บทที่ 2
ผลสรุปการปฏิบัติงานช่วงที่ผ่านมา

งานที่ 1 ศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)

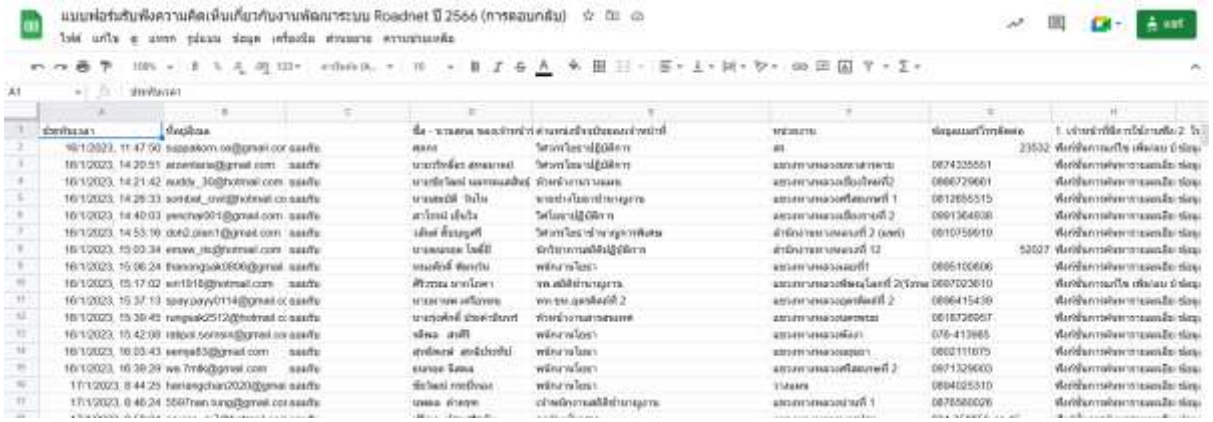
1.1 ศึกษา วิเคราะห์ กระบวนการทำงานของระบบเดิม รวบรวมปัญหาอุปสรรคผลกระทบ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ใช้งานระบบ (Focus group) ทั้งส่วนเจ้าหน้าที่ส่วนกลาง และในภูมิภาคจำนวน 2 ครั้ง เพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ในส่วนของการค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบันและวางแนวทางปรับปรุง หรือปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานระบบในปัจจุบัน ได้แก่ กลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะ ทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้ครบทุกกระบวนการทั้งในส่วนของหน่วยงานภายในสำนักบริหารบำรุงทาง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของกรมทางหลวง

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสัมมนารับฟังความคิดเห็น (Focus Group) และความต้องการของผู้บริหารผู้ใช้งานระบบทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคโดยกำหนดผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบเป็นหลักสำหรับแนวทางการดำเนินงานที่ปรึกษาจะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการรับฟังความคิดเห็น (Focus Group) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 การส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์ให้เจ้าหน้าที่ก่อนการสัมมนารับฟังความคิดเห็น (Focus Group)

เพื่อนำเสนอรายละเอียดโครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อสนับสนุนการบริหารงานบำรุงทาง ให้แก่เจ้าหน้าที่ส่วนแผนงานทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ ทั้งในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค เช่น สำนักอำนวยความปลอดภัย สำนักแผนงาน และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เป็นต้น ที่เป็นผู้ใช้ข้อมูลจากการให้บริการผ่านระบบ Roadnet สำหรับการรวบรวมข้อเสนอแนะ แนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา และจัดส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะในรูปแบบออนไลน์ ให้กับทางเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ โดยที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูล และผลสรุปจากการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์ม เพื่อสรุปประเด็นและแนวทางในการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group) สำหรับผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1

รูปที่ 2-1 ตัวอย่างแบบฟอร์มออนไลน์สำหรับการตอบแบบสอบถามเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement)



รูปที่ 2-2 การรวบรวมข้อมูลจากแบบฟอร์มออนไลน์สำหรับการตอบแบบสอบถามเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement)

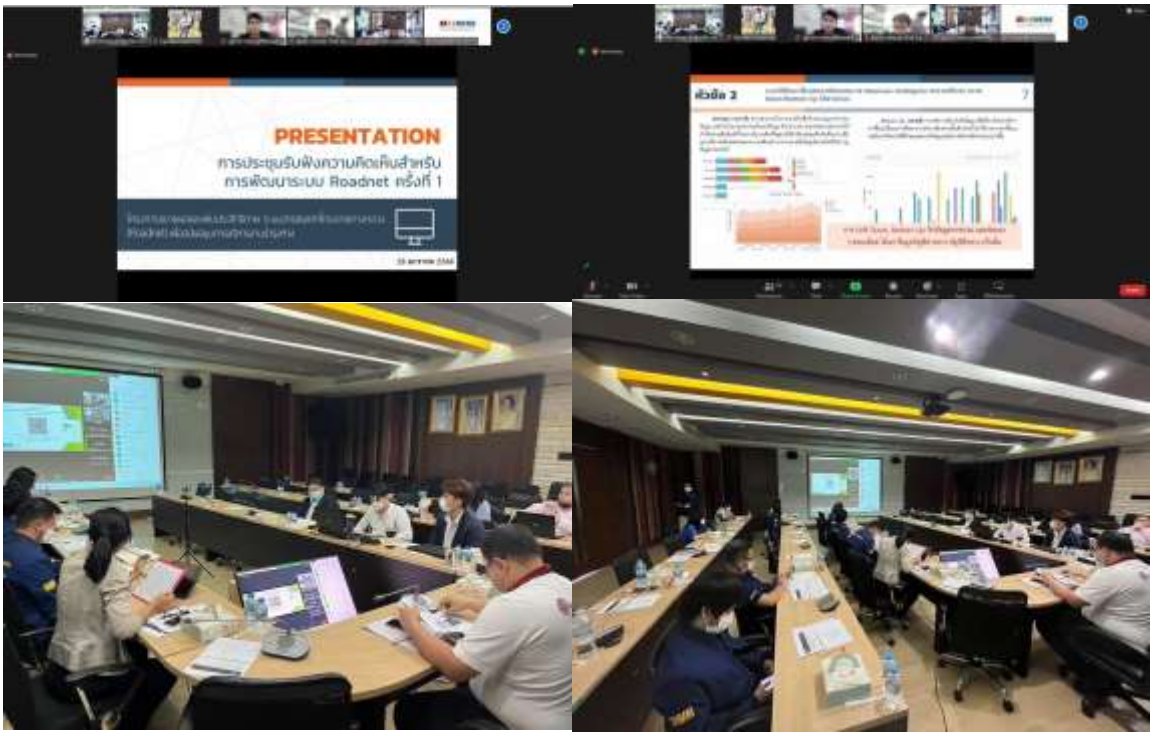
1) ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1

เพื่อเสนอประเด็นสำหรับแนวทางการพัฒนาระบบและรับฟังความคิดเห็นด้านแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา โดยสรุปรายการข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์มออนไลน์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและปรับปรุงฐานข้อมูลให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ตลอดจนความต้องการการใช้งานระบบสำหรับการใช้งานในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในปัจจุบันร่วมกับผู้ดูแลระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้แก่ การค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โดยหลังจากได้ส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะผ่านระบบออนไลน์และทางทีมที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมประเด็น จึงทำการจัดประชุม Focus Group ครั้งที่ 1 เพื่อสอบถามข้อสงสัยความต้องการที่ได้แนบในแบบฟอร์ม พร้อมทั้งนำเสนอจุดประสงค์ในการพัฒนาระบบ Roadnet

ที่ปรึกษาดำเนินการจัดประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1 โดยมีหัวข้อ ดังนี้

1. การบรรยายในหัวข้อ “กรอบการพัฒนาระบบ Roadnet ในปีงบประมาณ 2566”
2. การบรรยายในหัวข้อ “การสรุปผลแบบสอบถาม”
3. การประชุมหารือเพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบสำหรับการใช้งานบนระบบ Roadnet



รูปที่ 2-3 ประมวลภาพบรรยากาศการประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ครั้งที่ 1

2) ประชุมสรุปผลความต้องการ ครั้งที่ 2

เพื่อเสนอแนวคิดกรอบการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จากการสรุปสาระสำคัญจากการประชุมครั้งที่ 1 และรวบรวมประเด็นเพิ่มเติมจากความคิดเห็นสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางและข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้ครบทุกกระบวนการ ทั้งในส่วนของหน่วยงานภายในร่วมกับนักวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง และเจ้าหน้าที่กรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง

สำนักบริหารบำรุงทาง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการเรียงลำดับความสำคัญข้อเสนอแนะ เพื่อไปบริหารและวางแผนการดำเนินงานต่อไป

ที่ปรึกษาดำเนินการจัดประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2 โดยมีหัวข้อ ดังนี้

1. นำเสนอผลการสรุปภาพรวมจากประเด็นหารือจากการประชุมครั้งที่ 1
2. นำเสนอ “แนวทางการพัฒนาระบบ Roadnet” พร้อมทั้งแสดงผลหน้าจอสรุปภาพรวม (Dashboard) รวมทั้งแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาข้อมูล
3. การประชุมหารือเพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบเพิ่มเติมสำหรับการใช้งานบนระบบ Roadnet

รูปที่ 2-4 ประมวลภาพบรรยากาศการประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ครั้งที่ 2

วัตถุประสงค์

- เพื่อรับฟังความคิดเห็น ความต้องการของผู้บริหาร ผู้ใช้งานระบบทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
- เพื่อรับฟังความเห็นด้านแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงปัญหาอุปสรรค ในการทำงานที่ผ่านมาสำหรับการใช้งานในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)
- เพื่อรับฟังความคิดเห็นแนวทางพัฒนาเครื่องมือการค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบัน
- เพื่อรับฟังความเห็นสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูล บัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง

หน่วยงานเป้าหมายในการสัมมนารับฟังความเห็น

- ผู้ใช้งานระบบจากสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง
- ผู้ใช้งานระบบจากแขวงทางหลวง กรมทางหลวง
- ผู้ใช้งานระบบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง
- นักวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง เจ้าหน้าที่กรมทางหลวง
- ผู้ดูแลระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ปัจจุบัน
- หน่วยงานภายในกรมทางหลวง ที่ได้รับการบริการข้อมูลในรูปแบบ Service

ตารางที่ 2-1 กรอบการวางแผนการดำเนินการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)

ลำดับ	หัวข้อตาม TOR	กำหนดช่วงดำเนินงาน	ธ.ค 65				ม.ค 66				ก.พ 66			
		วัน/เดือน/ปี	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ประชุมหารือ วางกรอบขั้นตอนการ Focus Group และกำหนดการจัดประชุมทั้ง 2 ครั้ง กับคณะทีมงานเลขาฯ โครงการ กรมทางหลวง	25 ธ.ค. 65												
2	จัดทำแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์สำหรับการส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ วผ. ทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ ร่วมกับสำนักงานบำรุงรักษาทาง ว่าด้วยเรื่อง โครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet3)	3 - 9 ม.ค. 66												
3	การส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์ให้เจ้าหน้าที่ก่อนการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)	10 - 13 ม.ค. 66												
4	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์ม และสรุปประเด็นสำคัญสำหรับการรับฟังความคิดเห็น	17 - 20 ม.ค. 66												
5	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1	26 ม.ค. 66												
6	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากการประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1 และสรุปประเด็นสำคัญสำหรับการรับฟังความคิดเห็น	27 - 31 ม.ค. 66												
7	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2	6 ก.พ. 66												

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สาระสำคัญสำหรับแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา
- ประเด็นเพิ่มเติมสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ผู้เข้าร่วมเห็นถึงประโยชน์ และการนำไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต

ตารางที่ 2-2 ผลสรุปการปฏิบัติงานการประสานหน่วยงานเพื่อเก็บความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

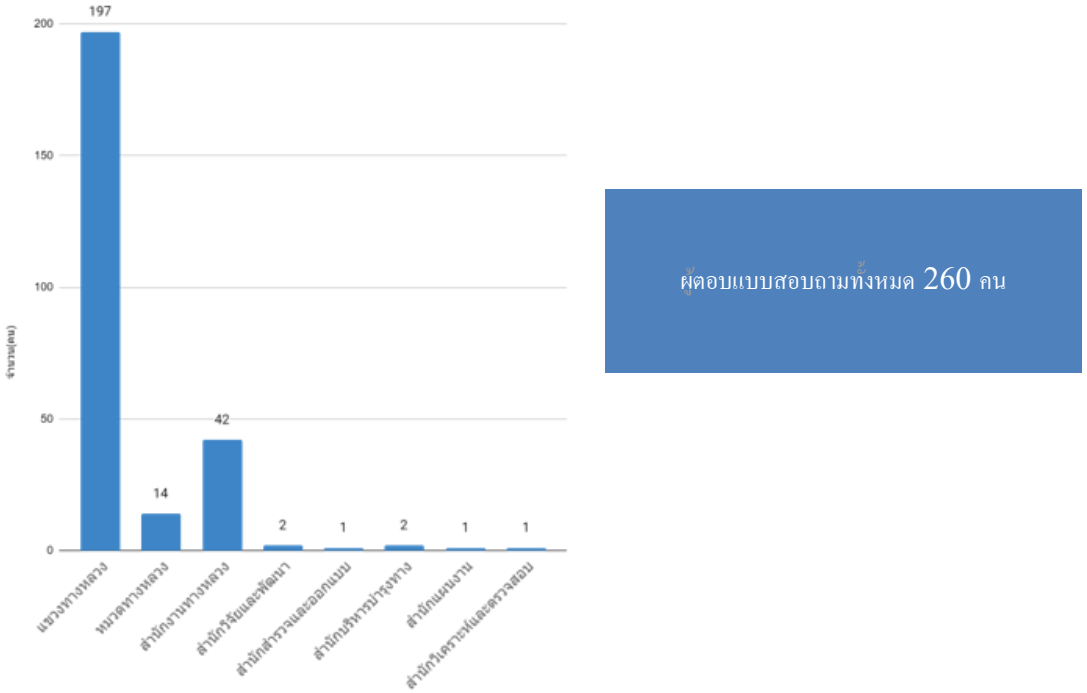
ลำดับ	วันเวลา	หัวข้อ	รายละเอียด
1	25 ธ.ค 65	ประชุมหารือ วางกรอบขั้นตอนการ Focus Group และกำหนดการจัดประชุมทั้ง 2 ครั้ง กับคณะทีมงานเลขาฯ กรมทางหลวง	1. ที่ปรึกษาวางแผนร่วมกับทีมงานเลขา ฯ สำหรับการวางกรอบการประชุม Focus Group 2. สรุปกรอบขั้นตอนการ Focus Group โดยแบ่งเป็น 3 กระบวนหลัก ๆ ดังนี้ 2.1. ที่ปรึกษาทำการจัดทำแบบฟอร์มแบบสอบถาม ให้กับเจ้าหน้าที่ ก่อนการประชุม 2.2 เสนอประเด็นที่จะทำการ Focus Group สำหรับการใช้งานหน้าระบบของเจ้าหน้าที่
2	3-9 ม.ค. 66	จัดทำแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์สำหรับการส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ส่วนแผนงาน ทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ	ที่ปรึกษาดำเนินการจัดทำแบบฟอร์มออนไลน์สำหรับการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการใช้งานระบบ Roadnet เพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งานผ่านหน้าระบบด้วย Url Link : https://forms.gle/6qiDuCRcHZ3kzgge6
3	10-13 ม.ค. 66	ส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์ให้เจ้าหน้าที่ ก่อนการสัมมนารับฟังความเห็น	ที่ปรึกษาประสานงานร่วมกับเลขา ฯ กรมทางหลวง เพื่อดำเนินการจัดทำเอกสารหนังสือส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ส่วนแผนงาน ทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ Roadnet
4	17 - 20 ม.ค. 66	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์ม และสรุปประเด็นสำคัญสำหรับการรับฟังความคิดเห็น	ที่ปรึกษาประชุมหารือ ร่วมกับเจ้าหน้าที่ สำหรับการเสนอประเด็นการประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้ใช้งานระบบ Roadnet โดยประเด็นดังนี้ 1. ปริมาณการใช้งานฟังก์ชันและความต้องการการใช้ข้อมูลบนระบบ Roadnet 2. การรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งานฟังก์ชันเครื่องมือการสืบค้น 3. การรวมรวมข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวม (Dashboard) 4. การรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งานฟังก์ชันบัญชีลักษณะผิวทาง 5. การรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งานฟังก์ชันโครงสร้างทางและกายภาพทาง 6. การรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งานฟังก์ชันข้อมูลสำรวจ 7. การรวบรวมข้อเสนอแนะความต้องการเพิ่มเติมด้านการใช้งานข้อมูลบนระบบ Roadnet

ตารางที่ 2-2 ผลสรุปการปฏิบัติงานการประสานหน่วยงานเพื่อเก็บความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (ต่อ)

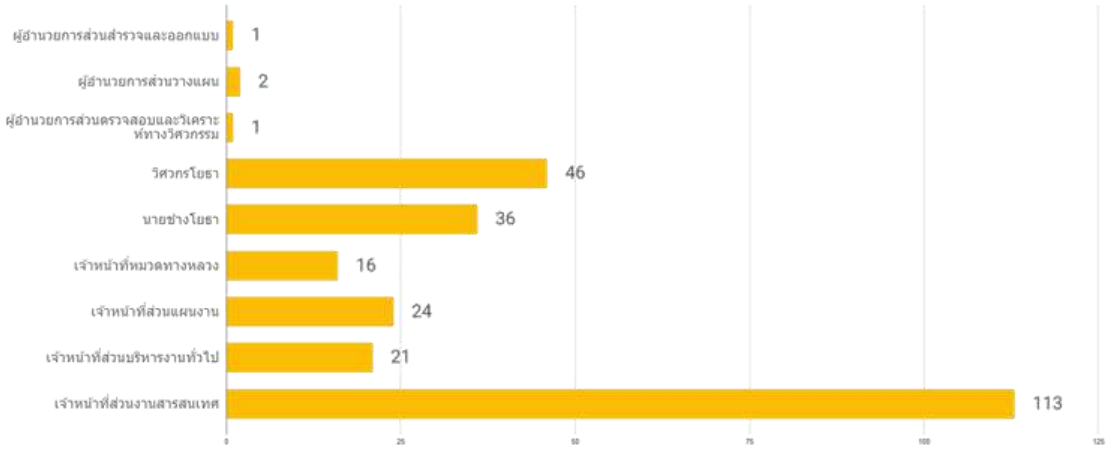
ลำดับ	วันเวลา	หัวข้อ	รายละเอียด
5	26 ม.ค. 66	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1	ที่ปรึกษาดำเนินการจัดประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1 โดยมีหัวข้อ ดังนี้ 1. การบรรยายในหัวข้อ “กรอบการพัฒนาระบบ Roadnet ในปีงบประมาณ 2566” 2. การบรรยายในหัวข้อ “การสรุปผลแบบสอบถาม” 3. การประชุมหารือเพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบสำหรับการใช้งานบนระบบ Roadnet
6	27-31 ม.ค. 66	ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากการประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมประเด็นสำคัญเพื่อรับเป็นข้อเสนอแนะและความต้องการใช้งานระบบ Roadnet จากเจ้าหน้าที่เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาระบบ และเสนอในการประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2 1. โดยนำเสนอกรอบแนวทางการพัฒนาตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันเครื่องมือสืบค้น 2. การนำเสนอตัวอย่างหน้าจอสรุปข้อมูลภาพรวม (Dashboard) 3. แนวทางการปรับปรุงการใช้งานข้อมูลบัญชีผิวทางและโครงสร้างทาง
7	6 ก.พ. 66	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2	ที่ปรึกษาดำเนินการจัดประชุมเพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2 โดยมีหัวข้อ ดังนี้ 1. นำเสนอผลการสรุปภาพรวมจากประเด็นหารือจากการประชุมครั้งที่ 1 2. นำเสนอ “แนวทางการพัฒนาระบบ Roadnet” พร้อมทั้งแสดงผลหน้าจอสรุปภาพรวม (Dashboard) รวมทั้งแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาข้อมูล 3. การประชุมหารือเพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบเพิ่มเติมสำหรับการใช้งานบนระบบ Roadnet

ผลสรุปรวบรวมปัญหาอุปสรรคผลกระทบข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ใช้งานระบบ (Focus group) ทั้งส่วนเจ้าหน้าที่ส่วนกลางและในภูมิภาคจำนวน 2 ครั้ง เพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement)

1. ผลสรุปจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามหน่วยงาน และตำแหน่งงาน

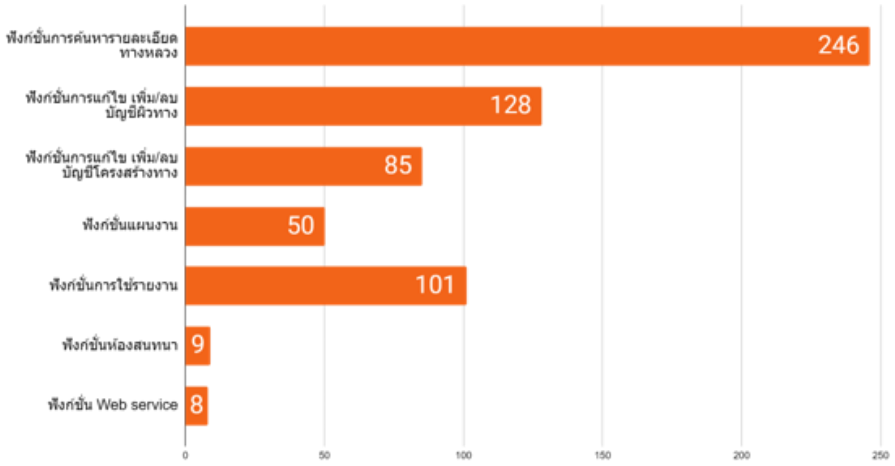


รูปที่ 2-5 กราฟแสดงผลสรุปจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามหน่วยงาน



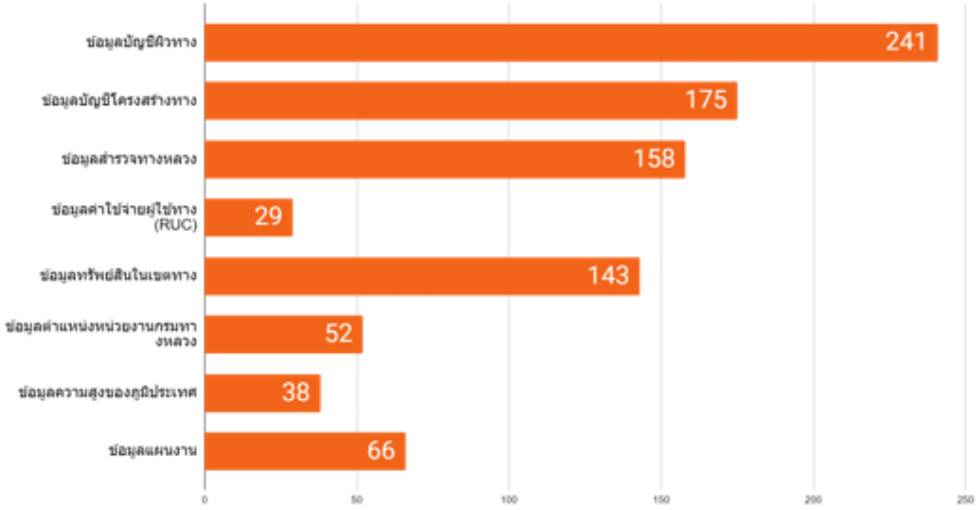
รูปที่ 2-6 กราฟแสดงผลสรุปจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งตามตำแหน่งงาน

2. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet การใช้งานฟังก์ชันในระบบ Roadnet ใดมากที่สุด ผลลัพธ์แสดงภาพรวมปริมาณใช้งานฟังก์ชันในระบบ Roadnet เพื่อสามารถ Focus และจัดลำดับการพัฒนาและการปรับปรุงแก้ไข สำหรับการรวบรวมข้อเสนอแนะ โดยสามารถสรุปฟังก์ชันที่มีการใช้งานมากที่สุด ดังนี้ ฟังก์ชันการค้นหา >> ฟังก์ชันบัญชีผิวทาง โครงสร้างทาง และฟังก์ชันรายงาน



รูปที่ 2-7 กราฟแสดงผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปการใช้งานฟังก์ชันในระบบ Roadnet

3. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปความต้องการเรียกใช้งานข้อมูลจากระบบ Roadnet ข้อมูลใดมากที่สุด ผลลัพธ์แสดงภาพรวมความต้องการเรียกใช้งานข้อมูลจากระบบ Roadnet เพื่อสามารถ Focus และจัดลำดับการพัฒนาและการปรับปรุงแก้ไข สำหรับการรวบรวมข้อเสนอแนะ โดยสามารถสรุปต้องการเรียกใช้งานข้อมูลมากที่สุด ดังนี้
ข้อมูลบัญชีผิวทาง >> ข้อมูลบัญชีโครงสร้างทาง ข้อมูลสำรวจ และข้อมูลทรัพย์สินในเขตทาง



รูปที่ 2-8 กราฟแสดงผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปความต้องการเรียกใช้งานข้อมูลจากระบบ Roadnet

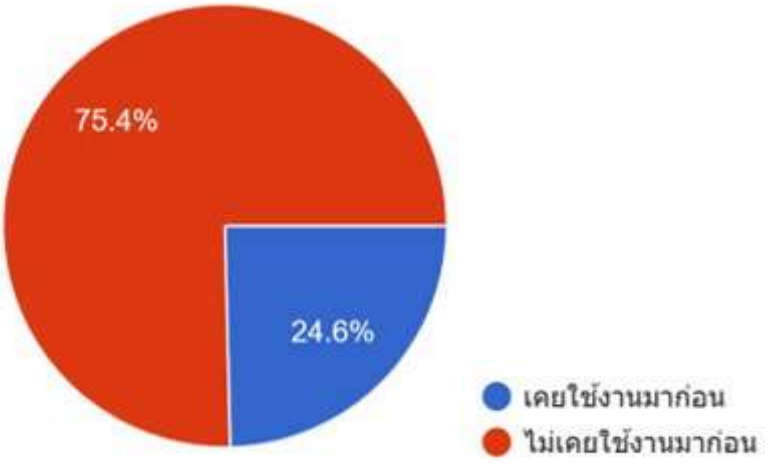
4. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือการสืบค้น ข้อมูลทางหลวง

รูปที่ 2-9 กราฟแสดงผลสรุปเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือการสืบค้นข้อมูลทางหลวง

ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งาน และทำการเสนอแนวคิดและกรอบการพัฒนา โดยรวบรวบคำถามจากเจ้าหน้าที่ และดำเนินการเสนอ ดังนี้

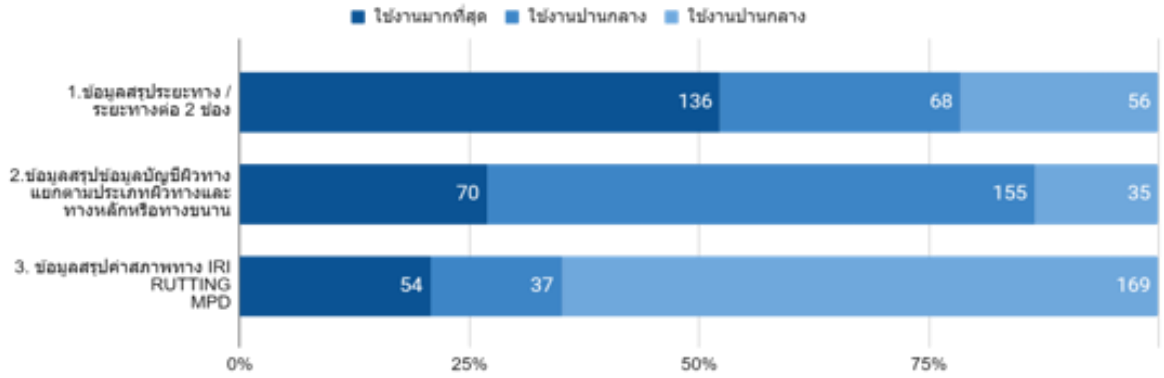
- เพิ่มเติมการกรอกข้อมูล Lat Lon เพื่อระบุพิกัดที่แน่นอนของตำแหน่งกึ่งกลางโครงการ เพื่อใช้สำหรับคำนวณระยะทางขนส่งวัสดุก่อสร้าง สามารถกรอก ตำแหน่ง กม. ในสายทาง และนำพิกัดนั้น ๆ มาใช้ได้
- ที่ปรึกษาดำเนินการเก็บ Requirement สำหรับการเพิ่มเติม รูปแบบฟังก์ชันการสืบค้น ดังนี้
  - เพิ่มเติมส่วนการสืบค้น ด้วยพิกัด Lat Lon
  - เพิ่มเติมการสืบค้นด้วย ช่วง กม ของสายทาง
- ระบบไม่เสถียร ในส่วนการเรียกข้อมูลที่ช้า
  - ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการชำรุดของ Harddisk ส่งผลให้การดึงข้อมูลมีความล่าช้า
- ข้อมูลทรัพย์สินในเขตทาง ไม่ถูกต้อง
  - ระบบ Roadnet เชื่อมโยงข้อมูลทรัพย์สินจากระบบ ทรัพย์สิน ที่กำลังดำเนินการพัฒนาอยู่
- ขาดข้อมูลชั้นโครงสร้างทาง
  - จะดำเนินการประสานงาน สำหรับส่วนข้อมูลที่ถูกต้อง กับทางสำนักวิเคราะห์
- ในฐานะสำหรับ สทล. สามารถสืบค้น หรือ ส่งออกแผนที่สำหรับการแสดงข้อมูลการแบ่งผิวทาง เนื่องจากการสืบค้น เมื่อหาด้วยผิวทาง แผนที่ยังแสดงการแบ่งสีตามช่วงตอนควบคุม
  - ระบบมีการปรับโครงสร้างการแสดงข้อมูลแผนที่ ด้วยการแบ่งสีผิวทาง โดยเครื่องมือสืบค้น จะต้องสามารถเลือกการแสดง หรือส่งออกแผนที่ การแสดงการแบ่งผิวได้
- บางเมนูที่รกเกินไป และการแจ้งแก้ไขมีความซับซ้อน
  - ทำการจับกลุ่มข้อมูลเพื่อให้เครื่องมือไม่รก เกินไป ระบบจะมีการแจ้ง Warning ให้กับทางเจ้าหน้าที่เพื่อง่ายต่อการแจ้งแก้ไข
- เพิ่มเติมในการสืบค้นด้วย filter ข้อมูลต่าง ๆ เช่น ค่าสภาพทาง ประวัติการซ่อมบำรุงทาง ให้ง่ายต่อการใช้งานด้านการวิเคราะห์
  - ปรับปรุงการสืบค้นด้วยค่าสภาพทาง ในแผนที่หรือบนระบบได้ ด้วยการ Fillter เงื่อนไขต่าง ๆ ได้ โดยแสดงบนแผนที่ GIS แบ่งตามเกณฑ์ได้
  - ประวัติการซ่อมบำรุง จะถูกเชื่อมโยงจากระบบ Plannet ให้สามารถแสดงใน Roadnet ได้
  - ปัจจุบันข้อมูล %truck และ AADT ยังไม่สามารถแสดงผลบนแผนที่ได้
- เพิ่มเติมการค้นหาด้วยตำแหน่งสถานที่สำคัญ เช่น โรงพยาบาล เขตตำบล หมู่บ้าน
  - ปัจจุบัน Roadnet สามารถค้นหาด้วยตำแหน่งบางส่วนจากข้อมูล Point of interest ได้
  - มีข้อจำกัดด้านการค้นหาด้วยหมู่บ้าน บางแห่งที่อาจจะไม่ได้คลอบคลุมเนื่องจากยังไม่มีขอบเขตหมู่ที่แน่ชัด

5. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปเกี่ยวกับการใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard)



รูปที่ 2-10 กราฟแสดงผู้ที่เคยใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) จากระบบอื่น ๆ

จากการตอบแบบสอบถาม เจ้าหน้าที่เคยใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) คิดเป็น 24.6% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และมีการใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) ของระบบอื่น ๆ ประกอบด้วย ระบบ PLANNET มากที่สุด, ระบบ RMMS, ระบบ HAIMS และระบบ TIMS และผลลัพธ์การตอบแบบสอบถาม เพื่อจัดลำดับความสำคัญของการสรุปภาพรวมข้อมูลบน Dashboardที่จะถูกพัฒนาขึ้นบนระบบ Roadnet โดยจัดลำดับความสำคัญ ดังนี้ ข้อมูลสรุประยะทาง / ระยะทางต่อ 2 ช่อง >> ข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีผิวทาง >>ข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง



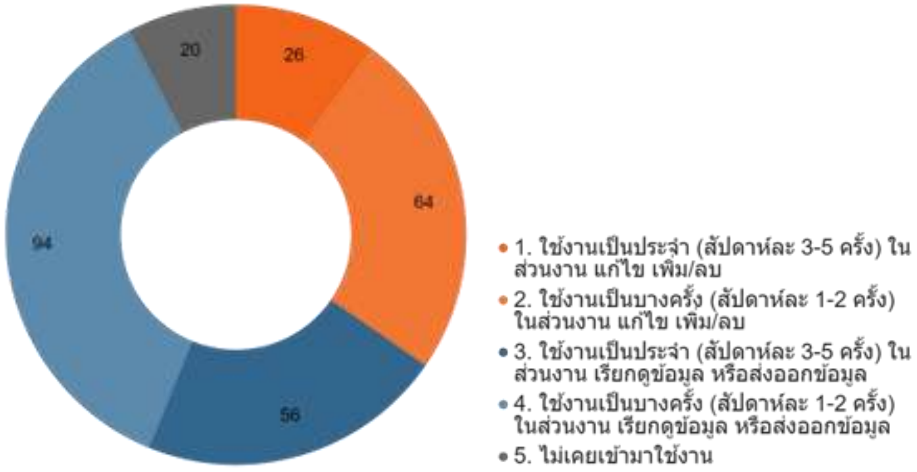
รูปที่ 2-11 กราฟแสดงการเรียงลำดับความสำคัญของรายการข้อมูลดังกล่าว เพื่อเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะแสดงบนหน้าจอ Dashboard

ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งาน การใช้งานการใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) ดังนี้

- สำหรับการสรุปข้อมูลบัญชีผิวทาง กรณีที่ทิศทางจราจร มีผิวทางไม่เหมือนกันจะสรุปออกมาในรูปแบบใดได้บ้าง
  - ปรับรูปแบบกราฟการแสดงข้อมูล บัญชีผิวทางเพิ่มเติมในส่วนของการแยกทิศทางการจราจร

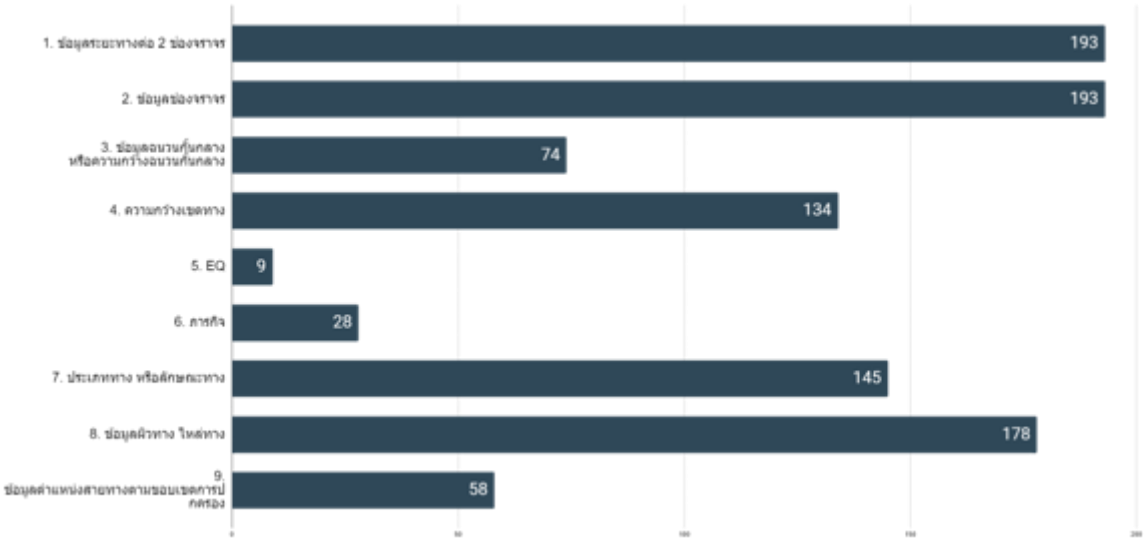
6. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปเกี่ยวกับการใช้งานฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง มีผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยเข้ามาใช้งานมีทั้งหมด 240 คน คิดเป็น 92.3% ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด โดยสรุปการตอบแบบสอบถาม มีประเด็น ดังนี้

   1. สัดส่วนผู้เข้าใช้งานในการเรียกข้อมูลหรือส่งออกข้อมูลมากกว่าการเข้ามาแก้ไขข้อมูลเพิ่ม/ลบ
   2. ผู้เข้าใช้งานส่วนใหญ่เข้าใช้งานอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง



รูปที่ 2-12 กราฟแสดงปริมาณและลักษณะการเข้ามาใช้งานในส่วนของฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

สัดส่วนลักษณะการใช้งานข้อมูลมากกว่า 50% ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีการใช้งาน ดังนี้ ข้อมูลระยะทางต่อ 2 ช่อง >> ข้อมูลช่องจราจร >> ข้อมูลผิวทางไหล่ทาง >> ข้อมูลประเภททางหรือลักษณะทาง >> ข้อมูลความกว้างเขตทาง



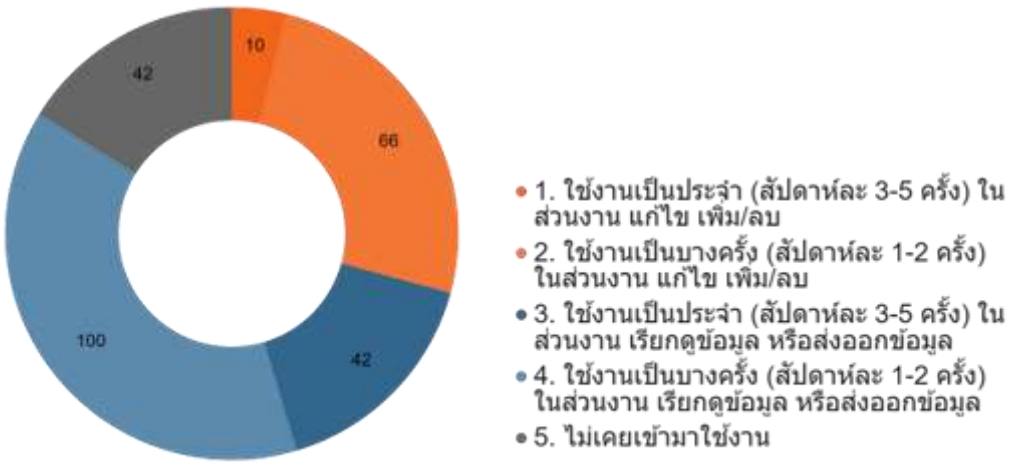
รูปที่ 2-13 กราฟแสดงปริมาณและลักษณะการเข้ามาใช้งานในส่วนของฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งาน และทำการเสนอแนวคิดและกรอบการพัฒนา โดยรวบรวบคำถามจากเจ้าหน้าที่ และดำเนินการเสนอ ดังนี้

- ประเด็นการเก็บความกว้างเขตทาง ปัจจุบันไม่ได้กรอกเป็นช่วง แต่แขวงมีการถือบัญชีอยู่ โดยระบบยังไม่รองรับการกรอกข้อมูลความกว้างเป็นช่วง และแขวงไม่มีการใช้งานส่วนนี้ แต่สำนักอำนวยความปลอดภัยใช้
  - กรณีดังกล่าว ทางระบบ Roadnet จะพัฒนาให้สามารถจัดเก็บข้อมูลขอบเขตทางได้ตามที่มีการระบุตามช่วงไว้ของแขวงทางหลวง ซึ่งจะนำเสนอ Diagram ให้เชื่อมโยงกับระบบเดิม
- ฟังก์ชันโครงสร้างชั้นทาง ขณะที่เพิ่มข้อมูล ระบบไม่บันทึกให้
  - ระบบจะเพิ่มเติมฟังก์ชันการแจ้งเตือนกรณีมีการกรอกข้อมูลผิด เพื่อให้ผู้กรอกข้อมูลสามารถแก้ไขได้
- ปัญหาที่ส่งผลต่อการสืบค้นหาจากขอบเขตการปกครอง
  - กรณีแรก เกิดจากการใช้ Geometry ขอบเขตการปกครอง ซ้อนทับกับ Geometry ของสายทาง เพื่อ filter ผลลัพธ์สายทางออกมาตรง ๆ
  - กรณีที่สอง เกิดจากการใช้ ข้อมูล ที่ระบุจากบัญชีผิวทางที่ผู้กรอกทำการกรอกขึ้นมา
- เพิ่มเติมส่วนประวัติการบำรุงผิวทาง ให้แสดงควบคู่กับข้อมูลบัญชีผิวทาง
  - ปัจจุบัน roadnet มีการเชื่อมโยงประวัติการบำรุงผิวทางจากระบบ Plannet อยู่แล้ว โดยสามารถค้นหาด้วยรหัสทางได้ สำหรับการแสดงผลคู่กับบัญชีสายทาง

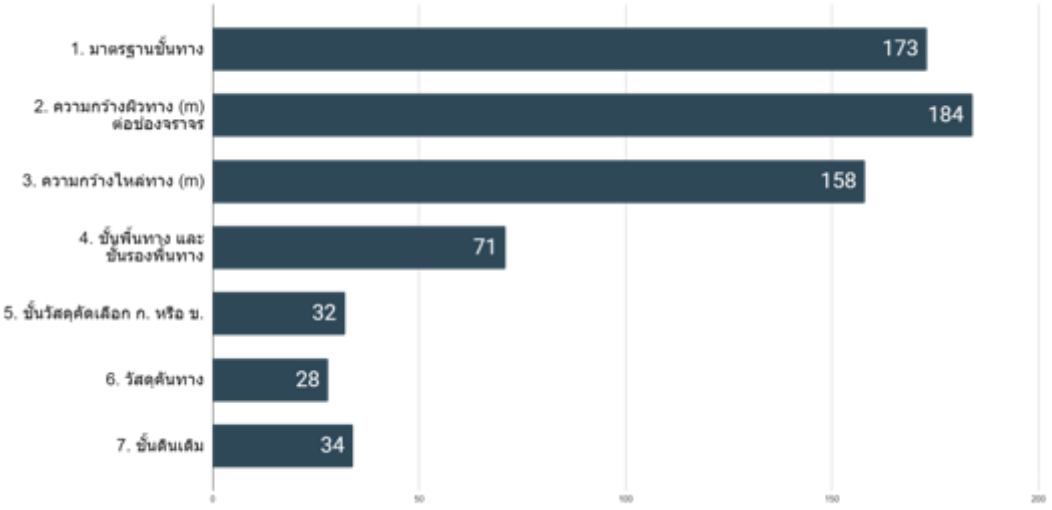
7. ผลสรุปประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการใช้งานระบบ Roadnet ผลสรุปเกี่ยวกับการใช้งานฟังก์ชันข้อมูลฟังก์ชันข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทาง มีผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยเข้ามาใช้งานมีทั้งหมด 218 คน คิดเป็น 83.8 % ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด โดยสรุปการตอบแบบสอบถาม มีประเด็น ดังนี้

   1. สัดส่วนผู้เข้าใช้งานในการเรียกข้อมูลหรือส่งออกข้อมูล > การเข้ามาแก้ไขข้อมูลเพิ่ม/ลบ
   2. ผู้เข้าใช้งานส่วนใหญ่เข้าใช้งานอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง



รูปที่ 2-14 กราฟแสดงปริมาณและลักษณะการเข้ามาใช้งานในส่วนของฟังก์ชันข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ

สัดส่วนลักษณะการใช้งานข้อมูลมากกว่า 50% ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีการใช้งาน ดังนี้ ความกว้างผิวทาง >> มาตรฐานชั้นทาง >> ความกว้างไหล่ทาง



รูปที่ 2-15 กราฟแสดงปริมาณและลักษณะการเข้ามาใช้งานในส่วนของฟังก์ชันข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ

ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาการใช้งาน และทำการเสนอแนวคิดและกรอบการพัฒนา โดยรวบรวบคำถามจากเจ้าหน้าที่ และดำเนินการเสนอ ดังนี้

- ปัจจุบันการได้มาของข้อมูลมีการกรอกที่ยากสำหรับผู้กรอกของแต่ละแขวง เนื่องจากต้องเทียบกับแบบก่อสร้าง และข้อมูลบางอย่างไม่น่าเชื่อถือ
  - เพิ่มเติมในส่วนของการอ้างอิงข้อมูลโครงสร้างชั้นทาง โดยสามารถระบุได้ว่าข้อมูลดังกล่าวอ้างอิงจาก แบบ As-Built ไหน ปีอะไร
  - จะประสานงานกับทางสำนักวิเคราะห์ว่ามีข้อมูลส่วนนี้หรือไม่ เบื้องต้นระบบจะดำเนินการจัดทำข้อมูลส่วนนี้และให้ทางแขวงตรวจสอบความถูกต้อง และปรับแก้ไขเพิ่มเติมต่อไป
- ฟังก์ชันโครงสร้างชั้นทางขณะที่เพิ่มข้อมูล ระบบไม่บันทึกให้
  - ระบบจะเพิ่มเติมฟังก์ชันการแจ้งเตือนกรณีมีการกรอกข้อมูลผิด เพื่อให้ผู้กรอกข้อมูลสามารถแก้ไขได้

1.2 ที่ปรึกษาจะต้องศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานสากลในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับใช้ในการปรับปรุงสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) ออกแบบหน้าจอการใช้งานระบบ (User Interface) โครงสร้างฐานข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล การให้บริการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ความปลอดภัยของระบบและข้อมูล รวมไปถึงรองรับการพัฒนาในอนาคต

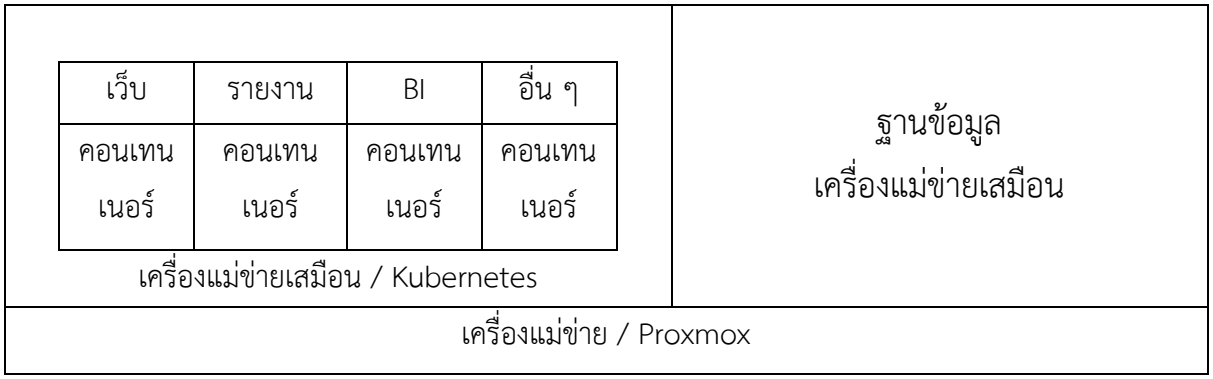
การศึกษา ทบทวน รายละเอียดและรูปแบบข้อมูล โครงสร้างฐานข้อมูล สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) ของระบบต่าง ๆ จะพิจารณาตามมาตรฐานข้อมูลและการบริการข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ซึ่งเป็นการดำเนินการตามกรอบมาตรฐานการแลกเปลี่ยนและใช้ข้อมูลสารสนเทศร่วมกัน (Data Exchange) และสอดคล้องตามกรอบแนวทางการเชื่อมโยงรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์แห่งชาติ หรือ TH e-GIF 2.0 โดยมีการออกแบบ และพัฒนาระบบฐานข้อมูล ให้สอดคล้องโครงสร้างข้อมูลในโครงการพัฒนามาตรฐานการแลกเปลี่ยนและใช้ข้อมูลสารสนเทศร่วมกัน (Data Exchange) โดยเพิ่มขีดความสามารถในการบริหารจัดการองค์กรด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล กลยุทธ์ (2) พัฒนาระบบงานให้ทันสมัยและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) มีความเหมาะสมมีมาตรฐาน มีการบูรณาการข้อมูล สามารถให้บริการข้อมูลสารสนเทศระหว่างหน่วยงานได้อย่างต่อเนื่อง และรองรับการใช้งานทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งเพื่อให้ สำนักบริหารงานบำรุงทาง กรมทางหลวง มีการกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน (Standard Data Format) ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ระบบสารสนเทศต่าง ๆ ของสำนักงานบริหารงานบำรุงทาง สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดปัญหาการซ้ำซ้อนของข้อมูล

ปัจจุบันหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีด้านภูมิสารสนเทศ GIS เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการในด้านต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สำนักงานบริหารงานบำรุง ได้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศดังกล่าว จึงมีแผนในการยกระดับปรับปรุง พัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ณ ปัจจุบัน ให้มีประสิทธิภาพมาก

สถาปัตยกรรมระบบ

ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวงทำงานในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ที่พัฒนาอยู่บนระบบจัดการเนื้อหา (Content Management System) Drupal ผู้ใช้จะใช้งานระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งให้บริการโดยเครื่องแม่ข่ายเว็บที่กรมทางหลวง ที่ปรึกษาจะปรับปรุงสถาปัตยกรรมระบบดังนี้

- ปรับปรุง Drupal ให้เป็นรุ่นย่อยล่าสุด กล่าวคือ Drupal 7.94 รวมถึงไลบรารีต่าง ๆ ที่ใช้
- ใช้ความสามารถใหม่ ๆ ของเว็บเบราว์เซอร์ในการพัฒนาเนื้อหาใหม่ เช่น ภาษา ECMAScript รุ่น 6/7
- แสดงแดชบอร์ด ด้วยซอฟต์แวร์วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล (Business Intelligence) Tableau ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ต้องการแสดงได้เองหลากหลายรูปแบบโดยไม่ต้องแก้ไขโค้ด
- เปลี่ยนวิธีให้บริการเครื่องแม่ข่ายโดยแบ่งแต่ละบริการเป็นคอนเทนเนอร์ย่อย ด้วยระบบจัดการคอนเทนเนอร์ (Container Orchestration) RKE2 ทำให้จัดสรรทรัพยากรของแต่ละบริการได้ง่าย สามารถตรวจสอบสถานะ และแก้ไขข้อผิดพลาดบางประเภทได้โดยอัตโนมัติ รวมถึงเพิ่มลดเครื่องแม่ข่ายในกลุ่มได้ หากทรัพยากรบนเครื่องแม่ข่ายเดียวไม่พอใช้งาน
- ใช้ระบบจัดการเครื่องแม่ข่ายเสมือน (Hypervisor) Proxmox เพื่อให้บริการส่วนที่ไม่ต้องการให้อยู่ในคอนเทนเนอร์ เช่นต้องการให้มีหมายเลขไอพีคงที่ หรือใช้คนละระบบปฏิบัติการ เป็นต้น
- ฐานข้อมูลจะใช้ PostgresSQL 9.6 ตามเดิมเพื่อให้เชื่อมโยงกับระบบอื่นในกรมทางหลวงได้ โดยจะย้ายข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายใหม่เพื่อให้รองกับการใช้งานได้มากขึ้น



รูปที่ 2-16 สถาปัตยกรรมระบบ

ตารางที่ 2-3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ

ซอฟต์แวร์	รุ่น	คำอธิบาย
Proxmox VE	7	ระบบจัดการเครื่องแม่ข่ายเสมือน
Ubuntu Linux	22.04 LTS	ระบบปฏิบัติการของเครื่องแม่ข่ายเสมือน
RKE2	1.24 stable	ระบบจัดการคอนเทนเนอร์
Nginx	1.22 stable	ซอฟต์แวร์แม่ข่ายเว็บสำหรับรับคำสั่งจากเว็บบราวเซอร์
GeoServer	2.22	ซอฟต์แวร์ให้บริการภาพแผนที่ผ่านเครือข่าย
JasperReports Server	8	ซอฟต์แวร์สร้างรายงานสำหรับจัดพิมพ์
Tableau Server	2022.3	ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล
LongdoMap API	2.3	ระบบให้บริการแผนที่ผ่านเว็บบราวเซอร์
PHP	8	ระบบพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของเว็บ
Drupal	7.94	ระบบจัดการเนื้อหาบนเว็บไซต์ รวมถึงส่วนการบริหารผู้ใช้งาน
PostgresSQL	9.6	ระบบจัดการฐานข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ

หน้าจอการใช้งานระบบ

หน้าจอจะถูกปรับปรุงให้ดูทันสมัยมากขึ้นใช้งานได้ดีบนเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และบนแท็บเล็ต การแสดงผลจะดึงข้อมูลเฉพาะส่วนที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้ตอบสนองได้รวดเร็ว โดยรูปแบบข้อมูลจะเป็นแบบ JSON ซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็ก เพิ่มการแสดงแดชบอร์ดด้วยซอฟต์แวร์ BI ซึ่งปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ต้องการได้ง่าย

โครงสร้างฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลยังคงอิงโครงสร้างแบบเดิม โดยเพิ่มคอลัมน์และตารางใหม่ลงไป เพื่อให้ระบบอื่นในกรมทางหลวงที่สำเนาข้อมูลไปใช้ยังทำงานได้

การตรวจสอบข้อมูล

ที่ปรึกษาจะรวบรวมลักษณะของข้อมูลที่ไม่ถูกต้องที่เคยเกิดขึ้น เพื่อนำมาสร้างเป็นระบบตรวจทานเมื่อบันทึกข้อมูล และระบบตรวจทานข้อมูลประจำวัน

การให้บริการข้อมูล

เว็บเซอร์วิสเดิมซึ่งให้บริการในรูปแบบ JSON และ XML และถูกใช้งานอยู่จะยังคงไว้และเพิ่มเว็บเซอร์วิสใหม่ตามที่มีความต้องการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถให้บริการข้อมูลเป็นตารางหรือกราฟด้วยซอฟต์แวร์ BI ได้อีกด้วย

ความปลอดภัยของระบบและข้อมูล

ซอฟต์แวร์บนเครื่องแม่ข่ายใหม่จะเป็นรุ่นที่ใหม่กว่าเครื่องแม่ข่ายเดิม ซึ่งได้รับการแก้ไขช่องโหว่ต่าง ๆ แล้ว เว็บที่ปรับปรุงใหม่จะบังคับใช้ HTTPS ในการเข้าถึงเว็บไซต์ เพื่อให้การรับส่งข้อมูลปลอดภัย จากเดิมที่มีให้ใช้งานแต่ไม่ได้บังคับใช้ ในส่วนโค้ดการทำงาน ที่ปรึกษาจะตัดบริการที่ไม่ใช้แล้วออก เพื่อลดพื้นที่การโจมตี และตรวจสอบบริการที่ยังเปิดให้ใช้งานอยู่ให้รับเฉพาะคำสั่งที่ถูกต้อง

การพัฒนาในอนาคต

การใช้ระบบจัดการเครื่องแม่ข่าย และคอนเทนเนอร์ ทำให้สามารถเพิ่มเครื่องแม่ข่าย เครื่องแม่ข่ายเสมือน และบริการใหม่ ๆ ในระบบโดยไม่กระทบต่อบริการเดิมได้ และการใช้ซอฟต์แวร์ BI ทำให้แก้ไขส่วน Dashboard ได้โดยง่าย

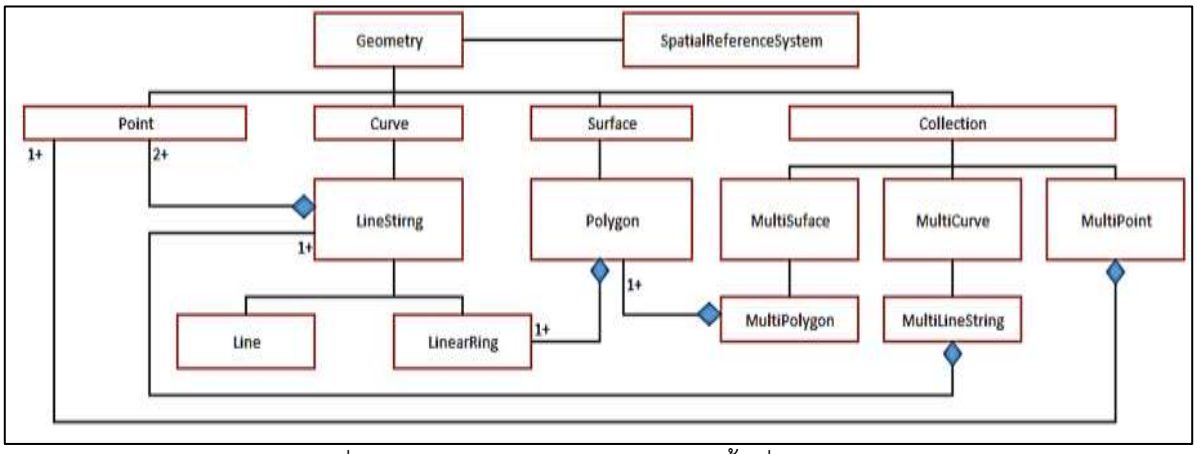
การศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานสากลในการพัฒนาระบบสารสนเทศ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ครอบคลุมกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง และโครงสร้างข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อการวิเคราะห์ ค้นหาการรายงานข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงพื้นที่ ซึ่งจะแสดงให้เห็นบัญชีลักษณะผิวทาง ลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรายละเอียดของรายการข้อมูล ที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษามาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานสำหรับชั้นข้อมูลสำนักงานบริหารงานบำรุงทาง กรมทางหลวง เพื่อเป็นแนวทางพัฒนามาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพของข้อมูลสายทาง และออกแบบแผนภาพแสดงความเชื่อมโยง/ความสัมพันธ์ของรายการข้อมูลแนวสายทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง และข้อมูลงานบำรุง ได้แก่

- การจัดการข้อมูลสายทางด้วยมาตรฐาน Open Geospatial Consortium หรือ OGC

  เป็นองค์กรอิสระที่สนับสนุนการให้บริการข้อมูลปริภูมิ ได้จัดทำมาตรฐานการจัดการฐานข้อมูลเชิงตำแหน่งในรูปแบบของ Simple Feature เช่น Point, Line และ Polygon หรือเรียกว่าข้อมูลเชิงวัตถุ (Spatial Object) ให้สอดคล้องกับภาษา SQL ซึ่งมีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูลโดยอาศัย Geometry Model ในการจำแนกประกอบด้วย Feature table, Geometry และ Spatial Reference System ในรูปแบบของตารางประกอบด้วย Rows และ Columns โดยแปลงให้อยู่ในรูปแบบ Well Known Binary Representation (WKB) หรือ Well-Known Text Representation (WKT) ที่มีการระบุการจัดการโดยใช้ ภาษา SQL และกลุ่มของตารางตามมาตรฐาน ประกอบด้วยตาราง SPATIAL_REF_SYS และกำหนดฟังก์ชันในการจัดการข้อมูล Simple Feature

ข้อมูล SPATIAL_REF_SYS มีรูปแบบโครงสร้างในภาษา SQL ดังนี้

```
CREATE TABLE spatial_ref_sys (
srid    INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY,
auth_name VARCHAR(256),
auth_srid INTEGER,
srtext   VARCHAR(2048),
proj4text VARCHAR(2048)
);
```

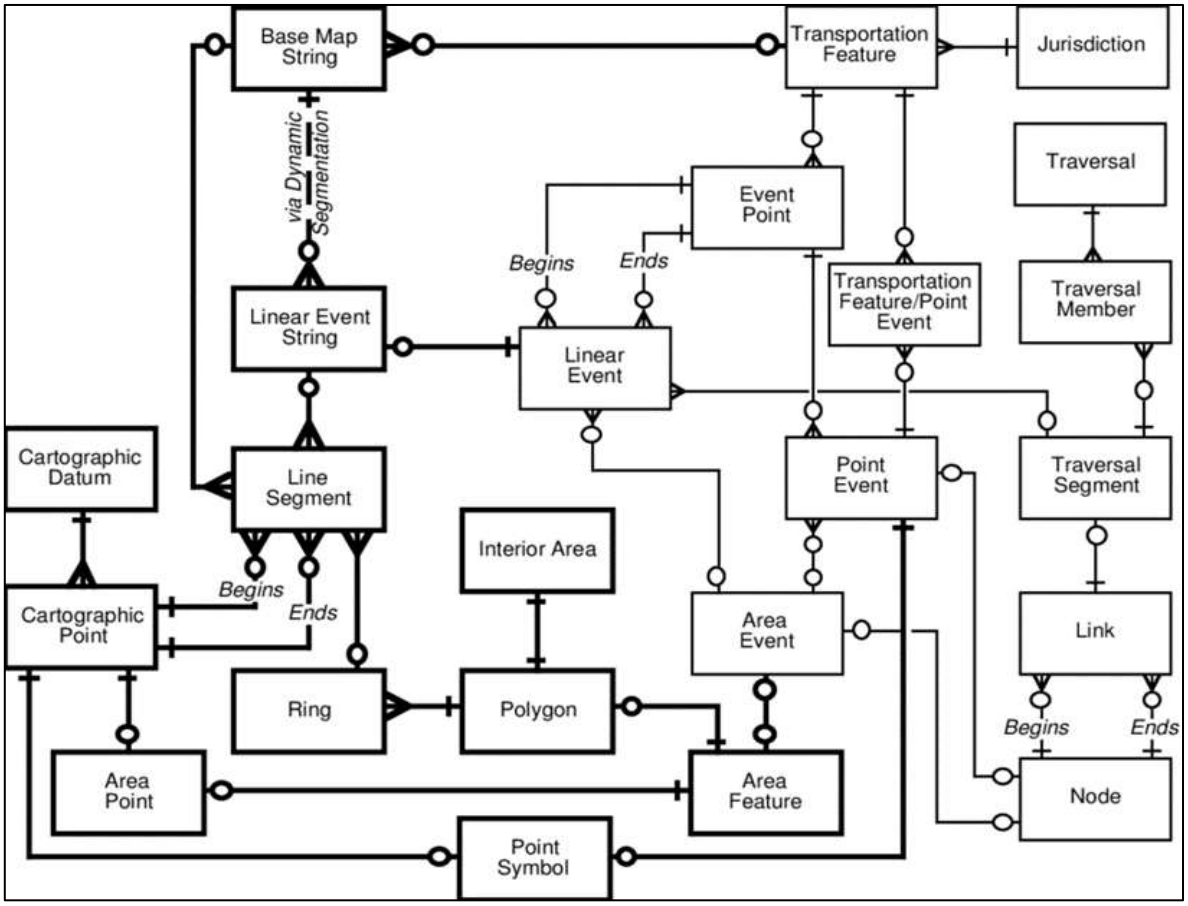


รูปที่ 2-17 แสดงแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC

- การจัดการข้อมูลสายทางด้วยมาตรฐาน NCHRP Project 20-27

  เป็นการศึกษารูปแบบระบบการอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูลบนสายทาง ที่เรียกว่า Linear Referencing System (LRS) โดยวางแนวคิดการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งบนสายทาง คือ Linear Referencing data model และ Linear Referencing methods ในรูปแบบของ Multimodal, Multidimensional ของวิธีการและการแสดงผลของ Cartographic และโครงข่ายสายทาง ในการกำหนดเงื่อนไขการออกแบบที่เรียกว่า Functional Requirements ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบฐานข้อมูลให้เหมาะสมในรูปแบบสายทางต่าง ๆ ประกอบด้วย

  1) ครอบคลุมรูปแบบการกำหนดตำแหน่งของเหตุการณ์ต่าง ๆ บนสายทาง
  2) รองรับโครงสร้างรูปแบบการจัดการข้อมูลเชิงเวลาบนระบบฐานข้อมูล
  3) สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Linear กับ Nonlinear อย่างเหมาะสม
  4) แสดงผลข้อมูลเชิงตำแหน่งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนสายทางทั้งในรูปแบบ Point, Line และ Polygon
  5) แก้ปัญหาการแสดงผล การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตำแหน่ง และข้อมูลเชิงเวลา
  6) รองรับการปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ในเชิงตำแหน่งและเชิงเวลา
  7) มีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลประวัติสายทางข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสายทาง
  8) คำนึงถึงความถูกต้องเชิงพื้นที่และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดตำแหน่งบนสายทาง



รูปที่ 2-18 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทาง Logical Road Data Model ตามมาตรฐาน NCHRP Project 20-27

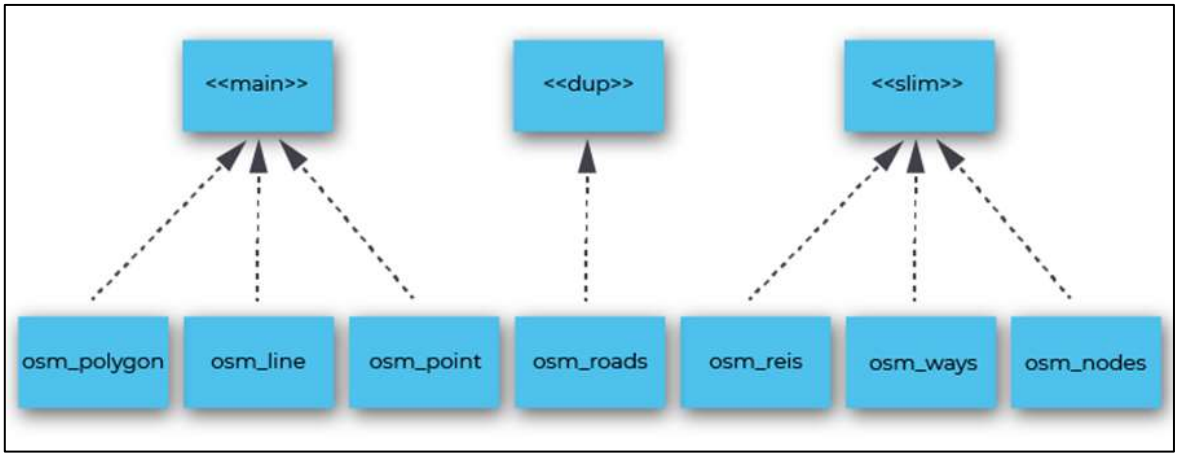
- การจัดการข้อมูลสายทางมาตรฐานการจัดการฐานข้อมูลสายทาง

  โดยใช้ภาษา SQL (Structure Query Language SQL) ตามมาตรฐาน ISO/IEC 1999 หรือ SQL/MM เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลกล่าวถึง การจัดการข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร, ข้อมูลภาพถ่าย, ข้อมูลเชิงตำแหน่ง, Data mining, Framework เป็นต้น เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล, การสืบค้น, การประมวลผล โดยเฉพาะการศึกษานี้กล่าวถึง การบริหารจัดการข้อมูลเชิงตำแหน่ง ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่ เรียกว่า Simple Features

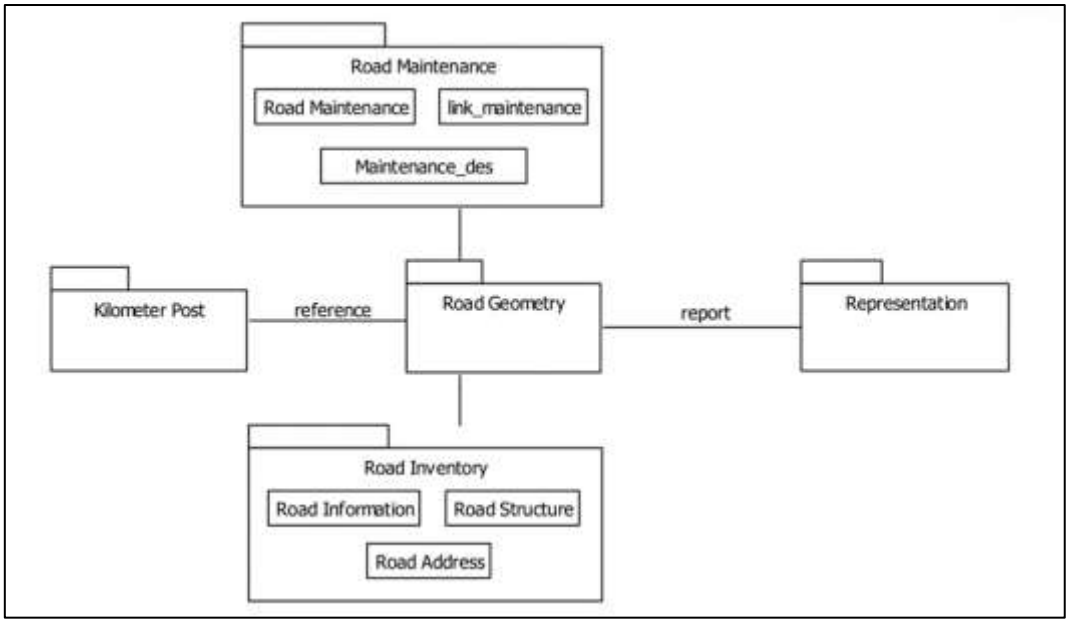
- การวิเคราะห์และการจัดกลุ่มข้อมูลที่แบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลสายทาง และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

  ในเบื้องต้นการออกแบบโครงสร้างของข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบของ Package Diagram และ Class Diagram เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบาย จึงใช้ Data Definition Language (DDL) ในการออกแบบโครงสร้างตางราง ซึ่งเป็นภาษา SQL ที่ใช้ในการสร้างตารางบนระบบการจัดการฐานข้อมูล การใช้ Package ในการจัดกลุ่ม Class นั้นถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งของจำแนกข้อมูลทั้งหมดให้กับระบบฐานข้อมูลภายในโครงสร้าง Package นั้น ประกอบด้วย Class Diagram ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการอธิบายแนวคิด การจัดกลุ่มของวัตถุที่ประกอบด้วยข้อมูลอธิบายต่าง ๆ ดังนั้นในการออกแบบ Package Diagram สำหรับงานบำรุงทางจึงเป็นการกำหนดเค้าโครงของ Package หลัก ๆ ที่สัมพันธ์กันไว้ ตัวอย่างด้านงานบำรุงทางแบ่งออกเป็น Road Maintenance, Road Geometry, Road Inventory และ Kilometer Post

เป็นส่วนประกอบหนึ่งในโครงสร้างฐานข้อมูลงานบำรุงทาง โดยที่ Road Geometry Class และ Kilometer Post Class นั้นมีความสัมพันธ์กับ GEOMETRY_COLUMNS และ SPATIAL_REF_SYS ตามมาตรฐาน OGC การจัดการข้อมูลปริภูมิ SQL Simple feature ซึ่งแต่ละ Package ที่ประกอบด้วย Class Diagram ต่าง ๆ มีการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์แบบ Abstraction ประกอบด้วย Aggregation, Generalization, Association ระหว่าง Class Diagram ไว้เพื่อสื่อความหมายและอธิบายความสัมพันธ์โครงสร้างฐานข้อมูลสายทาง



รูปที่ 2-19 แสดงตัวอย่างมาตรฐานโครงสร้างสายทางในระดับสากล OpenStreetMap

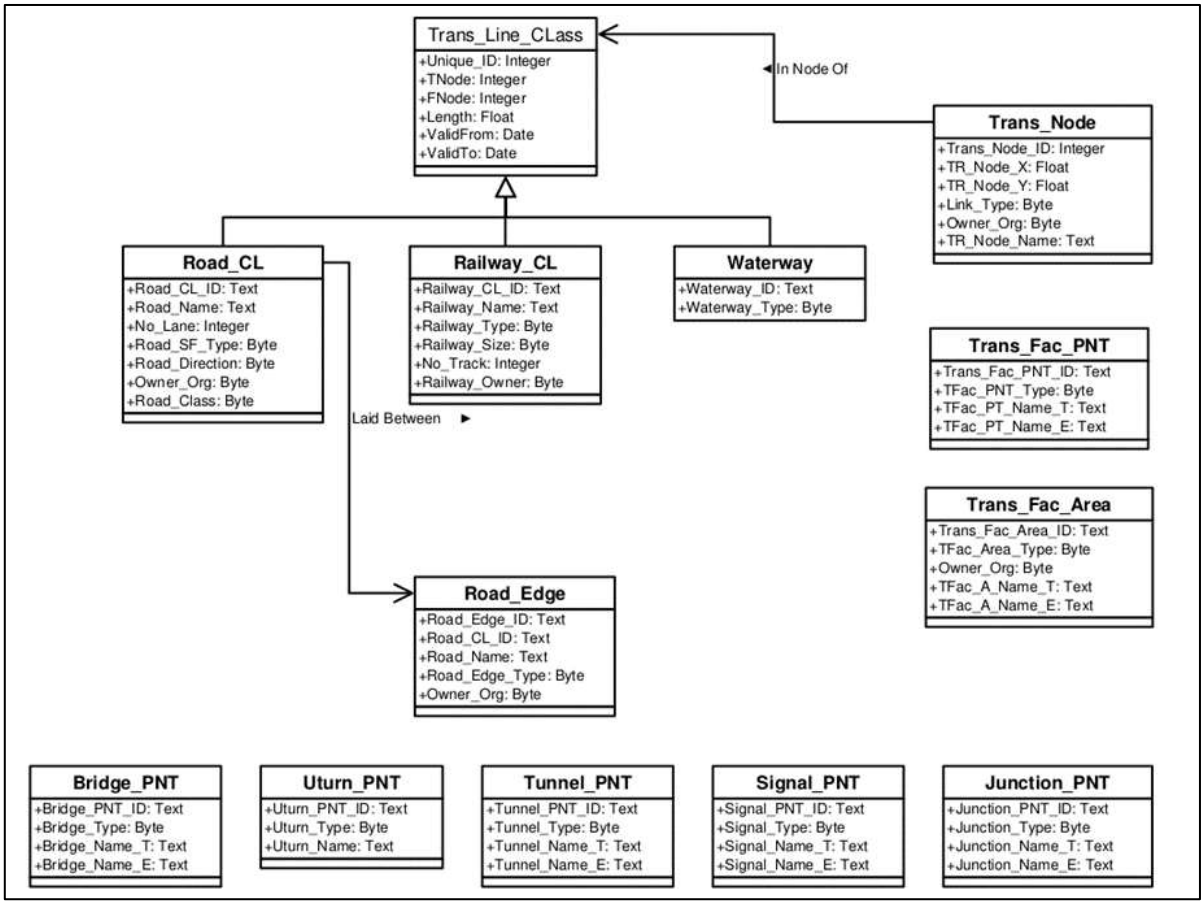


รูปที่ 2-20 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลสายทางโดยใช้ Package Diagram

- การจัดการฐานข้อมูลสายทาง ตามมาตรฐานข้อกำหนดโครงสร้างข้อมูล FGDS

  โดยประกอบด้วยการอธิบายความหมายในภาพรวมของข้อมูลเส้นทางคมนาคม รายละเอียดรายการและนิยามของรูปลักษณ์ทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ด้านเส้นทางคมนาคม รายการข้อมูลลักษณะประจำของแต่ละรายการรูปลักษณ์ทางภูมิศาสตร์ รวมทั้งการอธิบายโครงสร้างเนื้อหา

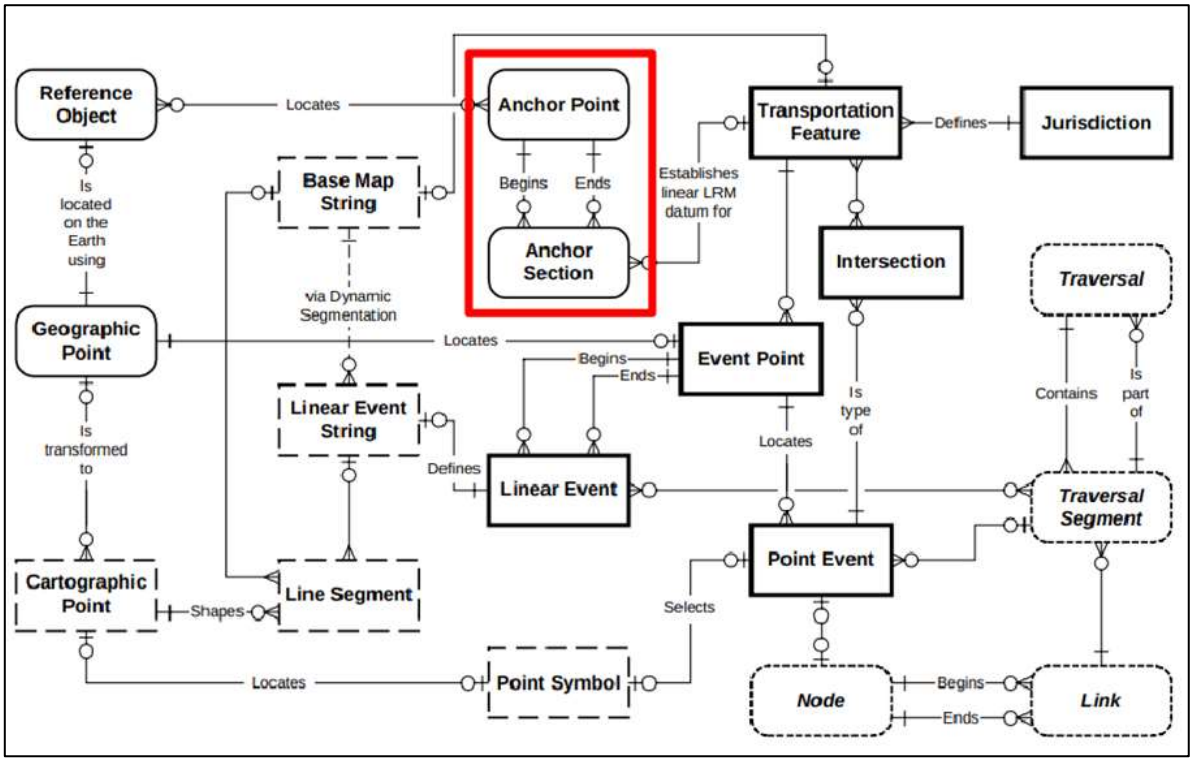
ของข้อมูลในรูปแบบของ application schema และ feature catalogue ดัง **Error! Reference source not found.**



รูปที่ 2-21 แสดงผังร่างการประยุกต์ (application schema) สำหรับข้อมูล FGDS ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม

การออกแบบรูปแบบโครงสร้างข้อมูลปริภูมิในด้านสายทางบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มีหลายรูปแบบ เช่น Geographic Data File Standard (GDF), National Cooperative Highway Research Program project 20-27 (NCHRP 20-27) และ GIS-T เป็นต้น ขึ้นอยู่กับการแสดงผลโครงสร้างและการปรับปรุงข้อมูลบนระบบการจัดการข้อมูลสาย โดยพื้นฐานโครงสร้างของข้อมูลสายทางแบบ NCHRP 20-27 นั้นมีการออกแบบเพื่อรองรับระบบการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงบนสายทาง ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ Anchor Point และ Anchor Section อยู่บนโครงข่ายที่ใช้ในการเดินทาง (Transportation Features) ข้อมูลสายทางมักอยู่ในรูปแบบอ้างอิงแบบจำลองเชิงเส้นที่เรียกว่า Linear Datum มีการเชื่อมต่อกันแบบโครงข่าย GIS-T เป็นรูปแบบโครงสร้างฐานข้อมูลรูปแบบหนึ่งที่มีการใช้ NCHRP 20-27 ซึ่งได้กำหนดรูปแบบวิธีการระบุตำแหน่งบนสายทางโดยใช้ระบบ Linear Referencing System มีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเชิงตำแหน่งบนระบบฐานข้อมูล การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลโดยใชภาษา UML ข้อมูลสายทางที่ใช้ในระบบมีลักษณะเป็นแบบแนวเส้นกลางบนสายทาง รองรับการกำหนดตำแหน่งบนสายทางโดยใช้เครื่องมือหาตำแหน่งพื้นโลกด้วยสัญญาณดาวเทียม ระบบการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงบนสายทางจะอาศัยวัตถุอ้างอิงที่เรียกว่า Traversal Reference

