บทที่ 4
แนวทางและวิธีการศึกษาตามขอบเขตงานที่กำหนด

งานที่ 1 ศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (ROADNET)

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

ที่ปรึกษาจะดำเนินการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group) และความต้องการของผู้บริหาร ผู้ใช้งานระบบ ทั้งในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคโดยกำหนดผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบเป็นหลัก สำหรับแนวทางการดำเนินงานที่ปรึกษาจะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการรับฟังความเห็น (Focus Group) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 การส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์ให้เจ้าหน้าที่ก่อนการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)

เพื่อนำเสนอรายละเอียดโครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อสนับสนุนการบริหารงานบำรุงทาง ให้แก่ เจ้าหน้าที่ วผ. ทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ ทั้งในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค และรวมถึงหน่วยงานภายในกรมทางหลวงที่อยู่ภายใต้สำนักต่าง ๆ เช่น สำนักอำนวยความปลอดภัย สำนักแผน เป็นต้น ที่เป็นผู้ใช้ข้อมูลจากการให้บริการผ่านระบบ Roadnet สำหรับการรวบรวมข้อเสนอแนะ แนวทางการปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา และจัดส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะในรูปแบบออนไลน์ ให้กับทางเจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ โดยที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูล และผลสรุปจากการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์ม เพื่อสรุปประเด็นและแนวทางในการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group) สำหรับผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1

1) ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1

เพื่อเสนอประเด็นสำหรับแนวทางการพัฒนาระบบและรับฟังความคิดเห็นด้านแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา โดยสรุปรายการข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์มออนไลน์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบ และปรับปรุงฐานข้อมูลให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ตลอดจนความต้องการการใช้งานระบบสำหรับการใช้งานในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ในปัจจุบัน ร่วมกับผู้ดูแลระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ได้แก่ การค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

โดยหลังจากได้ส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะผ่านระบบออนไลน์และทางทีมที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมประเด็น จึงทำการจัดประชุม Focus Group ครั้งที่ 1 เพื่อสอบถามข้อสงสัยความต้องการที่ได้แนบในแบบฟอร์ม พร้อมทั้งนำเสนอจุดประสงค์ในการพัฒนาระบบ Roadnet

2) ประชุมสรุปผลความต้องการ ครั้งที่ 2

เพื่อเสนอแนวคิดกรอบการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จากการสรุปสาระสำคัญจากการประชุมครั้งที่ 1 และรวบรวมประเด็นเพิ่มเติมจากความคิดเห็นสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางและข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ให้ครบทุกกระบวนการ ทั้งในส่วนของหน่วยงานภายในร่วมกับนักวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง และเจ้าหน้าที่กรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง สำนักบริหารบำรุงทาง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการเรียงลำดับความสำคัญข้อเสนอแนะ เพื่อไปบริหารและวางแผนการดำเนินงานต่อไป

วัตถุประสงค์

- เพื่อรับฟังความคิดเห็น ความต้องการของผู้บริหาร ผู้ใช้งานระบบทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
- เพื่อรับฟังความเห็นด้านแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงปัญหา อุปสรรค ในการทำงานที่ผ่านมาสำหรับการใช้งานในระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet)
- เพื่อรับฟังความคิดเห็นแนวทางพัฒนาเครื่องมือการค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบัน
- เพื่อรับฟังความเห็นสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง

หน่วยงานเป้าหมายในการสัมมนารับฟังความเห็น

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

กรอบการวางแผนการดำเนินการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)

ลำดับ	หัวข้อตาม TOR	ธ.ค 65				ม.ค 66			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	จัดทำแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์สำหรับการส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ วผ. ทั้ง 18 เขต และผู้ใช้งานระบบ ร่วมกับสำนักงานบำรุงรักษาทาง ว่าด้วยเรื่อง โครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet3)			■					
2	การส่งแบบฟอร์มข้อเสนอแนะออนไลน์ให้เจ้าหน้าที่ก่อนการสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)				■	■			
3	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากแบบฟอร์ม และสรุปประเด็นสำคัญสำหรับการรับฟังความคิดเห็น					■			
4	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1						■		
5	ที่ปรึกษาทำการรวบรวมข้อเสนอแนะจากการประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 1 และสรุปประเด็นสำคัญสำหรับการรับฟังความคิดเห็น							■	
6	ประชุมร่วมผู้ใช้งานส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ครั้งที่ 2								■

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สาระสำคัญสำหรับแนวทางการปรับปรุง การเพิ่มประสิทธิภาพ รวมถึงปัญหา อุปสรรคในการทำงานที่ผ่านมา
- ประเด็นเพิ่มเติมสำหรับแนวทางการออกแบบกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง
- ผู้เข้าร่วมเห็นถึงประโยชน์ และการนำไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต

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) มีความเหมาะสม มีมาตรฐาน มีการบูรณาการข้อมูล สามารถให้บริการข้อมูลสารสนเทศระหว่างหน่วยงานได้อย่างต่อเนื่องและรองรับการใช้งานทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งเพื่อให้ สำนักบริหารงานบำรุงทาง กรมทางหลวง มีการกำหนดรูปแบบของข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน (Standard Data Format) ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ระบบสารสนเทศต่าง ๆ ของสำนักงานบริหารงานบำรุงทาง สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดปัญหาการซ้ำซ้อนของข้อมูล

ปัจจุบันหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีด้านภูมิสารสนเทศ GIS เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดการในด้านต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สำนักงานบริหารงานบำรุงได้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศดังกล่าว จึงมีแผนในการยกระดับปรับปรุงพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ณ ปัจจุบัน ให้มีประสิทธิภาพมาก

