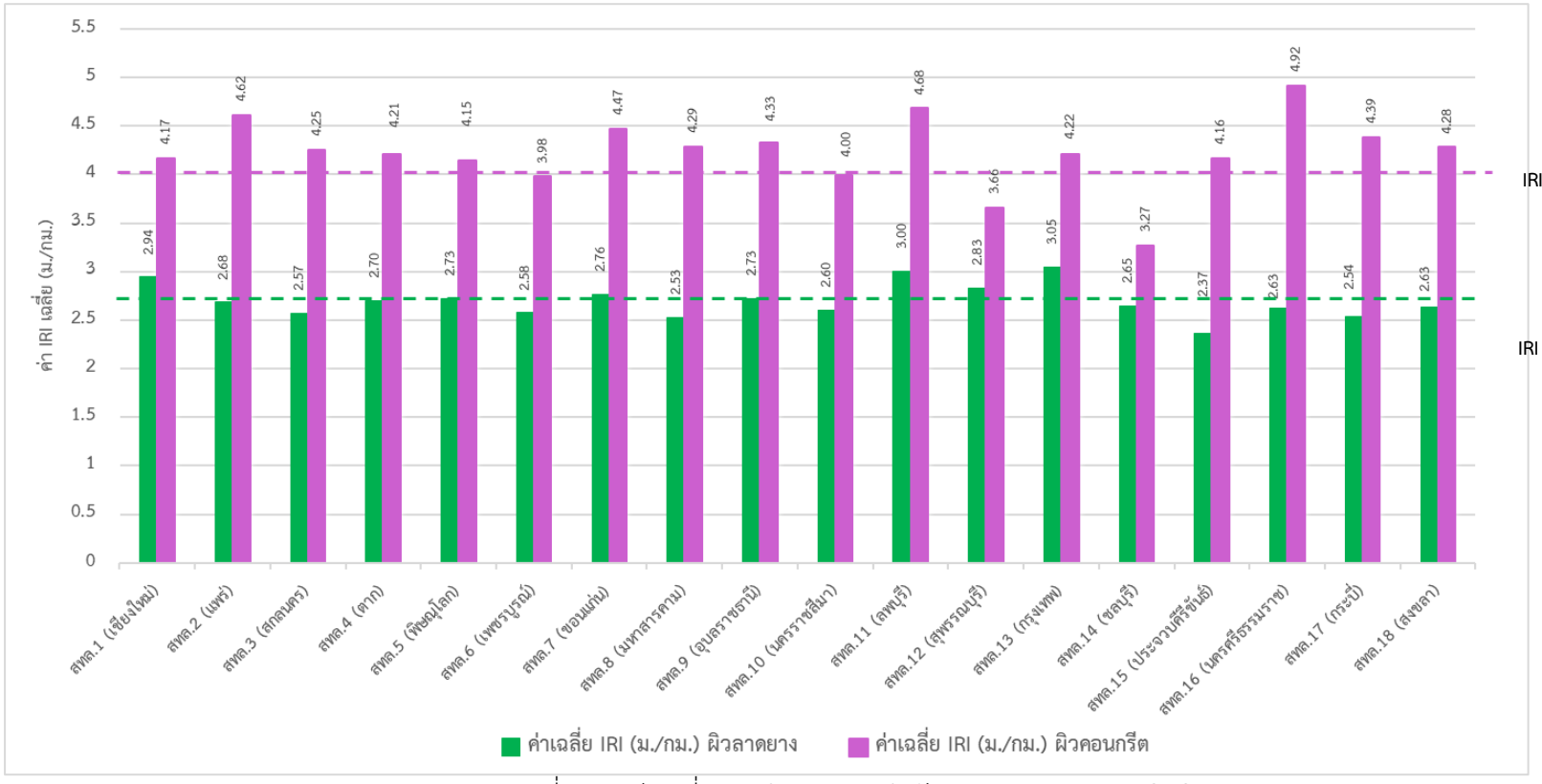
หลังจากการสำรวจ จึงดำเนินการตรวจสอบและจัดเก็บข้อมูลลงในระบบฐานข้อมูล Roadnet เพื่อใช้ในการสืบค้น วิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ GIS โดยผลจากการดำเนินงานจากการสำรวจมีระยะทางทั้งสิ้น 41,214.185 กิโลเมตร แบ่งออกเป็นประเภทผิวลาดยาง 38,081.800 กิโลเมตร และประเภทผิวคอนกรีต 3,132.385 กิโลเมตร มีรายละเอียดดังตารางสรุปผลและแสดงผลด้วยแผนภูมิดังนี้

ตารางแสดงรายละเอียดระยะทางรายสำนักงานทางหลวง โดยที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจทั้งหมด 18 สำนักงานทางหลวง ซึ่งแบ่งระยะทางแยกตามชนิดผิวทาง ประกอบด้วยผิวทางลาดยางและคอนกรีต รวมทั้งรายละเอียดค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพทาง ได้แก่ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Rou5ghness Index; IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) ซึ่งแยกตามประเภทผิวทาง ตารางที่ 1-24

ตารางที่ 1-24 ตารางสรุปผลระยะทางสำรวจค่าสภาพทางรายสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ระยะทางรวมทั้งสิ้น (กม.)	ค่าเฉลี่ย								
				IRI (ม./กม.)			RUT (มม.)			MPD (มม.)		
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ระยะรวม	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ค่าเฉลี่ยรวม	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ค่าเฉลี่ยรวม	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ค่าเฉลี่ยรวม
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,766.888	410.817	2,177.705	2.94	4.17	3.18	5.56	3.90	5.25	1.16	0.98	1.13
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,499.374	40.008	2,539.382	2.68	4.62	2.72	6.02	4.33	6.00	1.16	1.03	1.16
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,277.512	26.746	2,304.258	2.57	4.25	2.59	4.79	3.50	4.78	0.54	0.43	0.54
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2,146.044	137.785	2,283.829	2.70	4.21	2.79	5.69	4.25	5.61	1.29	1.09	1.27
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2,353.253	104.177	2,457.430	2.73	4.15	2.79	5.69	3.86	5.61	1.27	1.05	1.26
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2,513.537	43.717	2,557.254	2.58	3.98	2.60	4.98	2.80	4.94	0.56	0.37	0.56
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2,814.194	199.321	3,013.515	2.76	4.47	2.88	6.05	3.48	5.88	0.53	0.44	0.52
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,997.567	11.771	2,009.338	2.53	4.29	2.54	5.84	3.13	5.83	0.50	0.36	0.50
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,623.657	17.315	2,640.972	2.73	4.33	2.74	5.10	3.42	5.09	0.66	0.41	0.66
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	2,842.356	338.122	3,180.478	2.60	4.00	2.75	5.99	3.14	5.69	0.61	0.40	0.59
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,938.939	183.883	3,122.822	3.00	4.68	3.10	6.59	4.81	6.48	1.39	1.25	1.38
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	2,106.376	491.221	2,597.597	2.83	3.66	2.98	5.77	4.05	5.44	1.30	1.08	1.26
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,975.619	576.729	2,552.348	3.05	4.22	3.31	5.93	4.66	5.64	0.82	0.67	0.79
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,171.226	398.339	2,569.565	2.65	3.27	2.74	6.89	5.10	6.61	0.68	0.37	0.63
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,695.212	88.564	1,783.776	2.37	4.16	2.46	6.32	4.53	6.23	0.70	0.73	0.70
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,512.450	13.934	1,526.384	2.63	4.92	2.65	6.06	3.84	6.04	0.74	0.65	0.73
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,487.568	31.996	1,519.564	2.54	4.39	2.58	6.13	5.01	6.10	0.81	0.54	0.80
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	360.028	17.940	377.968	2.63	4.28	2.71	6.41	4.77	6.33	0.71	0.48	0.70
ผลรวมทั้งหมด	**38,081.800**	**3132.385**	**41,214.185**	**2.71**	**4.03**	**2.81**	**5.84**	**4.19**	**5.72**	**0.87**	**0.75**	**0.86**

จากค่าการสำรวจสภาพทางแสดงรายละเอียดระยะทางรายสำนักงานทางหลวง โดยที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจทั้งหมด 18 สำนักงานทางหลวง ในตารางที่ 1-24 ได้ทำการจัดข้อมูลแสดงในแผนภูมิแท่ง โดยแสดงข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI) จำแนกตามพื้นที่การดูแลสำนักงานทางหลวง ซึ่งแยกตามประเภทผิวทาง แสดงดังรูปที่ 1-81 และสรุปในรูปแบบตารางที่ 1-25

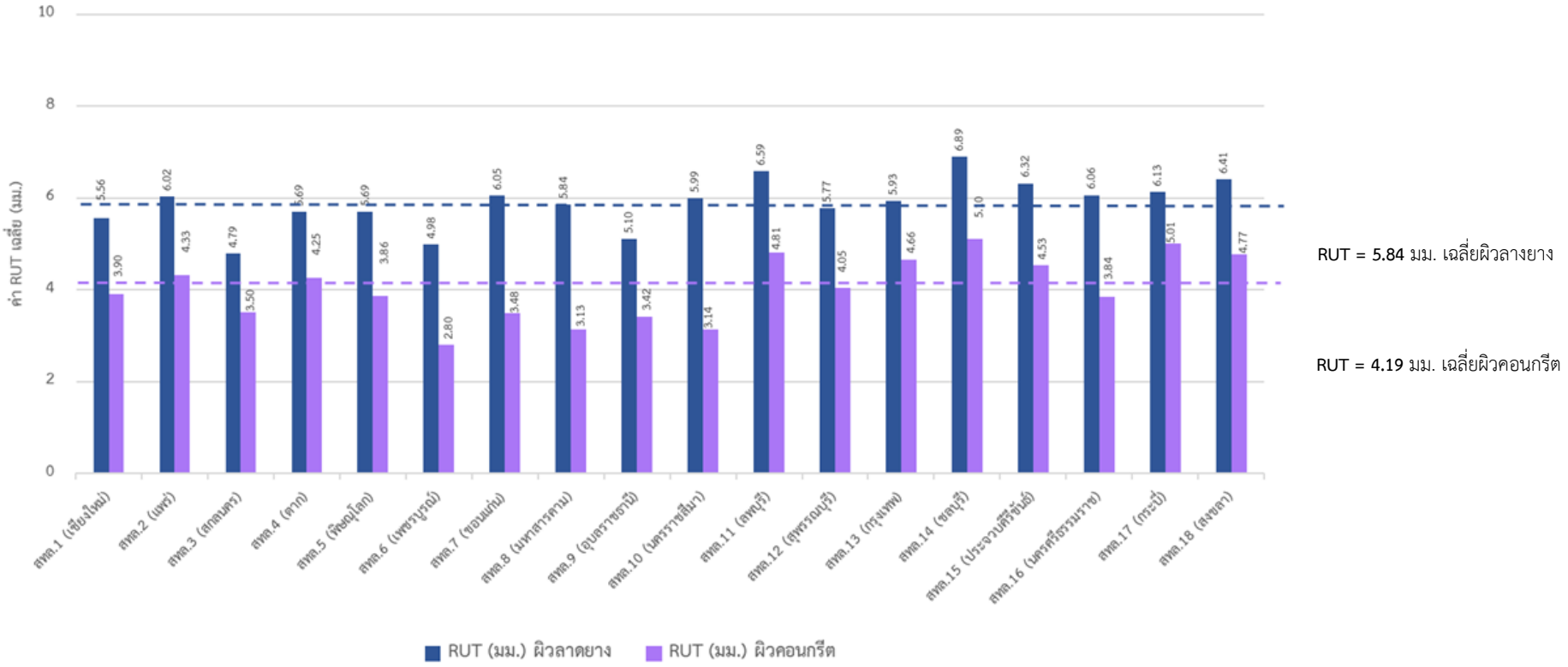


รูปที่ 1-81 ค่าเฉลี่ย IRI จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง

ตารางที่ 1-25 ข้อมูลระยะทางของค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) แจกแจงตามช่วงค่าของ IRI

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย IRI (ม./กม.)		ระยะทาง (กม.)							
					IRI < 2.5		2.5 ≤ IRI < 3.5		3.5 ≤ IRI < 4.5		IRI ≥ 4.5	
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,766.888	410.817	**2.94**	**4.17**	864.197	7.929	550.272	163.454	239.647	201.879	112.772	37.554
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,499.374	40.008	2.68	**4.62**	1,262.507	0.527	835.406	4.927	286.331	19.127	115.131	15.427
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,277.512	26.746	2.57	**4.25**	1,518.766	2.924	657.640	6.049	94.041	6.449	7.066	11.324
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2,146.044	137.785	2.70	**4.21**	1,241.880	1.240	688.380	45.565	155.830	78.690	59.955	12.290
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2,353.253	104.177	**2.73**	**4.15**	1,379.194	3.094	780.520	31.444	168.520	50.569	25.020	19.069
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2,513.537	43.717	2.58	3.98	1,456.903	12.967	937.003	11.467	114.303	11.642	5.328	7.642
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2,814.194	199.321	**2.76**	**4.47**	1,464.905	2.143	1,106.230	29.168	222.530	87.043	20.530	80.968
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,997.567	11.771	2.53	**4.29**	1,342.079	0	614.454	2.273	37.529	5.012	3.504	4.486
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,623.657	17.315	**2.73**	**4.33**	1,495.433	0	930.108	1.670	175.183	9.610	22.933	6.035
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	2,842.356	338.122	2.60	4.00	1,793.826	12.924	877.277	143.024	158.577	123.074	12.677	59.099
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,938.939	183.883	**3.00**	**4.68**	1,297.366	23.590	1,219.866	27.065	339.141	79.414	82.566	53.815
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	2,106.376	491.221	**2.83**	3.66	1,351.425	27.605	652.350	294.080	90.225	144.505	12.375	25.030
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,975.619	576.729	**3.05**	**4.22**	800.661	44.382	866.786	149.207	234.561	260.457	73.611	122.682
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,171.226	398.339	2.65	3.27	1,239.569	188.335	778.044	115.860	119.544	65.110	34.069	29.035
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,695.212	88.564	2.37	**4.16**	1,349.084	0.641	310.034	26.116	33.634	36.716	2.459	25.091
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,512.450	13.934	2.63	**4.92**	929.150	0.027	521.750	0.852	59.175	4.302	2.375	8.752
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,487.568	31.996	2.54	**4.39**	938.073	0	510.073	9.748	33.348	16.599	6.073	5.649
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	360.028	17.940	2.63	**4.28**	214.063	0.398	134.988	6.997	10.138	5.348	0.838	5.197
รวม	38,081.800	3,132.385	2.71	4.03	21,939.081	328.726	12,971.182	1,068.967	2,572.256	1,205.546	599.281	529.146

จากค่าการสำรวจสภาพทางแสดงรายละเอียดระยะทางรายสำนักงานทางหลวง โดยที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจทั้งหมด 18 สำนักงานทางหลวง ในตารางที่ 1-24 ได้ทำการจัดข้อมูลแสดงในแผนภูมิแท่ง โดยแสดงข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) จำแนกตามพื้นที่การดูแลสำนักงานทางหลวง ซึ่งแยกตามประเภทผิวทาง แสดงดังรูปที่ 1-82 และสรุปในรูปแบบตารางที่ 1-26

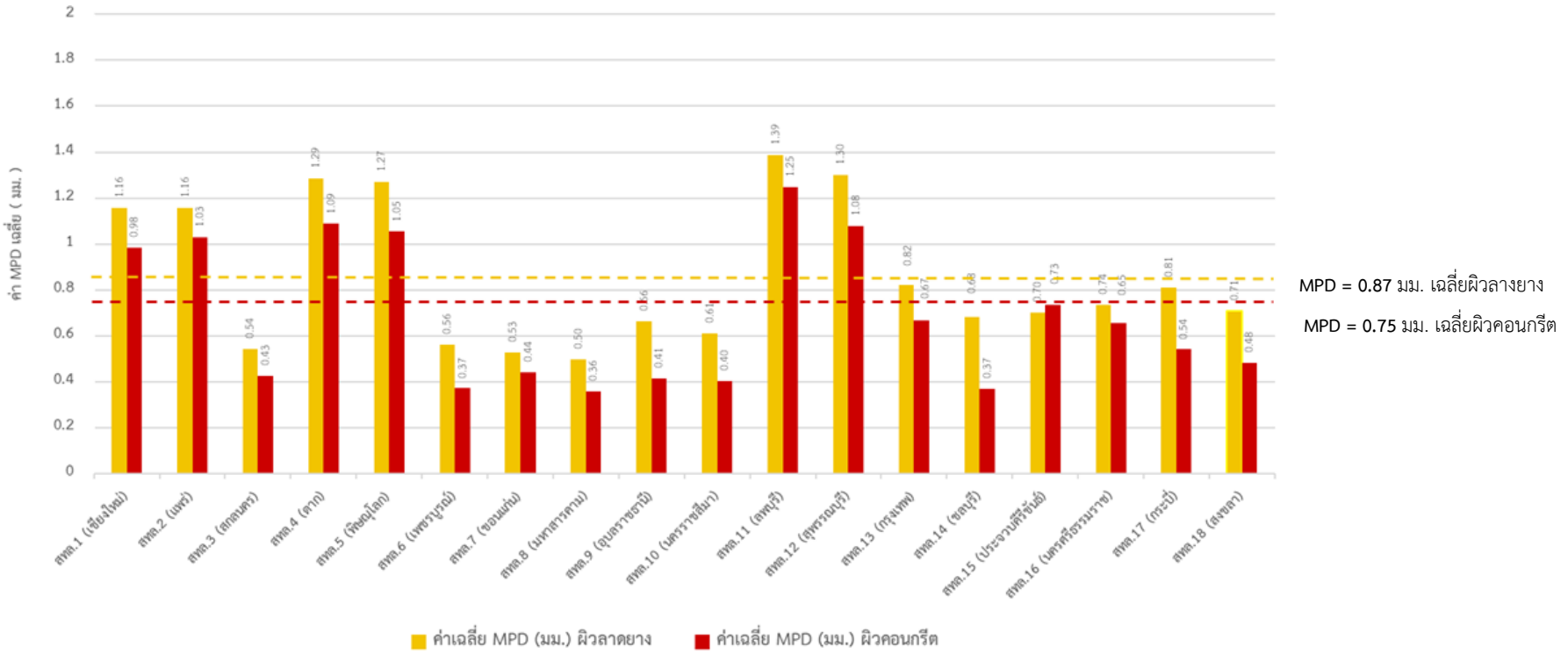


รูปที่ 1-82 ค่าเฉลี่ย RUT จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง

ตารางที่ 1-26 ข้อมูลระยะทางของค่าข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) แจกแจงตามช่วงค่าของ RUT

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย RUT (มม.)		ระยะทาง (กม.)							
					RUT < 10		10 ≤ RUT< 15		15 ≤ RUT < 20		RUT ≥ 20	
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,766.888	410.817	5.56	3.90	1,644.963	410.817	112.087	0	8.687	0	1.150	0
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,499.374	40.008	**6.02**	**4.33**	2,300.041	39.983	158.766	0.025	30.416	0	10.150	0
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,277.512	26.746	4.79	3.50	2,192.988	26.746	81.762	0	2.762	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2,146.044	137.785	5.69	**4.25**	1,987.557	137.010	135.056	0.775	23.431	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2,353.253	104.177	5.69	3.86	2,186.109	104.077	150.284	0.100	16.859	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2,513.537	43.717	4.98	2.80	2,389.896	43.717	112.221	0	11.421	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2,814.194	199.321	**6.05**	3.48	2,581.107	199.296	193.406	0.025	29.681	0	10.000	0
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,997.567	11.771	5.84	3.13	1,857.673	11.746	119.647	0.025	17.697	0	2.550	0
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,623.657	17.315	5.10	3.42	2,504.187	17.315	104.185	0	13.285	0	2.000	0
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	2,842.356	338.122	**5.99**	3.14	2,526.202	337.947	271.377	0.100	31.877	0	12.900	0.075
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,938.939	183.883	**6.59**	**4.81**	2,517.804	182.533	379.130	1.350	40.055	0	1.950	0
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	2,106.376	491.221	5.77	4.05	1,935.234	490.596	160.458	0.625	10.683	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,975.619	576.729	**5.93**	**4.66**	1,863.107	573.854	97.406	2.725	12.731	0	2.375	0.150
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,171.226	398.339	**6.89**	**5.10**	1,980.041	398.064	184.417	0.275	4.592	0	2.175	0
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,695.212	88.564	**6.32**	**4.53**	1,595.845	88.439	93.496	0.125	5.846	0	0.025	0
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,512.450	13.934	**6.06**	3.84	1,395.342	13.934	100.067	0	13.992	0	3.050	0
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,487.568	31.996	**6.13**	**5.01**	1,451.056	31.996	34.356	0	2.156	0	0	0
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	360.028	17.940	**6.41**	**4.77**	342.877	17.940	17.151	0	0	0	0	0
รวม	38,081.800	3,132.385	5.84	4.19	35,252.027	3,126.010	2,505.275	6.150	276.173	0	48.325	0.225

จากค่าการสำรวจสภาพทางแสดงรายละเอียดระยะทางรายสำนักงานทางหลวง โดยที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจทั้งหมด 18 สำนักงานทางหลวง ในตารางที่ 1-24 ได้ทำการจัดข้อมูลแสดงในแผนภูมิแท่ง โดยแสดงข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD) จำแนกตามพื้นที่การดูแลสำนักงานทางหลวงซึ่งแยกตามประเภทผิวทางแสดงดังรูปที่ 1-83 และสรุปในรูปแบบตารางที่ 1-27



รูปที่ 1-83 ค่าเฉลี่ย MPD จำแนกตามสำนักงานทางหลวงและชนิดผิวทาง

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

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)		ค่าเฉลี่ย MPD (มม.)		ระยะทาง (กม.)					
					MPD < 0.25		0.25 ≤ MPD < 0.5		MPD ≥ 0.5	
	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต	ผิวลาดยาง	ผิวคอนกรีต
สำนักงานทางหลวงที่ 1 (เชียงใหม่)	1,766.888	410.817	1.16	0.98	0	0	0	0	1,766.888	410.817
สำนักงานทางหลวงที่ 2 (แพร่)	2,499.374	40.008	1.16	1.03	0	0	0	0	2,499.374	40.008
สำนักงานทางหลวงที่ 3 (สกลนคร)	2,277.512	26.746	**0.54**	**0.43**	21.262	4.532	1,077.713	15.832	1,178.537	6.382
สำนักงานทางหลวงที่ 4 (ตาก)	2,146.044	137.785	1.29	1.09	0	0	0	0	2,146.044	137.785
สำนักงานทางหลวงที่ 5 (พิษณุโลก)	2,353.253	104.177	1.27	1.05	0	0	0	0	2,353.253	104.177
สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์)	2,513.537	43.717	**0.56**	**0.37**	4.046	17.422	1,064.571	25.272	1,444.921	1.022
สำนักงานทางหลวงที่ 7 (ขอนแก่น)	2,814.194	199.321	**0.53**	**0.44**	62.531	2.624	1,194.182	169.349	1,557.481	27.349
สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม)	1,997.567	11.771	**0.50**	**0.36**	47.372	1.274	1,034.473	9.724	915.722	0.774
สำนักงานทางหลวงที่ 9 (อุบลราชธานี)	2,623.657	17.315	**0.66**	**0.41**	33.186	0	767.936	15.920	1,822.535	1.395
สำนักงานทางหลวงที่ 10 (นครราชสีมา)	2,842.356	338.122	**0.61**	**0.40**	86.852	34.749	1,088.152	284.324	1,667.352	19.049
สำนักงานทางหลวงที่ 11 (ลพบุรี)	2,938.939	183.883	1.39	1.25	0	0	0	0	2,938.939	183.883
สำนักงานทางหลวงที่ 12 (สุพรรณบุรี)	2,106.376	491.221	1.30	1.08	0	0	0	0	2,106.376	491.221
สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ)	1,975.619	576.729	**0.82**	**0.67**	5.656	11.343	298.356	224.418	1,671.606	340.968
สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี)	2,171.226	398.339	**0.68**	**0.37**	6.392	121.105	271.142	234.955	1,893.691	42.280
สำนักงานทางหลวงที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	1,695.212	88.564	**0.70**	**0.73**	17.621	2.338	160.296	38.838	1,517.295	47.388
สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	1,512.450	13.934	**0.74**	**0.65**	0	0	116.150	1.455	1,396.300	12.479
สำนักงานทางหลวงที่ 17 (กระบี่)	1,487.568	31.996	**0.81**	**0.54**	0	0.075	49.697	5.473	1,437.871	26.448
สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา)	360.028	17.940	**0.71**	**0.48**	0	0	25.501	12.920	334.527	5.020
รวม	38,081.800	3,132.385	0.87	0.75	284.918	195.461	7,148.169	1,038.479	30,648.713	1,898.445

ผลการสำรวจของผิวลาดยางและผิวคอนกรีต ภายในการสำรวจปี พ.ศ. 2563 จากระยะทางสำรวจทั้งหมด 41,214.185 กิโลเมตร ที่ผ่านการตรวจสอบข้อมูลระบบ Roadnet ได้แก่ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth: MPD) มีผลสรุปดังนี้

- **ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI)**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) พบว่า มีระยะทางของถนนที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร เป็นระยะทาง 36,307.956 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 88.10 ของระยะทางสำรวจทั้งหมด และพบว่ามีระยะทางของถนนที่มีค่า IRI มากกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร เป็น 4,906.229 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.90 ของระยะทางทั้งหมด ในส่วนภาพรวมค่าเฉลี่ย IRI ทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง ค่าเฉลี่ยของผิวลาดยางอยู่ประมาณ 2.71 เมตร/กิโลเมตร สำนักงานทางหลวงที่มีค่าเฉลี่ยของผิวลาดยางสูงที่สุด คือ สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.05 เมตร/กิโลเมตร ในส่วนผิวคอนกรีตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 เมตร/กิโลเมตร และค่าเฉลี่ยสำนักงานทางหลวงที่สูงที่สุดคือ สำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.92 เมตร/กิโลเมตร แต่เนื่องด้วยระยะทางที่ทำการสำรวจในสำนักงานทางหลวงที่ 16 (นครศรีธรรมราช) มีการสำรวจผิวคอนกรีตเพียง 13.934 กิโลเมตร ซึ่งถ้าเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอ้างอิงเชิงปริมาณโดยใช้ระยะทางผิวคอนกรีตในการสำรวจแล้ว พบว่าสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) มีค่าเฉลี่ยเชิงปริมาณสูงสุด โดยค่าอยู่ที่ 4.22 เมตร/กิโลเมตร ดังนั้นสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) ทั้งชนิดผิวลาดยางและคอนกรีตมีค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความขรุขระสากลเกินกว่าค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ อาจเนื่องมาจากพื้นที่ภายในสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) ประกอบไปด้วยแขวงทางหลวงที่มีปริมาณจราจรที่คับคั่ง เมื่อตรวจสอบข้อมูลปริมาณจราจรจากข้อมูลปริมาณจราจรระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ในปี 2562 พบว่า ข้อมูลปริมาณจราจรรวม* ทั้งสำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) นั้น อยู่ที่ 12,586,936 คัน/วัน

หมายเหตุ : ปริมาณจราจรรวม* คือ ผลรวมปริมาณจราจรของปริมาณจราจรทุกประเภทยกเว้น รถจักรยาน 2 ล้อและรถจักรยาน 3 ล้อ รถจักรยานสามเครื่องและรถจักรยานยนต์ และรถเครื่องจักรและรถดัดแปลง จากข้อมูลปริมาณจราจร ระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย

- **ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) พบว่ามีระยะทางของถนนที่มีค่า Rutting น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร เป็นระยะทาง 38,378.037 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 93.12 ของระยะทางสำรวจทั้งหมด และ พบว่ามีระยะทางของถนนที่มีค่า Rutting มากกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิเมตร เป็น 2,836.148 กิโลเมตร หรือ คิดเป็นร้อยละ 6.88 ของระยะทางทั้งหมด ในส่วนภาพรวมค่าเฉลี่ย Rutting รวมทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง ค่าเฉลี่ยของผิวลาดยางอยู่ประมาณ 5.84 มิลลิเมตร สำนักงานทางหลวงที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.89 มิลลิเมตร ในส่วนผิวคอนกรีตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.19 มิลลิเมตร และเป็นสำนักงานทางหลวงที่มีค่าเฉลี่ยผิวคอนกรีตสูงที่สุดเช่นกัน ส่วนภาพรวมค่าเฉลี่ย Rutting ของผิวคอนกรีตอยู่ประมาณ 5.10 มิลลิเมตร เมื่อตรวจสอบข้อมูลปริมาณจราจรจากข้อมูลปริมาณจราจร ระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ในปี 2562 พบว่า ข้อมูลเปอร์เซ็นต์รถใหญ่* ของสำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) อยู่ที่ร้อยละ 27.28 ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับสำนักงานทางหลวงที่มีค่าเฉลี่ยความลึกร่องล้ออ้างอิงตามปริมาณการวิ่งสำรวจที่มีค่าเฉลี่ยรองจากสำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) คือ สำนักงานทางหลวงที่ 13 (กรุงเทพ) พบว่า ข้อมูลเปอร์เซ็นต์รถใหญ่ อยู่ที่ร้อยละ 17.98 จึงสามารถพิจารณาได้ว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ค่าความลึกร่องล้อของสำนักงานทางหลวงที่ 14 (ชลบุรี) เกินกว่าค่าเฉลี่ยรวมเป็นเพราะมีรถบรรทุกจำนวนมากผ่านพื้นที่สำนักงานทางหลวงแห่งนี้

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

- **ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD)**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) พบว่า มีระยะทางของถนนที่มีค่า MPD มากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร เป็นระยะทาง 40,733.805 กิโลเมตร หรือ คิดเป็นร้อยละ 98.83 ของระยะทางสำรวจทั้งหมด และพบว่ามีระยะทางของถนนที่มีค่า MPD น้อยกว่า 2.5 มิลลิเมตร เป็น 480.38 กิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 1.17 ของระยะทางทั้งหมด ในส่วนภาพรวมค่าเฉลี่ย MPD รวมทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง ค่าเฉลี่ยของผิวลาดยางอยู่ประมาณ 0.87 มิลลิเมตร สำนักงานทางหลวงที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.50 มิลลิเมตร ในส่วนผิวคอนกรีตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.75 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยสำนักงานทางหลวงที่น้อยที่สุดคือ สำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม) เช่นกันซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.36 แต่เนื่องระยะทางในการสำรวจ

ของผิวคอนกรีตภายในครั้งนี้ของสำนักงานทางหลวงที่ 8 (มหาสารคาม) มีระยะทางเพียง 11.771 กิโลเมตร ซึ่งถ้าคำนวณอ้างอิงค่าเฉลี่ยเชิงปริมาณโดยใช้ระยะทางในการสำรวจร่วมในการคำนวณ พบว่า สำนักงานทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์) มีการวิ่งสำรวจภายในผิวคอนกรีตอยู่ที่ 43.717 กิโลเมตร และมีระยะทางที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่ที่ 42.695 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละที่ถนนมีความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทางน้อยที่สุดอยู่ร้อยละ 98 ซึ่งหมายความว่าถนนที่มีความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทางน้อยเกินกว่าเกณฑ์ 0.5 มิลลิเมตร มีเกณฑ์ที่อาจจะทำให้ถนนมีความลื่นและเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

- **ข้อมูลค่าความเสียหายของผิวลาดยาง**

ข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวลาดยางจากการประเมินข้อมูลผ่านโปรแกรมประเมินความเสียหายผิวทาง โดยมีรายละเอียดข้อมูลการประเมินของผิวลาดยาง พร้อมทั้งสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายแต่ละรูปแบบความเสียหาย ดังนี้

ตารางที่ 1-28 รูปแบบความเสียหายพร้อมหน่วยการวัดและระยะทางที่ทำการนำเข้าข้อมูล

ลำดับ	รูปแบบความเสียหาย	หน่วยการวัด/ระยะทางสำรวจ (กม.)
1	รอยแตกแบบต่อเนื่องหลายทิศทาง (ICRACK)	ตารางเมตร
2	รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่องหลายทิศทาง (UCRACK)	เมตร
3	พื้นที่การเยิ้มของยาง (BLEEDING)	ตารางเมตร
4	พื้นที่หลุมบ่อ (PHOLE AREA)	ตารางเมตร
5	พื้นที่รอยปะซ่อม (PATCH AREA)	ตารางเมตร
6	พื้นที่หลุดร่อน (RAV AREA)	ตารางเมตร

1. **รอยแตกแบบต่อเนื่องหลายทิศทาง (ICRACK)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดรอยแตกแบบต่อเนื่องหลายทิศทางที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 566.58 ตารางเมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 1209 ตอนควบคุมที่ 0100 สำรวจช่วงช่องทางซ้ายทาง กม. เริ่มต้น 6+075 ถึง กม. ที่ 10+000 ระยะทาง 3.93 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงเชียงรายที่ 1
2. **รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่องหลายทิศทาง (UCRACK)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดรอยแตกแบบไม่ต่อเนื่องหลายทิศทางที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 3825.89 เมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 1 ตอนควบคุมที่ 0501 สำรวจช่วงช่องทางขวา กม. เริ่มต้น 143+120 ถึง กม. ที่ 137+465 ระยะทาง 5.66 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงเชียงรายที่ 2

3. **พื้นที่การเยิ้มของยาง (BLEEDING)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดพื้นที่การเยิ้มของยางที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 767.15 เมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 3543 ตอนควบคุมที่ 0100 สำรวจช่วงช่องทางซ้ายทาง กม. เริ่มต้น 0+000 ถึง กม. ที่ 1+041 ระยะทาง 1.04 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1
4. **พื้นที่หลุมบ่อ (PHOLE AREA)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดพื้นที่หลุมบ่อที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 65.10 ตารางเมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 3 ตอนควบคุมที่ 0502 สำรวจช่วงช่องทางซ้ายทาง กม. เริ่มต้น 207+003 ถึง กม. ที่ 210+243 ระยะทาง 3.24 กิโลเมตรของแขวงทางหลวงระยอง
5. **พื้นที่รอยปะซ่อม (PATCH AREA)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดพื้นที่รอยปะซ่อมที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 1,994.27 ตารางเมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 102 ตอนควบคุมที่ 0102 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 6+594 ถึง กม. ที่ 4+584 ระยะทาง 2.01 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงอุตรดิตถ์ที่ 1
6. **พื้นที่การหลุดร่อน (REV AREA)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดพื้นที่การหลุดร่อนที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 803.67 ตารางเมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 4018 ตอนควบคุมที่ 0200 สำรวจช่วงช่องทางซ้ายทาง กม. เริ่มต้น 34+353 ถึง กม. ที่ 34+763 ระยะทาง 0.41 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงพัทลุง

- **ข้อมูลค่าความเสียหายของคอนกรีต**

ข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวคอนกรีตจากการประเมินข้อมูลผ่านโปรแกรมประเมินความเสียหายผิวทาง โดยมีรายละเอียดข้อมูลการประเมินของผิวคอนกรีต พร้อมทั้งสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายแต่ละรูปแบบความเสียหาย ดังนี้

ตารางที่ 1-29 รูปแบบความเสียหายพร้อมหน่วยการวัดและระยะทางที่ทำการนำเข้าข้อมูล

ลำดับ	รูปแบบความเสียหาย	หน่วยการวัด/ระยะทางสำรวจ (กม.)
1	การแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse and Diagonal Cracks)	จำนวนแผ่น
2	รอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling)	ร้อยละของการบิ่นที่รอยต่อตามขวาง
3	การแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)	จำนวนแผ่น
4	รอยแตกที่มุม (Corner Breaks)	จำนวน
5	วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (Joint Seal Damage)	เสียหาย/ไม่เสียหาย
6	รอยปะซ่อม (Patching)	ตารางเมตร

1. **การแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse and Diagonal Cracks)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดการแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุมที่มีค่าสูงเฉลี่ยประมาณ 310 แผ่น ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 1401 ตอนควบคุมที่ 0100 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 3+719 ถึง กม. ที่ 1+679 ระยะทาง 2.04 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงตากที่ 2 (แม่สอด)
2. **รอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อ (Spalling)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดรอยบิ่นกะเทาะที่รอยต่อที่มีค่าสูงเฉลี่ยประมาณ 129.41 จุด ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 401 ตอนควบคุมที่ 0402 สำรวจช่วงช่องทางซ้ายทาง กม. เริ่มต้น 175+329 ถึง กม. ที่ 175+624 ระยะทาง 0.295 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงสุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์)
3. **การแตกตามยาว (Longitudinal Cracks)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดการแตกตามยาวที่มีค่าสูงเฉลี่ยประมาณ 314 แผ่น ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 1401 ตอนควบคุมที่ 0100 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 3+719 ถึง กม. ที่ 1+679 ระยะทาง 2.04 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงตากที่ 2 (แม่สอด)

4. **รอยแตกที่มุม (Corner Breaks)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดรอยแตกที่มุมที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 99.29 จุด ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 2 ตอนควบคุมที่ 0204 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 119+722 ถึง กม. ที่ 119+581 ระยะทาง 0.14 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 2
5. **วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย (Joint Seal Damage)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายชนิดวัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย เท่ากับ 490.09 เมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 4308 ตอนควบคุมที่ 0100 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 0+108 ถึง กม. ที่ 0+000 ระยะทาง 0.11 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1
6. **รอยปะซ่อม (Patching)** ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหาย ชนิดรอยปะซ่อม เท่ากับ มุมที่มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 595.24 ตารางเมตร ซึ่งเป็นถนนหมายเลข 4 ตอนควบคุมที่ 0903 สำรวจช่วงช่องทางขวาทาง กม. เริ่มต้น 870+122 ถึง กม. ที่ 869+965 ระยะทาง 0.16 กิโลเมตร ของแขวงทางหลวงพังงา

1.7 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง

เพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล ดังต่อไปนี้

1.7.1 การศึกษาและวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงวิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model)

ระบบ TPMS เป็นระบบที่มีการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อใช้ในการช่วยวิเคราะห์และบริหารจัดการงบประมาณก่อนซ่อมบำรุง ซึ่งหนึ่งในแบบจำลองที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์ผลประโยชน์จากการซ่อม คือ แบบจำลองที่คำนวณค่า IRI หลังจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีต่าง ๆ หรือแบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) ที่ปรึกษาจึงได้ใช้ข้อมูลค่า IRI จากการสำรวจในโครงการร่วมกับข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุง อันประกอบด้วย งานฉาบผิว งานเสริมผิว งานบูรณะผิวทาง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากกรมทางหลวง ทั้งในส่วนของประวัติการซ่อมบำรุงและข้อมูลการสำรวจดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ของสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เพื่อนำมาวิเคราะห์และทดสอบเทียบแบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุง ให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริงของสายทางของกรมทางหลวงมากที่สุด ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ผลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าข้อมูล

ทางที่ปรึกษาได้นำเข้าข้อมูลโดยได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง โดยข้อมูลที่ได้ประกอบด้วย

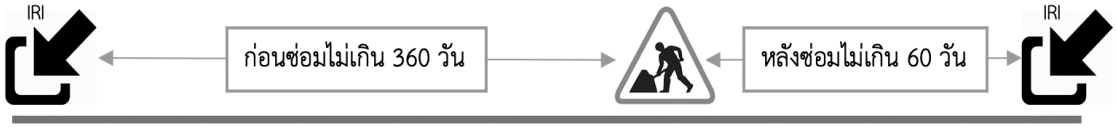
- ชื่อสายทาง
- ตอนควบคุม
- ประเภทการซ่อมแซม
- ตำแหน่ง กม.
- ตำแหน่งช่องจราจร
- วันที่สำรวจค่า IRI
- ผู้ทำการสำรวจ (สำนักบริหารบำรุงทาง หรือสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ)
- ผลการสำรวจค่า IRI

โดยข้อมูลดังกล่าวทางที่ปรึกษาได้รวมรวบจนถึงวันที่ 2 สิงหาคม 2563 สำหรับข้อมูลจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ และข้อมูลค่า IRI จากการสำรวจปีล่าสุด และได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการแล้ว สำหรับข้อมูลจากสำนักบริหารบำรุงทาง

ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกสายทาง

หลังจากการรวบรวมข้อมูล ทางที่ปรึกษาได้คัดเลือกสายทางที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- เลือกสายทางที่มีงานบำรุงตามรหัสงาน 4 ประเภท ได้แก่ 22100 : งานฉาบผิวแอสฟัลต์ 22200 : งานเสริมผิวแอสฟัลต์ 23300 : งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่ 24100 : งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์
- เลือกเฉพาะสายทางที่มีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาก่อนซ่อมบำรุงไม่เกิน 360 วัน และมีการสำรวจค่า IRI ในช่วงเวลาหลังซ่อมบำรุงไม่เกิน 60 วัน เพื่อให้สายทางที่ได้เป็นสายทางที่ได้รับผลกระทบจากการซ่อมมากที่สุด ดังรูปประกอบต่อไปนี้



รูปที่ 1-84 การคัดเลือกช่วงอายุผิวทาง

- ผลการสำรวจของ IRI เฉลี่ยหลังซ่อมจะต้องมีค่าไม่มากกว่า ค่า IRI เฉลี่ยก่อนซ่อม เพื่อให้ได้สายทางที่เป็นการปรับปรุงค่า IRI อย่างแท้จริง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบข้อมูล

หลังจากที่ทางที่ปรึกษาคัดเลือกสายทางที่คาดว่าจะสามารถนำไปวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว จึงส่งข้อมูลทางคณะกรรมการพิจารณาความเหมาะสมของสายทาง ทั้งตำแหน่งของสายทางและประวัติงานซ่อมบำรุง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด โดยข้อมูลก่อนและหลังการตรวจสอบแสดงได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-30 จำนวนสายทางที่ได้จากการคัดเลือก

สายทางจากการคัดเลือก		
รหัสงาน	**สายทาง**	**ระยะทาง**
งานฉาบผิวแอสฟัลต์	10	78.6
งานเสริมผิวแอสฟัลต์	8	63.1
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่	6	20.0
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	13	35.7

ตารางที่ 1-31 จำนวนสายทางภายหลังการตรวจสอบ

สายทางหลังจากตรวจสอบ		
รหัสงาน	**สายทาง**	**ระยะทาง**
งานฉาบผิวแอสฟัลต์	3	14.9
งานเสริมผิวแอสฟัลต์	3	9.2
งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่	2	10.5
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	4	13.4

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว

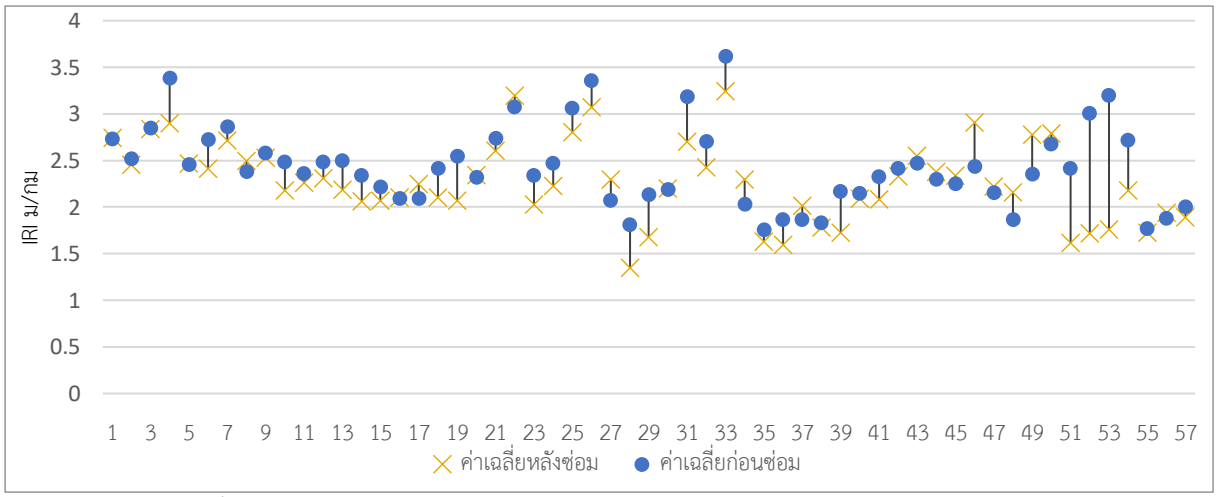
หลังจากได้สายทางที่จะวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุงแล้ว ทางที่ปรึกษาได้แยกการวิเคราะห์ตามพฤติกรรมและหลักการของค่าความเรียบได้ 3 แบบจำลอง ดังต่อไปนี้

I) แบบจำลองผลกระทบหลังการฉาบผิวทางลาดยาง

จากข้อมูลที่ทางที่ปรึกษาได้รวบรวมสามารถแสดงภาพรวมของแต่ละสายทางต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-32 ภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีฉาบผิว

	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
ก่อนซ่อม	2.50	5.56	1.04	0.30
หลังซ่อม	2.29	4.31	0.80	2.29



รูปที่ 1-85 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการฉาบผิวในแต่ละสายทาง

ซึ่งจากการศึกษา พบว่า แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณค่า IRI หลังจากฉาบผิวทางลาดยางในระบบ TPMS ได้อ้างอิงจาก HDM-4 โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$RI_a = RI_b - MAX\{0, MIN[A_0*(RI_b - 2.85), 0.06 * Hsl]\}$$

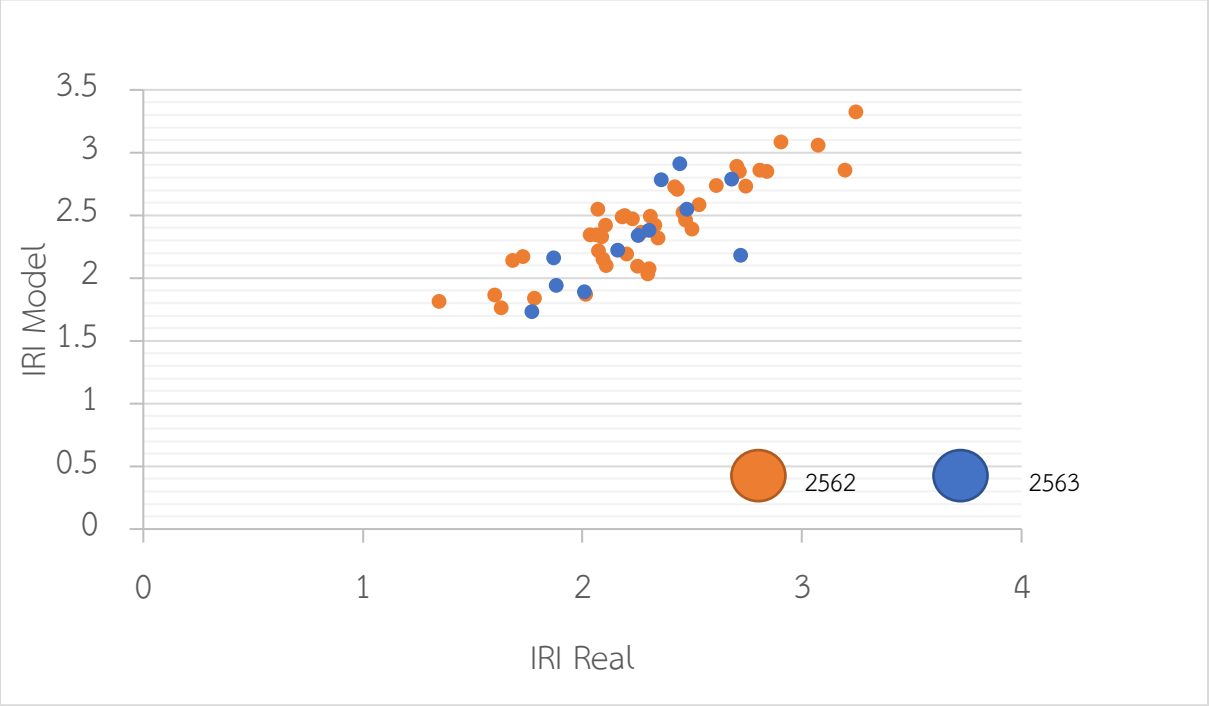
RI_a = IRI หลังการฉาบผิว (m/km)

RI_b = IRI ก่อนการฉาบผิว (m/km)

Hsl = ความหนาของการฉาบผิวl (mm)

A_0 = 1 ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)

จากนั้นทางที่ปรึกษาได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง พบว่าค่าทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-86 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบฉาบผิวจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง

โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าค่าความเรียบจากทั้ง 2 ที่มา มีค่า R-square อยู่ที่ 0.69 และมีค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ 1 หมายถึง ค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริงมีความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 เป็นเส้นตรง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ค่าความเรียบที่ได้จากแบบจำลองแบบฉาบผิวมีความถูกต้องแม่นยำเหมาะสำหรับนำไปใช้งาน

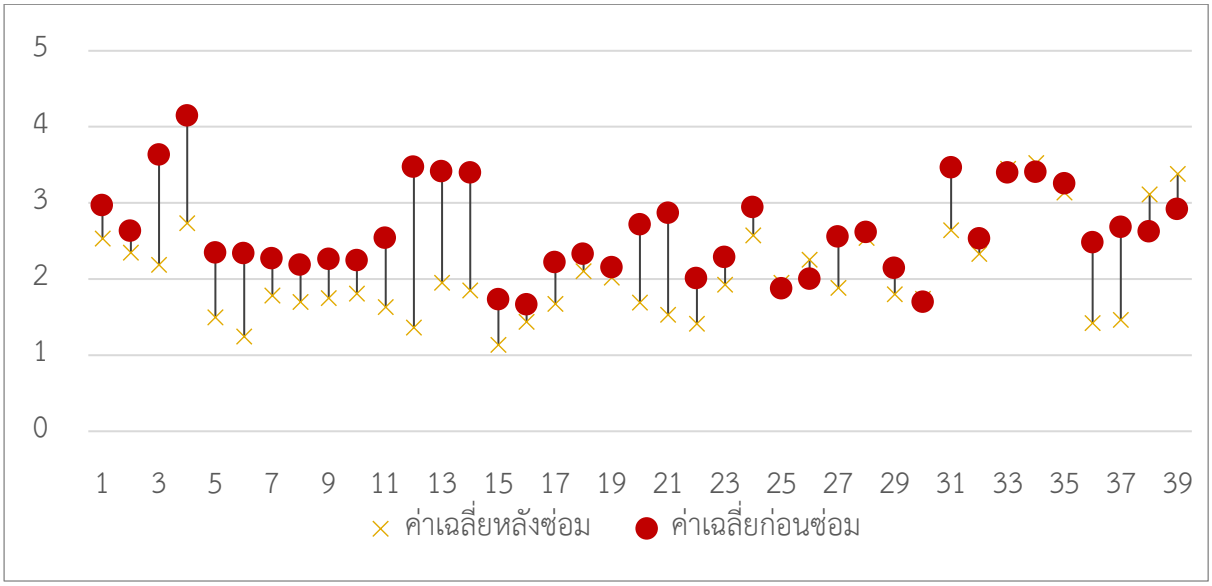
แต่ทั้งนี้เนื่องจากหากพิจารณาจากภาพรวมของค่า IRI ที่เปลี่ยนแปลงไปของวิธีการฉาบผิวจะพบว่า สามารถลดค่า IRI ได้น้อย ประมาณ 0.1 - 0.2 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งสอดคล้องกันทั้งข้อมูลจากสายทางจริงและสมการในแบบจำลอง

II) <u>แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิว (HDM)</u>

จากข้อมูลที่ทางที่ปรึกษาได้รวบรวมสามารถแสดงภาพรวมของค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการเสริมผิวในแต่ละสายทางต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-33 แสดงภาพรวมค่าความเรียบภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการเสริมผิว

	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
ก่อนซ่อม	2.60	5.22	1.20	0.40
หลังซ่อม	2.09	4.52	0.52	0.42



รูปที่ 1-87 ภาพรวมของค่าความเรียบก่อนและหลังการเสริมผิวในแต่ละสายทาง

จากการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณค่า IRI หลังจากการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการเสริมผิวลาดยางในระบบ TPMS ได้อ้างอิงจาก HDM-4 โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$\Delta RIa = \max\{0 , A_0[\min(a1,RIbw)-a2]+a3\max[0,(RIbw -a1)]\}$

$RIaw = RIbw - \Delta RIa$

โดยที่ A_0 = 0.9 ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)

$a1 = \max\{4.0 , 2.1\exp[0.019HSNEWaw]\}$

$a2 = 1 + 0.018\max[0 , (100-HSNEWaw)]$

$a3 = \min\{a0 , \max[0 , (0.01HSNEWaw- 0.15)]\}$

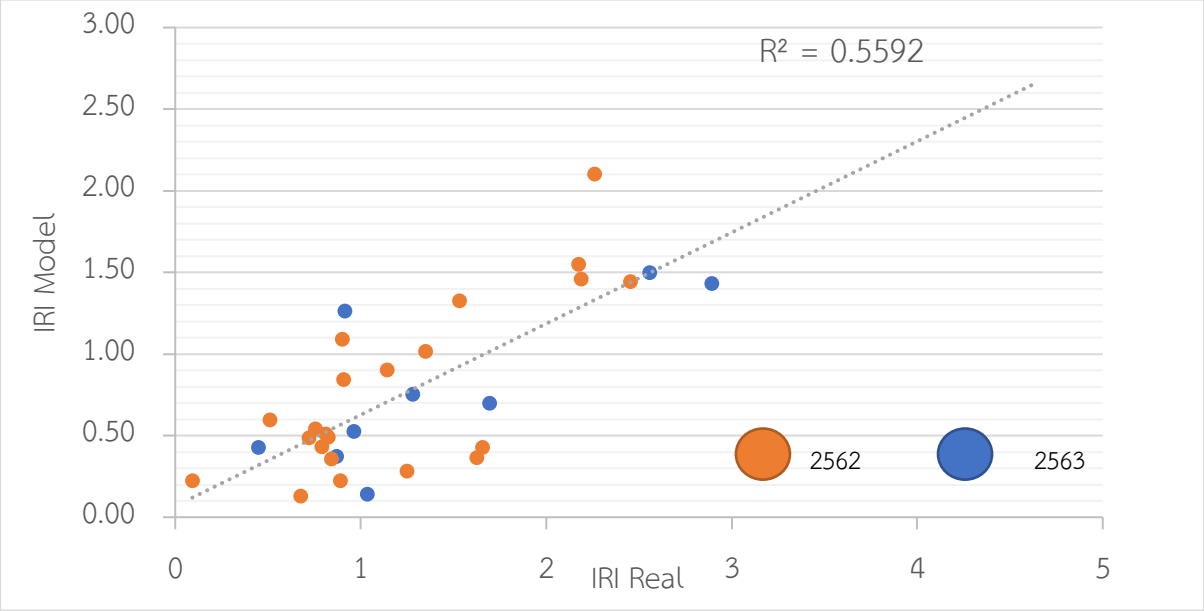
ΔRIa = การลดค่าของค่า IRI หลังการการเสริมผิวทาง

RIbw = ค่า IRI ก่อนการเสริมผิวทาง (m/km)

RIaw = ค่า IRI หลังการเสริมผิวทาง (m/km)

HSNEWaw = ความหนาของการเสริมผิวทาง (mm)

จากนั้นทางที่ปรึกษาได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเรียบหลังการซ่อมจากแบบจำลอง TPMS และค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริงพบว่าค่าทั้ง 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



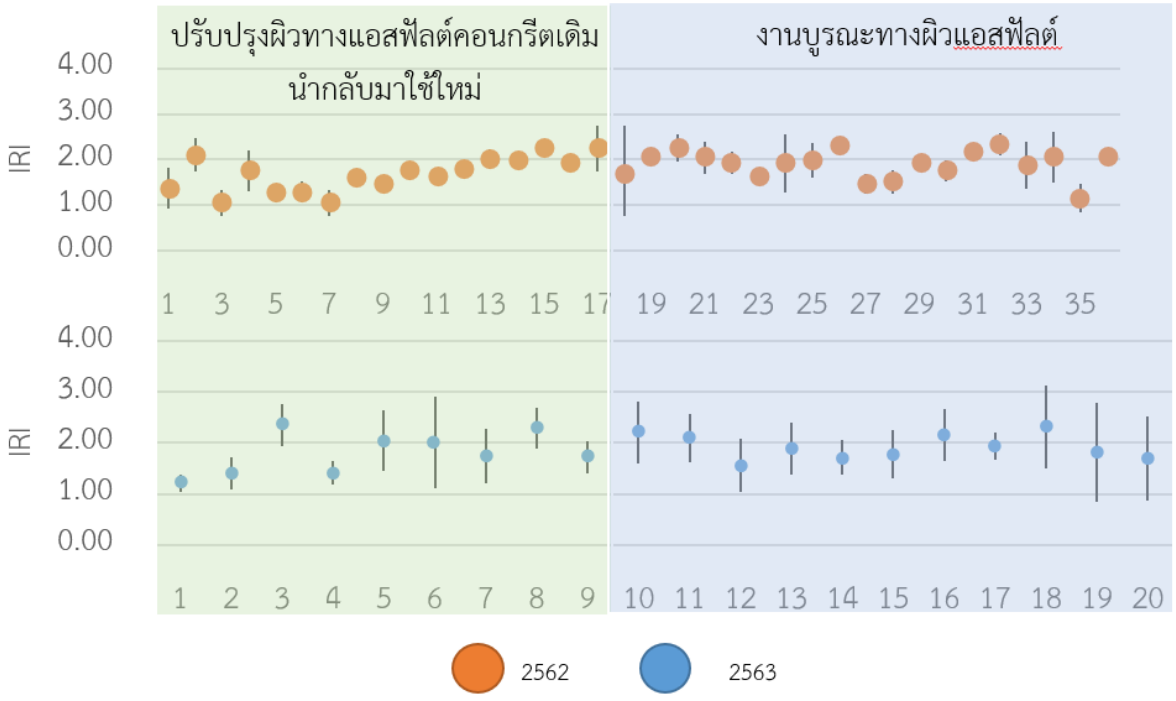
รูปที่ 1-88 ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างค่า IRI หลังการซ่อมแบบเสริมผิว

โดยจากรูปจะเห็นได้ว่าผลต่างค่า IRI จากทั้ง 2 ที่มา มีค่า R-square อยู่ที่ 0.59 และมีค่าสัมประสิทธิ์ประมาณ 0.74 ซึ่งหมายถึง ค่าความเรียบหลังการซ่อมแบบเสริมผิวจากแบบจำลอง TPMS มีค่ามากกว่า ค่าความเรียบหลังการซ่อมจากข้อมูลสายทางจริง หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า การซ่อมแบบเสริมผิวบนสายทางจริงให้ค่า IRI หลังซ่อมได้ดีกว่าค่าที่ทำนายจากแบบจำลอง แต่ทั้งนี้ค่าทั้ง 2 ยังคงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

III) <u>แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงด้วยการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และงานบูรณะผิวทาง</u>

การซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง เป็นการรื้อซ่อมตั้งแต่ชั้นโครงสร้างทาง จากนั้นจึงลาดผิวทางใหม่ด้วยแอสฟัลต์ ดังนั้นค่า IRI หลังจากการซ่อมด้วยวิธีนี้จะมีค่าเทียบเท่ากับถนนใหม่ ซึ่งจากการศึกษาแบบจำลองในระบบ TPMS ในก่อนหน้านี้ ข้อมูลค่า IRI ของกรมทางหลวงพบว่า สายทางที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่าประมาณ 1 ปี จะมีค่า IRI อยู่ที่ประมาณ 1.5 - 2.1 ดังนั้น การกำหนดค่า IRI หลังการซ่อมด้วยวิธีบูรณะผิวทางจึงกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2.0 m/km

และจากข้อมูลและการคัดเลือกค่า IRI ของกรมทางหลวงรวมกับประวัติการซ่อมบำรุงสามารถแสดงค่า IRI ภายหลังการซ่อมด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง ได้ดังนี้



รูปที่ 1-89 ผลสำรวจค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง

ตารางที่ 1-34 สรุปผลสำรวจค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และการบูรณะผิวทาง

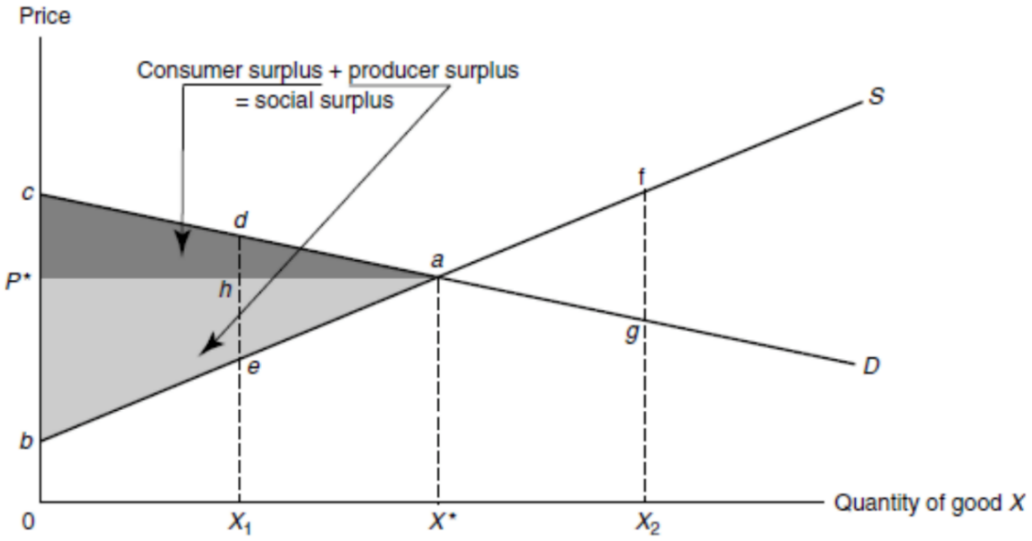
วิธีการซ่อม	จำนวนสายทาง	ระยะทาง (กม.)	S.D.	IRI_{new}
ปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่	2	10.5	0.23	1.95
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	4	13.4	0.27	1.83

พบว่า สายทางที่มีอายุการใช้งานมาแล้วประมาณ 1 ปี จะมีค่า IRI อยู่ที่ประมาณ 1.0 - 2.3 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 - 1.9 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 0.2 ซึ่งไม่มากนัก โดยวิธีการซ่อมแบบงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ จะสามารถลดค่า IRI ได้ประมาณ 1.22 เมตรต่อกิโลเมตร ส่วนวิธีการซ่อมแบบปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมนำกลับมาใช้ใหม่จะสามารถลดค่า IRI ได้ 0.79 เมตรต่อกิโลเมตร ดังนั้น ทางที่ปรึกษาจึงเสนอแนะการกำหนดค่า IRI หลังการซ่อมด้วยด้วยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่และวิธีบูรณะผิวทาง กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2.0 m/km และใช้ค่า IRI เท่ากับ 2.0 นี้ เป็นขอบเขตล่างของค่า IRI หลังการซ่อมทุกวิธี

การกำหนดวิธีการวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสม (Optimal Investment Plan)

ในปัจจุบัน โปรแกรมวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทางหลวง หรือ TPMS สามารถจัดทำแผนงบประมาณการซ่อมบำรุง โดยให้ผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของมูลค่า ทั้งด้านงบประมาณในการบำรุงรักษาและผลประโยชน์จากค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางที่ลดลง อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ค่าดัชนี IRI ที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการซ่อมบำรุงตามวิธีการซ่อมรูปแบบต่าง ๆ ได้อีกด้วย

จากการศึกษาบทความ Cost-Benefit Analysis of Highway Maintenance in Thailand โดย Lertworawanich, P (2018) ได้นำผลจากโปรแกรม TPMS มาวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยอาศัยหลักการ Social Surplus at Equilibrium ที่ได้จาก Cost-Benefit Analysis มาประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการงบประมาณในการซ่อมบำรุง เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการจัดสรรงบประมาณบำรุงรักษา ซึ่ง คือ จุดที่ผลประโยชน์ส่วนเพิ่มของค่าประหยัดค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทาง กับจุดที่ค่าซ่อมบำรุงส่วนเพิ่มตัดกันกับจุดที่ค่าซ่อมบำรุงส่วนเพิ่มตัด หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ จุดที่กรมทางหลวงจะได้ผลประโยชน์หลังหักต้นทุน (Net benefit) สูงสุด อีกทั้งยังแสดงถึงสภาวะที่เกินดุลจากผลประโยชน์สูงสุดภายใต้แนวคิดทางเศรษฐศาสตร์จุลภาค ดังแสดงในรูปต่อไปนี้