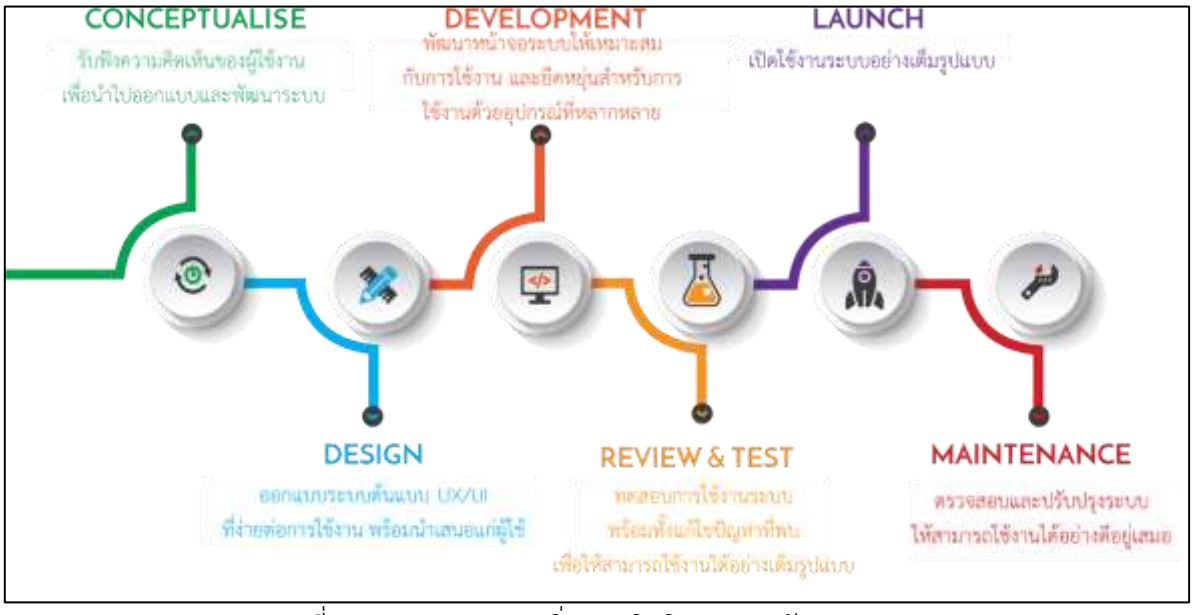
Point เช่น หลักกิโลเมตร, ทางแยก หรือตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัด เป็นต้น โดยเป็นการกำหนดตำแหน่งที่ต้องอาศัยการวัดระยะทางจากวัตถุอ้างอิง แล้วทำการกำหนดตำแหน่งบนสายทาง ซึ่งมีวิธีการที่แตกต่างจากการกำหนดตำแหน่งโดยใช้เครื่องมือหาตำแหน่งพื้นโลกด้วย สัญญาณดาวเทียม (GPS) ที่อ้างอิงจากดาวเทียม โดยทำการกำหนดจุดอ้างอิงจากแกนสมมติ 3 แกน (XYZ) ดังนั้นการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลสายทางนั้นจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง กับระบบการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงบนสายทาง โดยมีการวางรูปแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเชิงความสัมพันธ์ภายในโครงสร้างฐานข้อมูลสายทาง ซึ่งนิยมใช้ระบบการออกแบบเชิงวัตถุ หรือUML ในการช่วยอธิบายถึงโครงสร้างภายในระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่ในระบบ เช่น จุดอ้างอิงตำแหน่ง, ระยะทางของจุดเริ่มต้น, ระยะทางของจุดสิ้นสุด เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงบนสายทาง



รูปที่ 2-22 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทางที่รองรับระบบ Linear Referencing ตามมาตรฐาน GIS-T

หลักการและเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการออกแบบหน้าจอการใช้งานระบบ (User Interface) โครงสร้างฐานข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล การให้บริการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ความปลอดภัยของระบบและข้อมูล รวมไปถึงรองรับการพัฒนาในอนาคต ที่ปรึกษาจะทำการเพิ่มประสิทธิภาพ และพัฒนาระบบให้มี หน้าจอระบบ (User Interface: UI) ที่เรียบง่าย และง่ายต่อการใช้งาน รวมถึงมีฟังก์ชันการใช้งานที่ครบถ้วนและสอดคล้องกับกรอบการดำเนินงาน ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

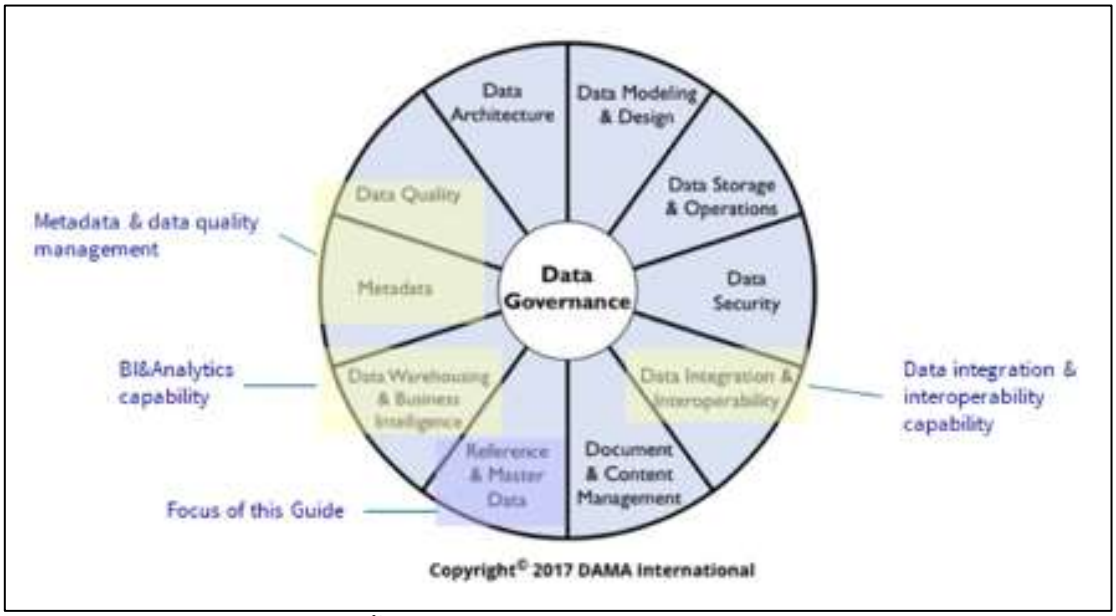
1. รับฟังความคิดเห็นของผู้ใช้งานเพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาระบบ
2. ออกแบบระบบต้นแบบ UX/UI ที่ง่ายต่อการใช้งาน พร้อมนำเสนอแก่ผู้ใช้
3. พัฒนาหน้าจอระบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน และยืดหยุ่นสำหรับการใช้งานด้วยอุปกรณ์ที่หลากหลาย
4. ทดสอบการใช้งานระบบทุกฟังก์ชันที่เปิดใช้งานพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาที่พบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มรูปแบบ
5. เปิดใช้งานระบบอย่างเต็มรูปแบบ
6. ตรวจสอบและปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างดีอยู่เสมอ



รูปที่ 2-23 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาระบบ

1.3. ที่ปรึกษาจะต้องศึกษางานวิเคราะห์ข้อมูลงานทางด้วยโปรแกรม Business Intelligence (BI) จากข้อ 3.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางการวางแผนงานบริหารและบำรุงทาง ทั้งในส่วนข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลสภาพทางที่ได้จากการสำรวจ รวมทั้งงานซ่อมบำรุงทางที่เกี่ยวข้อง ให้สามารถแสดงผลในรูปแบบ Chart ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับข้อมูล

ทางที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาการทำงานโปรแกรม Business Intelligence หรือที่เรียกกันกว่า BI รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลถึงความเหมาะสมในการแสดงร่วมกับตัวโปรแกรม BI ให้สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วตรงประเด็นที่ต้องการสื่อสารกับเจ้าหน้าหรือผู้บริหารที่ต้องการดูภาพรวมของตัวข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ส่วนของตัว BI ถือเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้พื้นฐานของการบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งในตัวของหลักการพื้นฐานนั้นประกอบไปด้วย 11 หลักการ ได้แก่ 1. ธรรมาภิบาลข้อมูล (Data Governance) 2. สถาปัตยกรรมข้อมูล (Data Architecture) 3. การโมเดลข้อมูลและการออกแบบข้อมูล (Data Modeling & Design) 4. การจัดเก็บข้อมูลและการปฏิบัติงานเกี่ยวกับข้อมูล (Data Storage & Operation) 5. ความมั่งคงปลอดภัยของข้อมูล (Data Security) 6. การบูรณาการข้อมูลและการทำงานร่วมกันเกี่ยวกับข้อมูล (Data Integration & Interoperability) 7. เอกสารและเนื้อหา (Document & Content) 8. ข้อมูลอ้างอิงและข้อมูลหลัก (Reference & Master Data) 9. การทำคลังข้อมูลและธุรกิจอัจฉริยะ (Data Warehousing & BI) 10. เมทาดาต้า (Metadata) 11. คุณภาพข้อมูล (Data Quality) โดยทั้งหมดทั้ง 11 ส่วนจะช่วยส่งเสริมกระบวนการทำงานภายในองค์กรให้สามาถจัดการข้อมูลได้อย่างมีแบบแผนที่ดี ส่วนทางผู้ใช้ข้อมูลก็สามารถนำเข้ามูลดังกล่าวไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

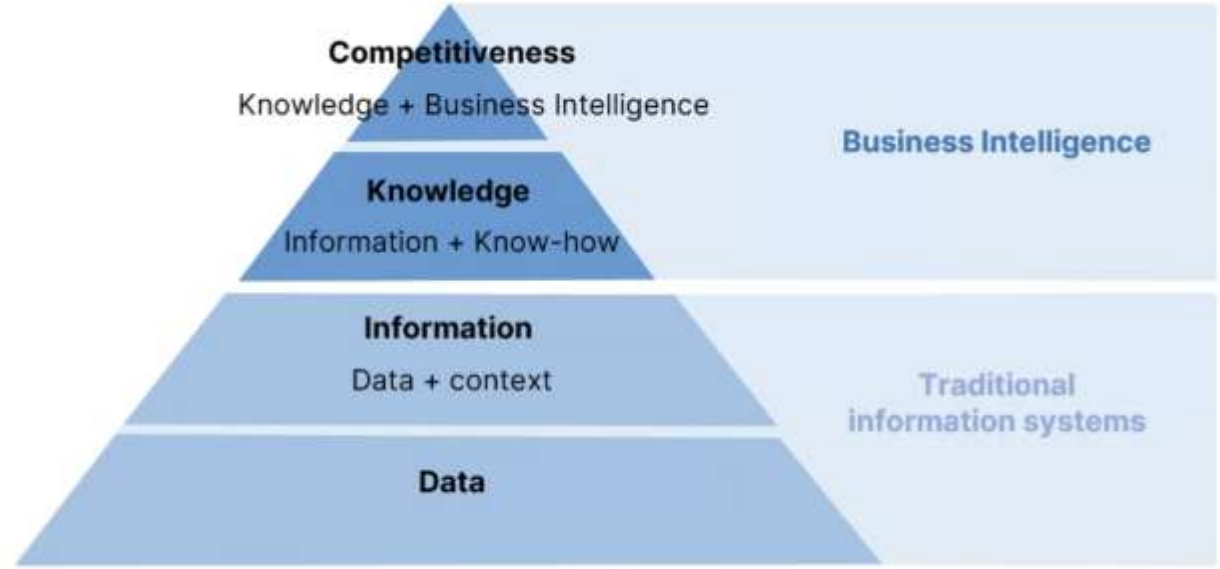


รูปที่ 2-24 ภาพรวมพื้นฐานของการบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการบริหารจัดพื้นฐานที่ได้กล่าวมานั้นหลายหน่วยงานได้กำหนดหรือวางขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ไว้แล้ว ซึ่งกรมทางหลวงก็เช่นกัน เช่น การกำหนดสถาปัตยกรรมข้อมูล การกำหนด Metadata และการป้องกันการเข้าถึงของข้อมูล เป็นต้น แต่ส่วนของ Business Intelligence (BI) คือเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีหลาย ๆ หน่วยงานเริ่มให้ความสนใจ เนื่องด้วยความสามารถของตัวโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงข้อมูลปกติให้เป็นข้อมูลเชิงลึกที่สามารถนำไปช่วยในการตัดสินใจ วิเคราะห์ผล หรือเฝ้าติดตามต่าง ๆ และเพื่อช่วยให้ธุรกิจตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาดยิ่งขึ้นผ่านการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล โดยเครื่องมือดังกล่าว (BI) จะช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- Data preparation: รวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง หลายประเภท ทั้งจากการบูรณาการข้อมูลภายในหน่วยงานหรือปัจจัยข้อมูลอื่น ๆ ภายนอก และนำมาจัดรูปแบบข้อมูลให้เหมาะสมต่อการวิเคราะห์
- Data querying: วิเคราะห์เชิงให้เหตุผลความเป็นมาของปัญหา และดำเนินการหาคำตอบจากชุดข้อมูล เพื่อตอบโจทย์เฉพาะทางจากข้อมูลที่ได้มา
- Data visualization: การสร้างภาพจากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะสื่อเป็นแผนภูมิกราฟ ฮิสโตแกรม และอื่น ๆ เพื่อลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลให้สามารถเข้าใจง่าย และมองเห็นถึงปัญหา หรือข้อแตกต่างของตัวข้อมูล
- Performance metrics reporting: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในปัจจุบันกับข้อมูลในอดีตผ่านการแชร์ผลลัพธ์จากรายงานตัวชี้วัดให้กับผู้บริหารเพื่อประกอบการตัดสินใจ
- Data mining: การใช้สถิติและการเรียนรู้ของเครื่องมือ (BI) เพื่อค้นหาแนวโน้มในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

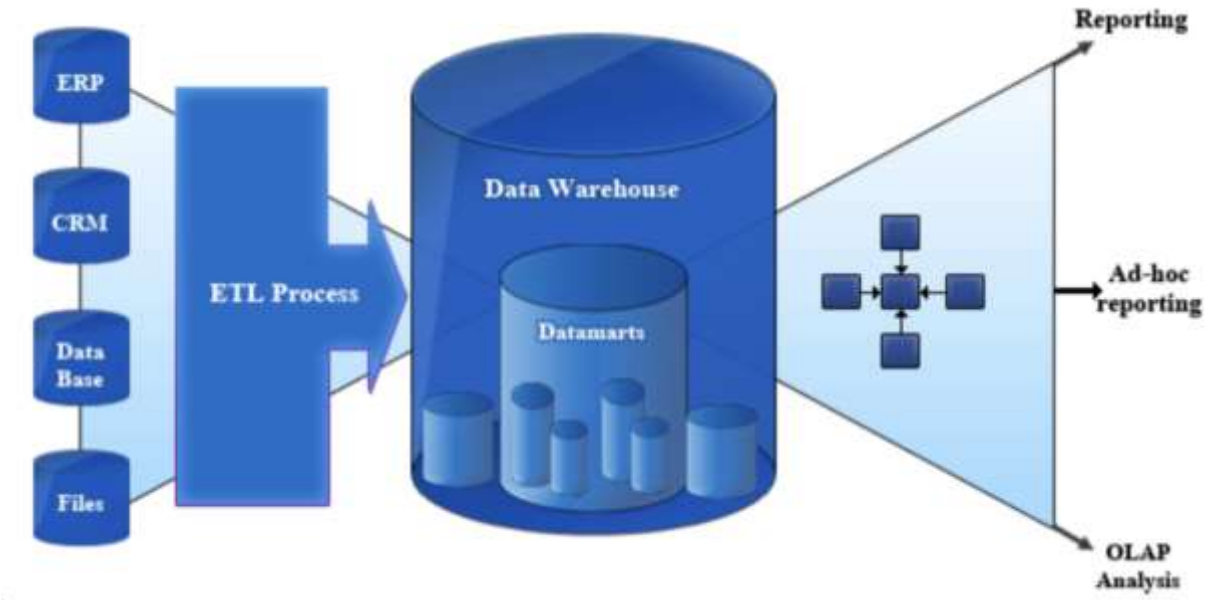
การใช้โปรแกรม Business Intelligence (BI) เป็นชุดของรูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลที่กรมทางหลวงใช้ในการดึงวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงลึกตามมุมมองงานทางที่มีประโยชน์ ซึ่งมักจะอยู่ภายในการแสดงภาพที่อ่านง่าย เช่น แผนภูมิ กราฟ และ Dashboard ตัวอย่างของเครื่องมือ BI ที่ดีที่สุด ได้แก่ การสร้างภาพข้อมูล คลังข้อมูล Dashboard แบบโต้ตอบหรือสามารถปรับเปลี่ยนตามตัวแปรที่จัดเตรียมไว้ให้และค่าของข้อมูลจะปรับเปลี่ยนตามสอดคล้องกับตัวแปรที่ได้ระบุไว้ ในการแสดงข้อมูลตัวโปรแกรม BI จะดึงข้อมูลภายในฐานข้อมูลที่ได้มีการจัดเตรียมไว้ลงในแพลตฟอร์มการวิเคราะห์เพื่อข้อมูลเชิงลึกว่าส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลงานทางส่งผลกระทบซึ่งกันและกันอย่างไร รวมทั้งการบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ตัวโปรแกรมก็สามารถบริหารจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างเหมาะสมและด้วยความเร็วเพียงเล็กน้อย ข้อมูลเชิงลึกเหล่านี้สามารถช่วยให้กรมทางหลวงเลือกแนวทางดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ในเวลาไม่กี่นาที



อ้างอิง : https://nexusintegra.io/business-intelligence-industry/

รูปที่ 2-25 ความแตกต่างระหว่างรูปแบบเดิมกับ BI

Business Intelligence คือ ซอฟต์แวร์ที่นำข้อมูลที่มีอยู่เพื่อจัดทำรายงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับมุมมองในการวิเคราะห์ แสดงความสัมพันธ์ และทำนายผลลัพธ์ของแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นได้ ตรงตามความต้องการขององค์กร เพื่อประโยชน์ในการวางแผนกลยุทธด้านต่าง ๆ ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และตลอดเวลา เช่นเดียวกัน ระบบธุรกิจก็มีการแข่งขันกันค่อนข้างรุนแรง จึงเป็นสิ่งที่เราหลีกเลี่ยงไม่ได้ เลยว่าการที่องค์กรจะอยู่รอดได้นั้นจะต้องมีการใช้ข้อมูลสารสนเทศที่ทันสมัยและทันท่วงทีเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจอย่างรวดเร็วและสามารถนำไปวางแผน หรือ โต้ตอบปัญหาเชิงธุรกิจได้ทันต่อเหตุการณ์ ให้กับผู้บริหารระดับสูงขององค์กร การที่จะได้มาซึ่งข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้น หนึ่งจำเป็นต้องมีการแสวงหาหนทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้มาก เพราะว่าข้อมูลเหล่านั้นมิใช่ข้อมูลภายในองค์กรเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลขององค์กรที่เป็นคู่แข่งหรือเป็นข้อมูลของ องค์กรอื่นๆ ที่อยู่ในธุรกิจเดียวกันกับเราก็เป็นไปได้ สองการเลือกสรรข้อมูลสารสนเทศที่มีคุณค่าจากกองข้อมูลที่มีขนาดมหึมา เพื่อให้แน่ใจว่าระบบข้อมูลสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมานั้นเป็นข้อมูลสารสนเทศที่ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริหารระดับสูงขององค์กรเพื่อเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้จึงจำเป็นต้องมีระบบที่สามารถช่วยเตรียมข้อมูลที่ลึกซึ้ง และมีคุณค่าทางกิจกรรมทางธุรกิจให้แก่องค์กรปัจจุบันการวางแผนทางกลยุทธ์ของบริษัทนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลมากมาย ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการตลาด การขาย การเงิน การผลิตนั้นจะต้องทันกับเหตุการณ์ซึ่งมีข้อมูลเกิดขึ้นเป็นประจำทุกวัน ดังนั้นการจัดทำรายงานจะต้องมีการแก้ไขบ่อยและยุ่งยาก



อ้างอิง : http://www.prosoftpos.com/ArticleInfo.aspx?ArticleID=4672

รูปที่ 2-26 กระบวนการทำงานและประโยชน์การใช้ BI

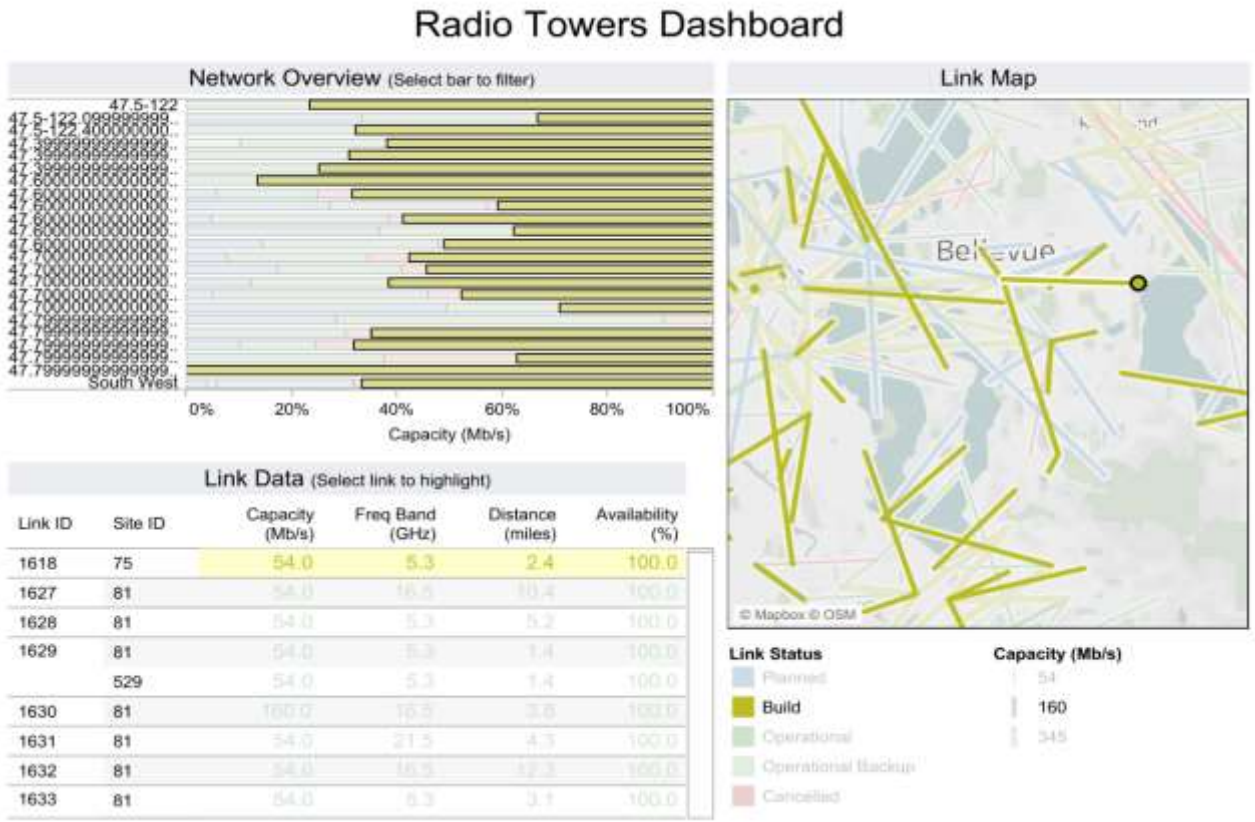
Business Intelligence จะประกอบไปด้วยระบบข้อมูล และโปรแกรมแอปพลิเคชันด้านการวิเคราะห์มากมายหลายระบบ เช่น

- **ดาต้าแวร์เฮ้าส์ (Data Warehouse)** คือ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่รวบรวมข้อมูลทั้งจากแหล่งข้อมูลภายในและภายนอกองค์กร โดยมีรูปแบบและวัตถุประสงค์ในการจัดเก็บข้อมูลซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลให้สอดคล้องกับการนำข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้งาน
- **ดาต้ามาร์ท (Data Marts)** คือ คลังข้อมูลขนาดเล็กมีการเก็บข้อมูลที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง เช่น เก็บข้อมูลส่วนของการเงินส่วนของสินค้าคงคลัง ส่วนของการขาย เป็นต้น ซึ่งทำให้การจัดการข้อมูลการนำเอาข้อมูลไปสร้างความสัมพันธ์และวิเคราะห์ต่อง่ายขึ้น
- **การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)** คือการนำคลังข้อมูลหลักมาประมวลผลใหม่มาแสดงผลเฉพาะสิ่งที่สนใจโดยกระบวนการในการดึงข้อมูลออกจากฐานข้อมูลจะมีสูตรทางธุรกิจ (Business Formula) และเงื่อนไขต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องและผลลัพธ์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น เป็นแผนภูมิในการตัดสินใจ (Decision Trees) เป็นต้น

- **เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในหลายมิติ (OLAP)** คือการสืบค้นข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถเลือกผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของตารางหรือกราฟ โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลในมุมมองหลากหลายมิติ (Multi-Dimensional) โดยที่ผู้ใช้สามารถที่จะดูข้อมูลแบบเจาะลึก (Drill Down) ได้ตามต้องการ ระบบสืบค้นและออกรายงานต่าง ๆ (Search, Report)

ปัจจุบันมีเครื่องมือ BI ให้เลือกมากมาย ในการพิจารณาห้าอันดับแรก เว็บไซต์เหล่านี้ถูกอ้างถึงมากที่สุดในบรรดาเว็บไซต์ที่จัดอันดับเครื่องมือ BI ที่ดีที่สุด เครื่องมือ BI ทั้งห้านี้ไม่ได้จัดอยู่ในลำดับใดโดยเฉพาะ

1) Tableau เป็นที่รู้จักในด้านความสามารถในการแสดงข้อมูลที่เป็นมิตรกับผู้ใช้ แต่สามารถทำได้มากกว่าการสร้างแผนภูมิที่สวยงาม ข้อเสนอของพวกเขารวมถึงการวิเคราะห์ภาพสดซึ่งเป็นอินเทอร์เฟซที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถลากและวางปุ่มเพื่อดูแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เครื่องมือนี้รองรับแหล่งข้อมูลเช่น Microsoft Excel, Box, ไฟล์ PDF, Google Analytics และอื่น ๆ ความเก่งกาจของมันครอบคลุมถึงความสามารถในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลส่วนใหญ่



อ้างอิง : https://www.tableau.com/data-insights/dashboard-showcase/telecommunications-analytics

รูปที่ 2-27 ตัวอย่างการแสดงผล Dashboard ด้วยโปรแกรม Tableau

2) หนึ่งในเครื่องมือ BI ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ Power BI ซึ่งนำเสนอโดย Microsoft ยักษ์ใหญ่ด้านซอฟต์แวร์ชั้นนำ เครื่องมือนี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ดาวน์โหลดได้ ดังนั้น คุณจึงสามารถเลือกเรียกใช้การวิเคราะห์บนคลาวด์หรือในเซิร์ฟเวอร์การรายงาน การซิงค์กับแหล่งที่มาต่าง ๆ เช่น Facebook, Oracle และอื่น ๆ สร้างรายงานและแดชบอร์ดในไม่กี่นาทีด้วยเครื่องมือโต้ตอบนี้ มาพร้อมกับความสามารถ AI ในตัว การรวม Excel และตัวเชื่อมต่อข้อมูล และนำเสนอการเข้ารหัสข้อมูลแบบ end-to-end และการตรวจสอบการเข้าถึงแบบเรียลไทม์

อ้างอิง : https://www.datacamp.com/blog/9-power-bi-dashboard-examples

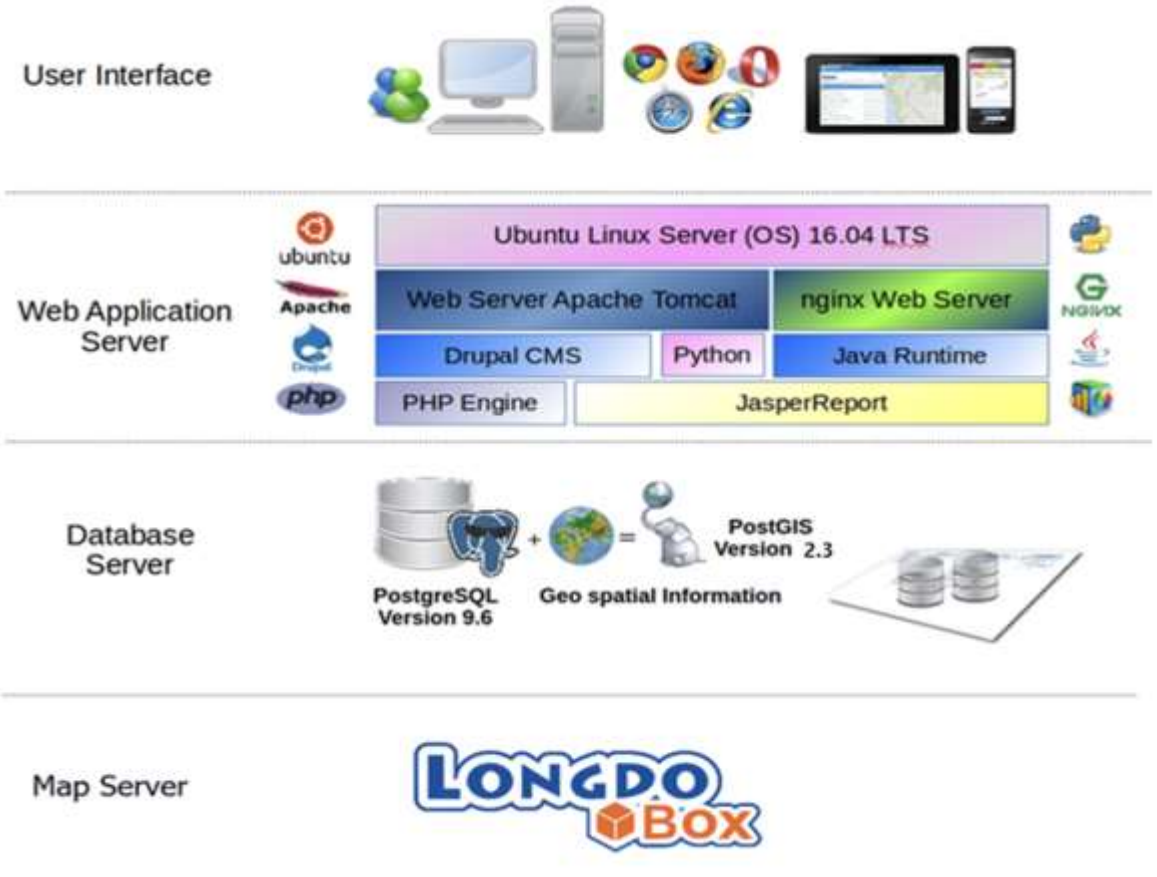
รูปที่ 2-28 ตัวอย่างการแสดงผล Dashboard ด้วยโปรแกรม Power BI

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เช่น BI ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการนำเสนอข้อมูลให้สามารถแสดงผลในรูปแบบ Chart ต่าง ๆ และประมวลผลด้วยการกำหนดหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ผ่านหลักการทางสถิติต่าง ๆ เพื่อให้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการแผนงานบริหารและบำรุงทาง ทั้งในส่วนข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลสภาพทางที่ได้จากการสำรวจ รวมทั้งงานซ่อมบำรุงทางที่เกี่ยวข้อง เพิ่มศักยภาพในการแก้ไขปัญหางานทางได้หลากหลายมิติมากขึ้น และศึกษาวิธีการนำไปใช้ในส่วนงานอื่น ๆ ต่อไป

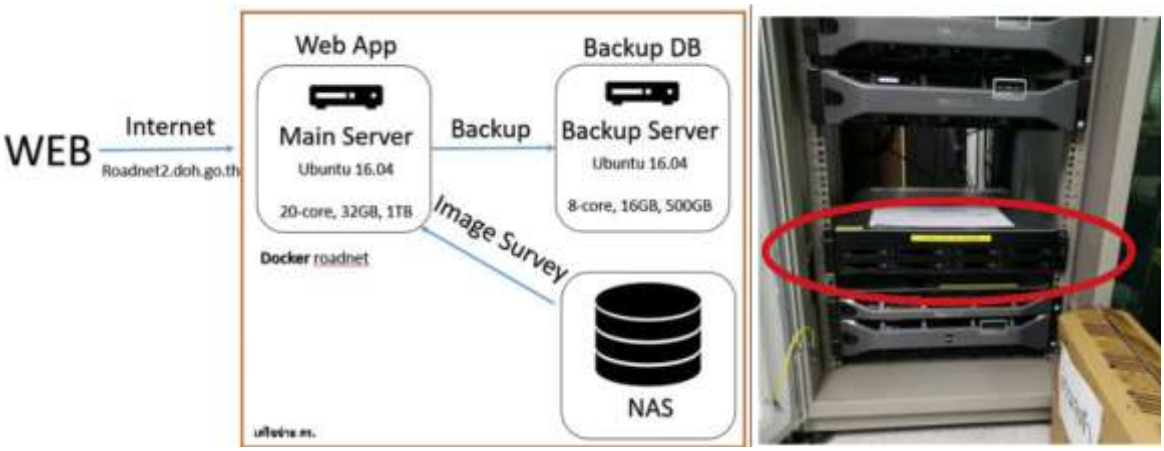
1.4. ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) พร้อมเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) เพื่อให้ระบบมีความพร้อมสำหรับการใช้งานได้ครอบคลุมข้อมูลโครงข่ายทางหลวงประเทศ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.4.1 วิเคราะห์ปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในปัจจุบัน

ปัจจุบันระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้ให้บริการตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน คือ การจัดเก็บข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลลักษณะผิวทาง ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ ข้อมูลสำรวจสภาพทางต่าง ๆ ที่ได้มีการสำรวจโดยสำนักบริหารบำรุงทาง อันประกอบด้วย ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index : IRI) ข้อมูลความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าเฉลี่ยความลึกโพรไฟล์ (Mean Profile Depth : MPD) และค่าความเสียดทานผิว (Skidding : μ) ตลอดจนข้อมูลสภาพความเสียหายประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลบนภาพถ่ายผิวทาง และมีการแสดงผลข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง (Road Asset View) ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพทางมีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น โดยแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทาง ข้อมูลค่าความเสียหายและตำแหน่งบนระบบแผนที่ควบคู่หรือสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อมูลตำแหน่งของสะพาน ท่อลอด และข้อมูลหลักกิโลเมตรซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลบนแผนที่บนระบบเครือข่ายได้ รวมทั้งการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องต่อการวิเคราะห์งานบริหารและบำรุงทาง โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง



รูปที่ 2-29 แสดงโครงสร้างการพัฒนาระบบ Roadnet โดยโปรแกรมหรือภาษาที่เกี่ยวข้อง

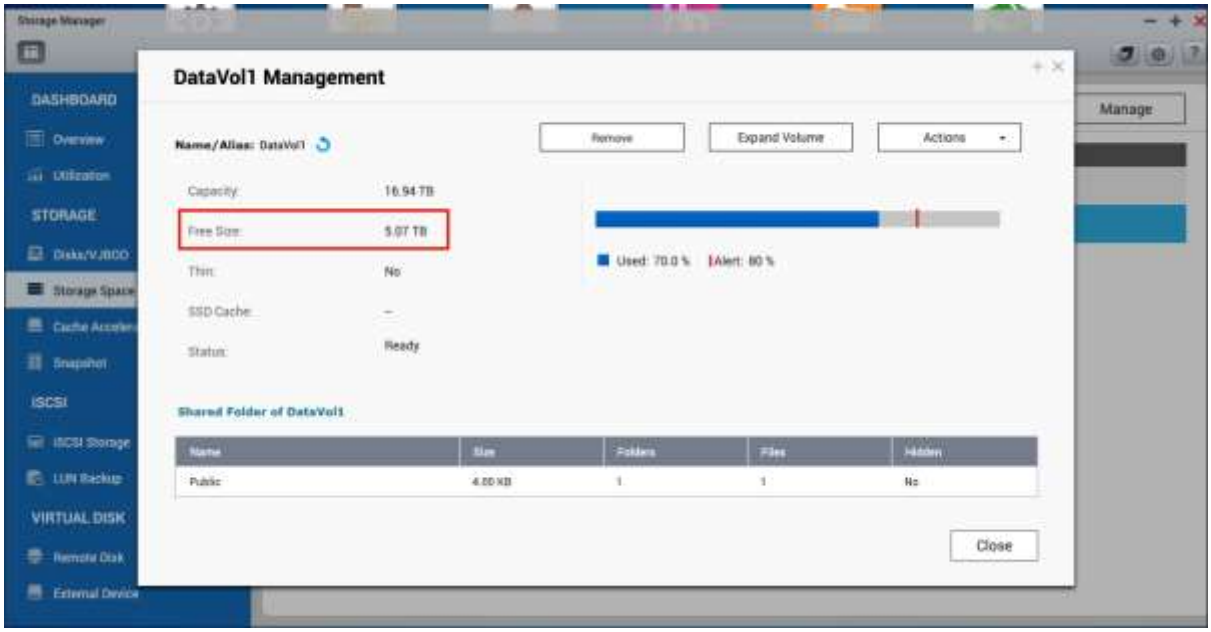


รูปที่ 2-30 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

จากการตรวจสอบอุปกรณ์แม่ข่ายของระบบ Roadnet ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Roadnet ทั้งฟังก์ชันและหน้าจอ แสดงผลจะอยู่ในเครื่องแม่ข่าย Web Base Application ต่อมาเครื่องแม่ข่าย Database ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลรวมทั้งการ Backup ฐานข้อมูลไว้เพื่อป้องกันการสูญหายของฐานข้อมูล เครื่องแม่ข่ายเครื่องสุดท้าย คือ NAS มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางและภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากรถสำรวจ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนี้

ตารางที่ 2-4 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน

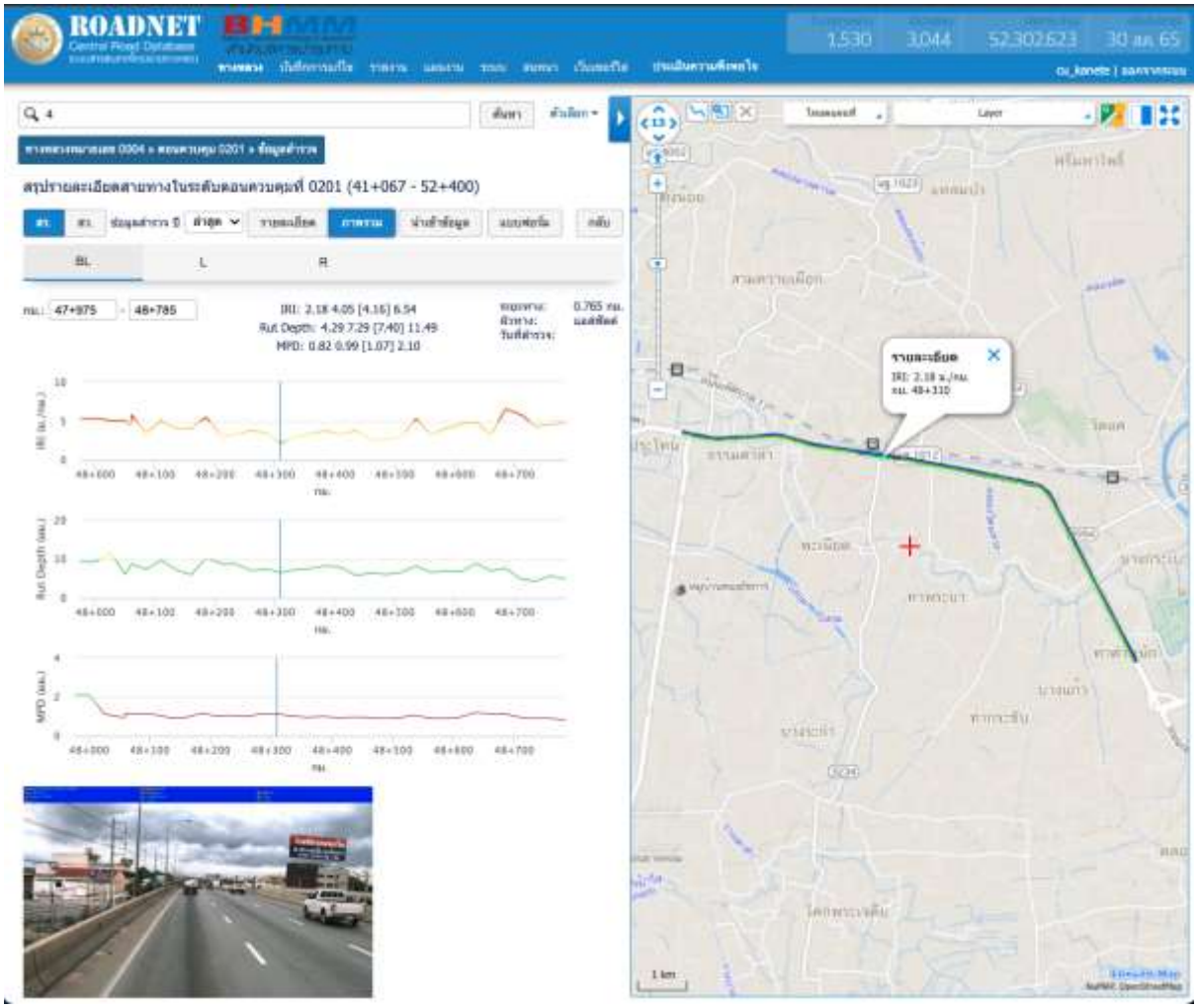
order	use	type	detial	ใช้ไป / Max
1	Database		Dell PowerEdge R430	RAM : 4 slots / 12 slots HDD : 4 Bay / 4 Bay
		CPU	1xInel Xeon 8-Core/16T E5-2620v4 2.1GHz, 20MB Cache, (85W) 2133M	
		RAM	16GB RDIMM,2400MT/s Dual Rank	
		HARD Drive	3 x 600 GB 10K RPM SAS 12 Gbps 2.5 in Hot-plug Hard Drive	
2	Web Base 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	



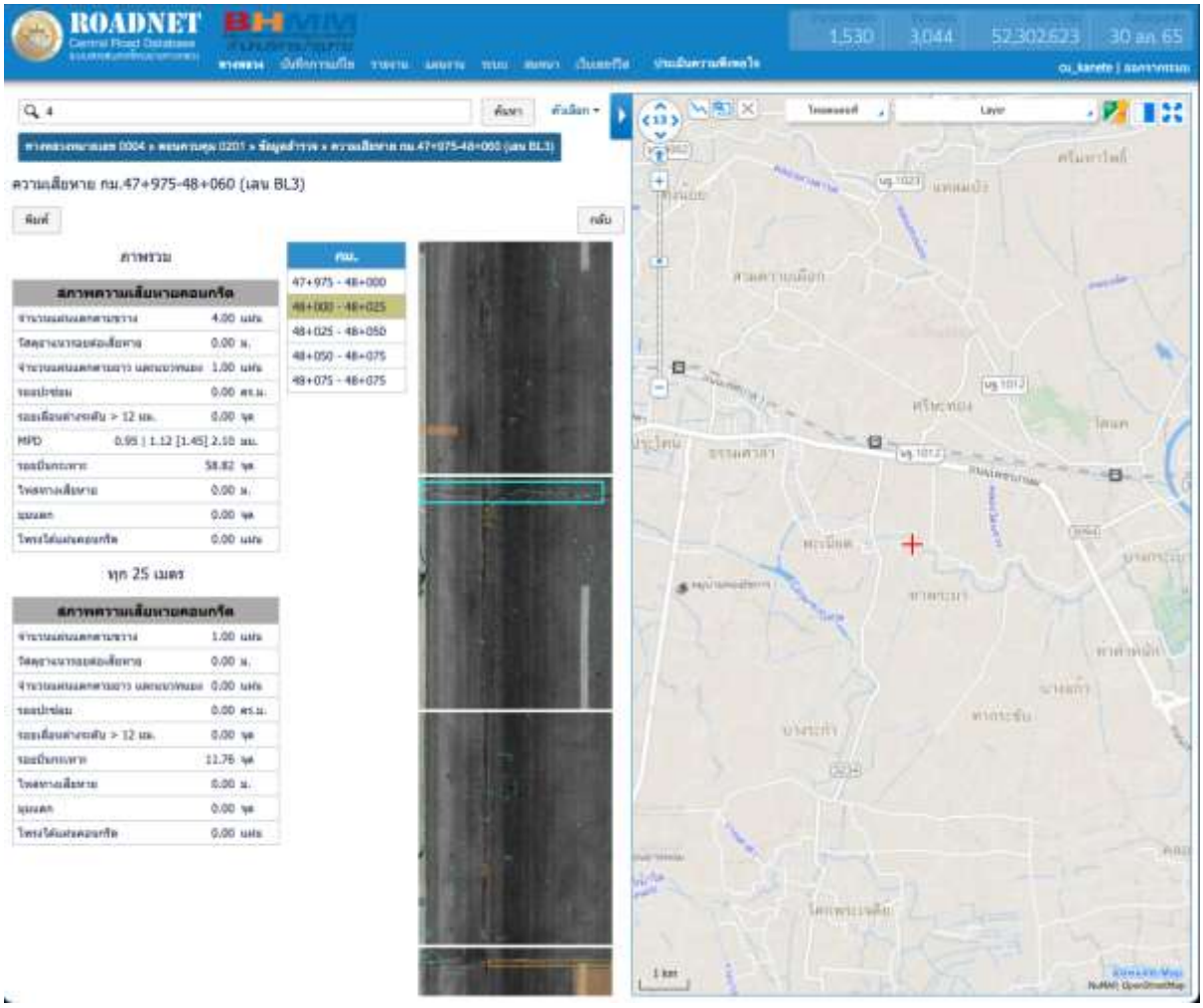
รูปที่ 2-31 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS) ณ วันที่ 14 กุมพาพันธ์ พ.ศ.2566

1.4.2 นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

ที่ผ่านมาระบบ Roadnet ได้ทำการจัดเก็บข้อมูลสำรวจมาโดยตลอด และมีการเพิ่มข้อมูลสำรวจมากขึ้นในช่วง 4 ปี ที่ผ่านมาเนื่องด้วยความต้องการใช้งานของเจ้าหน้าที่ที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลที่มากขึ้น และต้องการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อนำไปวิเคราะห์วางแผนงานบำรุงทางได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง พร้อมกับเทคโนโลยีในการถ่ายภาพที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น ทำให้ขนาดของภาพมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นตามความละเอียด ในการจัดเก็บภาพระบบ Roadnet มีการจัดเก็บภาพ 1) จัดเก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางเพื่อตรวจสอบทัศนียภาพระหว่างทำการสำรวจ บนภาพถ่ายจากกล้องหน้ารถสำรวจ สิ่งที่ปรากฏภายในภาพจะแสดงทรัพย์สิน 2) ภาพถ่ายผิวทาง ซึ่งมีการถ่ายภาพความเสียหายผิวทางทุก 2-5 เมตร ตั้งแต่เริ่มการสำรวจ และภายในฐานข้อมูลของตัวระบบ Roadnet เองก็มีการจัดเก็บข้อมูลที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งการวางแผนการจัดเก็บข้อมูลที่อาจจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เพื่อรองรับการทำงานตอบโจทย์ในการแก้ไขให้มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 2-32 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทางจากกล้องหน้ารถ



รูปที่ 2-33 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพผิวทาง จากกล้องด้านหลังรถ

Databases | Roles | Tablespaces

Database	Owner	Encoding	Collation	Character Type	Tablespace	Size	Actions	Comment
doh_miis	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	9198 MB	Drop Privileges Alter	
doh_roadnet2	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	65 GB	Drop Privileges Alter	
doh_roadnet2_230105	staff	UTF8	C.UTF-8	C.UTF-8	pg_default	37 GB	Drop Privileges Alter	
doh_roadnet2_230129	staff	UTF8	C.UTF-8	C.UTF-8	pg_default	36 GB	Drop Privileges Alter	
doh_roadnet2_drupal	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	244 MB	Drop Privileges Alter	
doh_tims_hris	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	281 MB	Drop Privileges Alter	
postgres	postgres	UTF8	C.UTF-8	C.UTF-8	pg_default	7071 kB	Drop Privileges Alter	default administrative connection database
s20_survey	staff	UTF8	en_US.utf8	en_US.utf8	pg_default	7071 kB	Drop Privileges Alter	

รูปที่ 2-34 การจัดเก็บข้อมูลของระบบ Roadnet และข้อมูลระบบอื่น ๆ ที่ได้บูรณาการร่วมกัน

ภายในโครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อสนับสนุนการบริหารงานบำรุงในปี 2566 จึงมีการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องแม่ข่ายขึ้นเพิ่ม 1 เครื่อง เพื่อเพิ่มแนวทางการจัดเก็บข้อมูลรองรับการใช้งานในอนาคต ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงต้องศึกษาโครงสร้าง และผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีการบูรณาการร่วมกันกับเครื่องแม่ข่ายเดิม ตลอดจนวางแผนปรับเปลี่ยนโครงสร้างแผนผังเครือข่าย (Network Diagram) ใหม่ ให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ โดยไม่กระทบต่อระบบงานเดิม

1.4.3 ศึกษาและออกแบบระบบให้บริการข้อมูลแก่หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้ข้อมูลของระบบ Roadnet อย่างมีประสิทธิภาพ

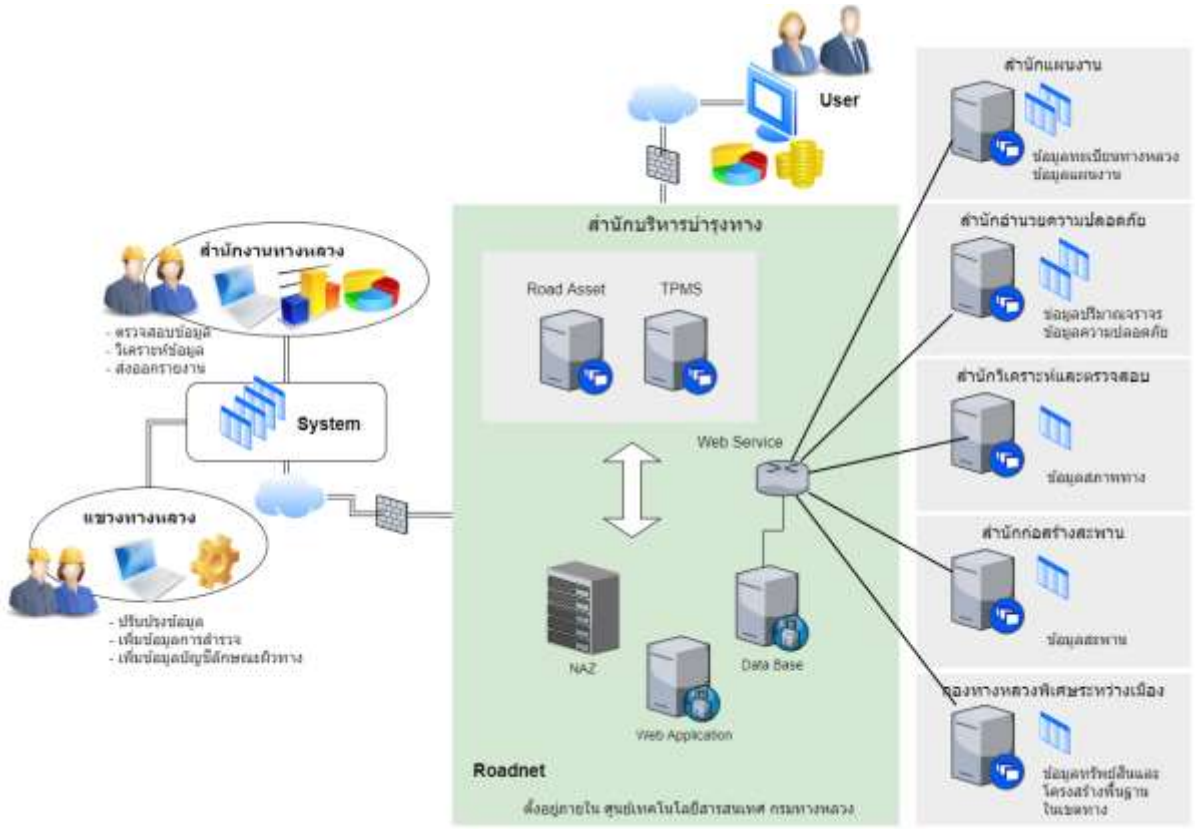
ระบบ Roadnet ได้มีการบูรณาการข้อมูลจากหน่วยงานอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงมากมาย และบางระบบได้มีการปรับปรุงระบบฐานข้อมูล หรือเพิ่มประสิทธิภาพของตัวระบบเองให้ตรงกับการใช้งานของเจ้าหน้าที่แต่ละสำนัก ดังนั้นการเชื่อมโยงที่เคยทำได้อาจจะมีบางส่วนที่ไม่ได้ส่งค่าตอบกลับมายังระบบ Roadnet หรือกรณีที่ระบบดังกล่าวมีการเพิ่มข้อมูลจัดเก็บและให้บริการมากขึ้น แล้วตรงต่อการใช้งานข้อมูลในการบริหารจัดการงานทาง จึงอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมร่วมทั้งตรวจสอบการเชื่อมโยงเดิมให้สามารถแสดงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลผ่านบนระบบ เช่น ข้อมูลปริมาณจราจรจากระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ข้อมูลสะพาน จากสำนักก่อสร้างสะพาน หรือข้อมูลสะพานลอยคนข้าม จากระบบ HSMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น ผลการตรวจสอบการเชื่อมโยงข้อมูลที่ทำการเชื่อมโยงกับระบบอื่น ๆ ณ ปัจจุบันมีรายละเอียดผลการตรวจสอบสถานการณ์เชื่อมโยงดังนี้

ตารางที่ 2-5 รายละเอียดการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบอื่น ๆ ในปัจจุบัน

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

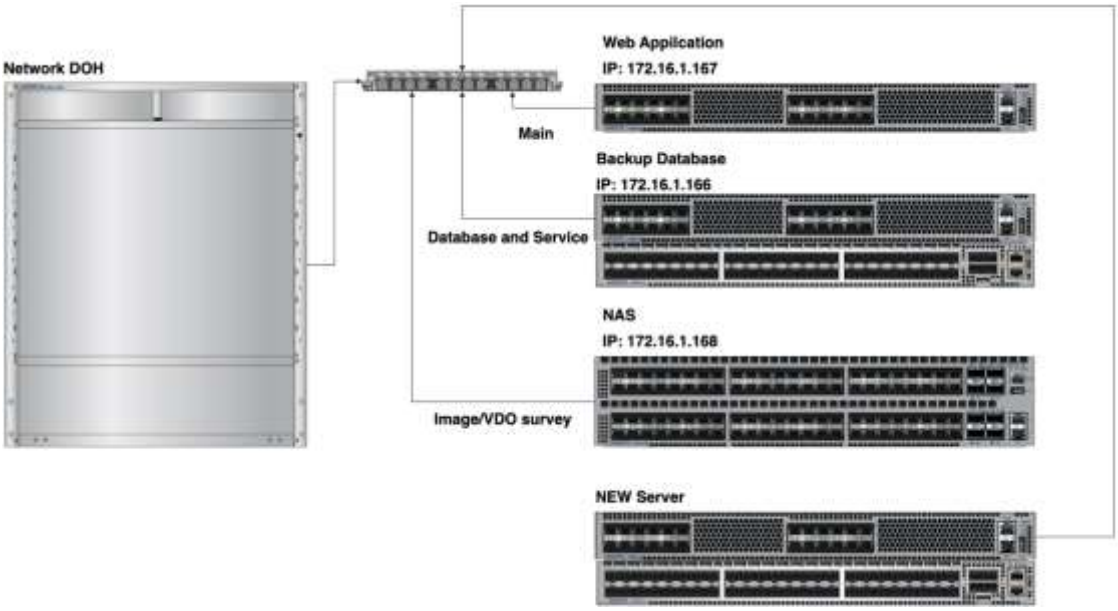
นอกจากตรวจสอบการทำงาน และการเพิ่มข้อมูลจากระบบเดิมที่ทำการบูรณาการร่วมกันแล้ว ในกรณีเดียวกันระบบ Roadnet หลังจากมีปรับปรุงโครงสร้างฐานข้อมูล หรือการเพิ่มประสิทธิภาพอื่น ๆ ที่อยู่ภายในฐานข้อมูล ที่ต้องออกแบบให้สอดคล้องต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่สำนักบริหารบำรุงทาง แล้วยังต้องคำนึกถึงการส่งเชื่อมโยง Service ไปยังระบบอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงเช่นกัน เพื่อไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ระบบการทำงานจะได้ดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง ลดความซ้ำซ้อนของการทำงานเจ้าหน้าที่

ผลจากการศึกษา และวิเคราะห์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) พบว่าข้อมูลที่แสดงผลบนหน้าระบบ Roadnet มีการจัดเก็บอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ ข้อมูลแสดงรายละเอียด ที่ประกอบด้วยข้อมูลประเภทข้อความ หรือตัวเลข และรวมทั้งข้อมูล Service ที่ได้จากการให้บริการจากระบบอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงผ่านการบูรณาการข้อมูลร่วมกัน โดยเป็นการเชื่อมโยงผ่านตัวระบบ ส่วนอีกข้อมูลเป็นข้อมูลภาพและ VDO ของการสำรวจสภาพทางที่มีการนำเข้าข้อมูลดังกล่าวแต่ละปีสำรวจ ซึ่งในการจัดเก็บให้แสดงผลบนหน้าระบบนั้นมีทั้งสิ้น ภาพสองข้างทาง ที่ได้จากกล้องที่ติดบริเวณหน้ารถสำรวจ เพื่อดูสภาพแวดล้อมอุปกรณ์ทรัพย์สินที่อยู่ในเขตทางหลวง และภาพสำรวจผิวทาง ที่ได้จากการเก็บจากกล้อง หรืออุปกรณ์ Laser ที่ติดตั้งอยู่ช่วงท้ายของตัวรถสำรวจ เป้าหมายคือต้องการเห็นภาพความเสียหายแต่ละประเภทที่แสดงผลอยู่บนผิวทาง นอกจากนั้นในส่วนภาพถ่ายสองข้างทางยังนำมาประมวลผลเพื่อแสดงในรูปแบบ VDO หรือภาพเคลื่อนไหว ให้สามารถแสดงข้อมูล VDO ผ่านบนระบบ Roadnet เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลทรัพย์สินในเขตทางได้เบื้องต้น และตรวจสอบข้อมูลผิวทางสอดคล้องกับตำแหน่งเริ่มต้นสิ้นสุดหรือไม่



รูปที่ 2-35 ภาพ Diagram แสดงการทำงานระบบฐานข้อมูล Roadnet กับโครงสร้าง Network ที่ติดตั้งอยู่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

เมื่อสังเกตเนื้อที่ในการจัดเก็บเปรียบเทียบกับข้อมูลที่จัดเก็บในปัจจุบัน พบกว่าตัวระบบ NAS ที่มีการจัดข้อมูลสำรวจสภาพทางเหลือเนื้อที่อยู่ 5 TB ซึ่งอาจจะเหลือเนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยเกินไป ถ้ากรมทางหลวงมีแนวทางหรือนโยบายสำรวจข้อมูลโครงข่ายทางหลวงทั้งประเทศ โดยมีการสำรวจสายทางหลักทุกปี เมื่อคาดการณ์ตามนโยบายของกรมทางหลวงแล้ว พบกว่าการจัดเก็บอาจจะมีเนื้อที่ไม่พอ ถ้าต้องสำรวจและจัดเก็บทุกปี หลังจากนี้อีก 2 ปี ดังนั้นในการจัดซื้ออุปกรณ์ Hardware ภายในโครงการฯ อาจจะต้องมองถึงเนื้อที่ที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อแบ่งเบาภาระการจัดเก็บของ NAS ในปัจจุบัน และรองรับการนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทางได้ในอนาคต



รูปที่ 2-36 ภาพ Diagram Computer Network Systems

นอกจากการนำตัว Server ดังกล่าวนำมาจัดเก็บข้อมูลเพื่อรองรับการจัดเก็บข้อมูลสำรวจสภาพทางทั้งส่วนข้อมูลภาพ 2 ข้างทาง ภาพความเสียหายผิวทางและ VDO การสำรวจ เพื่อแบ่งเบาภาระการจัดเก็บระบบ NAS เดิมแล้ว Server ที่จะนำมาเพิ่มใน Computer Network Systems นี้ สามารถนำมาช่วยการประมวลผลข้อมูลหรือแบ่งเบาภาระการแสดงผลหน้าระบบ Roadnet ได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานระบบจากการศึกษากระบวนการทำงานของโครงข่ายระบบ (Computer Network Systems) และปัญหาการใช้งานรวมถึงคาดการณ์ปัญหาในอนาคตที่อาจจะเกิดขึ้นถ้ายังคงดำเนินงานแบบรูปแบบเดิม ทางที่ปรึกษาจึงนำเสนอแนวทางการรับมือรองรับการทำงานของระบบในอนาคต โดยต้องมองหาอุปกรณ์ Hardware ที่มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

1) มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel Scalable รุ่นล่าสุด ที่มีแกนหลัก (Core) ไม่น้อยกว่า 16 แกนหลัก (16 Core) และมีสัญญาณความเร็วนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.3 GHz หรือดีกว่าจำนวน 2 หน่วย
2) มีหน่วยความจำ (Memory) แบบ DDR4 ที่มีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 64 GB และรองรับการขยายได้ไม่น้อยกว่า 4 TB
3) มีหน่วยเก็บข้อมูล (Hard Disk) SSD ขนาด 3.5 นิ้ว ซึ่งมีขนาดความจุก่อนการ Format ขนาดไม่น้อยกว่า 8 TB จำนวน 4 หน่วย
4) มีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบ M.2 จำนวนไม่ร้อยกว่า 2 หน่วย ที่รองรับการทำงานแบบ Mirroring หรือ RAID 1 ได้เป็นอย่างน้อย
5) มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) แบบ 1 Gigabit Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Ports และแบบ 10 Gigabit Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Ports
6) มี Port System Management โดยเฉพาะแบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 Port

7) มี PCI Express 4.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 3 Slots และรองรับการขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 Slots
8) รองรับการติดตั้ง GPU ได้ไม่น้อยกว่า 8 ใบ
9) มีแหล่งจ่ายไฟแบบ Redundant ที่สามารถถอดเปลี่ยนโดยไม่จำเป็นต้องหยุดการทำงานของระบบ (Hot Swap) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
10) ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, VCCI เป็นอย่างน้อย และรองรับการทำงานในอุณหภูมิตั้งแต่ 5 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส
11) มีระบบการเตือนถึงความเป็นไปได้ในการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ล่วงหน้าสำหรับ Processor, Memory, HDD, SSD, Power Supplies, Voltage Regulator และ Fan ได้เป็นอย่างน้อย
12) คอมพิวเตอร์แม่ข่ายพร้อมอุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต โดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย
13) ต้องมีการรับประกันจากเจ้าของผลิตภัณฑ์แบบ On-site Service เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3 ปี แบบ 24x7

1.5 ศึกษา วิเคราะห์รายการข้อมูลต่าง ๆ และระบบให้บริการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานดิจิทัลด้านภูมิสารสนเทศ GIS รวมถึงศึกษาความต้องการในการใช้งานระบบและฐานข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวข้องกับงานบำรุงทาง เพื่อวางแนวทางในการบูรณาการข้อมูลร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน ภายในกรมทางหลวง

1.5.1 ระบบข้อมูลทะเบียนทางหลวง (Highway Registation Information Systems: HRIS) สำนักแผนงาน

ระบบสารสนเทศทะเบียนสายทาง (Highway Registration Information System: HRIS) เป็นระบบที่จัดเก็บฐานข้อมูลโครงข่ายทางหลวง หมายเลขทางหลวง ชื่อสายทาง และตอนควบคุม รวมทั้งข้อมูลที่ตั้งหน่วยงานสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) ในการวิเคราะห์และแสดงผลโครงข่ายทางหลวงบนแผนที่แบบดิจิทัล (Digital Mapping) อย่างเป็นมาตรฐานสากล ซึ่งระบบ HRIS นี้ได้ให้บริการและสนับสนุนข้อมูลแก่หน่วยงานอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน และยังมีการปรับปรุงและออกแบบโครงสร้างข้อมูลบัญชีสายทางและข้อมูลที่เป็นประโยชน์อื่น ๆ เพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น เส้นทางโครงข่ายคมนาคมจากหน่วยงานอื่น พื้นที่อ่อนไหวทางสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนผังเมือง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นฐานข้อมูลสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ เพื่อการ ตัดสินใจและวางแผนการพัฒนาทางหลวงให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

ปัจจุบัน ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS) เป็นระบบที่ใช้ในการสืบค้น และแก้ไขข้อมูลบัญชีทะเบียนทางหลวงที่ยังมีใช้อยู่ ณ อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมถึงการนำเข้าข้อมูลโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ การวิเคราะห์สายทาง การแสดงภาพ panorama และทรัพย์สินที่ได้จากการสำรวจ MMS และการแสดงผลข้อมูลภูมิสารสนเทศ ที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และวางแผนพัฒนาทางหลวง สามารถส่งออกรายงาน และพิมพ์แผนที่ที่เป็นประโยชน์ที่สำนักแผนงาน โดยระบบ HRIS สามารถแบ่งตามลักษณะข้อมูล ได้ดังนี้

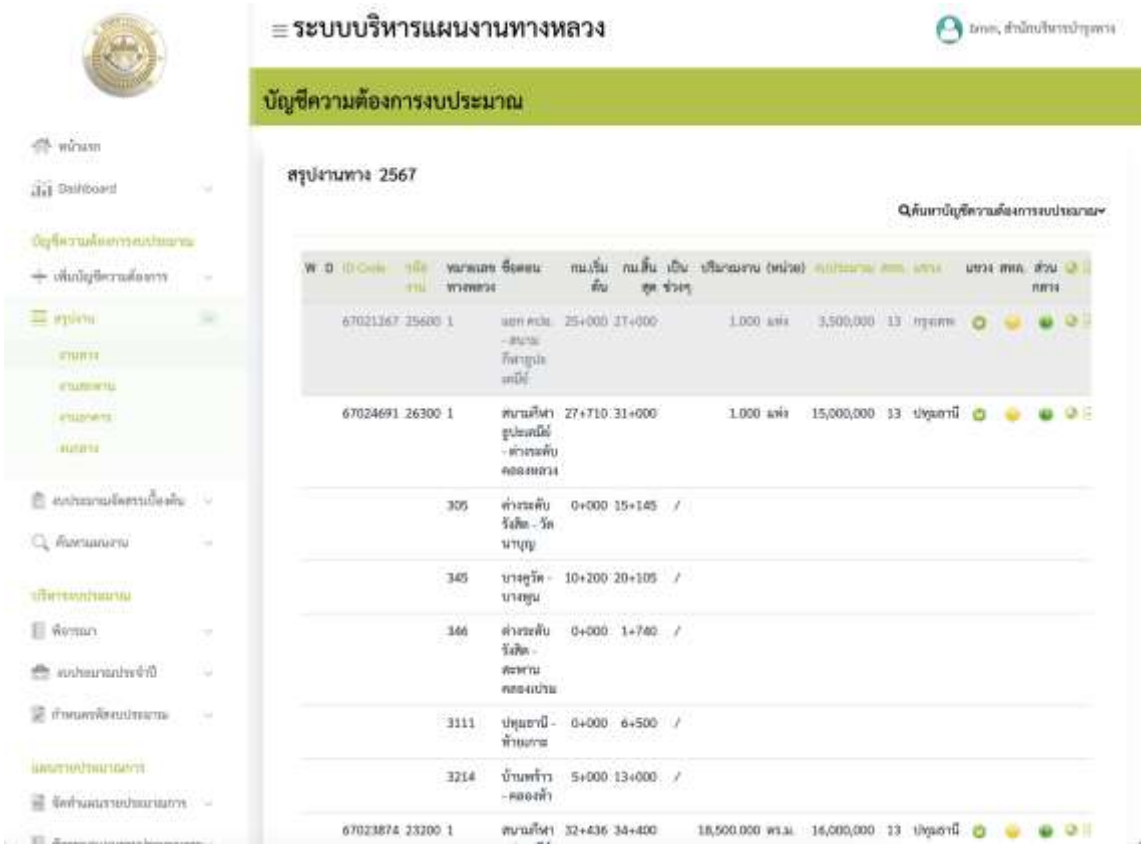
ข้อมูลบัญชีทะเบียนทางหลวง การสืบค้นข้อมูล และแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประวัติสายทาง ได้แก่ ข้อมูลบัญชีหมายเลขทางหลวง, ข้อมูลบัญชีหมายเลขตอนควบคุม, รายละเอียดหลักฐานการได้มา, ข้อมูลปริมาณจราจร, ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทางของผิวทาง ข้อมูลปริมาณจราจร เป็นต้น โดยประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนการสืบค้นข้อมูล ส่วนแสดงข้อมูลตาราง และส่วนแสดงแผนที่

รูปที่ 2-37 หน้าจอระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS)

1.5.2 ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) สำนักแผนงาน

ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) เป็นระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลแผนงานภายในสำนักแผนงาน กรมทางหลวง สามารถใช้งานได้บนรูปแบบ Web-Based Application ด้วยระบบโครงสร้างฐานข้อมูลเป็นชนิดโพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) โดยสามารถสืบค้นข้อมูลด้านความต้องการงบประมาณและแผนงาน รวมถึงสถานะโครงการก่อสร้างต่าง ๆ ทั้งในอดีตถึงปัจจุบัน และสามารถแบ่งได้เป็นบัญชีแผนงานตาม พรบ. งบประมาณประจำปี บัญชีแผนงานนอก พรบ.บัญชีแผนงานงบประมาณอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้บริหารจัดการแผนงานของกรมทางหลวงและตอบสนองต่อผู้ใช้งาน

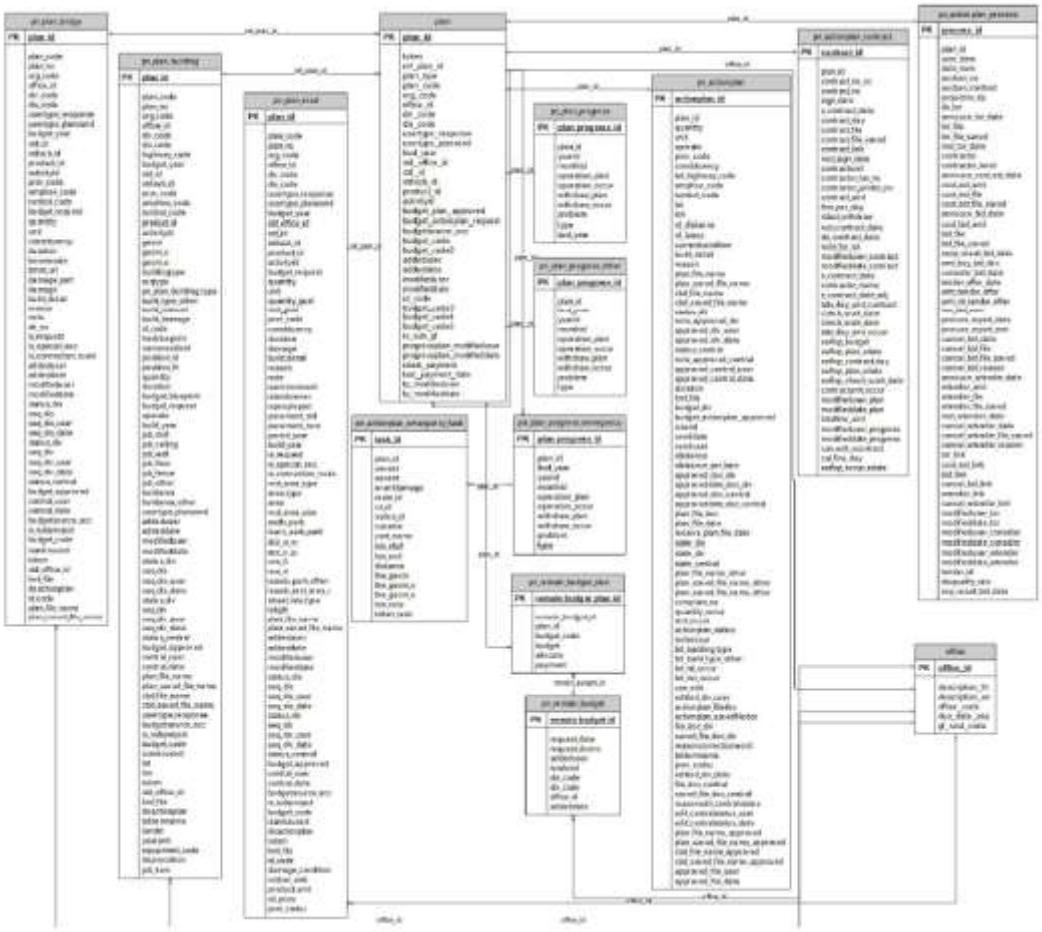
ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักแผนงาน สำนักบริหารบำรุงทางสำหรับการเข้าถึงข้อมูลดังกล่าว ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลงานที่ต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลแผนงานและงบประมาณได้สะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้งดำเนินการปรับปรุงข้อมูลรายวัน



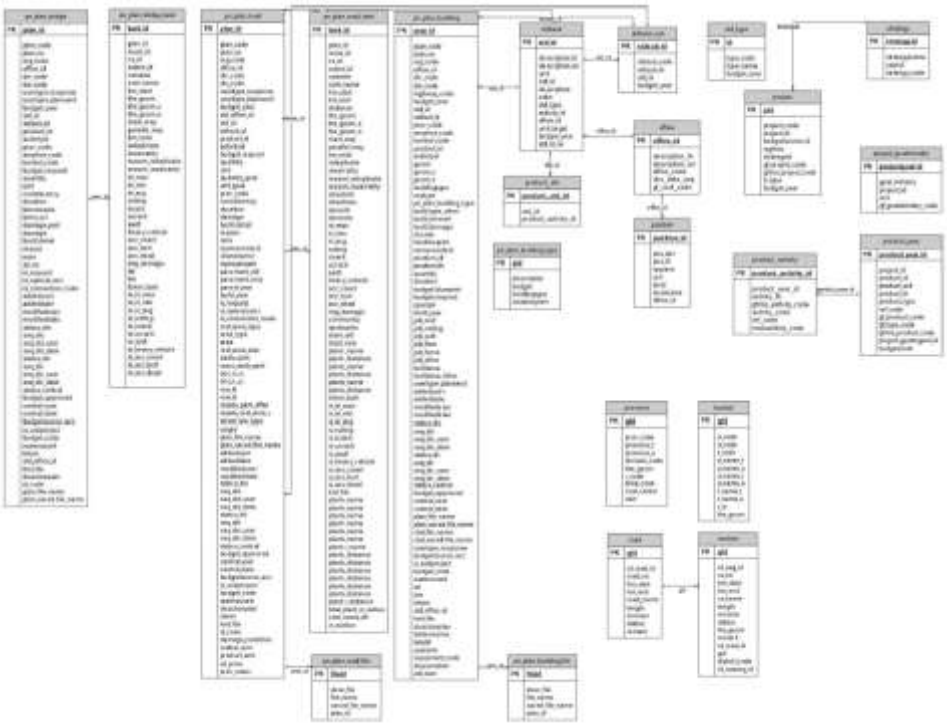
รูปที่ 2-38 แสดงผลหน้าระบบบริหารแผนงานทางหลวง

ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) ถือเป็นระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลแผนงานภายในสำนักแผนงาน กรมทางหลวง โดยเป็นการดำเนินงานโครงการ ภายใต้แหล่งงบประมาณจาก 3 แหล่ง อาทิ พระราชบัญญัติงบประมาณประจำปี งบเร่งด่วน งบกลาง จากแหล่งงบประมาณดังกล่าว ถูกจัดสรรตามประเภทของงานเพื่อให้สามารถบริหารจัดการ ติดตามโครงการตั้งแต่เริ่มกระบวนการไปจนถึงทุกระยะที่โครงการกำลังดำเนินการในอดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งยังสามารถติดตามความก้าวหน้าการบริหารโครงการทำให้มีประสิทธิภาพในการติดตาม ช่วยให้การบริหารงานโครงการสำเร็จตามที่ได้มีการวางแผนไว้ ระบบบริหารแผนงานทางหลวง จึงมีเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลในด้านการบริหารจัดการโครงการของสำนักบริหารบำรุงทาง ทำให้เป็นแหล่งสืบค้นรายละเอียดของการบริหารงานโครงการ ตามประเภทของแหล่งงบประมาณ ที่ได้รับการจัดสรร ทั้งยังเป็นประโยชน์ให้กับทุกหน่วยงาน ของกรมทางหลวงในการใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ เมื่อต้องจัดทำและบริหารโครงการ ระบบนี้จึงเป็นประโยชน์ ทั้งยังเสมือนเป็นการบันทึกข้อมูลเอกสาร

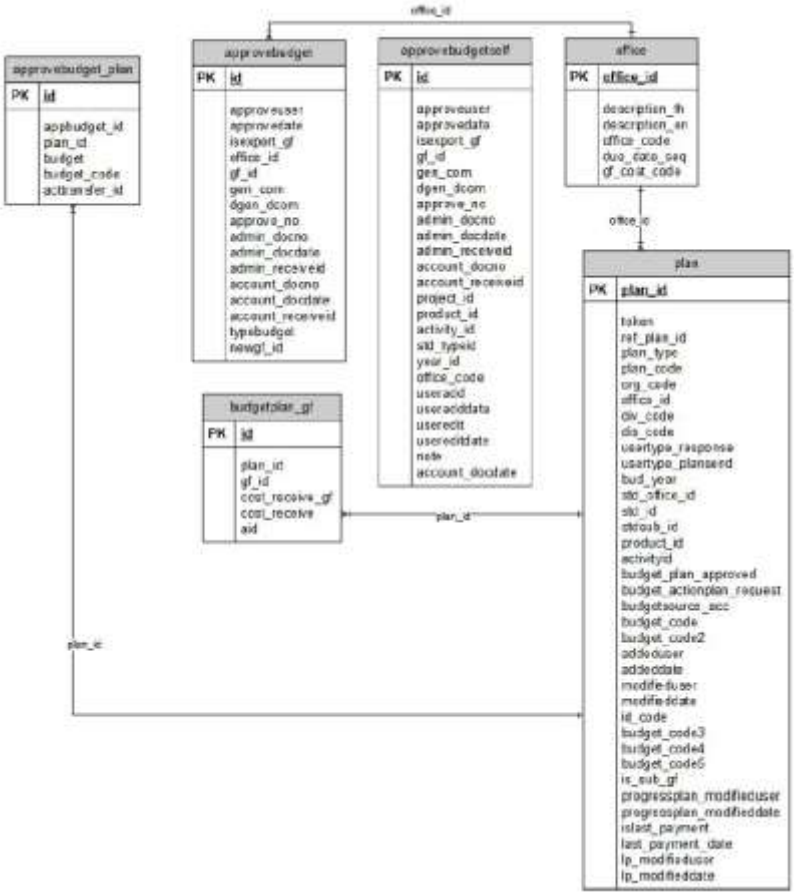
ให้อยู่ในรูปดิจิทัล เป็นการลดทอนการใช้เอกสาร ทำให้การสืบค้นเป็นระบบ ทุกหน่วยงานทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค สามารถบูรณาการใช้ระบบให้เป็นแนวทางปฏิบัติเดียวกันตามที่กรมได้วางแนวทางการปฏิบัติไว้ ระบบบริหารแผนงานทางหลวง จึงเป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนแนวทางการปฏิบัติงาน ในด้านการบริหารแผนงานได้เป็นเอกภาพ ทำให้กรมสามารถดำเนินภารกิจหลัก และภารกิจอื่นๆสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับที่ได้รับนโยบายแนวทางการปฏิบัติมาจากกระทรวง



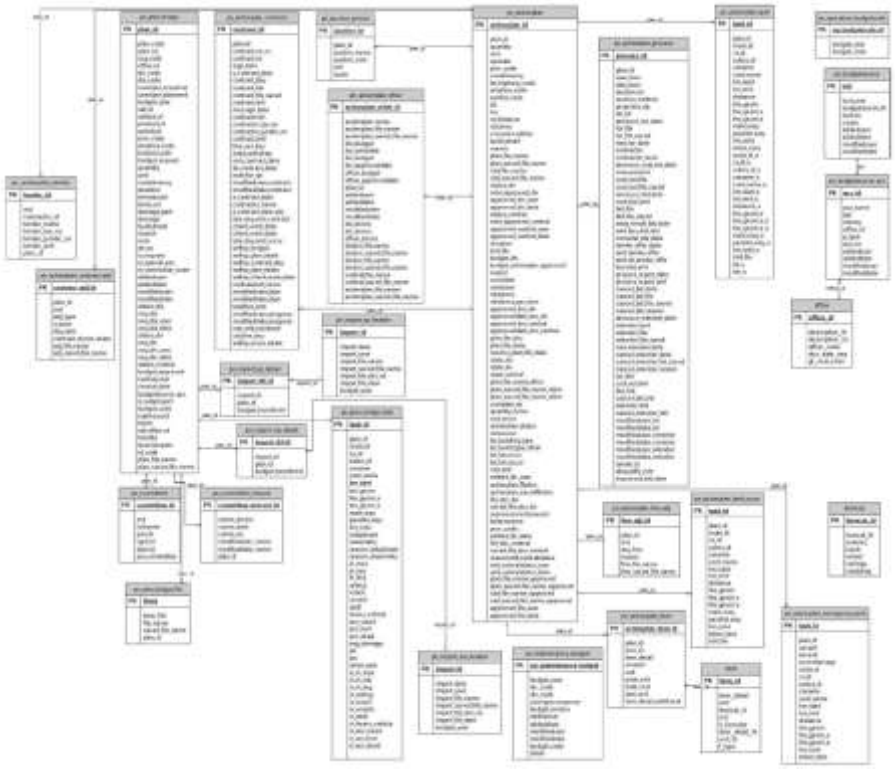
รูปที่ 2-39 แสดงความสัมพันธของข่อมูลจราจร (ER-Diagram)