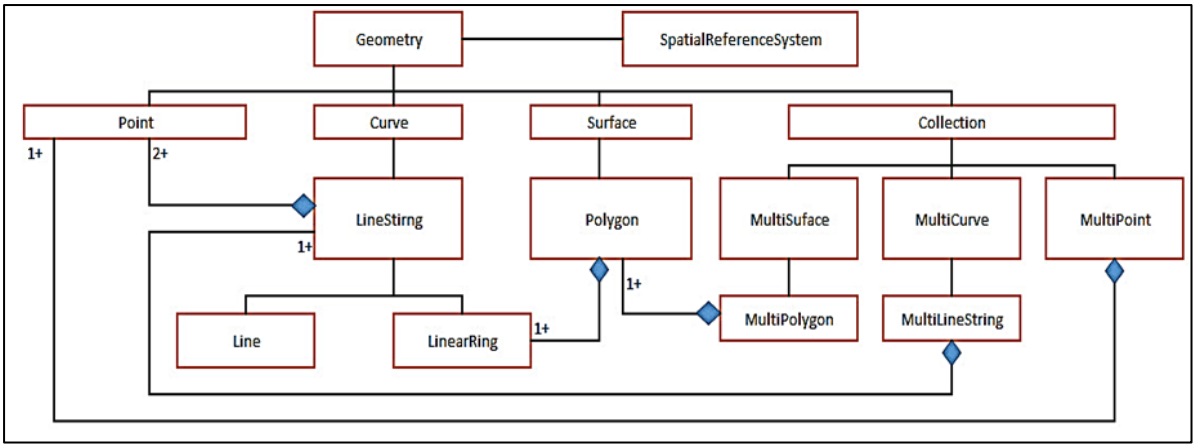
การศึกษาเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานสากลในการพัฒนาระบบสารสนเทศและออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลที่ครอบคลุมกลุ่มข้อมูลโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางและข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง และโครงสร้างข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อการวิเคราะห์ค้นหา การรายงานข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงพื้นที่ ซึ่งจะแสดงให้เห็นบัญชีลักษณะผิวทาง ลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรายละเอียดของรายการข้อมูล ที่ปรึกษาจะดำเนินการศึกษามาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานสำหรับชั้นข้อมูลสำนักงานบริหารงานบำรุงทาง กรมทางหลวง เพื่อเป็นแนวทางพัฒนามาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพของข้อมูลสายทาง และออกแบบแผนภาพแสดงความเชื่อมโยง/ความสัมพันธ์ของรายการข้อมูลแนวสายทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทางและข้อมูลงานบำรุง 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)
);
```

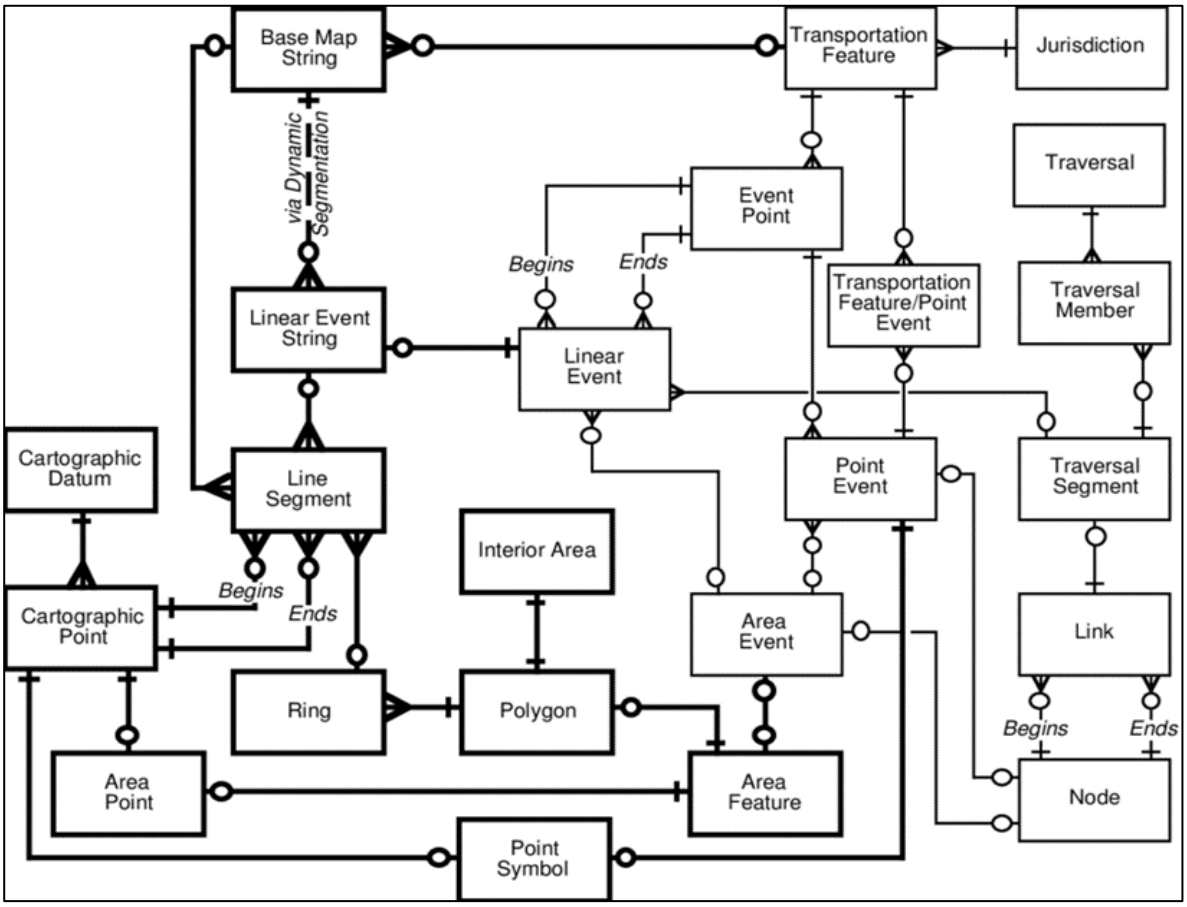


รูปที่ 4-1 แสดงแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ตามมาตรฐาน ISO/OGC

- 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



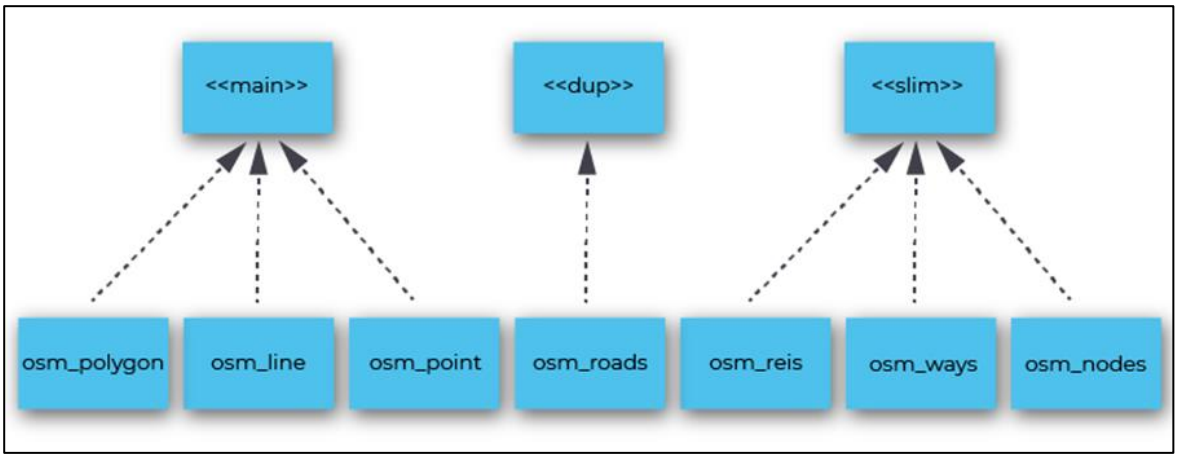
รูปที่ 4-2 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทาง Logical Road Data Model ตามมาตรฐาน NCHRP Project 20-27

- การจัดการข้อมูลสายทางมาตรฐานการจัดการฐานข้อมูลสายทาง

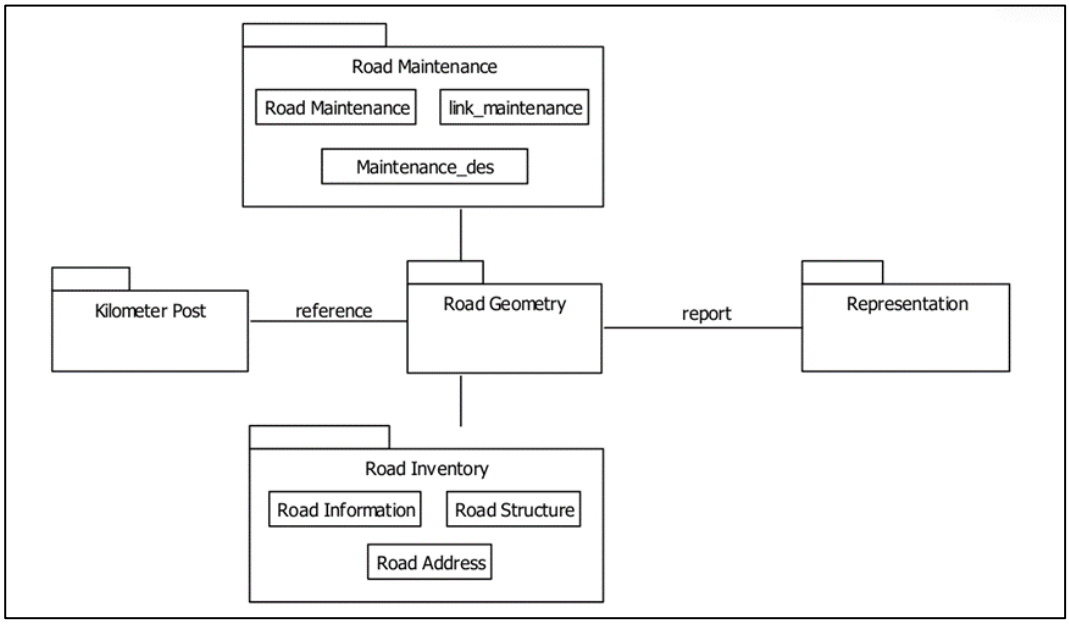
โดยใช้ ภาษา SQL (Structure Query Language SQL) ตามมาตรฐาน ISO/IEC 1999 หรือ SQL/MM เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลกล่าวถึง การจัดการข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร, ข้อมูลภาพถ่าย, ข้อมูลเชิงตำแหน่ง, Data mining, Framework เป็นต้น เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล, การสืบค้น, การประมวลผล โดยเฉพาะการศึกษานี้กล่าวถึง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

- การวิเคราะห์และการจัดกลุ่มข้อมูลที่แบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลสายทาง และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในเบื้องต้นการออกแบบโครงสร้างของข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบของ Package Diagram และ Class Diagram เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบาย จึงใช้ Data Definition Language (DDL) ในการออกแบบโครงสร้างตารางซึ่งเป็นภาษา 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



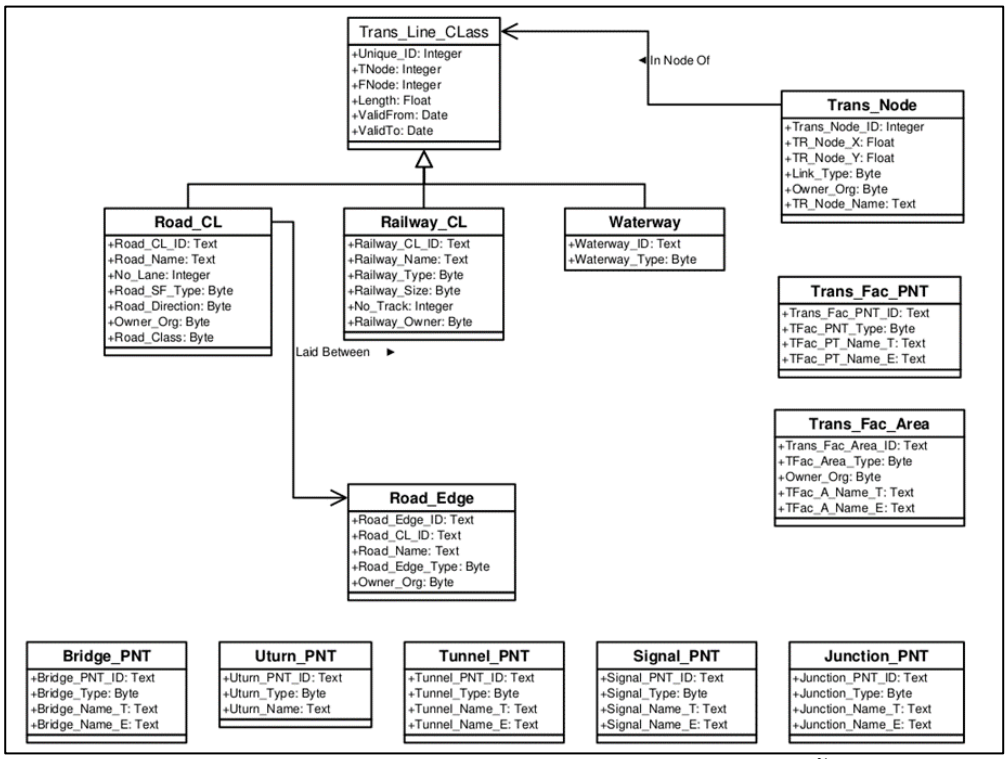
รูปที่ 4-3 แสดงตัวอย่างมาตรฐานโครงสร้างสายทางในระดับสากล OpenStreetMap



รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลสายทางโดยใช้ Package Diagram

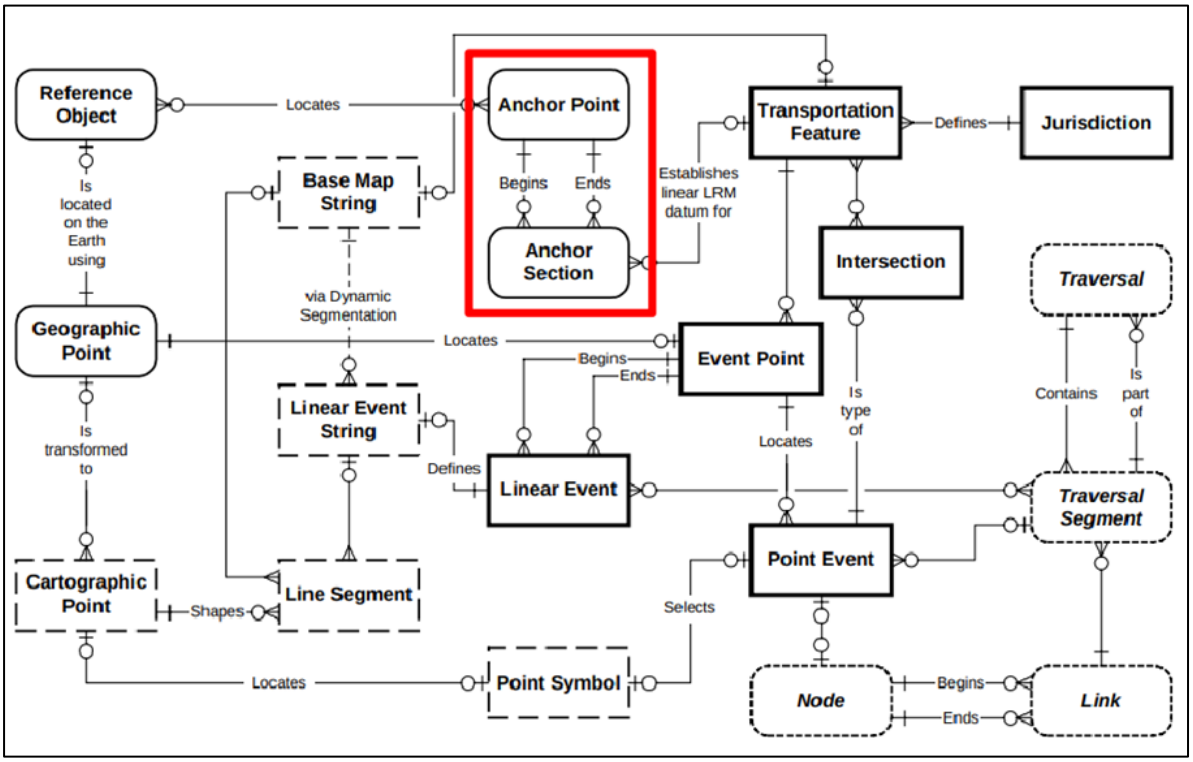
- การจัดการฐานข้อมูลสายทาง ตามมาตรฐานข้อกำหนดโครงสร้างข้อมูล FGDS

โดยประกอบด้วยการอธิบายความหมายในภาพรวมของข้อมูลเส้นทางคมนาคม รายละเอียดรายการและนิยามของรูปลักษณ์ทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ด้านเส้นทางคมนาคม รายการข้อมูลลักษณะประจำของแต่ละรายการรูปลักษณ์ทางภูมิศาสตร์ รวมทั้งการอธิบายโครงสร้างเนื้อหาของข้อมูลในรูปแบบของ application schema และ feature catalogue แสดงดังรูปที่ 4-5



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

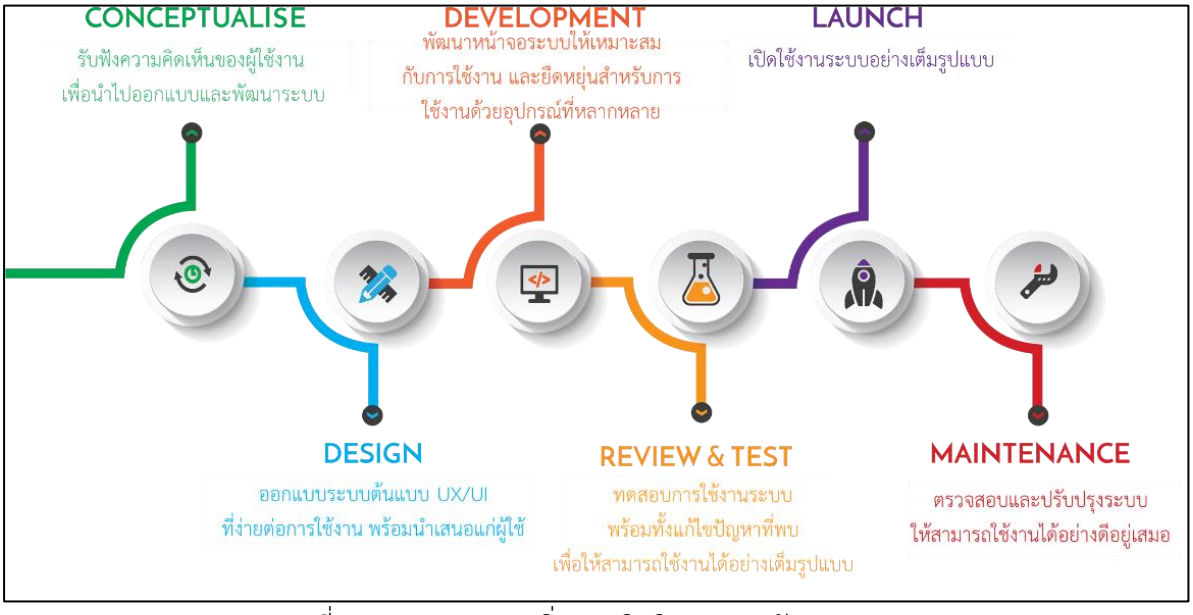
การออกแบบรูปแบบโครงสร้างข้อมูลปริภูมิในด้านสายทางบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มีหลายรูปแบบ เช่น Geographic Data File Standard (GDF), National Cooperative Highway Research Program project 20-27 (NCHRP 20-27) และ GIS-T เป็นต้น ขึ้นอยู่กับการแสดงผลโครงสร้างและการปรับปรุงข้อมูลบนระบบการจัดการข้อมูลสาย 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 4-6 แสดงโครงสร้างข้อมูลสายทางที่รองรับระบบ Linear Referencing ตามมาตรฐาน GIS-T

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

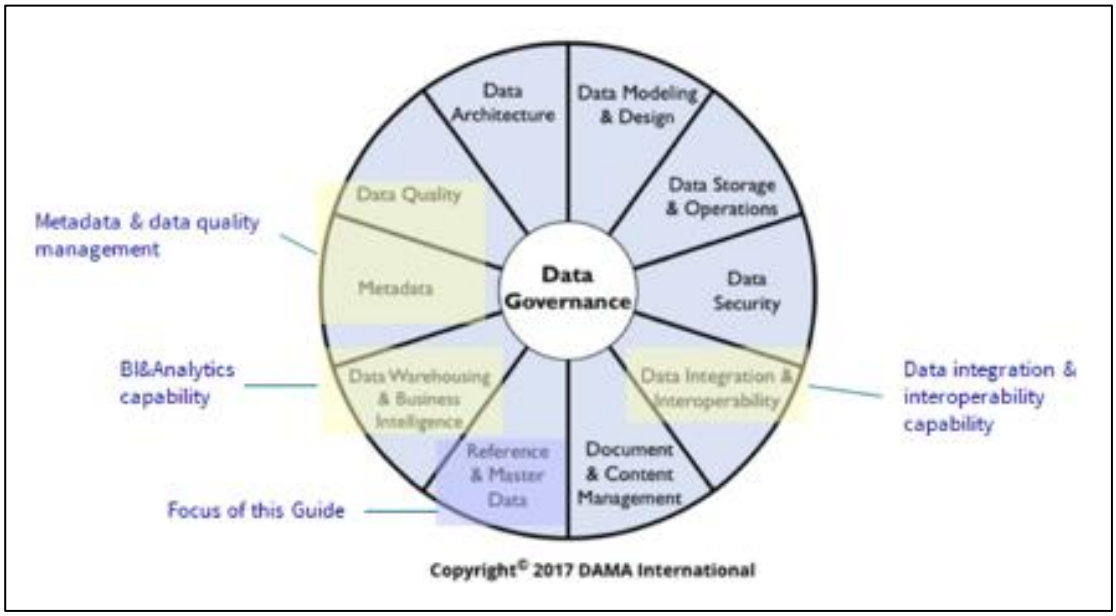
1. รับฟังความคิดเห็นของผู้ใช้งานเพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาระบบ
2. ออกแบบระบบต้นแบบ UX/UI ที่ง่ายต่อการใช้งาน พร้อมนำเสนอแก่ผู้ใช้
3. พัฒนาหน้าจอระบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน และยืดหยุ่นสำหรับการใช้งานด้วยอุปกรณ์ที่หลากหลาย
4. ทดสอบการใช้งานระบบทุกฟังก์ชันที่เปิดใช้งานพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาที่พบเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มรูปแบบ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



รูปที่ 4-7 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 4-8 ภาพรวมพื้นฐานของการบริหารจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการบริหารจัดพื้นฐานที่ได้กล่าวมานั้นหลายหน่วยงานได้กำหนดหรือวางขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ 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 โดยจะสื่อเป็นแผนภูมิ กราฟ ฮิสโตแกรม และอื่น ๆ เพื่อลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลให้สามารถเข้าใจง่าย และมองเห็นถึงปัญหาหรือข้อแตกต่างของตัวข้อมูล
- Performance metrics reporting: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในปัจจุบันกับข้อมูลในอดีตผ่านการแชร์ผลลัพธ์จากรายงานตัวชี้วัดให้กับผู้บริหารเพื่อประกอบการตัดสินใจ
- Data mining: การใช้สถิติและการเรียนรู้ของเครื่องมือ (BI) เพื่อค้นหาแนวโน้มในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)

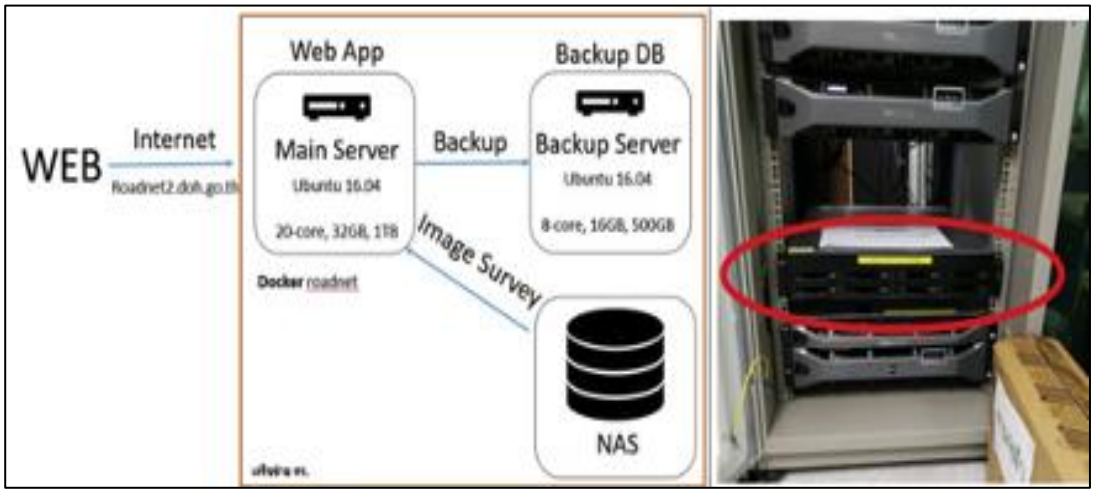
การใช้โปรแกรม Business Intelligence (BI) เป็นชุดของรูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลที่กรมทางหลวงใช้ในการดึงวิเคราะห์ และแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงลึกตามมุมมองงานทางที่มีประโยชน์ ซึ่งมักจะอยู่ภายในการแสดงภาพที่อ่านง่าย เช่น แผนภูมิ กราฟ และ Dashboard ตัวอย่างของเครื่องมือ BI ที่ดีที่สุด ได้แก่ การสร้างภาพข้อมูล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

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) ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพทางมีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น โดยแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทาง ข้อมูลค่าความเสียหาย และตำแหน่งบนระบบแผนที่ควบคู่หรือสัมพันธ์กัน รวมถึงข้อมูลตำแหน่งของสะพาน ท่อลอด และข้อมูลหลักกิโลเมตรซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลบนแผนที่บนระบบเครือข่ายได้ รวมทั้งการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องต่อการวิเคราะห์งานบริหารและบำรุงทาง โดยติดตั้งที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

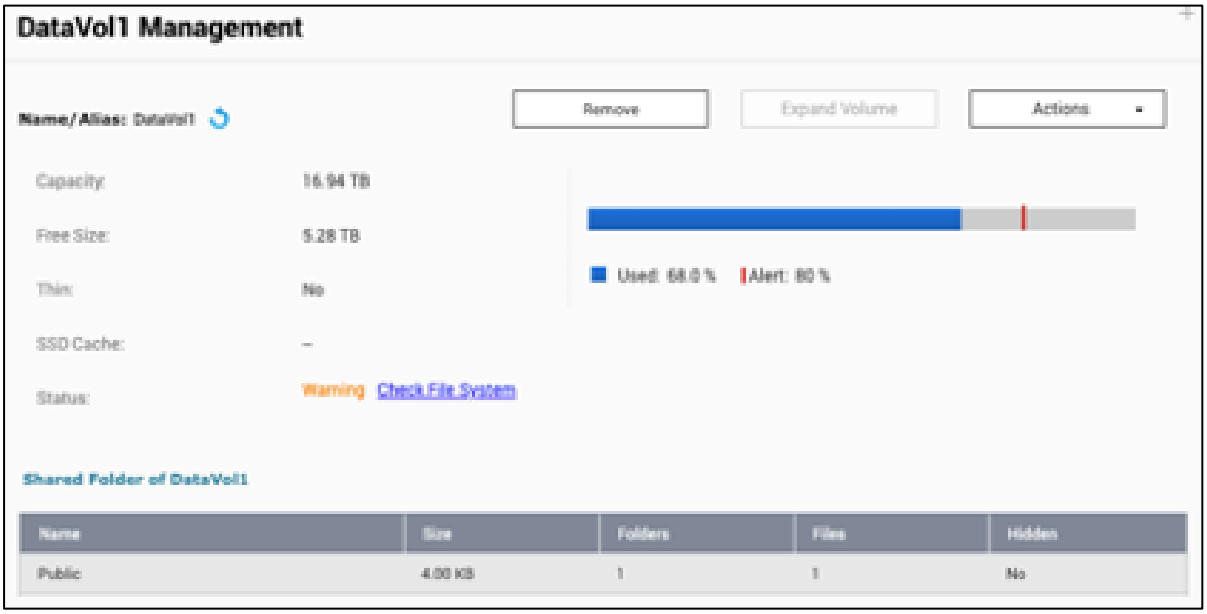


รูปที่ 4-9 แสดงอุปกรณ์สำรองข้อมูลชนิด NAS ที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

จากการตรวจสอบอุปกรณ์แม่ข่ายของระบบ Roadnet ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ Roadnet ทั้งฟังก์ชันและหน้าจอแสดงผลจะอยู่ในเครื่องแม่ข่าย Web Base Application ต่อมาเครื่องแม่ข่าย Database ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลรวมทั้งการ Backup ฐานข้อมูลไว้เพื่อป้องกันการสูญหายของฐานข้อมูล เครื่องแม่ข่ายเครื่องสุดท้าย คือ NAS มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลภาพ 2 ข้างทางและภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากรถสำรวจตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลสถานะความสามารถของระบบแม่ข่ายของระบบ Roadnet ในปัจจุบัน

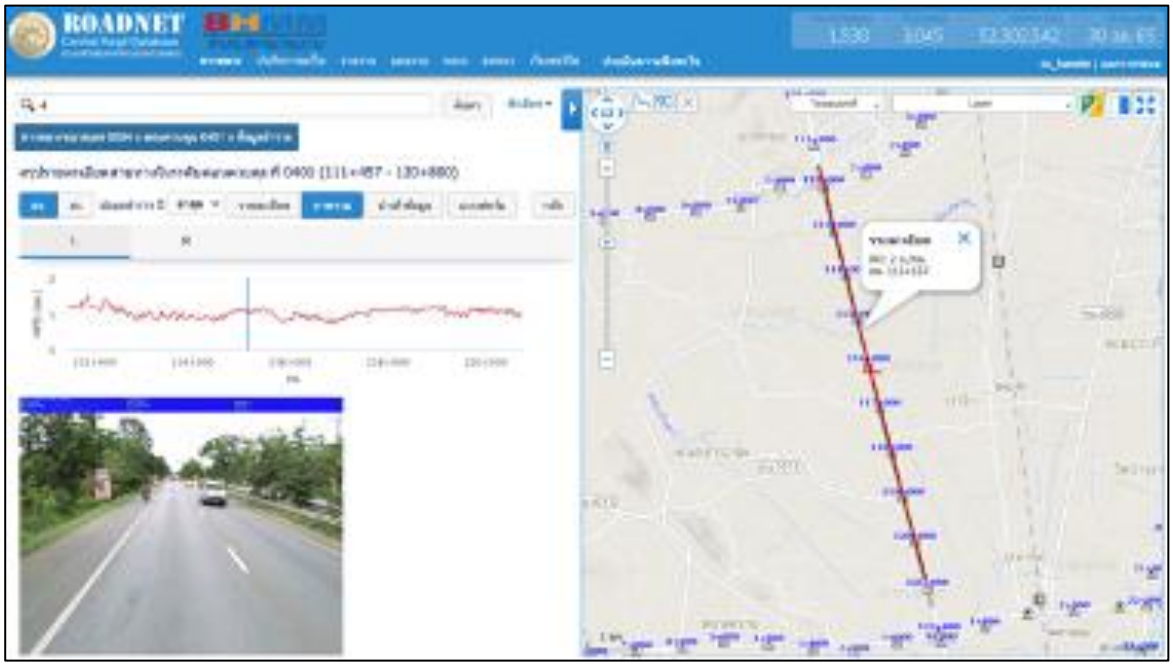
order	use	type	detial	ใช่ไป / Max
1	Database		Dell PowerEdge R450	RAM : 4 slots / 12 slots HDD : 4 Bay / 4 Bay
		CPU	1xIntel Xeon 8-Core/16T E5-2620v4 2.1GHz, 20MB Cache, (85W) 2133M	
		RAM	16GB RDIMM,2400MT/s Dual Rank	
		HARD Drive	3 x 600 GB 10K RPM SAS 12 Gbps 2.5 in Hot-plug Hard Drive	
2	Web Base 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-II Western Red (64 MB) 5400 RPM	



รูปที่ 4-10 แสดงภาพรวมการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูล (NAS)

1.4.2 นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ

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



รูปที่ 4-11 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทางจากกล้องหน้ารถ

รูปที่ 4-12 แสดงผลข้อมูลภาพสำรวจภาพผิวทาง จากกล้องด้านหลังรถ

	Database	Owner	Encoding	Collation	Character Type	Tablespace	Size	Actions		
☐	doh_mis	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	8974 MB	Drop	Privileges	Alter
☐	doh_roadnet2	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	50 GB	Drop	Privileges	Alter
☐	doh_roadnet2_drupal	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	234 MB	Drop	Privileges	Alter
☐	doh_tima_hris	staff	UTF8	th_TH.UTF-8	th_TH.UTF-8	pg_default	273 MB	Drop	Privileges	Alter
☐	postgres	postgres	UTF8	C.UTF-8	C.UTF-8	pg_default	7071 kB	Drop	Privileges	Alter

รูปที่ 4-13 การจัดเก็บข้อมูลของระบบ Roadnet และข้อมูลระบบอื่น ๆ ที่ได้บูรณาการร่วมกัน

ภายในโครงการขยายผลและเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อสนับสนุนการบริหารงานบำรุงในปี 2566 จึงมีการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องแม่ข่ายขึ้นเพิ่ม 1 เครื่อง เพื่อเพิ่มแนวทางการจัดเก็บข้อมูลรองรับการใช้งานในอนาคต ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงต้องศึกษาโครงสร้าง และผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น เมื่อมีการบูรณาการร่วมกันกับเครื่องแม่ข่ายเดิม 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 แล้วตรงต่อการใช้งานข้อมูลในการบริหารจัดการงานทางจึงอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมร่วมทั้งตรวจสอบการเชื่อมโยงเดิมให้สามารถแสดงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำมาแสดงผลผ่านบนระบบ เช่น ข้อมูลปริมาณจราจร จากระบบ TIMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย ข้อมูลสะพาน จากสำนักก่อสร้างสะพาน หรือข้อมูลสะพานลอยคนข้าม จากระบบ HSMS ของสำนักอำนวยความปลอดภัย เป็นต้น ผลการตรวจสอบการเชื่อมโยงข้อมูลที่ทำการเชื่อมโยงกับระบบอื่น ๆ ณ ปัจจุบันมีรายละเอียดผลการตรวจสอบสถานการณ์เชื่อมโยงดังนี้

ตารางที่ 4-2 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

1.5 ศึกษา วิเคราะห์รายการข้อมูลต่าง ๆ และระบบให้บริการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานดิจิทัลด้านภูมิสารสนเทศ GIS รวมถึงศึกษาความต้องการในการใช้งานระบบและฐานข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวข้องกับงานบำรุงทาง เพื่อวางแนวทางในการบูรณาการข้อมูลร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน ภายในกรมทางหลวง

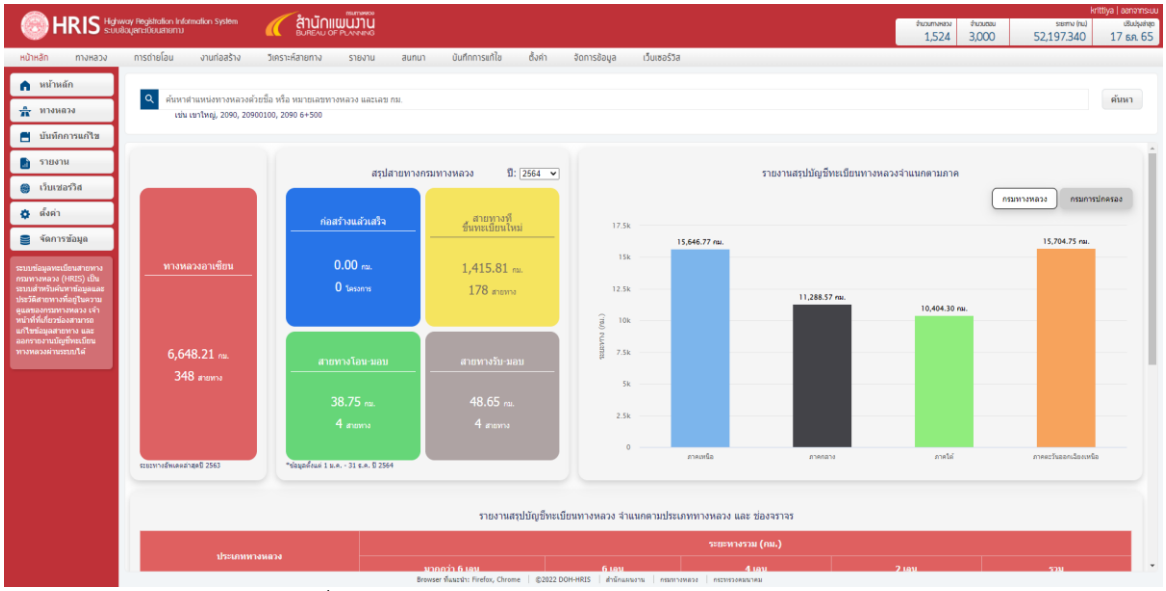
1.5.1 ระบบข้อมูลทะเบียนทางหลวง (Highway Registation Information Systems: HRIS) สำนักแผนงาน

ระบบสารสนเทศทะเบียนสายทาง (Highway Registration Information System: HRIS) เป็นระบบที่จัดเก็บฐานข้อมูลโครงข่ายทางหลวง หมายเลขทางหลวง ชื่อสายทางและตอนควบคุม รวมทั้งข้อมูลที่ตั้งหน่วยงานสำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) ในการวิเคราะห์และแสดงผลโครงข่ายทางหลวงบนแผนที่แบบดิจิทัล (Digital Mapping) อย่างเป็นมาตรฐานสากล ซึ่งระบบ HRIS นี้ ได้ให้บริการและสนับสนุนข้อมูลแก่หน่วยงานอื่น 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

1) ข้อมูลบัญชีทะเบียนทางหลวง

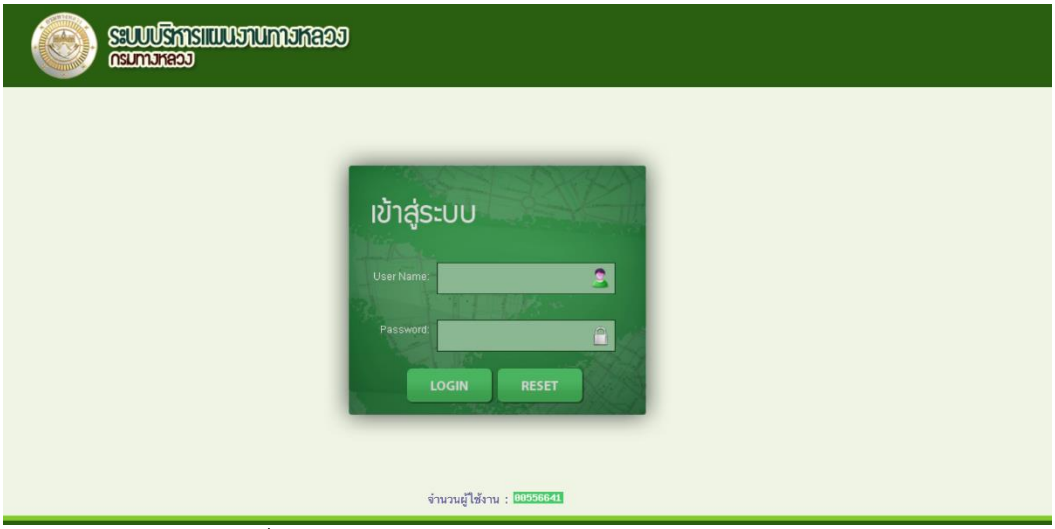
การสืบค้นข้อมูล และแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประวัติสายทาง ได้แก่ ข้อมูลบัญชีหมายเลขทางหลวง, ข้อมูลบัญชีหมายเลขตอนควบคุม, รายละเอียดหลักฐานการได้มา, ข้อมูลปริมาณจราจร, ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพทางของผิวทาง ข้อมูลปริมาณจราจร เป็นต้น โดยประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนการสืบค้นข้อมูล ส่วนแสดงข้อมูลตาราง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