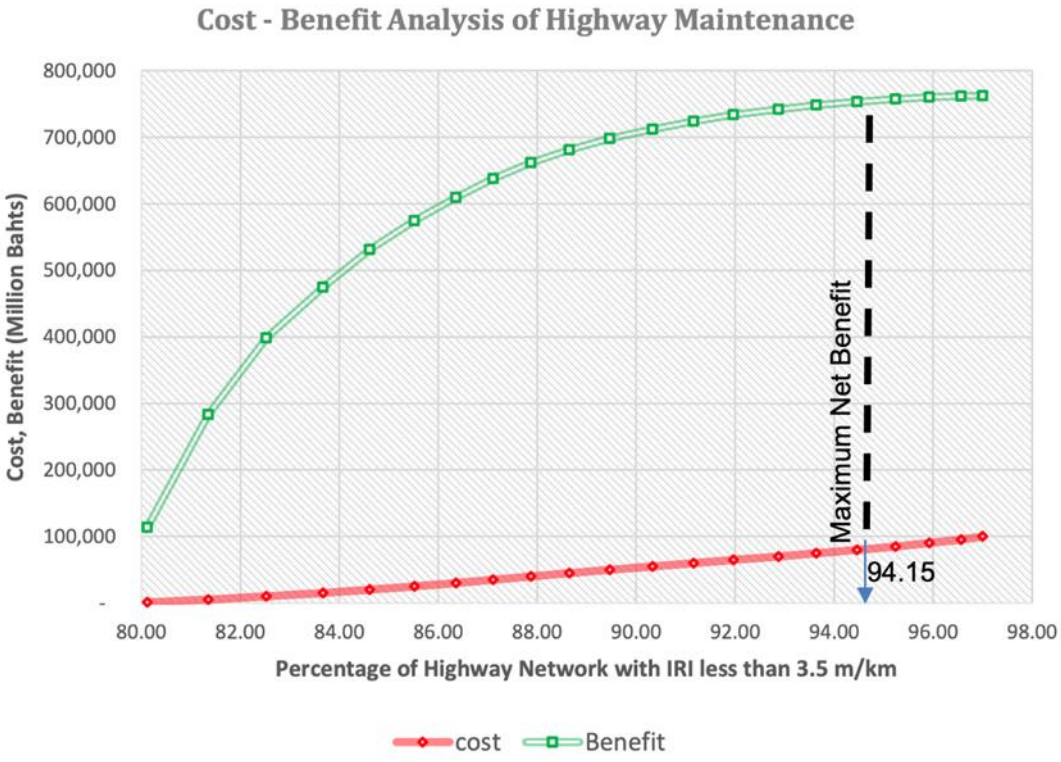


รูปที่ 1-90 Social Surplus at Equilibrium

จากหลักการ Social Surplus at Equilibrium ที่กล่าวมา สามารถนำมาประยุกต์กับข้อมูลที่ได้จากระบบ TPMS โดยการจำลองแผนงบประมาณระดับประเทศ ตั้งแต่ กำหนดเฉพาะงบประมาณบำรุงปกติ (ณ สายทางนั้น ๆ จะมีเฉพาะงบบำรุงปกติ จะไม่มีงบที่เป็นโครงการบำรุงขนาดใหญ่ หรืองบพิเศษจากส่วนกลาง) ไปถึง จุดสูงสุดที่ระบบสามารถใช้งบประมาณได้ (ไม่กำจัดงบประมาณ) โดยผลลัพธ์ที่ได้ จะทราบถึงปริมาณถนนที่มีค่า IRI ต่ำกว่า 3.5 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งเป็นค่าที่กรมทางหลวงกำหนดเพื่อชี้วัดคุณภาพของสายทาง โดยร้อยละของสายทางที่จะสามารถรักษา IRI ให้ต่ำกว่า 3.5 เมตรต่อกิโลเมตร ณ งบประมาณนั้น ๆ จะมีความแปรผันกัน กล่าวคือ หากยิ่งกรมทางหลวงได้รับงบประมาณ

ในการซ่อมบำรุงมาก ก็จะยิ่งมีร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI ต่ำกว่า 3.5 มากขึ้นตาม และมีผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางมากขึ้นไปด้วยเช่นกัน

ซึ่งจะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างการวิเคราะห์ใน Lertworawanich, P (2018) หากสายทางทั้งหมดของกรมทางหลวงมีค่า IRI ต่ำกว่า 3.5 จำนวนร้อยละ 94.15 จะทำให้กรมทางหลวงมีค่า Net Benefit สูงสุด โดยเป็นการวิเคราะห์จากข้อมูลสภาพทางหลวง ณ ปี 2560 จากที่กล่าวมานี้ ทำให้สามารถเปรียบเทียบได้กับ Cost-Benefit Analysis ดังรูปที่ 1-91



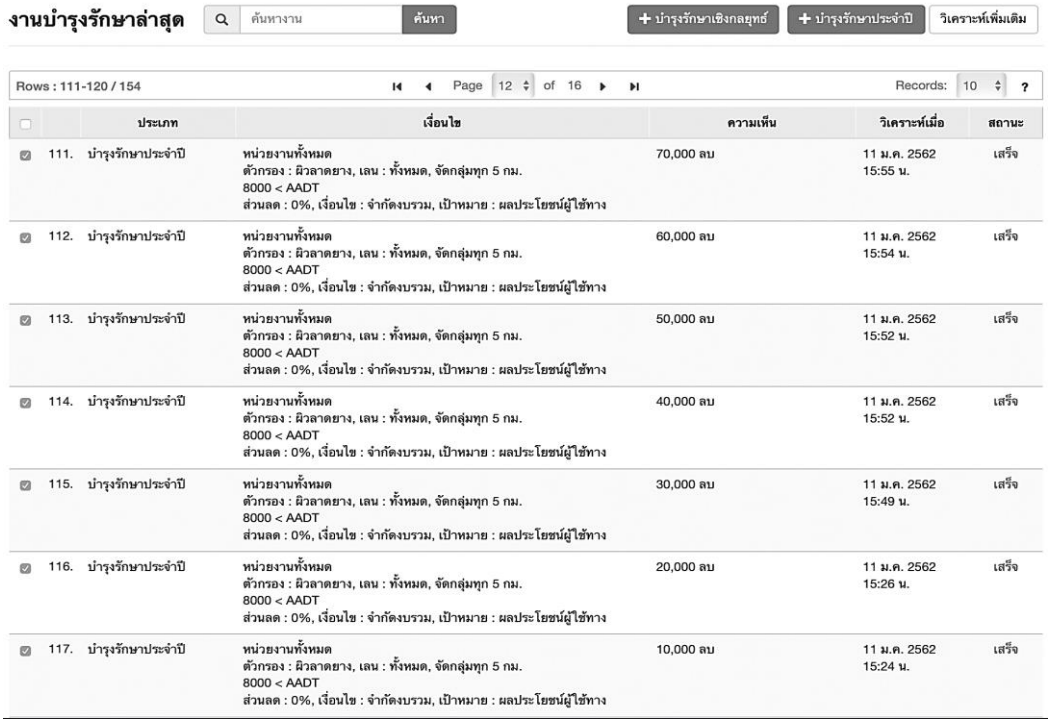
ที่มา : Lertworawanich, P (2018)

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

ทั้งนี้ ในโครงการนี้ ทางที่ปรึกษาได้นำหลักการ Social Surplus at Equilibrium และแนวทางจาก Lertworawanich, P (2018) มาใช้ในการวิเคราะห์ Optimal Investment Plan ซึ่งในที่นี้ การวิเคราะห์จะเป็นการวิเคราะห์ระหว่างมูลค่าที่เพิ่มขึ้นจากทั้งค่าซ่อมบำรุงและผลประโยชน์ผู้ใช้ทาง กับร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า IRI ที่กำหนด โดยจากปีงบประมาณที่ผ่านมา การวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสมสามารถจัดทำได้โดยอาศัยการวิเคราะห์ค่าซ่อมบำรุงและผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางจากโปรแกรม TPMS รวมกับการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรม Microsoft excel โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์งบบำรุงรักษาประจำปี

ทำการวิเคราะห์งบประมาณทั่วประเทศ โดยเริ่มจากงบประมาณ 10,000 ล้านบาท และใส่งบประมาณเพิ่มครั้งละ 10,000 ล้านบาท จนโปรแกรม TPMS วิเคราะห์งบประมาณที่ใช้ในการบำรุงรักษาน้อยกว่างบประมาณที่กำหนด (เท่ากับการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ) ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-92 ตัวอย่างการวิเคราะห์งบบำรุงรักษาประจำปี

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI ต่ำกว่า IRI เป้าหมาย

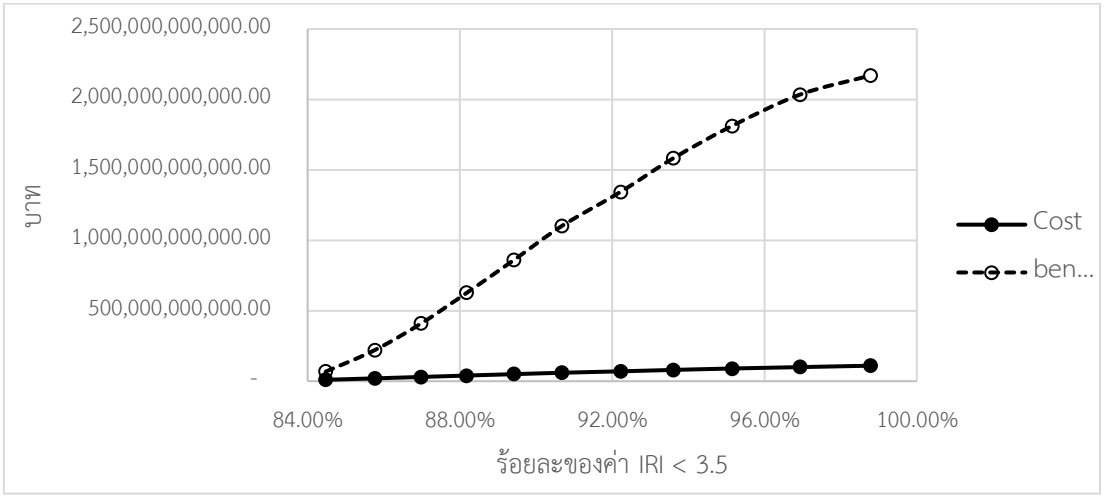
กำหนดค่า IRI ที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ เพื่อหาร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า IRI ที่กำหนด จากนั้นนำผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 ในทุก ๆ แผน มาคำนวณร้อยละของสายทางในแต่ละช่วง IRI ดังรูปตัวอย่างต่อไปนี้

	110,000 ล้านบาท				120,000 ล้านบาท				130,000 ล้านบาท				140,000 ล้านบาท			
IRI	ระยะทาง	ยะทางสะส	%	IRI	ระยะทาง	ยะทางสะส	%	IRI	ระยะทาง	ยะทางสะส	%	IRI	ระยะทาง	ยะทางสะส	%
0.6-0.7	0.43	0.43	0.00%	0.6-0.7	1.08	1.08	0.00%	0.6-0.7	1.08	1.08	0.00%	0.6-0.7	1.08	1.08	0.00%
0.8-0.9	79.13	80	0.15%	0.8-0.9	79.13	80	0.15%	0.8-0.9	80.15	81	0.16%	0.8-0.9	80.15	81	0.16%
0.9-1	7.37	87	0.17%	0.9-1	11.3	92	0.18%	0.9-1	12.78	94	0.18%	0.9-1	12.78	94	0.18%
1-1.1	18.89	106	0.20%	1-1.1	28.71	120	0.23%	1-1.1	28.71	123	0.24%	1-1.1	28.71	123	0.24%
1.1-1.2	24.97	131	0.25%	1.1-1.2	27.57	148	0.28%	1.1-1.2	28.56	151	0.29%	1.1-1.2	28.56	151	0.29%
1.2-1.3	67.71	199	0.38%	1.2-1.3	81.58	229	0.44%	1.2-1.3	110.52	262	0.50%	1.2-1.3	143.45	295	0.57%
1.3-1.4	63.49	262	0.51%	1.3-1.4	91.22	321	0.62%	1.3-1.4	161.32	423	0.82%	1.3-1.4	183.58	478	0.92%
1.4-1.5	108.15	370	0.71%	1.4-1.5	181.41	502	0.97%	1.4-1.5	254.98	678	1.31%	1.4-1.5	284.1	762	1.47%
1.5-1.6	182.98	553	1.07%	1.5-1.6	300.15	802	1.55%	1.5-1.6	483.46	1,162	2.24%	1.5-1.6	579.72	1,342	2.59%
1.6-1.7	162.07	715	1.38%	1.6-1.7	414.18	1,216	2.34%	1.6-1.7	567.05	1,729	3.33%	1.6-1.7	734.53	2,077	4.00%
1.7-1.8	346.92	1,062	2.05%	1.7-1.8	567.42	1,784	3.44%	1.7-1.8	784.04	2,513	4.84%	1.7-1.8	1059.38	3,136	6.05%
1.8-1.9	443.69	1,506	2.90%	1.8-1.9	707.63	2,491	4.80%	1.8-1.9	939.19	3,452	6.65%	1.8-1.9	1216.7	4,353	8.39%
1.9-2	676.31	2,182	4.21%	1.9-2	978.12	3,470	6.69%	1.9-2	1423.28	4,875	9.40%	1.9-2	1922.46	6,275	12.10%
2-2.1	38682.07	40,864	78.77%	2-2.1	37703.83	41,173	79.37%	2-2.1	36518.67	41,394	79.80%	2-2.1	35158.98	41,434	79.87%
2.1-2.2	5749.4	46,614	89.86%	2.1-2.2	5498.42	46,672	89.97%	2.1-2.2	5307.18	46,701	90.03%	2.1-2.2	5269.42	46,704	90.03%
2.2-2.3	1828.93	48,443	93.38%	2.2-2.3	1799.06	48,471	93.44%	2.2-2.3	1785.17	48,486	93.47%	2.2-2.3	1782.71	48,486	93.47%
2.3-2.4	461.13	48,904	94.27%	2.3-2.4	459.49	48,930	94.32%	2.3-2.4	458.49	48,945	94.35%	2.3-2.4	458.49	48,945	94.35%
2.4-2.5	260.04	49,164	94.77%	2.4-2.5	258.16	49,188	94.82%	2.4-2.5	258.16	49,203	94.85%	2.4-2.5	258.16	49,203	94.85%
2.5-2.6	300.76	49,464	95.35%	2.5-2.6	299.91	49,488	95.40%	2.5-2.6	298.9	49,502	95.43%	2.5-2.6	298.9	49,502	95.43%
2.6-2.7	223.66	49,688	95.78%	2.6-2.7	216.66	49,705	95.82%	2.6-2.7	213.64	49,715	95.84%	2.6-2.7	213.47	49,715	95.84%
2.7-2.8	253.88	49,942	96.27%	2.7-2.8	250.57	49,956	96.30%	2.7-2.8	244.3	49,960	96.31%	2.7-2.8	244.3	49,960	96.31%
2.8-2.9	268.29	50,210	96.79%	2.8-2.9	260.27	50,216	96.80%	2.8-2.9	260.27	50,220	96.81%	2.8-2.9	260.27	50,220	96.81%
2.9-3	365.65	50,576	97.50%	2.9-3	360.05	50,576	97.50%	2.9-3	356.02	50,576	97.50%	2.9-3	356.02	50,576	97.50%
3-3.1	198.39	50,774	97.88%	3-3.1	198.39	50,774	97.88%	3-3.1	198.39	50,774	97.88%	3-3.1	198.39	50,774	97.88%
3.1-3.2	90.33	50,865	98.05%	3.1-3.2	90.33	50,865	98.05%	3.1-3.2	90.33	50,865	98.05%	3.1-3.2	90.33	50,865	98.05%
3.2-3.3	157.52	51,022	98.36%	3.2-3.3	157.52	51,022	98.36%	3.2-3.3	157.52	51,022	98.36%	3.2-3.3	157.52	51,022	98.36%
3.3-3.4	108.47	51,131	98.57%	3.3-3.4	108.47	51,131	98.57%	3.3-3.4	108.47	51,131	98.57%	3.3-3.4	108.47	51,131	98.57%
3.4-3.5	117.48	51,248	98.79%	3.4-3.5	117.48	51,248	98.79%	3.4-3.5	117.48	51,248	98.79%	3.4-3.5	117.48	51,248	98.79%
3.5-3.6	74.62	51,323	98.94%	3.5-3.6	74.62	51,323	98.94%	3.5-3.6	74.62	51,323	98.94%	3.5-3.6	74.62	51,323	98.94%
3.6-3.7	114.32	51,437	99.16%	3.6-3.7	114.32	51,437	99.16%	3.6-3.7	114.32	51,437	99.16%	3.6-3.7	114.32	51,437	99.16%
3.7-3.8	111.44	51,548	99.37%	3.7-3.8	111.44	51,548	99.37%	3.7-3.8	111.44	51,548	99.37%	3.7-3.8	111.44	51,548	99.37%
3.8-3.9	32.31	51,581	99.43%	3.8-3.9	32.31	51,581	99.43%	3.8-3.9	32.31	51,581	99.43%	3.8-3.9	32.31	51,581	99.43%
3.9-4	74.58	51,655	99.58%	3.9-4	74.58	51,655	99.58%	3.9-4	74.58	51,655	99.58%	3.9-4	74.58	51,655	99.58%
4-4.1	21.07	51,676	99.62%	4-4.1	21.07	51,676	99.62%	4-4.1	21.07	51,676	99.62%	4-4.1	21.07	51,676	99.62%
4.1-4.2	22.84	51,699	99.66%	4.1-4.2	22.84	51,699	99.66%	4.1-4.2	22.84	51,699	99.66%	4.1-4.2	22.84	51,699	99.66%
4.2-4.3	18.62	51,718	99.70%	4.2-4.3	18.62	51,718	99.70%	4.2-4.3	18.62	51,718	99.70%	4.2-4.3	18.62	51,718	99.70%

รูปที่ 1-93 ตัวอย่างการคำนวณร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI ต่ำกว่า IRI เป้าหมาย

<u>ขั้นตอนที่ 3 ทำการวิเคราะห์ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยและผลประโยชน์เพิ่มต่อหน่วย</u>

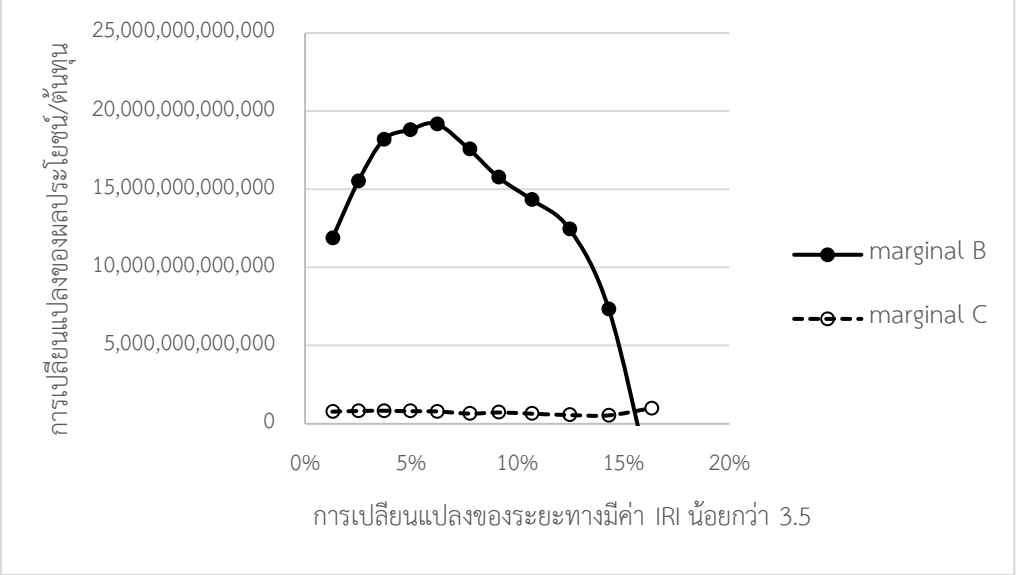
โดยการวิเคราะห์การสร้างแผนภาพแสดงค่าระหว่างเงินที่เพิ่มขึ้นจากทั้งค่าซ่อมบำรุงและผลประโยชน์ผู้ใช้ทาง กับร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า IRI ที่กำหนด ดังตัวอย่างรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-94 ตัวอย่างค่าซ่อมบำรุงและผลประโยชน์ผู้ใช้ทางกับร้อยละของสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยและผลประโยชน์เพิ่มต่อหน่วย

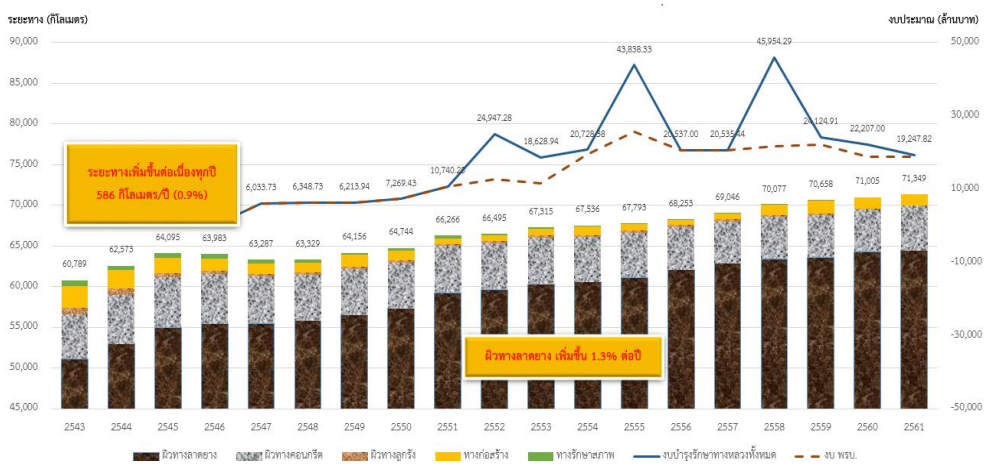
จากนั้นคำนวนต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยและผลประโยชน์เพิ่มต่อหน่วย (Marginal Cost and Marginal Benefit) โดยอาศัยความชันของเส้นผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางและค่าซ่อมบำรุง เพื่อวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสม โดยจะเห็นได้ว่า ณ จุดตัดระหว่างเส้น Marginal Cost และ Marginal Benefit จะเป็นจุดเดียวกันกับที่ได้ Net Benefit สุงสุด กล่าวคือ เป็น Optimal Investment Plan ที่ให้ผลประโยชน์สุทธิสูงสุด



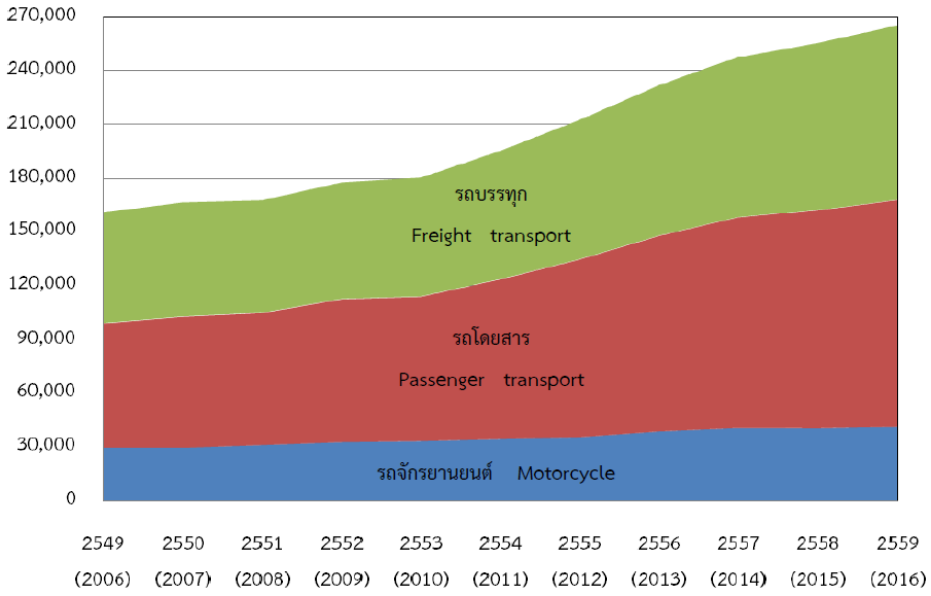
รูปที่ 1-95 ตัวอย่างผลต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยและผลประโยชน์เพิ่มต่อหน่วย (Marginal Cost and Marginal Benefit)

1.7.2 การศึกษาและแปลผลการสำรวจโดยโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) เพื่อวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุง ตามรายละเอียดแผนงานความต้องการงบประมาณบำรุงทาง

ณ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 กรมทางหลวงมีทางที่เปิดให้บริการและต้องดูแลบำรุงรักษา 72,959 กิโลเมตร (ระยะทางต่อสองช่องจราจร) ไม่รวมทางยกระดับดอนเมือง และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ซึ่งระยะทางบำรุงที่ดูแลรับผิดชอบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี เฉลี่ยประมาณ 586 กิโลเมตร (ระยะทางต่อสองช่องจราจร) คิดเป็นอัตราเพิ่มที่ร้อยละ 0.9 ต่อปี ดังแสดงในรูปที่ 1-96 ซึ่งส่งผลให้ปริมาณทางหลวงที่ต้องบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น ประกอบกับปริมาณการใช้รถใช้ถนนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ยร้อยละ 4.4 ต่อปี ดังรูปที่ 1-97 ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่เร่งให้ทางหลวงมีความชำรุดเสียหายในอัตราที่เร็วขึ้น ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับงบประมาณที่ได้รับ จะพบว่างบประมาณตาม พ.ร.บ. ที่ได้รับมีความผันผวน ผันแปรตามสภาวะงบประมาณและการเงินการคลังของประเทศ โดยจะได้รับงบประมาณสำหรับงานบำรุงรักษาทางหลวง เฉลี่ยในระยะ 10 ปี ย้อนหลังคงที่ ที่ระดับประมาณ 20,000 ล้านบาท



รูปที่ 1-96 ระยะทางบำรุง เปรียบเทียบกับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวง ปี 2543 – 2561



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

ก) ประเภทของงานบำรุงรักษาทางหลวง

กรมทางหลวงได้แยกลักษณะงานบำรุงรักษาทางหลวงเป็นกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance)

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

งานบำรุงตามกำหนดเวลา (Periodic Maintenance)

เป็นงานที่ดำเนินการเมื่อถึงกำหนดเวลา เพื่อยืดอายุบริการและเสริมความแข็งแรง ได้แก่

(1) งานฉาบผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Seal Coating)

(2) งานเสริมผิวแอสฟัลต์ (Asphalt Overlay)

(3) งานเสริมผิวลูกรัง (Regravelling)

(4) งานเปลี่ยนวัสดุรอยต่อผิวคอนกรีต (Replacement of Joint Sealing)

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

งานบำรุงพิเศษและบูรณะ (Special Maintenance and Rehabilition)

(1) งานปรับระดับผิวทาง (Surface Leveling)
(2) งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์ (Major Repair of Asphalt Pavement)
(3) งานซ่อมผิวคอนกรีต (Major Repair of Concrete Pavement)
(4) งานซ่อมลาดข้างทาง (Major Repair of Slope and Back Slope)
(5) งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ (Rehabilitation of Asphalt Pavement)
(6) งานบูรณะทางผิวคอนกรีต (Rehabilitation of Concrete Pavement)
(7) งานปรับปรุงผิวจราจร (Improvement of Surface)
(8) งานปรับปรุงและซ่อมไหล่ทาง ทางเท้า ทางเชื่อม และเกาะแบ่งถนน (Improvement and 0Repair of Shoulder, Sidewalk, Connection Road and Median)
(9) งานปรับปรุงด้านเรขาคณิตของทาง (Improvement of Highway Geometry)
(10) งานก่อสร้างที่จอดรถประจำทางและที่พักผู้โดยสาร (Provision of Bus Stop and Shelter)
(11) งานปลูกต้นไม้และปรับปรุงภูมิทัศน์ (Planting and Highway Landscaping)
(12) งานก่อสร้างทางระบบน้ำถาวร (Construction of Permanent Ditch)
(13) งานแก้ไขและป้องกันน้ำกัดเซาะ (Remedy and Prevention of Erosion)
(14) งานแก้สไลด์ทาง (Highway Repair Caused by Land Slide)

ทั้งนี้ในการวิเคราะห์แผนงานบำรุงทางด้วยโปรแกรม TPMS ได้นำเข้าข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงจากระบบ PLANNET เพื่อระบุสายทางที่อยู่ในระหว่างระยะเวลาค้ำประกันผลงาน โดยนำเข้าเฉพาะรหัสงานซ่อมนี้มีผลกระทบกับสภาพผิวทาง โดยมีรายละเอียดรหัสงานซ่อมบำรุงดังต่อไปนี้

22000 งานบำรุงตามกำหนดเวลา

22100 งานฉาบผิวแอสฟัลต์

22200 งานเสริมผิวแอสฟัลต์

23000 งานบำรุงพิเศษ

23100 งานปรับระดับผิวทาง

23200 งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์

23300 งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม นำกลับมาใช้ใหม่

23400 งานซ่อมทางผิวคอนกรีต

24000 งานบูรณะ

24100 งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์

24200 งานบูรณะทางผิวคอนกรีต

10000 งานพัฒนาทางหลวง

11300 กิจกรรมลาดยางทางหลวง

12000 โครงการดำเนินงานตามแผนพัฒนาทางหลวง

20000 งานบำรุงรักษาทาง

โดยจากข้อมูลของสำนักบริหารบำรุงทาง สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยราคาต่อหน่วยของงานบำรุงรักษาทางหลวงผิวลาดยางที่สำคัญโดยประมาณได้ดังตารางที่ 1-35

ตารางที่ 1-35 ค่าเฉลี่ยราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษาทางหลวงผิวลาดยาง[1]

ลักษณะงานบำรุง	ราคา/กม. (2 ช่องจราจร) [2] (บาท)	ราคา/ตร.ม. (บาท)
งานบำรุงปกติ	107,500[3]	3.66 บาท/ตร.ม./ปี[3]
งานฉาบผิวแอสฟัลต์ (Para Slurry Seal Type III)	1,440, 000	160
งานเสริมผิวแอสฟัลต์ 5 ซม.	3,780,000	420
งานซ่อมผิวทาง	4,050,000	450
งานบูรณะโครงสร้างทาง (ราคาแปรตามชนิดและความหนาผิวทาง)	4,500,000 - 12,910,000	500 - 890

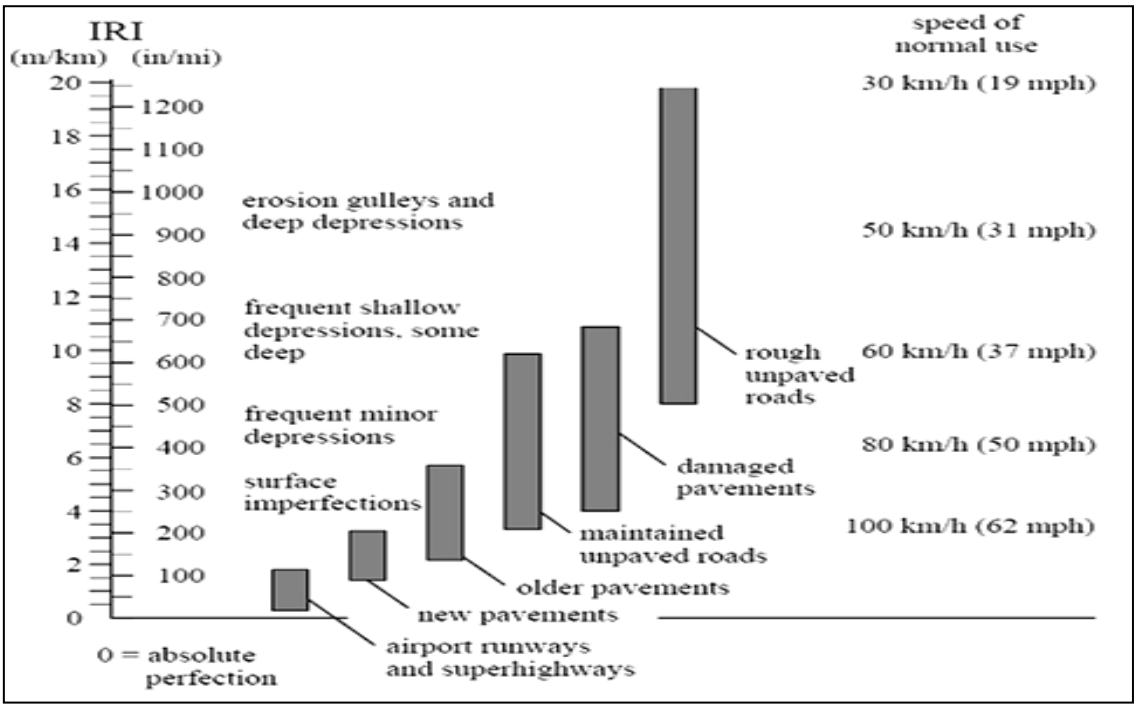
หมายเหตุ

1. ราคาต่อหน่วยเฉลี่ยในปีงบประมาณ 2564 ราคาต่อหน่วยที่แท้จริงของแต่ละโครงการจะขึ้นกับระยะทางขนส่ง ซึ่งอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าที่แสดง
2. ราคา/กม. (2 ช่องจราจร) คำนวณจาก ผิวทางกว้าง 9 เมตร (ผิวจราจร 7 เมตร ไหล่ทางข้างละ 1 เมตร)
3. คำนวณจากเขตทางกว้าง ข้างละ 15 เมตรรวม 30 เมตร

ข) ดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ของโครงข่ายทางหลวง

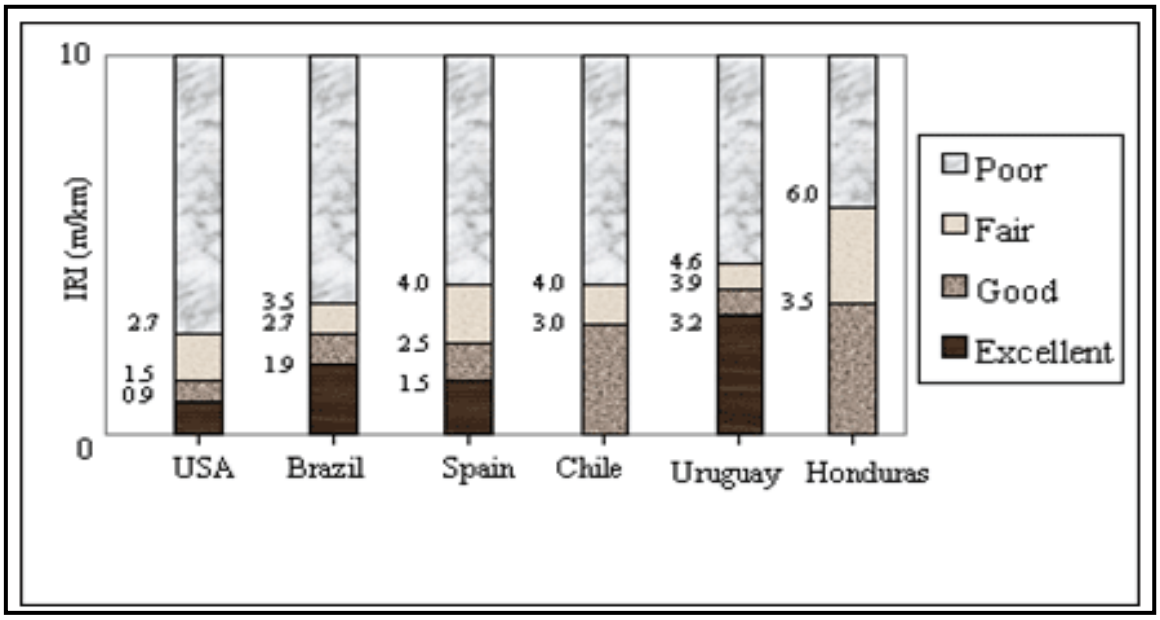
ในปี ค.ศ.1982 ธนาคารโลก (World Bank) ซึ่งได้รับความร่วมมือจากประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา และบราซิล ได้รวบรวมแนวทางในการวัดค่าความขรุขระของผิวทาง ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละประเทศ และได้ตั้งค่ามาตรฐานความขรุขระเป็นสากลขึ้นเรียกว่า ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) โดยค่า IRI ถูกใช้เพื่อนิยามลักษณะของรูปตัดของผิวทางในแนวยาว (Longitudinal Profile) มีหน่วยเป็นเมตร/กิโลเมตร หรือ มิลลิเมตร/เมตร ถนนที่มีค่า IRI ที่สูง แสดงว่าถนนดังกล่าวมีความขรุขระมาก ผลการศึกษาของ AASHO Road Test พบว่า คุณภาพของการให้บริการทางขึ้นอยู่กับความขรุขระของผิวทาง นอกจากนั้นความขรุขระยังเป็นตัวสะท้อนระดับความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง แสดงดังรูปที่ 1-98

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



ที่มา : “The little book of profiling” : basic information about measuring and interpreting road profiles. Sayers, M. W.. Sayers, M. W.. 1998-09. Handle:

รูปที่ 1-98 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI กับ ความเร็วยานพาหนะ



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

รูปที่ 1-99 เกณฑ์ค่า IRI ในการชี้วัดคุณภาพในการให้บริการของถนนของประเทศต่าง ๆ

สำหรับประเทศไทยนั้น ในปัจจุบัน ถนนที่ก่อสร้างใหม่จะมีค่า IRI เท่ากับ 2.0 เมตร/กิโลเมตร หรือน้อยกว่า และกรมทางหลวงกำหนดให้ถนนในความรับผิดชอบที่มีค่า IRI มากกว่าหรือเท่ากับ 3.5 เมตร/กิโลเมตร เป็นถนนที่มีสภาพต่ำกว่ามาตรฐานและควรได้รับการพิจารณาซ่อมบำรุง โดยมีเกณฑ์กำหนดระดับสภาพทางหลวง 4 ระดับ ดังตารางที่ 1-36

ตารางที่ 1-36 เกณฑ์ระดับการให้บริการ (ความเรียบของผิวทางหลวง)

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

ค) เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีการแบ่งมาตรฐานชั้นทางต่าง ๆ กัน แต่ทั้งนี้หากพิจารณาจากปริมาณการใช้ถนน หรือปริมาณจราจรที่แท้จริงแล้ว ในแต่ละมาตรฐานชั้นทางจะมีจำนวนผู้ใช้ทางที่แตกต่างกัน ระยะทางตามมาตรฐานชั้นทาง แบ่งแยกตามปริมาณจราจร ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1-37 จำนวนระยะทางแบ่งตามช่วงปริมาณจราจรตามมาตราฐานชั้นทาง

มาตรฐานชั้นทาง	ปริมาณจราจร								
	< 300	300 - 1,000	1,000 - 2,000	2,000 - 4,000	4,000 - 8,000	8,000 - 10,000	10,000 - 15,000	15,000 - 20,000	> 20,000
พิเศษ	183.37	19.46	47.10	205.46	1,387.61	769.96	2,225.14	1,307.07	3,565.39
1	13.08	20.08	94.39	573.03	1,378.51	427.91	1,200.70	894.70	2,091.62
2	27.48	32.42	158.48	822.97	1,014.97	391.54	598.79	307.12	309.68
3	5.77	82.11	291.55	844.09	1,221.37	276.44	573.50	195.21	245.31
4	230.84	1,074.67	2,056.38	4,937.84	5,358.77	1,093.36	1,031.73	510.05	395.40
5	76.81	327.53	590.74	2,082.41	1,737.15	330.79	310.89	200.49	217.49
เขตเมือง		5.70		4.56	8.30	9.91	12.89	27.72	1.74
ทางขนาน		0.80		1.21	10.16	26.82	68.99	30.86	109.30
อื่นๆ							6.08		23.36
ไม่ระบุ	227.90	117.78	571.97	853.84	1,218.70	274.53	556.01	452.89	1,559.04
ระยะทางทั้งหมด (กม.)	765.25	1,680.53	3,810.61	10,325.39	13,335.53	3,601.25	6,584.72	3,926.09	8,518.33

ในหลาย ๆ ประเทศได้เริ่มมีการกำหนดเกณฑ์คุณภาพถนนให้แตกต่างตามประเภทและความสำคัญของถนน ยกตัวอย่างใน ตารางที่ 1-38 รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดเกณฑ์ IRI สำหรับทางหลวงเชื่อมระหว่างรัฐ (Interstate Routes) ให้ระดับดีมาก เมื่อค่าต่ำกว่า 1.11 ในขณะที่กำหนดค่าเพียง 1.18 สำหรับทางหลวงสายหลักของประเทศ (National Highway System Non-Interstate Routes) ที่ไม่ได้เชื่อมระหว่างรัฐ และเกณฑ์ลดหลั่นลงไปสำหรับทางที่ไม่ใช่สายหลักของประเทศ (Non -NHS Routes) ซึ่งสำหรับทางที่ไม่ใช่สายหลักของประเทศได้มีเกณฑ์ที่ต่างกันสำหรับทางที่มีปริมาณจราจรปานกลาง (ADT >= 2000) และปริมาณจราจรต่ำ (ADT < 2000)

ตารางที่ 1-38 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง

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

เนื่องด้วยปัจจุบันทางหลวงในพื้นที่ต่างของประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความหลากหลายของรูปแบบถนนมากกว่าในอดีต และปริมาณจราจรที่ใช้ถนนมีระดับที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ตั้งแต่ระดับ 2,000 ไปจนถึง 350,000 ดังนั้น ในการวิเคราะห์นี้ จึงขอจำแนกประเภททางหลวงตามลักษณะรูปแบบทางกายภาพซึ่งจะสัมพันธ์กับระดับปริมาณการจราจร โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท และกำหนดเกณฑ์คุณภาพสำหรับถนนแต่ละประเภทดังตารางที่ 1-39 โดยมีค่าเป้าหมายกำหนดในตารางที่ 1-41 ซึ่งหากบรรลุเป้าหมายดังกล่าวจะทำให้ โครงข่ายทางหลวงสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศให้มีต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้าน กล่าวคือ ทางหลวงสายสำคัญที่เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งหลักของประเทศ ซึ่งคุณภาพของทางเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ จะได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าถนนอื่นทั่ว ๆ ไป แต่ทั้งนี้ ถนนสายทั่วไปแม้มีปริมาณจราจรต่ำ และไม่ได้เป็นเส้นทางเศรษฐกิจ จะได้รับการดูแลและบำรุงรักษาไม่ให้มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (IRI ไม่เกิน 5.0) เพื่อรักษาระดับมาตรฐานของคุณภาพในการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานของประชาชน ให้สามารถเดินทางไปโรงเรียน ไปโรงพยาบาล ไปติดต่อราชการได้อย่างสะดวกและปลอดภัย

ตารางที่ 1-39 ประเภททางหลวงจำแนกตามรูปแบบทางกายภาพและระดับปริมาณการจราจร

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

ตารางที่ 1-40 เกณฑ์คุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง ของกรมทางหลวง

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

ตารางที่ 1-41 เป้าหมายคุณภาพถนนสำหรับแต่ละประเภททางหลวง ของกรมทางหลวง

IRI	ประเภททางหลวง				
ม./กม.	Super Highway	Highway	Arterial	Collector	Local
<2.0	10%	10%	10%	10%	10%
2.0-2.5	40%				
2.5-3.0	50%	35%			
3.0-3.5		45%	30%		
3.5-4.0	0%		45%	25%	15%
4.0-4.5		10%		45%	50%
4.5-5.0			15%	20%	25%
>5.0	0%	0%	0%	0%	0%
IRI เฉลี่ย	**2.6**	**2.7**	**2.8**	**2.9**	**3.0**
IRI >3.5	**0%**	**10%**	**60%**	**90%**	**90%**

ง) กรอบงบประมาณงานบำรุงรักษา

ข้อมูลพื้นฐานและสมมติฐานในการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-42 วิธีซ่อมและราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา

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

ตารางที่ 1-43 ราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา สำหรับถนนแต่ละประเภทและช่วงค่า IRI

ประเภททางหลวง	ความกว้าง (ม.)	ราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษา หน่วย ล้านบาท/กิโลเมตร				
		ฉาบผิว	เสริมผิว	ซ่อมผิวทาง	ซ่อมพื้นทาง	บูรณะทาง
Local	7.0	1.12	2.94	3.15	3.50	4.20
Collector	8.0	1.28	3.36	3.60	4.00	4.80
Arterial	9.0	1.44	3.78	4.05	4.50	5.40
Highway	11.0	1.76	4.62	4.95	9.02	9.35
Super Highway	14.5	2.32	6.09	6.525	12.47	12.91

1.7.3 การศึกษาและวิเคราะห์การปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในส่วนของสถานะการเข้าใช้งานระบบ การให้บริการข้อมูลการสำรวจที่ครบถ้วน และการนำเสนอข้อมูลหรือรายงานในรูปแบบที่ต้องการได้ครบถ้วน เช่น การแสดงกราฟเปรียบเทียบค่า IRI RUT MPD เป็นต้น

การศึกษาและวิเคราะห์การปฏิบัติงานของระบบ Roadnet ทางด้านการเข้าใช้งานระบบ ซึ่งดำเนินการให้บริการทางด้านข้อมูลสำรวจทั้งการแสดงรายละเอียดและภาพรวม ให้มีความครบถ้วน สอดคล้องกับกระบวนการวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุง และสอดคล้องกับสภาพทางในปัจจุบัน สามารถแบ่งกระบวนการศึกษาออกเป็น 3 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพโดยการเข้าใช้งานระบบ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าใช้งานระบบ Roadnet ซึ่งในปัจจุบันระบบ Roadnet ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จนปัจจุบันในการปรับปรุงได้ผ่านช่วงการพัฒนาครั้งใหญ่ไม่นาน ซึ่งในการใช้งานได้เพิ่มประสิทธิภาพต่างๆ ทั้งการค้นหา การแสดงผล ทั้งข้อมูลผิวทาง ข้อมูลสำรวจ และนอกจากนั้นได้มีการพัฒนาการเชื่อมโยงข้อมูลที่สำคัญ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานของเจ้าหน้าที่ รวมทั้งการใช้งานภาคประชาชนทั่วไป ที่ต้องการอยากรู้ข้อมูลสายทางของกรมทางหลวง นอกจากนั้นการใช้งานในฝั่งประชาชนยังสามารถใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานของระบบซึ่งได้แก่ การค้นหาสถานที่สำคัญ การค้นหาสายทางที่อยู่ภายในจังหวัดต่างๆ และการแสดงผลชั้นข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูล Roadnet นำมาแสดงผลในรูปแบบแผนที่ GIS ซึ่งสามารถเปิดชั้นข้อมูลต่าง ๆ ซ้อนทับกับข้อมูลถนนของกรมทางหลวงได้เช่นกัน

ในการศึกษาและวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จึงจำเป็นต้องออกแบบการเพิ่มประสิทธิภาพให้สอดคล้องต่อกลุ่มการใช้งานระบบทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อให้ได้ผลการตอบรับที่แม่นยำ และเข้าถึงความต้องการใช้งานระบบ Roadnet ได้อย่างดี ภายใน 2 กลุ่มผู้ใช้งานนั้นสามารถแบ่งได้ดังนี้ เจ้าหน้าที่ที่ต้องทำการ Log in เพื่อเข้าระบบ และประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้ทำการ Log in เข้าใช้งาน โดยมีจุดประสงค์ในการออกแบบดังนี้

สำหรับประชาชน

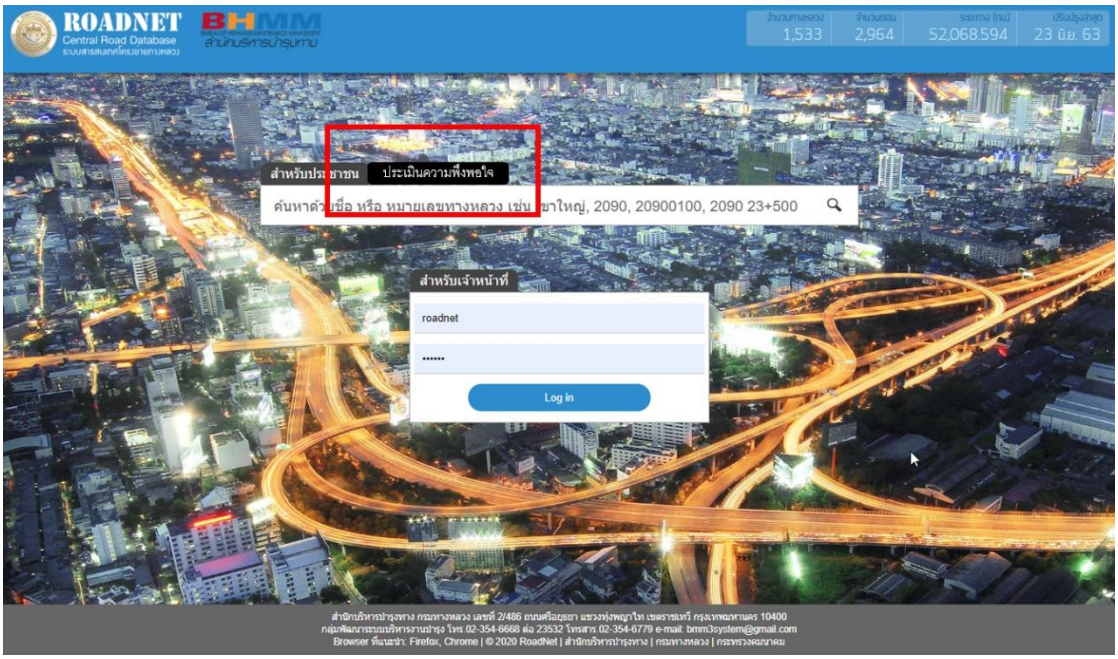
- แหล่งที่มา
- ใช้ค้นหาโครงข่ายทางหลวง
- ใช้ค้นหาสถานที่สำคัญ
- ใช้ชั้นข้อมูล Layer
- ความพึงพอใจ
- Email เพื่อแจ้งรายละเอียดส่วนอื่น

สำหรับเจ้าหน้าที่

- ฟังก์ชันไหนในระบบ Roadnet ที่ใช้บ่อย
- ความต้องการใช้ข้อมูลอะไรบ้าง
- ความพึงพอใจ
- Email เพื่อแจ้งรายละเอียดส่วนอื่น

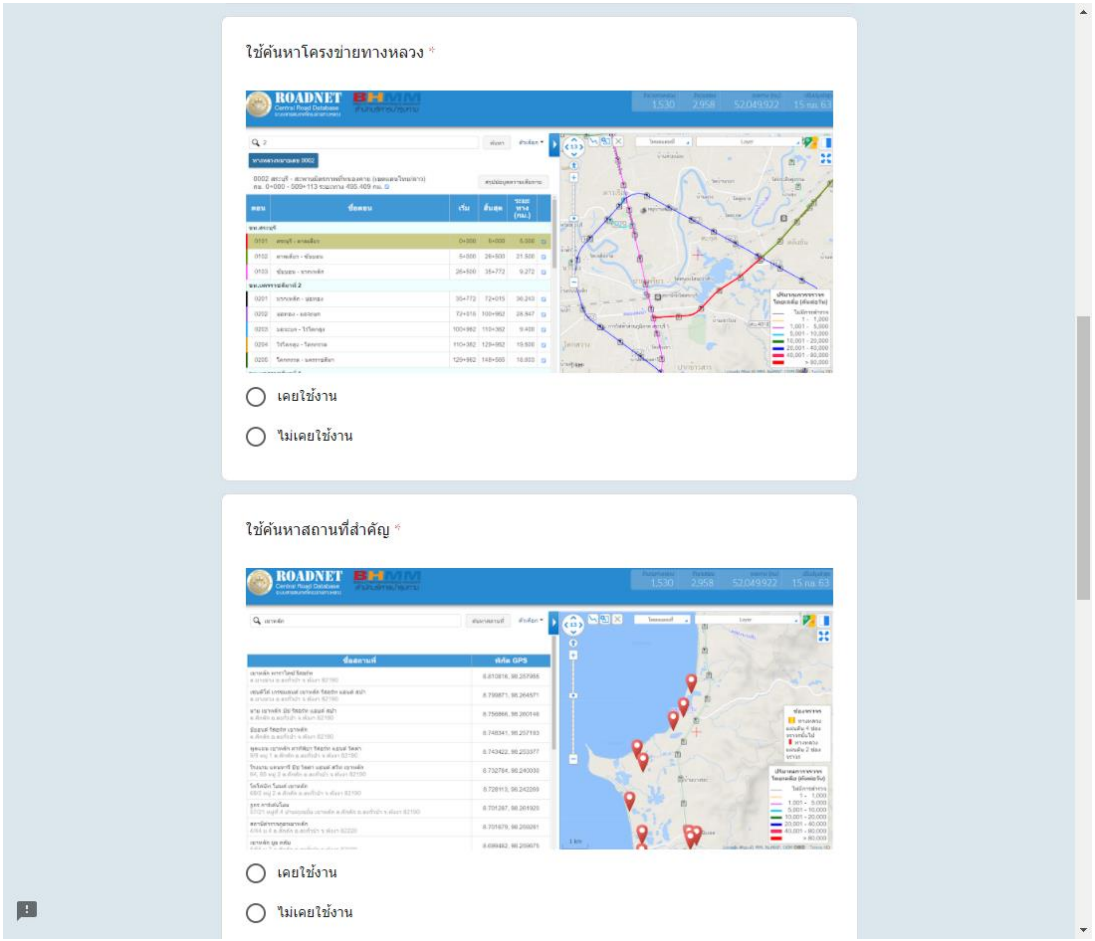
รูปที่ 1-100 หัวข้อในแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานระบบ

อันดับแรกในการเข้าถึงสำหรับประชาชนทั่วไป ในส่วนของประชาชนจะเริ่มด้วยคำถามตามกรอบการใช้งานที่ประชาชนทั่วไปสามารถใช้งานได้ รวมทั้งจะสอบถามช่องทางไหนที่ผู้เข้าใช้ถึงสามารถรู้จักระบบ Roadnet ได้ ในการออกแบบคำถามสำหรับประชาชนทั่วไปจะเน้นให้มีการเลือกตอบ เพื่อความสะดวกและความรวดเร็วของผู้ประเมิน ภายในการประเมินทั้งหมดจะสามารถประเมินได้ผ่านช่องหน้าแรกของระบบ ดังรูปที่ 1-101



รูปที่ 1-101 การเข้าประเมินความพึงพอใจสำหรับประชาชนทั่วไป

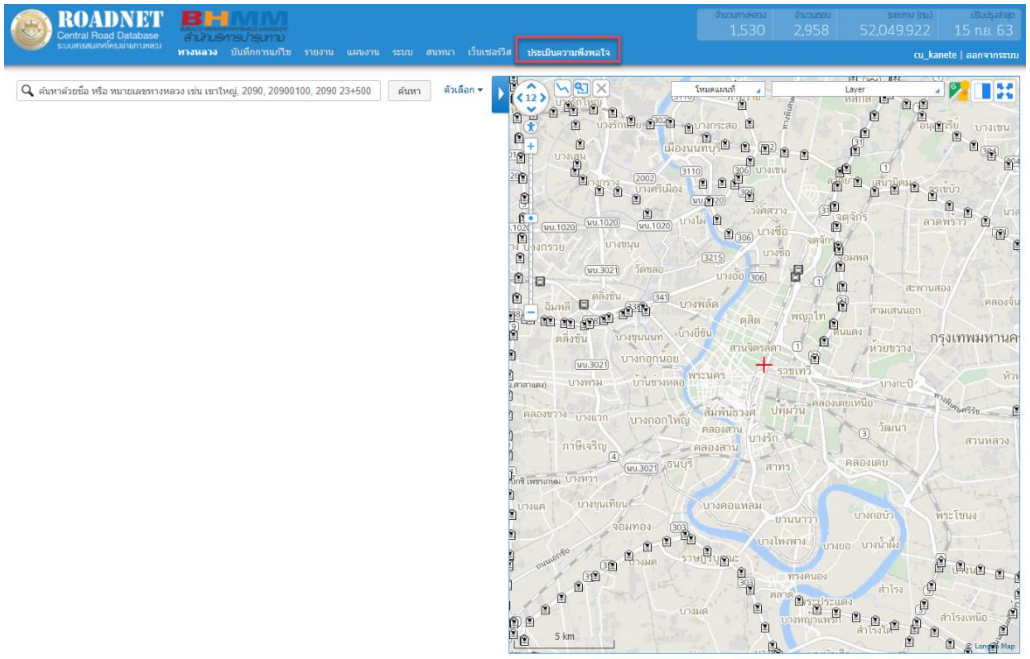
ผลจากการศึกษาและออกแบบแบบสอบถามสำหรับประชาชน เพื่อตอบโจทย์การพัฒนาในอนาคตของระบบ Roadnet ภายในส่วนนี้การตอบแบบสอบถามจะสอบถามฟังก์ชันพื้นฐานและคำตอบที่คาดหวังจะเป็นการตอบแบบ เคยใช้งาน กับ ไม่เคยใช้งาน เพื่อให้ประชาชนทั่วไปได้ใช้เวลาการตอบแบบสอบถามไม่นาน มีรายละเอียดการตอบแบบสอบถามสำหรับประชาชนดังนี้



รูปที่ 1-102 ผลการออกแบบสำหรับประชาชน

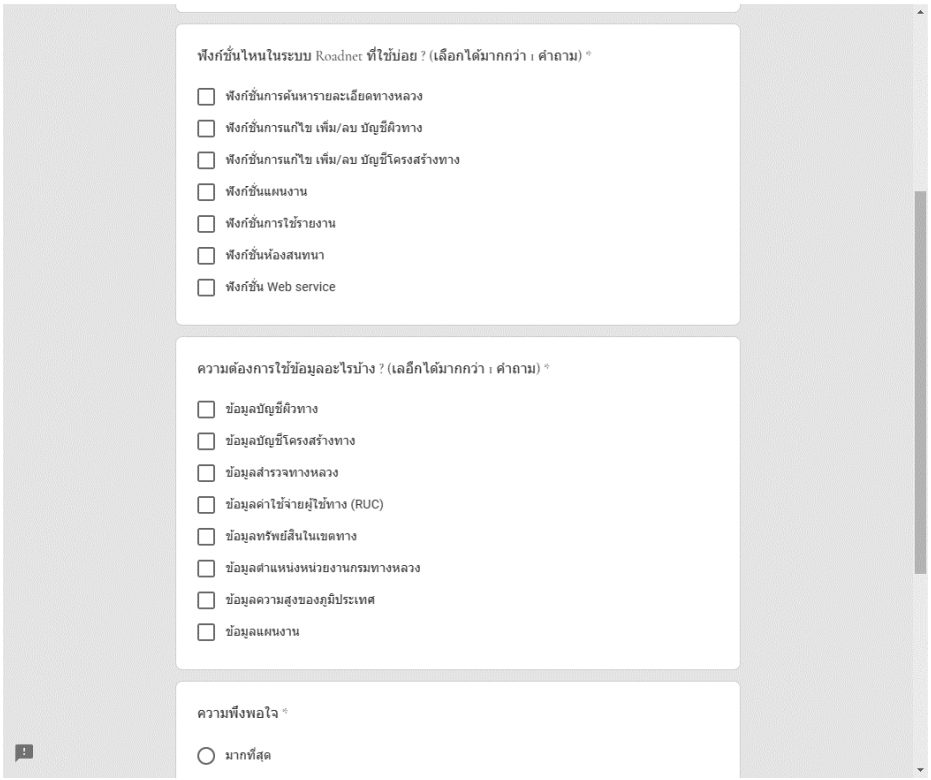
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeRXKiBo2anceSZ3Kop2j8bxa3i1Y9AANdR41413Mj9MGZTsO/viewform

ในส่วนการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่ที่ต้องทำการเข้าระบบก่อนถึงสามารถทำการประเมินความพึงพอใจได้ โดยเนื้อหาที่ทำการศึกษาจะเน้นไปทางการใช้งานของแต่ละฟังก์ชันที่เจ้าหน้าที่ใช้เป็นประจำ เช่น ในการใช้งานผู้ใช้ประทับใจกับการฟังก์ชันไหนของระบบมากที่สุด เป็นต้น ในการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่จะอยู่บนเมนูการใช้งานหลักดังรูปที่ 1-103



รูปที่ 1-103 การเข้าประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่

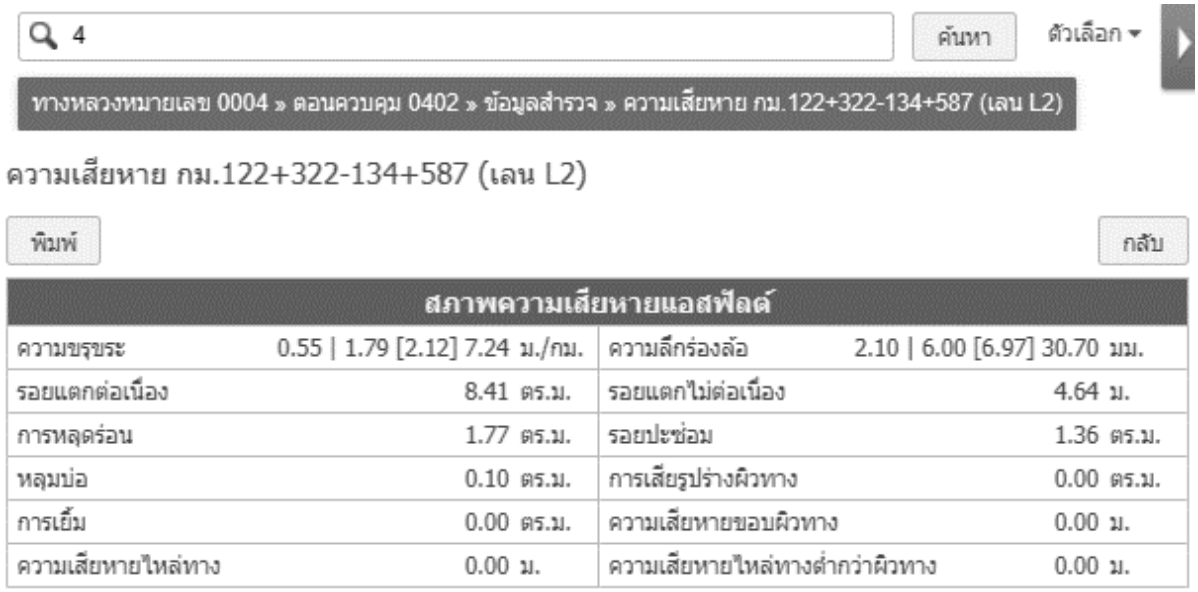
ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่ ตามการออกแบบสิ่งที่คาดหวังจากผลการประเมินของเจ้าหน้าที่ สิ่งที่คาดหวังคือการทราบถึงการใช้งานของเจ้าหน้าที่ ที่ได้ทำการเข้าใช้งานระบบ เคยใช้งานฟังก์ชันใดบ้าง และสอบถามถึงความต้องการใช้งานข้อมูล เพื่อตรวจสอบความต้องการที่ทางระบบจำเป็นต้องพัฒนาให้สอดคล้องตามความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งตรวจสอบฟังก์ชันใดที่เจ้าหน้าที่ใช้น้อยสุด เพื่อตั้งข้อสันนิษฐานว่า ฟังก์ชันดังกล่าวอาจจะมีข้อผิดพลาดหรือเจ้าหน้าที่ไม่เข้าใจการใช้งานของฟังก์ชันดังกล่าว ดังนั้นจากผลที่ทำการประเมินก็สามารถตรวจสอบโจทย์การพัฒนาในอนาคตได้ ดังรายละเอียดผลการออกแบบดังนี้



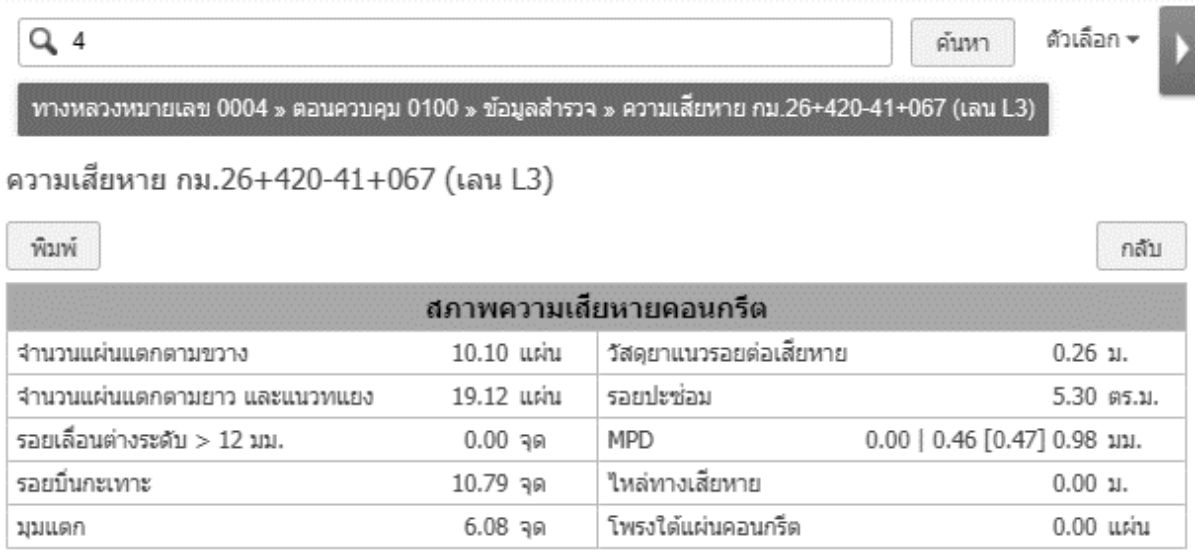
รูปที่ 1-104 ผลการออกแบบสำหรับเจ้าหน้าที่
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe82H9-UGs84sXXanff004sjVWI0pvSzC64W2-N3Q8oqG0bBQ/viewform

2. การให้บริการข้อมูลสำรวจ โดยการแสดงผลข้อมูลสภาพทางที่แสดงบนระบบ Roadnet นั้นมี ตั้งแต่การแสดงข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) รวมทั้งค่าความเสียหายผิวทางที่ได้จากการประเมินจากภาพถ่ายผิวทาง ทั้งผิวลาดยางและผิวคอนกรีต โดยมีรายละเอียดดังนี้