รูปที่ 2-40 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจราจร (ER-Diagram)



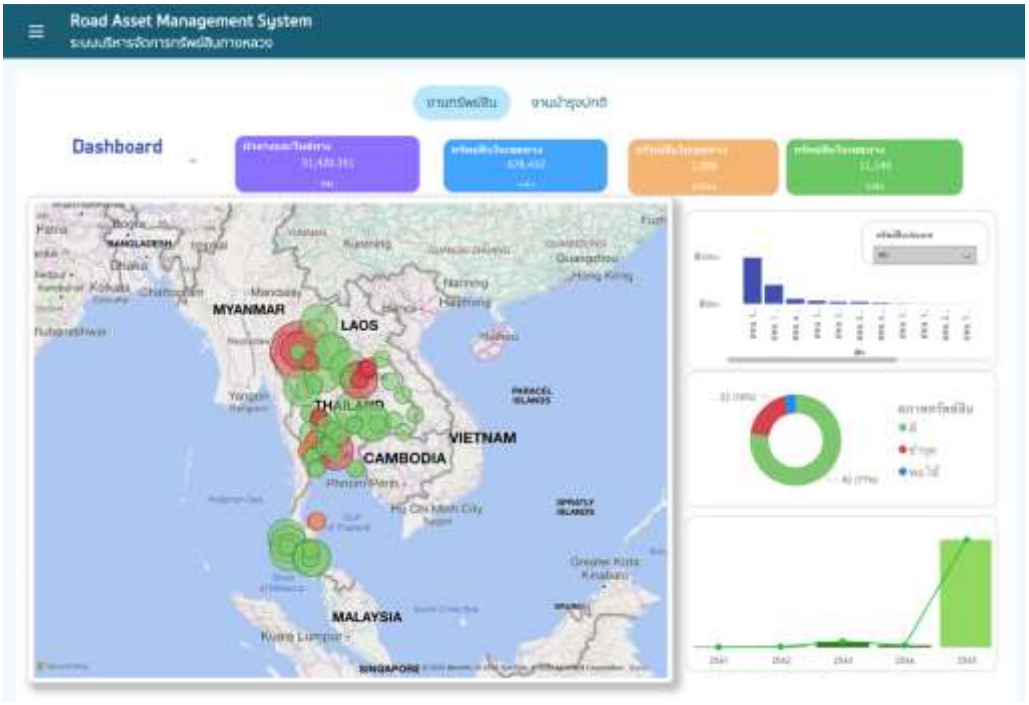
รูปที่ 2-41 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจราจร (ER-Diagram)



รูปที่ 2-42 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจราจร (ER-Diagram)

1.5.3 ระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset) สำนักบริหารบำรุงทาง

กรมทางหลวงมีทรัพย์สินอยู่ในความรับผิดชอบ 23 ประเภท ซึ่งทรัพย์สินดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการดูแล และซ่อมบำรุงเป็นประจำ เพื่อให้มีสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน และปลอดภัยต่อผู้ใช้รถใช้ถนน การจัดเป็นข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงดังกล่าว เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ทราบถึงความจำเป็นในการซ่อมบำรุง และประมาณค่าใช้จ่ายได้อย่างเหมาะสม โดยกิจกรรมงานซ่อมบำรุงปกติต่าง ๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับงบประมาณที่แต่ละแขวงทางหลวงและสำนักงานทางหลวงได้รับ ซึ่งหน่วยงานดำเนินการปรับปรุงข้อมูลรายปีงบประมาณ โดยรายการทรัพย์สิน 23 ประเภท ประกอบด้วย



รูปที่ 2-43 แสดงระบบระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset)

ระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง เป็นระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อจัดเก็บข้อมูลทรัพย์สินในเขตทางทั้งหมด ทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการกำหนดมาตรฐานการเก็บข้อมูลที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อรองรับบัญชีสายทางใหม่ และรหัสงานบำรุงทางใหม่ และต่อยอดด้วยการพัฒนาระบบการคำนวณการคิด Work Load เพื่อใช้ทดสอบการคำนวณงบประมาณงานบำรุงปกติ จึงเป็นที่มาของการจัดทำระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง โดยมีการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานในปัจจุบัน รวมไปถึงนำเสนอข้อมูลสำหรับผู้บริหารแต่ละส่วนงาน รับทราบถึงรายละเอียดการดำเนินงาน ทำให้ผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นภาพรวม การบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินแต่ละประเภทเบื้องต้น ทำให้สามารถดำเนินการ กำหนดแผนการบำรุงรักษาทรัพย์สินทางหลวงให้มีประสิทธิภาพ สะท้อนข้อเท็จจริงในการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับภารกิจและแหล่งงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการ รักษาทรัพย์สินของกรมทางหลวง จากข้อมูลที่ทำการรวบรวมนำเข้าบนระบบดังกล่าว สามารถใช้ประกอบการพิจารณาจัดสรรงบประมาณให้สอดคล้องกับภารกิจ และพื้นที่ที่ต้องบริหารจัดการ

ระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง โดยสำนักบริหารบำรุงทาง มีทรัพย์สินในเขตทางที่อยู่ในความรับผิดชอบ 21 ประเภท ซึ่งทรัพย์สินดังกล่าว จำเป็นต้องได้รับการดูแลและวางแผนซ่อมบำรุงเป็นประจำ เพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งาน ถือเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มีความจำเป็นในจัดทำแผน เพื่อใช้ในการประมาณการค่าใช้จ่าย ให้สอดคล้องกับภารกิจและแหล่งงบประมาณ ที่ได้รับการจัดสรร ทำให้หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบภายในกรม

สามารถบริหารจัดการงบประมาณที่ได้รับ ได้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ โดยรายการทรัพย์สินในเขตทาง 21 ประเภท ประกอบด้วย

1) ทางเชื่อม
2) ทางเท้า
3) ทางจักรยาน
4) เกาะแบ่งถนน
5) ท่อระบายน้ำ
6) รางระบายน้ำ
7) สะพาน
8) อุโมงค์และทางลอด
9) กำแพงกันดิน
10) กำแพงกันเสียง
11) เครื่องหมายนำทาง
12) เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง
13) แผงบังแสง
14) ป้ายจราจร
15) สัญญาณไฟจราจร
16) จุดกลับรถต่างระดับ
17) หลักกิโลเมตร
18) สะพานลอยคนเดินข้าม
19) ศาลาทางหลวงและที่รอรถประจำทาง
20) บริเวณข้างทาง
21) จุดแวะพักริมทาง

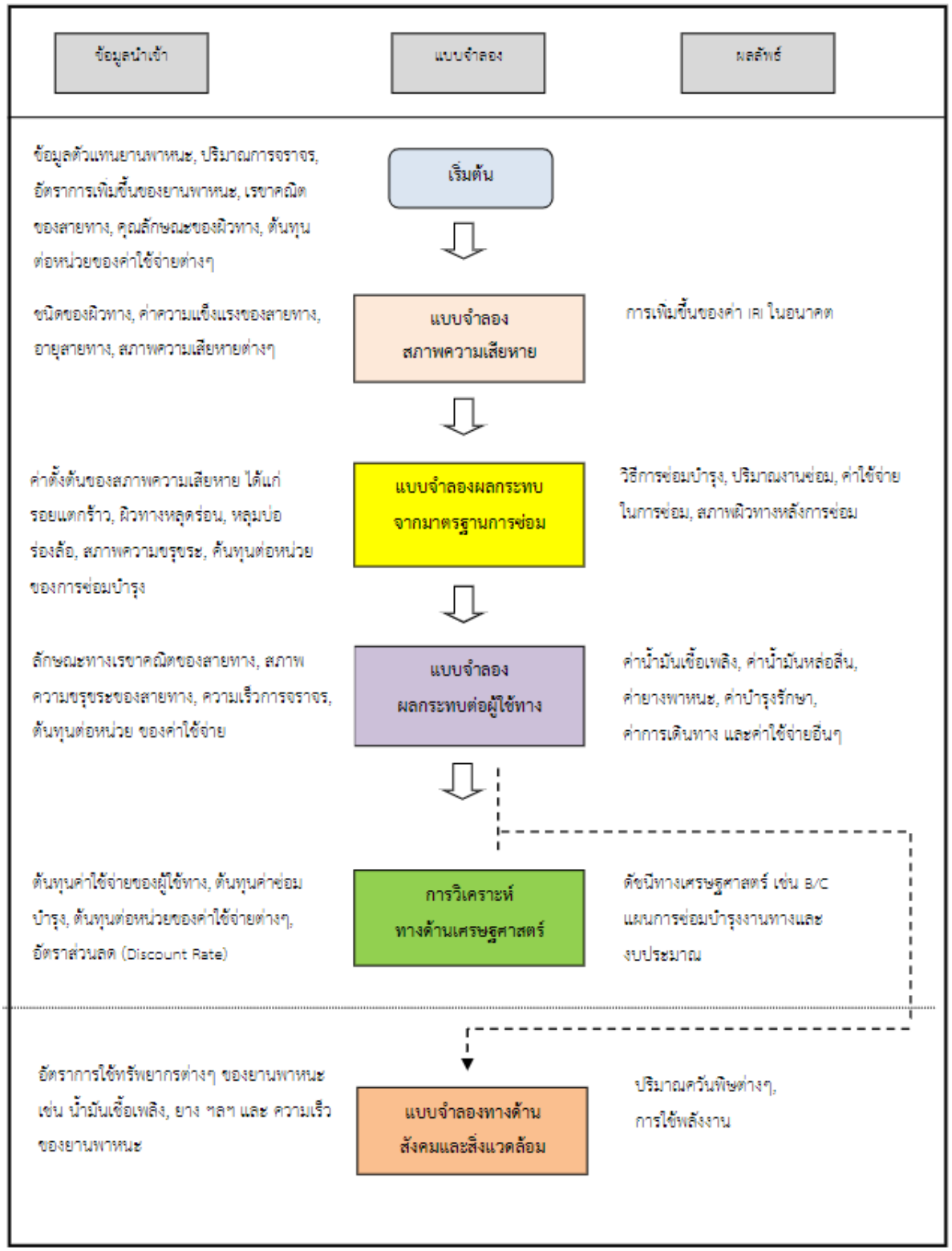
จากการศึกษาพบว่าข้อมูลประเภททรัพย์สินในเขตทาง มีการบันทึกข้อมูลประเภททรัพย์สิน จำนวน และข้อมูลสภาพการใช้งานในปัจจุบัน รวมไปถึงมูลค่าของประเภทของทรัพย์สิน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว ทำให้ทราบถึงภาพรวมข้อมูลทรัพย์สินนั้นๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงในปัจจุบัน ทำให้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาวางแผนเพื่อบริหารจัดการทรัพย์สิน แผนการบำรุงรักษา จากแหล่งงบประมาณที่เกี่ยวข้องสอดคล้องกับเวลา ทำให้สภาพทรัพย์สินมีสภาพพร้อมใช้งาน สอดคล้องกับแผนการใช้งบประมาณจากแหล่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สรุปได้ดัง**Error! Reference source not found.**

ตารางที่ 2-6 แสดงผลภาพรวมข้อมูลทรัพย์สินในระบบ RoadAsset

ลำดับ	ประเภททรัพย์สิน	จำนวน	สภาพการใช้งาน			มูลค่ารวม (บาท)
			ดี	พอใช้	เสียหาย	
1	ทางเชื่อม	84,555 แห่ง	-	-	-	-
2	ทางเท้า	22,744,432.14 ตร.ม.	7,989,637.14	14,696,370.95	58,424.05	12,633,242,166.64
3	ทางจักรยาน	392.973 กม.	307.277	85.696	0	196,229,805,626
4	เกาะแบ่งถนน	28,996,984.54 ตร.ม.	28,118,161.07	878,018.47	805	226,792,429.25
5	ท่อระบายน้ำ	8,512 แห่ง	7,535	976	1	15,360,871,565.23
6	รางระบายน้ำ	7,411.24 ม.	4,680.18	2,660.83	70.22	751,303,513.03
7	สะพาน	16,846 แห่ง	-	-	-	-
8	อุโมงค์และทางลอด	323 แห่ง	238	85	0	2,118,192,116.74
9	กำแพงกันดิน	1,040,158.07 ม.	648,539.16	389,235.91	2,383.00	261,574,909.89
10	กำแพงกันเสียง	1,490.00 ม.	1,490.00	0	0	12
11	เครื่องหมายนำทาง	3,453,310 แห่ง	2,882,625	548,289	22,396	426,815,807.91
12	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	26,716,304.10 ตร.ม.	19,009,835.00	7,581,877.00	124,592.11	4,110,646,252.62
13	แผงบังแสง	2 แห่ง	2	0	0	101
14	ป้ายจราจร	1 แห่ง	1	0	0	1,250
15	สัญญาณไฟจราจร	2,504 แห่ง	2,201	267	36	202,275,708.43
16	จุดกลับรถต่างระดับ	96 แห่ง	75	21	0	344,073,478.50
17	หลักกิโลเมตร	-	-	-	-	-
18	สะพานลอยคนเดินข้าม	2,226 แห่ง	2,226	0	0	3,638,842,647.25
19	ศาลาทางหลวงและที่รอรถประจำทาง	21,704 แห่ง	10,489	9,407	1,806	168,001,275.37
20	บริเวณข้างทาง	4,879,686,533.51 ตร.ม.	2,146,162,924.06	2,733,512,359.45	11,250.00	78,645,311
21	จุดแวะพักริมทาง	-	-	-	-	-

1.5.4 โปรแกรมบริหารบำรุงทาง (TPMS) สำนักบริหารบำรุงทาง

TPMS ประกอบไปด้วยแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดสรรงบประมาณบำรุงทาง ได้แก่ แบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทาง (Deterioration Model) แบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุง (Road Work Effect Model) แบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effect Model) แบบจำลองทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social & Environmental Model) และการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการซ่อมบำรุงและจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุง ซึ่งแบบจำลองทั้งหมดที่กล่าวมานั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อกัน



รูปที่ 2-44 ความเชื่อมโยงของแบบจำลองต่าง ๆ ในการวิเคราะห์งบประมาณบำรุงทาง

1) แบบจำลองการเสื่อมสภาพความขรุขระของผิวทาง

แบบจำลองทำนายการเสื่อมสภาพความขรุขระผิวทางลาดยาง ใช้ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) เป็นดัชนีชี้วัดสภาพความขรุขระผิวทาง โดยในแบบจำลองต้นแบบของ HDM-4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความขรุขระผิวทาง ได้แก่ ความแข็งแรงโครงสร้างทาง ปริมาณจราจร ความเสียหายผิวทาง และสภาพแวดล้อม ซึ่งได้ปรับแก้แบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่าย โดยไม่นำตัวแปรปริมาณความเสียหายผิวทาง (รอยแตกร้าว ร่องล้อ หลุมบ่อ) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความขรุขระผิวทาง มาร่วมในสมการทำนายการเสื่อมสภาพความขรุขระผิวทาง แต่ใช้อายุการใช้งานของผิวทางเป็นตัวแทนผลกระทบของความเสียหายผิวทางที่มีต่อความขรุขระผิวทาง

2) แบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมบำรุง (Work Effect Model)

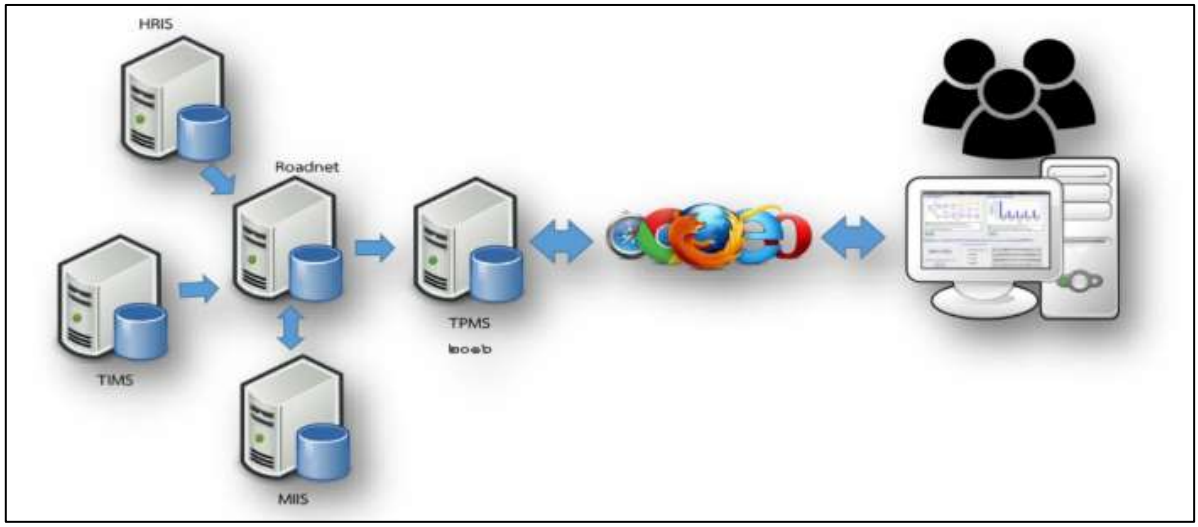
แบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อม เป็นการศึกษาถึงสภาพสายทางแอสฟัลต์หลังการซ่อมบำรุง ซึ่งวิธีการซ่อมบำรุงต่างกันจะส่งผลให้สภาพสายทางหลังการซ่อมมีความแตกต่างกัน สำหรับแบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมนี้ได้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการวิเคราะห์แผนงบประมาณการซ่อมบำรุงทาง โดยมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทาง (Deterioration Model) และแบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effect Model)

3) แบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effect Model)

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่กระทบต่อผู้ใช้ทางนั้น ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางจะพิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวแทนยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ โดยการเลือกยี่ห้อและรุ่นของตัวแทนยานพาหนะแต่ละประเภท โดยคัดเลือกจากสถิติการจดทะเบียนของกรมขนส่งทางบก เพื่อใช้สำหรับกำหนดราคาตัวแทนยานพาหนะในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางตัวอย่างตัวแทนยานพาหนะ

4) แบบจำลองผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social & Environmental Model)

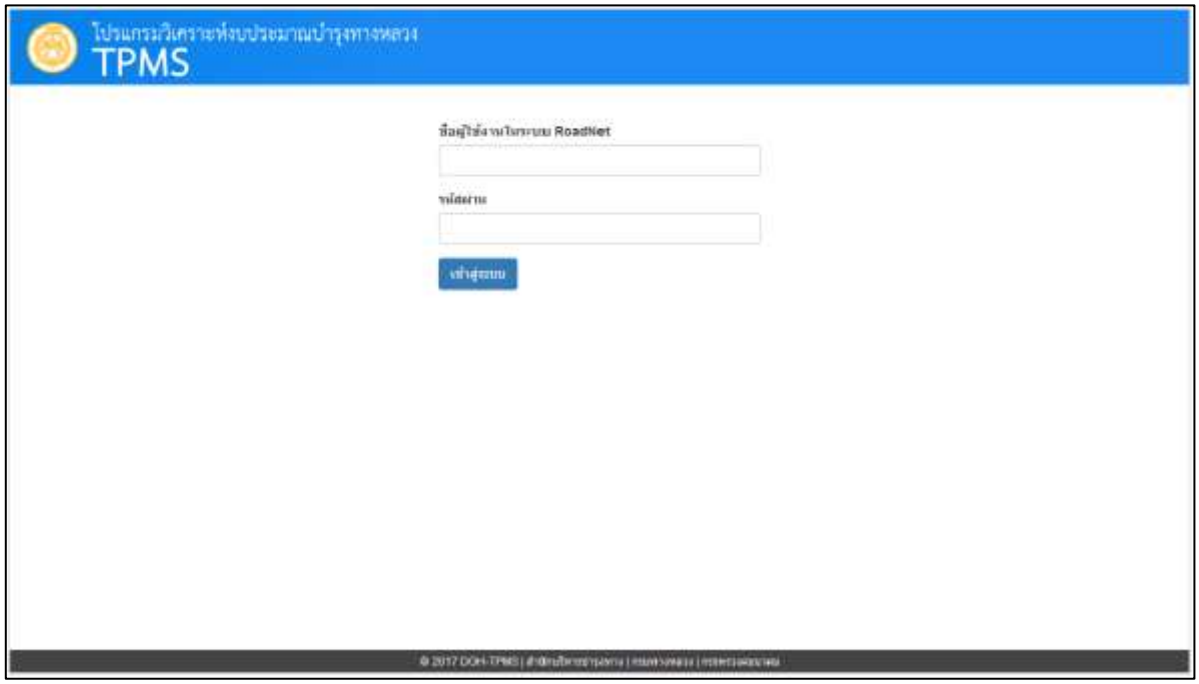
การพัฒนาแบบจำลองทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการนี้ ได้อ้างอิงแบบจำลองในระบบ HDM-4 โดยปรับให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งต้องสอดคล้องกับระบบฐานข้อมูล ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันประกอบด้วยแบบจำลอง 2 ส่วน ได้แก่ Energy Model และ Emission Model ผลลัพธ์ของแบบจำลองทั้งสองจะแสดงให้เห็นผลกระทบทางด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมในรูปของค่าความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ใช้ ที่เกิดจากการเลือกใช้ทางเลือกในการซ่อมบำรุงแนวทางต่าง ๆ



รูปที่ 2-45 สถาปัตยกรรมระบบ

การปรับปรุงโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (TPMS) ได้คำนึงถึงการใช้งานตามที่ได้รวบรวมความต้องการในการใช้งานโปรแกรม TPMS และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบันของกรมทางหลวง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **เข้าสู่ระบบ**

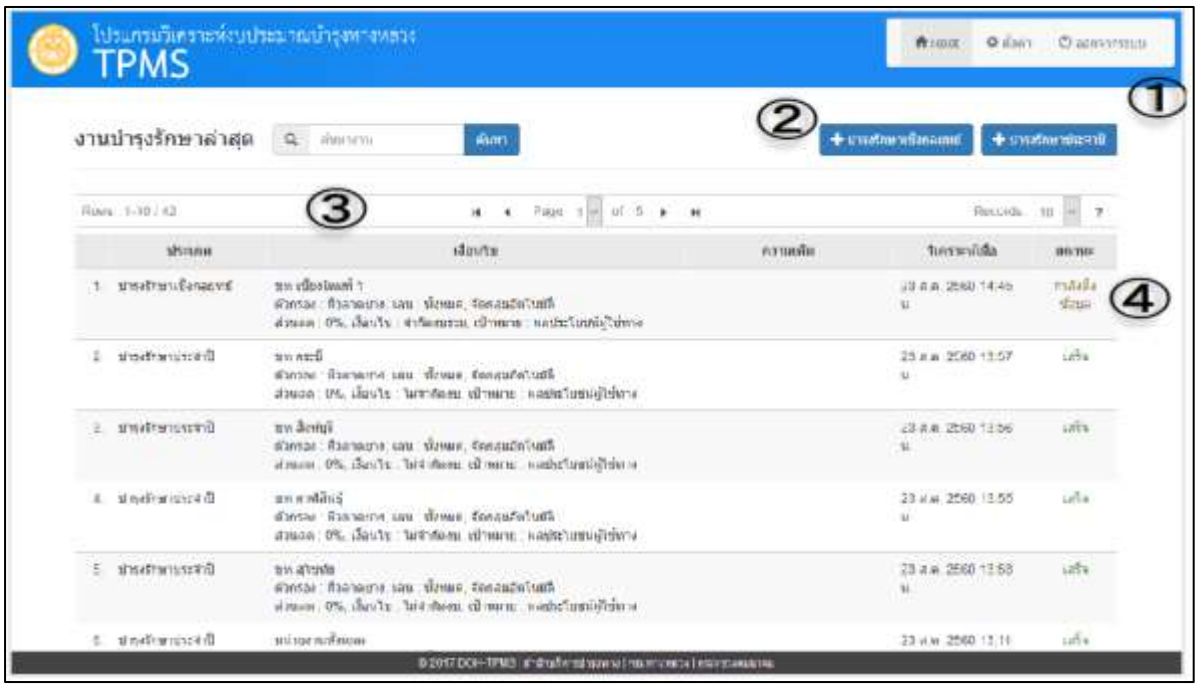


รูปที่ 2-46 หน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานระบบ

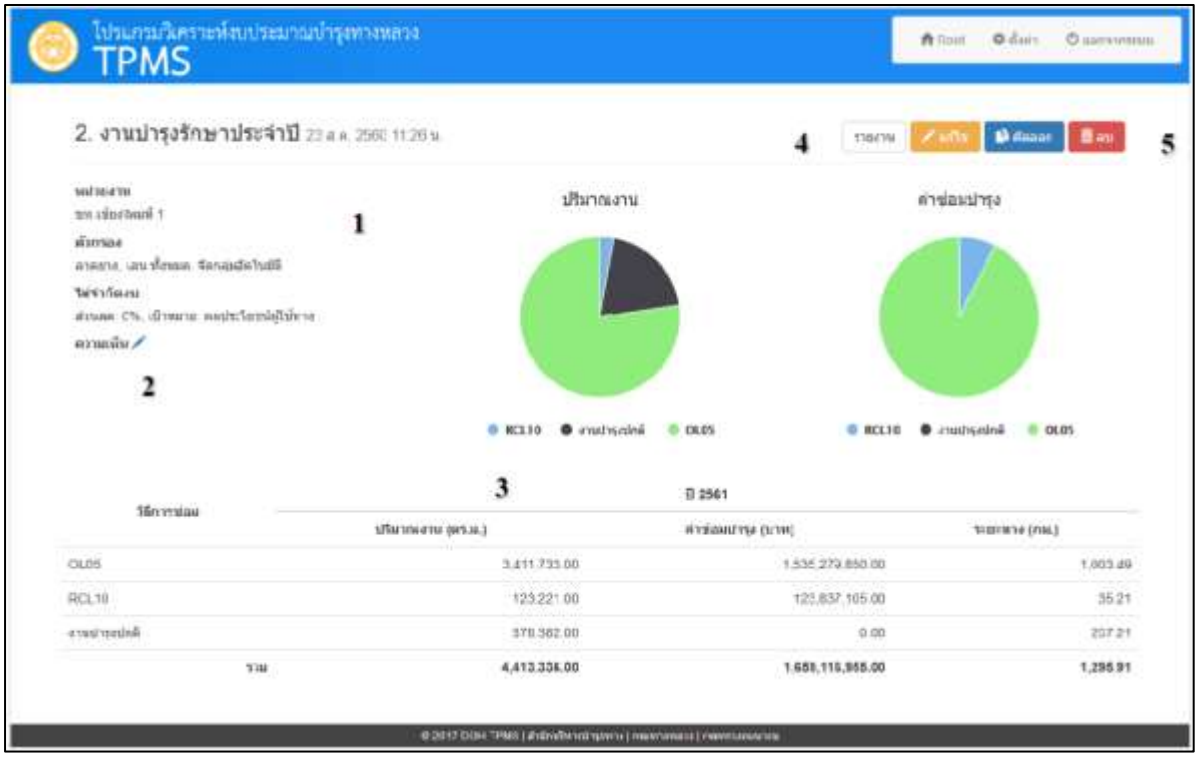
- **หน้าหลัก**

  ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

  1) เมนูหลักได้แก่ หน้าหลัก, ตั้งค่า และออกจากระบบ
  2) ปุ่มสั่งวิเคราะห์
  3) รายการงานบำรุงรักษาที่เคยวิเคราะห์ และช่องค้นหางาน
  4) สถานการณ์ทำงานประกอบด้วย
     - กำลังดึงข้อมูล – แสดงหลังจากเริ่มสั่งวิเคราะห์ข้อมูล
     - กำลังวิเคราะห์ – แสดงขณะระบบกำลังทำงาน
     - เสร็จ – แสดงเมื่อระบบวิเคราะห์งานเสร็จ สามารถกดที่แถวรายการเพื่อดูผล
     - พบปัญหา – เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน



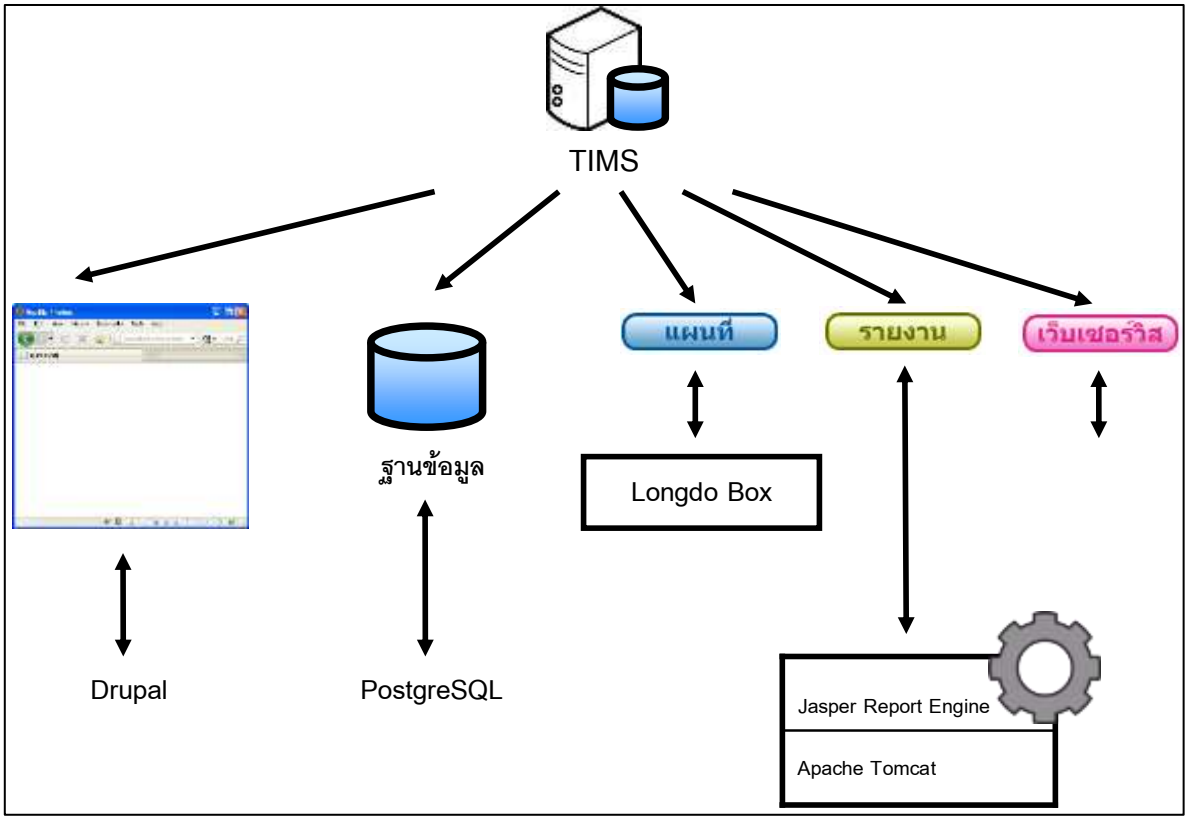
รูปที่ 2-47 หน้าจอหลัก



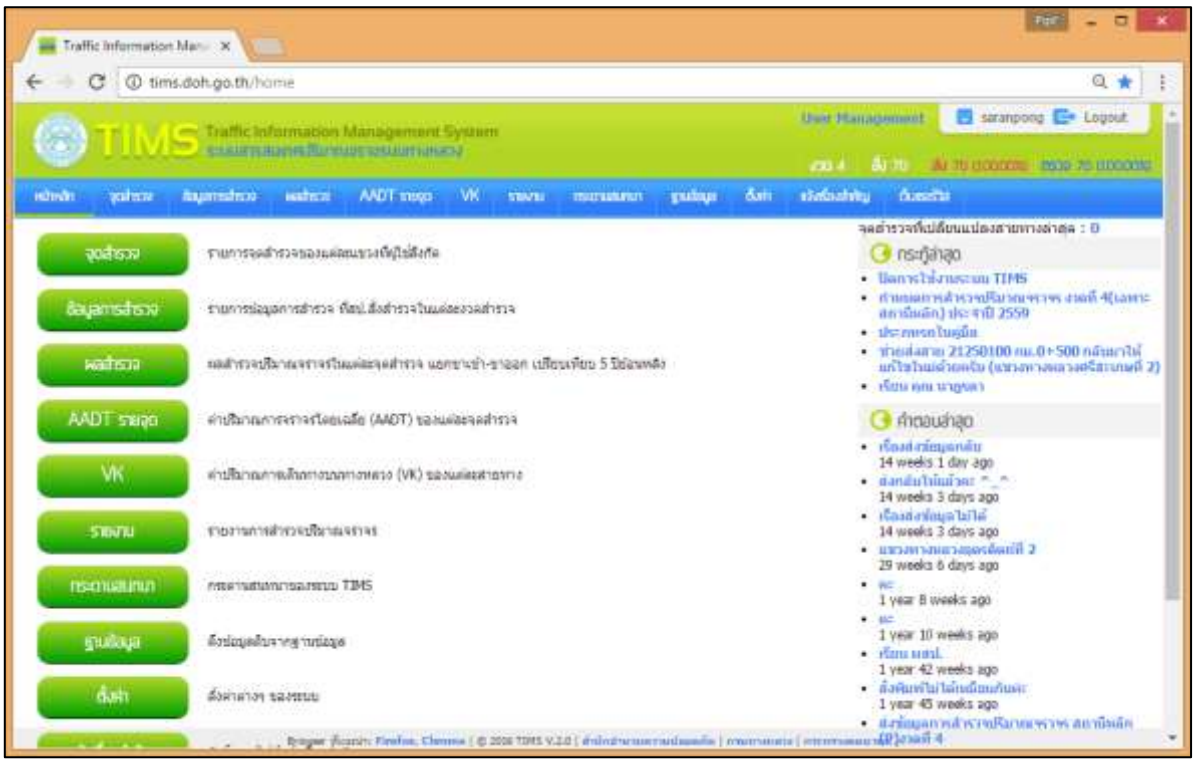
รูปที่ 2-48 หน้าสรุปผลการวิเคราะห์

1.5.5 ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information System: TIMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System : TIMS) เป็นอีกระบบนึงที่น่าสนใจ โดยระบบ TIMS จะแสดงข้อมูลค่าปริมาณการจราโดยเฉลี่ย (AADT) ต่าง ๆ พร้อมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลค่าปริมาณการจราจร เช่น จุดสำรวจ ผลการสำรวจ เป็นต้น รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ในระบบ TIMS มีดังนี้



รูปที่ 2-49 ส่วนหลักในระบบ TIMS



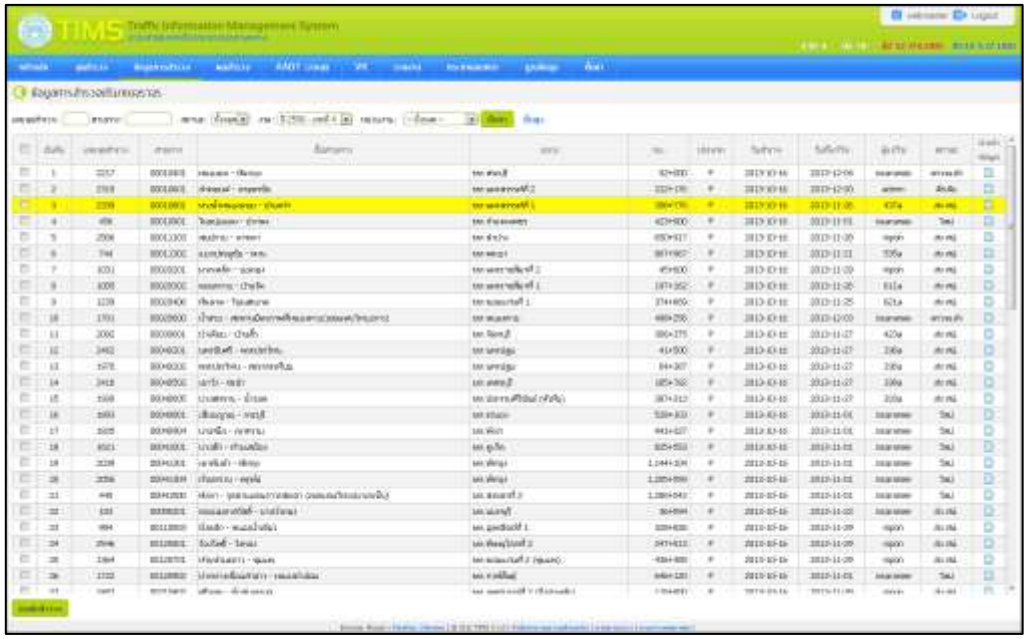
รูปที่ 2-50 แสดงหน้าจอสำหรับผู้ใช้ทั่วไป

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวงประกอบด้วยเมนูการใช้งานด้วย 8 ส่วน ดังนี้

1) จุดสำรวจ มีหน้าที่แสดงจุดสำรวจของแต่ละแขวงทั่วประเทศ

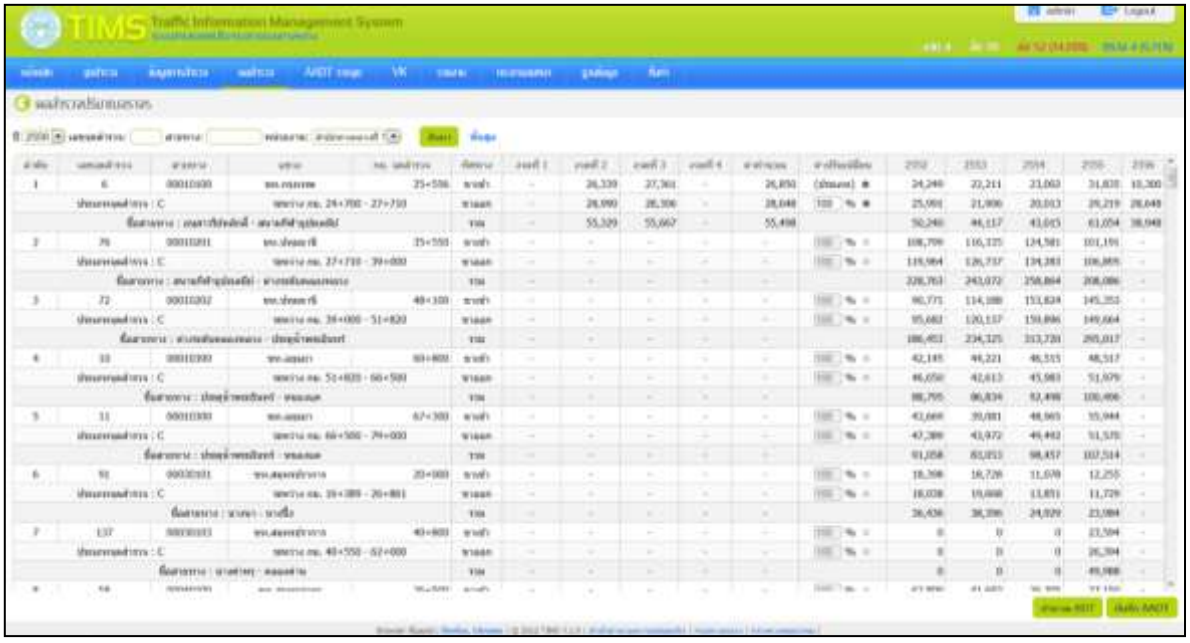
รูปที่ 2-51 วิธีแก้ไขจุดสำรวจ

2) ข้อมูลการสำรวจ มีหน้าที่จัดการข้อมูลการสำรวจที่ทาง สำนักอำนวยความปลอดภัย (สป.) สั่งสำรวจในแต่ละงวด



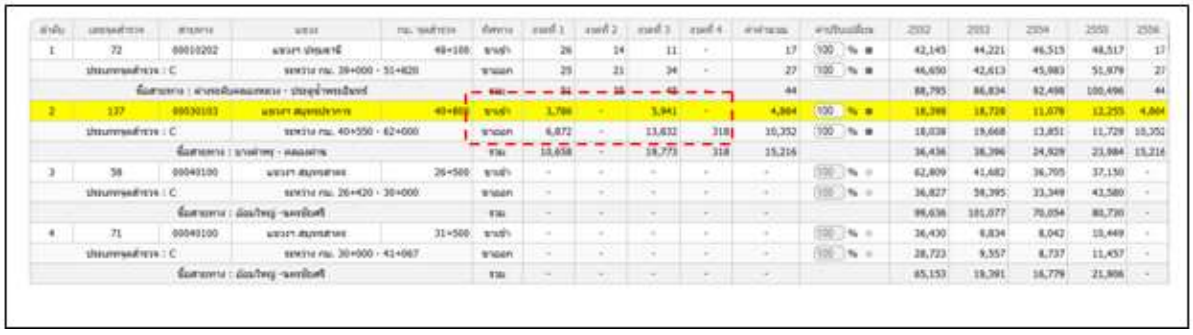
รูปที่ 2-52 รายงานสำรวจที่มีในระบบ

3) ผลสำรวจ มีหน้าที่ในการแสดงปริมาณจราจรในแต่ละจุดสำรวจ โดยแยกขาเข้า-ขาออก เปรียบเทียบ 5 ปี ย้อนหลัง



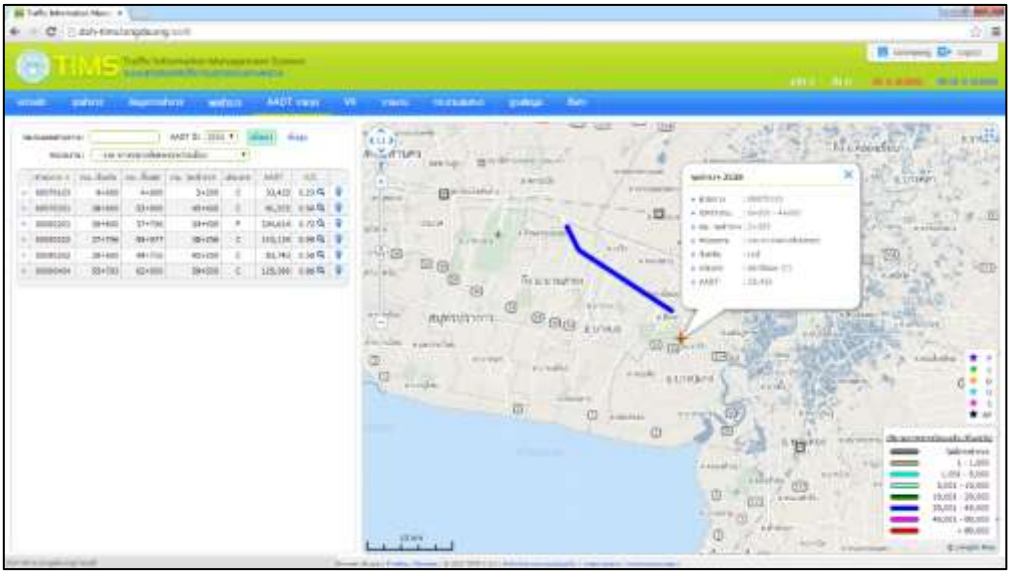
รูปที่ 2-53 หน้าผลสำรวจ

ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงค่าปริมาณการจราจร ในแต่ละจุดสำรวจโดยแบ่งตามงวดการสั่งสำรวจที่มีการสำรวจ



รูปที่ 2-54 แสดงผลสำรวจตามงวดสำรวจ

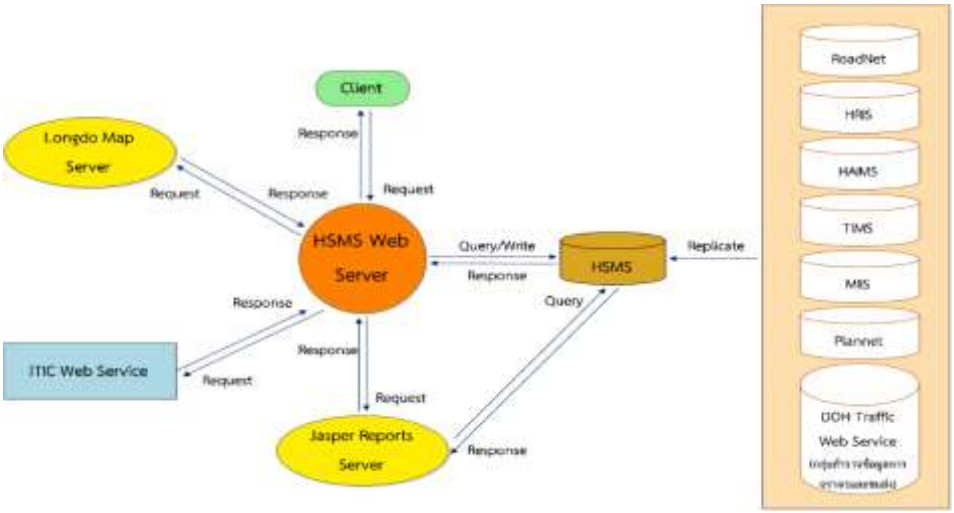
4) AADT รายจุด มีหน้าที่แสดงค่า AADT เป็นรายจุด ที่ทำการสำรวจปริมาณจราจรบนทางหลวง



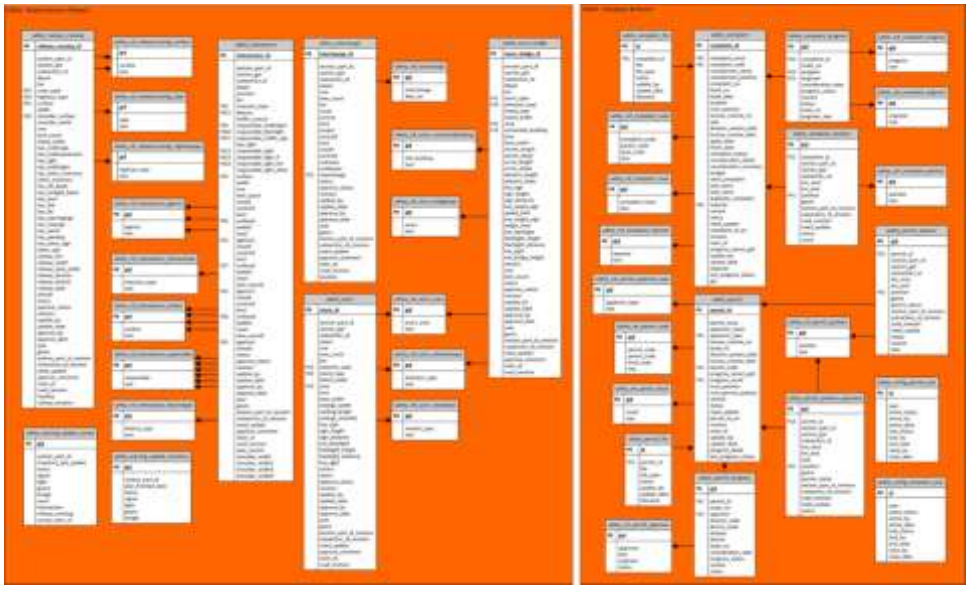
รูปที่ 2-55 หน้า AADT รายจุด

1.5.6 ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย

สำนักอำนวยความปลอดภัย เป็นระบบสารสนเทศที่พัฒนาการเชื่อมโยงฐานข้อมูลและภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) จากระบบ HAIMS และระบบ TIMS การวิเคราะห์สภาพความปลอดภัยงานทางด้วยดัชนีความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (Road Assessment Index : RAI) บนเส้นทางสายหลักของกรมทางหลวง (1-3 หลัก) การวางแผนโครงการและแผนงาน ตลอดจนการจัดสรรงบประมาณการอำนวยการความปลอดภัยทางถนน ในรูปแบบ Web Based Application โดยที่ภาพรวมของโครงสร้างสถาปัตยกรรม (System Architecture) ดังนี้



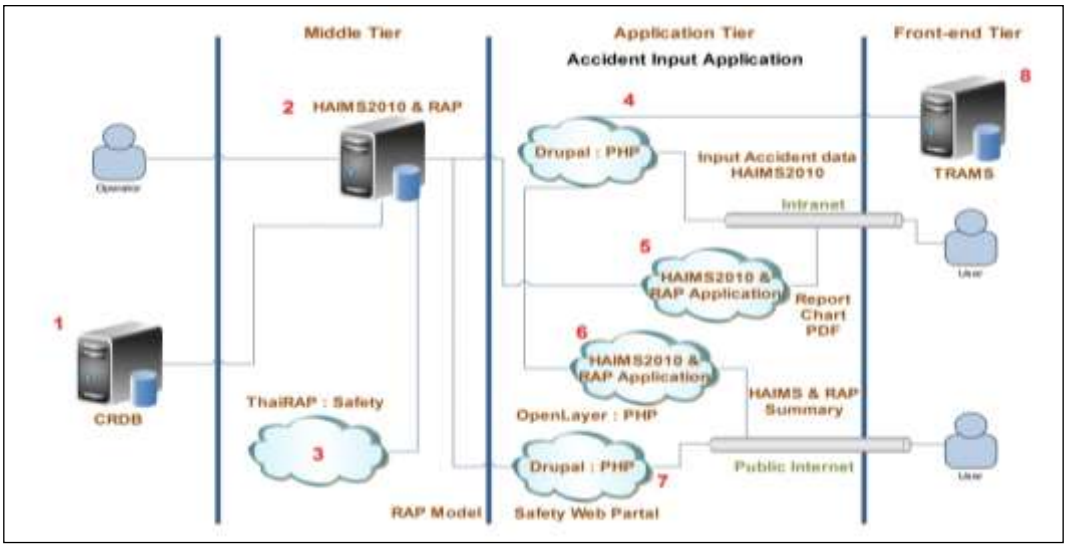
รูปที่ 2-56 ภาพรวมโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)



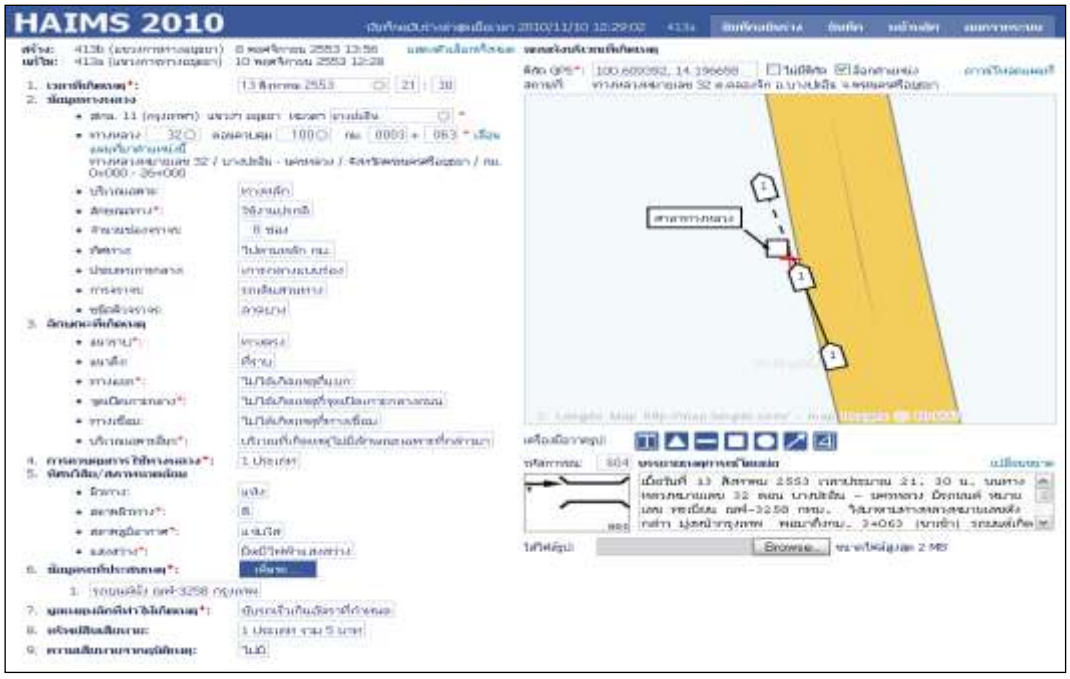
รูปที่ 2-57 ภาพรวม ER-Diagram ระบบ HSMS

1.5.7 ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย

เป็นระบบสารสนเทศที่ให้บริการรายงานอุบัติเหตุในสายทางความรับผิดชอบของกรมทางหลวง และจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุในระบบฐานข้อมูล ผนวกกับการนำเทคโนโลยีการรายงานอุบัติเหตุด้วยพิกัดแผนที่ GIS และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลการรายงานอุบัติเหตุไปยังระบบ TRAMS (กระทรวงคมนาคม) อัตโนมัติผ่านระบบ Web Service โดยที่ภาพรวมของโครงสร้างสถาปัตยกรรม (System Architecture) แสดงดังรูปที่ 2-58 และตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าข้อมูลอุบัติเหตุ ดังรูปที่ 2-59



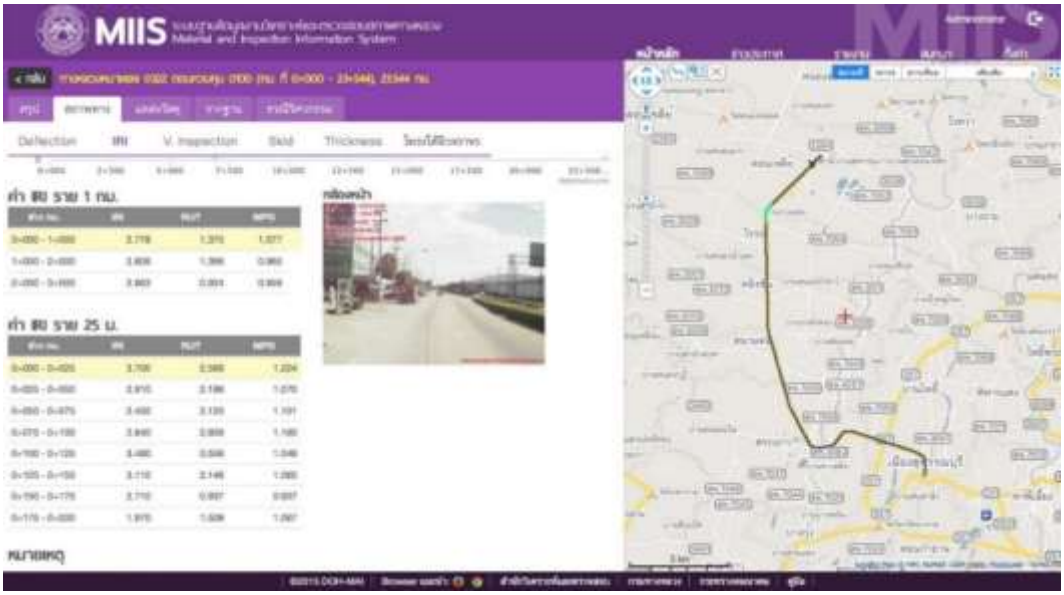
รูปที่ 2-58 ภาพรวมโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)



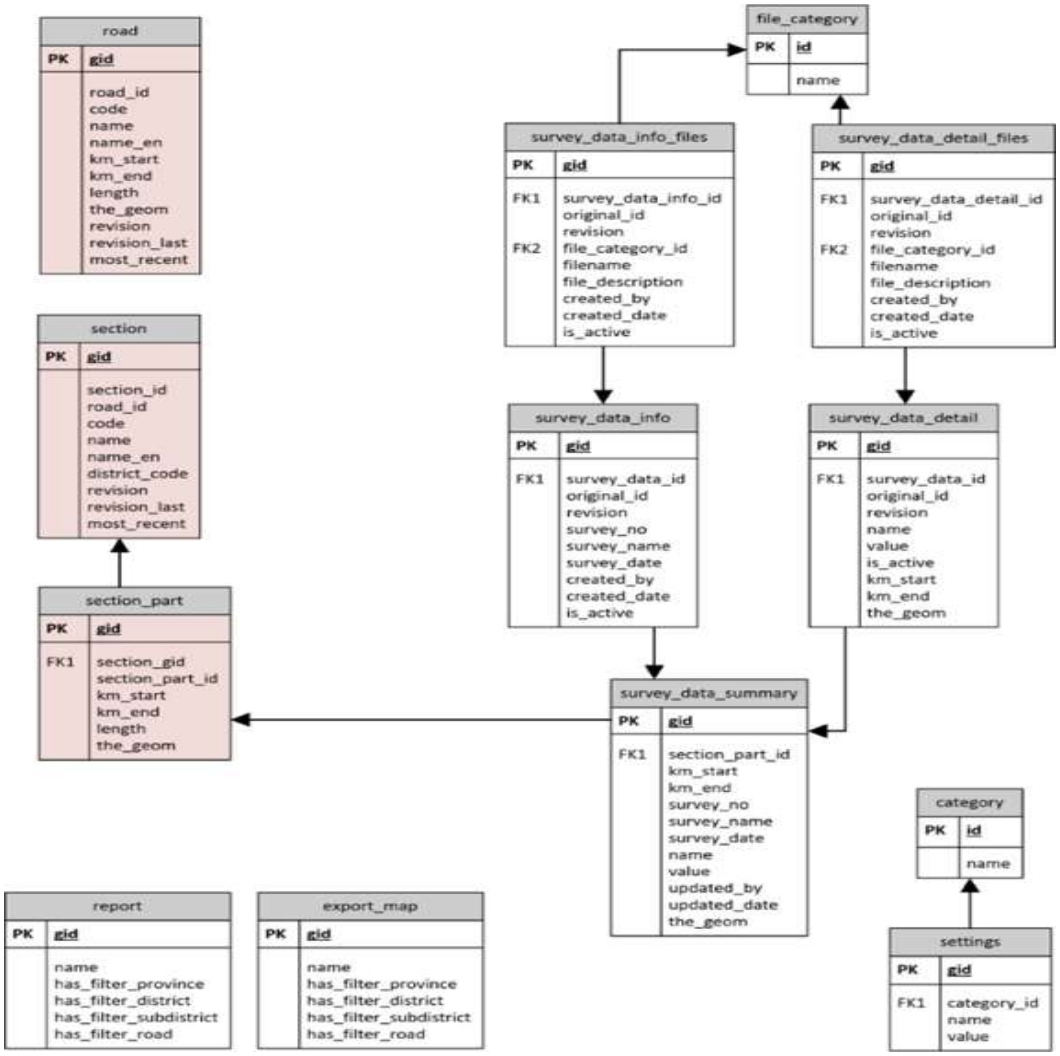
รูปที่ 2-59 ตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าข้อมูลอุบัติเหตุ

1.5.8 ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System: MIIS) สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ เป็นระบบงานที่ให้บริการข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง ของสำนักวิเคราะห์ และตรวจสอบโดยให้บริการข้อมูลด้านงานวิศวกรรมแก่ผู้ใช้บริการหน่วยงานภายในกรมทางหลวง ประกอบด้วยข้อมูลงานสำรวจ และประเมินสภาพทางและข้อมูลงานธรณีวิศวกรรม นอกจากนี้ยังมีการบูรณาการข้อมูลร่วมกันกับระบบงานของหน่วยงานภายในกรมทางหลวง เช่น สำนักบริหารบำรุงทาง สำนักแผนงาน สำนักอำนวยความปลอดภัยโดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลบางส่วนที่ใช้ร่วมกัน เช่น ข้อมูลค่า IRI, ข้อมูลค่า Friction โดยที่ตัวอย่างระบบสารสนเทศแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 2-60 ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ER-Diagram) สามารถสรุปดังรูปที่ 2-61 และรายละเอียดข้อมูลสายทาง



รูปที่ 2-60 ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลค่า IRI



รูปที่ 2-61 แสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ER-Diagram)

1.5.9 ระบบบูรณาการข้อมูลกรมทางหลวง ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ

ระบบบูรณาการข้อมูลกรมทางหลวง ของ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง เป็นระบบรวบรวมการจัดทำมาตรฐานข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศภายในกรมทางหลวง เพื่อให้ข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศของกรมทางหลวงมีมาตรฐานสอดคล้องกับมาตรฐานข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศ ของประเทศ (FGDS) รวมถึงการมีระบบบูรณาการและให้บริการข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศของกรมทางหลวง เพื่อลดความซ้ำซ้อนและความแตกต่างของข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศของกรมทางหลวง รองรับการเชื่อมโยง แลกเปลี่ยนข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศของหน่วยงานภายในและภายนอกได้อย่างมีมาตรฐาน ทั้งข้อ ในการปฏิบัติงาน เช่น งานวางแผนก่อสร้างทาง/สะพาน งานซ่อมบำรุงรักษาทาง/สะพาน และงานอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น รวมถึงการสนับสนุนข้อมูลสำหรับงานบริการประชาชนและผู้ใช้งานทางหลวง เช่น ข้อมูลอุบัติภัย ข้อมูลภัยพิบัติ และข้อมูลสภาพการจราจร หลายหน่วยงานดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศ ที่มีข้อมูลภูมิสารสนเทศเป็นส่วนประกอบขึ้นเอง โดยไม่มีการกำหนดมาตรฐานข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศ เพื่อการใช้งานร่วมกัน ทำให้ข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศของแต่ละหน่วยงานมีความแตกต่างกัน อันส่งผลให้โครงสร้าง การจัดเก็บข้อมูลมีความหลากหลายไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ ซึ่งระบบดังกล่าวอยู่ระหว่างการดำเนินงาน และถ้าระบบ Roadnet สามารถพัฒนาได้แล้วเสร็จ ก็สามารถจัดส่งข้อมูล Service เข้าสู่ระบบบูรณาการข้อมูลกรมทางหลวง ได้อย่างเป็นระบบ

ผลจากการศึกษาและการวิเคราะห์รายการข้อมูลต่าง ๆ และระบบให้บริการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานดิจิทัลด้านภูมิสารสนเทศ GIS ทั้ง 9 ระบบ มีรูปแบบการแสดงข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งบางระบบจะเป็นระบบที่ต้องการข้อมูลจากระบบ Roadnet เช่น โปรแกรมบริหารบำรุงทาง (TPMS) ซึ่งเป็นระบบที่ต้องการข้อมูลค่าสภาพทางและข้อมูลแผนงานบำรุง ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากระบบ Roadnet ที่ได้จากการบูรณาการข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ มาประมวลผลร่วมกันให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม TPMS สามารถนำมาคำนวณ หรือเข้า Model การคำนวณที่ตั้งค่าไว้แล้ว และระบบบูรณาการข้อมูลกรมทางหลวง ของ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ตั้งเป้าหมายของระบบเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลภูมิสารสนเทศภายในกรมทางหลวง ระบบ Roadnet จึงต้องมองถึงการพัฒนาในการส่งออกข้อมูลไปยังระบบส่วนกลาง ซึ่งผลจากการศึกษากลุ่มข้อมูลจากระบบอื่น ๆ สามารถจำแนกดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลตามระบบที่ให้บริการ และแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละระบบ

ลำดับ	ระบบ	ประเภทข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
1	ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS)	ข้อมูลทะเบียนสายทาง	ข้อมูลทะเบียนทางหลวง
			ข้อมูลทะเบียนตอนควบคุม
			ข้อมูลพิกัดทะเบียนตอนควบคุม
			การจัดเก็บประวัติตอนควบคุม
			ข้อมูลบัญชีถนนที่ผ่านขอบเขตการปกครองแบบจังหวัด
			รายละเอียดการขึ้นทะเบียนทางหลวง
			อ้างอิงขึ้นทะเบียนทางหลวง
		ข้อมูลบัญชีโอนมอบ	รายละเอียดทะเบียนตอนควบคุมที่มีการถ่ายโอน
			อ้างอิงสถานะกิจกรรมถ่ายโอน
			อ้างอิงหน่วยงานโอนมอบรับมอบ
			อ้างอิงสถานการณ์ดำเนินงานถ่ายโอน
		ข้อมูลหลักกิโลเมตร	ข้อมูลหลักกิโลเมตร
		ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง หมวดทางหลวง	อ้างอิงหมวดทางหลวง
			อ้างอิงแขวงทางหลวง
			อ้างอิงสำนักทางหลวง
2	ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet)	ข้อมูลแผนงาน	ข้อมูลการจัดซื้อจัดจ้าง
			แผนการดำเนินงานและเบิกจ่าย
			ข้อมูลสัญญา
			ข้อมูลแผนรายประมาณการ
			ข้อมูลรายละเอียดสายทางของแผน
			แหล่งงบประมาณ
			บัญชีความต้องการงานทาง
3	ระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset)	ข้อมูลทรัพย์สินในเขตทาง	ทางเชื่อม
			ทางเท้า
			ทางจักรยาน
			เกาะแบ่งถนน
			ท่อระบายน้ำ
			รางระบายน้ำ
			สะพาน
			อุโมงค์และทางลอด
			กำแพงกันดิน
			กำแพงกันเสียง
			เครื่องหมายนำทาง
			เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง
			แผงบังแสง

ตารางที่ 2-7 แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลตามระบบที่ให้บริการ และแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละระบบ (ต่อ)

ลำดับ	ระบบ	ประเภทข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
3	ระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset)	ข้อมูลทรัพย์สินในเขตทาง	ป้ายจราจร
			สัญญาณไฟจราจร
			จุดกลับรถต่างระดับ
			หลักกิโลเมตร
			สะพานลอยคนเดินข้าม
			ศาลาทางหลวงและที่รอรถประจำทาง
			บริเวณข้างทาง
			จุดแวะพักริมทาง
4	โปรแกรมบริหารบำรุงทาง (TPMS)	ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	สำนักที่ใช้ในการวิเคราะห์
			สายทางที่ใช้ในการวิเคราะห์
		ข้อมูลผลการวิเคราะห์	รายงานผลการวิเคราะห์
			รายงานผลการวิเคราะห์ในแต่ละแผน
			สรุปรายงานผลการวิเคราะห์รายปีในแต่ละแผน
		ข้อมูลสำหรับบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์	งบประมาณที่จำกัดในแต่ละแผนในแต่ละปี
			รายละเอียดรายงานผลการวิเคราะห์ในแต่ละแผน
			IRI เป้าหมายในแต่ละแผนในแต่ละปี
			รายละเอียดรายงานผลการวิเคราะห์ในแต่ละวิธีซ่อม
		ข้อมูลสำหรับการบำรุงรักษาปกติ	รายละเอียดรายงานผลการวิเคราะห์
			สรุปผลการวิเคราะห์ของรายงาน
		ข้อมูลงบประมาณ	งบประมาณที่จำกัดในแต่ละแขวง
			งบประมาณที่จำกัดในแต่ละวิธีการซ่อมบำรุง
		ข้อมูลอ้างอิง	ข้อมูลอ้างอิงประเภทเงื่อนไข
			ข้อมูลอ้างอิงประเภทเป้าหมาย
5	ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)	ข้อมูลปริมาณจราจร	ข้อมูลค่าปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ย (AADT)
			ข้อมูลจุดสำรวจปริมาณจราจร ทั้งจุดถาวรและจุดย่อย
			ข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร
			ข้อมูลผลสำรวจปริมาณจราจร
			ข้อมูลดัชนีการจราจรติดขัด (V/C)
			ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตบนทางหลวง (GR)
			ข้อมูลปริมาณการเดินทางบนทางหลวง (VK)
			ข้อมูลประเภทรถ

ตารางที่ 2-7 แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลตามระบบที่ให้บริการ และแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละระบบ (ต่อ)

ลำดับ	ระบบ	ประเภทข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
6	ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS)	ข้อมูลความปลอดภัยกายภาพทางหลวง (RAI)	ระดับความปลอดภัยกายภาพทางหลวง
			ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับความปลอดภัยกายภาพ
		ข้อมูลอุปกรณ์ความปลอดภัยบนทางหลวง	ข้อมูลสัญญาณไฟจราจร
			ข้อมูลไฟฟ้าแสงสว่าง
			ข้อมูลเสาไฟฟ้า
			ข้อมูลราวกันอันตราย
			ข้อมูลสะพานคนเดินข้าม
			ข้อมูลจุดกลับรถระดับเดียวกัน
			ข้อมูลจุดกลับรถต่างระดับ
			ข้อมูลทางแยกระดับเดียวกัน
			ข้อมูลทางแยกต่างระดับ
			ข้อมูลจุดตัดทางรถไฟ
			ชนิดสะพาน
			ชนิดราวกันอันตราย
			ชนิดหลอดไฟ
			ชนิดเสาไฟ
			จำนวนวัตต์
			บริเวณที่ตั้งอุปกรณ์
			การควบคุมการทำงานสัญญาณไฟจราจร
			ชนิดสัญญานไฟจราจร
			บริเวณที่ตั้งสัญญาณไฟจราจร
			จังหวะสัญญาณไฟจราจร
			ระบบสัญญาณไฟจราจร
			ชนิดทางแยกต่างระดับ
			บริเวณที่ตั้งจุดกลับรถ
			ชนิดของเกาะกลางถนน
			ทิศทางของจุดกลับรถระดับเดียวกัน
			ลักษณะจุดกลับรถต่างระดับ
			ลักษณะทางเชื่อมเข้าอาคาร
			ชนิดทางแยกต่างระดับ
			หน่วยงาน
			ลักษณะทางแยก
			รายละเอียดทางแยก
			ผู้รับผิดชอบทางแยก
			ลักษณะผิวทาง
			จำนวนช่องจราจรจุดตัดทางรถไฟ
			ผิวทางจุดตัดทางรถไฟ
			ชนิดของจุดตัดทางรถไฟ

ตารางที่ 2-7 แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลตามระบบที่ให้บริการ และแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละระบบ (ต่อ)

ลำดับ	ระบบ	ประเภทข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
6	ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS)	ข้อมูลการขออนุญาต	ข้อมูลการขออนุญาต
			ข้อมูลตำแหน่งการขออนุญาต
			ข้อมูลตำแหน่งการขออนุญาตที่ยืนยัน
			ข้อมูลลำดับการพิจารณาการขออนุญาต
			ข้อมูลแผนกิจกรรมอำนวยความปลอดภัยที่ยื่นเสนอ
			ประเภทผู้ขออนุญาต
			ผู้ตรวจสอบ
			รหัสงานขออนุญาต
			ตำแหน่งการขออนุญาต
			ผลการขออนุญาต
			แผนงาน
		ข้อมูลการร้องเรียน	ข้อมูลการประเมิน
			ข้อมูลการร้องเรียน
			ข้อมูลตำแหน่งการร้องเรียน
			ข้อมูลลำดับการพิจารณาการร้องเรียน
			รหัสเรื่องการร้องเรียน
			ผู้ดำเนินการ
			เรื่องร้องเรียน
			ตำแหน่งการร้องเรียน
			ลำดับการพิจารณาการร้องเรียน
			ผู้ร้องเรียน
7	ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)	ข้อมูลตำแหน่งอุบัติเหตุบนทางหลวง	ลักษณะทางหลวงที่เกิดเหตุ
			สถานะทางหลวงขณะเกิดเหตุ
			ทิศทาง
			ประเภทเกาะกลาง
			จังหวัด
			ทรัพย์สินเสียหาย
			ความเสียหายจากอุบัติเหตุ
			ประเภทโครงการก่อสร้าง
			ตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุ โครงการก่อสร้าง
			การชน
		ข้อมูลสภาพจราจรและสภาพแวดล้อมที่เกิดอุบัติเหตุ	การจราจร
			ชนิดผิวจราจร
			แนวราบ
			แนวดิ่ง
			ทางแยก
			จุดเปิดเกาะกลาง
			ทางเชื่อม
			บริเวณเฉพาะอื่นๆ
			การควบคุมการใช้ทางหลวง

ตารางที่ 2-7 แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลตามระบบที่ให้บริการ และแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละระบบ (ต่อ)

ลำดับ	ระบบ	ประเภทข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล
7	ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)	ข้อมูลสภาพจราจรและสภาพแวดล้อมที่เกิดอุบัติเหตุ	ผิวทาง
			สภาพผิวทาง
			สภาพภูมิอากาศ
			สภาพป้ายเตือนการจราจร โครงการก่อสร้าง
			ปริมาณรถสะสมขณะเกิดเหตุ โครงการก่อสร้าง
			การจัดการในพื้นที่ปฏิบัติงาน โครงการก่อสร้าง
			เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ปฏิบัติงาน โครงการก่อสร้าง
		ข้อมูลผู้ขับขี่และประเภทยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุ	ประเภทผู้ใช้ถนน
			ยี่ห้อยานพาหนะ
			เพศ
			อายุผู้โดยสาร
			การใช้อุปกรณ์นิรภัย
			ความเสียหายของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร
			ตำแหน่งผู้โดยสาร
		ข้อมูลสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ	การเสพของมึนเมาหรือยา
			กลุ่มมูลเหตุที่สันนิษฐาน
			มูลเหตุที่สันนิษฐาน
8	ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS)	ข้อมูลงานธรณีวิศวกรรม	ข้อมูลความแข็งแรงของโครงสร้างทาง
			ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
		ข้อมูลงานสำรวจและประเมินสภาพทาง	ข้อมูลการตรวจสอบสภาพความเสียหายของผิวทาง
			ข้อมูลการตรวจสอบความต้านทานในการลื่นไถลของผิวทาง (ความฝืด)
			ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทาง
			ข้อมูลการตรวจสอบโพรงใต้ผิวจราจร
			ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นรากฐาน
			ข้อมูลการประเมินสภาพความต้านทางการลื่นไถลของผิวจราจร (Skid)
			ข้อมูลการเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างชั้นทาง
			ข้อมูลการสำรวจค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน (Field Vane Shear)
			ข้อมูลการสำรวจค่าความหนาแน่นของดินในสนาม (DCP)
			ข้อมูลการสำรวจค่าแรงต้านของชั้นดิน (CPT)
			ข้อมูลการสำรวจ Landslide
			ข้อมูลการสำรวจหญ้าแฝก
			ข้อมูลการสำรวจโรงโม่หิน
		ข้อมูลแหล่งวัสดุ	ข้อมูลการเก็บตัวอย่างวัสดุ (Test Pit)

งานที่ 2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.1 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อให้บริการข้อมูล ระหว่างระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองค์กร ที่เหมาะสม สอดคล้องกับวิทยาการและเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต โดยคำนึงถึงความสำคัญของการบริหารข้อมูลด้านงานทาง วิเคราะห์ข้อมูลการบำรุงรักษาทาง และลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย ที่เกี่ยวข้อง

ที่ปรึกษาจะดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) โดยพัฒนาระบบที่ตอบสนองต่อการบริหารโครงสร้างข้อมูลสำหรับการรองรับการให้บริการระหว่างระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองค์กร โดยดำเนินแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบอื่น ๆ ของกรมทางหลวง จากการศึกษามาตรฐานทางเทคนิคพื้นฐานเพื่อการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ประกอบด้วย มาตรฐานการเชื่อมโยง (Interconnection Specification) ด้วยโปรโตคอล Hypertext transfer protocols (HTTP) และบริการผ่านเว็บเซอร์วิสเทคโนโลยี (Web Technology Specification) ด้วย Web service request delivery (SOAP) และ Web service description language (WSDL) ซึ่ง Web Services เป็นระบบซอฟต์แวร์ ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ XML เว็บเซอร์วิสมีอินเทอร์เฟส ที่ใช้อธิบายรูปแบบข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ ลักษณะการให้บริการของ Web Services นั้นจะถูกเรียกใช้งานจาก application อื่น ๆ ในรูปแบบ RPC (Remote Procedure Call) ซึ่งการให้บริการจะมีเอกสารที่อธิบายคุณสมบัติของบริการกำกับไว้ โดยภาษาที่ถูกใช้เป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนคือ XML ทำให้เราสามารถเรียกใช้ Component ใด ๆ ก็ได้ ในระบบ หรือ Platform ใด ๆ ก็ได้ บน Protocol HTTP ซึ่งเป็น Protocol สำหรับ World Wide Web หรืออินเทอร์เน็ต อันเป็นช่องทางที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกในการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง Application กับ Application ในปัจจุบัน

การทำงานของ Web Services ประกอบไปด้วย

(1) XML (Extensible Markup Language) เป็นภาษามาตรฐานที่ทุกระบบสนับสนุนทำให้ข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษา XML จะถูกนำไปประมวลผลต่ออย่างอัตโนมัติ ได้อย่างง่ายดาย ภาษา XML จึงถูกนำมาใช้เป็นภาษามาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลของ Web Services

(2) SOAP (Simple Object Access Protocol) เป็นมาตรฐานของเทคโนโลยี Distributed Objects โดยทำหน้าที่ส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบของ XML ทำให้เรียกใช้งานโปรแกรมข้ามระบบผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

(3) WSDL (Web Services Description Language) เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้สำหรับอธิบายการใช้งานโปรแกรมที่เปิดให้บริการ ซึ่งเขียนขึ้นตามแบบมาตรฐาน XML ดังนั้น WSDL จึงเป็นเสมือนคู่มือให้กับระบบ เพื่อเรียนรู้วิธีการเรียกใช้งาน Web Services

แนวทางการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาเครื่องมือสืบค้น

สำหรับแนวทางการออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ที่ปรึกษาได้ศึกษาและได้ประชุมหารือ เพื่อรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) ในส่วนของการค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบันและวางแนวทางปรับปรุง หรือปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานระบบในปัจจุบัน ได้แก่ กลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะ ทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้ครบทุกกระบวนการทั้งในส่วนของหน่วยงานภายในสำนักบริหารบำรุงทาง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของกรมทางหลวง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามนัยสำคัญที่ได้จากการรวบรวมปัญหาอุปสรรคผลกระทบข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ใช้งานระบบ (Focus group) ดังรูปที่ 2-62

รูปที่ 2-62 แผนผังแนวคิดการพัฒนาฟังก์ชันเครื่องมือการสืบค้นจากการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบจากการประชุมรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement)

จากแผนผังแนวคิดการพัฒนาฟังก์ชันเครื่องมือการสืบค้น โดยที่ปรึกษาวางกรอบการพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติม เพื่อรองรับข้อเสนอแนะจากที่ประชุม โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. การเพิ่มเติมรูปแบบการใช้งานเครื่องมือสืบค้น โดยจากข้อเสนอแนะที่ปรึกษาได้กำหนดกรอบการพัฒนาเครื่องมือการสืบค้น ให้มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายมากขึ้น สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้หลายรูปแบบ และหน้าต่างการใช้งานที่ไม่ละเอียดเกินไป อีกทั้งรองรับการสืบค้นข้อมูลด้วยค่าพิกัดตามระบบภูมิศาสตร์และช่วงตำแหน่งกิโลเมตรของสายทาง นอกจากนี้ยังสามารถรองรับการสืบค้นข้อมูลจากตำแหน่งสถานที่สำคัญ

ที่ง่ายมากขึ้นผ่านการเพิ่มเติมฟังก์ชันตัวช่วยการค้นหา พร้อมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลในกรณีที่ต้องการเลือก ค้นหาด้วยขอบเขตการปกครองจากข้อมูลพื้นที่ หรือข้อมูลสายทางตามบัญชีลักษณะผิวทางได้ตามความเหมาะสม

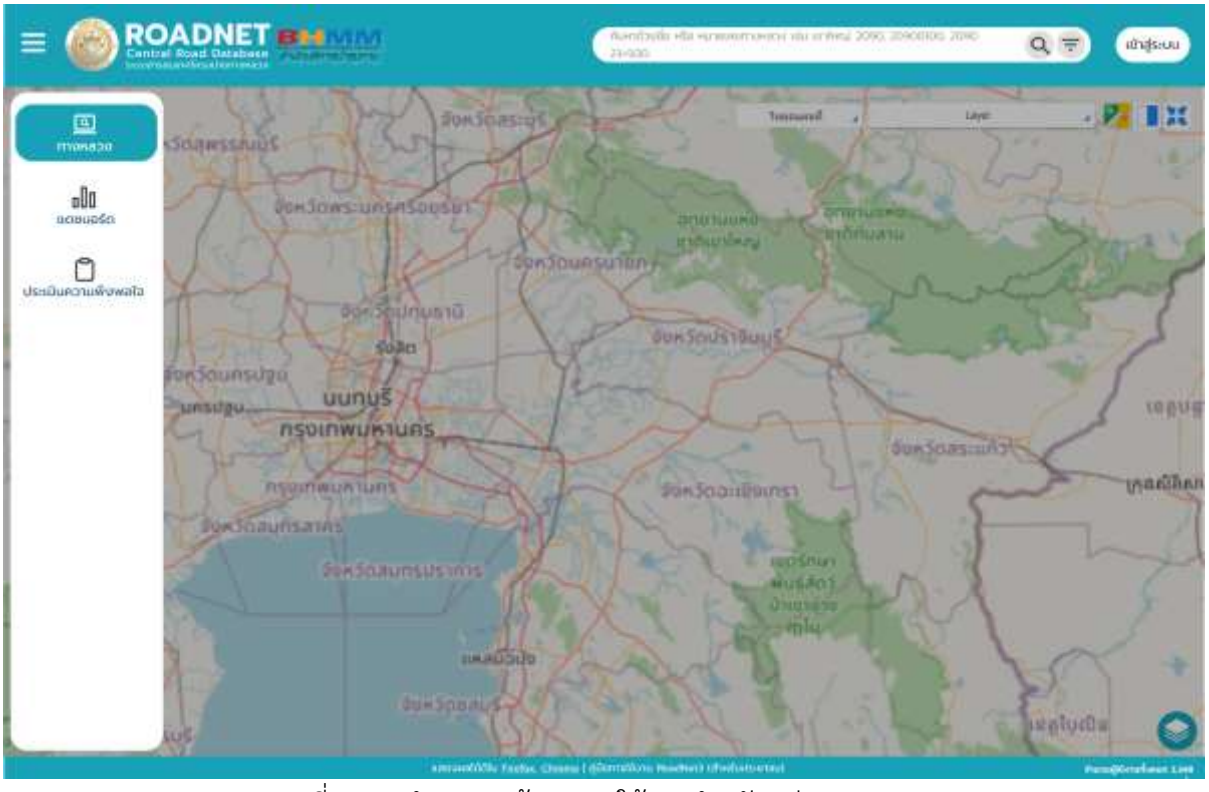
2. การเพิ่มเติมส่วนการแสดงผลร่วมกับข้อมูลที่มีการเชื่อมโยงจากระบบ Plannet เพื่อสามารถแสดงข้อมูลประวัติงานบำรุงทางและข้อมูลอื่น ๆ บนระบบ Roadnet
3. การเพิ่มเติมส่วนการแสดงผลสำหรับชั้นข้อมูลบนแผนที่ โดยสามารถแสดงองค์ประกอบของชั้นข้อมูลการแบ่งลักษณะผิวทาง ชั้นข้อมูลค่าสภาพทางแบ่งตามเกณฑ์กำหนดเงื่อนไขของกรมทางหลวง ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