รูปที่ 4-14 หน้าจอระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS)

1.5.2 ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) สำนักแผนงาน

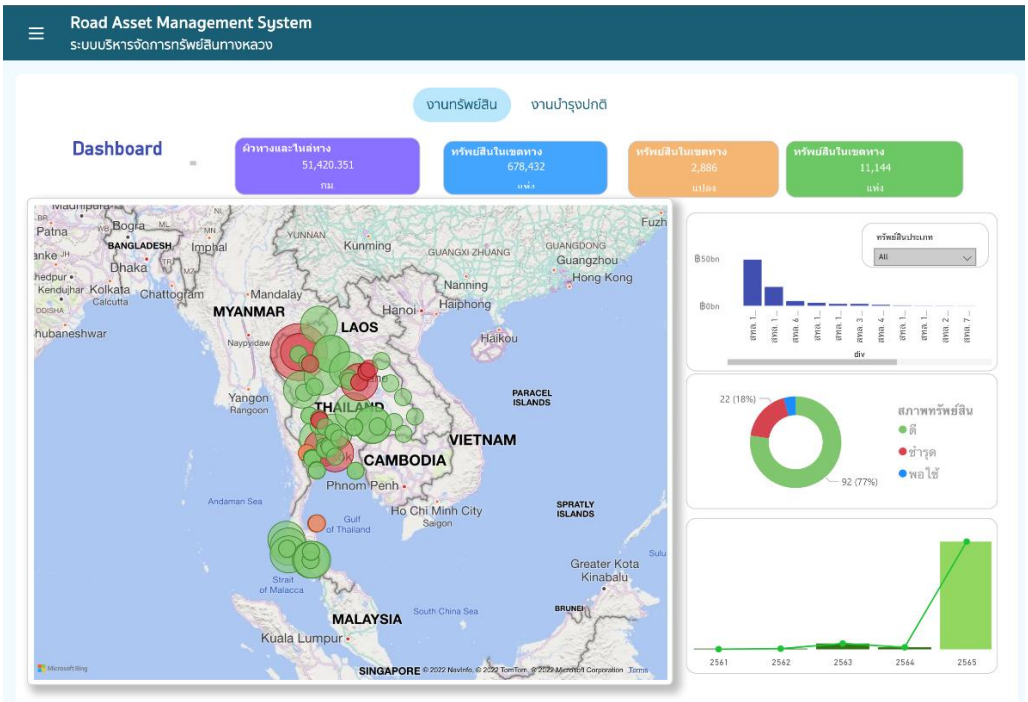
ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) เป็นระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการข้อมูลแผนงานภายในสำนักแผนงาน กรมทางหลวง สามารถใช้งานได้บนรูปแบบ Web-Based Application ด้วยระบบโครงสร้างฐานข้อมูลเป็นชนิดโพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) โดยสามารถสืบค้นข้อมูลด้านความต้องการงบประมาณและแผนงาน รวมถึงสถานะโครงการก่อสร้างต่าง ๆ ทั้งในอดีตถึงปัจจุบัน และสามารถแบ่งได้เป็นบัญชีแผนงานตาม พรบ.งบประมาณประจำปี บัญชีแผนงานนอก พรบ.บัญชีแผนงานงบประมาณอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้บริหารจัดการแผนงานของกรมทางหลวง และตอบสนองต่อผู้ใช้งานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักแผนงาน สำนักบริหารบำรุงทาง สำหรับการเข้าถึงข้อมูลดังกล่าว ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลงานที่ต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถสืบค้นข้อมูลแผนงานและงบประมาณได้สะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้งดำเนินการปรับปรุงข้อมูลรายวัน



รูปที่ 4-15 แสดงผลหน้าระบบบริหารแผนงานทางหลวง

1.5.3 ระบบบริหารจัดการข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset) สำนักบริหารบำรุงทาง

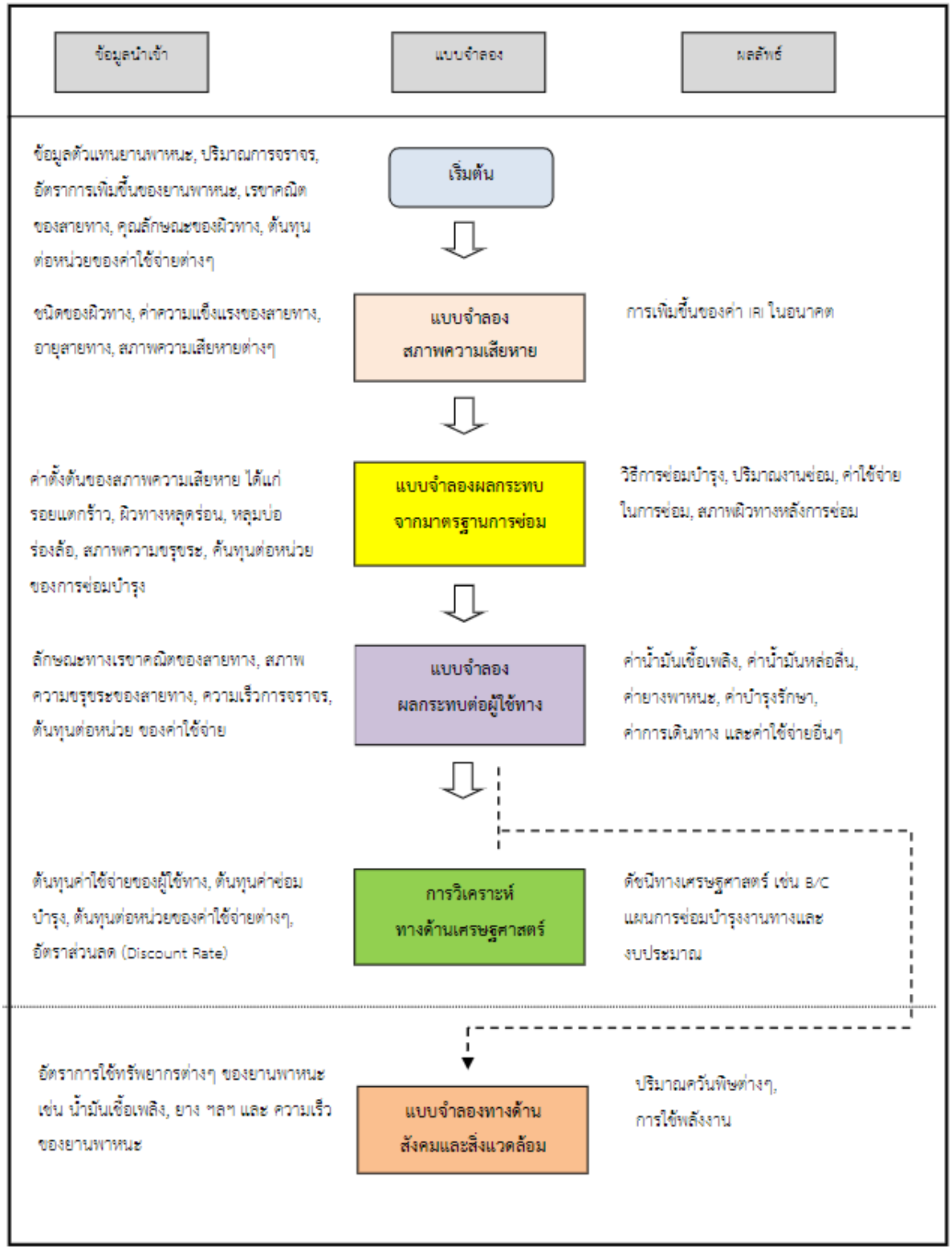
กรมทางหลวงมีทรัพย์สินอยู่ในความรับผิดชอบ 23 ประเภท ซึ่งทรัพย์สินดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการดูแล และซ่อมบำรุงเป็นประจำ เพื่อให้มีสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน และปลอดภัยต่อผู้ใช้รถใช้ถนน การจัดเป็นข้อมูลทรัพย์สินทางหลวงดังกล่าว เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ทราบถึงความจำเป็นในการซ่อมบำรุง และประมาณค่าใช้จ่ายได้อย่างเหมาะสม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



รูปที่ 4-16 แสดงระบบระบบสารสนเทศทรัพย์สินทางหลวง (Road Asset)

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) เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการซ่อมบำรุง และจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุง ซึ่งแบบจำลองทั้งหมดที่กล่าวมานั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อกัน



รูปที่ 4-17 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) แบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมบารุง (Work Effect Model)

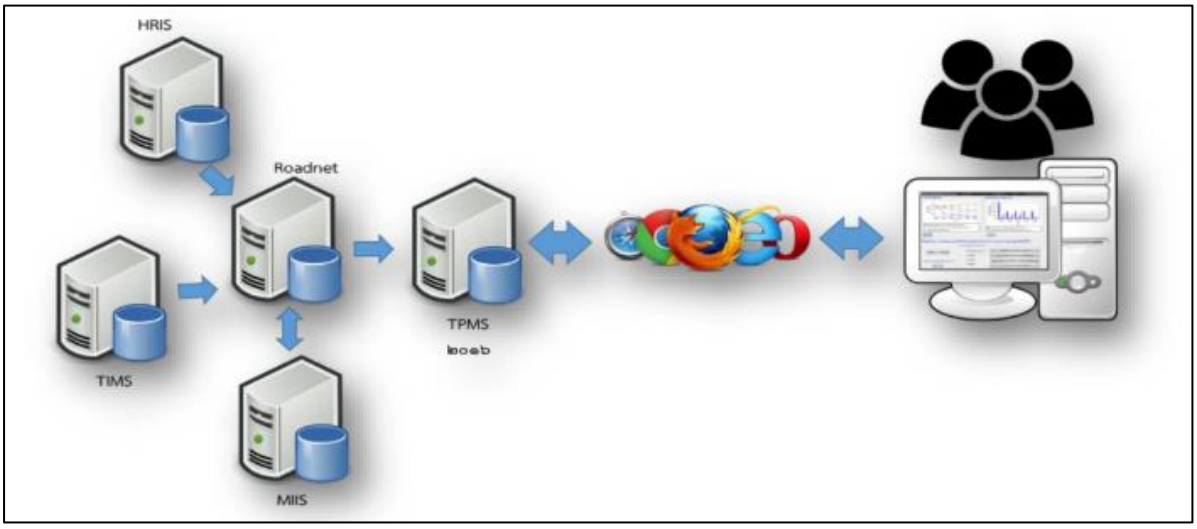
แบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อม เป็นการศึกษาถึงสภาพสายทางแอสฟัลต์หลังการซ่อมบำรุง ซึ่งวิธีการซ่อมบำรุงต่างกันจะส่งผลให้สภาพสายทางหลังการซ่อมมีความแตกต่างกัน สำหรับแบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมนี้ได้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการวิเคราะห์แผนงบประมาณการซ่อมบำรุงทาง โดยมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทาง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

3) แบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effect Model)

สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่กระทบต่อผู้ใช้ทางนั้น ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางจะพิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวแทนยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ โดยการเลือกยี่ห้อและรุ่นของตัวแทนยานพาหนะแต่ละประเภท โดยคัดเลือกจากสถิติการจดทะเบียนของกรมขนส่งทางบก เพื่อใช้สำหรับกำหนดราคาตัวแทนยานพาหนะในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางตัวอย่างตัวแทนยานพาหนะ

4) แบบจำลองผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social & Environmental Model)

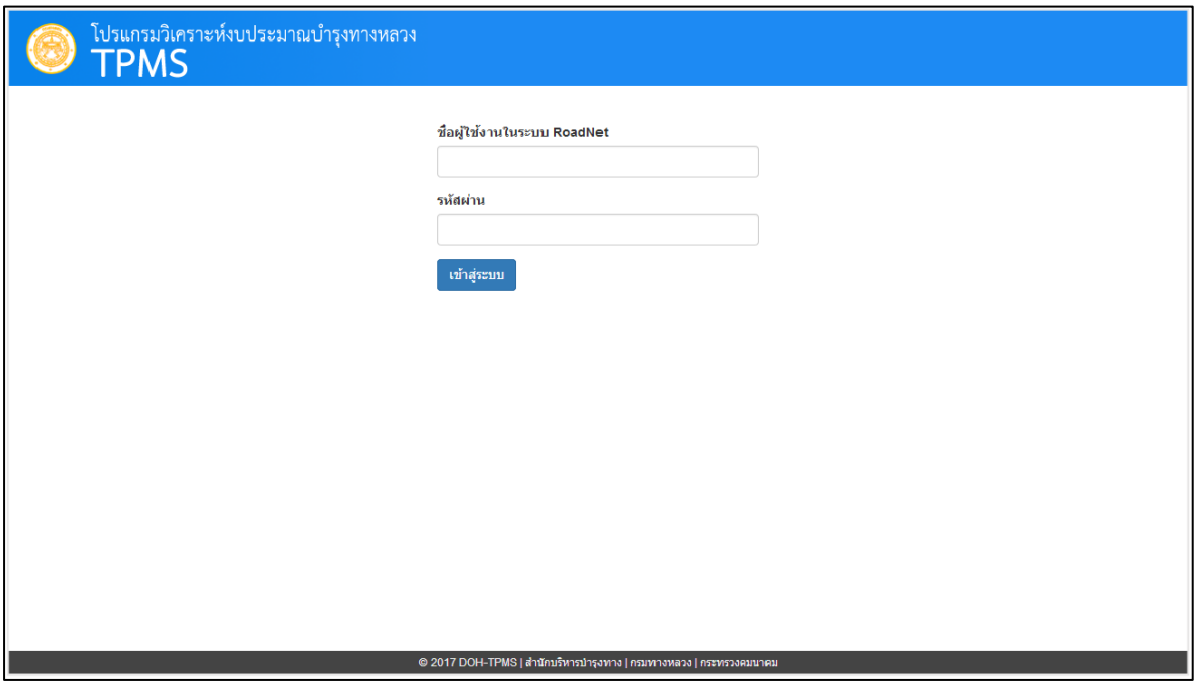
การพัฒนาแบบจำลองทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการนี้ ได้อ้างอิงแบบจำลองในระบบ HDM-4 โดยปรับให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งต้องสอดคล้องกับระบบฐานข้อมูล ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบันประกอบด้วยแบบจำลอง 2 ส่วน ได้แก่ Energy Model และ Emission Model ผลลัพธ์ของแบบจำลองทั้งสองจะแสดงให้เห็นผลกระทบทางด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมในรูปของค่าความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ใช้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



รูปที่ 4-18 สถาปัตยกรรมระบบ

การปรับปรุงโปรแกรมบริหารงานบำรุงทาง (TPMS) ได้คำนึงถึงการใช้งานตามที่ได้รวบรวมความต้องการในการใช้งานโปรแกรม TPMS และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบันของกรมทางหลวง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **เข้าสู่ระบบ**

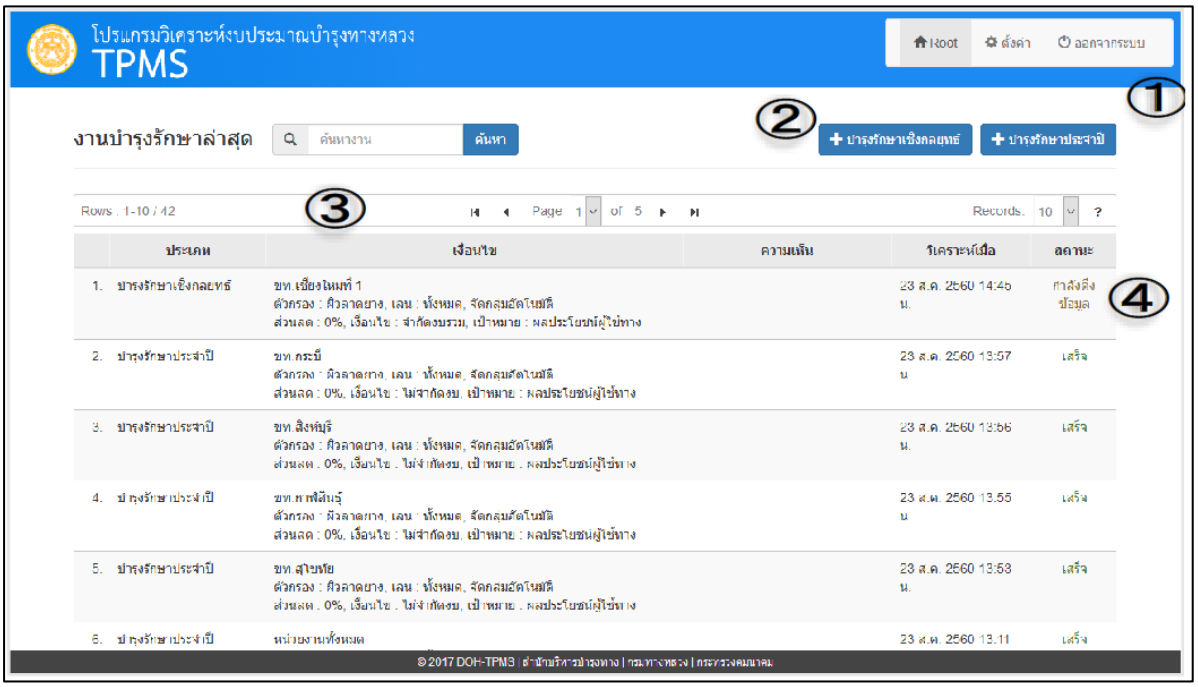


รูปที่ 4-19 หน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานระบบ

- **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 4-20 หน้าจอหลัก

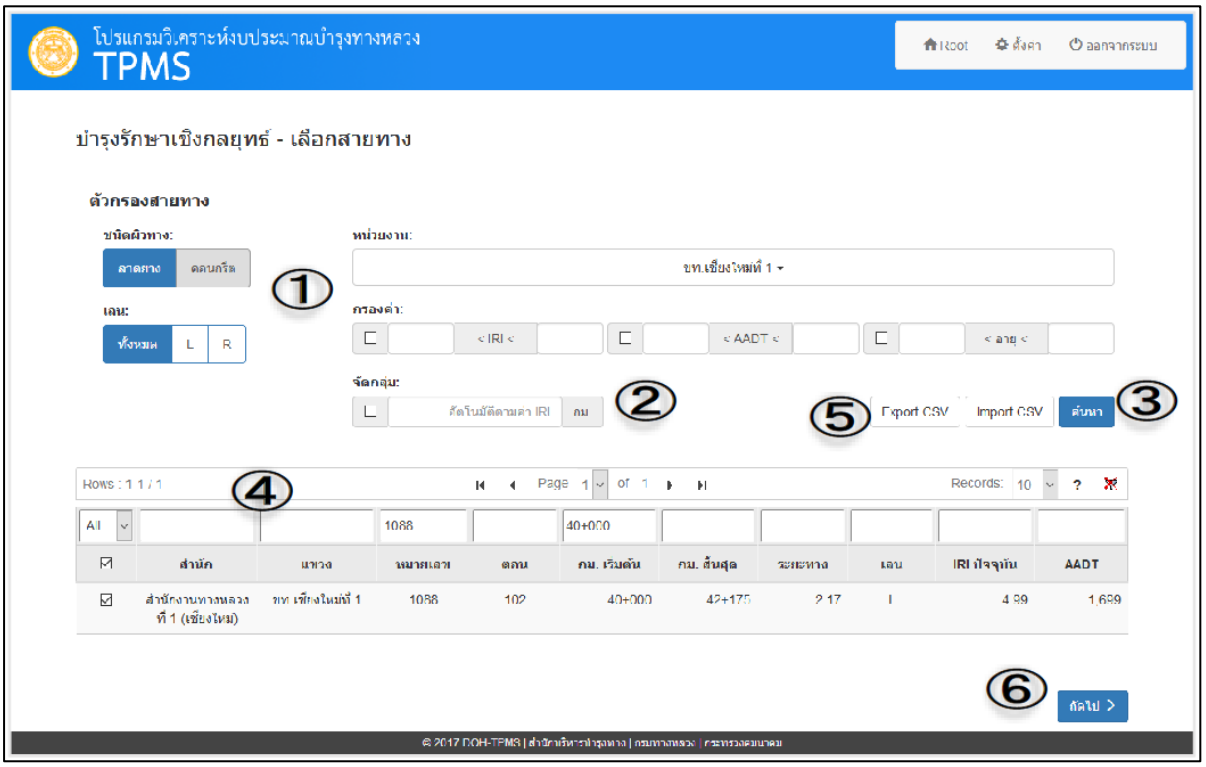
- **บำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์**

  เมื่อกดปุ่ม “บำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์” จากหน้าหลัก จะแสดงหน้าเลือกสายทาง ซึ่งมีการใช้งานดังนี้

  1) กำหนดเงื่อนไขการค้นหา ได้แก่ เลน หน่วยงาน IRI AADT และอายุสายทาง
  2) เลือกให้จัดกลุ่มอัตโนมัติ หรือกำหนดความยาวเอง
  3) ค้นหาสายทางตามเงื่อนไข
  4) ระบบจะแสดงรายการสายทาง โดยสามารถเพิ่มตัวกรอง หรือเลือกเฉพาะบางแถวได้

5) Export สายทางเป็นไฟล์ CSV เพื่อเปิดด้วยโปรแกรมอื่น
   - สามารถใช้ Microsoft Excel ในการเปิดไฟล์ CSV โดยเมื่อบันทึกการแก้ไขต้องเลือกประเภทไฟล์เป็น CSV เท่านั้นถึงจะ Import ได้
   - การ Import จะเปลี่ยนรายการสายทางทั้งหมดให้เป็นข้อมูลในไฟล์ CSV ดังนั้นหากไม่ต้องการสายทางใดให้ลบบรรทัดนั้นออกก่อน Import
6) กดปุ่มถัดไปเพื่อไปยังหน้ากำหนดงบประมาณ

**เนื่องจากการวิเคราะห์แบบบำรุงรักษาเชิงกลยุทธ์จะเป็นต้องอาศัยแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางจึงเป็นผลให้สามารถวิเคราะห์ได้แต่เฉพาะในผิวทางลาดยางเท่านั้น



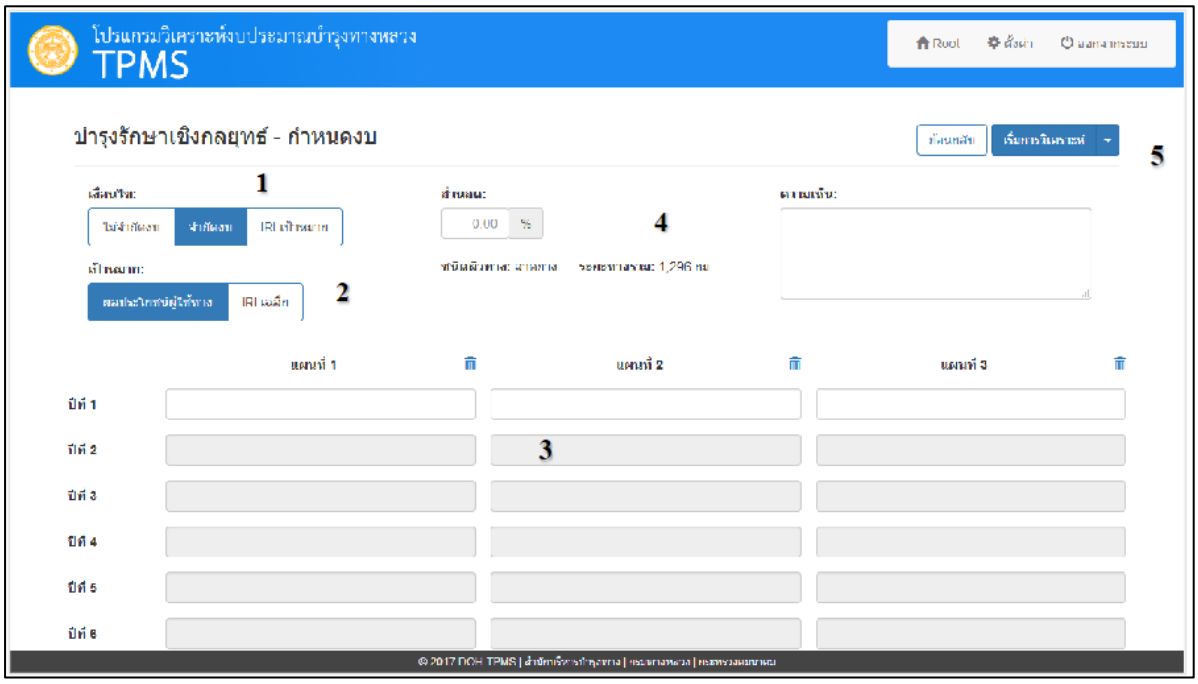
รูปที่ 4-21 หน้าจอคัดกรองสายทาง

- **ขั้นตอนที่หน้ากำหนดงบประมาณ**
  1) เลือกเงื่อนไขการวิเคราะห์ ได้แก่ ไม่จำกัดงบประมาณ จำกัดงบประมาณ และ IRI เป้าหมาย
  2) กำหนดเป้าหมาย ซึ่งจะแตกต่างกันตามเงื่อนไขที่เลือก
  3) กรอกงบประมาณ หรือ IRI เป้าหมาย ในแต่ละแผน
     - สามารถลบแผน ด้วยปุ่มถังขยะ
     - จำนวนปีที่คำนวณจะถูกเลือกตามค่าที่กรอกไว้
     - สำหรับเงื่อนไขไม่จำกัดงบประมาณ จะมีตัวเลือกระยะเวลาแทน

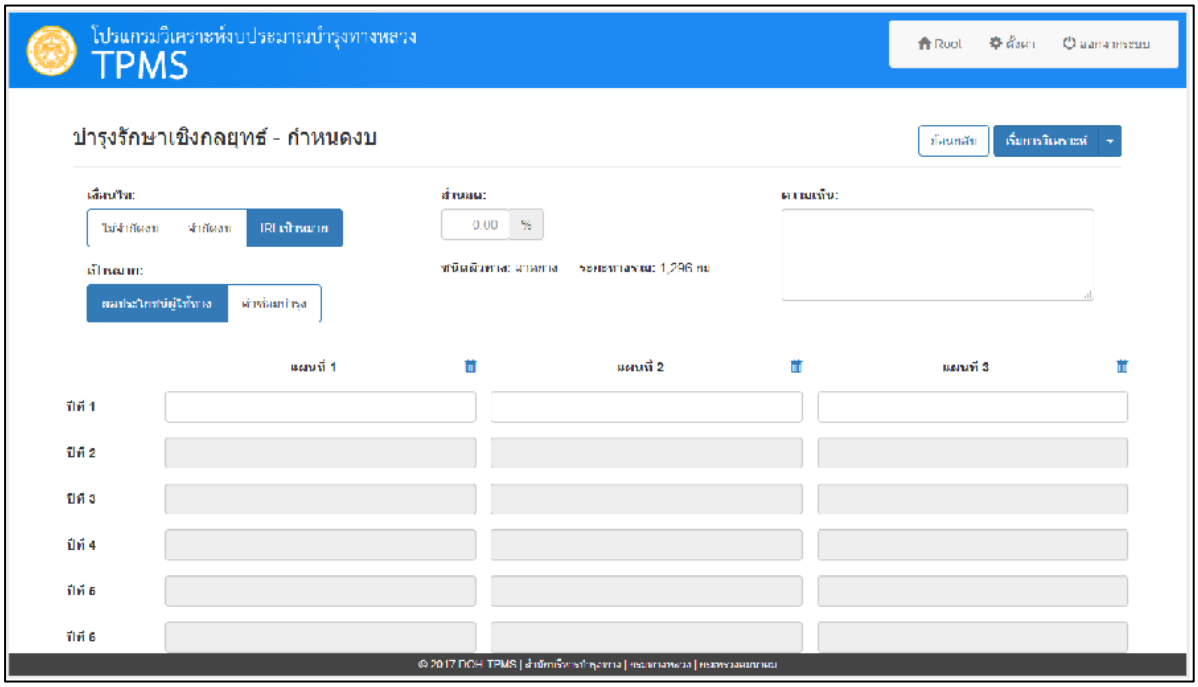
4) ระบุส่วนลด หรือใช้ค่าเริ่มต้น (0%)

5) เริ่มการวิเคราะห์ หรือใช้ตัวเลือกเริ่มการวิเคราะห์แบบเทียบเท่า

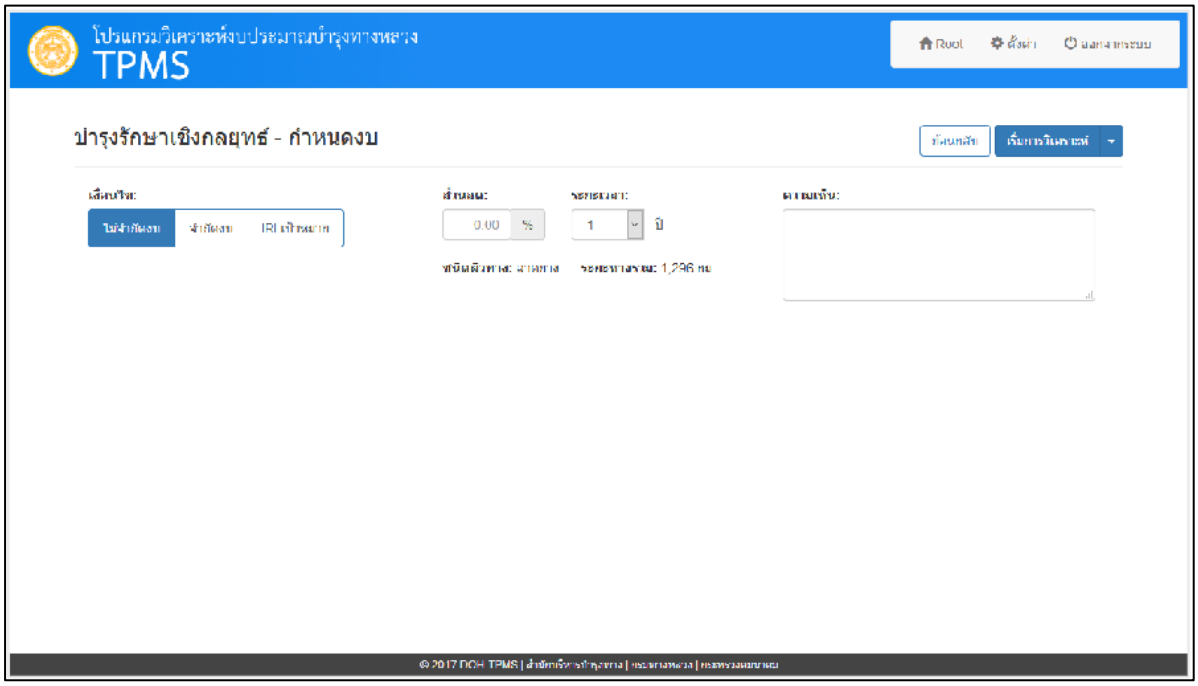
- ระบบจะเปลี่ยนกลับไปหน้าหลักเมื่อส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์แล้ว



รูปที่ 4-22 หน้ากำหนดงบประมาณ



รูปที่ 4-23 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไข IRI เป้าหมาย



รูปที่ 4-24 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขไม่จำกัดงบประมาณ

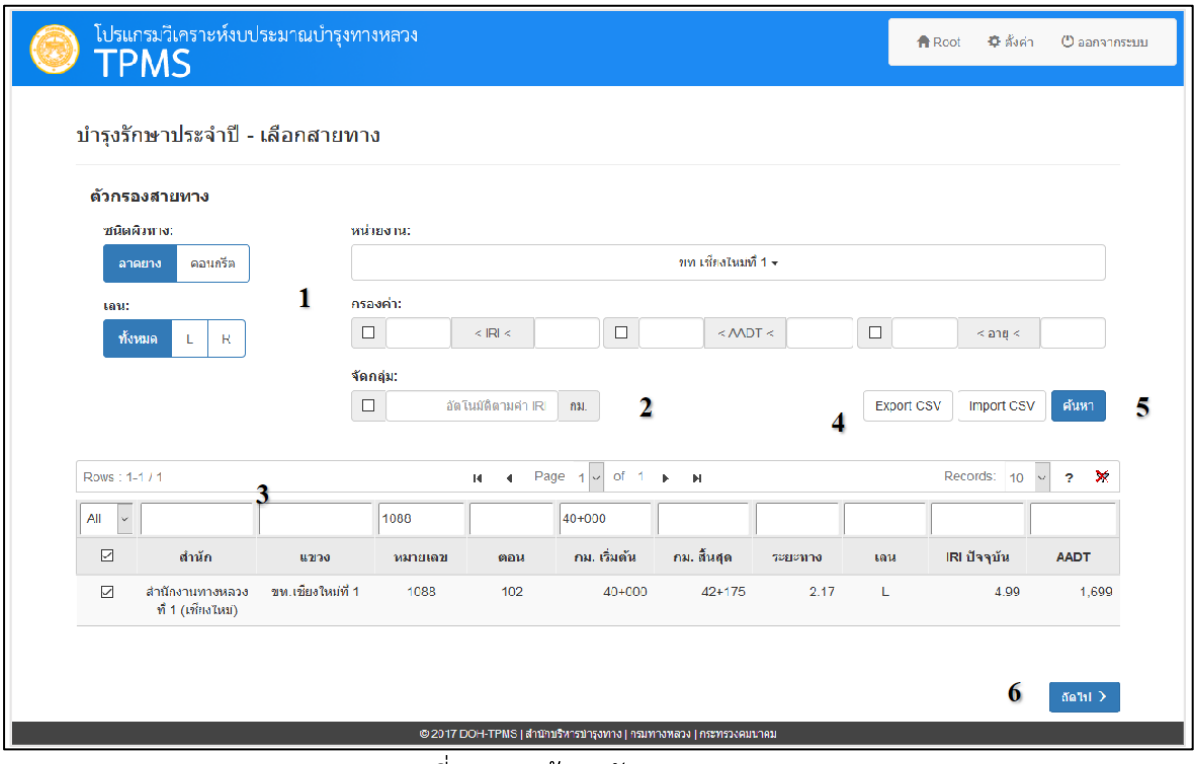
- **เมื่อช่องแสดงสถานะการวิเคราะห์เปลี่ยนสถานะเป็นเสร็จ จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้**
  1) เงื่อนไขที่สั่งไว้
  2) ความเห็น แก้ไขได้โดยกดปุ่มดินสอ
  3) ผลการวิเคราะห์ ในรูปแบบกราฟ และตาราง
  4) เมนูออกรายงาน
  5) ปุ่มแก้ไขเงื่อนไขการวิเคราะห์ คัดลอกเงื่อนไขเป็นการวิเคราะห์ใหม่ และลบผลการวิเคราะห์

รูปที่ 4-25 หน้าจอสรุปผลการวิเคราะห์

- **การบำรุงรักษาประจำปี**

  เมื่อกดปุ่ม “บำรุงรักษาประจำปี” จากหน้าหลัก จะแสดงหน้าเลือกสายทาง ซึ่งมีการใช้งานดังนี้

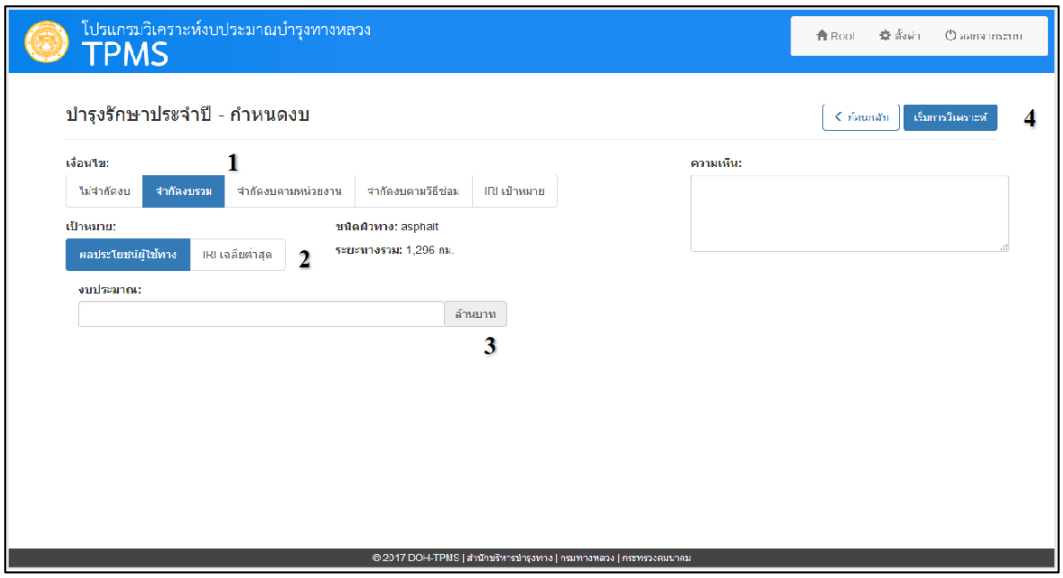
  1. กำหนดเงื่อนไขการค้นหา ได้แก่ ชนิดผิวทาง เลน หน่วยงาน IRI AADT และอายุสายทาง
  2. เลือกให้จัดกลุ่มอัตโนมัติ หรือกำหนดความยาวเอง
  3. ค้นหาสายทางตามเงื่อนไข
  4. ระบบจะแสดงรายการสายทาง โดยสามารถเพิ่มตัวกรอง หรือเลือกเฉพาะบางแถวได้
  5. Export สายทางเป็นไฟล์ CSV เพื่อเปิดด้วยโปรแกรมอื่น
     - สามารถใช้ Microsoft Excel ในการเปิดไฟล์ CSV โดยเมื่อบันทึกการแก้ไขต้องเลือกประเภทไฟล์เป็น CSV เท่านั้นถึงจะ Import ได้
     - การ Import จะเปลี่ยนรายการสายทางทั้งหมดให้เป็นข้อมูลในไฟล์ CSV ดังนั้นหากไม่ต้องการสายทางใดให้ลบบรรทัดนั้นออกก่อน Import
     - กดปุ่มถัดไปเพื่อไปยังหน้ากำหนดงบประมาณ



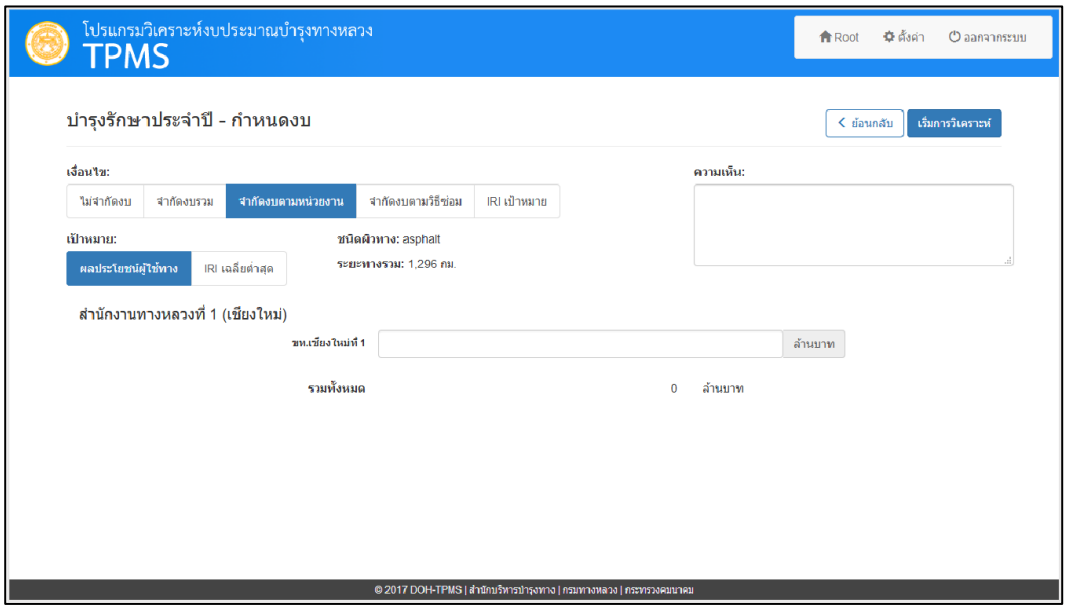
รูปที่ 4-26 หน้าจอคัดกรองสายทาง

- **ขั้นตอนที่หน้ากำหนดงบประมาณ**

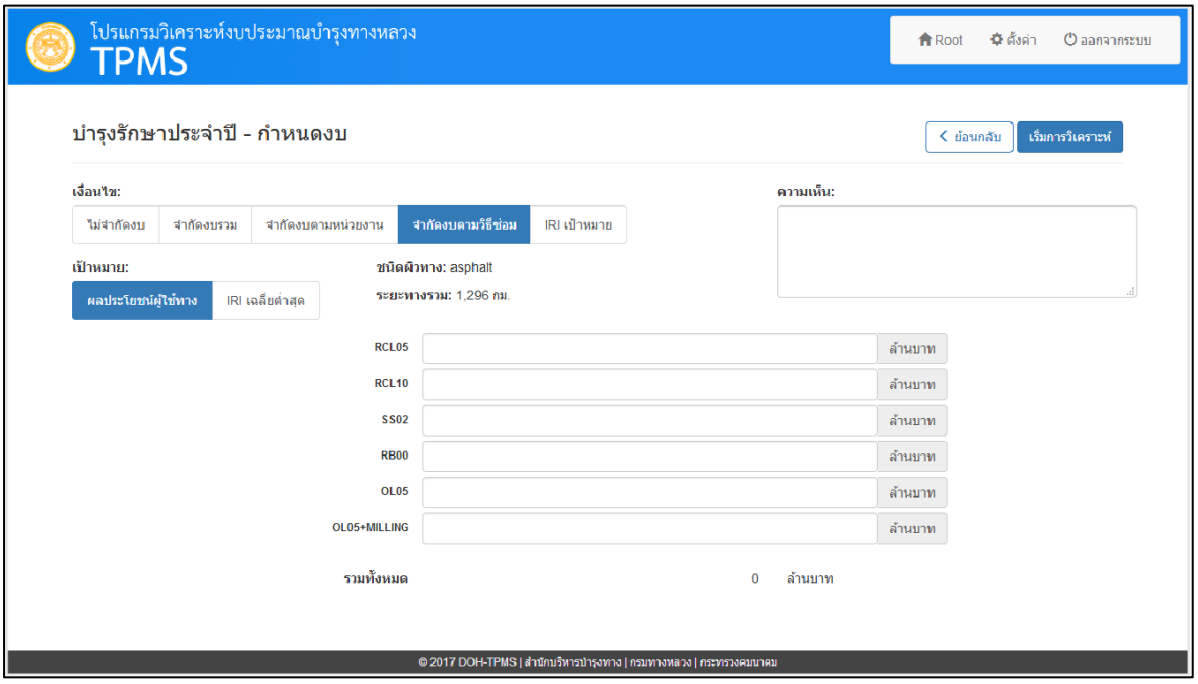
1. เลือกเงื่อนไขการวิเคราะห์ ได้แก่ ไม่จำกัดงบประมาณ จำกัดงบประมาณรวม จำกัดงบประมาณตามหน่วยงาน จำกัดงบประมาณตามวิธีซ่อม และ IRI เป้าหมาย
2. กำหนดเป้าหมาย ซึ่งจะแตกต่างกันตามเงื่อนไขที่เลือก
3. กรอกงบประมาณ หรือ IRI เป้าหมาย
   - ระบบจะแสดงผลรวมของงบประมาณทั้งหมดที่กรอก
4. เริ่มการวิเคราะห์
   - ระบบจะเปลี่ยนกลับไปหน้าหลักเมื่อส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์แล้ว



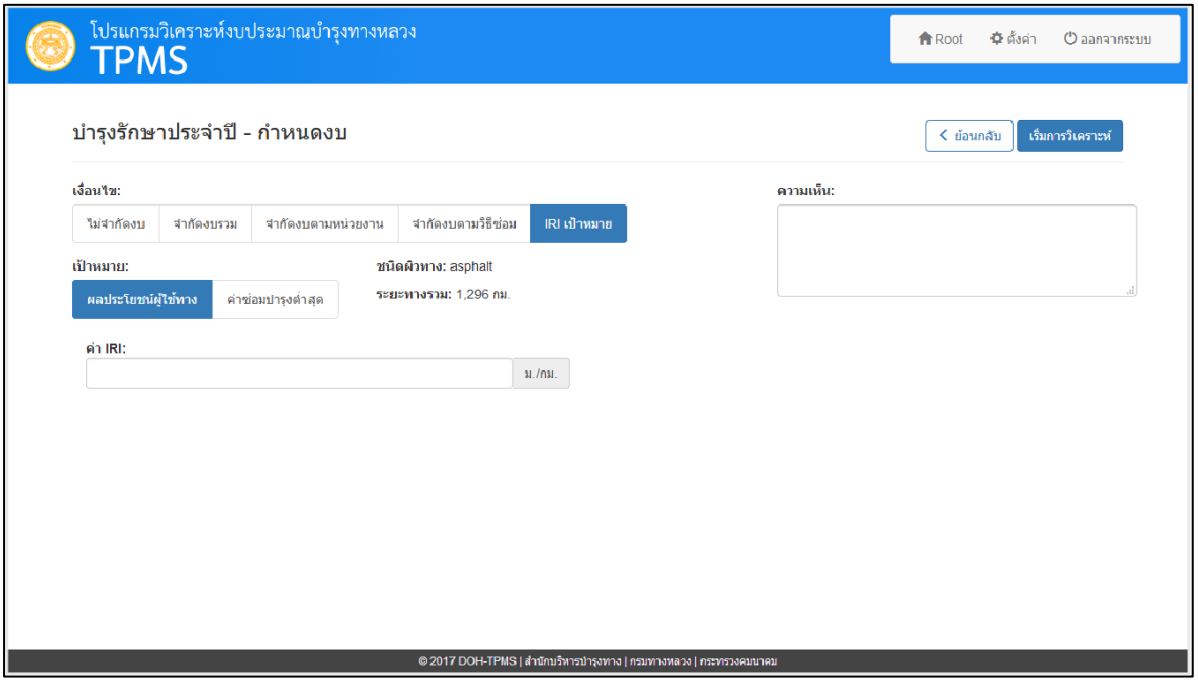
รูปที่ 4-27 หน้ากำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์



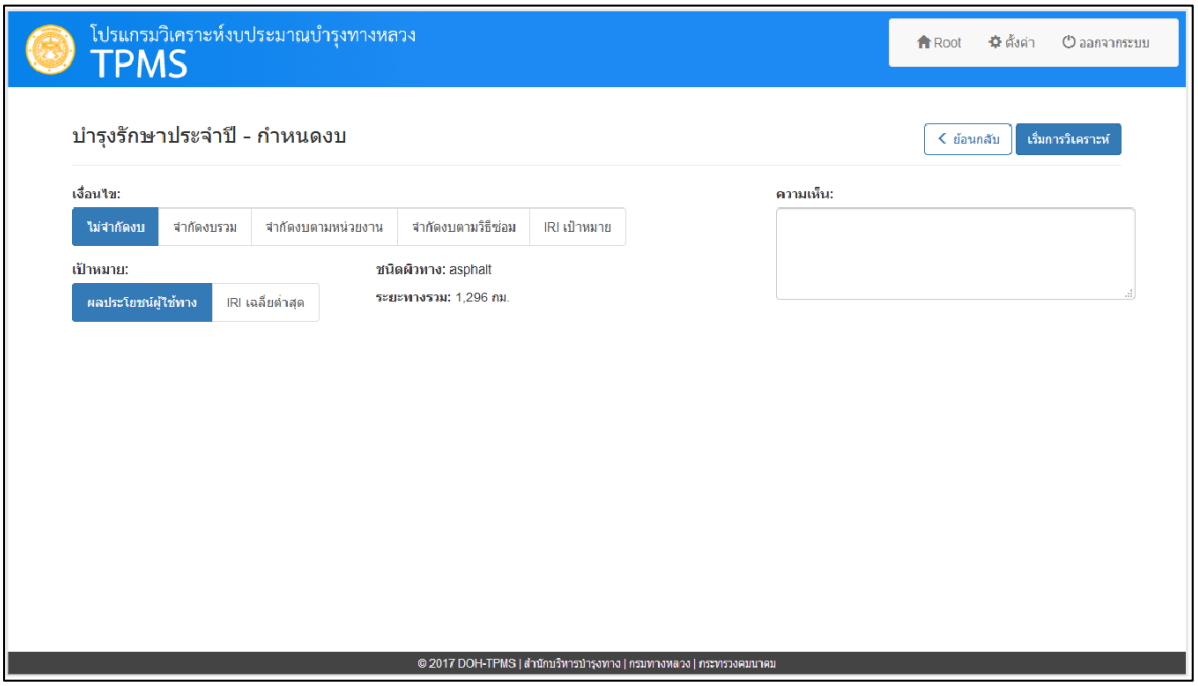
รูปที่ 4-28 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขจำกัดงบประมาณตามหน่วยงาน



รูปที่ 4-29 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขจำกัดงบประมาณตามวิธีซ่อม

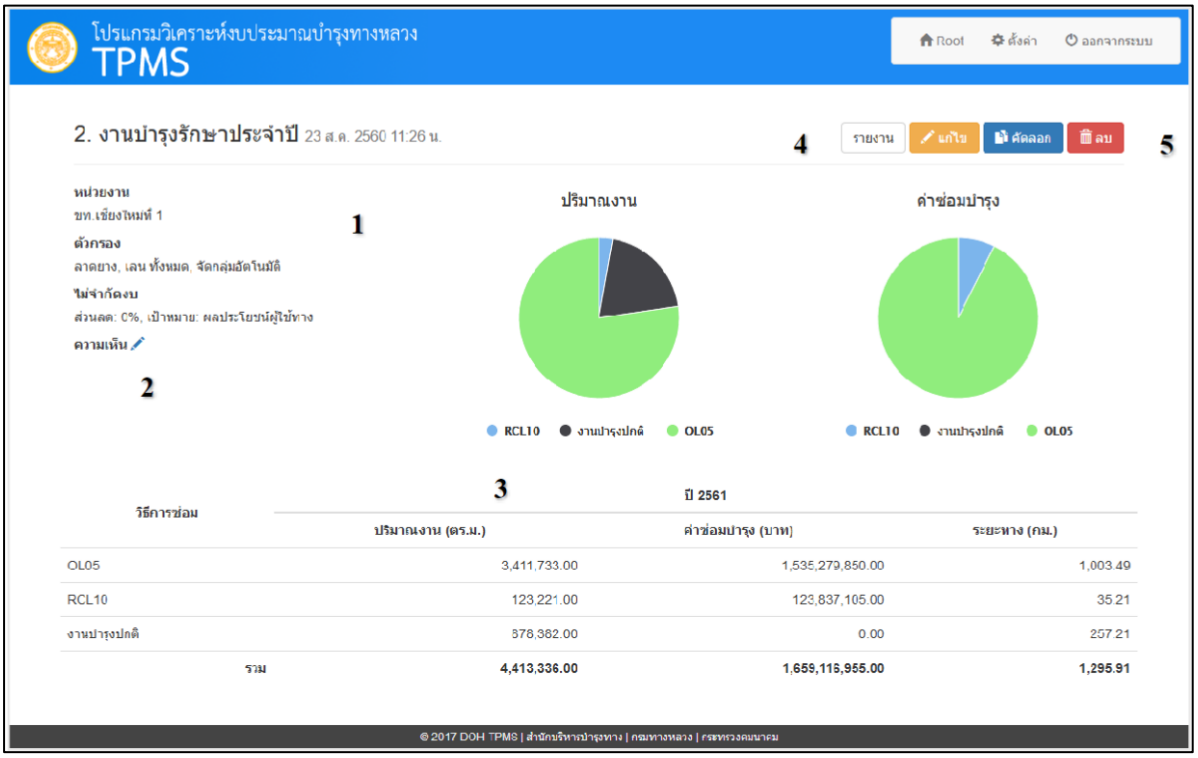


รูปที่ 4-30 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไข IRI เป้าหมาย



รูปที่ 4-31 หน้ากำหนดงบประมาณด้วยเงื่อนไขไม่จำกัดงบประมาณ

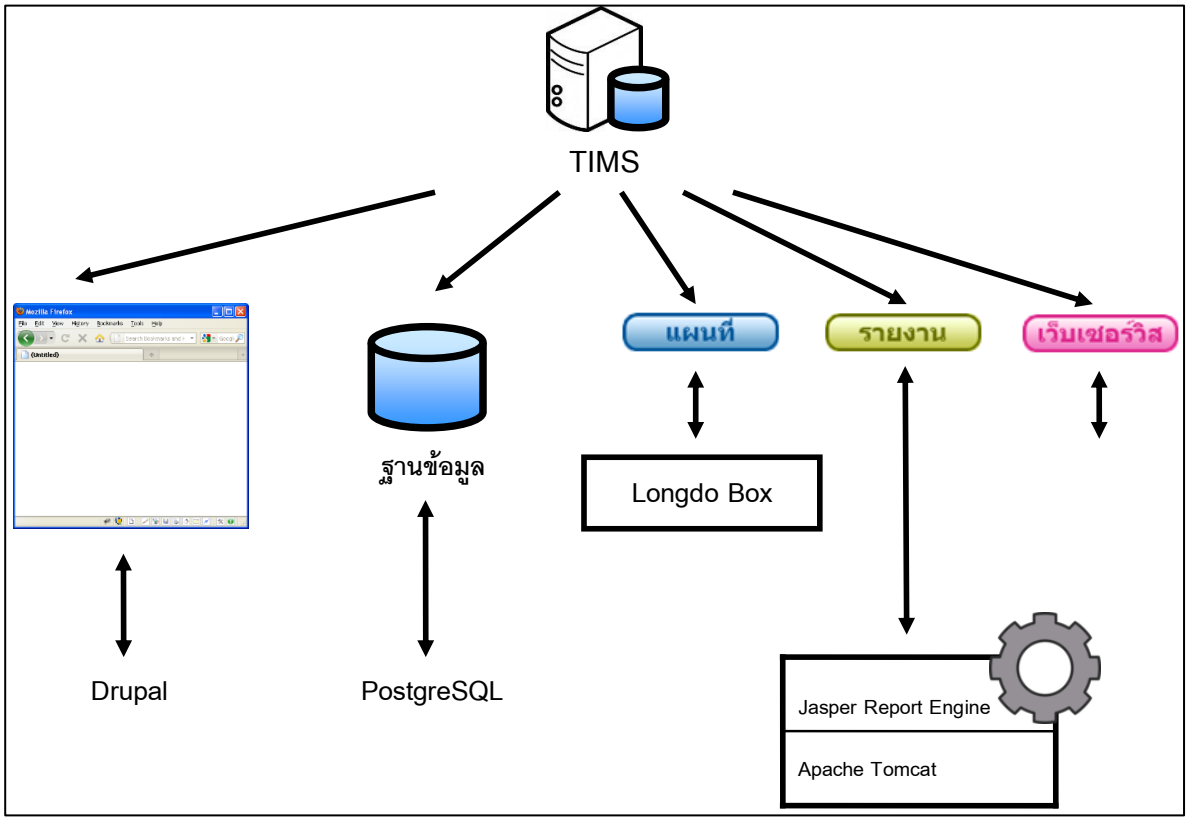
- **เมื่อสถานะการวิเคราะห์เปลี่ยนสถานะเป็นเสร็จ จะแสดงผลการวิเคราะห์ดังนี้**
  1. เงื่อนไขที่สั่งไว้
  2. ความเห็น แก้ไขได้โดยกดปุ่มดินสอ
  3. ผลการวิเคราะห์ ในรูปแบบกราฟ และตาราง
  4. เมนูออกรายงาน
  5. ปุ่มแก้ไขเงื่อนไขการวิเคราะห์ คัดลอกเงื่อนไขเป็นการวิเคราะห์ใหม่ และลบผลการวิเคราะห์



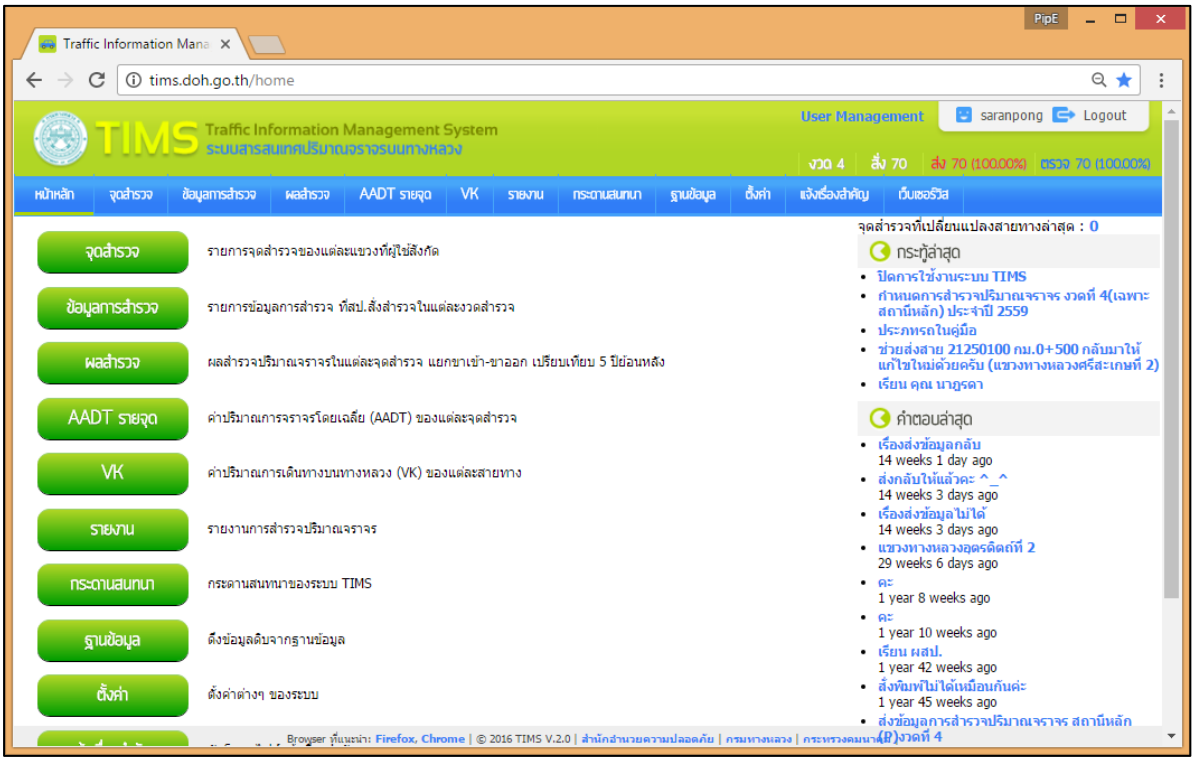
รูปที่ 4-32 หน้าสรุปผลการวิเคราะห์

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



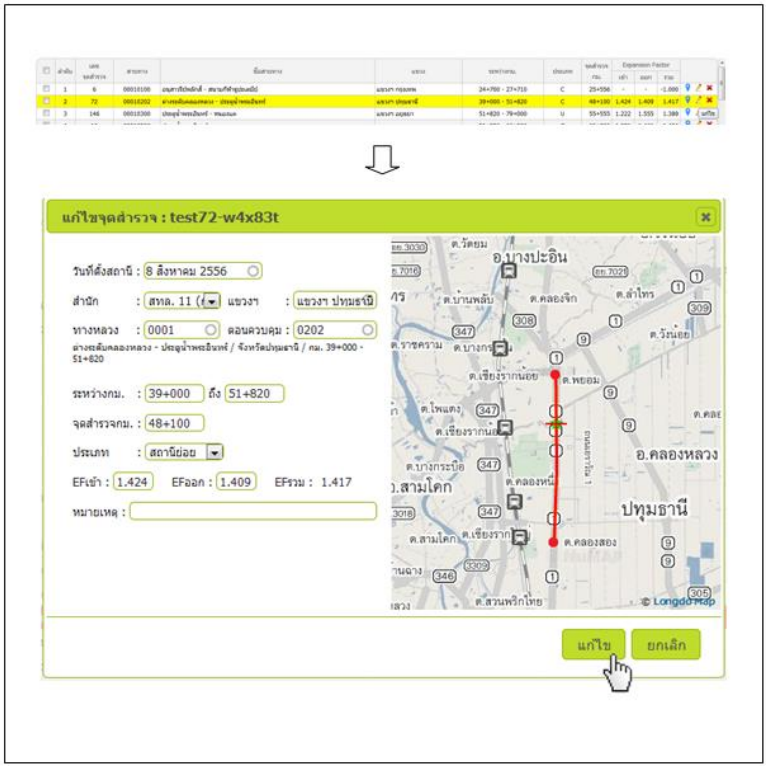
รูปที่ 4-33 ส่วนหลักในระบบ TIMS



รูปที่ 4-34 แสดงหน้าจอสำหรับผู้ใช้ทั่วไป

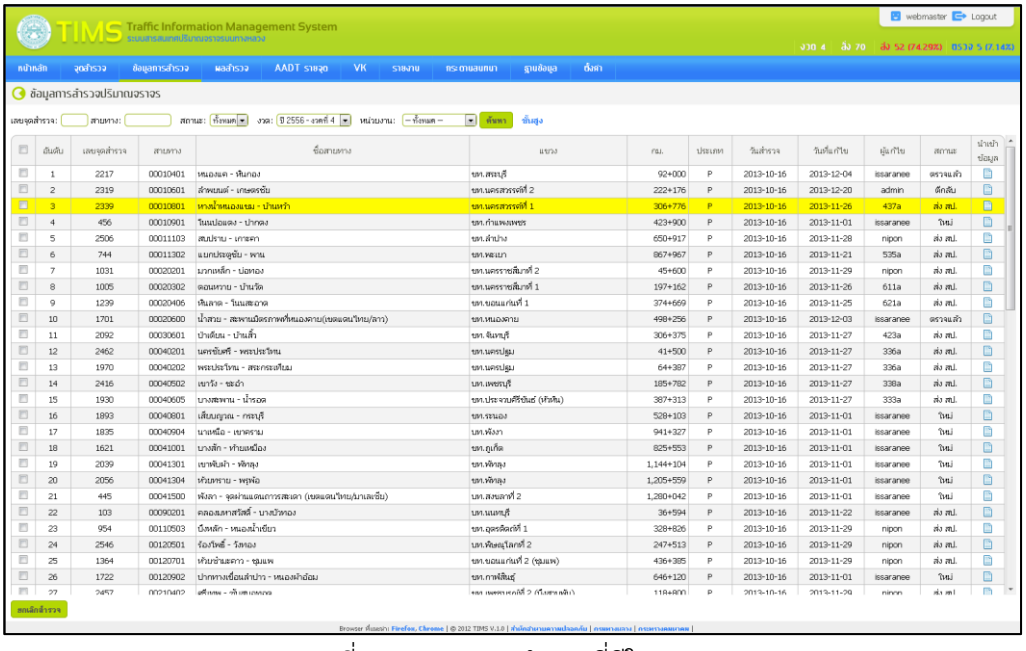
ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวงประกอบด้วยเมนูการใช้งานด้วย 8 ส่วน ดังนี้

1) จุดสำรวจ มีหน้าที่แสดงจุดสำรวจของแต่ละแขวงทั่วประเทศ



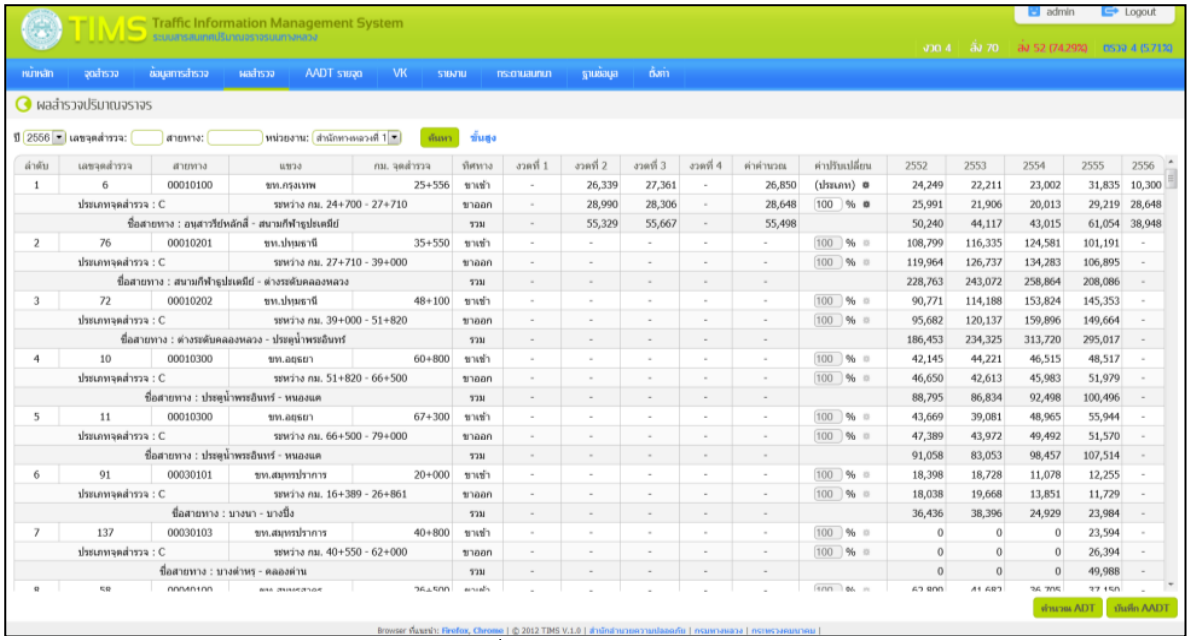
รูปที่ 4-35 วิธีแก้ไขจุดสำรวจ

2) ข้อมูลการสำรวจ มีหน้าที่จัดการข้อมูลการสำรวจที่ทาง สำนักอำนวยความปลอดภัย (สป.) สั่งสำรวจในแต่ละงวด



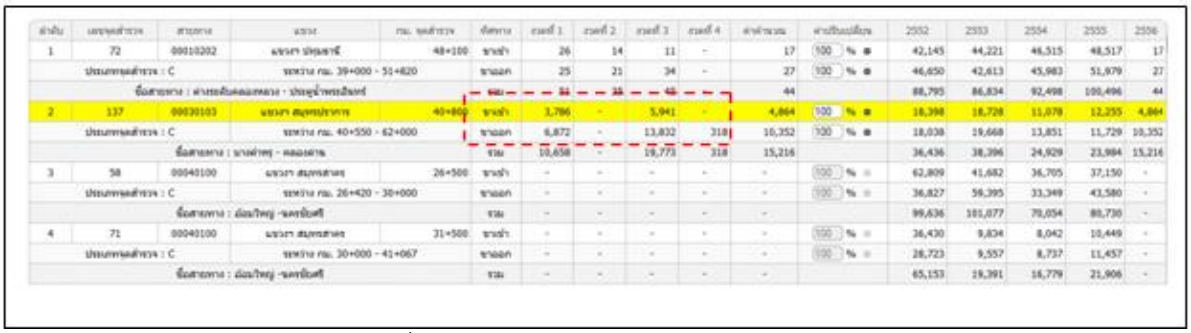
รูปที่ 4-36 รายงานสำรวจที่มีในระบบ

3) ผลสำรวจ มีหน้าที่ในการแสดงปริมาณจราจรในแต่ละจุดสำรวจ โดยแยกขาเข้า-ขาออก เปรียบเทียบ 5 ปีย้อนหลัง



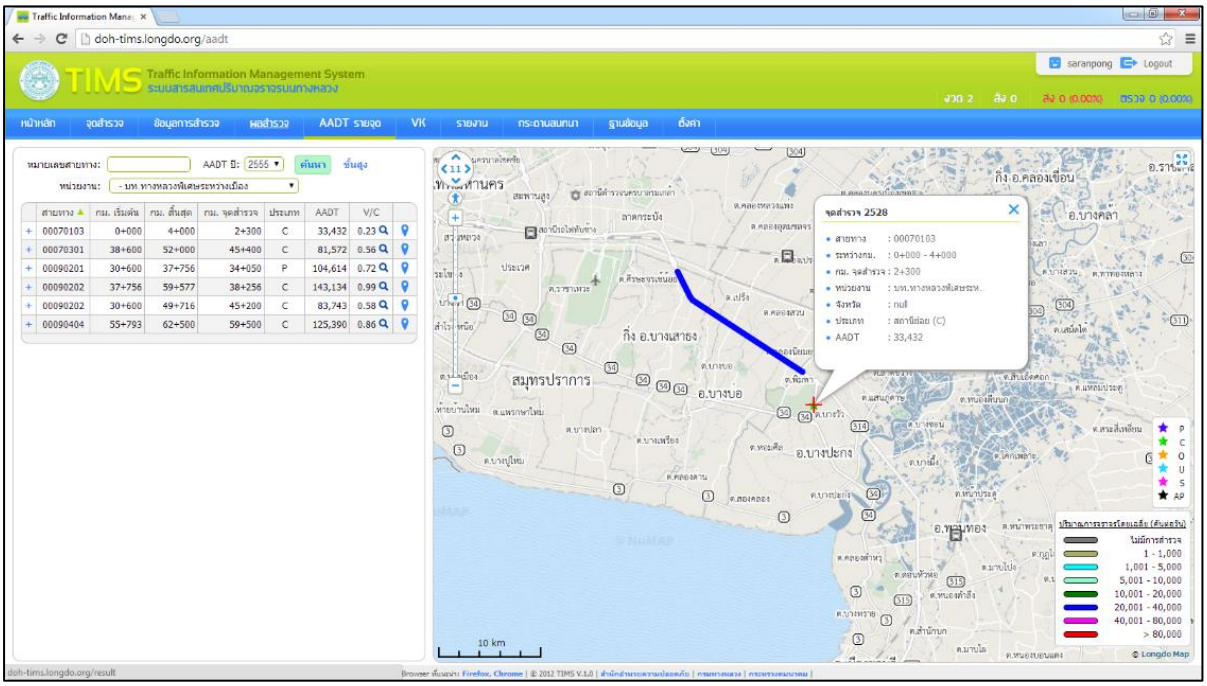
รูปที่ 4-37 หน้าผลสำรวจ

ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงค่าปริมาณการจราจร ในแต่ละจุดสำรวจโดยแบ่งตามงวดการสั่งสำรวจที่มีการสำรวจ



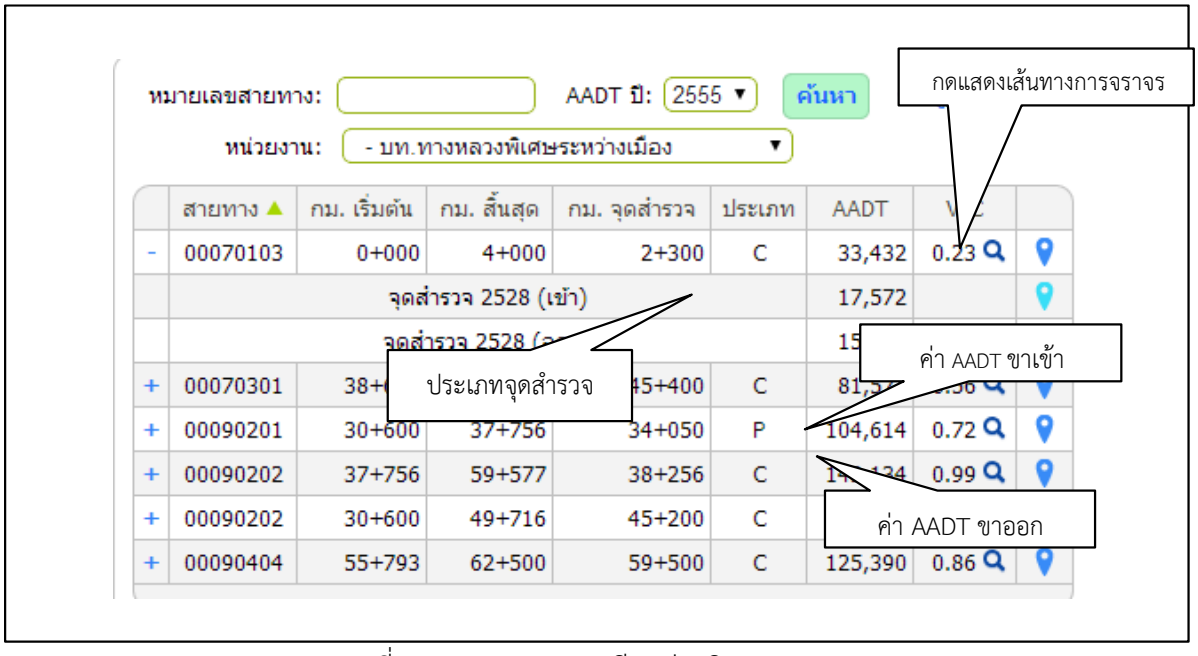
รูปที่ 4-38 แสดงผลสำรวจตามงวดสำรวจ

4) AADT รายจุด มีหน้าที่แสดงค่า AADT เป็นรายจุด ที่ทำการสำรวจปริมาณจราจรบนทางหลวง



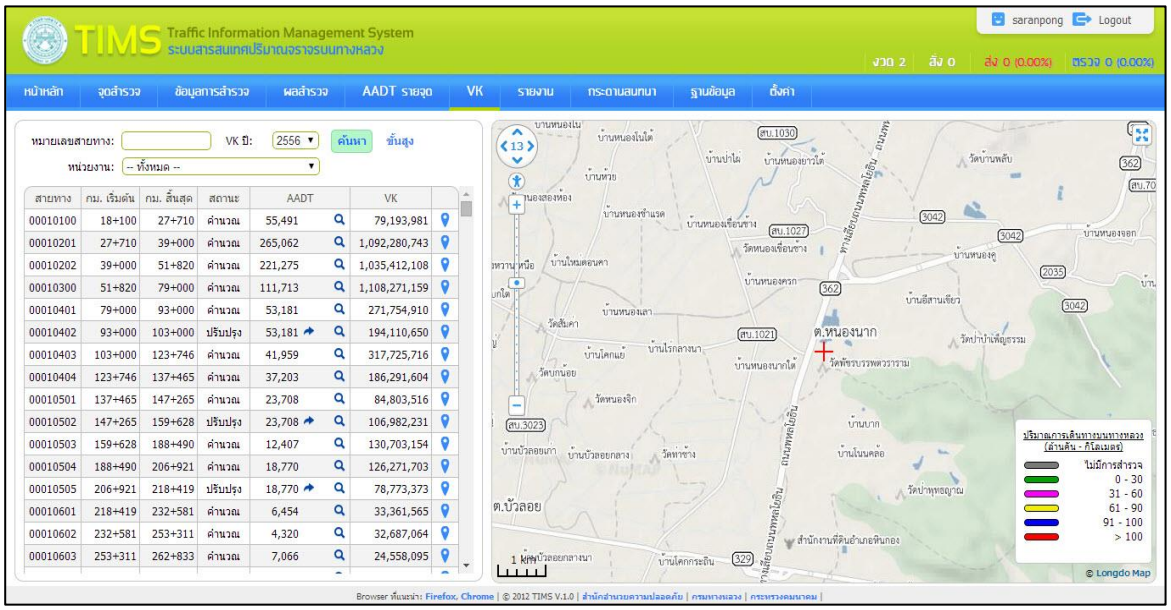
รูปที่ 4-39 หน้า AADT รายจุด

ข้อมูลแสดงแยกตามสายทาง (แบ่งเป็นขาเข้า และขาออก) กม.เริ่มต้น และกม.สิ้นสุด ประเภทจุดสำรวจ และค่า AADT ของจุดสำรวจนั้น ๆ



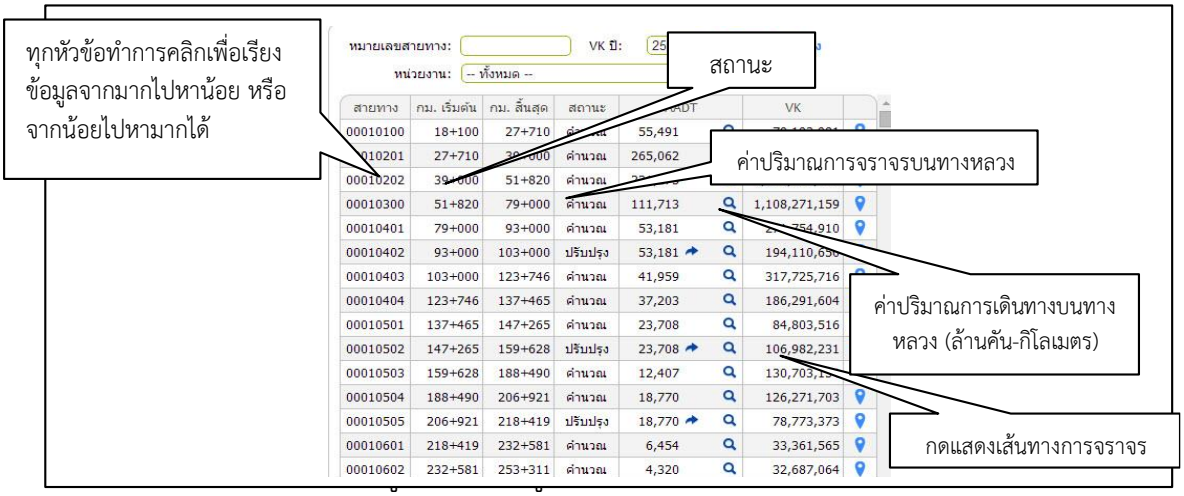
รูปที่ 4-40 แสดงรายละเอียดค่าปริมาณจราจร

5) VK มีหน้าที่แสดงค่า AADT และค่า VK เป็นรายสายทาง



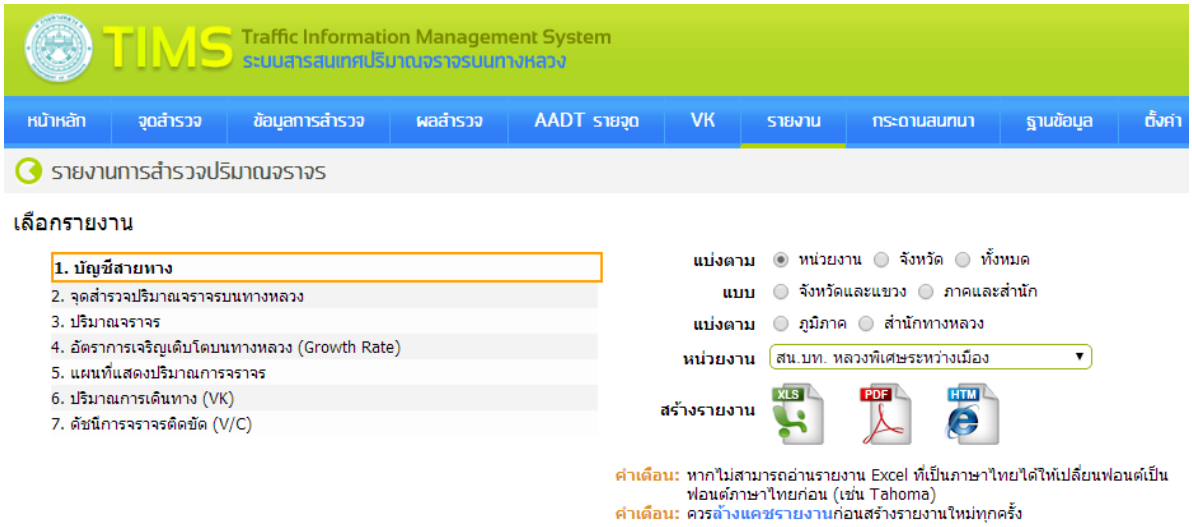
รูปที่ 4-41 หน้า VK

การแสดงข้อมูล VK แยกตามสายทาง แบ่งเป็นช่วง กม.เริ่มต้น กม.สิ้นสุด สถานะ และค่าปริมาณการจราจรบนสายทางนั้น ๆ



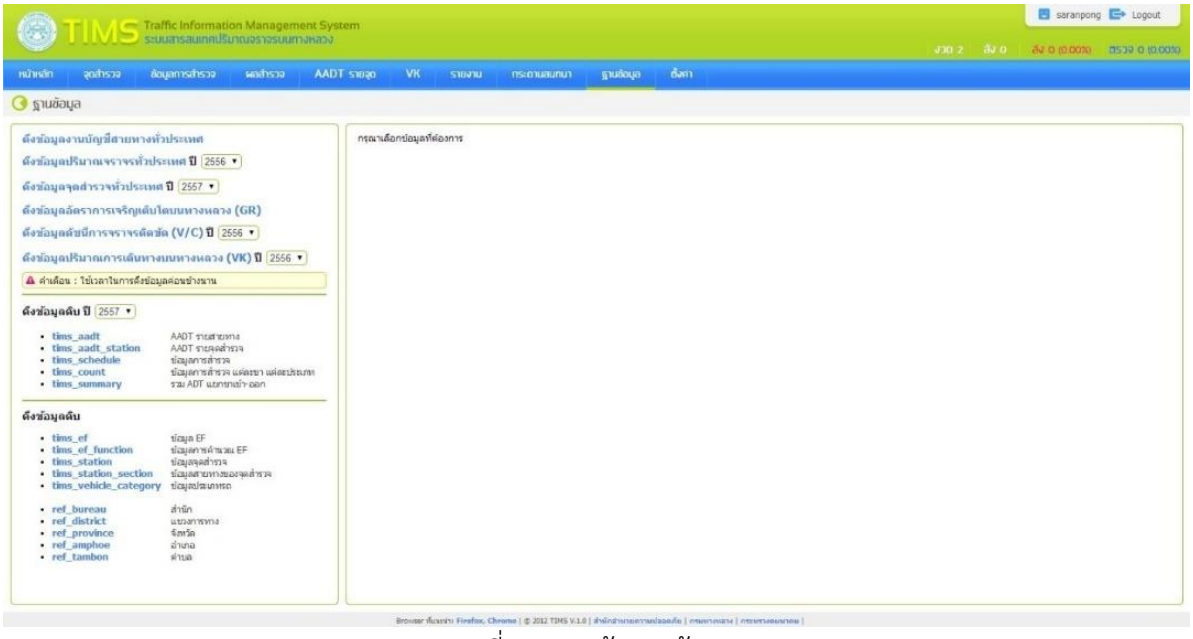
รูปที่ 4-42รายละเอียดข้อมูล VK

