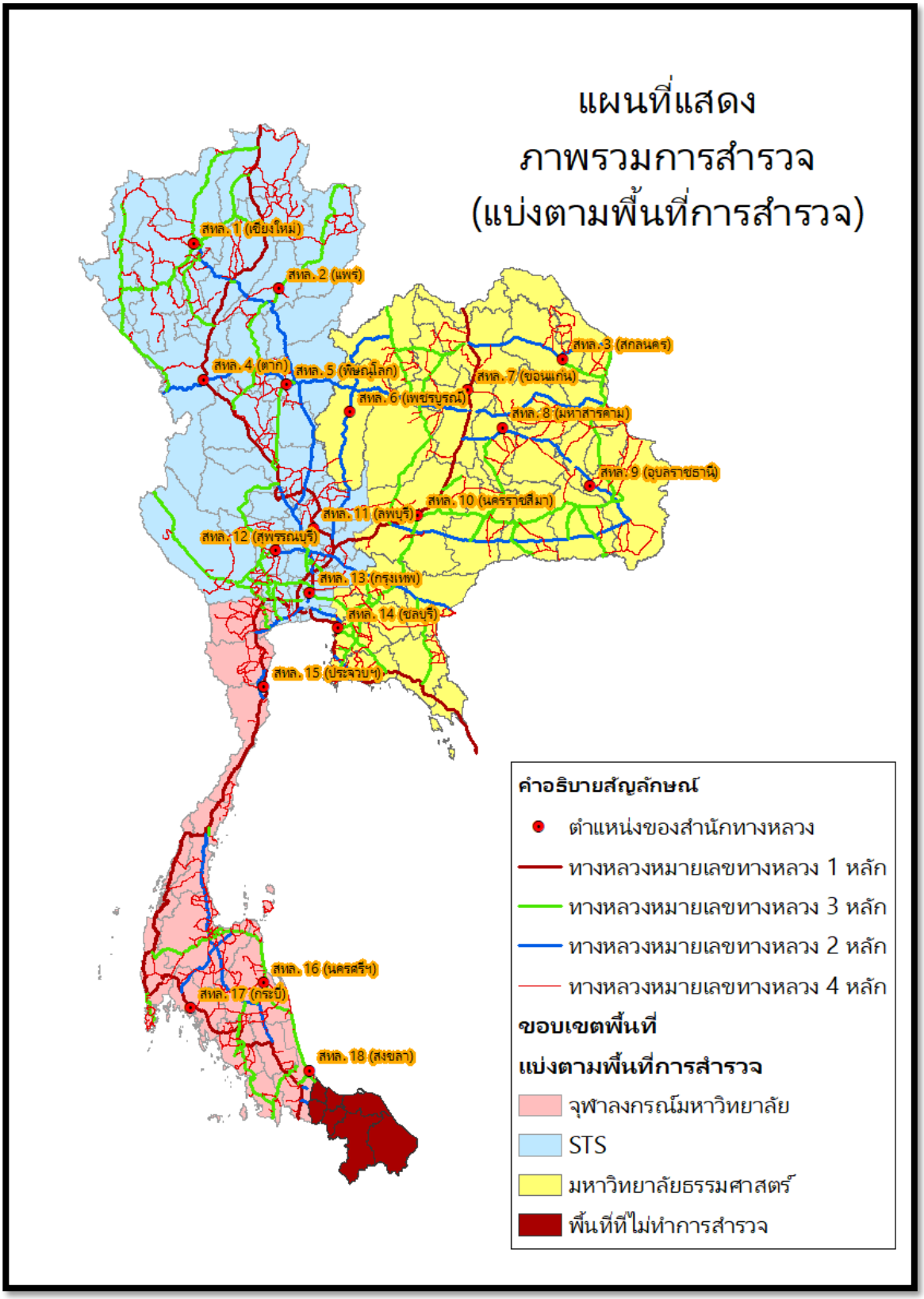
บทที่ 2
พื้นที่สำรวจและเครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง

2.1 พื้นที่สำรวจ

ในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพทางชนิดผิวลาดยางและผิวคอนกรีตนั้น ข้อมูลความเสียหายของผิวทางซึ่งเป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงทางที่เหมาะสมและมีความถูกต้องนั้น ต้องมีการวางแผนงานให้เหมาะสมและเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางคณะกรรมการกำหนดไว้ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงจะได้พิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มามีผลต่อการจัดเก็บและสำรวจข้อมูลความบนถนนผิวลาดยางและผิวคอนกรีต โดยเลือกใช้ยานพาหนะพร้อมติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์และกล้องถ่ายภาพที่มีความคมชัด ทำการบันทึกข้อมูลในสนามพร้อมทำการประมวลผลข้อมูลความเสียหายชนิดต่างๆ และนำเข้าสู่ระบบ โดยมีระยะทางในการสำรวจที่เลือกตามเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนดไว้ ได้ระยะทาง 40,000 กิโลเมตร โดยพื้นที่ที่ทำการสำรวจนั้นจะครอบคลุมพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงทั้ง 18 สำนักงานทั่วประเทศ ทั้งนี้การสำรวจจะไม่รวมถึงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนใต้ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ได้แก่ จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส รวมถึง 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอเทพา อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอสะบ้าย้อย ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ของทั้ง สามหน่วยงาน ตามตารางที่ 2-1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 2-1 แสดงพื้นที่รับผิดชอบ แบ่งตามหน่วยงาน พร้อมระยะทางสำรวจจริง

หน่วยงาน	พื้นที่รับผิดชอบ	ระยะทางสำรวจจริง (กม.)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- สำนักงานทางหลวงที่ 15 - สำนักงานทางหลวงที่ 16 - สำนักงานทางหลวงที่ 17 - สำนักงานทางหลวงที่ 18 (ยกเว้นพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ และ 4 อำเภอในจังหวัดสงขลา ตาม พ.ร.บ. รักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร)	10,000
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	- สำนักงานทางหลวงที่ 3 - สำนักงานทางหลวงที่ 6 - สำนักงานทางหลวงที่ 7 - สำนักงานทางหลวงที่ 8 - สำนักงานทางหลวงที่ 9 - สำนักงานทางหลวงที่ 10 - สำนักงานทางหลวงที่ 14	15,000
บริษัท เอส ที เอส เอ็นจีเนียริ่ง คอนซัลแทนซ์ จำกัด	- สำนักงานทางหลวงที่ 1 - สำนักงานทางหลวงที่ 2 - สำนักงานทางหลวงที่ 4 - สำนักงานทางหลวงที่ 5 - สำนักงานทางหลวงที่ 11 - สำนักงานทางหลวงที่ 12 - สำนักงานทางหลวงที่ 13	15,000
ระยะทางสำรวจรวม		**40,000**



รูปที่ 2-1 แผนที่แสดงสายทางที่จะทำการสำรวจ แบ่งตามพื้นที่ตามหน่วยงานที่รับผิดชอบ

2.2 เครื่องมือเลเซอร์เพื่อใช้สำรวจข้อมูลสภาพทาง

คณะที่ปรึกษามีประสบการณ์และความชำนาญในการสำรวจและจัดทำข้อมูลบนโครงข่ายสายทางของกรมทางหลวงมากกว่า 10 ปี โดยเฉพาะการสำรวจและจัดทำข้อมูลโดยอุปกรณ์ทำแผนที่ชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile Mapping System; MMS) ซึ่งเป็นรูปแบบของการติดตั้งชุดเครื่องมือและเซนเซอร์ต่างๆ บนยานพาหนะ เพื่อให้การสำรวจทำได้ด้วยความรวดเร็ว ทำให้ข้อมูลจากการสำรวจทั้งโครงข่ายของกรมทางหลวงสามารถจัดเก็บพร้อมวิเคราะห์ผลได้เสร็จสิ้นทันต่อการใช้งาน