จากตัวอย่างแนวคิดการนำเสนอหน้าจอการใช้งานเครื่องมือสืบค้น ที่ปรึกษาได้ทำการนัดหมายวาระการประชุมกับทางคณะกรรมการเพื่อเสนอหน้าจอการพัฒนาระบบและแนวทางการออกแบบระบบสำหรับเครื่องมือสืบค้น โดยมีการหารือประเด็นและสาระสำคัญสำหรับการปรับปรุงหน้าจอระบบ เพื่อรองรับการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาเครื่องมือสืบค้น จะแบ่งเป็นกลุ่มการใช้งาน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประชาชน และกลุ่มเจ้าหน้าที่ ซึ่งสามารถสรุปการเข้าถึงการใช้งาน ได้ดังนี้

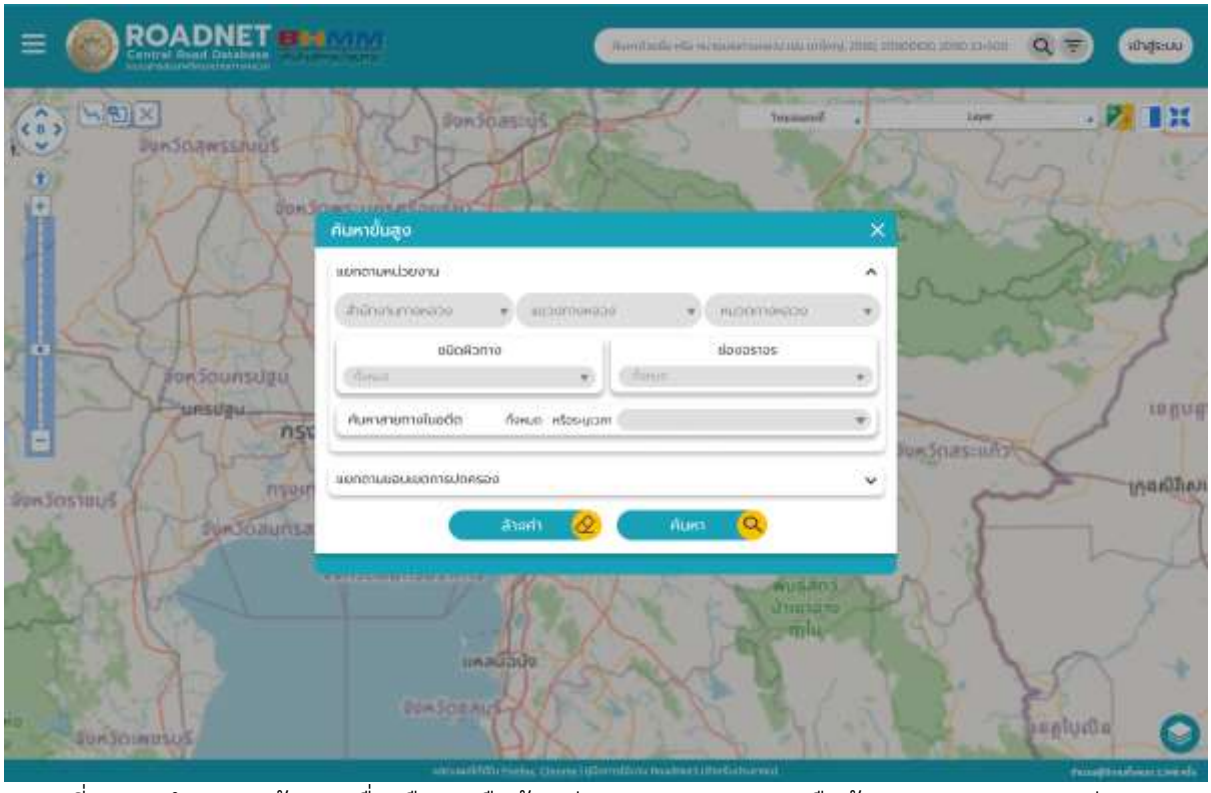
ตารางที่ 2-8 ตารางระบุการเข้าถึงการใช้งานในระบบ

ผู้ใช้งาน	หน้าแผนที่หลัก/รายละเอียดสายทาง	ข้อมูลรายสำนัก	ข้อมูลเฉพาะสำนัก	ข้อมูลรายแขวง	ข้อมูลเฉพาะแขวง	ข้อมูลรายหมวด	ข้อมูลเฉพาะหมวด	ความสามารถในการแก้ไขข้อมูล	ความสามารถในการตรวจสอบ/อนุมัติ
ผู้ดูแลระบบ	■	■	■	■	■	■	■	■	■
เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง	■	■	■	■	■	■	■	✕	✕
เจ้าหน้าที่ ละ	■	■	■	■	■	■	■	✕	■
เจ้าหน้าที่ สำนัก	■	✕	■	■	■	■	■	✕	✕
เจ้าหน้าที่ แขวง	■	✕	✕	✕	■	■	■	■	✕
เจ้าหน้าที่ หมวด	■	✕	✕	✕	■	■	■	✕	✕
ประชาชนทั่วไป	■	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕

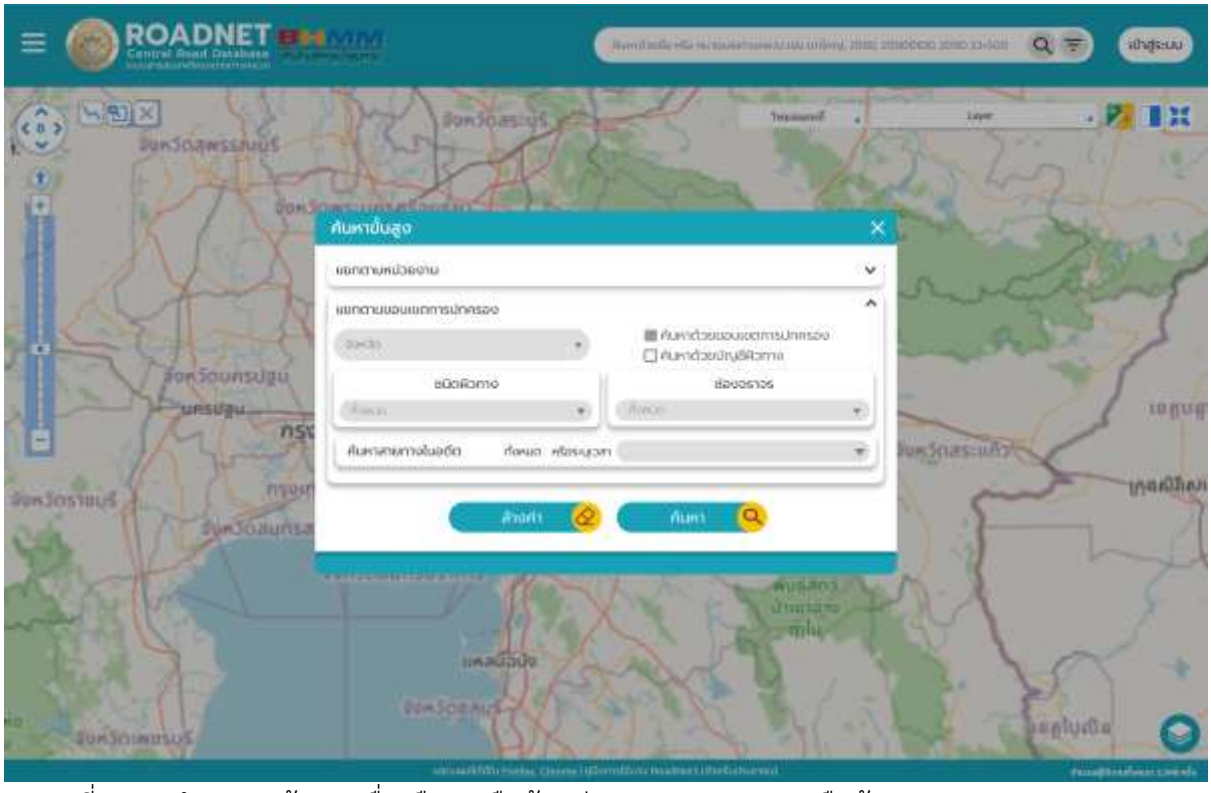
สำหรับการใช้งานเครื่องมือสืบค้นระหว่างกลุ่มเจ้าหน้าที่ และกลุ่มประชาชน ที่ปรึกษาได้รับข้อสรุปแนวทางการออกแบบระบบ จากกลุ่มผู้ใช้งานหลัก ๆ โดยกลุ่มประชาชนสามารถเข้าถึงรูปแบบการสืบค้นข้อมูลทางหลวง ข้อมูลแดชบอร์ด และสามารถส่งแบบฟอร์มการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ Roadnet ได้ และประชาชนสามารถสืบค้นข้อมูลในลักษณะข้อมูลสายทาง ตามหน่วยงานที่รับผิดชอบหรือตามขอบเขตการปกครอง อีกทั้งยังสามารถคัดกรองข้อมูลตามชนิดผิวทาง ช่องจราจร หรือการค้นหาสายทางในอดีต เป็นต้น ดังนี้



รูปที่ 2-63 นำเสนอหน้าจอการใช้งานสำหรับกลุ่มประชาชน

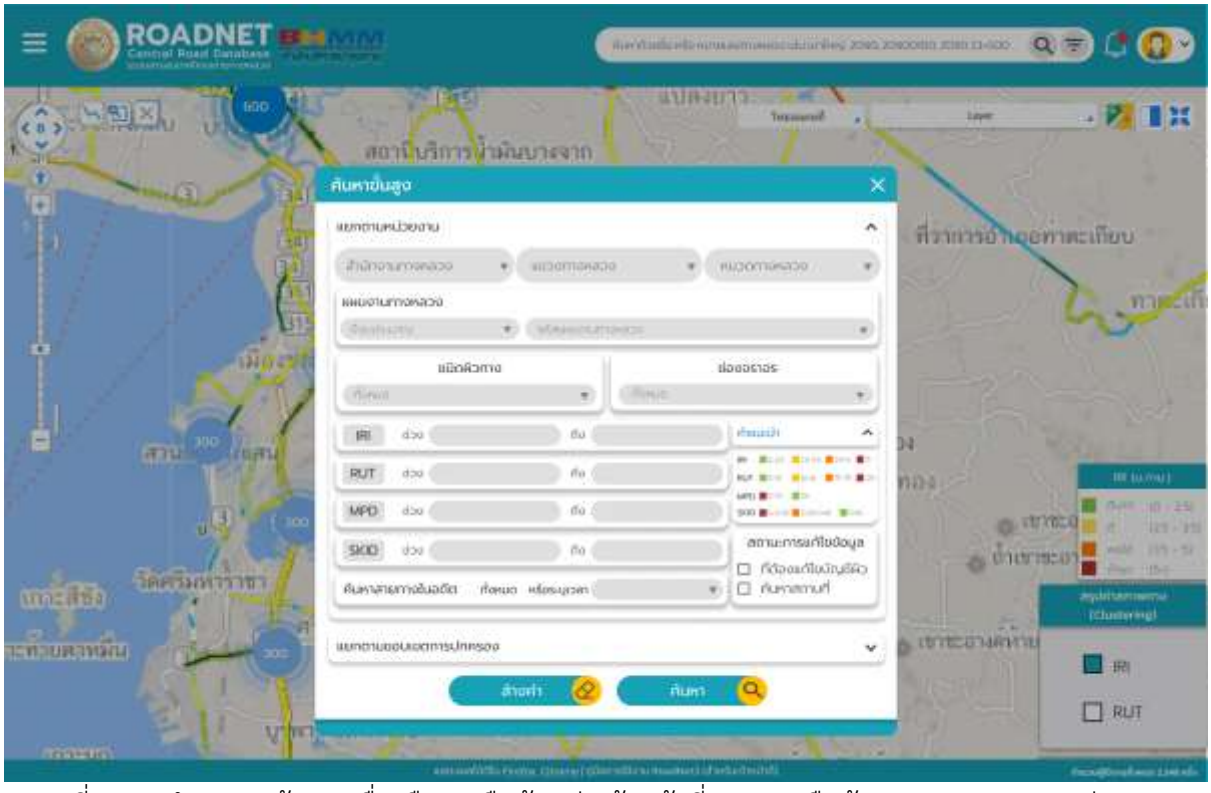


รูปที่ 2-64 นำเสนอหน้าจอเครื่องมือการสืบค้นกลุ่มประชาชน ตามการสืบค้นสายทางแยกตามหน่วยงาน

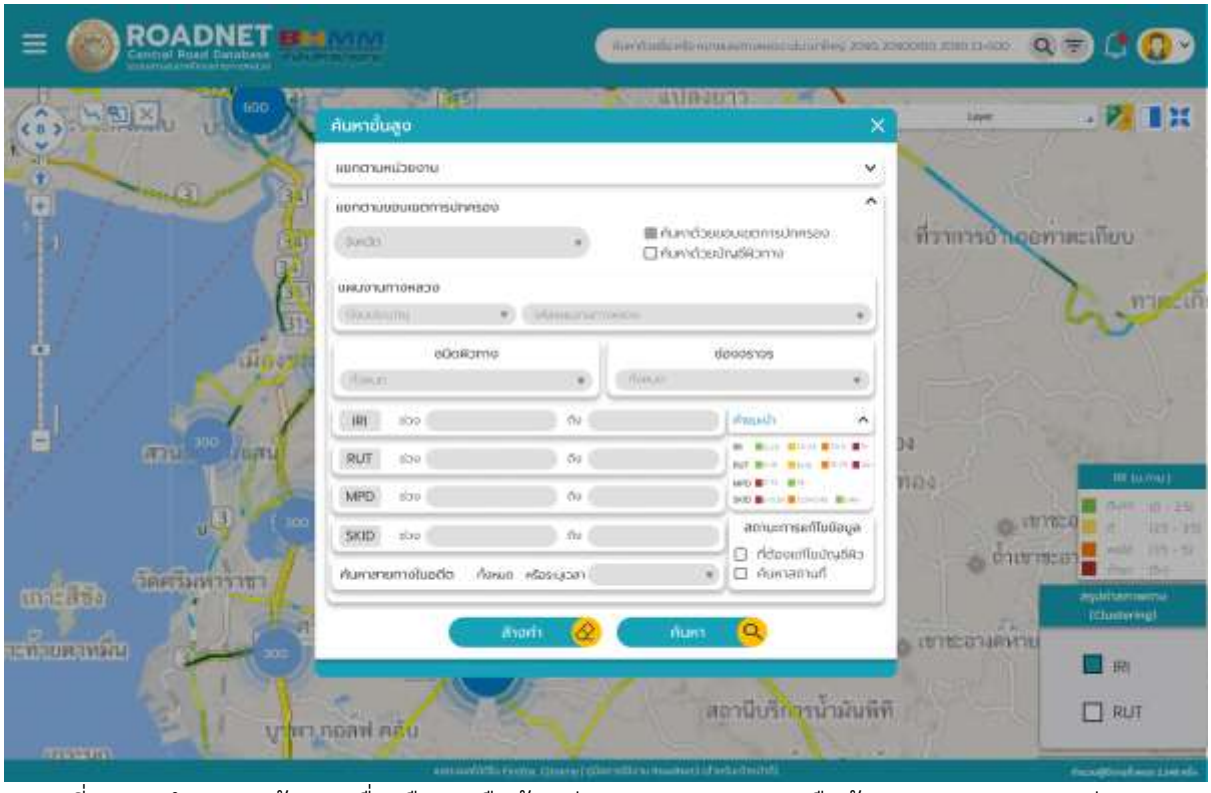


รูปที่ 2-65 นำเสนอหน้าจอเครื่องมือการสืบค้นกลุ่มประชาชน ตามการสืบค้นสายทางแยกตามขอบเขตการปกครอง

สำหรับการใช้งานเครื่องมือสืบค้นของกลุ่มเจ้าหน้าที่ จะมีรายละเอียดการใช้งานแตกต่างจากกลุ่มประชาชน โดยการสืบค้นของเจ้าหน้าที่ที่มีบัญชีเข้าใช้งานระบบ Roadnet สามารถที่สืบค้นข้อมูลเชิงลึกในด้านของข้อมูลค่าสภาพทางต่าง ๆ ได้ รวมทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลแผนงานโครงการก่อสร้างต่าง ๆ จากการเชื่อมโยงการให้บริการข้อมูลจากระบบ Plannet เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถเรียกดูข้อมูลซ้อนทับกันอย่างมีนัยสำคัญได้



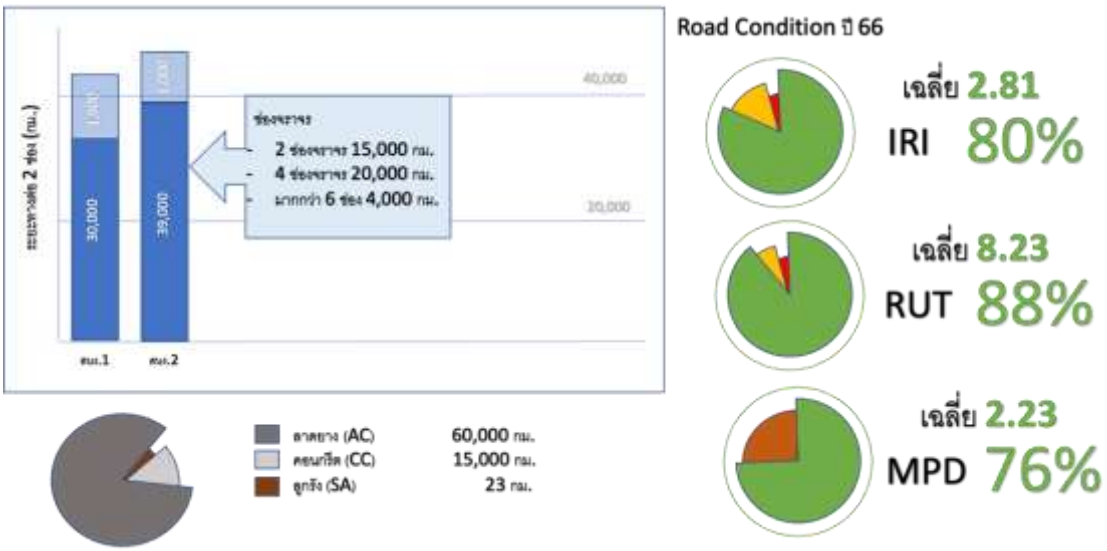
รูปที่ 2-66 นำเสนอหน้าจอเครื่องมือการสืบค้นกลุ่มเจ้าหน้าที่ ตามการสืบค้นสายทางแยกตามหน่วยงาน



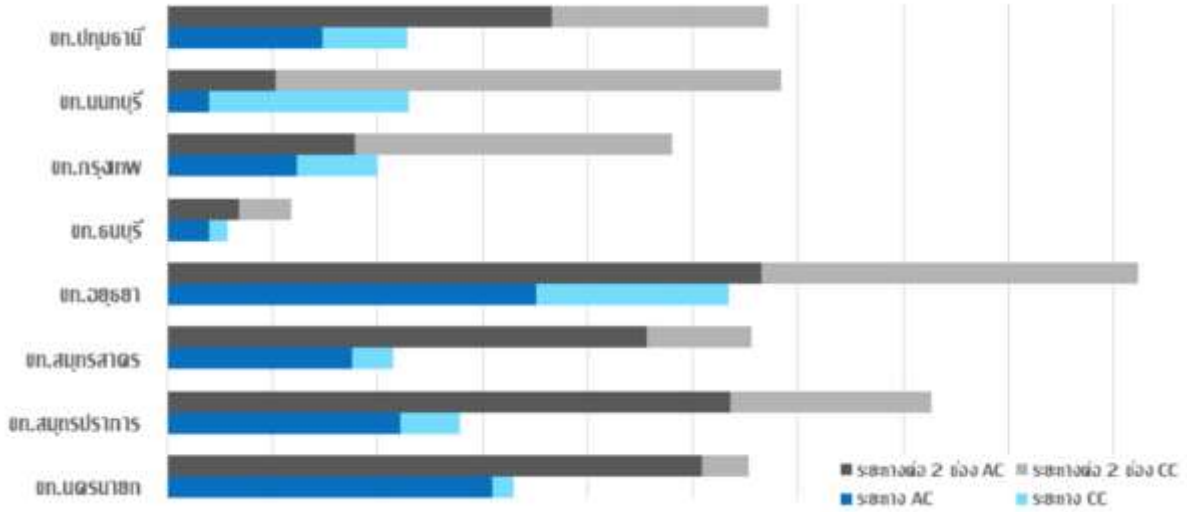
รูปที่ 2-67 นำเสนอหน้าจอเครื่องมือการสืบค้นกลุ่มประชาชน ตามการสืบค้นสายทางแยกตามหน่วยงาน

แนวทางการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาฟังก์ชันการแสดงหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard)

นอกจากนี้ทางที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวม ข้อเสนอแนะเพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาการใช้งานหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) โดยที่ปรึกษาได้สรุปแผนผังแนวคิดสำหรับการพัฒนาเครื่องมือดังกล่าว และได้เสนอหน้าจอตัวอย่างการใช้งาน ดังนี้



รูปที่ 2-68 ตัวอย่างการแสดงภาพรวมสรุปข้อมูล ข้อมูลสรุประยะทาง / ระยะทางต่อ 2 ช่อง >> ข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีผิวทาง >> ข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง (1)



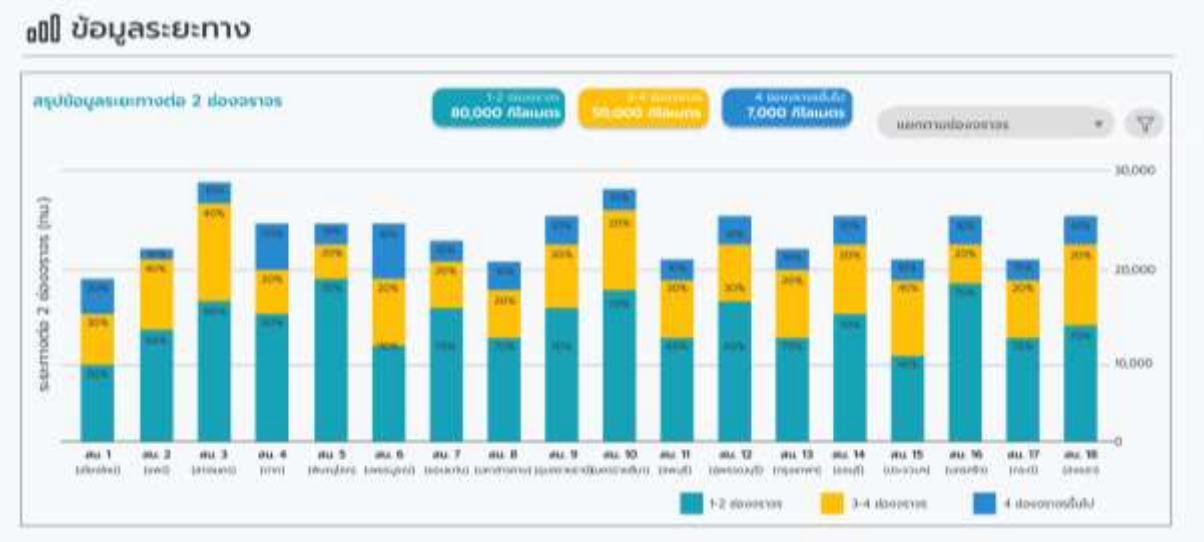
รูปที่ 2-69 ตัวอย่างการแสดงภาพรวมสรุปข้อมูล ข้อมูลสรุประยะทาง / ระยะทางต่อ 2 ช่อง >> ข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีผิวทาง >> ข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง (2)

จากแนวคิดทางการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาฟังก์ชันการแสดงหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) ที่ปรึกษาได้จัดทำตัวอย่างหน้าจอแสดงผลเพื่อการแสดงข้อมูลสรุปภาพรวม และจัดประชุมหารือกับทางคณะกรรมการเพื่อเสนอรูปแบบการพัฒนาหน้าจอการแสดงชุดข้อมูลสรุปภาพรวม (Dashboard) บนหน้าระบบ Roadnet โดยจากการรวบรวมความต้องการด้านการใช้ข้อมูลจากผู้ใช้งานระบบ จึงได้ข้อสรุปกลุ่มข้อมูลหลัก ๆ สำหรับการนำเสนอภาพรวม ประกอบด้วย ข้อมูลสรุประยะทาง / ระยะทางต่อ 2 ช่อง, ข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีผิวทาง และข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง ตามลำดับ จากความต้องการใช้งานข้อมูลจากการประชุมรับฟังความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบ Roadnet (User Requirement)

ทั้งนี้ที่ปรึกษาได้ทำการเสนอหน้าจอการแสดงข้อมูลสรุปภาพรวมเพื่อตอบสนองการใช้งานระบบ Roadnet ดังนี้

1. Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง / ระยะทางต่อ 2 ช่อง โดยแยกตามประเภทถนน

รูปที่ 2-70 หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง/ระยะทางต่อ 2 ช่อง โดยแยกตามประเภทถนน

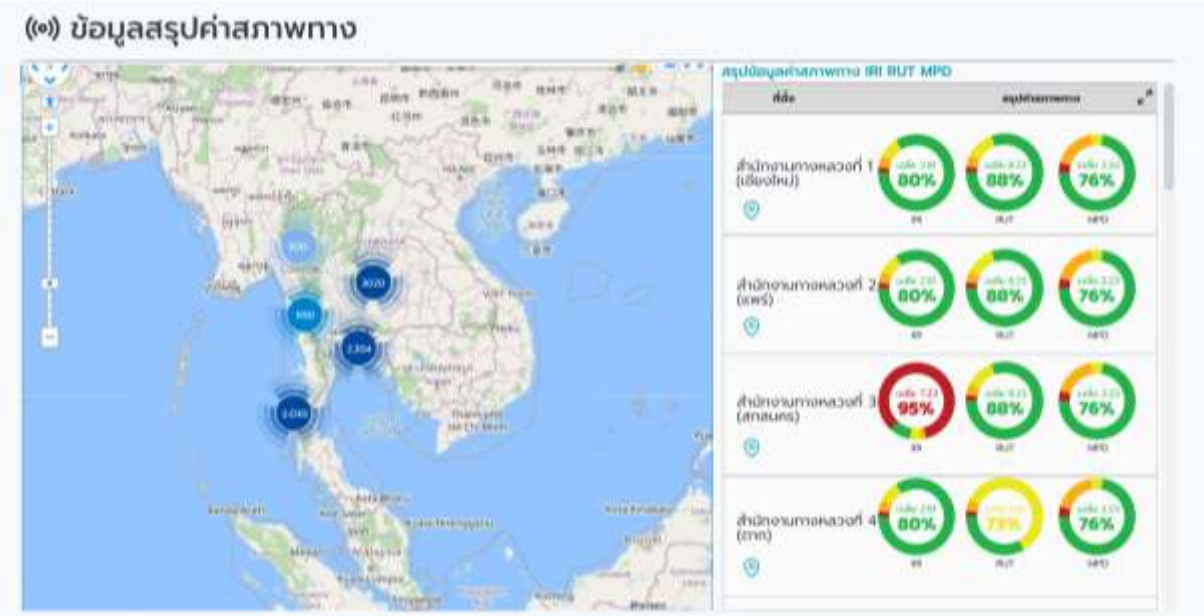


รูปที่ 2-71 หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง/ระยะทางต่อ 2 ช่อง โดยแยกตามช่องจราจร

2. Dashboard ข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

รูปที่ 2-72 หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

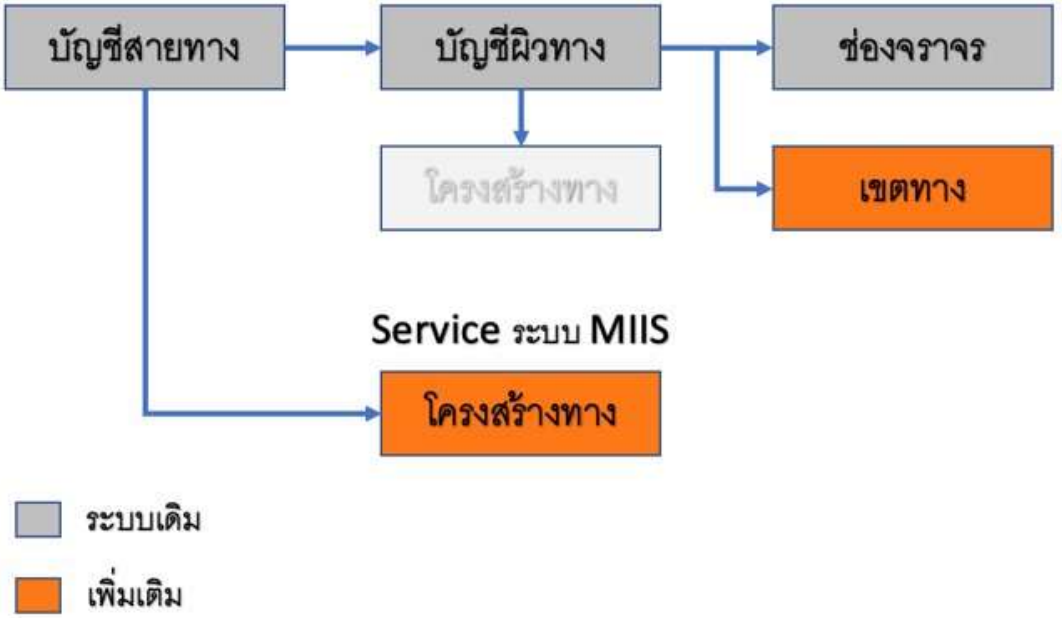
3. Dashboard ข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง



รูปที่ 2-73 หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง

แนวทางการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และฟังก์ชันโครงสร้างและกายภาพทาง

จากการรวบรวมข้อเสนอแนะและปัญหาที่พบสำหรับการใช้งาน ทั้งฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางและฟังก์ชันโครงสร้างและกายภาพทาง ที่ปรึกษาได้เสนอแนวคิดและกรอบการพัฒนาการปรับปรุงการใช้งานฟังก์ชันดังกล่าว ดังนี้



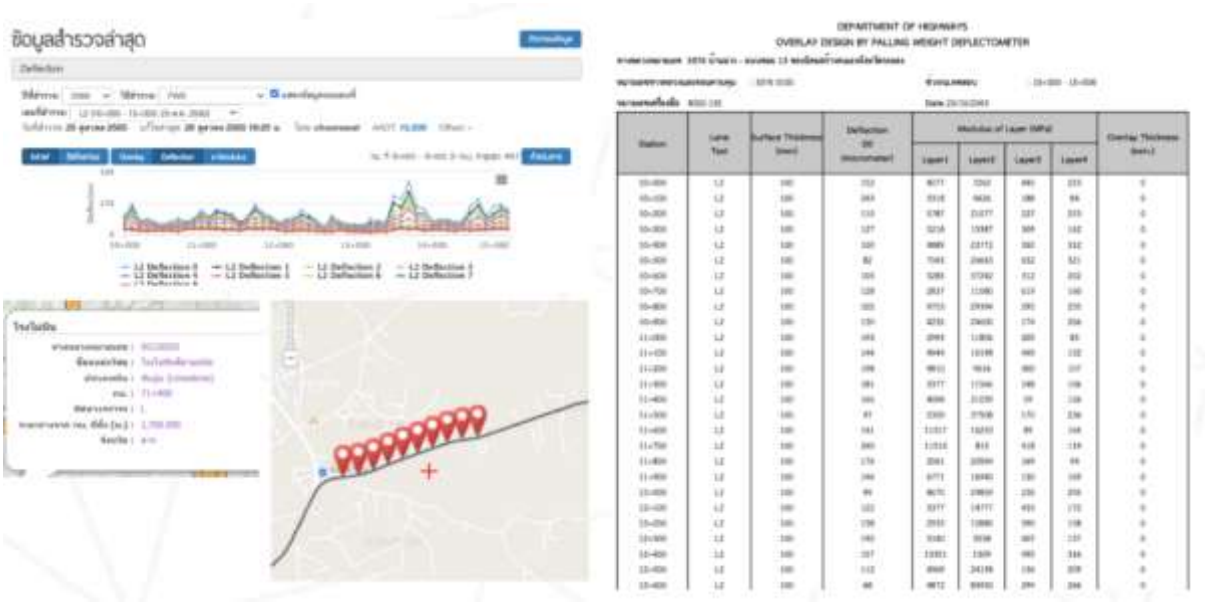
รูปที่ 2-74 แผนผังแสดงแนวคิดและกรอบการพัฒนาการปรับปรุงการใช้งานฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางและฟังก์ชันโครงสร้างและกายภาพทาง

"ข้อมูลเขตทาง" เนื่องด้วยข้อมูลเขตทางมีการแบ่งช่วงที่ละเอียด และต้องนำข้อมูลดังกล่าวใช้ในงานความปลอดภัย ดังนั้นในการออกแบบจึงเสนอให้มีฐานข้อมูลแยกออกจากเดิม

"ข้อมูลโครงสร้างทาง" ระบบ MIIS มีการจัดเก็บข้อมูลไว้ โดยมีข้อมูลความหนาที่ใช้วิเคราะห์ค่า E-modulus แยกเป็น Layer ข้อมูลโรงโม่หิน เป็นต้น

รูปที่ 2-75 แผนผังแสดงแนวทางแก้ไขประเด็นเกี่ยวกับการใช้งาน “ฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง”

จากการศึกษารูปแบบข้อมูลเขตทาง พบกว่าข้อมูลเขตทางที่ทางหน่วยงานภูมิภาคเป็นผู้ดูแลนั้น มีความละเอียดสูงระดับ 100 เมตร และมีความถี่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นตัวข้อมูลอาจจะไม่สอบข้อกับข้อมูลลักษณะผิวทาง อีกทั้งรูปแบบการใช้ข้อมูลเขตทางจะเป็นการผูกติดกับตัวข้อมูลบัญชีสายทางเป็นส่วนใหญ่ และเวลานำไปใช้ประกอบในการตัดสินใจได้ง่ายและสะดวกขึ้น รวมทั้งการนำเข้าข้อมูลก็สะดวกเช่นกัน

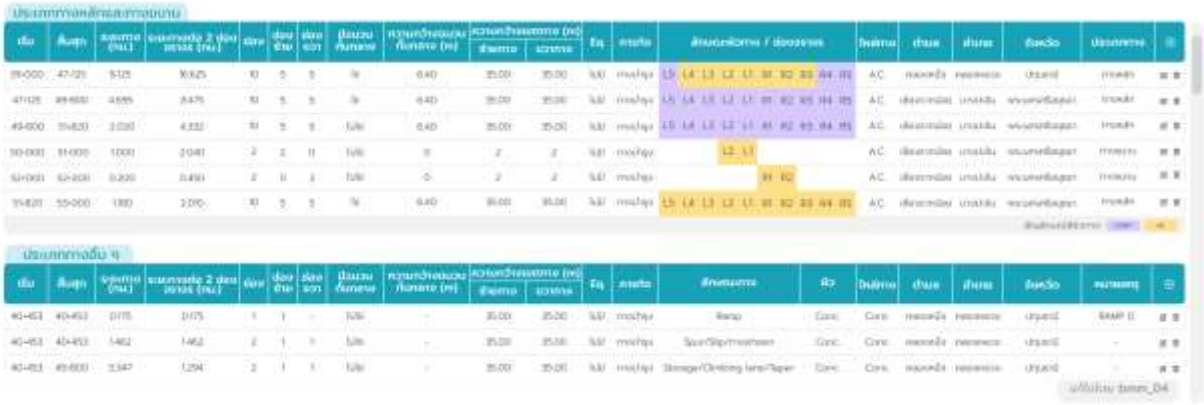


รูปที่ 2-76 แผนผังแสดงแนวทางแก้ไขประเด็นเกี่ยวกับการใช้งาน “ฟังก์ชันข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทาง”

จากแนวคิดทางการวิเคราะห์และออกแบบการพัฒนาฟังก์ชันการแสดงหน้าจอ ฟังก์ชันข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และฟังก์ชันโครงสร้างและกายภาพทาง ที่ปรึกษาได้ทำการเสนอหน้าจอระบบสำหรับการใช้งานระบบกับทางคณะกรรมการเพื่อพิจารณา โดยเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขลักษณะข้อมูลบัญชีผิวทางและข้อมูลโครงสร้างทางกายภาพ ตามข้อสรุปจากการรับฟังความต้องการการใช้งานของผู้ใช้งานระบบ Roadnet (User Requirement) ประกอบด้วย การเสนอหน้าจอการใช้งานระบบสำหรับฟังก์ชันการใช้งาน ดังนี้

1. ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ที่ปรึกษาได้หารือเกี่ยวการปรับปรุงการแสดงข้อมูลลักษณะผิวทางให้สอดคล้องกับการทำงานของเจ้าหน้าที่ ผู้ที่เข้ามาบริหารข้อมูลและผู้ที่ต้องการข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ โดยปรับปรุงข้อมูลให้รองรับการแสดงลักษณะผิวทางตามช่องจราจร เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริง และครบถ้วน อีกทั้งมีการแยกประเภทสายทางตามรูปแบบการใช้งานปัจจุบันของสำนักบริหารบำรุงทาง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ประเภททางหลักและทางขนา และ ประเภททางอื่น ๆ โดยมีรูปแบบหน้าจอการใช้งานระบบส่วนของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ดังนี้

รูปที่ 2-77 หน้าจอแสดงข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง



รูปที่ 2-78 หน้าจอแสดงข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง (ขยาย)

2. ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อเสนอแนะและลักษณะการใช้ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทางของผู้ใช้งานระบบ โดยรวบรวมและศึกษาข้อมูลบนระบบ Roadnet และเข้ารับฟังข้อเสนอแนะ ด้านการให้บริการข้อมูลโครงสร้างและกายภาพที่ เพื่อสรุปรูปแบบการปรับปรุงหน้าจอ โดยที่ปรึกษาได้ เสนอรูปแบบหน้าจอการใช้งานโครงสร้างและกายภาพ ดังนี้

เริ่ม	สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	มาตรฐานชั้นทาง	ความกว้างผิวทาง (m) ต่อช่องจราจร	ความกว้างไหล่ทาง (m)		จำนวนเลน	ผิว	ความหนาผิวทาง	⊕
					ทางซ้าย	ทางขวา				
39+000	47+125	8.125	พิเศษ	3.5	2	2	10	AC	-	
40+453	40+453	0.175	ไม่ระบุ	-	-	-	1	Conc.	-	
40+453	40+453	1.462	ไม่ระบุ	-	-	-	2	Conc.	-	
40+453	45+800	5.347	ไม่ระบุ	-	-	-	2	Conc.	-	
47+125	51+820	4.695	พิเศษ	3.5	2	2	10	Conc.	-	

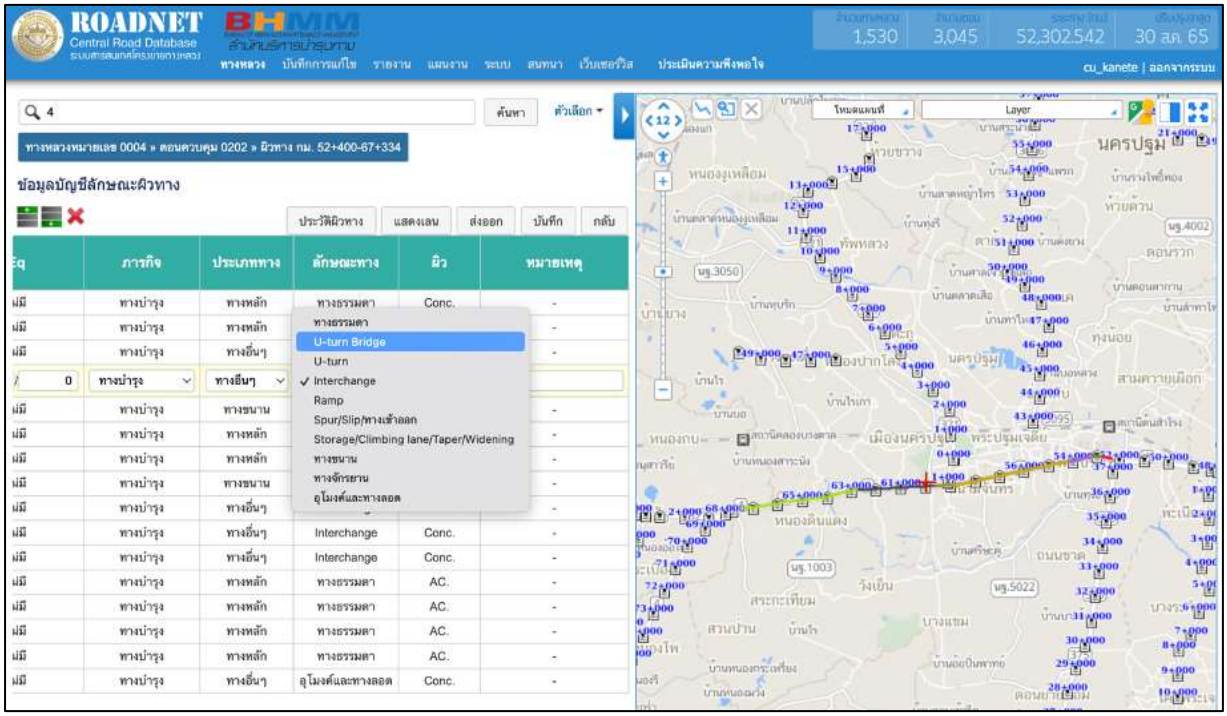
แก้ไขโดย bmm_04

รูปที่ 2-79 ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ

รูปที่ 2-80 ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ (ขยาย)

2.2 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน ลดความซ้ำซ้อนในการนำเข้าข้อมูลรองรับโครงสร้างข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางในระดับ ทางหลัก ทางขนาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เช่น สะพานกลับรถ (U-Turn) ทางแยกต่างระดับขนาดใหญ่ (Interchange) เป็นต้น โดยพิจารณาถึงกลุ่มผู้ใช้งาน สำนักบริหารบำรุงทาง และหน่วยงานอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงให้ครอบคลุมการใช้งานระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยงข้อง รองรับระบบบูรณาการข้อมูลร่วมกันในอนาคต ทั้งในส่วนของกรมทางหลวง และกระทรวงคมนาคม

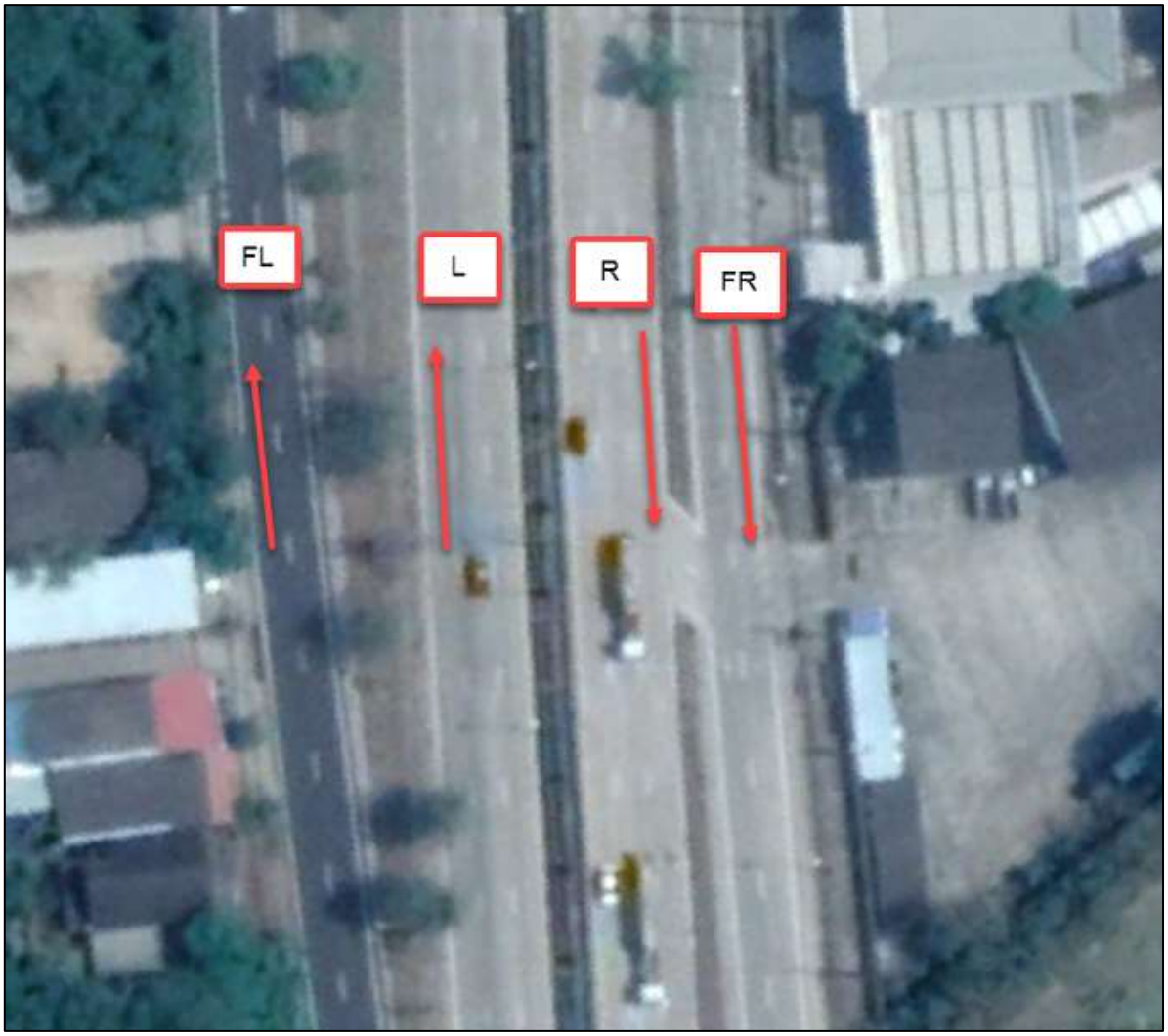
การแสดงผลข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ซึ่งเป็นข้อมูลลักษณะทางกายภาพของสายทางที่สามารถแสดงผลผ่านระบบ Roadnet ได้ในปัจจุบัน แต่ด้วยการใช้งานที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลประเภททางที่มากขึ้น รวมทั้งการเก็บข้อมูลให้มีความละเอียดขึ้น เพื่อนำไปพัฒนากระบวนการวางแผนบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงได้อย่างครอบคลุม รวมทั้งรูปแบบการเก็บข้อมูลยังไม่มีแบบแผนที่ชัดเจน เพื่อให้แต่ละหน่วยงานตามแขวงทางหลวงได้จัดเก็บข้อมูลได้ตรงกัน และมีรูปแบบที่ชัดเจน จึงเป็นเหตุให้ต้องรับความต้องการใช้งานผ่านระบบ Roadnet



รูปที่ 2-81 แสดงผลข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางบนระบบ Roadnet

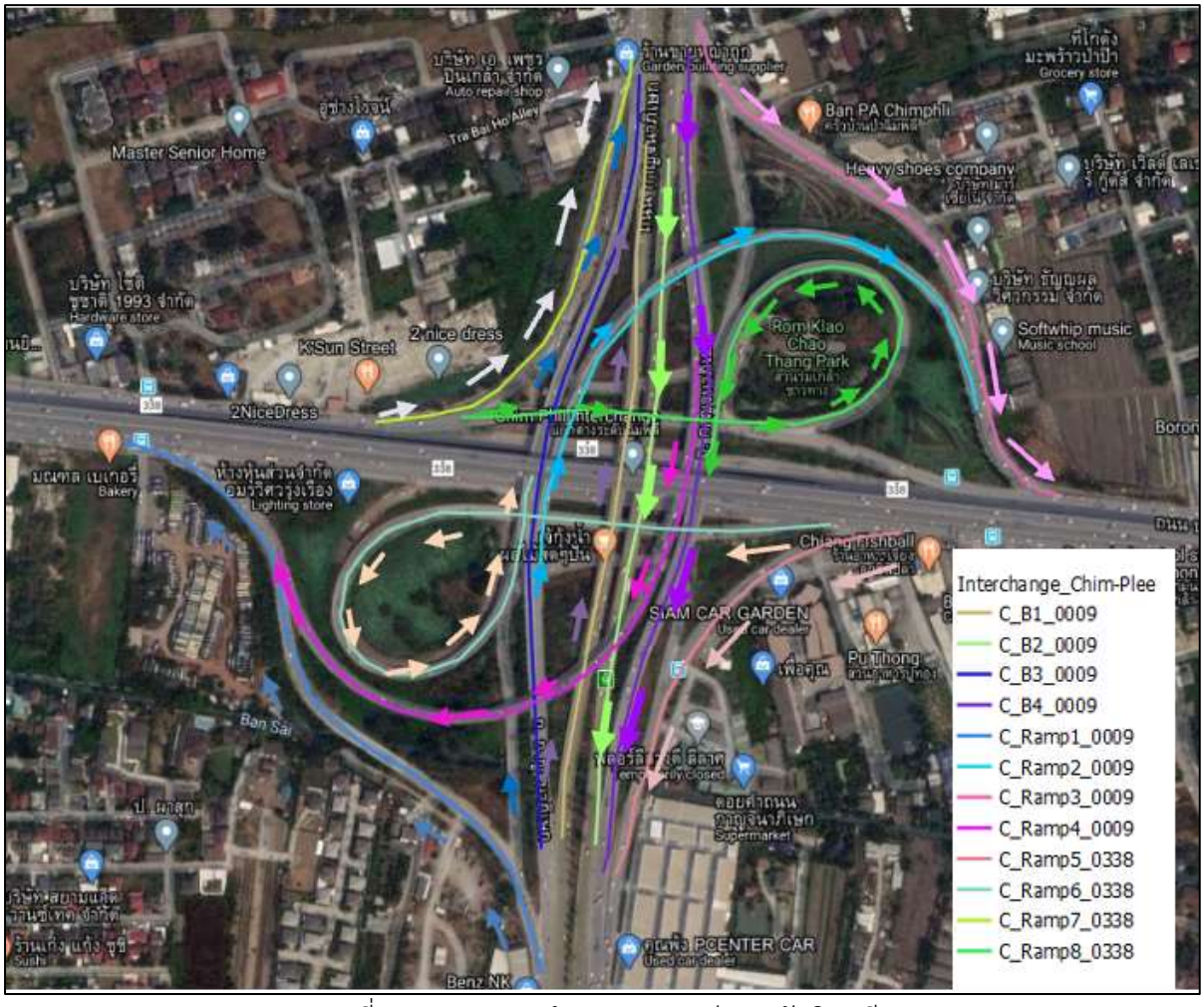
รวมทั้งวิเคราะห์การใช้งานทางฝั่งเจ้าหน้าถึงความเหมาะสมต่อการใช้งานลดการจัดเก็บข้อมูลให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานแยกประเภทผิวทางเป็นหลักเพื่อให้การส่งออกข้อมูลมีความถูกต้องสามารถนำไปดำเนินการวางแผนการสำรวจข้อมูลแต่ละประเภทผิวทางได้โดยง่าย ส่วนข้อมูลภายในที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจจะศึกษารายละเอียดของแต่ละตัวข้อมูลเพื่อทำวิเคราะห์ความเหมาะสมในการจัดเก็บและนำไปสู่การออกแบบให้สอดคล้องและสามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลอื่นๆ ได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนั้นผลของการออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลจะต้องไม่กระทบต่อการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังระบบอื่น ๆ ที่ได้มีการบูรณาการร่วมกัน

รูปแบบของโครงสร้างข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางในระดับ ทางหลัก ทางขนาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เช่น สะพานกลับรถ (U-Turn) ทางแยกต่างระดับขนาดใหญ่ (Interchange) เป็นต้น มีตัวอย่างข้อมูลดังนี้



รูปที่ 2-82 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน

รูปที่ 2-83 แสดงจุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ U – turn



รูปที่ 2-84 แผนการสำรวจของทางต่างระดับฉิมพลี

ดังนั้นทางที่ปรึกษาดำเนินการศึกษารูปแบบโครงสร้างของตัวข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางในระดับ ทางหลัก ทางขนาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เช่น สะพานกลับรถ (U-Turn) ทางแยกต่างระดับขนาดใหญ่ (Interchange) เป็นต้น เพื่อให้เข้าใจรูปแบบของโครงสร้าง รวมทั้งการตั้งชื่อหรือแม้แต่การนับระยะทางเพื่อให้การออกแบบสอดคล้องต่อการใช้งานจริงของเจ้าหน้าที่นอกจากนั้นทำการศึกษาเพิ่มเติมกรณีมีลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยเบื้องต้นข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน ลดความซ้ำซ้อนในการนำเข้าข้อมูลรองรับโครงสร้างข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางในระดับ ทางหลัก ทางขนาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ และได้ทำการสรุปข้อมูลประเภทสายทาง และทรัพย์สินเพื่อต่อยอดการเชื่อมโยงข้อมูลอย่างบูรณาการข้อมูลร่วมกัน โดยระบบ Roadnet จะทำการปรับปรุงข้อมูลประเภททางอื่น ๆ ให้อยู่ในหมวดของ **ทรัพย์สินประเภทที่มีระยะทาง โดยอยู่ในหมวดของการซ่อมบำรุงปกติ** ซึ่งจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง โดยจะประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

คำจำกัดความ : ทรัพย์สินประเภทที่มีระยะทาง โดยอยู่ในหมวดของการซ่อมบำรุงปกติ

รายการทรัพย์สินที่แสดงหน้าทรัพย์สิน และหน้ารายละเอียด
สายทางรวม :

1. อุโมงค์หรือทางลอด
2. U-Turn Bridge
3. U-Turn
4. Interchange
5. ทางจักรยาน

รูปที่ 2-85 รายการข้อมูลประเภทสายทางอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงจากระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง

นอกจากนี้แนวทางการปรับปรุงการแสดงข้อมูลประเภททางอื่น ๆ บนหน้าจอบัญชีลักษณะผิวทางยังมีประเภททางอื่น ๆ ที่จัดเก็บอยู่ ณ ปัจจุบัน โดยที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมและสรุปรายการบัญชีลักษณะผิวทางประเภททางอื่น ๆ ประกอบด้วย สายทางประเภท Ramp, สายทางประเภท Spur/Slip/ทางเข้าออก และสายทางประเภท Storage/Climbing Lane/Taper/Widening

รายการทรัพย์สินที่หน้าบัญชีสายทาง (ข้อมูลเดิมจาก Roadnet) :

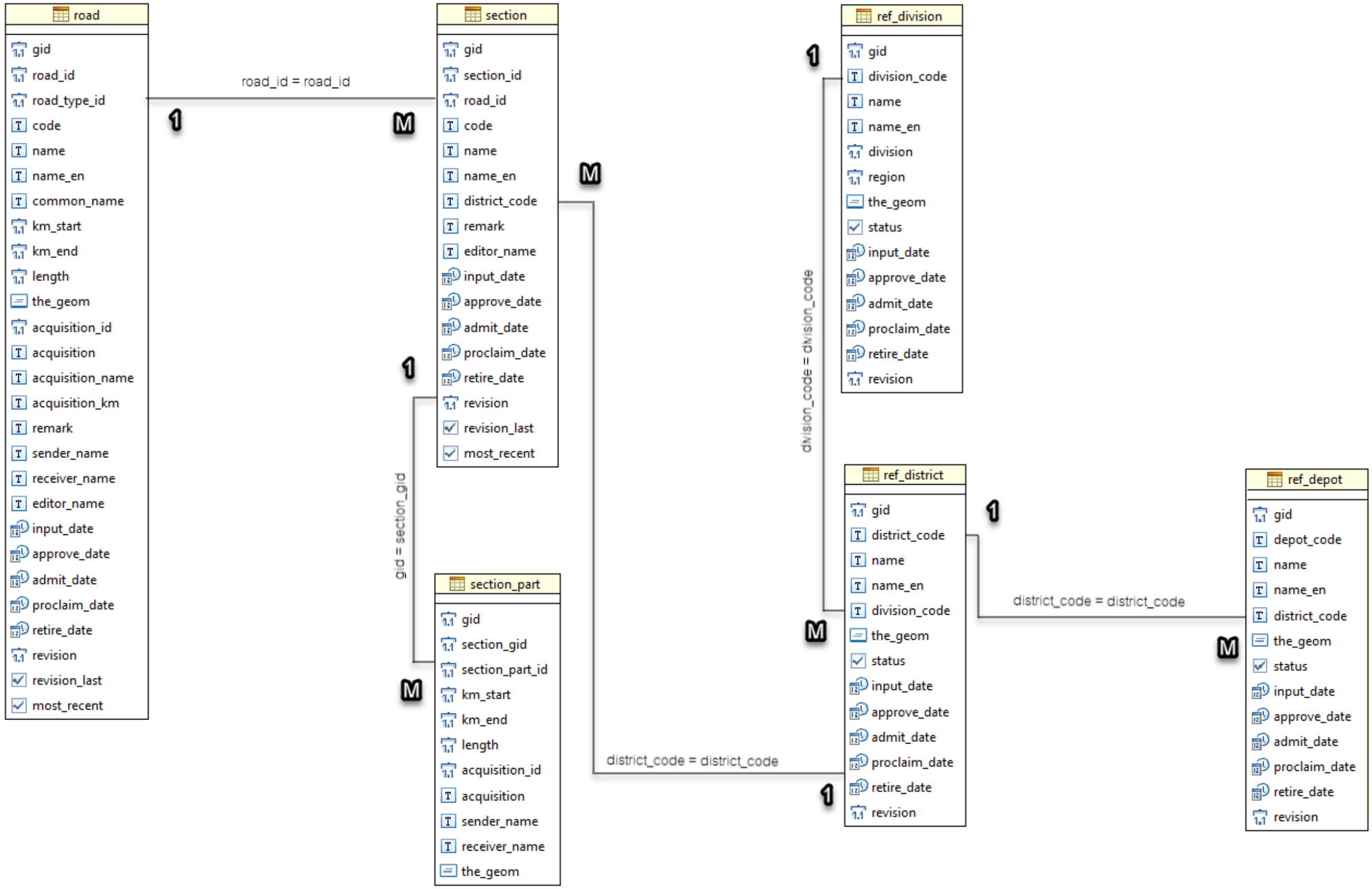
1. Ramp
2. Spur/Slip/ทางเข้าออก
3. Storage/Climbing Lane/Taper/Widening

รูปที่ 2-86 รายการข้อมูลประเภทสายทางอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงจากการจัดเก็บบนระบบ Roadnet

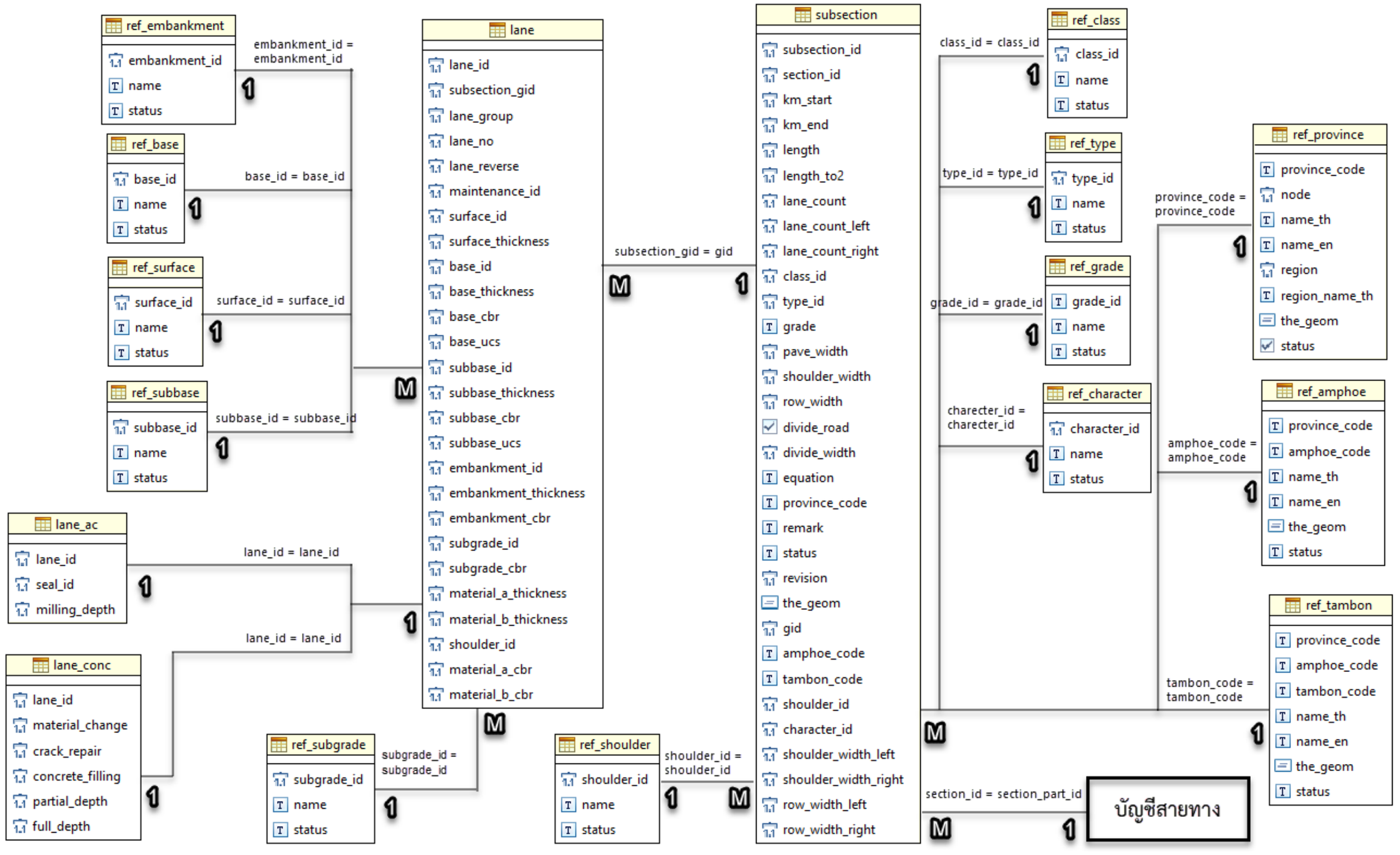
2.3 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีสายทาง บัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ให้สามารถสรุปข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้งานและตามที่กรมทางหลวงกำหนด

ในโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีสายทาง บัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ที่มีการจัดเก็บ ณ ปัจจุบัน จะเป็นการเก็บข้อมูลที่เริ่มต้นจากข้อมูลบัญชีสายทาง ตั้งแต่ส่วนทะเบียนบัญชีสายทาง ละเอียดลงมีจนถึงในส่วนของบัญชีตอนควบคุม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้ทำการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบค้นหา คือ ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง หรือระบบ HRIS ของสำนักแผนงาน กรมทางหลวง ที่เป็นแกนหลักในการให้บริหารข้อมูลทะเบียนสายทาง ต่อจากนั้นข้อมูลจะค่อย ๆ เพิ่มความละเอียดมากขึ้น ลงรายละเอียดถึงข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง เนื่องด้วยโครงสร้างพื้นฐานภายในหนึ่งบัญชีสายทางมีองค์ประกอบของผิวทางภายอย่างประกอบร่วมกัน เช่น ผิวคอนกรีต และผิวลาดยาง เป็นต้น ร่วมทั้งรายละเอียดของชนิดโครงสร้างหรือประเภททาง เช่น ทางหลัก ทางขนาน สะพาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เช่น สะพานกลับรถ (U-Turn) ทางแยกต่างระดับขนาดใหญ่ (Interchange) เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวสามารถจัดเก็บลงในระบบฐานข้อมูล Roadnet ได้ ส่วนสุดท้ายเป็นข้อมูลสำรวจสภาพทางซึ่งจะมีความเชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะผิวทาง เนื่องด้วยการสำรวจข้อมูลสภาพทางจำเป็นต้องใช้ข้อมูลลักษณะผิวทางเป็นเกณฑ์ในการสำรวจ เพื่อได้เป็นแหล่งข้อมูลก่อนที่จะดำเนินการส่งให้กระบวนบริหารและวางแผนงานบำรุงต่อไป

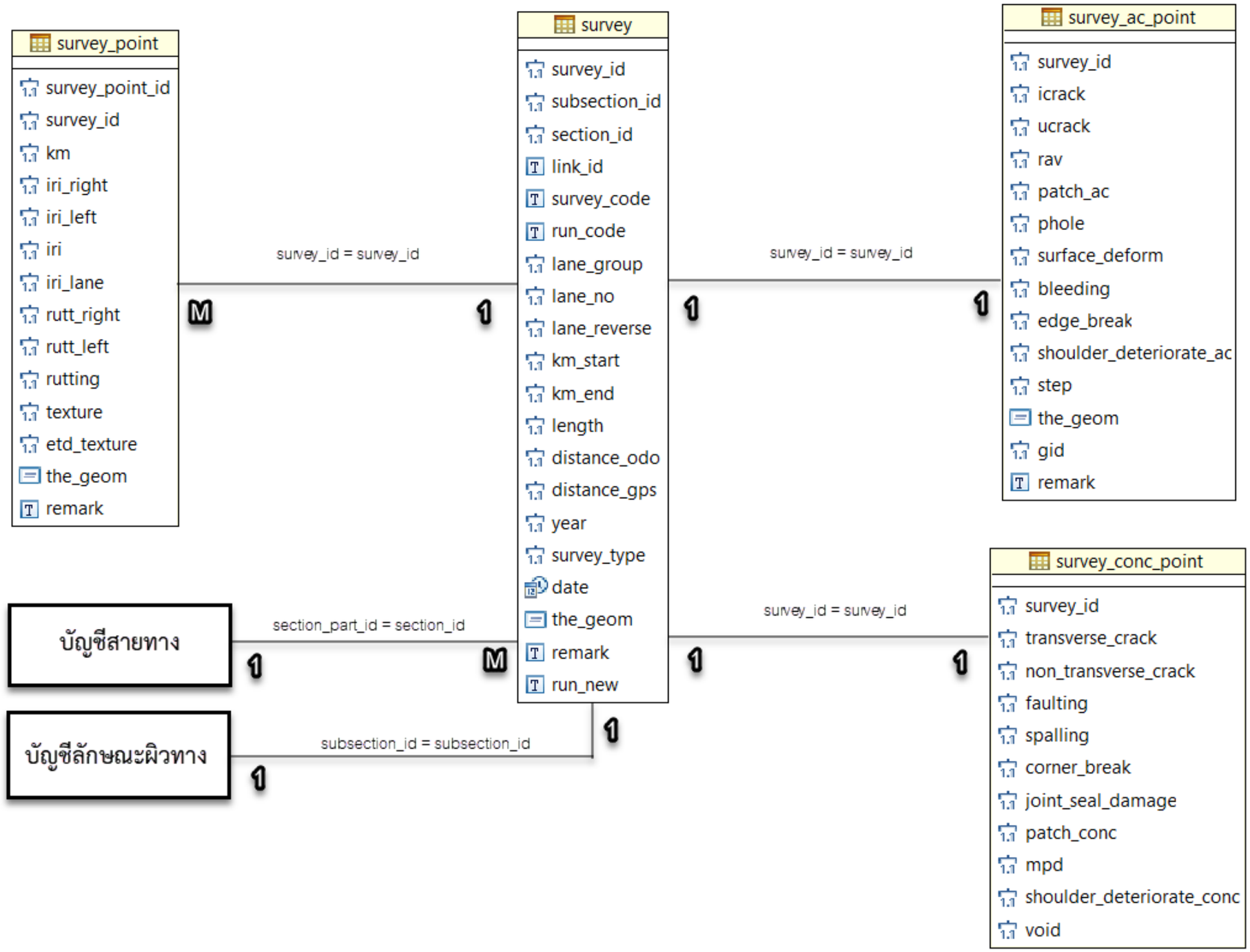
โครงสร้างระบบฐานข้อมูล ER Diagram และ พจนานุกรมข้อมูล Data Dictionary



รูปที่ 2-87 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง



รูปที่ 2-88 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง



รูปที่ 2-89 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง

ดังนั้นในการในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่อาจจะต้องเพิ่มเติมจากเดิมจะยึดแนวทางในการออกแบบเชิงเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ครอบคลุมต่อการทำงานในปัจจุบัน รวมถึงวางแผนคาดการณ์ข้อมูลที่ต้องใช้เพื่อรองรับการใช้งานในอนาคติ และเพื่อลดผลกระทบกับผลลัพธ์ของการออกแบบจะไม่กระทบต่อกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลแต่ละระบบ รวมถึงกระบวนทำงานผ่านระบบ Roadnet เพื่อการใช้งานอย่างต่อเนื่องของเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง

2.4. ที่ปรึกษาจะต้องกำหนดรูปแบบการให้บริการข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง พร้อมระบุค่าพิกัดอ้างอิงบนพื้นผิวโลกเพื่อรองรับแลกเปลี่ยน เชื่อมโยงข้อมูล พร้อมคำอธิบายข้อมูล (Metadata Standard) อย่างเป็นระบบเพื่อให้ผู้ใช้งาน หรือผู้พัฒนาระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างสะดวกชัดเจน

ที่ปรึกษาจะนำผลการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง มาดำเนินการสร้างชุดคำอธิบายข้อมูล (Metadata) โดยระบุรายละเอียดแหล่งข้อมูล และคำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ข้อมูลทราบว่าข้อมูลมาจากแหล่งใด มีรูปแบบอย่างไร ช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูล และใช้ประโยชน์ในการจัดทำบัญชีข้อมูล (Data Catalog) ของระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองค์กร

สำหรับมาตรฐานคำอธิบายข้อมูล (Metadata Standard) คือ การกำหนดรูปแบบคำอธิบายข้อมูลเพื่อให้เข้าใจได้ถูกต้องตรงกันภายใต้ข้อกำหนด ISO/IEC 11179 และ Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) กล่าวคือ ต้องมีการแสดง ชื่อชุดข้อมูล ชื่อเจ้าของข้อมูล คำอธิบายข้อมูล ขอบเขตการจัดเก็บ รูปแบบข้อมูล ภาษา สิทธิการเข้าถึง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้พัฒนาระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถมีความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูล และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างสะดวก ชัดเจน โดยการกำหนดรูปแบบการให้บริการข้อมูล ซึ่งเป็นการกำหนดมาตรฐานคำอธิบายข้อมูล (Metadata) สำหรับชุดข้อมูลภาครัฐ เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐนำมาตรฐานดังกล่าวไปใช้จัดทำบัญชีข้อมูลของหน่วยงานได้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

1. **คำอธิบายชุดข้อมูลส่วนหลัก (Mandatory Metadata)** เป็นรายละเอียดคำอธิบายชุดข้อมูลส่วนหลักที่ทุกชุดข้อมูลจำเป็นต้องมี โดย 1 ชุดข้อมูล ประกอบด้วยคำอธิบายข้อมูลจำนวน 14 รายการ ได้แก่ ประเภทข้อมูล ชื่อชุดข้อมูล องค์กร ชื่อผู้ติดต่อ อีเมลผู้ติดต่อ คำสำคัญ รายละเอียด วัตถุประสงค์ ความถี่ของการปรับปรุงข้อมูล ขอบเขตเชิงภูมิศาสตร์หรือเชิงพื้นที่ แหล่งที่มา รูปแบบในการเก็บข้อมูล หมวดหมู่ข้อมูลตามธรรมาภิบาลข้อมูลภาครัฐ และสัญญาอนุญาตให้ใช้ข้อมูล

2. **คำอธิบายชุดข้อมูลทางเลือก (Optional Metadata)** เป็นส่วนของรายละเอียดคำอธิบายชุดข้อมูลเพิ่มเติมที่ช่วยให้รายละเอียดของคำอธิบายชุดข้อมูลมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
3. **พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)** เป็นส่วนหนึ่งของเมทาดาตาที่มีหน้าที่อธิบายข้อมูลภายในชุดข้อมูลอย่างละเอียดเป็นรายตัวแปร (Attribute) เพื่อสนับสนุนให้ผู้ที่ต้องการใช้ข้อมูลสามารถเข้าใจชุดข้อมูลในระดับตัวแปร มีประโยชน์ในการตัดสินใจว่าชุดข้อมูลนั้นมีข้อมูลตามที่ผู้ต้องการใช้กำลังค้นหาอยู่หรือไม่ โดยมีส่วนที่บังคับต้องทำการอธิบายข้อมูลรายตัวแปร 3 รายการ ได้แก่ ชื่อตัวแปรข้อมูล ชนิดของตัวแปรข้อมูล และคำอธิบายตัวแปรข้อมูล

รูปที่ 2-90 ตัวอย่างคำอธิบายชุดข้อมูลส่วนหลัก (Mandatory Metadata)

รูปที่ 2-91 ตัวอย่างคำอธิบายชุดข้อมูลทางเลือก (Optional Metadata)

No.	ชื่อรายการ	คำอธิบาย	ตัวเลือก / รูปแบบ
1	Name	ชื่อตัวแปรข้อมูล	Text
2	Data Type	ชนิดของตัวแปรข้อมูล	เลือกใช้ตัวอย่างกลุ่มของชนิดข้อมูลสำหรับ Data Dictionary จากแหล่งต่าง ๆ เช่น MariaDB Data Types, Microsoft Access Data Types, JSON Data Types เป็นต้น
3	Description	คำอธิบายตัวแปรข้อมูล	Text
4	Required	ข้อมูลไม่สามารถเป็นค่าว่าง (null) ได้หรือไม่	สำหรับฐานข้อมูลเลือก YES / NO สำหรับชุดข้อมูลอื่น ๆ เลือก true / false
5	Example	แสดงข้อมูลจริงจากหนึ่งตัวอย่างข้อมูล (sample)	ขึ้นอยู่กับตัวอย่างข้อมูล

รูปที่ 2-92 ตัวอย่างคำอธิบายพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ทางที่ปรึกษาได้คำนึงถึงรูปแบบที่เป็นมาตราฐานและรายละเอียดการได้มาของข้อมูลจึงได้กำหนด metadata เพื่อให้ทราบถึงหน่วยงานที่ดูแล และความถี่ของข้อมูล นอกจากนั้นทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมความต้องการจากเจ้าหน้าที่ ถึงความต้องการใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ และได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องพร้อมจัดทำคำอธิบายข้อมูล metadata ของชุดข้อมูล ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานภายนอก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-9 ข้อกำหนดด้านคำอธิบายข้อมูล (Metadata)

ลำดับที่	รายการ Metadata	ความหมาย	การบังคับ
1	Dataset title	ชื่อชุดข้อมูล	Mandatory
2	Dataset reference date	วันที่อ้างอิงของชุดข้อมูล	Mandatory
3	Dataset responsible party	ผู้รับผิดชอบชุดข้อมูล	Optional
4	Geographic location of the dataset (by four coordinates or by geographic identifier)	พื้นที่ครอบคลุมของข้อมูล (โดยค่าพิกัดมุมล่างซ้ายและค่าพิกัดมุมบนขวาของพื้นที่ครอบคลุม)	Conditional
5	Dataset language	ภาษาของชุดข้อมูล	Mandatory
6	Dataset character set	รหัสอักษรของชุดข้อมูล	Conditional
7	Dataset topic category	ประเภทหัวข้อของชุดข้อมูล	Mandatory
8	Scale of the dataset	มาตราส่วนชุดข้อมูล	Optional
9	Abstract describing the dataset	บทคัดย่อซึ่งอธิบายชุดข้อมูล	Mandatory
10	Dataset format name	ชื่อรูปแบบของชุดข้อมูล	Optional
11	Dataset format version	เวอร์ชันของรูปแบบของชุดข้อมูล	Optional
12	Additional extent information (vertical and temporal)	ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของข้อมูล (ทางดิ่ง ทางเวลา)	Optional
13	Spatial representation type	ชนิดการบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่	Optional
14	Reference system	ระบบอ้างอิง (ระบบพิกัดอ้างอิง)	Optional
15	Lineage statement	ข้อความบอกความเป็นมาและกระบวนการจัดทำข้อมูล	Optional
16	On-line resource	URL ที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูล	Optional
17	Metadata file identifier	รหัสหมายเลข metadata	Optional
18	Metadata standard name	ชื่อมาตรฐาน metadata	Optional
19	Metadata standard version	เวอร์ชันมาตรฐาน metadata	Optional
20	Metadata language	ภาษาข้อมูลใน metadata	Conditional
21	Metadata character set	รหัสตัวอักษรของข้อมูลใน metadata	Conditional
22	Metadata point of contact	การติดต่อเกี่ยวกับ metadata	Mandatory
23	Metadata date stamp	วันที่ของ metadata	Mandatory
24	Data content [0..*]	เนื้อหาข้อมูล	Mandatory
25	Data quality [0..*]	คุณภาพข้อมูล (สามารถรายงานได้หลายค่าสำหรับ scope และ quality element ที่แตกต่างกัน)	Mandatory

ตารางที่ 2-10 Metadata ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง (Road_Surface_Line)

ลำดับที่	รายการ Metadata	ตัวอย่าง Metadata
1	ชื่อชุดข้อมูล	ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง
2	วันที่อ้างอิงของชุดข้อมูล	2565
3	ผู้รับผิดชอบชุดข้อมูล	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
4	พื้นที่ครอบคลุมของข้อมูล	ทั้งประเทศ
5	ภาษาของชุดข้อมูล	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
6	รหัสอักษรของชุดข้อมูล	UTF-8
7	ประเภทหัวข้อของชุดข้อมูล	Transportation and Asset
8	มาตราส่วนชุดข้อมูล	
9	บทคัดย่อซึ่งอธิบายชุดข้อมูล	เส้นตัวแทนตำแหน่งที่มีการแบ่งช่วง กม.เริ่มต้น - สิ้นสุด ทุกการเปลี่ยน แปลงข้อมูลผิวทางและช่องจราจร
10	ชื่อรูปแบบของชุดข้อมูล	API
11	เวอร์ชันของรูปแบบของชุดข้อมูล	1.0
12	ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของข้อมูล (ทางดิ่ง ทางเวลา)	
13	ชนิดการบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่	Database
14	ระบบอ้างอิง (ระบบพิกัดอ้างอิง)	EPSG:4326 - WGS 84
15	ข้อความบอกความเป็นมาและกระบวนการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลจากผลการสำรวจในพื้นที่
16	URL ที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูล	https://roadnet2.doh.go.th/
17	รหัสหมายเลข metadata	
18	ชื่อมาตรฐาน metadata	
19	เวอร์ชันมาตรฐาน metadata	1.0
20	ภาษาข้อมูลใน metadata	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
21	รหัสตัวอักษรของข้อมูลใน metadata	UTF-8
22	การติดต่อเกี่ยวกับ metadata	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
23	วันที่ของ metadata	2566
24	เนื้อหาข้อมูล	
25	คุณภาพข้อมูล	

ตารางที่ 2-11 Metadata ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ

ลำดับที่	รายการ Metadata	ตัวอย่าง Metadata
1	ชื่อชุดข้อมูล	ข้อมูลบัญชีลักษณะทางกายภาพ
2	วันที่อ้างอิงของชุดข้อมูล	อยู่ระหว่างการปรับแก้ไขข้อมูล
3	ผู้รับผิดชอบชุดข้อมูล	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
4	พื้นที่ครอบคลุมของข้อมูล	ทั้งประเทศ
5	ภาษาของชุดข้อมูล	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
6	รหัสอักษรของชุดข้อมูล	UTF-8
7	ประเภทหัวข้อของชุดข้อมูล	Transportation and Asset
8	มาตราส่วนชุดข้อมูล	
9	บทคัดย่อซึ่งอธิบายชุดข้อมูล	เส้นตัวแทนตำแหน่งที่มีการแบ่งช่วง กม.เริ่มต้น - สิ้นสุด ทุกการเปลี่ยน แปลงข้อมูลผิวทางและช่องจราจร
10	ชื่อรูปแบบของชุดข้อมูล	API
11	เวอร์ชันของรูปแบบของชุดข้อมูล	1.0
12	ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของข้อมูล (ทางดิ่ง ทางเวลา)	
13	ชนิดการบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่	Database
14	ระบบอ้างอิง (ระบบพิกัดอ้างอิง)	EPSG:4326 - WGS 84
15	ข้อความบอกความเป็นมาและกระบวนการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลจากผลการสำรวจในพื้นที่
16	URL ที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูล	https://roadnet2.doh.go.th/
17	รหัสหมายเลข metadata	
18	ชื่อมาตรฐาน metadata	
19	เวอร์ชันมาตรฐาน metadata	1.0
20	ภาษาข้อมูลใน metadata	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
21	รหัสตัวอักษรของข้อมูลใน metadata	UTF-8
22	การติดต่อเกี่ยวกับ metadata	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
23	วันที่ของ metadata	อยู่ระหว่างการปรับแก้ไขข้อมูล
24	เนื้อหาข้อมูล	
25	คุณภาพข้อมูล	

ตารางที่ 2-12 Metadata ข้อมูลสำรวจสภาพทาง

ลำดับที่	รายการ Metadata	ตัวอย่าง Metadata
1	ชื่อชุดข้อมูล	ข้อมูลสำรวจสภาพทาง
2	วันที่อ้างอิงของชุดข้อมูล	2566
3	ผู้รับผิดชอบชุดข้อมูล	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
4	พื้นที่ครอบคลุมของข้อมูล	ทั้งประเทศ
5	ภาษาของชุดข้อมูล	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
6	รหัสอักษรของชุดข้อมูล	UTF-8
7	ประเภทหัวข้อของชุดข้อมูล	Transportation and Asset
8	มาตราส่วนชุดข้อมูล	
9	บทคัดย่อซึ่งอธิบายชุดข้อมูล	เส้นตัวแทนตำแหน่งที่มีการแบ่งช่วง กม.เริ่มต้น - สิ้นสุด ทุกการเปลี่ยน แปลงข้อมูลผิวทางและช่องจราจร
10	ชื่อรูปแบบของชุดข้อมูล	API
11	เวอร์ชันของรูปแบบของชุดข้อมูล	1.0
12	ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับขอบเขตของข้อมูล (ทางดิ่ง ทางเวลา)	
13	ชนิดการบันทึกข้อมูลเชิงพื้นที่	Database
14	ระบบอ้างอิง (ระบบพิกัดอ้างอิง)	EPSG:4326 - WGS 84
15	ข้อความบอกความเป็นมาและกระบวนการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลจากผลการสำรวจในพื้นที่
16	URL ที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูล	https://roadnet2.doh.go.th/
17	รหัสหมายเลข metadata	
18	ชื่อมาตรฐาน metadata	
19	เวอร์ชันมาตรฐาน metadata	1.0
20	ภาษาข้อมูลใน metadata	ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ
21	รหัสตัวอักษรของข้อมูลใน metadata	UTF-8
22	การติดต่อเกี่ยวกับ metadata	สำนักบริหารบำรุงทาง (สร.) กรมทางหลวง
23	วันที่ของ metadata	2566
24	เนื้อหาข้อมูล	
25	คุณภาพข้อมูล	

คำอธิบายชุดข้อมูล (Metadata)

คำอธิบายชุดข้อมูล (Metadata) กำหนดรายละเอียดข้อมูลให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO19115 และ ISO19115-2 โดยต้องมีรายการ Metadata ครบตามรายการ core metadata ที่กำหนดในมาตรฐาน เพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลสามารถทำความเข้าใจรายละเอียดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตรงตามคุณสมบัติของข้อมูล

ตารางที่ 2-13 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
1	หน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูล	สำนักบริการและบำรุงทาง กรมทางหลวง
2	ชื่อข้อมูลภาษาไทย	บัญชีลักษณะผิวทาง
	ชื่อข้อมูลภาษาอังกฤษ (ถ้ามี)	Subsection
3	ประเภทหัวข้อของข้อมูล	การคมนาคมขนส่ง (Transportation)
4	วัตถุประสงค์ในการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลประวัติและรายละเอียดต่างๆ ของตอนควบคุมในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง
5	รหัสภาษาที่ใช้ในตาราง Attribute	☐ TIS-620 ☑ UNICODE (UTF-8) ☐ อื่นๆ ระบุ .....
6	ภาษาที่ใช้เก็บข้อมูล	☑ ภาษาไทย ☑ ภาษาอังกฤษ
7	รูปแบบของข้อมูลที่ให้บริการ	☐ Digital file ☑ Vector (File Format).....Shapefile..... Feature Type: ○ Point ◉ Line ○ Polygon ☐ Raster (File Format).....
8	มาตราส่วนที่ใช้อ้างอิง	☐ 1:4,000 ☐ 1:10,000 ☑ 1:25,000 ☐ 1:50,000 ☐ อื่นๆ ระบุ.....
9	ระบบพิกัด	☐ Indian 1975 ☑ WGS 1984 ☐ UTM Zone.....
10	ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่	☑ ทั้งประเทศไทย ☐ อื่นๆ.....
11	วันที่อ้างอิง	☐ วันที่ผลิตข้อมูล (Creation) ..... ☑ วันที่ปรับปรุงข้อมูล (Revision) .....ปี พ.ศ. 2566..... ☐ วันที่ประกาศใช้ข้อมูล (Publication) .....
12	การสำรวจนำเข้าข้อมูล	การสำรวจจัดเก็บข้อมูล.....จัดทำผ่านบัญชีผิวทาง.....
		เครื่องมือจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ ArcGIS ☐ Qgis ☐ Open Street Map ☐ MapInfo ☐ AutoCAD ☑ อื่นๆ ระบุ.....ใช้ Linear ผ่านระบบ Roadnet.....

