สำนักอำนวยความปลอดภัย
กรมทางหลวง

โครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง
(Traffic Information Management System : TIMS)



รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary Report)



กุมภาพันธ์ 2568

สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY TRANSPORTATION INSTITUTE

คำนำ

สำนักอำนวยความปลอดภัยได้พัฒนาระบบ TIMS (Traffic Information Management System) ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 โดยระบบ TIMS เป็นระบบงานของกรมทางหลวงที่มีสถาปัตยกรรมชนิด Web Based Application ผสานการแสดงผลผ่านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) โดยมีการอ้างอิงข้อมูลบัญชีสายทางและระยะทางควบคุมที่เชื่อมโยงกับระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) สำนักแผนงาน (ปรับปรุง ปีงบประมาณ 2564) ในการเก็บข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรโดยใช้เครื่องมือในการนับหรือเจ้าหน้าที่เป็นผู้นับ และข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวข้อง เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรโดยเครื่องนับรถอัตโนมัติ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรรวมถึงมีส่วนสำคัญสำหรับการวางแผนพัฒนาปรับปรุงโครงข่ายการเดินทาง รวมไปถึงการพัฒนาระบบให้บริการข้อมูลไปยังระบบบริหารงานบำรุงทางต่าง ๆ ได้แก่ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) สำนักบริหารบำรุงทาง ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) สำหรับวิเคราะห์วิธีการและวางแผนบริหารจัดการการพัฒนาปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินให้สามารถรองรับความต้องการการเดินทางของประชาชนทั่วประเทศได้อย่างถูกต้อง และคุ้มค่าต่อการลงทุนก่อสร้าง

รายงานสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary Report) จึงประกอบด้วยภาพรวมความเป็นมาและการดำเนินงานของโครงการ งานศึกษาและทบทวนการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง วิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูลและเนื่องด้วยการจัดเก็บข้อมูลที่ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยในจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีความต้องการในการใช้งานข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น และหลากหลายมิติ เพื่อนำไปพัฒนาการบริหารงานทาง และแก้ไขปัญหางานวางแผนต่าง ๆ สำนักอำนวยความปลอดภัย จึงเล็งเห็นปัญหาดังกล่าว และประโยชน์ในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจให้รองรับกับการสำรวจข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน และจัดทำข้อมูลให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อีกทั้งปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน และโครงสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง และพัฒนาระบบให้รองรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้สำหรับแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรและขนส่งในมิติต่าง ๆ เพื่อนำไปวางแผนและกำหนดนโยบายต่อไป

สำนักอำนวยความปลอดภัย

กรมทางหลวง

สารบัญ

หน้า

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary Report) ..... - 1 -
1. หลักการและเหตุผล ..... - 1 -
2. วัตถุประสงค์ ..... - 2 -
3. เป้าหมายของโครงการ ..... - 2 -
4. ภาพรวมการดำเนินโครงการ ..... - 3 -
   4.1 ศึกษาและทบทวนการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) .. - 4 -
   4.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ..... - 28 -
   4.3 พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูล ..... - 33 -
   4.4 การจัดซื้อและติดตั้งระบบ ..... - 51 -
   4.5 การฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ..... - 54 -

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายละเอียดการคัดเลือกจุดสำรวจ 11 จุดสำรวจ ..... - 21 -
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการประเมินแบบใหม่ กับการประเมินระบบ TIMS ในปัจจุบัน ..... - 24 -
ตารางที่ 3 สรุปการวัดผลการนับยานพาหนะทั้ง 11 จุด ..... - 43 -
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบรวมทุกจุดแยกแต่ละประเภทยานพาหนะ ..... - 46 -
ตารางที่ 5 สรุปการประมวลผล Video Image Processing ในพื้นที่สำรวจ 11 จุด ..... - 47 -
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบรายละเอียดเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ..... - 51 -