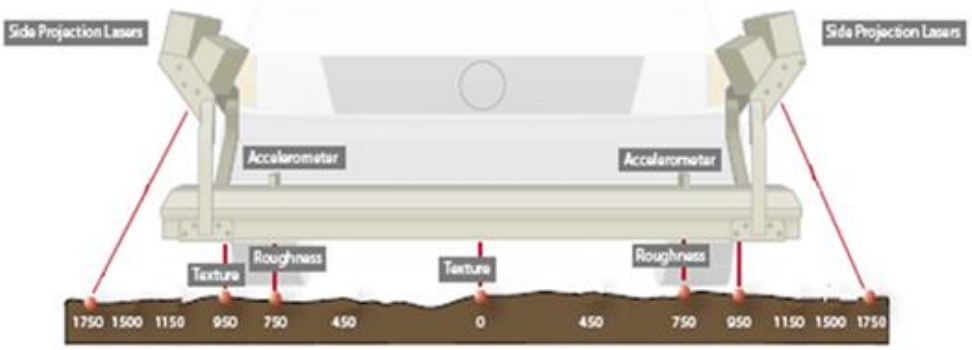
สำหรับเครื่องมือเพื่อทำการสำรวจให้ข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทางนั้นจะมีการติดตั้งเลเซอร์เฉพาะที่มีความเหมาะสมในการสำรวจข้อมูล ทั้งนี้ทางคณะที่ปรึกษาได้คัดเลือกชนิดของอุปกรณ์ที่มีการใช้งานแล้วในต่างประเทศเป็นที่ยอมรับและมีมาตรฐานในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นสากล เช่น การติดตั้งและใช้เลเซอร์เพื่อตรวจวัดความเรียบของผิวทาง ในหน่วยค่าดัชนีความขรุขระสากล ซึ่งต้องได้ตามมาตรฐาน ASTM E950 / Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer-Established Inertial Profiling Reference โดย American Society for Testing and Materials (ASTM) เป็นสมาคมวิชาชีพ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดและจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก เป็นต้น

Equipment Classification	Precision (1 SD)	Bias
1	0.38 mm (0.015 in.)	1.25 mm (0.050 in.)
2	0.76 mm (0.030 in.)	2.50 mm (0.100 in.)
3	2.50 mm (0.100 in.)	6.25 mm (0.250 in.)

รูปที่ 2-2 ตัวอย่างการจำแนกระดับขั้น (Class) ของอุปกรณ์ตรวจวัด ตามระดับความแม่นยำและความถี่ของการบันทึกข้อมูลตามระยะทางสำรวจ เพื่อประมวลผลค่าโพรไฟล์ของผิวทาง (Pavement Profile) ตามมาตรฐาน ASTM E950

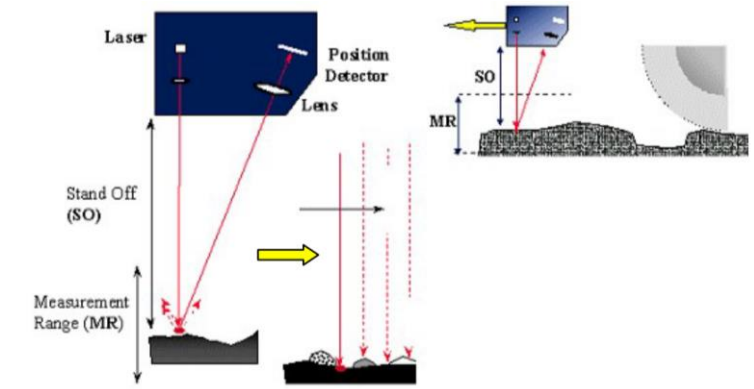
นอกเหนือจากเลเซอร์ในการตรวจวัดความเรียบของผิวทางแล้ว ยังมีการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดอื่นๆ ซึ่งมีความสำคัญและสามารถตรวจวัดได้จากการสำรวจโดยชุดเครื่องมือแบบติดตั้งบนยานพาหนะ อันประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

2.2.1 เครื่องวัดระดับแบบเลเซอร์ (Laser Profilometer) เป็นชุดเครื่องมือที่ประกอบด้วยชุดเลเซอร์จำนวน 7 ตัวประกอบไว้ด้วยกัน ทำการติดตั้งไว้บริเวณด้านหน้าของยานพาหนะสำรวจบนโครงสร้างที่มีความแข็งแรง (Rigid) เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และมีค่าที่ตรวจวัดได้สัมพันธ์กันจากทุกอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยมีระยะการติดตั้งเพื่อตรวจวัด ณ ตำแหน่งจุดตกกระทบบนผิวทางที่ระยะ +/- 1500, 950, 750 และ 0 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของยานพาหนะหรือเทียบได้กับแนวกึ่งกลางของช่องจราจร ชุดเซนเซอร์ดังกล่าวทำการตรวจวัดข้อมูลสภาพผิวทางที่สำคัญ 3 ตัวด้วยกัน คือ

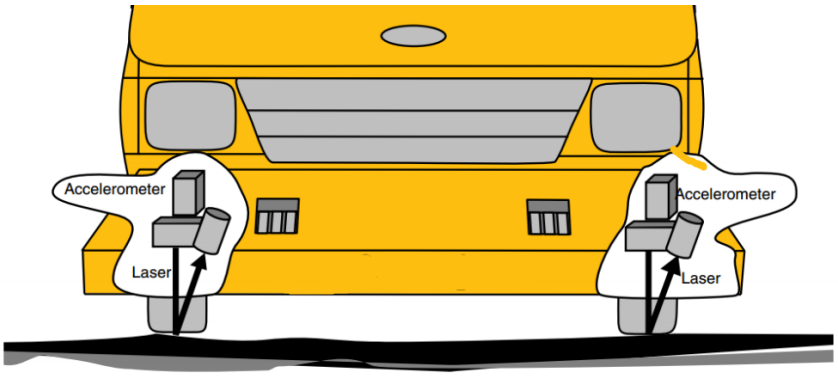


รูปที่ 2-3 การติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์บนยานพาหนะสำรวจ