ตารางที่ 2-13 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
		ฐานข้อมูล/ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ DB2 ☐ ArcSDE ☐ Oracle/Oracle Spatial ☐ MS-SQL/MS-SQL Spatial ☐ MySql ☑ PostgreSQL/PostGIS Spatial ☐ MS-Access ☐ Informix ☐ อื่นๆ ระบุ.....
13	ความครบถ้วนของข้อมูล	☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี... ☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี...
14	แผนการบำรุงรักษา	☐ ไม่มี/ยังไม่มีแผนบำรุงรักษา ☑ มีแผนบำรุงรักษา/ปรับปรุงข้อมูล
15	ความถี่การปรับปรุงข้อมูล	☐ รายเดือน ☐ รายปี ☑ ตามงบประมาณ ☐ อื่นๆ ระบุ.....
16	ประเภทข้อมูลที่ปรับปรุง	☑ Attribute ☐ Service ☐ อื่นๆ ระบุ .....
17	เงื่อนไขการใช้งานข้อมูล (ลิขสิทธิ์)	☑ สามารถคัดลอกหรือเผยแพร่ได้ ☐ ห้ามคัดลอกหรือเผยแพร่ ☐ ห้ามนำข้อมูลไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ☐ อื่นๆ ระบุ.....
18	รูปแบบการใช้งานข้อมูล	☐ ใช้เฉพาะภายในหน่วยงาน ☑ มีให้บริการภายนอกหน่วยงาน ○ เอกชน ○ ราชการ ○ ราชการและสถานศึกษา
19	การบริการข้อมูล	☑ เข้ารับบริการที่หน่วยงานโดยตรง ☑ รับบริการข้อมูลผ่านทาง : Web site : .....http:// https://roadnet2.doh.go.th/..... WMS URL : ..... ☐ อื่นๆ ระบุ..... ☑ ไม่มีค่าใช้จ่าย ☐ มีค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 2-13 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
20	สถานที่ติดต่อขอรับบริการข้อมูล	ที่อยู่ : อาคารพหลโยธิน ชั้น 3 ถ.ศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 E-mail : .....
21	ผู้กรอกข้อมูลคำอธิบายข้อมูล (Metadata)	ชื่อ : ..... ตำแหน่ง : ..... หน่วยงาน : ..... เบอร์โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... วันที่กรอกข้อมูล Metadata.....

ตารางที่ 2-14 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
1	หน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูล	สำนักบริการและบำรุงทาง กรมทางหลวง
2	ชื่อข้อมูลภาษาไทย	บัญชีลักษณะทางกายภาพ
	ชื่อข้อมูลภาษาอังกฤษ (ถ้ามี)	Subsection
3	ประเภทหัวข้อของข้อมูล	การคมนาคมขนส่ง (Transportation)
4	วัตถุประสงค์ในการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลประวัติและรายละเอียดต่างๆ ของตอนควบคุมในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง
5	รหัสภาษาที่ใช้ในตาราง Attribute	☐ TIS-620 ☑ UNICODE (UTF-8) ☐ อื่นๆ ระบุ.....
6	ภาษาที่ใช้เก็บข้อมูล	☑ ภาษาไทย ☑ ภาษาอังกฤษ
7	รูปแบบของข้อมูลที่ให้บริการ	☐ Digital file ☑ Vector (File Format).....Shapefile..... Feature Type: ○ Point ◉ Line ○ Polygon ☐ Raster (File Format).....
8	มาตราส่วนที่ใช้อ้างอิง	☐ 1:4,000 ☐ 1:10,000 ☑ 1:25,000 ☐ 1:50,000 ☐ อื่นๆ ระบุ.....
9	ระบบพิกัด	☐ Indian 1975 ☑ WGS 1984 ☐ UTM Zone.....
10	ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่	☑ ทั้งประเทศไทย ☐ อื่นๆ.....
11	วันที่อ้างอิง	☐ วันที่ผลิตข้อมูล (Creation) ..... ☑ วันที่ปรับปรุงข้อมูล (Revision) .....ปี พ.ศ. 2566..... ☐ วันที่ประกาศใช้ข้อมูล (Publication) .....

ตารางที่ 2-14 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
12	การสำรวจนำเข้าข้อมูล	การสำรวจจัดเก็บข้อมูล.....จัดทำผ่านบัญชีผิวทาง.....
		เครื่องมือจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ ArcGIS ☐ Qgis ☐ Open Street Map ☐ MapInfo ☐ AutoCAD ☑ อื่นๆ ระบุ.....ใช้ Linear ผ่านระบบ Roadnet.....
		ฐานข้อมูล/ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ DB2 ☐ ArcSDE ☐ Oracle/Oracle Spatial ☐ MS-SQL/MS-SQL Spatial ☐ MySql ☑ PostgreSQL/PostGIS Spatial ☐ MS-Access ☐ Informix ☐ อื่นๆ ระบุ.....
13	ความครบถ้วนของข้อมูล	☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี... ☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี...
14	แผนการบำรุงรักษา	☐ ไม่มี/ยังไม่มีแผนบำรุงรักษา ☑ มีแผนบำรุงรักษา/ปรับปรุงข้อมูล
15	ความถี่การปรับปรุงข้อมูล	☐ รายเดือน ☐ รายปี ☑ ตามงบประมาณ ☐ อื่นๆ ระบุ.....
16	ประเภทข้อมูลที่ปรับปรุง	☑ Attribute ☐ Service ☐ อื่นๆ ระบุ .....
17	เงื่อนไขการใช้งานข้อมูล (ลิขสิทธิ์)	☑ สามารถคัดลอกหรือเผยแพร่ได้ ☐ ห้ามคัดลอกหรือเผยแพร่ ☐ ห้ามนำข้อมูลไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ☐ อื่นๆ ระบุ.....
18	รูปแบบการใช้งานข้อมูล	☐ ใช้เฉพาะภายในหน่วยงาน ☑ มีให้บริการภายนอกหน่วยงาน ○ เอกชน ○ ราชการ ○ ราชการและสถานศึกษา

ตารางที่ 2-14 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
19	การบริการข้อมูล	☑ เข้ารับบริการที่หน่วยงานโดยตรง ☑ รับบริการข้อมูลผ่านทาง : Web site : .....http:// https://roadnet2.doh.go.th/..... WMS URL : ..... ☐ อื่นๆ ระบุ..... ☑ ไม่มีค่าใช้จ่าย ☐ มีค่าใช้จ่าย
20	สถานที่ติดต่อขอรับบริการข้อมูล	ที่อยู่ : อาคารพหลโยธิน ชั้น 3 ถ.ศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 E-mail : .....
21	ผู้กรอกข้อมูลคำอธิบายข้อมูล (Metadata)	ชื่อ : ..... ตำแหน่ง : ..... หน่วยงาน : ..... เบอร์โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... วันที่กรอกข้อมูล Metadata.....

ตารางที่ 2-15 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลสำรวจสภาพทาง)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
1	หน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูล	สำนักบริการและบำรุงทาง กรมทางหลวง
2	ชื่อข้อมูลภาษาไทย	ข้อมูลสำรวจสภาพทาง
	ชื่อข้อมูลภาษาอังกฤษ (ถ้ามี)	Survey
3	ประเภทหัวข้อของข้อมูล	การคมนาคมขนส่ง (Transportation)
4	วัตถุประสงค์ในการจัดทำข้อมูล	ข้อมูลประวัติและรายละเอียดต่างๆ ของตอนควบคุมในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง
5	รหัสภาษาที่ใช้ในตาราง Attribute	☐ TIS-620 ☑UNICODE (UTF-8) ☐ อื่นๆ ระบุ.....
6	ภาษาที่ใช้เก็บข้อมูล	☑ ภาษาไทย ☑ภาษาอังกฤษ
7	รูปแบบของข้อมูลที่ให้บริการ	☐Digital file ☑ Vector (File Format).....Shapefile..... Feature Type: ⊘ Point ⊘Line ○ Polygon ☐ Raster (File Format).....
8	มาตราส่วนที่ใช้อ้างอิง	☑ 1:4,000 ☐ 1:10,000 ☐ 1:25,000 ☐ 1:50,000 ☐ อื่นๆ ระบุ.....

ตารางที่ 2-15 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลสำรวจสภาพทาง) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
9	ระบบพิกัด	☐ Indian 1975 ☑ WGS 1984 ☐ UTM Zone.....
10	ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่	☑ ทั้งประเทศไทย ☐ อื่นๆ.....
11	วันที่อ้างอิง	☐ วันที่ผลิตข้อมูล (Creation) ..... ☑ วันที่ปรับปรุงข้อมูล (Revision) .....ปี พ.ศ. 2566..... ☐ วันที่ประกาศใช้ข้อมูล (Publication) .....
12	การสำรวจนำเข้าข้อมูล	การสำรวจจัดเก็บข้อมูล.....รถสำรวจสภาพทาง MMS..... เครื่องมือจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ ArcGIS ☐ Qgis ☐ Open Street Map ☐ MapInfo ☐ AutoCAD ☑ อื่นๆ ระบุ.....GPS รถสำรวจ..... ฐานข้อมูล/ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ☐ DB2 ☐ ArcSDE ☐ Oracle/Oracle Spatial ☐ MS-SQL/MS-SQL Spatial ☐ MySql ☑ PostgreSQL/PostGIS Spatial ☐ MS-Access ☐ Informix ☐ อื่นๆ ระบุ.....
13	ความครบถ้วนของข้อมูล	☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Feature วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี... ☐ ไม่มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute ☑ มีการตรวจสอบความครบถ้วน Attribute วิธีการตรวจสอบ....เจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทียบกับบัญชีโครงข่ายทางหลวงประจำปี...
14	แผนการบำรุงรักษา	☐ ไม่มี/ยังไม่มีแผนบำรุงรักษา ☑ มีแผนบำรุงรักษา/ปรับปรุงข้อมูล
15	ความถี่การปรับปรุงข้อมูล	☐ รายเดือน ☐ รายปี ☑ ตามงบประมาณ ☐ อื่นๆ ระบุ.....
16	ประเภทข้อมูลที่ปรับปรุง	☑ Attribute ☐ Service ☐ อื่นๆ ระบุ.....
17	เงื่อนไขการใช้งานข้อมูล (ลิขสิทธิ์)	☑ สามารถคัดลอกหรือเผยแพร่ได้ ☐ ห้ามคัดลอกหรือเผยแพร่ ☐ ห้ามนำข้อมูลไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ☐ อื่นๆ ระบุ.....

ตารางที่ 2-15 แบบสำรวจข้อมูลภูมิสารสนเทศของหน่วยงาน (ข้อมูลสำรวจสภาพทาง) (ต่อ)

ลำดับที่	รายการคำอธิบายข้อมูล	รายละเอียด
18	รูปแบบการใช้งานข้อมูล	☐ ใช้เฉพาะภายในหน่วยงาน ☑ มีให้บริการภายนอกหน่วยงาน ○ เอกชน ○ ราชการ ○ ราชการและสถานศึกษา
19	การบริการข้อมูล	☑ เข้ารับบริการที่หน่วยงานโดยตรง ☑ รับบริการข้อมูลผ่านทาง : Web site : .....http:// https://roadnet2.doh.go.th/..... WMS URL : ..... ☐ อื่นๆ ระบุ..... ☑ ไม่มีค่าใช้จ่าย ☐ มีค่าใช้จ่าย
20	สถานที่ติดต่อขอรับบริการข้อมูล	ที่อยู่ : อาคารพหลโยธิน ชั้น 3 ถ.ศรีอยุธยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 E-mail : .....
21	ผู้กรอกข้อมูลคำอธิบายข้อมูล (Metadata)	ชื่อ : ..... ตำแหน่ง : ..... หน่วยงาน : ..... เบอร์โทรศัพท์ : ..... E-mail : ..... วันที่กรอกข้อมูล Metadata.....

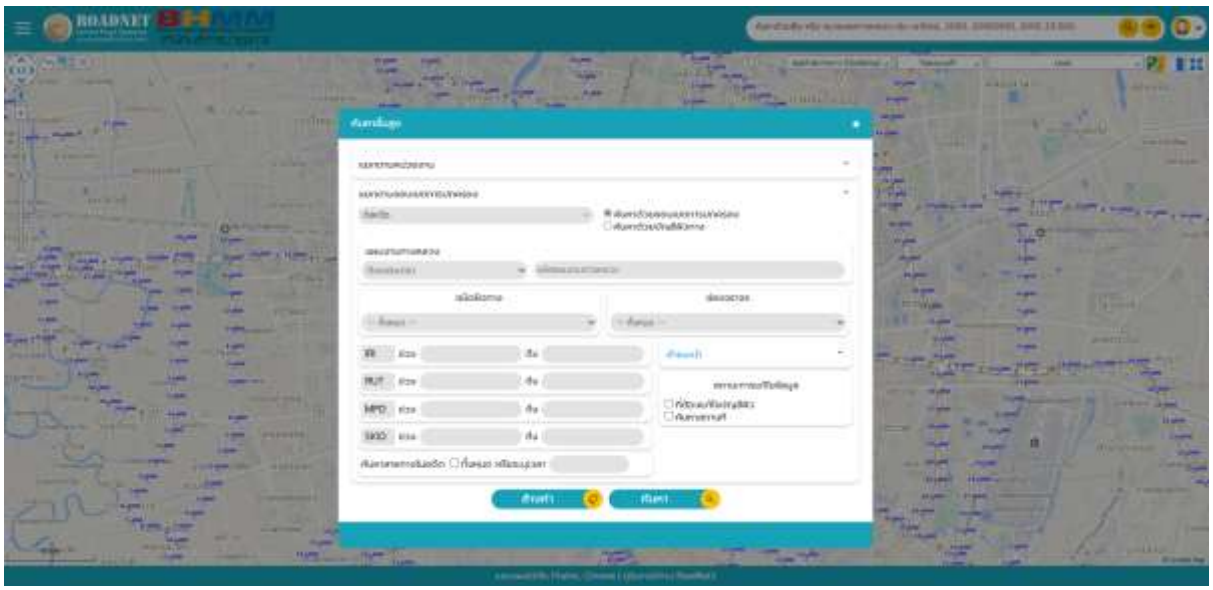
งานที่ 3 พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูล

3.1 ที่ปรึกษาจะต้องพัฒนาระบบส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลให้รองรับการใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทาง ตามหน่วยงานของกรมทางหลวง ได้แก่ สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง ที่มีการเชื่อมโยงฐานข้อมูลมาจากระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) และตามเขตการปกครอง เขตการปกครองพิเศษ ที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด

ทางที่ปรึกษาดำเนินการพัฒนาระบบส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลให้รองรับการใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทาง ตามกรมทางหลวง ได้แก่ สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง ที่มีการเชื่อมโยงฐานข้อมูลมาจากระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) และตามเขตการปกครอง เขตการปกครองพิเศษ ที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด ซึ่งรูปแบบการสืบค้นดังกล่าวรองรับการแสดงผลลัพธ์ด้านข้อมูลบัญชีสายทางที่แตกต่างกัน โดยกำหนดรูปแบบการนำเสนอแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

3.1.1 การแสดงข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง

ข้อมูลบัญชีสายทางจะแสดงผลภายใต้ขอบเขตการปกครองโดยกำหนดระดับข้อมูลออกเป็น ระดับจังหวัด ตามชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองในประเทศไทย โดยมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูล เพื่อรองรับการแสดงผลบัญชีสายทางตามรูปแบบดังกล่าว เพื่อให้ตอบสนองต่อการนำข้อมูลมาสรุปภาพรวมตามขอบเขตการปกครอง โดยสามารถแบ่งกรณีการสืบค้นออกเป็น 2 รูปแบบคือ การสืบค้นด้วยขอบเขตการปกครองเชิงแผนที่ และการสืบค้นด้วยขอบเขตการปกครองตามบัญชีลักษณะผิวทาง



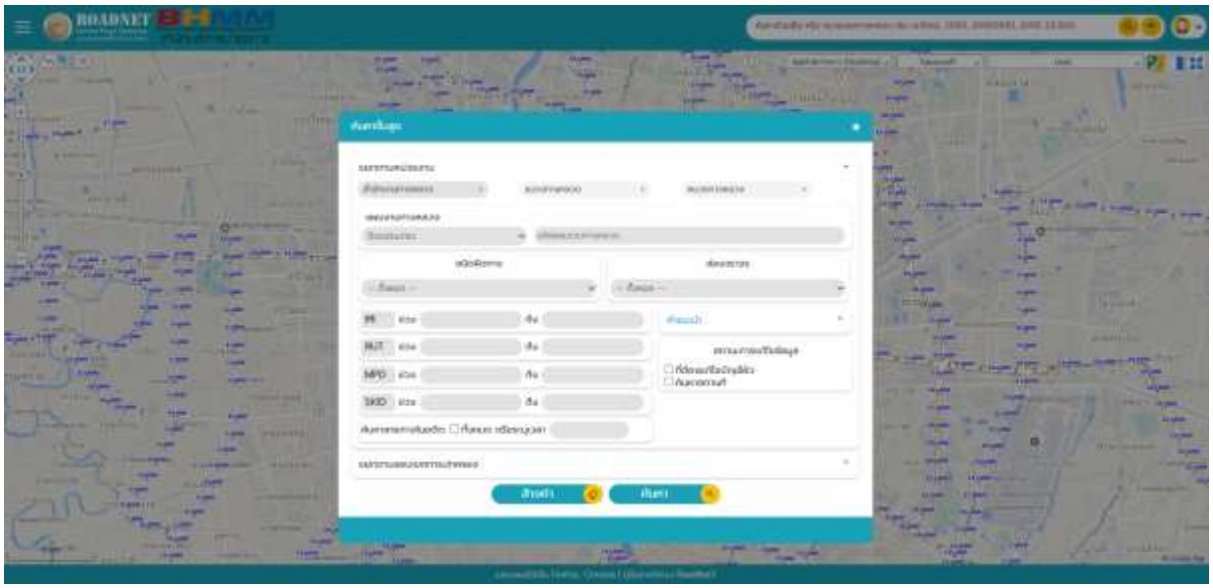
รูปที่ 2-93 การพัฒนาหน้าจอระบบส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง

รูปที่ 2-94 การสืบค้นและแสดงผลข้อมูล ด้วยขอบเขตการปกครองตามบัญชีลักษณะผิวทาง

รูปที่ 2-95 การสืบค้นและแสดงผลข้อมูล ด้วยขอบเขตการปกครองเชิงแผนที่

3.1.2 การแสดงข้อมูลตามหน่วยงานที่รับผิดชอบสายทาง

ข้อมูลบัญชีสายทางจะแสดงผลภายใต้ข้อมูลหน่วยงานที่รับผิดชอบทางโดยกำหนดระดับข้อมูลออกเป็น สำนักงานทางหลวง > แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง โดยมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูล เพื่อรองรับการแสดงผลบัญชีสายทางตามรูปแบบดังกล่าว เพื่อให้ตอบสนองต่อการนำข้อมูลมาสรุปภาพรวมตามหน่วยงานที่รับผิดชอบทาง



รูปที่ 2-96 แนวคิดการพัฒนาส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูลตามหน่วยงานที่รับผิดชอบสายทาง

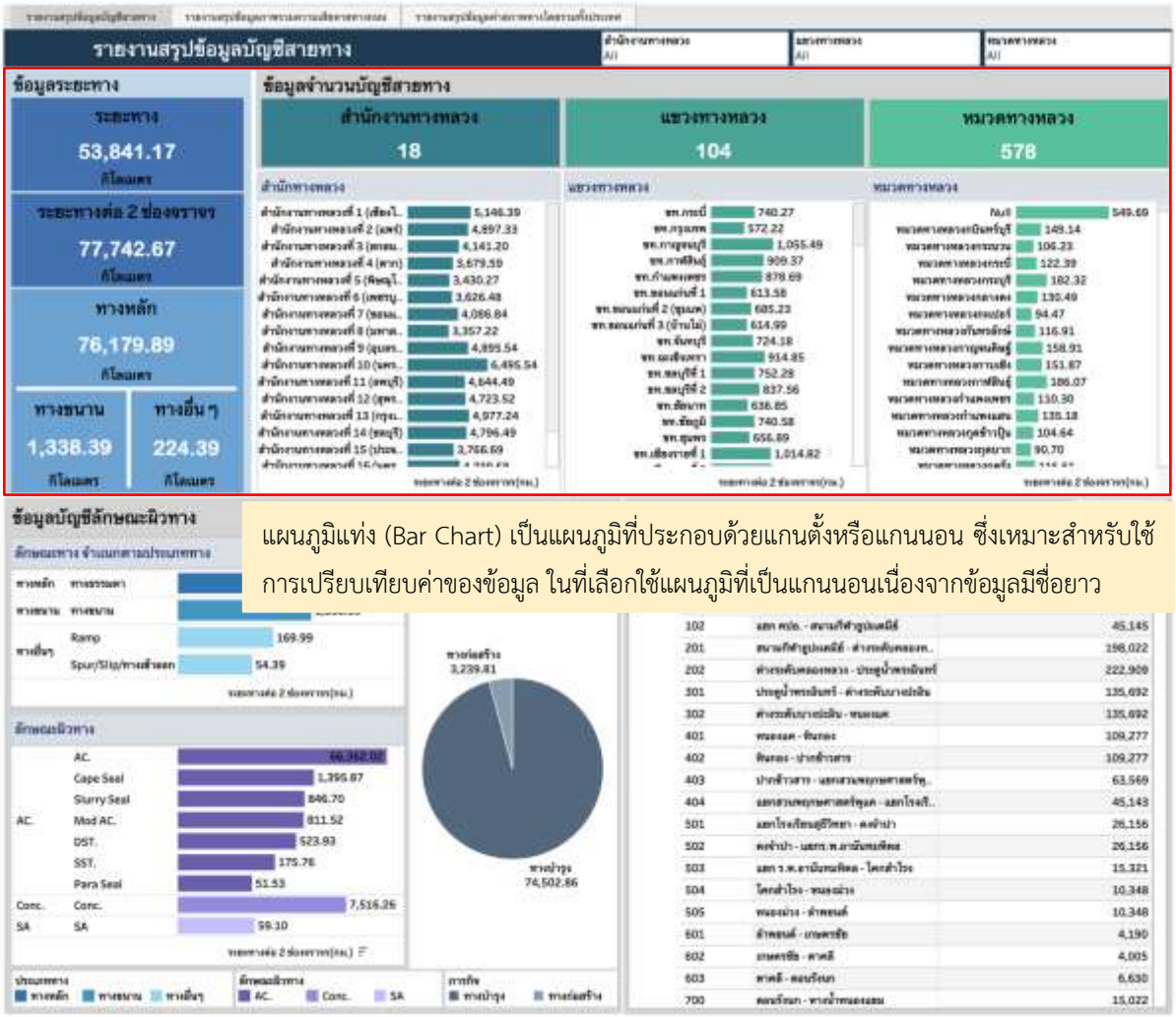
3.2 ที่ปรึกษาจะต้องจัดทำรายงานสรุปข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของสายทาง และแสดงผลในลักษณะหน้าจอสรุปภาพรวม Dashboard แสดงผลข้อมูลตามสถานการณ์และรายงานข้อมูลโดยใช้เทคนิค Data Visualization ในการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงแผนที่ และรูปแบบอื่น ๆ และรองรับการใช้งานแบบ Drill Down/Bottom Up และการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table) โดยมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าข้อมูลดังนี้

3.2.1 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง เป็นต้น

การแสดงผลข้อมูลจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งจะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82 โดยรายงานหน้านี้จะแสดงผลของข้อมูลระยะทาง ข้อมูลจำนวนบัญชีสายทาง ข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลปริมาณจราจร (AADT) ตามปีล่าสุดของปีงบประมาณ

รูปที่ 2-97 แนวคิดการแสดงรายงานสรุปข้อมูลบัญชีสายทาง

ในส่วนของการแสดงผลของข้อมูลระยะทางจะประกอบด้วยระยะทางจริง ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร โดยแบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ และข้อมูลแสดงจำนวนบัญชีสายทางของแต่ละหน่วยงาน



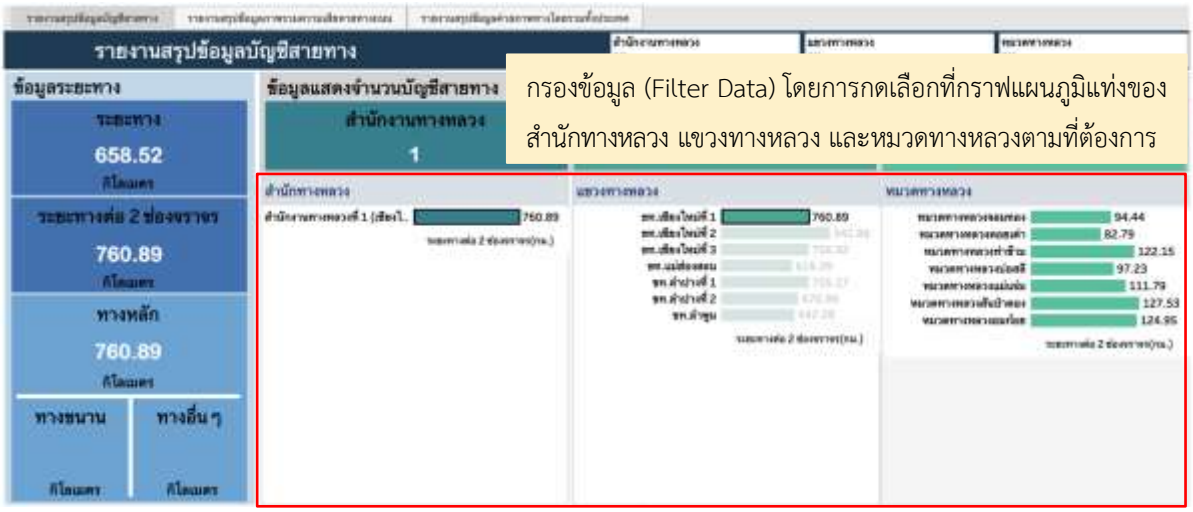
รูปที่ 2-98 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน

3.2.2 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงานหรือตามที่กรมทางหลวงกำหนดได้

การแสดงผลข้อมูลจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมของแต่ละหน่วยงานหรือตามที่กรมกำหนด ซึ่งจะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82

รูปที่ 2-99 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงานตามที่กรมทางหลวงกำหนด โดยการใช้ Filter ตามหน่วยงาน

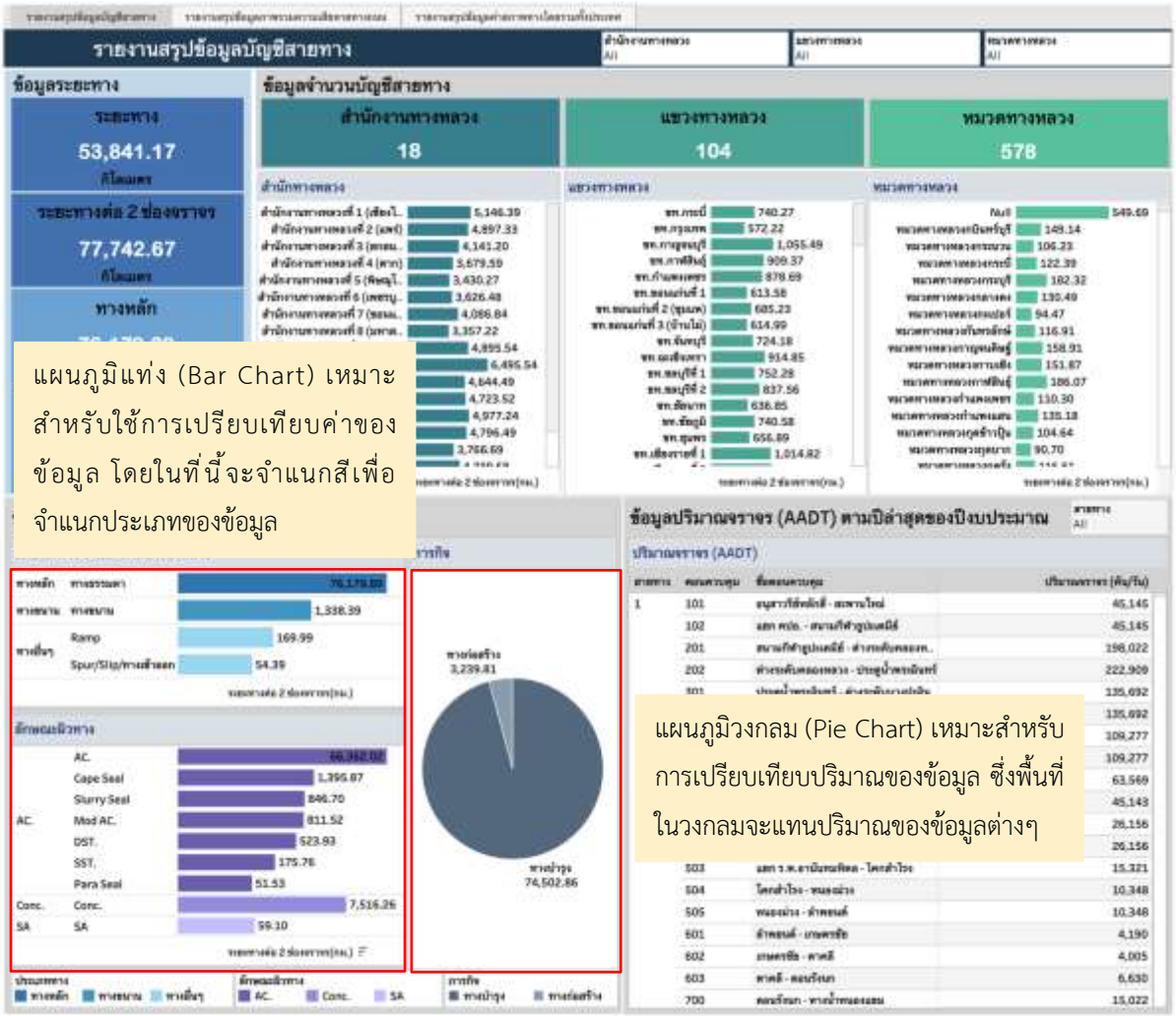
ในที่นี้ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับการเลือกดูข้อมูลตามสำนักงานทางหลวง > แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง หรือสามารถกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่งตามที่ผู้ใช้งานต้องการทราบข้อมูล ซึ่งในรายงานจะแสดงผลของข้อมูลระยะทางจริง ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร โดยที่แบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ ซึ่งข้อมูลจะเปลี่ยนตามการ Filter หรือกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่ง



รูปที่ 2-100 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงานตามที่กรมทางหลวงกำหนด โดยการกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่ง

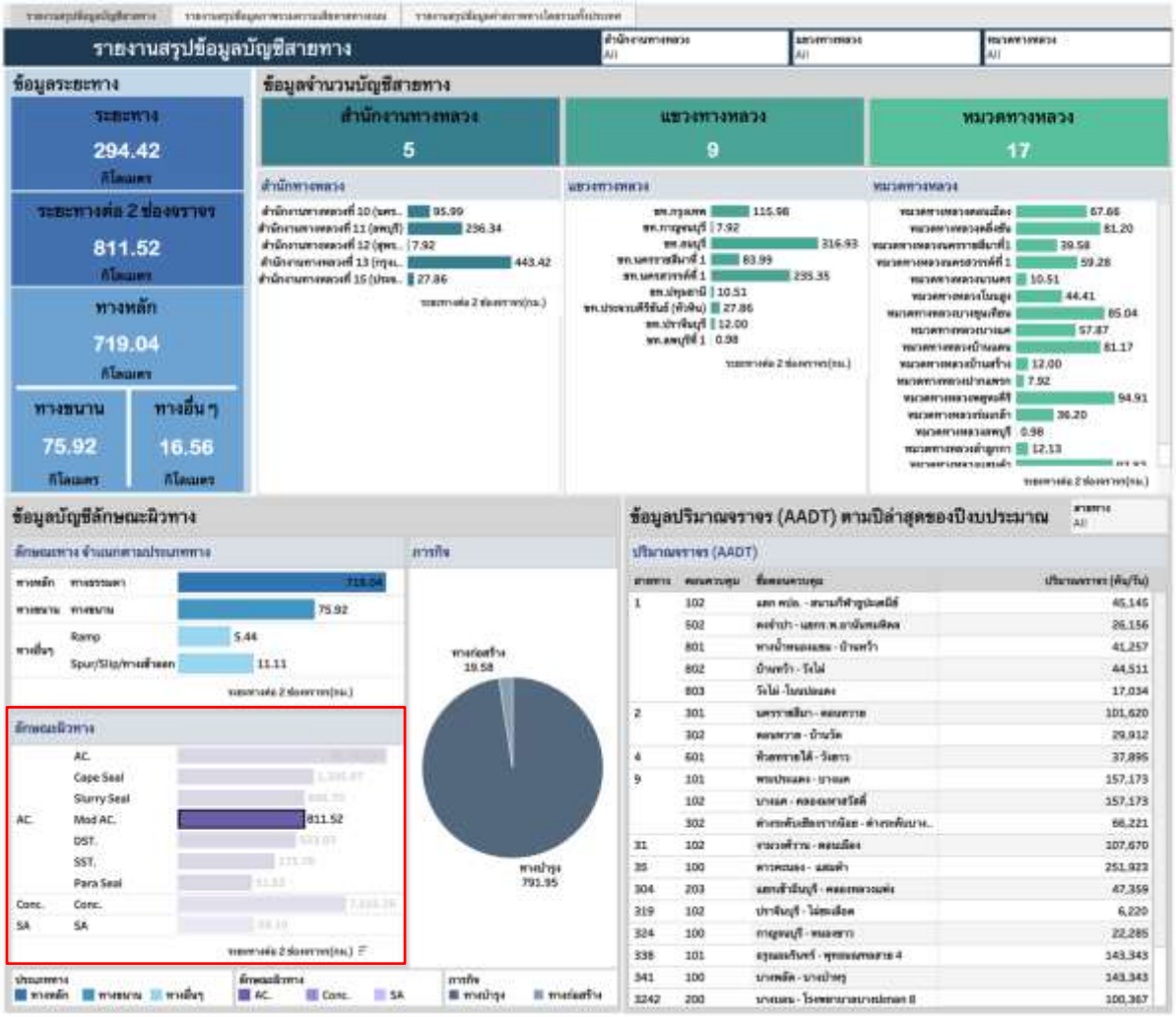
3.2.3 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะทางกายภาพหรือช่วงเวลา ของแต่ละหน่วยงาน

การแสดงผลจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะทางกายภาพหรือช่วงเวลา ของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งจะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82



รูปที่ 2-101 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง

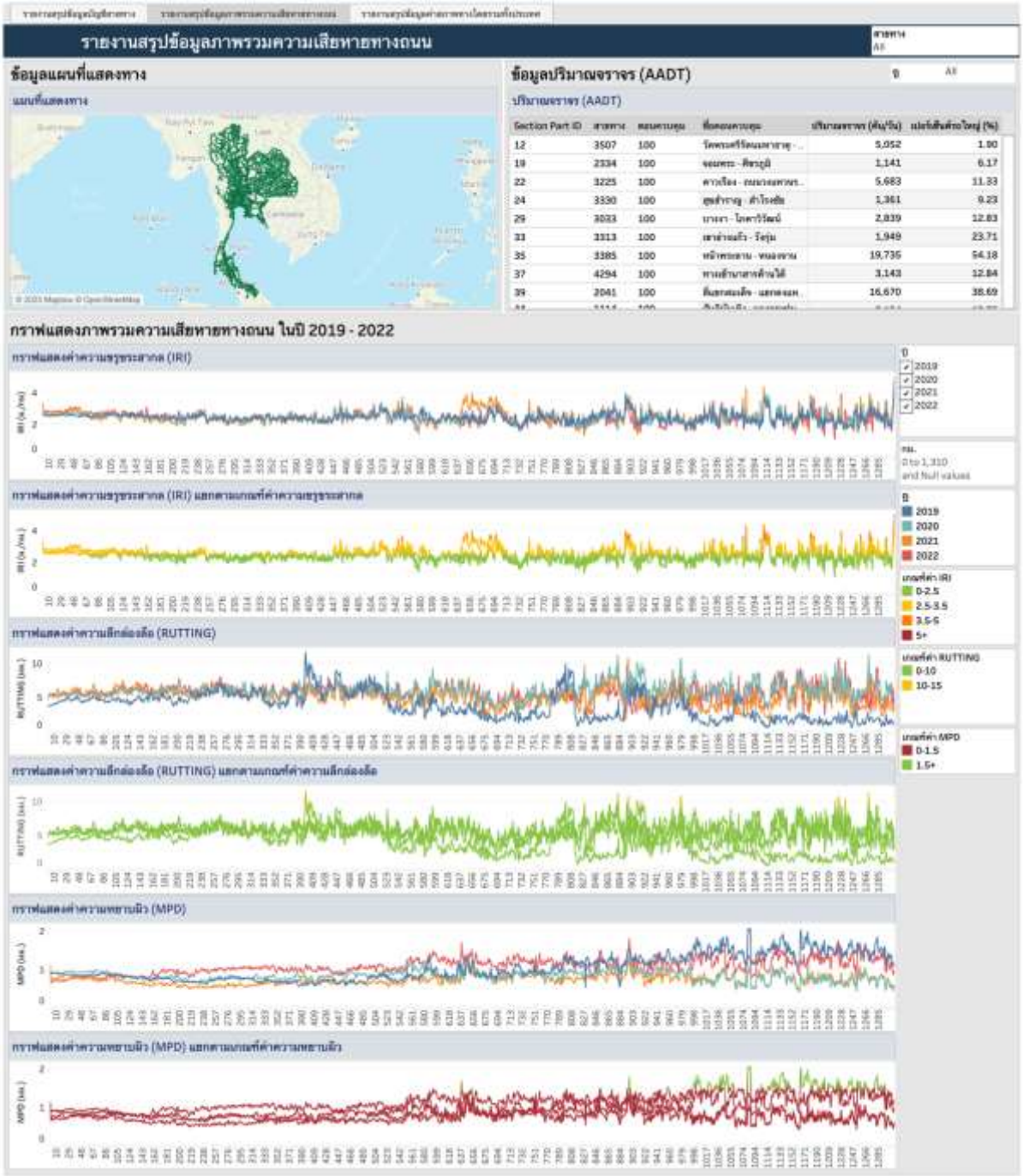
ในที่นี้ผู้ใช้งานสามารถกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่งเพื่อดูข้อมูลระยะทางรวม ตามลักษณะผิวทางรวมทั้งลักษณะทางกายภาพทาง ซึ่งในรายงานจะแสดงผลของข้อมูลระยะทางจริง ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร โดยที่โดยแบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ ข้อมูลจำนวนบัญชีสายทาง ข้อมูลลักษณะผิวทาง และข้อมูลปริมาณจราจร (AADT) ตามปีล่าสุดของปีงบประมาณโดยข้อมูลจะเปลี่ยนตามการกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่ง



รูปที่ 2-102 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง
โดยใช้การกดเลือกที่กราฟแผนภูมิแท่ง

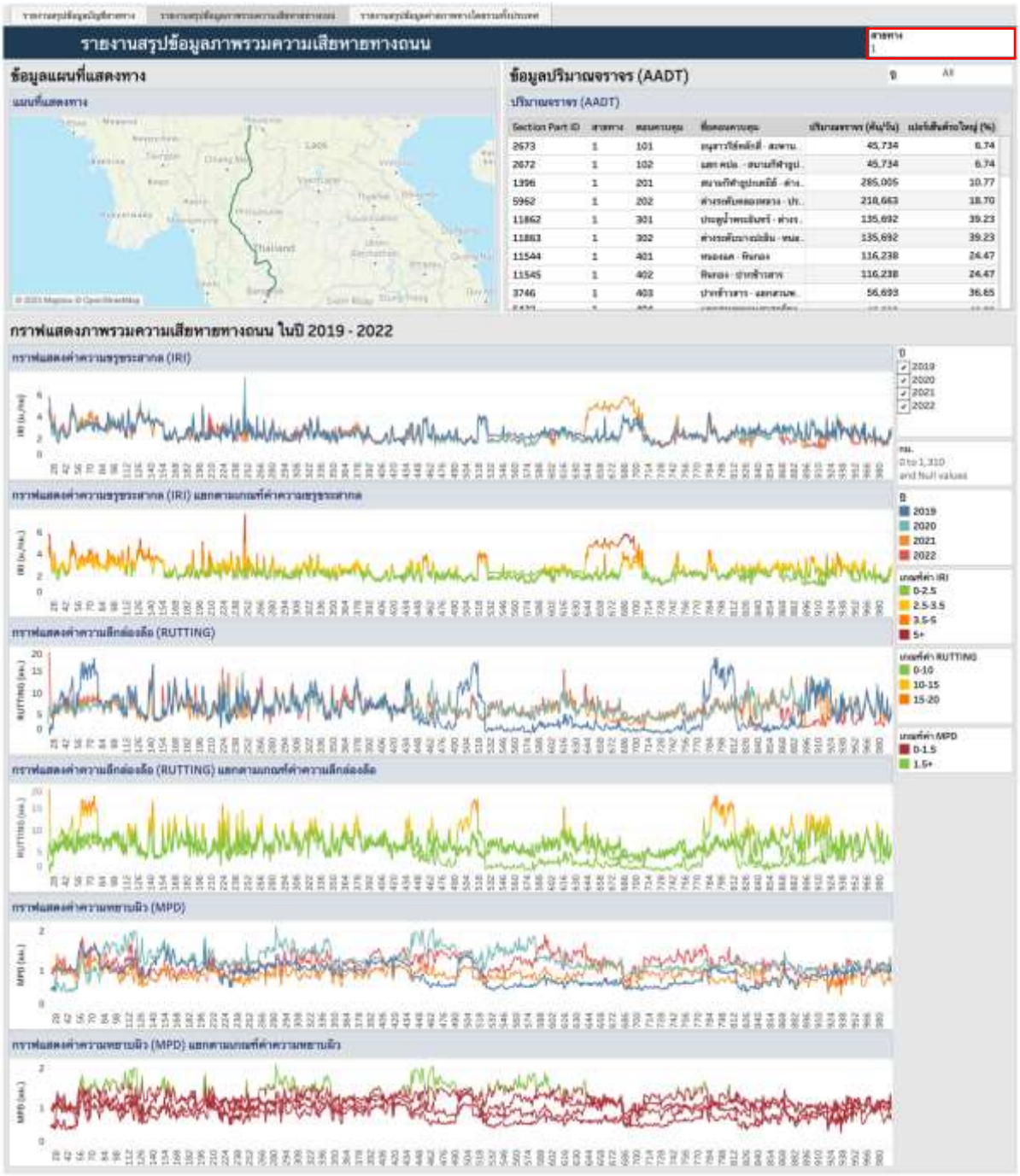
3.2.4 แสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน

การแสดงผลสรุปภาพรวมของข้อมูลความเสียหายทางถนนในรูปแบบกราฟเปรียบเทียบอดีตปัจจุบัน โดยระบุขอบเขตข้อมูลที่มีระยะเวลาย้อนหลัง 4 ปี โดยกราฟดังกล่าวจะสอดคล้องกับการเลือกแสดงข้อมูลตามบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามหน่วยงาน หรือตามเขตการปกครอง หรือตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะกายภาพทาง ซึ่งจะแสดงผลในลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard โดยรายงานหน้านี้จะแสดงข้อมูลแผนที่แสดงทาง ข้อมูลปริมาณจราจร (AADT) และกราฟแสดงภาพรวมความเสียหายทางถนน ในปี 2019-2022



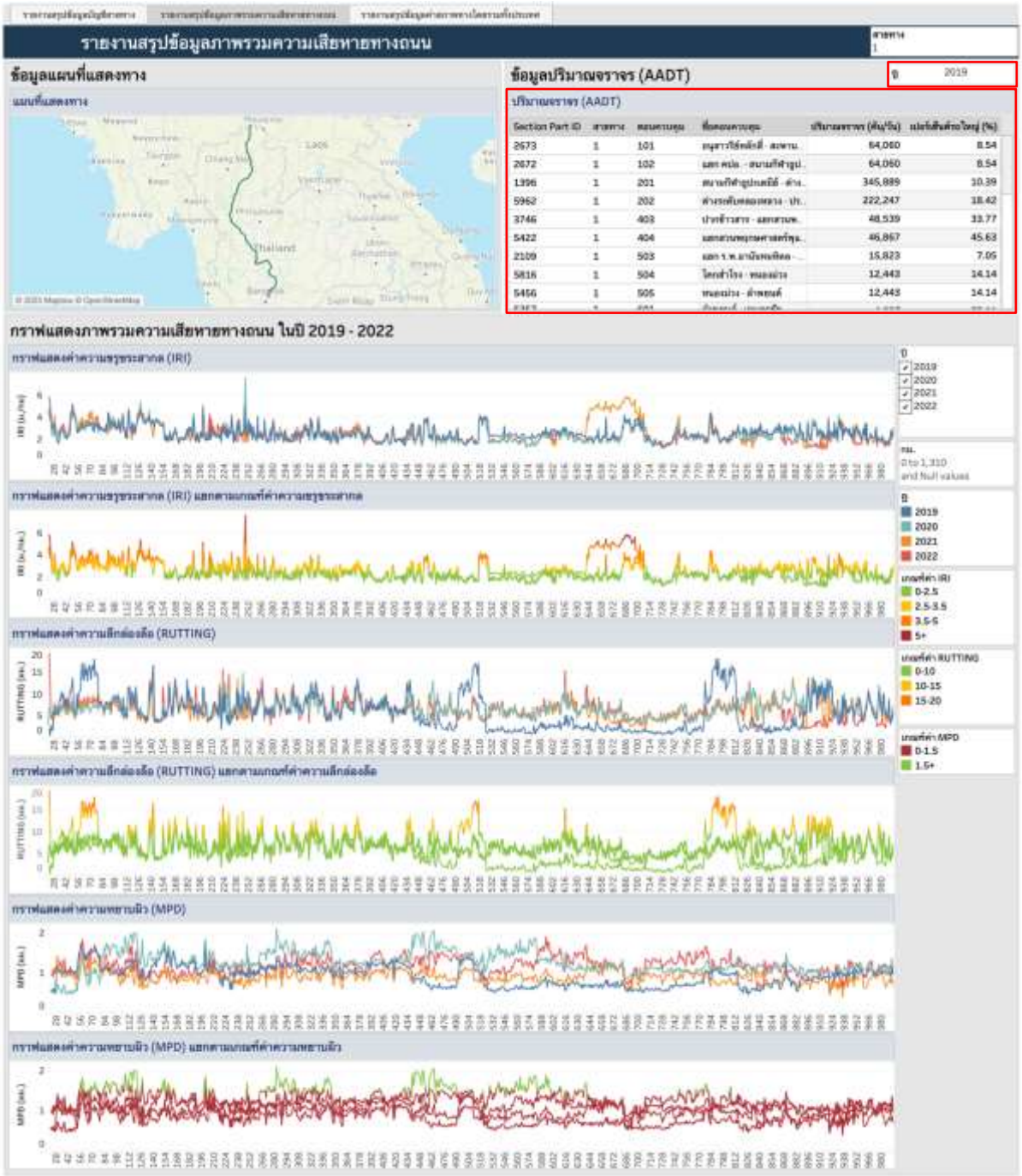
รูปที่ 2-103 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน

ในที่นี้ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับเลือกดูข้อมูลตามบัญชีสายทางในระดับต่าง ๆ ซึ่งในรายงานจะแสดงผลของข้อมูลแผนที่แสดงทาง ปริมาณจราจร (AADT) และกราฟแสดงภาพรวมความเสียหายทางถนน ในปี 2019-2022 โดยข้อมูลจะเปลี่ยนตามการ Filter



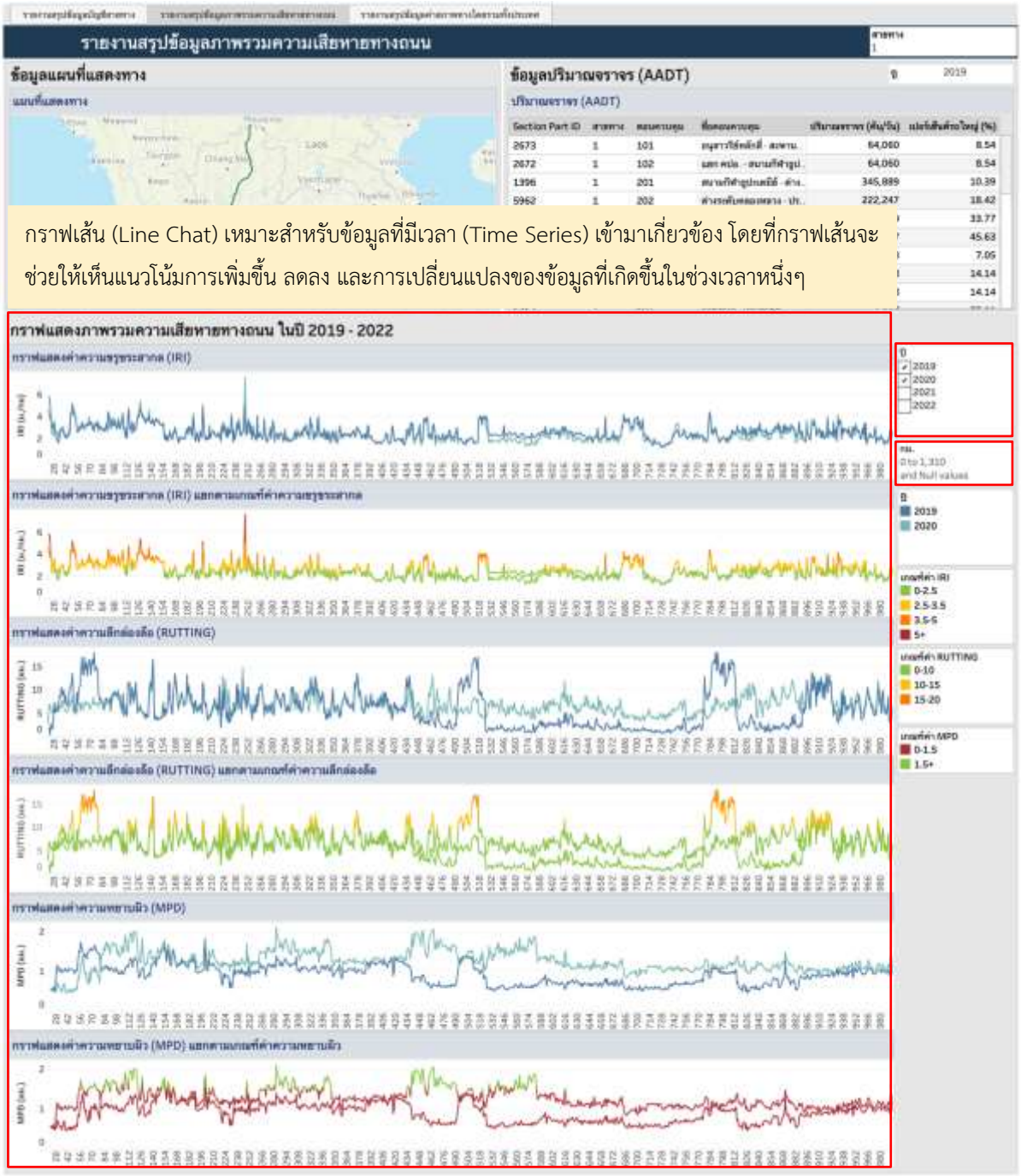
รูปที่ 2-104 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน โดยการใช้ Filter ตามบัญชีสายทาง

ในส่วนของข้อมูลแสดงปริมาณจราจร (AADT) ผู้ใช้งานสามารถ Filter เพื่อเลือกดูข้อมูลปริมาณจราจรตามปี โดยในรายงานจะแสดงผลของเปอร์เซ็นต์รถใหญ่ด้วยเช่นกัน



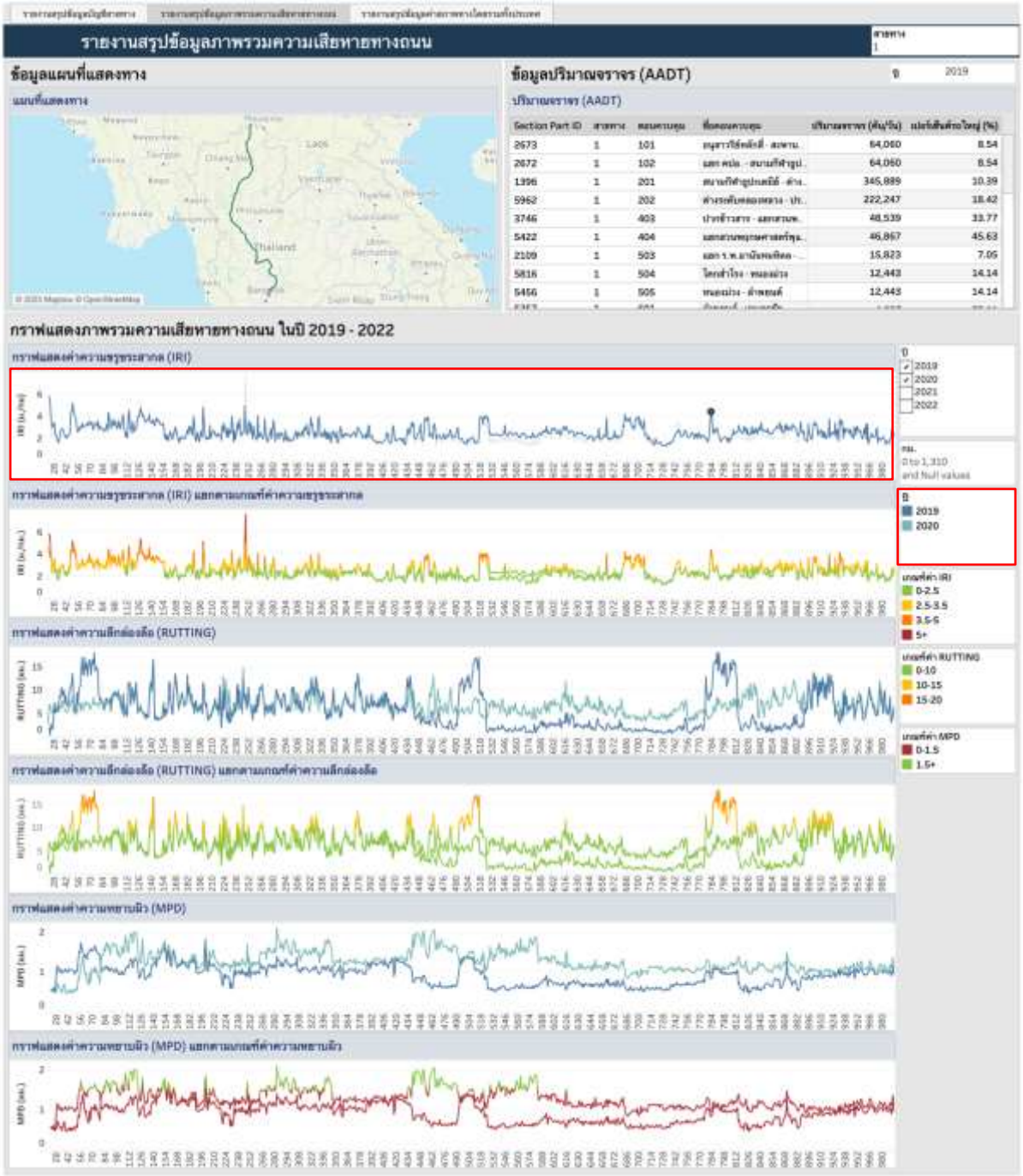
รูปที่ 2-105 แนวคิดการแสดงข้อมูลแสดงปริมาณจราจร (AADT)
โดยการใช้ Filter ตามปี

และในส่วนของกราฟแสดงภาพรวมความเสียหายทางถนน ในปี 2019-2022 ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับเลือกดูข้อมูลตามปี เพื่อดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้น ลดลง และการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล และสามารถกดที่แถบเลื่อน/กรอกค่า กม. ตามที่ต้องการ โดยข้อมูลจะเปลี่ยนตามการ Filter หรือการกรอกค่า กม.



รูปที่ 2-106 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน โดยการใช้ Filter ตามปี หรือการกดที่แถบเลื่อน/กรอกค่า กม.

ในกรณีที่ต้องการดูค่าความเสียหายทางถนน (IRI, RUTTING, MPD) ที่แยกตามเกณฑ์ค่าความเสียหายในปีที่สนใจ สามารถกดเลือกที่เส้นของกราฟในปีที่ต้องการหรือกดที่แถบสีของปีนั้นได้



รูปที่ 2-107 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน ที่แยกตามเกณฑ์ค่าความเสียหายทางถนน โดยการกดเลือกที่เส้นของกราฟหรือกดที่แถบสีของปีนั้น

3.2.5 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ตามปริมาณจราจร (AADT) ที่กำหนด

การแสดงผลจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ตามปริมาณจราจร (AADT) โดยกราฟดังกล่าวจะสอดคล้องกับการเลือกแสดงข้อมูลตามบัญชีสายทางและระยะทางรวมตามหน่วยงาน หรือตามเขตการปกครอง หรือตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะกายภาพทาง จะแสดงผลในลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ในที่นี้ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับเลือกดูข้อมูลตามบัญชีสายทางในระดับต่าง ๆ ซึ่งในรายงานจะแสดงผลของข้อมูลระยะทาง ข้อมูลจำนวนบัญชีสายทาง และข้อมูลแสดงลักษณะผิวทาง โดยข้อมูลจะเปลี่ยนตามการ Filter

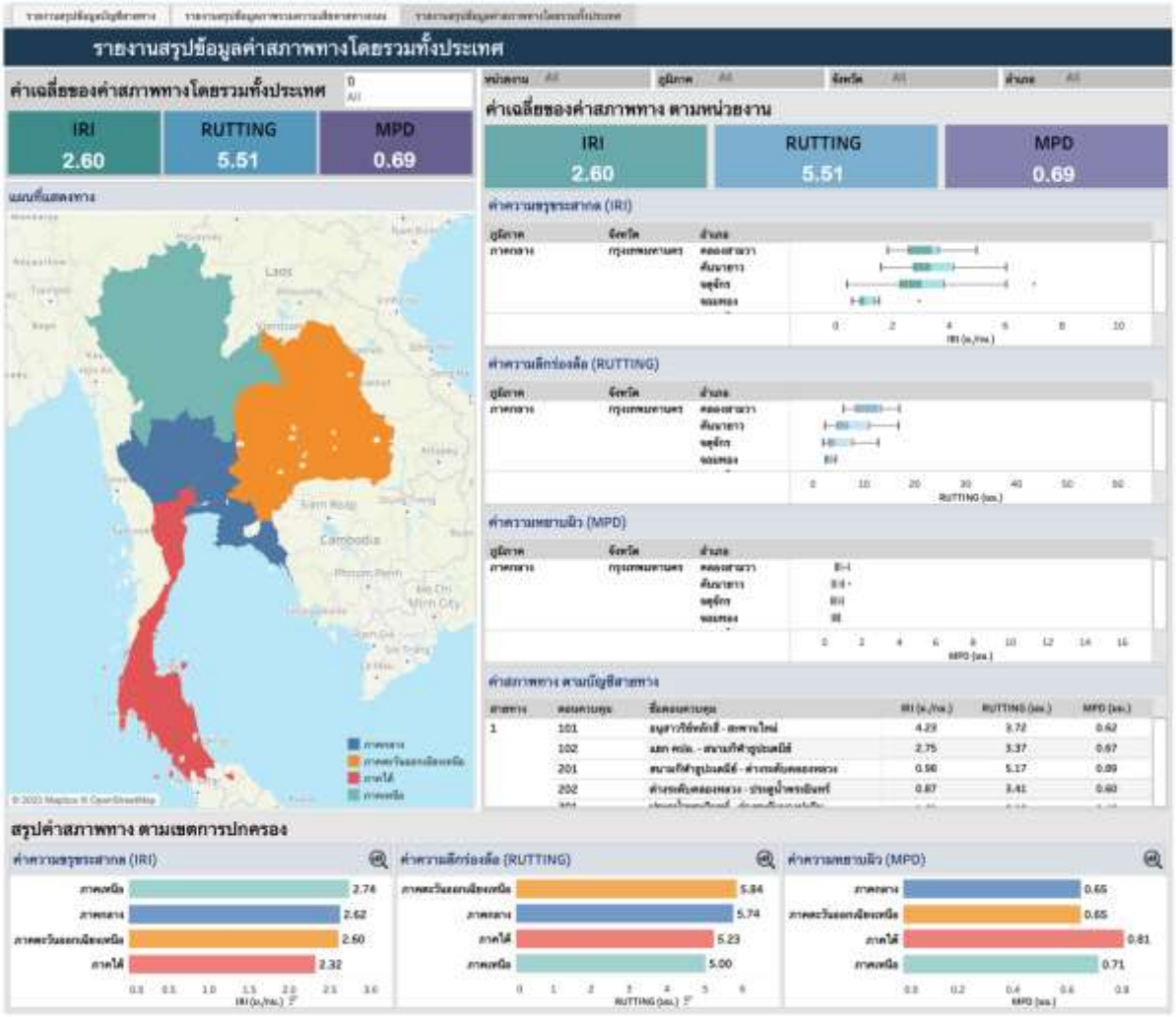
รูปที่ 2-108 แนวคิดการแสดงผลกราฟตามปริมาณจราจร (AADT) โดยการใช้ Filter ตามบัญชีสายทาง

3.2.6 สามารถส่งออกข้อมูลที่แสดงผลในภาพรวม Dashboard และส่งออกในรูปแบบตาราง CSV หรือ PDF ได้

การแสดงผลลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลในหน้าจอการใช้งานระบบในส่วนของ Dashboard ผู้ใช้งานสามารถ Export ผลลัพธ์ของข้อมูลที่มีการสรุปและวิเคราะห์ในรูปแบบของตารางข้อมูลด้วยการส่งออกข้อมูลประเภทไฟล์ CSV อีกทั้งยังสามารถส่งออกรูปแบบกราฟที่แสดงผลสำหรับในรูปแบบไฟล์ PDF เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถส่งออกเป็นรายงานผลสรุปข้อมูลได้

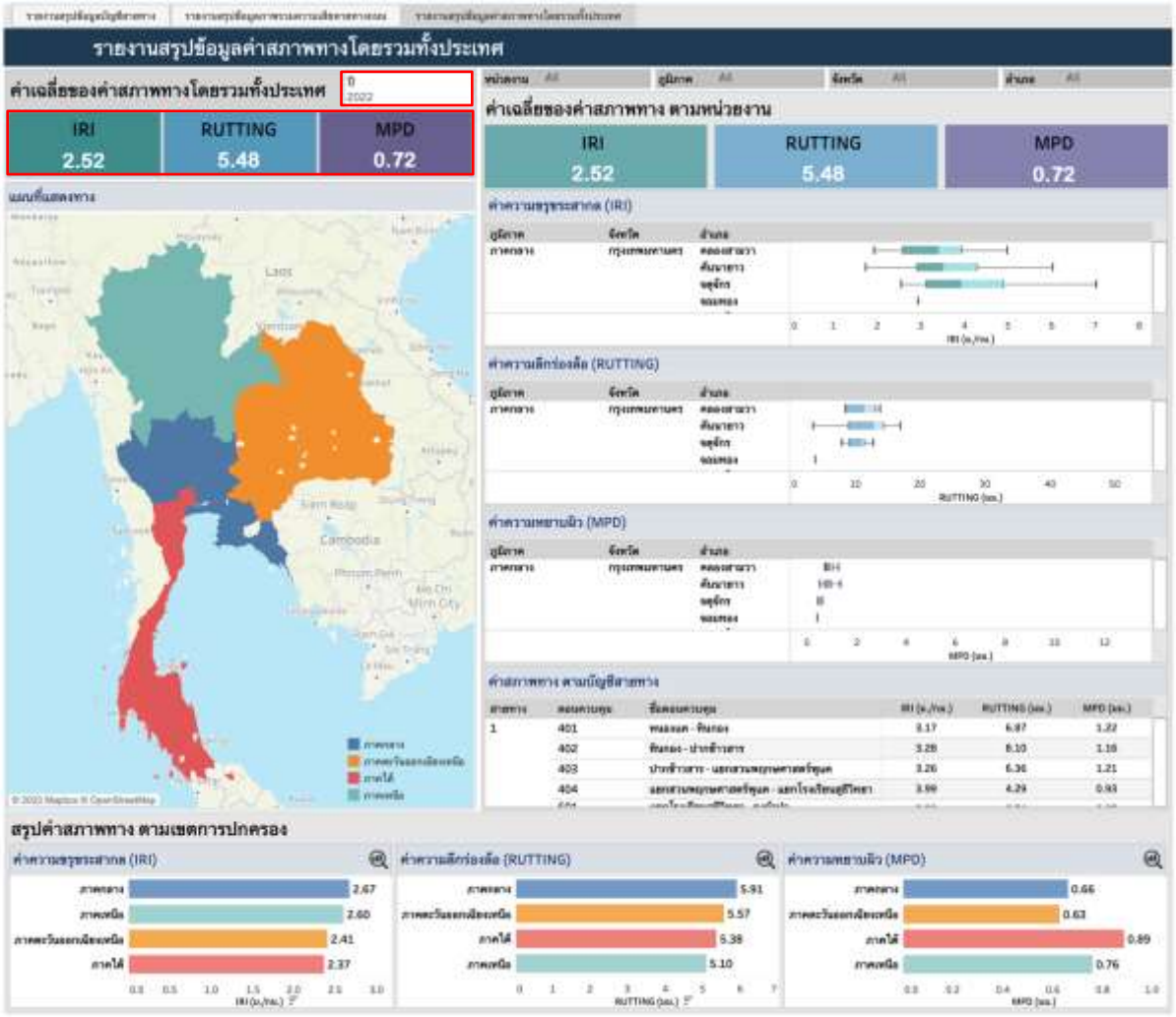
3.2.7 การแสดงค่าสภาพทางภาพโดยรวมทั้งประเทศ ทั้งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามปีงบประมาณของสำนักงานบริหารบำรุงทาง และการบูรณาการข้อมูลค่าสภาพทางของสำนักวิเคราะห์

การแสดงผลค่าสภาพทางโดยรวมทั้งประเทศ โดยระบบสามารถรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบจากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System: MIIS) และสำนักงานบริหารงานบำรุงทางจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) กรมทางหลวง เพื่อแสดงข้อมูลค่าสภาพทางประกอบด้วย ค่าความขรุขระสากล (IRI) ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และค่าความหยาบผิว (MPD) เพื่อสามารถประยุกต์การแสดงข้อมูลในภาพรวม และสรุปเป็นรายงานเพื่อการวิเคราะห์ในข้อมูลในระดับประเทศ โดยรายงานหน้านี้จะแสดง ข้อมูลค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางโดยรวมทั้งประเทศ ข้อมูลค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางตามหน่วยงาน และข้อสรุปค่าสภาพทางตามเขตการปกครอง



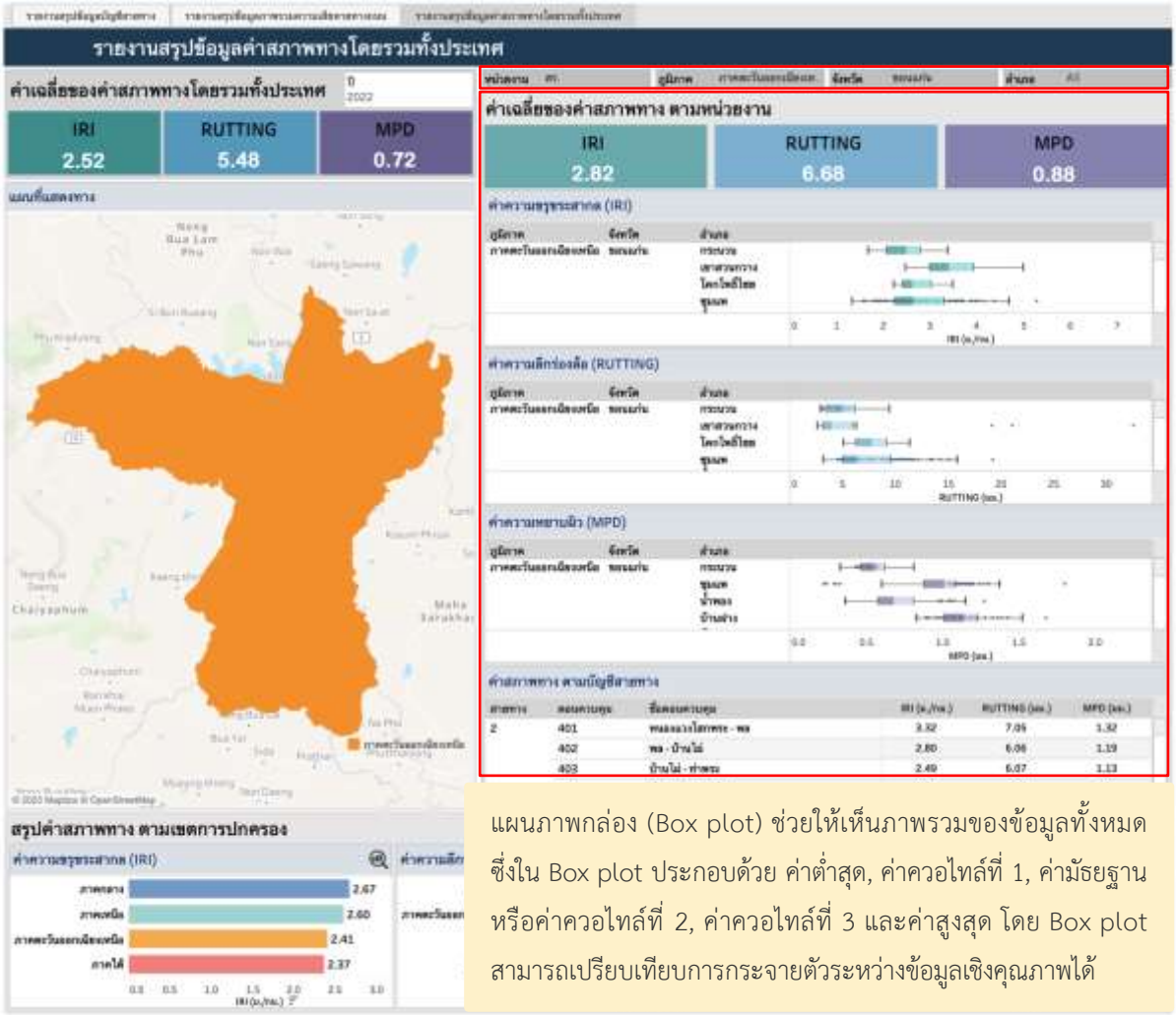
รูปที่ 2-109 การแสดงค่าสภาพทางภาพโดยรวมทั้งประเทศ

ในการแสดงค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางโดยรวมทั้งประเทศ ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับเลือกดูข้อมูลตามปี โดยข้อมูลค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางโดยรวมทั้งประเทศที่ประกอบด้วยค่าความขรุขระสากล (IRI) ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และค่าความหยาบผิว (MPD) จะเปลี่ยนตามการ Filter



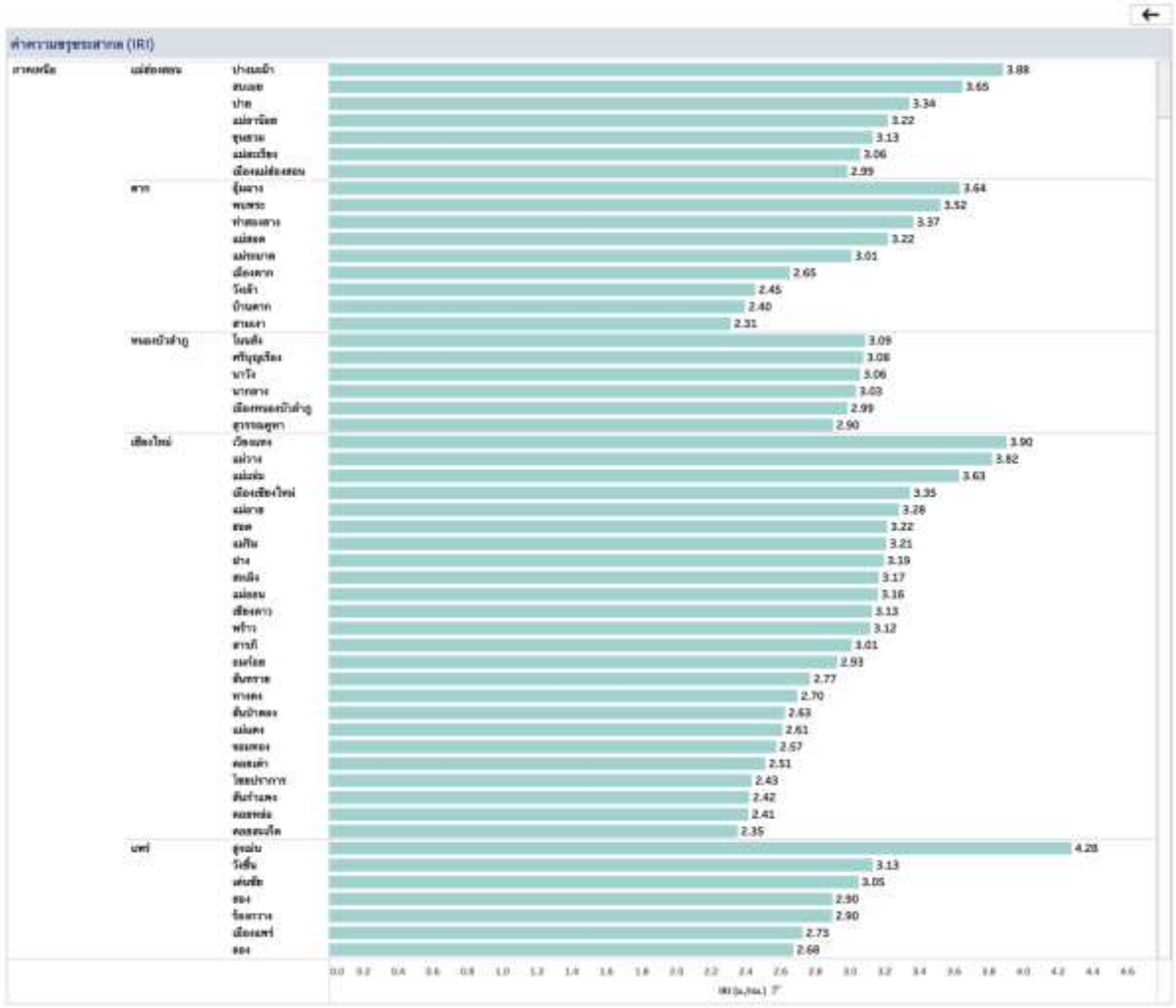
รูปที่ 2-110 การแสดงค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางภาพโดยรวมทั้งประเทศ โดยการใช้ Filter ตามปี

ในที่นี้ผู้ใช้งานสามารถ Filter สำหรับการเลือกดูข้อมูลตามหน่วยงาน (สร. และ สว.) > ภูมิภาค > จังหวัด > อำเภอ ซึ่งในรายงานจะแสดงผลของข้อมูลแผนที่แสดงทาง ค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทาง ตามหน่วยงาน ข้อมูลค่าสภาพทางประกอบด้วย ค่าความขรุขระสากล (IRI) ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) และค่าความหยาบผิว (MPD) ที่แสดงในรูปแบบของแผนภาพกล่อง (Box Plot) รวมทั้งค่าสภาพทางตามบัญชีสายทาง โดยค่าจะเปลี่ยนตามการ Filter



รูปที่ 2-111 การแสดงค่าเฉลี่ยของค่าสภาพทางภาพตามหน่วยงาน โดยการใช้ Filter

และในส่วนของการแสดงสรุปค่าสภาพทาง ตามเขตการปกครอง ซึ่งประกอบด้วย ค่าความขรุขระสากล (IRI) ค่าความลึกร่องล้อ (RUTTING) และค่าความหยาบผิว (MPD) ในที่นี้จะแสดงในรูปแบบของแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) เพื่อเปรียบเทียบค่าของข้อมูล และแสดงเพียงข้อมูลตามการปกครองในส่วนของภูมิภาคเท่านั้น ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการดูในส่วนของข้อมูลตามการปกครองที่เป็นจังหวัดและอำเภอสามารถกดดูข้อมูลเพิ่มเติมที่สัญลักษณ์