6) รายงาน มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและออกเป็นรายงานสรุปผลเกี่ยวกับปริมาณจราจรบนทางหลวง



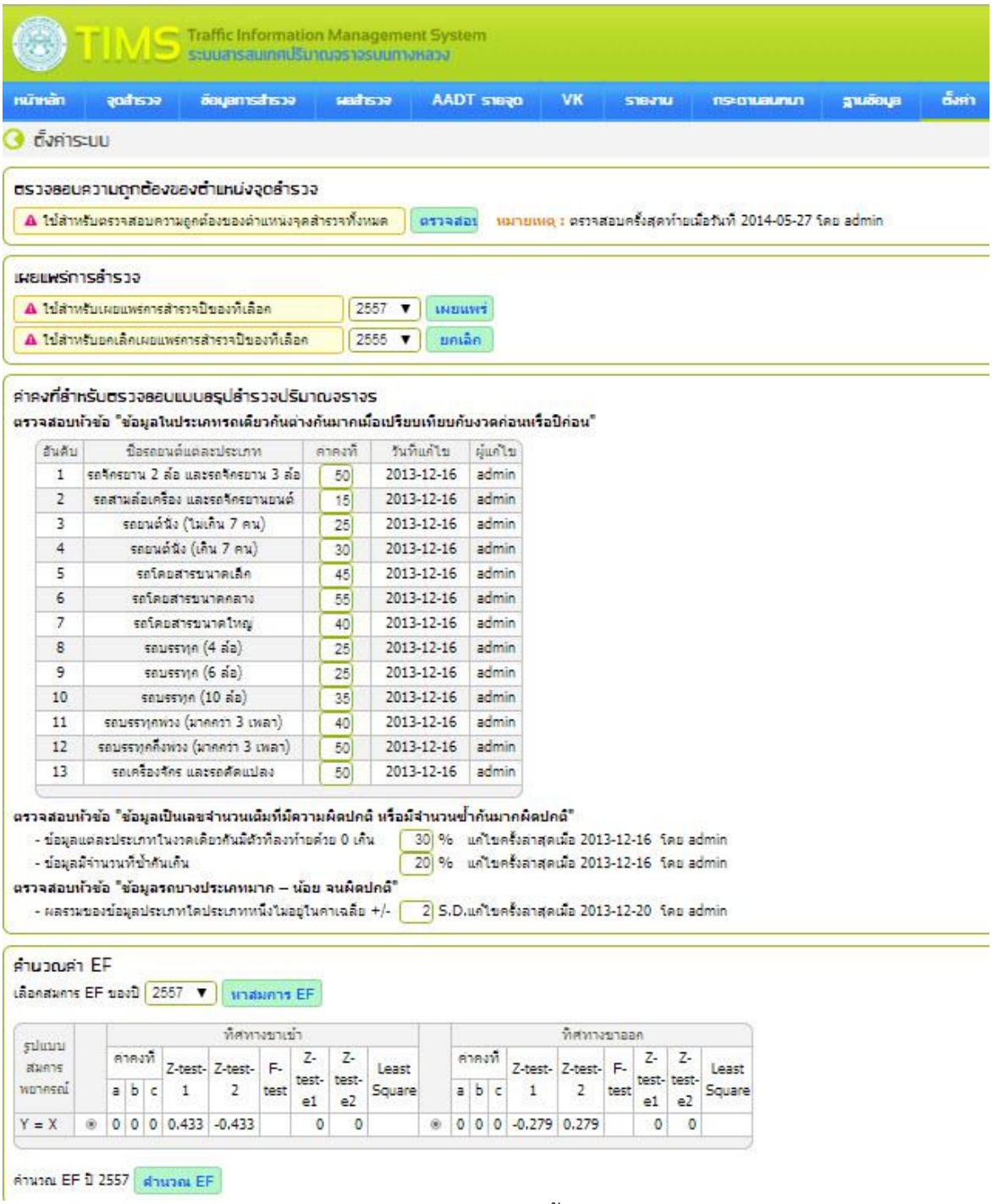
รูปที่ 4-43 หน้ารายงานปริมาณจราจรบนทางหลวง

7) ฐานข้อมูล มีหน้าที่ดึงข้อมูลดิบจากฐานข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวง



รูปที่ 4-44 หน้าฐานข้อมูล

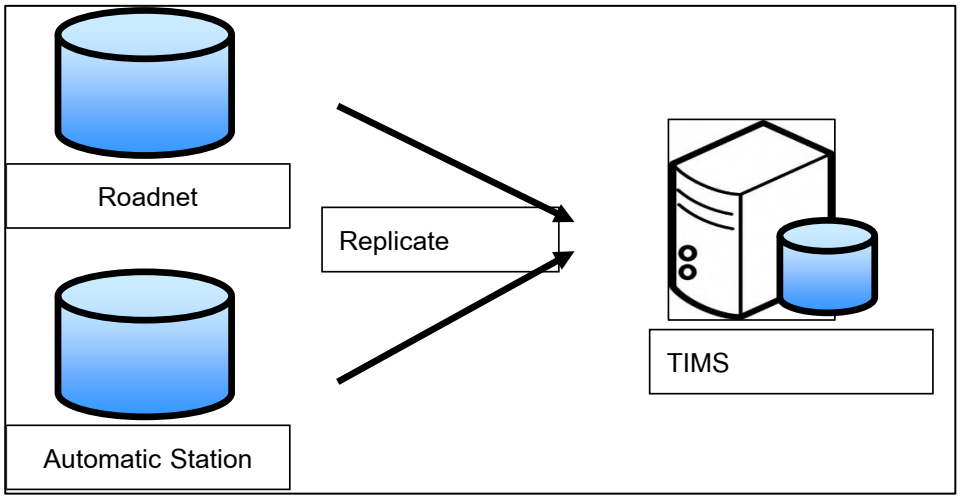
8) ตั้งค่า มีหน้าที่ในการตั้งค่าส่วนต่าง ๆ ของระบบ



รูปที่ 4-45 หน้าตั้งค่า

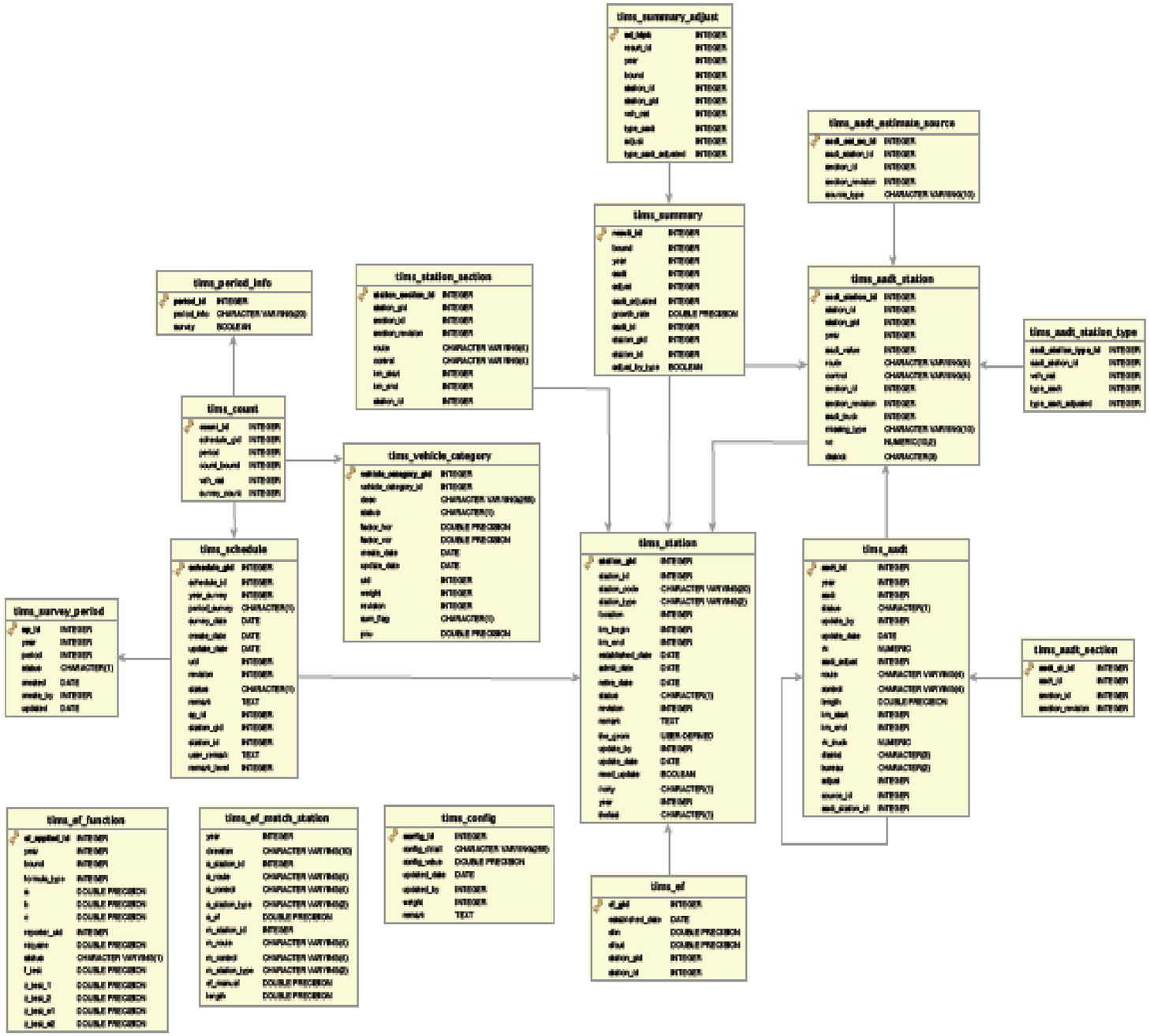
หลักการในการเชื่อมโยง

ภายในฐานข้อมูลประกอบด้วยฐานข้อมูลที่ใช้ในการรองรับ DrupalCMS และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ภายในฐานข้อมูล รวมถึงข้อมูลที่นำเข้ามาจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ข้อมูลจาก Roadnet ซึ่งเป็นฐานข้อมูลของรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับถนน



รูปที่ 4-46 ข้อมูลที่นำเข้าในระบบ TIMS

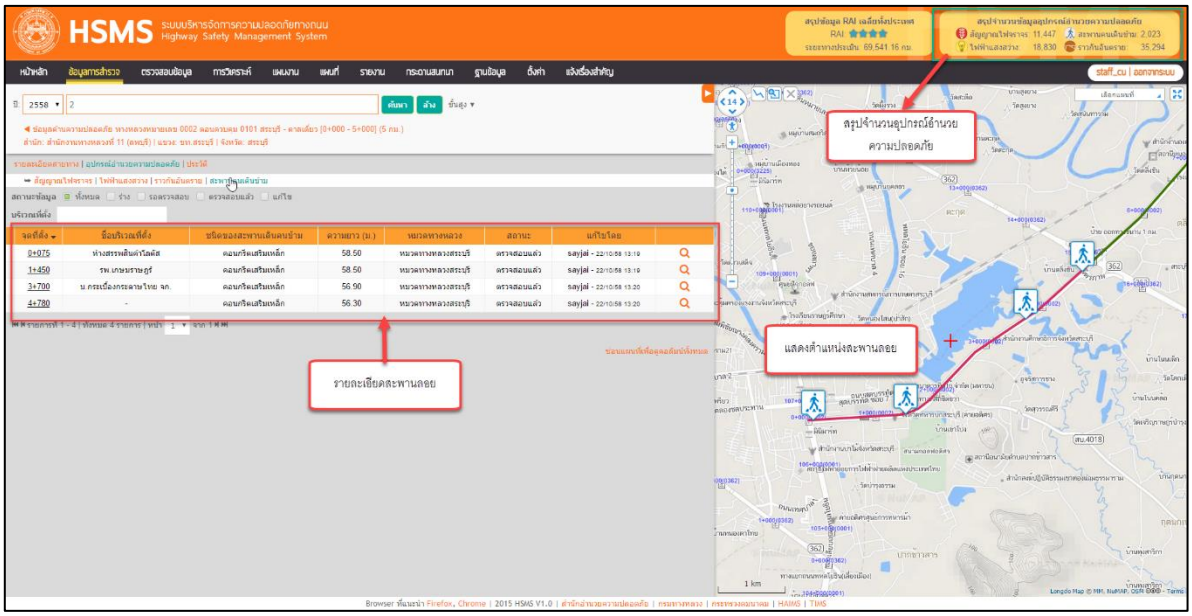
ส่วนข้อมูลรายละเอียดของอุบัติเหตุภายในฐานข้อมูลของ TIMS นั้นถูกออกแบบขึ้นใหม่ โดยข้อมูลทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์โดยสรุป แสดงดังรูปที่ 4-47



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

1.5.6 ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย

ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน หรือ HSMS มีจัดเก็บข้อมูลอุปกรณ์ทางด้านความปลอดภัย ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลสะพานลอยคนข้ามในระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน มีจำนวน 2,023 แห่ง โดยมีรายละเอียดตำแหน่งที่ตั้งว่าอยู่บนบัญชีทางหลวงใด ช่วงกิโลเมตรที่เท่าไหร่ และรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสะพานลอยคนข้าม ข้อมูลสะพานลอยคนข้ามมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4-48 การแสดงผลข้อมูลทรัพย์สินประเภทสะพานลอยคนข้าม
ในระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน

1.5.7 ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย

ระบบ HAIM จากสำนักอำนวยความปลอดภัย โดยระบบ HAIMS จะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนทางหลวงเป็นผู้ดูแล ในตัวระบบเจ้าหน้าที่สามารถบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุ ทั้งการแสดงตำแหน่งการเกิดอุบัติเหตุ และจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต และสามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบรายงาน ทั้งสถิติข้อมูลที่มีการเกิดอุบัติเหตุ รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ในระบบ HAIMS มีดังนี้ มีรายละเอียดดังนี้

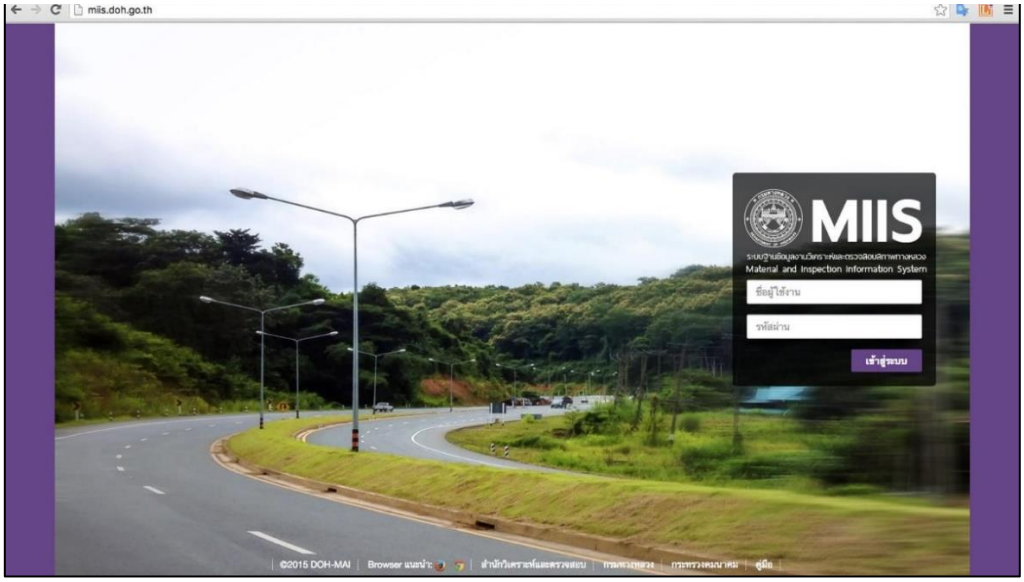
รูปที่ 4-49 แสดงหน้าจอระบบ HAIMS

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

ระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (MIIS : Material and Inspection Information System) เป็นระบบงานที่ให้บริการข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวงของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ โดยมีวัตถุประสงค์ให้บริการข้อมูลแก่ผู้ใช้บริการหน่วยงานภายในกรมทางหลวง สำหรับใช้เป็นข้อมูลในด้านงานวิศวกรรม

ระบบ MIIS ประกอบด้วยข้อมูลงานสำรวจและประเมินสภาพทาง และข้อมูลงานธรณีวิศวกรรม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลงานที่ต้องการ โดยการสืบค้นด้วย Web Service ได้ตลอดเวลาผ่านเครือข่าย Internet ทั้งในส่วนข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และข้อมูลย้อนหลัง นอกจากนี้แล้วระบบยังมีการบูรณาการข้อมูลร่วมกันกับระบบงานของหน่วยงานภายในกรมทางหลวง เช่น สำนักบริหารบำรุงทาง สำนักแผนงาน สำนักอำนวยความปลอดภัย โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลบางส่วนที่ใช้ร่วมกัน เช่น ข้อมูลค่า IRI, ข้อมูลค่า Friction เป็นต้น

ผลลัพธ์จากระบบ MIIS ช่วยให้สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบสามารถบริหารจัดการด้านข้อมูลงานสำรวจและประเมินสภาพทาง และข้อมูลงานธรณีวิศวกรรมที่มีอยู่เป็นจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาระบบงานของสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบกรมทางหลวง ให้เป็นผู้นำในงานวิเคราะห์และตรวจสอบด้านวิศวกรรมงานทางเพื่อพร้อมสำหรับประเทศไทยสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC : Asean Economics Community)

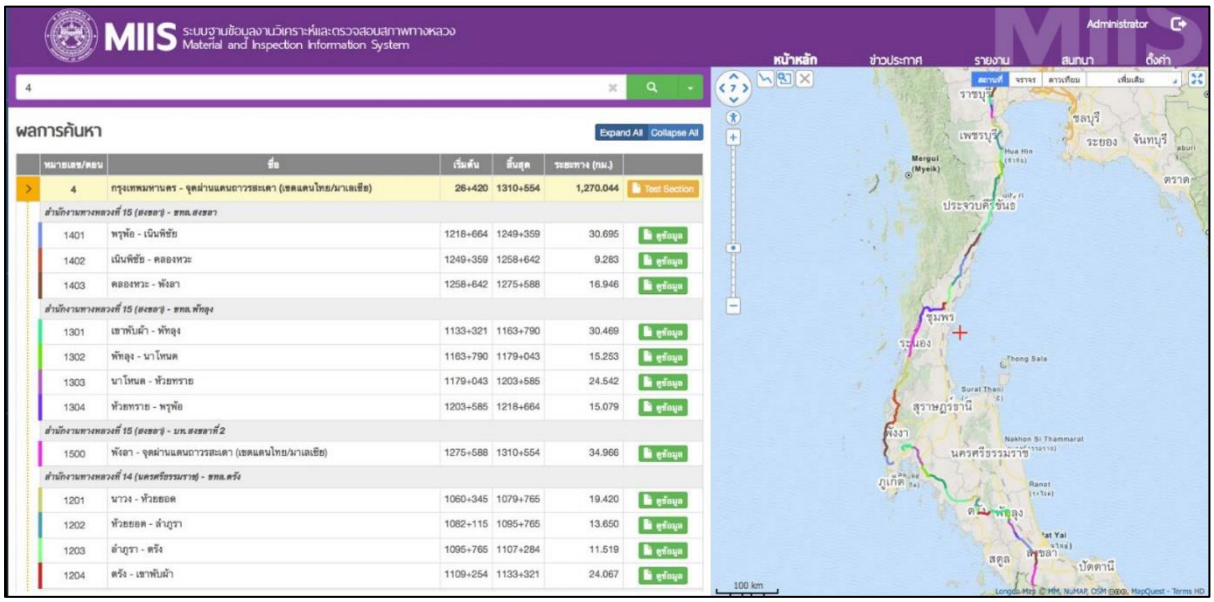


รูปที่ 4-50 หน้าจอระบบ MIIS

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

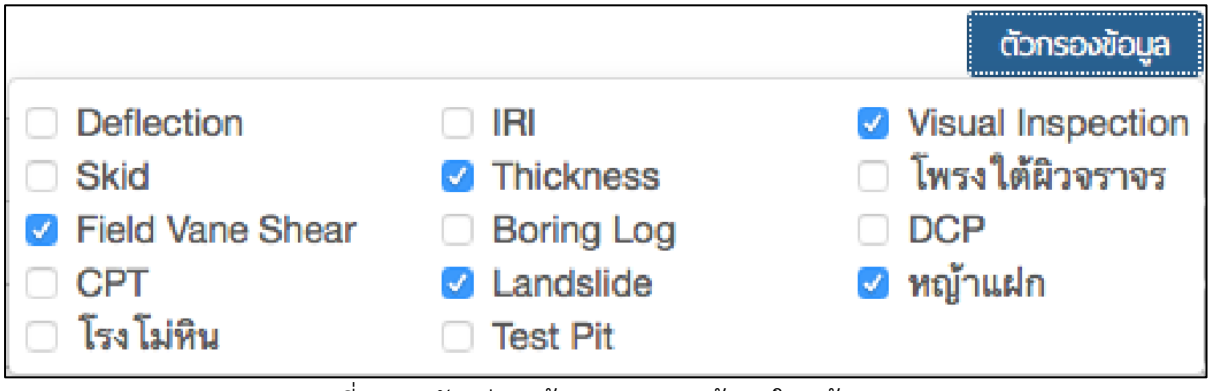
ฐานข้อมูลของ MIIS มีการทำ Database Replication มาจากระบบ HRIS และ Roadnet เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลสายทางและข้อมูลผิวทาง โดยจะเป็นรูปแบบการทำสำเนาเพื่ออ่านอย่างเดียว



รูปที่ 4-51 ตัวอย่างหน้าสรุปข้อมูลการสำรวจในแต่ละตอนควบคุม

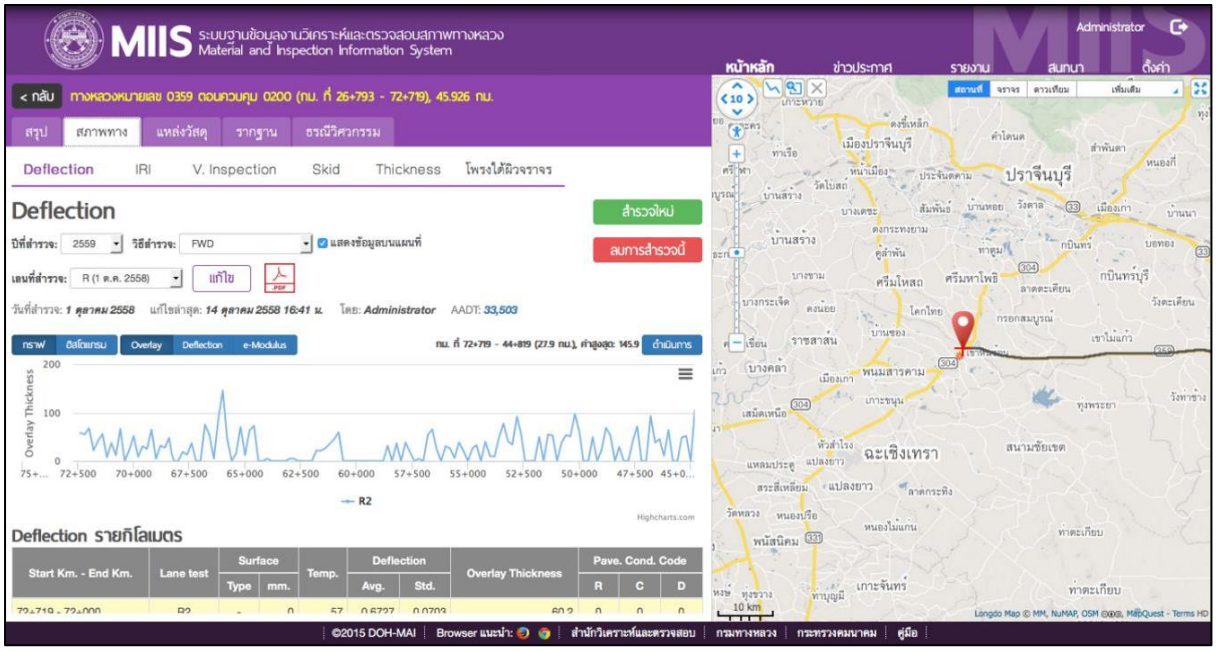
ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม

เพื่อกรองข้อมูลที่แสดงผลในหน้าสรุปได้ ภายหลังกดจะปรากฏ Tab ให้เลือกข้อมูลดัง



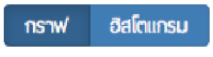
รูปที่ 4-52 ตัวอย่างหน้าจอการกรอกข้อมูลในหน้าสรุป

เมื่อเลือก Tab ข้อมูลสำรวจที่ต้องการแล้ว ระบบจะแสดงรายละเอียดของการสำรวจครั้งล่าสุดเป็นค่าเริ่มต้น ในกรณีที่เคยมีการเก็บข้อมูลการสำรวจครั้งเก่า ๆ เอาไว้ ระบบจะแสดงรายการสำรวจแต่ละครั้งใน Dropdown list



รูปที่ 4-53 ตัวอย่างหน้าจอแสดงค่าการสำรวจ Deflection

ค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบ สภาพทางหลวง รองรับทั้งในส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือ Laser Profilometer และเครื่องมือ Bump Integrator และภาพถ่ายผิวทาง แผนภูมิ และตารางแสดงค่าการสำรวจ โดยมีตัวอย่างแสดงผลข้อมูลการสำรวจ แสดงดังรูปที่ 4-54

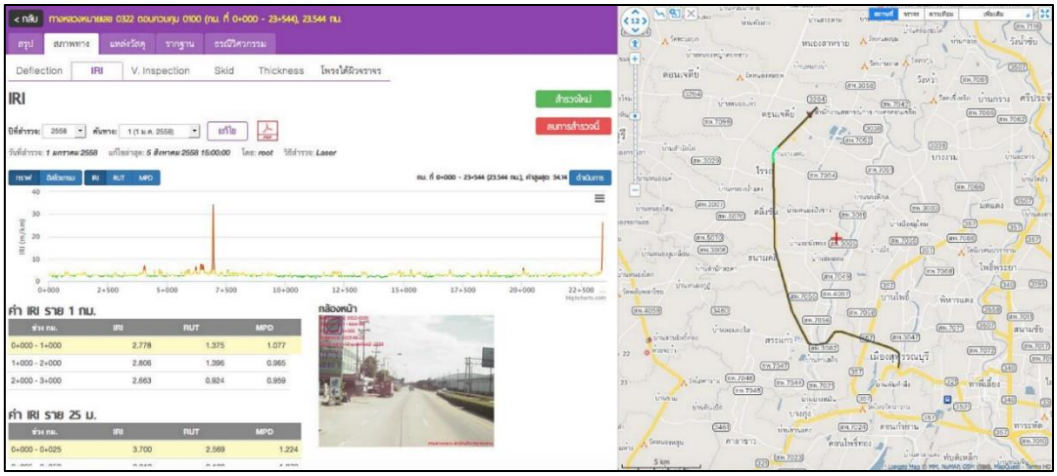
ผู้ใช้งานสามารถกดเลือกการแสดงแผนภูมิได้ โดยกดปุ่ม 

เพื่อให้แสดงแผนภูมิแบบกราฟ หรือแบบฮิสโตแกรม ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4-55 และในการนำเข้าข้อมูล กรณีที่มีค่าความลึกร่องล้อ (RUT) และค่า MPD เพิ่มเติมจากค่า IRI โดยการกดปุ่ม ภายหลังกดแล้วระบบจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลไป สำหรับการค้นหาเพิ่มเติม ผู้ใช้งานสามารถค้นหาได้

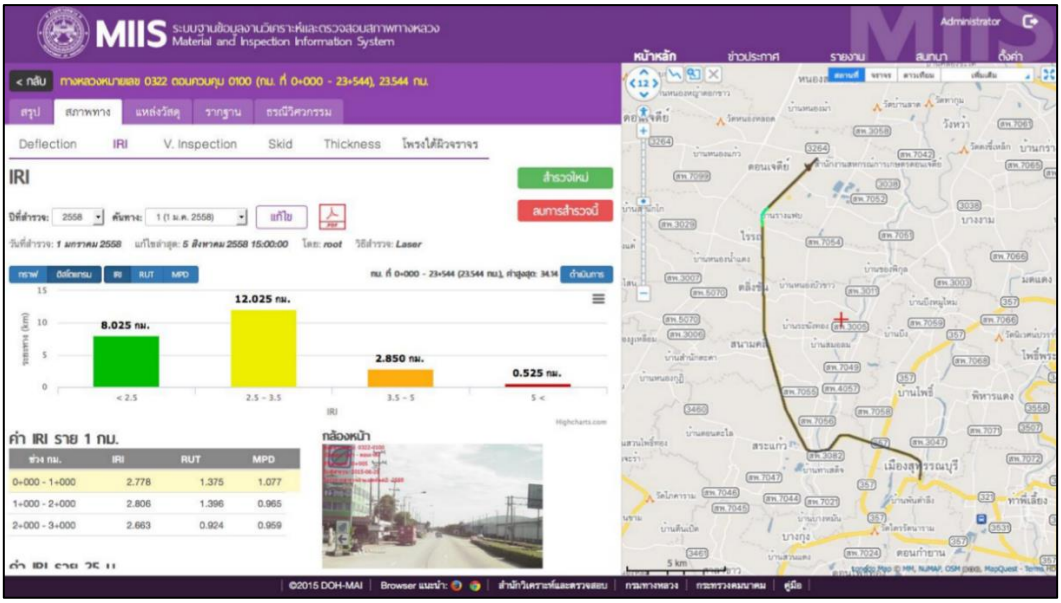
แสดงดังรูปที่ 4-56

สำหรับตารางแสดงค่า IRI ระบบจะสรุปให้ทุก ๆ ในช่วง 1 กิโลเมตร โดยผู้ใช้งานสามารถกดในช่วงนั้นเพื่อให้ระบบแสดงค่าในทุก ๆ 25 เมตรได้ ตัวอย่างหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4-57

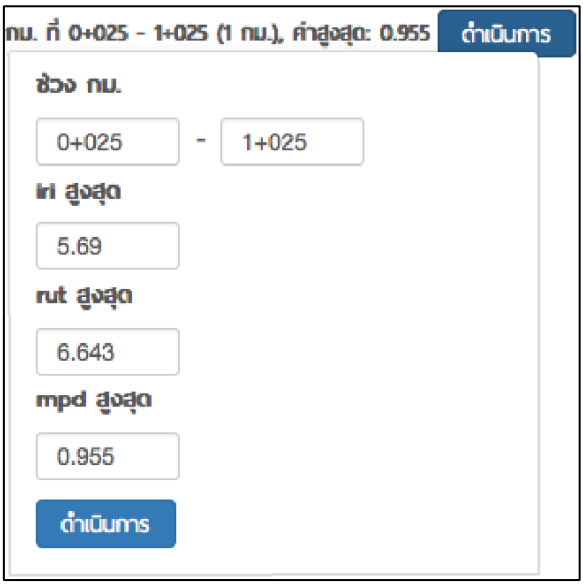
นอกเหนือจากนั้น ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม เพื่อส่งออกข้อมูลใน หน้าจอดังกล่าวได้



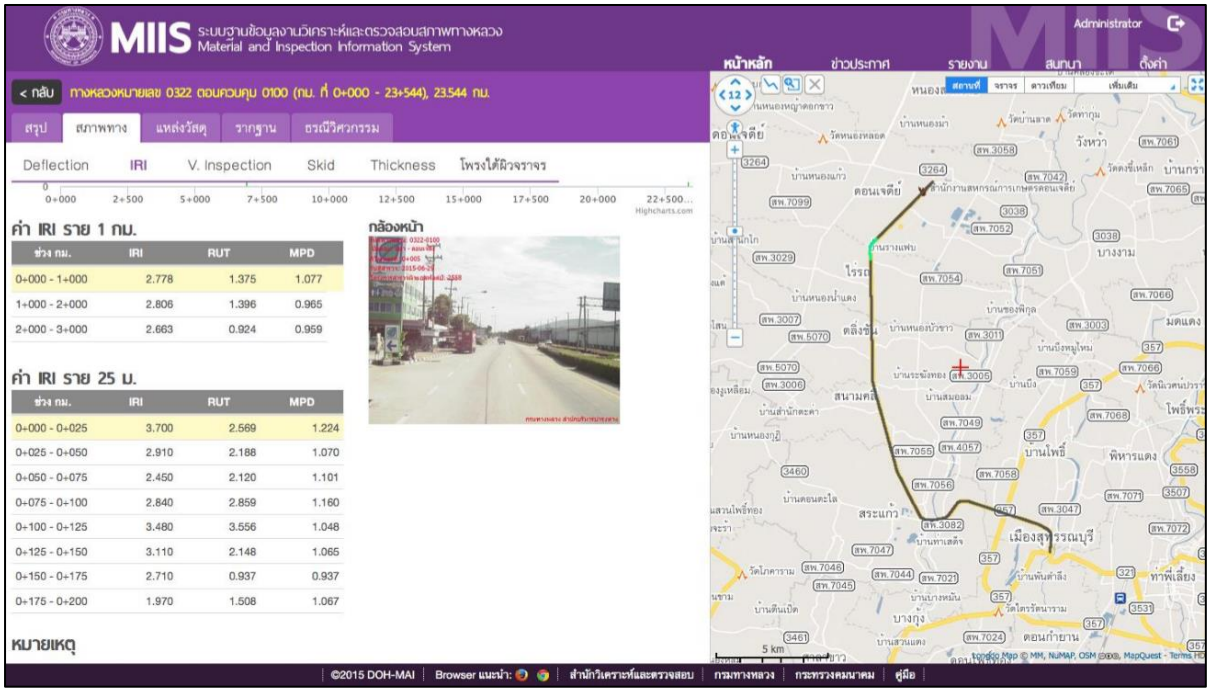
รูปที่ 4-54 ตัวอย่างแสดงหน้าจอแสดงค่า IRI



รูปที่ 4-55 ตัวอย่างหน้าแสดงกราฟแบบฮิสโตแกรม



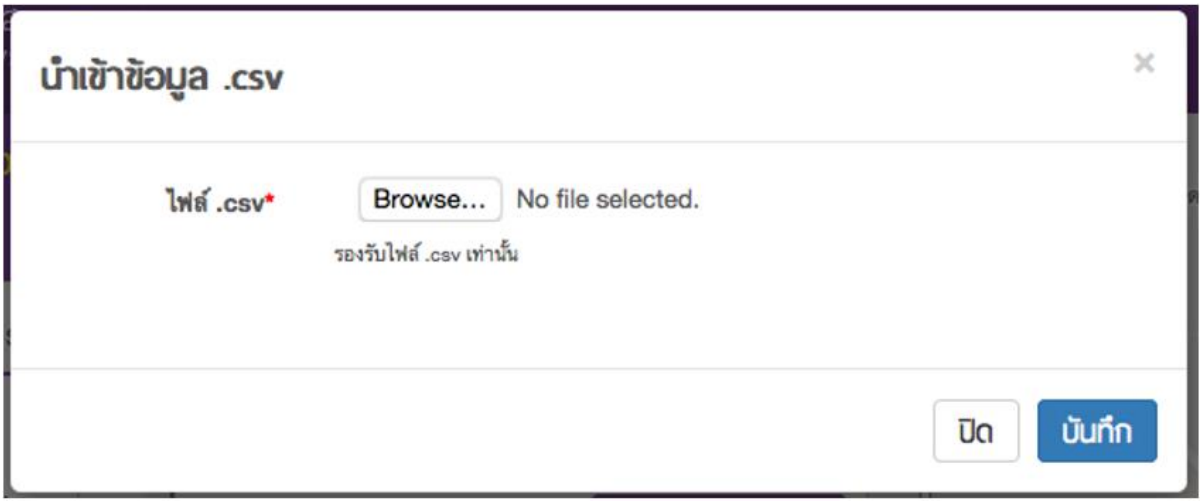
รูปที่ 4-56 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับค้นหาช่วง กม. ที่สนใจ



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

สำหรับหน้าจอในการนำเข้าข้อมูลหรือแก้ไขข้อมูล IRI นั้น ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม แก้ไข สำหรับเข้าไปแก้ไขข้อมูลที่มีอยู่เดิมในระบบ และกดปุ่ม สำรวจใหม่ สำหรับนำเข้าข้อมูลสำรวจใหม่ ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการนำเข้าข้อมูลและการแก้ไขข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4-58 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม +เพิ่มไฟล์ สำหรับนำเข้าข้อมูลสำรวจ ซึ่งจะปรากฏหน้าจอให้นำเข้าข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4-59 และกดปุ่ม ดาวน์โหลด Template เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ Template ซึ่งเป็นไฟล์ .csv เพื่อใช้ในการกรอกข้อมูลได้ ตัวอย่างไฟล์ Template แสดงดังรูปที่ 4-60

รูปที่ 4-58 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับนำเข้าข้อมูล IRI



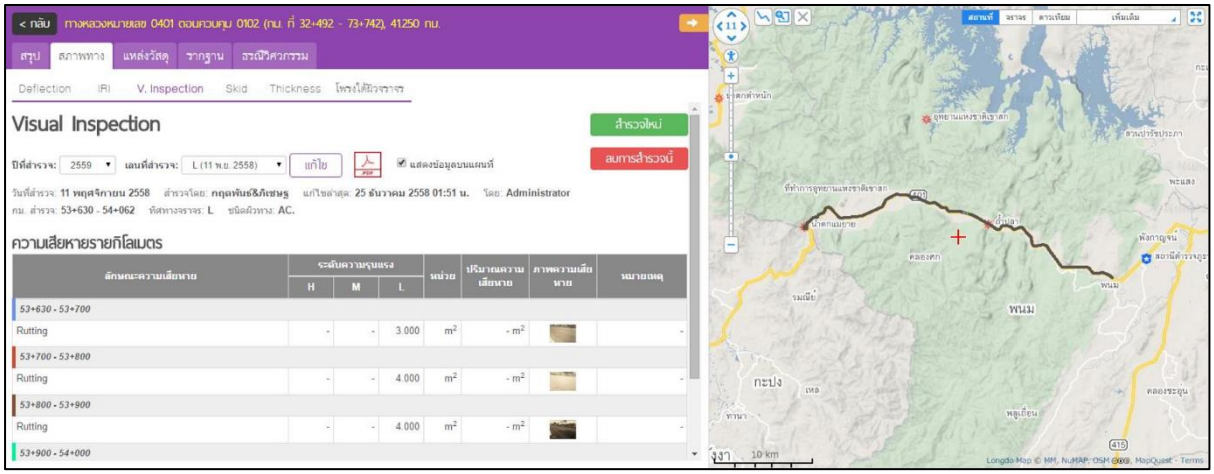
รูปที่ 4-59 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับนำเข้าไฟล์ .csv สำหรับข้อมูล IRI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	road_id	road_revisi	section_id	section_re	section_pa	road_code	section_co	km_start	km_end	iri	rut	mpd	image_url
2	4225	1	5472	1	5472	3	101	16389	16400				
3	4225	1	5472	1	5472	3	101	16400	16425				
4	4225	1	5472	1	5472	3	101	16425	16450				
5	4225	1	5472	1	5472	3	101	16450	16475				
6	4225	1	5472	1	5472	3	101	16475	16500				
7	4225	1	5472	1	5472	3	101	16500	16525				
8	4225	1	5472	1	5472	3	101	16525	16550				
9	4225	1	5472	1	5472	3	101	16550	16575				
10	4225	1	5472	1	5472	3	101	16575	16600				
11	4225	1	5472	1	5472	3	101	16600	16625				
12	4225	1	5472	1	5472	3	101	16625	16650				
13	4225	1	5472	1	5472	3	101	16650	16675				
14	4225	1	5472	1	5472	3	101	16675	16700				
15	4225	1	5472	1	5472	3	101	16700	16725				
16	4225	1	5472	1	5472	3	101	16725	16750				
17	4225	1	5472	1	5472	3	101	16750	16775				
18	4225	1	5472	1	5472	3	101	16775	16800				
19	4225	1	5472	1	5472	3	101	16800	16825				
20	4225	1	5472	1	5472	3	101	16825	16850				
21	4225	1	5472	1	5472	3	101	16850	16875				
22	4225	1	5472	1	5472	3	101	16875	16900				
23	4225	1	5472	1	5472	3	101	16900	16925				
24	4225	1	5472	1	5472	3	101	16925	16950				
25	4225	1	5472	1	5472	3	101	16950	16975				
26	4225	1	5472	1	5472	3	101	16975	17000				
27	4225	1	5472	1	5472	3	101	17000	17025				
28	4225	1	5472	1	5472	3	101	17025	17050				
29	4225	1	5472	1	5472	3	101	17050	17075				
30	4225	1	5472	1	5472	3	101	17075	17100				
31	4225	1	5472	1	5472	3	101	17100	17125				
32	4225	1	5472	1	5472	3	101	17125	17150				

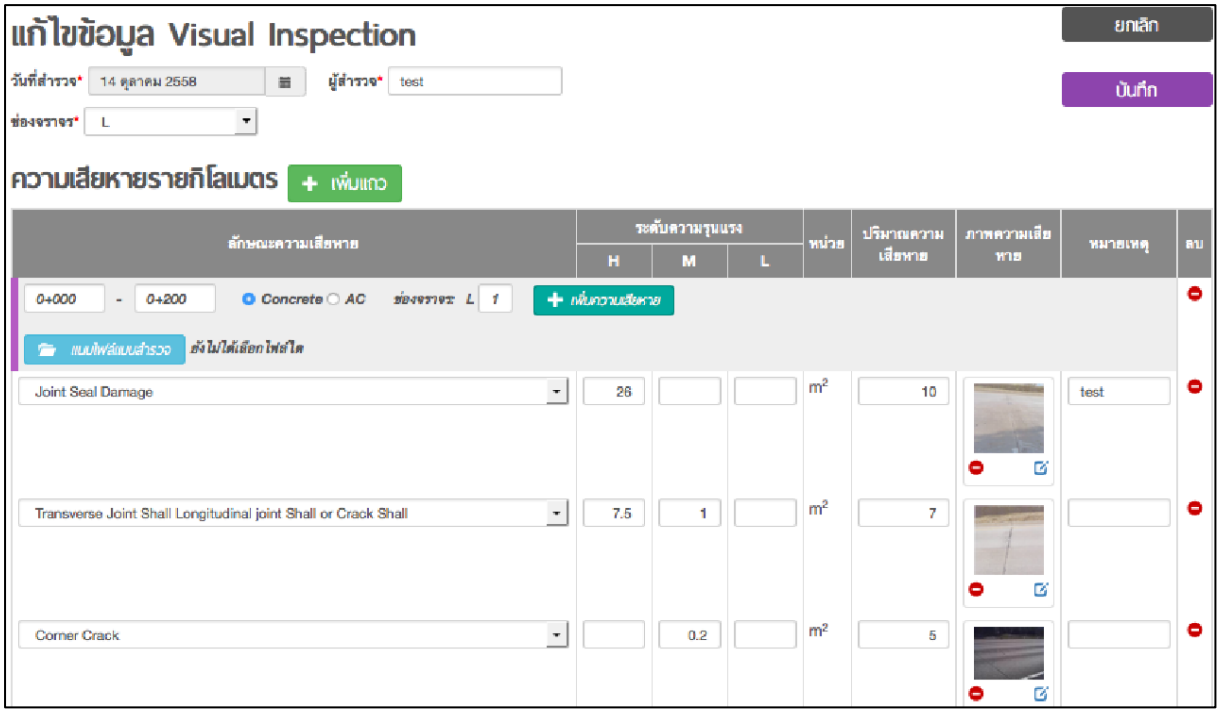
_20151021iri

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

ข้อมูล Visual Inspection ภายในระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง ซึ่งจะแสดงผลสรุปข้อมูลความเสียหายรายกิโลเมตร โดยมีตัวอย่างแสดงผลข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4-61 นอกเหนือจากนั้น ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม เพื่อส่งออกข้อมูลในหน้าจอดังกล่าวได้ การนำเข้าข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลโดยมีตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4-62



รูปที่ 4-61 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงผลข้อมูล Visual Inspection



รูปที่ 4-62 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับใช้ในการนำเข้าข้อมูล Visual Inspection

พจนานุกรมของระบบฐานข้อมูลวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง

ตารางที่ 4-3 ตาราง s_iri_km (ข้อมูลสำรวจ IRI ทุก ๆ 1 กิโลเมตร ของระบบ MIIS)

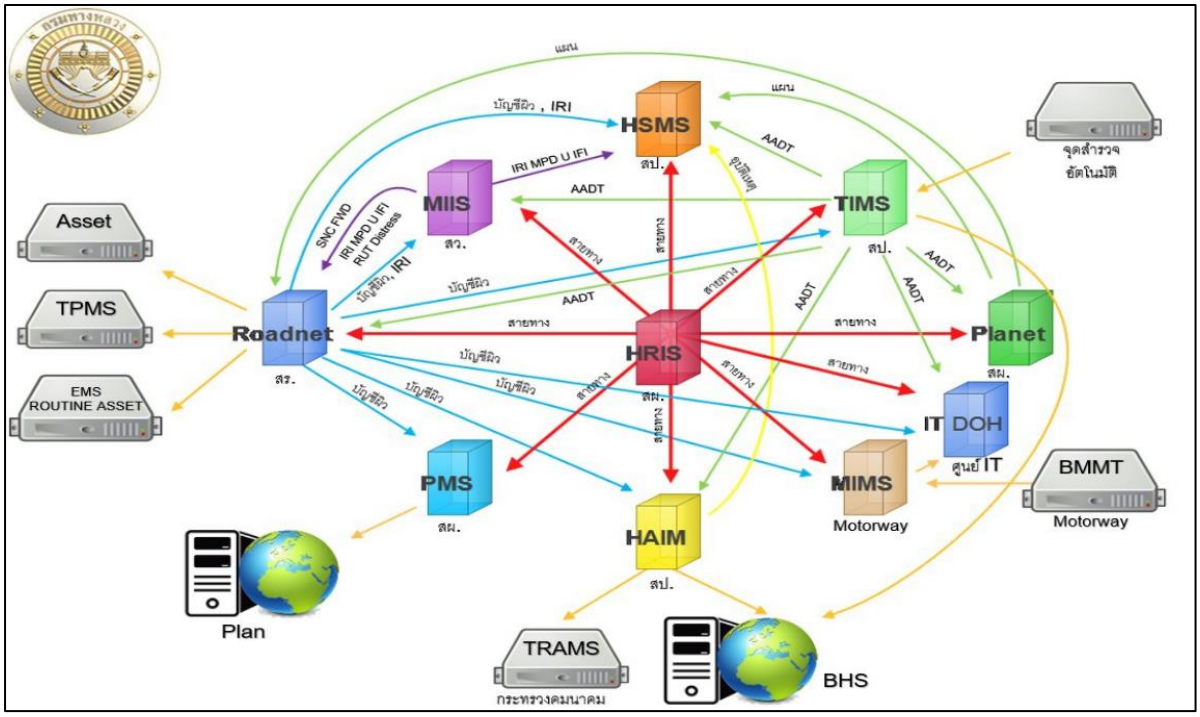
Attribute Name	Data Type	Description
id	int	คีย์หลัก
s_iri_id	int	รหัสเรคอร์ดข้อมูล IRI (อ้างอิงตาราง s_iri)
lane_code	int	รหัสคันทาง
km_start	double precision	กม. เริ่มต้น (เมตร)
km_end	double precision	กม. สิ้นสุด (เมตร)
iri	double precision	ค่า IRI
rut	double precision	ค่า Rutting
mpd	double precision	ค่า MPD
the_geom	geometry	พิกัดภูมิศาสตร์

ตารางที่ 4-4 ตาราง s_iri_m (ข้อมูลสำรวจ IRI ทุก ๆ 25 เมตร ของระบบ MIIS)

Attribute Name	Data Type	Description
id	int	คีย์หลัก
s_iri_km_id	int	รหัสเรคอร์ดข้อมูล IRI ราย กม. (อ้างอิงตาราง s_iri_km)
km_start	double precision	กม. เริ่มต้น (เมตร)
km_end	double precision	กม. สิ้นสุด (เมตร)
iri	double precision	ค่า IRI
rut	double precision	ค่า Rutting
mpd	double precision	ค่า MPD
the_geom	geometry	พิกัดภูมิศาสตร์
filename_img_front	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ภาพกล้องหน้า
filename_img_back1	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ภาพกล้องหลัง 1
filename_img_back2	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ภาพกล้องกลัง 2
img_latitude	double precision	พิกัดละติจูดของภาพถ่าย
img_longitude	double precision	พิกัดลองจิจูดของภาพถ่าย