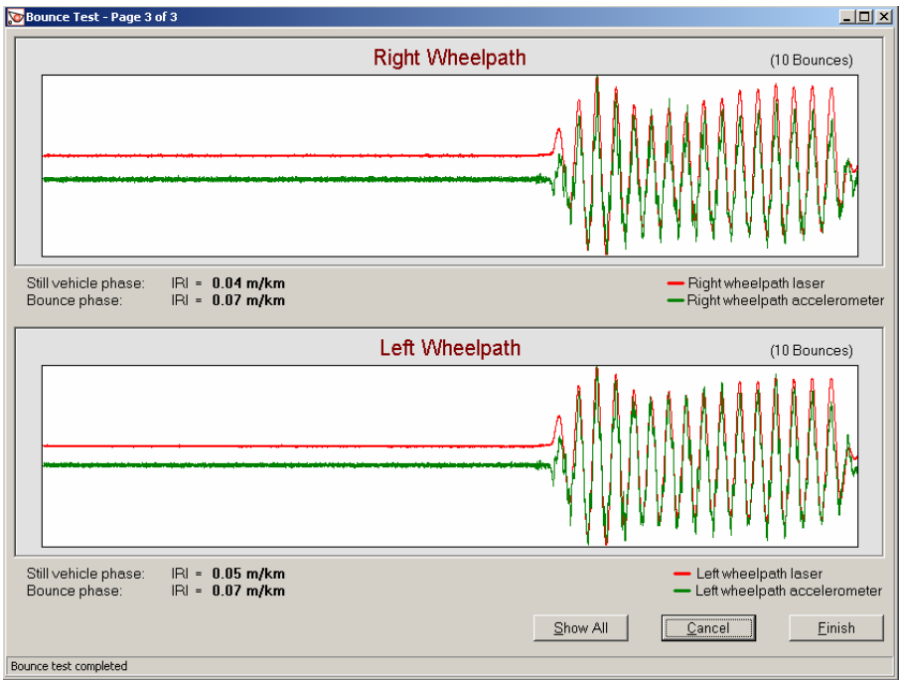
1) ข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index; IRI ในหน่วย เมตร/กิโลเมตร) ตรวจวัดโดยใช้เลเซอร์จำนวน 2 หัว ติดตั้ง ณ ตำแหน่งของล้อกับแนวล้อของยานพาหนะ หรือที่ +/- 750 มิลลิเมตร ทางซ้ายและขวาจากแนวกึ่งกลาง โดยทำงานและวิเคราะห์ค่าอย่างอิสระแยกกัน โดยค่าข้อมูลที่ตรวจวัดได้ขั้นต้นจะเป็นค่าระยะทางจากหัววัดของเลเซอร์ไปยังผิวทาง ซึ่งจะถูกคำนวณค่ารวมกับค่าความเร่งตามแนวแกนดิ่งจากอุปกรณ์ Accelerometer ทำการคำนวณปรับแก้ให้เป็นค่าระยะทางที่ถูกต้อง โดยผลลัพธ์จะได้เป็นค่าโพรไฟล์ของผิวทาง และทำการสะสมอย่างต่อเนื่อง โดยทุกระยะทาง 25 มิลลิเมตร จะมีค่าการตรวจวัด 1 ค่า สะสมตลอดช่วงการสำรวจ ทำให้สามารถคำนวณเป็นค่าความเรียบของผิวทาง โดยข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล ได้ข้อมูลจากอุปกรณ์วัดความเรียบจะมาแยกกันระหว่างเลเซอร์ทางฝั่งซ้ายและฝั่งขวา จากนั้นจึงจะนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 2-4 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง

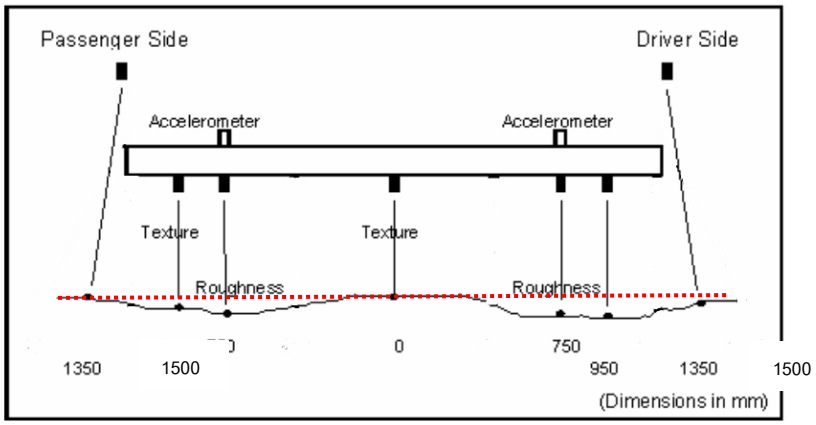


รูปที่ 2-5 หลักการทำงานของอุปกรณ์เลเซอร์ร่วมกับอุปกรณ์ Accelerometer
ติดตั้งที่ ระยะ +-/ 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ



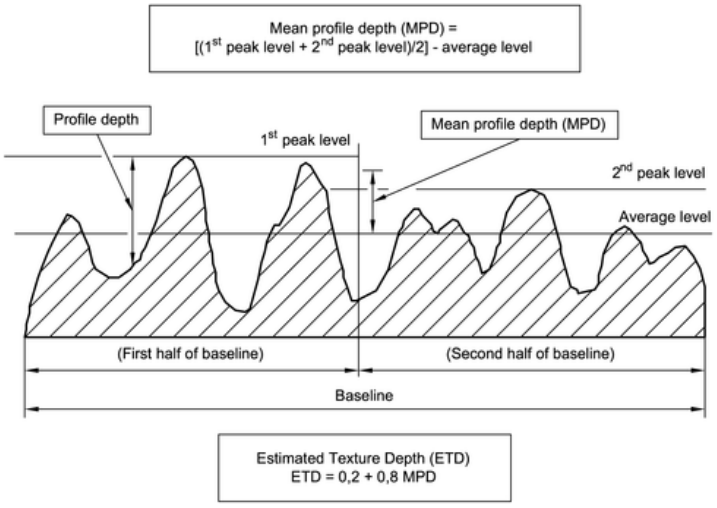
รูปที่ 2-6 ตัวอย่างผลลัพธ์การคำนวณค่าดัชนี IRI โดยอุปกรณ์เลเซอร์ และอุปกรณ์ Accelerometer

2) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) เป็นการใช้ชุดเลเซอร์ตั้งแต่ 7 หัวขึ้นไป ทำการตรวจวัดข้อมูลภาพตัดขวางผิวทางในทิศทางตั้งฉากกับแนวการสำรวจทุกๆ ระยะทางสำรวจ 25 มิลลิเมตร จากนั้นทำการสร้างระนาบอ้างอิงที่เป็นระดับของผิวถนนแล้วทำการคำนวณความลึกบริเวณแนวร่องล้อ แยกทั้งสองฝั่ง ฝั่งซ้าย (Rut Left) และฝั่งขวา (Rut Right)

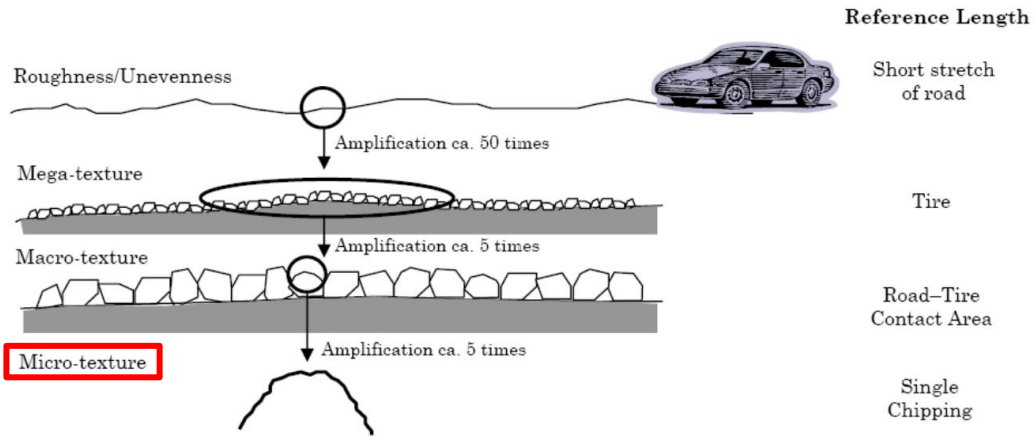


รูปที่ 2-7 การตรวจวัดความลึกร่องล้อด้วยเลเซอร์ 7 หัว

3) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (Mean Profile Depth; MPD หน่วยมิลลิเมตร) เป็นการตรวจวัดเพื่อใช้ประมาณค่าความฝืดของผิวทางจากลักษณะของเนื้อผิวทาง (Pavement Texture) การตรวจวัดจะใช้เลเซอร์ความถี่สูง จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว โดยจะติดตั้งที่ตำแหน่งเดียวกันกับเลเซอร์ตรวจวัดความเรียบของผิวทาง หรือ IRI ที่ระยะ 750 มิลลิเมตร จากแนวกึ่งกลางของรถสำรวจ