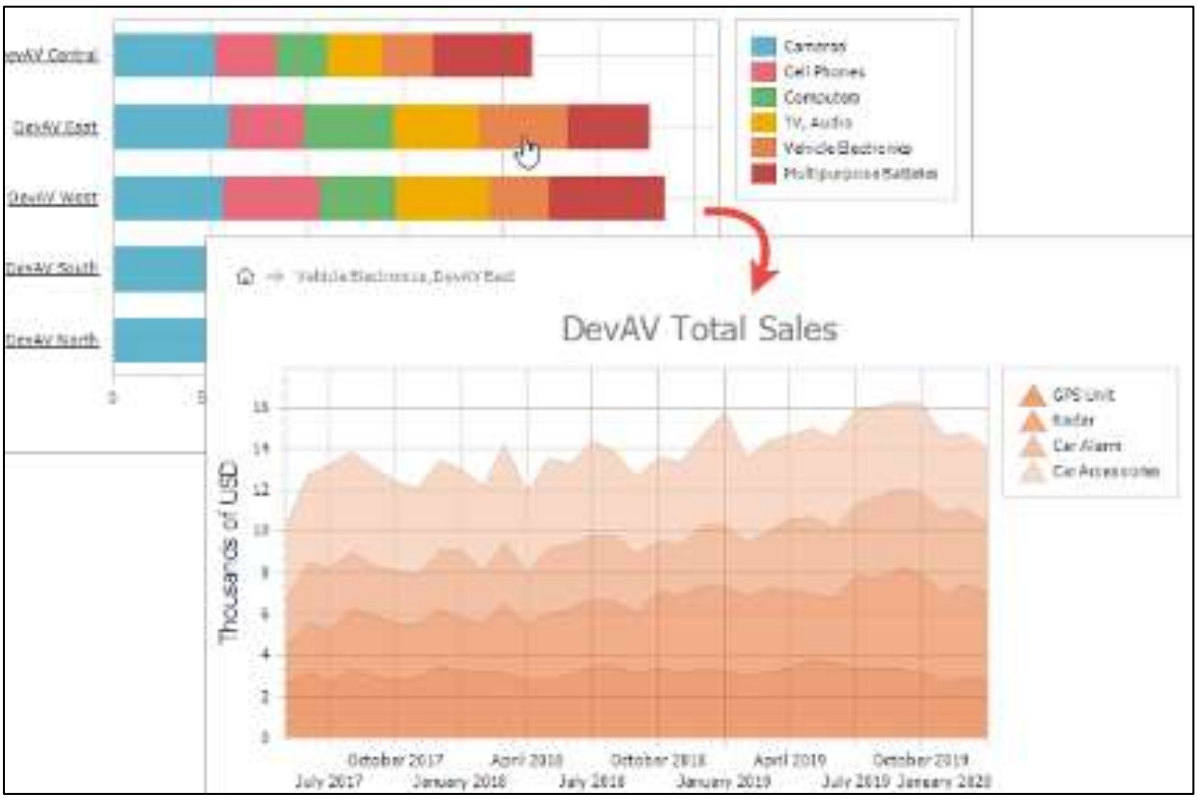


รูปที่ 2-112 การแสดงค่าความขรุขระสากล (IRI) ตามเขตการปกครอง

3.3 ระบบที่พัฒนาขึ้นนอกจากโปรแกรม BI (Business Intelligent) สามารถใช้งาน Drill Down/Bottom Up ได้ผ่านระบบ

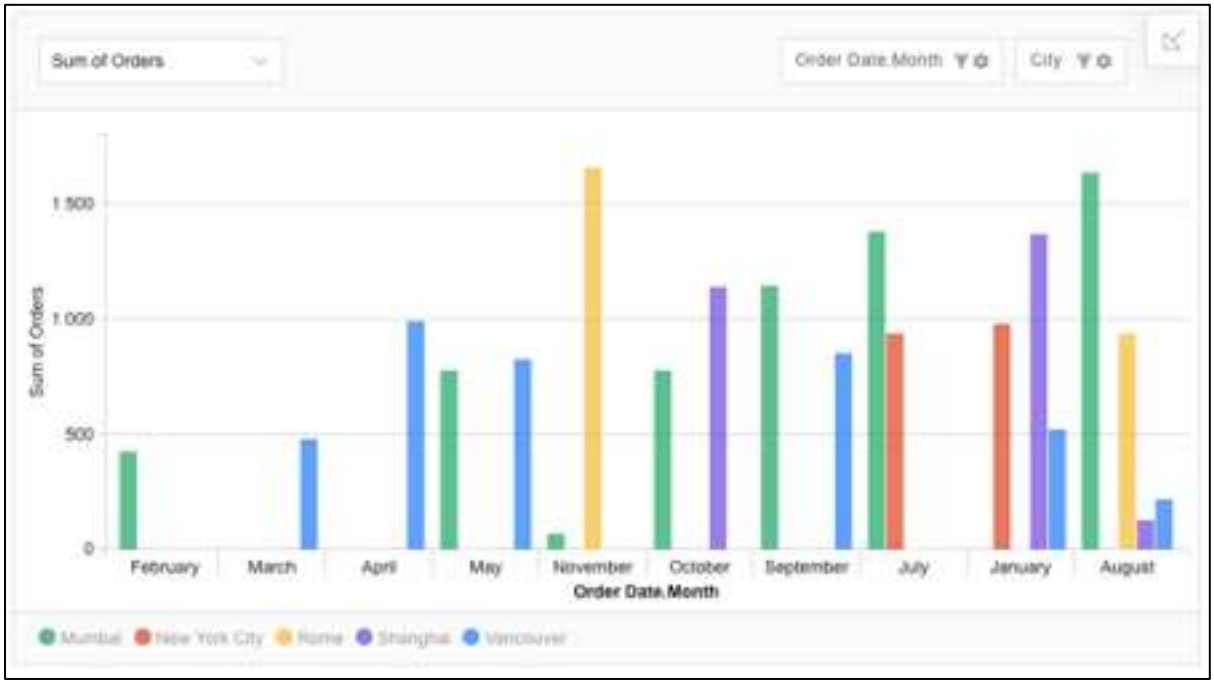
การพัฒนาระบบให้มีความทันสมัยโดยใช้วิธีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเทคโนโลยีสมัครใหม่เข้าร่วมการแสดงผลข้อมูลเพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถจัดการได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นเทคโนโลยีโปรแกรม BI (Business Intelligent) จึงอีกตัวเลือกหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะผลลัพธ์ของการใช้งานอาจจะแสดงมุมมองการแสดงผลได้หลากหลายรูปแบบ รวมทั้งการนำเอาวิทยาศาสตร์ข้อมูลผสมผสานกับข้อมูลการวิเคราะห์ตามหลักสถิติ จึงส่งผลให้การวิเคราะห์มีมุมมองที่หลากหลาย แต่ด้วยตัวโปรแกรมที่มีการใช้งานในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นตัวระบบ Roadnet ต้องมีการพัฒนาการใช้งานเบื้องต้นให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับกระบวนการทำงานของเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง โดยตัวระบบที่พัฒนาขึ้นควรพัฒนาให้สามารถใช้งานฟังก์ชัน Drill Down/Bottom Up ได้ผ่านระบบเป็นอย่างน้อย

Drill Down หมายถึง ความสามารถในการเจาะลึกเพื่อสำรวจแง่มุมต่าง ๆ ของข้อมูล และย้ายไปมาระหว่างระดับของข้อมูล ตัวอย่างเช่น สามารถตรวจสอบรายได้สำหรับสายผลิตภัณฑ์ทั้งหมด แล้วเจาะลึกเพื่อดูรายได้สำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ในสาย เมื่อดูรายได้จากผลิตภัณฑ์แต่ละรายการเสร็จแล้ว สามารถเจาะลึกข้อมูลย้อนกลับได้เป็นการดูข้อมูลภาพรวมได้



รูปที่ 2-113 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Drill Down ของตัวข้อมูล

Bottom Up หมายถึง การปรับการเรียงลำดับข้อมูล เพื่อใช้การวิเคราะห์จากล่างขึ้นบน ใช้แนวทางที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง โดยทั่วไป วิธีการจากล่างขึ้นบนจะเน้นการวิเคราะห์ที่ลักษณะเฉพาะเพิ่มมุมมองในการวิเคราะห์ผ่านระบบมากขึ้น



รูปที่ 2-114 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Bottom Up ของผลรวมทั้งหมดในเดือนของข้อมูล

จากการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อให้บริการข้อมูล ระหว่างระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองค์กรที่เหมาะสม สอดคล้องกับวิทยาการและเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต ที่ปรึกษาได้ศึกษาและรวบรวมข้อเสนอแนะจากการรับฟังความต้องการใช้งานจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (User Requirement) โดยสรุปรูปแบบหน้าระบบเพื่อพัฒนาหน้าจอการแสดงหน้าจอสรุปภาพรวมข้อมูล (Dashboard) ที่นอกเหนือจากโปรแกรม BI (Business Intelligent) โดยเสนอใจความสำคัญในด้านการให้บริการข้อมูลสรุปภาพรวมของระบบ Roadnet และยกระดับการทำงานให้สามารถ Drill Down/Bottom Up ผ่านหน้าระบบ จากการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบ ที่ปรึกษาได้เสนอองค์ประกอบหน้าจอการสรุปข้อมูลภาพรวมออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. **<u>หน้าจอการสรุปข้อมูลภาพรวม (Dashboard) สำหรับประชาชน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้</u>**

1.1 Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง โดยแบ่งออกเป็น ระยะทางตามประเภทถนน และระยะทางตามช่องจราจร โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกลักษณะการแสดงข้อมูลระยะทางความต้องการ อีกทั้งยังสามารถ Drill Down ข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลรายจังหวัดตามภูมิภาค โดยแต่ละกลุ่มชุดข้อมูลมีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้งานดังนี้

- การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามประเภทถนน เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ โดยสามารถสรุปออกเป็นสัดส่วนของประเภททางต่าง ๆ โดยแบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ ที่ครอบคลุมกลุ่มสายทางประเภท Ramp, Spur/Slip/ทางเข้าออก และ Storage/Climbing Lane/Taper/Widening โดยแสดงถึงสัดส่วนปริมาณระยะทางที่แต่ละหน่วยงานรับผิดชอบ ตอบสนองต่อการบริหารงานบำรุงทาง

รูปที่ 2-115 หน้าจอ Dashboard สรุปข้อมูลระยะทางตามประเภทถนน

รูปที่ 2-116 หน้าจอ Dashboard สรุปข้อมูลระยะทางตามประเภทถนน Drill Down ในระดับจังหวัด

- การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามช่องจราจร เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางตามลักษณะของช่องจราจร โดยทำการแบ่งกลุ่มช่องจราจรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 2 ช่องจราจร, 4 ช่องจราจร และ มากกว่า 4 ช่องจราจรขึ้นไป แสดงถึงสัดส่วนระยะทางของลำดับถนนของแต่ละภูมิภาค เพื่อสามารถวางกรอบนโยบายการพัฒนาสายทางสำหรับการขยายถนนในอนาคตได้ เป็นต้น

รูปที่ 2-117 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางตามช่องจราจร

รูปที่ 2-118 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางตามช่องจราจร Drill Down ในระดับจังหวัด

1.2 Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปบัญชีลักษณะผิวทาง โดยที่ปรึกษาได้สรุปข้อมูลลักษณะผิวทางจากบัญชีผิวทาง โดยแบ่งประเภทผิวทางออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ประกอบด้วย ผิวทางคอนกรีต ผิวทางลาดยาง และผิวทางลูกรัง โดยที่ปรึกษาดำเนินการวางกรอบข้อมูลในรูปแบบของกราฟ Pie Chart เพื่อแสดงสัดส่วนข้อมูลระยะทางตามบัญชีลักษณะผิวทางของแต่ละภูมิภาคโดยผู้ใช้งานสามารถ Zoom in ไปยังตำแหน่งของสายทางตามลักษณะบัญชีผิวทางของแต่ละภูมิภาคได้

รูปที่ 2-119 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางตามลักษณะบัญชีผิวทาง

2. **<u>หน้าจอการสรุปข้อมูลภาพรวม (Dashboard) สำหรับเจ้าหน้าที่</u>** โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง/ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร โดยแบ่งออกเป็น ระยะทางตามประเภทถนน และระยะทางตามช่องจราจร โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกลักษณะการแสดงข้อมูลระยะทางความต้องการ อีกทั้งยังสามารถ Drill Down ข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลรายแขวงทางหลวง และ Bottom Up ข้อมูลเพื่อแสดงการจัดลำดับ ระยะทาง จากมากไปน้อย หรือ น้อยไปมาก ได้ โดยแต่ละกลุ่มชุดข้อมูลมีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้งานดังนี้

- การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามประเภทถนน เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ โดยสามารถสรุปออกเป็นสัดส่วนของประเภททางต่าง ๆ โดยแบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ ที่ครอบคลุมกลุ่มสายทางประเภท Ramp, Spur/Slip/ทางเข้าออก และ Storage/Climbing Lane/Taper/Widening โดยแสดงถึงสัดส่วนปริมาณระยะทางที่แต่ละหน่วยงานรับผิดชอบ ตอบสนองต่อการบริหารงานบำรุงทาง

รูปที่ 2-120 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ตามประเภทถนน

รูปที่ 2-121 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ตามประเภทถนน Drill Down ในระดับแขวงทางหลวง

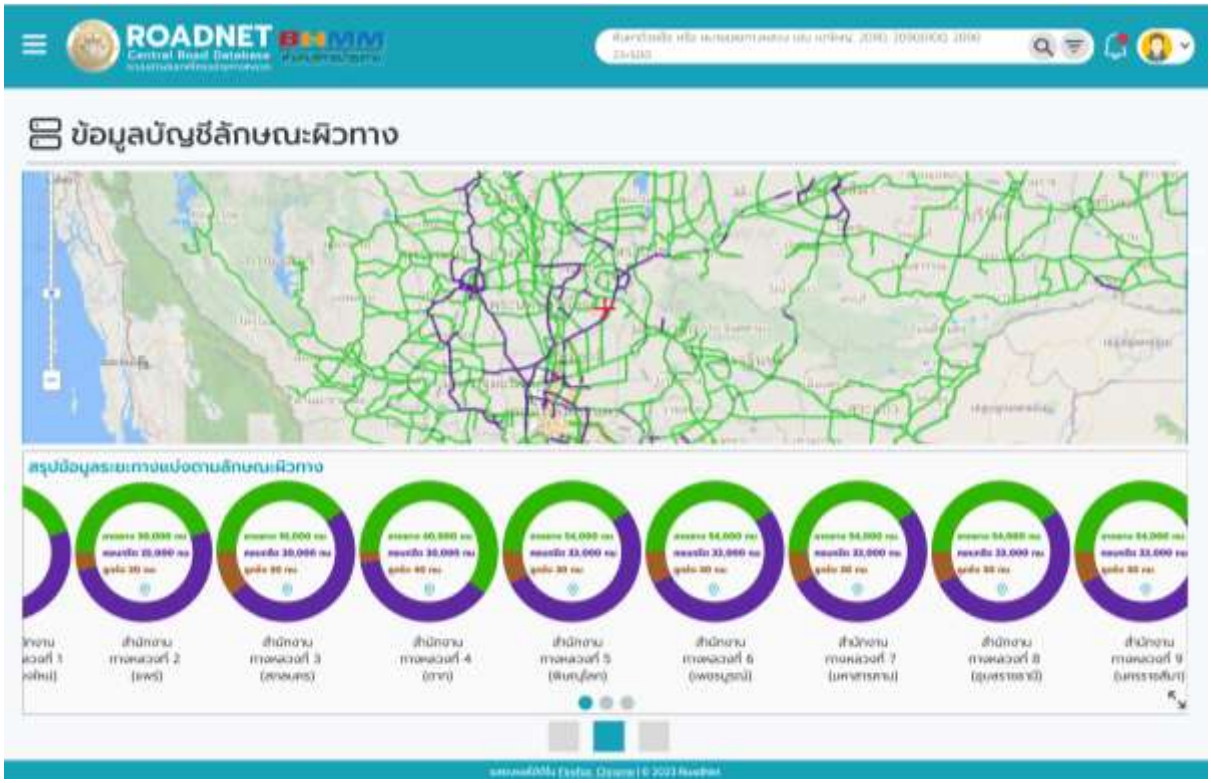
- การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามช่องจราจร เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางตามลักษณะของช่องจราจร โดยทำการแบ่งกลุ่มช่องจราจรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 2 ช่องจราจร, 4 ช่องจราจร และ มากกว่า 4 ช่องจราจรขึ้นไป แสดงถึงสัดส่วนระยะทางของลำดับถนนของแต่ละสำนัก เพื่อสามารถวางกรอบนโยบายการพัฒนาสายทางสำหรับการขยายถนนในอนาคตได้ เป็นต้น

รูปที่ 2-122 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ตามช่องจราจร

รูปที่ 2-123 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ตามช่องจราจร

Drill Down ในระดับแขวงทางหลวง

2.2 Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปบัญชีลักษณะผิวทาง โดยที่ปรึกษาได้สรุปข้อมูลลักษณะผิวทางจากบัญชีผิวทาง โดยแบ่งประเภทผิวทางออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ประกอบด้วย ผิวทางคอนกรีต ผิวทางลาดยาง และผิวทางลูกรัง โดยที่ปรึกษาดำเนินการวางกรอบข้อมูลในรูปแบบของกราฟ Pie Chart เพื่อแสดงสัดส่วนข้อมูลระยะทางตามบัญชีลักษณะผิวทางของแต่ละสำนักงานทางหลวง โดยผู้ใช้งานสามารถ Zoom in ไปยังตำแหน่งของสายทางตามลักษณะบัญชีผิวทางของแต่ละสำนักได้

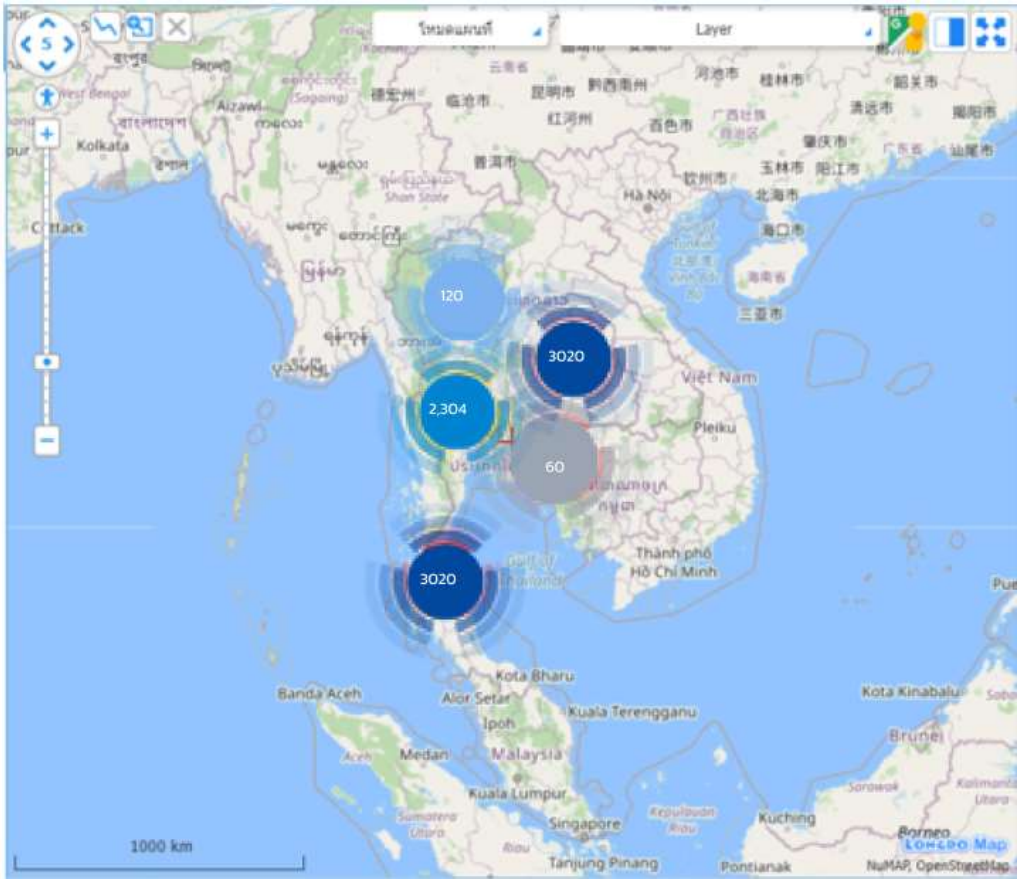


รูปที่ 2-124 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางตามลักษณะบัญชีผิวทาง

2.3 Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง เป็นการแสดงข้อมูลสรุปภาพรวมค่าสภาพของแต่ละสำนักงานหลวง โดยแบ่งออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ ค่าความขรุขระ (IRI), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting), ค่าความหยาบพื้นผิว (MPD) โดยที่ปรึกษาได้เสนอรูปแบบการแสดงข้อมูลด้วยลักษณะ Donut Pie Chart เพื่อแสดงให้เห็นสัดส่วนของปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์ตามข้อกำหนดการแบ่งเกณฑ์ค่าสภาพทางของสำนักบริหารงานบำรุงทาง และแสดงร้อยละของสัดส่วนข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์นั้น ๆ ตามค่าเฉลี่ยตลอดทั้งสำนักงานทางหลวง ซึ่งองค์ประกอบของกราฟจะแสดง

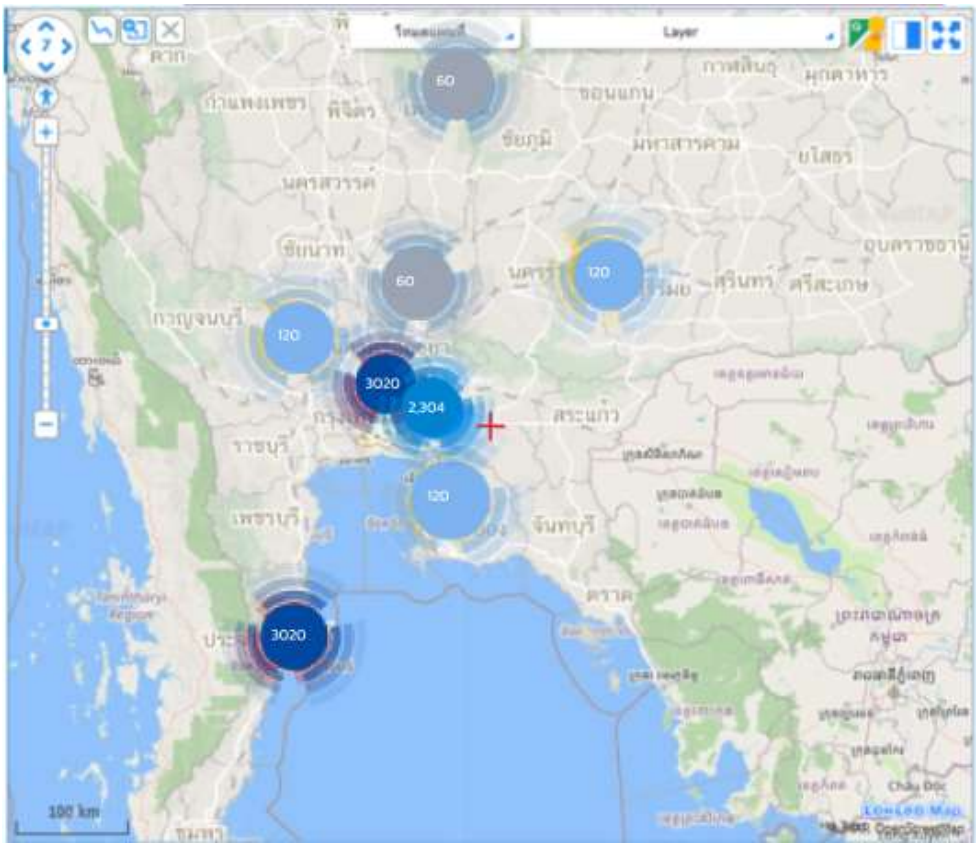
ข้อความที่ระบุค่าเฉลี่ย และร้อยละปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์เดียวกับค่าเฉลี่ย รวมทั้งแสดงภาพรวมข้อมูลผ่านแผนที่แสดงจำนวนปริมาณข้อมูลค่าสภาพทางที่มีค่าเกินกว่าเกณฑ์กำหนดสำหรับการซ่อมบำรุงรักษาทาง โดยสรุปออกมาเป็น Clustering Data เพื่อแสดงลำดับปริมาณข้อมูลตามสัดส่วนของการตั้งเงื่อนไข Ratio Level Equal Interval ด้วยลักษณะของช่วงข้อมูล 4 ลำดับ ยิ่งสัดส่วนภาพรวมข้อมูลทั้งหมดมีปริมาณมาก การแสดงระดับสีจะเข้มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ทำการเสนอกระบวนดำเนินการ สำหรับสรุปข้อมูลค่าสภาพทางให้อยู่ในรูปแบบ Clustering Data โดยทำการกำหนดเงื่อนไข

- Set Zoom 500 km ระดับประเทศ จะทำการ Cluster ตามภูมิภาค แบ่งออกเป็น 5 ภูมิภาคตามบัญชีสายทาง



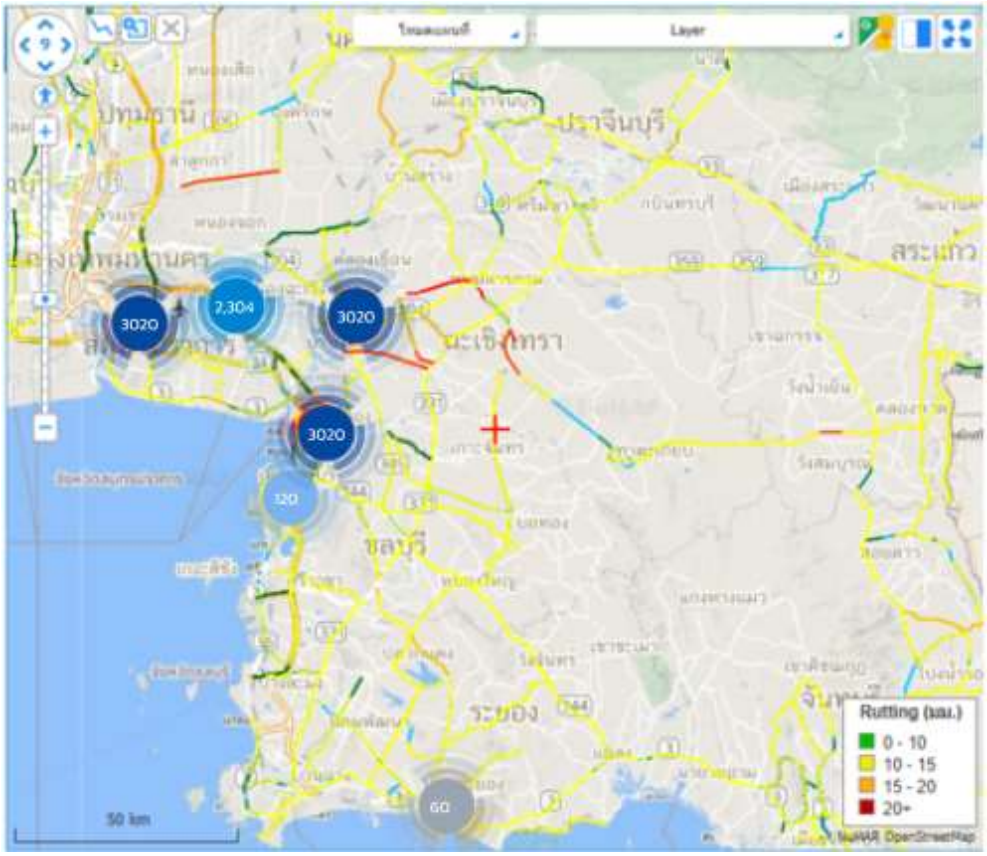
รูปที่ 2-125 Set Zoom 500 km ระดับประเทศ

- Set Zoom 100 km ระดับภูมิภาค จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งสำนักงานทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละสำนักงานทางหลวง



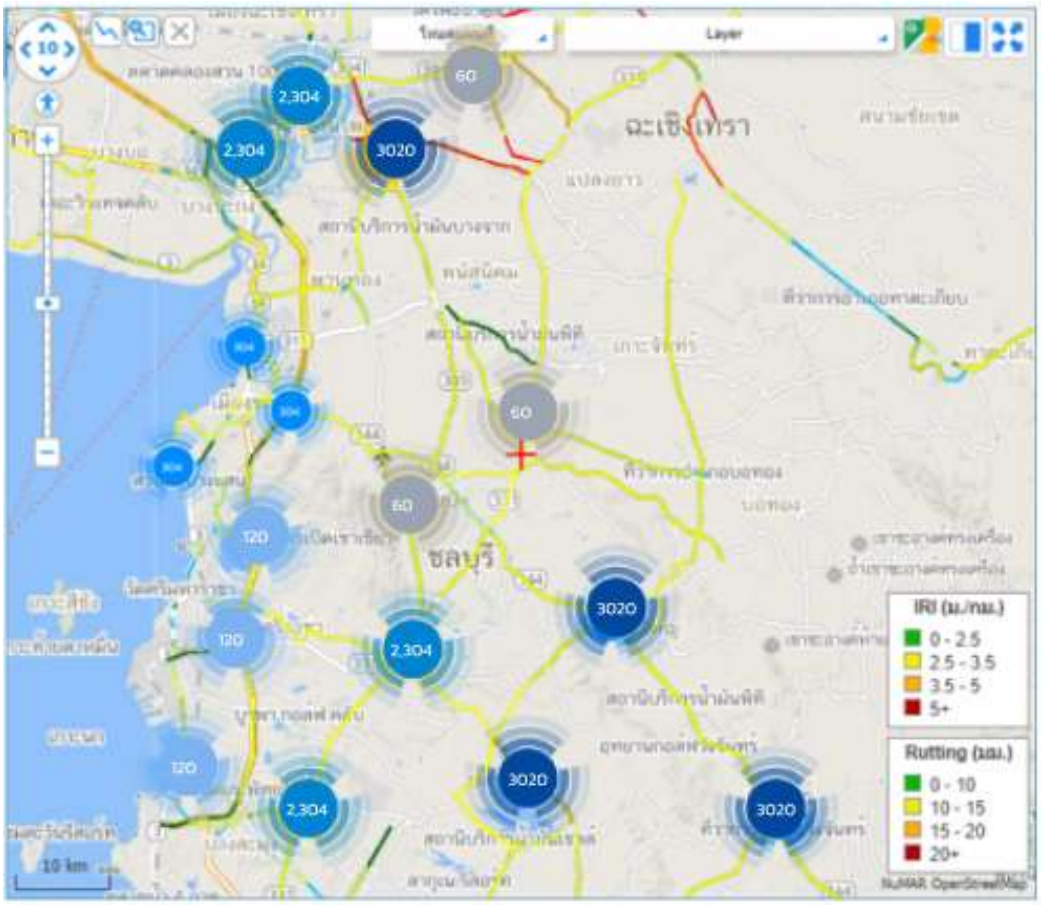
รูปที่ 2-126 Set Zoom 100 km ระดับภูมิภาค

- Set Zoom 50 km ระดับจังหวัด จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งแขวงทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละแขวงทางหลวง



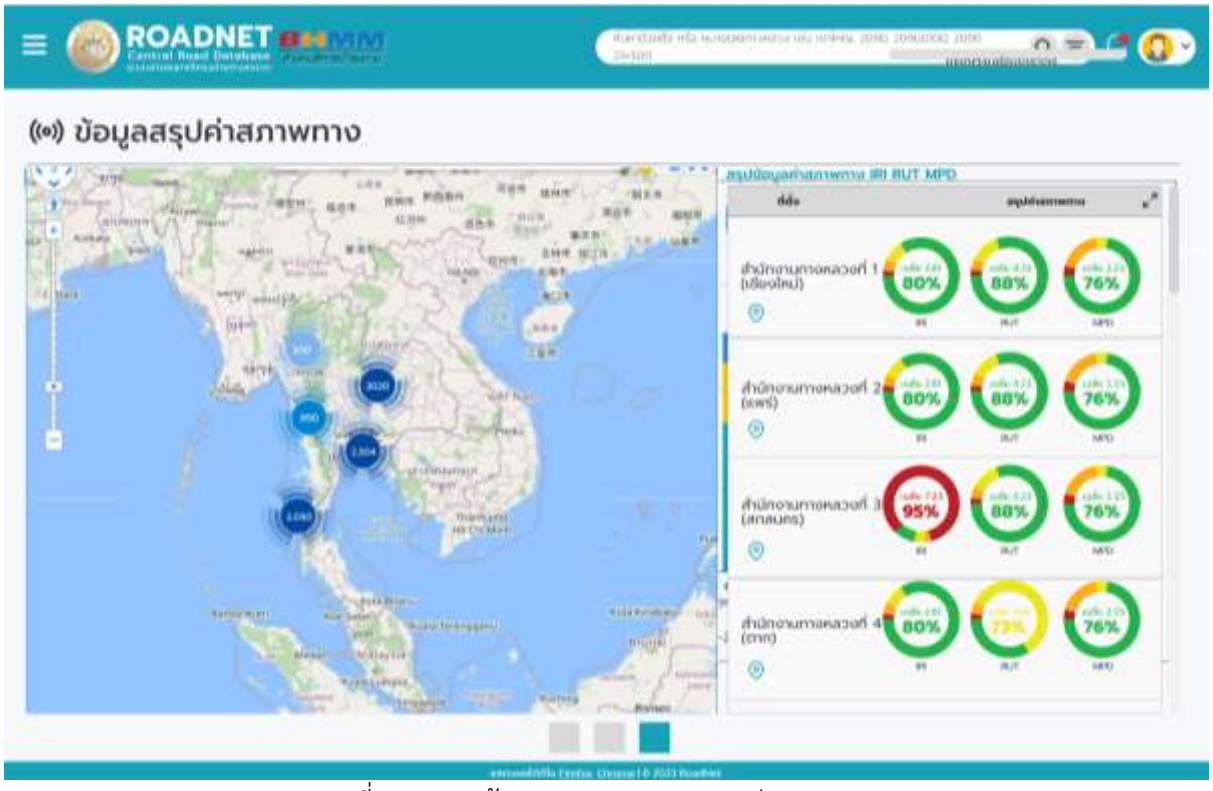
รูปที่ 2-127 Set Zoom 50 km ระดับจังหวัด

- Set Zoom 10 km ระดับพื้นที่ จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งหมวดทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละหมวดทางหลวง



รูปที่ 2-128 Set Zoom 50 km ระดับพื้นที่

อย่างไรก็ตามการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้หลักการด้านการสรุปภาพรวมข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์เพื่อให้สามารถแสดงภาพรวมค่าสภาพทางทั้งเชิงภูมิสารสนเทศและเชิงสถิติโดยที่ปรึกษาได้นำเสนอหน้าจอ Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปค่าสภาพทางดังนี้



รูปที่ 2-129 หน้าจอ Dashboard สรุปค่าสภาพทาง

1. Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุประยะทาง/ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร โดยแบ่งออกเป็น ระยะทางตามประเภทถนน และระยะทางตามช่องจราจร โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกลักษณะการแสดงข้อมูลระยะทางความต้องการ อีกทั้งยังสามารถ Drill Down ข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลรายแขวงทางหลวง และ Bottom Up ข้อมูลเพื่อแสดงการจัดลำดับ ระยะทาง จากมากไปน้อย หรือ น้อยไปมาก ได้ โดยแต่ละกลุ่มชุดข้อมูลมีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้งานดังนี้
   - การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามประเภทถนน เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ โดยสามารถสรุปออกเป็นสัดส่วนของประเภททางต่าง ๆ โดยแบ่งกลุ่มประเภททางหลัก ๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ประเภททางหลัก, ประเภททางขนาน และประเภททางอื่น ๆ ที่ครอบคลุมกลุ่มสายทางประเภท Ramp, Spur/Slip/ทางเข้าออก และ Storage/Climbing Lane/Taper/Widening โดยแสดงถึงสัดส่วนปริมาณระยะทางที่แต่ละหน่วยงานรับผิดชอบ ตอบสนองต่อการบริหารงานบำรุงทาง

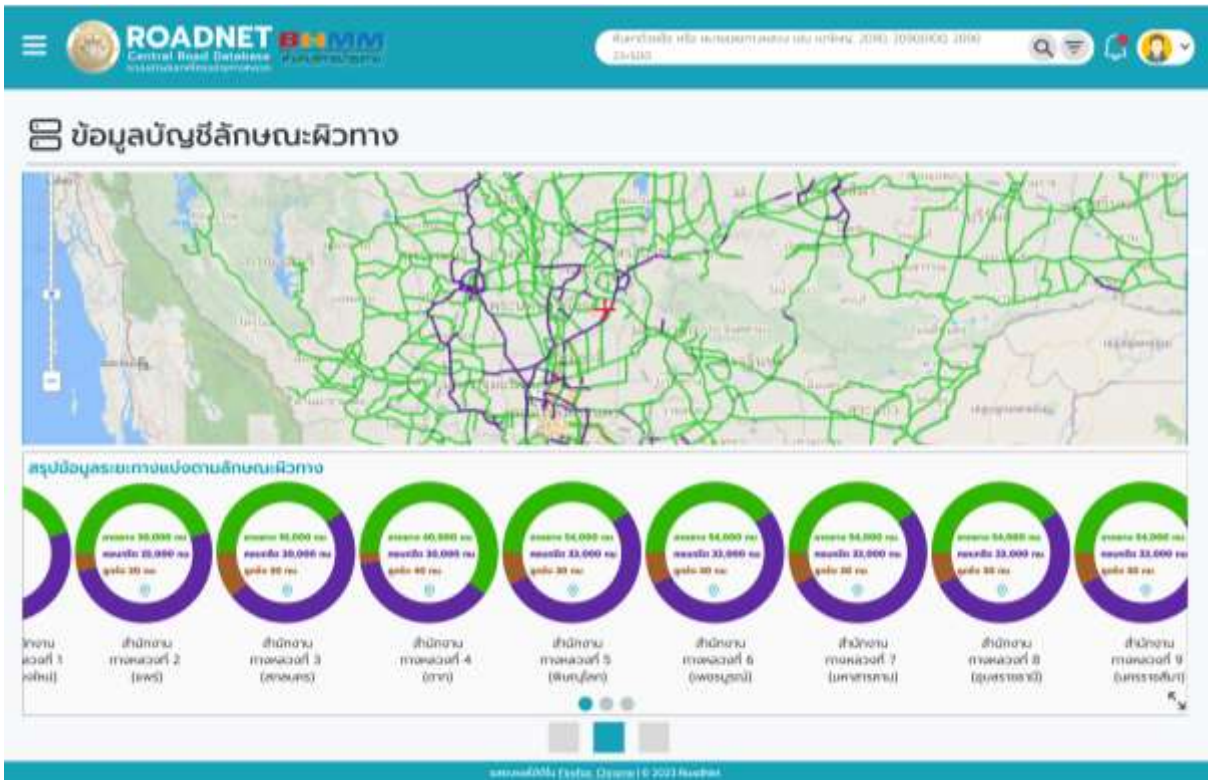
รูปที่ 2-130 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่อง โดยแบ่งออกเป็น ระยะทางตามประเภทถนน

- การแสดงข้อมูลสรุประยะทางตามช่องจราจร เพื่อแสดงถึงนัยสำคัญของระยะทางตามลักษณะของช่องจราจร โดยทำการแบ่งกลุ่มช่องจราจรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ 2 ช่องจราจร, 4 ช่องจราจร และ มากกว่า 4 ช่องจราจรขึ้นไป แสดงถึงสัดส่วนระยะทางของลำดับถนนของแต่ละสำนัก เพื่อสามารถวางกรอบนโยบายการพัฒนาสายทางสำหรับการขยายถนนในอนาคตได้ เป็นต้น

รูปที่ 2-131 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่อง โดยแบ่งออกเป็น ระยะทางตามช่องจราจร

รูปที่ 2-132 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางต่อ 2 ช่อง ที่ทำการ Drill Down ในระดับแขวงทางหลวง

2. Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปบัญชีลักษณะผิวทาง โดยที่ปรึกษาได้สรุปข้อมูลลักษณะผิวทางจากบัญชีผิวทาง โดยแบ่งประเภทผิวทางออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ประกอบด้วย ผิวทางคอนกรีต ผิวทางลาดยาง และผิวทางลูกรัง โดยที่ปรึกษาดำเนินการวางกรอบข้อมูลในรูปแบบของกราฟ Pie Chart เพื่อแสดงสัดส่วนข้อมูลระยะทางตามบัญชีลักษณะผิวทางของแต่ละสำนักงานทางหลวง โดยผู้ใช้งานสามารถ Zoom in ไปยังตำแหน่งของสายทางตามลักษณะบัญชีผิวทางแต่ละสำนักได้

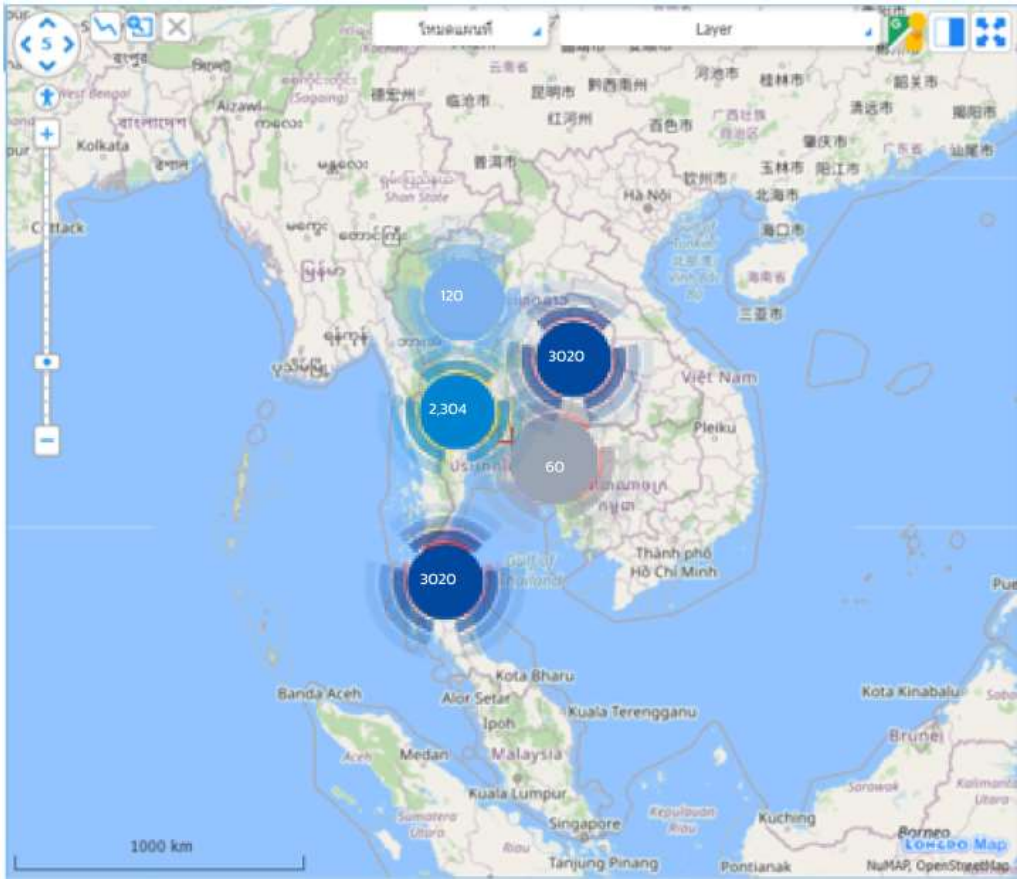


รูปที่ 2-133 หน้าจอ Dashboard สรุประยะทางตามลักษณะบัญชีผิวทาง

3. Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปค่าสภาพทาง เป็นการแสดงข้อมูลสรุปภาพรวมค่าสภาพของแต่ละสำนักงานหลวง โดยแบ่งออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ ค่าความขรุขระ (IRI), ค่าความลึกร่องล้อ (Rutting), ค่าความหยาบพื้นผิว (MPD) โดยที่ปรึกษาได้เสนอรูปแบบการแสดงข้อมูลด้วยลักษณะ Donut Pie Chart เพื่อแสดงให้เห็นสัดส่วนของปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์ตามข้อกำหนดการแบ่งเกณฑ์ค่าสภาพทางของสำนักบริหารงานบำรุงทาง และแสดงร้อยละของสัดส่วนข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์นั้น ๆ ตามค่าเฉลี่ยตลอดทั้งสำนักงานทางหลวง ซึ่งองค์ประกอบของกราฟจะแสดงข้อความที่ระบุค่าเฉลี่ย และร้อยละปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเกณฑ์เดียวกับค่าเฉลี่ย รวมทั้งแสดงภาพรวมข้อมูลผ่านแผนที่แสดงจำนวนปริมาณข้อมูลค่าสภาพทางที่มีค่าเกินกว่าเกณฑ์กำหนด

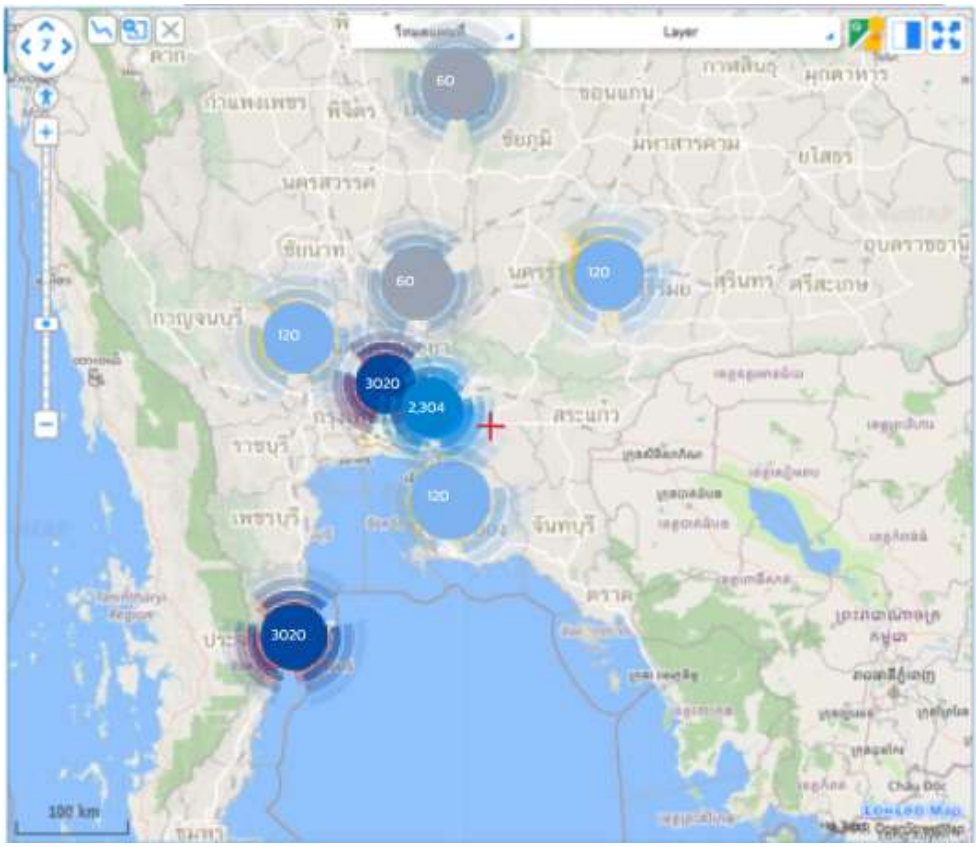
สำหรับการซ่อมบำรุงรักษาทาง โดยสรุปออกมาเป็น Clustering Data เพื่อแสดงลำดับปริมาณข้อมูลตามสัดส่วนของการตั้งเงื่อนไข Ratio Level Equal Interval ด้วยลักษณะของช่วงข้อมูล 4 ลำดับยิ่งสัดส่วนภาพรวมข้อมูลทั้งหมดมีปริมาณมาก การแสดงระดับสีจะเข้มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ทำการเสนอกระบวนดำเนินการ สำหรับสรุปข้อมูลค่าสภาพทางให้อยู่ในรูปแบบ Clustering Data โดยทำการกำหนดเงื่อนไข

- Set Zoom 500 km ระดับประเทศ จะทำการ Cluster ตามภูมิภาค แบ่งออกเป็น 5 ภูมิภาคตามบัญชีสายทาง



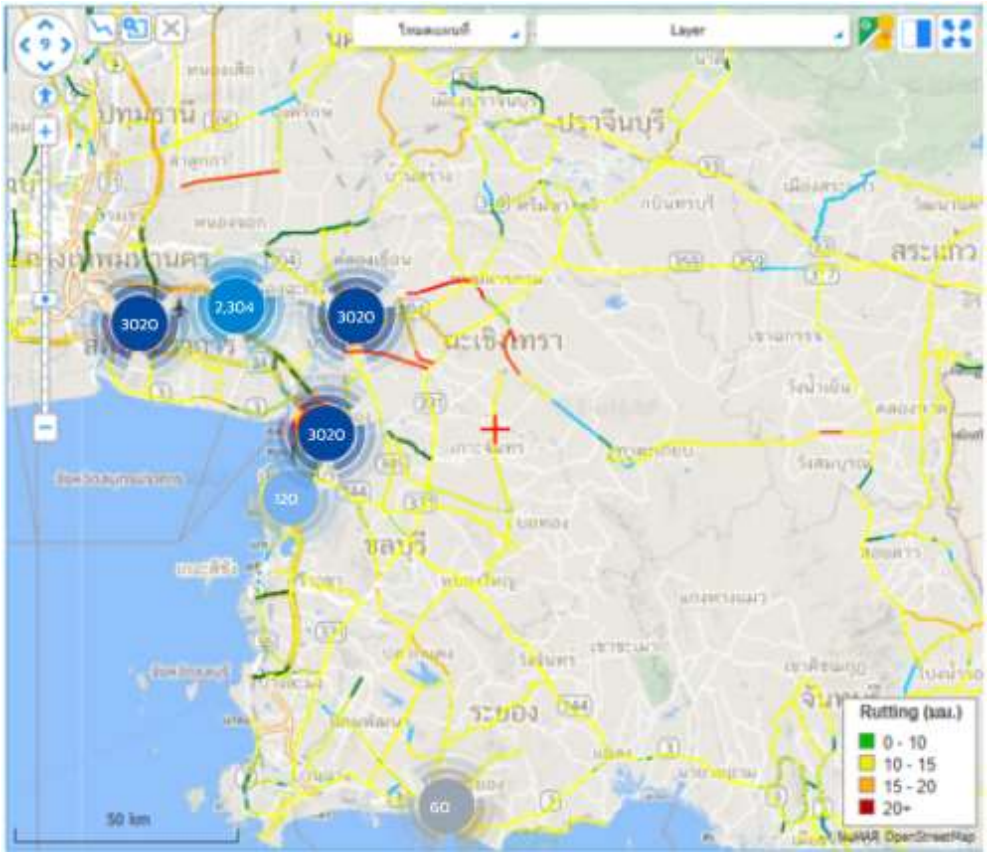
รูปที่ 2-134 Set Zoom 500 km ระดับประเทศ

- Set Zoom 100 km ระดับภูมิภาค จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งสำนักงานทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละสำนักงานทางหลวง



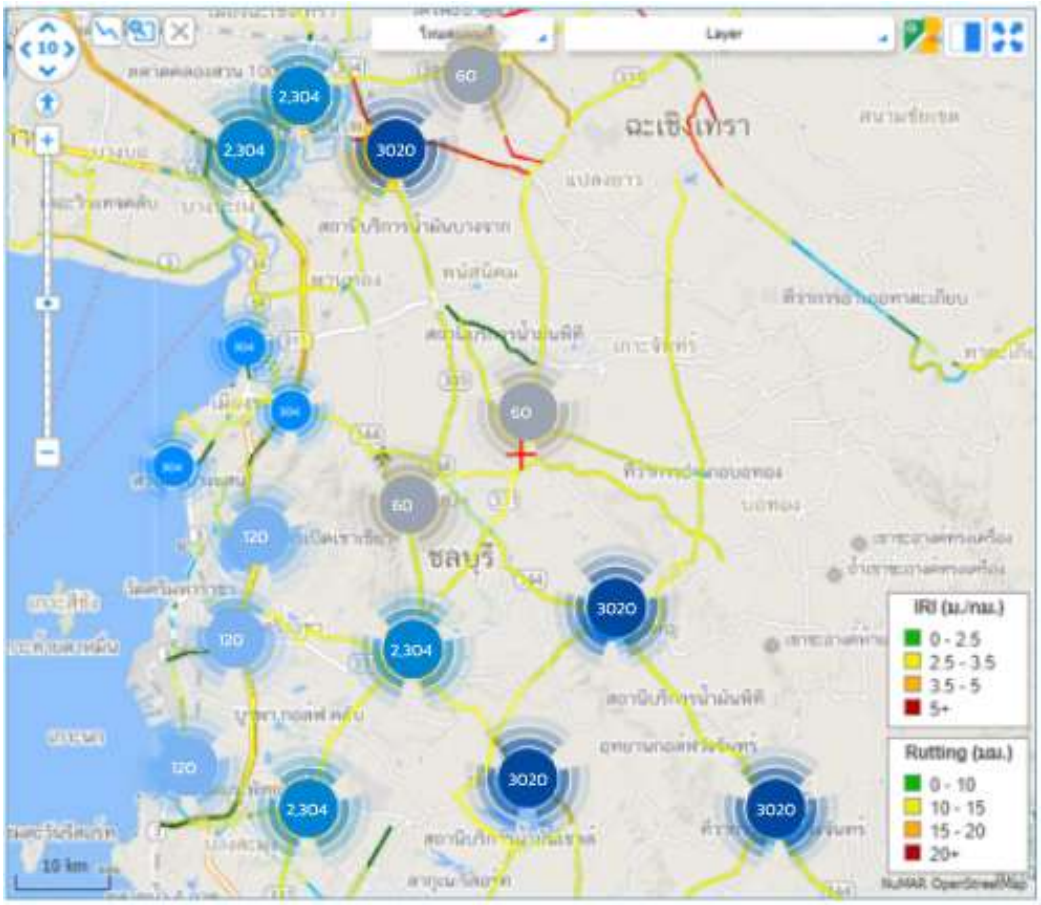
รูปที่ 2-135 Set Zoom 100 km ระดับภูมิภาค

- Set Zoom 50 km ระดับจังหวัด จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งแขวงทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละแขวงทางหลวง



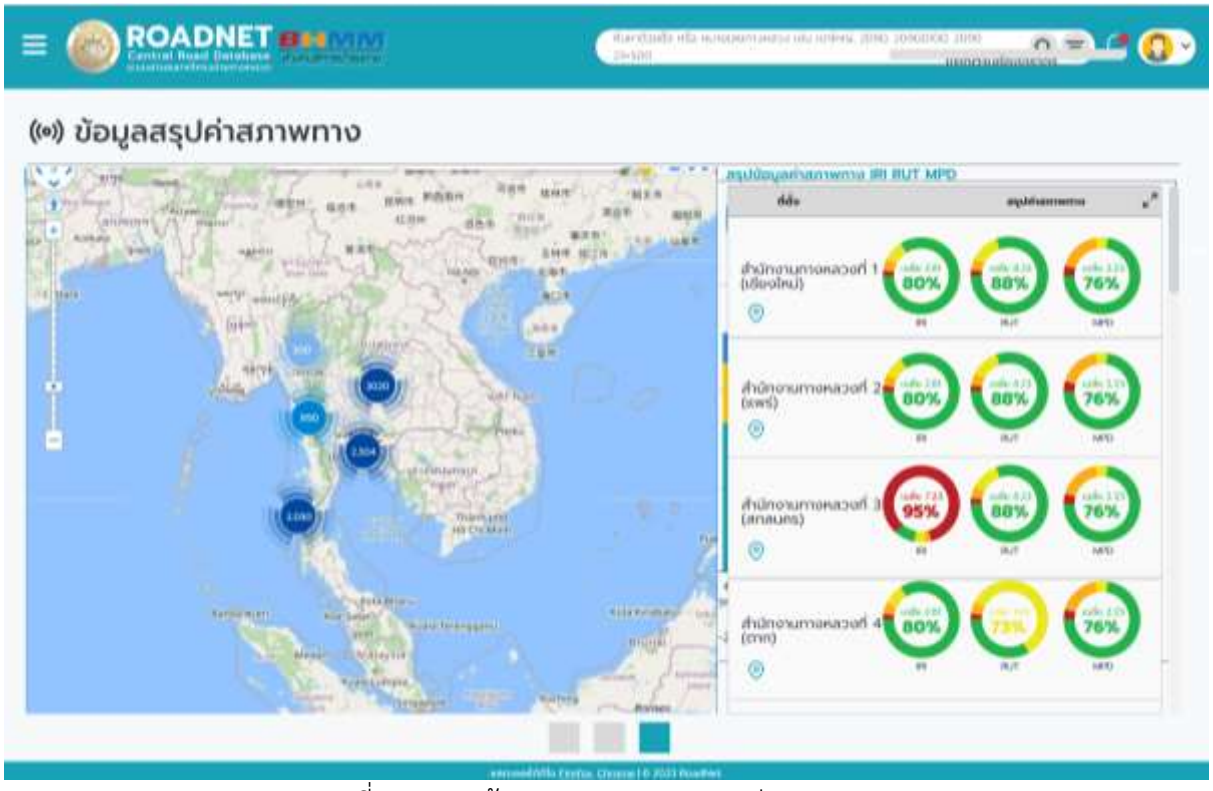
รูปที่ 2-136 Set Zoom 50 km ระดับจังหวัด

- Set Zoom 10 km ระดับพื้นที่ จะทำการ Cluster ตามตำแหน่งหมวดทางหลวง เพื่อแสดงภาพรวมปริมาณข้อมูลที่เกินกว่าเกณฑ์กำหนดของแต่ละหมวดทางหลวง



รูปที่ 2-137 Set Zoom 50 km ระดับพื้นที่

อย่างไรก็ตามการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวเป็นการประยุกต์ใช้หลักการด้านการสรุปภาพรวมข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์เพื่อให้สามารถแสดงภาพรวมค่าสภาพทางทั้งเชิงภูมิสารสนเทศและเชิงสถิติโดยที่ปรึกษาได้นำเสนอหน้าจอ Dashboard หน้าจอแสดงข้อมูลสรุปค่าสภาพทางดังนี้



รูปที่ 2-138 หน้าจอ Dashboard สรุปค่าสภาพทาง

3.4 ที่ปรึกษาจะต้องพัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางแนวทางในการบูรณาการข้อมูลร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

3.4.1 เชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่

1) เชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่

1.1) ข้อมูลบัญชีสายทาง จากระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS)

การสืบค้นข้อมูล และแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประวัติสายทาง ได้แก่ ข้อมูลบัญชีหมายเลขทางหลวง, ข้อมูลบัญชีหมายเลขตอนควบคุม, รายละเอียดหลักฐานการได้มา, ข้อมูลปริมาณจราจร, ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทางของผิวทาง ข้อมูลปริมาณจราจร เป็นต้น โดยประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนการสืบค้นข้อมูล ส่วนแสดงข้อมูลตาราง และส่วนแสดงแผนที่

โดยระบบ Roadnet จะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่ ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-16 แสดงข้อมูลจากระบบระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) ที่ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูล

ลำดับ	กลุ่มข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	หน่วยงาน
1	เส้นโครงข่ายถนน	โครงข่ายทะเบียนทางหลวง	สำนักแผนงาน กรมทางหลวง
2		ทางหลวงอาเซียน	
3		เส้นทางขนส่งผ่านแดนของอาเซียน	
4		ช่องจราจร	
5	ลำดับชั้นสายทาง (Road Hierarchy)	ลำดับชั้น 1 ทางหลวงแผ่นดินเชื่อมโยงระหว่างประเทศ	สำนักแผนงาน กรมทางหลวง
6		ลำดับชั้น 2 ทางหลวงแผ่นดินเชื่อมโยงในภูมิภาค	
7		ลำดับชั้น 3 ทางหลวงแผ่นดินเชื่อมโยงระดับจังหวัด	
8		ลำดับชั้น 4 ทางหลวงแผ่นดินเชื่อมโยงระดับอำเภอ	
9		ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	
10		ความหนาแน่นการใช้ประโยชน์ที่ดิน	
11	ตำแหน่งที่สำคัญ (POI)	ตำแหน่งที่ตั้งหมวดทางหลวง	สำนักแผนงาน กรมทางหลวง
12		ตำแหน่งที่ตั้งแขวงทางหลวง	
13		ตำแหน่งที่ตั้งสำนักงานทางหลวง	

1.2) ข้อมูลแผนงานเบื้องต้น จากระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet)

ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) ประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ใบเพิ่มสำคัญและทะเบียนคุม สามารถเลือกดูการเพิ่มใบสำคัญ ทะเบียนคุมใบสำคัญ และติดตามสถานะใบสำคัญ
- ทะเบียนคุมตามรหัสงบประมาณ สามารถเลือกดูทะเบียนคุมตามรหัสงบประมาณ ทะเบียนสัญญาเงินยืม
- การเบิกจ่าย สามารถคาดการณ์การเบิกจ่าย สถานะการเบิกจ่ายปัจจุบัน และคาดการณ์การเบิกจ่ายเงินกัน สถานการณ์เบิกจ่ายเงินกันปัจจุบันได้ พร้อมทั้งสามารถบันทึกสถานะรายงานสถานะ และแจ้งปัญหาอุปสรรคเงินกันได้

โดยระบบ Roadnet จะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลจากจากระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่ ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-17 แสดงข้อมูลจากจากระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) ที่ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูล

ลำดับ	กลุ่มข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	หน่วยงาน
1	ข้อมูลแผนงานบำรุง	การติดตามแผนการดำเนินงาน	สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง
2		การตรวจสอบแผนงาน	
3		ข้อมูลรหัสงาน	

1.3) ข้อมูลปริมาณจราจรแยกตามประเภทยานพาหนะรายปีจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวงประกอบด้วยข้อมูลการใช้งานด้วย 7 ส่วน ดังนี้

- จุดสำรวจ มีหน้าที่แสดงจุดสำรวจของแต่ละแขวงทั่วประเทศ
- ข้อมูลการสำรวจมีหน้าที่จัดการข้อมูลการสำรวจที่ทาง สำนักอำนวยความปลอดภัย (สป.) สั่งสำรวจในแต่ละงวด
- ผลสำรวจ มีหน้าที่ในการแสดงปริมาณจราจรในแต่ละจุดสำรวจ โดยแยกขาเข้า-ขาออก เปรียบเทียบ 5 ปีย้อนหลัง
- AADT รายจุด มีหน้าที่แสดงค่า AADT เป็นรายจุด ที่ทำการสำรวจปริมาณจราจรบนทางหลวง
- VK มีหน้าที่แสดงค่า AADT และค่า VK เป็นรายสายทาง
- รายงาน มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและออกเป็นรายงานสรุปผลเกี่ยวกับปริมาณจราจรบนทางหลวง
- ฐานข้อมูล มีหน้าที่ดึงข้อมูลดิบจากฐานข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวง

โดยระบบ Roadnet จะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลจากจากระบบสารสนเทศ ปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่ ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-18 แสดงข้อมูลจากจากระบบสารสนเทศ ปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ที่ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูล

ลำดับ	กลุ่มข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	หน่วยงาน
1	ข้อมูลปริมาณจราจร	ประเภท AADT รายจุดสำรวจ	สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง
2		ข้อมูลการเผยแพร่	
3		ข้อมูลจุดสำรวจ	
4		AADT และ VK รายสายทาง	

1.4) ข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงประเภทต่าง ๆ จากระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset)

ระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง มีทรัพย์สินอยู่ในความรับผิดชอบ 23 ประเภท ประกอบด้วย

- ผิวทางและไหล่ทาง
- ทางเท้า
- ทางเชื่อม
- ทางจักรยาน
- เกาะแบ่งถนน
- ท่อระบายน้ำ
- รางระบายน้ำ
- สะพานและทางยกระดับ
- สะพานกลับรถ
- อุโมงค์หรือทางลอด
- สะพานลอยคนเดินข้าม
- กำแพงกันดิน
- ป้ายจราจร
- เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง
- ราวกันอันตราย
- ไฟสัญญาณจราจร
- ไฟเตือนหรือไฟสัญญาณทางข้าม
- ไฟฟ้าและแสงสว่าง

- เครื่องหมายนำทางหลักกิโลเมตรและหลักเขตทาง
- ศาลาทางหลวงและที่รอรถประจำทาง
- บริเวณข้างทาง
- อาคาร
- ที่ดินนอกเขตทาง

โดยระบบ Roadnet จะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลจากจากระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset) มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่ ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-19 แสดงข้อมูลจากจากระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset) ที่ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูล

ลำดับ	กลุ่มข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	หน่วยงาน
1	ข้อมูลสำรวจ	ทางจักรยาน	สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง
2		อุโมงค์และทางลอด	
3		ทางยกระดับ	
4		สะพานกลับรถ	

1.5) ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ย้อนหลัง 5 ปี ทุก ๆ 25 เมตร หรือ 1 กิโลเมตร จากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS)

ระบบ MIIS เป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลการสำรวจสภาพทาง และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของข้อมูลงานตรวจสอบสภาพทาง เช่น ความเรียบของถนน ความเสียหายของถนน เป็นต้น ข้อมูลสำรวจรากฐาน เช่น งานเจาะสำรวจ งานสำรวจความแข็งแรงของรากฐาน เป็นต้น งานธรณีวิศวกรรม โดยมีรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ข้อมูลความแข็งแรงของโครงสร้างทาง
- ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
- ข้อมูลการตรวจสอบสภาพความเสียหายของผิวทาง
- ข้อมูลการตรวจสอบความต้านทานในการลื่นไถลของผิวทาง (ความฝืด) ด้วยเครื่องมือ ASFT-T-10
- ข้อมูลการตรวจสอบความต้านทานในการลื่นไถลของผิวทาง (ความฝืด) ด้วยเครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester

- ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ GPR
- ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ Borescope
- ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ Coring
- ข้อมูลการตรวจสอบโพรงใต้ผิวจราจร
- ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นรากฐานด้วยวิธี Field Vane Shear
- ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นรากฐานด้วยวิธี boring
- ข้อมูลงานทดสอบ Dynamic Cone Penetrometer (DCP)
- ข้อมูลงานทดสอบ Dutch Cone Penetration Test
- ข้อมูลงานลงพื้นที่ตรวจสอบบริเวณ Landslide
- ข้อมูลงานสำรวจหญ้าแฝก
- ข้อมูลโรงโม่หิน
- ข้อมูลงาน Test Pit

โดยระบบ Roadnet จะดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูลจากจากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) มาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่ ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-20 แสดงข้อมูลจากจากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS) ที่ดำเนินการเชื่อมโยงข้อมูล

ลำดับ	กลุ่มข้อมูล	ชื่อชั้นข้อมูล	หน่วยงาน
1	ข้อมูลสำรวจ	รายการประเภทเลน	สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง
2		Deflection แบบสรุป	
3		ข้อมูล E-Modulus จากข้อมูลสำรวจ FWD ราย กม.	
4		ข้อมูล E-Modulus จากข้อมูลสำรวจ FWD ราย Station	

3.4.2 ประสานงาน จัดหา จัดทำ และนำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานทั้งภายในกรมทางหลวง และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมกับชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (Fundamental Geographic Data Set)

ข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศ (Fundamental Geographic Data Set : FGDS) หมายถึงชั้นข้อมูลที่มีศักยภาพสูงที่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอ้างอิงเพื่อเพิ่มเติมชั้นข้อมูล ในด้านอื่น ๆ ได้ โดยข้อมูลประเภทนี้เกี่ยวข้องกับลักษณะของภูมิประเทศทั่วไป คณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งชาติได้มีกำหนดชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทยไว้ทั้งหมด 13 ชั้นข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 2-21 แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS

รายการชุดข้อมูลตามมาตรฐาน FGDS 13 ชั้นข้อมูล			
ชุดข้อมูล	**ชื่อรายการชุดข้อมูลตาม FGDS**	**รายการข้อมูลประเมินตาม FGDS**	**หน่วยงานหลัก/ร่วม**
01 แปลงที่ดิน	03005 - ที่ราชพัสดุ (ROYAL_LAND)	ขอบเขตที่ราชพัสดุ	กรมธนารักษ์
	03007 - แปลงที่ดินของรัฐจัดเพื่อประชาชน (ALLOCATE_PARCEL)	แปลงที่ดิน ส.ป.ก.	สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
02 เขตการปกครอง	01002 - เส้นเขตการปกครอง (ADMIN_Line)	เส้นเขตการปกครอง	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	01032 - พื้นที่ขอบเขตจังหวัด (Province)	ขอบเขตจังหวัด	กรมการปกครอง
03 เส้นทางคมนาคม	01033 - พื้นที่ขอบเขตอำเภอ (District)	ขอบเขตอำเภอ	กรมการปกครอง
		พื้นที่ขอบเขตอำเภอ	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	01034 - พื้นที่ขอบเขตตำบล (Tambon)	เขตตำบล	กรมการปกครอง
		พื้นที่ขอบเขตตำบล	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	01004 - จุดตัวแทนพื้นที่การปกครอง (ADMIN_Location)	ที่ตั้งสำนักงานเขต	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	02001 - เส้นกลางถนน (ROAD_CL)	ทางหลวงแผ่นดิน	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม
		เส้นกลางถนน	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 2-21 แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (ต่อ)

รายการชุดข้อมูลตามมาตรฐาน FGDS 13 ชั้นข้อมูล			
ชุดข้อมูล	**ชื่อรายการชุดข้อมูลตาม FGDS**	**รายการข้อมูลประเมินตาม FGDS**	**หน่วยงานหลัก/ร่วม**
03 เส้นทางคมนาคม	02002 - จุดเชื่อมต่อคมนาคม (TRANS_NODE)	สถานีรถไฟฟ้า	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม
		สถานีรถไฟ	
	02003 - ขอบถนน (ROAD_EDGE)	Bma_road_edge	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	02004 - สะพาน (BRIDGE_PNT)	Bma_overpass_bnd	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	02008 - ทางรถไฟ (RAILWAY_CL)	เส้นทางรถไฟฟ้า	สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม
		เส้นทางรถไฟ	
04 เขตชุมชน/อาคาร	041 - อาคาร	อาคาร	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	04301 - พื้นที่/จุดตำแหน่งอ้างอิง	Landmark	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
05 ป่าไม้	05003 - ป่าสงวนแห่งชาติ (NRF)	แนวเขตป่าสงวนแห่งชาติ	กรมป่าไม้
	05004 - พื้นที่ป่าปกคลุม (FCA)	พื้นที่ป่าไม้ตามสภาพ	กรมป่าไม้

ตารางที่ 2-21 แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (ต่อ)

รายการชุดข้อมูลตามมาตรฐาน FGDS 13 ชั้นข้อมูล			
ชุดข้อมูล	**ชื่อรายการชุดข้อมูลตาม FGDS**	**รายการข้อมูลประเมินตาม FGDS**	**หน่วยงานหลัก/ร่วม**
06 การใช้ประโยชน์ที่ดิน	06002 - พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับที่ 2	แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ.2558 และ พ.ศ.2559	กรมพัฒนาที่ดิน
07 แหล่งน้ำ	07101 - เส้นทางน้ำธรรมชาติ (NAT_STREAM)	เส้นทางน้ำ	กรมทรัพยากรน้ำ
		Bma_hydrocl	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
08 อุทกศาสตร์	07201 - พื้นที่แหล่งน้ำตาม ธรรมชาติ (NAT_WTR_BODY)	แหล่งน้ำธรรมชาติผิวดิน	กรมทรัพยากรน้ำ
		พื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ	สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร
	07301 - บ่อบาดาล (WELL)	บ่อบาดาล	กรมทรัพยากรน้ำ
	07501 - สถานีตรวจวัดในลำน้ำ (HYD_STATION)	LVELSTATION	กรมทรัพยากรน้ำ
	13001 - ตัวเลขน้ำ (SOUNDG)	ตัวเลขน้ำ (SOUNDG)	กรมอุทกศาสตร์
	13002 - เส้นชายฝั่ง (COALNE)	เส้นชายฝั่ง (COALNE)	กรมอุทกศาสตร์
	13011 - สายน้ำไหลขึ้นมีอัตรา (Flood tide stream with rate, TS_FEB)	สายน้ำไหลขึ้นมีอัตรา (TS_FEB)	กรมอุทกศาสตร์
	13013 - ค่าเส้นความลึกเท่า (DEPCNT)	ค่าเส้นความลึกเท่า (DEPCNT)	กรมอุทกศาสตร์

ตารางที่ 2-21 แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (ต่อ)

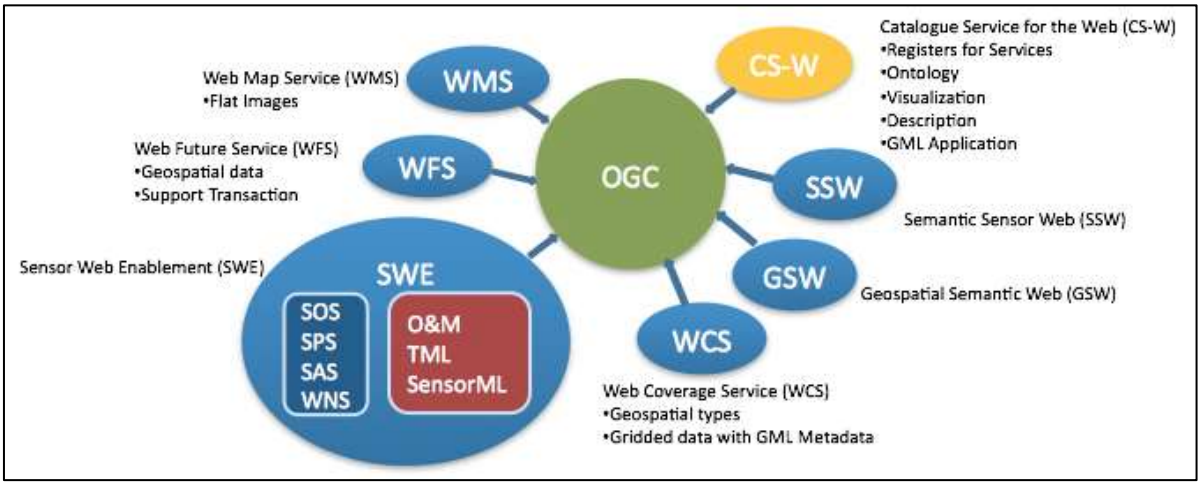
รายการชุดข้อมูลตามมาตรฐาน FGDS 13 ชั้นข้อมูล			
ชุดข้อมูล	**ชื่อรายการชุดข้อมูล ตาม FGDS**	**รายการข้อมูลประเมินตาม FGDS**	**หน่วยงานหลัก/ร่วม**
09 หมุดหลักฐานแผนที่	09001 - หมุดหลักฐานทางราบ (HorizontalControlPoint)	กรมแผนที่ทหารบริการแผนที่ในรูปแบบ wms จำนวน 26 จังหวัด (Service : WMS)	กรมแผนที่ทหาร
		หมุดหลักฐาน	
		http://mapserver.rtsd.mi.th/erdas-apollo/vector/GPS26Province?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0	
10 ความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM)	ชุดข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM)	http://mapserver.rtsd.mi.th:80/erdas-apollo/coverage/Gistda26Province_DEM?	
11 ภาพแผนที่ภูมิประเทศ	แผนที่ความสูงภูมิประเทศ L7018	แผนที่ความสูงภูมิประเทศ L7018 (Service : WMS)	
		http://mapserver.rtsd.mi.th/erdas-apollo/coverage/Gistda26Province?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0	

ตารางที่ 2-21 แสดงข้อมูลจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (ต่อ)

รายการชุดข้อมูลตามมาตรฐาน FGDS 13 ชั้นข้อมูล			
ชุดข้อมูล	**ชื่อรายการชุดข้อมูลตาม FGDS**	**รายการข้อมูลประเมินตาม FGDS**	**หน่วยงานหลัก/ร่วม**
12 แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ	ภาพถ่ายออร์โทขาวชุด DOL พ.ศ. 2525-2538	มาตราส่วน 1:4,000	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บริการผ่าน สทอภ.
	ภาพถ่ายออร์โทขาวชุด NIMA พ.ศ. 2537-2543	มาตราส่วน 1:4,000	
	ภาพถ่ายออร์โทขาวชุด NS3 พ.ศ. 2515-2524	มาตราส่วน 1:4,000	
	ภาพถ่ายออร์โทขาวชุด VAP61 พ.ศ. 2506-2513	มาตราส่วน 1:4,000	
	ภาพถ่ายออร์โทขาวชุด WWS พ.ศ. 2495-2498	มาตราส่วน 1:4,000	
13 ภาพดาวเทียมดัดแก้	แผนที่ภาพดาวเทียมไทยโชต Pansharpen 2 เมตร พ.ศ. 2556-2557	แผนที่ภาพดาวเทียมไทยโชต Pansharpen 2 เมตร (พ.ศ. 2556-2557)	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) GISTDA
		http://go-tiles1.gistda.or.th/mapproxy/service?REQUEST=GetCapabilities&	

3.4.3 พัฒนาระบบ Web service เผยแพร่ข้อมูลบัญชีสายทาง ทั้งในรูปแบบภาพแผนที่ Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) หรือ Web Map Tile Service (WMS-T) หรือ Vector Tile Service และแบบ web service query (REST/JSON) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการเชื่อมโยงหรือการส่งผ่านข้อมูลให้สามารถนำเข้าและแลกเปลี่ยนข้อมูลทางภูมิสารสนเทศบนเครือข่ายที่มีอยู่เดิม เพื่อบูรณาการข้อมูลและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานให้เป็นไปตามมาตาฐานสากลการให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศ (OGC/ISO) ในรูปแบบของ Web Map Service/Web Feature Service/ SQL Simple Feature ผ่านระบบเครือข่ายและคำนึงถึงความปลอดภัยของข้อมูล



รูปที่ 2-139 แสดงโครงสร้างมาตรฐานสากล ISO/OGC สำหรับบริหารจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ

OGC เป็นชื่อย่อของ Open Geospatial Consortium ซึ่งเป็นองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ OGC เป็นองค์กรธุรกิจแบบไม่หวังผลกำไรซึ่งก่อตั้งขึ้นโดยการรวมตัวกันของสมาชิกซึ่งมีทั้งบริษัทซอฟต์แวร์ด้าน GIS บริษัทซอฟต์แวร์ด้านฐานข้อมูล บริษัทคอมพิวเตอร์ หน่วยงานสื่อสารโทรคมนาคม มหาวิทยาลัย หน่วยงานผู้ผลิตข้อมูล รวมทั้งองค์กรของรัฐ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีระบบเปิด (open system) ในการประมวลผลข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geoprocessing) โดยการร่วมกันพัฒนาข้อกำหนดต่าง ๆ (Abstract & Implementation Specification) สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โปรแกรมประยุกต์ และฐานข้อมูล ซึ่งจะสามารถติดต่อทำงานร่วมกันได้ (Interoperable) เนื่องจากบริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์ GIS ที่สำคัญล้วนเป็นสมาชิกของ OGC ดังนั้นเชื่อว่าข้อกำหนดที่จะถูกพัฒนาขึ้นโดย OGC นี้จะกลายเป็นมาตรฐานนิยม (de facto standard) อย่างรวดเร็ว

ISO: The international organization for standardization เป็นหน่วยงานในการจัดเตรียมมาตรฐานระหว่างประเทศ โดยคณะกรรมการทางเทคนิคด้านภูมิสารสนเทศได้จัดทำมาตรฐาน ISO19128 จากเอกสารของ Open Geospatial Consortium (OGC)

มาตรฐาน ISO 19128

มาตรฐาน ISO 19128 เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวกับเรื่อง Web Map Service (WMS) โดย WMS จะทำหน้าที่ในการสร้างแผนที่ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลภูมิศาสตร์ ซึ่งมาตรฐานนี้ได้ให้คำนิยามว่า “แผนที่ เป็นการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบของข้อมูลภาพดิจิทัลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แผนที่จะไม่ใช่ตัวข้อมูลจริง”

WMS จะผลิตแผนที่ให้เป็นรูปภาพใน Format: PNG, GIF หรือ JPEG หรือถ้าเป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) จะอยู่ในรูปแบบของ Scalable Vector Graphic (SVG) ซึ่งเป็นเวกเตอร์กราฟิกที่ใช้ในการแสดงผลภาพบนอินเทอร์เน็ต (กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน) หรือ Web Computer Graphic Metafile (Web CGM)

ข้อกำหนดใน WMS ประกอบด้วยการทำงานหลัก 3 ประการ คือ

1) การให้บริการและคำอธิบายข้อมูล Metadata ของชุดข้อมูลที่ให้บริการ
2) การให้บริการภาพแผนที่ และข้อมูลแบบหลายมิติ
3) การให้บริการข้อมูลเฉพาะที่ต้องการให้แสดงบนแผนที่ (เป็นทางเลือก หมายถึงจะมีหรือไม่มีการทำงานนี้ก็ได้)