ref_iri_remark_id	intege	รหัสหมายเหตุ (อ้างอิงตาราง ref_iri_remark)

ตารางที่ 4-5 ตาราง s_iri (ข้อมูลสำรวจ IRI ของระบบ MIIS)

Attribute Name	Data type	Description
id	int	คีย์หลัก
id_parent	int	คีย์หลักที่ revision = 0
revision	int	ลำดับการแก้ไขข้อมูล
section_part_id	int	คีย์หลัก Section part
section_revision	int	ลำดับการแก้ไข section
surveyed_date	timestamp without timezone	วันที่สำรวจ
km_start	double precision	กม. เริ่มต้น (เมตร)
km_end	double precision	กม. สิ้นสุด (เมตร)
length	double precision	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)
budget_year	int	ปีงบประมาณ
filename_input	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ที่นำเข้าข้อมูล IRI
filename_view_asset	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ Asset View Video
filename_view_pavement	character varying	ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ Pavement View Video
updated_by	character varying	ชื่อผู้ปรับปรุงข้อมูล
updated_date	timestamp without timezone	วันที่ปรับปรุงข้อมูล
status	character (1)	สถานะข้อมูล (A = Active, T = Temporary, I = Inactive)
is_testsection	boolean	เป็นการสำรวจ Test section หรือไม่
road_id	int	คีย์หลักทางหลวง
road_revision	int	ลำดับการแก้ไขทางหลวง
is_laser	boolean	laser/ bump
iri_avg	double precision	iri เฉลี่ยของคันทาง
remark	text	หมายเหตุ
ref_lane_id	int	รหัสคันทาง (อ้างอิงตาราง ref_lene)

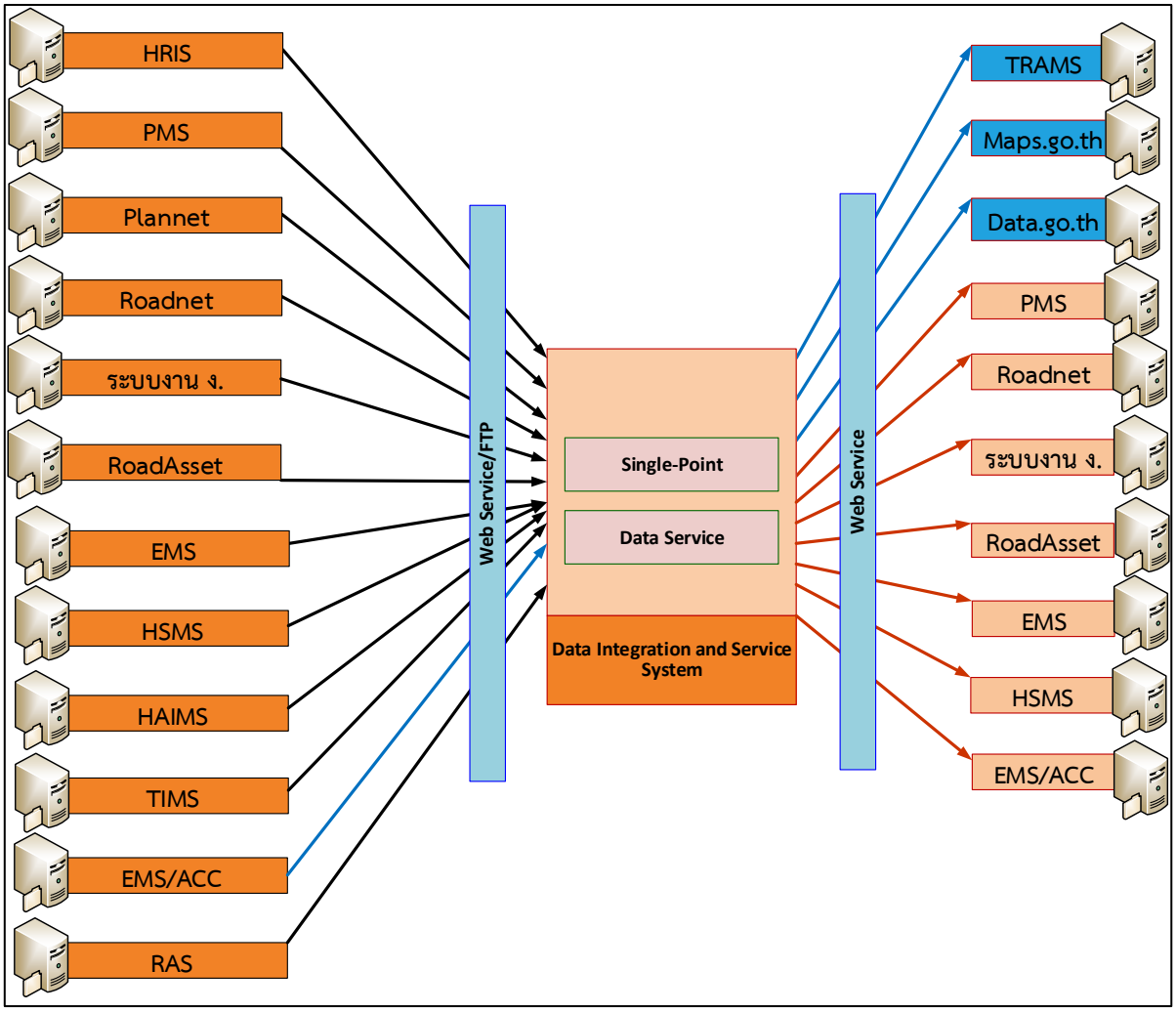


รูปที่ 4-63 แผนภาพการเชื่อมโยงระบบ (System Diagram)

1.5.9 ระบบบูรณาการข้อมูลกรมทางหลวง ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมทางหลวง

การจัดทำมาตรฐานข้อมูล และการบูรณาการข้อมูล จะทำให้การพัฒนาระบบสารสนเทศมีรูปแบบข้อมูลที่ใช้เป็นมาตรฐาน ทำให้ง่ายต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองคกร และยังสามารถรองรับนโยบายด้านการบูรณาการข้อมูลภาครัฐที่ให้ทุกหน่วยงานบูรณาการใช้ประโยชน์จากข้อมูลร่วมกัน เพื่อรองรับแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในยุทธศาสตร์ที่ 4 ปรับเปลี่ยนภาครัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล ในการให้บริการและบูรณาการข้อมูลเพื่อการทำงานร่วมกันด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศได้ และการบริหารจัดการระบบสารสนเทศของกรมทางหลวงมีความเป็นเอกภาพสามารถใช้งานร่วมกันและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างกันได้

การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศของกรมทางหลวงนั้น จำเป็นต้องมีมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าวเพื่อการนำไปใช้งานหรือส่งต่อไปยังระบบสารสนเทศอื่นภายในหน่วยงานของกรมทางหลวง ได้อย่างสะดวก มีประสิทธิภาพ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลได้เนื่องจากมีการจัดเก็บและส่งต่อข้อมูลในรูปแบบเดียวกันทั้งระบบ มาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าวสามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มหลัก คือ มาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศภายในกรมทางหลวง และมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศของกรมทางหลวงกับหน่วยงานภายนอกกรมทางหลวง



รูปที่ 4-64 ภาพรวมการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศของกรมทางหลวงกับระบบบูรณาการข้อมูล

รูปที่ 4-65 หน้าจอเข้าใช้งานระบบ

งานที่ 2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

2.1 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) เพื่อให้บริการข้อมูล ระหว่างระบบสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกองค์กรที่เหมาะสม 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 เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ XML เว็บเซอร์วิสมีอินเทอร์เฟส ที่ใช้อธิบายรูปแบบข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ ลักษณะการให้บริการของ Web Services นั้น จะถูกเรียกใช้งานจาก 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

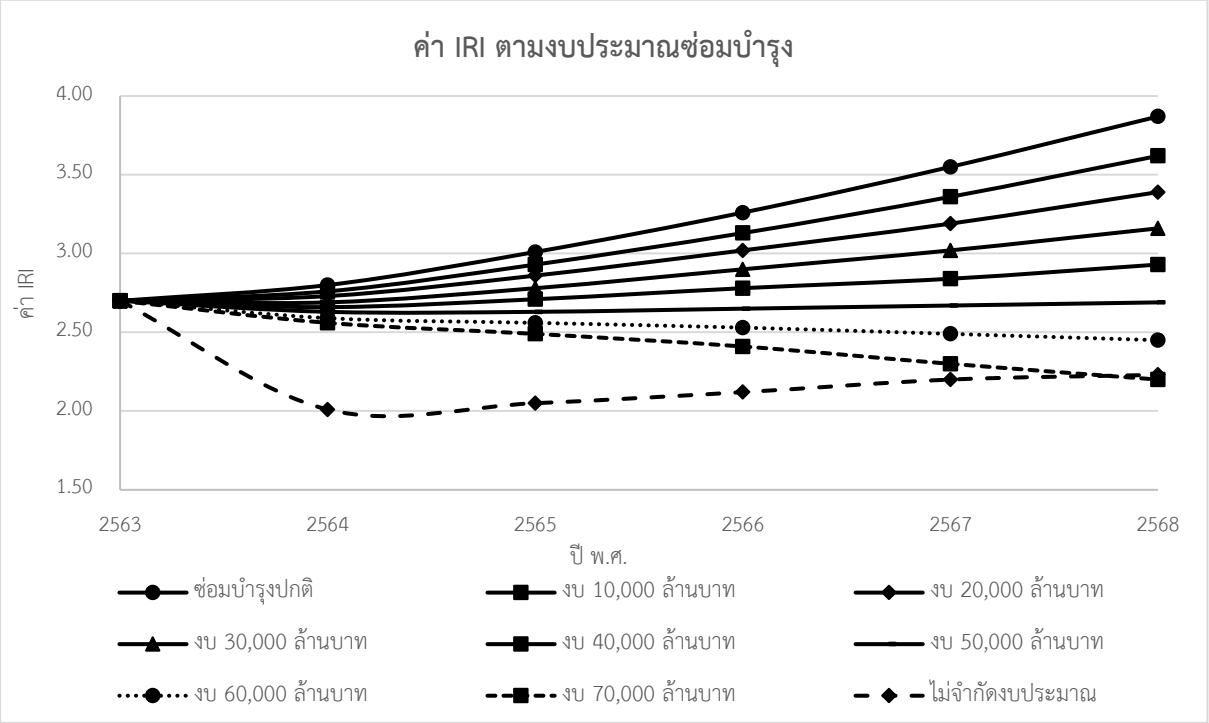
(2) SOAP (Simple Object Access Protocol) เป็นมาตรฐานของเทคโนโลยี Distributed Objects โดยทำหน้าที่ส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบของ XML ทำให้เรียกใช้งานโปรแกรมข้ามระบบผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

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

สำหรับแนวทางการออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ที่ปรึกษาได้ศึกแนวคิดการวิเคราะห์การบริหารข้อมูลด้านงานทาง ร่วมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลการบำรุงรักษาทาง ให้สอดคล้องกับเป้าหมายตามความต้องการของหน่วยงาน ทั้งการวิเคราะห์รูปแบบการวิเคราะห์ประจำปี และการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ได้ รวมไปถึงแนวทางการกำหนดวิธีการซ่อมบำรุง ตลอดจนศึกษาแนวทางในการวิเคราะห์การบริหารจัดการทางด้านผิวทาง เพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) และยกระดับมาตรฐานการให้บริการให้สอดคล้องกับเป้าหมายตามความต้องการของสำนักงานบำรุงทาง กรมทางหลวง ประกอบไปด้วย 1.การวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ และ 2.การวิเคราะห์ประจำปี รวมไปถึงแนวทางการกำหนดวิธีการซ่อมบำรุง เช่น งานฉาบผิว (Slurry Seal), งานไสและปูกลับ (Wearing Replacement), งานเสริมผิว, งานบูรณะทางผิว เป็นต้น

2.1.1 การวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์

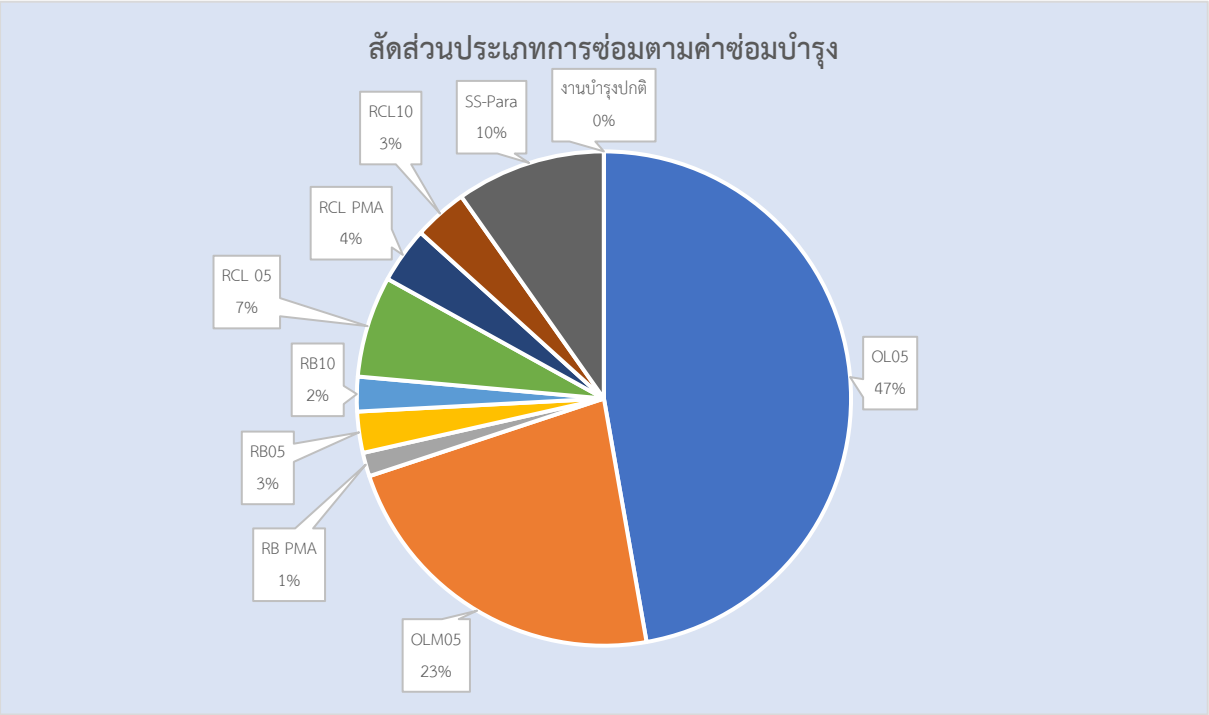
ที่ปรึกษาแปลผลข้อมูลและนำไปใช้ในการจัดทำแผนงานบำรุงรักษา ซึ่งเหมาะสมทั้งทางด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์และจัดทำรายงานการจัดสรรงบประมาณบำรุงทางในระยะยาวเพื่อใช้ในการวางแผนระยะเวลา 1-5 ปี สำหรับแผนงานกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวงเชิงกลยุทธ์หรือแผนงานระยะยาว จะใช้ Optimization Model รวมกับแบบจำลองการเสื่อมสภาพ และแบบจำลองหลังการซ่อม เพื่อวิเคราะห์งบประมาณ (Budget) ค่าซ่อมบำรุง (Maintenance Cost) และค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง (Road User Cost) กรณีซ่อมบำรุงปกติและกรณีที่ซ่อมบำรุงด้วยวิธีอื่น ๆ ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงด้วยวิธี Optimization



รูปที่ 4-66 ตัวอย่างกราฟแสดงค่า IRI ของแผนงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปี

2.1.2 การวิเคราะห์ประจำปี

ที่ปรึกษาจะดำเนินพัฒนาระบบให้สามารถวิเคราะห์ผลข้อมูล เพื่อจัดทำรายงาน สภาพโครงข่ายทางหลวง วิธีซ่อมบำรุงผิวทางลาดยางและคอนกรีต จากข้อมูลการสำรวจในโครงการนี้พร้อมจัดทำแผนงานบำรุงทางประจำปี (แบบไม่จำกัดงบประมาณ) โดยจัดทำรายงานสรุปผลการวิเคราะห์แสดงผลในมิติที่หลากหลาย เช่น จำแนกตามเกณฑ์ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) หรือจำแนกตามประเภทการซ่อมบำรุง เป็นต้น โดยแสดงดังรูปที่ 4-67 เป็นตัวอย่างแผนภูมิวงกลมที่แสดงสัดส่วนของงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงจำแนกตามประเภทการซ่อม และตารางที่ 4-6 เป็นตารางแสดงปริมาณงานและค่าซ่อมบำรุงจำแนกตามประเภทการซ่อม



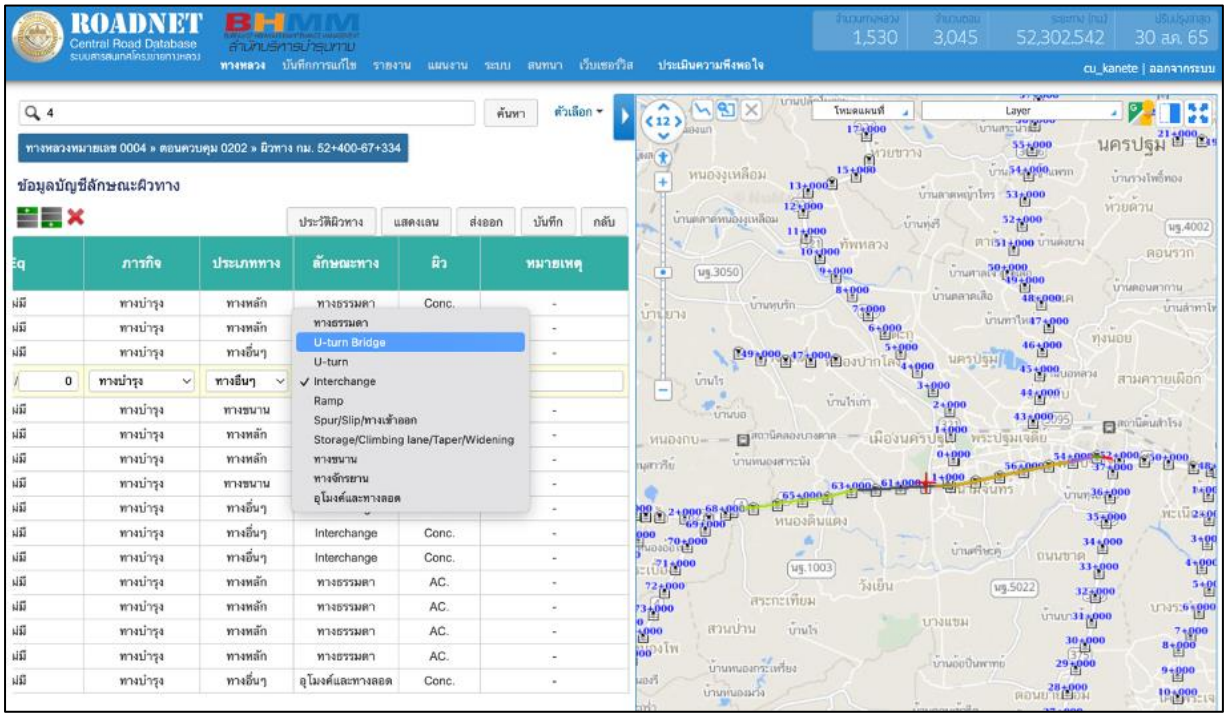
รูปที่ 4-67 ตัวอย่างแสดงสัดส่วนประเภทการซ่อมบำรุง

ตารางที่ 4-6 ตัวอย่างค่าซ่อมบำรุงผิวทางจำแนกตามประเภทการซ่อมบำรุง

ประเภทการซ่อม	ปริมาณงาน (ตร.ม.)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)
งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร (OL05)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
ปรับระดับผิวเดิมและปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (OLM05)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RBPMA)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RB05)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ และปูผิวใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RB10)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร (RCL05)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่แบบผสมยางธรรมชาติ (RCLPMA)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
การหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิม และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร (RCL10)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
งานฉาบผิว (SS-Para)	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
งานบำรุงปกติ	XX,XXX	X,XXX,XXX.00
รวม	**XXX,XXX**	**XX,XXX,XXX,XXX.00**

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

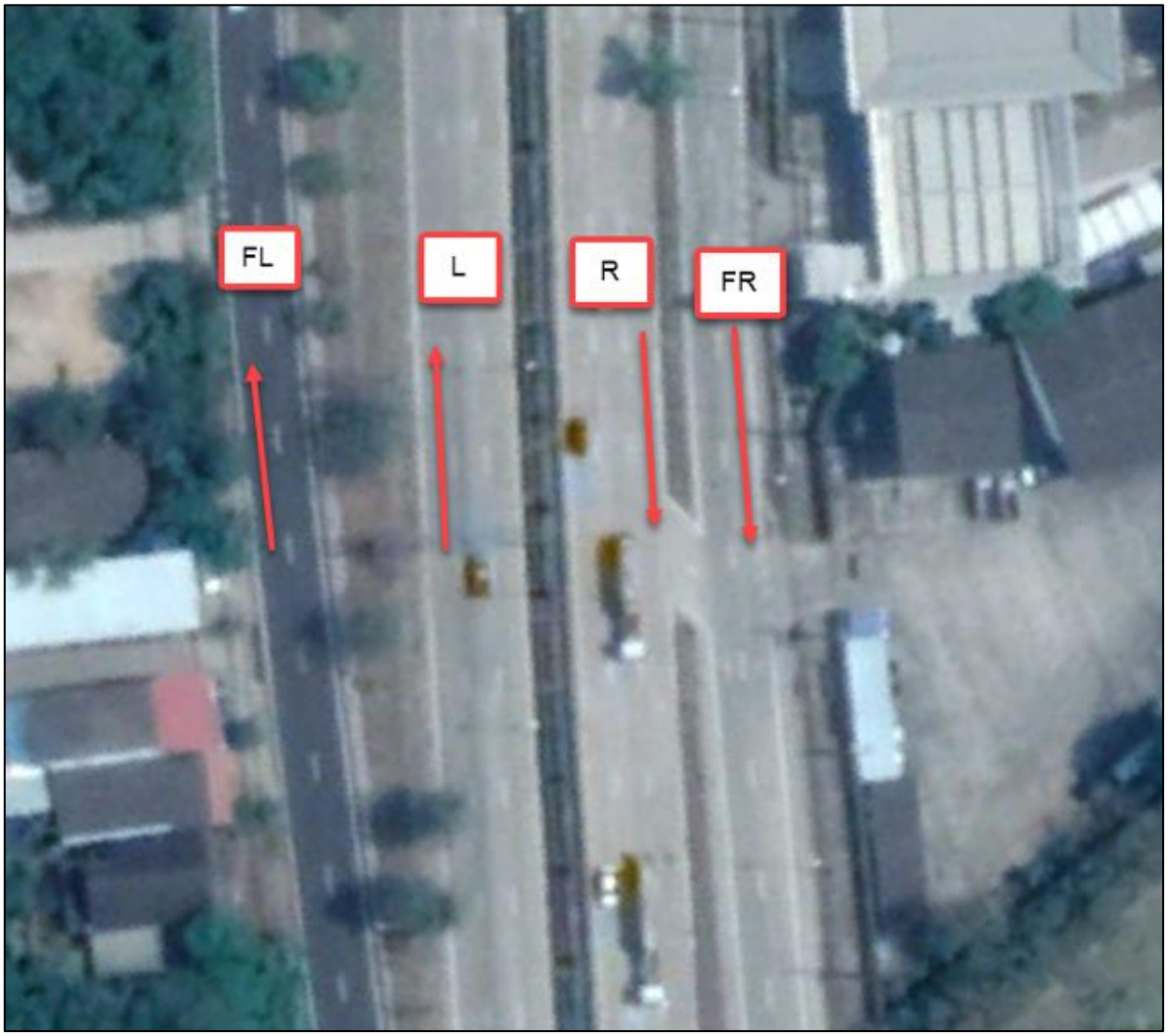
การแสดงผลข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ซึ่งเป็นข้อมูลลักษณะทางกายภาพของสายทาง ที่สามารถแสดงผลผ่านระบบ Roadnet ได้ในปัจจุบัน แต่ด้วยการใช้งานที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลประเภททางที่มากขึ้น รวมทั้งการเก็บข้อมูลให้มีความละเอียดขึ้น เพื่อนำไปพัฒนากระบวนการวางแผนบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงได้อย่างครอบคลุม รวมทั้งรูปแบบการเก็บข้อมูลยังไม่มีแบบแผนที่ชัดเจน เพื่อให้แต่ละหน่วยงานตามแขวงทางหลวงได้จัดเก็บข้อมูลได้ตรงกัน และมีรูปแบบที่จัดเจน จึงเป็นเหตุให้ต้องรับความต้องการใช้งานผ่านระบบ Roadnet



รูปที่ 4-68 แสดงผลข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางบนระบบ Roadnet

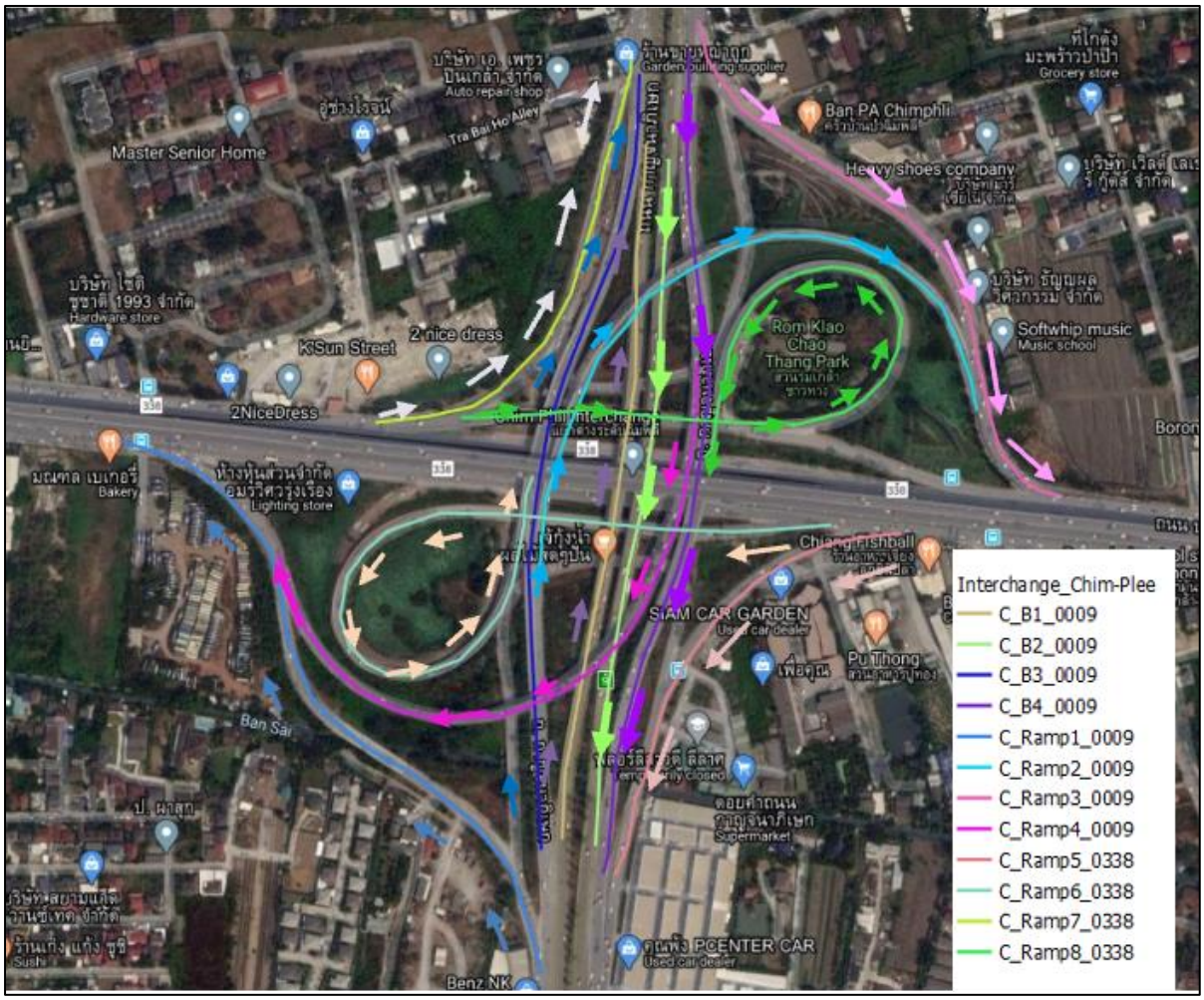
รวมทั้งวิเคราะห์การใช้งานทางฝั่งเจ้าหน้าถึงความเหมาะสมต่อการใช้งานลดการจัดเก็บข้อมูลให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานแยกประเภทผิวทางเป็นหลักเพื่อให้การส่งออกข้อมูลมีความถูกต้องสามารถนำไปดำเนินการวางแผนการสำรวจข้อมูลแต่ละประเภทผิวทางได้โดยง่ายส่วนข้อมูลภายในที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจจะศึกษารายละเอียดของแต่ละตัวข้อมูลเพื่อทำวิเคราะห์ความเหมาะสมในการจัดเก็บและนำไปสู่การออกแบบให้สอดคล้องและสามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนั้นผลของการออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลจะต้องไม่กระทบต่อการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังระบบอื่น ๆ ที่ได้มีการบูรณาการร่วมกัน

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



รูปที่ 4-69 แสดงภาพมุมสูงการวิ่งจราจรช่องซ้ายสุดทั้งทางหลักและทางขนาน

รูปที่ 4-70 แสดงจุดเริ่มต้นการวิ่งสำรวจ U – turn



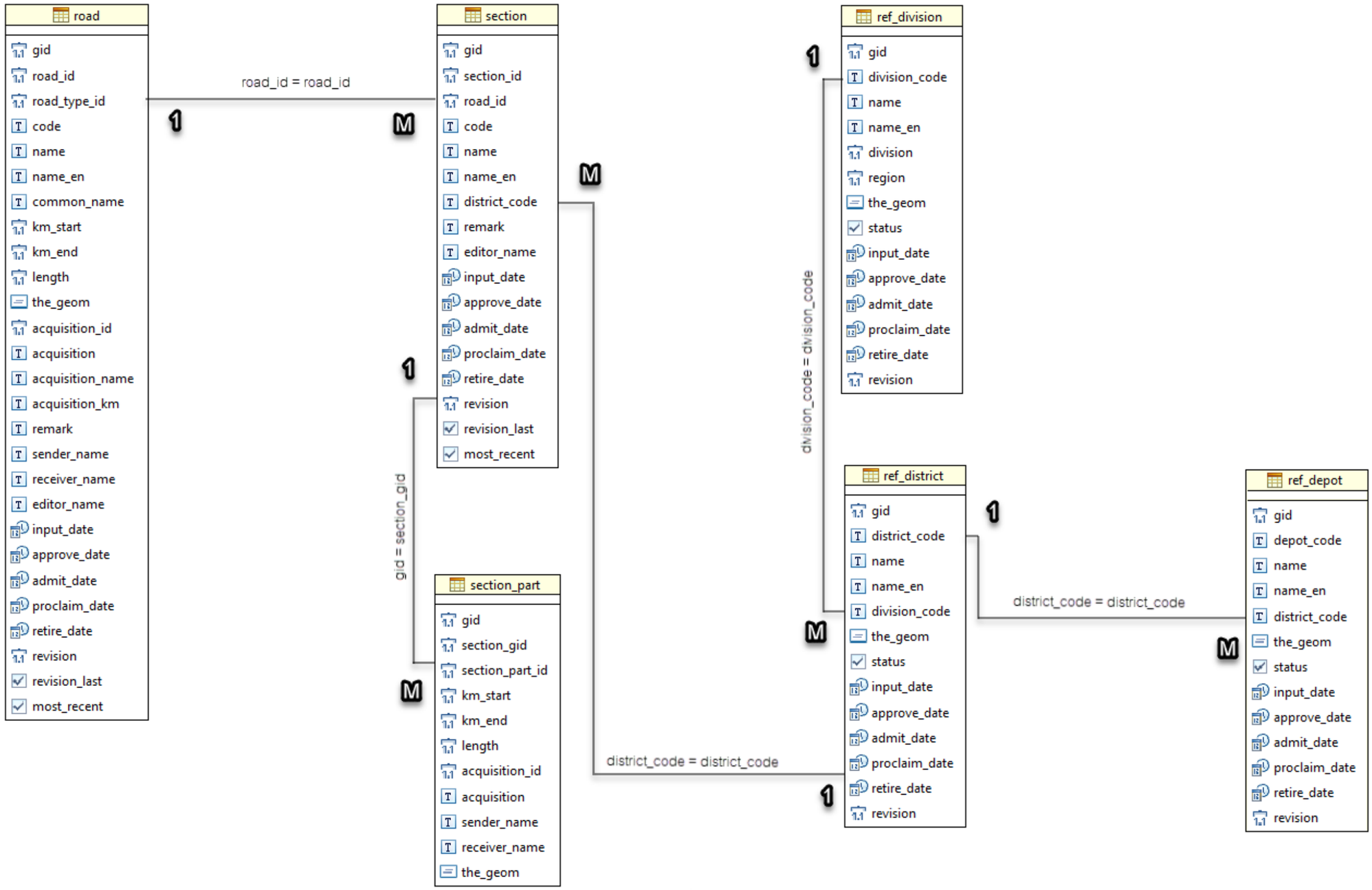
รูปที่ 4-71 แผนการสำรวจของทางต่างระดับฉิมพลี

ดังนั้นทางที่ปรึกษาดำเนินการศึกษารูปแบบโครงสร้างของตัวข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทางในระดับทางหลัก ทางขนาน และลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เช่น สะพานกลับรถ (U-Turn) ทางแยกต่างระดับขนาดใหญ่ (Interchange) เป็นต้น เพื่อให้เข้าใจรูปแบบของโครงสร้าง รวมทั้งการตั้งชื่อ หรือแม้แต่การนับระยะทาง เพื่อให้การออกแบบสอดคล้องต่อการใช้งานจริงของเจ้าหน้าที่นอกจากนั้นทำการศึกษาเพิ่มเติมกรณีมีลักษณะทางชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยเบื้องต้นข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง

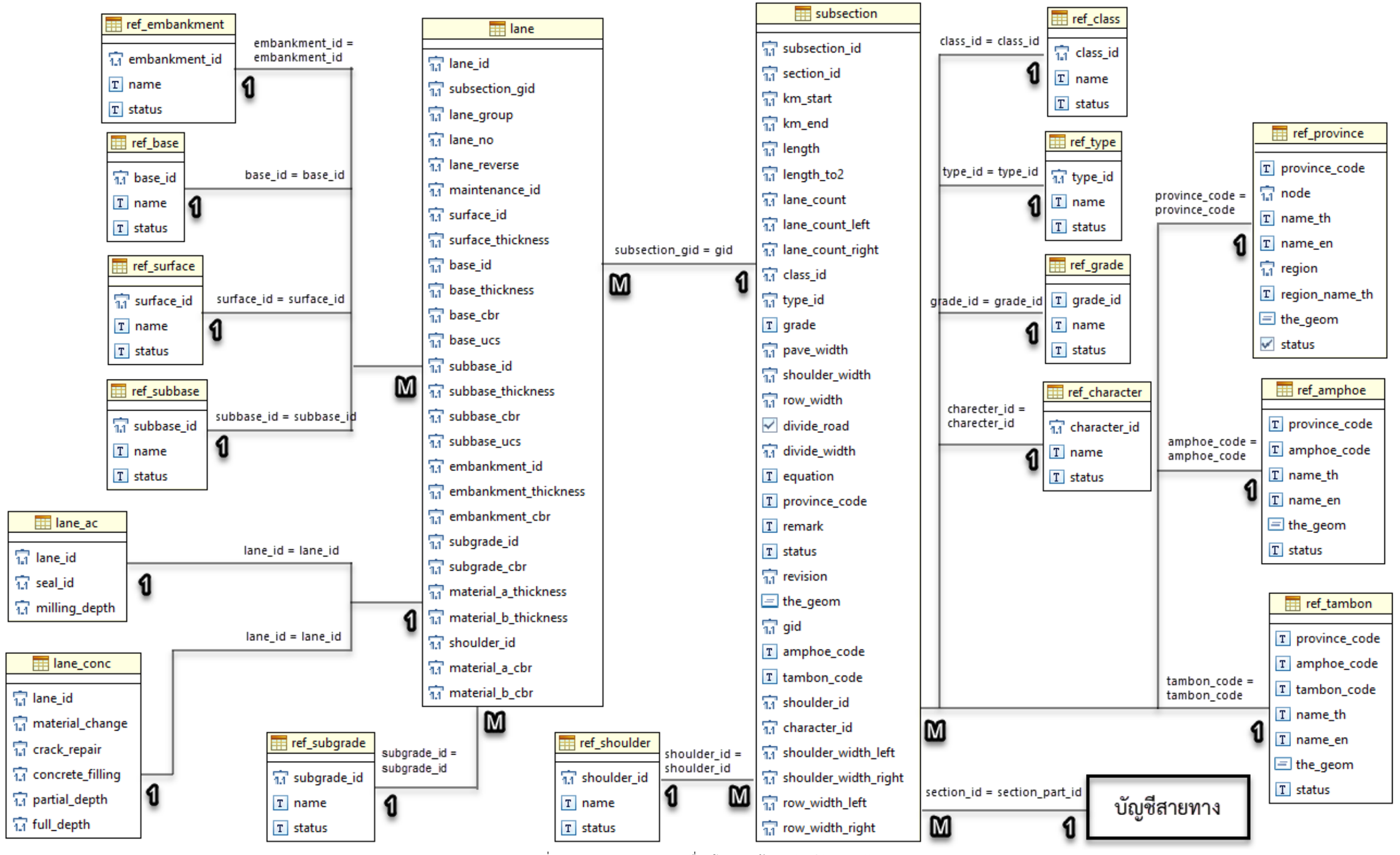
2.3 ที่ปรึกษาจะต้องวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีสายทาง บัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ให้สามารถสรุปข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้งานและตามที่กรมทางหลวงกำหนด

ในโครงสร้างฐานข้อมูลบัญชีสายทาง บัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง ที่มีการจัดเก็บ ณ ปัจจุบัน จะเป็นการเก็บข้อมูลที่เริ่มต้นจากข้อมูลบัญชีสายทาง ตั้งแต่ส่วนทะเบียนบัญชีสายทางละเอียดลงมีจนถึงในส่วนของบัญชีตอนควบคุม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้ทำการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบต้นหาคือ 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

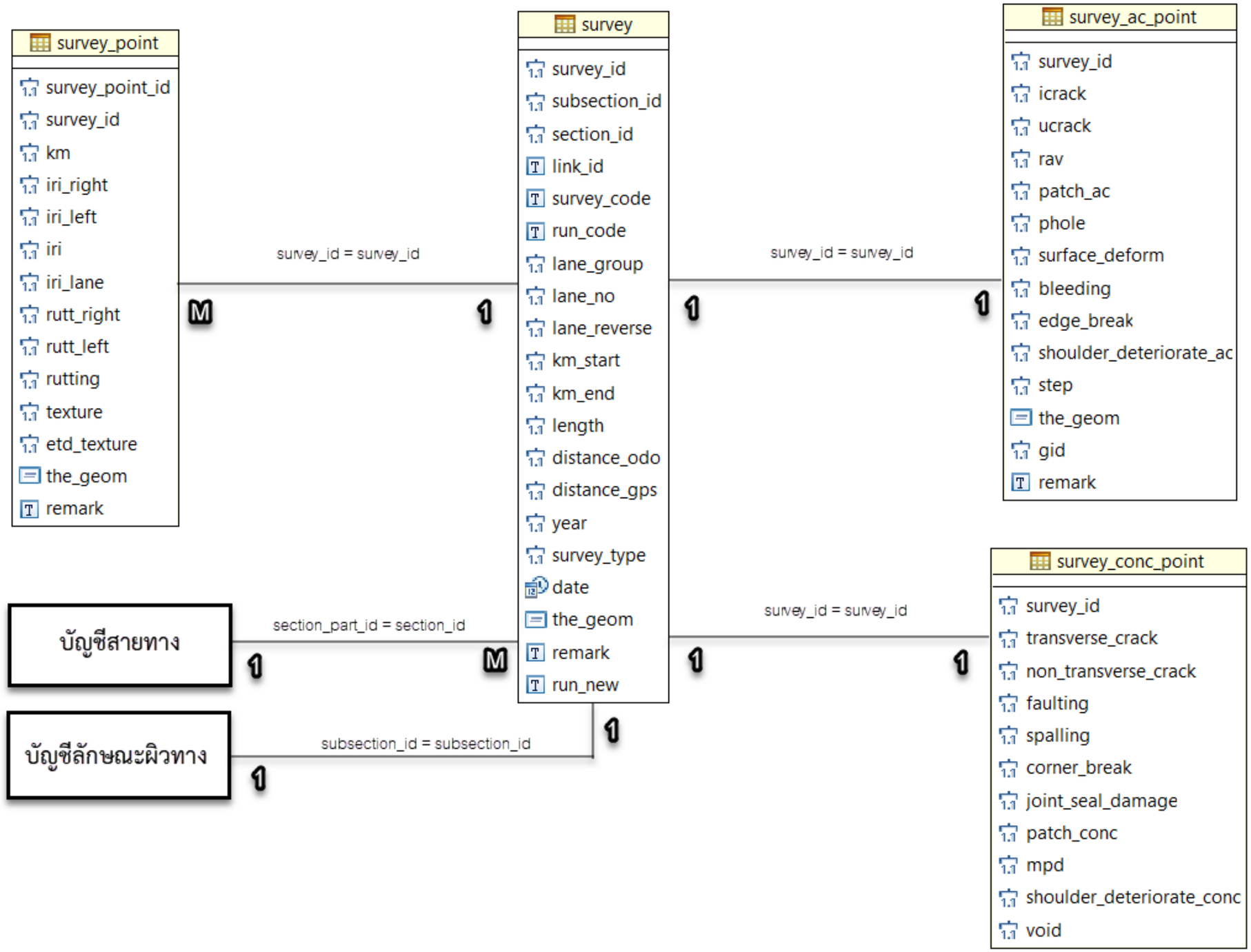
โครงสร้างระบบฐานข้อมูล ER Diagram และ พจนานุกรมข้อมูล Data Dictionary



รูปที่ 4-72 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีสายทาง



รูปที่ 4-73 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง



รูปที่ 4-74 แสดงรูปแบบการเชื่อมโยงของข้อมูลสำรวจจากสำนักบำรุงทาง