คือ ความเสียหายของสภาพผิวทางแอสฟัลต์ และคอนกรีต ในช่วงเส้นทางหลวงที่สำรวจ โดยแสดงผลในรูปแบบตารางข้อมูลและกราฟมีรายละเอียดของผิวทางแอสฟัลต์ที่แจ้ง คือ ความขรุขระ, รอยแตกต่อเนื่อง, การหลุดร่อน, หลุมบ่อ, การเยิ้ม, ความเสียหายไหล่ทาง, ความลึกร่องล้อ, รอยแตกไม่ต่อเนื่อง, รอยปะซ่อม และความเสียหายขอบผิว ส่วนกรณีผิวทางคอนกรีตมีรายละเอียด ได้แก่ จำนวนแผ่นแตกตามขวาง จำนวนแผ่นแตกตามยาวและแนวทแยง รอยเลื่อนต่างระดับ รอยบิ่นกะเทาะ มุมแตก วัสดุยาแนวรอยต่อเสียหาย และรอยปะซ่อม เป็นต้น ดังรูปที่ 1-105 ถึง รูปที่ 1-106

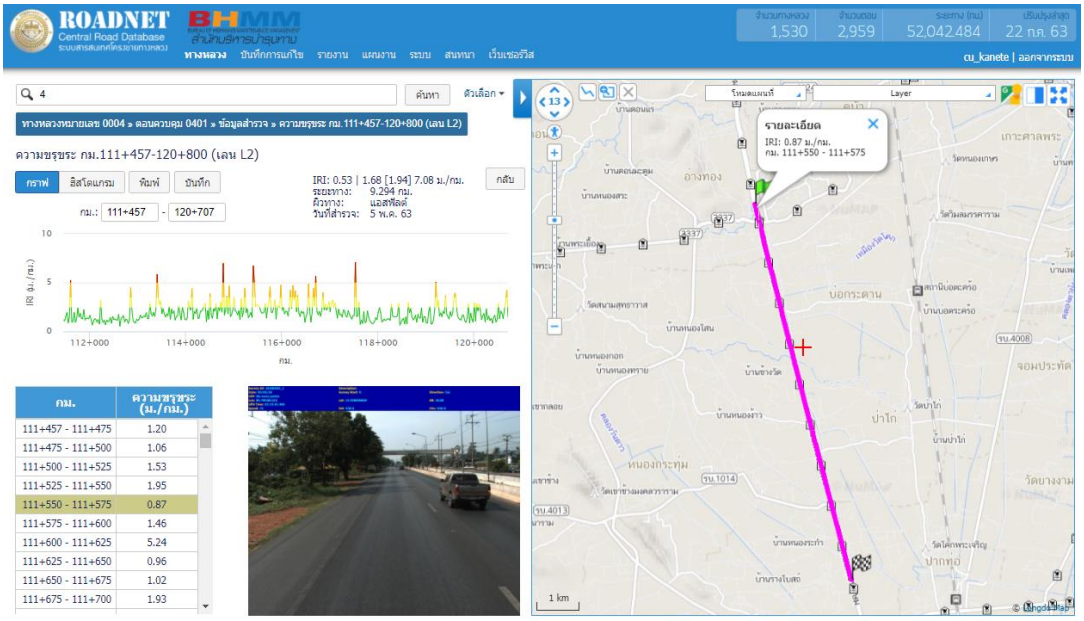


รูปที่ 1-105 รายละเอียดข้อมูลความเสียหายของผิวทางประเภทแอสฟัลต์



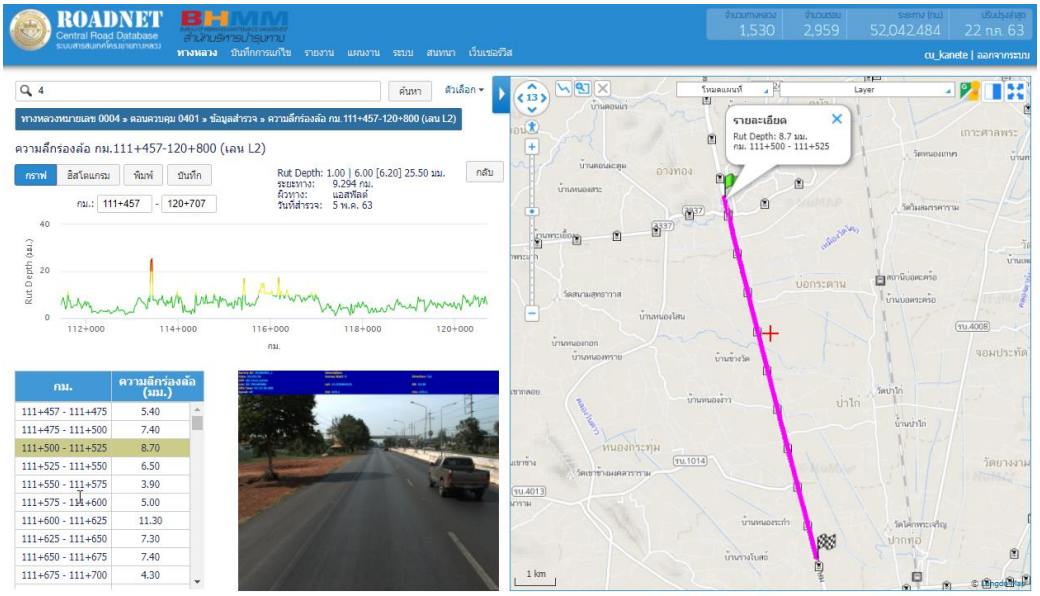
รูปที่ 1-106 รายละเอียดข้อมูลความเสียหายของผิวทางประเภทคอนกรีต

IRI คือ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลในช่วงเส้นทางหลวงที่สำรวจโดยสามารถเลือกแสดงผลแบบกราฟเส้นหรือฮิสโตแกรมได้จากการเลือกที่ปุ่มด้านบนเมนูย่อยทั้งสอง การแสดงผลจะปรากฏข้อมูลที่ใช้ในการแสดงในรูปแบบตารางอยู่ด้านล่างของหน้าจอและค่าเฉลี่ยความขรุขระ การกดที่ตารางข้อมูลจะมีการระบุช่วงที่เลือกในแผนที่และแผนภาพที่เลือก โดยสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลได้โดยการปรับค่าหลักกิโลเมตรเริ่มต้น – สิ้นสุด และสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ได้โดยกดปุ่ม พิมพ์ ดังรูปที่ 1-107



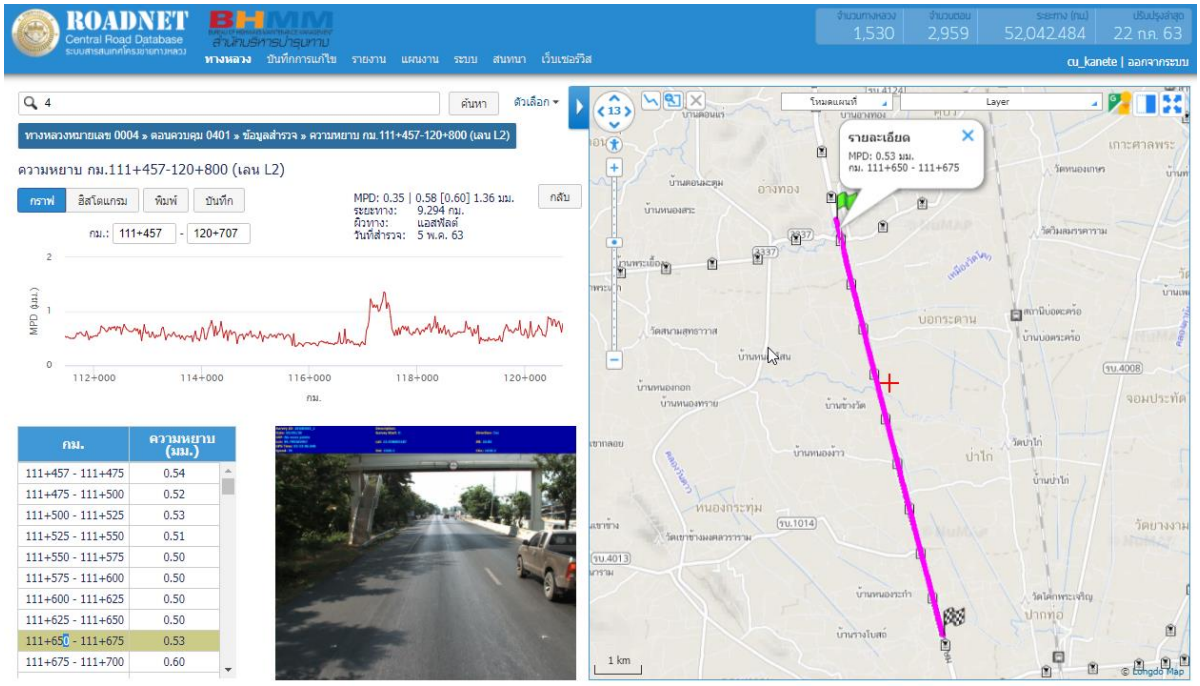
รูปที่ 1-107 รายละเอียดข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล IRI

RUT คือ ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ในช่วงเส้นทางหลวงที่สำรวจโดยสามารถเลือกแสดงผลแบบกราฟเส้นหรือฮิสโตแกรมได้จากการเลือกที่ปุ่ม กราฟ ฮิสโตแกรม ด้านบนเมนูย่อยทั้งสอง การแสดงผลจะปรากฏข้อมูลที่ใช้ในการแสดงในรูปแบบตารางอยู่ด้านล่างของหน้าจอ และค่าเฉลี่ยความลึกร่องล้อการกดที่ตารางข้อมูลจะมีการระบุช่วงที่เลือกในแผนที่และแผนภาพที่เลือก โดยสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลได้โดยการปรับค่าหลักกิโลเมตรเริ่มต้น – สิ้นสุดและสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ได้โดยกดปุ่ม พิมพ์ ดังรูปที่ 1-108



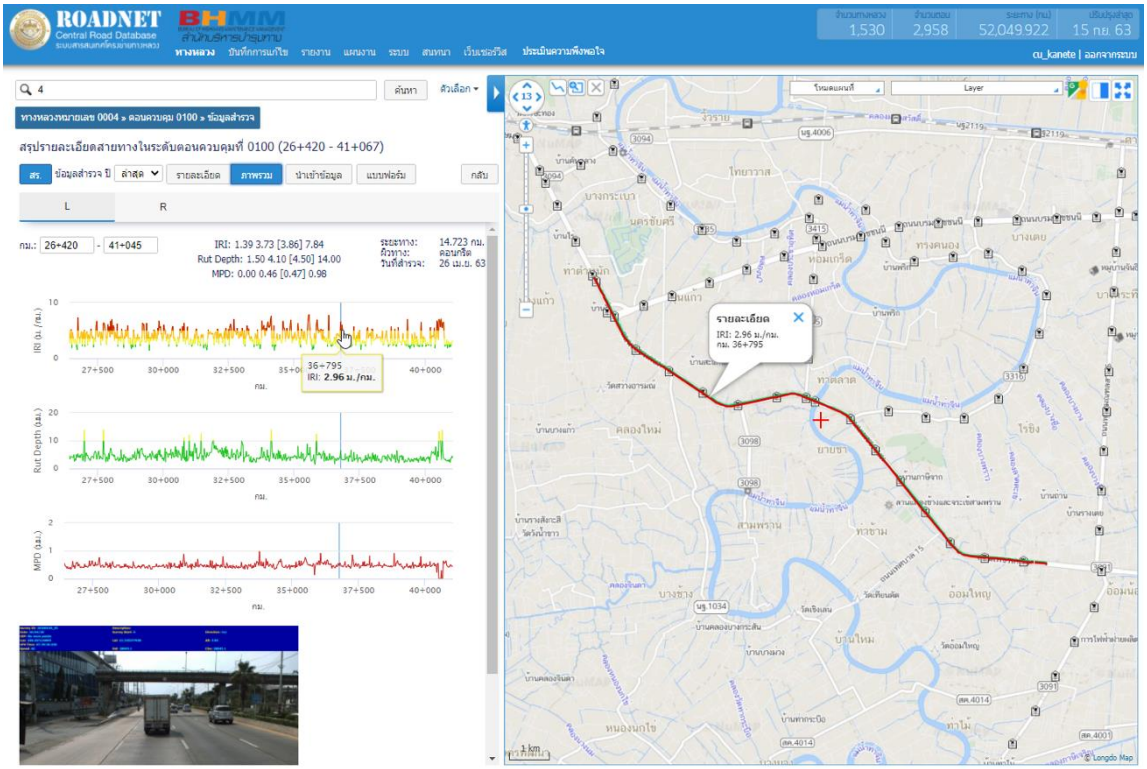
รูปที่ 1-108 รายละเอียดข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting)

MPD คือ ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง ในช่วงเส้นทางหลวงที่มีการสำรวจโดยผู้ใช้สามารถเลือกแสดงผลแบบกราฟเส้นหรือฮิสโตแกรมได้จากการเลือกที่ปุ่ม กราฟ ฮิสโตแกรม ด้านบนเมนูย่อยทั้งสอง การแสดงผลจะปรากฏข้อมูลที่ใช้ในการแสดงในรูปแบบตารางอยู่ด้านล่างของหน้าจอ และค่าเฉลี่ยความลึกร่องล้อการกดที่ตารางข้อมูลจะมีการระบุช่วงที่เลือกในแผนที่และแผนภาพที่เลือกโดยสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลได้โดยการปรับค่าหลักกิโลเมตรเริ่มต้น – สิ้นสุดและสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ได้โดยกดปุ่ม พิมพ์ ดังรูปที่ 1-109



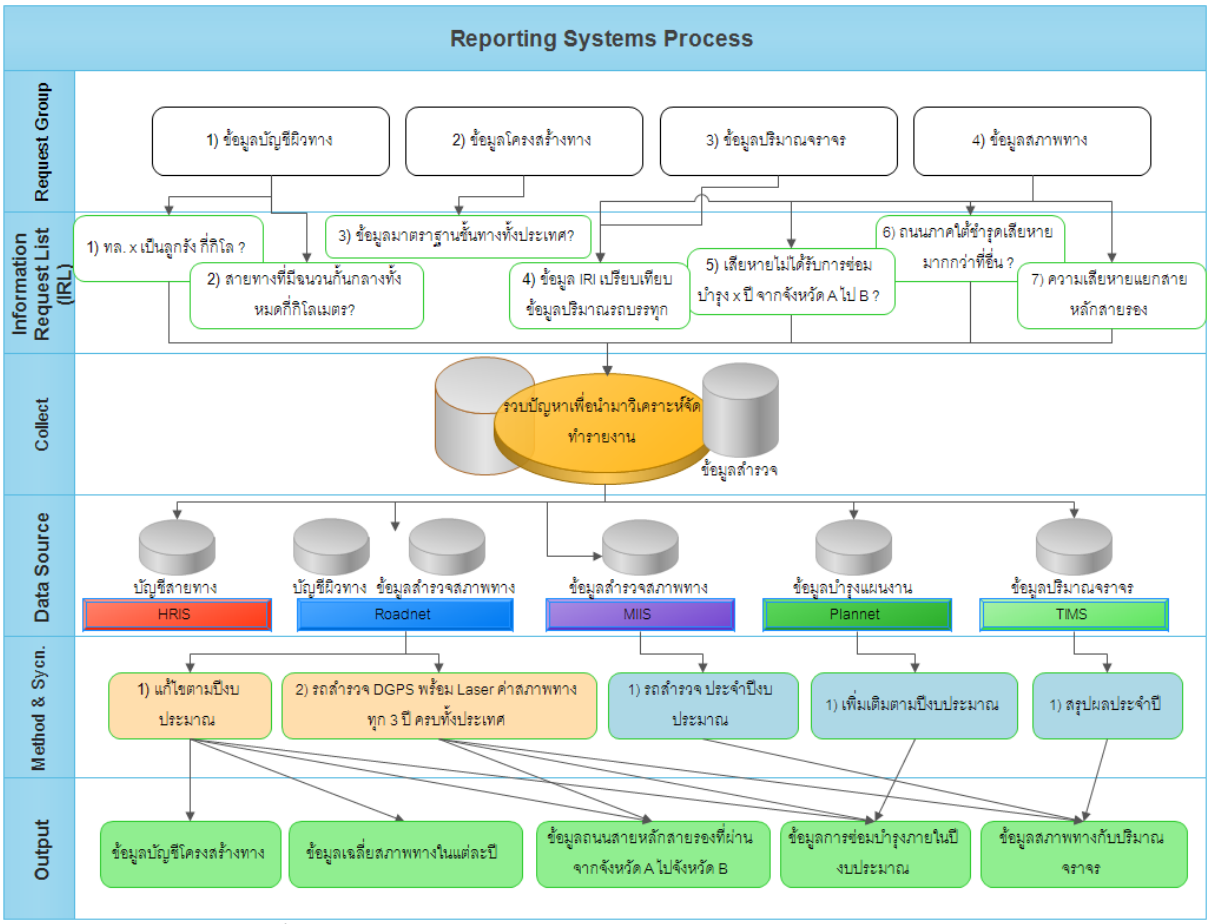
รูปที่ 1-109 รายละเอียดข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD)

จากการศึกษาในการวิเคราะห์การให้บริการข้อมูลการสำรวจที่ครบถ้วน เพื่อให้ตอบโจทย์ต่อการใช้งาน โดยวิเคราะห์กระบวนการให้บริการแก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง หรือ Roadnet ซึ่งทางด้านปฏิบัติงานมีความต้องการใช้งานในระบบหลากหลายรูปแบบ ทั้งการศึกษาการแสดงผลของค่าสภาพทางพร้อมกับข้อมูลความเสียหายผิวทาง และข้อมูลรายงานสรุปผลการสำรวจเพื่อประกอบการวิเคราะห์งานบำรุงทาง พร้อมทั้งการศึกษาวิเคราะห์ความต้องการใช้งานของผู้ใช้งานแต่ละด้านต่อไปตลอดจนอนาคต โดยข้อมูลที่แสดงบนระบบมีความซับซ้อนในการเปิดข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน ดังนั้นปฏิบัติข้อมูลต่างๆ จากการสำรวจที่ใช้ในการวิเคราะห์ ควรจัดอยู่ในการแสดงผลแบบง่าย และไม่ซับซ้อนดังรูปที่ 1-110



รูปที่ 1-110 ผลการศึกษาการแสดงหน้าจอแสดงผลข้อมูลสำรวจ

3. การนำเสนอข้อมูลรายงานในรูปแบบที่ต้องการได้ครบถ้วน การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการใช้งานข้อมูลหลังจากระบบ Roadnet ได้มีการปรับปรุงขึ้นใหม่จึงมีความต้องการใช้งานทางด้านข้อมูลที่ส่งออกมาในรูปแบบรายงานสรุปผลทั้ง PDF Excel และส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์แผนที่ เพื่อสอดคล้องต่อการใช้งานตลอดจนถึงอนาคต ทางที่ปรึกษาจึงต้องทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป ภายในผลการศึกษาจึงดำเนินการเริ่มตั้งแต่การจัดกลุ่มความต้องการของข้อมูลและประเภทของข้อมูล จนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์แหล่งที่มาของข้อมูลที่มีการดูแลและมีการพัฒนาปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน และทำการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความสัมพันธ์ทางด้านข้อมูล ตัวอย่างเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหมายเลขทางหลวง ช่วงหลักกิโลเมตร หรือหน่วยงานทางหลวงที่ได้ทำการดูแลอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนแสดงตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบรายงานจากกระบวนการดังกล่าวสามารถอธิบายได้อยู่ในรูปแบบกระบวนการทำงานดังนี้

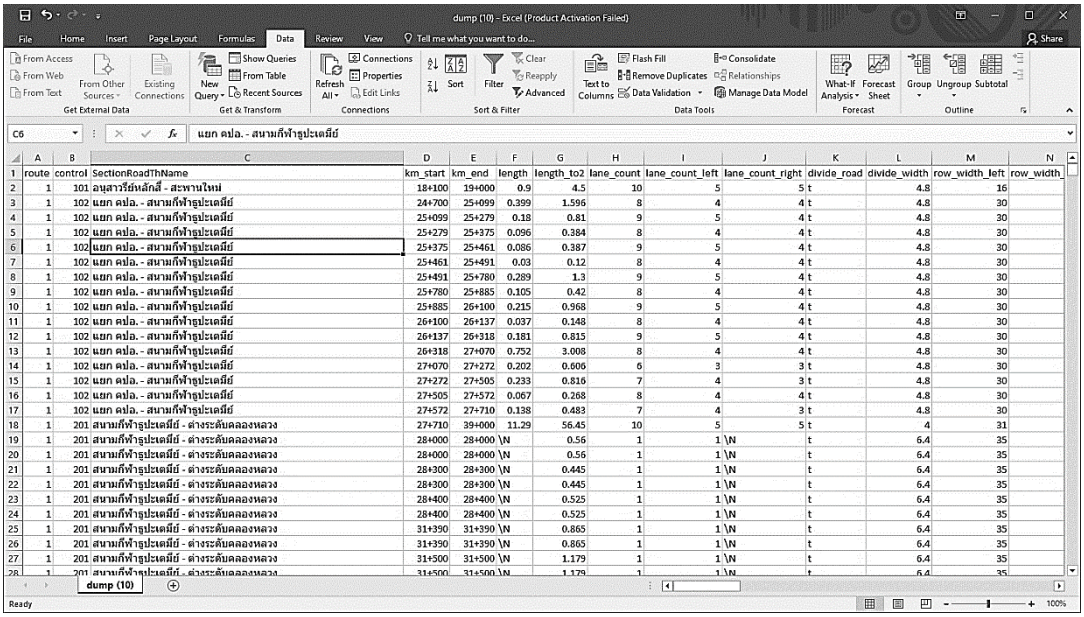


รูปที่ 1-111 กระบวนการศึกษาจากการจัดกลุ่มของความต้องการการใช้ข้อมูล

กระบวนการศึกษาที่ได้จากการสอบถาม พบว่ากลุ่มคำถามที่ทางเจ้าหน้าที่ต้องการนำออกแสดงผลในรูปแบบตารางข้อมูลมีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 4 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลบัญชีผิวทาง ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐาน ข้อมูลปริมาณจราจร และข้อมูลสภาพทาง จึงได้ศึกษาแห่งข้อมูลทั้ง 4 ประเภท จากระบบต่าง ๆ ภายในกรมทางหลวง และได้ทำการตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาข้อมูลที่มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันที่สุดก่อนทำการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบ Roadnet เพื่อให้สามารถรวบรวมข้อมูลเพื่อส่งออกรายงานตามโจทย์ที่ได้รับมอบหมายได้

ผลจากการออกแบบที่ทำการเก็บความต้องการของเจ้าหน้าที่ในการส่งออกรายงาน เพื่อตอบโจทย์ความต้องการใช้ข้อมูลในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังนี้

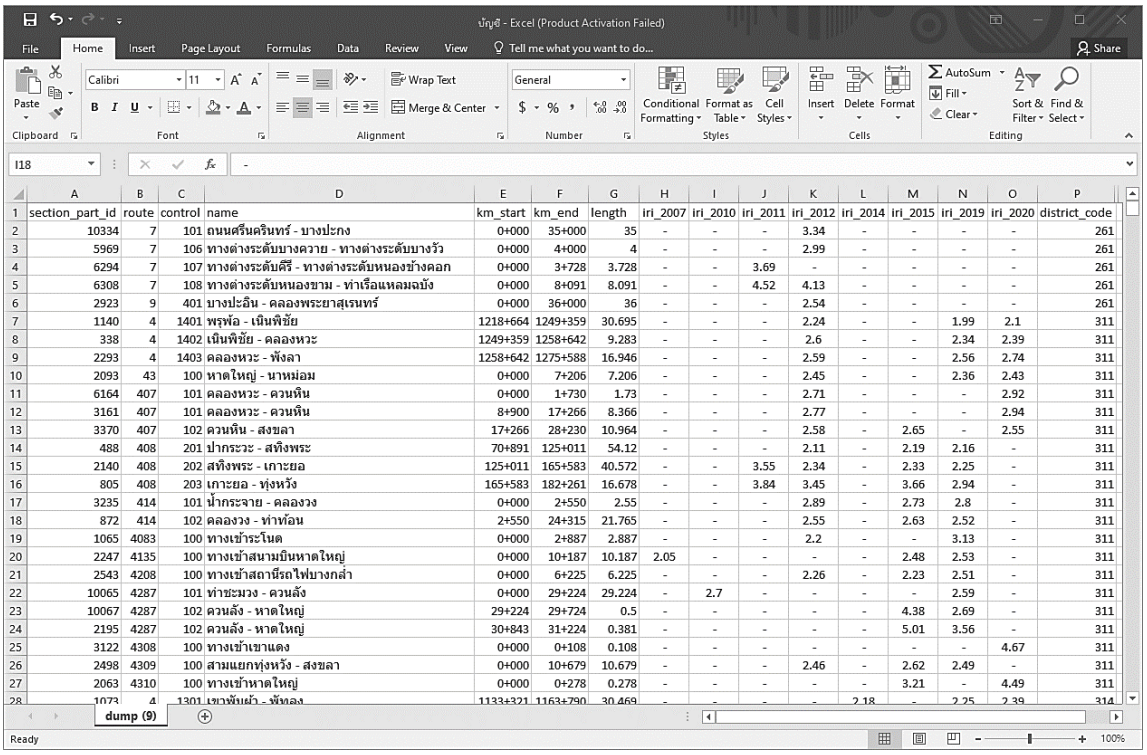
- **ข้อมูลบัญชีโครงสร้างและกายภาพ** การออกแบบรูปแบบรายละเอียดในการส่งออกรายงานข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ ดำเนินการออกแบบให้สอดคล้องกับฟังก์ชันระบบ Roadnet ที่แสดงข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ เพื่อตรวจสอบข้อมูลภาพรวมแบบฟังก์ชันหน้ารายงานได้ ในปัจจุบันการส่งออกข้อมูลจะสามารถส่งออกได้เพียงแต่ละสายทาง ซึ่งในมุมมองการตรวจสอบข้อมูลจึงเป็นเรื่องที่ยากต่อเจ้าหน้าที่ ดังนั้นระบบจึงต้องสามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบ สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และสามารถส่งออกข้อมูลทั้งประเทศได้ และจะส่งผลทำให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายผ่านไฟล์ Digital สกุล excel หรือ PDF ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังตัวอย่างข้อมูลที่ส่งออกจากฐานข้อมูล



route	control	SectionRoadThName	km_start	km_end	length	length_to2	lane_count	lane_count_left	lane_count_right	divide_road	divide_width	row_width_left	row_width
1	101	อนุสาวรีย์หลักสี่ - สะพานใหม่	18+100	19+000	0.9	4.5	10	5	5	t	4.8	16	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	24+700	25+099	0.399	1.596	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+099	25+279	0.18	0.81	9	5	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+279	25+375	0.096	0.384	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+375	25+461	0.086	0.387	9	5	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+461	25+491	0.03	0.12	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+491	25+780	0.289	1.3	9	5	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+780	25+885	0.105	0.42	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	25+885	26+100	0.215	0.968	9	5	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	26+100	26+137	0.037	0.148	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	26+137	26+318	0.181	0.815	9	5	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	26+318	27+070	0.752	3.008	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	27+070	27+272	0.202	0.606	6	3	3	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	27+272	27+505	0.233	0.816	7	4	3	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	27+505	27+572	0.067	0.268	8	4	4	t	4.8	30	
1	102	แยก คปอ. - สนามกีฬาธูปะเตมีย์	27+572	27+710	0.138	0.483	7	4	3	t	4.8	30	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	27+710	39+000	11.29	56.45	10	5	5	t	4	31	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+000	28+000	\N	0.56	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+000	28+000	\N	0.56	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+300	28+300	\N	0.445	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+300	28+300	\N	0.445	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+400	28+400	\N	0.525	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	28+400	28+400	\N	0.525	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	31+390	31+390	\N	0.865	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	31+390	31+390	\N	0.865	1	1	\N	t	6.4	35	
1	201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	31+500	31+500	\N	1.179	1	1	\N	t	6.4	35	

รูปที่ 1-112 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลโครงสร้างและกายภาพในรูปแบบไฟล์ DIgital

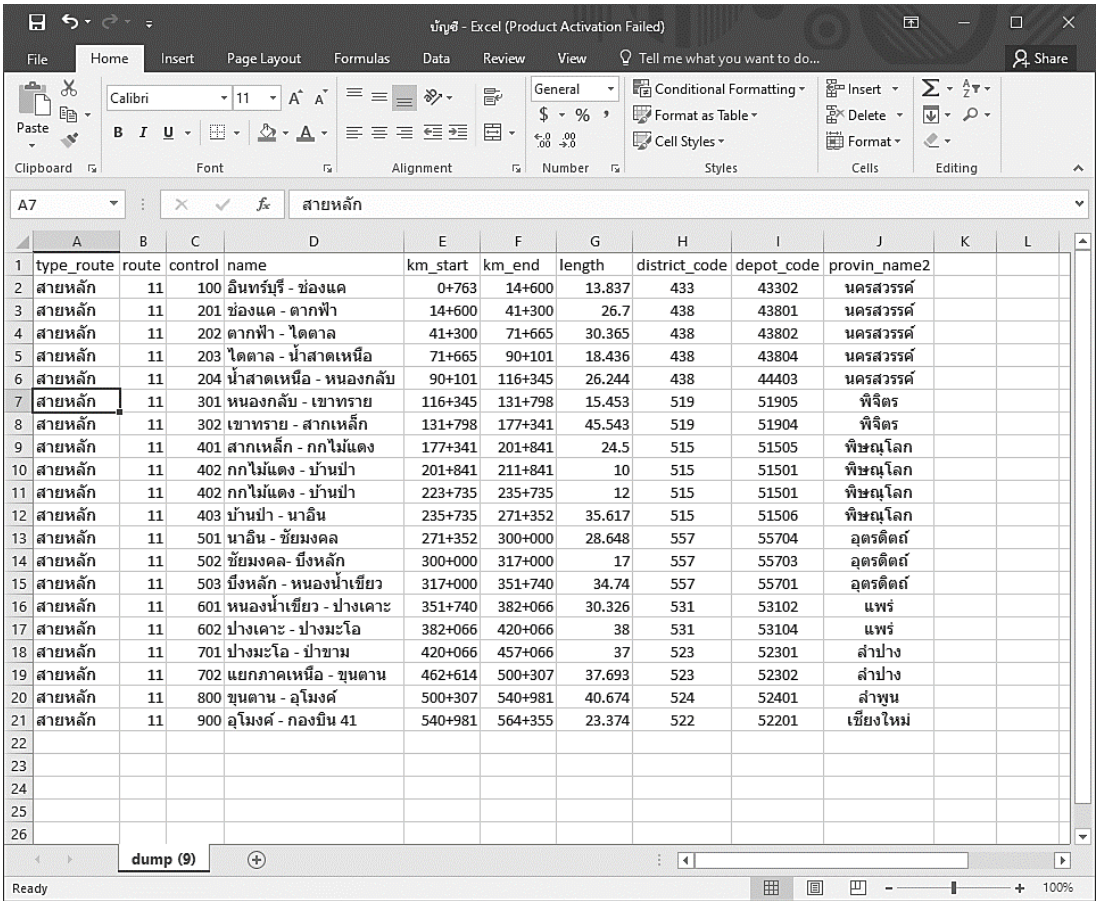
- **ข้อมูลเฉลี่ยสภาพทางในแต่ละปี** ภายในปัจจุบันข้อมูลการสำรวจสภาพทางถึงแม้ว่าจะสามารถเรียกดูข้อมูล และสามารถส่งออกรายงานผ่านทางระบบ Roadnet ได้ แต่ก็ยังมีกรอบการดำเนินการที่จำกัดอยู่ เนื่องจากปัจจุบันข้อมูลดังกล่าว สามารถส่งออกข้อมูลได้เพียงแค่รายปีที่มีการสำรวจเท่านั้น ซึ่งที่ผ่านมาสำนักบริหารบำรุงทางได้มีการวิ่งสำรวจเก็บข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 หรือ พ.ศ. 2550 จนในปัจจุบันมีการเก็บข้อมูลสำรวจสภาพทางล่าสุดเมื่อปี ค.ศ. 2020 หรือ พ.ศ. 2563 จึงได้ทำการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ภายในระบบ Roadnet ให้สามารถจัดส่งออกผลการศึกษาภาพรวมได้ ดังนี้



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	section_part_id	route	control	name	km_start	km_end	length	iri_2007	iri_2010	iri_2011	iri_2012	iri_2014	iri_2015	iri_2019	iri_2020	district_code
2	10334	7	101	ถนนศรีนครินทร์ - บางปะกง	0+000	35+000	35	-	-	-	3.34	-	-	-	-	261
3	5969	7	106	ทางต่างระดับบางควาย - ทางต่างระดับบางวัว	0+000	4+000	4	-	-	-	2.99	-	-	-	-	261
4	6294	7	107	ทางต่างระดับดีรี - ทางต่างระดับหนองข้างคอก	0+000	3+728	3.728	-	-	3.69	-	-	-	-	-	261
5	6308	7	108	ทางต่างระดับหนองขาม - ท่าเรือแหลมฉบัง	0+000	8+091	8.091	-	-	4.52	4.13	-	-	-	-	261
6	2923	9	401	บางปะอิน - คลองพระยาสุเรนทร์	0+000	36+000	36	-	-	-	2.54	-	-	-	-	261
7	1140	4	1401	พรุพ้อ - เนินพิชัย	1218+664	1249+359	30.695	-	-	-	2.24	-	-	1.99	2.1	311
8	338	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	1249+359	1258+642	9.283	-	-	-	2.6	-	-	2.34	2.39	311
9	2293	4	1403	คลองหวะ - พังลา	1258+642	1275+588	16.946	-	-	-	2.59	-	-	2.56	2.74	311
10	2093	43	100	หาดใหญ่ - นาหม่อม	0+000	7+206	7.206	-	-	-	2.45	-	-	2.36	2.43	311
11	6164	407	101	คลองหวะ - ควนหิน	0+000	1+730	1.73	-	-	-	2.71	-	-	-	2.92	311
12	3161	407	101	คลองหวะ - ควนหิน	8+900	17+266	8.366	-	-	-	2.77	-	-	-	2.94	311
13	3370	407	102	ควนหิน - สงขลา	17+266	28+230	10.964	-	-	-	2.58	-	2.65	-	2.55	311
14	488	408	201	ปากระจะ - สทิงพระ	70+891	125+011	54.12	-	-	-	2.11	-	2.19	2.16	-	311
15	2140	408	202	สทิงพระ - เกาะยอ	125+011	165+583	40.572	-	-	3.55	2.34	-	2.33	2.25	-	311
16	805	408	203	เกาะยอ - ทุ่งหวัง	165+583	182+261	16.678	-	-	3.84	3.45	-	3.66	2.94	-	311
17	3235	414	101	ปากระจาย - คลองวง	0+000	2+550	2.55	-	-	-	2.89	-	2.73	2.8	-	311
18	872	414	102	คลองวง - ท่าหิน	2+550	24+315	21.765	-	-	-	2.55	-	2.63	2.52	-	311
19	1065	4083	100	ทางเข้าระโนด	0+000	2+887	2.887	-	-	-	2.2	-	-	3.13	-	311
20	2247	4135	100	ทางเข้าสนามบินหาดใหญ่	0+000	10+187	10.187	2.05	-	-	-	-	2.48	2.53	-	311
21	2543	4208	100	ทางเข้าสถานีรถไฟบางกล่ำ	0+000	6+225	6.225	-	-	-	2.26	-	2.23	2.51	-	311
22	10065	4287	101	ท่าชะมวง - ควนลัง	0+000	29+224	29.224	-	2.7	-	-	-	-	2.59	-	311
23	10067	4287	102	ควนลัง - หาดใหญ่	29+224	29+724	0.5	-	-	-	-	-	4.38	2.69	-	311
24	2195	4287	102	ควนลัง - หาดใหญ่	30+843	31+224	0.381	-	-	-	-	-	5.01	3.56	-	311
25	3122	4308	100	ทางเข้าเขาแดง	0+000	0+108	0.108	-	-	-	-	-	-	-	4.67	311
26	2498	4309	100	สามแยกทุ่งหวัง - สงขลา	0+000	10+679	10.679	-	-	-	2.46	-	2.62	2.49	-	311
27	2063	4310	100	ทางเข้าหาดใหญ่	0+000	0+278	0.278	-	-	-	-	-	3.21	-	4.49	311
28	1073	4	1301	เขาพับผ้า - พัทลุง	1133+321	1163+790	30.469	-	-	-	-	2.18	-	2.25	2.39	314

รูปที่ 1-113 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลสภาพทางประเภทค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)

- **ข้อมูลถนนสายทางหลักสายทางรองที่ผ่านจากจังหวัด A ไปยังจังหวัด B** เนื่องจากโจทย์คำถามที่ได้จากการเก็บข้อเสนอแนะกับทางเจ้าหน้าที่พบว่าระบบ Roadnet สามารถเลือกนำส่งข้อมูลบัญชีสายทางรายหน่วยงานทางหลวงที่ดูแล และสามารถส่งออกข้อมูลบัญชีสายทางตามการค้นหาบนหน้าระบบ Roadnet ได้ แต่ระบบยังไม่สามารถกำหนดจังหวัดที่ 1 ไปจังหวัดที่ 2 และแยกประเภททางสายหลัก หรือทางสายรองได้ ในการแบ่งประเภททางสายหลักและสายรองนั้นสามารถแยกตามหลักจำนวนของหมายเลขทางหลวงโดยกำหนดไว้ว่า จำนวนหลักหมายเลขทางหลวงที่เป็นสายทางหลักจะมี 1 และ 2 หลัก และหมายเลขทางหลวงที่เป็นสายรองจะมี 3 และ 4 หลัก จากผลการศึกษาการทดลองดึงข้อมูลระหว่างจังหวัด 2 จังหวัด ภายในตัวอย่างจะทำการยกตัวอย่างจังหวัดนครสวรรค์ไปยังจังหวัดเชียงใหม่ มีผลการค้นหาดังนี้



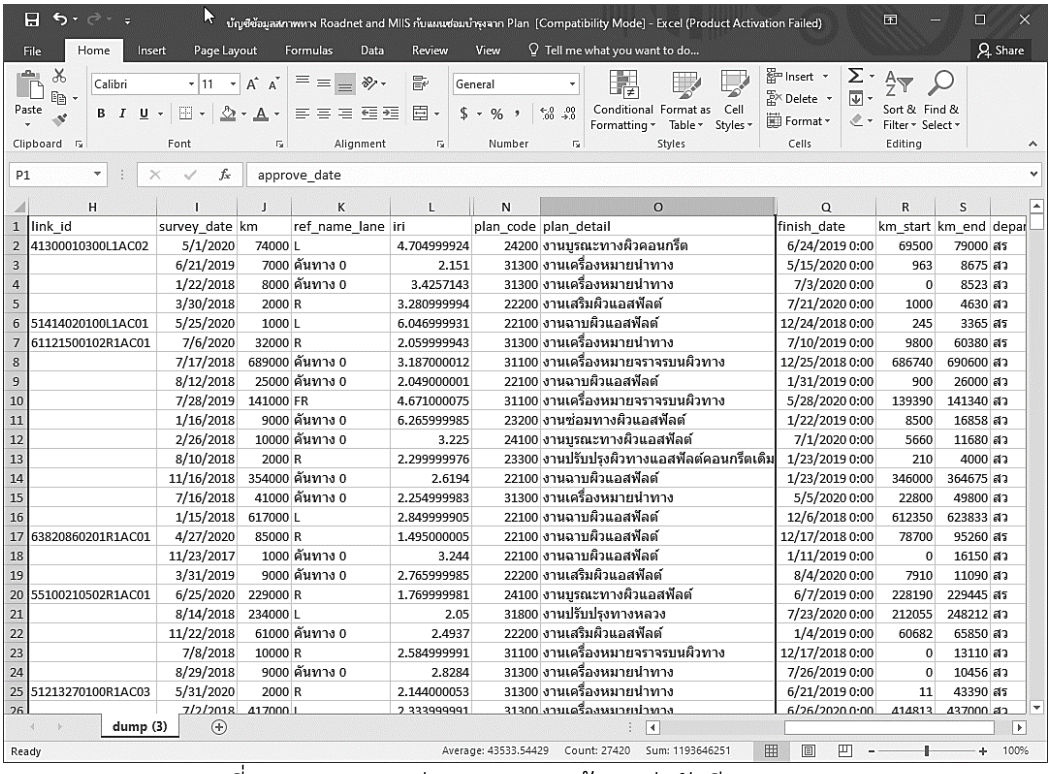
บัญชี - Excel (Product Activation Failed)

A7: สายหลัก

	type_route	route	control	name	km_start	km_end	length	district_code	depot_code	provin_name2
2	สายหลัก	11	100	อินทร์บุรี - ช่องแค	0+763	14+600	13.837	433	43302	นครสวรรค์
3	สายหลัก	11	201	ช่องแค - ตากฟ้า	14+600	41+300	26.7	438	43801	นครสวรรค์
4	สายหลัก	11	202	ตากฟ้า - ไตตาล	41+300	71+665	30.365	438	43802	นครสวรรค์
5	สายหลัก	11	203	ไตตาล - น้ำสาดเหนือ	71+665	90+101	18.436	438	43804	นครสวรรค์
6	สายหลัก	11	204	น้ำสาดเหนือ - หนองกลับ	90+101	116+345	26.244	438	44403	นครสวรรค์
7	สายหลัก	11	301	หนองกลับ - เขาทราย	116+345	131+798	15.453	519	51905	พิจิตร
8	สายหลัก	11	302	เขาทราย - สากเหล็ก	131+798	177+341	45.543	519	51904	พิจิตร
9	สายหลัก	11	401	สากเหล็ก - กกไม้แดง	177+341	201+841	24.5	515	51505	พิษณุโลก
10	สายหลัก	11	402	กกไม้แดง - บ้านป่า	201+841	211+841	10	515	51501	พิษณุโลก
11	สายหลัก	11	402	กกไม้แดง - บ้านป่า	223+735	235+735	12	515	51501	พิษณุโลก
12	สายหลัก	11	403	บ้านป่า - นาอิน	235+735	271+352	35.617	515	51506	พิษณุโลก
13	สายหลัก	11	501	นาอิน - ชัยมงคล	271+352	300+000	28.648	557	55704	อุตรดิตถ์
14	สายหลัก	11	502	ชัยมงคล- บึงหลัก	300+000	317+000	17	557	55703	อุตรดิตถ์
15	สายหลัก	11	503	บึงหลัก - หนองน้ำเขียว	317+000	351+740	34.74	557	55701	อุตรดิตถ์
16	สายหลัก	11	601	หนองน้ำเขียว - ป่างเคาะ	351+740	382+066	30.326	531	53102	แพร่
17	สายหลัก	11	602	ป่างเคาะ - ป่างมะโอ	382+066	420+066	38	531	53104	แพร่
18	สายหลัก	11	701	ป่างมะโอ - ป่าขาม	420+066	457+066	37	523	52301	ลำปาง
19	สายหลัก	11	702	แยกภาคเหนือ - ขุนตาน	462+614	500+307	37.693	523	52302	ลำปาง
20	สายหลัก	11	800	ขุนตาน - อุโมงค์	500+307	540+981	40.674	524	52401	ลำพูน
21	สายหลัก	11	900	อุโมงค์ - กองบิน 41	540+981	564+355	23.374	522	52201	เชียงใหม่

รูปที่ 1-114 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีสายทางจากจังหวัดนครสวรรค์ไปยังจังหวัดเชียงใหม่

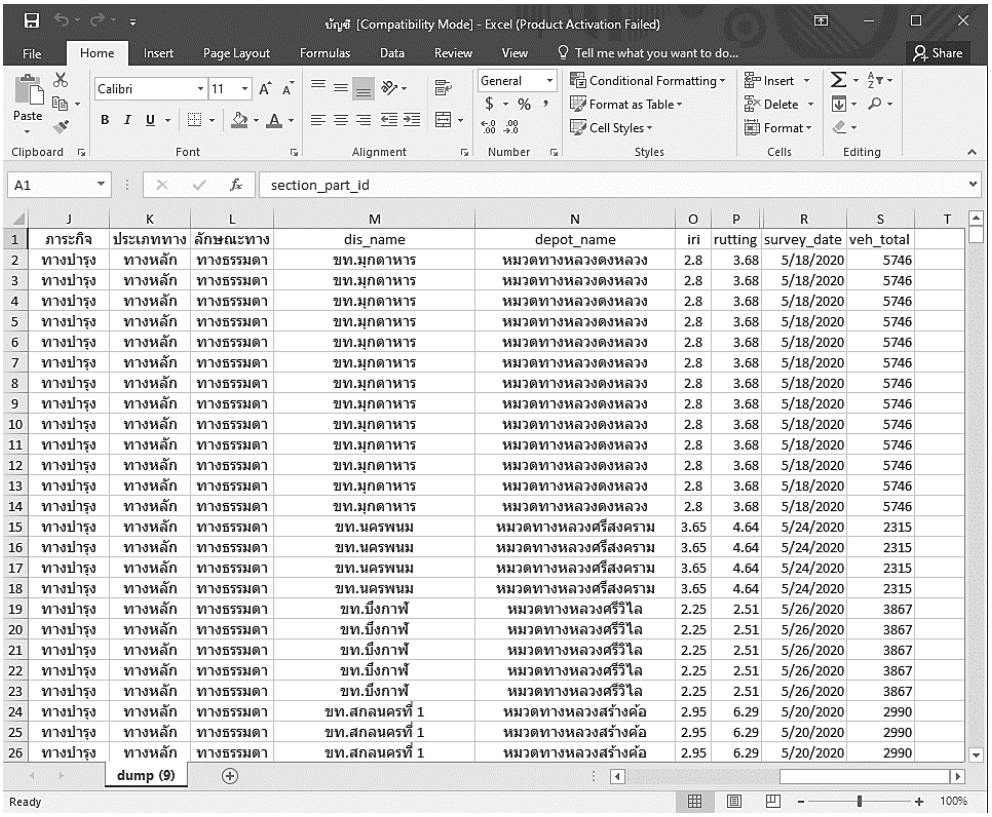
- **ข้อมูลการซ่อมบำรุงภายในปีงบประมาณปัจจุบัน** ในการดึงข้อมูลการเชื่อมโยงข้อมูลสำรวจสภาพทาง ภายในส่วนนี้จะดึงข้อมูลสำรวจที่ได้จากระบบ Roadnet ของสำนักบริหารบำรุงทาง และระบบ MIIS ของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ นอกจากนั้นนำข้อมูลแผนงานจากระบบ Plannet ของสำนักแผนงาน นำมาวิเคราะห์ร่วมกัน ในกรณีที่มีแผนงานซ่อมบำรุงหรืองานบูรณะทางที่ได้จากระบบ Plannet นำมาวิเคราะห์ข้อมูลสภาพทางหลังจากการซ่อมบำรุงหรือบูรณะทางที่ได้จากระบบ Roadnet และ MIIS เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) หลังจากมีการส่งมอบงานซ่อมบำรุงหรือบูรณะทาง ดังนี้



	H	I	J	K	L	N	O	Q	R	S	
1	link_id	survey_date	km	ref_name_lane	iri	plan_code	plan_detail	finish_date	km_start	km_end	depar
2	41300010300L1AC02	5/1/2020	74000	L	4.704999924	24200	งานบูรณะทางผิวคอนกรีต	6/24/2019 0:00	69500	79000	สร
3		6/21/2019	7000	ค้นทาง 0	2.151	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	5/15/2020 0:00	963	8675	สว
4		1/22/2018	8000	ค้นทาง 0	3.4257143	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	7/3/2020 0:00	0	8523	สว
5		3/30/2018	2000	R	3.280999994	22200	งานเสริมผิวแอสฟัลต์	7/21/2020 0:00	1000	4630	สว
6	51414020100L1AC01	5/25/2020	1000	L	6.046999931	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	12/24/2018 0:00	245	3365	สร
7	61121500102R1AC01	7/6/2020	32000	R	2.059999943	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	7/10/2019 0:00	9800	60380	สร
8		7/17/2018	689000	ค้นทาง 0	3.187000012	31100	งานเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	12/25/2018 0:00	686740	690600	สว
9		8/12/2018	25000	ค้นทาง 0	2.049000001	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	1/31/2019 0:00	900	26000	สว
10		7/28/2019	141000	FR	4.671000075	31100	งานเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	5/28/2020 0:00	139390	141340	สว
11		1/16/2018	9000	ค้นทาง 0	6.265999985	23200	งานซ่อมทางผิวแอสฟัลต์	1/22/2019 0:00	8500	16858	สว
12		2/26/2018	10000	ค้นทาง 0	3.225	24100	งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	7/1/2020 0:00	5660	11680	สว
13		8/10/2018	2000	R	2.299999976	23300	งานปรับปรุงผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิม	1/23/2019 0:00	210	4000	สว
14		11/16/2018	354000	ค้นทาง 0	2.6194	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	1/23/2019 0:00	346000	364675	สว
15		7/16/2018	41000	ค้นทาง 0	2.254999983	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	5/5/2020 0:00	22800	49800	สว
16		1/15/2018	617000	L	2.849999905	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	12/6/2018 0:00	612350	623833	สว
17	63820860201R1AC01	4/27/2020	85000	R	1.495000005	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	12/17/2018 0:00	78700	95260	สร
18		11/23/2017	1000	ค้นทาง 0	3.244	22100	งานฉาบผิวแอสฟัลต์	1/11/2019 0:00	0	16150	สว
19		3/31/2019	9000	ค้นทาง 0	2.765999985	22200	งานเสริมผิวแอสฟัลต์	8/4/2020 0:00	7910	11090	สว
20	55100210502R1AC01	6/25/2020	229000	R	1.769999981	24100	งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์	6/7/2019 0:00	228190	229445	สร
21		8/14/2018	234000	L	2.05	31800	งานปรับปรุงทางหลวง	7/23/2020 0:00	212055	248212	สว
22		11/22/2018	61000	ค้นทาง 0	2.4937	22200	งานเสริมผิวแอสฟัลต์	1/4/2019 0:00	60682	65850	สว
23		7/8/2018	10000	R	2.584999991	31100	งานเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	12/17/2018 0:00	0	13110	สว
24		8/29/2018	9000	ค้นทาง 0	2.8284	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	7/26/2019 0:00	0	10456	สว
25	51213270100R1AC03	5/31/2020	2000	R	2.144000053	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	6/21/2019 0:00	11	43390	สร
26		7/2/2018	417000	L	2.333999991	31300	งานเครื่องหมายนำทาง	6/26/2020 0:00	414813	437000	สว

รูปที่ 1-115 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
หลังการซ่อมบำรุงหรือบูรณะทาง

- **ข้อมูลสภาพทางและปริมาณจราจร** จากการศึกษาการนำข้อมูลผลรวมปริมาณจราจรรายบัญชีสายทางจากระบบ TIMS ปีล่าสุดของสำนักอำนวยความปลอดภัยที่มีให้บริการข้อมูล ข้อมูลการสำรวจสภาพทางปีสำรวจล่าสุดที่มีการวิ่งสำรวจภายในการดึงข้อมูลครั้งนี้จะเลือกข้อมูลสำรวจสภาพทางปี พ.ศ. 2563 และข้อมูลบัญชีผิวทางที่ได้จากระบบ Roadnet ที่นำมาเชื่อมโยงข้อมูลภาพรวมทั้งสายทาง ที่สามารถเรียกข้อมูลทั้งประเทศ เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้



	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T
1	ภาระกิจ	ประเภททาง	ลักษณะทาง	dis_name	depot_name	iri	rutting	survey_date	veh_total	
2	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
3	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
4	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
5	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
6	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
7	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
8	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
9	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
10	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
11	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
12	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
13	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
14	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.มุกดาหาร	หมวดทางหลวงดงหลวง	2.8	3.68	5/18/2020	5746	
15	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.นครพนม	หมวดทางหลวงศรีสงคราม	3.65	4.64	5/24/2020	2315	
16	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.นครพนม	หมวดทางหลวงศรีสงคราม	3.65	4.64	5/24/2020	2315	
17	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.นครพนม	หมวดทางหลวงศรีสงคราม	3.65	4.64	5/24/2020	2315	
18	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.นครพนม	หมวดทางหลวงศรีสงคราม	3.65	4.64	5/24/2020	2315	
19	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.บึงกาฬ	หมวดทางหลวงศรีวิไล	2.25	2.51	5/26/2020	3867	
20	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.บึงกาฬ	หมวดทางหลวงศรีวิไล	2.25	2.51	5/26/2020	3867	
21	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.บึงกาฬ	หมวดทางหลวงศรีวิไล	2.25	2.51	5/26/2020	3867	
22	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.บึงกาฬ	หมวดทางหลวงศรีวิไล	2.25	2.51	5/26/2020	3867	
23	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.บึงกาฬ	หมวดทางหลวงศรีวิไล	2.25	2.51	5/26/2020	3867	
24	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.สกลนครที่ 1	หมวดทางหลวงสร้างค้อ	2.95	6.29	5/20/2020	2990	
25	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.สกลนครที่ 1	หมวดทางหลวงสร้างค้อ	2.95	6.29	5/20/2020	2990	
26	ทางบำรุง	ทางหลัก	ทางธรรมดา	ขท.สกลนครที่ 1	หมวดทางหลวงสร้างค้อ	2.95	6.29	5/20/2020	2990	

รูปที่ 1-116 ผลการส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรกับข้อมูลสภาพทาง

1.7.4 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของอุปกรณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ Roadnet ให้รองรับการใช้งานระบบในอนาคต รวมไปถึงตรวจสอบ ปรับปรุงระบบการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน

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

ข้อมูลความเสียหายของผิวทางที่ได้ทำการจัดเก็บอยู่ในระบบ Roadnet ได้แบ่งแยกประเภทความเสียหายตามสภาพผิวทางที่ได้ทำการสำรวจ โดยแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ ผิวทางลาดยาง และผิวทางคอนกรีต ซึ่งความเสียหายของผิวทางทั้ง 2 ประเภทนี้จะนำคำนวณร่วมกับค่าสภาพทางและค่าอื่นๆ เพื่อใช้ในระบบ TPMS จากการจัดเก็บข้อมูลความเสียหายก็จะแยกประเภทความเสียหายทั้งสิ้น 12 ประเภท โดยแยกความเสียหายแต่ละประเภทผิวทางออกอย่างละ 6 ประเภท และหน่วยนับ ก็จะมีทั้ง พื้นที่ความเสียหาย ความยาวของความเสียหาย และจำนวนแผ่นที่ได้รับความเสียหาย ยกตัวอย่างความเสียหายที่เก็บในรูปแบบพื้นที่ เช่น พื้นที่หลุมบ่อ (PHOLE AREA) พื้นที่รอยปะซ่อม (PATCH AREA) ของผิวลาดยางมีหน่วยเป็นตารางเมตร เป็นต้น ยกตัวอย่างความเสียหายที่เก็บในรูปแบบความยาว รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่องหลายทิศทาง (UCRACK) ของผิวลาดยางเก็บในหน่วยเป็นเมตร และตัวอย่างความเสียหายที่เก็บเป็นจำนวนของแผ่นคอนกรีต เช่น การแตกตามขวางและรอยแตกตามแนวทแยงมุม (Transverse and Diagonal Cracks) การแตกตามยาว (Longitudinal Cracks) เป็นต้น ข้อมูลความเสียหายผิวทางดังกล่าวจะทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางทุก 2 เมตร ที่ได้จากการสำรวจ และนำมาวิเคราะห์ตามประเภทความเสียหายที่ได้จำแนกไว้ทั้ง 12 ประเภท และจัดข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบระบบฐานข้อมูลที่มีเก็บอยู่ในระบบ Roadnet

จากการศึกษาอุปกรณ์แม่ข่ายของระบบ Roadnet ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Roadnet ทั้งฟังก์ชัน และหน้าจอแสดงผลจะอยู่ในเครื่องแม่ข่าย Web Base Application ต่อมาเครื่องแม่ข่าย Database ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลรวมทั้งการ Backup ฐานข้อมูลไว้เพื่อป้องกันการสูญหายของฐานข้อมูล เครื่องแม่ข่ายเครื่องสุดท้าย คือ NAS มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางและภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากรถสำรวจ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1-44

ตารางที่ 1-44 ข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน

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

ปัจจุบันระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้ทำการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง แล้วนำมาแสดงพร้อมกับค่าสภาพผิวทาง เพื่อนำมาวิเคราะห์ทัศนียภาพบริเวณ 2 ข้างทางขณะทำการสำรวจผ่านการแสดงผลบนหน้าระบบ แต่ภาพถ่ายผิวทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสียหายผิวลาดยางและผิวคอนกรีตนั้นยังไม่ได้มีการจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูล ดังนั้นในส่วนการศึกษาจะดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์การใช้งานของข้อมูลภาพผิวทาง ตลอดจนการวิเคราะห์การจัดเก็บในส่วนเนื้อที่ที่เหมาะสมในการจัดเก็บแต่ละรอบการสำรวจ โดยผลจากการศึกษากระบวนการเก็บข้อมูลภาพความเสียหายจากผิวทางที่ทำการจัดเก็บขณะสำรวจจะทำการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางทุกๆ 2 เมตร ซึ่งจะได้ภาพครบตลอดทั้งตอนควบคุม

ทั้งนี้ ในการดำเนินงานสำรวจเพื่อให้ผลลัพธ์ครบ 74,317 กิโลเมตร (ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร) ได้จัดทำแผนการดำเนินงานระยะยาว 3 ปี เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้ตามเป้าหมายและพันธกิจครบถ้วนทั้งประเทศ ในรายละเอียดการวิ่งสำรวจดำเนินงานระยะยาว 3 ปีนั้น ดำเนินการวิ่งสำรวจทางหลวงสายหลักที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (Digit Number 1 และ 2) ซึ่งมีการวิ่งสำรวจทุกปีภายในแผนการดำเนินงานระยะยาว ในการวิเคราะห์พื้นที่การเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางจึงจำเป็นต้องใช้แผนดำเนินงานระยะยาวเพื่อประเมินพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน โดยการวิเคราะห์ได้แบ่งรูปแบบการจัดการออกเป็น 2 วิธีด้วยกัน มีรายละเอียดดังนี้

1. กรณีเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางทั้งหมดในการวิ่งสำรวจ

ภายในกรณีที่ 1 นี้จะดำเนินการเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางทุกครั้งที่มีการวิ่งสำรวจในรอบ 3 ปี เพื่อให้ได้ระยะตามเป้าหมายคือ 74,317 กิโลเมตร (ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร) โดยแบ่งรายละเอียดในการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางดังนี้

ตารางที่ 1-45 ข้อมูลประมาณเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางกรณีที่ 1

รอบการวิ่งสำรวจ	เป้าหมายในการดำเนินงานไม่น้อยกว่า (กม.)	รายละเอียด	เนื้อที่การจัดเก็บ (TB)	สถานะ
ปีที่ 1	40,000	ถ่ายทุก 2 เมตร และ 1 รูปมีขนาด Megabyte (MB)	19.5	จัดเก็บทั้งหมด
ปีที่ 2	40,000		19.5	จัดเก็บทั้งหมด
ปีที่ 3	12,432		7	จัดเก็บทั้งหมด
รวม			46	

จากตารางที่ 1-45 เนื่องจากทำการจัดเก็บข้อมูลทุกรอบที่มีการวิ่งสำรวจ ดังนั้นข้อมูลสำรวจทั้งสิ้นอยู่ที่ 74,317 กิโลเมตร (ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร) และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางรวมแล้วใช้พื้นที่ประมาณ 46 TB ซึ่งภายในการเก็บข้อมูลในกรณีที่ 1 นี้ จะทำการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางของทางหลวงสายหลักที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (Digit Number 1 และ 2) ทั้ง 3 ช่วง จากกรณีนี้จะสามารถแสดงข้อมูลอดีตของสายหลักได้ทั้ง 3 ช่วงเช่นกัน

2. กรณีเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางแบบเลือกเก็บข้อมูล

ในกรณีที่ 2 จะดำเนินการเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางแบบเลือกเก็บเฉพาะมีข้อมูลใหม่ ดังนั้นการเก็บข้อมูลประเภทนี้จะไม่ดำเนินการเก็บข้อมูลอดีตที่ได้จากการวิ่งสำรวจตลอดช่วง 3 ปี ซึ่งในแต่ละรอบการวิ่งสำรวจจะมีเกณฑ์ในการคัดเลือกสายทาง โดยในทุกรอบของการวิ่งสำรวจทางสายหลักจะดำเนินการสำรวจทั้ง 3 ช่วง ดังนั้น รอบแรกของการสำรวจจะดำเนินการเก็บข้อมูลทั้งหมดโดยมีระยะทางไม่ต่ำกว่า 40,000 กิโลเมตร ต่อมาการสำรวจในรอบที่ 2 ทำการวิ่งสำรวจระยะทางไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตรเช่นกัน แต่ในการเก็บข้อมูลภาพภ่ายผิวทางจะแบ่งการจัดเก็บออกเป็น 2 แบบ คือ 1) สายทางที่มีการวิ่งแล้วในรอบแรกจะทำการแทนที่ข้อมูลเดิมทั้งหมด 2) กรณีที่ไม่เคยวิ่งสำรวจในรอบแรกเลยจะทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม และเมื่อถึงรอบที่ 3 ของการสำรวจ ข้อมูลภาพถ่ายผิวทางที่ได้จากการสำรวจในรอบนี้ จะดำเนินการแทนที่ข้อมูลเดิมทั้งสิ้น โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1-46 ข้อมูลประมาณเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางกรณีที่ 2

รอบการวิ่งสำรวจ	เป้าหมายในการดำเนินงานไม่น้อยกว่า (กม.)	รายละเอียด	เนื้อที่การจัดเก็บ (TB)	สถานะ
ปีที่ 1	40,000	ถ่ายทุก 2 เมตร และ 1 รูป มีขนาด Megabyte (MB)	19.5	จัดเก็บทั้งหมด
ปีที่ 2	40,000		12.5	แทนที่ข้อมูลสายหลัก
ปีที่ 3	12,432		-	แทนที่ข้อมูลสายหลัก
รวม			32	

ตารางที่ 1-46 ได้แสดงพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางรวมแล้วใช้พื้นที่ประมาณ 32 TB ซึ่งจะได้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศตามแผนการดำเนินงานระยะยาว 3 ปี โดยภายในปีแรกที่มีการสำรวจตามระยะทางที่ไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตร ภายในปีแรกจะทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายผิวทางทั้งหมดโดยใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บประมาณ 19.5 TB พอเข้าสู่การสำรวจรอบปีที่ 2 ซึ่งการสำรวจไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตรเช่นกัน แต่ทำการสำรวจสายทางรองเป็นส่วนใหญ่หรือสายทางที่มีปริมาณจราจรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจะทำการแทนที่ภาพถ่ายผิวทางที่เคยมีการเก็บสำรวจในช่วงปีแรก โดยสายทางที่แทนที่เป็นทางหลวงสายหลักที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (Digit Number 1 และ 2) ดังนั้นจะเพิ่มเนื้อที่การจัดเก็บอีกประมาณ 12.5 TB และเมื่อเข้าสู่การวิ่งสำรวจในรอบปีที่ 3 ซึ่งดำเนินการสำรวจเฉพาะสายทางหลักอีกเช่นกัน ดังนั้น การจัดเก็บจะดำเนินการแทนที่ข้อมูลเดิมทั้งปีที่ 1 และปีที่ 2

การตรวจสอบการเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลผ่านบนระบบ เช่น ข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ข้อมูลสะพาน จากสำนักก่อสร้างสะพาน หรือข้อมูลสะพานลอยคนข้าม จากระบบ HSMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น ผลการตรวจสอบการเชื่อมโยงข้อมูลที่ทำการเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆ ณ ปัจจุบันมีรายละเอียดผลการตรวจสอบสถานะการเชื่อมโยงดังตารางที่ 1-47

ตารางที่ 1-47 รายละเอียดการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบอื่น ๆ

ลำดับ	ชื่อระบบ	หน่วยงาน	รายละเอียด	สถานะการเชื่อมโยง
1	Roadasset	สำนักบริหารบำรุงทาง	ท่อระบายน้ำ / ท่อลอด	เชื่อมโยงปกติ
			ศาลาทางหลวง และที่รอรถประจำทาง	
2	HSMS	สำนักอำนวยความปลอดภัย	สะพานลอยคนเดินข้าม	เชื่อมโยงปกติ
3	TIMS		ปริมาณจราจรทั้ง 13 ประเภท	
			ปริมาณจราจรรวม	
			จุดสำรวจที่ทำการเก็บข้อมูล	
			ปีงบประมาณ	
4	MIIS	สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ	Deflection / ค่าความทรุดตัว	เชื่อมโยงปกติ
			IRI / ค่าความขรุขระสากล	
			Visual Inspection / ค่าการตรวจสอบเบื้องต้น	
			Skid / ค่าความเสียดทาน	
			Thickness / ค่าความหนาผิวทาง	
5	HRIS	สำนักแผนงาน	ประวัติบัญชีสายทาง	เชื่อมโยงปกติ
6	Plannet		งานบำรุงรักษาทางหลวง	
			งานพัฒนาทางหลวง	
7	BMMS	สำนักก่อสร้างสะพาน	ข้อมูลทั่วไปสะพาน	เชื่อมโยงปกติ
			ข้อมูลตำแหน่งสะพาน	
			ข้อมูลลักษณะเฉพาะของสะพาน	

1.7.5 การศึกษา**ความเหมาะสมในการนำค่าความเสียหาย (Distress) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) เป็นต้น มาใช้ในโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) และทบทวนค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคำนวณผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง**

1.7.5.1 การศึกษาความเหมาะสมในการนำค่าความเสียหาย (Distress) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) เป็นต้น มาใช้ในโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS)

ทางที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษาวิธีการนำทั้งค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) หรือค่าดัชนีความเสียดทานสากลมา (IFI) ประยุกต์ใช้ในการวางแผนงบประมาณบำรุงทางในโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) โดยศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประเทศอังกฤษ

ในประเทศอังกฤษ มีการแบ่งประเภทอุปกรณ์การสำรวจความเสียดทานออกเป็นทั้งหมดสามชนิดตามวิธีการวัดค่าความเสียดทาน คือ

1. Sideways force skid resistance Survey devices

ตัวอย่างอุปกรณ์หลัก ๆ ที่เป็นการวัดความเสียดทานแบบ Sideways force Measurement คือ อุปกรณ์สำรวจ SCRIM (Sideways-force Coefficient Routine Investigation Machine) ซึ่งสามารถวัดแรงเสียดทานของถนนโดยใช้การวัดแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวถนนกับล้อทดสอบเมื่อทำการเร่งความเร็ว ห้ามการเคลื่อนไหว หรือการเลี้ยวโค้ง โดยมีล้อทดสอบติดตั้งอยู่กับแท้งค์น้ำด้านหลังรถสำรวจทำมุม 20 องศากับทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ซึ่งล้อทดสอบจะสามารถหมุนได้อย่างอิสระ และมีน้ำหนักกระทำในแนวดิ่งเกิดขึ้นได้ถึง 200 กิโลกรัม โดยวิธีการวัดจะทำการฉีดน้ำไปยังพื้นผิวถนนด้านหน้าล้อทดสอบเพื่อให้อยู่ในสภาพควบคุมความเสียดทานได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นตั้งฉากกับแนวระนาบของล้อทดสอบ นอกจากนี้มีรายละเอียดอื่น ๆ ดังนี้

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

- วิ่งสำรวจที่ความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่ออยู่บนถนนที่สามารถใช้ความเร็วสูงได้ เช่น มอเตอร์เวย์ หรือทางหลวงสายหลัก และวิ่งสำรวจที่ความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับถนนทั่วไปอื่นๆ จากนั้นทำการปรับแก้ค่าความเสียดทานให้อยู่ในรูปของความเร็วเป็น 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ก่อนนำมาวิเคราะห์
- ในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้ค่าความเสียดทานที่วัดได้สูงกว่าความเป็นจริง รวมถึงในฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับแก้ค่าความเสียดทานที่วัดได้จากอุณหภูมิด้วย
- รายงานข้อมูลความเสียดทานเฉลี่ยทุกๆ ระยะ 10 เมตร โดยมีหน่วยเป็น SCRIM Coefficient จากนั้นปรับแก้ด้วยผลกระทบจากอุณหภูมิและความเร็วในการสำรวจเพื่อให้ค่ามีความถูกต้อง แล้วจึงปรับแก้ด้วยผลกระทบจากสภาพอากาศเป็น Characteristic SCRIM Coefficient Value (CSC)
- ทำการสำรวจทุกๆ ปี ในบริเวณช่องจราจรด้านซ้ายสุดหรือเลนรถบรรทุก รวมถึงช่วงถนนที่ลื่นเป็นพิเศษ โดยในหนึ่งปี จะทำการสำรวจครบทุกสายทาง แต่ทำการสำรวจคนละช่วงฤดูในระยะเวลาสามปี เป็นช่วงต้น กลาง และท้าย ของสามปี จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของสายทาง เรียกว่า The Mean Summer SCRIM Coefficient ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้ค่า CSC รายงานเฉลี่ยทุกๆ 10 เมตร หรือ 100 เมตร

2. Fixed Slip Devices

ตัวอย่างอุปกรณ์สำรวจความเสียดทานแบบ Fixed Slip ที่มีการใช้ในประเทศอังกฤษ คือ Grip Tester ซึ่งเป็นรถลากชนิดสามล้อที่มีขนาดกระทัดรัดและใช้งานได้ง่าย โดยล้อที่สามจะเป็นล้อที่ทำหน้าที่ห้ามการเคลื่อนไหวเพื่อวัดค่าการลากจูงและน้ำหนักที่เกิดขึ้น ด้วยความที่มีขนาดเล็กจึงทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น วัดความเสียดทานของสัญลักษณ์ในแนวราบทางเดินเท้า ไปจนถึงพื้นผิวทางหลวงต่างๆ แต่ด้วยวิธีการวัดที่แตกต่างกันทำให้ค่าความเสียดทานที่ได้ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลความเสียดทานจากอุปกรณ์ SCRIM ได้โดยตรง และมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

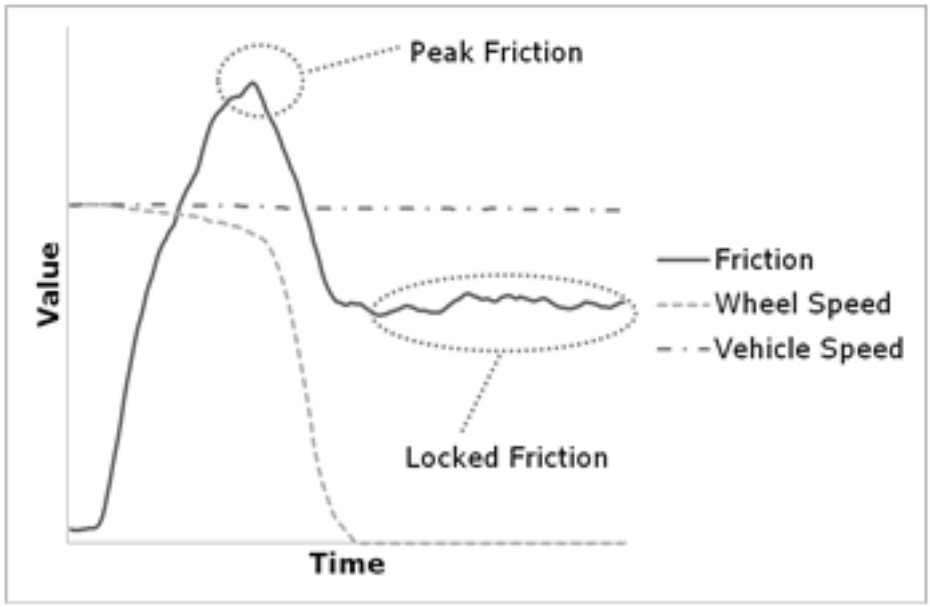
รูปที่ 1-118 GripTester

- มีขนาดยาว 1 เมตร กว้าง 0.8 เมตร และ สูง 0.5 เมตร น้ำหนักประมาณ 87 กิโลกรัม
- เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดความเสียดทานอย่างต่อเนื่อง สามารถใช้งานได้ทุกสภาพอากาศ
- ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่ได้จะอยู่ในรูปของ (load/drag) หรือเรียกว่า Grip Number
- มีค่าคงที่ Constant Slip Ratio อยู่ที่ 15%
- มีความเร็วในการสำรวจปกติอยู่ที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- ในอดีตมีงานวิจัยที่ทำการวิเคราะห์จากผลการสำรวจว่า SC = 0.98*GN เมื่อทำการสำรวจที่ความเร็วเป็น 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยใช้ผิวทางทดสอบเฉพาะตาม PPR 497 อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบแบบที่เหมาะสมคือ การคำนวณ Investigatory Levels (IL) ของอุปกรณ์ Grip Tester แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับ IL ของอุปกรณ์ SCRIM มากกว่าที่จะนำค่าจาก Grip Tester มาเทียบกับค่าจาก SCRIM โดยตรง

3. Locked Wheel Devices

ปัจจุบันอุปกรณ์วัดความเสียดทานประเภท Locked Wheel ในประเทศอังกฤษนั้นมีเฉพาะตัว Pavement Friction Tester ของ Highways England เพียงตัวเดียวเท่านั้นและมีเป้าหมายสำหรับทำการวิจัยเป็นหลัก ในการทดสอบจะทำการวัดโดยให้ล้อที่ทำการทดสอบเกิดการห้ามการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรงในช่วงเวลาสั้น ๆ เพียงไม่กี่วินาที จากนั้นจึงปล่อยให้ล้อทดสอบกลับเข้าสู่ความเร็วปกติของพาหนะสำรวจ ซึ่งการทดสอบแบบนี้จะทำให้สามารถใช้งานค่าความเสียดทานได้ครบทั้งวงจรของการห้ามการเคลื่อนไหว โดยจุดสูงสุด (Peck Friction) ของค่าความเสียดทานจะอยู่ที่ 10-15% slip จากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 100% slip และมีตัวอย่างวงจรการห้ามการเคลื่อนไหวดังต่อไปนี้



รูปที่ 1-119 ตัวอย่างวงจรการวัดความเสียดทานต่อหนึ่งการห้ามการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์วัดความเสียดทานแบบ Locked Wheel

โดยที่การวัดชนิด Locked Wheel จะเป็นการวัดความเสียดทานแบบจุดและไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นอุปกรณ์นี้จึงไม่ถูกใช้และไม่เหมาะสมกับการสำรวจแบบเป็นประจำในโครงข่ายถนนในประเทศอังกฤษ อย่างไรก็ตาม ด้วยความที่ล้อทดสอบของอุปกรณ์จะมีความเร็วในการลื่นไถลเท่ากับความเร็วของพาหนะในช่วงการห้ามการเคลื่อนไหว ทำให้สามารถวัดความเสียดทานได้ด้วยความเร็วมากถึง 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งข้อมูลวงจรการห้ามการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ชนิดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการใช้ในงานวิจัยต่างๆ ต่อไป

มาตรฐานการวัดความเสียดทานในประเทศอังกฤษ

โดยปกติแล้วค่าความเสียดทานจะเป็นค่าที่สามารถบ่งบอกถึงสภาพของถนนว่าควรได้รับการดูแลรักษาหรือตรวจสอบเพิ่มเติมหรือไม่ ซึ่ง Investigation Level (IL) นี้จะถูกกำหนดแยกตามประเภทของถนนต่างๆ โดยค่าที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.35 สำหรับถนนที่เป็นทางหลวงสายหลักแบบไม่มีการสวนเลน และ 0.50 สำหรับถนนที่มีทางเชื่อมระหว่างถนนสายต่างๆ มีสัญญาณไฟจราจรและจำกัดความเร็วมากกว่า 40 ไมล์/ชั่วโมง รวมถึงถนนที่มีความชันสูงและถนนประเภทวงแหวนที่มีรัศมีความโค้งต่ำและมีการสวนเลนกัน และมีรายละเอียดอื่น ๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1-48 ค่าความเสียดทานที่มีผลต่อการตรวจสอบ

Site Category	Definition	IL for CSC data at 50kph						
		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
A	Motorway	N/A	N/A					
B	Non-event carriageway with one-way traffic		X					
C	Non-event carriageway with two-way traffic			X				
Q1	Approaches to and across minor and major junctions, approaches to roundabouts and traffic signals on major roads with a speed limit greater than 40mph.					X		
Q2B	Approaches to and across minor and major junctions, approaches to roundabouts and traffic signals on roads with a speed limit of 40mph or less.(see table 5.1 above)			X One way traffic				
Q2C	Approaches to and across minor and major junctions, approaches to roundabouts and traffic signals on roads with a speed limit of 40mph or less.(see table 5.1 above)				X Two way traffic			
K	Approaches to pedestrian crossings and other high risk situations. ##					X		
R	Roundabout				X			
G1	Gradient 5-10% longer than 50m				X			
G2	Gradient >10% longer than 50m					X		
S1	Bend radius <500m – carriageway with one-way traffic				X			
S2	Bend radius <500m – carriageway with two-way traffic					X		
Investigatory Levels marked (X) shall be those initially assigned where a range is available.								

Notes applicable to all:

1. The IL should be compared with the mean CSC, calculated for the appropriate averaging length
2. The averaging length is normally 100m or the length of a feature if it is shorter, except for roundabouts, where the averaging length is 10m
3. Residual lengths less than 50% of a complete averaging length may be attached to the penultimate full averaging length, providing that the Site Category is the same
4. As part of site investigation, individual values within each averaging length should be examined and the significance of any values that are substantially lower than the mean value assessed

Notes applicable to specific site categories

5. ILs for site categories Q and K are based on the 50m approach to the feature and, in the case of approach to junctions, through to the extent of the junction. The approach length shall be extended when justified by local site characteristics.
6. Categories G1 and G2 should not be applied to uphill gradients on carriageways with one-way traffic.
7. Categories S1 and S2 should be applied only to bends with a speed limit of 50 mph or above, except if the radius of the bend is <100m, where the S1 and S2 categories shall be applied at all speeds

รูปที่ 1-120 ตัวอย่างเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับความเสียดทานของผิวถนนในประเทศอังกฤษ

ประเทศออสเตรเลีย

การใช้งานอุปกรณ์สำรวจความเสียดทานในประเทศออสเตรเลีย มีความคล้ายคลึงกับประเทศอังกฤษ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ทั้งหมด 4 ชนิด คือ 1. SCRIM 2. Grip Tester 3. Norsemeter (ROAR) 4. Portable Devices เช่น Portable Pendulum และมีการใช้งานอุปกรณ์การสำรวจความเสียดทานแบบชนิด Sideway Force มากที่สุด ซึ่งทั้ง SCRIM และ Grip Tester มีรายละเอียดต่างๆ เหมือนกับที่ได้กล่าวไปในข้างต้น และค่าความเสียดทานที่มาจากการสำรวจจะถูกนำมาใช้ในการประเมินระดับความต้องการในการตรวจสอบเพิ่มเติมเช่นเดียวกับประเทศอังกฤษ โดยสำหรับถนนที่มีจำนวนพาหนะน้อยกว่า 2,500 คันต่อวัน มีค่าความเสียดทาน (SFC) ต่ำสุดที่ยอมรับได้ อยู่ที่ 0.30 สำหรับถนนสายหลักที่มีเกาะกลาง และสูงสุดอยู่ที่ 0.55 สำหรับทางโค้งที่มีรัศมีต่ำกว่า 100 เมตร ขณะที่ถนนที่มีจำนวนพาหนะมากกว่า 2,500 คันต่อวัน จะมีค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้สูงขึ้นเป็น 0.35 และ 0.60 สำหรับถนนประเภทเดียวกัน นอกจากนี้มีรายละเอียดเกณฑ์การตรวจสอบสำหรับถนนประเภทอื่น ๆ ดังรูปที่ 1-121

Site Category	Site description	INVESTIGATORY LEVELS OF SFC_{50} at 50 km/h or equivalent						
		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
		CORRESPONDING RISK RATINGS						
		1	2	3	4	5	6	7
1 (See notes)	Traffic light controlled intersections Pedestrian/school crossings Railway level crossings Roundabout approaches	INVESTIGATION ADVISED					■	
2	Curves with tight radius ≤250m Gradients ≥5% and ≥50m long Freeway/highway on/off ramps					■		
3 (See notes)	Intersections				■			
4	Manoeuvre-free areas of undivided roads			■				
5	Manoeuvre-free areas of divided roads		■					

Site Category	Site description	INVESTIGATORY LEVELS OF SFC_{20} at 20 km/h or equivalent						
		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
		CORRESPONDING RISK RATINGS						
		1	2	3	4	5	6	7
6	Curves with radius ≤ 100m	INVESTIGATION ADVISED						■
7	Roundabouts						■	

KEY TO THRESHOLDS AT OR BELOW WHICH INVESTIGATION IS ADVISED

■ All primary roads, and for secondary roads with more than 2,500 vehicles per lane per day

■ Roads with less than 2,500 vehicles per lane per day

Notes:
- The difference in Sideways Force Coefficient values between wheelpaths (Differential Friction Levels) should be less than 0.10 where the speed limit is over 60 km/h; or less than 0.20 where the speed limit is 60 km/h or less
- Investigatory levels are based on the minimum of the four-point rolling average skid resistance for each 100 m section length.
- Investigatory Levels for Site Categories 1 and 3 are based on the minimum of the four-point rolling average skid resistance for the section from 50 m before to 20 m past the feature, or for 50 m approaching a roundabout.

รูปที่ 1-121 ตัวอย่างเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับความเสียดทานของผิวถนนในประเทศออสเตรเลีย

ประเทศสหรัฐอเมริกา

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการแบ่งประเภทอุปกรณ์การสำรวจความเสียดทานหลัก ๆ ออกเป็นทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบไปด้วย 1. Locked-Wheel 2. Side-Force 3. Fixed-Slip 4. Variable Slip โดยอุปกรณ์ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ แบบ Locked Wheel โดยอุปกรณ์สำรวจ Locked Wheel Trailer จะอ้างอิงตาม ASTM Standard E247 โดยมีความเร็วในการสำรวจอยู่ที่40 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยล้อที่ถูกล็อคจะสามารถลื่นไถลได้ในระยะหนึ่ง โดยปกติแล้วจะทำการสำรวจร่องล้อด้านซ้าย จากนั้นผู้ควบคุมจะทำการห้ามการเคลื่อนไหวและวัดทอร์คที่เกิดขึ้นในหนึ่งวินาทีหลังจากล้อทดสอบถูกหยุดเคลื่อนไหวอย่างสมบูรณ์ จากนั้น คำนวณค่าความเสียดทานที่เกิดขึ้น และผลลัพธ์จะออกมาในรูปแบบของ Skid Number ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ SN40R หรือ SN40S ซึ่ง R ย่อมาจาก Ribbed Tires และ S ย่อมาจาก Smooth Tire อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ชนิดนี้มีข้อจำกัดคือ สามารถวัดได้เฉพาะถนนในทางตรงเท่านั้น ซึ่งทำให้มีการนำอุปกรณ์การสำรวจแบบชนิด Sideway Force เช่น SCRIM เข้ามาช่วยในการวัดช่วงถนนที่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบเป็นพิเศษ รวมถึงในปัจจุบัน FHWA ได้มีการแนะนำให้นำ SCRIM มาใช้ใน Pavement Friction Management (PFM) Support Program เพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงภายในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งข้อมูลจาก SCRIM ได้ถูกเก็บบนผิวถนนภายใต้หลายรัฐและถูกนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแบบดั้งเดิมจาก Locked-Wheel Skid Testers และข้อมูลอื่นๆ เพื่อพัฒนาเกณฑ์ด้านความเสียดทานต่อไป

รูปที่ 1-122 ตัวอย่างอุปกรณ์ Locked Wheel Skid Tester

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีมาตรฐานค่าความเสียดทานที่กำหนดแบบคร่าว ๆ จากงานวิจัยของ Jayawickrama (1996) โดยมีคำแนะนำสำหรับช่วงค่า Skid Number ต่าง ๆ คือ

- หากน้อยกว่า 30 ให้ทำการตรวจสอบเพิ่มเติม
- มากกว่าหรือเท่ากับ 30 สามารถยอมรับได้ในถนนที่มีปริมาณการจราจรต่ำ
- 31-34 ให้มีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ
- มากกว่าหรือเท่ากับ 35 สามารถยอมรับได้ในถนนที่มีปริมาณการจราจรสูง

Table 1. Typical Skid Numbers (from Jayawickrama et al., 1996{{5}}

Skid Number	Comments
Less than 30	Take measures to correct
≥30	Acceptable for low volume roads
31 – 34	Monitor pavement frequently
≥35	Acceptable for heavily traveled roads

รูปที่ 1-123 เกณฑ์ค่ามาตรฐานสำหรับ Skid Numbers ในประเทศสหรัฐอเมริกา

และสำหรับวิธีการคำนวณตัวแปรค่าความเสียดทานของวิธีวัดความเสียดทานแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. Locked Wheel Test

ผลลัพธ์จากการทดสอบ Locked-Wheel Test จะรายงานในหน่วย Friction Number (FN) หรือ Skid Number (SN) ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

$$FN(V) = 100\mu = 100\times(F/W) \qquad \text{Eq. 6}$$

where: V = Velocity of the test tire, mi/hr.
μ = Coefficient of friction.
F = Tractive horizontal force applied to the tire, lb.
W = Vertical load applied to the tire, lb.

Locked-wheel friction testers usually operate at speeds between 40 and 60 mi/hr (64 and 96 km/hr). Testing can be done using a smooth (ASTM E 524) or ribbed tire (ASTM E 501). The ribbed tire is insensitive to the pavement surface water film thickness; thus it is insensitive to the pavement macro-texture. The smooth tire, on the other hand, is sensitive to macro-texture.

รูปที่ 1-124 วิธีการคำนวณด้วย Locked-Wheel Test และคำอธิบาย

2. Side-Force Method

สำหรับทฤษฎี Side-Force ที่อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E 670 จะวัดความสามารถของพาหนะในการรักษาการควบคุมในช่วงโค้งรวมไปถึงรักษามุมที่ทำกับแนวระดับอย่างคงที่ ระหว่างล้อถนนกับการเคลื่อนที่ ซึ่ง Side-Force Coefficient (SFC) จะถูกคำนวณด้วยวิธีดังต่อไปนี้

The side-force method (ASTM E 670) measures the ability of vehicles to maintain control in curves and involves maintaining a constant angle, the yaw angle, between the tire and the direction of motion. The side-force coefficient (SFC) is calculated as follows:

$$SFC\ (V, \alpha) = 100\times(F_S/W) \qquad \text{Eq. 7}$$

where: V = Velocity of the test tire, mi/hr.
α = Yaw angle.
F_S = Force perpendicular to plane of rotation, lb.
W = Vertical load applied to the tire, lb.

Since the yaw angle is typically small, between 7.5 and 20°, the slip speed is also quite low; this means that side-force testers are particularly sensitive to the pavement micro-texture but are generally insensitive to changes in the pavement macro-texture.

The two most common side-force measuring devices are the Mu-Meter and the Side-Force Coefficient Road Inventory Machine (SCRIM). The primary advantage offered by side-force measuring devices is the ability for continuous friction measurement throughout a test section (Henry, 2000). This ensures that areas of low friction are not skipped due to a sampling procedure.

รูปที่ 1-125 วิธีการคำนวณด้วย Side-Force Method และคำอธิบาย

3. Fixed Slip Devices

สำหรับอุปกรณ์ Fixed-slip จะวัดค่าความเสียดทานโดยพาหนะที่ใช้ระบบห้ามการเคลื่อนไหวแบบ Anti-Lock ซึ่งจะให้ค่า Slip ที่คงที่ระหว่าง 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่มีกำลังในแนวดิ่งกระทำกับล้อทดสอบ จากนั้นจึงวัดความเสียดทานในแนวการเคลื่อนที่ระหว่างล้อทดสอบกับผิวถนน และคำนวณเปอร์เซ็นต์ Slip ได้ดังต่อไปนี้

Fixed-slip devices measure the friction experienced by vehicles with anti-lock brakes. Fixed-slip devices maintain a constant slip, typically between 10 and 20 percent, as a vertical load is applied to the test tire (Henry, 2000). The frictional force in the direction of motion between the tire and pavement is measured, and the percent slip is computed as follows:

$$Percent\ Slip = \frac{(V - r \times \omega)}{V} \times 100 \qquad \text{Eq. 8}$$

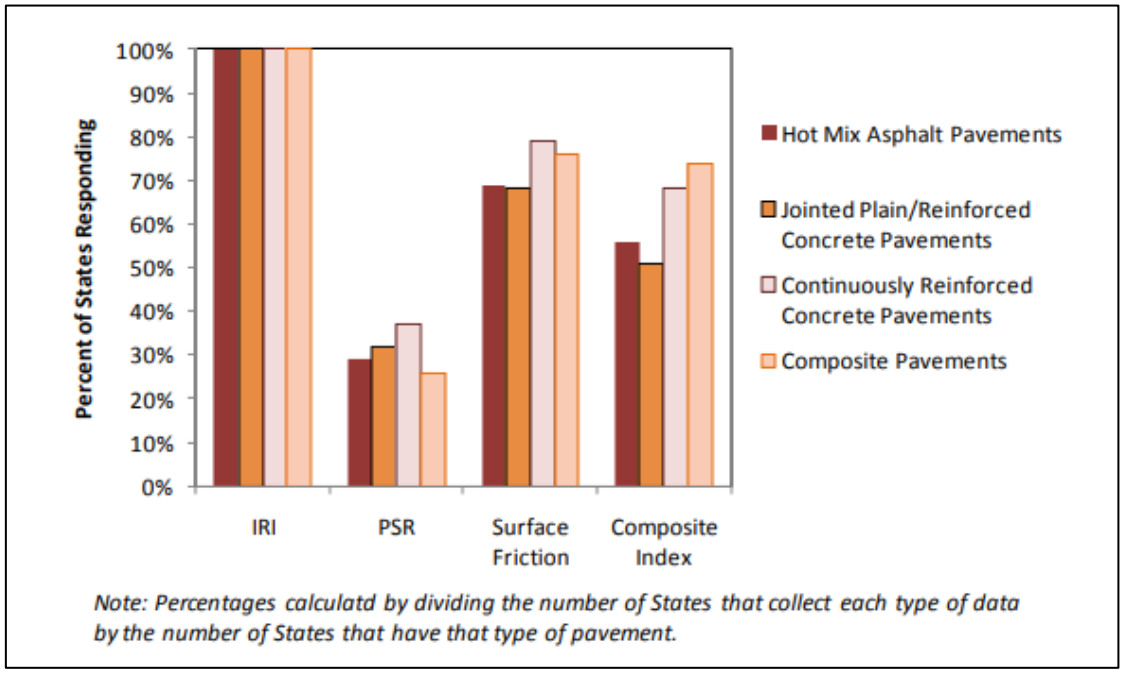
where: $Percent\ Slip$ = Ratio of slip speed to test speed, percent.
V = Test speed.
r = Effective tire rolling radius.
ω = Angular velocity of test tire.

These devices are also more sensitive to micro-texture, as the slip speed is low.

รูปที่ 1-126 วิธีการคำนวณด้วย Fixed Slip Devices และคำอธิบาย

4. Variable Slip

สำหรับอุปกรณ์ Variable-slip จะอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E1859 โดยวัดค่าความเสียดทานจากล้อทดสอบตามค่า Slip Ratios ที่ได้กำหนดไว้ นอกเหนือจากนี้ยังมีสถิติการเก็บข้อมูลของแต่ละรัฐว่ามีการเก็บค่าความเสียหายชนิดใดมากที่สุด ซึ่งก็พบว่าค่า IRI มีการเก็บข้อมูลมากที่สุดคือมีการเก็บข้อมูลในทุกรัฐ และรองลงมาก็คือค่าความเสียดทานที่มีการเก็บข้อมูลเกือบ 80% ของรัฐทั้งหมดในประเทศสำหรับทุกชนิดผิวทางซึ่งแต่ละรัฐก็มีเป้าหมายในการเก็บความเสียดทานอยู่หลายข้อ ทั้งนำมาพิจารณาอัตราการชน รายละเอียดการเกิดการชนและฟื้นฟูประสิทธิภาพด้านความเสียดทาน รวมถึงกลยุทธ์ในการออกแบบเกี่ยวกับผิวทาง โดยความถี่ในการสำรวจขึ้นอยู่กับการกำหนดของหน่วยงานนั้น ๆ และความจำเป็นในการใช้งานข้อมูล



รูปที่ 1-127 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสำรวจความเสียหายชนิดต่างๆ
ของถนนภายในแต่ละรัฐต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 1-49 สรุปอุปกรณ์การวัดความเสียดทานในแต่ละประเทศ

Equipment	SCRIM (Sideway-Force)	Grip Tester (Fixed Slip)	Locked-Wheel
UK - UK Roads Liaison Group, Website - Doncaster Council, 2017 - Department for Transport, UK ,2019	**Speed** 50, 80 km/h	**Speed** 50 km/h and up to 100 km/h	**Speed** Up to 130 km/h
	Interval - 100 m. - 10 m. สำหรับถนนวงแหวน	**Interval** 10-20m.	
	Frequency 3 years = 1 cycle		
	Unit SR-> SC-> SFC50 -> CFC *SFC -> CFC คิดผลจากสภาพอากาศแต่ละช่วง	**Unit** Grip Number -> CFC	***For Research Purpose**
	ค่า **CSC** (Characteristic Skid Coefficient เป็นค่า SFC ที่ผ่านการนำผลกระทบจากฤดูกาลเข้ามาวิเคราะห์ด้วยแล้ว) ขึ้นอยู่กับประเภทของถนนนั้นๆ โดยค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้อยู่ที่ 0.3 - 0.35 ในถนน One-way ที่ใช้ความเร็วสูง หรือ Motorway และค่าที่ยอมรับได้สูงถึง 0.55 สำหรับถนนสายหลักที่เป็นทางเชื่อมถนนต่างๆ และมี Speed Limit เกินกว่า 40 mph		
AUS **- Vicroads, 2018**	**Speed** 20, 50 km/h		

ตารางที่ 1-49 สรุปอุปกรณ์การวัดความเสียดทานในแต่ละประเทศ (ต่อ)

Equipment	SCRIM (Sideway-Force)	Grip Tester (Fixed Slip)	Locked-Wheel
	Unit SR-> SC-> SFC20,50 SC = SR adjust speed, temp, reading *SC = SFC		
	- ค่า SFC (Sideways Force Coefficient) สำหรับถนนที่มีรถน้อยกว่า 2,500 คันต่อเลนต่อวัน มีค่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 0.50 สำหรับถนนที่เป็นทางแยกสำคัญ หรือมีทางเดินเท้า โรงเรียน ทางรถไฟ และการเชื่อมอื่นๆ ทั้งนี้ค่านี้ขึ้นอยู่กับลักษณะถนนแต่ละช่วงที่ต้องการ ถ้าเป็นวงแหวนหรือโค้งที่มีรัศมีน้อยกว่า 100 เมตรจะวิ่งสำรวจที่ความเร็ว 20 km/h และมีค่ามาตรฐานที่ 0.50 และ 0.55 ตามลำดับ ส่วนถนนชนิดเดียวกันที่มีรถมากกว่า 2,500 คันต่อเลนต่อวัน จะมีค่ามาตรฐานสูงกว่าถนนที่มีรถน้อยอยู่ 0.5 SFC ในทุกประเภทถนน		
USA **- Technical Advisory, FHWA 2010** **- Concrete Pavement Texturing, FHWA, 2019**	**ASTM E670**		**Most Common** **ASTM E274**
	Speed **- 40 to 60 mile/h, 64 km/h**	**Speed** **- 40 mile/h , 64 km/h**	**Speed** **- 40 to 60 mile/h** **- 64 to 96 km/h**
	Unit **- SFC**	**Unit** **- FN**	**Unit** **- FN or SN**

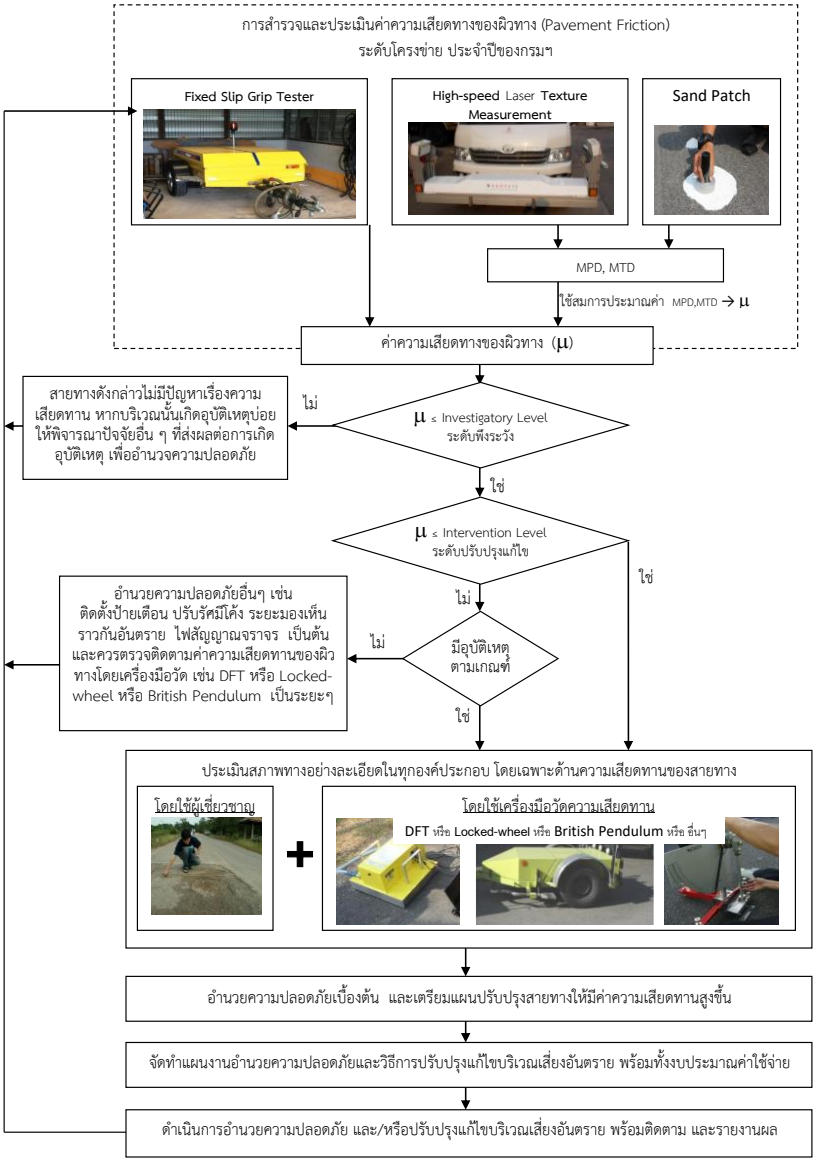
ตารางที่ 1-49 สรุปอุปกรณ์การวัดความเสียดทานในแต่ละประเทศ (ต่อ)

Equipment	SCRIM (Sideway-Force)	Grip Tester (Fixed Slip)	Locked-Wheel
	Interval **- collect every 1 to 5 in (25 to 125 mm)** **- average 3 ft, 1 m.**	**Interval** **- collect every 1 to 5 in (25 to 125 mm)** **- average 3ft, 1 m.**	**Interval** **เป็นอุปกรณ์วัดความเสียดทานแบบจุด จึงไม่มีค่าเฉลี่ยตามระยะห่าง**
			Unit **- FN or SN (Friction Number or Skid Number) , FN40S or FN(64)S** **IFI – F(60), Sp**
	Frequency Important road – Annual Lower Risk road – 2, 3 years cycle		

ประเทศไทย

โดยจากการศึกษางานวิจัย โครงการประยุกต์ใช้ค่าความลึกผิวเฉลี่ยของผิวทางในการทำนายสภาพลื่นของผิวถนนเพื่อการวางแผนซ่อมบำรุงที่เหมาะสม ของสำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง พบว่า การสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพผิวทางในประเทศไทย จากกรมทางหลวงได้ดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลเป็นประจำจากงบประมาณประจำปี โดยตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) สภาพความเสียหายของผิวทาง ปริมาณจราจร และจำนวนอุบัติเหตุ ข้อมูลตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุรวมถึงลักษณะของการชน เป็นต้น โดยข้อมูลที่กล่าวมาเป็นข้อมูลที่มีการสำรวจและจัดเก็บอย่างต่อเนื่อง ในการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อบริหารจัดการความเสียดทานผิวทางโครงข่ายนี้ ข้อมูลที่จำเป็นต้องสำรวจในระดับโครงข่าย เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดในการกำหนดเกณฑ์และเงื่อนไขในการซ่อมบำรุงความเสียดทานผิวทาง ที่ปรึกษาเสนอแนวทางการบริหารจัดการโดยใช้ดัชนีชี้วัด 3 อย่าง ได้แก่ ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth, MPD) ข้อมูลอุบัติเหตุอันมีสาเหตุมาจากความเสียดทานผิวทาง และข้อมูลค่าความเสียดทานของผิวทาง ซึ่งข้อมูลทั้ง 3 ในปัจจุบันเป็นข้อมูลที่ทางกรมทางหลวงได้มีการจัดเก็บในระดับของโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศ

หลังจากที่ดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทางโครงข่ายทั่วประเทศและข้อมูลประวัติสายทางที่มีอุบัติเหตุเนื่องจากการลื่นไถล จากนั้นเป็นขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาข้อมูลอุบัติเหตุที่อยู่บนสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากความเสียดทานผิวทางต่ำ ควบคู่กับข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทางเฉลี่ย ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



(ที่มา : สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง)

รูปที่ 1-128 แนวทางการบริหารจัดการตรวจสอบและวางแผนบำรุงรักษาผิวทางให้มีความฝืดที่เหมาะสมในระดับโครงข่ายของกรมทางหลวง

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดทำเกณฑ์ค่าระดับแนะนำสำหรับกรณีใช้ IFI (International Friction Index) เป็นตัวชี้วัด เพื่อเป็นเครื่องมือในการวางแผนซ่อมบำรุงในระดับโครงข่าย ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษาการวางแผนบำรุงรักษาผิวทางในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ามีการกำหนดเกณฑ์ไว้ 2 ระดับ ได้แก่ เกณฑ์ระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ในรูปแบบของค่า IFI โดยการจัดตั้งเกณฑ์ระดับดังกล่าว จำเป็นต้องคำนึงถึงค่า IFI ผิวทางในประเทศไทยที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เพื่อให้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรมตามหลักวิศวกรรม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level)

หมายถึง ระดับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of Friction : μ) เริ่มมีอัตราลดลงอย่างรวดเร็วอย่างมีนัยสำคัญ เป็นสายทางที่ควรให้ความระมัดระวัง และอาจติดตั้งป้ายเตือนแก่ผู้ใช้ทาง

ส่วนนี้เป็นการหาค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) จากอัตราการลดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางตามอายุการใช้งานของถนน โดยที่ปรึกษาจะอาศัยสมการความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางหรือ ค่าดัชนี IFI ที่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของผิวทางชนิด AC 60-70 ซึ่งเป็นชนิดผิวทางที่พบมากที่สุดในโครงข่ายทางหลวง โดยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางบนสายทางกับอายุและปริมาณจราจรดังที่กล่าวมาในขั้นต้น โดยแบบจำลองดังกล่าวได้พิจารณาบนพื้นฐานข้อมูลค่าความเสียดทานของถนนในสายทางกรมทางหลวง จึงมีความเหมาะสมที่นำมาพิจารณาหาการลดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานในช่วงเวลา 1 หรือ 2 ปี ได้แสดงแบบจำลองดังนี้

$$IFI = 0.34 \times e^{-1.29\times10^{-8}(\text{ปริมาณจราจรสะสม})}$$

โดย

IFI	=	ค่าดัชนีความเสียดทานสากล
ปริมาณจราจรสะสม	=	อายุของผิวทาง (วัน) x AADT/ช่องจราจร
AADT	=	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)

ที่มา : โครงการศึกษา วิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัด และยกระดับด้านความปลอดภัยงานทาง สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง 2559

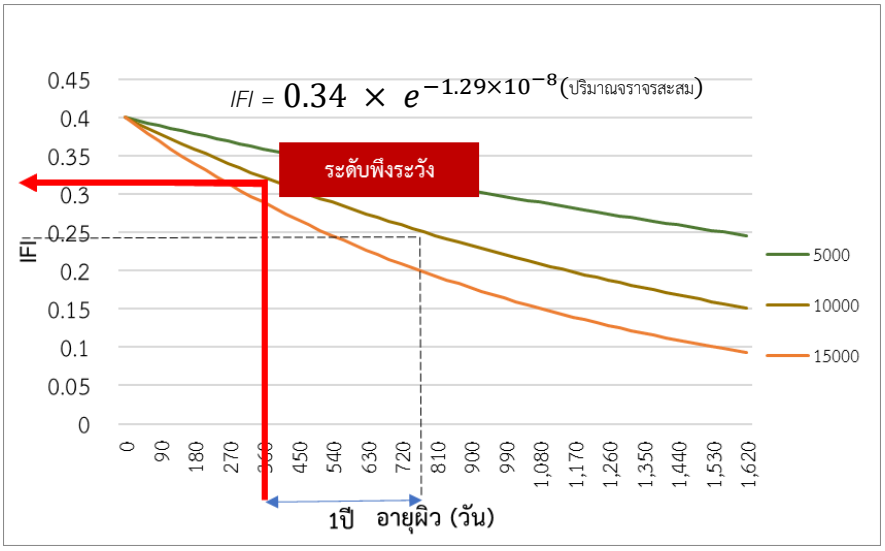
ซึ่งจากการทดลองคำนวณค่า IFI ที่ปริมาณจราจรต่างๆ และนำมาแจกแจงตามอายุของสายทางนั้นๆ ทำให้สามารถสร้างความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางและอายุการใช้งานของผิวทางที่ปริมาณจราจรระดับต่างๆ ได้ แสดงดังตารางที่ 1-50 และ รูปที่ 1-129 โดยการวิเคราะห์ค่าระดับพึงระวังนี้เป็นเพียงการเสนอแนวทางการจัดตั้งเกณฑ์ โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานและข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์จากแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางชนิด AC 60-70
- วิเคราะห์บนสายทางที่มีปริมาณจราจร 10,000 คันต่อวัน
- มีระยะเวลาก่อนค่าดัชนีความเสียดทานสากลจะลดลงถึงระดับปรับปรุงแก้ไข 1 ปี

จากสมมติฐานดังกล่าว ทำให้ได้ค่าระดับพึงระวังที่ 0.32 ทั้งนี้ในการนำไปใช้ควรพิจารณาถึงปริมาณจราจรและชนิดผิวทางเพิ่มเติม

ตารางที่ 1-50 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางและอายุการใช้งานของผิวทางที่ปริมาณจราจรระดับต่าง ๆ

AADT (คัน/วัน)	IFI ณ ระดับปรับปรุงแก้ไข	IFI 1 ปี ก่อนระดับปรับปรุงแก้ไข	IFI 1.5 ปี ก่อนระดับปรับปรุงแก้ไข
5,000	0.25	0.28	0.30
10,000		0.32	0.35
15,000		0.35	0.41
20,000		0.40	0.50



รูปที่ 1-129 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางและอายุการใช้งานของผิวทางที่ปริมาณจราจรระดับต่างๆ

(2) ค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)

หมายถึง ระดับค่าความเสียดทาน ที่แสดงถึงว่า สายทางบริเวณนี้ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยการกำหนดเกณฑ์ระดับปรับปรุงแก้ไขที่ปรึกษาจะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานวิกฤตของผิวทางร่วมกับข้อมูลอุบัติเหตุอันคาดว่ามีสาเหตุมาจากค่าความเสียดทานของผิวทาง ซึ่งเป็นข้อมูลจากภาคสนาม ณ บริเวณจุดเสี่ยงอันตราย โดยรายละเอียดมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์อุบัติเหตุที่คาดว่ามีสาเหตุมาจากความเสียดทานผิวทาง ดังต่อไปนี้

ในปัจจุบันมีการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุ (Accident Data) ทำโดยสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (2559) ในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านอำนวยความปลอดภัย จัดเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2559 โดยข้อมูลจะถูกบันทึกลงบนเว็บไซต์ ระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของกรมทางหลวง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ระบบหมายเลขทางหลวงเดียวกันกับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง จึงสามารถที่จะเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างค่าความเสียดทานของถนนกับข้อมูลอุบัติเหตุ

ทั้งนี้ การเลือกใช้ข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อนำมาวิเคราะห์ อาจต้องพิจารณาคัดกรองข้อมูลเพื่อให้อยู่บนสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากค่าความเสียดทานของผิวทางที่ต่ำ โดยทางที่ปรึกษาเสนอการตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ในการคัดกรองดังนี้

1) เลือกอุบัติเหตุเกิดบนถนนสภาพเปียก เนื่องจากในระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของทางหลวง ได้มีการระบุถึงสภาพผิวถนน รวมถึงสภาพอากาศ ขณะที่เกิดอยู่ในฐานข้อมูลด้วย จึงสามารถคัดกรองอุบัติเหตุที่เกิดขณะที่ผิวการจราจรมีสภาพเปียกได้ อ้างอิงจากการศึกษาของ Kuttesch (2004) ที่ระบุว่าสภาพผิวการจราจรที่เปียกมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุแบบลื่นไถล
2) พิจารณาเลือกสาเหตุการชนเฉพาะบางรูปแบบ โดยในรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของทางหลวงมีการระบุถึงสาเหตุของการชนไว้ ดังตารางที่ 1-51 จะเห็นได้ว่ามีเพียง 3 สาเหตุแรก ที่อาจมีปัจจัยมาจากความเสียดทานของผิวทาง อันได้แก่ ขับรถเร็วเกินอัตราที่กำหนด, มีการตัดหน้าระยะกระชั้นชิด และแซงรถอย่างผิดกฎหมาย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงแนะนำให้คัดกรองเฉพาะอุบัติเหตุที่มีการระบุว่ามีสาเหตุจาก 3 อันดับแรกเท่านั้น

ตารางที่ 1-51 สาเหตุการชนต่าง ๆ (ระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของกรมทางหลวง, 2559)

ID	Description
1	ขับรถเร็วเกินอัตราที่กำหนด
2	มีการตัดหน้าระยะกระชั้นชิด
3	แซงรถอย่างผิดกฎหมาย
4	ขับรถไม่เปิดไฟ / ไม่ใช้แสงสว่างตามกำหนด
5	ไม่ให้สัญญาณชะลอ / เลี้ยว
6	ไม่ให้สัญญาณเข้าจอด หรือออกจากที่จอด
7	ไม่ให้สิทธิรถที่มาก่อนผ่านทาง เช่น ทางแยก
8	รถเสียไม่แสดงเครื่องหมายหรือสัญญาณไฟที่กำหนด
9	ฝ่าฝืนป้ายหยุดขณะออกจากทางร่วมแยก
10	ไม่ขับรถในช่องทางเดินรถซ้ายสุดในถนนที่มี 4 ช่องทาง
11	ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ / เครื่องหมายจราจร
12	บรรทุกเกินอัตรา
13	ขับรถไม่ชำนาญ / ไม่เป็น
14	อุปกรณ์รถบกพร่อง
15	มีสิ่งกีดขวางบนทางหลวง
16	เมาสุรา
17	หลับใน
18	อื่น ๆ

พิจารณาถึงลักษณะของการชนให้อยู่บนสมมติฐานว่าอาจมีปัจจัยมาจากความเสียดทานของผิวทาง โดยจากรายงานอุบัติเหตุของกรมทางหลวง (2556) ได้จำแนกลักษณะของการชน 88 รูปแบบ ซึ่งผู้ทำวิจัยเสนอให้ เลือกเฉพาะลักษณะจากชนที่มีผลมาจากค่าความเสียดทาน ได้แก่ ลักษณะการชน แสดงดังตารางที่ 1-52 ซึ่งได้คัดลักษณะการชนที่ไม่มีผลจากความเสียดทานออก เช่น การชนประสานงาชนจากการจอดรถ ตกข้างทางในทางตรง เป็นต้น

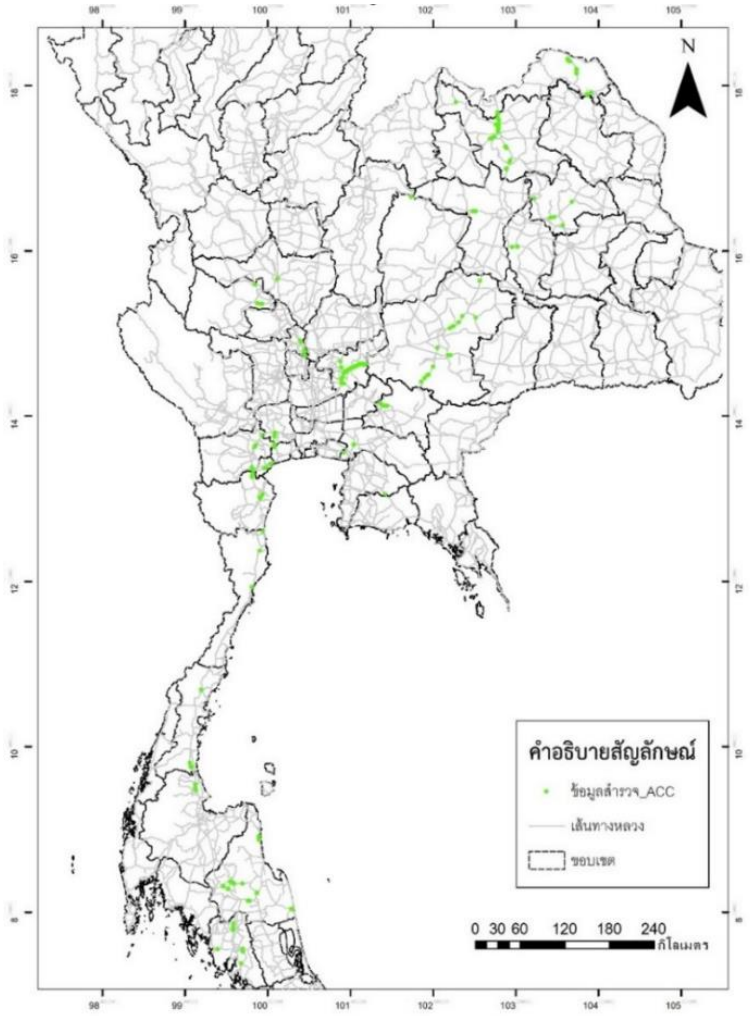
ตารางที่ 1-52 ลักษณะการชนบนสมมติฐานว่ามีปัจจัยมาจากความเสียดทานของผิวทาง (ระบบรายงานอุบัติเหตุบนสายทางของกรมทางหลวง, 2559)

ID	Description
1	ชนคนที่ออกมาจากหน้าหรือหลังรถ จอดบัง
2	อื่นๆ ที่เกี่ยวกับบริเวณทางแยก
3	รถทางตรงชนรถทางตรง
4	รถเลี้ยวขวาชนรถทางตรง
5	รถเลี้ยวซ้ายชนรถทางตรง
6	รถทางตรงชนรถเลี้ยวขวา
7	รถเลี้ยวขวาชนรถเลี้ยวขวา
8	รถทางตรงชนรถเลี้ยวซ้าย
9	รถเลี้ยวขวาชนรถเลี้ยวซ้าย
10	รถเลี้ยวซ้ายชนรถเลี้ยวซ้าย
11	รถเลี้ยวขวาชนรถทางตรงบนถนนสายเดียวกัน
12	รถเลี้ยวขวาชนรถเลี้ยวซ้ายบนถนนสายเดียวกัน
13	รถเลี้ยวขวาชนรถเลี้ยวขวาบนถนนสายเดียวกัน
14	รถเลี้ยวซ้ายชนรถทางตรงบนถนนสายเดียวกัน
15	รถเลี้ยวซ้ายชนรถเลี้ยวซ้ายบนถนนสายเดียวกัน
16	รถทางตรงชนรถที่กำลังเลี้ยวกลับรถบนถนนสายเดียวกัน
17	อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการชนในทิศทางเดียวกัน
18	ชนท้าย
19	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวซ้าย
20	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวขวา
21	ถูกชนท้ายขณะเลี้ยวกลับรถ
22	รถที่วิ่งคู่กันมาเฉี่ยวชนกัน
23	ถูกชนจากรถที่เปลี่ยนช่องทางขวา
24	ถูกชนจากรถที่เปลี่ยนช่องทางซ้าย
25	รถทางตรงหรือเลี้ยวขวาชนกับรถเลี้ยวขวา (จากทิศทางเดียวกัน)
26	รถทางตรงหรือเลี้ยวซ้ายชนกับรถเลี้ยวซ้าย (จากทิศทางเดียวกัน)
27	ชนรถที่กำลังเปลี่ยนช่องจราจร
28	ชนรถที่กำลังออกจากที่จอด
29	ชนรถที่กำลังออกจากทางเชื่อมถนนสายย่อย
30	ชนรถที่กำลังลงมาจากทางเท้า

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

ID	Description
31	อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการแซง
32	แซงขึ้นมาแล้วเสียหลักแฉลบออก
33	เบียดแซงออกมาถูกรถที่วิ่งตามมาชน
34	ถูกชนเพราะแซงซ้ายแล้วเบียดเข้าช่องจราจร
35	ถูกรถที่กำลังแซงชนท้าย
36	แซงขวาชนกับรถเลี้ยวขวา
37	ชนรถที่จอดอยู่ (จอดคันเดียว)
38	ชนกับประตูรถที่เปิดอยู่
39	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางตรงขณะเลี้ยวซ้ายเข้าทางเชื่อม
40	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางตรงขณะเลี้ยวขวาเข้าทางเชื่อม
41	อื่นๆ ที่เกี่ยวกับตกถนนทางบนทางโค้ง
42	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งขวา
43	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งซ้าย
44	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งขวา ชนเสาไฟ ต้นไม้ ฯลฯ
45	เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งซ้าย ชนเสาไฟ ต้นไม้ ฯลฯ
46	แฉลบเสียหลักตกถนนบนทางโค้งซ้ายขณะเลี้ยวซ้ายเข้าทางเชื่อม

การคัดเลือกจุดเสี่ยงภัยและจุดอันตราย ที่ปรึกษาจะพิจารณาจากค่าสถิติการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดบนสายทาง โดยเน้นการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลบนสายทางดังที่ได้กล่าวมา ประกอบกับข้อมูลสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายทาง ข้อมูลปริมาณการจราจร โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกเบื้องต้นจะพิจารณาจากสถิติการเกิดอุบัติเหตุสะสมย้อนหลัง ความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ และข้อมูลจุดเสี่ยงอันตรายที่ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) จากสำนักอำนวยความปลอดภัยคำนวณขึ้นมา โดยได้ประวัติการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถล 5 ปีย้อนหลัง ที่เกิดบนสายทางที่ทางที่ปรึกษาได้วิ่งสำรวจค่าความเสียดทาน แสดงดังรูปที่ 1-130

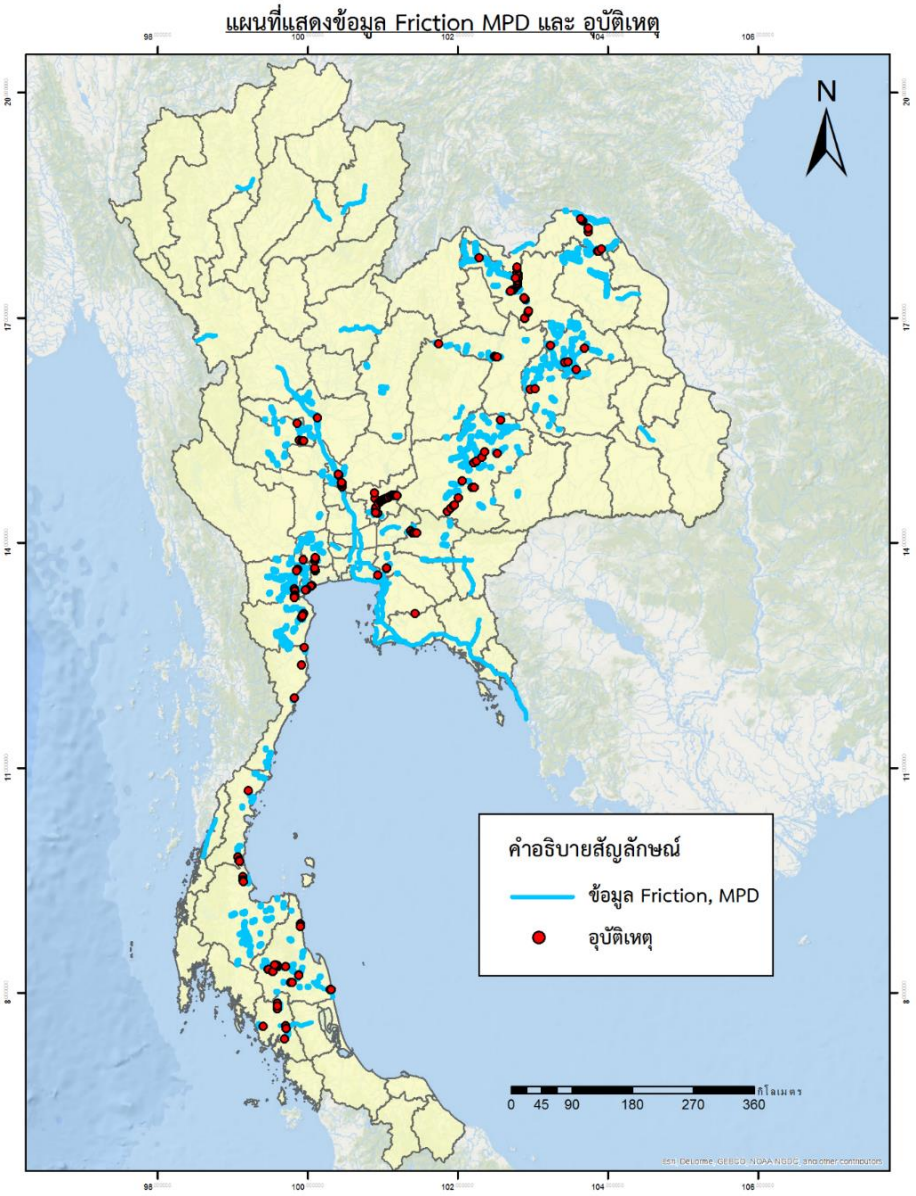


รูปที่ 1-130 จุดเสี่ยงที่คาดเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถล ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)

จากนั้นทางที่ปรึกษาจึงวิเคราะห์ข้อมูลจุดเสี่ยงที่คาดเกิดอุบัติเหตุจากการลื่นไถลรวมกับข้อมูลค่าความเสียดทานที่รวบรวมมาได้จากทั้งข้อมูลที่สำรวจภาคสนามและข้อมูลจากทางสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบกรมทางหลวง แสดงดังตารางที่ 1-53

ตารางที่ 1-53 สรุปจำนวนอุบัติเหตุ

ปี (ค.ศ.)	จำนวนสายทาง (เส้นถนน)	จำนวนอุบัติเหตุ (แห่ง)
2011	118	67
2012	131	62
2013	123	116
2014	152	144
2015	111	43
ผลรวมทั้งหมด	**635**	**432**

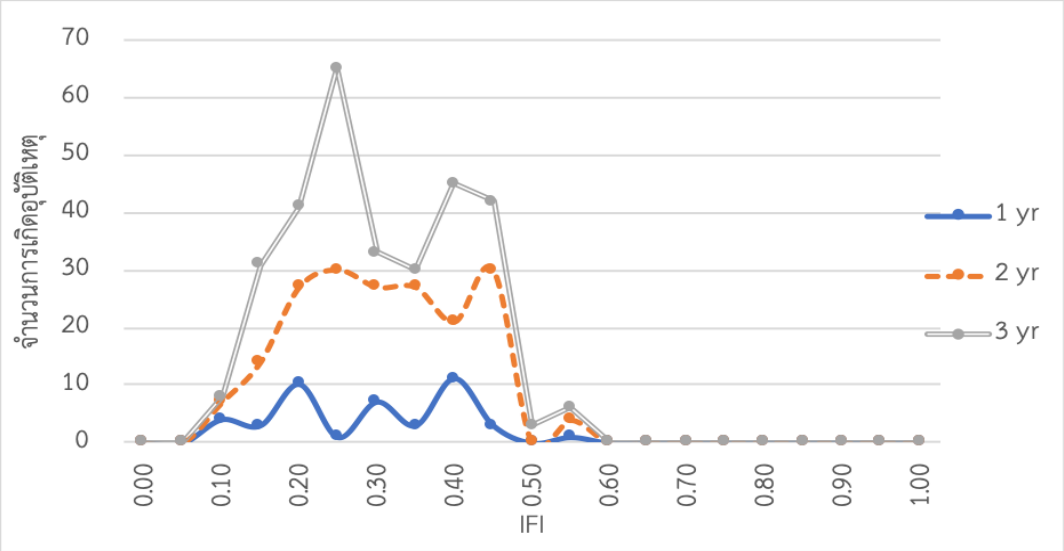


รูปที่ 1-131 ตำแหน่งการสำรวจค่าความเสียดทาน และตำแหน่งสายทางที่พบประวัติอุบัติเหตุ

แต่จากการรวบรวมประวัติการซ่อมบำรุงในสายทางต่าง ๆ พบว่าในบางสายทางมีการบูรณะซ่อมแซมผิวทางภายหลังการเกิดอุบัติเหตุ ทำให้ค่าความเสียดทานที่ทำการสำรวจไม่ได้สะท้อนถึงค่าความเสียดทานจริงในช่วงที่เกิดอุบัติเหตุ ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงได้คัดกรองข้อมูลเฉพาะสายทางที่พบประวัติอุบัติเหตุภายหลังการซ่อมบำรุง และนำมาวิเคราะห์รวมกับค่าความเสียดทานและค่า IFI ที่คำนวณมาได้ โดยสามารถแจกแจงจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ณ ค่าความเสียดทานต่าง ๆ ได้ แสดงดังตารางที่ 1-54 และ รูปที่ 1-132

ตารางที่ 1-54 แจกแจงจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ณ ค่าความเสียดทานต่างๆ จากข้อมูลประวัติการเกิดอุบัติเหตุภายใน 1-3 ปี

IFI	ระยะทาง (กิโลเมตร)	จำนวนอุบัติเหตุ (แห่ง)		
		ใน 1 ปี	ใน 2 ปี	ใน 3 ปี
0.00	-	-	-	-
0.05	-	-	-	-
0.10	7	3	5	6
0.15	54	2	10	22
0.20	201	7	19	29
0.25	305	1	21	46
0.30	425	5	19	23
0.35	526	2	19	21
0.40	547	8	15	32
0.45	506	2	21	30
0.50	396	-	-	2
0.55	375	1	3	4
0.60	237	-	-	-
0.65	182	-	-	-
0.70	153	-	-	-
0.75	74	-	-	-
0.80	51	-	-	-
0.85	27	-	-	-
0.90	13	-	-	-
0.95	14	-	-	-
1.00	-	-	-	-
รวม	**4,093**	**43**	**187**	**303**



รูปที่ 1-132 จำนวนอุบัติเหตุ ณ ค่า IFI ต่างๆ

จะเห็นได้ว่าข้อมูลค่า IFI ต่างๆ มีจำนวนระยะทางไม่เท่ากัน ดังนั้น หากนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ต่อไปจะเป็นการอคติที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูลที่ไม่เท่ากัน กล่าวคือ การที่ค่าจำนวนอุบัติเหตุที่ช่วงของค่า IFI ประมาณ 0.20-0.30 มีจำนวนมาก อาจเป็นสาเหตุมาจากมีตัวอย่างหรือระยะทางที่มากกว่า จำนวนอุบัติเหตุในช่วงค่า IFI อื่น ๆ ดังนั้น ทางที่ปรึกษาจึงเอาตัวแปรอื่นๆ ทั้งระยะทางและปริมาณจราจรมาคำนวณรวมด้วยดังสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนอุบัติเหตุ/ระยะทาง} = \frac{\sum_0^1 \mathrm{ACC_i}}{\sum_0^1 \mathrm{Distance_i}}$$

โดย

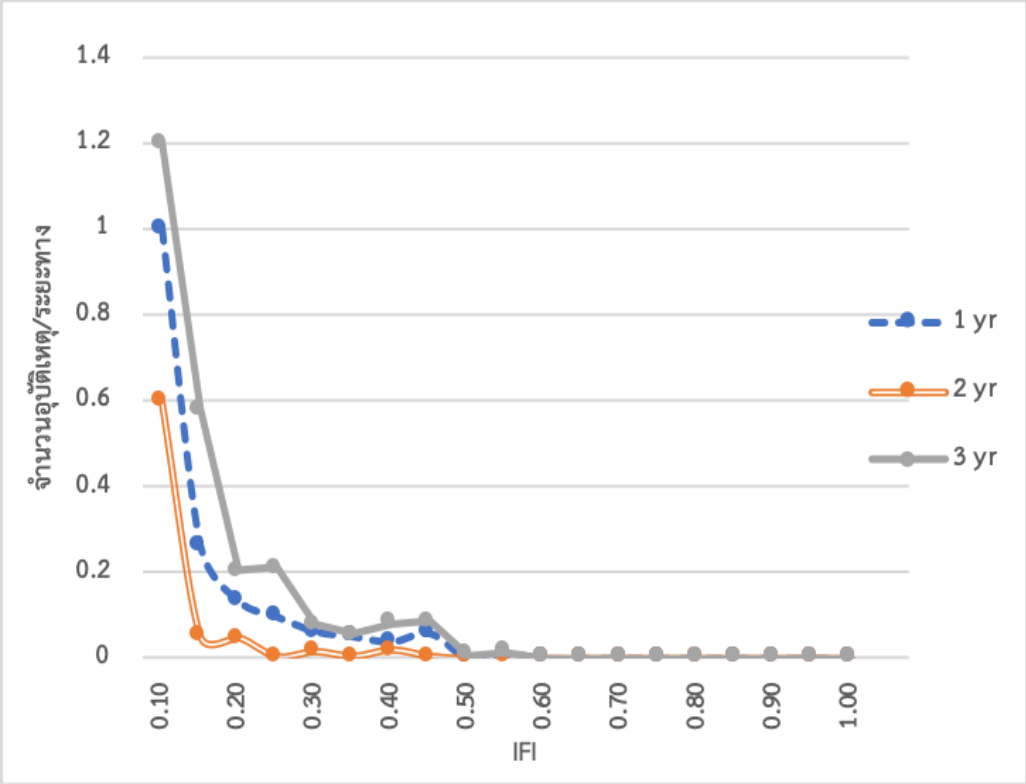
$$\mathrm{IFI_i} = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 \ldots\ldots$$

ที่มา : โครงการศึกษา วิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัด และยกระดับด้านความปลอดภัยงานทาง สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง 2559

ซึ่งจากการคำนวณได้ค่าจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางในช่วงค่า IFI โดยสามารถแจกแจงได้แสดงดังตารางที่ 1-55 และ รูปที่ 1-133