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ภาพรวมการดำเนินงานโครงการ - 3 -
รูปที่ 2 ภาพประกอบการจัดการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) - 8 -
รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัย - 9 -
รูปที่ 4 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ณ ปัจจุบัน - 9 -
รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัย ที่จะปรับปรุงในโครงการ - 10 -
รูปที่ 6 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบที่กำลังปรับปรุง - 10 -
รูปที่ 7 ตัวอย่างผลการทดสอบ Concurrent Test - 11 -
รูปที่ 8 ตัวอย่าง Private Cloud โดย Proxmox Virtual Environment ในการบริหารจัดการ Server - 13 -
รูปที่ 9 หลักการตรวจจับและจำแนกประเภทวัตถุของ YOLO - 15 -
รูปที่ 10 หลักการทำงานของ ByteTrack - 16 -
รูปที่ 11 หลักการทำงานของ OC-SORT - 16 -
รูปที่ 12 แผนผังกระบวนการทำงานของโมเดลติดตาม - 18 -
รูปที่ 13 การสำรวจติดตั้งกล้องสำรวจปริมาณจราจร - 19 -
รูปที่ 14 แผนที่จุดสำรวจ 11 จุดสำรวจ - 20 -
รูปที่ 15 รายงานโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านอำนวยความปลอดภัย (ระยะที่ 1) และรายงานการวิเคราะห์คำนวณดัชนีการจราจรติดขัดและความหนาแน่นการจราจร ปี 2566 - 22 -
รูปที่ 16 ระดับการให้บริการ (Level of Services : LOS) - 22 -
รูปที่ 17 ขั้นตอนการประเมินความจุและระดับการให้บริการ (LOS) ต่อทิศทาง - 23 -
รูปที่ 18 โครงการพัฒนาและจัดทำคู่มือความจุทางหลวงของประเทศไทยระยะที่ 1 และ Highway Capacity Manual 7th Edition (2022) - 24 -
รูปที่ 19 หลักการทำงานของ Open API Specification (OAS) - 28 -
รูปที่ 20 การแสดงผลหน้า web service ระบบที่ปรับปรุง - 29 -
รูปที่ 21 มาตรฐานการให้บริการข้อมูลของกรมทางหลวง - 30 -
รูปที่ 22 เปรียบเทียบการทำงานของระบบปัจจุบันและระบบที่ปรับปรุง - 31 -
รูปที่ 23 เอกสารการวิเคราะห์และออกแบบระบบ - 32 -
รูปที่ 24 แผนผังเว็บไซต์ระบบ - 33 -

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 25 ตัวอย่าง Layer WMS ที่แสดงผลบนแผนที่ ..... - 35 -
รูปที่ 26 โครงสร้างของ Open API ..... - 36 -
รูปที่ 27 หน้าจอที่ให้บริการ Web Service ..... - 37 -
รูปที่ 28 หน้าจอนำเข้าข้อมูลสำรวจด้วยการแจงนับ ..... - 39 -
รูปที่ 29 แผนผังการทำงานของการประมวลผลวิดีโอบนระบบ TIMS ..... - 39 -
รูปที่ 30 กระบวนการจำแนกประเภทและนับจำนวนยานพาหนะ ..... - 40 -
รูปที่ 31 การประมวลผล Video บนบนหน่วยประมวลผลกราฟิก ..... - 40 -
รูปที่ 32 ตัวอย่างหน้าจอผลลัพธ์การประมวลผลในรูปแบบ Video Image Processing ..... - 41 -
รูปที่ 33 ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดต่าง ๆ ที่มีผลลัพธ์ที่ไม่ดี ..... - 43 -
รูปที่ 34 ตัวอย่างหน้าส่งออกข้อมูลในรูปแบบ Shape file (SHP) ..... - 48 -
รูปที่ 35 การออกแบบหน้าจอการแสดงผล Dashboard ..... - 49 -
รูปที่ 36 Web Responsive Design ..... - 50 -
รูปที่ 37 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย ..... - 52 -
รูปที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล Visualizations ..... - 52 -
รูปที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล Visualizations ..... - 53 -
รูปที่ 40 ภาพประกอบการจักฝึกอบรมผู้ใช้งานระบบ TIMS ..... - 54 -
รูปที่ 41 ภาพประกอบการจักฝึกอบรมผู้ดูแลระบบ TIMS ..... - 55 -