รูปที่ 2-8 การคำนวณผลลัพธ์ค่า MPD จากเครื่องมือ Laser

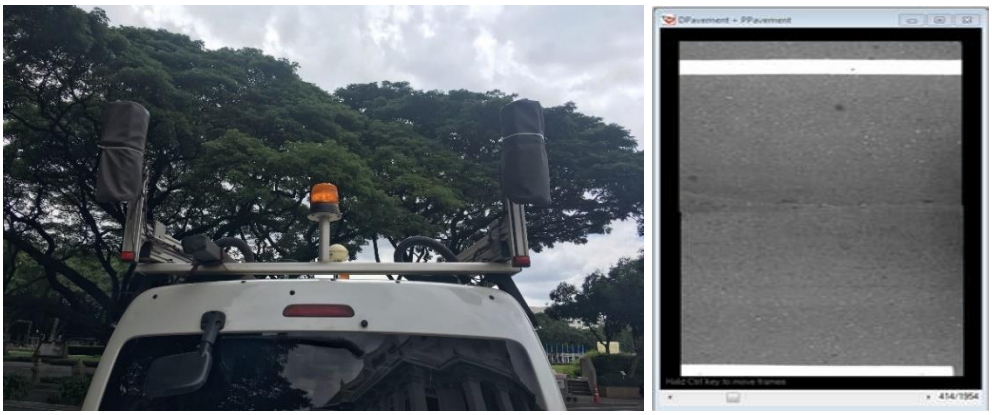


รูปที่ 2-9 ค่า MPD ที่ตรวจวัดได้เป็นค่าความฝืดของผิวทางในระดับ Macro-texture

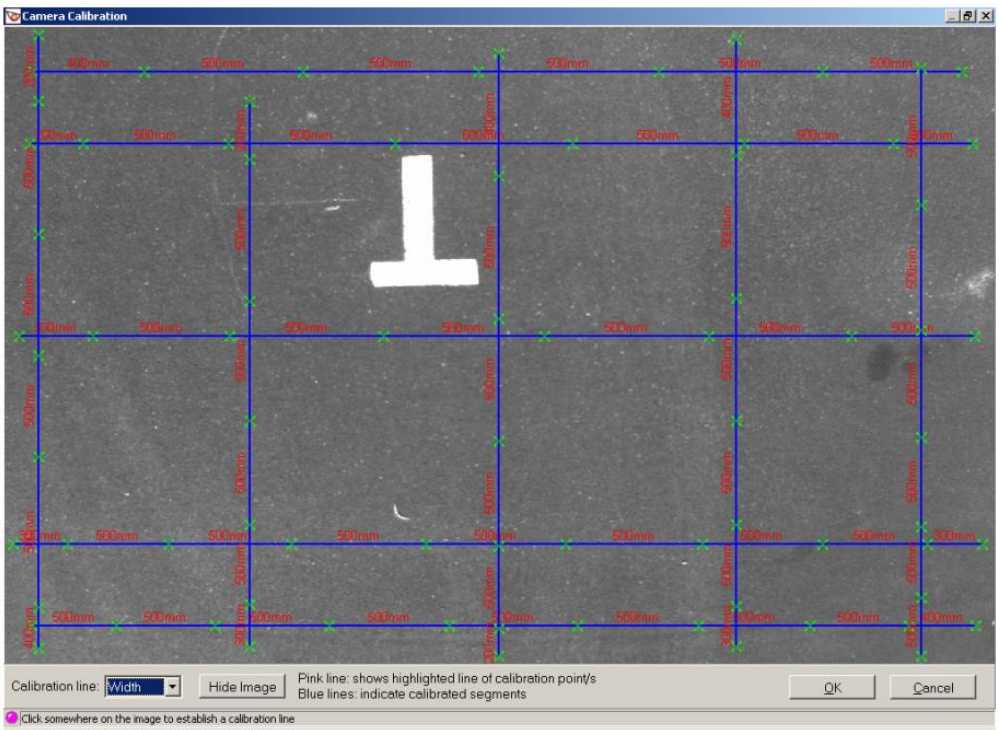
ตารางที่ 2-2 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือเลเซอร์โพรไฟล์

ข้อมูล	รายละเอียด
จำนวนชุดเลเซอร์	7 ชุด
อัตราการเก็บข้อมูล	สามารถกำหนดได้โดยทั่วไปเก็บทุกระยะ 25 มิลลิเมตร
อัตราการเก็บข้อมูล texture ของผิวทาง (คำนวณค่า MPD)	1 มิลลิเมตร สำหรับ Mean Profile Depth Measurement (MPD)
ความเร็วรถในการเก็บข้อมูล	30 ถึง 80 กม./ชม.
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 • ASTM E1845 Standard Practice for Calculating Pavement Macro texture Mean Profile Depth
ความยาวคลื่นของการเก็บข้อมูล ค่าระดับในแนวยาว (Wave length)	100 มิลลิเมตร ถึง 100 เมตร
ความกว้างของชุดอุปกรณ์เลเซอร์	2.6 เมตร ติดตั้งด้านหน้ารถสำรวจ
น้ำหนักของชุดเลเซอร์	20 กิโลกรัม (โดยประมาณ)

2.2.2 กล้องบันทึกภาพผิวทาง (pavement view camera) เป็นกล้องบันทึกภาพที่มีความละเอียดสูง ชนิดสี ขาว-ดำ เพื่อบันทึกภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวถนนครอบคลุม 1 ช่องจราจร หรือความกว้าง 3.5 เมตร ดังนั้นระยะการถ่ายภาพถึงภาพต้องทำการปรับเทียบให้ได้ระยะที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีความต่อเนื่องตลอดช่วงการสำรวจ และระยะการติดตั้งดังกล่าวยังต้องสอบเทียบให้ทราบถึงระยะของวัตถุจริงเมื่อทำการบันทึกภาพ ดังแสดงตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกดังรูปที่ 2-10 และคุณสมบัติทางเทคนิคของกล้องดังตารางที่ 2-3



รูปที่ 2-10 ตัวอย่างการติดตั้งกล้องบันทึกภาพผิวทาง ในกรณีที่กล้องเดียวไม่สามารถบันทึกภาพได้ครอบคลุม 1 ช่องจราจร และตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพผิวทาง



รูปที่ 2-11 การสอบเทียบการวัดระยะของวัตถุในภาพกล้องบันทึกภาพถ่ายผิวทาง เพื่อให้วัดขนาดและปริมาณความเสียหายจากภาพถ่ายได้

ตารางที่ 2-3 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพผิวทาง

กล้อง	รายละเอียด
ความคลาดเคลื่อนของภาพ	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)
ชนิดของกล้อง	1/2" IT CCD Progressive Scan (Square pixels)
ขนาดของภาพ	1280 x 960 พิกเซล (Pixels)
สี	Mono 8 bit
ความเร็วในการเก็บข้อมูล	ไม่เกิน 80 กม./ชม. เมื่อบันทึกข้อมูลทุกระยะ 1.7 ม.
อัตราการบันทึกภาพ	15 เฟรมต่อวินาที (15 fps) สามารถเล่นกับ (Playback) ได้อย่างคมชัด
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์บีบอัดเข้ารหัสภาพชนิด AVI

2.2.3 กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง เป็นกล้องบันทึกภาพความละเอียดสูงชนิดสี เพื่อบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางทรัพย์สินงานทางที่อยู่ในระยะห่างจากของถนนออกไปไม่น้อยกว่า 25 เมตร ภาพที่ได้สามารถใช้ประกอบการประเมินเพื่อจัดเก็บข้อมูลของทรัพย์สินต่างๆ ที่มีการติดตั้งในเขตทางโดยสามารถนับจำนวนระบุสภาพการใช้งานเมื่อทำการเปิดเล่นย้อนหลังภาพจากการสำรวจได้ ชุดกล้องถ่ายภาพประกอบด้วยกล้อง 3 ตัว ดังรูปที่ 2-12 และ 2-13 โดยมีรายละเอียดของกล้องระบุดังตารางที่ 2-4