ตารางที่ 1-55 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ

IFI	จำนวนอุบัติเหตุ/ระยะทาง (แห่ง)		
	ใน 1 ปี	ใน 2 ปี	ใน 3 ปี
0.10	0.600	1.000	1.200
0.15	0.053	0.263	0.579
0.20	0.049	0.134	0.204
0.25	0.005	0.097	0.213
0.30	0.017	0.063	0.076
0.35	0.005	0.051	0.056
0.40	0.021	0.039	0.083
0.45	0.006	0.059	0.084
0.50	-	-	0.007
0.55	0.004	0.011	0.015
0.60	-	-	-
0.65	-	-	-
0.70	-	-	-
0.75	-	-	-
0.80	-	-	-
0.85	-	-	-
0.90	-	-	-
0.95	-	-	-
1.00	-	-	-



รูปที่ 1-133 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ

จากนั้นทางที่ปรึกษาได้ทำการวิเคราะห์อุบัติเหตุ ในช่วงค่า IFI ต่างๆ โดยคำนึงถึงปริมาณจราจร ซึ่งทำให้ได้ค่าอุบัติเหตุต่อระยะทางล้านกิโลเมตร ต่อคัน ซึ่งเป็นไปดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อุบัติเหตุต่อระยะทางล้านกิโลเมตร ต่อคัน} = \left(\frac{\sum_0^1\left(\frac{\mathbf{ACC_i}\times 10^6}{\mathbf{ADT_i}\times 365\times \mathbf{Yrs}}\right)}{\sum_0^1 \mathbf{Distance_i}}\right)/\mathbf{Yrs}$$

โดย

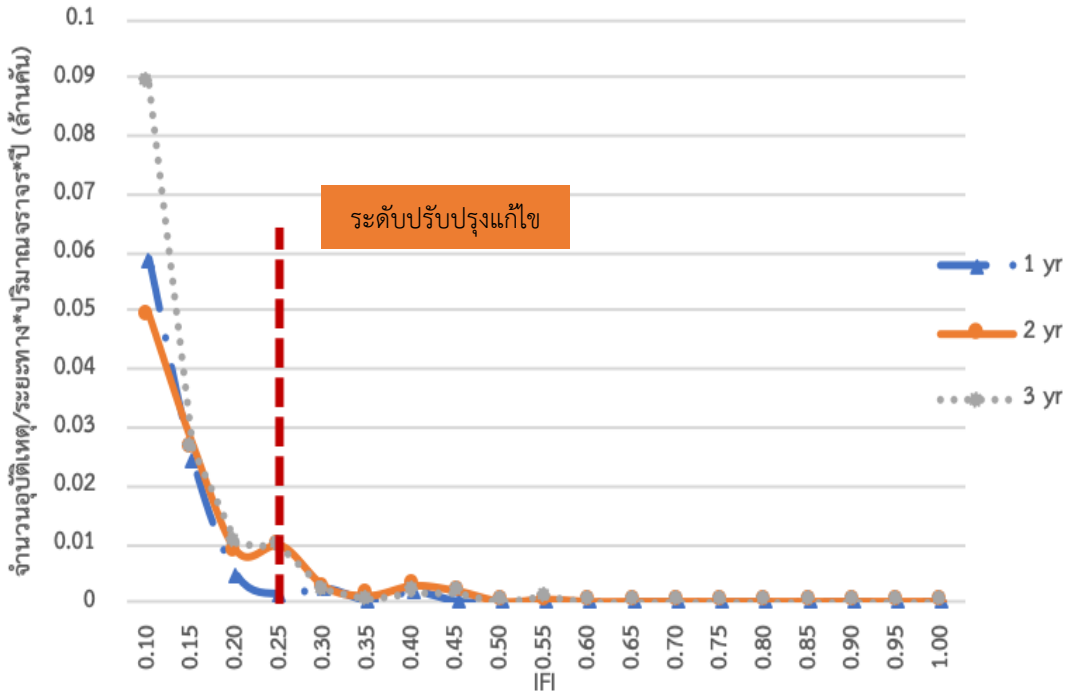
$$\mathbf{IFI_i} = 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 \ldots\ldots$$

ที่มา : โครงการศึกษา วิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัด และยกระดับด้านความปลอดภัยงานทาง สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง 2559

ซึ่งจากการคำนวณได้ค่าอุบัติเหตุต่อระยะทางล้านกิโลเมตรต่อคัน ในช่วงค่า IFI โดยสามารถแจกแจงได้แสดงดังตารางที่ 1-56 และ รูปที่ 1-134

ตารางที่ 1-56 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน - กิโลเมตร ตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ

IFI	จำนวนอุบัติเหตุ/ระยะทาง*ปริมาณจราจร*ปี (ล้านคัน)		
	ใน 1 ปี	ใน 2 ปี	ใน 3 ปี
0.10	0.059	0.049	0.089
0.15	0.024	0.027	0.026
0.20	0.005	0.009	0.010
0.25	0.001	0.010	0.010
0.30	0.002	0.003	0.002
0.35	0.000	0.001	0.000
0.40	0.002	0.003	0.002
0.45	0.000	0.002	0.002
0.50	-	-	-
0.55	0.000	0.000	0.001



รูปที่ 1-134 แจกแจงจำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน - กิโลเมตร ตามช่วงค่า IFI ต่าง ๆ

การวิเคราะห์ค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ของค่า IFI จากข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้คาดว่าได้รับผลจากการลื่นไถล จากข้อมูลที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ณ ดัชนี IFI เท่ากับ 0.25 จะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางล้านกิโลเมตรต่อคัน อย่างมีนัยสำคัญ ทางที่ปรึกษาจึงแนะนำในการกำหนดค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ณ ดัชนี IFI เท่ากับ 0.25

<u>แนวทางการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาผิวทางด้านความเสียดทาน</u>

จากการศึกษาและรวมรวบข้อมูลการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาผิวทางด้านความเสียดทาน ของโครงข่ายทางหลวง ในระดับบริหารโครงข่าย (Network Level) สามารถแบ่งขั้นตอน ได้เป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การสำรวจและเก็บข้อมูล

การสำรวจและเก็บข้อมูลความเสียดทานของผิวทางในโครงข่ายของกรมทางหลวงทั่วประเทศเพื่อการบริหารจัดการความเสียดทานของผิวทางโครงข่ายอาศัยข้อมูล 3 อย่างดังต่อไปนี้

1.1) ข้อมูลค่าความเสียดทาน

โดยเครื่องมือที่มีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพสูง สามารถดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยใช้จำนวนเจ้าหน้าที่และค่าใช้จ่ายในการสำรวจไม่มาก ทั้งนี้ได้นำเสนอเครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่

- เครื่องมือสำรวจ Locked-wheel Friction Tester
- เครื่องมือสำรวจ Dynamic Friction Tester (DFT)
- เครื่องมือสำรวจ British Portable Tester (BPT)

1.2) ข้อมูลลักษณะผิวทางในระดับ Macro-Texture

การสำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะผิวทางในระดับ Macro-Texture ด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่

- เครื่องมือสำรวจ High-speed Laser Texture Measurement สำหรับค่า Mean Profile Depth (MPD)
- เครื่องมือสำรวจ Sand Patch สำหรับค่า Mean Texture Depth (MTD)

ซึ่งวิธีการใช้เครื่องมือชนิดต่าง ๆ อ้างอิงตามคู่มือการบำรุงรักษาผิวทางและการวางแผนงบประมาณในการบำรุงรักษาทางด้านความเสียดทานของผิวทาง โครงการศึกษา วิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัด และยกระดับด้านความปลอดภัยงานทาง ของกรมทางหลวง

1.3) ข้อมูลประวัติอุบัติเหตุ

การเลือกใช้ข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยอาศัยข้อมูลจากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) และพิจารณาคัดกรองข้อมูลเพื่อให้อยู่บนสมมติฐานว่ามีสาเหตุมาจากค่าความเสียดทานของผิวทางที่ต่ำ โดยแนวทางการตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ในการคัดกรอง ดังนี้

ก. อุบัติเหตุเกิดบนถนนสภาพเปียก

ข. พิจารณาเลือกสาเหตุการชนเฉพาะไม่ได้เป็นผลมาจากผู้ขับขี่

ค. พิจารณาถึงลักษณะของการชนให้อยู่บนสมมติฐานว่าอาจมีปัจจัยมาจากความเสียดทานของผิวทาง

2) การตรวจสอบและวิเคราะห์

จากนั้นเป็นขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลโดยพิจารณาค่าความเสียดทานสากล ที่ระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ควบคู่กับข้อมูลอุบัติเหตุ ซึ่งสามารถจำแนกแนวทางการวิเคราะห์ได้ 3 กรณี ดังต่อไปนี้

<u>กรณีที่ 1</u> ตรวจสอบค่าความเสียดทานสากล หากพบว่ามีค่าสูงกว่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) แสดงให้เห็นว่า สายทางหรือช่วงบริเวณนั้น ณ เวลานั้น มีความปลอดภัยจากอุบัติเหตุทางกายภาพที่เกิดจากความเสียดทานของผิวทาง แต่ทั้งนี้ให้พิจารณาข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดจากความเสียดทาน ประกอบหากพบว่าสายทางหรือช่วงบริเวณนั้นเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ให้พิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่ใช้ในการอำนวยความปลอดภัยและ/หรือปรับปรุงแก้ไขบริเวณเสี่ยงอันตรายต่อไป

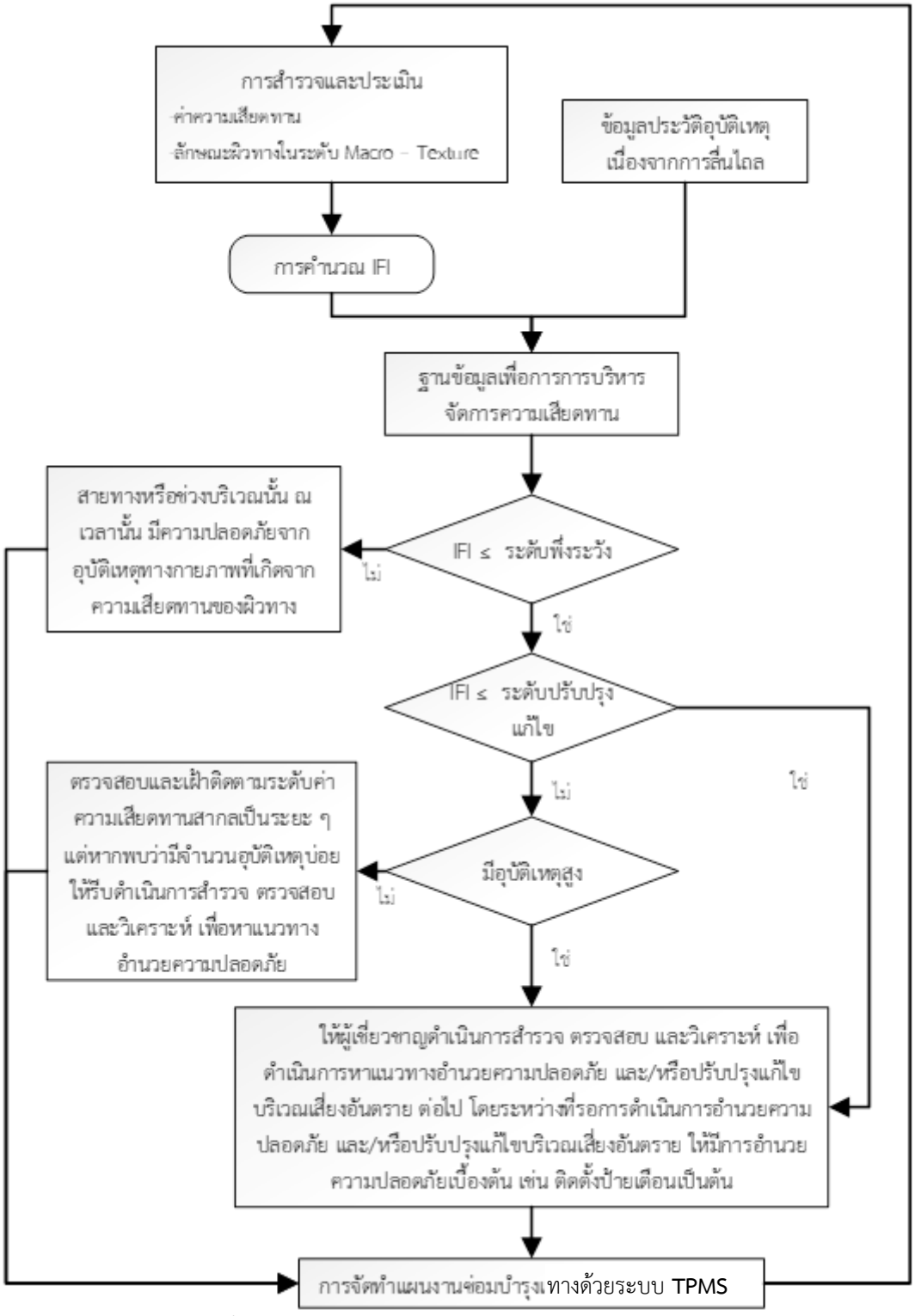
<u>กรณีที่ 2</u> ตรวจสอบค่าความเสียดทานสากล บนสายทางหรือช่วงบริเวณนั้น หากพบว่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับพึงระวัง (Investigatory Level) แต่หากมากกว่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ให้พิจารณาข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดจากความเสียดทานต่ำควบคู่กันไป เมื่อพบว่ามีจำนวนอุบัติเหตุน้อย ให้ดำเนินการอำนวยความปลอดภัยเบื้องต้น เช่น ติดตั้งป้ายเตือน ติดตั้งราวกันอันตราย เพิ่มไฟสัญญาณจราจร เป็นต้น พร้อมทั้งควรตรวจสอบและเฝ้าติดตามระดับค่าความเสียดทานสากลเป็นระยะๆ แต่หากพบว่ามีจำนวนอุบัติเหตุบ่อย ให้รีบดำเนินการสำรวจค่าความเสียดทานสากล ประกอบกับให้ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบและวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางอำนวยความปลอดภัย และ/หรือปรับปรุงแก้ไขบริเวณเสี่ยงอันตรายต่อไป โดยระหว่างที่รอการดำเนินการอำนวยความปลอดภัย และ/หรือปรับปรุงแก้ไขบริเวณเสี่ยงอันตราย ให้มีการอำนวยความปลอดภัยเบื้องต้น เช่น ติดตั้งป้ายเตือน ติดตั้งราวกันอันตราย เพิ่มไฟสัญญาณจราจร เป็นต้น

<u>กรณีที่ 3</u> ตรวจสอบค่าความเสียดทานสากล หากพบว่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ให้รีบดำเนินการสำรวจค่าความเสียดทานสากลอย่างละเอียด ประกอบกับให้ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ และวิเคราะห์ เพื่อดำเนินการหาแนวทางอำนวยความปลอดภัย และ/หรือปรับปรุงแก้ไขบริเวณเสี่ยงอันตรายต่อไป โดยระหว่างที่รอการดำเนินการอำนวยความปลอดภัย และ/หรือปรับปรุงแก้ไขบริเวณเสี่ยงอันตราย ให้มีการอำนวยความปลอดภัยเบื้องต้น เช่น ติดตั้งป้ายเตือน ติดตั้งราวกันอันตราย เพิ่มไฟสัญญาณจราจร เป็นต้น

3) การจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงและอำนวยความปลอดภัย

ขั้นตอนถัดไปเป็นการจัดทำแผนงานซ่อมบำรุง ประจำปีงบประมาณ ด้วยโปรแกรม TPMS โดยรวบรวมข้อมูลค่าความเสียดทานสากลทั่วประเทศทั้งจากกรมทางหลวงและจากพื้นที่ ประกอบกับข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) และระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในการจัดทำแผนงาน และเสนอกรอบงบประมาณต่อไป

ภายหลังจากได้งบประมาณ ขั้นตอนถัดไปเป็นการดำเนินการซ่อมบำรุง ตามแผนงานที่ได้วางไว้ ทั้งนี้ให้มีการติดตามและการรายงานผลข้อมูลการซ่อมบำรุง พร้อมทั้งดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลความเสียดทานของผิวทางในโครงข่ายของกรมทางหลวงทั่วประเทศ เป็นประจำในทุก ๆ ปี โดยมีภาพรวมของขั้นตอนการบริหารจัดการความเสียดทานของผิวทางโครงข่ายทางหลวง แสดงดังรูปที่ 1-135



รูปที่ 1-135 ขั้นตอนการบริหารจัดการความเสียดทานของผิวทางโครงข่ายทางหลวง

สรุปการศึกษาความเหมาะสมในการนำค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) มาใช้ในโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (Thailand Pavement Management System, TPMS) ด้วยการวิเคราะห์ค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)

เกณฑ์ค่าระดับพึงระวัง มีแนวคิดจากกการพิจารณาระยะเวลาที่กรมทางหลวงต้องใช้เพื่อเตรียมการและวางแผนงบประมาณในการซ่อมบำรุงผิวทาง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ปี เพื่อจัดการงบประมาณต่างๆ ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าระดับพึงระวังของค่าดัชนีความเสียดทานสากล จึงคำนึงถึงการลดลงตามอายุการใช้งานของผิวทาง และพบว่าเมื่อตั้งบนสมมติฐานที่ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางที่ระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) เกิดจากการลดลงจากค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ดังนั้น ดัชนีความเสียดทานสากล ณ ระดับพึงระวังจึงมีค่าเท่ากับ 0.32

การกำหนดเกณฑ์ระดับปรับปรุงแก้ไขที่ปรึกษาจะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานวิกฤตของผิวทาง ร่วมกับข้อมูลอุบัติเหตุอันคาดว่ามีสาเหตุมาจากค่าความเสียดทานของผิวทาง ซึ่งเป็นข้อมูลจากภาคสนาม ณ บริเวณจุดเสี่ยงอันตราย จากข้อมูลประวัติอุบัติเหตุย้อนหลัง พบว่า ณ ดัชนีความเสียดทานสากล เท่ากับ 0.25 จะมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนอุบัติเหตุต่อระยะทางล้านกิโลเมตรต่อคัน อย่างมีนัยสำคัญ จึงกำหนดค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ณ ดัชนีความเสียดทานสากล เท่ากับ 0.25 ดังสามารถสรุปเกณฑ์ทั้ง 2 ได้ แสดงดังตารางที่ 1-57

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

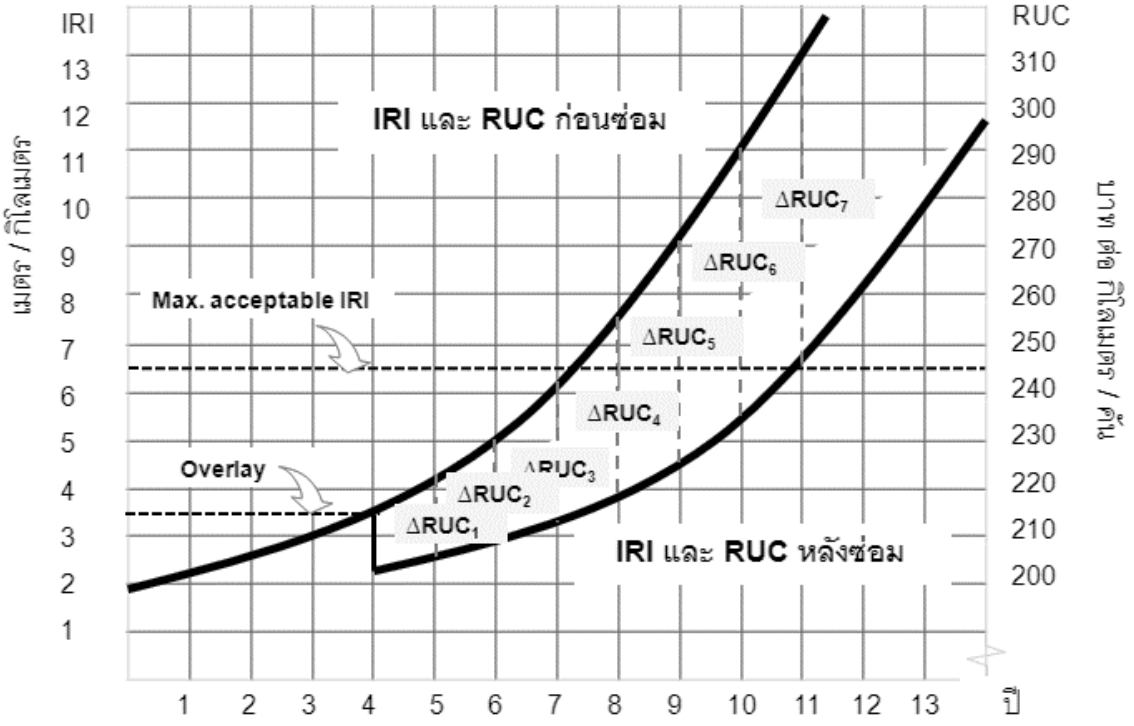
เกณฑ์ระดับ	IFI	μ (Fixed Slip Device)	BPN
ค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level)	0.32	0.43	42
ค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)	0.25	0.29	30

หมายเหตุ : เกณฑ์สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานคำนวณจากการแปลงค่า IFI จากเครื่องมือ Fixed Slip Device และ BPT กำหนดให้ MPD มีค่า 1.2 มม. ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการสำรวจ

จากที่กล่าวมา จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ข้อมูลทั้ง ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (μ) หรือค่าดัชนีความเสียดทานสากล (IFI) มาประยุกต์ใช้ในการบริหารงบประมาณบำรุงทาง

1.7.5.2 ทบทวนค่าสัมประสิทธิ์สำหรับคำนวณผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง

สำหรับวิธีการคำนวณค่าผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง ในระบบ TPMS พิจารณาจากผลต่างค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางระหว่างก่อนซ่อมและหลังซ่อม ซึ่งค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางจะแปรผันตามค่า IRI ดังนั้นเมื่อมีการซ่อมบำรุงสายทางจะส่งผลให้ค่า IRI ลดลง และค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางลดลงไปด้วย โดยการคำนวณผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้จะคำนวณตลอดอายุการใช้งานของสายทาง (Life Cycle Analysis) ซึ่งเป็นการรวมส่วนต่างค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางดังกล่าวทุกปีไปจนถึงปีที่สายทางหมดอายุ การพิจารณาว่าอายุของสายทางนั้นได้กำหนดจากค่า IRI หลังการซ่อม หากเกินกว่าค่า IRI ที่ไม่สามารถรองรับการให้บริการที่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งในตัวอย่างรูปที่ 1-136 กำหนดไว้ที่ค่า IRI มากที่สุดเท่ากับ 6.5 เมตร/กิโลเมตร โดยจำนวนปีที่นำส่วนต่างมารวมคือ 7 ปี ตั้งแต่ปีที่ 5 จนถึงปีที่ 11 นอกจากการนำมารวมกันตามที่กล่าวแล้ว หรือ ผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดอายุของสายทางได้จากการกำหนดค่า benefit factor ได้อีกทางหนึ่ง



รูปที่ 1-136 การคำนวณผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางตลอดอายุการใช้งาน

ส่งออกรายงานค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Road User Cost : RUC) ก่อนการดำเนินงานซ่อมบำรุง และหลังการดำเนินงานซ่อมบำรุง

จากการวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทางด้วยโป รแกรม TPMS จะเห็นได้ว่าผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (Benefit) เป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ ซึ่งผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางจะสามารถวิเคราะห์ ได้จากผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Road User Cost : RUC) ก่อนซ่อมบำรุงและหลังซ่อมบำรุง คูณอายุของสายทางหรือ Benefit Factor (BF) ดังสมการต่อไปนี้

$$Benefit = RUC_{\text{ก่อนการซ่อมบำรุง}} - RUC_{\text{หลังการซ่อมบำรุง}}$$

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานระบบสามารถส่งออกข้อมูลทั้งค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Road User Cost : RUC) ก่อนซ่อมบำรุงและหลังซ่อมบำรุง ได้จากระบบ TPMS ดังรูปต่อไปนี้

ยุทธ์ ปี 2564 - 2568

ม เรียงตามสายทาง

ค่าซ่อมบำรุง	B/C	AADT (คัน/วัน)	IRI เมื่อไม่มีการซ่อมบำรุง	IRI เมื่อมีการซ่อมบำรุง	VOC	VOT	RUC	Benefit	VOC_RM	VOT_RM	RUC_RM
298,150	7.743	53,280	5.47	2.00	3,568,658	1,162,722	4,731,380	2,308,601	4,030,378	1,162,722	5,193,100
0	0.000	54,341	2.05	2.05	3,645,119	1,185,204	4,830,323	0	3,645,119	1,185,204	4,830,323
0	0.000	55,423	2.13	2.13	3,727,318	1,208,080	4,935,398	0	3,727,318	1,208,080	4,935,398
0	0.000	56,526	2.25	2.25	3,815,512	1,231,304	5,046,816	0	3,815,512	1,231,304	5,046,816
0	0.000	57,651	2.40	2.40	3,910,144	1,255,099	5,165,243	0	3,910,144	1,255,099	5,165,243
298,150	6.218	53,280	4.93	2.00	3,568,658	1,162,722	4,731,380	1,853,933	3,939,444	1,162,722	5,102,166
0	0.000	54,341	2.05	2.05	3,645,119	1,185,204	4,830,323	0	3,645,119	1,185,204	4,830,323
0	0.000	55,423	2.13	2.13	3,727,318	1,208,080	4,935,398	0	3,727,318	1,208,080	4,935,398
0	0.000	56,526	2.25	2.25	3,815,512	1,231,304	5,046,816	0	3,815,512	1,231,304	5,046,816
0	0.000	57,651	2.40	2.40	3,910,144	1,255,099	5,165,243	0	3,910,144	1,255,099	5,165,243

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

โดยที่

VOC คือ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถกรณีมีการซ่อมบำรุง (Vehicle Operating Costs)

VOT คือ มูลค่าเวลาในการเดินทางกรณีมีการซ่อมบำรุง (Value of Time)

RUC คือ ค่าใช้จ่ายการเดินทางกรณีมีการซ่อมบำรุง (Road User Cost)

Benefit คือ ผลประโยชน์ผู้ใช้ทาง

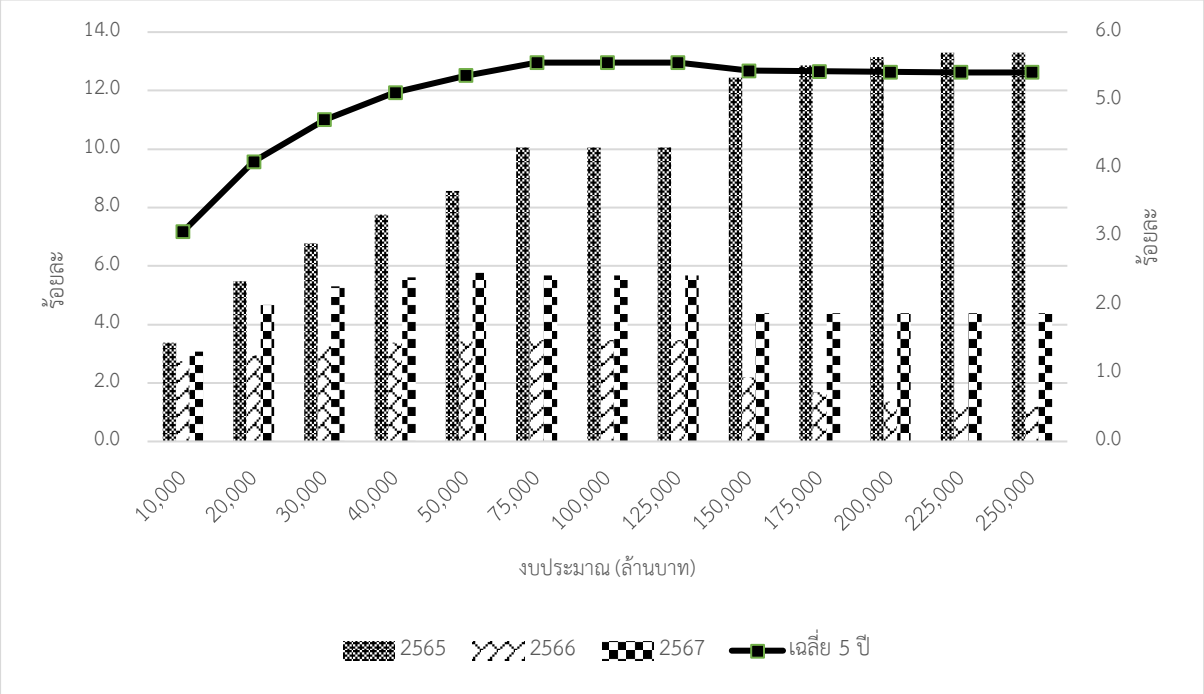
VOC_RM คือ ค่าใช้จ่ายในการใช้รถกรณีไม่มีการซ่อมบำรุง (Vehicle Operating Costs Routine Maintenance)

VOT_RM คือ มูลค่าเวลาในการเดินทางกรณีไม่มีการซ่อมบำรุง (Value of Time Routine Maintenance)

RUC_RM คือ ค่าใช้จ่ายการเดินทางกรณีไม่มีการซ่อมบำรุง (Road User Cost Routine Maintenance)

จากการวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทางด้วยโปรแกรม TPMS จะเห็นได้ว่า ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (Benefit) เป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ ซึ่งผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางจะสามารถวิเคราะห์ได้จากผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (RUC) ก่อนซ่อมบำรุงและหลังซ่อมบำรุง โดย RUC ในโปรแกรม TPMS จะคิดเฉพาะมูลค่าจากค่าใช้จ่ายด้านยานพาหนะ (VOC) และมูลค่าของเวลา (VOT) เท่านั้น มิได้พิจารณามูลค่าที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ (ACC) เนื่องจากระบบ TPMS มุ่งเน้นการซ่อมบำรุงเพื่อยกระดับในการให้บริการเป็นหลัก แต่ทั้งนี้ระบบ TPMS ก็สามารถแจกแจงที่มาของค่า RUC โดยเป็น VOC และ VOT ได้อย่างชัดเจน

ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ร้อยละของค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางที่ลดลงในแต่ละปีต่อค่าใช้ค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางทั้งหมด (Benefit/RUC * 100) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยใน 5 ปี ที่งบประมาณ 60,000 ล้านบาท จะสามารถช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางได้มากที่สุด คือ ร้อยละ 5.2 ของค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางทั้งหมด ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-138 การวิเคราะห์ร้อยละของค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางที่ลดลงในแต่ละปีต่อค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางทั้งหมด

1.7.6 การศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบจากการวัดค่าความเรียบของผิวทาง (IRI) ในพื้นที่ทางโค้งวกวนและลาดชัน R<50 เมตร โดยเปรียบเทียบอุปกรณ์เลเซอร์กับเครื่องมือวัดค่า IRI ประเภทอื่น

ผลการดำเนินการจากการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบจากการวัดค่าความเรียบของผิวทาง (IRI) จากที่ปรึกษาได้ทำการวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 17 สำนักงานทางหลวง สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 1-58 สถานะปัจจุบันตามแผนการสำรวจเทียบอุปกรณ์ระหว่างรถสำรวจกับ Walking Profiler

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลขทางหลวง	ตอน	ชื่อตอน	ตำแหน่ง กม.สำรวจ	ประเภทการสำรวจ		สถานะประมวลผล
						รถสำรวจ (Laser)	Walking Profiler	
1	แม่ฮ่องสอน	1095	0201	กิ่วคอหมา - แม่นะ	80+600 - 81+600	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
	แม่ฮ่องสอน	1095	0202	แม่นะ - ท่าไคร้	145+500 - 146+100	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
2	น่านที่ 1	1243	0201	ห้วยไผ่ - หาดไร่	76+000 - 77+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1243	0201	ห้วยไผ่ - หาดไร่	77+000 - 76+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1243	0201	ห้วยไผ่ - หาดไร่	90+700 - 91+700	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1243	0201	ห้วยไผ่ - หาดไร่	91+700 - 90+700	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
	แพร่	1216	0100	ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน	10+000 - 12+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1216	0100	ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน	13+000 - 15+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
	น่านที่ 2	1256	0101	ปัว - อุทยานแห่งชาติดอยภูคา	10+000 - 12+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1148	0101	ท่าวังผา - ผาหลัก	49+000 - 51+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
			0102	ผาหลัก - สะเกิน		√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1148	0102	ผาหลัก - สะเกิน	60+500 - 61+500	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1148	0102	ผาหลัก - สะเกิน	61+500 - 60+500	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1148	0102	ผาหลัก - สะเกิน	63+500 - 65+000	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		1148	0102	ผาหลัก - สะเกิน	65+000 - 63+500	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ

ตารางที่ 1-58 สถานะปัจจุบันตามแผนการสำรวจเทียบอุปกรณ์ระหว่างรถสำรวจกับ Walking Profiler (ต่อ)

สำนักงานทางหลวง	แขวงทางหลวง	หมายเลขทางหลวง	ตอน	ชื่อตอน	ตำแหน่ง กม.สำรวจ	ประเภทการสำรวจ		สถานะประมวลผล
						รถสำรวจ (Laser)	Walking Profiler	
3	สกลนครที่ 1	213	0301	สมเด็จ-สร้างค้อ	100+340 - 100+650	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		213	0301	สมเด็จ-สร้างค้อ	100+650 - 100+340	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
12	กาญจนบุรี	323	0206	ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์	239+000 - 239+500	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		323	0206	ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์	263+300 - 263+800	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
17	พังงา	4	0903	คลองบางดินสอ - นาเหนือ	895+140 - 895+640	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ
		4	0903	คลองบางดินสอ - นาเหนือ	896+180 - 896+580	√	√	ประมวลผลแล้วเสร็จ

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงสถานะปัจจุบันมีการปรับปรุงข้อมูลภายในวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ.2563 พร้อมทั้งรายละเอียดในการดำเนินงานอยู่ในภาคผนวก ก

1. ผลการศึกษา

กรมทางหลวง โดยสำนักบริหารบำรุงทางได้ว่าจ้างสถาบันขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และบริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด เพื่อดำเนินงานโครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว ปี 2563 ได้แก่ สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักงานศูนย์วิจัยและให้คำปรึกษาแห่ง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และบริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ซึ่งในขอบเขตงานได้กำหนดให้บริษัทที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบจากการวัดข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ในพื้นที่ทางโค้งวกวนและลาดชัน R<50 ม. โดยเปรียบเทียบอุปกรณ์เลเซอร์กับเครื่องมือวัดค่า IRI ประเภทอื่น

รูปที่ 1-139 และรูปที่ 1-140 ซึ่งทั้ง 2 อุปกรณ์เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความเรียบของผิวทาง สามารถตรวจวัดและคำนวณเป็นค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ได้ และเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E950

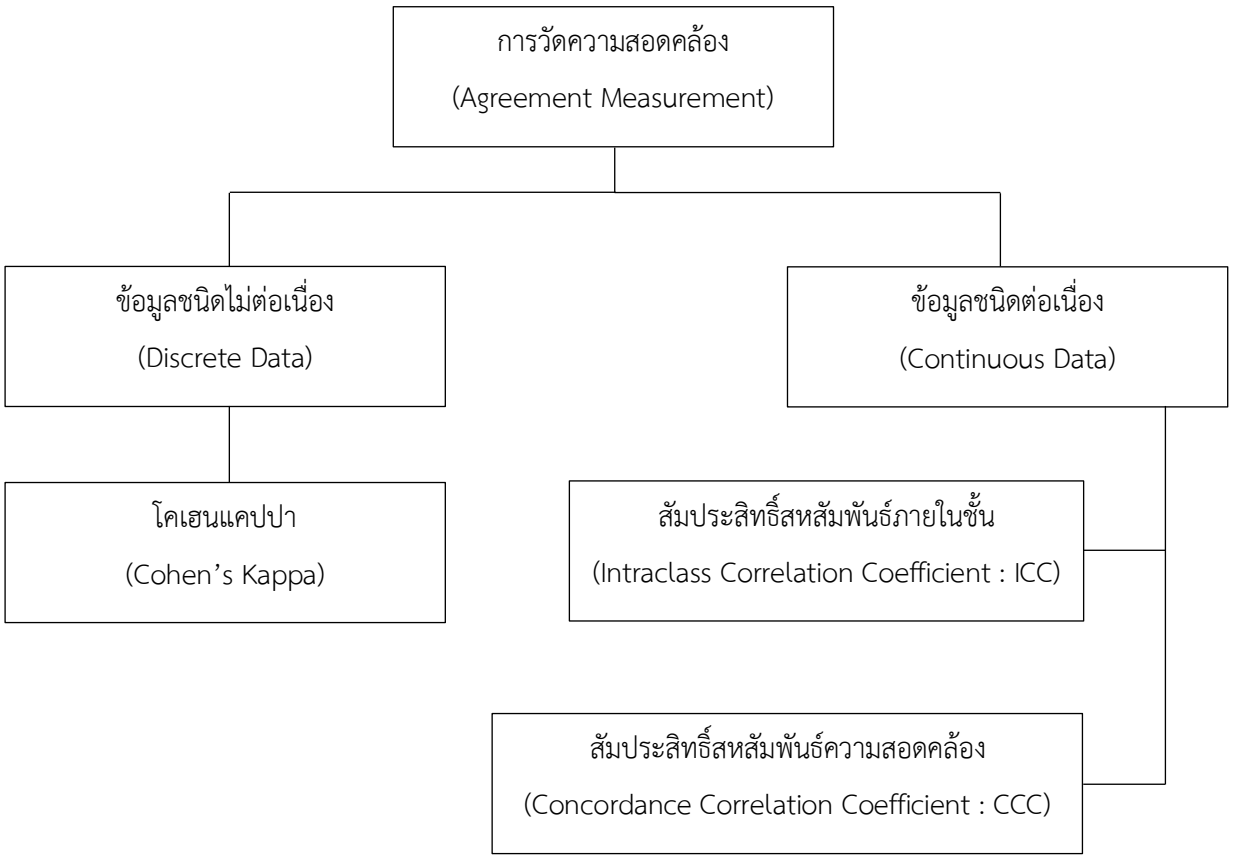
รูปที่ 1-139 เครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer)

รูปที่ 1-140 เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler)

การเปรียบเทียบค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) ซึ่งวิธีนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายเพื่อพิจารณาถึงสิ่งที่วัดสิ่งเดียวกันโดยผู้วัดหลายคน หรือเครื่องมือวัดหลายชนิด สถิติที่ใช้วัดการสอดคล้องที่นิยมใช้ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) (สายวรุณ สุกก่ำ และคณะ, 2559)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.1 การวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement)



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

การวัดความสอดคล้อง เป็นการวัดค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของผู้ประเมินหรือเครื่องมือหลายชนิดวัดในสิ่งเดียวกัน (วรัญญู วงษ์เสรี และอภิชญา เกียรติอุบลไพบูลย์, 2557) เพื่อพิจารณาดูว่าสิ่งที่วัดสิ่งเดียวกันโดยผู้วัดหลายคนหรือเครื่องมือวัดหลายชนิดให้ผลการวัดได้สอดคล้องกันหรือไม่ สำหรับการเปรียบเทียบค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) จะใช้วิธีการวัดความสอดคล้องสำหรับข้อมูลชนิดต่อเนื่อง ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสอดคล้อง (Concordance Correlation Coefficient : CCC) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) เป็นต้น โดยสำหรับในรายงานนี้บริษัทที่ปรึกษาเลือกใช้วิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC)

2.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC)

สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation) นำเสนอครั้งแรกโดยฟิชเชอร์ (Fisher) ในปี ค.ศ. 1954 สหสัมพันธ์ภายในชั้นใช้วัดความสอดคล้องสำหรับข้อมูลชนิดต่อเนื่อง มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สถิตินี้วัดความสอดคล้องกันของผู้ประเมินหรือเครื่องมือวัดโดยผ่านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งหากใช้ในกรณีเปรียบเทียบเครื่องมือวัดสองชนิด หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลกลุ่มนั้นจะมีความสอดคล้องกันสูง แต่หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลกลุ่มนั้นไม่มีความสอดคล้องกัน

ในปัจจุบันนี้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการแพทย์เพื่อประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกตหรือเครื่องมือวัด (Inter-rater Reliability) การทดสอบและทดสอบซ้ำ (Test-retest Reliability) และความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน (Intra-rater Reliability) สำหรับการเปรียบเทียบค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) จะใช้การประเมินผลความน่าเชื่อถือระหว่างผู้สังเกตหรือเครื่องมือวัด (Inter-rater Reliability)

ตารางที่ 1-59 ระดับความสอดคล้องของข้อมูล (สายวรุณ สุกกำ่ และคณะ, 2559)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น	ความสอดคล้องของข้อมูล
1.00-0.91	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องดีมาก
0.90-0.75	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องดี
0.74-0.50	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องพอใช้
0.49-0.00	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องต่ำ

2.2.1 ขั้นตอนการเลือกใช้แบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC)

ตารางที่ 1-60 โดยที่ปรึกษาจะวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.2.1.1 ขั้นตอนการเลือกใช้แบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นสำหรับการศึกษาความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability Study)

รูปที่ 1-142 ดังนี้

1) ในทุก ๆ หน่วยตัวอย่างผู้ประเมินเป็นผู้ประเมินกลุ่มเดียวกันหรือไม่
2) กลุ่มของผู้ประเมินถูกเลือกอย่างสุ่มจากประชากรขนาดใหญ่หรือเป็นกลุ่มของผู้ประเมินที่เฉพาะเจาะจง
3) สนใจความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินเพียงคนเดียวหรือผู้ประเมินหลายคน
4) สนใจรูปแบบนิยามความสอดคล้องหรือความแน่นอน

จากคำถามที่ 1 และ 2 ถูกใช้ในการเลือกตัวแบบ คำถามที่ 3 ใช้สำหรับการเลือกชนิดของผู้ประเมินและคำถามที่ 4 ถูกใช้สำหรับการเลือกนิยามสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น

2.2.1.1.1 เลือก “ตัวแบบ”

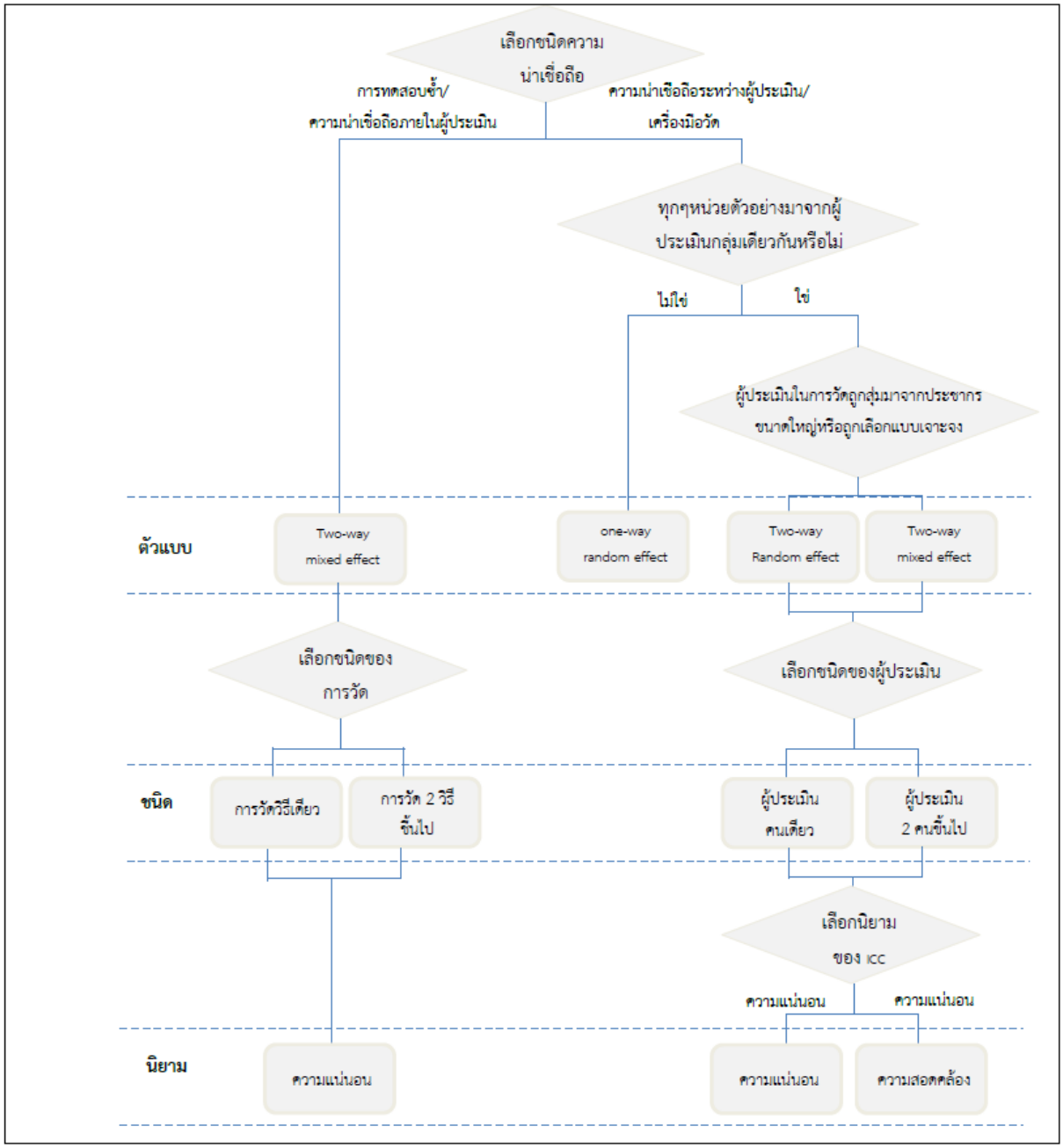
- One-Way Random-Effects Model
  หน่วยตัวอย่างจะถูกประเมินโดยผู้ประเมินหรือกลุ่มผู้ประเมินหรือเครื่องมือวัดที่แตกต่างกัน ซึ่งก็คือเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler)

2.2.1.1.2 เลือก "ชนิด" ผู้ประเมิน

- ผู้ประเมินตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป (K Raters)

2.2.1.1.3 เลือก "รูปแบบนิยาม" ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น

- รูปแบบความสอดคล้อง (Consistency)



รูปที่ 1-142 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลือกใช้แบบจำลองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Koo T. K. & Li M. Y. , 2016)

2.2.2 แบบจำลองและวิธีการคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC)

สำหรับการเปรียบเทียบค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) เลือกใช้แบบจำลองเพื่อคำนวณสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) ดังตารางที่ 1-61

ตารางที่ 1-61 แบบจำลองและสูตรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น

แบบจำลองการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ภายในชั้นของ McGraw & Wong (1996)	แบบจำลองการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ภายในชั้นของ Shrout & Fliess (1979)	สูตรในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น
1. One-way random effects, absolute agreement, single rater/measurement	ICC(1,1)	$\frac{MS_R - MS_W}{MS_R + (k+1)MS_W}$
2. Two-way random effects, consistency, single rater/measurement	-	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R + (k-1)MS_W}$
3. Two-way random effects, absolute agreement, single rater/measurement	ICC(2,1)	$\frac{MS_R - MS_W}{MS_R + (k-1)MS_W + \frac{k}{n}(MS_C - MS_E)}$
4. Two-way mixed effects, consistency, single rater/measurement	ICC(3,1)	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R + (k-1)MS_W}$
5. Two-way mixed effects, absolute agreement, single rater/measurement	-	$\frac{MS_R - MS_W}{MS_R + (k-1)MS_W + \frac{k}{n}(MS_C - MS_E)}$
6. One-way random effects, absolute agreement, multiple raters/measurement	ICC(1,k)	$\frac{MS_R - MS_W}{MS_R}$
7. Two-way random effects, consistency, multiple raters/measurement	-	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R}$
8. Two-way random effects, absolute agreement, multiple raters/measurement	ICC(2,k)	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R + \frac{MS_C - MS_E}{n}}$
9. Two-way mixed effects, consistency, multiple raters/measurement	ICC(3,k)	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R}$
10. Two-way mixed effects, absolute agreement, multiple raters/measurement	-	$\frac{MS_R - MS_E}{MS_R + \frac{MS_C - MS_E}{n}}$

(ที่มา : Koo T. K. & Li M. Y., 2016)

เมื่อ

Shrout & Fliess (1979)

ตัวเลขตัวแรกในวงเล็บ หมายถึง ชนิดของตัวแบบ กำหนดดังนี้

1. คือ ตัวแบบ One-Way Random-Effects Model
2. คือ ตัวแบบ Two-Way Random-Effects Model
3. คือ ตัวแบบ Two-Way Mixed-Effects Model

ตัวเลขตัวที่สองในวงเล็บ หมายถึง ชนิดของผู้ประเมิน กำหนดดังนี้

1 คือ มีผู้ประเมินคนเดียว

k มีผู้ประเมินสองคนขึ้นไป

McGraw & Wong (1996)

MS_R คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างแถว

MS_W คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

MS_E คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

MS_C คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างสดมภ์

n คือ จำนวนหน่วยตัวอย่าง

k คือ จำนวนผู้ประเมิน/วิธีการวัด/เครื่องมือวัด

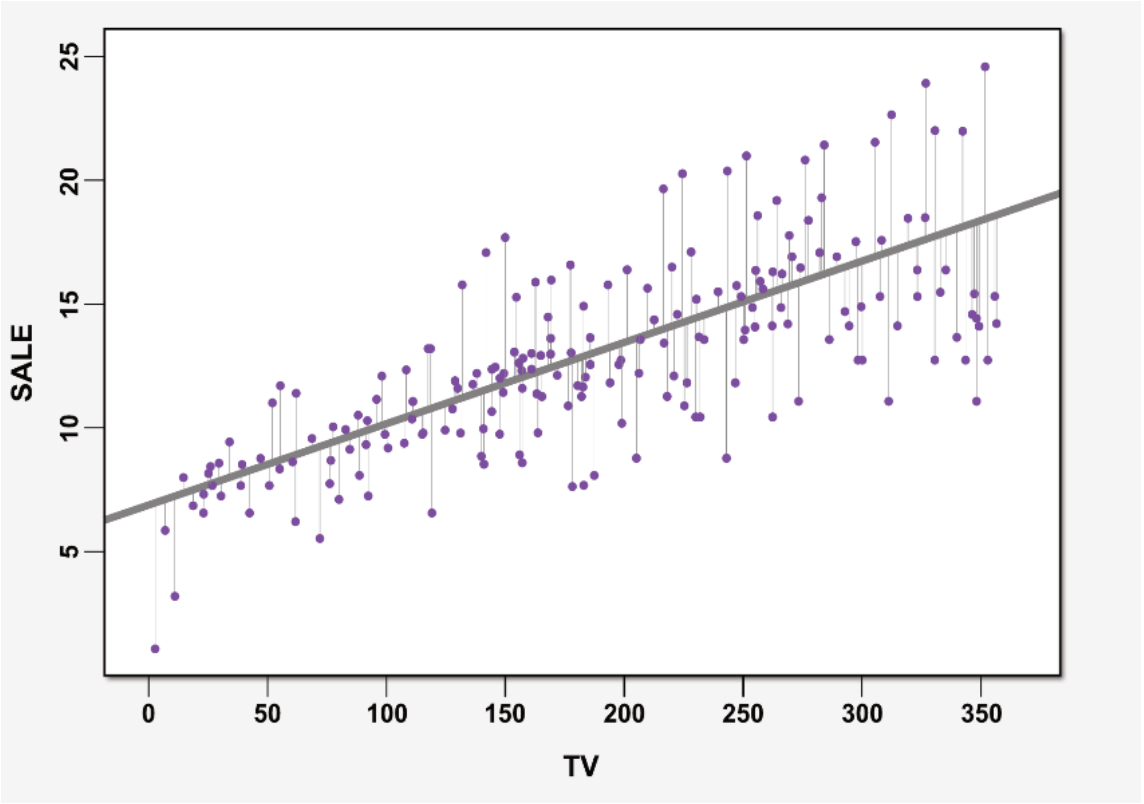
2.3 การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งได้แก่ตัวประมาณการ (Predictor, X) และตัวตอบสนอง (Response, y) โดยเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น (Linear) ทั้งนี้ในขั้นตอนการทำ Regression ต้องมีการเก็บจำนวน Sample space จำนวนมากพอ นั้นคือ มี x และ y ที่มีความสัมพันธ์กันหลายๆ ครั้ง เพื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์

$$y = ax + b$$

เมื่อ a คือ ความชัน

b คือ จุดตัดแกน Y



รูปที่ 1-143 Simple Linear Regression

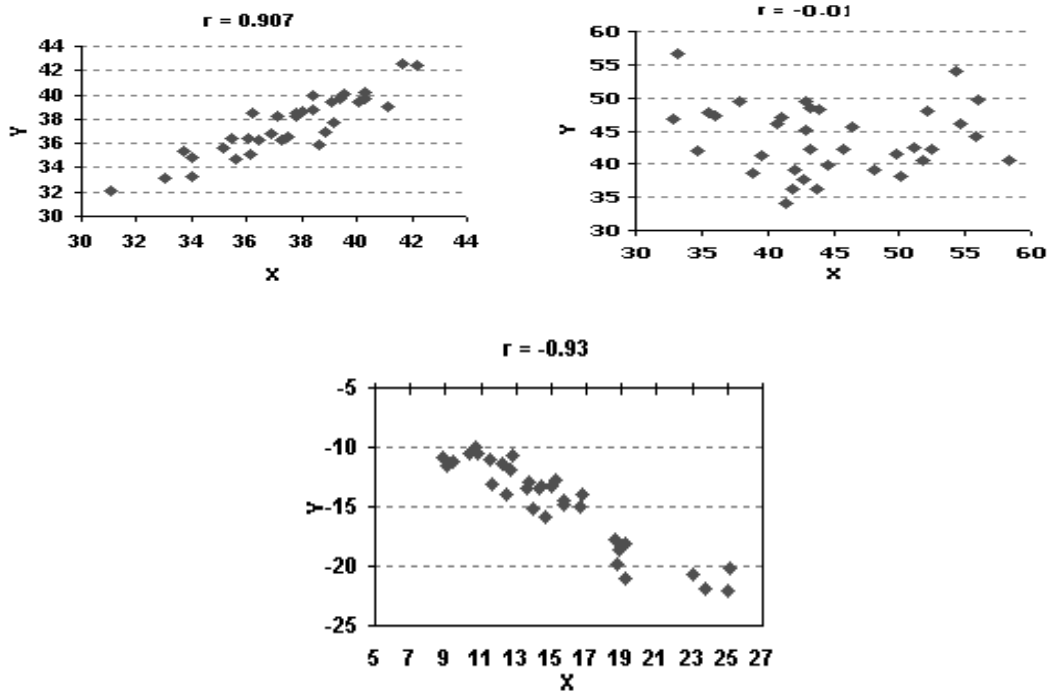
2.4 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการดูทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยมี Correlation Coefficient (r) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์นี้ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ซึ่งหากมีค่าใกล้ -1.0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าใกล้ +1.0 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากมีค่าเป็น 0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) คำนวณได้ดังนี้

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

เมื่อ x_i, y_i คือ ค่าใด ๆ ของแต่ละตัวแปรที่เป็นคู่กัน

$\bar{x}, \bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวแปร



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

2.5 2RMSE

RMSE ย่อมาจาก “Root Mean Square Error” เป็นการวัดทางสถิติของปริมาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การคำนวณนั้นสามารถคำนวณหาอนุกรมของค่าใด ๆ หรือฟังก์ชันใด ๆ ที่แปรผันต่อเนื่อง ทั้งนี้ คำว่า root mean square ก็คือ "รากที่สองของค่าเฉลี่ย" ของค่านั้น ๆ ยกกำลังสอง ด้วยเหตุนี้เราจึงถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยยกกำลัง

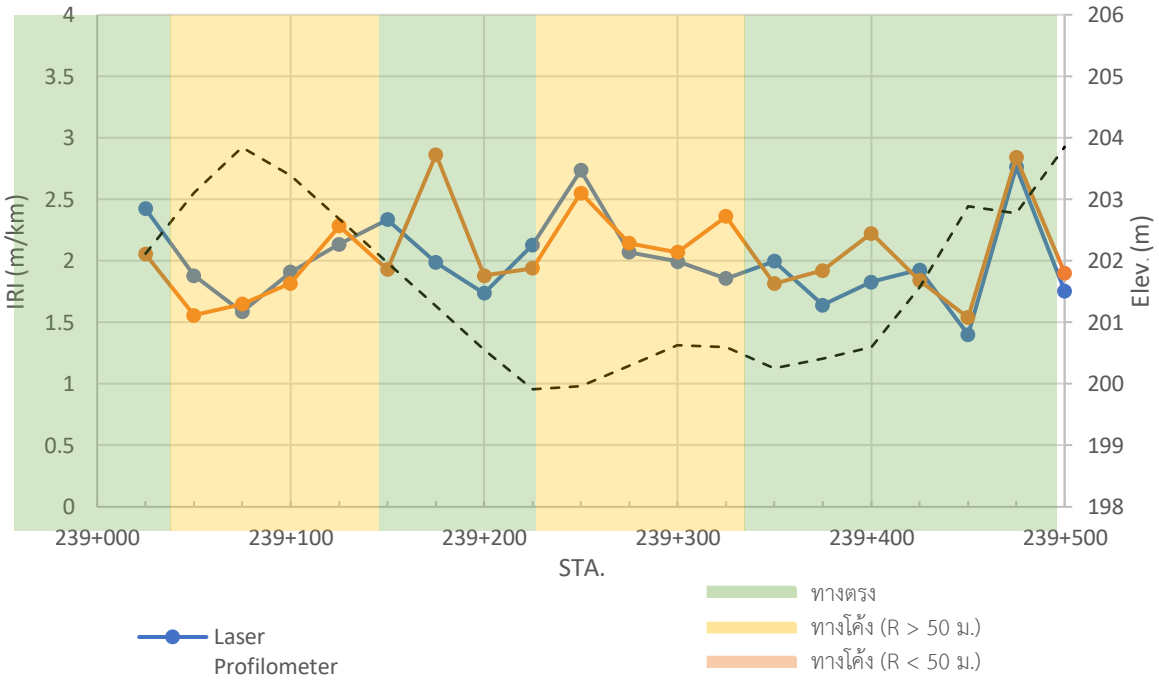
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum \left(prediction - actual \right)^2}$$

ค่า RMSE ถูกใช้เพื่อหาค่า loss ระหว่าง prediction และ actual หรือนำมาใช้หาค่า error ระหว่างข้อมูลสองชนิด โดยค่า RMSE ยิ่งต่ำยิ่งดี ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แปลว่าข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าเท่ากัน 100% แต่ถ้ายิ่งมีค่ามากแปลว่าข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันมาก ในทางปฏิบัติโอกาสที่ค่า RMSE = 0 เป็นไปได้ยากมาก

3. ผลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)

ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ได้ผลการสำรวจดังนี้

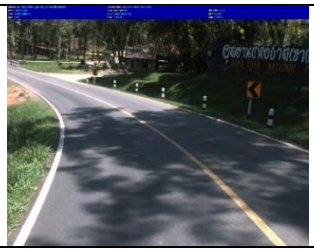
3.1 ทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์ ช่วง กม.239+000 – 239+500 แขวงทางหลวงกาญจนบุรี



รูปที่ 1-145 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์ ช่วง กม.239+000 – 239+500 แขวงทางหลวงกาญจนบุรี

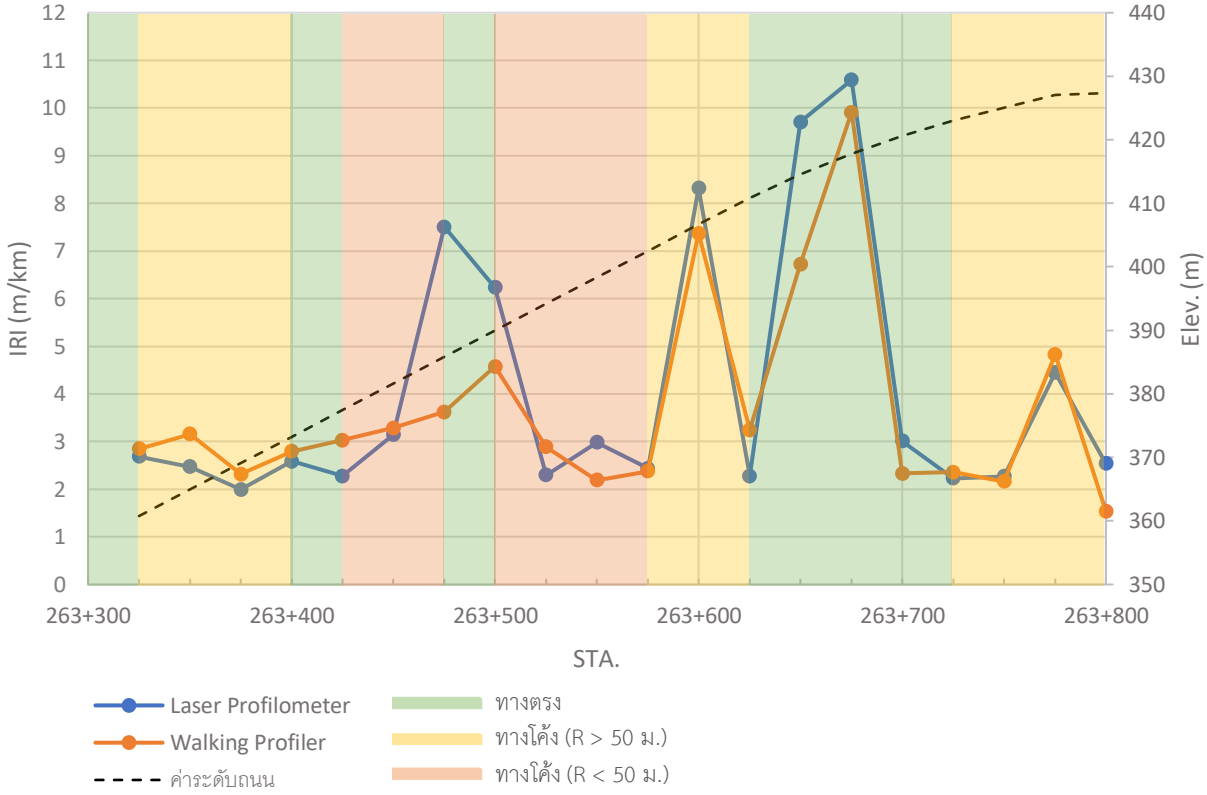
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือมีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	150+239	175+239	200+239
ความเร็ว (km/hr)	40	42	45
IRI (m/km) Walking Profiler	1.928	2.864	1.88
IRI (m/km) Laser Profilometer	2.335	1.987	1.737
รัศมีโค้ง (m)	66	66	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	-2.839%	-2.839%	-2.839%

ช่วง STA.239+175 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกัน เพราะความเร็วในการเข็นรถเข็น (Walking Profiler) ไม่คงที่ ผู้สำรวจอาจเร่งหรือหน่วงความเร็วในการเดินแบบทันทีทันใด

3.2 ทางหลวงหมายเลข 323 ตอนควบคุม 0206 ทองผาภูมิ – เจดีย์สามองค์ ช่วง กม.263+300 – 263+800 แขวงทางหลวงกาญจนบุรี



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

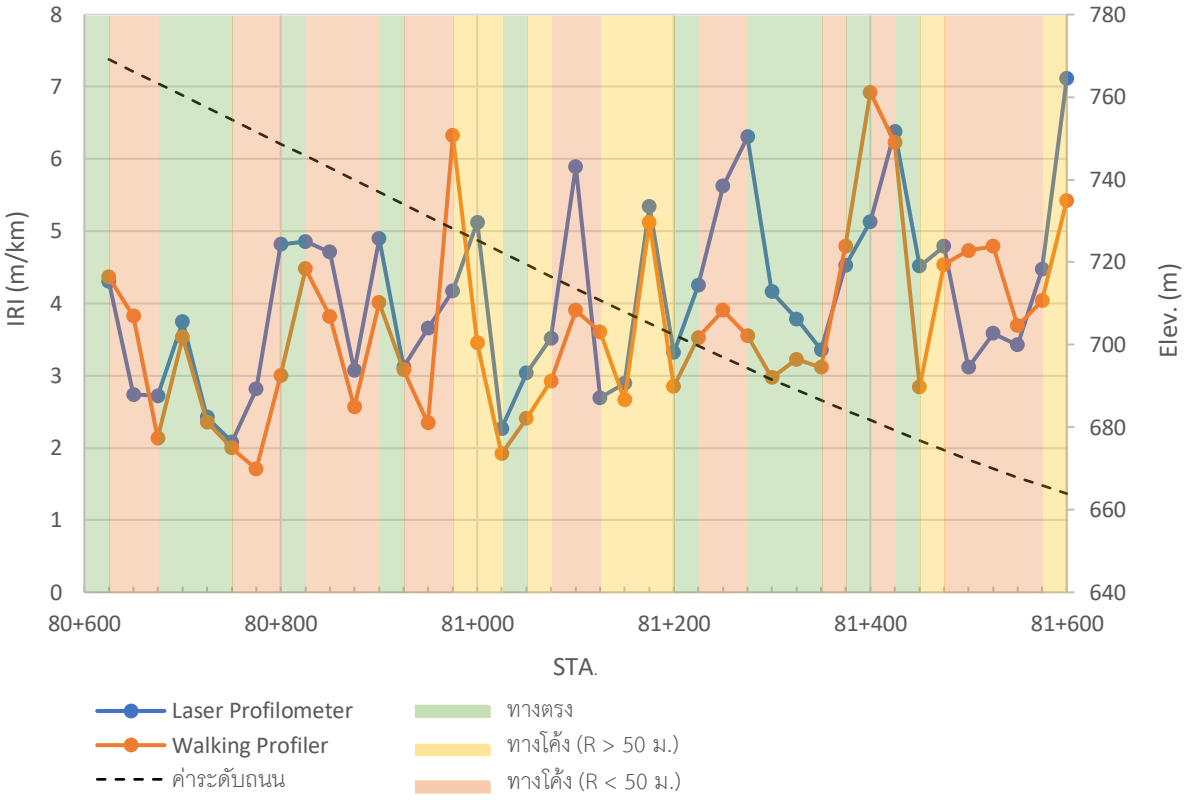
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือมีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	450+263	475+263	500+263
ความเร็ว (km/hr)	20	22	25
IRI (m/km) Walking Profiler	3.285	3.622	4.575
IRI (m/km) Laser Profilometer	3.144	7.506	6.234
รัศมีโค้ง (m)	24	24	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+16.696%	+16.696%	+16.696%