โดย WMS จะทำงานผ่านเว็บบราวเซอร์ เพื่อทำการรับการร้องขอจากผู้ใช้ผ่าน URL (Uniform Resource Locators) ซึ่ง URL จะทำหน้าที่เป็นที่เก็บทั้งข้อมูลแผนที่ระบบพิกัดอ้างอิงและผลลัพธ์จุดเด่นของมาตรฐาน WMS คือ ในกรณีที่ผู้ใช้ มีการร้องขอแผนที่มากกว่า 2 แผ่น ที่อยู่ในพิกัดเดียวกัน ผู้ใช้สามารถนำผลลัพธ์ (แผนที่) ที่ได้มาทำการซ้อนทับกันได้มากกว่าหนึ่งชั้นข้อมูล เพื่อสร้างเป็น Composited map โดยมีเงื่อนไขว่า รูปแบบของข้อมูลภาพนั้น ต้องสนับสนุนการทำงานของพื้นหลังแบบโปร่งใส (Background Transparency) เช่น gif หรือ png นอกจากนี้ ในกรณีที่มีผู้ใช้จากหลายเซิร์ฟเวอร์ มีการร้องขอแผนที่เดียวกัน WMS สามารถกระจายแผนที่เหล่านั้นไปยังผู้ใช้แต่ละคน เพื่อให้สร้างและตกแต่งลักษณะแผนที่ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้

WMS ประกอบด้วยการทำงานหลัก 3 ประการ คือ Get Capabilities, Get Map และ Get FeatureInfo (เป็นทางเลือก หมายถึง จะมีหรือไม่มีการทำงานนี้ก็ได้) มาตรานี้กำหนดให้ WMS ใช้ระบบการประมวลผลแบบกระจายฐานในโปรโตคอล HTTP

- **คำสั่ง GetCapabilities (GetCapabilities: Mandatory)**

  วัตถุประสงค์ของการทำงานนี้ คือ การสอบถามไปยังเซิร์ฟเวอร์ว่ามีข้อมูลใดบ้างที่ให้บริการ รวมถึงการเรียกดูคำอธิบายข้อมูล (Metadata) เช่น มีชั้นข้อมูลใดบ้างที่สามารถนำมาสร้างเป็นแผนที่ภาพได้ หรือชั้นข้อมูลเหล่านี้ สนับสนุนการอ้างอิงตำแหน่งของโลกแบบใด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานสามารถอ่านได้ (โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปเอกสาร XML) เพื่ออธิบายว่าข้อมูล หรือค่าพารามิเตอร์ใดบ้างที่เซิร์ฟเวอร์นั้น ๆ มีให้บริการ ดังนั้น ถ้าเซิร์ฟเวอร์ที่ไม่สนับสนุนการทำงานนี้ จะถือว่าเซิร์ฟเวอร์นั้นไม่สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน WMS พารามิเตอร์ที่ใช้ใน GetCapabilities

- **คำสั่ง GetMap (GetMap: Mandatory)**

  การทำงานของ GetMap จะทำหน้าที่ในการส่งกลับภาพแผนที่ที่มีการร้องขอจากไคลแอนท์เซิร์ฟเวอร์ที่ไม่สนับสนุนการทำงานนี้จะถือว่าเซิร์ฟเวอร์นั้นไม่สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน WMS จะอธิบายส่วนของการสืบค้นข้อมูลจากการร้องขอด้วย GetMap

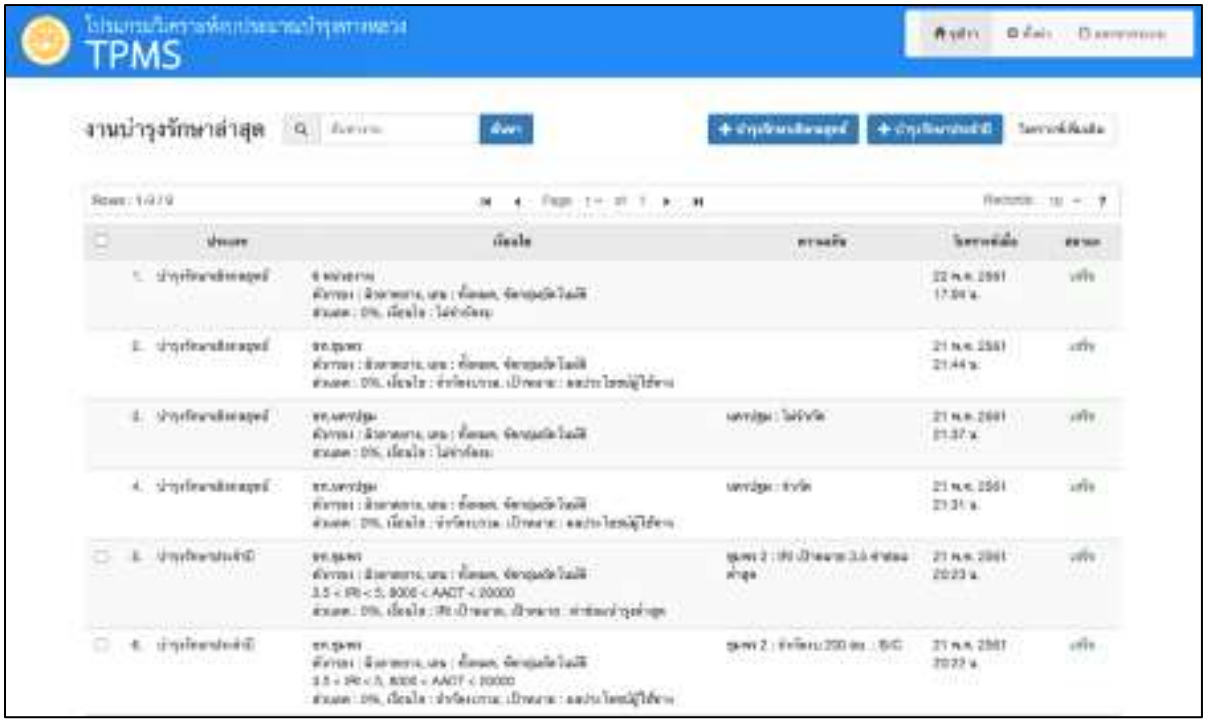
- **คำสั่ง GetFeatureInfo (GetFeatureInfo: request overview)**

  การทำงานในส่วนของ Get Feature Info เป็นการทำงานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถได้รับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับฟีเจอร์ในภาพแผนที่ ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการร้องขอด้วย Get Map ก่อนหน้า โดยจะแสดงสารสนเทศ (Information) ว่าภาพแผนที่มีคุณสมบัติอย่างไร (นอกเหนือจากที่สามารถมองเห็นและแปล ตีความได้บนภาพแผนที่) ทั้งนี้ไคลแอนท์สามารถเลือกจุดบนภาพ (i, j) ในตำแหน่งที่ต้องการได้ ในการทำงานส่วนนี้ไม่ได้บังคับให้มีสำหรับ WMS ขั้นพื้นฐาน หมายความว่า ผู้ใช้งานที่ต้องการเตรียมเซิร์ฟเวอร์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน WMS นั้น อาจเลือกที่จะไม่ใช้การทำงานด้วย Get Feature Info นี้ ก็ได้

รูปที่ 2-140 หน้าระบบ Web service เผยแพร่ข้อมูล

3.4.4 ปรับปรุงโครงสร้างข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศโครงข่ายทาง (Roadnet) และโปรแกรมบริหารบำรุงทาง (TPMS) ได้ โดยสามารถกำหนดเงื่อนไขการจัดเตรียมข้อมูล ได้แก่ ปริมาณจราจร (AADT) ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ความลึกร่องล้อ (Rutting) ความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) และข้อมูลประเภทความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ประเภทต่าง ๆ ที่จัดเก็บในระบบ Roadnet โดยมีข้อมูลรอยแตก (CRACKING) เป็นอย่างน้อย

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 เพื่อนำมาวิเคราะห์และทดสอบเทียบแบบจำลองผลกระทบจากการซ่อมบำรุงให้เป็นไปตามสภาพความเป็นจริงของสายทางของกรมทางหลวงมากที่สุด ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ผลตามขั้นตอน



รูปที่ 2-141 หน้าแสดงผลระบบ TPMS

ข้อมูลที่ทางโปรแกรม TPMS ใช้ในการคำนวณต่าง ๆ ส่วนหนึ่งได้จากการเชื่อมโยงข้อมูลบนระบบ Roadnet ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีการตั้งค่าการเชื่อมโยงไว้ในรูปแบบ Service ซึ่งสามารถส่งเข้าตัวโปรแกรมได้หลังจากระบบ Roadnet มีการปรับปรุงข้อมูล ทำให้ระบบ TPMS สามารถประมวลผลข้อมูลที่เป็นปัจจุบันได้ และยังสามารถจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวได้เช่นกัน แต่ด้วยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมค่าต่างๆเข้าร่วมกันในการวิเคราะห์ประเมิน หรือสรุปผลข้อมูลการคาดการณ์วิเคราะห์งานซ่อมบำรุง ดังนั้นในฐานระบบ Roadnet เป็นต้นทางของการนำส่งข้อมูล จึงต้องดำเนินการปรับโครงสร้างฐานข้อมูลโดยให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการจัดเตรียมข้อมูล ได้แก่ ปริมาณจราจร (AADT) ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ความลึกร่องล้อ (Rutting) ความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) และข้อมูลประเภทความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ประเภทต่าง ๆ ที่จัดเก็บในระบบ Roadnet โดยมีข้อมูลรอยแตก (CRACKING) เพื่อให้มีความทันสมัยตรงกับความต้องการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TPMS

ในตัวข้อมูลสำรวจสภาพทาง ที่ได้จากการสำรวจด้วยรถสำรวจอุปกรณ์ Laser ข้อมูลที่ได้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันโดยส่วนแรกเป็นข้อมูลสำรวจที่ได้จากตัว Laser ด้านหน้ารถ เพื่อเก็บค่าสภาพทางได้แก่ ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ความลึกร่องล้อ (Rutting) และความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) ซึ่งในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลมีความถี่ในการจัดเก็บไม่มากกว่า 25 เมตร ส่วนข้อมูลความเสียหาย ข้อมูลประเภทความเสียหายของผิวทาง

(Surface Distress) จะได้จากทั้งอุปกรณ์ Laser ที่ทำการตรวจค่าความเสียหายผิวทางผ่านระบบประเมิน Auto ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ประเภทความเสียหายแต่ละค่าตามตัวอุปกรณ์ Laser ที่เก็บข้อมูลบริเวณพื้นถนน ค่าที่ได้จะตรงความกับความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงบนถนน เช่น ข้อมูลรอยแตก (CRACKING) เป็นต้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้ดำเนินการคำนวณความเสียหายให้อยู่ในความถี่เดียวกันกับทางข้อมูลสภาพทางที่มีความถี่อยู่ที่ 25 เมตร ในการปรับหน่วยข้อมูลความเสียหายผิวทางจะได้มาจากการคำนวณ ทั้งผลรวมของตัวข้อมูล (Summary) หรือเป็นการนับจำนวนข้อมูล (Count) หรือการหาค่าเฉลี่ย (Average) แล้วถึงดำเนินการวิเคราะห์ช้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านตัว Key คือข้อมูลเลขภาพระหว่างการสำรวจ ผลลัพธ์หลังจากดำเนินการ สามารถเห็นได้ว่าข้อมูลค่าสำรวจสภาพทางแสดงผลร่วมกับข้อมูลความเสียหายผิวทางได้ในทุกๆ 25 เมตร ดังรูปที่ 2-142

route	control	name	veh_total	hvtot_t	km	name_lane_group	survey_date	iri	rutt	mpd	icrack	ucrack	rav	patch_ac	phole	bleeding
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740700	L	2022-04-09	1.87	3.78	1.06	17.959999	7.1199999	0	0	0	13.36
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740800	L	2022-04-09	1.65	4.75	1.04	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740900	L	2022-04-09	1.19	5.19	1.06	0	0	0	0	0	12.56
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741000	L	2022-04-09	1.22	5.19	1.03	4.3600001	0	0	0	0	6.1999998
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741100	L	2022-04-09	1.96	5.99	1.08	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741200	L	2022-04-09	1.43	5.45	1.12	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741300	L	2022-04-09	1.21	5.56	1.11	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741400	L	2022-04-09	1.56	5.72	1.02	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741500	L	2022-04-09	1.46	7.46	1.03	\N					
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741600	L	2022-04-09	1.66	4.42	1.06	\N					
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741700	L	2022-04-09	2.23	4.44	1.04	\N					
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741800	L	2022-04-09	1.48	5.19	1.11	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741900	L	2022-04-09	2.85	7.00	1.12	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742000	L	2022-04-09	2.41	5.95	1.14	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742100	L	2022-04-09	2.28	4.57	1.16	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742200	L	2022-04-09	2.06	5.62	1.12	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742300	L	2022-04-09	1.95	5.82	1.04	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742400	L	2022-04-09	1.92	6.16	1.07	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742500	L	2022-04-09	2.19	5.29	1.07	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742600	L						\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742700	L						\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742800	L	2022-04-09	2.63	5.56	1.08	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	742900	L	2022-04-09	1.81	5.07	1.09	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	743000	L	2022-04-09	3.12	5.20	1.05	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740700	R	2022-04-11	1.38	5.43	1.38	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740800	R	2022-04-11	1.51	6.49	1.26	\N	\N	\N	\N	\N	\N
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740900	R	2022-04-11	1.88	6.91	1.27	6.5600004	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	740900	R	2022-04-11	1.88	6.91	1.27	6.5600004	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741000	R	2022-04-11	1.92	6.96	1.27	18.159998	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741000	R	2022-04-11	1.92	6.96	1.27	18.159998	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741100	R	2022-04-11	1.64	7.37	1.25	4.4400001	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741200	R	2022-04-11	1.64	6.31	1.16	3.04	0	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741300	R	2022-04-11	4.15	8.22	1.32	37.439999	0.95999998	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741400	R	2022-04-11	2.79	7.27	1.33	9.7199993	2.76	0	0	0	0
1	1201	สามัคคี - บ้านหวาย	18016	30.72	741500	R	2022-04-11	2.00	7.42	1.28	21.320002	0	0	0	0	0

รูปที่ 2-142 แสดงผลการส่งออกข้อมูลสำรวจ เพื่อสามารถนำเข้าประมวลผลในโปรแกรม TPMS

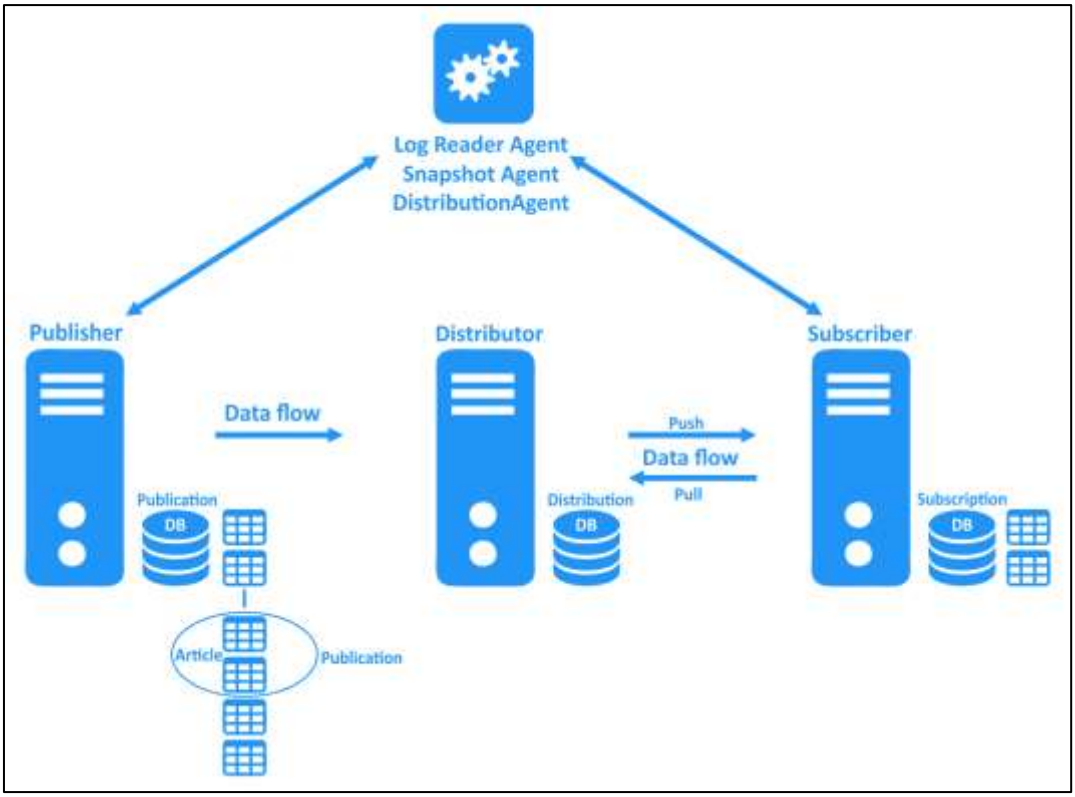
3.5 ที่ปรึกษาจะต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน และรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลงานบำรุงปกติ ลดความซ้ำซ้อน ลดขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลของเจ้าหน้าที่สถิติ แขวงทางหลวง และอยู่ในรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทาง กำหนด ดังนี้

3.5.1 พัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบัญชีลักษณะผิวทาง และเชื่อมโยงฐานข้อมูล (Replication Database Server) อย่างเป็นระบบ ได้แก่ ฐานข้อมูลบัญชีสายทาง ฐานข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง ฐานข้อมูลอุบัติเหตุ ฐานข้อมูลปริมาณจราจร ฐานข้อมูลงานบำรุงปกติ เป็นต้น เพื่อให้โครงสร้างข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางที่มีการปรับปรุงแก้ไข (ใหม่) รองรับการให้บริการแก่ระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ดังเดิม

วิเคราะห์และกำหนดแนวทางเพื่อออกแบบพัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการเชื่อมโยงฐานบัญชีลักษณะผิวทาง และการส่งผ่านข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของระบบทั้ง ฐานข้อมูลบัญชีสายทาง ฐานข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง ฐานข้อมูลอุบัติเหตุ ฐานข้อมูลปริมาณจราจร ฐานข้อมูลงานบำรุงปกติ เป็นต้น ให้สามารถนำเข้าและแลกเปลี่ยนข้อมูล ที่แต่ละหน่วยงาน หรือระบบมีอยู่เดิม เพื่อบูรณาการข้อมูลและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานให้เป็นไป ตามมาตรฐานสากลการใช้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศ (OGC/ISO) ในรูปแบบมาตรฐาน Web Service และการสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication) เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในการบูรณาการข้อมูลให้ข้อมูลแต่ละระบบเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน โดยการเชื่อมโยงข้อมูลสามารถเชื่อมโยงได้ผ่านระบบฐานข้อมูล เพื่อลดภาระในการทำงาน และลดเวลาให้สามารถใช้ข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าหน่วยงานที่เป็นผู้ดูแลตัวข้อมูลไม่สามารถให้บริการข้อมูลผ่าน Service ได้ก็ยังสามารถใช้ไฟล์ข้อมูลนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ดังนั้นในการเชื่อมโยงข้อมูลสามารถจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 2-22 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลพร้อมคุณลักษณะ

รูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูล	คุณลักษณะ
1) แบบ Web Service	เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมาะสำหรับโครงสร้างข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน ปริมาณข้อมูลน้อย มีการเรียกใช้บริการข้อมูลบ่อย ๆ หรือนาน ๆ ครั้ง
2) แบบ Replicate Database	เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมาะสำหรับโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อน ปริมาณข้อมูลมาก จึงใช้การสำเนาข้อมูลไว้ที่ระบบปลายทาง มีการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านเครือข่ายตลอดเวลา
	มีการใช้โครงสร้างไฟล์ในการนำเข้าระบบฐานข้อมูล เพื่อให้มีปริมาณข้อมูลที่เท่ากัน โดยมีการกำหนดโครงสร้างไฟล์ที่ชัดเจนแล้วนำเข้าหรืออัพโหลดไฟล์ดังกล่าวผ่านเครือข่าย
	เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงที่สามารถเข้าสู่ฐานข้อมูลได้โดยตรง แต่ต้องทราบถึงช่องทางในการเชื่อมต่อ (Port) และได้รับความยินยอมจาก 2 ระบบ



รูปที่ 2-143 แผนผังแสดงการเชื่อมโยงฐานข้อมูลแบบสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบัญชีลักษณะผิวทาง และเชื่อมโยงฐานข้อมูล (Replication Database Server) อย่างเป็นระบบ และสรุปรายการข้อมูลที่บูรณาการข้อมูลและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานให้เป็นไป ตามมาตรฐานสากลการใช้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศ (OGC/ISO) ในรูปแบบมาตรฐาน Web Service และการสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication) ดังนี้

ตารางที่ 2-23 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลพร้อมคุณลักษณะของข้อมูล

ระบบ	รูปแบบการเชื่อมโยง	รายละเอียด Web Service	ตารางที่ต้อง Replicate	รายละเอียด Replicate
HRIS	Web Service		บัญชีสายทาง	
	Replicate		road_hierarchy	ลำดับชั้นทางหลวง
Plannet	Web Service	ติดตามแผนบำรุง		
Road Asset	Web Service		ทางจักรยาน สะพาน อุโมงค์และทางลอด จุดกลับรถต่างระดับ	
TIMS	Replicate		tims_aadt_station_type tims_publish tims_station tims_vk	ประเภท AADT รายจุดสำรวจ ข้อมูลการเผยแพร่ ข้อมูลจุดสำรวจ AADT และ VK รายสายทาง
HSMS	Replicate		safety_uturn	จุดกลับรถระดับเดียวกัน
HAIMS	Replicate		acccase case_fatal ref_province	ข้อมูลอุบัติเหตุ รายละเอียดความเสียหายจากอุบัติเหตุ จังหวัด
MIIS	Replicate		ref_lane road s_deflection s_deflection_fwd_km s_deflection_fwd_sta section	รายการประเภทเลน ข้อมูลทางหลวง Deflection แบบสรุป ข้อมูลสำรวจ FWD ราย กม. ข้อมูลสำรวจ FWD ราย Station ทะเบียนตอนควบคุม

3.5.2 ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง ตามรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทาง หรือแขวงทางหลวง มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้โดยง่าย

ที่ปรึกษาจะดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขโครงสร้างระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจะต้องรองรับการจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง และตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ตามรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทาง หรือ แขวงทางหลวง ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และสามารถแสดงข้อมูลประเภทของผิวทาง ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงเวลา (Spatio-Temporal Data) โดยการจัดเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การแก้ไข หรือข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยจัดเก็บข้อมูลประวัติการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบ Log Revision ของข้อมูล โดยสามารถแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงเวลา (Temporal Data) ได้เพื่อตอบสนองต่อการบริหารฐานข้อมูลที่ง่ายขึ้น ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่ทำการจัดเก็บยกตัวอย่างข้อมูลดังต่อไปนี้

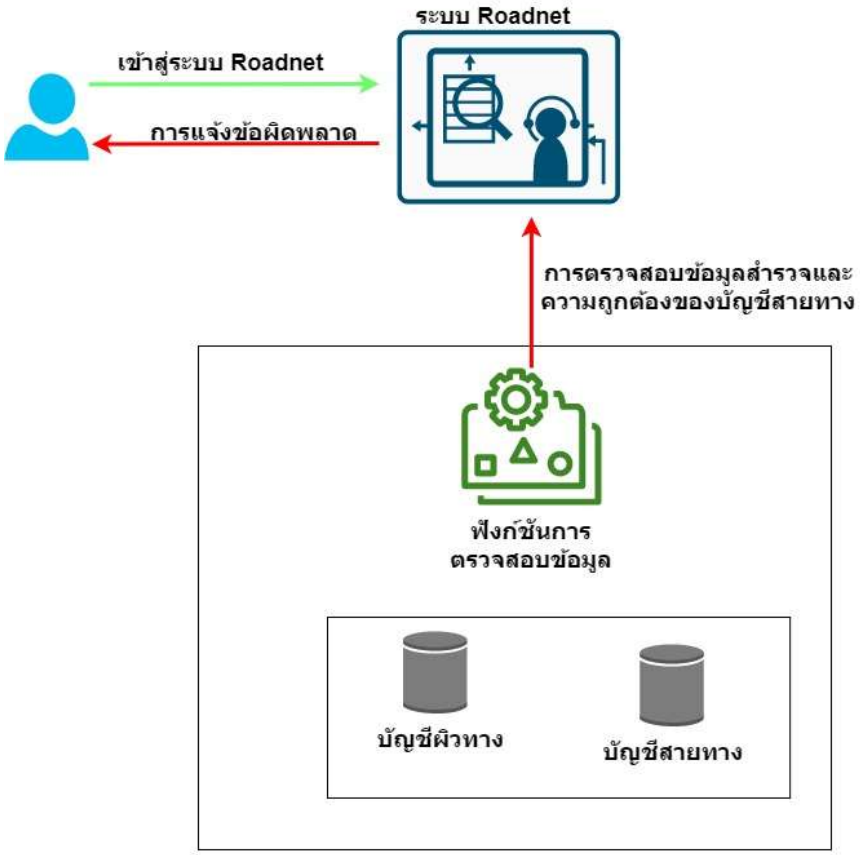
1) คีย์หลัก
2) Revision
3) ข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง
4) ผู้สร้างข้อมูล
5) วันที่สร้างข้อมูล
6) ผู้แก้ไขข้อมูล
7) วันที่แก้ไขข้อมูล
8) สถานะของข้อมูลรายละเอียดของข้อมูล

ในการปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลตามโครงสร้างฐานข้อมูล จากการกำหนดรายละเอียดตามรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทาง หรือ แขวงทางหลวง มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน สามารถแสดงเป็น Time Series แบ่งไปตามช่วงเวลาซึ่งภายในการดำเนินการนี้นอกจากข้อมูลที่กำหนดไว้แล้ว ระบบฐานข้อมูลควรเพิ่มการ Active ของข้อมูลด้วยเช่นกัน เพื่อป้องกันการแก้ไขที่ไม่เกิดเป็นประวัติเรียกแสดงผลของตัวข้อมูลไม่ซับซ้อน และถูกต้อง เมื่อดำเนินการจัดเก็บข้อมูลได้ตามกำหนดที่สามารถแยกตาม Revision ของการเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งบันทึกวันเดือนปี หรือช่วงเวลาที่ทำการปรับเปลี่ยนข้อมูล

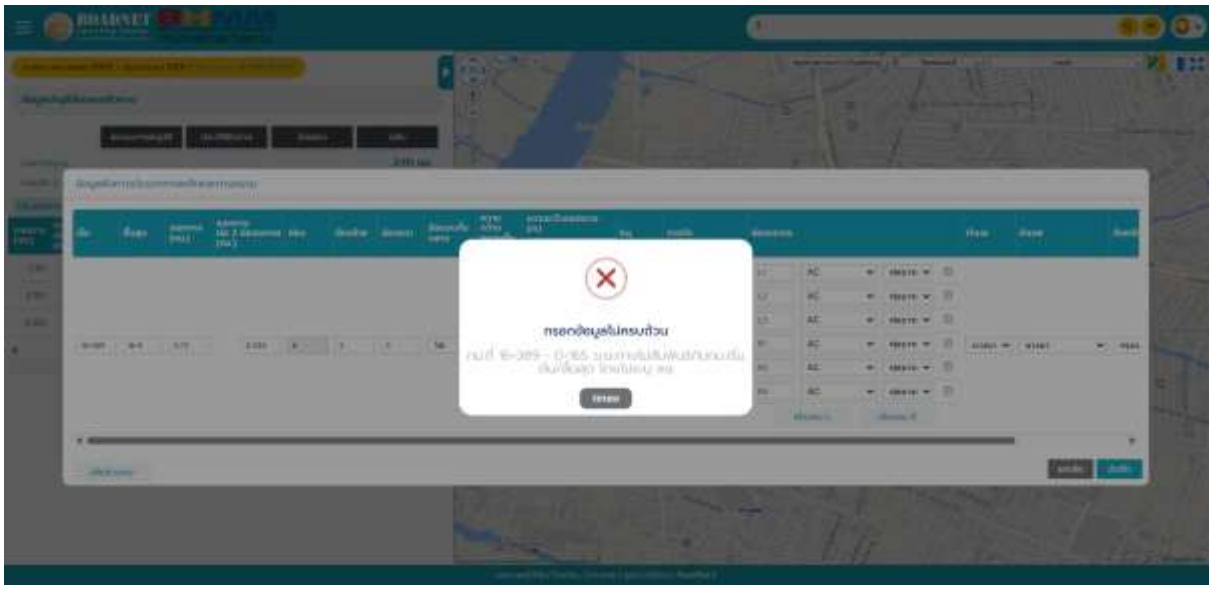
3.5.3 พัฒนาฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลขอบเขตการปกครองแบบอัตโนมัติ รวมไปถึง ระยะทางควบคุมรวมตามระบบบัญชีสายทาง ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร จำนวนช่องจราจร จำนวนช่องจราจรฝั่งซ้าย/ขวา ข้อผิดพลาดที่เกิดจากการกรอกข้อมูล มีหน่วยนับไม่ถูกต้อง เป็นต้น

ที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาถึงปัญหาด้านการข้อมูล เพื่อนำผลการศึกษาดังกล่าวนำมาประยุกต์ใช้กับแนวทางการพัฒนาระบบสำหรับฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยวางกรอบแนวทางสำหรับการพัฒนาเครื่องมือ 3 องค์ประกอบ หลัก ๆ ดังนี้

- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง โดยข้อมูลประเภทผิวทาง จะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจและระบบจะต้องแสดงตำแหน่งบัญชีลักษณะผิวทางเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบ
- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบบัญชีสายทางตามขอบเขตการปกครองแบบอัตโนมัติ โดยมีการแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับข้อมูลสายทางที่มีการแก้ไขหรือนำเข้าข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลไม่สอดคล้องกับบัญชีสายทางตามขอบเขตการปกครอง
- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบรายละเอียดข้อมูลระยะทางของการสำรวจที่มีการแก้ไขหรือนำเข้าข้อมูล โดยแจ้งเตือนข้อความกรณีที่ข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีสายทาง ในองค์ประกอบของ ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ทิศทางของช่องจราจร และการกรอกรายละเอียดของข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง เช่น กิโลเมตรเริ่มต้น-สิ้นสุด รหัสสายทาง เป็นต้น



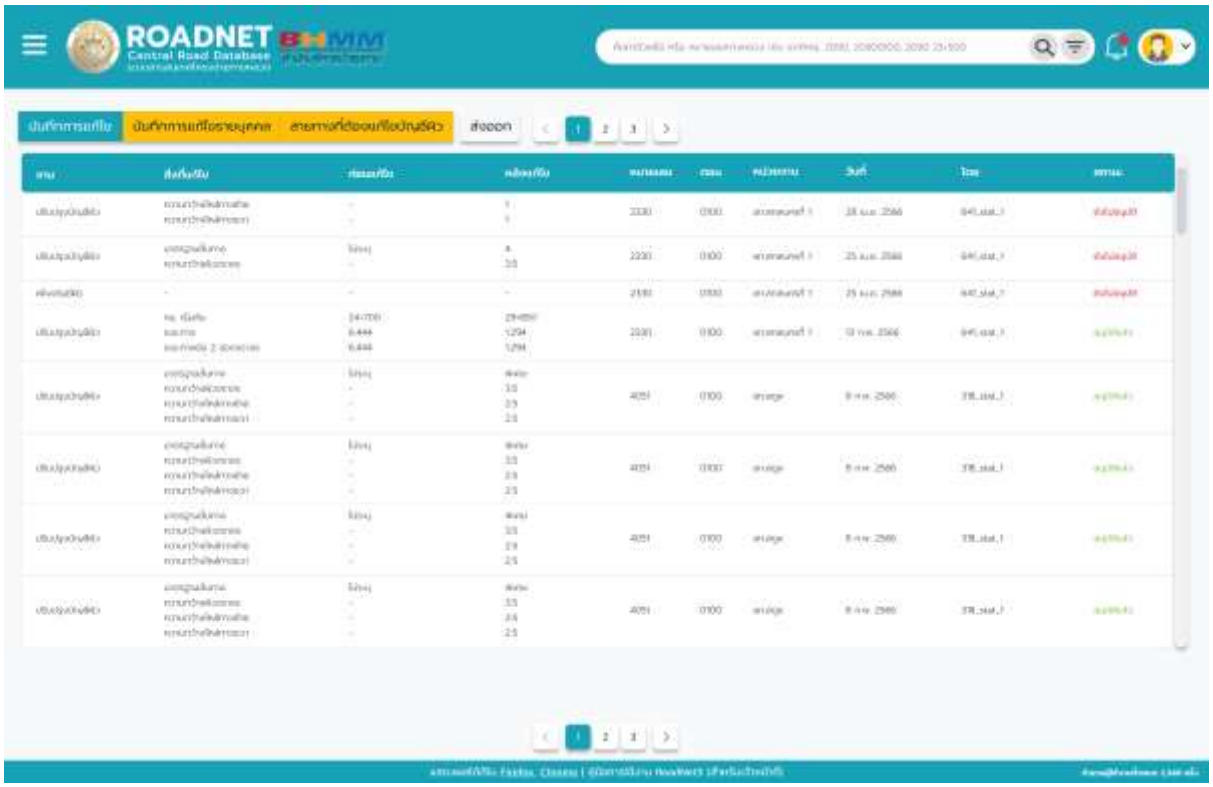
รูปที่ 2-144 แผนผังแสดงกระบวนการการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล



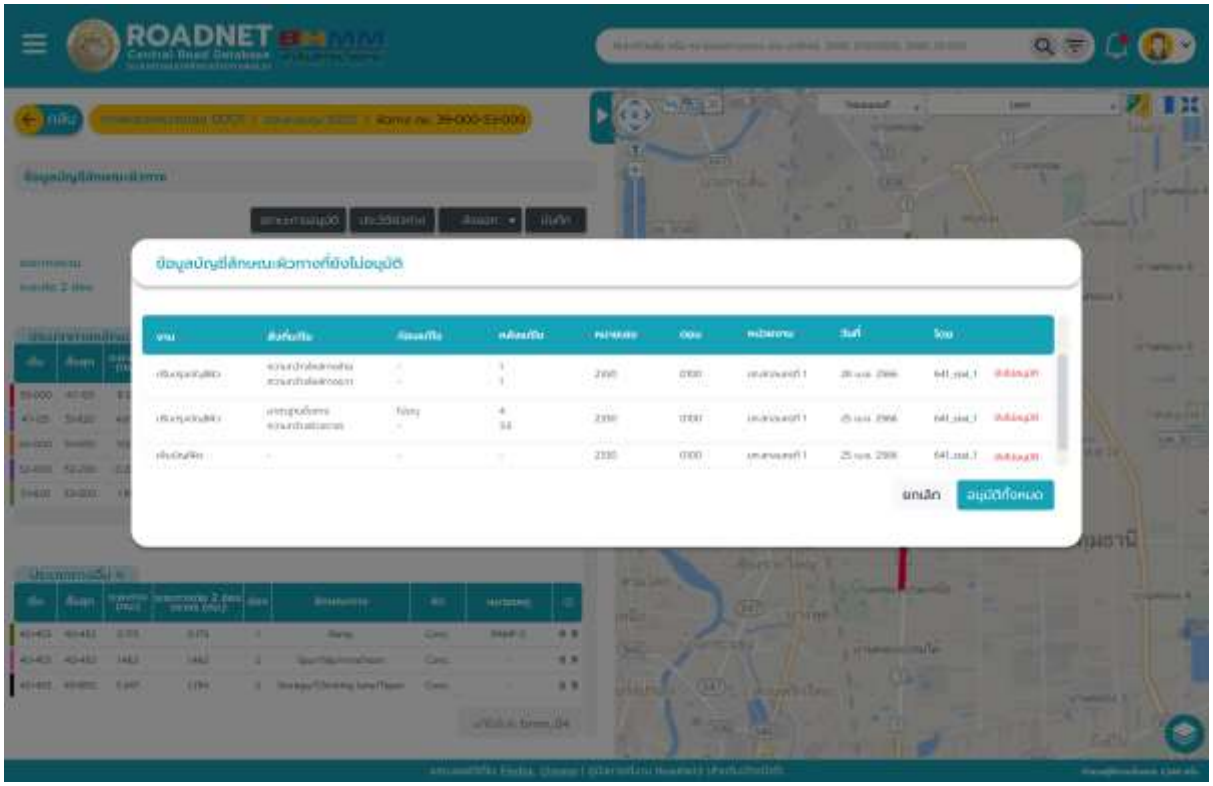
รูปที่ 2-145 หน้าจอแสดงฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อผิดพลาด ที่เกิดจากการกรอกข้อมูล

3.5.4 มีฟังก์ชันการรายงาน ติดตามการแก้ไขข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง รายตอนควบคุม รายแขวงทางหลวง เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง สามารถบริหารจัดการข้อมูล รายงานผลการปรับปรุงข้อมูล ตามปีงบประมาณได้อย่างเป็นระบบ

ที่ปรึกษาดำเนินการพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการแจ้งเตือนในส่วนรายงาน การติดตามการแก้ไขข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหว หรือมีสถานะที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีรูปแบบการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการแจ้งเตือนเฉพาะ user ผ่านหน้าระบบ โดยทำการรายงานสรุปความเคลื่อนไหว ของข้อมูลเป็น Revision รายวัน เพื่อสามารถส่งออกเป็น Text Report ให้กับทางเจ้าหน้าที่ แบ่งเป็นรายตอนควบคุม รายแขวงทางหลวง สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลของเจ้าหน้าที่ส่วนกลางเพื่อทำการสรุปรายงานการปรับปรุงข้อมูล



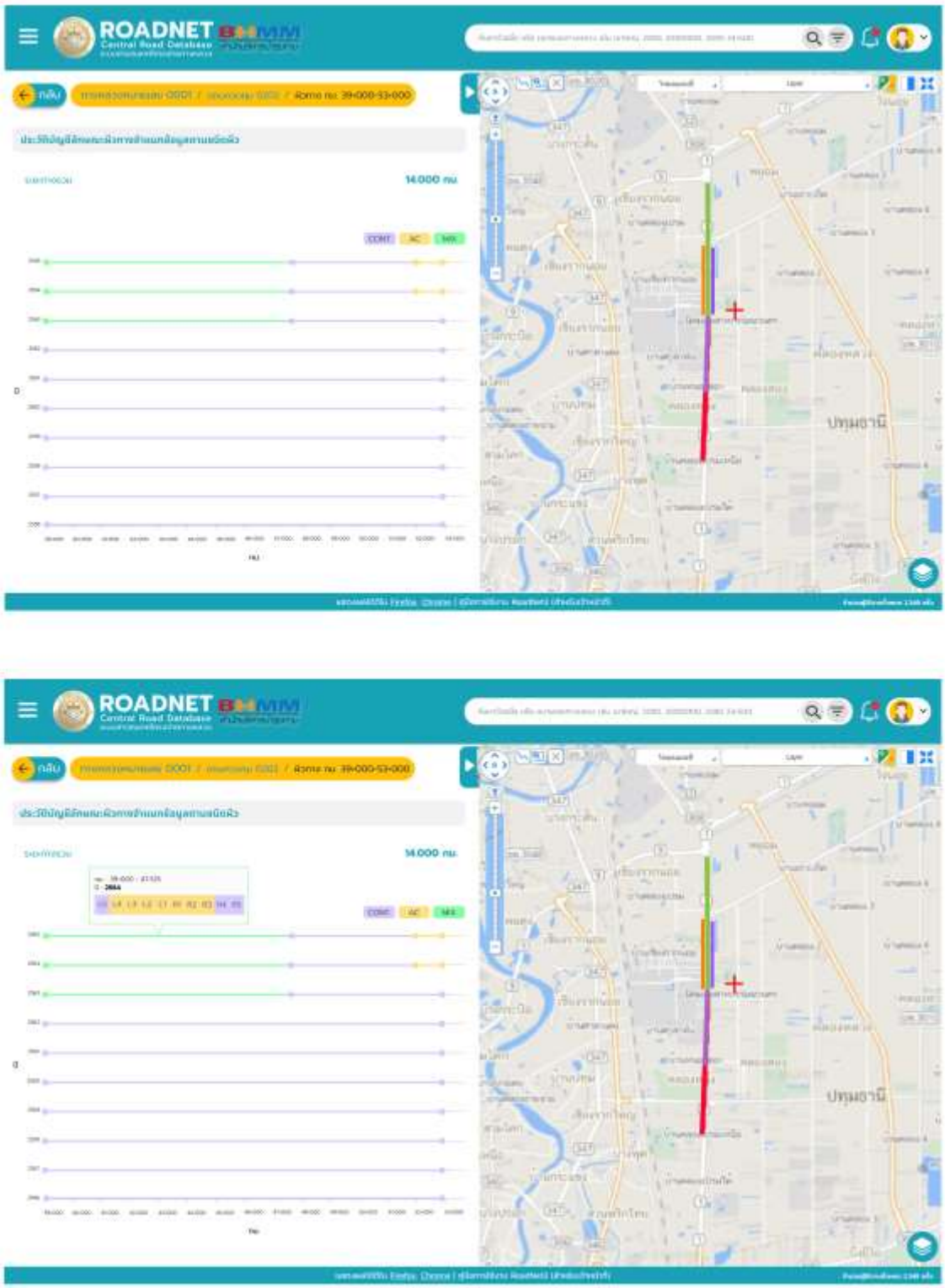
รูปที่ 2-146 การแสดงฟังก์ชันการรายงาน ติดตามการแก้ไขข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง



รูปที่ 2-147 การแสดงฟังก์ชันการรายงาน การอนุมัติข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

3.5.5 ปรับปรุงหน้าจอประวัติบัญชีลักษณะผิวทาง สามารถแสดงแผนผัง (Diagram) จำแนกข้อมูลตามชนิดผิว รายปี และแสดงตำแหน่งบนแผนที่ออนไลน์

ที่ปรึกษาดำเนินการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการแสดงประวัติบัญชีลักษณะผิวทาง โดยสัญลักษณ์ สี หรืออื่น ๆ สำหรับการแสดงการแบ่งรายละเอียดชั้นข้อมูลของข้อมูลประวัติบัญชีผิวทาง โดยสามารถสรุปผลข้อมูลออกมาในรูปแบบแผนผัง Diagram เชิงปริมาณตามชนิดผิวรายปีได้ รวมทั้งปรับการแสดงผลข้อมูลบนแผนที่ให้มีการแบ่ง Category class type สำหรับการเรียกดูข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางได้



รูปที่ 2-148 การแสดงแผนผัง (Diagram) ประวัติบัญชีลักษณะผิวทาง

3.6 ที่ปรึกษาจะต้องพัฒนาฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ตามแนวสายทางที่เลือกได้

แนวคิดการออกแบบการแสดงผลลัพธ์เครื่องมือทางสถิติ (Geometric) รัศมีทางโค้ง ให้อยู่ในรูปแบบกราฟสรุปข้อมูลทางสถิติ จากการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความแม่นยำของเครื่องมือด้วยค่าทางสถิติ (Geometric) ค่ารัศมีทางโค้ง ทางคณะที่ปรึกษาได้ทำการออกแบบแนวคิดการแสดงผลข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบรายละเอียดของค่ารัศมีทางโค้ง โดยจะแบ่งองค์ประกอบการแสดงข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ข้อมูลแสดงกราฟสรุปผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องมือด้วยค่าทางสถิติ และแผนที่แสดงตำแหน่งผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของการแบ่งค่าระดับสีตามผลลัพธ์ทางสถิติของเครื่องมือสำรวจ

การวางกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์และคำนวณค่ารัศมีทางโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ผ่านหน้าระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งทางโค้งของสายทาง และค่ารัศมีทางโค้งของสายทางอย่างง่ายให้กับเจ้าหน้าที่ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถบันทึกข้อมูลลักษณะโครงสร้างทางค่าทางสถิติ (Geometric) และสามารถจัดเก็บเป็นรายการข้อมูลโครงสร้างทางโค้งผ่านหน้าระบบ

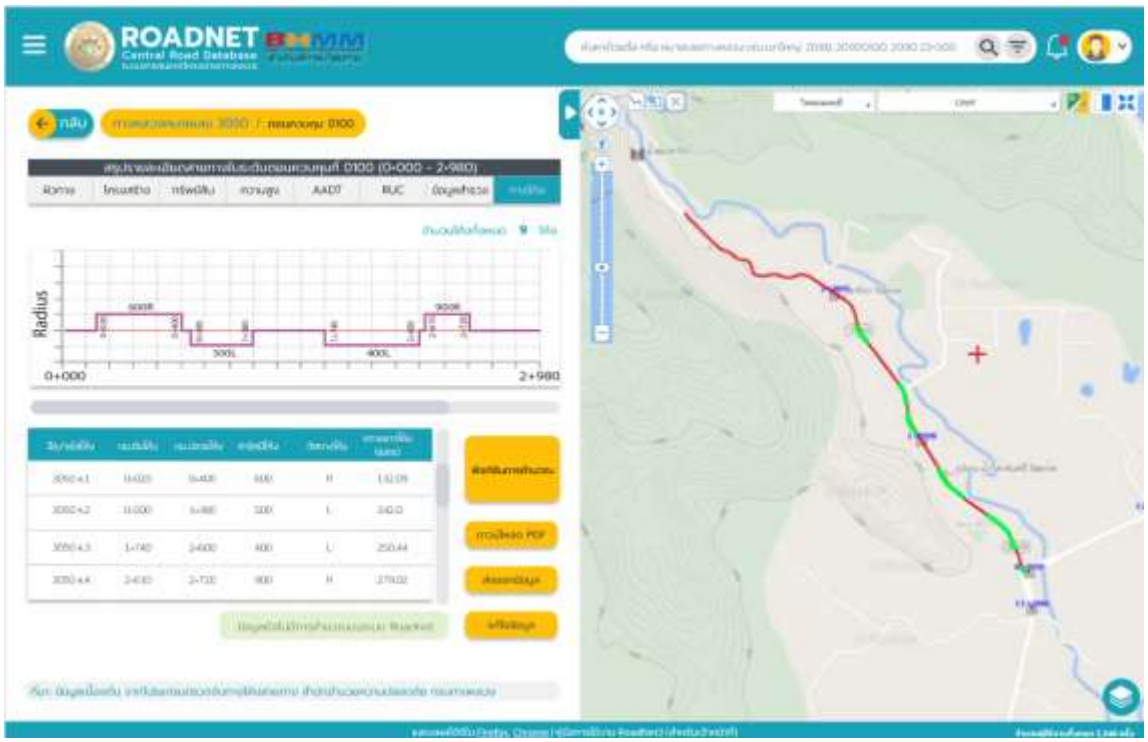
สำหรับกระบวนการจัดทำข้อมูล การวิเคราะห์คำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ที่ปรึกษาได้ทำการวางกรอบแนวทางการพัฒนาฟังก์ชัน โดยมีการกำหนดรูปแบบโครงสร้างการทำงานของฟังก์ชันโดยการให้ผู้ใช้งานกำหนดตำแหน่งค่าพิกัดบนแผนที่ระหว่างการใช้เครื่อง ประกอบด้วยข้อมูล เส้นทางตรงก่อนเข้าโค้ง (Lead_IN) เส้นทางระหว่างโค้ง (Curve) และเส้นทางตรงหลังจบโค้ง (Lead_OUT) โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

3.6.1 การเลือกสายทาง

ในขั้นแรกสำหรับการใช้งานฟังก์ชันวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ผู้ใช้งานต้องสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทางให้อยู่ในระดับข้อมูลของสายทางตามหมายเลขตอนควบคุม

รูปที่ 2-149 ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทางระดับตอนควบคุม

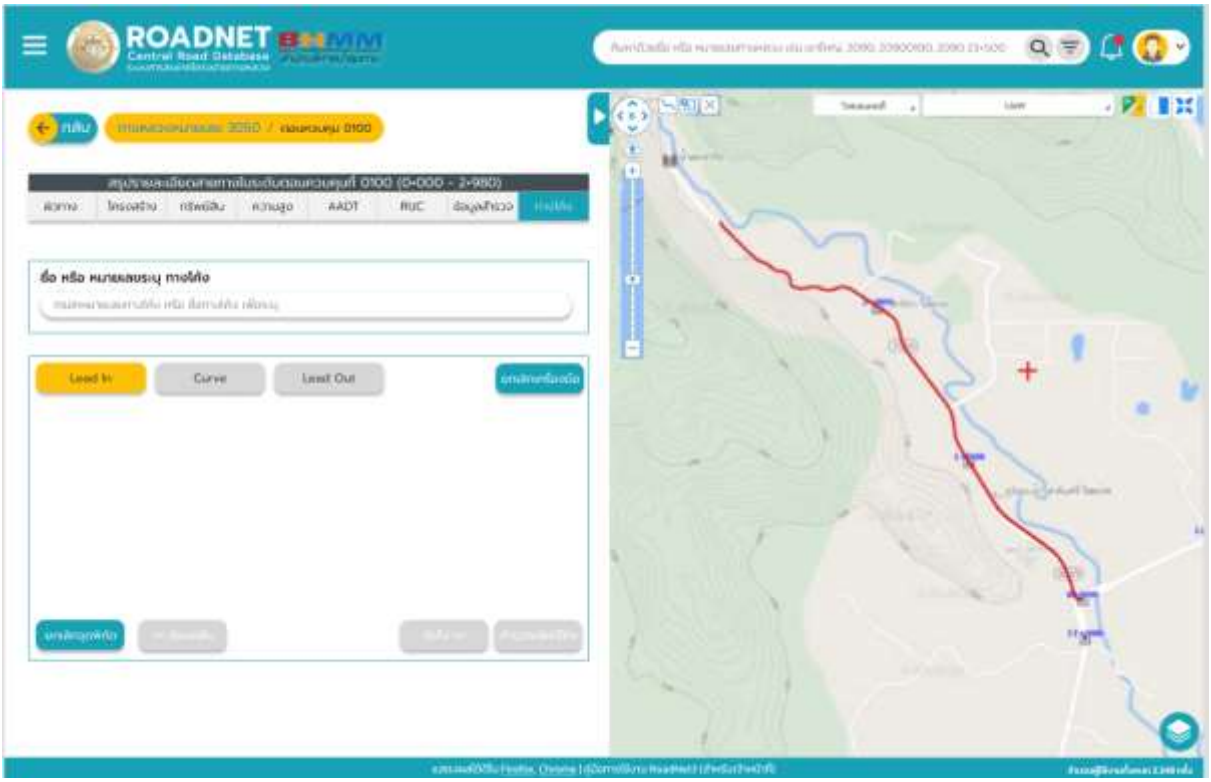
การสืบค้นข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบจะแสดงผลข้อมูลรัศมีทางโค้งให้อยู่ในรูปแบบแผนผังบัญชีทางโค้งและตาราง เช่น กิโลเมตรต้นโค้ง กิโลเมตรสิ้นสุดโค้ง ค่ารัศมีโค้ง ทิศทางโค้ง ความยางโค้ง และสรุปจำนวนโค้งทั้งหมดของสายทาง และแผนที่แสดงตำแหน่งรัศมีทางโค้งในสายทางและตอนควบคุมที่ได้เลือกไว้ ซึ่งข้อมูลรัศมีทางโค้งที่แสดงนั้น เป็นข้อมูลรัศมีทางโค้งเบื้องต้นจากโปรแกรมตรวจจับทางโค้งสายทาง จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง และไม่ได้คำนวณโดยเครื่องมือการวิเคราะห์และคำนวณรัศมีทางโค้งบนระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบในแนวสายทางเบื้องต้น ถ้าหากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบที่มีอยู่ในระบบ หรือเพิ่มเติมข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ สามารถเลือกข้อมูลรัศมีโค้งที่ต้องการแก้ไข แล้วทำการคำนวณข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบใหม่ได้



รูปที่ 2-150 ตัวอย่างหน้าจอการสืบค้นข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ

3.6.2 กระบวนการจัดทำข้อมูลหรือวิเคราะห์คำนวณค่ารัศมีโค้งแนวราบ

สำหรับกระบวนการจัดทำข้อมูล การวิเคราะห์คำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ที่ปรึกษาได้ทำการวางกรอบแนวทางการพัฒนาฟังก์ชัน โดยมีการกำหนดรูปแบบโครงสร้างการทำงานของฟังก์ชันโดยการให้ผู้ใช้งานกำหนดตำแหน่งค่าพิกัดบนแผนที่ระหว่างการใช้เครื่องประกอบด้วยข้อมูล เส้นทางตรงก่อนเข้าโค้ง (Lead_In) เส้นระหว่างโค้ง (Curve) และเส้นทางตรงหลังจบโค้ง (Lead_Out) โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเพื่อคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ดังนี้

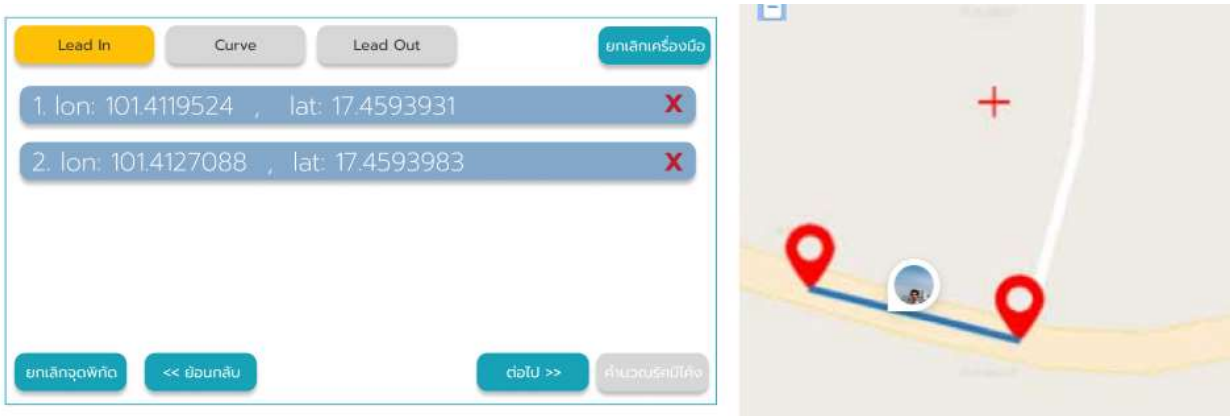


รูปที่ 2-151 ตัวอย่างหน้าจอการจัดทำข้อมูลหรือวิเคราะห์คำนวณค่ารัศมีโค้งแนวราบ

1) การกำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่เพื่อการคำนวณรัศมีทางโค้ง

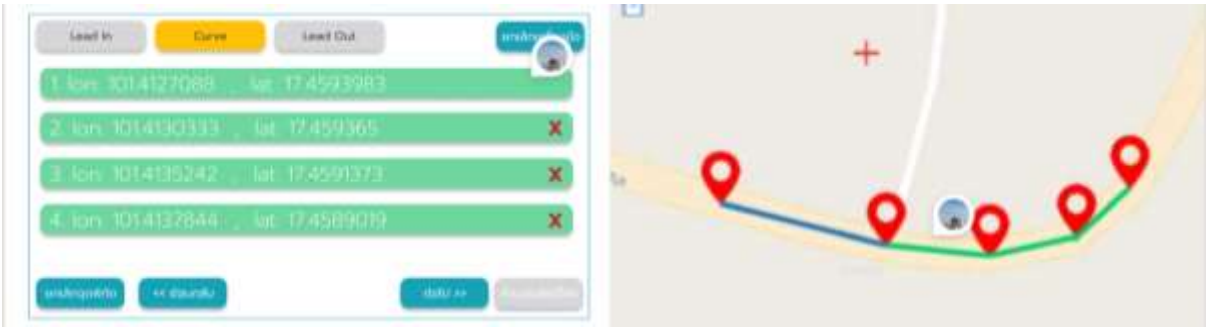
เมื่อผู้ใช้งานเลือกสายทางและตอนควบคุมเพื่อสืบค้นข้อมูลทางโค้งแล้ว หากผู้ใช้งานต้องการแก้ไขหรือเพิ่มเติม แล้วคำนวณค่ารัศมีโค้งแนวราบ ระบบจะแสดงข้อมูลสำคัญที่จะนำมาเป็นตัวแปรในการคำนวณค่ารัศมีทางโค้งและข้อมูลตำแหน่งทางโค้ง ดังนี้

1.1) ขั้นตอนแรกผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead_In) ซึ่งเริ่มต้นจากหลักกิโลเมตรค่าน้อยไปทางหลักกิโลเมตรค่ามาก โดยระบบจะบังคับให้ผู้ใช้งานระบุเป็นข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเส้นตรง (Straight Line)



รูปที่ 2-152 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead_In)

1.2) ต่อมาผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งบริเวณส่วนทางโค้ง (Curve) โดยระบบจะแสดงจุดเริ่มโค้งในตำแหน่งเดียวกันกับจุดสุดท้ายของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead_In) จากนั้นผู้ใช้งานกำหนดช่วงทางโค้งตามจุด (Point) ตำแหน่งบนแผนที่เพื่อประมวลผลให้ข้อมูลแสดงเป็นลักษณะเส้นโค้งตามจุด (Curve Line) **ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานต้องกำหนดจุดช่วงทางโค้งไม่น้อยกว่า 3 จุด**



รูปที่ 2-153 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางบริเวณพื้นที่ทางโค้ง (Curve)

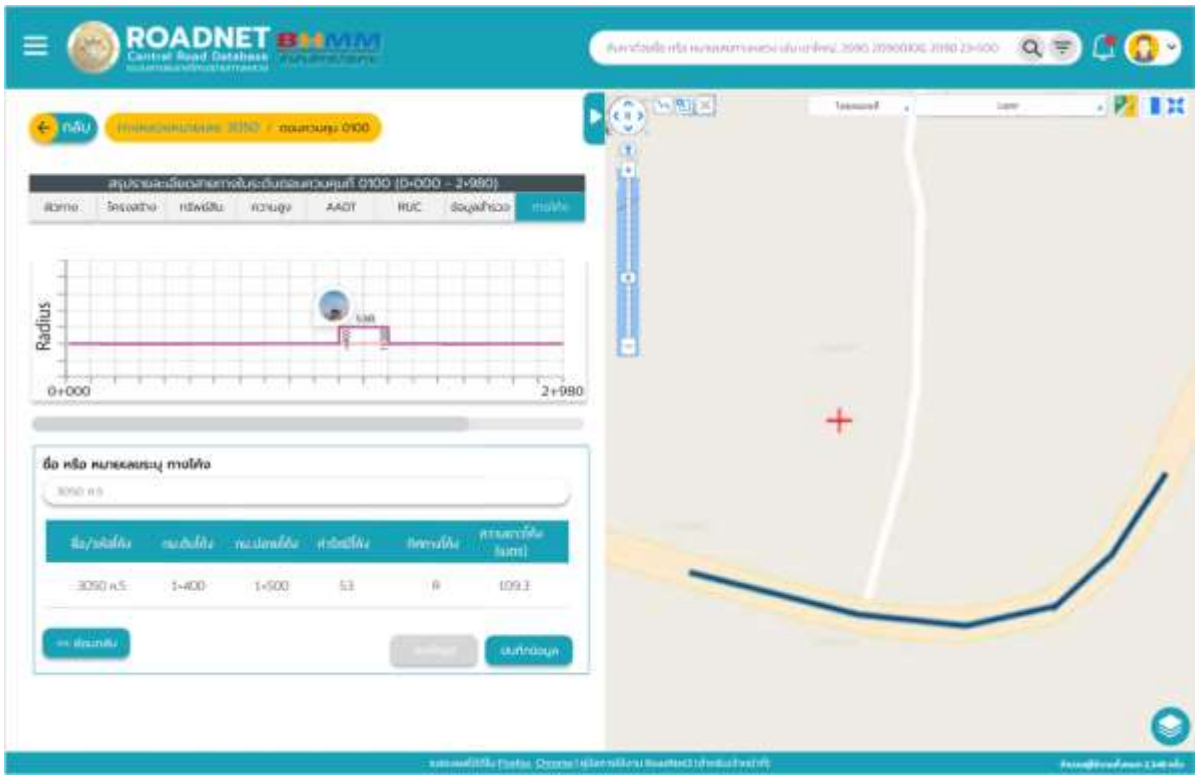
1.3) ขั้นตอนสุดท้าย ผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งของเส้นทางสิ้นสุดโค้ง (Lead_Out) โดยระบบจะแสดงจุดเริ่มเส้นทางสิ้นสุดโค้งในตำแหน่งเดียวกันกับจุดสุดท้ายของเส้นทางช่วงโค้ง (Curve) ให้ จากนั้นผู้ใช้งานระบุเป็นข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเส้นตรง (Straight Line)

ผู้ใช้งานสามารถสามารถแก้ไขหรือกำหนดจุดพิกัดใหม่ในขั้นตอนต่างๆ ได้ โดยกดที่ยกเลิกจุดพิกัดหรือเครื่องหมายกากบาทส่วนท้ายของแถบตำแหน่งจุดพิกัดได้ และสามารถย้อนหลับไปขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่ได้ เมื่อผู้ใช้งานตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทางโค้งแล้วทำการประมวลผลรัศมีทางโค้งต่อไป

รูปที่ 2-154 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางสิ้นสุดโค้ง (Lead_Out)

2) การประมวลผลสำหรับการคำนวณและบันทึกข้อมูล

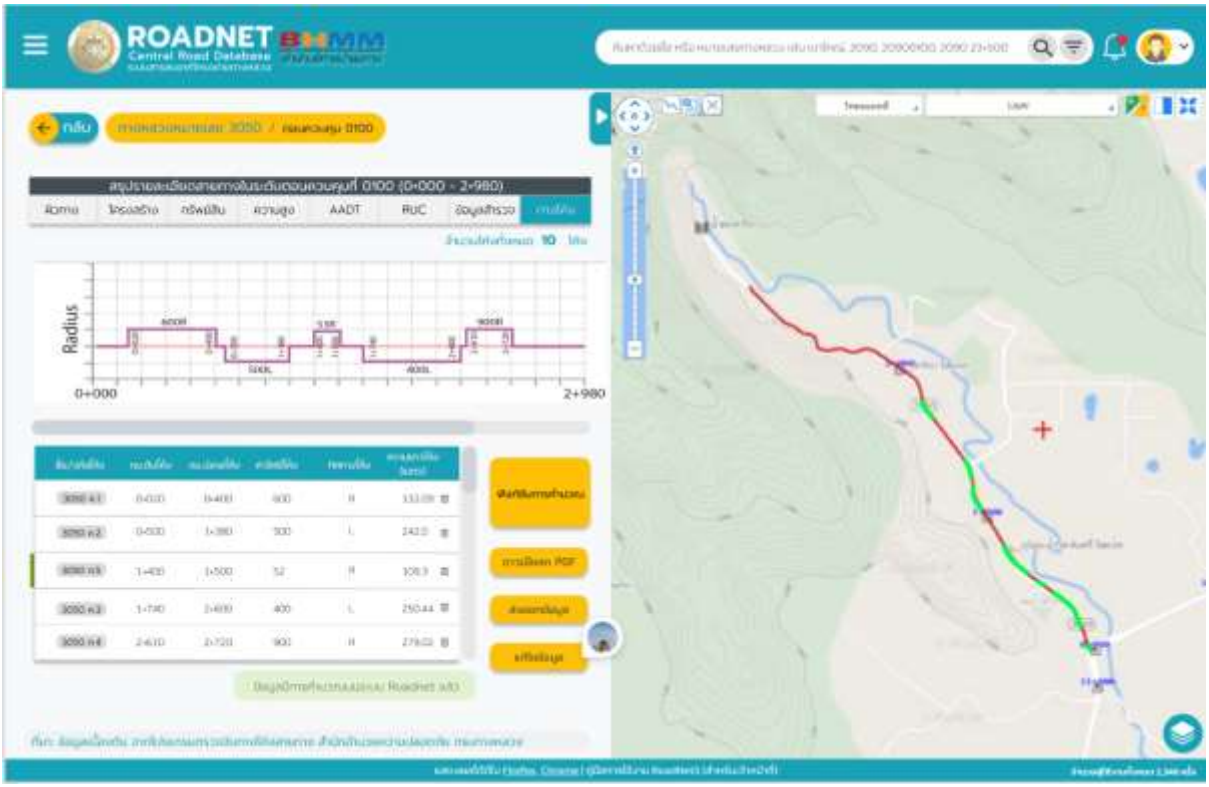
เมื่อการประมวลผลข้อมูลค่ารัศมีทางโค้งแล้วเสร็จ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลของการกำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่ ระบบจะทำการประมวลผลและคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ทิศทางโค้ง ระยะความยาวตลอดโค้ง ตำแหน่งกิโลเมตรต้นโค้ง และตำแหน่งกิโลเมตรสิ้นสุดโค้ง รวมทั้งแสดงแผนผังบัญชีทางโค้งของสายทางตามข้อมูลที่มีการบันทึก และตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลพร้อมทั้งตำแหน่งข้อมูลทางโค้งบนแผนที่ ผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลในระบบแล้วมีความถูกต้อง ทำการบันทึกข้อมูลได้



รูปที่ 2-155 ตัวอย่างผลประมวลผลและการบันทึกข้อมูลทางโค้ง

หลังจากทำการบันทึกข้อมูลทางโค้งที่ผู้ใช้งานได้กำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่ ระบบจะบันทึกข้อมูลลงในตารางข้อมูลบัญชีทางโค้ง ระบบจะสรุปรวมข้อมูลรัศมีทางโค้งให้อยู่ในรูปแบบแผนผังบัญชีทางโค้งและตารางบัญชีทางโค้ง พร้อมทั้งจำนวนโค้งทั้งหมดของสายทางใหม่อีกครั้ง และแผนที่แสดงตำแหน่งทางโค้งในสายทางและตอนควบคุมที่ได้เลือกไว้ ทั้งนี้ผลลัพธ์การคำนวณข้อมูลทางโค้งที่ผ่านการคำนวณบนระบบจะแสดงสัญลักษณ์แถบสีเพื่อสื่อถึงข้อมูลทางโค้งที่ทำการปรับปรุงหรือคำนวณรัศมีทางโค้งใหม่แล้ว

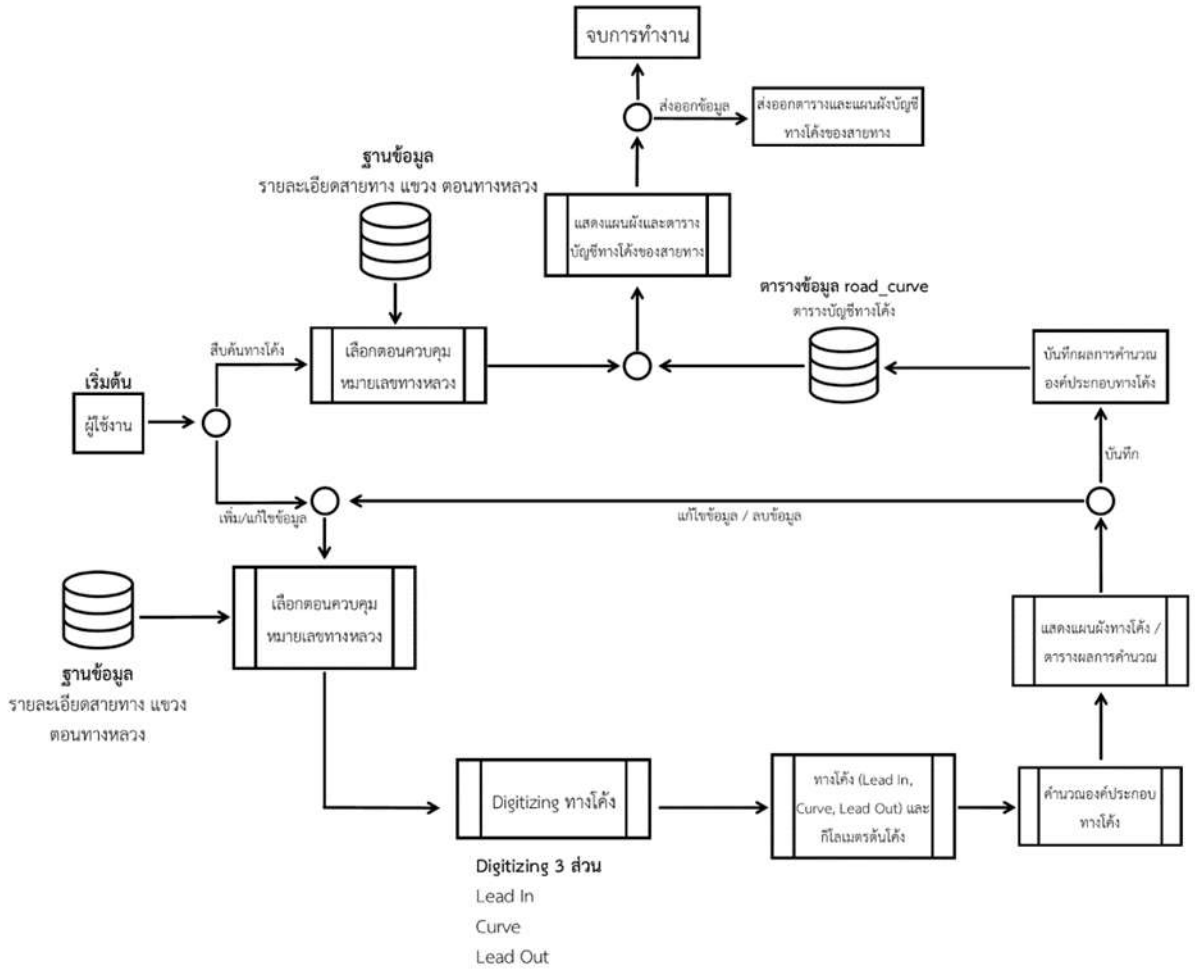
นอกจากนี้ ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลบางส่วนในตารางข้อมูลบัญชีทางโค้งได้ และสามารถส่งออกข้อมูลตารางข้อมูลบัญชีทางโค้งหรือดาวน์โหลดแผนผังบัญชีทางโค้งของสายทางและตอนควบคุมที่ผู้ใช้งานสืบค้นได้



รูปที่ 2-156 ตัวอย่างการพัฒนาฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ตามแนวสายทางที่เลือกได้

โดยภาพรวมฟังก์ชันวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ตามแนวสายทางที่เลือกได้ ทางคณะที่ปรึกษาออกแบบส่วนสืบค้นข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบจากแนวสายทางและตอนควบคุมที่ผู้ใช้งานเลือกไว้ ระบบจะแสดงแผงผังและตารางบัญชีทางโค้งที่ระบุรายละเอียดกิโลเมตรเริ่มต้นโค้ง กิโลเมตรสิ้นสุดโค้ง รัศมีทางโค้ง ทิศทางโค้ง ระยะความยาวตลอดโค้ง และสรุปจำนวนโค้งทั้งหมดของสายทาง รวมถึงแผนที่แสดงตำแหน่งรัศมีทางโค้งในสายทางและตอนควบคุมที่ได้เลือกไว้ ถ้าผู้ใช้งานต้องการจัดทำข้อมูล แก้ไขเพิ่มเติมหรือวิเคราะห์คำนวณข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบสามารถทำได้ โดยผู้ใช้งานกำหนดตำแหน่งค่าพิกัดบนแผนที่ระหว่างการใช้เครื่อง ประกอบด้วยข้อมูล เส้นทางตรงก่อนเข้าโค้ง (Lead_In) เส้นระหว่างโค้ง (Curve) และเส้นทางตรงหลังจบโค้ง (Lead_Out) จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลและคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ทิศทางโค้ง ระยะความยาวตลอดโค้ง ตำแหน่งกิโลเมตรต้นโค้ง และตำแหน่งกิโลเมตรสิ้นสุดโค้ง ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบความถูกต้องหรือแก้ไขได้ ถ้าผู้ใช้เห็นว่าผลการคำนวณมีความถูกต้องแล้ว ทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าวลงในตารางบัญชีทางโค้ง แล้วระบบจะสรุปรวมข้อมูลรัศมีทางโค้งในรูปแบบแผนผังบัญชีทางโค้งตารางบัญชีทางโค้ง จำนวนโค้งทั้งหมดของสายทาง และแผนที่แสดงตำแหน่งทางโค้งในสายทาง

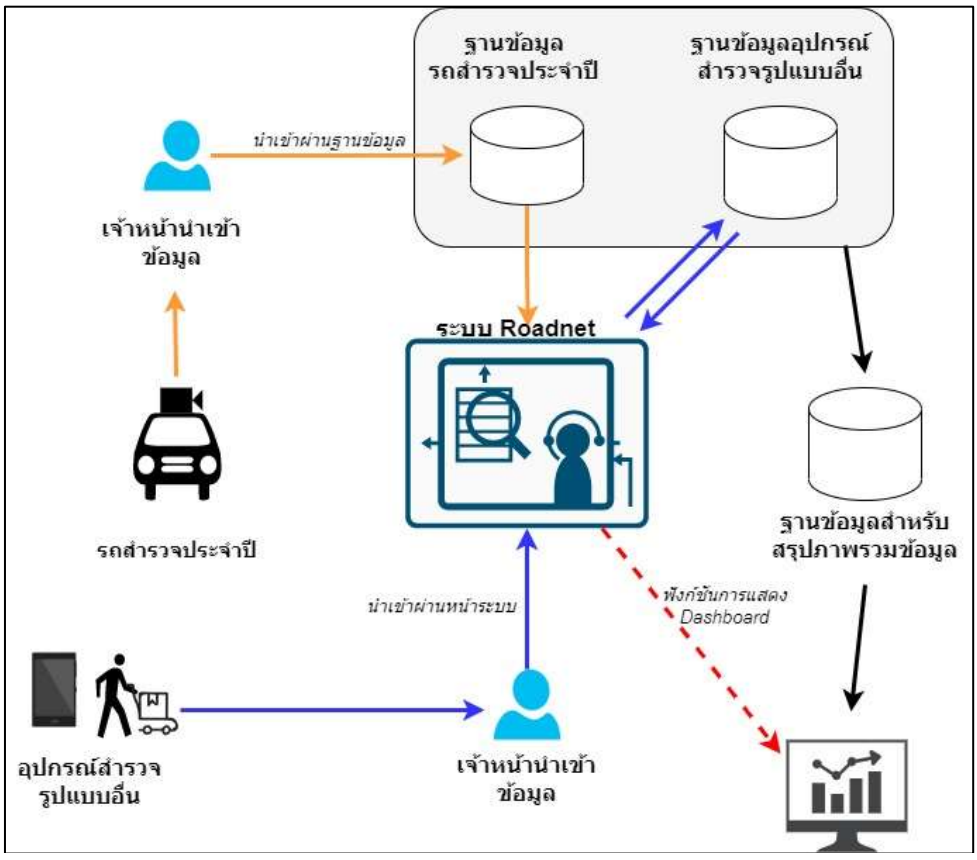
และตอนควบคุมที่ได้เลือกไว้ใหม่อีกครั้ง ผู้ใช้งานสามารถส่งออกข้อมูลตารางข้อมูลบัญชีทางโค้งหรือดาวน์โหลดแผนผังบัญชีทางโค้งของสายทางและตอนควบคุมที่ผู้ใช้งานสืบค้นได้



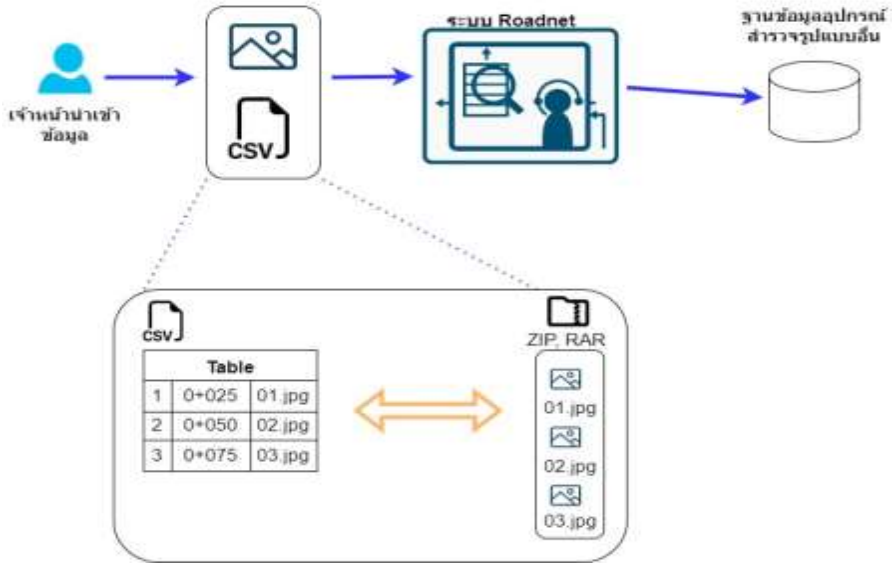
รูปที่ 2-157 แผนผังการทำงานของฟังก์ชันวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ

3.7 ที่ปรึกษาจะต้องพัฒนาระบบให้รองรับการนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทาง จากอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ ตามแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูล ได้แก่ เครื่องวัด SSI Waking Profiler หรืออุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถสำรวจได้ หรืออุปกรณ์สำรวจประเภทอื่น ๆ ที่มีมาตรฐานเทียบเท่า เป็นต้น พร้อมทั้งการนำเข้าข้อมูลภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง ด้วยกล้อง DVR Car Camera และออกแบบหน้าจอการรายงานผลสรุปข้อมูลสำรวจได้อย่างเหมาะสม เพื่อตรวจสอบความเสียหายผ่านหน้าระบบ Roadnet

ที่ปรึกษาจะดำเนินการพัฒนาระบบที่รองรับการนำเข้าข้อมูลจากอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ ตามแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูล ได้แก่ เครื่องวัด SSI Waking Profiler หรืออุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application โดยทำการพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการนำเข้าไฟล์ค่าสภาพทางในรูปแบบไฟล์ CSV และรูปถ่ายภาพ 2 ข้างทางจากกล้อง DVR Car Camera หรืออื่น ๆ โดยจะมีการกำหนดให้ตารางข้อมูลค่าสภาพทางที่ทำการนำเข้าผ่านหน้าระบบจะต้องมีการสร้างคอลัมน์ “ชื่อรูปภาพ” เพื่อให้ข้อมูลทั้งสองมีการเชื่อมโยงกัน โดยออกแบบโครงสร้างข้อมูลสำหรับเฉพาะแยกจากแผนการดำเนินงานสำรวจด้วยรถสำรวจประจำปี และหน้าระบบสามารถระบุที่มาของข้อมูลสำรวจได้ โดยที่ปรึกษาได้ยกตัวอย่างอุปกรณ์สำรวจสำหรับจัดทำข้อมูลและนำเข้าข้อมูล ดังนี้



รูปที่ 2-158 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ

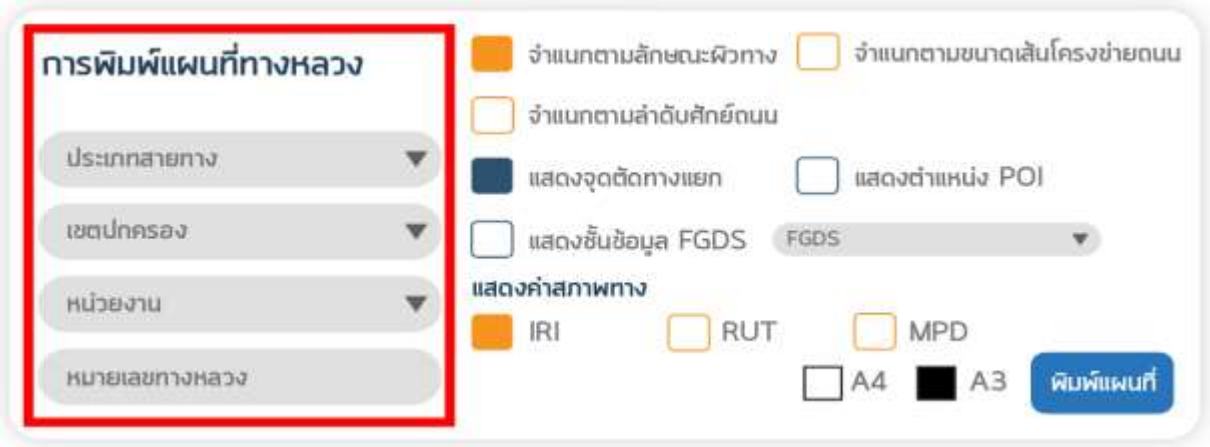


รูปที่ 2-159 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง

3.8 ที่ปรึกษาจะต้องปรับปรุงระบบให้สามารถพิมพ์แผนที่ระยะทางควบคุมตามพื้นที่รับผิดชอบได้ เช่น สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง บนมาตราส่วนแผนที่เหมาะสม

3.8.1 สามารถแสดงเส้นโครงข่ายถนน ทางหลวง AH พร้อมหมายเลขทางหลวงได้ทั้งประเทศ หรือแยกตามหน่วยงาน สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวงได้