รูปที่ 2-12 กล้องบันทึกภาพสภาพทางในเขตทาง

รูปที่ 2-13 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง

ตารางที่ 2-4 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง

กล้อง	รายละเอียด
ความคลาดเคลื่อนของถนนในภาพต่อเนื่อง	น้อยกว่า 1 เมตร ด้วยเครื่องมือวัดระยะทาง (DMI Distance Sensor)
ชนิดของกล้อง	1/2" IT CCD Progressive Scan (Square pixels)
มาตรฐานการส่งข้อมูลของกล้อง	Digital IEEE-1394, 400 Mb/sec
ขนาดของภาพ	1280 x 960 พิกเซล (Pixels)
สี	Color
อัตราการบันทึกภาพ	7.5 เฟรมต่อวินาที (7.5 fps) สามารถเล่นกับ (Playback) ได้อย่างคมชัด
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุม
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด AVI

2.2.4 กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (สำรอง) เป็นเครื่องมือใช้สำหรับบันทึกภาพสภาพในสายทาง เป็นกล้องชนิดภาพสี สามารถบันทึกภาพสภาพภายในเขตทางทรัพย์สินงานทาง ที่อยู่ในระยะห่างจากขอบถนนออกไปไม่น้อยกว่า 25 เมตรที่มีการติดตั้งในเขตทางโดยสามารถนับจำนวน ระบุสภาพการใช้งานเมื่อทำการเปิดเล่นย้อนหลังภาพจากการสำรวจได้ ซึ่งจะประกอบด้วย ตัวกล้อง และ GPS Mouse ที่ช่วยให้พิกัดของภาพที่บันทึกมีความแม่นยำยิ่งขึ้น

รูปที่ 2-14 กล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง(สำรอง)

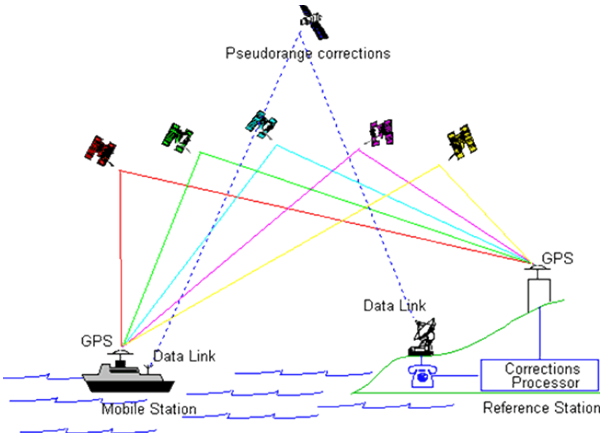
รูปที่ 2-15 ตัวอย่างภาพจากกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (สำรอง)

ตารางที่ 2-5 รายละเอียดกล้องบันทึกภาพสภาพภายในเขตทาง (สำรอง)

กล้อง	รายละเอียด
ชนิดของกล้อง	Dash camera
ขนาดของภาพ	1920 x 1080 พิกเซล (Pixels)
สี	Color
อัตราการบันทึกภาพ	30 เฟรมต่อวินาที (30 fps) สามารถเล่นกับ (Playback) ได้อย่างคมชัด
การปรับอัตราการบันทึกภาพ	สามารถทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมที่มาพร้อมกับตัวอุปกรณ์
รูปแบบการเก็บข้อมูล	ไฟล์ชนิด MP4

2.2.5 เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียมพร้อมรับสัญญาณค่าพิกัดปรับแก้ (Differentials Global Positioning System: DGPS) คือเครื่องมือที่ใช้ระบุตำแหน่งปัจจุบันของยานพาหนะที่ทำการสำรวจข้อมูล โดยข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในรถจะแสดงค่าสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ทำการบันทึก ซึ่งได้พิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GPS ชนิด DGPS นั่นเอง โดยสามารถแสดงพิกัดทั้งทางแนวราบ และแนวดิ่ง โดยอ้างอิงจากสัญญาณดาวเทียม (GPS Satellite) และสัญญาณค่าแก้ differential correction จากผู้ให้บริการ ดังรูปที่ 2-17 และรายละเอียดของเครื่องมือ ดังตารางที่ 2-6

รูปที่ 2-16 ตัวอย่างเครื่องมือระบุพิกัดด้วยดาวเทียม



รูปที่ 2-17 หลักการทำงานของการรับพิกัดและค่าแก้ DGPS

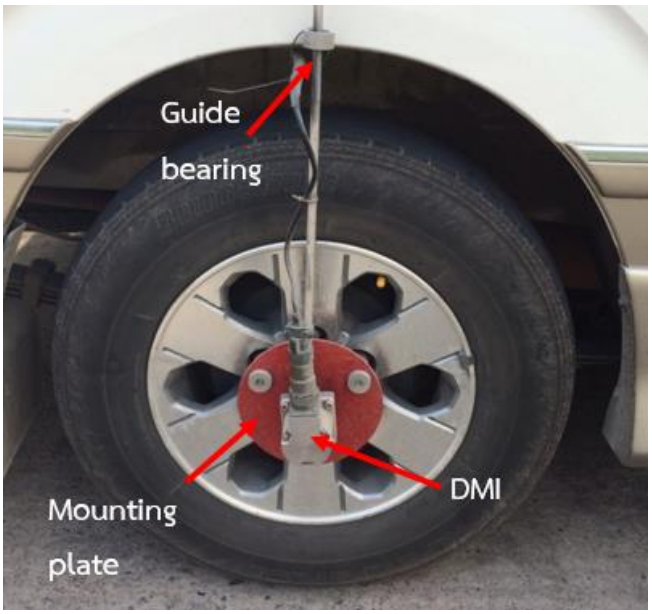
ตารางที่ 2-6 รายละเอียดของเครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (DGPS)

เครื่องระบุพิกัดด้วยดาวเทียม (DGPS)	รายละเอียด
ชนิดดาวเทียม	GPS
การติดต่อกับดาวเทียม	12 ดวงขึ้นไป และขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้า
อุณหภูมิ	-30 ถึง 60 องศาเซลเซียส
อัตราการอัพเดทข้อมูล	1 วินาที
ความแม่นยำของตำแหน่ง	Differential GPS (WAAS) : 1 meters RMS (Subject)

2.2.6 เครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดระดับผิวทางแบบเลเซอร์เนื่องจากการสั่นและการโยนตัวของรถขณะขับขี่ในการสำรวจ ดังรูปที่ 2-18

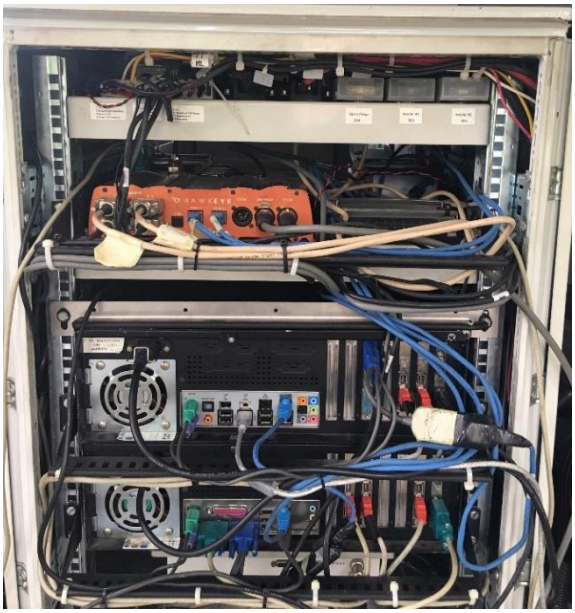
รูปที่ 2-18 เครื่องมือวัดความเร่ง

2.2.7 เครื่องวัดระยะทาง (Distance Measurement Instrument: DMI) เป็นเครื่องมือที่ติดตั้งกับล้อรถสำรวจเพื่อตรวจวัดระยะทางสำรวจโดยใช้หลักการนับจำนวนรอบของพัลส์ (Pulse) ของล้อรถสำรวจ ดังรูปที่ 2-19