ช่วง STA.263+475 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนเป็นช่วงทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวก่อนเข้าโค้ง และถนนมีความลาดชันสูงขึ้น จึงต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ

3.3 ทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0201 กิ่วคอหมา – แม่นะ ช่วง กม.80+600 - 81+600 แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน



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

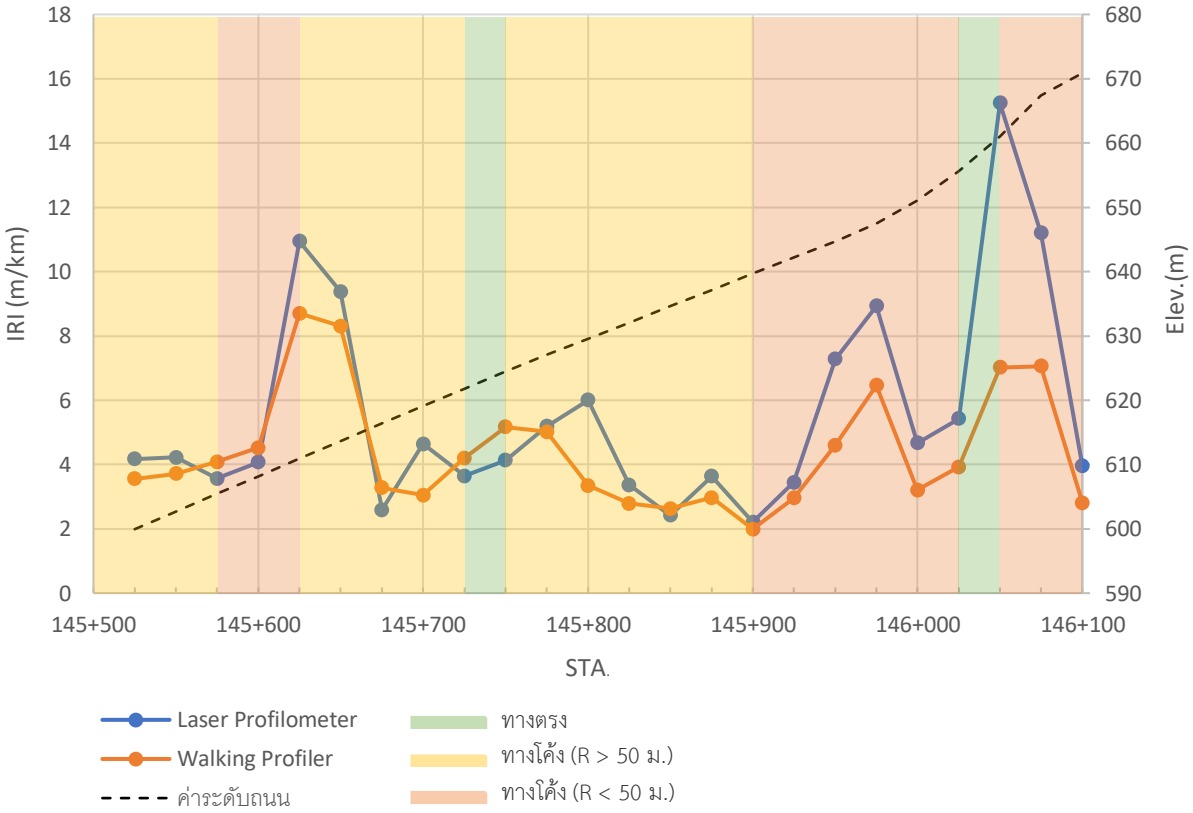
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	250+81	275+81	300+81
ความเร็ว (km/hr)	32	32	35
IRI (m/km) Walking Profiler	3.906	3.554	2.971
IRI (m/km) Laser Profilometer	5.624	6.308	4.162
รัศมีโค้ง (m)	34	34	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	-10.860%	-10.860%	-10.860%

ช่วง STA.81+275 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกัน เพราะถนนเป็นช่วงทางโค้งรัศมีแคบและมีความลาดชันลดลง พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวก่อนเข้าโค้ง

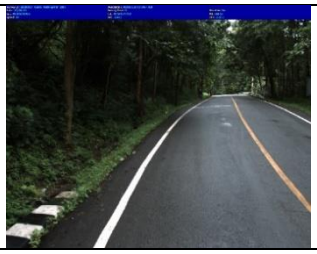
3.4 ทางหลวงหมายเลข 1095 ตอนควบคุม 0202 แม่นะ - ท่าไคร้ ช่วง กม. 145+500 - 146+100 แขวงทางหลวงแม่ฮ่องสอน



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

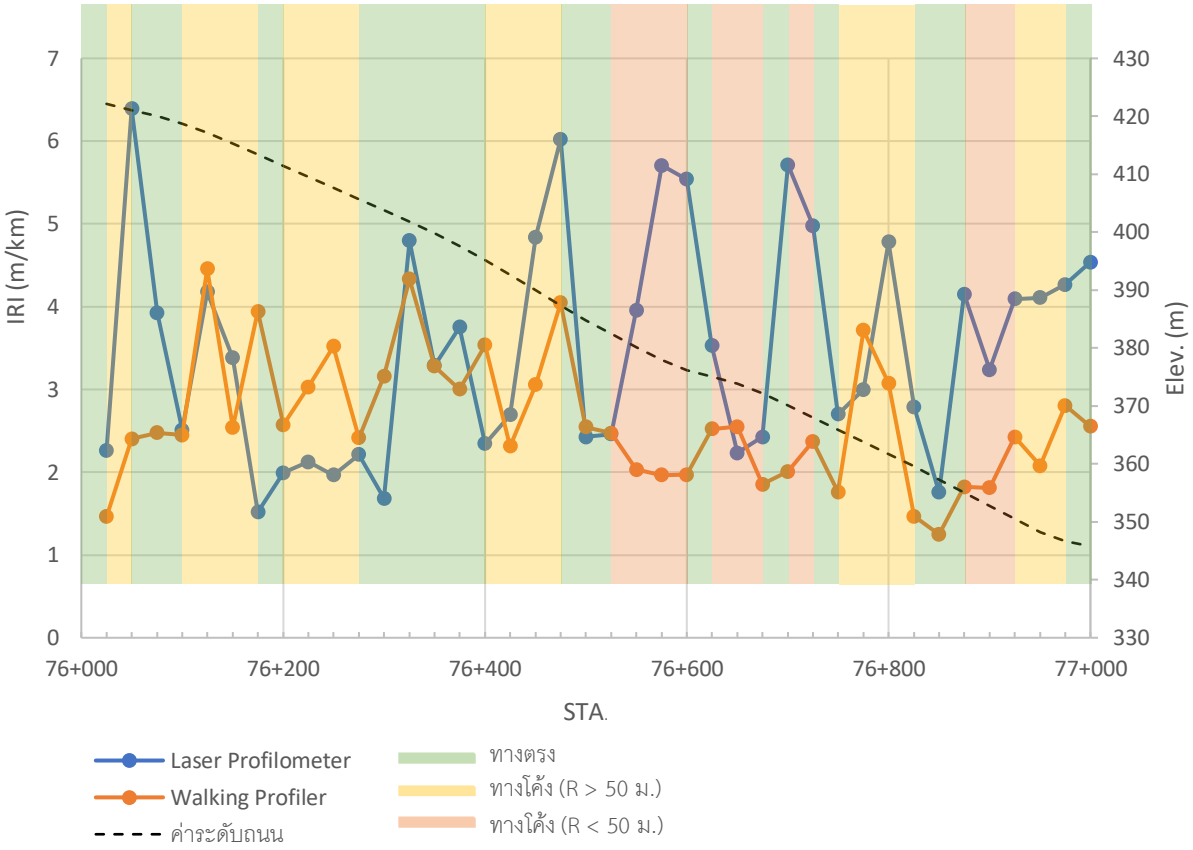
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	000+146	050+146	100+146
ความเร็ว (km/hr)	32	20	26
IRI (m/km) Walking Profiler	3.211	7.016	2.806
IRI (m/km) Laser Profilometer	4.671	15.239	3.949
รัศมีโค้ง (m)	ทางตรง	ทางตรง	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+27.311%	+27.311%	+27.311%

ช่วง STA.146+050 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนมีความลาดชันสูงขึ้น ต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ

3.5 ทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ - หาดไร่ ช่วง กม. 76+000 - 77+000 แขวงทางหลวงน่านที่ 1



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

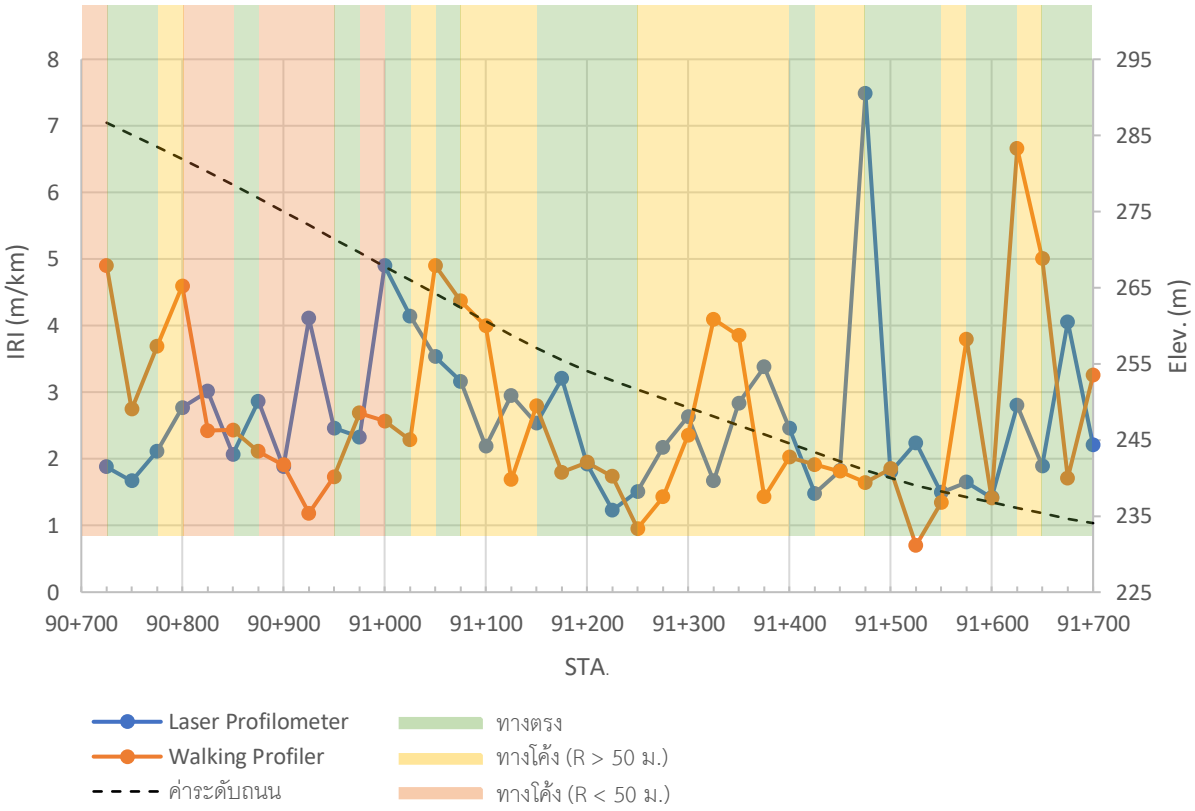
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	025+76	050+76	075+76
ความเร็ว (km/hr)	47	48	
IRI (m/km) Walking Profiler	1.462	2.401	2.476
IRI (m/km) Laser Profilometer	2.261	6.388	3.928
รัศมีโค้ง (m)	ทางตรง	600	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	-4.263%	-4.263%	-4.263%

ช่วง STA.76+050 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนมีความลาดชันต่ำลงทำให้พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนใช้เกียร์ต่ำ เพื่อรักษาความเร็วให้คงที่และเหมาะสมต่อการสำรวจ

3.6 ทางหลวงหมายเลข 1243 ตอนควบคุม 0201 ห้วยไผ่ - หาดไร่ ช่วง กม.90+700 - 91+700 แขวงทางหลวงน่านที่ 1



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

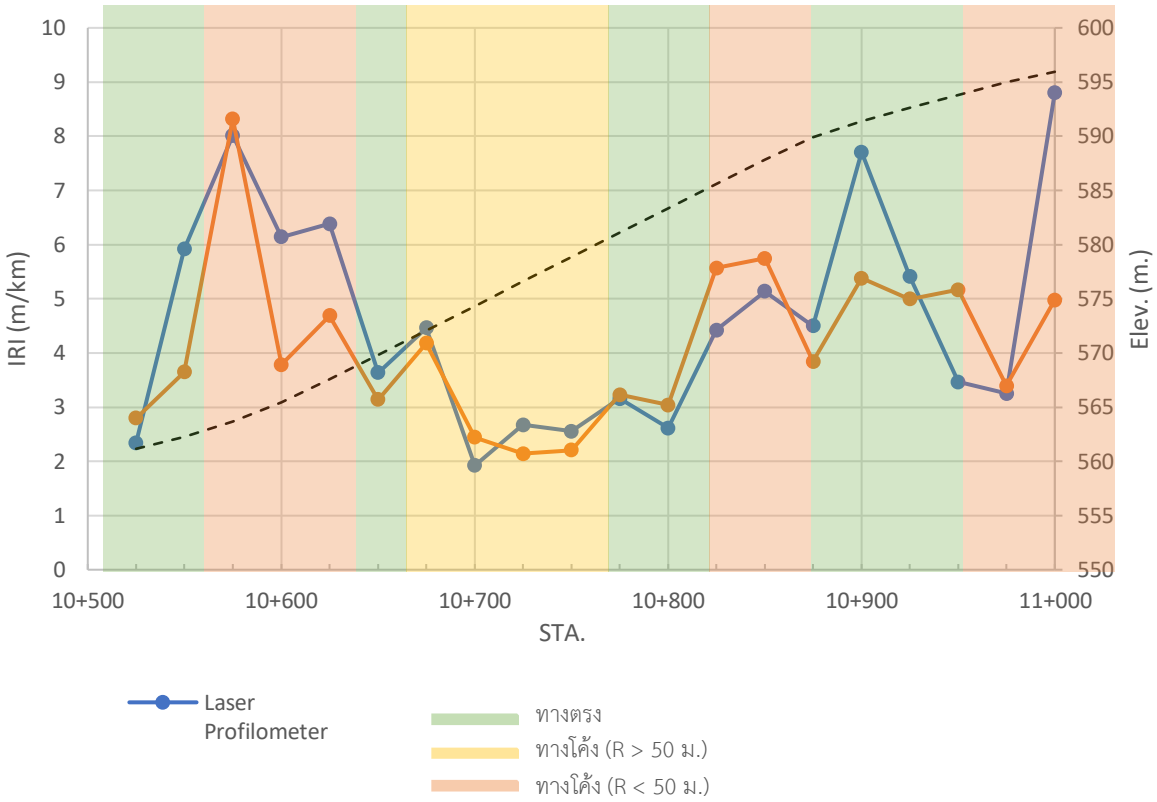
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	425+91	475+91	500+91
ความเร็ว (km/hr)	53	50	51
IRI (m/km) Walking Profiler	1.917	1.645	2.027
IRI (m/km) Laser Profilometer	1.480	7.488	2.463
รัศมีโค้ง (m)	ทางตรง	75	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	-4.731%	-4.731%	-4.731%

ช่วง STA.91+475 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนมีความลาดชันต่ำลงทำให้พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนใช้เกียร์ต่ำเพื่อรักษาความเร็วให้คงที่และเหมาะสมต่อการสำรวจ

3.7 ทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน ช่วง กม.10+500 - 11+000 แขวงทางหลวงแพร่



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

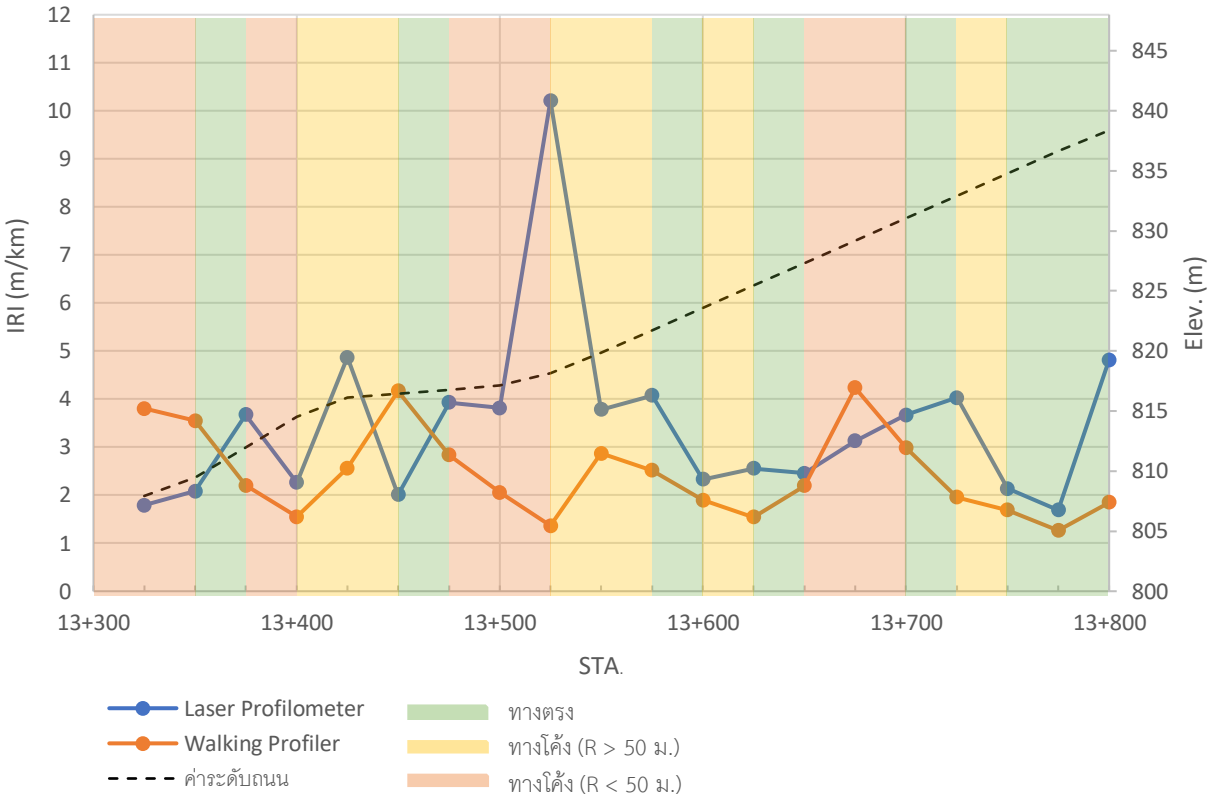
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	875+10	900+10	925+10
ความเร็ว (km/hr)	35	37	35
IRI (m/km) Walking Profiler	4.500	7.706	5.412
IRI (m/km) Laser Profilometer	3.845	5.377	4.993
รัศมีโค้ง (m)	ทางตรง	ทางตรง	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+4.795%	+4.795%	+4.795%

ช่วง STA.10+900 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะความเร็วในการเข็นรถเข็น (Walking Profiler) ไม่คงที่ ผู้สำรวจอาจเร่งหรือหน่วงความเร็วในการเดินแบบทันทีทันใด

3.8 ทางหลวงหมายเลข 1216 ตอนควบคุม 0100 ห้วยแก๊ต - ขุนสถาน ช่วง กม. 13+300 - 13+800 แขวงทางหลวงแพร่



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

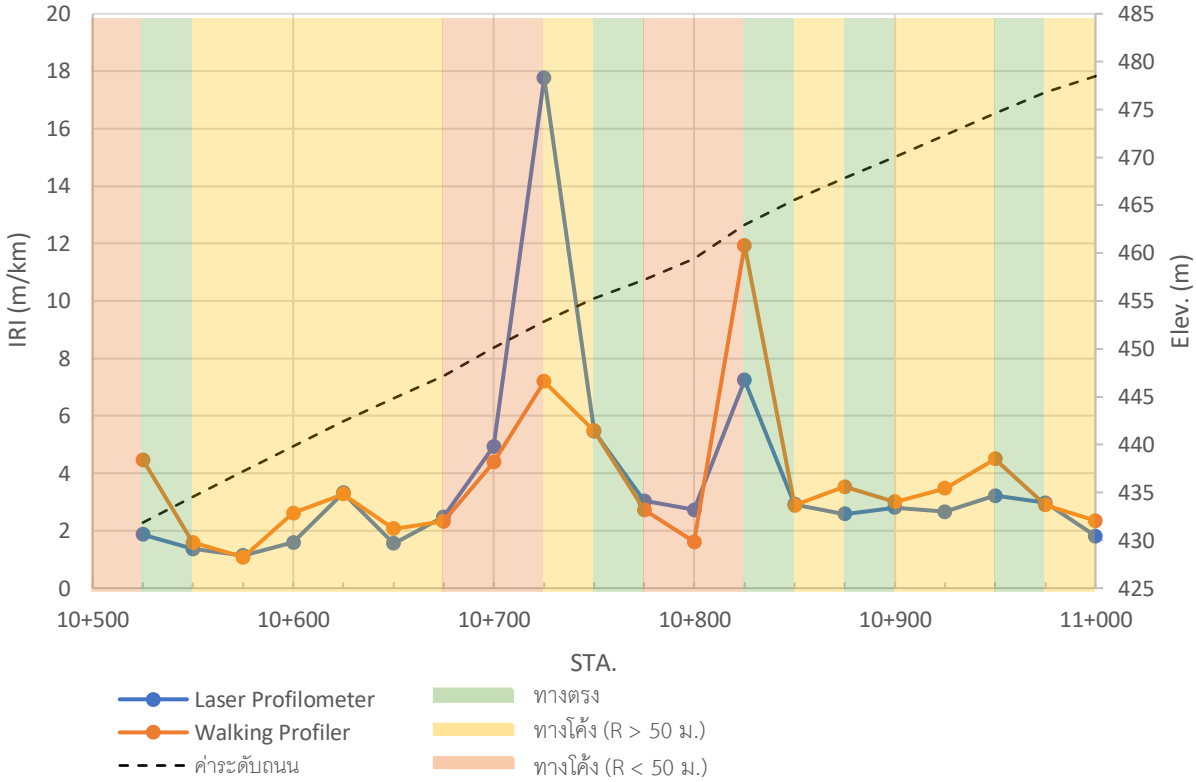
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	500+13	525+13	550+13
ความเร็ว (km/hr)	34	25	32
IRI (m/km) Walking Profiler	3.816	10.211	3.783
IRI (m/km) Laser Profilometer	2.057	1.363	2.866
รัศมีโค้ง (m)	17	17	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+7.467%	+7.467%	+7.467%

ช่วง STA.13+525 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกัน เพราะถนนมีความลาดชันสูง ความเร็วในการเข็นรถเข็น (Walking Profiler) ไม่คงที่ ผู้สำรวจอาจเร่งหรือหน่วงความเร็วในการเดินแบบทันทีทันใด

3.9 ทางหลวงหมายเลข 1256 ตอนควบคุม 0101 ปัว - อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ช่วง กม.10+500 – 11+000 แขวงทางหลวงน่านที่ 2



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

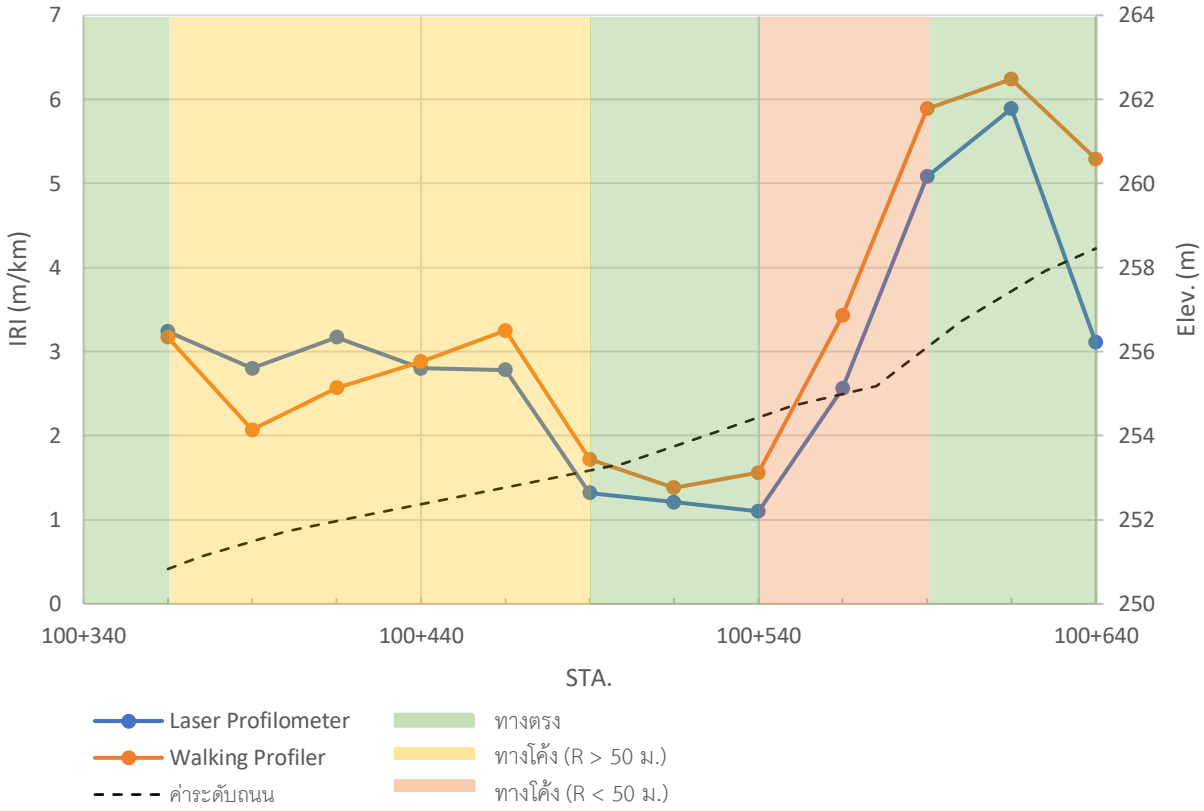
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	10+700	10+725	10+750
ความเร็ว (km/hr)	21	28	32
IRI (m/km) Walking Profiler	2.442	7.198	5.475
IRI (m/km) Laser Profilometer	1.922	17.771	5.462
รัศมีโค้ง (m)	ทางตรง	13	50
ความลาดชัน (%)	+12.024%	+9.737%	+9.737%

ช่วง STA.10+725 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนมีความลาดชันสูงขึ้นต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ และถนนเป็นทางโค้งรัศมีแคบ รถเข็น (Walking Profiler) ล้อไม่สามารถเลี้ยวได้ ผู้สำรวจจึงต้องฝืนให้เลี้ยวไปตามโค้งทำให้ได้ค่า IRI สูงขึ้น

3.10 ทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ ช่วง กม.100+340 - 100+640 แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1



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

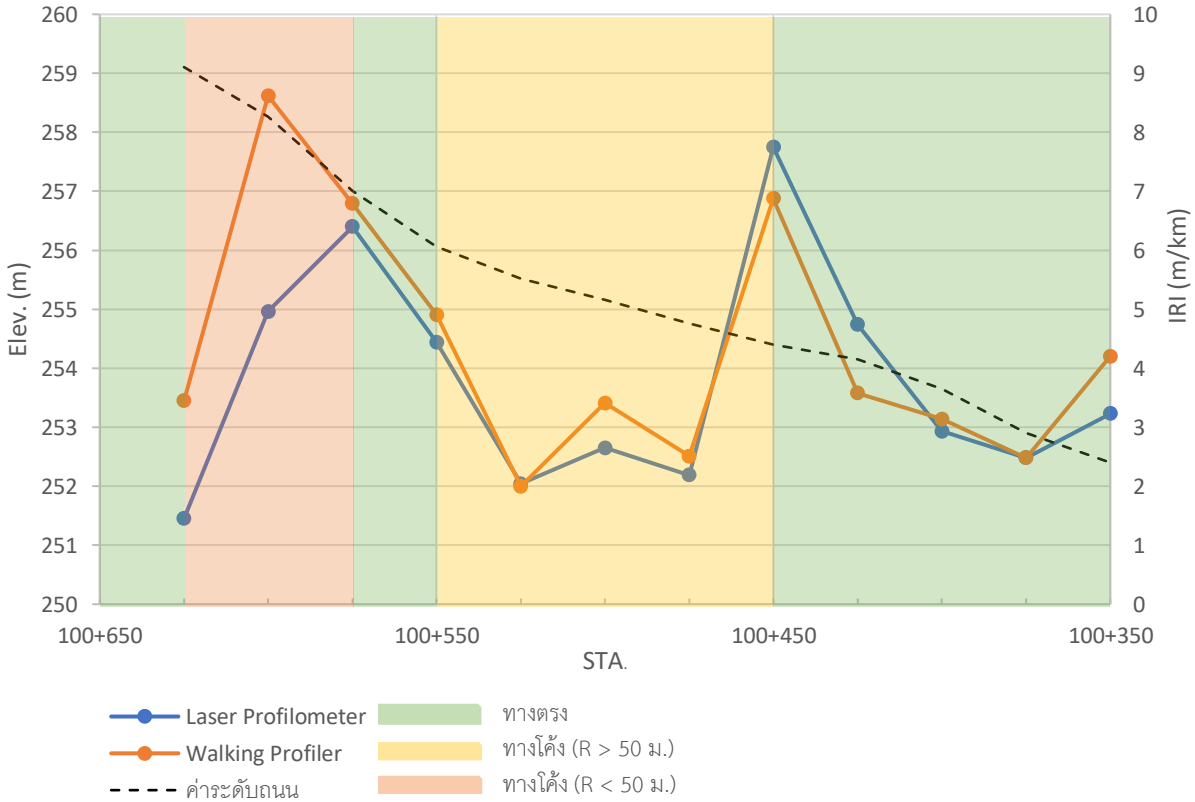
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	100+565	100+590	100+615
ความเร็ว (km/hr)	25.3	25.5	25.3
IRI (m/km) Walking Profiler	2.92	4.68	7.03
IRI (m/km) Laser Profilometer	3.26	6.52	6.83
รัศมีโค้ง (m)	32	32	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+6.206%	+6.206%	+3.521%

ช่วง STA.100+590 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนเป็นทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวก่อนเข้าโค้ง และถนนมีความลาดชันสูงขึ้นต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ

3.11 ทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ ช่วง กม.100+650 - 100+350 แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1



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

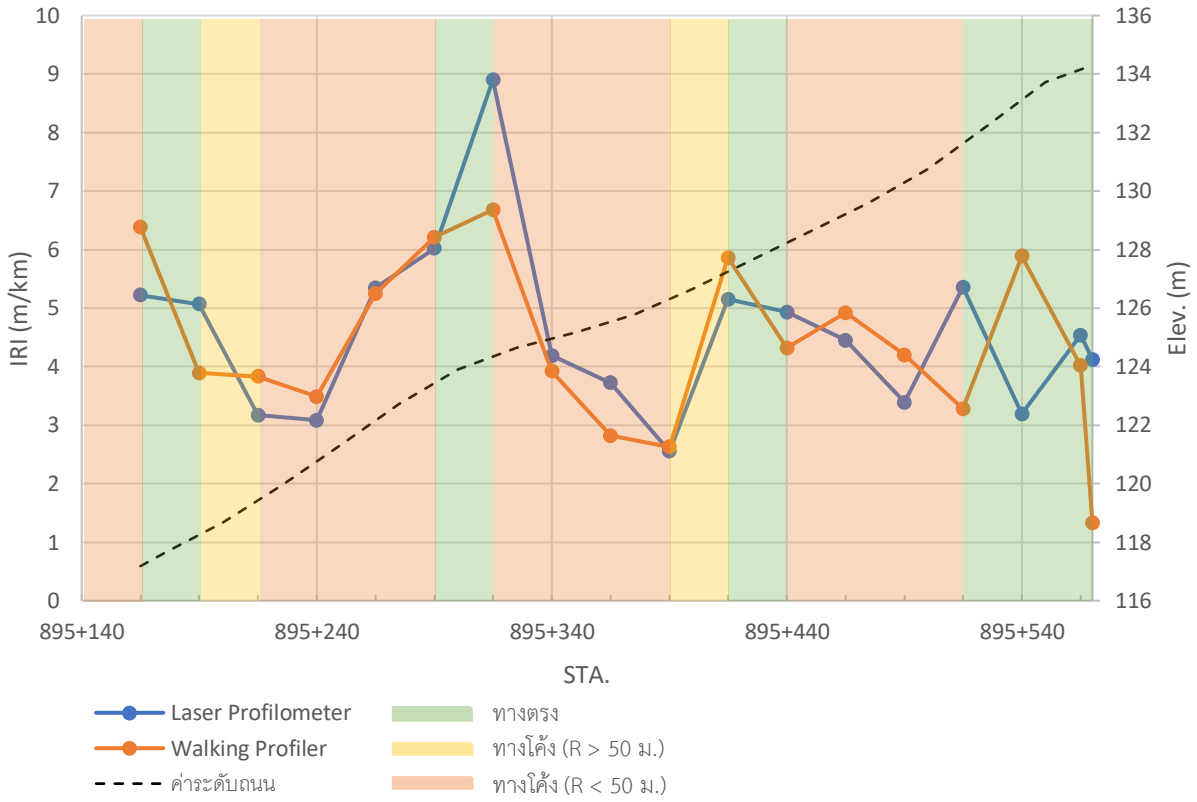
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือมีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

ตารางที่ 1-72 ผลสำรวจทางหลวงหมายเลข 213 ตอนควบคุม 0301 สมเด็จ-สร้างค้อ แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1 ช่วงกม.100+500

รูปภาพ			
STA.	100+525	100+500	100+475
ความเร็ว (km/hr)	30.6	31.3	31.4
IRI (m/km) Walking Profiler	2.21	2.48	2.20
IRI (m/km) Laser Profilometer	2.07	3.56	2.36
รัศมีโค้ง (m)	420	420	420
ความลาดชัน (%)	-2.051%	-1.235%	-1.235%

ช่วง STA.100+500 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกัน เพราะถนนมีความลาดชันต่ำลงทำให้พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนใช้เกียร์ต่ำ เพื่อรักษาความเร็วให้คงที่และเหมาะสมต่อการสำรวจ

3.12 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ ช่วง กม.895+140 - 895+570 แขวงทางหลวงพังงา



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

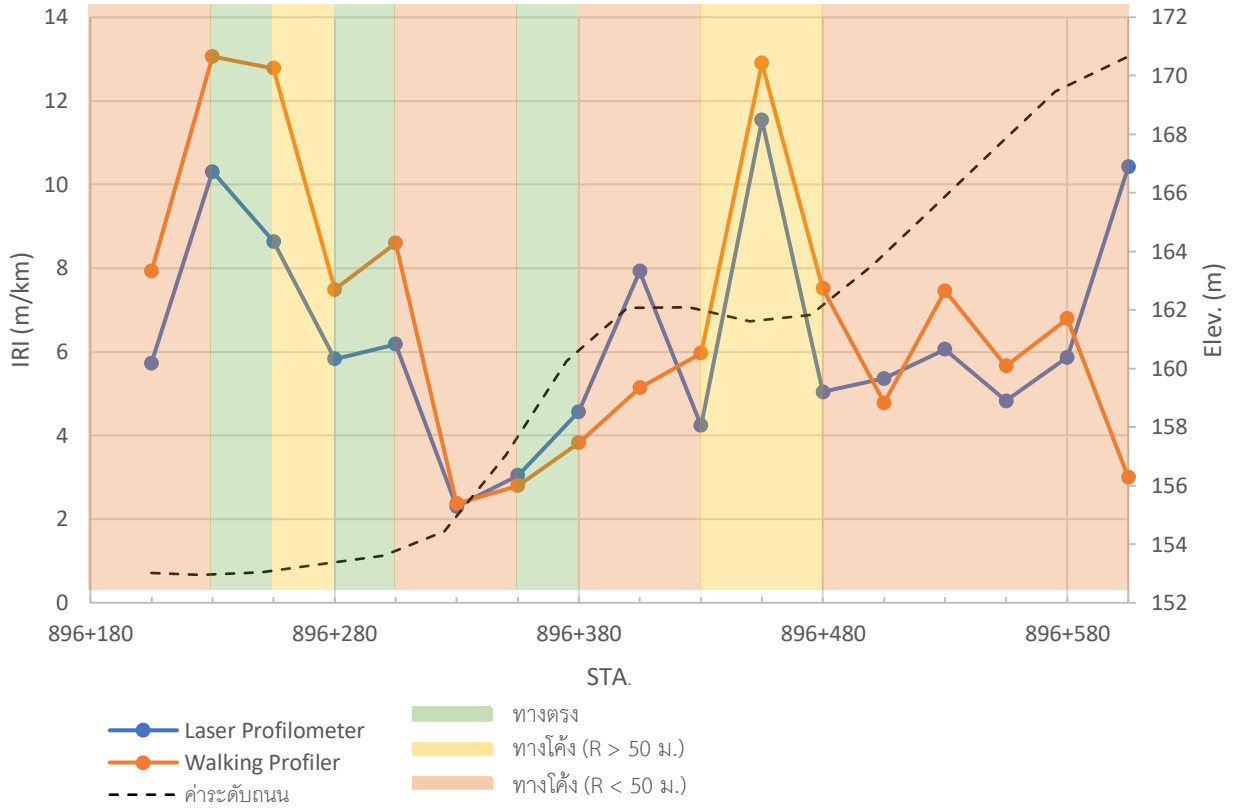
จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่า บางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	895+265	895+290	895+315
ความเร็ว (km/hr)	17	21	24
IRI (m/km) Walking Profiler	6.21	6.68	3.92
IRI (m/km) Laser Profilometer	6.02	8.90	4.19
รัศมีโค้ง (m)	23	45	ทางตรง
ความลาดชัน (%)	+5.594%	+5.594%	+2.067%

ช่วง STA.895+290 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนเป็นทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวก่อนเข้าโค้ง และถนนมีความลาดชันสูงขึ้นต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ

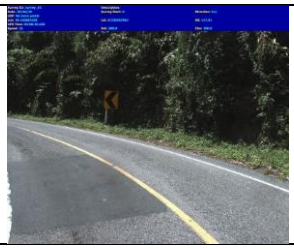
3.13 ทางหลวงหมายเลข 4 ตอนควบคุม 0903 คลองบางดินสอ - นาเหนือ ช่วง กม.896+180 - 896+605 แขวงทางหลวงพังงา



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

จากข้อมูลการสำรวจค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่าบางช่วงค่า IRI ที่ได้จากการสำรวจของทั้ง 2 เครื่องมือ มีค่าต่างกันค่อนข้างมากซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างได้ดังนี้

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

รูปภาพ			
STA.	896+355	896+380	896+405
ความเร็ว (km/hr)	19	20	21
IRI (m/km) Walking Profiler	3.82	5.14	5.97
IRI (m/km) Laser Profilometer	4.57	7.93	4.24
รัศมีโค้ง (m)	23	ทางตรง	10
ความลาดชัน (%)	+13.134%	+13.134%	+13.134%

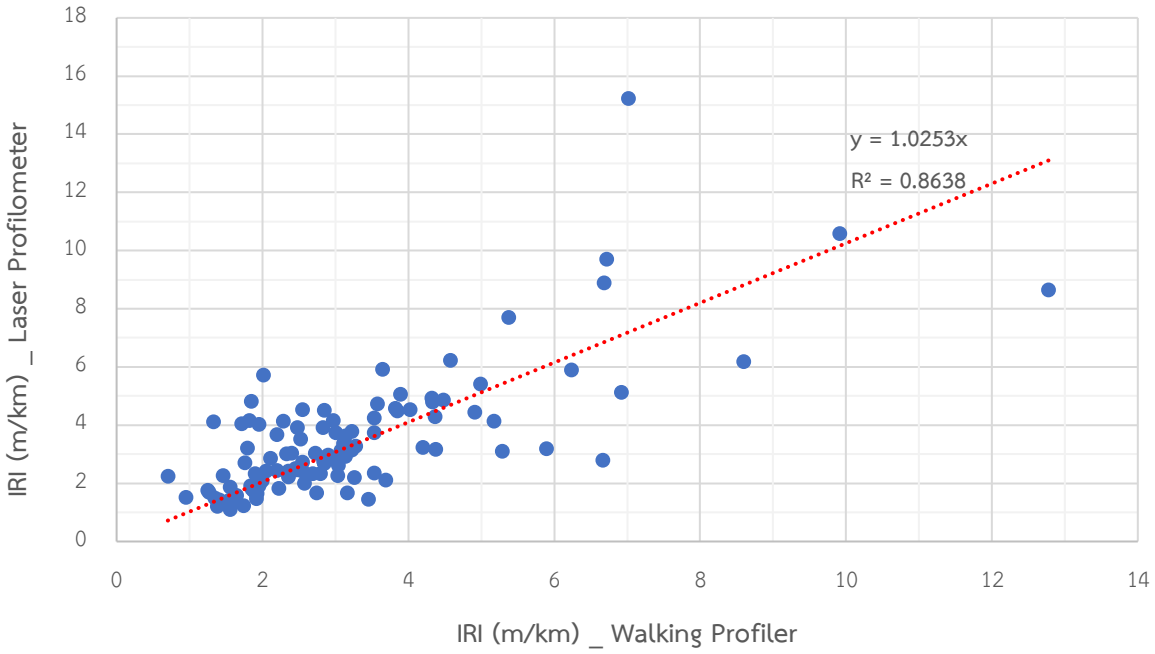
ช่วง STA.896+380 ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่สำรวจได้จากสำรวจโดยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) มีความแตกต่างกันเพราะถนนเป็นทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวก่อนเข้าโค้ง และถนนมีความลาดชันสูงขึ้นต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจเพื่อรักษาความเร็วให้เหมาะสมต่อการสำรวจ

4. ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูล

ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) แยกตามลักษณะถนนตามตารางที่ 1-75 ถึง ตารางที่ 1-77

ตารางที่ 1-75 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูลช่วงทางตรง

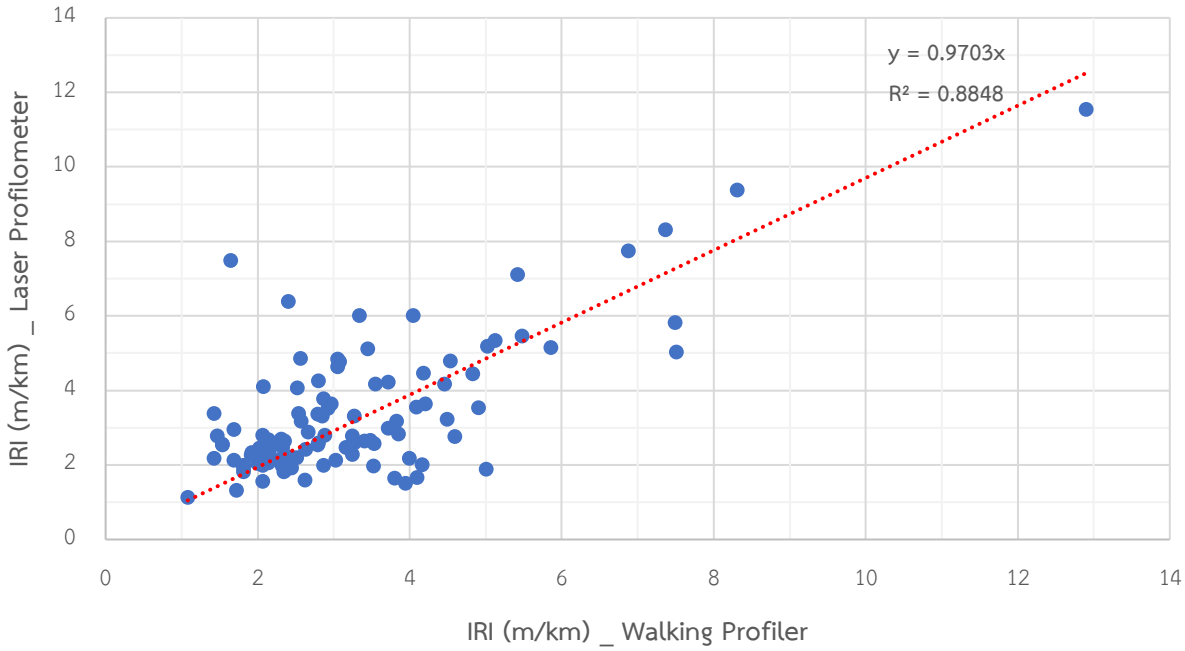
สถิติ	ค่าทางสถิติ	การแปลผลข้อมูล
RMSE_ Walking Profiler	0.178	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Laser Profilometer	0.201	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Walking Profiler & Laser Profilometer	0.144	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC)	0.834	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องดี
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	0.729	มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 - ค่าใกล้ -1.0 สัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม - ค่าใกล้ +1.0 สัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก - ค่าเป็น 0 ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
ความชันของกราฟ Linear Regression (กรณีที่มีค่าตัดแกน Y = 0)	1.025	ต่างจาก 1.00 เท่ากับ 0.025 (หากมีค่าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลสอดคล้องกันดีมาก)
R^2	0.864	ค่าใกล้ 1.0 แสดงว่า โมเดลทำนายผลได้ดีมาก
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย (%)	27.12	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)		
ค่าเฉลี่ย IRI_ Walking Profiler (m/km)	3.185	
ค่าเฉลี่ย IRI_ Laser Profilometer (m/km)	3.481	
ค่าเฉลี่ย IRI รวมทั้ง 2 เครื่องมือ (m/km)	3.333	



รูปที่ 1-158 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) จากเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ในช่วงทางตรง

ตารางที่ 1-76 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูลช่วงทางโค้ง R > 50 ม.

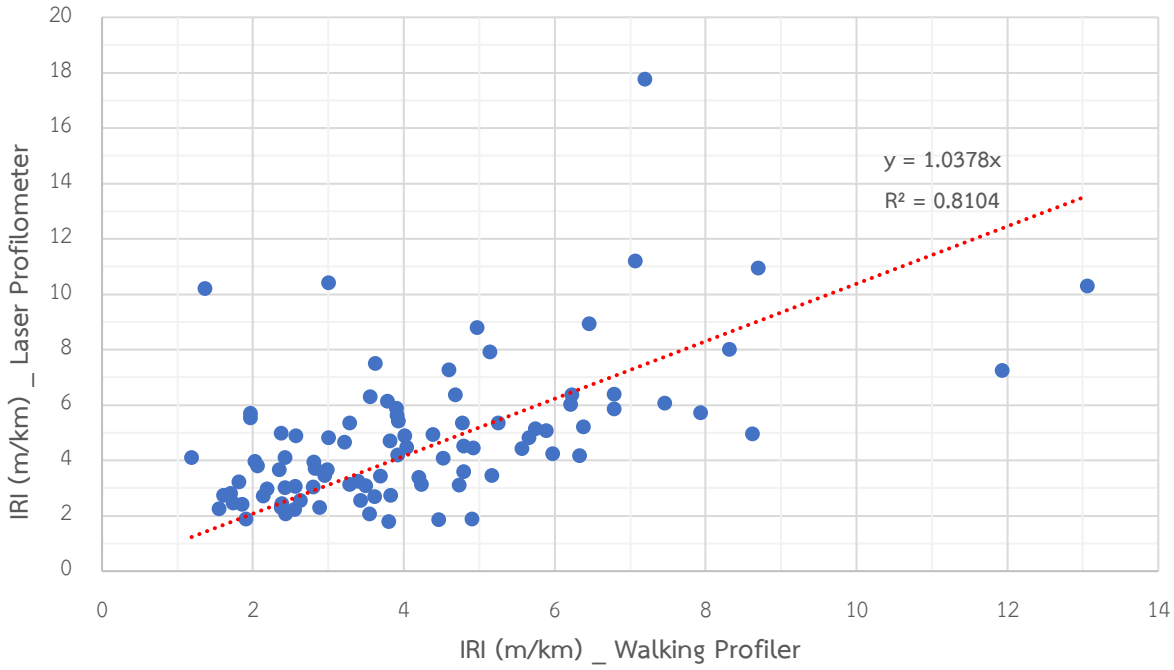
สถิติ	ค่าทางสถิติ	การแปลผลข้อมูล
RMSE_ Walking Profiler	0.171	ค่าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Laser Profilometer	0.179	ค่าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Walking Profiler & Laser Profilometer	0.131	ค่าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC)	0.840	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องดี
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	0.724	มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 - ค่าใกล้ -1.0 สัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม - ค่าใกล้ +1.0 สัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก - ค่าเป็น 0 ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
ความชันของกราฟ Linear Regression (กรณีที่มีค่าตัดแกน Y = 0)	0.970	ต่างจาก 1.00 เท่ากับ 0.030 (หากมีค่าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลสอดคล้องกันดีมาก)
R^2	0.886	ค่าใกล้ 1.0 แสดงว่าโมเดลทำนายผลได้ดีมาก
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย (%)	28.48	ค่าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)		
ค่าเฉลี่ย IRI_ Walking Profiler (m/km)	3.314	
ค่าเฉลี่ย IRI_ Laser Profilometer (m/km)	3.405	
ค่าเฉลี่ย IRI รวมทั้ง 2 เครื่องมือ (m/km)	3.360	



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

ตารางที่ 1-77 ผลการวัดความสอดคล้อง (Agreement Measurement) และความสัมพันธ์ของข้อมูลช่วงทางโค้ง R < 50 ม.

สถิติ	ค่าทางสถิติ	การแปลผลข้อมูล
RMSE_ Walking Profiler	0.224	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Laser Profilometer	0.264	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Walking Profiler & Laser Profilometer	0.246	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC)	0.673	ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องพอใช้
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	.0536	มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 - ค่าใกล้ -1.0 สัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม - ค่าใกล้ +1.0 สัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก ค่าเป็น 0 ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
ความชันของกราฟ Linear Regression (กรณีที่มีค่าตัดแกน Y = 0)	1.038	ต่างจาก 1.00 เท่ากับ 0.038 (หากมีค่าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลสอดคล้องกันดีมาก)
R^2	0.810	ค่าใกล้ 1.0 แสดงว่า โมเดลทำนายผลได้ดีมาก
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)	35.08	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI)		
ค่าเฉลี่ย IRI_ Walking Profiler (m/km)	4.186	
ค่าเฉลี่ย IRI_ Laser Profilometer (m/km)	4.795	
ค่าเฉลี่ย IRI รวมทั้ง 2 เครื่องมือ (m/km)	4.490	



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

5. สรุปวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 1-78 สรุปผลค่าทางสถิติและการแปลผลข้อมูล

สถิติ	ค่าทางสถิติ			การแปลผลข้อมูล
	ทางตรง	ทางโค้ง R>50 ม.	ทางโค้ง R<50 ม.	
RMSE_ Walking Profiler	0.178	0.171	0.224	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Laser Profilometer	0.201	0.179	0.264	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลต่างจาก mean น้อยมาก
RMSE_ Walking Profiler & Laser Profilometer	0.144	0.131	0.246	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC)	0.834	0.840	0.673	ค่าใกล้ 1.0 ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องดีมาก
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	0.729	0.724	.0536	มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 - ค่าใกล้ -1 สัมพันธ์กันอย่างมากในเชิงตรงกันข้าม - ค่าใกล้ +1.0 สัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก ค่าเป็น 0 ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
ความชันของกราฟ Linear Regression (กรณีที่มีค่าตัดแกน Y = 0)	1.025	0.970	1.038	ค่าใกล้ 1.00 แสดงว่า ข้อมูลสอดคล้องกันดีมาก
R^2	0.864	0.886	0.810	ค่าใกล้ 1.00 แสดงว่า โมเดลทำนายผลได้ดีมาก
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%)	27.12	28.48	35.08	ค่าใกล้ 0 แสดงว่า ข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก
ค่าดัชนีความขรุขระสากล)International Roughness Index, IRI)				
ค่าเฉลี่ย IRI รวมทั้ง 2 เครื่องมือ (m/km)	3.333	3.360	4.490	–

1) ผลการประเมินความสอดคล้อง (Agreement Measurement) ของค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ระหว่างเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient , ICC) พบว่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลมีความสอดคล้องเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ 1. ทางโค้ง R > 50 ม. 2. ทางตรง 3. ทางโค้ง R < 50 ม.
2) ผลการประเมินความสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ระหว่างเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) พบว่าความสัมพันธ์กันของข้อมูลเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ 1. ทางตรง 2. ทางโค้ง R > 50 ม. 3. ทางโค้ง R < 50 ม.
3) ผลการคำนวณค่า RMSE (Root Mean Square Error) เพื่อหาค่า loss ของค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ระหว่างเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) พบว่ามีค่า loss ของข้อมูลเรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ 1. ทางโค้ง R > 50 ม. 2. ทางตรง 3. ทางโค้ง R < 50 ม.
4) ความชันของกราฟ Linear Regression (กรณีที่มีค่าตัดแกน Y = 0) ของค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ระหว่างเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ซึ่งหากมีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันอย่างมาก โดยพบว่าความชันของกราฟ Linear Regression มีค่าเข้าใกล้ 1.00 เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ 1. ทางตรง 2. ทางโค้ง R > 50 ม. 3. ทางโค้ง R < 50 ม.
5) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%) ของค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ระหว่างเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler)ซึ่งหากยิ่งเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลสองชนิดที่นำมาเปรียบเทียบกันมีค่าต่างกันน้อยมาก โดยพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (%) มีค่าเข้าใกล้ 0 เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ 1. ทางตรง 2. ทางโค้ง R > 50 ม. 3. ทางโค้ง R < 50 ม.

6) ในพื้นที่ทางตรงและทางโค้ง R > 50 ม. พบว่าความสอดคล้องและความสัมพันธ์กันของข้อมูลมีมาก และมีค่าทางสถิติที่คำนวณได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ดังนั้นการสำรวจในเส้นทางโค้ง R > 50 ม.จึงส่งผลกระทบถึงค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) น้อย

7) ในพื้นที่ทางโค้ง R < 50 ม. พบว่าความสอดคล้องและความสัมพันธ์กันของข้อมูลมีน้อยที่สุด เพราะเกิดจากปัจจัยทางลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะของแนวถนนโค้งดิ่ง โค้งราบ ลักษณะการวิ่งรถสำรวจ ทำให้เครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) และเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) สำรวจได้ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ที่คลาดเคลื่อนไปจากการที่วิ่งสำรวจแบบไม่ราบเรียบ โดยเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

7.1) เครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer)

- ทางหลวงที่มีความลาดชันสูง เมื่อต้องวิ่งสำรวจขึ้นทางลาดชันอาจต้องเร่งเครื่องยนต์รถสำรวจ และเมื่อต้องลงทางลาดชันอาจต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนใช้เกียร์ต่ำ
- ทางหลวงในพื้นที่ทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจอาจต้องเหยียบเบรคเพื่อลดความเร็วก่อนเข้าโค้ง และอาจต้องเร่งเครื่องยนต์เมื่อออกจากโค้งเพื่อเพิ่มความเร็ว

7.2) เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler)

- ทางหลวงในพื้นที่ทางโค้งรัศมีแคบ เนื่องจากรถเข็น (Walking Profiler) ล้อไม่สามารถเลี้ยวได้ ผู้สำรวจจึงต้องฝืนให้เลี้ยวไปตามโค้ง
- ความเร็วในการเข็นไม่คงที่ หากผู้สำรวจเร่งหรือหน่วงความเร็วรถเข็น (Walking Profiler) แบบทันทีทันใด

8) เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของถนนที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความลาดชันสูงขึ้นหรือต่ำลง ทางโค้ง เป็นต้น ประกอบกับค่าทางสถิติ พบว่าช่วงทางโค้งรัศมีแคบจะมีค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) สูงกว่าช่วงทางตรงอย่างมีนัยสำคัญ

9) ในอนาคตหากกรมทางหลวงจะดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบจากการวัดค่าความเรียบของผิวทาง (IRI) ในพื้นที่ทางโค้งวกวนและลาดชัน R<50 ม. โดยเปรียบเทียบอุปกรณ์เลเซอร์กับเครื่องมือวัดค่า IRI ประเภทอื่น กลุ่มที่ปรึกษามีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นดังนี้

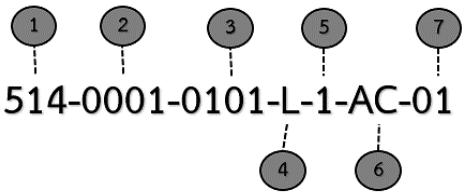
9.1) สำหรับแต่ละอุปกรณ์ควรมีการทดสอบซ้ำในเส้นทางเดียวกันอย่างน้อย 3 เที่ยว เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ก่อนนำข้อมูลมาศึกษาและวิเคราะห์ผล

9.2) ควรแยกแปลงการทดสอบตามลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น ทางตรง ทางโค้ง R > 50 ม. ทางโค้ง R < 50 ม. ความลาดชันสูงขึ้น ความลาดชันต่ำลง เป็นต้น เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ทดสอบและอุปกรณ์ เช่น ขณะกำลังดำเนินการสำรวจทางตรง เมื่อถึงทางโค้งรัศมีแคบ พนักงานขับรถสำรวจด้วยเครื่องมือเลเซอร์ (Laser Profilometer) จะต้องเหยียบห้ามการเคลื่อนไหวลดความเร็วเพื่อให้สามารถเลี้ยวเข้าโค้งได้อย่างปลอดภัย หรือหากสำรวจด้วยเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (Walking Profiler) ผู้สำรวจจะต้องฝืนให้เลี้ยวไปตามโค้งเนื่องจากล้อไม่สามารถเลี้ยวได้ เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index, IRI) ทั้งสิ้น ดังนั้น การแยกแปลงการทดสอบตามลักษณะทางกายภาพของถนน จะทำให้เห็นความสอดคล้องหรือความแตกต่างของค่า IRI ได้ดีกว่า

1.7.7 การศึกษารูปแบบการจัดเก็บข้อมูลทางหลวงที่ยังไม่มีในการสำรวจความเสียหาย เช่น ทางต่างระดับ (Interchange) ทางกลับรถขนาดใหญ่ (U-Turn) เพื่อรองรับการสำรวจและประเมินสภาพทางในอนาคต

ที่ปรึกษาทำการศึกษารูปแบบการจัดเก็บข้อมูลทางหลวงที่ยังไม่มีในการสำรวจความเสียหาย โดยทางการศึกษาจะดำเนินการศึกษาตามโครงสร้างฐานข้อมูลระบบ Roadnet เพื่อนำมาปรับปรุงให้รองรับต่อการแสดงผลข้อมูลทางต่างระดับ (Interchange) และทางกลับรถขนาดใหญ่ (U-Turn) เป็นต้น โดยหลักการในการออกแบบจะไม่ซับซ้อน และไม่เพิ่มเนื้องานทางการสำรวจ ในหลักการการออกแบบจะออกแบบตามโครงสร้างการสำรวจเดิม และจะเพิ่มประเภทลักษณะทางดังกล่าว ให้ง่ายและเข้าใจต่อการสำรวจ ดังนี้

<u>สรุปการตั้งชื่อ Link_id ที่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลภายในระบบ Roadnet</u>



รูปที่ 1-161 รายละเอียดภายในรหัสย่อยช่วงสำรวจ

รายละเอียดภายใน

1. รหัสแขวงทางหลวง
2. รหัสหมายเลขทางหลวง
3. รหัสหมายเลขตอนควบคุม
4. รหัสทิศทางในการสำรวจ
   - L = ซ้ายทาง, R = ขวาทาง
5. รหัสประเภททาง
   - 1 = ทางหลัก, 2 = ทางขนาน, 3 = ทางยกระดับ, 4 = ทางกลับรถ, 5 = สะพานข้ามแยก, 6 = อุโมงค์
6. รหัสประเภทผิวทาง
   - AC = ผิวลาดยาง, CC = ผิวคอนกรีต
7. ลำดับเลขในการสร้าง Log วิ่ง

รูปแบบการสำรวจ ทางต่างระดับ (Interchange) ทางกลับรถขนาดใหญ่ (U-Turn) ทางสะพานข้ามแยก (Bridge Across Intersection) และอุโมงค์ทางลอด (Tunnel) รูปแบบการสำรวจ U-turn

- กรณี ทาง U – Turn อยู่ซ้ายทาง ให้เริ่มทำการสำรวจตั้งแต่จุดเริ่มเส้นแบ่งช่องจราจร ของ U – turn และจบการสำรวจที่เส้นจราจร ของ ช่อง U – turn มาบรรจบกับเส้นแบ่งไหล่ทางของถนนหลัก

รูปที่ 1-162 จุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ U - turn

รูปที่ 1-163 จุดสิ้นสุดการวิ่งสำรวจ U - turn

รูปแบบการสำรวจ interchange

- การสำรวจทางแยกต่างระดับ (Interchange) ใน 1 ทางแยกต่างระดับประกอบด้วย 5 Ramp ได้แก่
  - Ramp ที่ 1 คือ สีแดง (สายทางรอง)
  - Ramp ที่ 2 คือ สีเขียว (สายทางรอง)
  - Ramp ที่ 3 คือ สีส้ม (สายทางรอง)
  - Ramp ที่ 4 คือ สีฟ้า (สายทางรอง)
  - Ramp ที่ 5 คือ สีชมพู (สายทางรอง)

รูปที่ 1-164 ภาพมุมสูงการวิ่งจราจรทางแยกต่างระดับ (Interchange)

รูปแบบการสำรวจ Ramp

- เริ่มทำการสำรวจตั้งแต่จุดเริ่มเส้นทึบช่องจราจร ของ ramp และจบการสำรวจที่สุดเส้นทึบของเส้นจราจร ของ ช่อง ramp มาบรรจบกับช่องทางอื่น

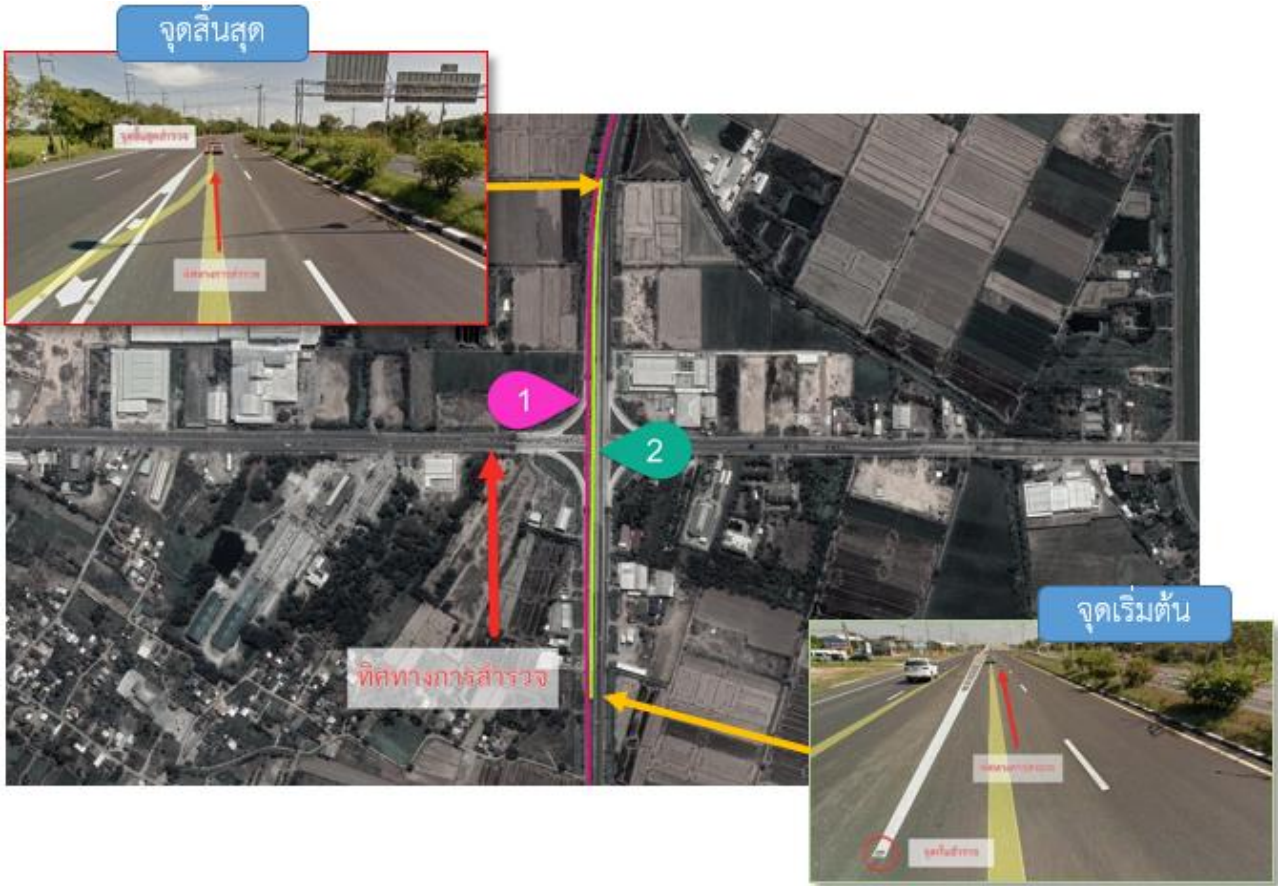
รูปที่ 1-165 จุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2)