ดังนั้นในการในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่อาจจะต้องเพิ่มเติมจากเดิมจะยึดแนวทางในการออกแบบเชิงเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ครอบคลุมต่อการทำงานในปัจจุบัน รวมถึงวางแผนคาดการณ์ข้อมูลที่ต้องใช้เพื่อรองรับการใช้งานในอนาคติ และเพื่อลดผลกระทบกับผลลัพธ์ของการออกแบบจะไม่กระทบต่อกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลแต่ละระบบ รวมถึงกระบวนทำงานผ่านระบบ Roadnet เพื่อการใช้งานอย่างต่อเนื่องของเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง

2.4 ที่ปรึกษาจะต้องกำหนดรูปแบบการให้บริการข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแต่ละสายทาง ข้อมูลสำรวจสภาพทาง พร้อมระบุค่าพิกัดอ้างอิงบนพื้นผิวโลก เพื่อรองรับแลกเปลี่ยน เชื่อมโยงข้อมูล พร้อมคำอธิบายข้อมูล (Metadata Standard) อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งาน หรือผู้พัฒนาระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูล และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างสะดวก ชัดเจน

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 ที่เกี่ยวข้อง สามารถมีความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างสะดวก 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 4-75 ตัวอย่างคำอธิบายชุดข้อมูลส่วนหลัก (Mandatory Metadata)

รูปที่ 4-76 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 4-77 ตัวอย่างคำอธิบายพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

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 รูปแบบดังนี้

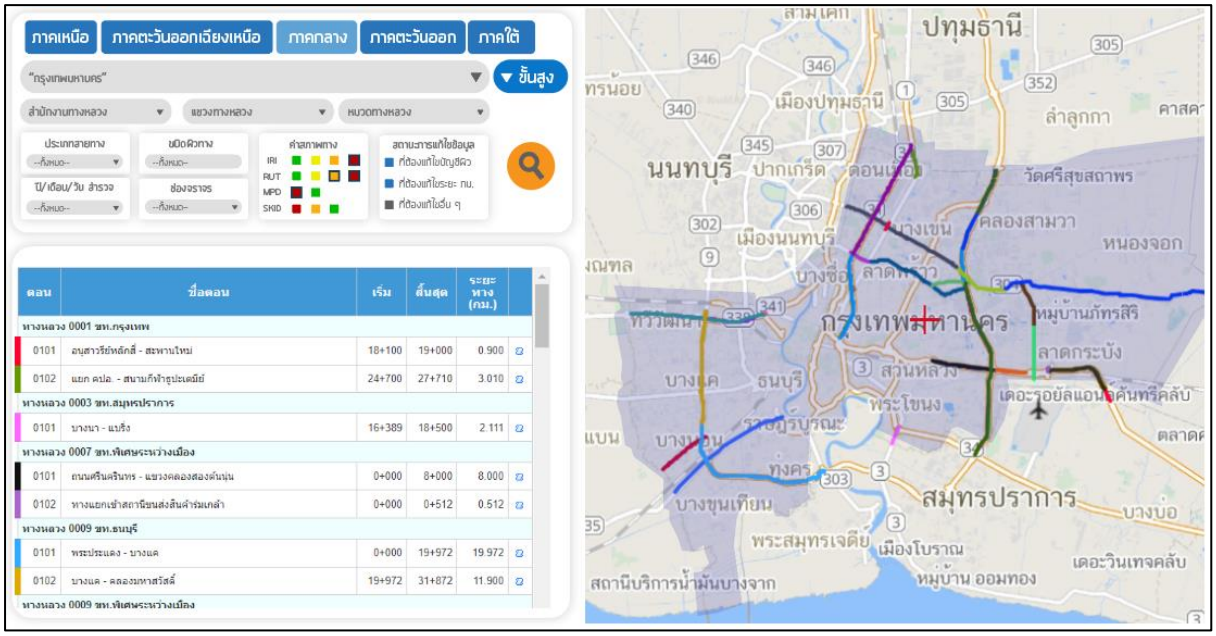
3.1.1 การแสดงข้อมูลตามขอบเขตการปกครอง

ข้อมูลบัญชีสายทางจะแสดงผลภายใต้ขอบเขตการปกครองโดยกำหนดระดับข้อมูลออกเป็น ระดับภาค > ระดับจังหวัด > ระดับอำเภอ > ระดับตำบล ตามชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองในประเทศไทย โดยมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูล เพื่อรองรับการแสดงผลบัญชีสายทางตามรูปแบบดังกล่าว เพื่อให้ตอบสนองต่อการนำข้อมูลมาสรุปภาพรวมตามขอบเขตการปกครอง

3.1.2 การแสดงข้อมูลตามหน่วยงานที่รับผิดชอบสายทาง

ข้อมูลบัญชีสายทางจะแสดงผลภายใต้ข้อมูลหน่วยงานที่รับผิดชอบทางโดยกำหนดระดับข้อมูลออกเป็น แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง > หมายเลขทางหลวง > โดยมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูลเพื่อรองรับการแสดงผลบัญชีสายทางตามรูปแบบดังกล่าว เพื่อให้ตอบสนองต่อการนำข้อมูลมาสรุปภาพรวมตามหน่วยงานที่รับผิดชอบทาง

โดยจัดทำระบบการค้นหาสายทาง ภายใต้เงื่อนไขการจัดลำดับตามขนาดข้อมูล ตามความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อง่ายต่อการสืบค้นในในระดับภาพรวมไปจนถึงระดับสายทาง โดยเพิ่มเติมจากฟังก์ชันการค้นหาข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาทิเช่น การค้นหาข้อมูลสายทาง โดยกำหนดระดับการค้นหา ได้แก่ ระดับภาค > ระดับจังหวัด > สำนักงานทางหลวง > ประเภทสายทาง > ปีเดือนวันที่สำรวจ > ชนิดผิวทาง > ช่องจราจร > ค่าสภาพทาง > สถานะการใช้ข้อมูล เป็นต้น

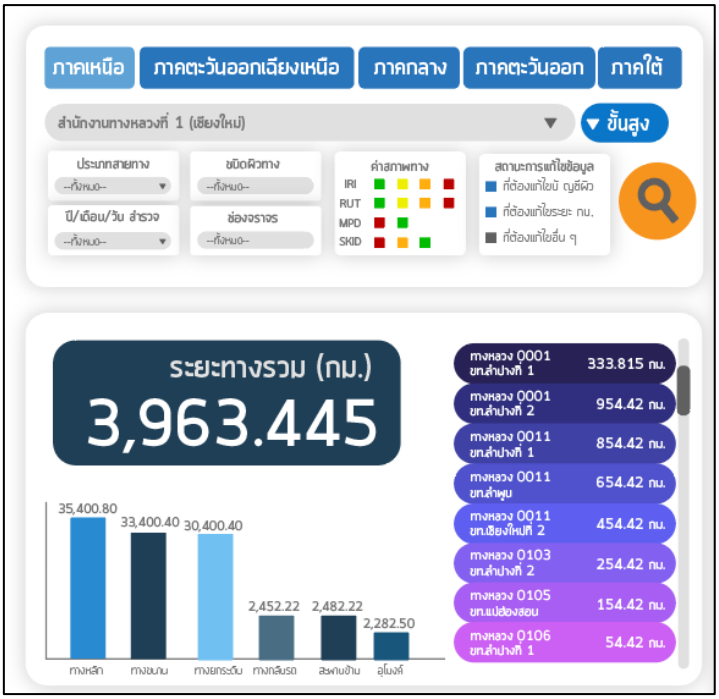


รูปที่ 4-78 แนวคิดการพัฒนาส่วนฟังก์ชันการสืบค้นและแสดงผลข้อมูล

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 ภูมิภาค สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง เป็นต้น

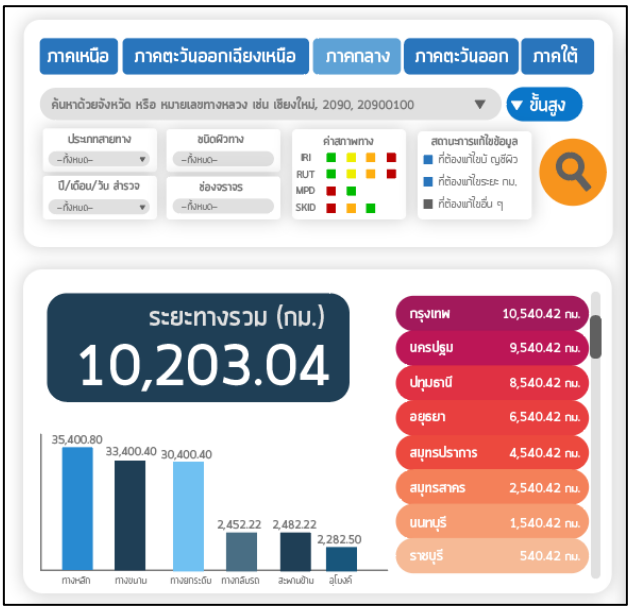
ในส่วนของการแสดงผลข้อมูลจำนวนบัญชีสายทางและ ระยะทางรวมของของแต่ละหน่วยงาน จะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82 โดยผู้ใช้งานสามารถเลือก Drill Down/Bottom Up สำหรับการเลือกดูข้อมูลตาม ภูมิภาค > สำนักงานทางหลวง > แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง



รูปที่ 4-79 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน

3.2.2 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละเขตการปกครอง

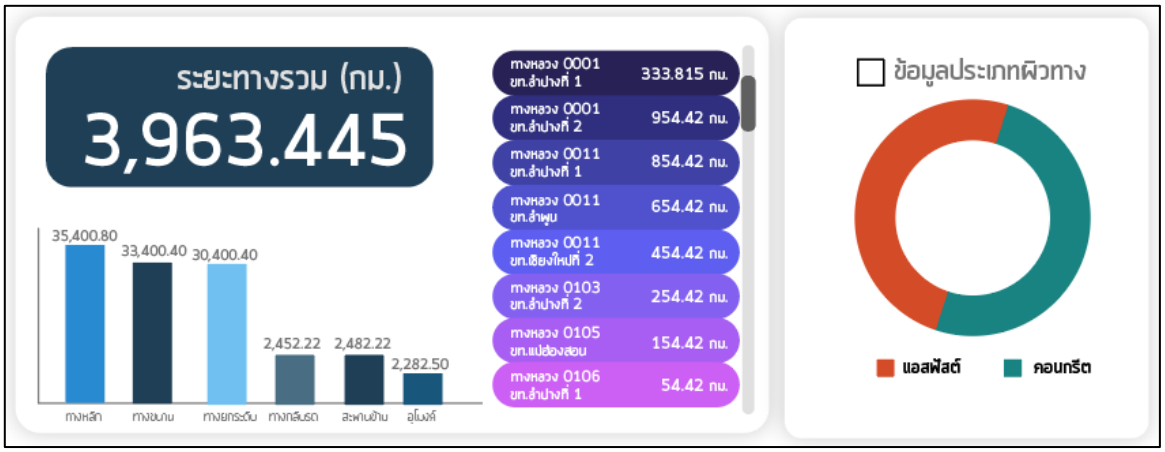
ในส่วนของการแสดงผลข้อมูลจำนวนบัญชีสายทางและ ระยะทางรวมของของแต่ละเขตการปกครอง จะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82 โดยผู้ใช้งานสามารถเลือก Drill Down/Bottom Up สำหรับการเลือกดูข้อมูลตาม ภูมิภาค > เขตการปกครองระดับจังหวัด > เขตการปกครองระดับอำเภอ > การปกครองระดับตำบล



รูปที่ 4-80 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ของแต่ละหน่วยงาน

3.2.3 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะทางกายภาพ หรือช่วงเวลา ของแต่ละหน่วยงาน

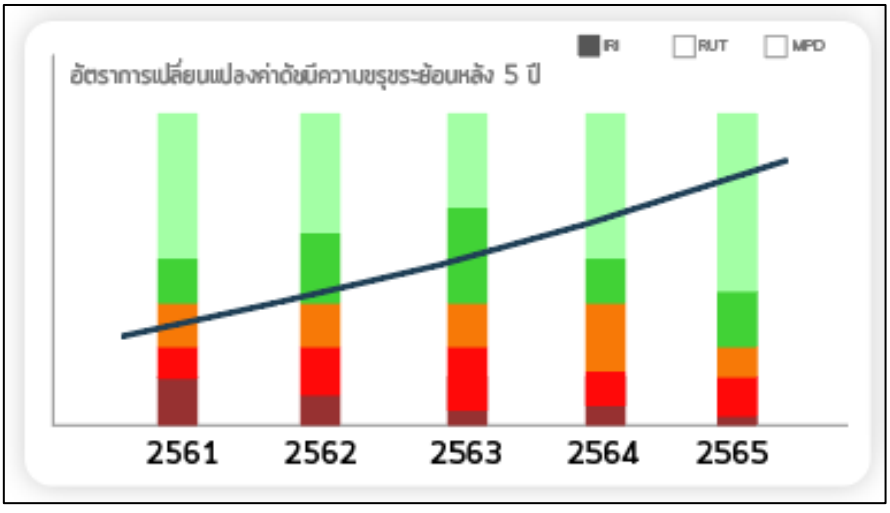
แสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะทางกายภาพ หรือช่วงเวลา ของแต่ละหน่วยงาน จะแสดงผลในลักษณะรายงานสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard ควบคู่กับการแสดงตำแหน่งสายทางบนแผนที่ภายใต้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ WGS82 โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกดูจำนวนบัญชีสายทางในระดับต่าง ๆ เพื่อแสดงข้อมูลระยะทางรวม ตามลักษณะผิวทาง รวมทั้งลักษณะทางกายภาพทาง



รูปที่ 4-81 แนวคิดการแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวมตามลักษณะผิวทาง

3.2.4 แสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน

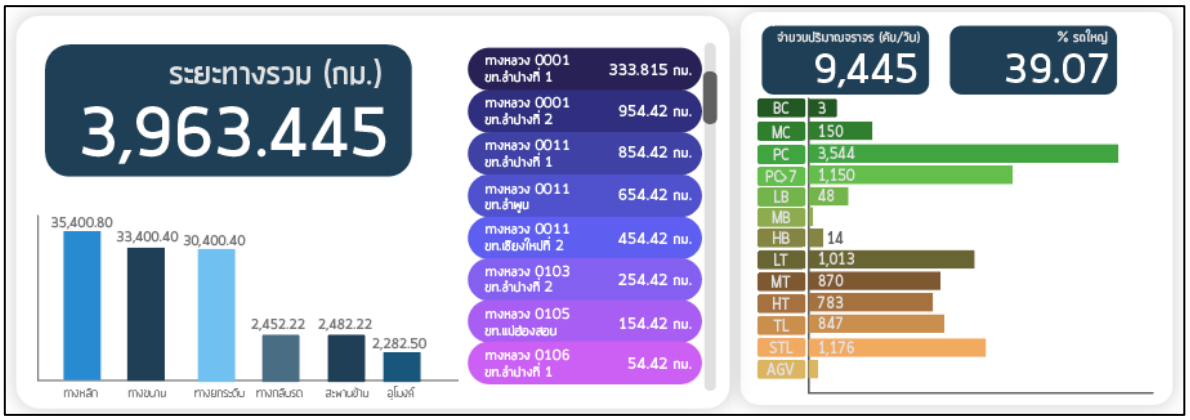
แสดงสรุปภาพรวมของข้อมูลความเสียหายถนนในรูปแบบกราฟเปรียบเทียบอดีตปัจจุบัน โดยระบุขอบเขตข้อมูลที่ระยะย้อนหลัง 5 ปี โดยกราฟดังกล่าวจะสอดคล้องกับการเลือกแสดงข้อมูลตามบัญชีสายและระยะทางรวม ตามหน่วยงาน หรือตามเขตการปกครอง หรือตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะกายภาพทาง จะแสดงผลในลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard



รูปที่ 4-82 แนวคิดการแสดงผลกราฟภาพรวมความเสียหายทางถนน เปรียบเทียบอดีตตลอดจนปัจจุบัน

3.2.5 สามารถแสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ตามปริมาณจราจร (AADT) ที่กำหนด

แสดงจำนวนบัญชีสายทาง และระยะทางรวม ตามปริมาณจราจร (AADT) โดยกราฟดังกล่าวจะสอดคล้องกับการเลือกแสดงข้อมูลตามบัญชีสายและระยะทางรวม ตามหน่วยงาน หรือตามเขตการปกครอง หรือตามลักษณะผิวทาง หรือลักษณะกายภาพทาง จะแสดงผลในลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลแบบ Dashboard



รูปที่ 4-83 แนวคิดการแสดงผลกราฟตามปริมาณจราจร (AADT)

3.2.6 สามารถส่งออกข้อมูลที่แสดงผลในภาพรวม Dashboard และส่งในรูปแบบตาราง CSV หรือ PDF ได้

ในส่วนการแสดงผลลักษณะกราฟสรุปภาพรวมข้อมูลในหน้าจอการใช้งานระบบในส่วนของ Dashboard ผู้ใช้งานสามารถ Export ผลลัพธ์ของข้อมูลที่มีการสรุปและวิเคราะห์ในรูปแบบของตารางข้อมูลด้วยการส่งออกข้อมูลประเภทไฟล์ CSV อีกทั้งยังสามารถส่งออกรูปแบบกราฟที่แสดงผลสำหรับในรูปแบบไฟล์ PDF เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถส่งออกเป็นรายงานผลสรุปข้อมูลได้

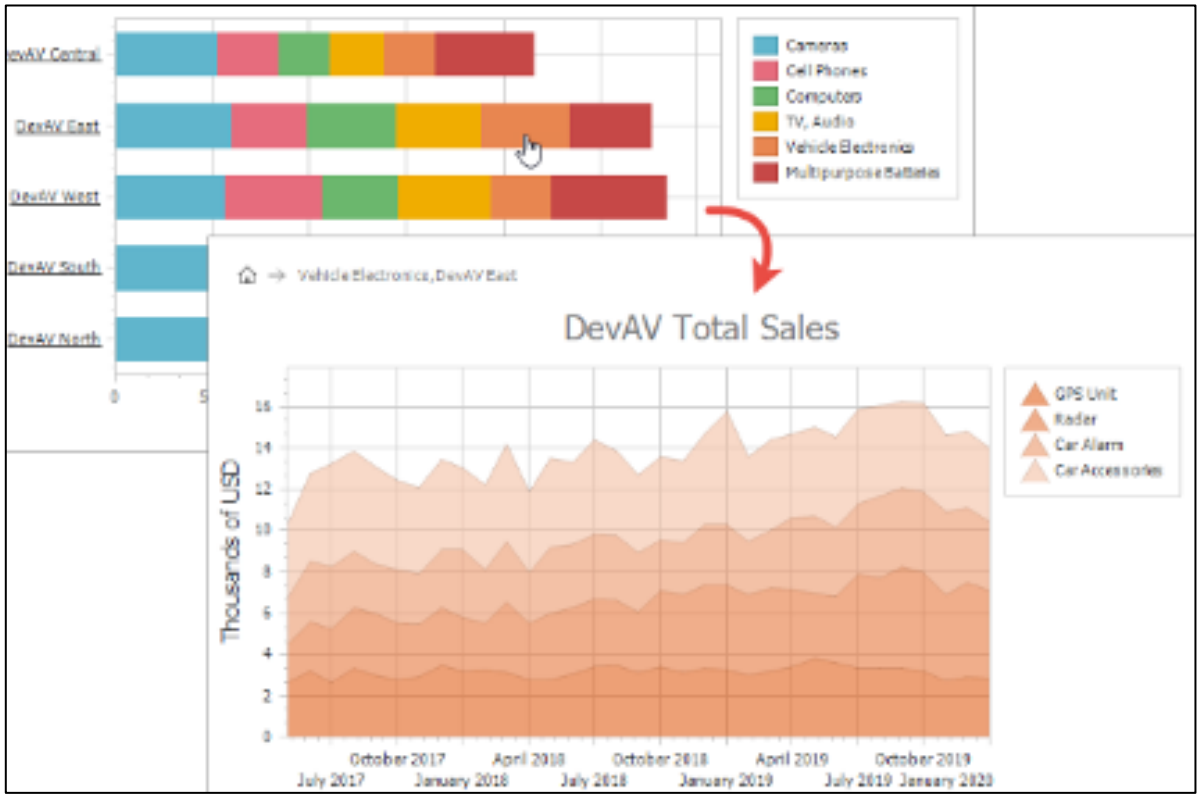
3.2.7 การแสดงค่าสภาพทางภาพรวมทั้งประเทศ ทั้งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามปีงบประมาณของสำนักงานบริหารบำรุงทาง และการบูรณาการข้อมูลค่าสภาพทางของสำนักวิเคราะห์

ระบบสามารถรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างระบบจากสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบจากระบบฐานข้อมูลงานวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพทางหลวง (Material and Inspection Information System: MIIS) และสำนักงานบริหารงานบำรุงทางจากระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) กรมทางหลวง เพื่อแสดงข้อมูลค่าสภาพทางประกอบด้วย ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ความลึกร่องล้อ (Rutting) ความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) เพื่อสามารถประยุกต์การแสดงข้อมูลในภาพรวมและสรุปเป็นรายงานเพื่อการวิเคราะห์ในข้อมูลในระดับประเทศ

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

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

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



รูปที่ 4-84 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Drill Down ของตัวข้อมูล

Bottom Up หมายถึง การปรับการเรียงลำดับข้อมูล เพื่อใช้การวิเคราะห์จากล่างขึ้นบนใช้แนวทางที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง โดยทั่วไป วิธีการจากล่างขึ้นบนจะเน้นการวิเคราะห์ที่ลักษณะเฉพาะเพิ่มมุมมองในการวิเคราะห์ผ่านระบบมากขึ้น

รูปที่ 4-85 ยกตัวอย่างฟังก์ชัน Bottom Up ของผลรวมทั้งหมดในเดือนของข้อมูล

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

1.2) ข้อมูลแผนงานเบื้องต้น จากระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet)

ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) ประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

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

1.3) ข้อมูลปริมาณจราจรแยกตามประเภทยานพาหนะรายปีจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)

ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวงประกอบด้วยข้อมูลการใช้งานด้วย 7 ส่วน ดังนี้

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

1.4) ข้อมูลทรัพย์สินทางหลวง ประเภทต่าง 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

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

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

(1) ข้อมูลความแข็งแรงของโครงสร้างทาง
(2) ข้อมูลดัชนีความขรุขระสากล (IRI)
(3) ข้อมูลการตรวจสอบสภาพความเสียหายของผิวทาง
(4) ข้อมูลการตรวจสอบความต้านทานในการลื่นไถลของผิวทาง (ความฝืด) ด้วยเครื่องมือ ASFT-T-10
(5) ข้อมูลการตรวจสอบความต้านทานในการลื่นไถลของผิวทาง (ความฝืด) ด้วยเครื่องมือ Portable Skid Resistance Tester
(6) ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ GPR
(7) ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ Borescope
(8) ข้อมูลการตรวจความหนาโครงสร้างชั้นทางด้วยเครื่องมือ Coring
(9) ข้อมูลการตรวจสอบโพรงใต้ผิวจราจร
(10) ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นรากฐานด้วยวิธี Field Vane Shear
(11) ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นรากฐานด้วยวิธี boring
(12) ข้อมูลงานทดสอบ Dynamic Cone Penetrometer (DCP)
(13) ข้อมูลงานทดสอบ Dutch Cone Penetration Test
(14) ข้อมูลงานลงพื้นที่ตรวจสอบบริเวณ Landslide
(15) ข้อมูลงานสำรวจหญ้าแฝก
(16) ข้อมูลโรงโม่หิน
(17) ข้อมูลงาน Test Pit

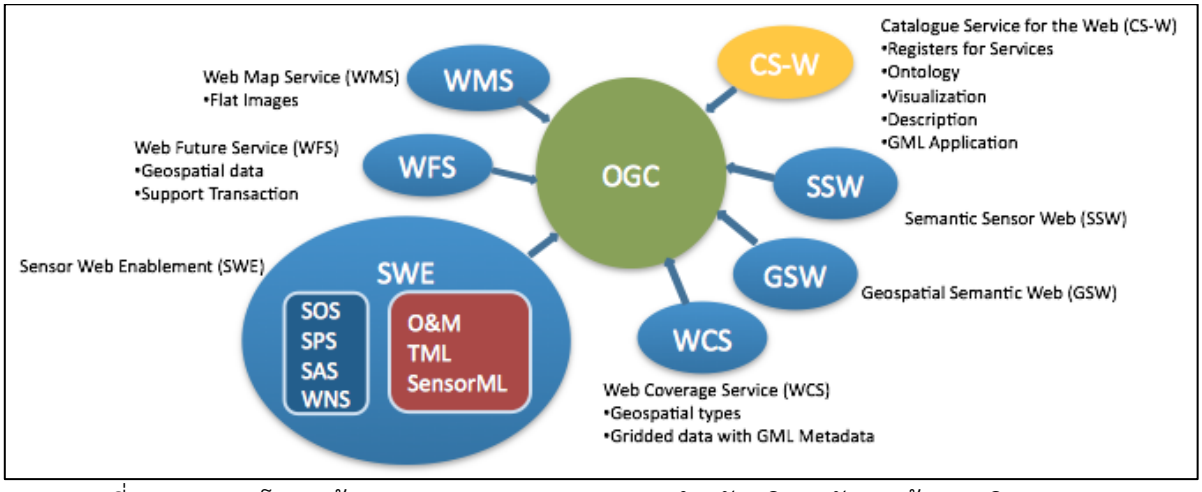
3.4.2 ประสานงาน จัดหา จัดทำ และนำข้อมูลภูมิสารสนเทศ ที่ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานทั้งภายในกรมทางหลวง และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมกับชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศไทย FGDS (Fundamental Geographic Data Set)

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

1) ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน
2) ชั้นข้อมูลเขตการปกครอง
3) ชั้นข้อมูลเขตชุมชนตัวเมือง
4) ชั้นข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM)
5) ชั้นข้อมูลป่าไม้
6) ชั้นข้อมูลแปลงที่ดิน
7) ชั้นข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ
8) ชั้นข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมออร์โท
9) ชั้นข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศออร์โท
10) ชั้นข้อมูลแม่น้ำลำธารแหล่งน้ำ
11) ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม
12) ชั้นข้อมูลหมุดหลักฐานและการพัฒนาสถานีเครือข่ายกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม
13) ชั้นข้อมูลอุทกศาสตร์ทางทะเล

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

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



รูปที่ 4-86 แสดงโครงสร้างมาตรฐานสากล ISO/OGC สำหรับบริหารจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ

OGC เป็นชื่อย่อของ Open Geospatial Consortium ซึ่งเป็นองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ OGC เป็นองค์กรธุรกิจแบบไม่หวังผลกำไร ซึ่งก่อตั้งขึ้นโดยการรวมตัวกันของสมาชิกซึ่งมีทั้งบริษัทซอฟท์แวร์ด้าน GIS บริษัทซอฟท์แวร์ด้านฐานข้อมูล บริษัทคอมพิวเตอร์ หน่วยงานสื่อสารโทรคมนาคม มหาวิทยาลัย หน่วยงานผู้ผลิตข้อมูล รวมทั้งองค์กรของรัฐ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีระบบเปิด (open system) ในการประมวลผลข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geoprocessing) โดยการร่วมกันพัฒนาข้อกำหนดต่าง ๆ (Abstract & Implementation Specification) สำหรับการพัฒนาซอฟท์แวร์ โปรแกรมประยุกต์และฐานข้อมูลซึ่งจะสามารถติดต่อทำงานร่วมกันได้ (Interoperable) เนื่องจากบริษัทพัฒนาซอฟท์แวร์ GIS ที่สำคัญล้วนเป็นสมาชิกของ OGC ดังนั้นเชื่อว่าข้อกำหนดที่จะถูกพัฒนาขึ้นโดย OGC นี้จะกลายเป็นมาตรฐานนิยม (de facto standard) อย่างรวดเร็ว

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

มาตรฐาน ISO 19128

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

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 เพื่อทำการรับการร้องขอจากผู้ใช้ผ่านURL (Uniform Resource Locators) ซึ่ง URL จะทำหน้าที่เป็นที่เก็บทั้งข้อมูลแผนที่ระบบพิกัดอ้างอิงและผลลัพธ์ จุดเด่นของมาตรฐาน WMS คือ ในกรณีที่ผู้ใช้ มีการร้องขอแผนที่มากกว่า 2 แผ่น ที่อยู่ในพิกัดเดียวกัน ผู้ใช้สามารถนำผลลัพธ์ (แผนที่) ที่ได้มาทำการซ้อนทับกันได้มากกว่าหนึ่งชั้นข้อมูล เพื่อสร้างเป็น Composited map โดยมีเงื่อนไขว่า รูปแบบของข้อมูลภาพนั้น ต้องสนับสนุนการทำงานของพื้นหลังแบบโปร่งใส (Background Transparency) เช่น gif หรือ png นอกจากนี้ ในกรณีที่มีผู้ใช้จากหลายเซิร์ฟเวอร์มีการร้องขอแผนที่เดียวกัน 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)**

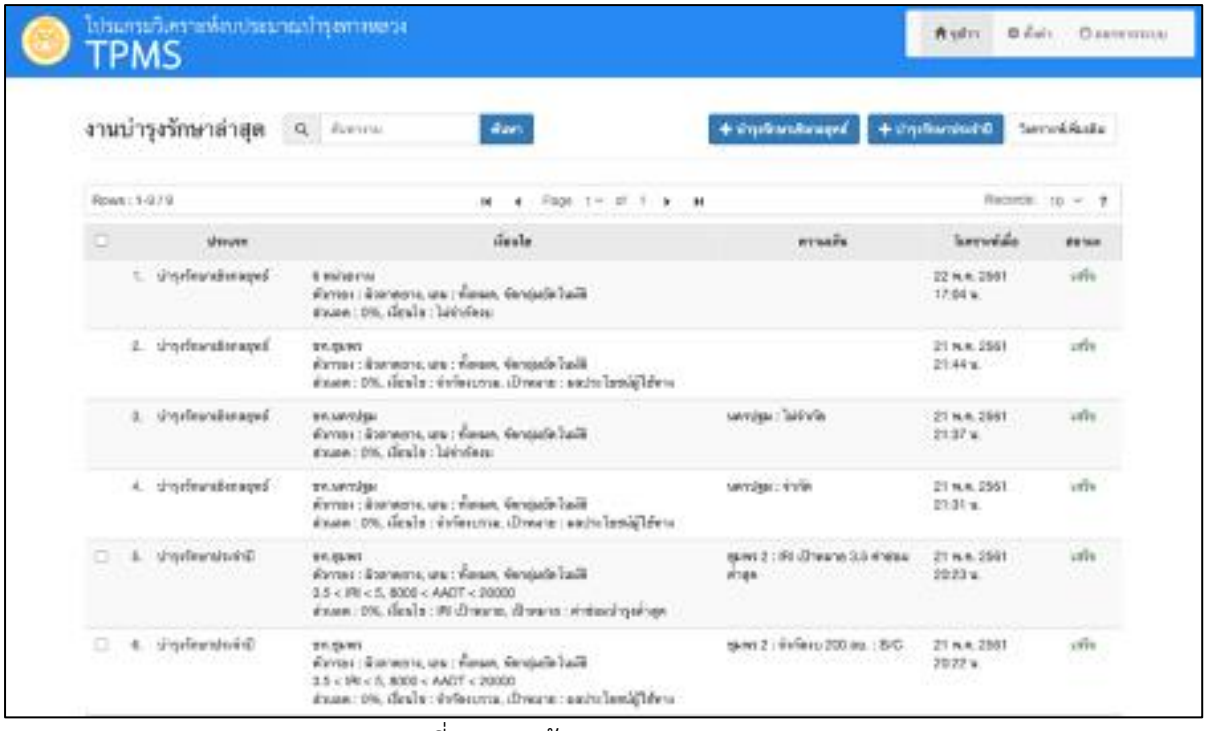
การทำงานของ GetMap จะทำหน้าที่ในการส่งกลับภาพแผนที่ ที่มีการร้องขอจากไคลแอนท์ เซิร์ฟเวอร์ที่ไม่สนับสนุนการทำงานนี้จะถือว่าเซิร์ฟเวอร์นั้นไม่สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน WMS จะอธิบายส่วนของการสืบค้นข้อมูลจากการร้องขอด้วย GetMap

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

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

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 4-87 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

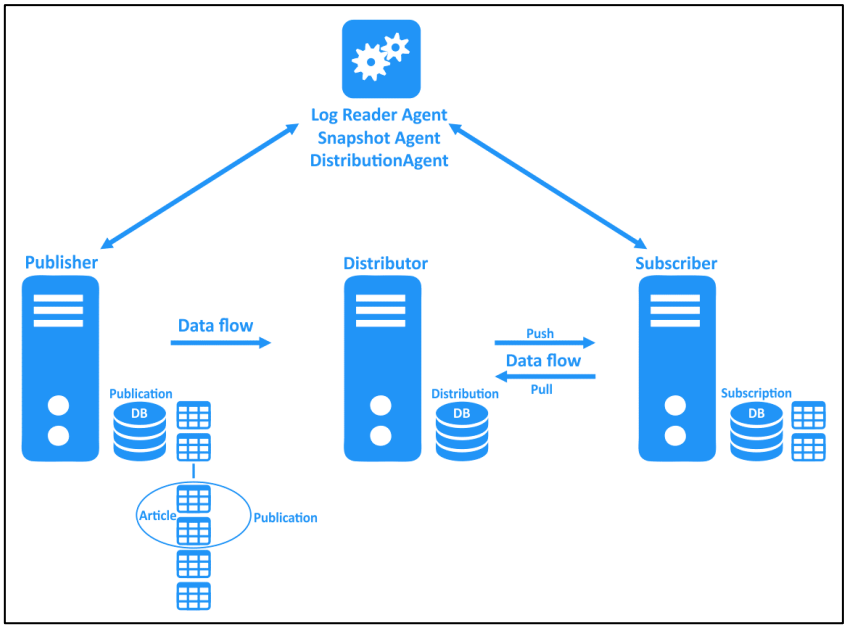
3.5 ที่ปรึกษาจะต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบฐานข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน และรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลงานบำรุงปกติ ลดความซ้ำซ้อน ลดขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลของเจ้าหน้าที่สถิติ แขวงทางหลวง และอยู่ในรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทาง กำหนด ดังนี้

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 และการส่งผ่านข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของระบบทั้งฐานข้อมูลบัญชีสายทาง 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 4-7 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 4-88 แผนผังแสดงการเชื่อมโยงฐานข้อมูลแบบสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication)

3.5.2 ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง ตามรูปแบบที่สำนักบริหารบำรุงทางหรือแขวงทางหลวง มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้โดยง่าย

ที่ปรึกษาจะดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขโครงสร้างระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้น จะต้องรองรับการจัดเก็บข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง 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

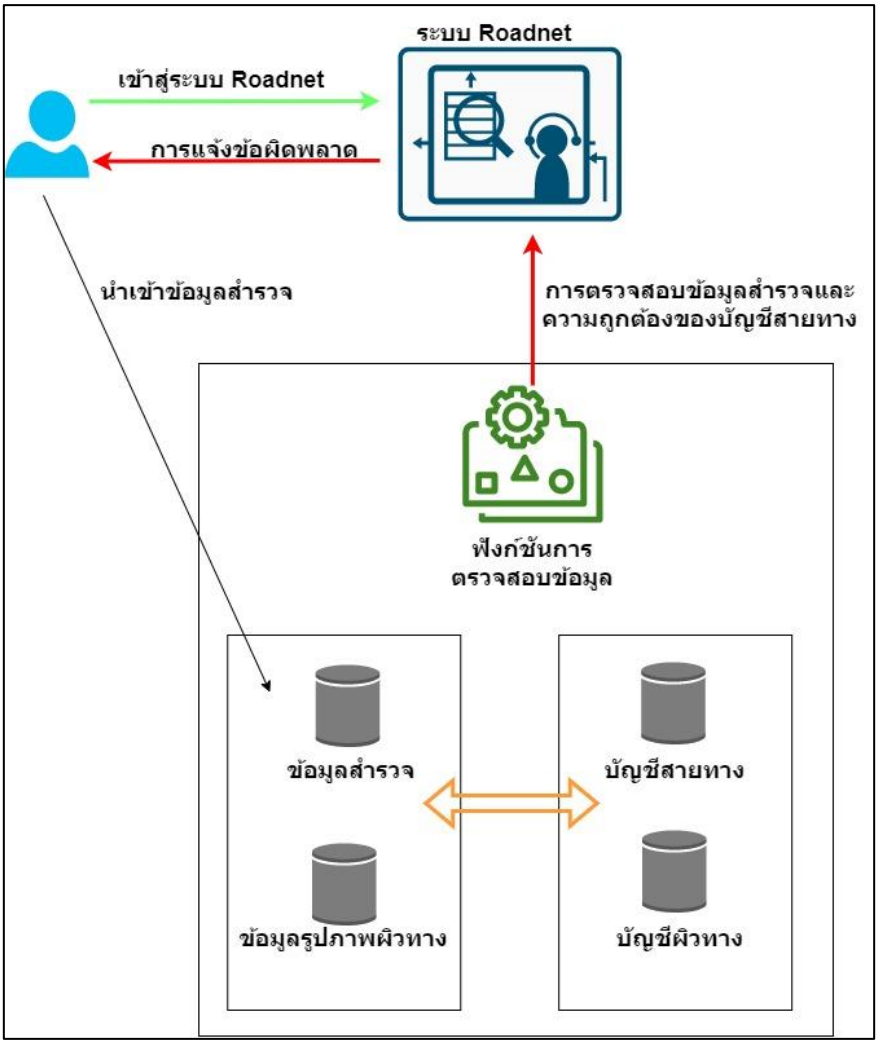
1) คีย์หลัก
2) Revision
3) ข้อมูลตามโครงสร้างบัญชีลักษณะผิวทาง
4) ผู้สร้างข้อมูล
5) วันที่สร้างข้อมูล
6) ผู้แก้ไขข้อมูล
7) วันที่แก้ไขข้อมูล
8) สถานะของข้อมูลรายละเอียดของข้อมูล

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

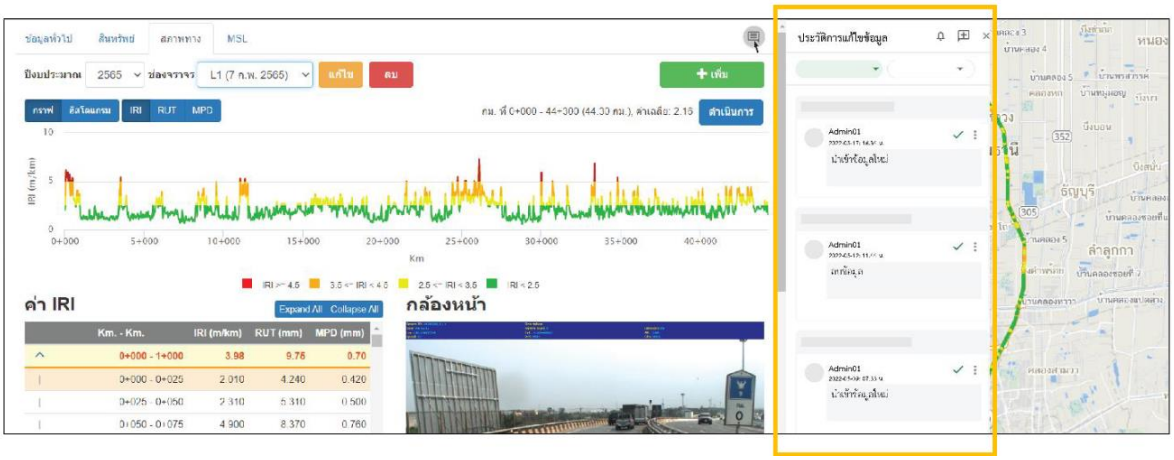
- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง โดยข้อมูลประเภทผิวทางจะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง ภาพถ่ายสายทางจะต้องมีความสอดคล้องกับตำแหน่งที่ทำการสำรวจและระบบจะต้องแสดงตำแหน่งบัญชีลักษณะผิวทางเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบ
- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบบัญชีสายทางตามขอบเขตการปกครองแบบอัตโนมัติ โดยมีการแสดงข้อความแจ้งเตือนสำหรับข้อมูลสายทางที่มีการแก้ไขหรือนำเข้าข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลไม่สอดคล้องกับบัญชีสายทางตามขอบเขตการปกครอง
- การพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการตรวจสอบรายละเอียดข้อมูลระยะทางของการสำรวจที่มีการแก้ไขหรือนำเข้าข้อมูล โดยแจ้งเตือนข้อความกรณีที่ข้อมูลไม่ตรงกับบัญชีสายทางในองค์ประกอบของ ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ทิศทางของช่องจราจร และการกรอกรายละเอียดของข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง เช่น กิโลเมตรเริ่มต้น-สิ้นสุด รหัสสายทาง เป็นต้น



รูปที่ 4-89 แผนผังแสดงกระบวนการการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล

3.5.4 มีฟังก์ชันการรายงาน ติดตามการแก้ไขข้อมูลบัญชีลักษณะผิวทาง รายตอนควบคุม รายแขวงทางหลวง เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง สามารถบริหารจัดการข้อมูล รายงานผลการปรับปรุงข้อมูล ตามปีงบประมาณได้อย่างเป็นระบบ

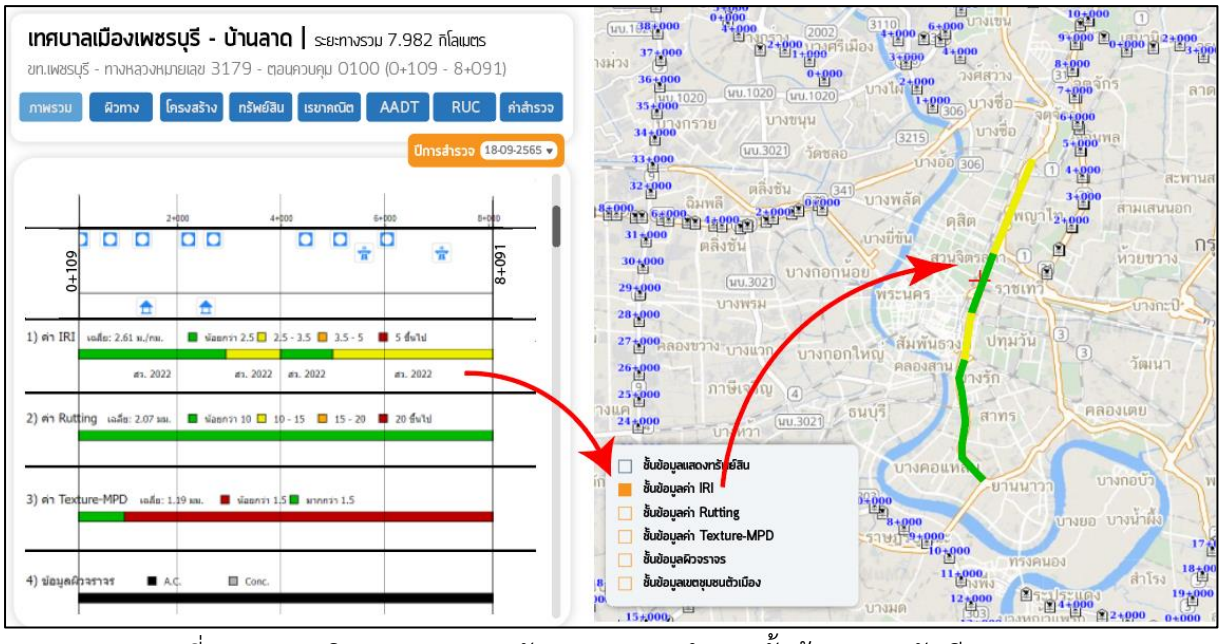
ที่ปรึกษาดำเนินการพัฒนาฟังก์ชันสำหรับการแจ้งเตือนในส่วนรายงาน การติดตามการแก้ไขข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหว หรือมีสถานะที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีรูปแบบการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการแจ้งเตือนเฉพาะ user ผ่านหน้าระบบ โดยทำการรายงานสรุปความเคลื่อนไหว ของข้อมูลเป็น Revision รายวัน เพื่อสามารถส่งออกเป็น Text Report ให้กับทางเจ้าหน้าที่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



รูปที่ 4-90 แนวคิดการแสดงฟังก์ชันการรายงาน ติดตามการแก้ไขข้อมูล

3.5.5 ปรับปรุงหน้าจอประวัติบัญชีลักษณะผิวทาง สามารถแสดงแผนผัง (Diagram) จำแนกข้อมูลตามชนิดผิว รายปี และแสดงตำแหน่งบนแผนที่ออนไลน์

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



รูปที่ 4-91 แนวคิดการแสดงแผนผัง (Diagram) จำแนกชั้นข้อมูลตามบัญชีสายทาง

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

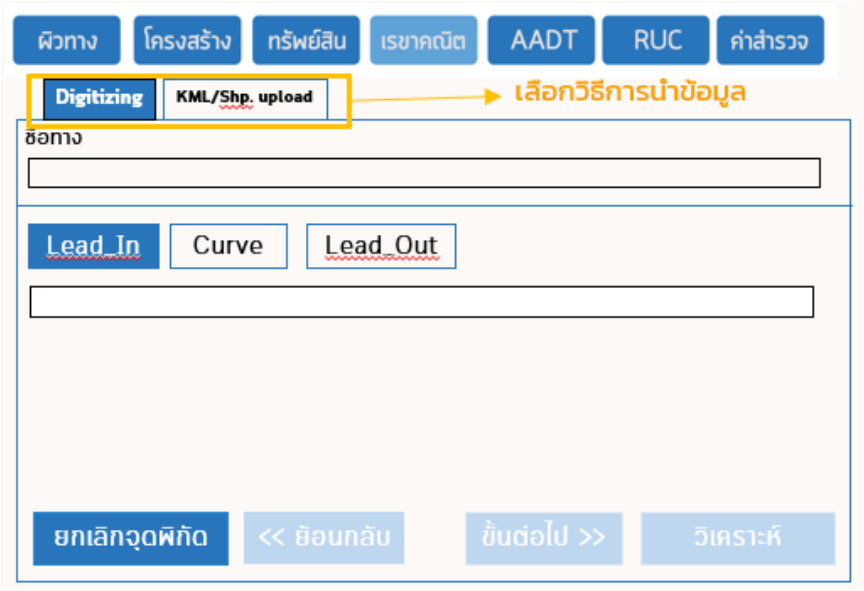
3.6.1 การเลือกสายทาง

ในขั้นแรกสำหรับการใช้งานฟังก์ชันวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ผู้ใช้งานต้องสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทางให้อยู่ในระดับข้อมูลของสายทางตามหมายเลขตอนควบคุม

รูปที่ 4-92 ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลบัญชีสายทางระดับตอนควบคุม

3.6.2 การนำเข้าข้อมูลสำหรับคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง

ในส่วนของฟังก์ชันการคำนวณรัศมีทางโค้ง ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าไฟล์ในรูปแบบ .kml หรือรูปแบบ .shp ที่มีโครงสร้างข้อมูลแบ่งออกเป็น lead_in curve และ lead_out อีกทั้งยังสามารถนำเข้าข้อมูลด้วยการดึงตำแหน่งของข้อมูลด้วยการกำหนดจุดตำแหน่งบนแผนที่ ผ่านหน้าจอแสดงแผนที่ของบริเวณสายทางที่มีการสืบค้นนั้น ๆ

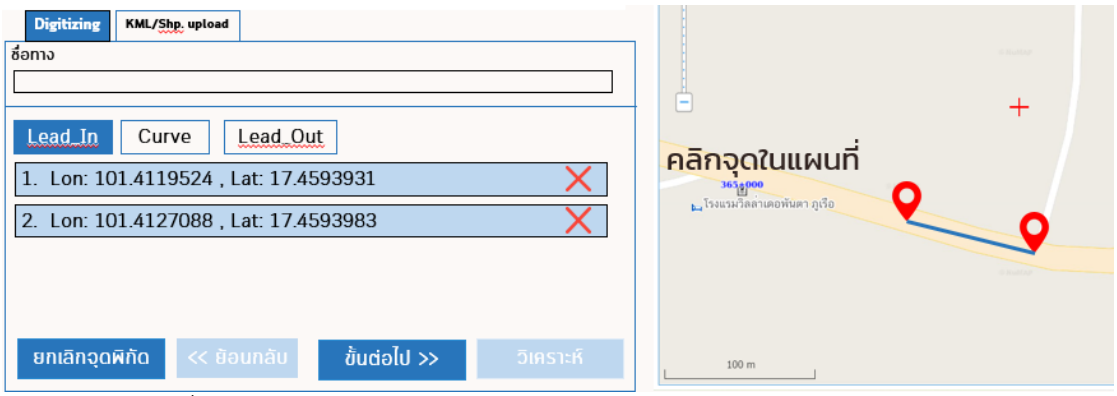


รูปที่ 4-93 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลสำหรับคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง

3.6.3 การกำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่เพื่อการคำนวณรัศมีทางโค้ง

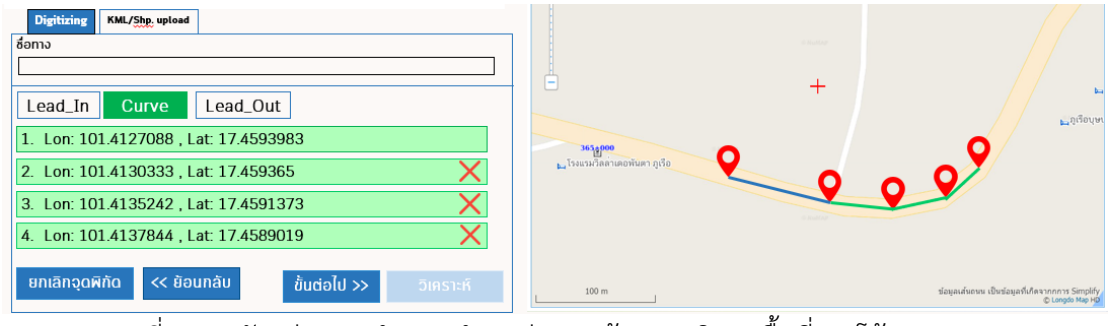
หลังจากผู้ใช้งานเลือกเครื่องมือสำหรับการการกำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่เพื่อการคำนวณรัศมีทางโค้ง ระบบจะแสดงข้อมูลสำคัญที่จะนำมาเป็นตัวแปรในการคำนวณค่ารัศมีทางโค้งและข้อมูลตำแหน่งทางโค้ง ดังนี้

1) ขั้นตอนแรกผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead_IN) โดยระบบจะบังคับให้ผู้ใช้งานระบุเป็นข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเส้นตรง (Straight Line)



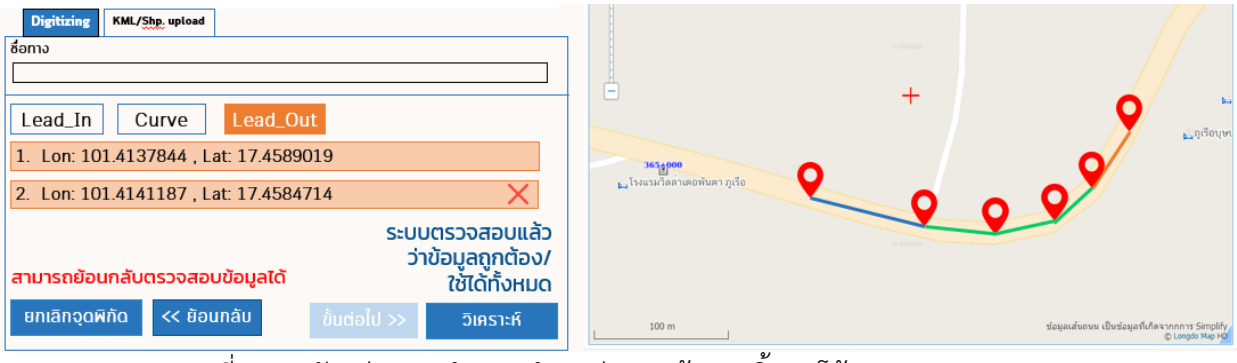
รูปที่ 4-94 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางก่อนเข้าโค้ง (Lead_IN)

2) ต่อมาผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งบริเวณพื้นที่ทางโค้ง (Curve) โดยระบบจะให้ผู้ใช้งานกำหนดช่วงทางโค้งตามจุด (Point) ตำแหน่งบนแผนที่เพื่อประมวลผลให้ข้อมูลแสดงเป็นลักษณะเส้นโค้งตามจุด (Curve Line)



รูปที่ 4-95 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางบริเวณพื้นที่ทางโค้ง (Curve)

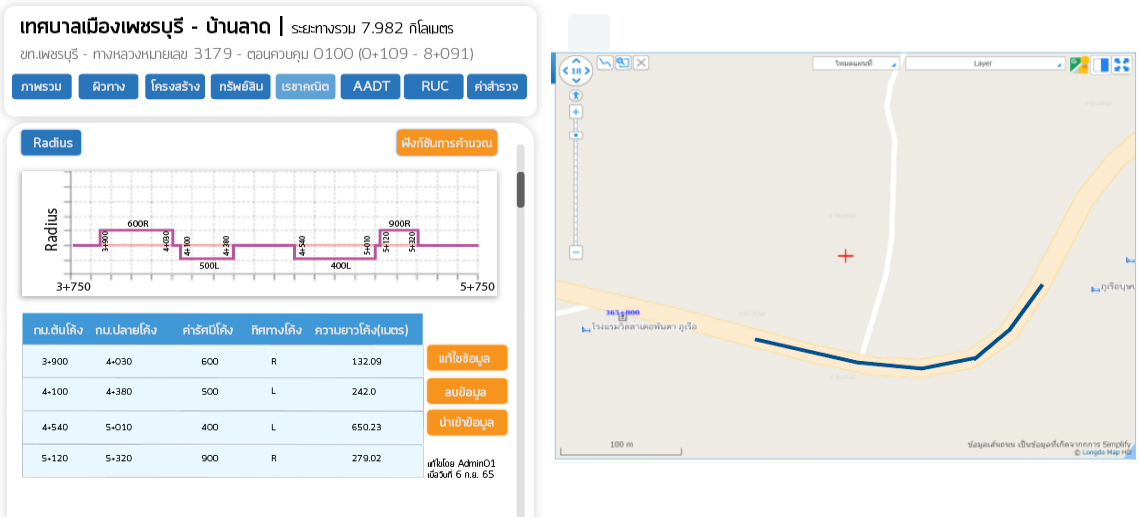
3) ขั้นตอนสุดท้ายผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งของเส้นทางสิ้นสุดโค้ง (Lead_OUT) โดยระบบจะบังคับให้ผู้ใช้งานระบุเป็นข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเส้นตรง (Straight Line) และทำการประมวลผลเพื่อบันทึกข้อมูล



รูปที่ 4-96 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งของเส้นทางสิ้นสุดโค้ง (Lead_OUT)

4) การประมวลผลสำหรับการคำนวณและบันทึกข้อมูล

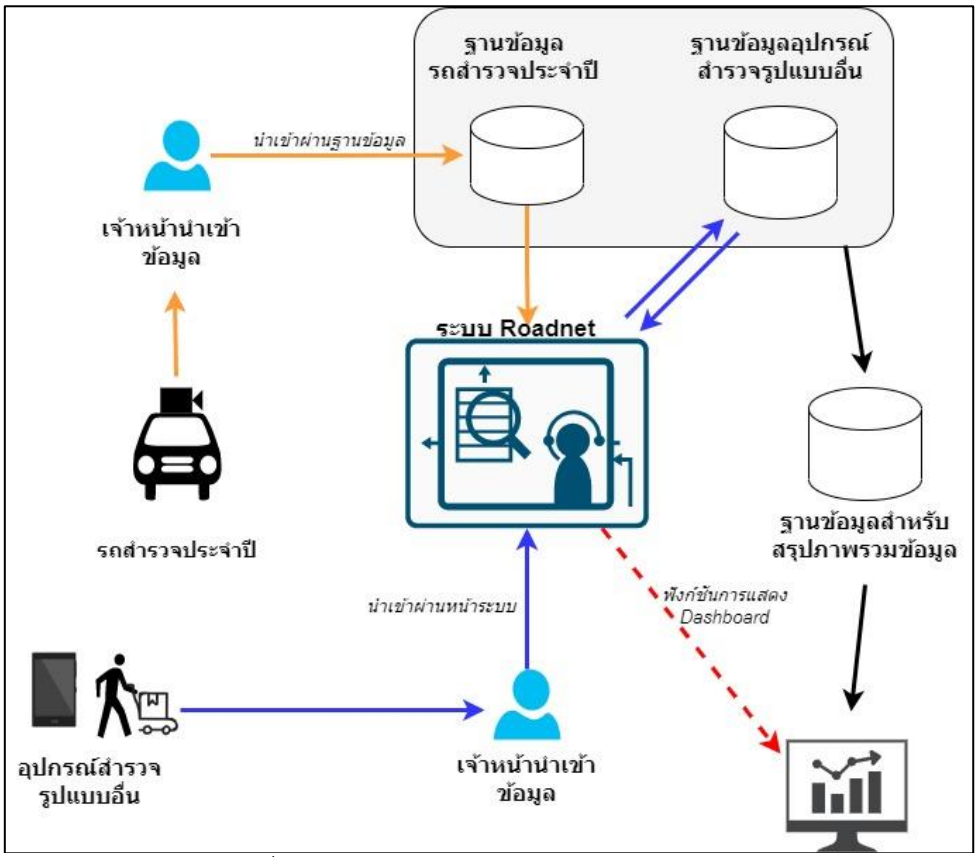
สำหรับการประมวลผลข้อมูลค่ารัศมีทางโค้งและการบันทึก ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลของการกำหนดตำแหน่งจุดพิกัดบนแผนที่ หลังจากนั้นเมื่อทำการดำเนินการขั้นตอนต่อไป ระบบจะทำการประมวลผลและคำนวณค่ารัศมีทางโค้ง ระยะความยาวตลอดโค้ง ตำแหน่งกิโลเมตรต้นโค้ง และตำแหน่งกิโลเมตรสิ้นสุดโค้ง รวมทั้งสามารถแสดงแผนผังบัญชีทางโค้งของสายทางตามข้อมูลที่มีการบันทึก และตารางแสดงรายละเอียดข้อมูลพร้อมทั้งตำแหน่งข้อมูลบนแผนที่



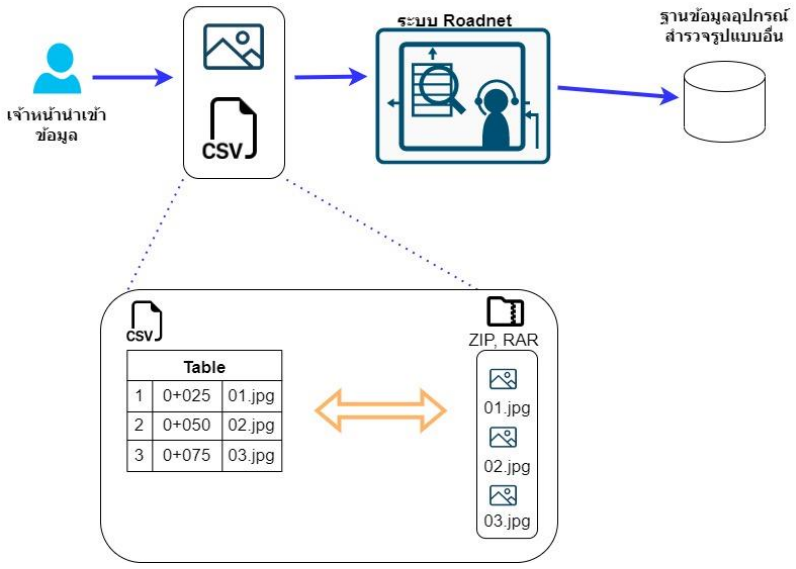
รูปที่ 4-97 ตัวอย่างการพัฒนาฟังก์ชันที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลรัศมีโค้งแนวราบ (Horizontal Alignment Curve) ตามแนวสายทางที่เลือกได้

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 4-98 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ

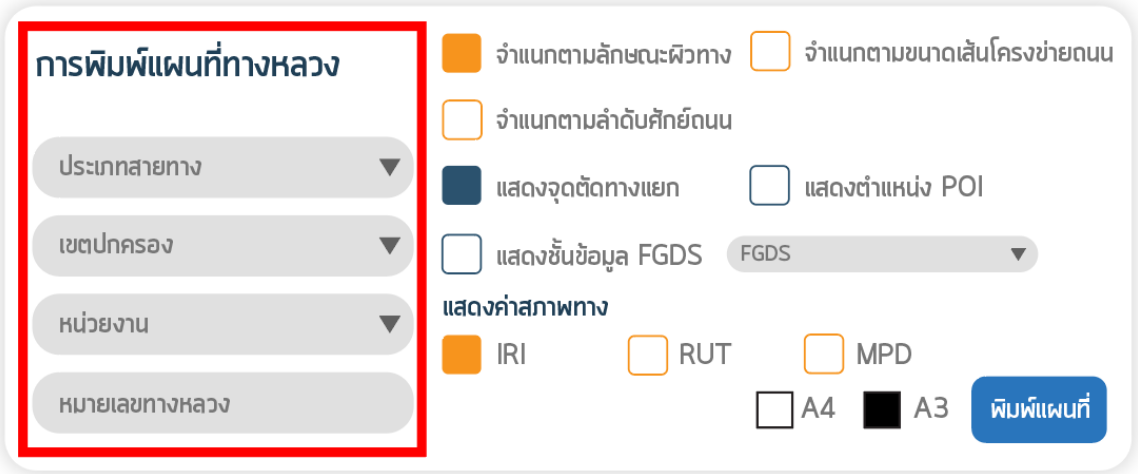


รูปที่ 4-99 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง

3.8 ที่ปรึกษาจะต้องปรับปรุงระบบให้สามารถพิมพ์แผนที่ระยะทางควบคุมตามพื้นที่รับผิดชอบได้ เช่น สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้อง บนมาตราส่วนแผนที่เหมาะสม

3.8.1 สามารถแสดงเส้นโครงข่ายถนน ทางหลวง AH พร้อมหมายเลขทางหลวงได้ทั้งประเทศ หรือแยกตามหน่วยงาน สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวงได้

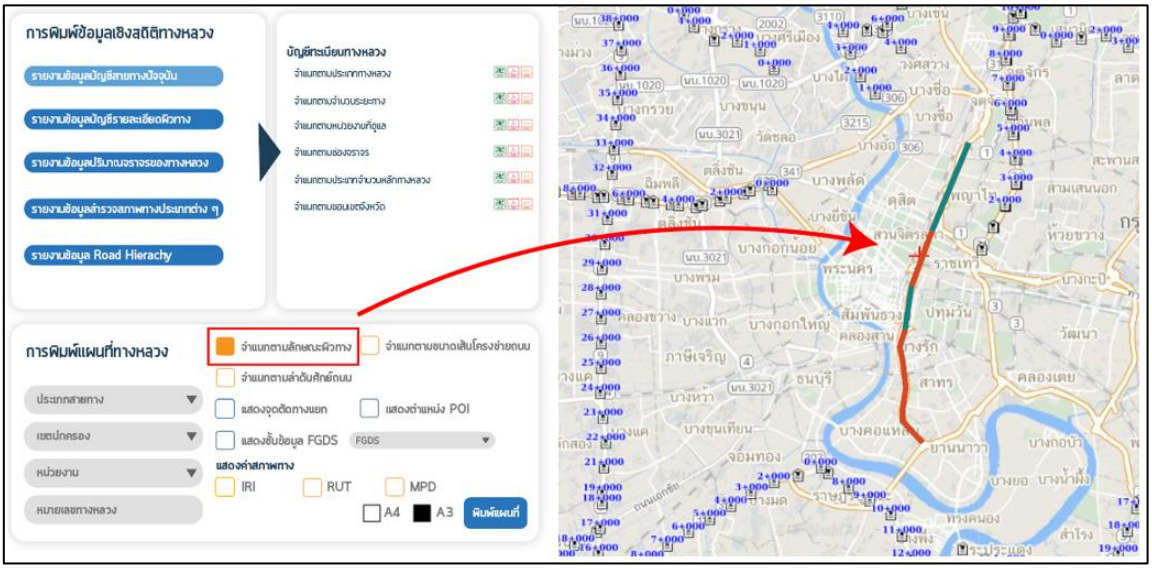
เพิ่มเมนูในเครื่องมือการแสดง แผนที่สำหรับการเลือก ประเภทสายทาง เช่น ทางหลวง AH และสามารถคัดเลือกข้อมูลตามขอบเขตการปกครองโดยจัดระดับออกเป็น ระดับภาค > ระดับจังหวัด > ระดับอำเภอ หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบตามระดับ สำนักงานทางหลวง > แขวงทางหลวง > หมวดทางหลวง อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถระบุการจัดทำแผนที่เฉพาะด้วยหมายเลขทางหลวงได้



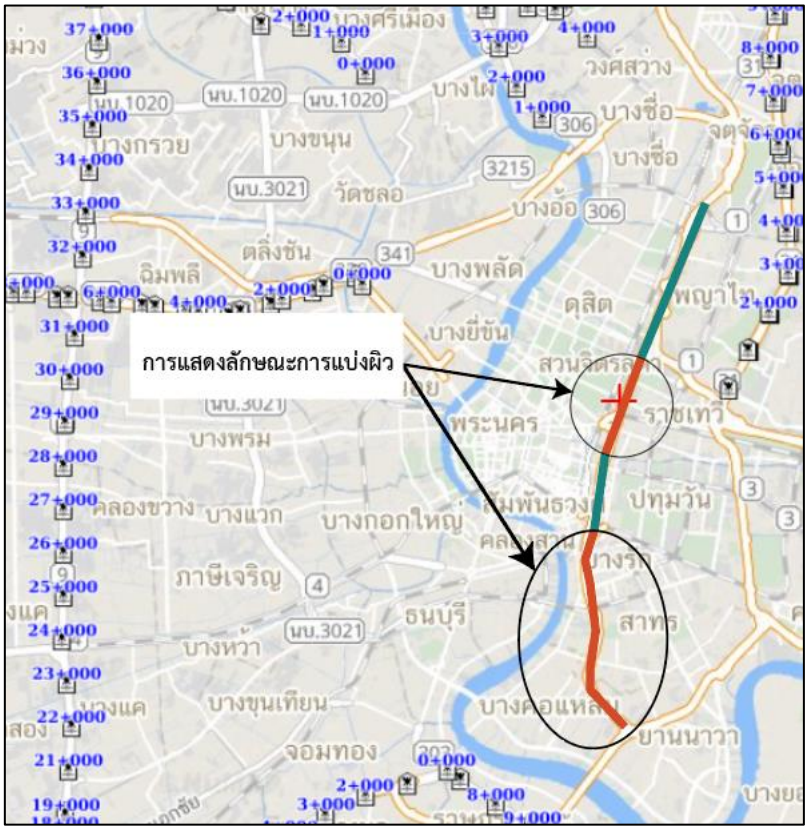
รูปที่ 4-100 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงโครงข่ายถนน

3.8.2 สามารถแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทางได้

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



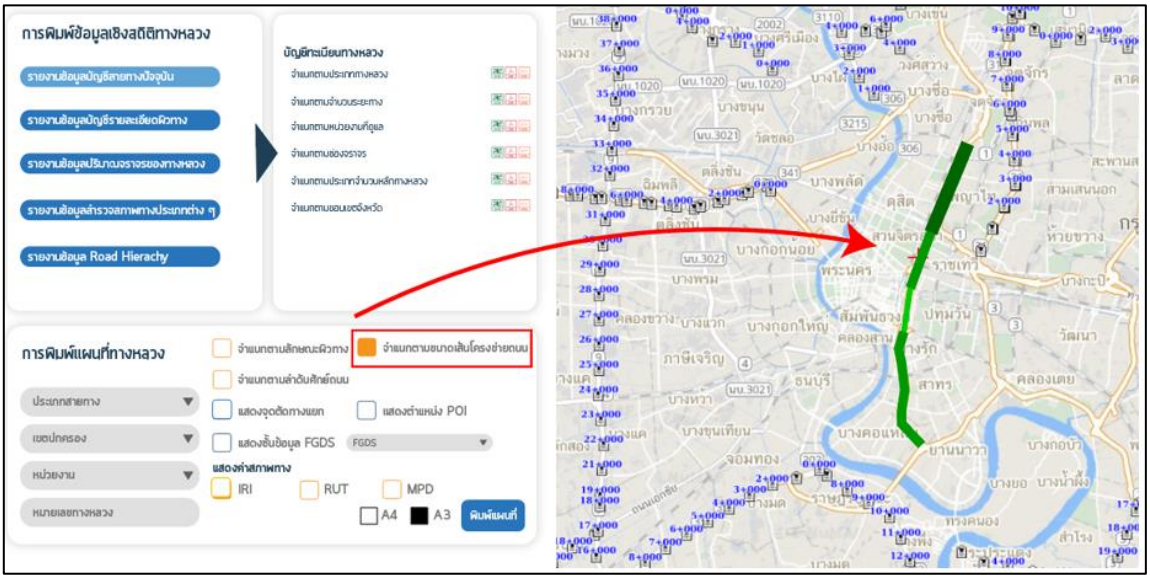
รูปที่ 4-101 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทาง



รูปที่ 4-102 ตัวอย่างลักษณะการแสดงเส้นสี แยกตามลักษณะผิวทาง

3.8.3 สามารถแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน แยกตามจำนวนช่องจราจรได้

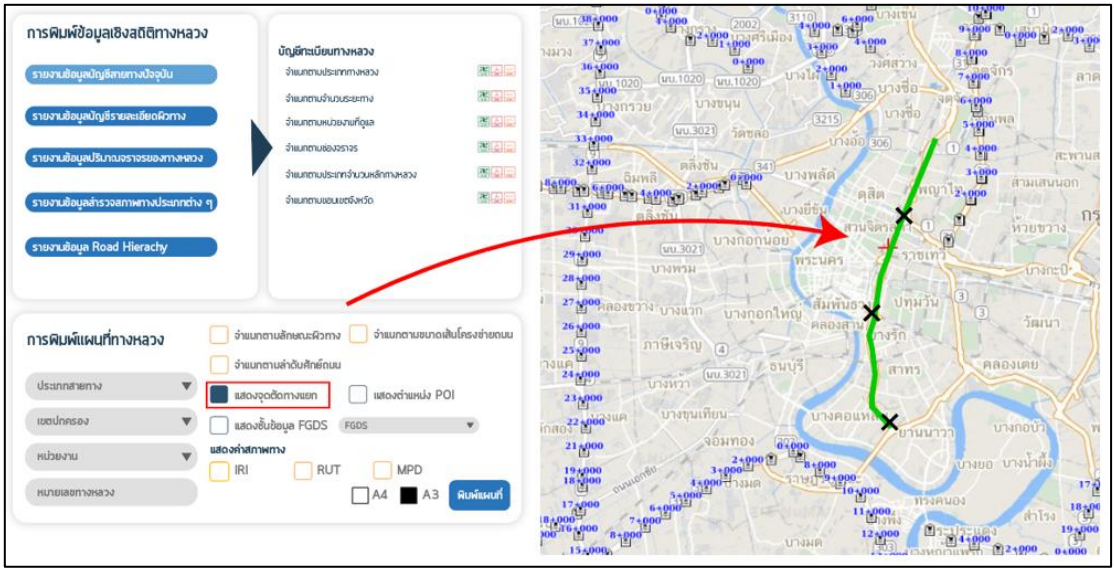
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน ด้วยการแบ่งข้อมูลตามจำนวนช่องจราจรของสายทาง (Line category class type) โดยสายทางที่มีจำนวนช่องจราจรมาก ขนาดของเส้นที่แสดงบนแผนที่ก็จะมีขนาดความหนาที่แตกต่าง



รูปที่ 4-103 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่
สำหรับแสดงขนาดของเส้นโครงข่ายถนน แยกตามจำนวนช่องจราจร

3.8.4 สามารถแสดงตำแหน่งจุดตัดทางแยก บนแผนที่ได้

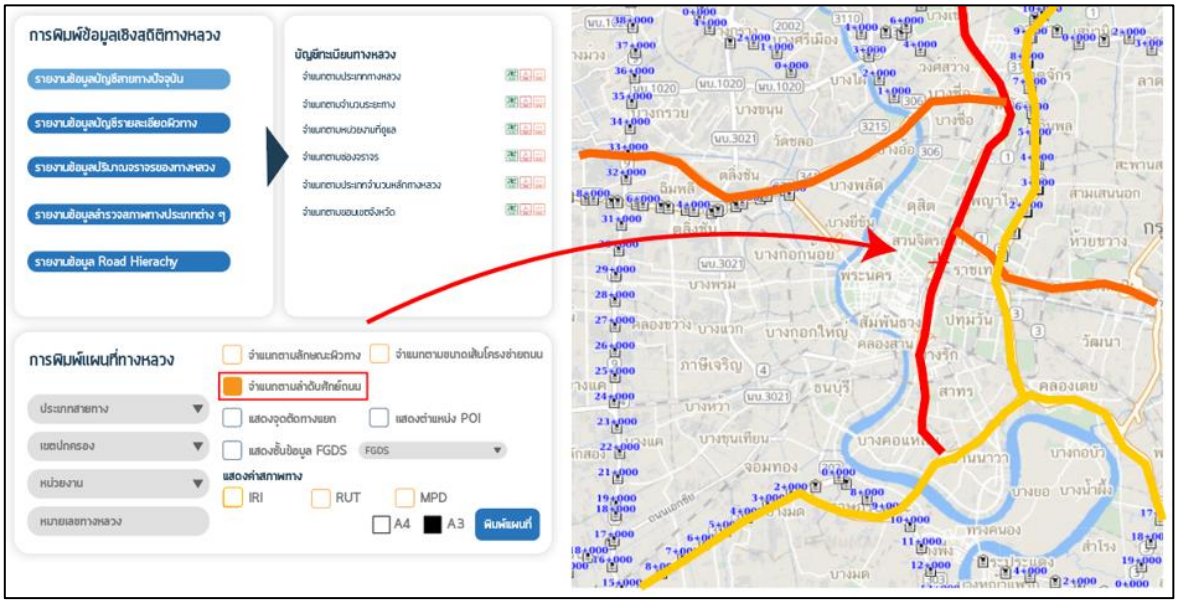
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลตำแหน่งจุดตัดทางแยก ด้วยการเปิด/ปิด ชั้นข้อมูลสำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ โดยแสดงข้อมูลจุดตัดทางแยกในรูปแบบของข้อมูลจุด (Point)



รูปที่ 4-104 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงตำแหน่งจุดตัดทางแยก