รูปที่ 2-19 เครื่องวัดระยะทาง

2.2.8 ระบบคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูลสำรวจ (On-board Computer) ติดตั้งในรถ ระบบคอมพิวเตอร์และอิเลคทรอนิกส์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งในรถสำรวจเพื่อบันทึกข้อมูลและประมวลผลเบื้องต้นบนรถสำรวจ ดังรูปที่ 2-20



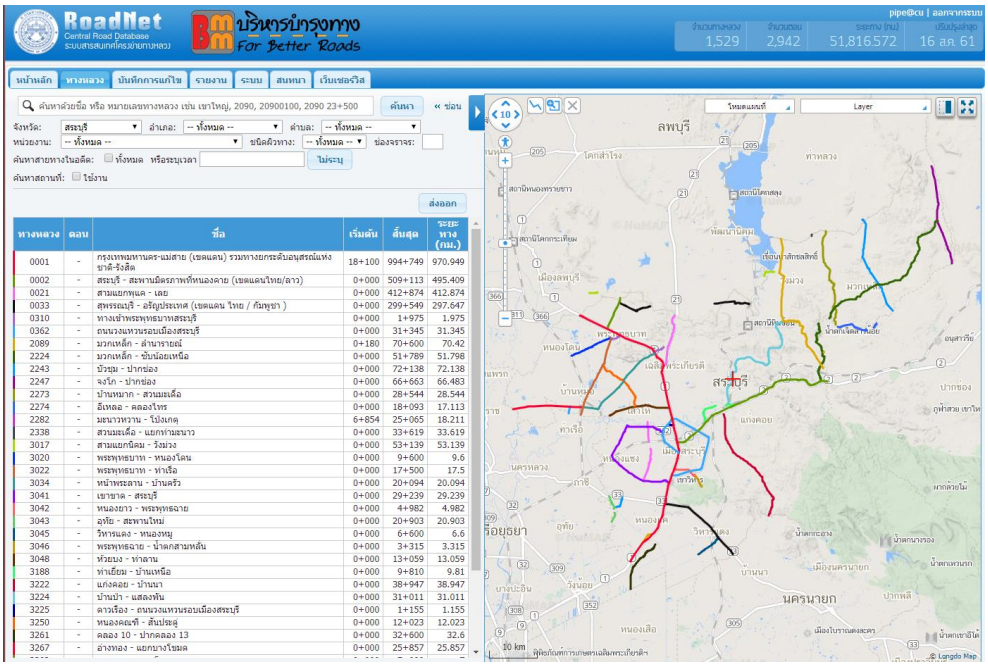
รูปที่ 2-20 อุปกรณ์รับสัญญาณและชุดบันทึกข้อมูล

2.2.9 การติดตั้งเครื่องมือ จะทำการติดตั้งเครื่องมือดังที่กล่าวมาข้างต้นเข้ากับรถสำรวจสภาพทาง (Road ConditionSurveyVehicle: RCSV) ดังรูปที่ 2-21 ดังนี้

รูปที่ 2-21 ลักษณะของรถสำรวจที่ใช้ในการสำรวจ

2.2.10 เครื่องมืออื่นๆ ที่จำเป็นในการสำรวจข้อมูลสภาพทาง ได้แก่

แผนที่ทางหลวงจากระบบฐานข้อมูล ที่สามารถระบุหมายเลขตอนควบคุม ชื่อตอนควบคุม รวมถึงจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของสายทางได้ โดยอ้างอิงข้อมูลจากระบบ Roadnet (http://roadnet2.doh.go.th/) ในรูปแบบแผนที่กระดาษหรือบรรจุในคอมพิวเตอร์ เช่น ตัวอย่างข้อมูลทางหลวงของจังหวัดสระบุรีในระบบ Roadnet ดังรูปที่ 2-22



รูปที่ 2-22 ตัวอย่างข้อมูลแผนที่ในระบบ Roadnet แสดงทางหลวงในจังหวัดสระบุรี

- แบบฟอร์มการสำรวจ เพื่อบันทึกการตรวจสอบประจำวัน และเพื่อบันทึกข้อมูลการสำรวจสภาพทาง เช่น ชื่อตอนควบคุม พิกัดเริ่มต้นและสิ้นสุด จำนวนช่องจราจร และทิศทางสำรวจ เป็นต้น

รายงานประจำวันโครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวง

เพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว

วันที่ _____(วัน เดือน ปี)

สำนักทางหลวงที่/สำนักงานทางหลวง _____ จังหวัด _____

แขวงการทาง/สำนักบำรุงทาง _____ เลขรถสำรวจ _____

ลำดับ	รายการ		ช่วงเวลาทำงาน _____
1	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน (รวมเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง) _____ คน		
2	รายชื่อที่ปรึกษา	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____	
3	การตรวจสอบบันทึกประจำวัน 3.1 ใบบันทึกการตรวจสอบรถประจำวัน ☐ 3.2 ใบบันทึกการตรวจสอบชุดเครื่องมือเลเซอร์ ☐ 3.3 ปัญหาลอุปสรรค ☐		
4	การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล 4.1 แผนการสำรวจ (Survey plan/Order) ☐ 4.2 รายงานการสำรวจประจำวัน (Daily report) ☐ 4.3 รายงานความล่าช้า ☐		
5	อื่นๆ (ระบุ) 5.1 _____ ☐ 5.2 _____ ☐ 5.3 _____ ☐ 5.4 _____ ☐		
ระยะทาง	วางแผน(P)..... กิโลเมตร	เร็วหรือล่าช้า _____	เหตุการณ์พิเศษ
	สำรวจจริง..... กิโลเมตร	(100% xA)P,% _____	
หมายเหตุ			

_____

( )

ตำแหน่ง _____

ที่ปรึกษาผู้ควบคุมการสำรวจ

รูปที่ 2-23 ตัวอย่างแบบฟอร์มการสำรวจ-1

รายงานการสำรวจประจำวัน (Daily report)

โครงการค่าสำรวจและประเมินสภาพโครงข่ายทางหลวงเพื่อเพิ่มประสิทธิผลการใช้จ่ายงบประมาณบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาว

วันที่____________(วัน/เดือน/ปี) จังหวัด_____________ เลขรถสำรวจ_______ หน้า____/____

สำนักทางหลวงที่/สำนักงานทางหลวง______ แขวงการทาง/สำนักงานบำรุงทาง_______________ Hard Drive No _______________

ลำดับ	หมายเลข - ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ระยะทาง สำรวจ(กม.)	ระยะทางสำรวจ(กม.) ไป Forward	กลับ Backward	Data folder name.	ชนิดผิวทาง AC	CC	เวลา สิ้นสุดการ สำรวจ	หมายเหตุ
รวมระยะทางสำรวจ(กม.)												