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร
(Executive Summary Report)

1. หลักการและเหตุผล

กรมทางหลวงเป็นหน่วยงานหลักที่มีภารกิจตามอำนาจหน้าที่ในการอำนวยความปลอดภัยของทางหลวง มีพันธกิจในการพัฒนาองค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยี ด้านวิศวกรรมจราจร/ขนส่ง และความปลอดภัยที่เหมาะสม โดยมีแนวทางปฏิบัติการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศของหน่วยงานภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งปัจจุบันมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นกรอบในการดำเนินการพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลที่ขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ของกรมทางหลวงให้เกิดความเหมาะสมกับรูปแบบการนำไปใช้งานจริง ทั้งนี้ สำนักอำนวยความปลอดภัย ได้เริ่มดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System หรือ TIMS) สำหรับการบริหารจัดการข้อมูลภายในองค์กรอย่างเป็นระบบ โดยมีการประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) โครงข่ายทางหลวงผนวกกับข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรอย่างเป็นมาตรฐานสากล มาวิเคราะห์และแสดงข้อมูลผลบนแผนที่ดิจิตอล (Digital Mapping) โดยมุ่งเน้นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาระบบและเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับใช้งานตามภารกิจบริหารจัดการของกรมทางหลวงในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค รวมถึงการให้บริการข้อมูลสารสนเทศจราจร

สำนักอำนวยความปลอดภัยได้พัฒนาระบบ TIMS (Traffic Information Management System) ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 โดยระบบ TIMS เป็นระบบงานของกรมทางหลวงที่มีสถาปัตยกรรมชนิด Web Based Application ผสานการแสดงผลผ่านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) โดยมีการอ้างอิงข้อมูลบัญชีสายทางและระยะทางควบคุมที่เชื่อมโยงกับระบบทะเบียนทางหลวง (HRIS) สำนักแผนงาน (ปรับปรุง ปีงบประมาณ 2564) ในการเก็บข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรโดยใช้เครื่องมือในการนับหรือเจ้าหน้าที่เป็นผู้นับ และข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวข้อง เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรโดยเครื่องนับรถอัตโนมัติ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรรวมถึงมีส่วนสำคัญสำหรับการวางแผนพัฒนาปรับปรุงโครงข่ายการเดินทาง รวมไปถึงการพัฒนาระบบให้บริการข้อมูลไปยังระบบบริหารงานบำรุงทางต่าง ๆ ได้แก่ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) สำนักบริหารบำรุงทาง ระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet) สำหรับวิเคราะห์วิธีการและวางแผนบริหารจัดการการพัฒนาปรับปรุงโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินให้สามารถรองรับความต้องการการเดินทางของประชาชนทั่วประเทศได้อย่างถูกต้อง และคุ้มค่าต่อการลงทุนก่อสร้าง

เนื่องด้วยการจัดเก็บข้อมูลที่ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยในจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลมีความต้องการในการใช้งานข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น และหลากหลายมิติ เพื่อนำไปพัฒนาการบริหารงานทาง และแก้ไขปัญหางานวางแผนต่าง ๆ สำนักอำนวยความปลอดภัย จึงเล็งเห็นปัญหาดังกล่าว และระโยชน์ในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจให้รองรับกับการสำรวจข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน และจัดทำข้อมูลให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อีกทั้งปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน และโครงสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง และพัฒนาระบบให้รองรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้สำหรับแก้ไขปัญหาทางด้านการจราจรและขนส่งในมิติต่าง ๆ เพื่อนำไปวางแผนและกำหนดนโยบายต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสำนักอำนวยความปลอดภัยให้รองรับลักษณะการทำงานในปัจจุบัน

2.2 ปรับปรุงและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวงเพื่อรองรับข้อมูลจากระบบงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของกรมทางหลวง

2.3 เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับการบริหารจัดการข้อมูลปริมาณจราจร เช่น ข้อมูลกายภาพสายทาง ข้อมูลปริมาณจราจรจากจุดสำรวจอัตโนมัติกับระบบสารสนเทศปริมาณจราจร (TIMS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เป้าหมายของโครงการ

เพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสำนักอำนวยความปลอดภัยให้รองรับลักษณะการทำงานในปัจจุบัน โดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลการสำรวจพัฒนาปรับปรุงระบบให้รองรับการนำเข้า จัดเก็บ ข้อมูลสำรวจปริมาณจราจร ให้เหมาะสมกับการทำงานของเจ้าหน้าที่ในแต่ละส่วนงาน เชื่อมโยงฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์สถิติปริมาณจราจรเชิงลึก และในมิติที่หลากหลาย เพื่อนำไปพัฒนาการบริหารงานทาง และแก้ไขปัญหางานวางแผนต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน รวมทั้งนำไปวางแผน และกำหนดนโยบายต่อไป

4. ภาพรวมการดำเนินโครงการ



รูปที่ 1 ภาพรวมการดำเนินงานโครงการ

4.1 ศึกษาและทบทวนการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)

4.1.1 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์กระบวนการทำงานของระบบเดิม เช่น การค้นหาข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และรูปแบบรายงานที่ใช้งานในปัจจุบัน รวบรวมปัญหาอุปสรรค เพื่อวางแนวทางปรับปรุง หรือปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานระบบในปัจจุบัน ให้ครบทุกกระบวนการ โดยรวบรวมความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน ทั้งในส่วนของหน่วยงานภายในสำนักอำนวยความปลอดภัย และหน่วยงานอื่น ๆ ภายในกรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง ผ่านกระบวนการรวบรวมข้อมูล อาทิเช่น

- การจัดการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)
- การจัดทำแบบสำรวจความคิดเห็น (Questionnaire)

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดการประชุมหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อรับทราบกระบวนการทำงานและรับฟังความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวง เพื่อนำไปสู่การออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบันมีข้อจำกัด ของการจัดเก็บข้อมูลและการใช้งานระบบ รวมถึงศึกษาอุปสรรคที่ผ่านมา ตลอดจนความต้องการใช้งานอื่น ๆ โดยมีกระบวนการรับฟังความต้องการของเจ้าหน้าที่ 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

4.1.1.1 การจัดทำแบบสำรวจความคิดเห็น (Questionnaire)

โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดตามการใช้งาน ได้แก่

ชุดที่ 1 : แบบสำรวจประสิทธิภาพการใช้งานระบบ TIMS : สำหรับผู้บันทึกข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย : ผู้นำเข้า/บันทึกข้อมูล : แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง

สรุปผลแบบสอบถาม : จากการจัดทำแบบสำรวจความคิดเห็น (Questionnaire) สำหรับจัดเก็บข้อมูล ความต้องการใช้งาน (User Requirement) ของเจ้าหน้าที่ผู้นำเข้าบันทึกข้อมูล ได้แก่ แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง จากการสำรวจความคิดเห็นโดยใช้แบบสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้นำเข้า/บันทึกข้อมูล มีผู้เข้าร่วมตอบแบบสอบถามทั้งหมด 149 ท่าน โดยหัวข้อในการหารือ มีดังนี้

- ความต้องการในการปรับปรุงหน้าระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System : TIMS)
- ความต้องการใช้งานข้อมูลปริมาณจราจร

- รูปแบบ อุปกรณ์ และวิธีการที่ท่านใช้ในการสำรวจจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจร
- ปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจร ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในการพัฒนาระบบ TIMS รวมถึงกระบวนการทำงาน ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของกรมทางหลวง
- ปัญหาและอุปสรรคในการสำรวจจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจร ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในการพัฒนาระบบ TIMS รวมถึงกระบวนการทำงาน ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของกรมทางหลวง

ชุดที่ 2 : แบบสำรวจประสิทธิภาพการใช้งานระบบ TIMS : สำหรับผู้ใช้ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย : หน่วยงานภายในกรมทางหลวง ผู้ใช้งานระบบ TIMS ได้แก่

- สำนักอำนวยความปลอดภัย
- สำนักแผนงาน
- สำนักบริหารบำรุงทาง
- สำนักสำรวจและออกแบบ
- สำนักก่อสร้างสะพาน
- สำนักงานทางหลวงที่ 1 - 18
- เจ้าหน้าที่ภายในกรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง

สรุปผลแบบสอบถาม : จากการสำรวจความคิดเห็นโดยใช้แบบสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ข้อมูล มีผู้เข้าร่วม ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 32 ท่าน โดยที่ปรึกษาได้ทำการสรุปผลสำรวจความคิดเห็น ซึ่งมีรายละเอียดยังนี้

- ความต้องการในการปรับปรุงหน้าระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System : TIMS)
- ความต้องการใช้งานข้อมูลปริมาณจราจร
- ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ในการพัฒนาระบบ TIMS รวมถึงกระบวนการทำงานในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรของกรมทางหลวง

4.1.1.2 จัดสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group)

สำหรับรับฟังความต้องการใช้งาน (User Requirement) โดยดำเนินการจัดการประชุม Focus Group 2 ครั้ง ผู้เข้าร่วมจะประกอบไปด้วย เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง อาทิ สำนักอำนวย ความปลอดภัย และหน่วยงาน ส่วนภูมิภาค ได้แก่ สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของหน่วยงาน รูปแบบออนไลน์ผ่าน Application Zoom

ส่วนที่ 1 : การรับฟังความคิดเห็นในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ปริมาณจราจรบนทางหลวง สำหรับผู้บันทึกข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย : ผู้แทนจากสำนักอำนวยความปลอดภัย ผู้แทนเจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง (ภาคเหนือ ภาคะวันออกเฉียงเหนือภาคกลาง และภาคใต้) อย่างน้อยแขวงละ 1 ท่าน

ช่วงเวลาดำเนินการ : วันที่ 3 ก.ค. 67 เวลา 09.00 น. – 11.30 น.

สรุปผลการจัดสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group) :

- การจัดเก็บข้อมูล 12 ชั่วโมงตั้งแต่ 7.00 น. – 19.00 น. เพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร
- เครื่องมือที่ใช้ในการแจงนับปริมาณจราจรควรมีมาตรฐานเดียวกัน
- ควรมีเครื่องมือช่วยในการแจงนับเพื่อประสิทธิภาพในการนับรถ
- การปรับเปลี่ยนกระดานสนทนาให้สามารถสื่อสารกันได้จริง
- การจำแนกประเภทยานพาหนะในระบบ TIMS และ HAIMS ทำให้เจ้าหน้าที่ที่บันทึกข้อมูลเกิดความสับสน
- คารเพิ่มขั้นตอนในการยืนยันความถูกต้องของข้อมูลการสำรวจ เช่น แบบรูปภาพประกอบ
- เพิ่มจุดที่มีกล้อง CCTV ในระบบ เพื่อให้มั่นใจและนำมายืนยันกับเครื่องนับ
- เพิ่มช่องทางการชี้แจงในระบบ กรณีที่ไม่สามารถทำการสำรวจได้
- Username/Password เดียวกันควรเข้าได้หลายเครื่อง
- ควรมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสายทางบนระบบ
- การขอเพิ่มจุดสำรวจหากระยะทางไม่เพียงพอจะทำให้ไม่สามารถเพิ่มจุดสำรวจได้
- เพิ่มการแจ้งเหตุผลที่ปริมาณรถเพิ่มขึ้นหรือลดลง จากเดิม

ส่วนที่ 2 : การรับฟังความคิดเห็นในการพัฒนาระบบสารสนเทศ ปริมาณจราจรบนทางหลวง สำหรับผู้ใช้งานข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย :

- สำนักอำนวยความปลอดภัย
- สำนักแผนงาน
- สำนักบริหารบำรุงทาง
- สำนักสำรวจและออกแบบ
- สำนักก่อสร้างสะพาน
- เจ้าหน้าที่ภายในกรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง

ช่วงเวลาดำเนินการ : วันที่ 3 ก.ค. 67 เวลา 09.00 – 11.30 น.