3.8.5 สามารถแสดงลำดับชั้นสายทาง (Road Hierarchy) ได้

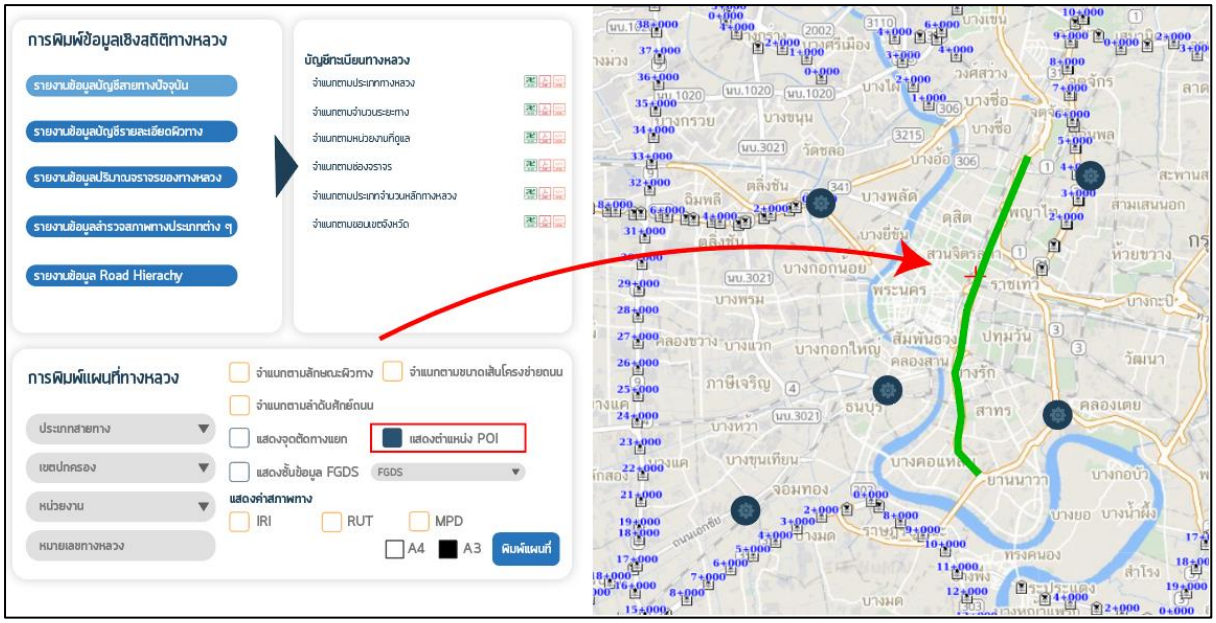
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลลำดับชั้นสายทาง (Road Hierarchy) ด้วยการเปิด/ปิด ชั้นข้อมูล สำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ โดยแสดงข้อมูลการแบ่งสีตามประเภทของข้อมูล (Line category class type)



รูปที่ 4-105 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงลำดับชั้นสายทาง

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

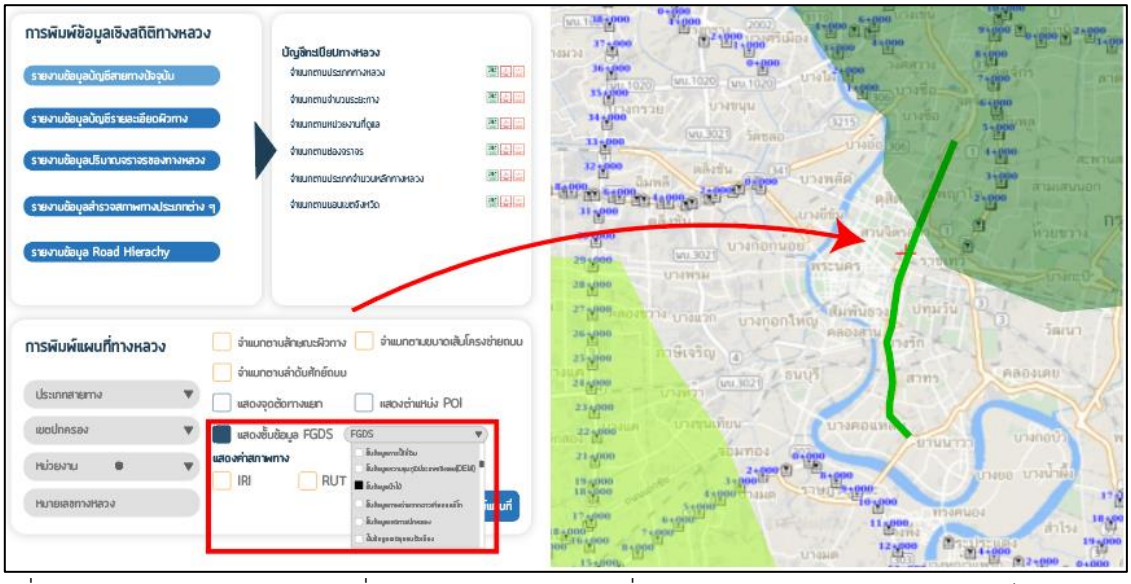
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่ด้วยการเปิด/ปิด ชั้นข้อมูลสำหรับหน้าระบบการพิมพ์แผนที่ ประกอบด้วย ตำแหน่งที่ตั้งของหมวดทางหลวง แขวงทางหลวง สำนักงานทางหลวง ระบบขนส่งมวลชน เช่น สถานีขนส่งผู้โดยสาร ท่าอากาศยาน ท่าเทียบเรือ สถานีรถไฟ และสถานที่ราชการที่สำคัญ โดยแสดงข้อมูลตำแหน่งที่สำคัญ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



รูปที่ 4-106 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่
สำหรับแสดงสามารถแสดงตำแหน่งที่สำคัญ (POI) บนแผนที่

3.8.7 สามารถแสดงขอบเขตข้อมูลด้านป่าไม้บนแผนที่ได้ เช่น ข้อมูลแนวเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย ป่าไม้ถาวร แปลงป่าชุมชน จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ เป็นต้น

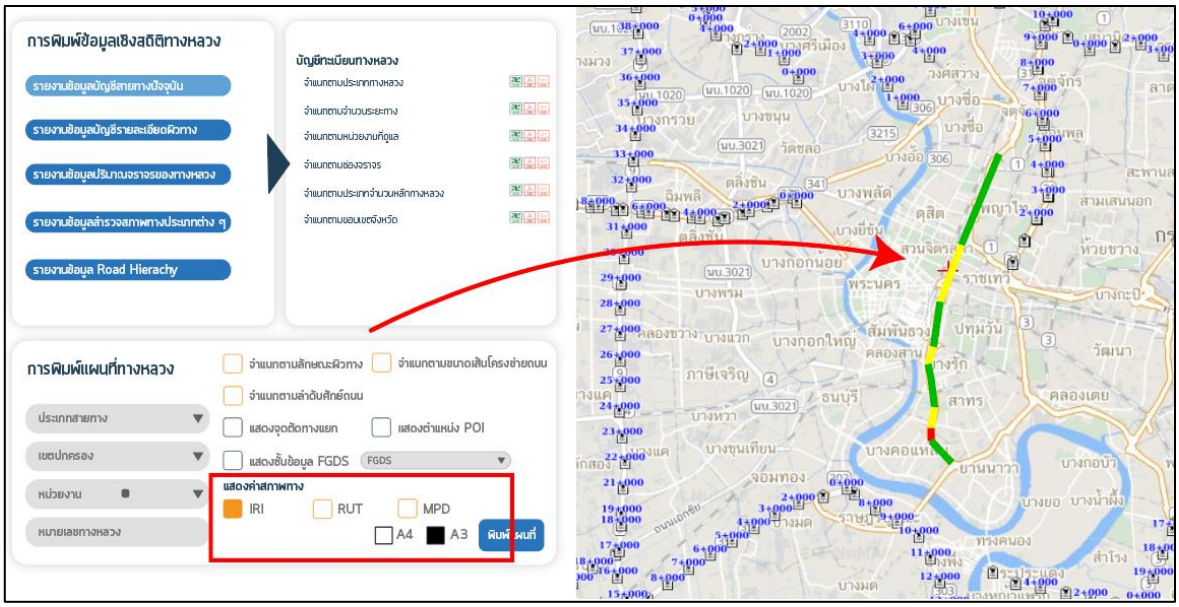
เพิ่มผลลัพธ์การแสดงขอบเขต (Polygon) ของข้อมูลที่เชื่อมโยงจากการให้บริการข้อมูลจากมาตราฐานชั้นข้อมูล FGDS ดังนี้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ โดยประกอบด้วยข้อมูล ข้อมูลแนวเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย ป่าไม้ถาวร แปลงป่าชุมชน



รูปที่ 4-107 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือสำหรับพิมพ์แผนที่สำหรับแสดงขอบเขตข้อมูลด้านป่าไม้บนแผนที่

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

เพิ่มผลลัพธ์การแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ข้อมูลค่าความลึกร่องล้อ (Rutting) ข้อมูลค่าความหยาบเฉลี่ยของพื้นผิวทาง (MPD) เพื่อทำการพิมพ์แผนที่โดยของข้อมูลที่ดังกล่าวได้มีการแบ่งเกณฑ์ค่าระดับของค่าสภาพทาง ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลค่าสภาพได้เพียงหนึ่งค่าเท่านั้น



รูปที่ 4-108 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

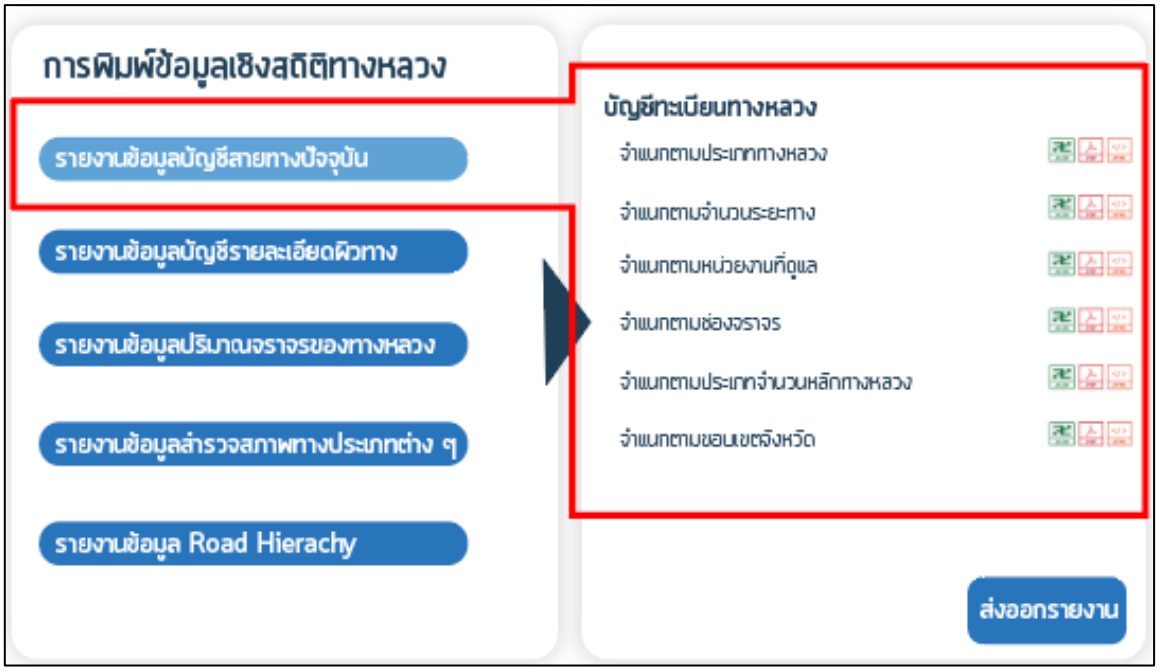
สำหรับการส่งออกแผนที่ การพัฒนาระบบจะรองรับการส่งออกรูปแบบไฟล์ KML และ Shapefile รวมทั้งสามารถจัดทำแผนที่ในรูปแบบไฟล์ PDF ได้

รูปที่ 4-109 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

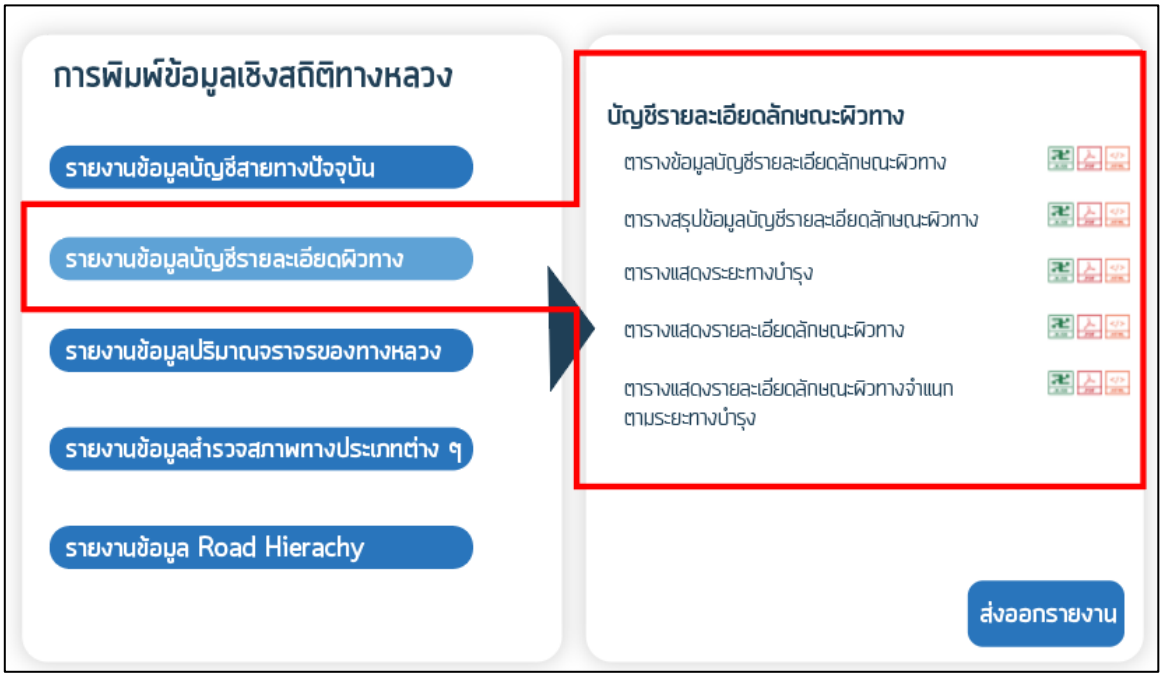
สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลข้อมูลรายการบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็นรายงานจำแนกตามประเภททางหลวง รายงานจำแนกตามจำนวนระยะทาง จำแนกตามหน่วยงานที่ดูแล จำแนกตามช่องจราจร จำแนกตามประเภทจำนวนหลักทางหลวง จำแนกตามขอบเขตจังหวัด



รูปที่ 4-110 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีสายทาง ณ ปัจจุบัน

3.9.2 รายงานข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง

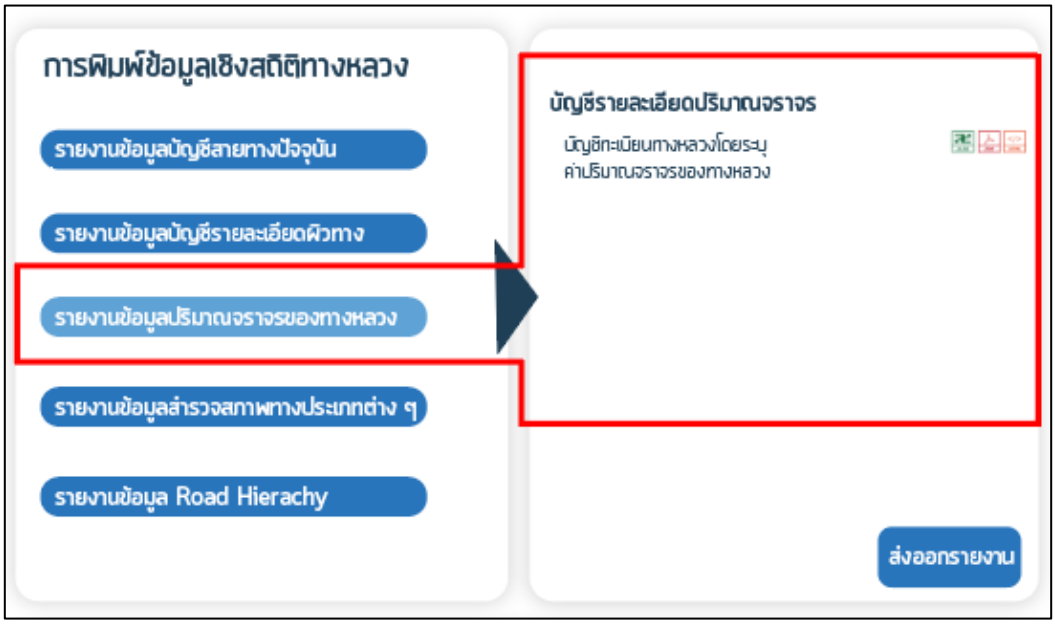
สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลข้อมูลรายการข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง โดยแบ่งออกเป็น ตารางข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางสรุปข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางแสดงระยะทางบำรุง ตารางแสดงรายละเอียดลักษณะผิวทาง ตารางแสดงรายละเอียดลักษณะผิวทางจำแนกตามระยะทางบำรุง



รูปที่ 4-111 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลบัญชีรายละเอียดลักษณะผิวทาง

3.9.3 รายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง

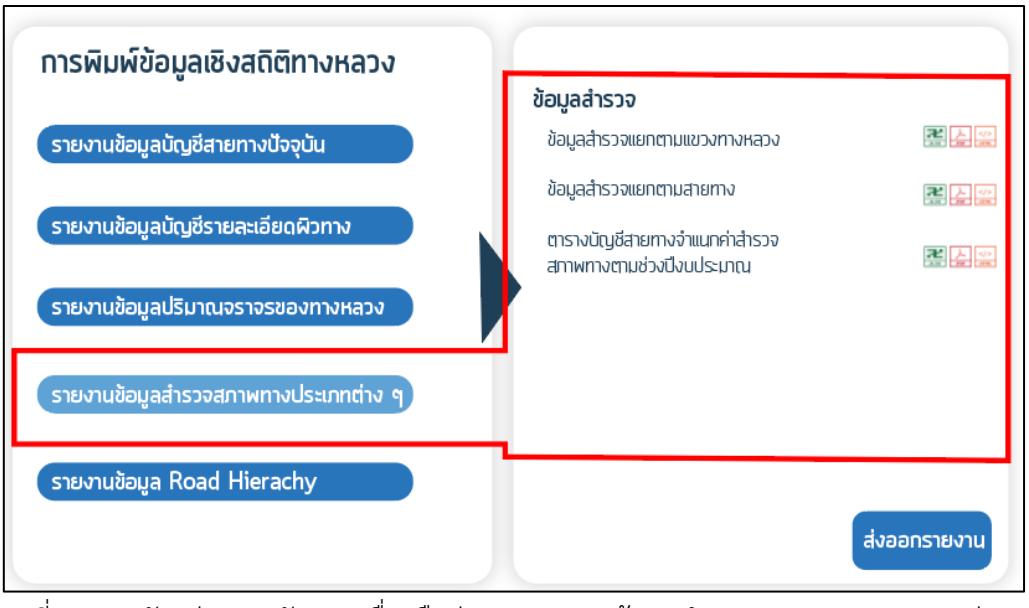
สามารถส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง โดยแบ่งออกเป็นบัญชีทะเบียนทางหลวงโดยระบุค่าปริมาณจราจรของทางหลวง



รูปที่ 4-112 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลปริมาณจราจรของทางหลวง

3.9.4 รายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่าง ๆ

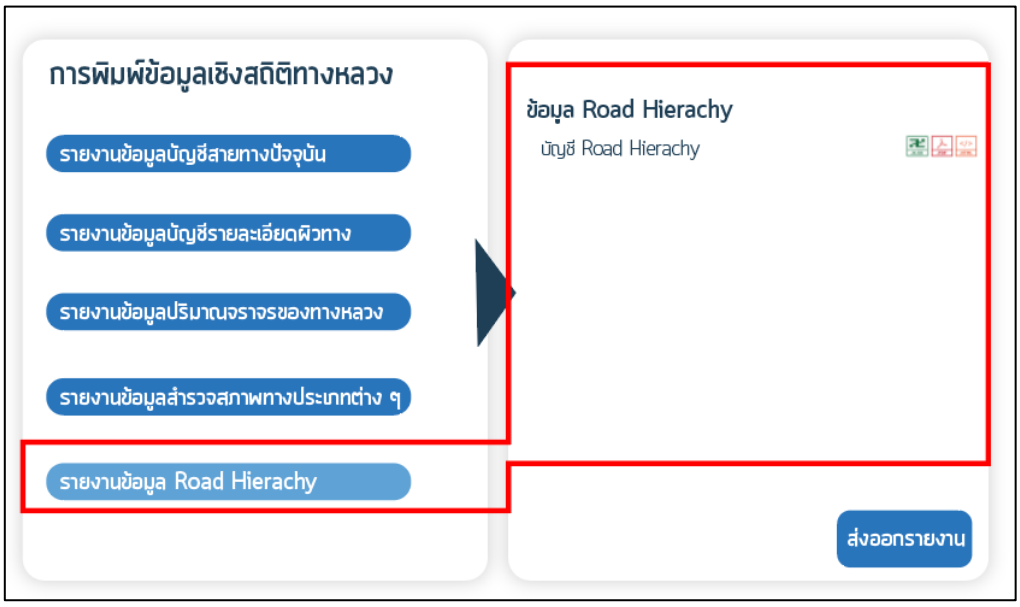
สามารถส่งออกรายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น ข้อมูลสำรวจแยกตามแขวงทางหลวง ข้อมูลสำรวจแยกตามสายทาง ตารางบัญชีสายทางจำแนกค่าสำรวจสภาพทางช่วงปีงบประมาณ



รูปที่ 4-113 ตัวอย่างการพัฒนาเครื่องมือส่งออกรายงานข้อมูลสำรวจสภาพทาง ประเภทต่างๆ

3.9.5 รายงานข้อมูล Road Hierarchy

สามารถส่งออกรายงานข้อมูล Road Hierarchy ประเภทต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น ข้อมูลบัญชี Road Hierarchy



รูปที่ 4-114 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 ที่สามารถรองรับได้เป็นอย่างน้อย มีดังต่อไปนี้

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

และจะทำการพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจออุปกรณ์ Mobile Device ที่มีหลายขนาดได้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 4-115 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 อีกทั้งในปัจจุบัน ในเรื่องการออกแบบ 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 4-116 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 4-117 เครื่องมือวัดความเรียบของผิวทางชนิดรถเข็น (SSI Walking Profiler)

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

รูปที่ 4-118 แอปพลิเคชัน RoadBumpFree

รูปที่ 4-119 แอปพลิเคชัน BumpRecorder

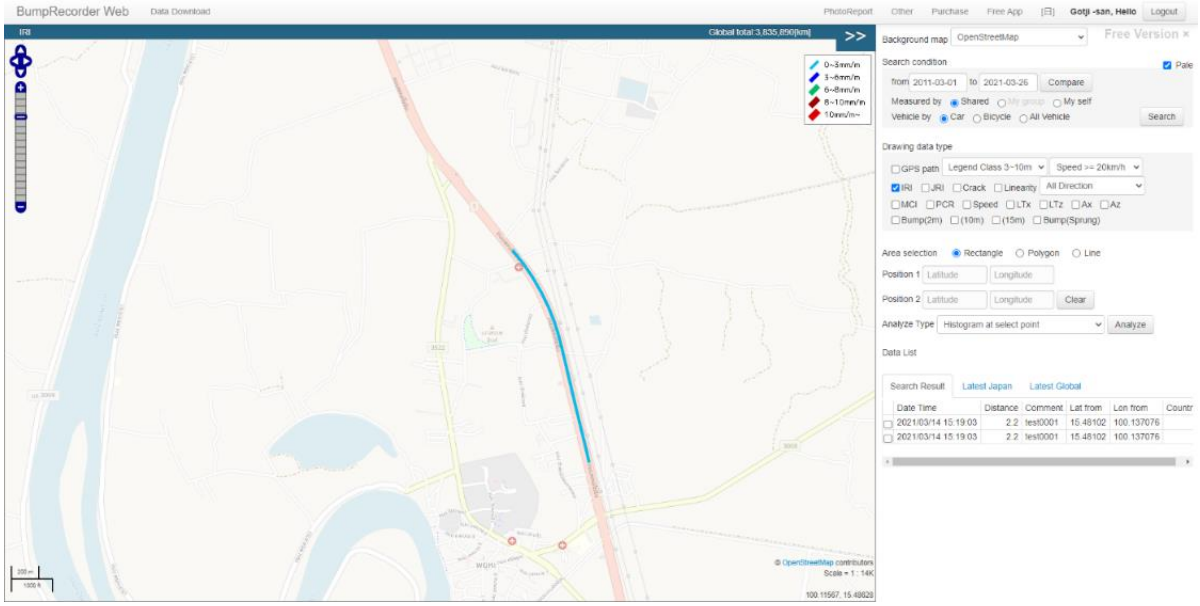
โดยมีวิธีการเก็บค่าโดยการวางโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ไว้ที่หน้ารถ ที่ตำแหน่งใกล้เคียงกับเพลาหน้ารถที่สุดเนื่องจากเพลาของรถคือจุดที่รับแรงสั่นสะเทือนจากผิวถนนของรถได้ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุดจากนั้นก็ทำการกดบันทึกค่าบนแอปพลิเคชัน จากนั้นข้อมูลจะถูกบันทึกค่าลงบนเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์ของทางผู้ผลิต หลังจากทำการทดลองเก็บค่าจากทั้ง 2 แอปพลิเคชันแล้ว พบว่ายังมีข้อจำกัดสำหรับการใช้งานของแต่ละแอปพลิเคชันดังนี้

แอปพลิเคชัน RoadBumpFree เมื่อทำการบันทึกค่าที่ได้จากการสำรวจแล้ว จะถูกบันทึกไว้บนเซิร์ฟเวอร์ของทางผู้ผลิต ซึ่งมีข้อจำกัดคือ หากต้องการข้อมูลการสำรวจจะต้องทำการอัพเกรด แอปพลิเคชันให้เป็นเวอร์ชันที่ต้องเสียเงิน จึงจะได้ข้อมูลเพื่อมาทำการวิเคราะห์

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

ดังนั้น กรณีการเลือกสำรวจด้วยอุปกรณ์สำรวจด้วย Mobile Application ผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการอัปเกรดเวอร์ชันของแอปพลิเคชัน เพื่อส่งออกข้อมูลสำรวจและบริหารข้อมูลตามโครงสร้างที่ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) รองรับเพื่อนำเข้าข้อมูลและแสดงผลบนหน้าระบบได้

รูปที่ 4-120 หน้า ตัวอย่างการสำรวจด้วย Mobile Application



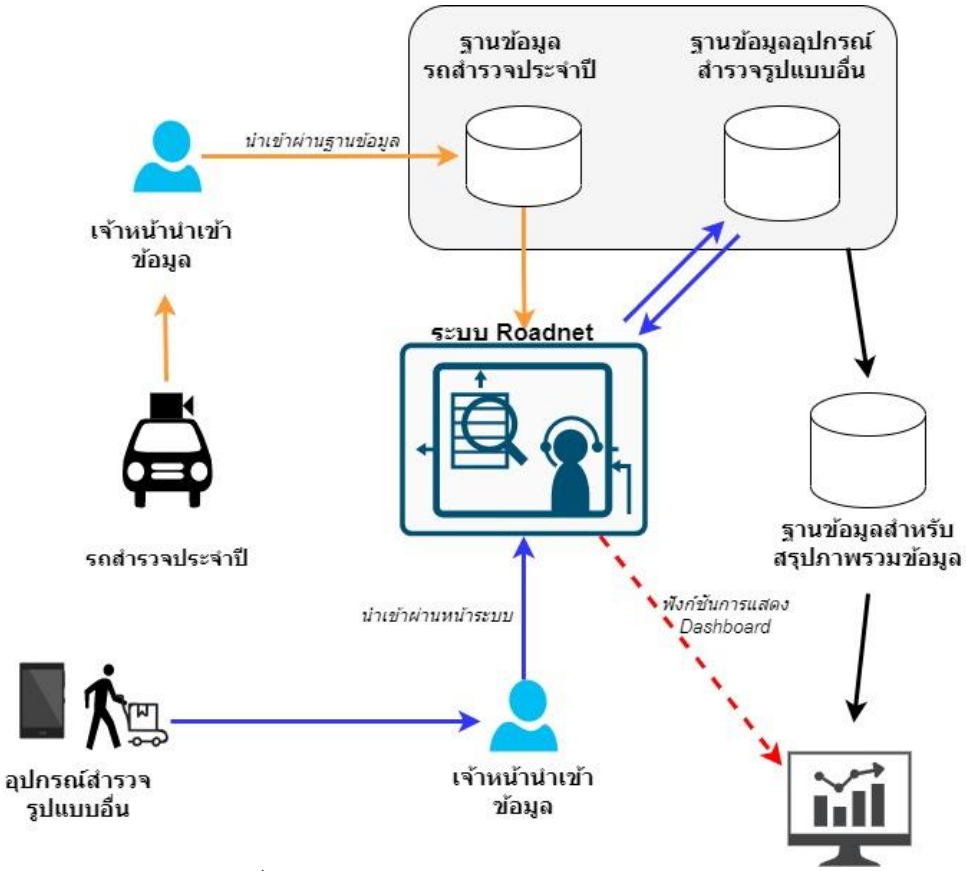
รูปที่ 4-121 หน้า Website แสดงผลการสำรวจจาก แอปพลิเคชัน BumpRecorder

จากอุปกรณ์สำรวจทั้ง 2 อุปกรณ์ สามารถส่งออกข้อมูลการสำรวจค่าสภาพทาง รวมทั้งตำแหน่งบนระบบพิกัดภูมิศาสตร์ได้ 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

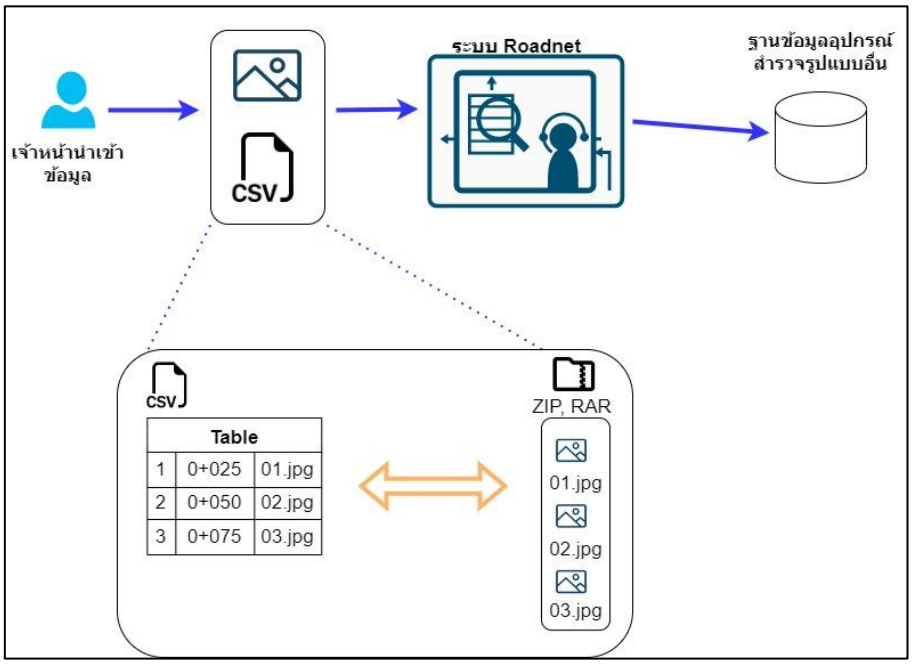


รูปที่ 4-122 แผนผังแสดงการจัดเก็บข้อมูลสำรวจ

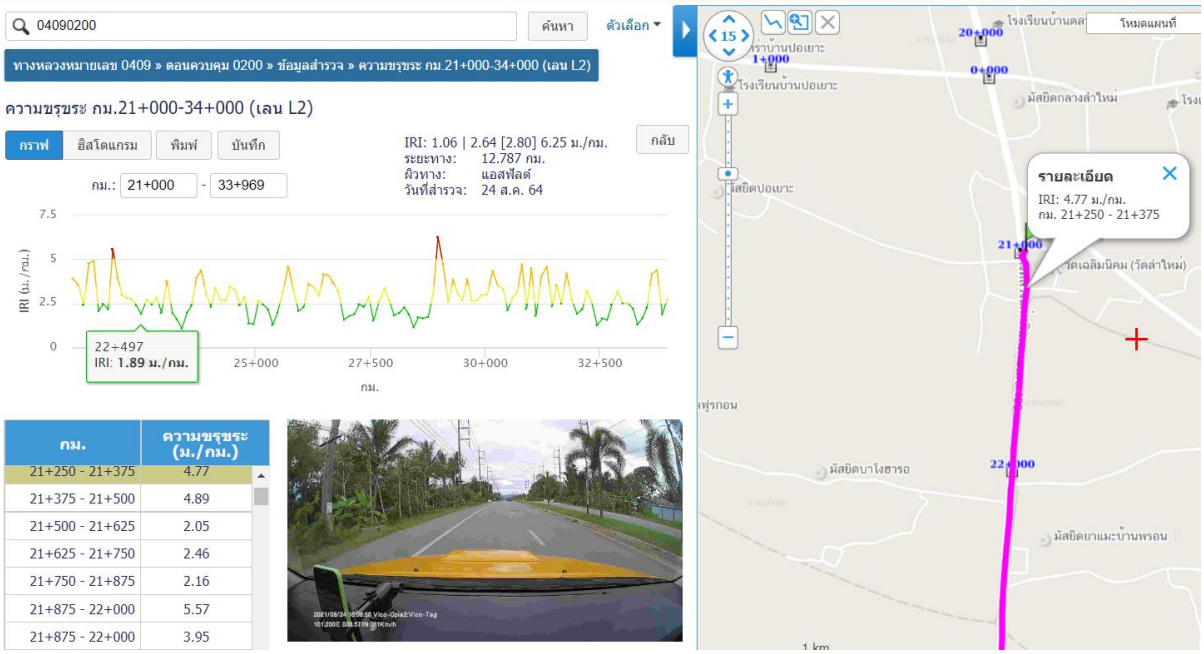
4.2 การนำเข้าข้อมูลภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่ได้จากการสำรวจสภาพทางด้วยอุปกรณ์สำรวจสภาพทางในรูปแบบอื่น ๆ สามารถจัดโครงการการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเหมาะสม โดยขนาดของภาพไม่ควรเกิน 1 MB

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 4-123 ตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าข้อมูลค่าสภาพทาง และรูปภาพกล้องสำรวจภาพถ่าย 2 ข้างทาง



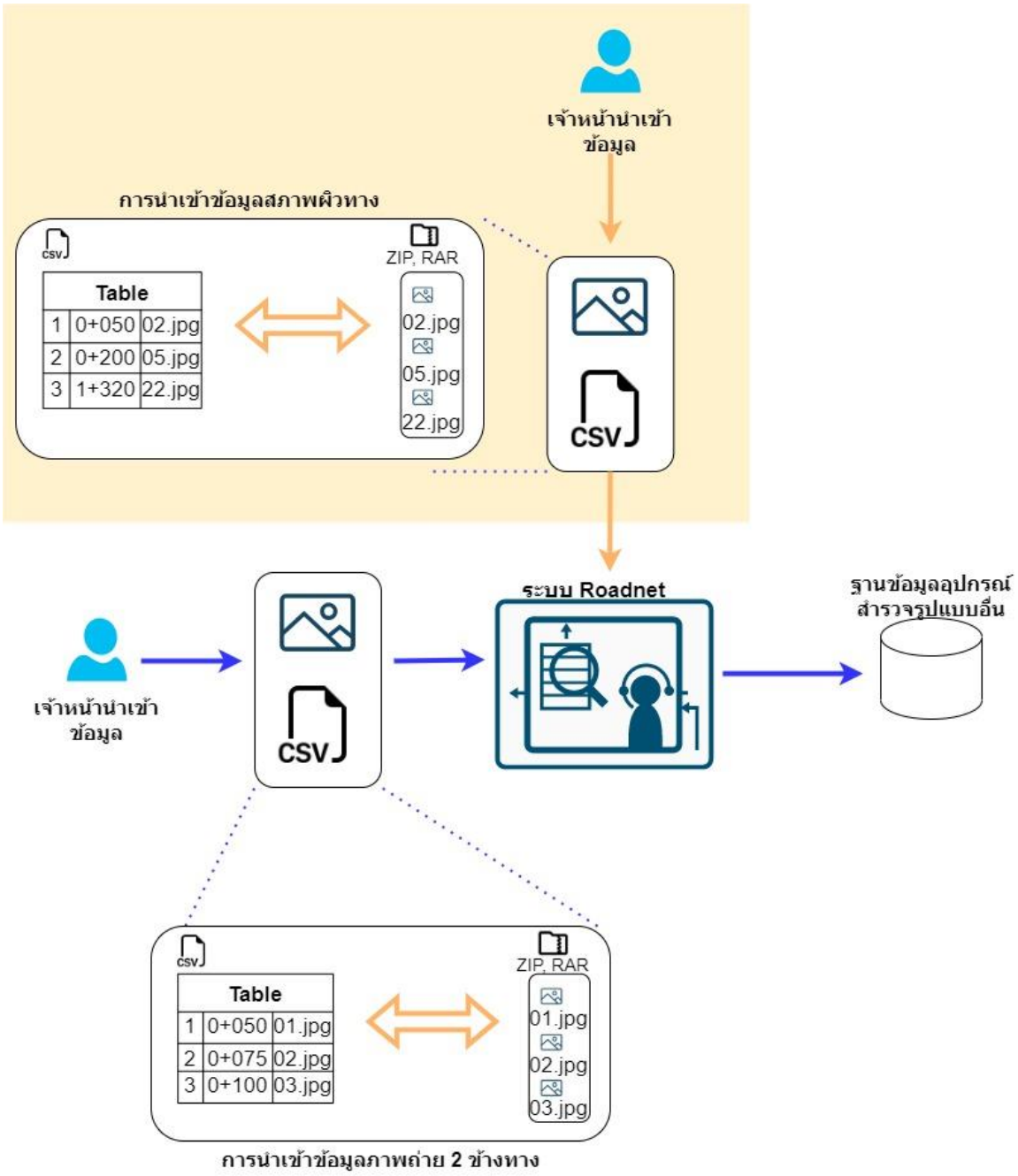
รูปที่ 4-124 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่าย 2 ข้างทาง ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลสำรวจค่าสภาพทาง



รูปที่ 4-125 ตัวอย่างข้อมูลที่มีการแสดงภาพถ่าย 2 ข้างทางและข้อมูลค่าสภาพทาง

4.3 การนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายสภาพผิวทาง สามารถแสดงผลร่วมกับข้อมูลสภาพทางได้อย่างเหมาะสม และจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ

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



รูปที่ 4-126 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 หรือ ชนิด 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 มีDVD-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) เพื่อให้ตัวอุปกรณ์สามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตรวจสอบรายละเอียดผลการเปรียบเทียบได้ในตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนดตรงตาม 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 ภาพรวม โดยการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table) ตามลักษณะพื้นฐานที่ได้กำหนดไว้ สามารถตรวจสอบรายละเอียดผลการเปรียบเทียบได้ในตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติตามข้อกำหนดตรงตาม TOR หรือดีกว่า (ภาคผนวก ก)

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

การวางแผนการย้ายข้อมูล (Premigration planning)

ในการวางแผนเป็นสิ่งสำคัญดังนั้นต้องประเมินขนาดข้อมูล รวมทั้งระหว่างการโอนย้ายอาจจะมีการเพิ่มเติมข้อมูลระหว่างการโอนย้ายจากเจ้าหน้าที่ ดังนั้นต้องวางแผนเป็นอย่างดีพยายามลดผลกระทบที่คาดการณ์น่าจะต้องเกิดขึ้น

เริ่มต้นการย้าย (Project initiation)

เมื่อทราบถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างฐานข้อมูลแล้ว ดังนั้นต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตัวข้อมูลให้ทราบ เผื่อระหว่างการดำเนินอาจจะต้องมีข้อมูลบางส่วนที่อาจจะไม่สมบูรณ์ระหว่างการโอนย้ายได้

ออกแบบรูปแบบการโอนย้าย (Solution design)

กำหนดข้อมูลใดที่ต้องการย้าย และประเมินความสำคัญของตัวข้อมูล เพื่อจัดลำดับการโอนย้ายก่อนหรือหลังการย้าย

ทดลองการโอนย้าย (Build & Test) ทำการทดสอบการโอนย้าย

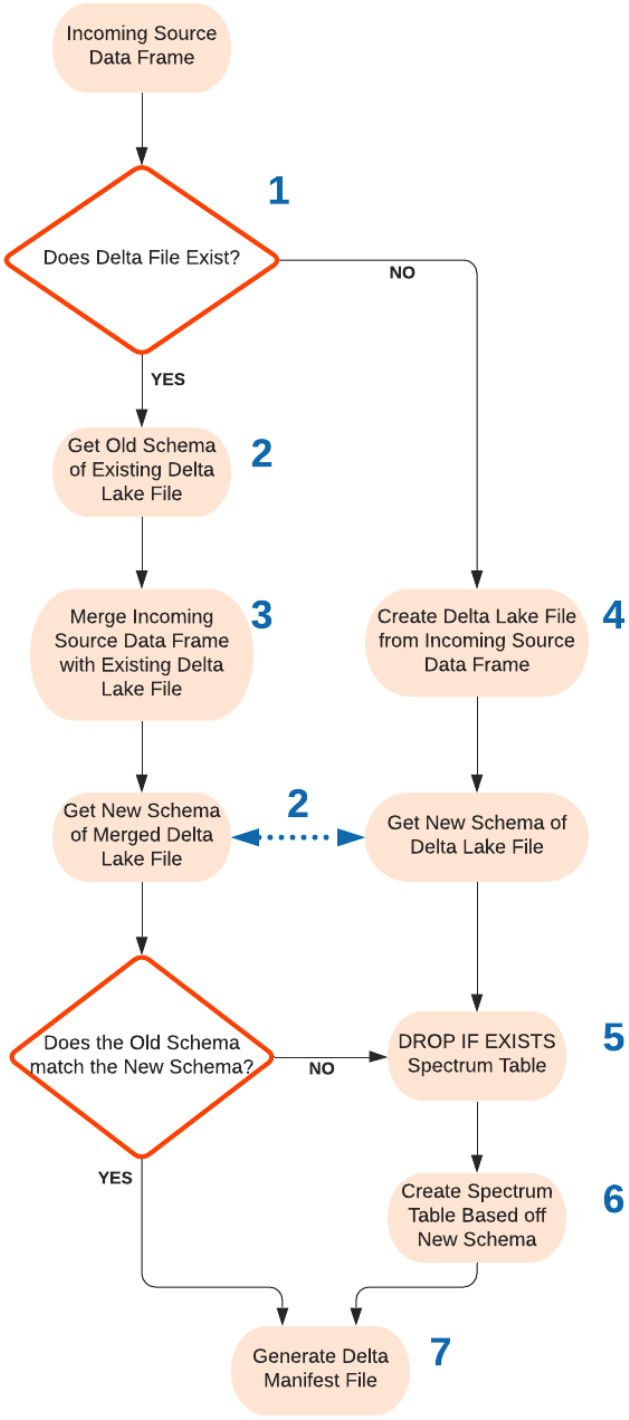
ดำเนินการตรวจสอบ (Execute & Validate) ตรวจสอบการโอนย้ายให้เห็นว่าการย้ายข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดที่ดำเนินการวางแผนไว้

การรื้อถอน (Decommission & Monitor)

เมื่อตรวจสอบข้อมูลหลังจากการโอนย้าย พบว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามที่กำหนดไว้ และระบบเองก็สามารถดำเนินการบันทึกข้อมูลตามโครงสร้างใหม่ที่กำหนดได้ ดังนั้นอาจจะต้องถือโอนการปิดงานระบบเดิม หรือไม่ให้สามารถบันทึกผ่านระบบเดิมได้ เพื่อป้องกันการกรอกข้อมูลซ้ำซ้อนทั้ง 2 ระบบ

รูปที่ 4-127 แสดงแนวทางการโอนย้ายข้อมูล (Data Migration)

ที่ปรึกษาจะดำเนินการทบทวนโครงสร้างฐานข้อมูลเดิม และทำการปรับปรุงฐานข้อมูลใหม่ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานและแสดงผลให้เป็นปัจจุบัน ในขณะเดียวกันระบบฐานข้อมูลเดิมจะยังใช้งานได้จนกว่าการพัฒนาฐานข้อมูลใหม่จะแล้วเสร็จ เพื่อรองรับการใช้งานของเจ้าหน้าที่ ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่กระทบการทำงานของเจ้าหน้าที่



รูปที่ 4-128 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) โดยผลลัพธ์การทดสอบจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขความสมบูรณ์ของระบบที่ควรจะเป็น และสามารถยอมรับได้ (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

a. วิเคราะห์ความต้องการเชิงธุรกิจ (Business Requirements) การจะทำ UAT ให้ได้มีประสิทธิภาพ ความต้องการเชิงธุรกิจต้องมีความชัดเจน ทีมทดสอบควรเริ่มต้นจากทำความเข้าใจเป้าหมายของธุรกิจ ความต้องการของผู้ใช้ และขอบเขตของโพรเจกต์
b. วางแผนการทำ UAT แผนการทำ UAT มีจุดประสงค์เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการทำ UAT จะเป็นไปตามความต้องการเชิงธุรกิจ ในขั้นตอนนี้ทีมทดสอบจะกำหนดว่าต้องการทดสอบอะไรบ้าง ระบุเกณฑ์การยอมรับ (Acceptance criteria) ใครเป็นคนดำเนินการในแต่ละการทดสอบไทม์ไลน์การทำงาน และอื่น ๆ
c. 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)

d. 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