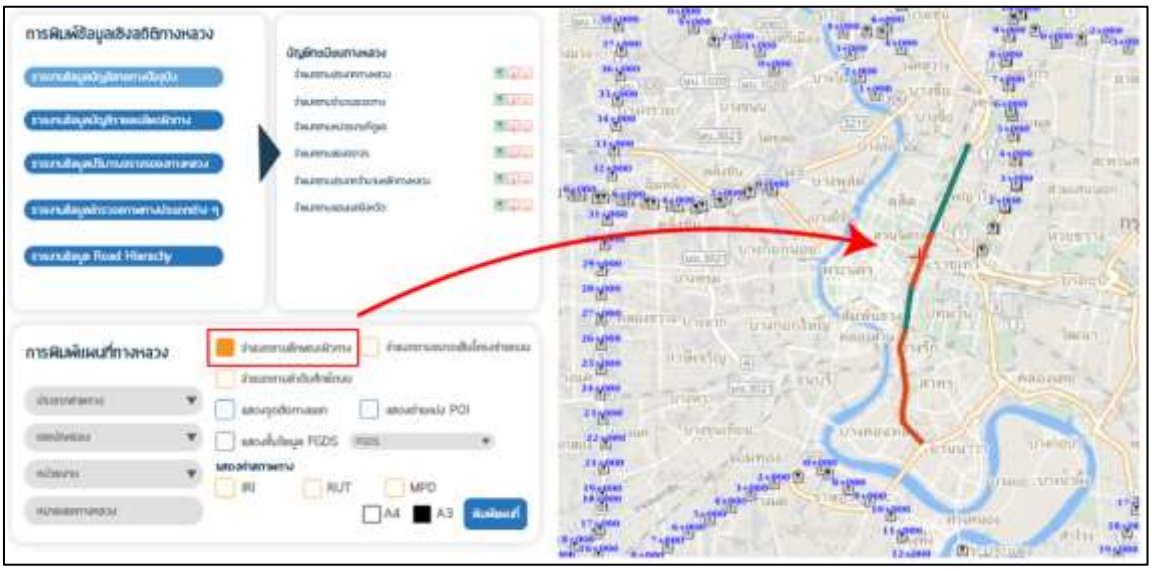
เพิ่มเมนูในเครื่องมือการแสดง แผนที่สำหรับการเลือก ประเภทสายทาง เช่น ทางหลวง AH และสามารถคัดเลือกข้อมูลตามขอบเขตการปกครองโดยจัดระดับออกเป็น ระดับภาค > ระดับจังหวัด > ระดับอำเภอ หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบตามระดับ สำนักงานทางหลวง > แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถระบุการจัดทำแผนที่เฉพาะด้วยหมายเลขทางหลวงได้



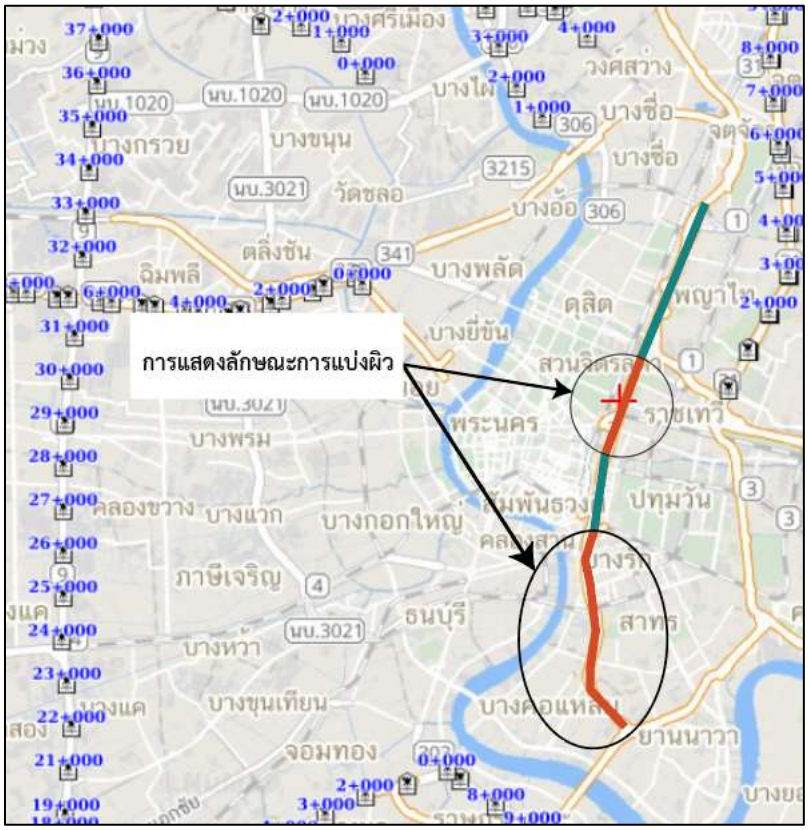
รูปที่ 2-160 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงโครงข่ายถนน

3.8.2 สามารถแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทางได้

เพิ่มผลลัพธ์การแสดงสีการแบ่งข้อมูลลักษณะผิวทาง (Line category class type) โดยผิวแอสฟัลต์ (AC) และผิวคอนกรีต (CC) หรือประเภทผิวทางอื่น ๆ ซึ่งเป็นสีคู่ตรงข้าม และสามารถแสดงซ้อนทับกับแผนที่ได้ชัดเจน



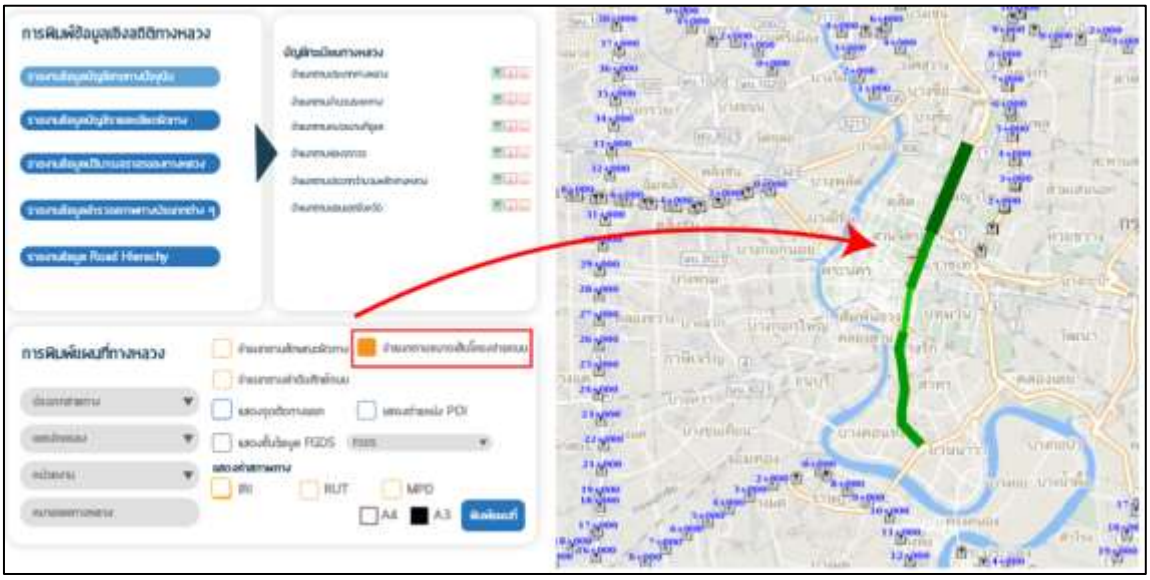
รูปที่ 2-161 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทาง



รูปที่ 2-162 ตัวอย่างลักษณะการแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทาง

3.8.3 สามารถแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน แยกตามจำนวนช่องจราจรได้

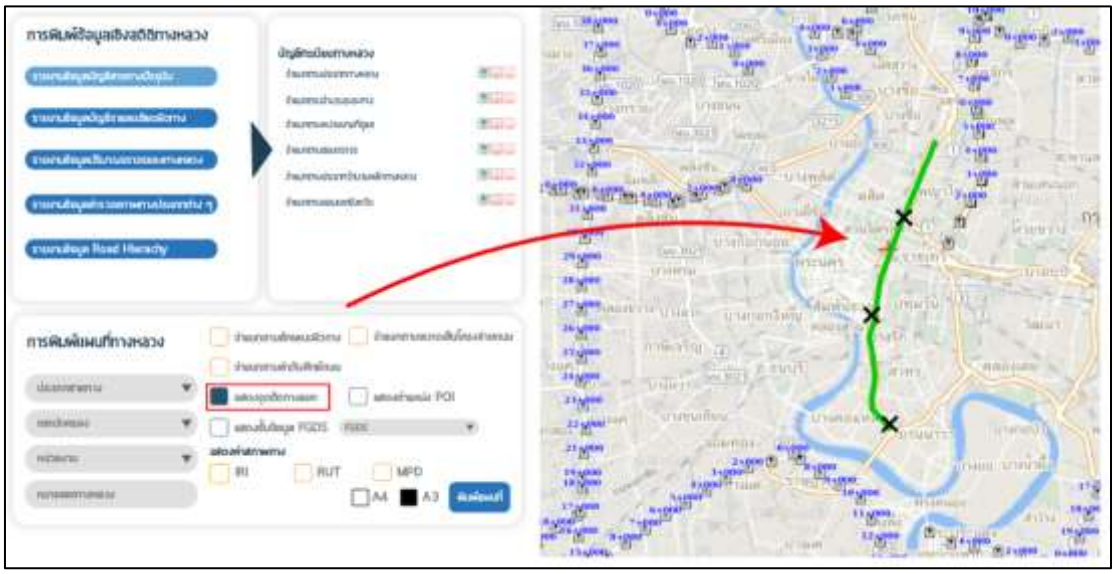
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน ด้วยการแบ่งข้อมูลตามจำนวนช่องจราจรของสายทาง (Line category class type) โดยสายทางที่มีจำนวนช่องจราจรมาก ขนาดของเส้นที่แสดงบนแผนที่ก็จะมีขนาดความหนาที่แตกต่าง



รูปที่ 2-163 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่
สำหรับแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน แยกตามจำนวนช่องจราจร

3.8.4 สามารถแสดงตำแหน่งจุดตัดทางแยกบนแผนที่ได้

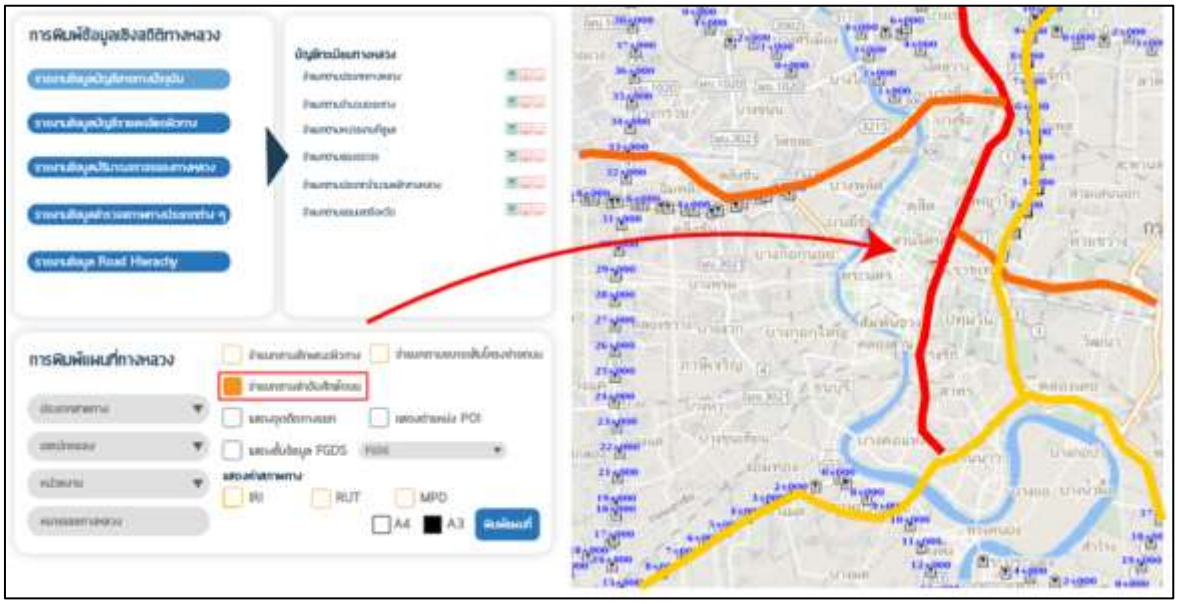
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลตำแหน่งจุดตัดทางแยก ด้วยการเปิด/ปิด ชั้นข้อมูลสำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ โดยแสดงข้อมูลจุดตัดทางแยกในรูปแบบของข้อมูลจุด (Point)



รูปที่ 2-164 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงตำแหน่งจุดตัดทางแยก

3.8.5 สามารถแสดงลำดับชั้นสายทาง (Road Hierarchy) ได้

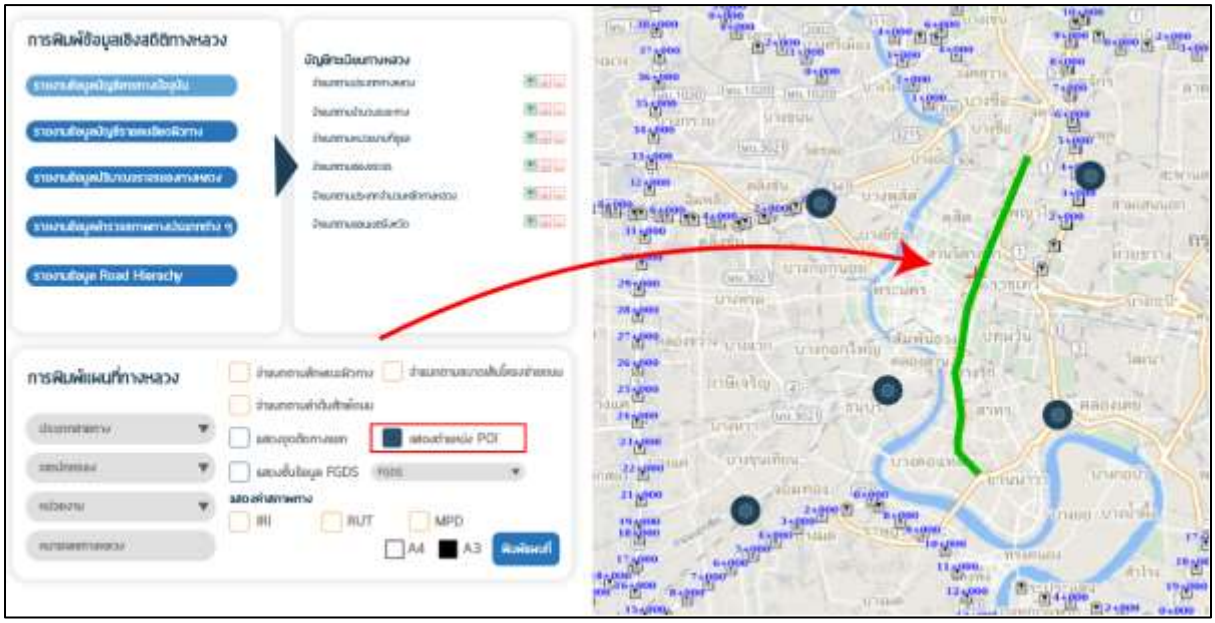
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลลำดับชั้นสายทาง (Road Hierarchy) ด้วยการเปิด/ปิดชั้นข้อมูลสำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ โดยแสดงข้อมูลการแบ่งสีตามประเภทของข้อมูล (Line category class type)



รูปที่ 2-165 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงลำดับชั้นสายทาง

3.8.6 สามารถแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่ได้ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของหมวดทางหลวง แขวงทางหลวง สำนักงานทางหลวง จุดพักรถ (S M L) ของกรมทางหลวง ระบบขนส่งมวลชน เช่น สถานีขนส่งผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน ท่าเทียบเรือ สถานีรถไฟ และสถานที่ราชการที่สำคัญ

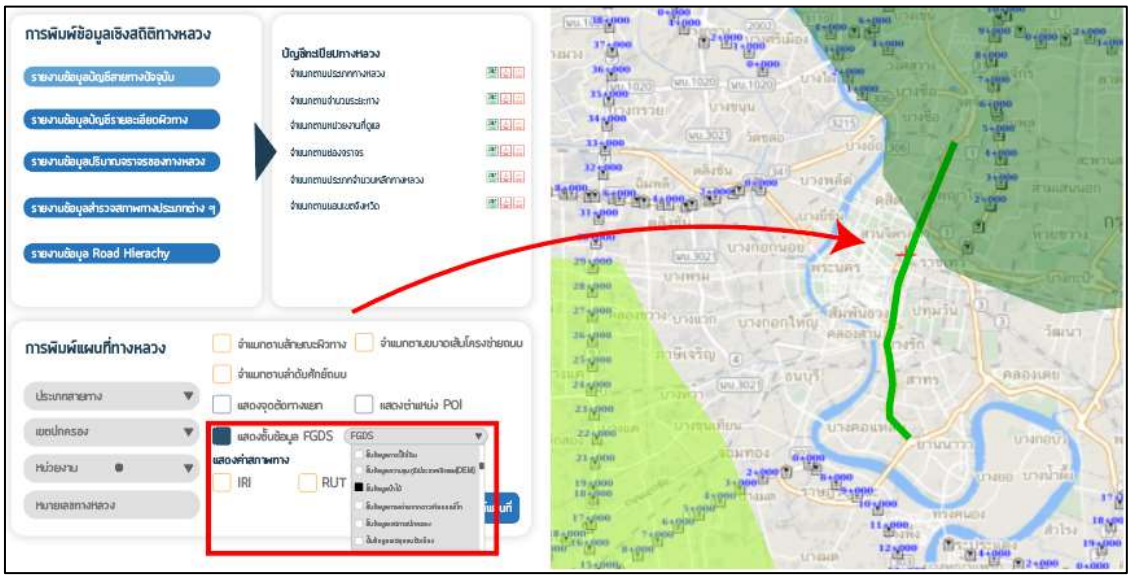
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่ด้วยการเปิด/ปิด ชั้นข้อมูลสำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ ประกอบด้วย ตำแหน่งที่ตั้งของหมวดทางหลวง แขวงทางหลวง สำนักงานทางหลวง ระบบขนส่งมวลชน เช่น สถานีขนส่งผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน ท่าเทียบเรือ สถานีรถไฟ และสถานที่ราชการที่สำคัญ โดยแสดงข้อมูลตำแหน่งที่สำคัญ (POI) ในรูปแบบของข้อมูลจุด (Point)



รูปที่ 2-166 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่
สำหรับแสดงสามารถแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่

3.8.7 สามารถแสดงขอบเขตข้อมูลด้านป่าไม้บนแผนที่ได้ เช่น ข้อมูลแนวเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย ป่าไม้ถาวร แปลงป่าชุมชน จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ เป็นต้น

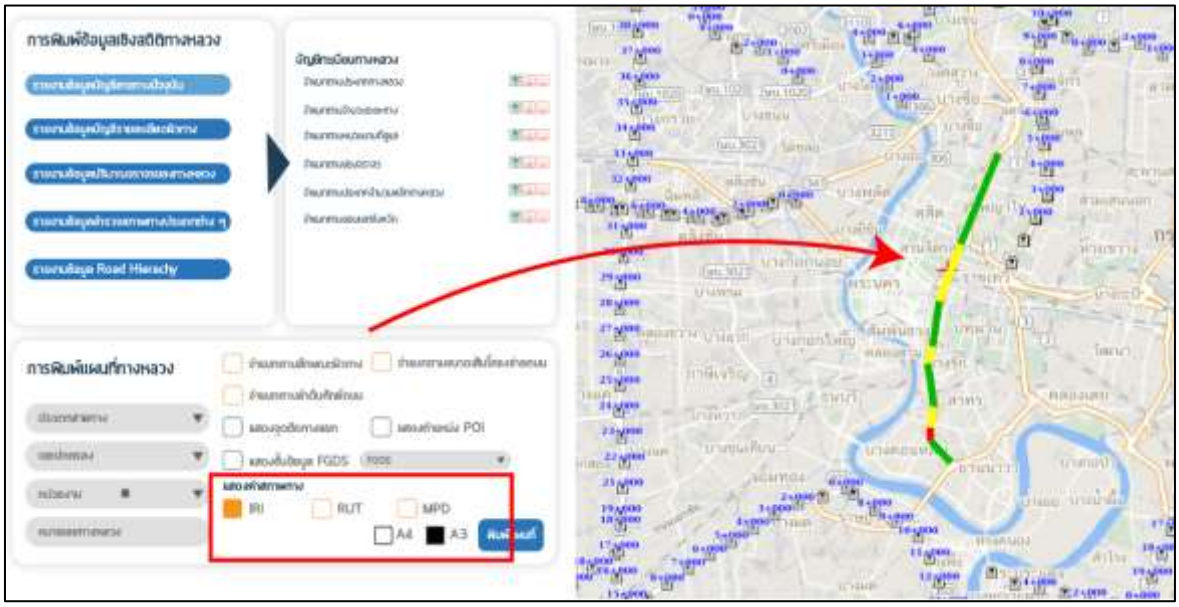
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงขอบเขต (Polygon) ของข้อมูลที่เชื่อมโยงจากการให้บริการข้อมูลจากมาตราฐานชั้นข้อมูล FGDS ดังนี้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ โดยประกอบด้วยข้อมูล ข้อมูลแนวเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย ป่าไม้ถาวร แปลงป่าชุมชน



รูปที่ 2-167 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงขอบเขตข้อมูลด้านป่าไม้บนแผนที่

3.8.8 สามารถแสดงข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) ที่เหมาะสมได้

เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) เพื่อทำการพิมพ์แผนที่ โดยของข้อมูลที่ดังกล่าวได้มีการแบ่งเกณฑ์ค่าระดับของค่าสภาพทาง ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลค่าสภาพได้เพียงหนึ่งค่าเท่านั้น



รูปที่ 2-168 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงข้อมูลค่าสภาพทางเฉลี่ย

3.8.9 สามารถแสดงข้อมูลที่ได้มีการนำเข้าการสำรวจสภาพทางจากแหล่งอื่น ๆ ได้

สำหรับการแสดงข้อมูลที่ได้มีการนำเข้าการสำรวจสภาพทางจากแหล่งอื่น ๆ สามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลปัจจุบันได้ เนื่องจากโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็นข้อมูลค่าสภาพทางที่ได้จากรถสำรวจประจำปี และข้อค่าสภาพทางที่ได้จากอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาประยุกต์รวมกันเพื่อตอบสนองต่อการนำข้อมูลมาแสดงผลภาพรวม และสามารถพิมพ์แผนที่แสดงค่าสภาพทางร่วมกันได้

3.8.10 สามารถส่งออกแผนที่ในรูปแบบ KML หรือ Shape file ได้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก

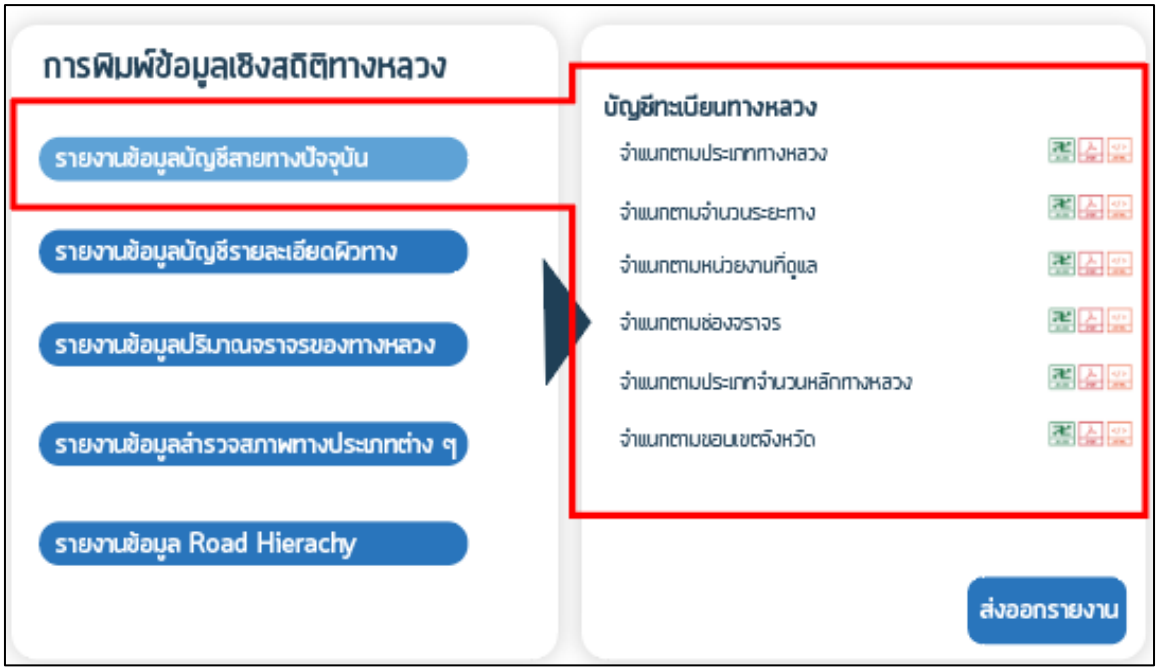
สำหรับการส่งออกแผนที่ การพัฒนาระบบจะรองรับการส่งออกรูปแบบไฟล์ KML และ Shapefile รวมทั้งสามารถจัดทำแผนที่ในรูปแบบไฟล์ PDF ได้

รูปที่ 2-169 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกแผนที่ในรูปแบบ KML หรือ Shape file

3.9 ที่ปรึกษาจะต้องพัฒนาระบบให้สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลในรูปแบบไฟล์เอกสารดิจิทัล ตารางแสดงข้อมูลตามกรมทางหลวงกำหนด ในรูปแบบหลากหลาย HTML, Excel, SHP, KML และ PDF แยกตามหน่วยงาน กรมทางหลวง กรมการปกครอง ดังนี้

3.9.1 รายงานข้อมูลบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน

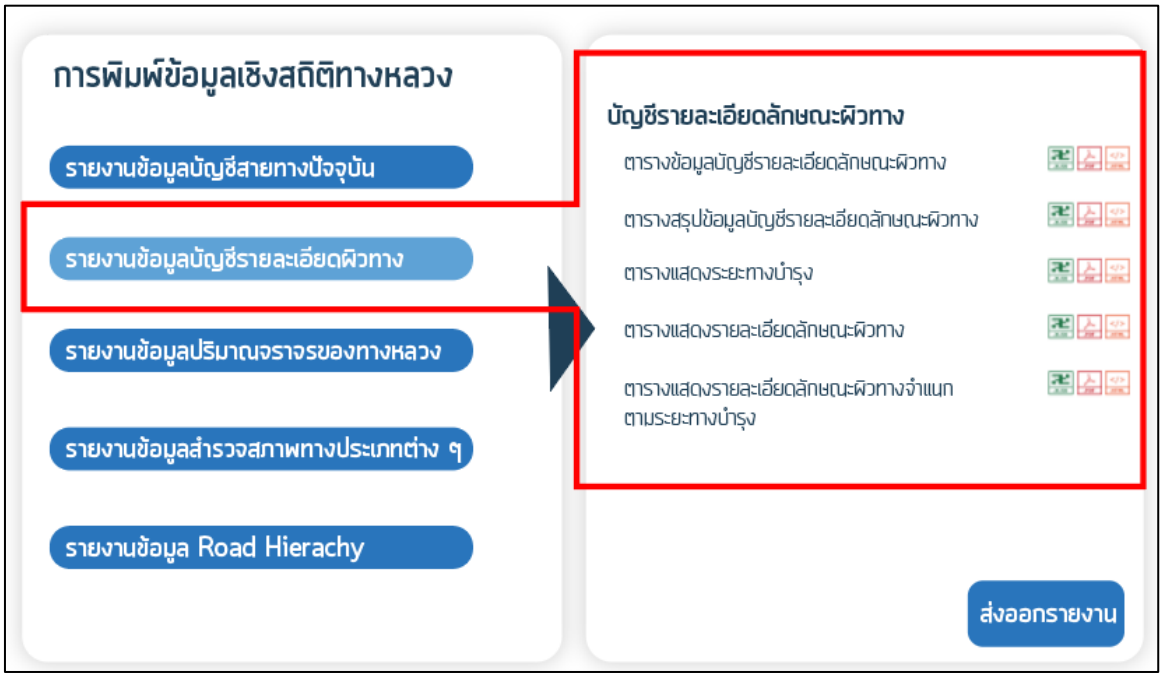
สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลข้อมูลรายการบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็นรายงานจำแนกตามประเภททางหลวง รายงานจำแนกตามจำนวนระยะทาง จำแนกตามหน่วยงานที่ดูแล จำแนกตามช่องจราจร จำแนกตามประเภทจำนวนหลักทางหลวง จำแนกตามขอบเขตจังหวัด



รูปที่ 2-170 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน

3.9.2 รายงานข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง

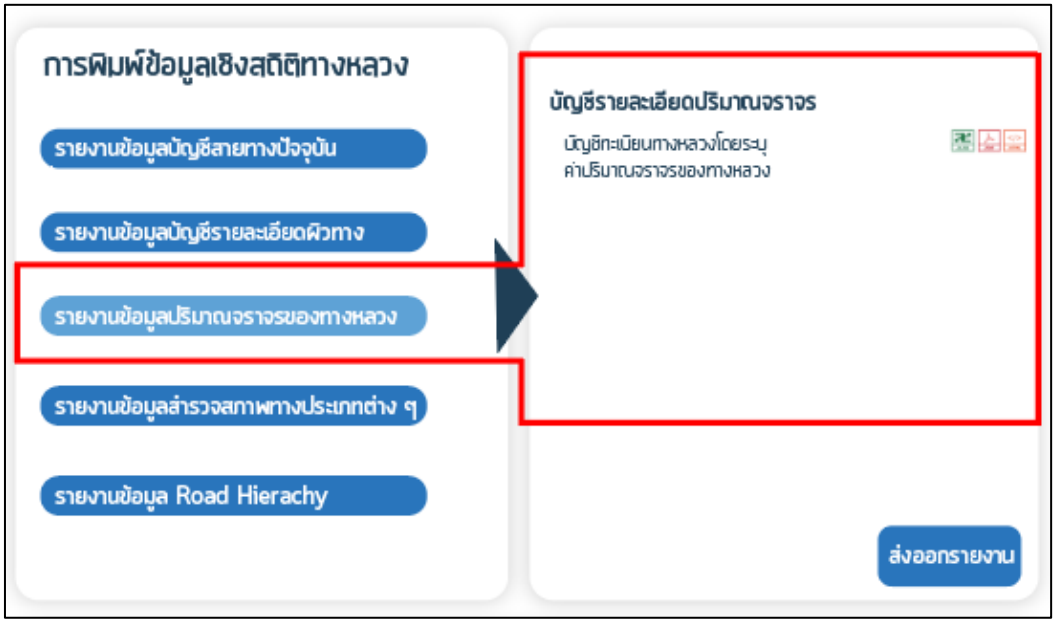
สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลข้อมูลรายการข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง โดยแบ่งออกเป็น ตารางข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางสรุปข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางแสดงระยะทางบำรุง ตารางแสดงรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางแสดงรายละเอียดลักษณะผิวทางจำแนกตามระยะทางบำรุง



รูปที่ 2-171 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง

3.9.3 รายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง

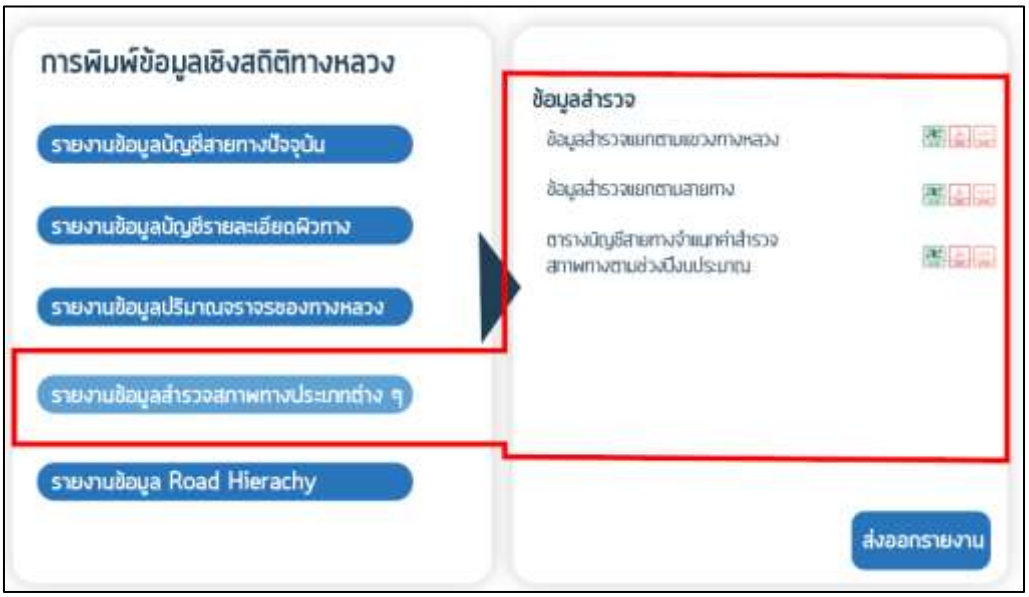
สามารถส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง โดยแบ่งออกเป็นบัญชีทะเบียนทางหลวงโดยระบุค่าปริมาณจราจรของทางหลวง



รูปที่ 2-172 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง

3.9.4 รายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่าง ๆ

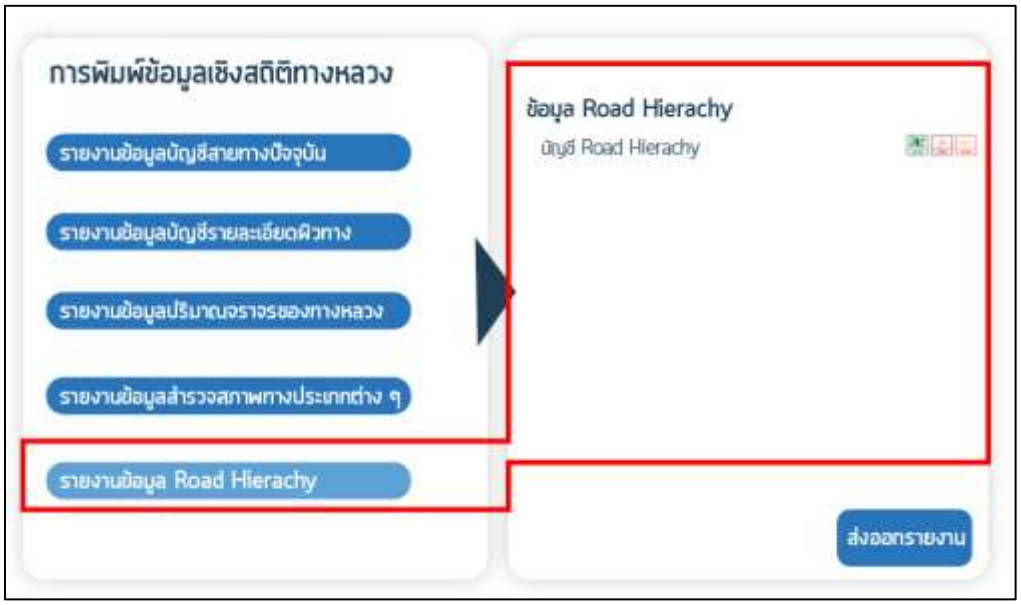
สามารถส่งออกรายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นข้อมูลสำรวจแยกตามแขวงทางหลวง ข้อมูลสำรวจแยกตามสายทาง ตารางบัญชีสายทางจำแนกค่าสำรวจสภาพทางช่วงปีงบประมาณ



รูปที่ 2-173 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่างๆ

3.9.5 รายงานข้อมูล Road Hierarchy

สามารถส่งออกรายงานข้อมูล Road Hierarchy ประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นข้อมูลบัญชี Road Hierarchy



รูปที่ 2-174 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูล Road Hierarchy

3.10 สามารถใช้งานบนเครือข่ายผ่าน Web browser ที่เป็นมาตรฐานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ได้แก่ Microsoft Edge (เวอร์ชันล่าสุด) Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างน้อย และต้องพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจออุปกรณ์ Mobile Device ที่มีหลายขนาดได้อย่างเหมาะสม

ที่ปรึกษาจะทำการพัฒนาระบบ ที่สามารถใช้งานบนเครือข่าย Internet ผ่าน Web browser ที่เป็นมาตรฐานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ได้แก่ Microsoft Edge, Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างน้อย โดยเวอร์ชันของ Web browser ที่สามารถรองรับได้เป็นอย่างน้อยมีดังต่อไปนี้

- Mozilla Firefox 9.0 ขึ้นไปที่
- Google Chrome 9.1 ขึ้นไปที่
- Microsoft Edge 9.1 ขึ้นไปที่

และจะทำการพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจออุปกรณ์ Mobile Device ที่มีหลายขนาดได้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 2-175 การพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive

ปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Device) มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น Smart Phone หรือ Tablet ทำให้พฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้คนเปลี่ยนไป โดยเริ่มหันมาใช้งานเว็บไซต์ผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือ Tablet มากขึ้น การออกแบบเว็บไซต์จึงจำเป็นต้องคำนึงถึง การใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ด้วย และเนื่องจากหน้าจอของโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือ Tablet มีพื้นที่จำกัด การใช้รูปแบบแสดงผลเว็บไซต์แบบเดียวกับที่อยู่บน Desktop จะถูกจัดเพื่อให้พอดีกับหน้าจอ จนตัวหนังสือมีขนาดเล็กมาก และปุ่มต่าง ๆ ใช้งานไม่สะดวกนัก จึงจำเป็นต้องออกแบบเว็บที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้ง่ายขึ้นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และ Tablet เนื่องจากอุปกรณ์เคลื่อนที่มีหน้าจอขนาดเล็กกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ Desktop มาก เพื่อให้การแสดงผลสวยงามและใช้งานง่าย เมื่อดูในโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือ Tablet รวมทั้งอาจปิดการแสดงผลในส่วนของเนื้อหาจุดที่ไม่สำคัญ หรือรูปแบบการใช้งานใดที่มีขนาดใหญ่เกินไป หรือ Touch ไม่สะดวก จะถูกเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานให้ง่ายขึ้น Responsive Web Design คือ การออกแบบเว็บไซต์ให้รองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิด ตั้งแต่คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดหน้าจอแตกต่างกันไปจนถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ Smart Phone และ Tablet ต่าง ๆ ที่มีมาตรฐานขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน โดยเป็นการออกแบบครั้งเดียวที่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกหน้าจอ ทั้งนี้ Responsive Web Design เป็นการออกแบบเว็บไซต์ โดยใช้เทคนิคของ CSS, CSS3 และ JavaScript ในการออกแบบ เพื่อให้เว็บไซต์ สามารถจัดลำดับ เรียงข้อมูลบนเว็บไซต์ให้รองรับการแสดงผลผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานเว็บไซต์สามารถเปิดใช้งานเว็บไซต์ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของหน้าจอหรือชนิดของอุปกรณ์สื่อสาร อีกทั้งในปัจจุบันในเรื่องการออกแบบ User Interface (UI) หรือ User Experience Design (UX) เป็นการออกแบบการใช้งานส่วนที่ใช้แสดงผล ติดต่อและตอบโต้กับผู้ใช้จะเน้นการออกแบบในลักษณะที่เรียกว่า

User Interface Design (UI) ในการออกแบบควรมีการใช้งานง่าย เพื่อให้สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย โดยควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น

- ความหลากหลายของผู้ใช้งานทั้งทางกายภาพและสภาพแวดล้อม
- บุคลิกของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน/ความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ความแตกต่างของสติปัญญาและความสามารถในการรับรู้
- ความหลากหลายทางเชื้อชาติและวัฒนธรรม
- ผู้ใช้งานที่ไร้ความสามารถหรือพิการ

รูปที่ 2-176 ตัวอย่างการพัฒนาระบบแบบ Responsive Web Design

งานที่ 4 นำเข้าข้อมูลการสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูลงานทาง

4.1 การนำเข้าข้อมูลสำรวจสภาพทาง จากอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ เครื่องวัด SSI Waking Profiler หรืออุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ หรือพื้นที่ที่ไม่สามารถสำรวจได้ หรืออุปกรณ์สำรวจประเภทอื่น ๆ ที่มีมาตรฐานเทียบเท่า เป็นต้น ในพื้นที่นำร่องอย่างน้อย 1 แขวงทางหลวง โดยมีข้อกำหนดการนำเข้าดังนี้

4.1.1 ข้อมูลสำรวจสภาพทางต้องโดยต้องสามารถแสดงระบบพิกัดอ้างอิง Geographic Coordinates WGS 84 และ UTM WGS 84 ตามโซนที่เหมาะสม

การพัฒนาระบบจะต้องมีเครื่องมือสำหรับการรองรับข้อมูลสำรวจจากอุปกรณ์สำหรับในรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ SSI Waking Profiler หรืออุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application โดยทำการออกแบบโครงสร้างข้อมูลเฉพาะแยกจากแผนการดำเนินงานสำรวจด้วยรถสำรวจประจำปี และหน้าระบบสามารถระบุที่มาของข้อมูลสำรวจได้ โดยที่ปรึกษาได้ยกตัวอย่างอุปกรณ์สำรวจสำหรับจัดทำข้อมูลและนำเข้าข้อมูล ดังนี้

1) **เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler)** เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบความเรียบของผิวทาง โดยสามารถประมวลผลเป็นหน่วยการวัดดัชนีความเรียบสากล (International Roughness Index; IRI) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวจะต้องทดสอบได้ตามมาตรฐาน ASTM E950 และ World Bank Standard class 1 มีช่วงในการบันทึกข้อมูลได้ทุกๆระยะ 25.4 มิลลิเมตร (1.0 นิ้ว) หรือดีกว่า คุณสมบัติของเครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler)

- ต้องมีช่วงความยาวของฐานล้อไม่เกิน 254 มิลลิเมตร (10 นิ้ว)
- ค่าความถูกต้องในการเก็บข้อมูลโพรไฟล์ (Profile Accuracy) ไม่เกิน ± 0.381 มิลลิเมตร (± 0.015 นิ้ว) โดยมีค่าความละเอียดของค่าระดับความสูง (Height resolution) ไม่เกิน ± 0.0025 มิลลิเมตร (± 0.0001 นิ้ว) หรือมีค่า IRI Accuracy < 0.03 m/km (<+- 2 inches/mile) on high quality pavements
- ค่าความละเอียดในการวัดระยะทาง (Longitudinal (distance) resolution) ไม่เกิน ± 0.025% หรือ Distance Accuracy มี Typical Error <0.045%
- เครื่องมือทดสอบจะต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะทางและอุปกรณ์วัดการลาดเอียง
- สามารถแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในรูปแบบชนิด IRI (International Roughness Index)

รูปที่ 2-177 เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler)

2. **อุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application** สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์สำรวจสายทางที่อยู่ในพื้นที่ชายแดนภาคใต้นั้น ที่ปรึกษาทำการยกตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้สำหรับคำนวณค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) บนสมาร์ทโฟน มาใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดเบื้องต้น โดยได้ทำการเลือกศึกษาแอปพลิเคชัน RoadBumpFree และแอปพลิเคชัน BumpRecorder ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ให้บริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

รูปที่ 2-178 แอปพลิเคชัน RoadBumpFree

รูปที่ 2-179 แอปพลิเคชัน BumpRecorder

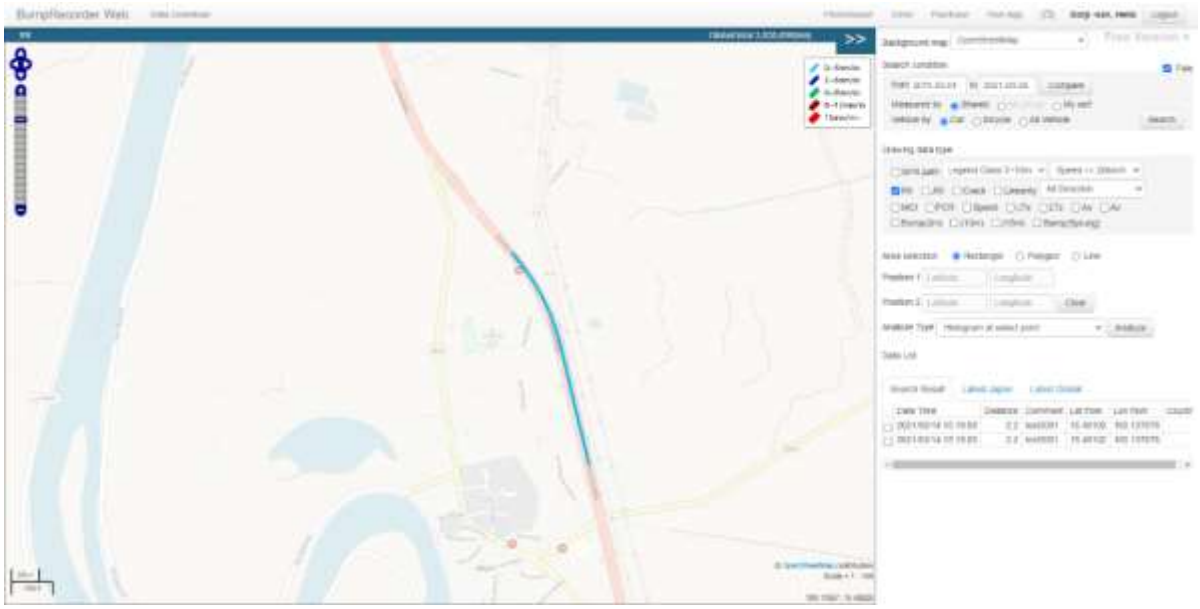
โดยมีวิธีการเก็บค่าโดยการวางโทรศัพท์สมาร์ตโฟน ไว้ที่หน้ารถ ที่ตำแหน่งใกล้เคียงกับเพลาหน้ารถที่สุดเนื่องจากเพลาของรถคือจุดที่รับแรงสั่นสะเทือนจากผิวถนนของรถได้ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุดจากนั้นก็ทำการกดบันทึกค่าบนแอปพลิเคชัน จากนั้นข้อมูลจะถูกบันทึกค่าลงบนเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์ของทางผู้ผลิตหลังจากทำการทดลองเก็บค่าจากทั้ง 2 แอปพลิเคชันแล้ว พบว่ายังมีข้อจำกัดสำหรับการใช้งานของแต่ละแอปพลิเคชันดังนี้

แอปพลิเคชัน RoadBumpFree เมื่อทำการบันทึกค่าที่ได้จากการสำรวจแล้ว จะถูกบันทึกไว้บนเซิร์ฟเวอร์ของทางผู้ผลิต ซึ่งมีข้อจำกัดคือ หากต้องการข้อมูลการสำรวจจะต้องทำการอัปเกรดแอปพลิเคชันให้เป็นเวอร์ชันที่ต้องเสียเงิน จึงจะได้ข้อมูลเพื่อมาทำการวิเคราะห์

แอปพลิเคชัน BumpRecorder เมื่อทำการบันทึกค่าที่ได้จากการสำรวจแล้ว จะถูกนำมาแสดงผลบน Website ของทางผู้ผลิต โดยข้อมูลจะแสดงออกมาเป็นเฉดสีที่แทน ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ของถนนที่ได้ทำการสำรวจ ซึ่งจะทำได้แค่พิจารณาจากภาพรวมและมีข้อจำกัดเรื่องการที่จะนำข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่แสดงโดยละเอียดจะต้องทำการเสียเงินให้กับทางผู้ผลิตถึงจะได้ข้อมูลที่ละเอียดและนำมาวิเคราะห์รายจุดได้

ดังนั้น กรณีการเลือกสำรวจด้วยอุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application ผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการอัปเกรดเวอร์ชันของแอปพลิเคชัน เพื่อส่งออกข้อมูลสำรวจและบริหารข้อมูลตามโครงสร้างที่ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) รองรับเพื่อนำเข้าข้อมูลและแสดงผลบนหน้าระบบได้

รูปที่ 2-180 หน้า ตัวอย่างการสำรวจด้วย Mobile Application



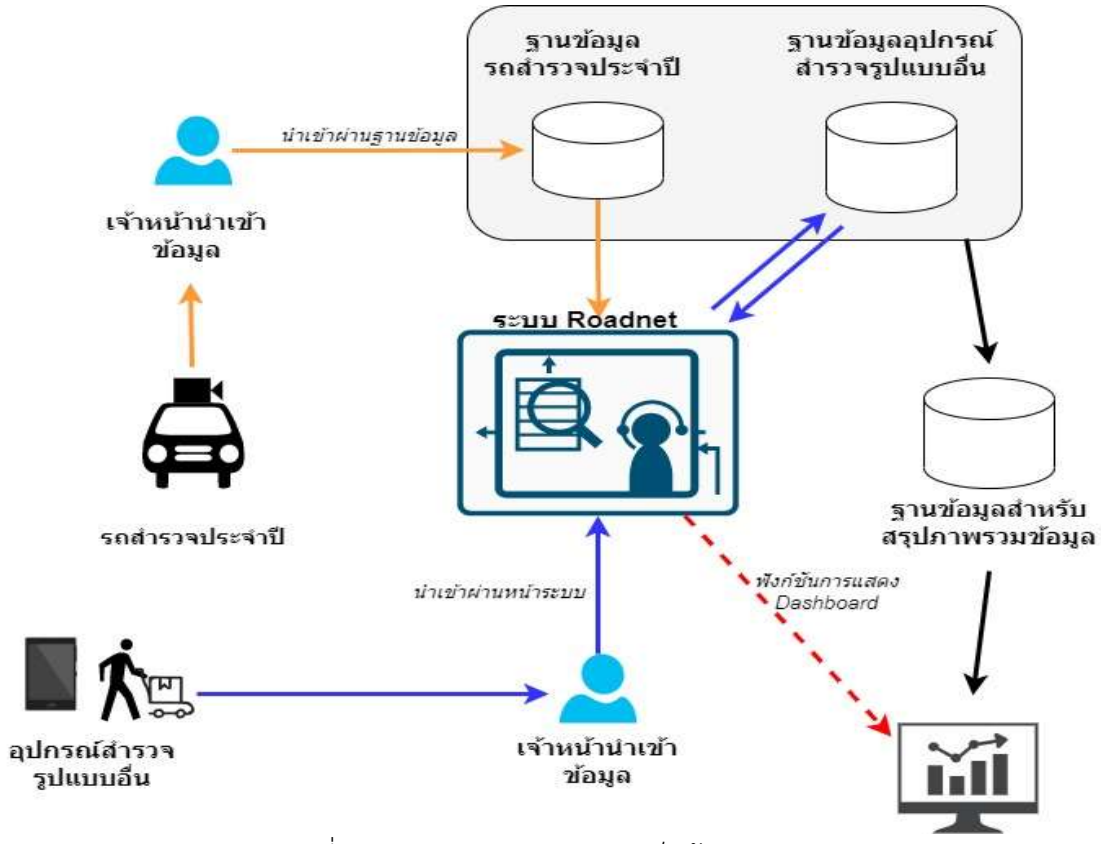
รูปที่ 2-181 หน้า Website แสดงผลการสำรวจจาก แอปพลิเคชัน BumpRecorder

จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 2 อุปกรณ์ สามารถส่งออกข้อมูลการสำรวจค่าสภาพทางรวมทั้งตำแหน่งบนระบบพิกัดภูมิศาสตร์ได้ โดยแนวคิดการนำเข้าเพื่อแสดงตำแหน่งบนแผนที่บนหน้าระบบนั้น การพัฒนาระบบจะผนวกข้อมูลจากอุปกรณ์ข้างต้น ด้วยการนำเข้าข้อมูลตามบัญชีสายทาง และระยะทางตามหลักกิโลเมตร เพื่อให้ข้อมูลสำรวจสอดคล้องกับข้อมูลบัญชีสายทาง โดยผู้นำเข้าข้อมูลต้องทราบตำแหน่งระยะทางของช่วงหลักกิโลเมตรในบัญชีสายทางนั้น ๆ เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งบนระบบพิกัดภูมิศาสตร์ มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลบัญชีสายทางบนหน้าระบบ

4.1.2 ข้อมูลสำรวจสภาพทาง จากอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ สามารถกำหนดมาตรฐานสากลหรือคำนิยาม (Class) ของตัวอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน และแยกประเภทการจัดเก็บได้อย่างเหมาะสม

แนวคิดการออกแบบโครงสร้างข้อมูลสำหรับรองรับการจัดเก็บข้อมูลสำรวจที่ได้จากอุปกรณ์สำรวจรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler) และอุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application นอกเหนือจากการสำรวจที่แยกจากแผนการดำเนินงานสำรวจด้วยรถสำรวจประจำปี จะต้องทำการสร้างโครงสร้างข้อมูลที่แยกพื้นที่การจัดเก็บ เพื่อให้ระบบสามารถประมวลผลข้อมูลเพื่อแสดงบนหน้าระบบได้อย่างชัดเจน พร้อมระบุที่มาของข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ระหว่างอุปกรณ์สำรวจรูปแบบอื่น และรถสำรวจประจำปี โดยรูปแบบการนำเข้าข้อมูลนั้นทางระบบจัดต้องรองรับความสอดคล้องของบัญชีสายทาง เพื่อให้ข้อมูลจากอุปกรณ์สามารถนำเข้าได้อย่างเหมาะสม และตรงตามบัญชีสายทางที่ทำการสำรวจ

ทั้งนี้ในส่วนของกรณีการประมวลผลข้อมูลเพื่อสรุปผลออกมาในรูปแบบการแสดงภาพรวมที่ต้องสรุปผลร่วมกับ โครงสร้างข้อมูลจากการสำรวจด้วยรถสำรวจประจำปี โครงสร้างข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่สอดคล้องกัน ตอบสนองตอนการนำไปประยุกต์ใช้ในงานส่งออกรายงานสรุปผลภาพรวมตามบัญชีสายทางได้

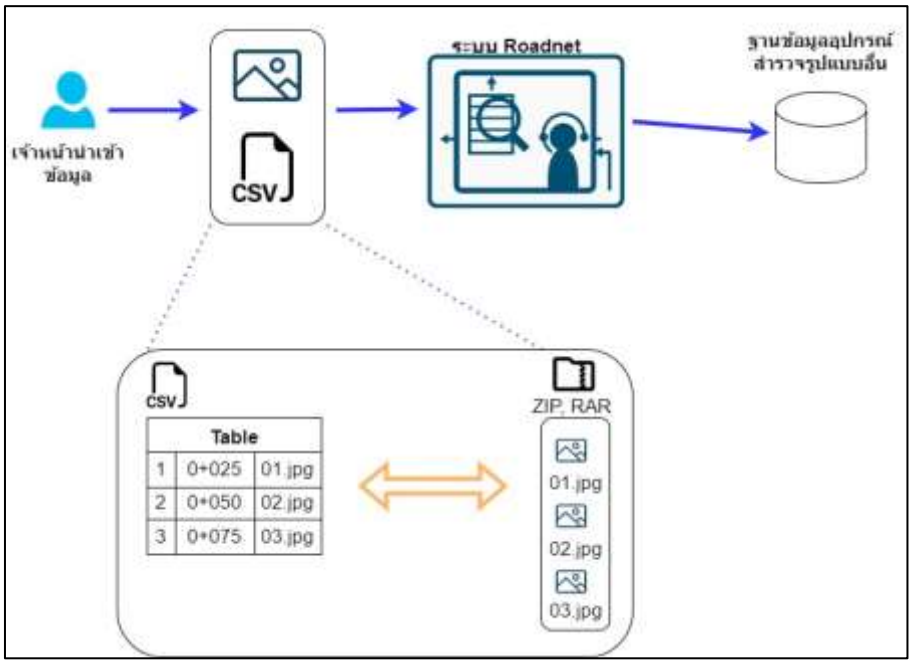


รูปที่ 2-182 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ

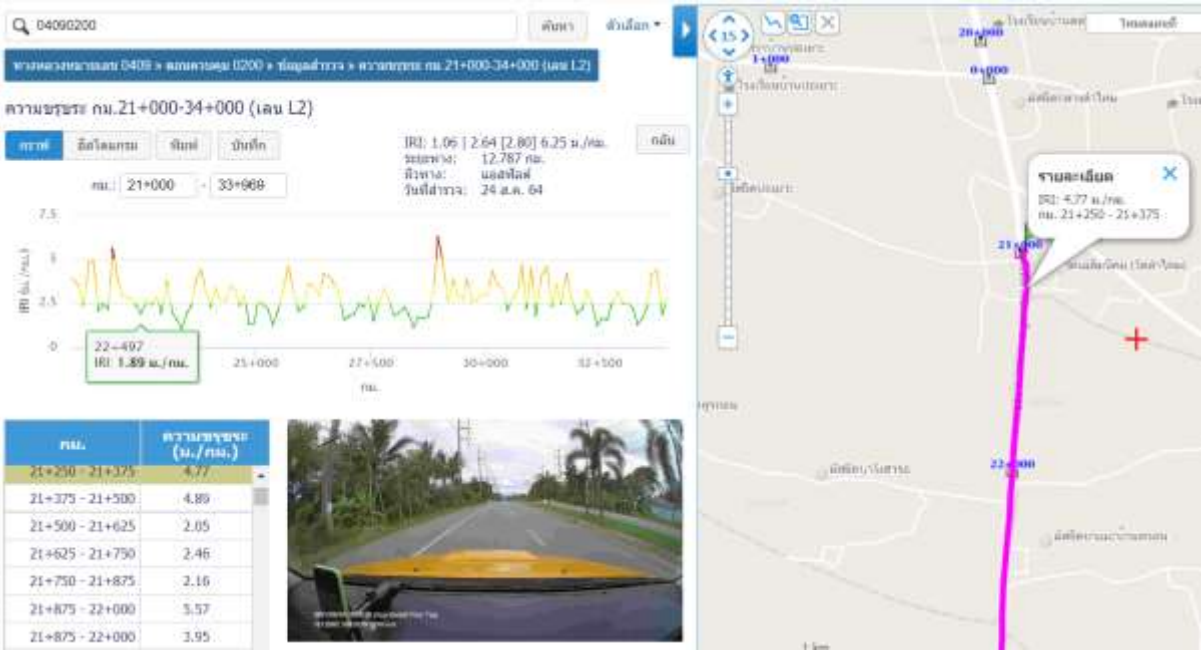
4.2 การนำเข้าข้อมูลภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่ได้จากการสำรวจสภาพทางด้วยอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ สามารถจัดโครงการการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสม โดยขนาดของภาพไม่ควรเกิน 1 MB

สำหรับแนวคิดการพัฒนาระบบที่ต้องรองรับการนำเข้าข้อมูลภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง ต้องคำนึงถึงการออกแบบโครงสร้างข้อมูลสำหรับการจัดเก็บรูปแบบไฟล์รูปภาพที่ต้องสอดคล้องกับข้อมูลสำรวจ โดยมีการออกแบบโครงสร้างเฉพาะข้อมูลสำรวจที่แยกจากแผนการดำเนินงานสำรวจด้วยรถสำรวจประจำปี ทั้งโครงสร้างข้อมูลสำรวจที่ได้จากอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น SSI Waking Profiler หรือ Mobile Application โดยฟังก์ชันการทำงานข้อมูลระบบ สามารถรองรับการนำเข้าไฟล์รูปภาพที่มีการบีบอัดในรูปแบบของ .zip และ .rar เท่านั้น และต้องสอดคล้องกับข้อมูลค่าสภาพทางด้วยไฟล์ .csv ตาม template ที่ระบบในกำหนดไว้

รูปที่ 2-183 ตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าข้อมูลค่าสภาพทาง และรูปภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง



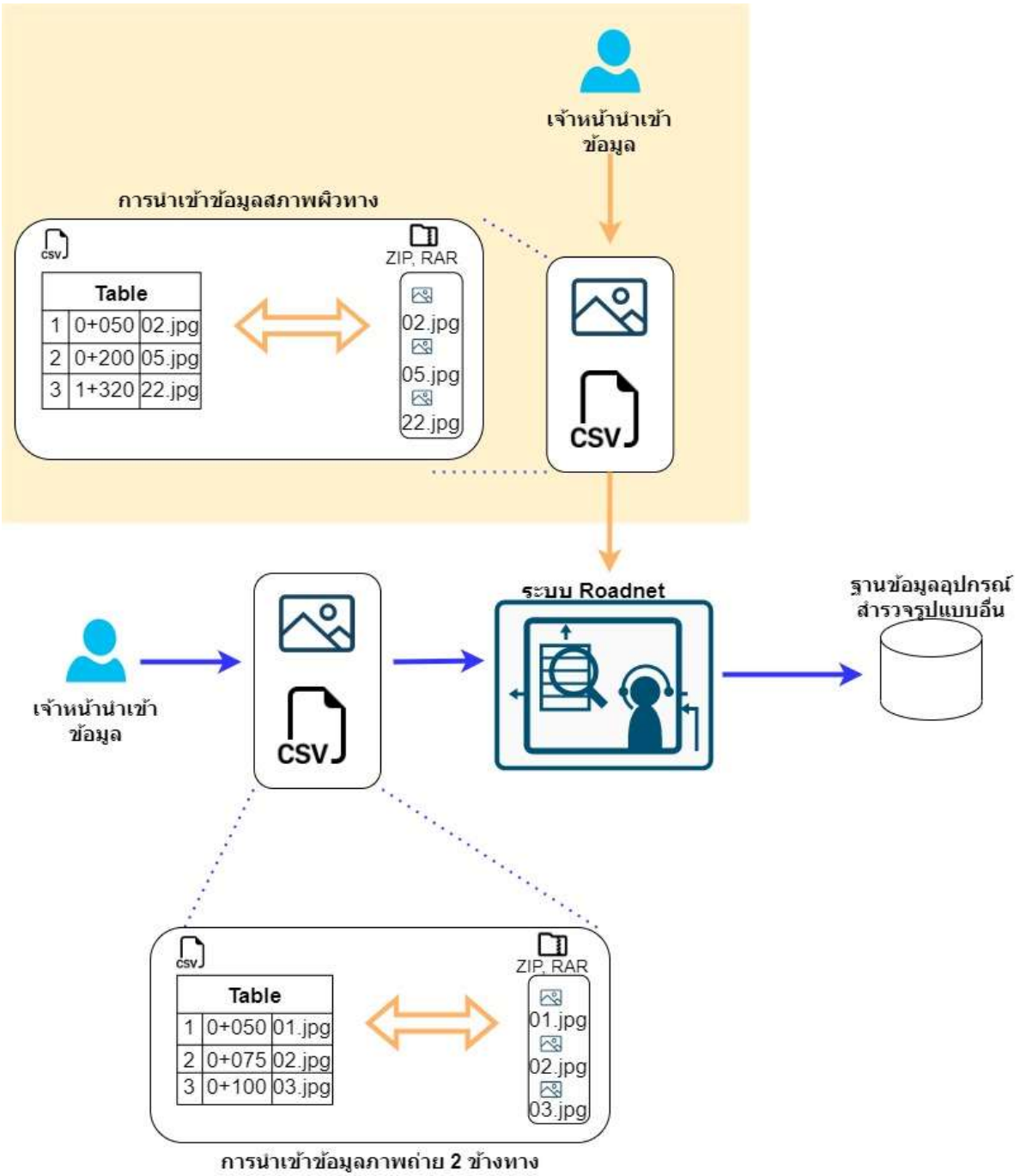
รูปที่ 2-184 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง



รูปที่ 2-185 ตัวอย่างข้อมูลที่มีการแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทางและข้อมูลค่าสภาพทาง

4.3 การนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายสภาพผิวทาง สามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลสภาพทางได้อย่างเหมาะสมและจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ

หลักการและความสามารถในการแสดงข้อมูลค่าสภาพทางและภาพถ่ายผิวทาง สามารถรองรับโครงสร้างข้อมูลในรูปแบบเดียวกับการนำเข้าข้อมูลภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง โดยภาพถ่ายผิวทางจะต้องสอดคล้องกับตำแหน่งข้อมูลค่าสภาพทาง โดยในการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายสภาพผิวทางนั้น เครื่องมือการนำเข้าบนหน้าระบบจะต้องรองรับการเลือกช่วงหลักกิโลเมตรของบัญชีสายทางนั้น ๆ อีกทั้งสามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลสภาพทาง ตามตำแหน่งเชิงหลักกิโลเมตร รวมทั้งสามารถแสดงตำแหน่งบนแผนที่ได้ตามช่วงระยะหลักกิโลเมตร โดยรูปแบบไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายสภาพผิวทางจะมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตารางไฟล์ CSV และรูปภาพที่มีการบีบอัดแล้วในรูปแบบไฟล์ .zip และ .rar



รูปที่ 2-186 แผนผังแสดงการนำเข้าภาพถ่ายสภาพผิวทาง

งานที่ 5 การจัดหาและติดตั้งระบบ

5.1 ที่ปรึกษาจะต้องจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แบบที่ 2 ทำหน้าที่เป็น Application Server และ Database Server จำนวน 1 ชุด ตามเกณฑ์ราคากลางครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ธ.ค. 2564 กำหนด โดยมีคุณลักษณะพื้นฐานดังต่อไปนี้

5.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 16 แกนหลัก (16 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.3 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

5.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 22 MB

5.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB

5.1.4 สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5

5.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบ ต่อนาที หรือชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า และมีความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย 6.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 22 MB

5.1.6 มี DVD-ROM หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน 1 หน่วย

5.1.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

5.1.8 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

5.1.9 มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย

ที่ปรึกษาดำเนินการจัดหาอุปกรณ์เครื่องแม่ข่ายตามที่ได้ระบุไว้ในข้อตกลงแล้วดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่าย (Network Diagram) เพื่อให้ตัวอุปกรณ์สามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถตรวจสอบรายละเอียดผลการเปรียบเทียบได้ในตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนดตรงตาม TOR หรือดีกว่า (ภาคผนวก ก)

5.2 ที่ปรึกษาจะต้องจัดหาโปรแกรมสำหรับแสดงข้อมูลภาพรวม โดยการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table) โดยมีคุณลักษณะพื้นฐานดังต่อไปนี้

5.2.1 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลแผนภูมิและส่วนประกอบตาราง ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน เช่น Bar Chart, Line Chart, Scatter, Pie Chart หรือแบบผสม เป็นต้น

5.2.2 สามารถปรับเปลี่ยนแสดงแสดงผลให้สามารถเรียงลำดับข้อมูลอย่างเหมาะสม โดยสามารถปรับเปลี่ยน Fields เลือกการแสดงผลข้อมูล หรือคำนวณค่าเฉลี่ยทางสถิติได้เบื้องต้น

5.2.3 โปรแกรมสามารถเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลที่มีการพัฒนาในปัจจุบัน

5.2.4 โปรแกรมสามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์เอกสาร เช่น ไฟล์ PDF เป็นต้น

5.2.5 สามารถแสดงผลข้อมูลภาพรวมในรูปแบบ Dashboard และสามารถปรับการแสดงผลข้อมูลหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลได้อย่างอิสระ

ที่ปรึกษาดำเนินการจัดหาโปรแกรมสำหรับแสดงข้อมูลภาพรวม โดยการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table) ตามลักษณะพื้นฐานที่ได้กำหนดไว้ สามารถตรวจสอบรายละเอียดผลการเปรียบเทียบได้ในตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนดตรงตาม TOR หรือดีกว่า

งานที่ 6 การโอนย้ายข้อมูลและพัฒนาเว็บเซอร์วิสเพื่อรองรับการเชื่อมโยงข้อมูล

6.1 ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration) ในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จากฐานข้อมูลเดิม โดยที่ปรึกษาต้องศึกษาและพัฒนาแนวทางในการดัดแปลงหรือปรับแก้ข้อมูลในฐานข้อมูลเดิมเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้โครงสร้างฐานข้อมูล (Database Schema) ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่ นอกจากนั้นที่ปรึกษาควรต้องพิจารณาแนวทางในการโอนย้ายข้อมูลเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของกรมทางหลวงน้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงยังสามารถใช้งานระบบงานเดิมคู่ขนานไปกับโอนย้ายข้อมูลไปยังระบบงานใหม่

ที่ปรึกษาดำเนินการย้ายข้อมูลสำคัญในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จากฐานข้อมูลในระบบเดิม ซึ่งต้องทำการศึกษาข้อมูลโครงสร้างและสอดคล้องกับผลการออกแบบฐานข้อมูลให้ข้อมูลที่โอนย้ายตรงตามผลการออกแบบฐานข้อมูลทั้งบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการดำเนินการโอนย้ายข้อมูล ขั้นตอนแรกเริ่มต้องมีการวางแผนสามารถสรุปกระบวนการต่าง ๆ ได้ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. **การวางแผนการย้ายข้อมูล (Premigration planning)**

   ในการวางแผนเป็นสิ่งสำคัญดังนั้นต้องประเมินขนาดข้อมูล รวมทั้งระหว่างการโอนย้ายอาจจะมีการเพิ่มเติมข้อมูลระหว่างการโอนย้ายจากเจ้าหน้าที่ ดังนั้นต้องวางแผนเป็นอย่างดีพยายามลดผลกระทบที่คาดการณ์น่าจะต้องเกิดขึ้น

2. **เริ่มต้นการย้าย (Project initiation)**

   เมื่อทราบถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างฐานข้อมูลแล้ว ดังนั้นต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตัวข้อมูลให้ทราบ เผื่อระหว่างการดำเนินอาจจะต้องมีข้อมูลบางส่วนที่อาจจะไม่สมบูรณ์ระหว่างการโอนย้ายได้

3. **ออกแบบรูปแบบการโอนย้าย (Solution design)**

   กำหนดข้อมูลใดที่ต้องการย้าย และประเมินความสำคัญของตัวข้อมูล เพื่อจัดลำดับการโอนย้ายก่อนหรือหลังการย้าย

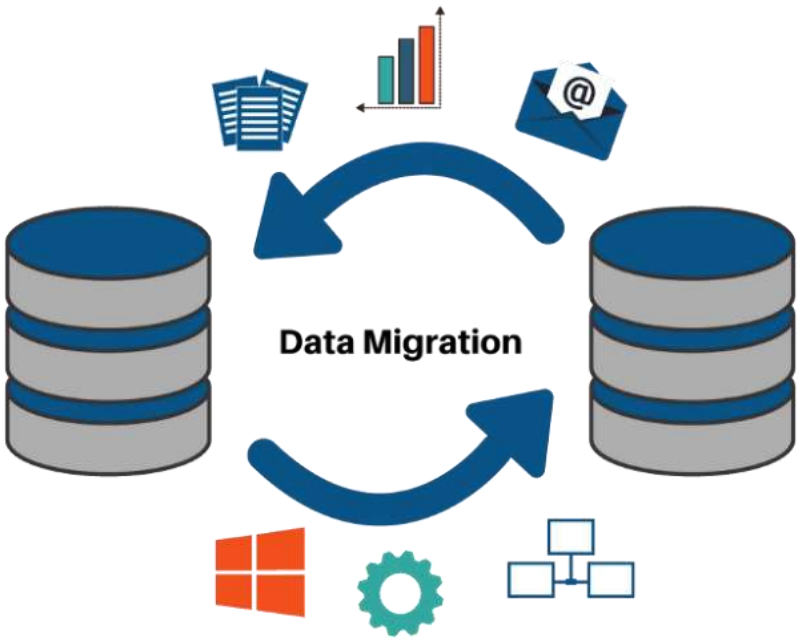
4. **ทดลองการโอนย้าย (Build & Test) ทำการทดสอบการโอนย้าย**

5. **ดำเนินการตรวจสอบ (Execute & Validate)**

   ตรวจสอบการโอนย้ายให้เห็นว่าการย้ายข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดที่ดำเนินการวางแผนไว้

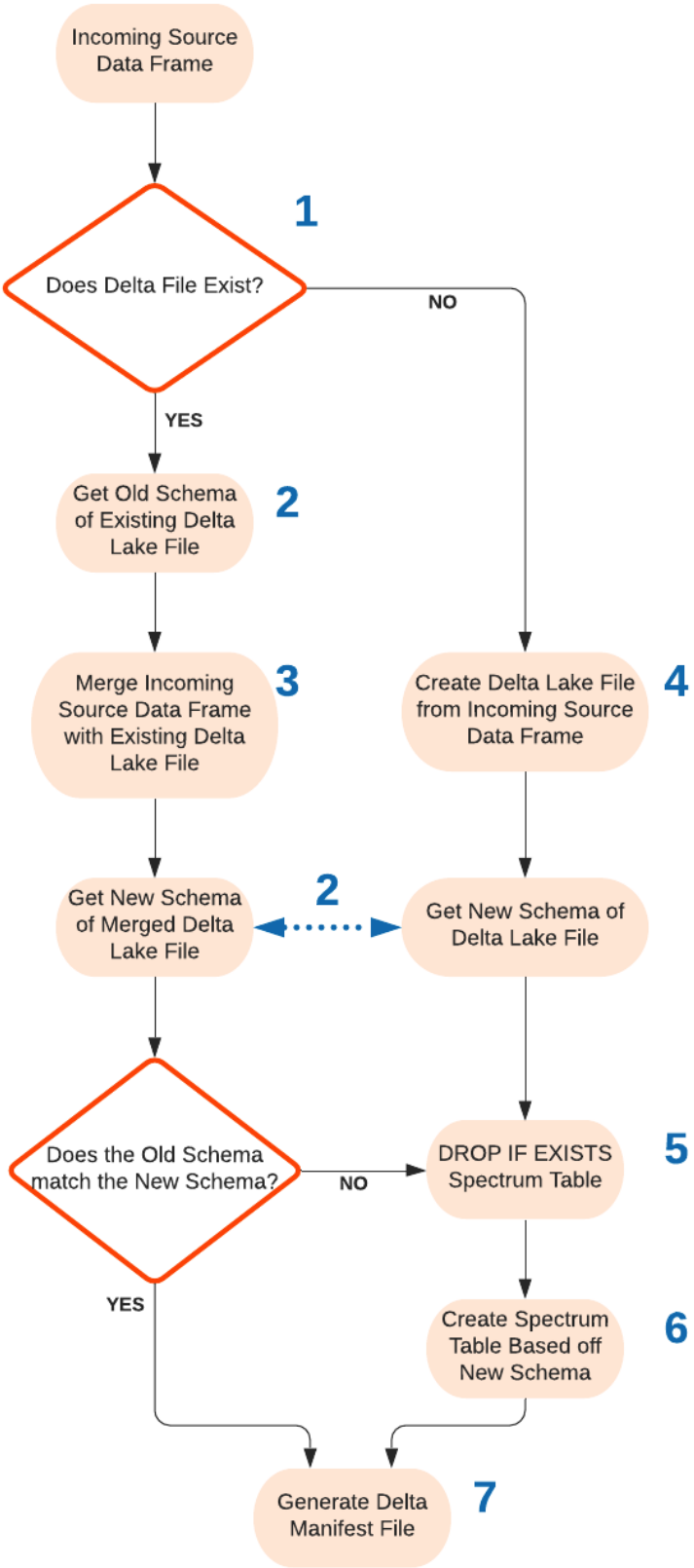
6. การรื้อถอน (Decommission & Monitor)

เมื่อตรวจสอบข้อมูลหลังจากการโอนย้าย พบกว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามที่กำหนดไว้ และระบบเองก็สามารถดำเนินการบันทึกข้อมูลตามโครงสร้างใหม่ที่กำหนดได้ ดังนั้นอาจจะต้องถือโอนการปิดงานระบบเดิม หรือไม่ให้สามารถบันทึกผ่านระบบเดิมได้ เพื่อป้องกันการกรอกข้อมูลซ้ำซ้อนทั้ง 2 ระบบ



รูปที่ 2-187 แสดงแนวทางการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration)

ที่ปรึกษาจะดำเนินการทบทวนโครงสร้างฐานข้อมูลเดิม และทำการปรับปรุงฐานข้อมูลใหม่เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานและแสดงผลให้เป็นปัจจุบัน ในขณะเดียวกันระบบฐานข้อมูลเดิมจะยังใช้งานได้จนกว่าการพัฒนาฐานข้อมูลใหม่จะแล้วเสร็จ เพื่อรองรับการใช้งานของเจ้าหน้าที่ ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่กระทบการทำงานของเจ้าหน้าที่



รูปที่ 2-188 แนวทางการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration)

6.2 ที่ปรึกษาจะต้องติดตั้ง ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขระบบ ดำเนินการติดตั้งระบบที่ได้ดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพ ทดสอบข้อผิดพลาดของการเขียนโปรแกรมพัฒนาระบบและทดสอบการใช้งาน User Acceptance Test (UAT) บนเซิฟเวอร์ (Server) ที่ใช้งานจริง พร้อมทั้งปรับปรุงระบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

การทดสอบระบบ เป็นกระบวนการประเมินและปรับปรุงระบบที่พัฒนาขึ้นให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ปลอดภัยและมีคุณภาพ โดยที่ปรึกษาจะจัดทำแผนการทดสอบ และผลการทดสอบระบบงาน (System Test Plan and Report) ซึ่งจะทำการทดสอบระบบงาน (User Acceptance Test : UAT) ในวิธีการดังกล่าว คือกระบวนการทดสอบระบบก่อนใช้งานจริง ในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อตรวจสอบความพร้อมของระบบ อีกทั้งระบบจะต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานที่ได้กำหนดไว้ (Software Requirements) โดยผลลัพธ์การทดสอบจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขความสมบูรณ์ของระบบที่ควรจะเป็นและสามารถยอมรับได้ (Acceptance Criteria) ซึ่งได้ร่วมกันกำหนดขึ้นระหว่างผู้ใช้งานระบบและทีมงานพัฒนาระบบ รวมถึงส่วนงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการทดสอบ User Acceptance Test (UAT) ผู้ใช้งานระบบจริงจะต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการทดสอบเริ่มตั้งแต่กำหนดกรณีทดสอบ (Test Case/Scenario) ร่วมทดสอบระบบ (Executes Test) จนถึงการประเมินและสรุปผลการทดสอบ (UAT Result and Evaluation) และตัดสินใจว่าระบบดังกล่าวจะสามารถนำไปใช้งานจริงได้หรือไม่ ถ้าหากไม่สามารถใช้งานได้จริง ระบบจะถูกนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง จนกระทั่งเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายว่าสามารถใช้งานจริงได้ โดยสภาพแวดล้อมในการทำ UAT (UAT/Test Environment) จะต้องเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมือนหรือใกล้เคียงมากที่สุด กับสภาพแวดล้อมของการใช้งานจริง (Hardware/Software/Data on Production Environment) เพื่อให้การทดสอบใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากที่สุด และได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ การทดสอบซอฟต์แวร์หรือระบบสามารถแบ่งได้เป็น 4 กระบวนการดังนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการเชิงธุรกิจ (Business Requirements) การจะทำ UAT ให้ได้มีประสิทธิภาพ ความต้องการเชิงธุรกิจต้องมีความชัดเจน ทีมทดสอบควรเริ่มต้นจากทำความเข้าใจเป้าหมายของธุรกิจ ความต้องการของผู้ใช้ และขอบเขตของโพรเจกต์
2. วางแผนการทำ UAT แผนการทำ UAT มีจุดประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการทำ UAT จะเป็นไปตามความต้องการเชิงธุรกิจ ในขั้นตอนนี้ทีมทดสอบจะกำหนดว่าต้องการทดสอบอะไรบ้าง ระบุเกณฑ์การยอมรับ (Acceptance criteria) ใครเป็นคนดำเนินการในแต่ละการทดสอบไทม์ไลน์การทำงาน และอื่น ๆ
3. กำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบ (Test Scenarios)ขั้นตอนนี้ คือ การกำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบ (Test Scenarios) รวมไปถึงกรณีที่ใช้ในการทดสอบ (Test Cases) และข้อมูลที่ใช้ (Test data) โดยควรจะทดสอบในสถานการณ์จริง หรือใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด เพื่อให้ผลลัพธ์น่าเชื่อถือ เช่น ทรัพยากรบนเครื่องที่ใช้ทดสอบและประสิทธิภาพในการใช้งาน เป็นต้น ขั้นตอนนี้ คือ การกำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบ (Test Scenarios) รวมไปถึงกรณีที่ใช้ในการทดสอบ (Test Cases) และข้อมูลที่ใช้ (Test data)
4. ทดสอบ UAT และบันทึกข้อมูลหลังจากกำหนดแผน สถานการณ์และข้อมูลจำเป็นต่าง ๆ แล้วขั้นตอนต่อมา คือ การทดสอบจริง และจดบันทึกผลลัพธ์ ปัญหา รวมถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้ คือ การสื่อสารที่ดีระหว่างผู้ใช้ ผู้ทดสอบ และผู้พัฒนา

ประเมินผลลัพธ์ ถ้าการทดสอบพบข้อผิดพลาด หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดโปรดักต์จะถูกนำไปปรับปรุงแก้ไข แล้วจะกลับเข้าสู่กระบวนการ UAT อีกครั้ง ในทางตรงกันข้ามถ้าผลลัพธ์การทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับ และไม่พบข้อบกพร่องจากการใช้งานแล้ว หลังจากนั้นจะมีการลงนามอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ใช้งาน (UAT Sign Off) นอกจากนี้ควรมีการคุย Feedback กันภายในทีมทดสอบและทีมพัฒนาเพื่อให้มีข้อสรุปเกี่ยวกับโปรดักต์ที่ตรงกันด้วย