____

( )

ตำแหน่ง ______________________________

รูปที่ 2-24 ตัวอย่างแบบฟอร์มการสำรวจ-2

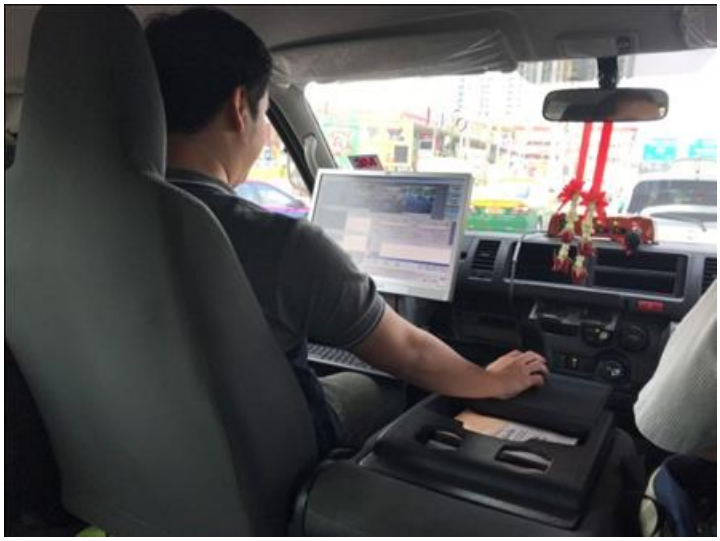
- เครื่องมืออำนวยความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในสนามเบื้องต้น เช่น เสื้อสะท้อนแสง กรวยสะท้อนแสง เป็นต้น

2.2.10 ทีมงานสำรวจสภาพทางประกอบด้วยบุคลากร ดังต่อไปนี้

- **<u>พนักงานขับรถ</u>** ทำหน้าที่ขับรถสำรวจ ก่อนการออกสำรวจในแต่ละวันจะมีหน้าที่เตรียมความพร้อมสภาพรถสำรวจ เช่น ลมยาง เบรก น้ำมัน ฯลฯ และวางแผนสำรวจในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลบัญชีแผนสำรวจที่ยืนยันกับแขวงทางหลวงเรียบร้อยแล้วและแผนที่ตอนควบคุมของแขวงทางหลวง เพื่อศึกษาเส้นทางการวิ่งรถในแต่ละวัน ในการสำรวจต้องทำการควบคุมอัตราความเร็วรถสำรวจ 60-80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และดูแลซ่อมบำรุงเครื่องมือสำรวจเบื้องต้น

รูปที่ 2-25 การทำงานของเจ้าหน้าที่ขับรถ

- **<u>วิศวกรควบคุมการสำรวจ</u>** ทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมการสำรวจ ในตำแหน่งด้านข้างคนขับ ก่อนการสำรวจจะต้องตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมสำรวจ เช่น ความถูกต้องของกราฟ ความถูกต้องของค่าที่แสดงผลบนหน้าจอ เป็นต้น เมื่อสำรวจจะควบคุมการทำงานของโปรแกรมและทำหน้าที่กดตำแหน่ง Event ต่าง ๆ และควบคุมคุณภาพการสำรวจให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลังจากสำรวจเรียบร้อยแล้วต้องทำการประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจในแต่ละวัน พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสำรวจ จากนั้นจะนำส่งข้อมูลให้ทีมงานทำการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2-26 การทำงานของวิศวกรควบคุมการสำรวจ

- **<u>วิศวกรสนับสนุนการสำรวจ</u>** ทำหน้าที่ติดตั้ง สอบเทียบ และตรวจสอบเครื่องมือสำรวจ และจดบันทึกรายวัน ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการสำรวจ บันทึกสายทางที่ทำการสำรวจตามแผน และช่วยตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลสำรวจกับวิศวกรควบคุมการสำรวจ

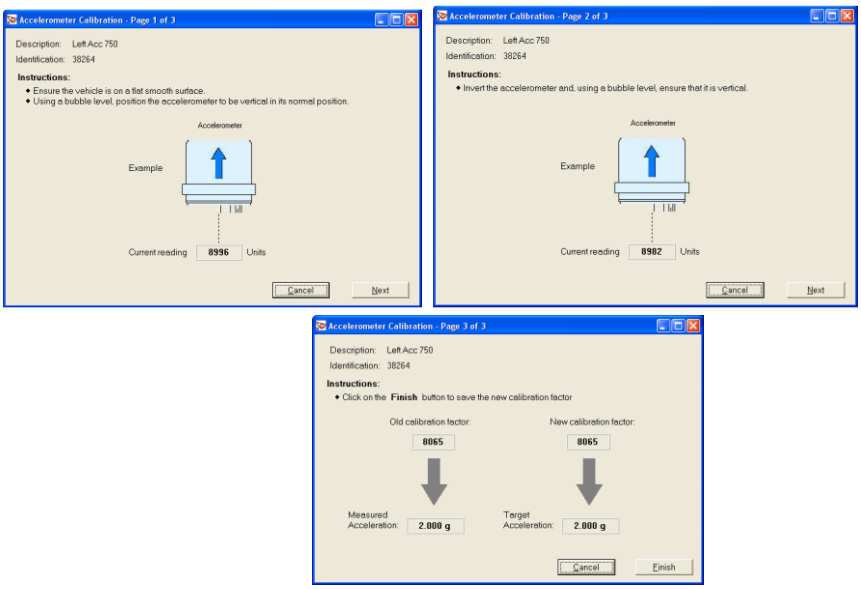
รูปที่ 2-27 การทำงานของวิศวกรสนับสนุนการสำรวจ

2.2.11 ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือสำรวจ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและถูกต้อง โดยดำเนินการดังนี้

- การสอบเทียบการวัดระยะของอุปกรณ์เลเซอร์ เพื่อสอบเทียบ Profiler Laser Sensor ด้วยชิ้นวัตถุที่มีขนาดมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิต ขนาด 25 x 50 x 80 มม. ว่าตัว Profiler Laser Sensor แสดงค่าที่วัดได้จากวัตถุ ถูกต้องหรือไม่ โดยจะทำการสอบเทียบหาค่าปรับแก้กับเลเซอร์ทั้ง 7 หัว ในการอ่านค่าความสูงของขนาดวัตถุทั้ง 3 ขนาด ดังแสดงในรูปที่ 2-28

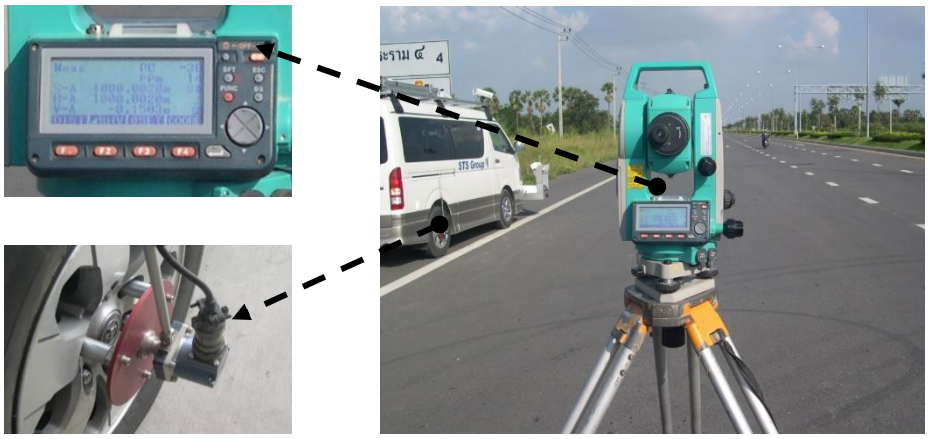
รูปที่ 2-28 แสดงการสอบเทียบการวัดระยะของอุปกรณ์เลเซอร์

- การสอบเทียบเพื่อหาค่าปรับแก้ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ Accelerometer เพื่อตรวจสอบการวัดการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของรถสำรวจ ด้วยวิธีการกลับด้าน Accelerometer รอจนค่าที่วัดได้อยู่นิ่ง แล้วบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรม ซึ่งค่า Measured Acceleration และ Target Acceleration ที่ได้จากการวัด ต้องมีค่าใกล้เคียง 2.0 g