รูปที่ 1-166 จุดสิ้นสุดการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2)

รูปที่ 1-167 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Interchange (กรณีที่ 2)

รูปแบบการสำรวจสะพานข้ามแยก (Bridge Across Intersection)

กรณีสี่แยกไฟแดงเป็นหลัก สะพานเป็นทางรองให้เริ่มสำรวจตั้งแต่จุดเริ่มเส้นทึบช่องจราจรของทางขึ้นสะพานและจบการสำรวจที่สุดเส้นทึบของช่องจราจรทางลงสะพานดังรูปที่ 1-168



รูปที่ 1-168 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Bridge Across Intersection

รูปแบบการสำรวจอุโมงค์ทางลอด (Tunnel)

กรณีอุโมงค์เป็นทางหลัก ให้วิ่งสำรวจตามปกติ เนื่องจากมีช่องจราจรที่มีเกาะกลางถนน/เส้นแบ่งเขตแยกออกจากทางหลักชัดเจนอยู่แล้ว

รูปที่ 1-169 ภาพรวมการวิ่งสำรวจ Tunnel

สรุปผลการสำรวจทางหลวงที่ยังไม่มีความเสียหายและรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล

จากการออกแบบการวิ่งสำรวจตลอดจนการจัดเก็บโครงสร้างข้อมูลประเภททางที่มีการเพิ่มเติมตัวอย่างในการสำรวจ ปัจจุบันการดำเนินการเก็บประเภททางพิเศษได้ทำการเก็บข้อมูลจากการสำรวจเป็นที่เรียบร้อย โดยขั้นตอนถัดไปเป็นการนำข้อมูลเข้าเพื่อประมวลผลและทำการแสดงผลต่อไป โดยมีรายละเอียดแต่ละประเภทดังนี้

1. สะพานกลับรถ หรือสะพาน U-Turn ได้ทำการสำรวจตัวอย่างทั้งหมด 3 แขวงทางหลวง ได้แก่แขวงทางหลวงสมุทรสาคร (415) แขวงทางหลวงสมุทรปราการ (417) และแขวงทางหลวงธนบุรี (419) มีจำนวนสะพานกลับรถทั้งหมด 19 สะพาน และมีระยะทางรวม 15.825 กิโลเมตร รายละเอียดดังตารางที่ 1-79

ตารางที่ 1-79 รายละเอียดบัญชีสะพานกลับรถ

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
1	35	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	41500350201L4CC03	16+400	17+125	0.725
2	35	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	41500350201L4CC01	25+600	26+500	0.9
3	35	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	41500350201L4CC02	22+900	23+750	0.85
4	35	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	41500350201R4CC01	26+500	25+600	0.9
5	35	201	แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก	41500350201R4CC02	23+600	22+700	0.9
6	35	202	สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก - นาโคก	41500350202L4CC01	33+600	34+500	0.9
7	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101L4AC04	1+000	1+800	0.8
8	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101R4AC06	2+300	1+600	0.7
9	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101R4AC08	6+000	5+100	0.9
10	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101L4AC01	12+600	13+550	0.95
11	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101L4AC07	8+000	8+900	0.9
12	34	101	บางนา - ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	41700340101L4AC05	5+400	6+300	0.9
13	34	102	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ - บางวัว	41700340102R4CC01	26+700	26+100	0.6
14	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100L4CC03	2+800	3+600	0.8
15	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100L4CC02	5+800	6+600	0.8

ตารางที่ 1-79 รายละเอียดบัญชีสะพานกลับรถ (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
16	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100R4CC05	4+600	3+800	0.8
17	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100R4CC04	14+300	13+500	0.8
18	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100L4CC01	13+800	14+600	0.8
19	35	100	ดาวคะนอง - แสมดำ	41900350100R4CC01	7+200	6+300	0.9

2. สะพานข้ามแยก (Bridge Across Intersection) ได้ทำการสำรวจพร้อมกับการจัดเก็บข้อมูลสภาพทางประจำปีงบประมาณปี 63 ซึ่งมีระยะทางทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตร โดยทำการจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ในปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 86 สะพาน และมีระยะทาง 51.801 กิโลเมตร รายละเอียดดังตารางที่ 1-80

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
1	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402R5CC02	1251+910	1251+613	0.297
2	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402R5CC03	1251+204	1250+859	0.345
3	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402R5AC03	1251+613	1251+204	0.409
4	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402L5CC01	1250+859	1251+208	0.349
5	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402L5AC01	1251+208	1251+620	0.412
6	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402L5CC02	1251+620	1251+910	0.29
7	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402L5AC03	1252+286	1253+314	1.028
8	4	1402	เนินพิชัย - คลองหวะ	31100041402R5AC02	1253+314	1252+286	1.028
9	41	204	หัวเตย - ท่าโรงช้าง	32500410204L5CC01	171+100	171+657	0.974
10	41	204	หัวเตย - ท่าโรงช้าง	32500410204R5CC01	171+657	171+100	0.995
11	4	301	สระกระเทียม - คลองอีจาง	33500040301L5CC01	79+400	80+150	0.75
12	4	302	คลองอีจาง - หลุมดิน	33500040302L5AC01	103+400	104+500	1.1
13	4	302	คลองอีจาง - หลุมดิน	33500040302R5CC01	80+150	79+400	0.75

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
14	4	302	คลองอีจาง - หลุมดิน	33500040302R5AC01	104+500	103+400	1.1
15	4	302	คลองอีจาง - หลุมดิน	33500040302R5AC02	102+500	101+400	1.1
16	4	302	คลองอีจาง - หลุมดิน	33500040302L5CC01	101+400	102+500	1.1
17	4	201	นครชัยศรี - พระประโทน	33600040201L5AC01	48+000	48+800	0.8
18	308	100	ทางเข้าบางปะอิน	41303080100R5AC01	5+900	4+900	1
19	308	100	ทางเข้าบางปะอิน	41303080100L5AC01	4+900	5+900	1
20	3344	100	อุดมสุข - สมุทรปราการ	41733440100R5AC01	12+640	11+860	0.78
21	3344	100	อุดมสุข - สมุทรปราการ	41733440100L5AC02	15+220	16+220	1
22	3344	100	อุดมสุข - สมุทรปราการ	41733440100R5AC02	16+220	15+220	1
23	3344	100	อุดมสุข - สมุทรปราการ	41733440100L5AC01	11+860	12+640	0.78
24	302	201	แยกพงษ์เพชร - สะพานพระนั่งเกล้า	41803020201L5CC01	5+900	6+800	0.9
25	302	201	แยกพงษ์เพชร - สะพานพระนั่งเกล้า	41803020201R5CC01	6+800	5+900	0.9
26	304	302	ฉะเชิงเทรา - เสม็ดเหนือ	42103040302L5AC01	74+804	75+660	0.856
27	304	302	ฉะเชิงเทรา - เสม็ดเหนือ	42103040302R5AC01	75+500	74+804	0.696
28	344	102	หนองรี - หนองปรือ	42203440102L5AC01	30+900	31+800	0.9
29	344	102	หนองรี - หนองปรือ	42203440102L5AC02	16+125	17+000	0.875
30	344	102	หนองรี - หนองปรือ	42203440102R5AC02	17+000	16+125	0.875

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
31	344	102	หนองรี - หนองปรือ	42203440102R5AC01	31+800	30+900	0.9
32	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5AC03	123+189	122+562	0.627
33	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5AC01	122+562	123+189	0.627
34	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5CC02	123+189	123+460	0.271
35	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5CC03	125+207	125+400	0.193
36	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5AC04	127+700	128+650	0.95
37	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5AC01	128+585	127+830	0.755
38	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5CC01	125+400	125+253	0.147
39	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5CC03	122+562	122+390	0.172
40	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5CC05	120+906	120+369	0.537
41	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5CC01	122+373	122+562	0.189
42	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402L5AC02	123+900	125+207	1.307
43	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5AC02	125+253	123+900	1.353
44	3	402	ศรีราชา - พัทยา	42800030402R5CC02	123+443	123+189	0.254
45	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102L5AC03	8+490	8+835	0.345

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
46	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102R5AC01	8+195	7+835	0.36
47	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102L5CC02	8+200	8+490	0.29
48	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102R5CC02	8+475	8+195	0.28
49	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102R5AC03	8+825	8+475	0.35
50	126	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51101260102L5AC01	7+885	8+200	0.315
51	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201R5CC02	22+730	22+400	0.33
52	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201L5CC02	22+395	22+725	0.33
53	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201L5AC03	22+725	23+050	0.325
54	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201L5AC01	22+075	22+395	0.32
55	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201R5AC01	22+400	22+075	0.325
56	126	201	ถนนวงแหวนรอบเมืองพิษณุโลกด้านทิศเหนือ	51501260201R5AC03	23+050	22+730	0.32
57	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201R5CC02	72+162	72+022	0.14
58	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201L5AC01	71+700	72+039	0.339
59	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201R5AC03	72+022	71+700	0.322
60	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201R5AC01	72+500	72+162	0.338

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
61	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201L5CC02	72+039	72+182	0.143
62	2	201	มวกเหล็ก - บ่อทอง	61200020201L5AC03	72+182	72+500	0.318
63	24	201	ซับประดู่ - สี่แยกปักธงชัย	61400240201L5AC01	38+400	39+300	0.9
64	24	201	ซับประดู่ - สี่แยกปักธงชัย	61400240201R5AC01	39+300	38+400	0.9
65	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302R5CC03	86+892	86+560	0.332
66	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302L5AC02	86+872	87+378	0.506
67	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302R5AC02	87+403	86+892	0.511
68	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302R5CC01	87+630	87+403	0.227
69	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302L5CC01	86+560	86+872	0.312
70	290	302	ถนนวงแหวนรอบเมืองนครราชสีมาด้านทิศใต้	61402900302L5CC03	87+378	87+630	0.252
71	202	400	ลำพังชู - ห้วยลำเตา	62202020400L5AC01	151+700	153+000	1.3
72	202	400	ลำพังชู - ห้วยลำเตา	62202020400R5AC01	153+000	151+700	1.3
73	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100R5CC02	4+225	3+525	0.7
74	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100R5AC01	4+350	4+225	0.125
75	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100L5CC02	3+525	4+225	0.7

ตารางที่ 1-80 รายละเอียดบัญชีสะพานข้ามแยก (ต่อ)

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
76	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100L5AC03	4+225	4+350	0.125
77	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100L5AC01	3+300	3+525	0.225
78	22	100	อุดรธานี - หนองขาม	62300220100R5AC03	3+525	3+300	0.225
79	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102R5CC01	17+100	16+872	0.228
80	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102L5AC02	16+325	16+864	0.539
81	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102R5CC03	16+347	16+100	0.247
82	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102L5CC03	16+864	17+100	0.236
83	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102L5CC01	16+100	16+325	0.225
84	216	102	ถนนวงแหวนรอบเมืองอุดรธานีด้านทิศตะวันตก	62302160102R5AC02	16+872	16+347	0.525
85	24	602	แยกการช่าง - นากระแซง	63600240602R5AC01	331+500	330+000	1.5
86	24	602	แยกการช่าง - นากระแซง	63600240602L5AC01	330+000	331+500	1.5

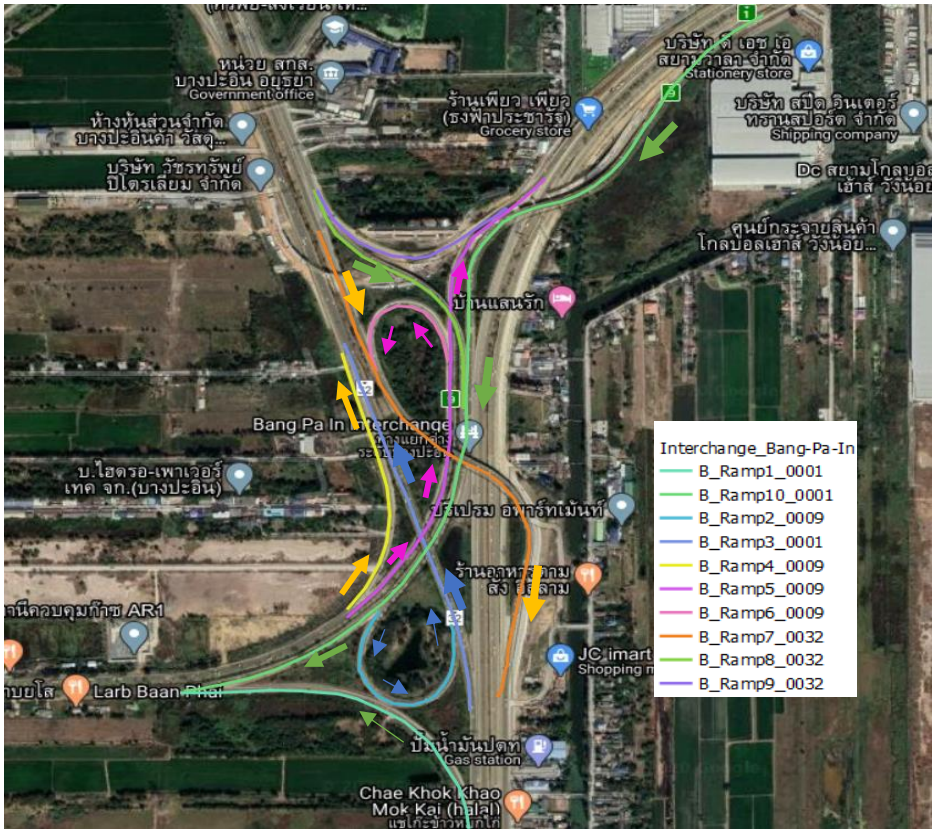
3. ทางอุโมงค์หรือทางลอด (Tunnel) ได้ทำการสำรวจพร้อมกับการจัดเก็บข้อมูลสภาพทางประจำปีงบประมาณปี 63 ซึ่งมีระยะทางทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 40,000 กิโลเมตร โดยทำการจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล Roadnet ในปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 13 แห่ง และมีระยะทาง 6.37 กิโลเมตร รายละเอียดดังตารางที่ 1-81

ตารางที่ 1-81 รายละเอียดบัญชีทางอุโมงค์หรือทางลอด

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	รหัสการสำรวจ	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
1	1	101	อนุสาวรีย์หลักสี่ - สะพานใหม่	41100010101R6CC01	19+000	18+100	0.9
2	1	101	อนุสาวรีย์หลักสี่ - สะพานใหม่	41100010101L6CC01	18+100	19+000	0.9
3	306	102	แคราย - คลองบ้านใหม่	41803060102L6AC01	13+490	14+150	0.66
4	306	102	แคราย - คลองบ้านใหม่	41803060102R6AC01	14+150	13+490	0.66
5	306	102	แคราย - คลองบ้านใหม่	41803060102R6CC01	13+490	13+430	0.06
6	306	102	แคราย - คลองบ้านใหม่	41803060102L6CC01	13+430	13+490	0.06
7	11	503	บึงหลัก - หนองน้ำเขียว	55700110503L6CC01	327+605	328+435	0.83
8	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602L6AC02	458+023	458+746	0.723
9	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602L6CC01	457+850	458+023	0.173
10	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602L6CC03	458+746	459+000	0.254
11	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602R6AC02	458+753	458+029	0.724
12	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602R6CC01	459+000	458+753	0.247
13	2	602	อุดรธานี - น้ำสวย	62300020602R6CC03	458+029	457+850	0.179

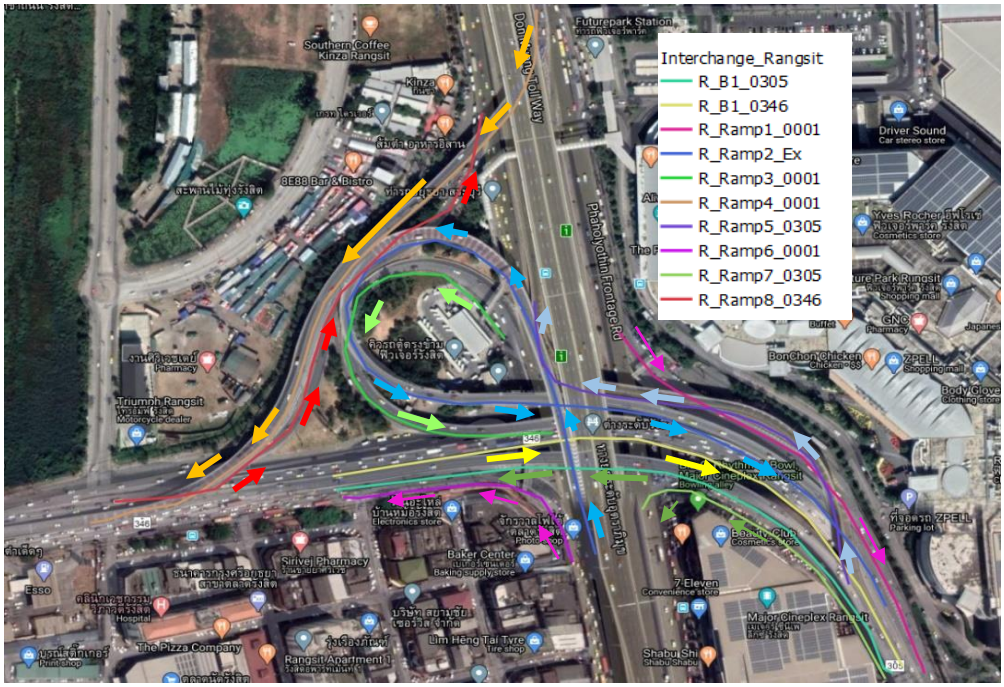
4. ทางต่างระดับ (Interchange) ได้ทำการสำรวจตัวอย่างประเภททางต่างระดับจำนวน 4 แห่ง ได้แก่ จุดต่างระดับฉิมพลี จุดต่างระดับบางปะอิน จุดต่างระดับรังสิต และจุดต่างระดับทางหลวงหมายเลข 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งภายในแต่ละทางต่างระดับก็จะประกอบไปด้วย Ramp ต่างๆ ปัจจุบันการดำเนินงานอยู่ระหว่างการประมวลผลข้อมูล แต่ได้มีการวิ่งสำรวจเก็บข้อมูลทั้งหมดแล้วเรียบร้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 กำหนด Link_ID ของทางต่างระดับบางปะอิน



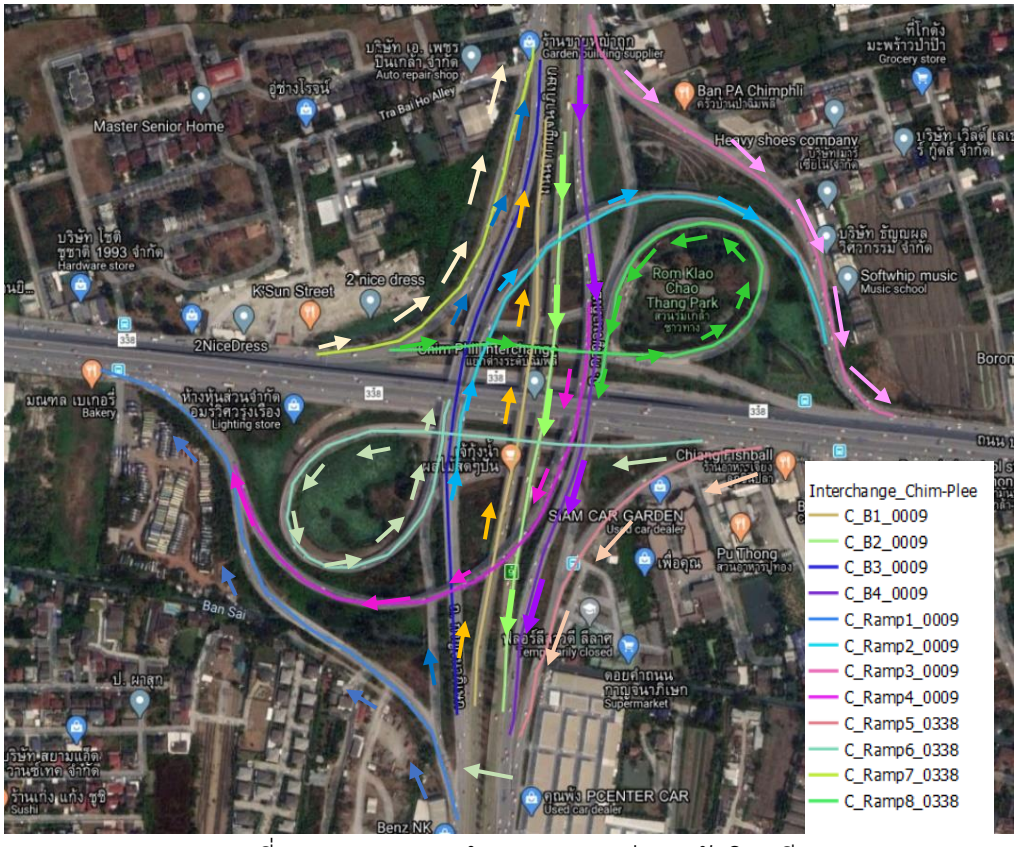
รูปที่ 1-170 แผนการสำรวจของทางต่างระดับบางปะอิน

4.2 กำหนด Link_ID ของทางต่างระดับรังสิต



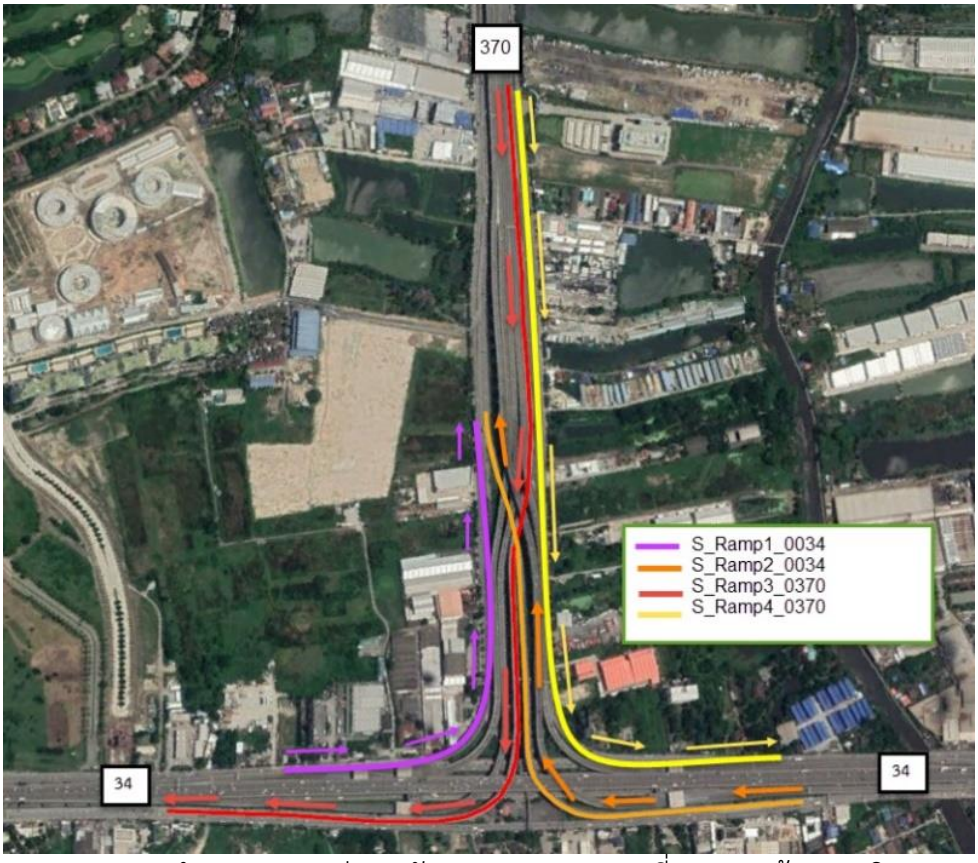
รูปที่ 1-171 แผนการสำรวจของทางต่างระดับรังสิต

4.3 กำหนด Link_ID ของทางต่างระดับฉิมพลี



รูปที่ 1-172 แผนการสำรวจของทางต่างระดับฉิมพลี

4.4 กำหนด Link_ID ของทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ



รูปที่ 1-173 แผนการสำรวจของทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ

ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ

ลำดับ	ชื่อทางแยก	รหัสการสำรวจ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
1	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	29+546	29+506	0.04
2	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	29+600	29+752	0.152
3	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	29+600	30+650	1.05
4	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	29+752	30+650	0.898
5	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	29+900	29+600	0.3
6	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+075	30+266	0.191
7	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+266	30+744	0.478
8	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+325	31+070	0.745
9	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+350	29+546	0.804
10	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+424	29+906	0.518
11	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+500	30+424	0.076
12	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3CC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+520	29+900	0.62
13	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+650	29+600	1.05
14	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102R3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	30+650	30+520	0.13
15	ทางต่างระดับฉิมพลี	41900090102L3AC01	0009	0102	บางแค - คลองมหาสวัสดิ์	31+070	31+125	0.055

ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อทางแยก	รหัสการสำรวจ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
16	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101R3CC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+261	6+126	0.135
17	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101L3AC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+550	7+159	0.609
18	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101R3AC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+550	6+261	0.289
19	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101L3AC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+670	6+718	0.048
20	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101L3CC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+718	7+498	0.78
21	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101R3CC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	6+803	6+462	0.341
22	ทางต่างระดับฉิมพลี	41903380101R3AC01	0338	0101	อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4	7+035	6+803	0.232
รวมระยะทางต่างระดับฉิมพลี								**9.541**
23	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600010202L3CC02	0001	0202	ต่างระดับคลองหลวง - ประตูน้ำพระอินทร์	0+000	0+935	0.935
24	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600010202L3CC02	0001	0202	ต่างระดับคลองหลวง - ประตูน้ำพระอินทร์	51+750	52+396	0.646
25	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300010300R3CC02	0001	0300	ประตูน้ำพระอินทร์ - หนองแค	52+200	51+638	0.562
26	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300010300R3AC02	0001	0300	ประตูน้ำพระอินทร์ - หนองแค	53+650	51+834	1.816
27	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600090302L3CC02	0009	0302	ต่างระดับเชียงรากน้อย - ต่างระดับบางปะอิน	52+675	53+104	0.429
28	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600090302L3AC02	0009	0302	ต่างระดับเชียงรากน้อย - ต่างระดับบางปะอิน	83+950	84+154	0.204
29	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600090302L3CC02	0009	0302	ต่างระดับเชียงรากน้อย - ต่างระดับบางปะอิน	83+960	84+472	0.512

ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อทางแยก	รหัสการสำรวจ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
30	ทางต่างระดับบางปะอิน	41600090302L3CC02	0009	0302	ต่างระดับเชียงรากน้อย - ต่างระดับบางปะอิน	84+154	84+909	0.755
31	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3CC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	0+506	0+000	0.506
32	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3CC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	0+751	0+355	0.396
33	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3CC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	0+787	0+230	0.557
34	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3AC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	0+875	0+751	0.124
35	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3AC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	0+875	0+787	0.088
36	ทางต่างระดับบางปะอิน	41300320101R3AC02	0032	0101	บางปะอิน - อยุธยา	1+350	0+506	0.844
รวมระยะทางต่างระดับบางปะอิน								**8.374**

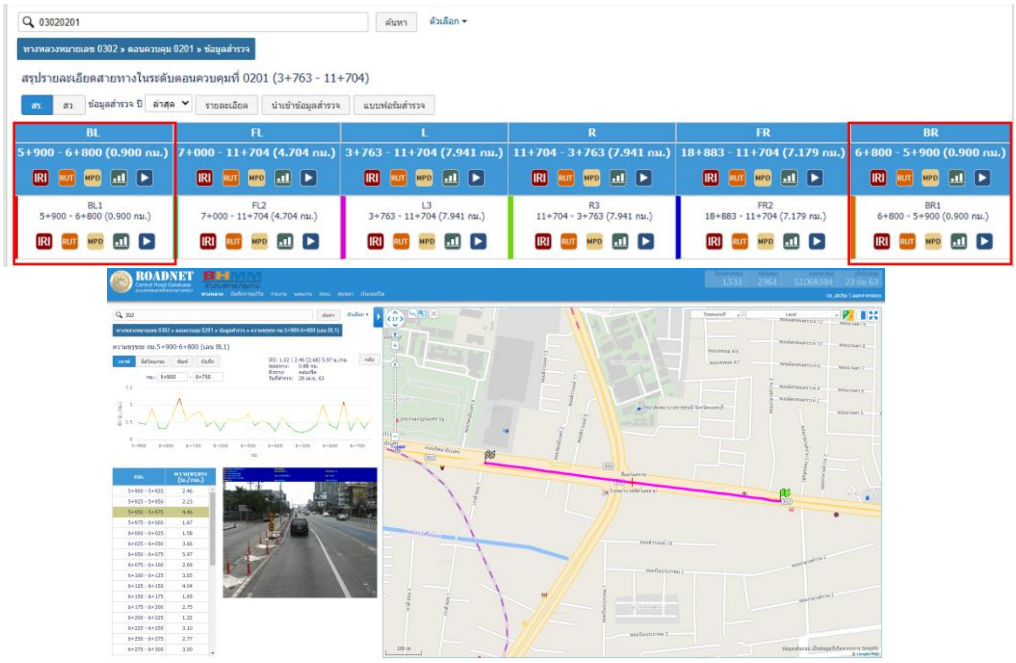
ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อทางแยก	รหัสการสำรวจ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
37	ทางต่างระดับรังสิต	41600010201L3AC03	0001	0201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	31+920	32+007	0.087
38	ทางต่างระดับรังสิต	41600010201L3AC03	0001	0201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	32+025	32+825	0.8
39	ทางต่างระดับรังสิต	41600010201R3AC03	0001	0201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	32+075	31+685	0.39
40	ทางต่างระดับรังสิต	41600010201R3AC03	0001	0201	สนามกีฬาธูปะเตมีย์ - ต่างระดับคลองหลวง	32+675	31+587	1.088
41	ทางต่างระดับรังสิต	41600380100L3AC03	0038	0100	ทางยกระดับอนุสรณ์สถาน - รังสิต	5+275	6+248	0.973
42	ทางต่างระดับรังสิต	41603050100R3AC03	0305	0100	ต่างระดับรังสิต - วัดนาบุญ	0+047	0+000	0.047
43	ทางต่างระดับรังสิต	41603050100R3AC03	0305	0100	ต่างระดับรังสิต - วัดนาบุญ	0+055	0+712	0.657
44	ทางต่างระดับรังสิต	41603050100R3AC03	305	100	ต่างระดับรังสิต - วัดนาบุญ	0+315	0+655	0.34
45	ทางต่างระดับรังสิต	41603460101R3AC03	346	101	ต่างระดับรังสิต - สะพานคลองเปรม	0+384	0+000	0.384
46	ทางต่างระดับรังสิต	41603460101R3AC03	346	101	ต่างระดับรังสิต - สะพานคลองเปรม	0+425	0+371	0.054
รวมระยะทางต่างระดับรังสิต								**4.82**

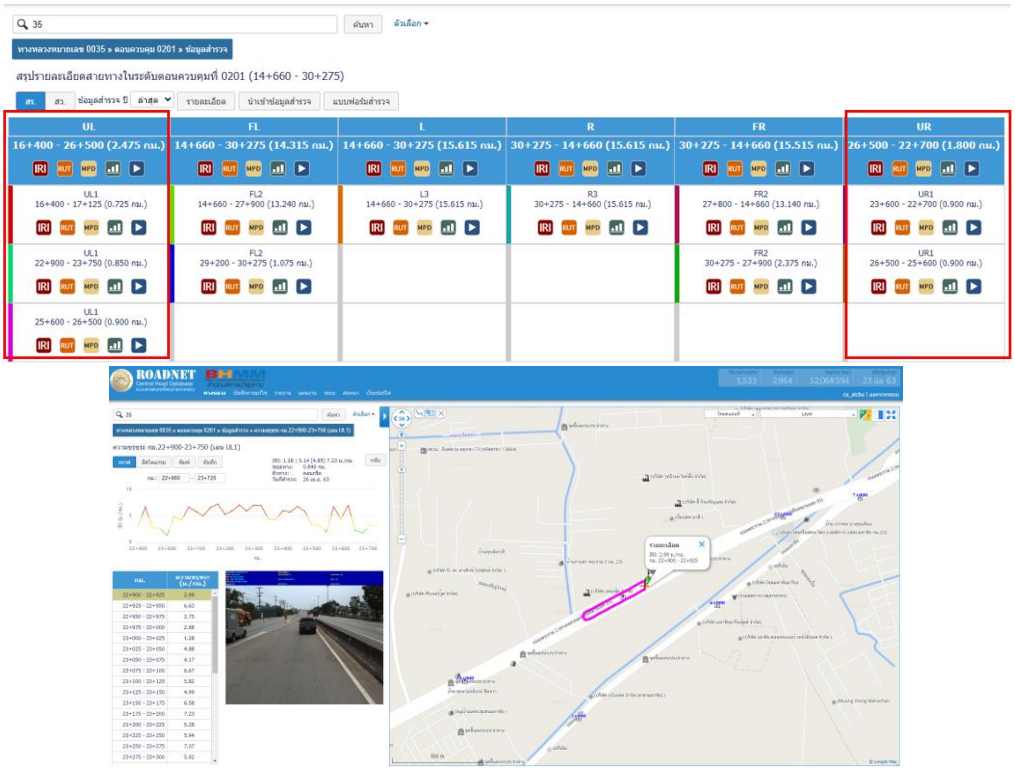
ตารางที่ 1-82 รายละเอียดบัญชีทางยกระดับ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อทางแยก	รหัสการสำรวจ	หมายเลขทางหลวง	หมายเลขตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)
47	ทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ	41700340101L3AC04	34	102	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ - บางวัว	15+100	18+157	3.057
48	ทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ	41700340102R3AC04	34	102	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ - บางวัว	15+650	14+503	1.147
49	ทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ	41903700100R3AC04	370	100	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้านถนนบางนา - บางวัว	0+476	0+000	0.476
50	ทางต่างระดับหมายเลขทางหลวงที่ 34 ทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิ	41903700100R3AC04	370	100	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิด้านถนนบางนา - บางวัว	1+300	0+600	0.7
<u>รวมระยะทางต่างระดับรังสิต</u>								**<u>5.38</u>**
<u>รวมระยะทางต่างระดับในการศึกษา</u>								**<u>28.115</u>**

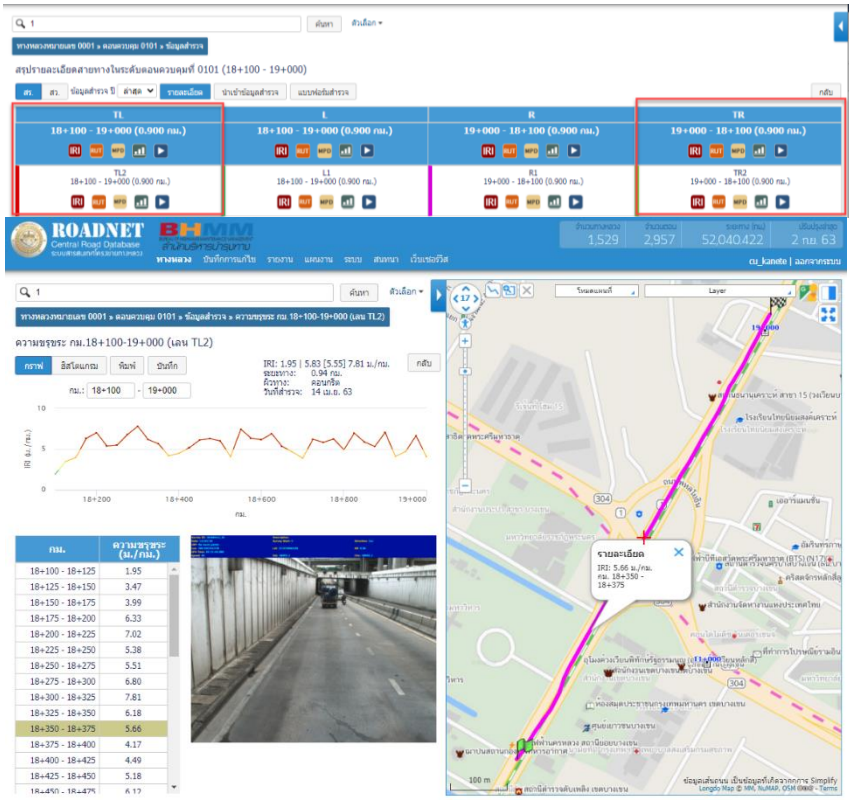
ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลบนระบบ Roadnet



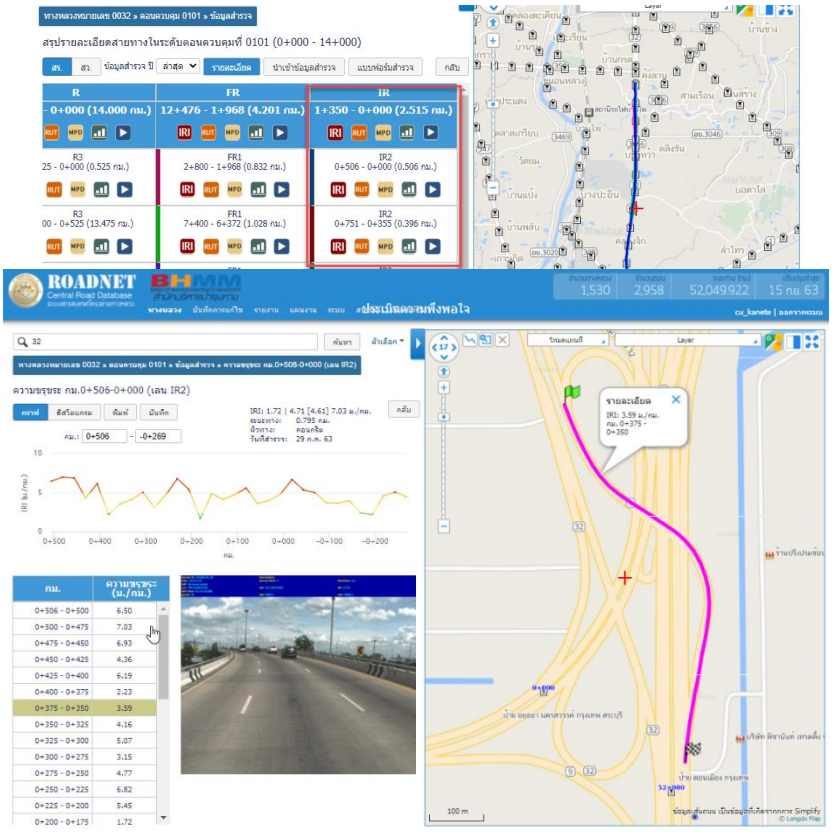
รูปที่ 1-174 ผลข้อมูล BL และ BR หรือสะพานข้ามแยก



รูปที่ 1-175 ผลข้อมูล UL และ UR หรือสะพานกลับรถ



รูปที่ 1-176 ผลข้อมูล TL และ TR หรือทางอุโมงค์และทางลอด



รูปที่ 1-177 ผลข้อมูล IL และ IR หรือทางต่างระดับ

1.8 การจัดทำรายงานแผนงานบำรุงทาง

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

1.8.1 สภาพโครงข่ายทางหลวง

ก) สภาพโครงข่ายทางหลวงในปัจจุบัน

จากการประมวลผลและวิเคราะห์ผลการสำรวจประเมินสภาพความเรียบผิวทางทั่วประเทศ ของกรมทางหลวง ของสำนักบริหารบำรุงทาง (ผลลัพธ์จากโครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว งบประมาณประจำปี พ.ศ. 2564 จำนวน 62,000 กิโลเมตร) และของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ (ผลลัพธ์จากการดำเนินการสำรวจประจำปี พ.ศ. 2563) พบว่า ถนนกรมทางหลวง มีค่าความเรียบเฉลี่ย 2.79 โดยอยู่ในสภาพดี และดีมาก รวมร้อยละ 89.85 และมีเส้นทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะ เนื่องจากมีค่าความขรุขระ (IRI) เกินกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร รวมระยะทาง 5,283.16 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.15 ของโครงข่าย ดังรายละเอียดในตารางที่ 1-83 โดยกรมทางหลวงได้นำค่า IRI ของโครงข่ายทางหลวงเข้าเป็นส่วนหนึ่งของคำรับรองการปฏิบัติราชการตามกรอบการประเมินผลการปฏิบัติราชการประจำปี ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร มีค่าไม่น้อยกว่า ร้อยละ 89 จากผลการสำรวจปี 2563 ถือว่าผ่านเกณฑ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 89.85

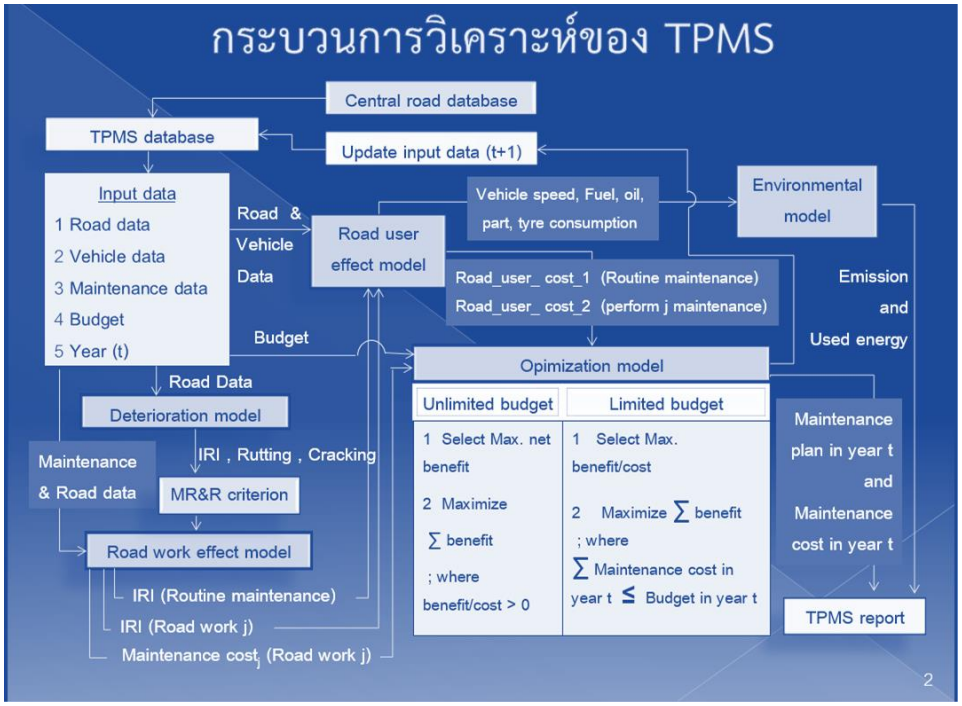
ตารางที่ 1-83 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลการสำรวจตั้งแต่วันที่ 15 มี.ค. 2562 – 12 ธ.ค. 2563

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	< 2.5	23,968.81	46.06	46.06
ดี	2.5 – 3.5	22,788.45	43.79	89.85
พอใช้	3.5 – 4.5	2,917.97	5.61	95.46
ชำรุด	> 4.5	2,365.19	4.54	100.00
รวม		**52,040.42**	**100.00**	

หมายเหตุ : *ข้อมูลการสำรวจ ณ ธันวาคม 2563 ไม่ครอบคลุมถึงพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย

ข) สภาพโครงข่ายทางหลวงในปี 2564

สำนักบริหารบำรุงทางได้นำข้อมูลสภาพทางหลวงล่าสุดจากผลการสำรวจสภาพทางถนนลาดยางด้วยรถสำรวจสภาพทางทั้งโครงข่ายระหว่างปี พ.ศ. 2557 ถึงปี พ.ศ. 2563 จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) มาวิเคราะห์คาดการณ์ความเสียหายของโครงข่ายทางหลวง และงบประมาณบำรุงทางที่ต้องการในปีงบประมาณ 2565 ในการวิเคราะห์หากต้องการงบประมาณนั้น สำนักบริหารบำรุงทางใช้โปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง TPMS (Thailand Pavement Management System) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำเอาสภาพความเสียหายของถนนในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ ร่องล้อ รอยแตก ค่า IRI รวมทั้งปริมาณจราจร มาพยากรณ์การเสื่อมสภาพของถนนด้วยแบบจำลองการเสื่อมสภาพ (Deterioration Models) และผลกระทบต่อผู้ใช้ทางในรูปแบบของค่าใช้จ่ายในการใช้รถยนต์ (Vehicle Operating Cost) ค่าสูญเสียเวลา (Value of Time) ซึ่งรวมเรียกว่าค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง (Road User Costs) นอกจากนี้ แบบจำลองยังสามารถคำนวณปริมาณมลพิษอันเกิดจากการใช้รถยนต์ (Environmental Models) รวมถึงผลของการซ่อมบำรุงถนนที่มีผลต่อการให้บริการของถนนที่เพิ่มขึ้น (Road Work Effect Models) ซึ่งแบบจำลองเหล่านี้ได้รับการปรับปรุงจากระบบ HDM–4 ของธนาคารโลก (World Bank) และนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการซ่อมบำรุงให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดดังแสดงในรูปที่ 1-178

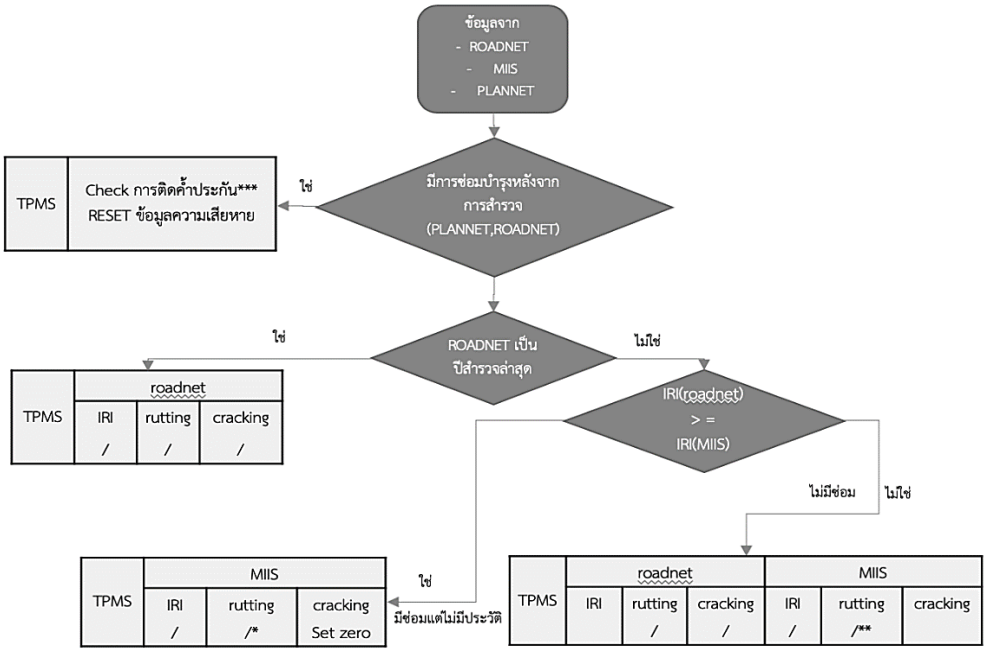


รูปที่ 1-178 การทำงานของระบบบริหารงานบำรุงทาง TPMS
(Thailand Pavement Management System)

จากฐานข้อมูลในระบบ Roadnet ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสำรวจจาก 2 ทาง ได้แก่ การสำรวจโดยสำนักบริหารบำรุงทาง และการสำรวจโดยสำรวจวิเคราะห์และตรวจสอบ เป็นผลให้ ต้องมีการคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS โดยมีขั้นตอนของการคัดเลือกข้อมูลดังต่อไปนี้

1) นำเข้าข้อมูล IRI จาก ระบบ Roadnet MIIS และ ข้อมูลประวัติการซ่อมจากระบบ Plannet
2) หากพบว่ามีข้อมูลการซ่อมบำรุงหลักจากข้อมูลสำรวจค่า IRI ระบบจะทำการตรวจสอบการติดค้ำประกัน ถ้าไม่ติดค้ำจะทำการ reset ค่าความเสียหาย
3) พิจารณาข้อมูล ค่า IRI หากมีข้อมูลค่า IRI จากที่มาเดียวจะสามารถให้ข้อมูลนั้นได้เลย
4) หากข้อมูลค่า IRI มี 2 ที่มา จะพิจารณาวันที่ทำการสำรวจ
   4.1) กรณีวันที่สำรวจค่า IRI จาก Roadnet เป็นข้อมูลค่าสุดจะใช้ค่าความเสียหายทั้งหมดจากระบบ Roadnet
   4.2) กรณีวันที่สำรวจค่า IRI จาก MIIS เป็นข้อมูลค่าสุดจะพิจารณาจากค่า IRI ของทั้ง 2 ระบบ

- กรณี IRI จาก Roadnet มีค่ามากกว่า IRI จาก MIIS จะใช้ค่า IRI และ Rutting จาก MIIS แต่ reset ค่า Cracking
- กรณี IRI จาก MIIS มีค่ามากกว่า IRI จาก Roadnet จะใช้ค่า IRI และ Rutting จาก MIIS แต่ใช้ค่า Cracking จาก Roadnet ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-179 การคัดเลือกข้อมูลก่อนนำเข้าโปรแกรม TPMS

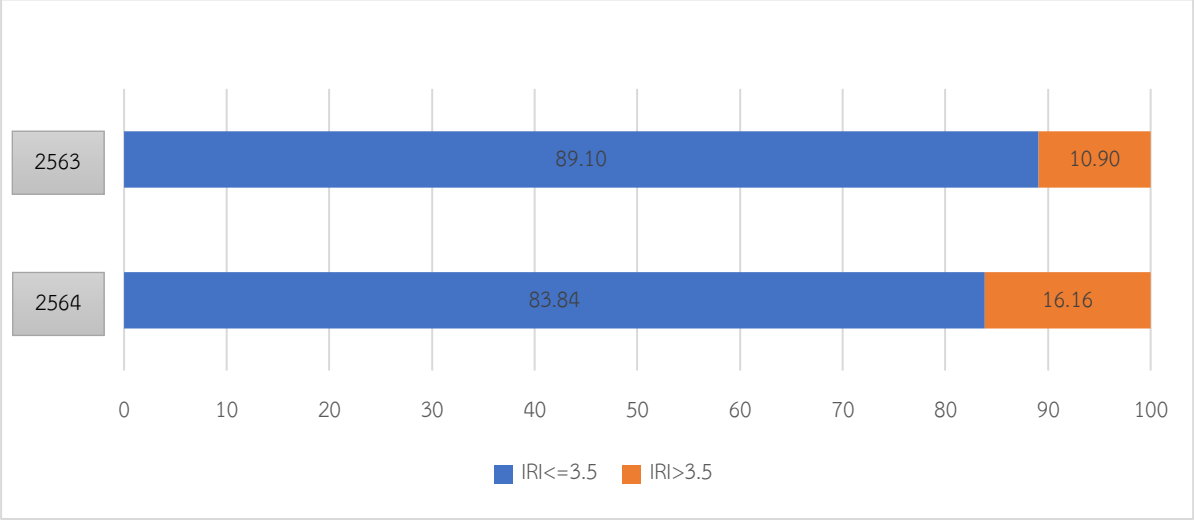
จากการวิเคราะห์คาดการณ์ค่าสภาพความเรียบผิวทางโดยแบบจำลองความเสื่อมสภาพของทางในระบบ TPMS (Road Condition Deterioration Model) จากฐานข้อมูลความเสียหายที่มีอยู่ทั้งหมดตั้งแต่ปี 2557 ถึง 2562 ทั้งในส่วนของสำนักบริหารบำรุงทางและสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ โดยการวิเคราะห์ทางที่ปรึกษาได้คัดกรองสายทางที่มีค่า IRI ผิดปกติ โดยเลือกสายทางที่มีค่า IRI อยู่ในช่วง 0.5 - 8.0 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งผลการคาดการณ์ค่าความเรียบของผิวทาง พบว่า ในปี 2564 ถนนกรมทางหลวง จะมีค่าความเรียบเฉลี่ย 3.01 โดยอยู่ในสภาพดี และดีมาก รวมร้อยละ 83.84 และมีเส้นทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษาและบูรณะ เนื่องจากมีค่าความขรุขระ (IRI) เกินกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร รวมระยะทาง 10,201.26 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.16 ของโครงข่าย

ตารางที่ 1-84 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2564

ความเรียบ	IRI (ม./กม.)	ระยะทาง	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
ดีมาก	< 2.5	8,982.32	14.22	14.22
ดี	2.5 – 3.5	43,961.39	69.62	83.84
พอใช้	3.5 – 4.5	8,929.44	14.14	97.98
ชำรุด	> 4.5	1,272.96	2.02	100
รวม		63,146.11	100	

หมายเหตุ : * ณ สิงหาคม พ.ศ. 2563 การคาดการณ์ครอบคลุมระยะทางในระบบฐานข้อมูลการสำรวจของสำนักบริหารบำรุงทาง ยกเว้นพื้นที่ในจังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ.รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอ ในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย ซึ่งเป็นเส้นทางยกเว้นการสำรวจ

เมื่อเปรียบเทียบระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร ดังรูปที่ 1-180 ระหว่างปี 2563 ร้อยละ 89.10 กับ (จากผลการสำรวจ) และ ปี 2564 ร้อยละ 83.84 (จากผลการคาดการณ์ด้วยแบบจำลอง) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของกรมทางหลวงที่กำหนดให้ค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตร/กิโลเมตร อยู่ที่ร้อยละ 87 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าถนนเมื่อมีการใช้งานย่อมมีการเสื่อมสภาพ ซึ่งเกิดจากปัจจัยในหลาย ๆ ด้าน เช่น ปริมาณจราจร ค่าความเสียหายอายุถนน เป็นต้น



รูปที่ 1-180 เปรียบเทียบค่าร้อยละของค่า IRI จากผลการสำรวจ ปี พ.ศ. 2563 กับผลการคาดการณ์สภาพทางจากแบบจำลองการเสื่อมสภาพทางในระบบ TPMS ปี พ.ศ. 2564

หากวิเคราะห์แยกตามประเภททางหลวงจะพบว่า สัดส่วนระยะทางที่ควรได้รับการบำรุงรักษา (IRI เกิน 3.5) ของทางหลวงประเภทที่ 5 ทางหลวงสายหลักเชื่อมระหว่างภูมิภาค และเส้นทางคมนาคมขนส่งสู่แหล่งเศรษฐกิจการค้าของประเทศ บริเวณกรุงเทพฯ และปริมณฑล อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง ค่า IRI เฉลี่ยของทางหลวงประเภทที่ 5 เท่ากับ 2.86 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากทางสายหลัก เป็นเส้นทางที่มีปริมาณจราจรสูงกว่า 20,000 คันต่อวัน และมีสัดส่วนรถบรรทุกส่วนใหญ่สูงเกินกว่าร้อยละ 20 ซึ่งหากมิได้มีมาตรการเชิงรุกเพื่อแก้ไขปัญหา จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศให้มีค่าสูงขึ้น ไม่เป็นไปตามเป้าหมายแผนยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

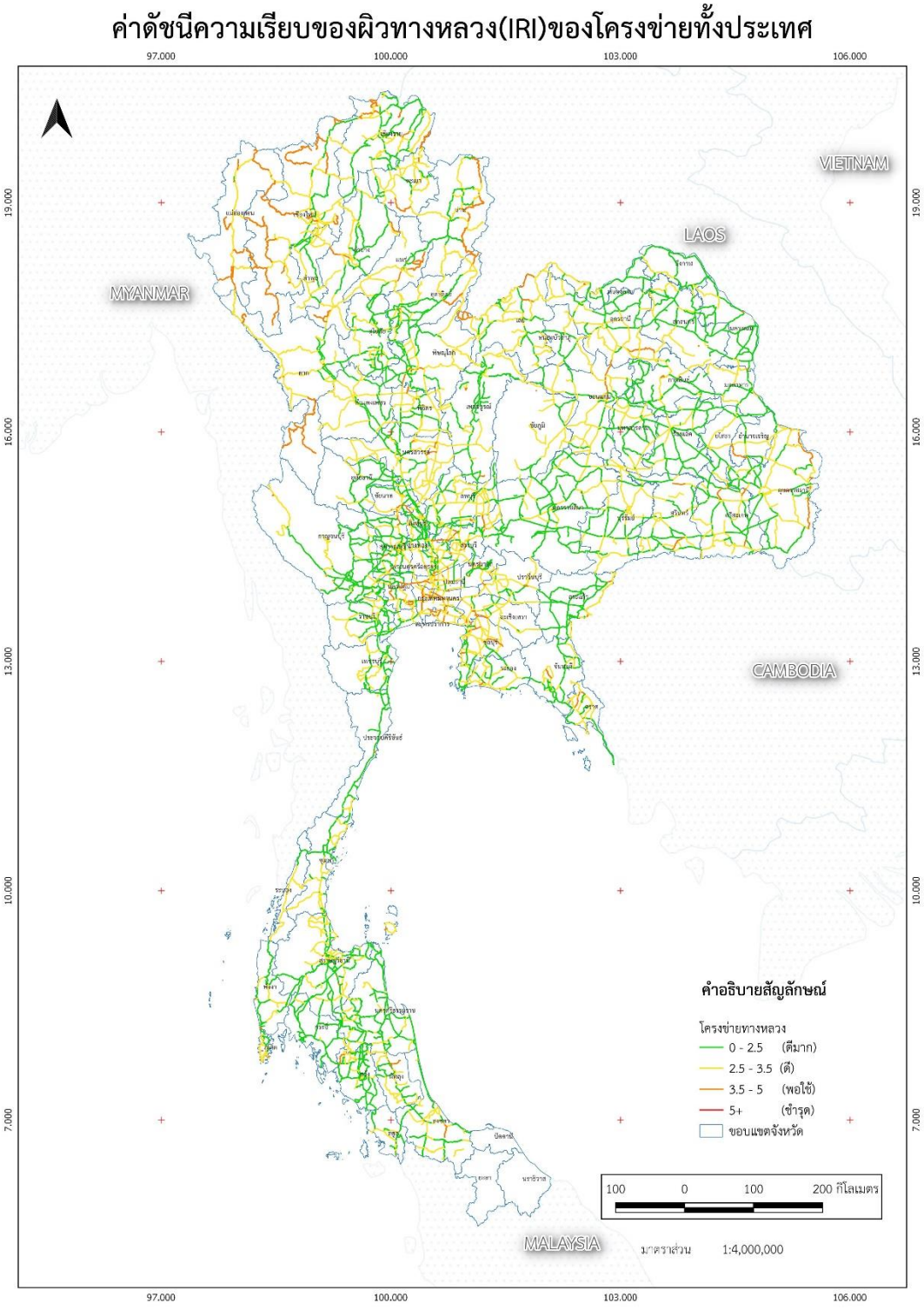
ตารางที่ 1-85 สภาพโครงข่ายทางหลวง ปี 2564 จำแนกตามประเภททางหลวง

ประเภททางหลวง		ระยะทาง	ระยะทาง IRI เกิน 3.5	IRI เฉลี่ย
1	เชื่อมระหว่างอำเภอ (Local)	5,465.14 9%	2,112.23 39%	3.09
2	เชื่อมระหว่างจังหวัดกับอำเภอ (Collector)	10,304.12 16%	1,593.08 15%	3.12
3	เชื่อมระหว่างจังหวัด (Arterial)	15,627.09 25%	2,339.55 15%	2.98
4	เชื่อมระหว่างภาค (Highway)	19,663.58 31%	1,819.48 9%	2.7
5	เชื่อมระหว่างภูมิภาค/กรุงเทพฯปริมณฑล (Super Highway)	12,086.18 19%	2,336.92 19%	2.86
รวม		**63,146.11 100%**	**10,201.26 16.16%**	**3.01**

หากวิเคราะห์แยกตามสำนักงานทางหลวง ดังตารางที่ 1-86 พบว่ามี 8 สำนักงานทางหลวง หรือเกินครึ่งหนึ่งของประเทศ ที่มีค่า IRI สูงกว่าค่าเฉลี่ย ได้แก่ เชียงใหม่ แพร่ ตาก พิษณุโลก ขอนแก่น อุบลราชธานี ชลบุรี ลพบุรี หากพิจารณาสำนักงานทางหลวงที่มีค่า IRI สูงกว่าค่าเฉลี่ย (3.01) ประกอบกับภาพโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในรูปที่ 1-181 จะเห็นภาพได้อย่างชัดเจนมากขึ้น กล่าวคือ ในพื้นที่ดังกล่าวมีถนนที่มีความเสียหายอยู่ค่อนข้างมาก ค่า IRI เกินกว่า 3.5 (เส้นสีส้มและแดง) เชียงใหม่ แพร่ เพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่บนภูเขาและตามแนวชายแดน แม้ว่าในพื้นที่ดังกล่าวจะมีปริมาณการเดินทางน้อย แต่โครงข่ายก็มีความสำคัญต่อยุทธศาสตร์ชาติในด้านความมั่นคงของประเทศ และประชาชนในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวควรมีถนนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง สำหรับใช้เดินทาง ติดต่อสื่อสาร และเข้าถึงบริการสาธารณะพื้นฐานต่าง ๆ ของรัฐ เช่น โรงเรียน สถานที่ราชการ และโรงพยาบาล เป็นต้น ส่วนพื้นที่ กรุงเทพฯ และชลบุรี เป็นพื้นที่ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เส้นทางเชื่อมต่อไปยังแหล่งขนส่งสินค้าและอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ผลการสำรวจสภาพทางหลวงจึงสะท้อนให้เห็นว่าเส้นทางในพื้นที่ดังกล่าวต้องการการบำรุงรักษาและบูรณะอย่างเร่งด่วน เพื่อสนับสนุนการลดต้นทุนโลจิสติกส์ และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศตามนโยบายของรัฐบาล

ตารางที่ 1-86 สภาพโครงข่ายทางหลวงจากการวิเคราะห์โดย TPMS ในปี 2564 จำแนกตามสำนักงานทางหลวง

สำนักงานทางหลวง	ระยะทาง (กม.)	IRI เฉลี่ย	ระยะทาง (กิโลเมตร)	
			IRI ≤ 3.5	IRI › 3.5
สทล. 1 (เชียงใหม่)	4,301.21	**3.40**	2,871.28	1,429.92
สทล. 2 (แพร่)	4,437.44	**3.13**	3,674.18	763.25
สทล. 3 (สกลนคร)	3,713.08	2.84	3,644.27	68.80
สทล. 4 (ตาก)	3,169.68	**3.04**	2,738.06	431.62
สทล. 5 (พิษณุโลก)	3,259.23	**3.17**	2,813.15	446.07
สทล. 6 (เพชรบูรณ์)	3,624.75	3.00	3,248.52	376.22
สทล. 7 (ขอนแก่น)	3,602.44	**3.11**	3,145.21	457.23
สทล. 8 (มหาสารคาม)	2,951.28	2.78	2,915.01	36.27
สทล. 9 (อุบลราชธานี)	4,444.90	**3.10**	3,857.80	587.09
สทล. 10 (นครราชสีมา)	5,015.55	2.93	4,737.26	278.28
สทล. 11 (ลพบุรี)	3,670.50	**3.10**	3,172.14	498.36
สทล. 12 (สุพรรณบุรี)	3,668.12	2.80	3,458.38	209.74
สทล. 13 (กรุงเทพ)	2,172.97	2.91	1,589.61	583.36
สทล. 14 (ชลบุรี)	3,603.52	**3.05**	2,940.21	663.30
สทล. 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	3,107.84	2.93	2,963.96	143.88
สทล. 16 (นครศรีธรรมราช)	4,015.51	2.86	3,817.22	198.29
สทล. 17 (กระบี่)	2,883.54	2.89	2,714.34	169.19
สทล. 18 (สงขลา)	1,504.48	2.87	3,171.47	139.86
รวม	**63,146.11 (100%)**	**3.01**	**52,941.70 (83.84%)**	**10,204.41 (16.16%)**



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

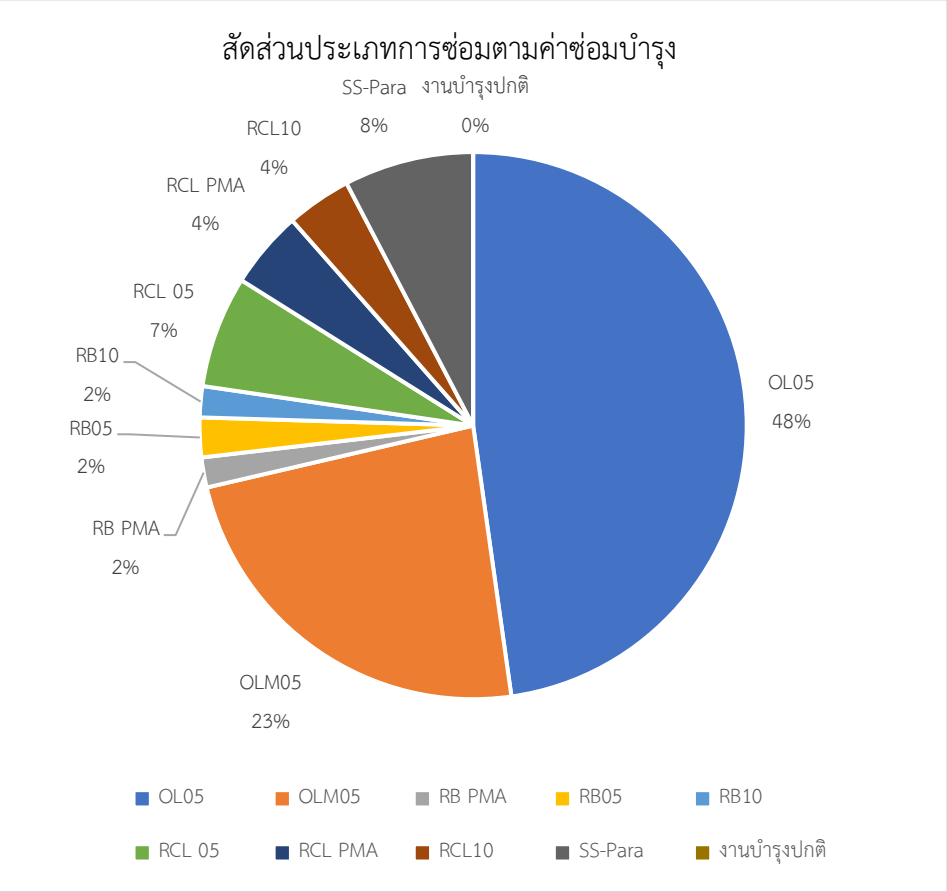
รูปที่ 1-182 ข้อมูลการสำรวจค่าความเสียหาย จากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)
(สายทาง 35 ตอนควบคุม 201 แสมดำ - สะพานข้ามแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันตก ระยะทาง 14+660 - 30+275
งบประมาณประจำปี พ.ศ. 2562)