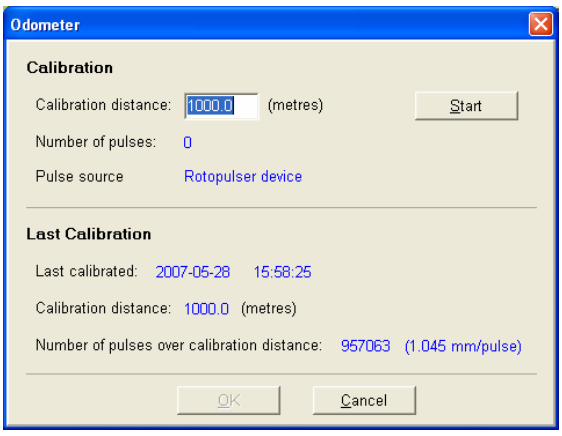


รูปที่ 2-29 ค่าที่ได้จากการสอบเทียบ Accelerometer

- การสอบเทียบเครื่องมือวัดชนิด Distance Measuring Instrument (DMI) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของความเร็ว และการวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของรถสำรวจด้วยวิธีการกำหนดจุดและวัดระยะห่างระหว่างจุดทั้งสอง ระยะทาง 500 เมตร เป็นต้นไป จากนั้นทำการวิ่งรถใน mode DMI Calibration เมื่อครบระยะตามจุดที่กำหนด ทำการบันทึกเพื่อให้เครื่องจำระยะที่วัดได้ เทียบกับ Encoder ที่นับได้



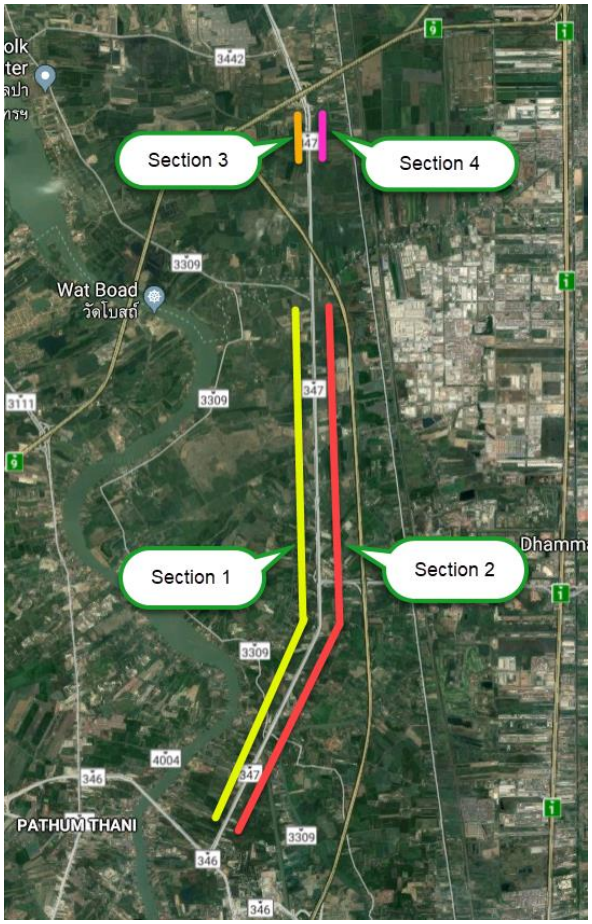
รูปที่ 2-30 วิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัดชนิด Distance Measuring Instrument (DMI)



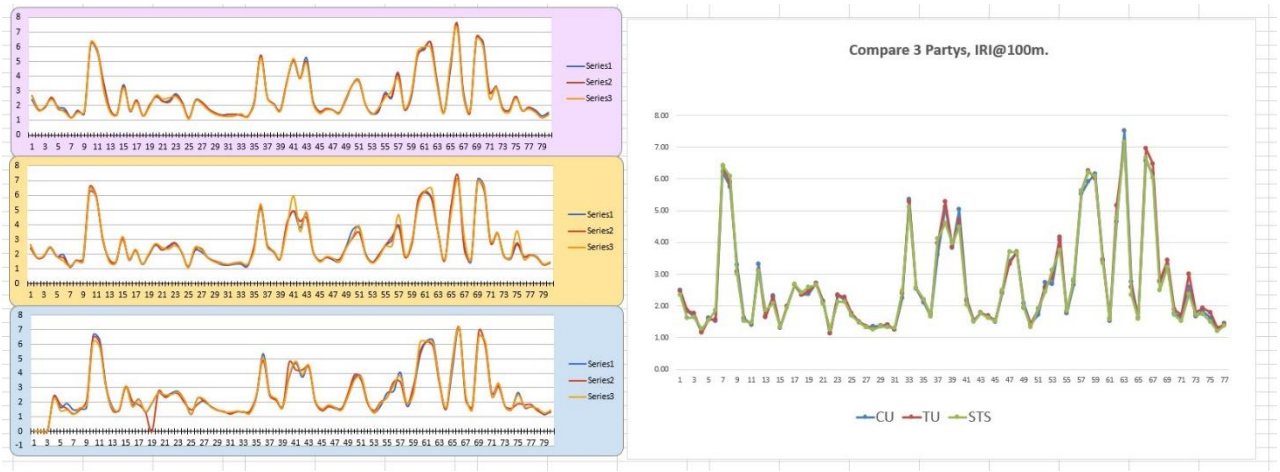
รูปที่ 2-31 ค่าที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือวัดชนิด Distance Measuring Instrument (DMI)

- การตรวจสอบวัดค่าที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์เลเซอร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและมีมาตรฐานของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือสำรวจ ทำการทดสอบโดยเทียบกับเครื่องมือสำรวจชุดอื่นๆที่ให้ข้อมูลในระดับความถูกต้องและมีมาตรฐานเช่นเดียวกัน ซึ่งสถานที่การดำเนินการทดสอบครั้งนี้ ทำการทดสอบที่ ถนนทางหลวงหมายเลข 347 แบ่งการทดสอบเป็น 4 Section (ดังแสดงในรูปที่ 2-30) แบ่งเป็น
  - Section1 ทำการทดสอบในช่วง กม.ที่ 1 – กม. ที่ 9 ระยะทาง 8 กิโลเมตร ในช่องจราจร L3 บนผิวถนนลาดยาง
  - Section2 ทำการทดสอบในช่วง กม.ที่ 9 – กม. ที่ 1 ระยะทาง 8 กิโลเมตร ในช่องจราจร R2 บนผิวถนนลาดยาง
  - Section3 ทำการทดสอบในช่วง กม.ที่ 15 – กม. ที่ 16 ระยะทาง 1 กิโลเมตร ในช่องจราจร L2 บนผิวถนนคอนกรีต
  - Section3 ทำการทดสอบในช่วง กม.ที่ 16 – กม. ที่ 17 ระยะทาง 1 กิโลเมตร ในช่องจราจร R2 บนผิวถนนคอนกรีต

โดยทำการวิ่งรถสำรวจในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งสามหน่วยงาน หลังจากการตรวจสอบพบว่า ค่าของผลการทดสอบ ทั้ง 3 หน่วยงาน เป็นไปในทางที่สอดคล้องกัน (ดังแสดงในรูปที่ 2-32) โดยค่า T-Test ที่ได้จากการประมวลผลมีค่าผ่าน 95% ทั้งสามหน่วยงาน



รูปที่ 2-32 สถานที่ที่ใช้ในการตรวจสอบวัดค่าที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์เลเซอร์ ของทั้ง 3 หน่วยงาน



รูปที่ 2-33 การตรวจสอบผลลัพธ์การตรวจวัดค่าจากอุปกรณ์สำรวจระหว่างชุดเครื่องมือ