1.8.2 ประเภทการซ่อมบำรุง

ทั้งนี้ หากพิจารณาตามเงื่อนไขการซ่อมบำรุงในตารางที่ 1-87 ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2563 จะทำให้สามารถวิเคราะห์กรอบงบการซ่อมบำรุงสูงสุดในปี พ.ศ. 2565 (วางแผนปีงบประมาณถัดไป) ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้ ดังตารางต่อไปนี้

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

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)	ระยะทาง (กม.)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	273,801,617.00	117,734,700,048.60	27,131.51
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	129,293,250.00	58,181,966,230.50	13,057.01
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	4,912,839.00	4,372,424,057.80	218.84
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	9,616,920.00	5,770,152,420.00	946.51
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	5,321,122.00	4,522,957,142.50	320.91
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	32,560,701.00	16,280,347,200.00	3,672.01
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	13,127,871.00	11,289,974,134.00	874.73
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	11,549,575.00	9,470,650,885.00	983.35
งานฉาบผิว (SS-Para)	117,963,986.00	18,874,237,537.60	11,136.26
งานบำรุงปกติ	51,164,516.00	-	4,805.03
รวม	**649,312,397.00**	**246,497,409,656.00**	**63,146.11**



รูปที่ 1-183 สัดส่วนประเภทการซ่อมบำรุงตามค่าซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบ

สัดส่วนค่าซ่อมบำรุงในปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ ระยะเวลา 1 ปี โดยรวมใช้งบปประมาณทั่วประเทศ 246,497,409,656.00บาท พบว่า

- งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร มีสัดส่วนสูงสุด ที่ร้อยละ 48
- งานปรับระดับผิวเดิมและปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร ที่ร้อยละ 23
- งานฉาบผิว ที่ร้อยละ 8
- การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร ที่ร้อยละ 7
- การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่โดยผสมกับยางธรรมชาติ ที่ร้อยละ 4
- การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร ที่ร้อยละ 4
- งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร ที่ร้อยละ 2
- งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร ที่ร้อยละ 2
- งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่โดยผสมกับยางธรรมชาติ ที่ร้อยละ 2

จากการพิจารณากรอบงบการซ่อมบำรุงสูงสุด จะสามารถวิเคราะห์หลักเกณฑ์และเป้าหมายในการใช้งบประมาณโดยเปรียบเทียบไว้ 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 กำหนดหลักเกณฑ์และเป้าหมายคุณภาพเดียวกันทุกประเภททางหลวง

กำหนดหลักเกณฑ์และเป้าหมายคุณภาพเดียวกันทุกประเภททางหลวง ดังนั้นเกณฑ์การซ่อมคือพิจารณาดำเนินการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันกับถนนที่ยังอยู่ในสภาพดี (ค่า IRI < 3.5) แต่มีค่าความเรียบสูงเกินค่าเฉลี่ยของโครงข่าย คือ IRI 2.70 (เพื่อรักษาค่า IRI ให้คงที่เท่ากับปี พ.ศ. 2563) ซึ่งสายทางที่มีค่า IRI ตั้งแต่ 2.70 ถึง 3.5 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งทางหลวงในช่วงดังกล่าว หากไม่ได้รับการบำรุงตามกำหนดเวลา (ฉาบผิว เสริมผิว) ในปีถัดไปทางหลวงจะมีความเสียหายมากยิ่งขึ้นหรือรุนแรงขึ้น ส่งผลให้ต้องปรับวิธีการบำรุงรักษาเป็นวิธีที่ราคาสูงขึ้น เช่น ปรับจากฉาบผิวเป็นเสริมผิว หรือปรับจากเสริมผิวเป็นซ่อมผิวทาง ซึ่งอยู่ในกลุ่มของงานบำรุงพิเศษและบูรณะ ที่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงสูงกว่างานบำรุงกำหนดเวลาเป็นเท่าตัวและดำเนินการซ่อมระยะทางทั้งหมดที่มีค่า IRI เกิน 3.5 (เกณฑ์มาตรฐาน) จากหลักเกณฑ์และเป้าหมายของรูปแบบที่ 1 คำนวณความต้องการงบประมาณซ่อมบำรุงได้ 67,494.57 ล้านบาท รายละเอียดดังต่อไปนี้

กิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวง รูปแบบที่ 1			
งานบำรุงตามกำหนดเวลา	20,476.73	ฉาบผิว	2,825.04
(15% ของระยะทาง IRI <3.5)		เสริมผิว	17,651.68
งานบำรุงพิเศษและบูรณะ	26,111.64	ซ่อมผิวทาง	4,351.78
(100% ของระยะทาง IRI > 3.5)		บูรณะสายรอง	16,314.43
		บูรณะทางต่ำกว่ามาตรฐาน	5,445.44
แผนงานบูรณาการ			
โครงการบูรณะทางหลวงสายหลัก	20,906.20		
รวม	**67,494.57**		

รูปแบบที่ 2 กำหนดหลักเกณฑ์และเป้าหมายคุณภาพแยกสำหรับแต่ละประเภททางหลวง

เกณฑ์การซ่อมคือ ดำเนินการซ่อมบำรุงเฉพาะจำนวนระยะทางที่ทำให้มีจำนวนถนนชำรุดเกินค่าเป้าหมายของเกณฑ์คุณภาพ จากหลักเกณฑ์และเป้าหมายของรูปแบบที่ 2 คำนวณความต้องการงบประมาณซ่อมบำรุงได้ 39,955.16 ล้านบาท รายละเอียดดังต่อไปนี้

กิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวง รูปแบบที่ 2			
งานบำรุงตามกำหนดเวลา (5% ของระยะทาง IRI <3.5)	6,825.58	ฉาบผิว	941.68
		เสริมผิว	5,883.89
งานบำรุงพิเศษและบูรณะ (เฉพาะจำนวนระยะทางที่ทำให้มีจำนวนถนนชำรุดเกินค่าเป้าหมายของเกณฑ์คุณภาพ)	15,586.69	ซ่อมผิวทาง	2,566.38
		บูรณะสายรอง	8,590.80
		บูรณะทางต่ำกว่ามาตรฐาน	4,429.51
แผนงานบูรณาการ (เฉพาะจำนวนระยะทางที่ทำให้มีจำนวนถนนชำรุดเกินค่าเป้าหมายของเกณฑ์คุณภาพ)			
โครงการบูรณะทางหลวงสายหลัก	17,542.89		
รวม	**39,955.16**		

ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัด ระยะเวลา 1 ปี ของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทางหลวง แสดงไว้ในตารางที่ 1-88 ถึงตารางที่ 1-105

ตารางที่ 1-88 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 1 เชียงใหม่

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	13,583,698.00	5,840,990,097.00
ปรับระดับผิวเดิมและปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,963,246.00	3,583,461,240.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	25,861.00	23,016,290.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,774,465.00	1,064,678,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	312,635.00	265,739,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	8,513,924.00	4,256,962,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	355,251.00	305,516,720.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมและปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	799,049.00	655,220,180.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	4,752,176.00	760,348,480.00
งานบำรุงปกติ	1,729,964.00	-
รวม	**39,810,269.00**	**16,755,933,457.00**

ตารางที่ 1-88 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 2 แพร่

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง(บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	14,180,290.00	6,097,525,388.00
ปรับระดับผิวเดิมและปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,736,400.00	3,481,380,225.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ(RBPMA)	177,722.00	158,172,491.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	2,596,139.00	1,557,683,700.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	520,132.00	442,112,200.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	3,372,671.00	1,686,335,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	183,409.00	157,732,987.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	513,767.00	421,289,760.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	9,805,360.00	1,568,857,488.00
งานบำรุงปกติ	1,631,789.00	-
รวม	**40,717,679.00**	**15,571,089,739.00**

ตารางที่ 1-89 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 3 สกลนคร

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	21,062,875.00	9,057,036,207.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร)OLM05)	3,232,701.00	1,454,716,539.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ)RBPMA)	4,736.00	4,215,040.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร)RB05)	15,438.00	9,262,620.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร)RB10)	213,343.00	181,341,125.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร)RCL05)	352,480.00	176,239,400.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	105,507.00	90,736,450.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร)RCL10)	180,967.00	148,392,530.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	11,507,764.00	1,841,242,400.00
งานบำรุงปกติ	961,501.00	-
รวม	**37,637,312.00**	**12,963,182,311.00**

ตารางที่ 1-90 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 4 ตาก

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,781,920.00	5,496,225,866.60
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	5,396,258.00	2,428,317,144.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	29,505.00	26,259,450.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,048,215.00	628,929,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	128,425.00	109,162,100.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,553,925.00	1,276,962,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	128,866.00	110,823,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	236,244.00	193,720,490.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	6,594,033.00	1,055,045,561.60
งานบำรุงปกติ	1,069,594.00	-
รวม	**29,966,985.00**	**11,325,446,262.20**

ตารางที่ 1-91 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 5 พิษณุโลก

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,440,054.00	5,349,221,070.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	8,358,579.00	3,761,359,965.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	33,902.00	30,172,780.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	1,340,886.00	804,531,300.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	59,888.00	50,904,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,736,913.00	1,368,455,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	105,704.00	90,905,440.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	639,993.00	524,794,260.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	3,776,707.00	604,272,640.00
งานบำรุงปกติ	585,224.00	-
รวม	**30,077,850.00**	**12,584,617,755.00**

ตารางที่ 1-92 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 6 เพชรบูรณ์

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	13,295,129.00	5,716,905,900.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	8,627,176.00	3,882,229,785.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	148,847.00	132,473,830.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	360,283.00	216,170,100.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	135,862.00	115,482,700.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,241,353.00	1,120,676,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	143,398.00	123,322,280.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	262,409.00	215,175,380.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	6,265,794.00	1,002,527,200.00
งานบำรุงปกติ	3,565,852.00	-
รวม	**35,046,103.00**	**12,524,963,925.00**

ตารางที่ 1-93 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 7 ขอนแก่น

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	13,000,919.00	5,590,396,761.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	9,819,188.00	4,418,634,330.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	230,228.00	204,902,920.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	27,912.00	16,746,900.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	26,016.00	22,114,025.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,323,363.00	1,161,681,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	898,207.00	772,458,020.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	573,093.00	469,935,850.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	5,001,490.00	800,238,288.00
งานบำรุงปกติ	1,156,405.00	-
รวม	**33,056,821.00**	**13,457,108,344.00**

ตารางที่ 1-94 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 8 มหาสารคาม

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	17,257,765.00	7,420,841,061.30
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	3,675,991.00	1,654,195,950.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	14,434.00	12,846,260.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	40,531.00	24,318,600.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	231,606.00	196,864,675.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	34,671.00	17,335,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	57,386.00	49,351,960.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	194,092.00	159,155,850.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	6,368,622.00	1,018,979,920.00
งานบำรุงปกติ	2,761,173.00	-
รวม	**30,636,271.00**	**10,553,889,276.30**

ตารางที่ 1-95 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 9 อุบลราชธานี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร)OL05(	18,392,252.00	7,908,669,220.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	10,197,044.00	4,588,670,025.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	141,606.00	126,029,340.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	394,493.00	236,695,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	563,868.00	479,287,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	3,188,266.00	1,594,132,800.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	331,359.00	284,967,966.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,642,454.00	1,346,811,870.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	5,429,644.00	868,743,072.00
งานบำรุงปกติ	2,775,705.00	-
รวม	**43,056,691.00**	**17,434,007,893.00**

ตารางที่ 1-96 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 10 นครราชสีมา

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	22,626,662.00	9,729,465,778.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	9,669,701.00	4,351,365,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	79,370.00	70,639,300.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	331,876.00	199,125,600.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	1,103,006.00	937,556,375.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	521,353.00	260,676,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	873,782.00	751,454,670.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,210,852.00	992,900,280.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	12,133,112.00	1,941,297,872.00
งานบำรุงปกติ	2,757,141.00	-
รวม	**51,306,855.00**	**19,234,481,125.00**

ตารางที่ 1-97 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 11 ลพบุรี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	15,358,286.00	6,604,063,066.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	10,202,947.00	4,591,327,567.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	1,018,899.00	906,819,531.50
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	238,718.00	143,231,160.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	356,829.00	303,305,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	2,101,225.00	1,050,612,250.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	639,753.00	550,187,838.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,241,369.00	1,017,921,596.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	4,136,810.00	661,889,200.00
งานบำรุงปกติ	411,211.00	-
รวม	**35,706,047.00**	**15,829,357,709.00**

ตารางที่ 1-98 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 12 สุพรรณบุรี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	17,763,841.00	7,638,452,103.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	4,317,838.00	1,943,028,540.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	56,453.00	50,243,170.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	197,136.00	118,281,540.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	313,215.00	266,232,835.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,357,210.00	678,604,750.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	104,896.00	90,210,560.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	287,705.00	235,917,690.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	10,470,589.00	1,675,294,544.00
งานบำรุงปกติ	2,219,038.00	-
รวม	**37,087,921.00**	**12,696,265,732.00**

ตารางที่ 1-99 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 13 กรุงเทพ

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,733,737.00	3,325,506,265.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,149,454.00	3,217,255,299.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	1,913,341.00	1,702,871,683.30
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	227,250.00	136,350,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	432,197.00	367,366,770.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	50,734.00	25,367,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	4,383,916.00	3,770,168,835.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,122,423.00	920,387,844.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	1,703,202.00	272,512,320.00
งานบำรุงปกติ	1,505,997.00	-
รวม	**26,222,251.00**	**13,737,786,016.30**

ตารางที่ 1-100 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 14 ชลบุรี

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	16,076,925.00	6,913,076,094.50
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	10,532,445.00	4,739,597,901.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	779,921.00	694,129,512.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	137,073.00	82,243,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	155,573.00	132,237,900.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	1,008,534.00	504,266,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	3,047,089.00	2,620,496,540.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	1,396,687.00	1,145,280,470.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	3,747,600.00	599,615,536.00
งานบำรุงปกติ	2,757,502.00	-
รวม	**39,639,349.00**	**17,430,944,253.50**

ตารางที่ 1-101 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 15 ประจวบคีรีขันธ์

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	18,428,861.00	7,924,410,935.20
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,361,481.00	3,312,665,730.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	109,740.00	97,668,600.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	10,815.00	6,489,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	87,653.00	74,505,050.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	477,410.00	238,705,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	748,948.00	644,095,710.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	153,547.00	125,908,540.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	4,817,338.00	770,774,376.00
งานบำรุงปกติ	501,373.00	-
รวม	**32,697,166.00**	**13,195,222,941.20**

ตารางที่ 1-102 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 16 นครศรีธรรมราช

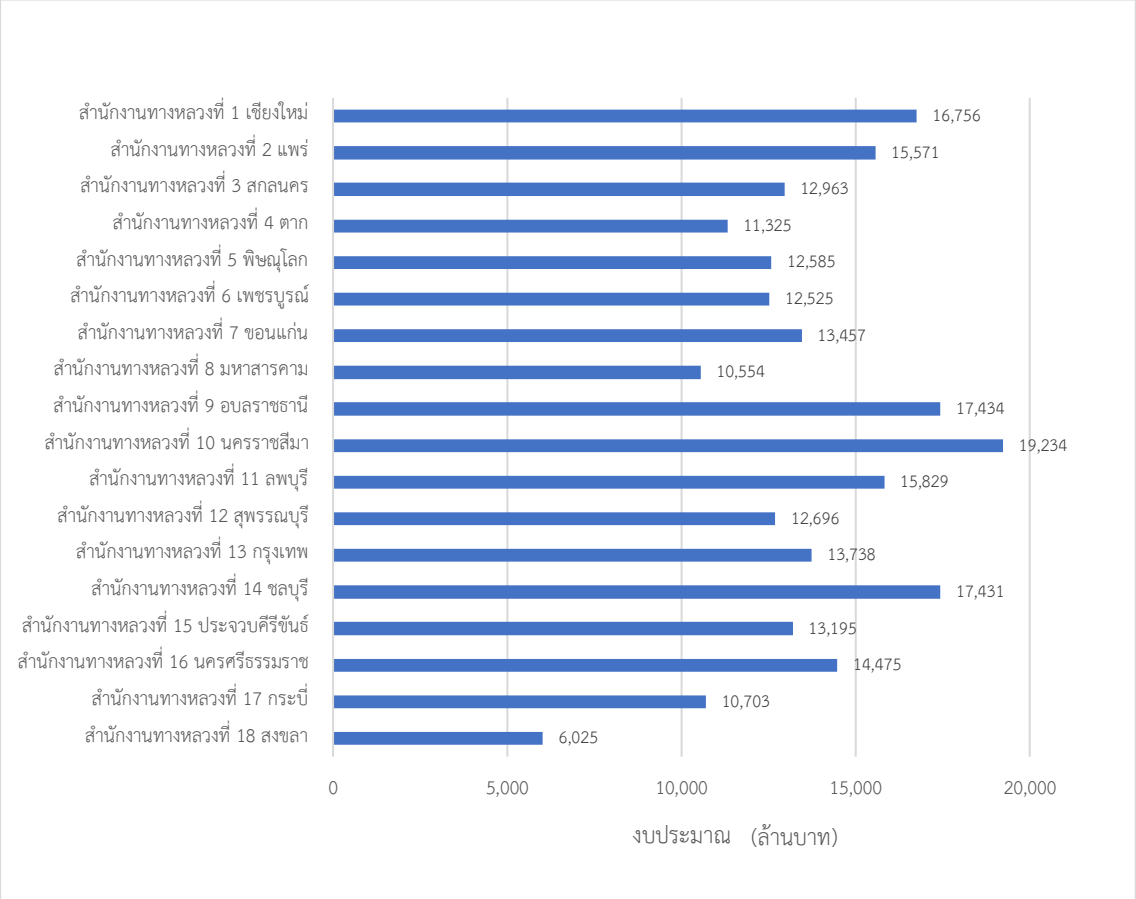
ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	19,102,877.00	8,214,238,206.50
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	7,075,477.00	3,183,964,380.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	31,320.00	27,874,800.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	421,974.00	253,184,400.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	91,799.00	78,029,022.50
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	902,874.00	451,437,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	407,456.00	350,412,590.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	311,998.00	255,838,811.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	10,377,101.00	1,660,335,800.00
งานบำรุงปกติ	2,775,826.00	-
รวม	**41,498,702.00**	**14,475,315,010.00**

ตารางที่ 1-103 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 17 กระบี่

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	12,798,468.00	5,503,342,100.00
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	6,214,841.00	2,796,678,900.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)		
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	4,660.00	2,796,000.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	41,970.00	35,674,925.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	667,692.00	333,846,000.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	489,412.00	420,894,148.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	438,161.00	359,292,430.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	7,815,696.00	1,250,511,280.00
งานบำรุงปกติ	1,298,843.00	-
รวม	**29,769,743.00**	**10,703,035,783.00**

ตารางที่ 1-104 ค่าซ่อมบำรุงผิวถนนประจำปี พ.ศ. 2565 จากการวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณของสำนักงานทางหลวงที่ 18 สงขลา

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	7,917,058.00	3,404,333,929.50
ปรับระดับผิวเดิม และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	1,762,483.00	793,117,710.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	116,954.00	104,089,060.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	449,056.00	269,434,200.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	547,105.00	465,039,590.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	156,103.00	78,051,500.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	123,532.00	106,237,520.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	344,765.00	282,707,054.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	3,260,948.00	521,751,560.00
งานบำรุงปกติ	20,700,378.00	-
รวม	**35,378,382.00**	**6,024,762,123.50**



รูปที่ 1-184 ค่าซ่อมบำรุงของแต่ละสำนักงานทางหลวง กรณีวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ

1.8.3 แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์

ทางที่ปรึกษาได้แปลผลข้อมูลจากโปรแกรมบริหารบำรุงทาง (Thailand pavement Management system : TPMS) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษา ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ที่ปรึกษาได้จัดทำรายงานการจัดสรรงบประมาณบำรุงทางในระยะยาว โดยใช้ระบบ TPMS เพื่อใช้ในการวางแผนในระยะเวลา 5 ปี โดยในการวิเคราะห์ประกอบด้วย การจัดสรรงบประมาณแบบไม่จำกัดงบประมาณ การจัดสรรงบประมาณแบบจำกัดงบประมาณ และแบบกำหนดดัชนีค่า IRI ไม่เกินค่าที่กำหนด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์แผนงานซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ 5 ปี พบว่า ในปีแรก กรมทางหลวงจะต้องการงบประมาณสูงสุดที่ 249,634 ล้านบาท เพื่อซ่อมสายทางทั้งหมดของกรมทางหลวง (ไม่รวมสายทางที่ติดค้ำประกัน) ให้ได้ค่า IRI น้อยที่สุด ซึ่งจะมีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร จะใช้งบประมาณในปีต่อไปอยู่ที่ 249,634 ล้านบาท 25,769 ล้านบาท 13,715 ล้านบาท 33,891 ล้านบาท 62,456 ล้านบาท ในปีที่ 1 ถึง 5 ตามลำดับ โดยจะสามารถรักษาค่า IRI ในปีที่ 2 ถึง 5 อยู่ที่ 2.10 2.19 2.26 และ 2.29 เมตรต่อกิโลเมตร ในตามลำดับ โดยมี IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.37 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งงบประมาณที่ต้องการเพื่อให้ค่า IRI เฉลี่ยทั้งโครงข่ายต่ำที่สุด ตลอดระยะเวลา 5 ปี จะมีความต้องการงบประมาณเฉลี่ยปีละ 77,096 ล้านบาท

จะเห็นได้ว่างบประมาณของแผนไม่จำกัดงบ ในปีแรก ซึ่งใช้งบประมาณกว่า 2 แสนล้านบาท จะทำให้ผลการวิเคราะห์สายทางที่มีความเสียหายมาก ถูกซ่อมเกือบหมดในปีแรกในปีต่อ ๆ ไป จะเป็นการซ่อมบำรุงลักษณะเชิงป้องกัน ได้แก่ ฉาบหรือเสริมผิว อีกทั้ง ในระบบจะกำหนดให้สายทางส่วนมากที่ถูกซ่อมบำรุงไปแล้วติดค้ำประกันจากการซ่อมปีแรก จึงไม่สามารถซ่อมอย่างต่อเนื่องได้

แผนงานซ่อมบำรุงเชิงกลยุทธ์ แบบจำกัดงบประมาณ 5 ปี โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบสภาพโครงข่ายทางในกรณีที่ได้รับเงินงบประมาณแตกต่างกัน

1. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 10,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลงเล็กน้อย จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 2.97 เมตรต่อกิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ค่า IRI ในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.18 3.41 3.67 และ 3.95 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.43 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 10,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน

2. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลงเล็กน้อย จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.93 เมตรต่อกิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ค่า IRI ในปีถัดมา มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.10 3.27 3.48 และ 3.68 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.29 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 20,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตให้ดีเท่ากับสภาพในปัจจุบัน

3. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 2.90 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 3.02 3.14 3.29 และ 3.41 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.15 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 30,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวง

4. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.86 เมตรต่อกิโลเมตร จากนั้น จะมีค่าสูงขึ้นในปีที่ 2 ถึง 5 เท่ากับ 2.94 3.00 3.09 และ 3.16 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 40,000 ล้านบาท จะไม่สามารถคงสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันได้ของกรมทางหลวง แต่ทั้งนี้ค่า IRI เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 5 ปี จะใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบัน

5. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.83 2.85 2.86 2.89 และ 2.91 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.87 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

6. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์เป็น 2.76 2.68 2.58 2.48 และ 2.34 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.57 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 70,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

7. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 100,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.65 2.43 2.13 2.17 และ 2.22 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.32 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 100,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

8. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 120,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.57 2.27 2.14 2.19 และ 2.23 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.28 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 120,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

9. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 140,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.50 2.08 2.15 2.21 และ 2.24 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.24 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 140,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

10. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 160,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.43 2.08 2.15 2.21 และ 2.24 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.22 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 160,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

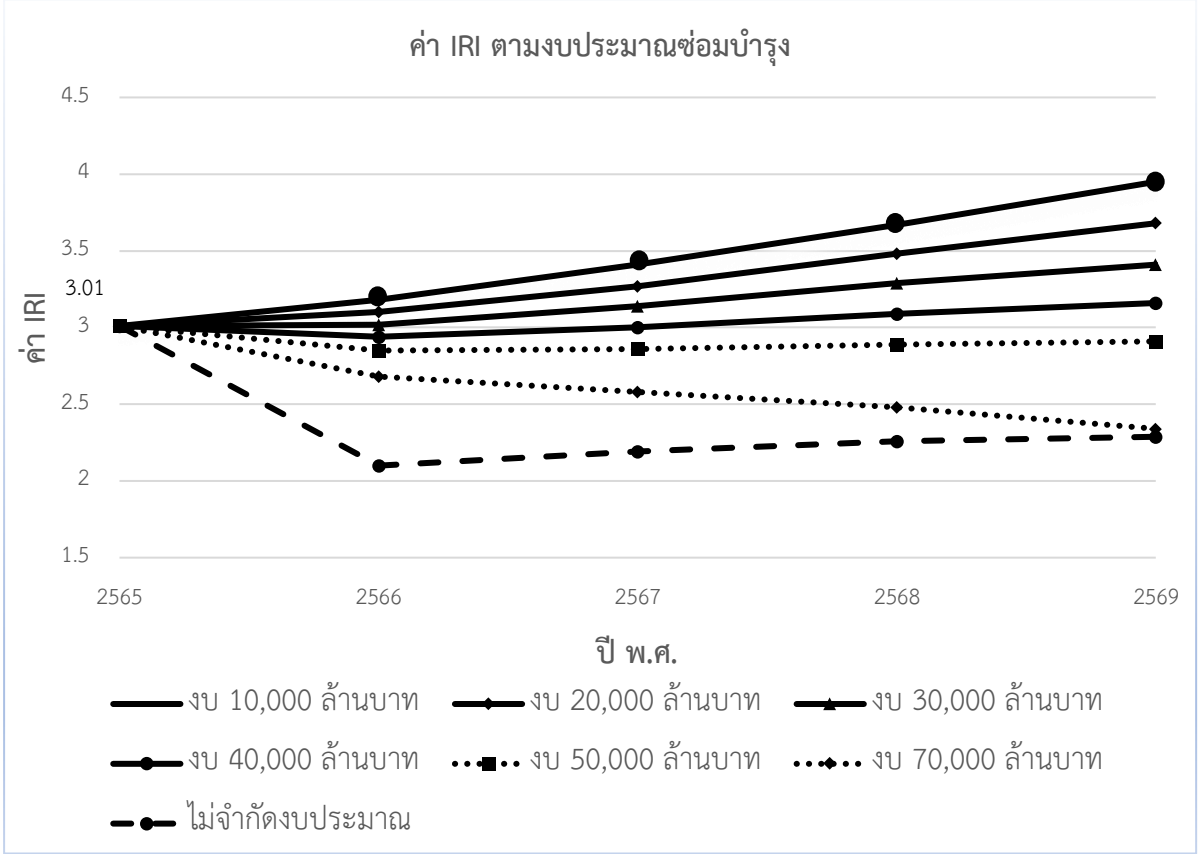
11. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 180,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.35 2.08 2.16 2.22 และ 2.25 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.23 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 180,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

12. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 200,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.27 2.08 2.16 2.23 และ 2.26 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.20 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 200,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

13. กรณีได้รับงบประมาณปีละ 220,000 ล้านบาทต่อปี พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.20 2.09 2.17 2.24 และ 2.27 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.19 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณปีละ 220,000 ล้านบาท จะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

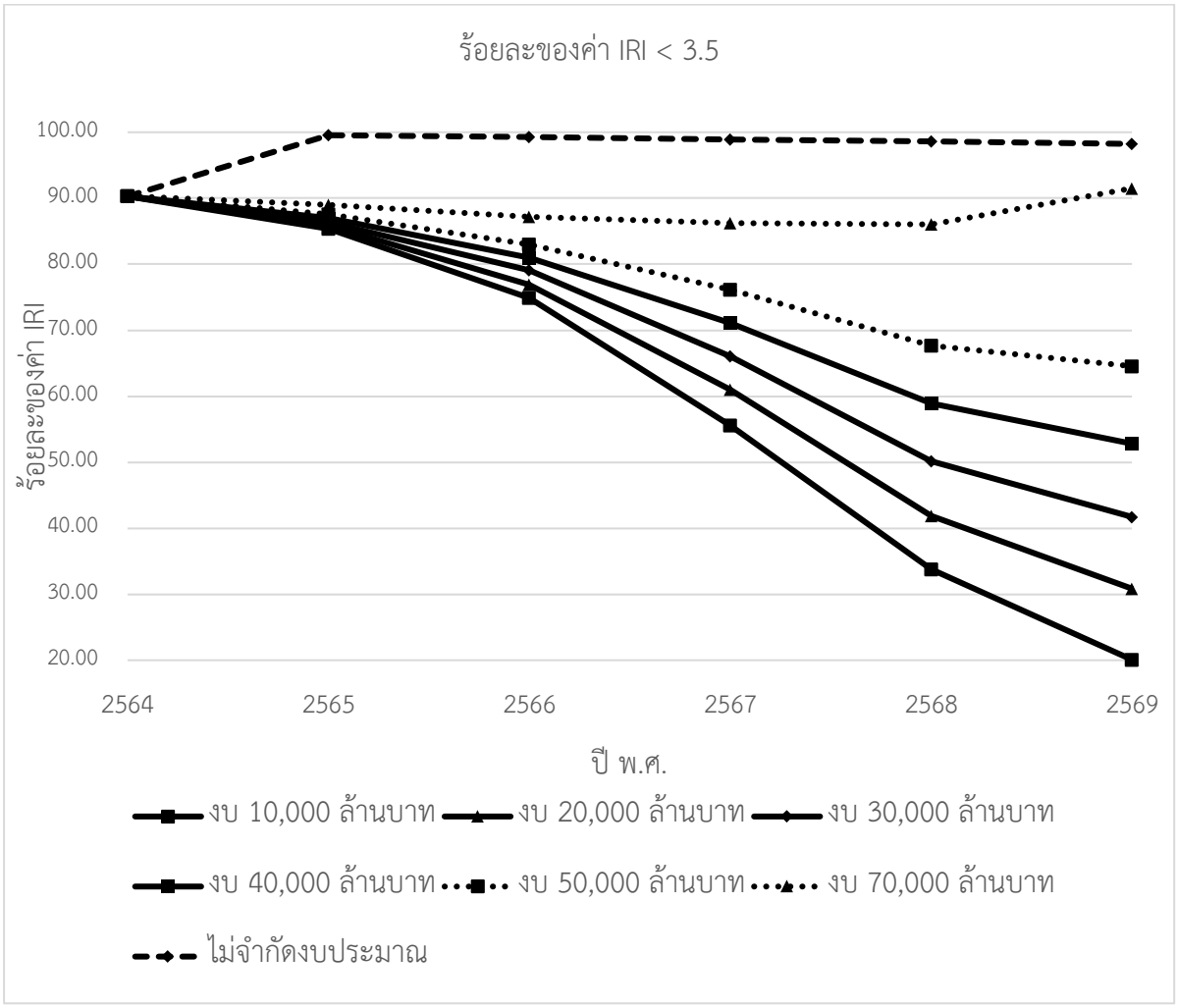
14. กรณีไม่จำกัดงบประมาณ พบว่า ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงในปีที่ 1 ถึง 5 มีค่าลดลง จาก 3.01 เมตรต่อกิโลเมตร เมื่อเริ่มต้นการวิเคราะห์ เป็น 2.06 2.10 2.19 2.26 และ 2.29 เมตรต่อกิโลเมตร ตามลำดับ โดยมีค่า IRI เฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.18 เมตรต่อกิโลเมตร ซึ่งจะเห็นได้ว่า กรณีที่ได้รับงบประมาณแบบไม่จำกัดจะสามารถรักษาสภาพโครงข่ายสายทางในอนาคตได้ดีกว่าสภาพในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า กรมทางหลวงมีค่า IRI เฉลี่ยอยู่ที่ 3.01 หากกรมทางหลวงได้รับงบประมาณในการซ่อมบำรุงผิวน้อยกว่าปีละ 40,000 ล้านบาท จะไม่สามารถรักษาสภาพโครงข่ายทางให้มีค่า IRI อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับสภาพในปัจจุบันของกรมทางหลวงได้ ดังนั้น งบประมาณที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงควรจะได้รับ เพื่อคงสภาพผิวทางทั่วประเทศให้ได้ใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน (IRI = 3.01) ควรมีงบประมาณปีละ 40,000 – 50,000 ล้านบาท



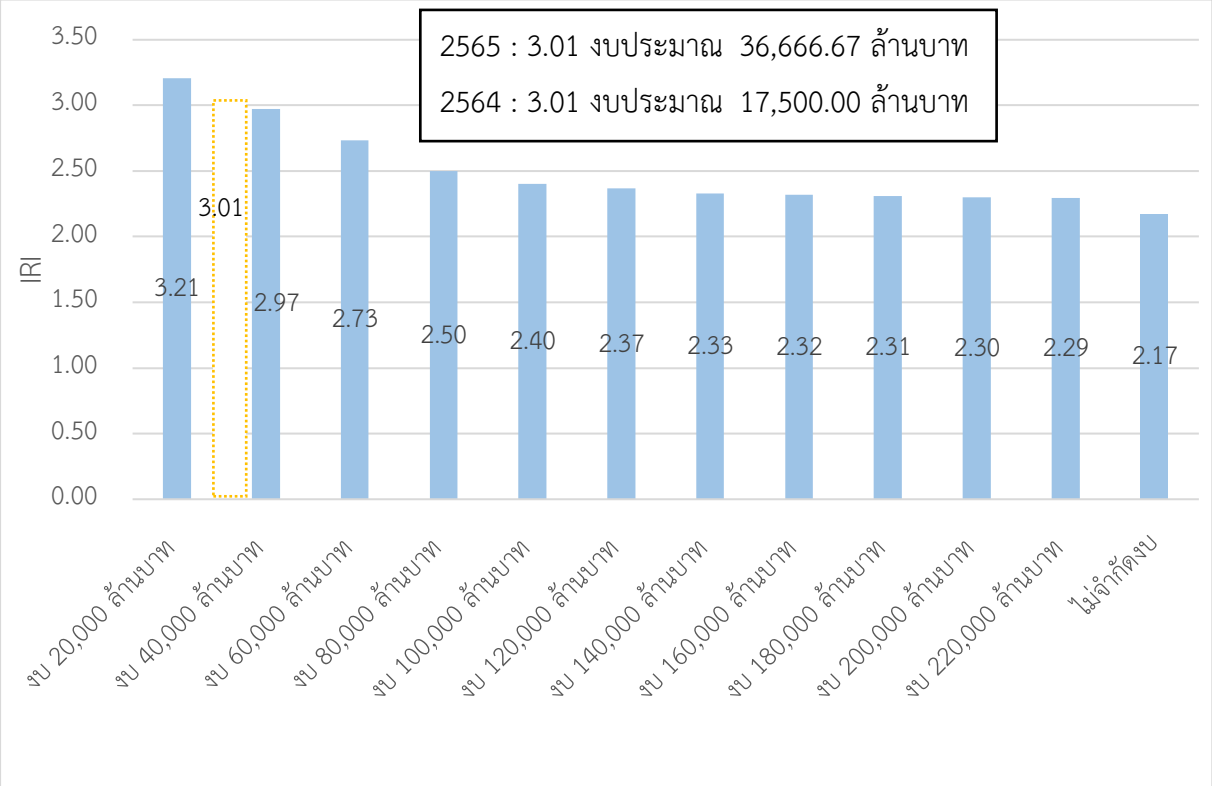
รูปที่ 1-185 กราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ถ้าทางกรมทางหลวงต้องการที่จะคงค่า IRI < 3.5 ที่ประมาณร้อยละ 87 (คำรับรองการปฏิบัติราชการปี พ.ศ. 2562) ตลอด 5 ปี จำเป็นจะต้องใช้งบประมาณปีละ 50,000 ล้านบาท แสดงดังรูปที่ 1-186 โดยการวิเคราะห์นี้เป็นการวิเคราะห์จากผลประโยชน์ของผู้ใช้ทางต่อค่าซ่อมบำรุง (B/C) เท่านั้น มิได้ คำนึงถึงการกระจายงบประมาณจากความจำเป็นในการซ่อม จึงอาจเป็นผลให้มีบางสายทางที่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงในปีหลัง



รูปที่ 1-186 ร้อยละของค่า IRI ที่น้อยกว่า 3.5 ในแต่ละปีงบประมาณ

จากการวิเคราะห์เฉลี่ย IRI ตลอด 5 ปี ถ้ากรมทางหลวงต้องการรักษาค่าเฉลี่ย IRI 5 ปีของปี พ.ศ. 2565 ให้มีค่าเท่ากับ 3.01 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของถนนทั้งประเทศจะต้องใช้งบประมาณ 36,666.67 ล้านบาท ซึ่งมากกว่างบประมาณที่จะใช้รักษาค่า IRI ให้เท่ากับ 3.01 ในปี หากดำเนินการซ่อมบำรุงปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2564) ซึ่งเท่ากับ 17,500 ล้านบาท เนื่องมาจากการได้รับงบประมาณที่ได้รับจริงที่ไม่เพียงพอในปี พ.ศ. 2564 ทำให้ไม่สามารถคงสภาพถนนให้อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการได้ ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2565 จะต้องใช้งบประมาณมากขึ้นในการรักษาค่า IRI ให้เท่ากับ 3.01 ดังรูปที่ 1-188



รูปที่ 1-187 กราฟแสดงค่า IRI เฉลี่ยในระยะเวลา 5 ปี ตามงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี

สรุปค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงที่ได้รับงบประมาณต่างกัน ได้ตารางที่ 1-105 ถึง ตารางที่ 1-119

ตารางที่ 1-105 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงปกติ

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	0	3.01	3.01	0
2566	0	3.21	3.21	0
2567	0	3.44	3.44	0
2568	0	3.71	3.71	0
2569	0	4.00	4.00	0
เฉลี่ย	**0**	**3.47**	**3.47**	**0**

ตารางที่ 1-106 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณ

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	249,697	3.01	2.06	495,610
2566	25,717	2.16	2.10	157,214
2567	13,727	2.22	2.19	51,914
2568	33,885	2.33	2.26	225,779
2569	62,456	2.43	2.29	125,644
เฉลี่ย	**77,096**	**2.43**	**2.18**	**211,232**

ตารางที่ 1-107 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 10,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	10,000	3.01	2.97	68,786
2566	10,000	3.21	3.18	119,465
2567	10,000	3.44	3.41	98,561
2568	10,000	3.71	3.67	159,371
2569	10,000	4.00	3.95	96,404
เฉลี่ย	**10,000**	**3.47**	**3.43**	**108,517**

ตารางที่ 1-108 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 20,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	20,000	3.01	2.93	129,579
2566	20,000	3.16	3.10	188,668
2567	20,000	3.36	3.27	113,504
2568	20,000	3.55	3.48	204,602
2569	20,000	3.78	3.68	136,720
เฉลี่ย	**20,000**	**3.37**	**3.29**	**154,614**

ตารางที่ 1-109 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 30,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	30,000	3.01	2.90	180,456
2566	30,000	3.12	3.02	226,682
2567	30,00	3.26	3.14	138,292
2568	30,000	3.40	3.29	234,935
2569	30,000	3.57	3.41	154,327
เฉลี่ย	**30,000**	**3.27**	**3.15**	**186,939**

ตารางที่ 1-110 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 40,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	40,000	3.01	2.86	220,903
2566	40,000	3.09	2.94	245,417
2567	40,000	3.17	3.00	149,708
2568	40,000	3.24	3.09	256,460
2569	40,000	3.35	3.16	159,558
เฉลี่ย	**40,000**	**3.17**	**3.01**	**206,409**

ตารางที่ 1-111 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 50,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	50,000	3.01	2.83	253,840
2566	50,000	3.04	2.85	259,299
2567	50,000	3.07	2.86	154,072
2568	50,000	3.08	2.89	266,565
2569	50,000	3.12	2.91	154,792
เฉลี่ย	**50,000**	**3.07**	**2.87**	**217,714**

ตารางที่ 1-112 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 70,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	70,000	3.01	2.76	308,882
2566	70,000	2.96	2.68	273,899
2567	70,000	2.88	2.58	151,565
2568	70,000	2.76	2.48	269,071
2569	70,000	2.66	2.34	132,286
เฉลี่ย	**70,000**	**2.85**	**2.57**	**227,141**

ตารางที่ 1-113 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 100,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	100,000	3.01	2.65	371,794
2566	100,000	2.83	2.43	275,288
2567	100,000	2.59	2.13	115,922
2568	100,000	2.25	2.17	222,102
2569	100,000	2.31	2.22	113,400
เฉลี่ย	**100,000**	**2.60**	**2.32**	**219,701**

ตารางที่ 1-114 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 120,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	120,000	3.01	2.57	404,474
2566	120,000	2.75	2.27	264,909
2567	120,000	2.40	2.14	76,492
2568	120,000	2.26	2.19	222,893
2569	120,000	2.34	2.23	120,777
เฉลี่ย	**120,000**	**2.55**	**2.28**	**217,909**

ตารางที่ 1-115 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 140,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	140,000	3.01	2.50	431,892
2566	140,000	2.67	2.08	245,372
2567	140,000	2.19	2.15	57,421
2568	140,000	2.28	2.21	223,060
2569	140,000	2.36	2.24	125,928
เฉลี่ย	**140,000**	**2.50**	**2.24**	**216,734**

ตารางที่ 1-116 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 160,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	160,000	3.01	2.43	454,444
2566	160,000	2.58	2.08	216,802
2567	160,000	2.18	2.15	57,396
2568	160,000	2.29	2.21	223,086
2569	160,000	2.37	2.24	128,984
เฉลี่ย	**160,000**	**2.49**	**2.22**	**216,142**

ตารางที่ 1-117 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 180,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	180,000	3.01	2.35	472,429
2566	180,000	2.49	2.08	193,303
2567	180,000	2.19	2.16	57,396
2568	180,000	2.30	2.22	223,086
2569	180,000	2.38	2.25	129,817
เฉลี่ย	**180,000**	**2.48**	**2.23**	**396,986**

ตารางที่ 1-118 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 200,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	200,000	3.01	2.27	486,707
2566	200,000	2.40	2.08	175,189
2567	200,000	2.20	2.16	57,396
2568	200,000	2.30	2.23	223,086
2569	200,000	2.39	2.26	130,482
เฉลี่ย	**200,000**	**2.46**	**2.20**	**214,572**

ตารางที่ 1-119 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และค่า IRI ตามแผนซ่อมบำรุงด้วยงบประมาณ 220,000 ล้านบาท

ปีงบประมาณ	ค่าซ่อมบำรุง (ล้านบาท)	IRI ก่อนซ่อมบำรุง	IRI หลังซ่อมบำรุง	ผลประโยชน์ของผู้ใช้ทาง (ล้านบาท)
2565	220,000	3.01	2.20	497,489
2566	220,000	2.32	2.09	161,559
2567	220,000	2.20	2.17	57,396
2568	220,000	2.31	2.24	223,086
2569	220,000	2.40	2.27	130,783
เฉลี่ย	**220,000**	**2.45**	**2.19**	**214,863**

โดยสามารถสรุปค่า IRI เฉลี่ยจากแผนต่าง ๆ ได้ดังตารางต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์ จะเห็นได้ว่าหากกรมทางหลวงต้องการรักษาค่า IRI เฉลี่ยตลอดระยะเวลา 5 ปี อยู่ในสภาพที่ดี เทียบกับกับสภาพณ ปัจจุบัน พ.ศ.2564 (IRI = 3.01) จะต้องใช้งบประมาณบำรุงทางอยู่ที่ประมาณ 40,000 ล้านบาท และสายทางที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 มากกว่าร้อยละ 87 ของสายทางทั้งหมด กรมทางหลวงจะต้องใช้งบประมาณอย่างต่อเนื่องปีละไม่น้อยกว่า 50,000 ล้านบาท โดยสามารถสรุปค่า IRI เฉลี่ยจากแผนต่าง ๆ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1-120 ค่า IRI เฉลี่ยตาม แผนและปีงบประมาณ

	ปี 2565	ปี 2566	ปี 2567	ปี 2568	ปี 2569	เฉลี่ยตลอด 5 ปี
งบบำรุงปกติ	3.01	3.21	3.44	3.71	4.00	**3.47**
งบ 10,000 ล้านบาท	2.97	3.18	3.41	3.67	3.95	**3.43**
งบ 20,000 ล้านบาท	2.93	3.10	3.27	3.48	3.68	**3.29**
งบ 30,000 ล้านบาท	2.90	3.02	3.14	3.29	3.41	**3.15**
งบ 40,000 ล้านบาท	2.86	2.94	3.00	3.09	3.16	**3.01**
งบ 50,000 ล้านบาท	2.83	2.85	2.86	2.89	2.91	**2.87**
งบ 70,000 ล้านบาท	2.76	2.68	2.58	2.48	2.34	**2.57**
งบ 100,000 ล้านบาท	2.65	2.43	2.13	2.17	2.22	**2.32**
งบ 120,000 ล้านบาท	2.57	2.27	2.14	2.19	2.23	**2.28**
งบ 140,000 ล้านบาท	2.50	2.08	2.15	2.21	2.24	**2.24**
งบ 160,000 ล้านบาท	2.43	2.08	2.15	2.21	2.24	**2.22**
งบ 180,000 ล้านบาท	2.35	2.08	2.16	2.22	2.25	**2.23**
งบ 200,000 ล้านบาท	2.27	2.08	2.16	2.23	2.26	**2.20**
งบ 220,000 ล้านบาท	2.20	2.09	2.17	2.24	2.27	**2.19**
ไม่จำกัดงบประมาณ	2.06	2.10	2.19	2.26	2.29	**2.18**

1.8.4 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

1.8.4.1 การวิเคราะห์ความต้องการงบประมาณงานบำรุงรักษาทางหลวงผิวลาดยาง โดย TPMS

<u>กระบวนการวิเคราะห์</u>

กระบวนการวิเคราะห์โดยโปรแกรม TPMS เป็นการหาวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมตามหลักวิศวกรรม โดยการวิเคราะห์จะกำหนดงบประมาณที่ต้องการในการซ่อมบำรุง (Cost) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ได้แก่

- ค่า IRI เมื่อไม่มีการซ่อมบำรุง โดยโปรแกรมจะคาดการณ์ความเสียหายของถนนในปี 2565 จากระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่
- ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุง
- ระยะทางในการซ่อมบำรุง
- วิธีการซ่อมบำรุง
- ค่าซ่อมบำรุงตามวิธีการซ่อม
- ผลประโยชน์ที่ได้รับ (Benefit)

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

<u>ผลการวิเคราะห์</u>

ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 1-188 และรูปที่ 1-189 และสำนักบริหารบำรุงทางได้สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่าง งบประมาณในปี 2565 กับ ร้อยละของระยะทางบนทางหลวงที่มีค่า IRI<3.5 ของโครงข่ายทางหลวงตามงบประมาณบำรุงทางที่ได้รับการจัดสรรทั้งประเทศในปี 2565 ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{Budget} = 16{,}803 * (\%IRI_{2565}<3.5) - 1{,}422{,}879 \quad (1)$$

โดยที่ Budget = งบประมาณบำรุงรักษาถนนลาดยางในปี 2565 (ล้านบาท)

$\%IRI_{2565}<3.5$ = ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม.

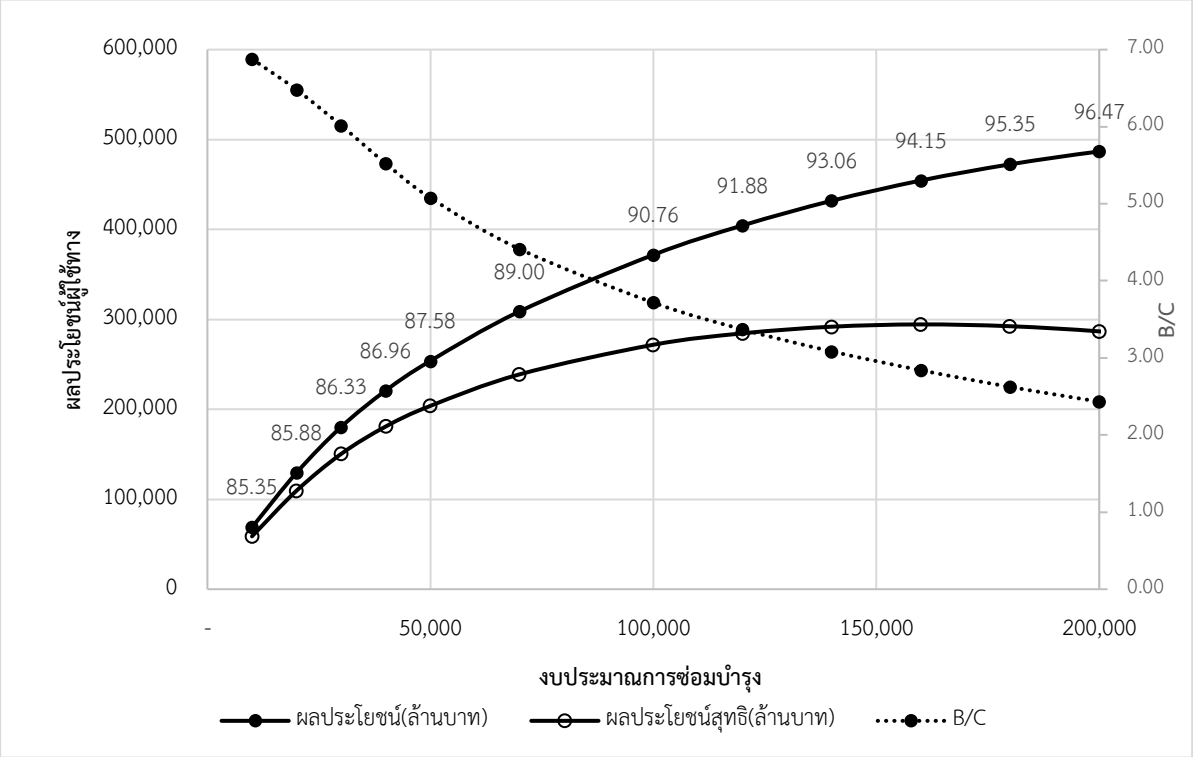
ผลประโยชน์จากการลงทุนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณงบลงทุน แต่ผลประโยชน์สุทธิจะเริ่มลดลงเมื่อการลงทุนเกิน 100,000 ล้านบาท เพราะโครงการที่เลือกมาดำเนินการมีต้นทุนสูงกว่าผลประโยชน์ (B-C <0 หรือ B/C<1) เมื่อพิจารณาความต้องการงบประมาณตามสมการที่ 1 จะต้องใช้งบประมาณ 38,992 ล้านบาท เพื่อคงสภาพของโครงข่ายให้ร้อยละของระยะทางของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม. ไม่เกินร้อยละ 87

ตารางที่ 1-121 ผลการวิเคราะห์งบประมาณ ปี 2565

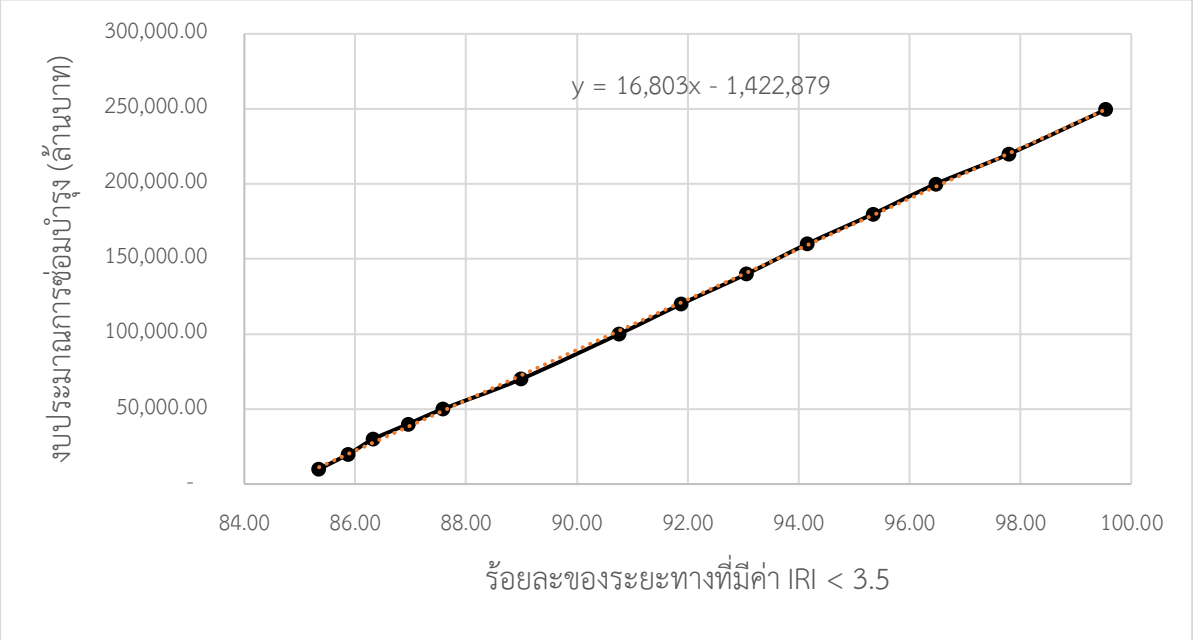
ค่าซ่อมบำรุง (Cost) ล้านบาท	ผลประโยชน์ (Benefit) ล้านบาท	Net Benefit	ระยะทางที่ค่า IRI < 3.5	
			กม.	คิดเป็นร้อยละ
10,000	68,786	58,786	53,894	85.35
20,000	129,579	109,579	54,230	85.88
30,000	180,456	150,456	54,514	86.33
40,000	220,903	180,903	54,909	86.96
50,000	253,840	203,840	55,304	87.58
70,000	308,882	238,882	56,197	89.00
100,000	371,794	271,794	57,312	90.76
120,000	404,474	284,474	58,021	91.88
140,000	431,892	291,892	58,765	93.06
160,000	454,444	294,444	59,454	94.15
180,000	472,429	292,429	60,207	95.35
200,000	486,707	286,707	60,920	96.47
220,000	497,489	277,489	61,757	97.80
249,634 (ไม่จำกัดงบประมาณ)	495,610	354,285	62,859	99.55

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า งบประมาณการซ่อมบำรุงที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับผลประโยชน์ต่อค่าซ่อมบำรุง (B/C) เนื่องจากระบบ TPMS จะเลือกซ่อมในสายทางที่ให้ผลประโยชน์มากกว่าก่อน ทำให้งบประมาณที่เพิ่มขึ้นจะถูกนำไปซ่อมในสายทางที่มีผลประโยชน์น้อยลงมา

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มงบประมาณในการซ่อมบำรุงทางตั้งแต่ช่วง 0 - 160,000 ล้านบาท จะทำให้ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefit) จากการวิเคราะห์ด้วย TPMS จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่หากเพิ่มงบประมาณมากกว่า 160,000 ล้านบาท ผลประโยชน์สุทธิจะเริ่มลดลงเมื่อเทียบกับงบประมาณที่น้อยกว่า ดังนั้น จุดลงทุนที่จะให้ผลประโยชน์สุทธิสูงสุดคือที่งบประมาณ 160,000 ล้านบาท ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1-188 ความสัมพันธ์ผลประโยชน์ ผลประโยชน์สุทธิ และค่า B/C



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

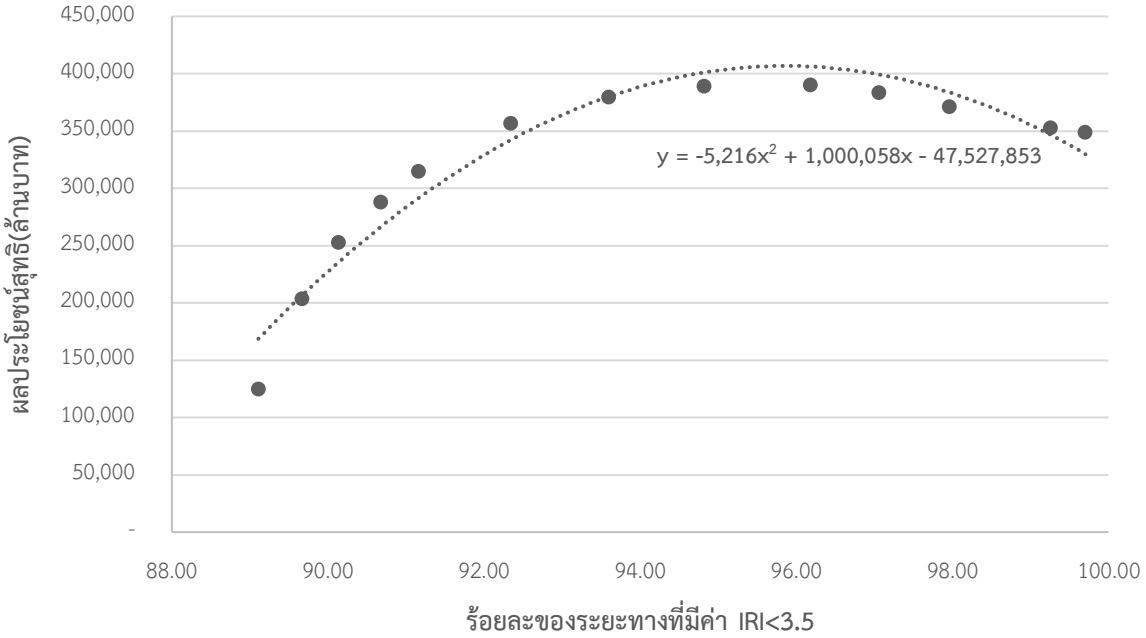
กับงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในปี 2565 (เฉพาะถนนลาดยาง)

1.8.4.2 ความอ่อนไหวของงบประมาณปี 2565 ต่อระดับการให้บริการทางหลวง

ในกรณีที่งบประมาณในปี 2564 ที่ได้รับจริงไม่เท่ากับค่าของงบประมาณที่ต้องการ ผลที่เกิดกับค่า IRI ของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงจะเป็นอย่างไร ในกรณีนี้สำนักบริหารบำรุงทางได้ทำการวิเคราะห์โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของถนนทั้งโครงข่ายที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม. กับงบประมาณที่ใช้ในการบำรุงรักษาทางหลวง ซึ่งในการวิเคราะห์นี้พิจารณาเฉพาะถนนลาดยางเนื่องจากการซ่อมบำรุงทางหลวงผิวคอนกรีตโดยส่วนใหญ่ ยกเว้นการเสริมผิวลาดยางตลอดสายทางจะไม่สามารถช่วยปรับลดค่า IRI ของถนนคอนกรีตได้เหมือนกับการซ่อมบำรุงถนนลาดยาง จากสมการความสัมพันธ์สามารถแจกแจงได้ดังตารางที่ 1-122 ซึ่งบ่งชี้ว่าถ้าปรับลดงบประมาณในการบำรุงรักษาทางหลวงลง 10,000 ล้านบาท จะมีถนนลาดยางที่คุณภาพในการให้บริการลดต่ำลงกว่ามาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนดไว้อีกประมาณ 284 กิโลเมตร หากรวมกับทางหลวงที่มีค่า IRI เกิน 3.5 อีก 10,201 กิโลเมตร จะทำให้มีทางหลวงเกินเกณฑ์มาตรฐาน 10,485 กิโลเมตร ถ้าการปรับลดงบประมาณนี้ดำเนินการกับถนนคอนกรีตยิ่งมีผลกระทบในทางลบต่อระดับการให้บริการมากกว่าถนนลาดยาง เนื่องจากถนนคอนกรีตจะเป็นถนนที่มีปริมาณจราจรสูงในเขตเมือง

ตารางที่ 1-122 ความอ่อนไหวของงบประมาณที่มีต่อการให้บริการ

งบประมาณ	% IRI < 3.5	ระยะทางที่ IRI น้อยกว่า 3.5 ม.	ระยะทางที่ IRI มากกว่า 3.5 ม./กม.	จากงบประมาณ 10,000 ล้านบาท สภาพโครงข่ายจะดีขึ้น (กม.)
10,000	85.35	53,894	9,252	-
20,000	85.88	54,230	8,916	336
30,000	86.33	54,514	8,632	620
40,000	86.96	54,909	8,237	1,015
50,000	87.58	55,304	7,842	1,410
70,000	89.00	56,197	6,949	2,303
100,000	90.76	57,312	5,834	3,418
120,000	91.88	58,021	5,125	4,127
140,000	93.06	58,765	4,381	4,871
160,000	94.15	59,454	3,692	5,560
180,000	95.35	60,207	2,939	6,313
200,000	96.47	60,920	2,226	7,026
220,000	97.04	61,278	1,868	7,384



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

จากรูปที่ 1-190 สามารถนำค่า **Net Benefit** มาสร้างสมการความสัมพันธ์เพื่อหาจุดที่ทำให้เกิดค่า **Net Benefit** สูงสุด ผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังรูปที่หรือสมการที่ (2)

$$\text{Net Benefit} = -5{,}216\ (\%\ \text{IRI} < 3.5)^2 + 1{,}000057\ (\%\ \text{IRI} < 3.5) - 47{,}527{,}852 \qquad (2)$$

โดยที่ (% IRI < 3.5) = ร้อยละของโครงข่ายทางหลวงที่มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 ม./กม.
Net Benefit = ผลได้สุทธิ (ล้านบาท)

สรุปความเหมาะสมในการนำระบบ TPMS เพื่อการวางแผนงบประมาณงานซ่อมบำรุง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงในฐานข้อมูล Roadnet ประกอบไปด้วยค่าสภาพทางทั้ง IRI Rutting และ MPD นี้ยังได้รวบรวม ข้อมูลอื่น ๆ ทั้งปริมาณจราจร แผนการซ่อมบำรุง พิกัดสายทาง ข้อมูลสำรวจจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง และข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทาง โดยภายหลังจากการตรวจรับข้อมูลจากการสำรวจโดยคณะกรรมการแล้ว ที่ปรึกษาได้นำเข้าข้อมูลเหล่านี้ไปยังระบบ TPMS เพื่อวิเคราะห์งบประมาณในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) วิธีการวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสม (Optimal Investment Plan) แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงประจำปี แผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์ อีกทั้งที่ปรึกษาได้ นำส่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ของแผนงานซ่อมบำรุงแบบไม่จำกัดงบประมาณราย 1 กิโลเมตร แยกตามสายทาง เพื่อเป็นแนวทางการจัดสรรงบประมาณให้กับทางสำนักงานทางหลวง หรือแขวงทางหลวง ในพื้นที่ต่าง ๆ ทราบถึงกรอบงบประมาณ และวิธีการซ่อมบำรุงที่สะท้อนจากค่าความเสียหายจริง ณ สายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบ

โดยพบว่า การวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) ทางที่ปรึกษาได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจในโครงการรวมกับข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุง จากระบบ PLANNET พบว่า เนื่องจากในโครงการมุ่งเน้นในการสำรวจสายทางให้ครอบคลุมทั้งโครงข่ายของกรมทางหลวง จึงมีจำนวนที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) ชนิดของการเสริมผิวได้ค่อนข้างน้อย แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่ทางที่ปรึกษาได้รวมรวบค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) ยังมีความน่าเชื่อถือเหมาะสมแก่การนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในระบบ TPMS ได้

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์งบประมาณด้วยระบบ TPMS เป็นการวิเคราะห์เฉพาะด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และเงื่อนไขการซ่อมบำรุงทางวิศวกรรมในภาพรวมระดับโครงข่ายเท่านั้น ซึ่งยังมิได้สะท้อนถึงการกระจายงบประมาณที่เหมาะสมตามพื้นที่ การบริหารงานซ่อมบำรุงทางเนื่องจากการเสื่อมสภาพของค่าความเสียดทานเพื่อยกระดับด้านความปลอดภัย หรือการวิเคราะห์รายละเอียดระดับโครงการ ดังนั้นในอนาคตจึงอาจจะต้องมีการพัฒนาระบบวิเคราะห์บริหารบำรุงทาง เพื่อตอบสนองความต้องการในการวิเคราะห์ที่เปลี่ยนแปลง และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการงบประมาณบำรุงทาง นอกจากนั้นระบบควรพัฒนาให้เจ้าหน้าที่แขวงทางหลวงที่เกี่ยวข้องกับงานด้านแผนงาน สามารถวิเคราะห์แผนรายประมาณการ เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนให้เพียงพอแต่ละแผนงาน และควรวิเคราะห์ความต้องการงบประมาณและแนวทางการจัดสรรงบประมาณของแขวงทางหลวงตรงตามงบประมาณที่ได้รับหรือต้องการได้ในแต่ละปีงบประมาณต่อไป