สรุปผลการจัดสัมมนารับฟังความเห็น (Focus Group) :

- การค้นหา ควรแยกช่องหมายเลขทางหลวงและตอนควบคุมออกจากกัน
- ควรเพิ่มสมการ Seasonal Factor และวิธีการหาจุด Peak เพื่อนำไปประกอบการสำรวจว่าควรลงสำรวจในช่วงเวลาหรือวันใด
- ควรแสดงสูตรที่ใช้คำนวณ EF
- สามารถเลือกช่วงในการแสดงข้อมูลย้อนหลังได้ เช่น 3 ปี 5 ปี 10 ปี ได้
- ควรแสดงรหัสจุดสำรวจในรายงานเพื่ออ้างอิงจุดสำรวจเทียบกับข้อมูลในงวดหรือปีก่อนหน้า เนื่องจากตำแหน่งสายทาง กม. อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้
- สามารถ Export เป็นข้อมูลดิบ หรือ csv เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน
- ควร Input ข้อมูลงานอื่นเข้ามาเพื่อประกอบการพิจารณา Level of Service
- ปรับปรุงความถูกต้องของการอ้างอิงบัญชีสายทาง



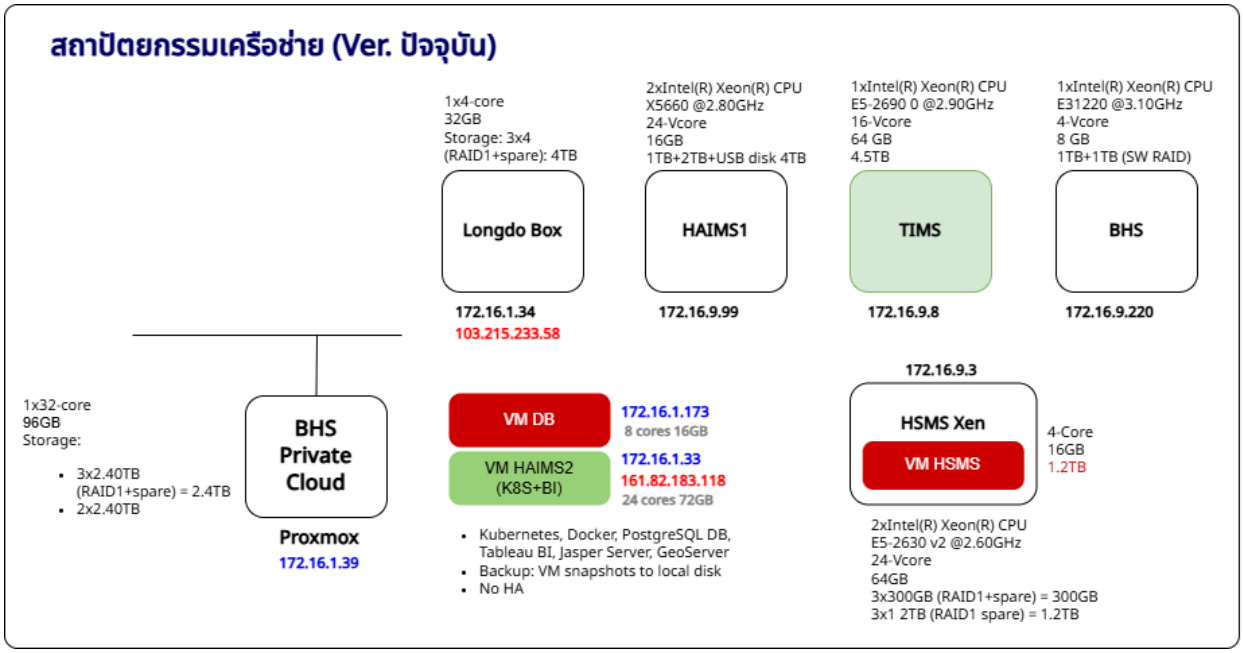
รูปที่ 2 ภาพประกอบการจัดการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)

4.1.2 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์เทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นมาตรฐานสากล สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) หน้าจอการใช้งานระบบ (User Interface) โครงสร้างฐานข้อมูล การให้บริการข้อมูลอย่างเป็นระบบความปลอดภัยของระบบและข้อมูล เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศรวมไปถึงรองรับการพัฒนาในอนาคต

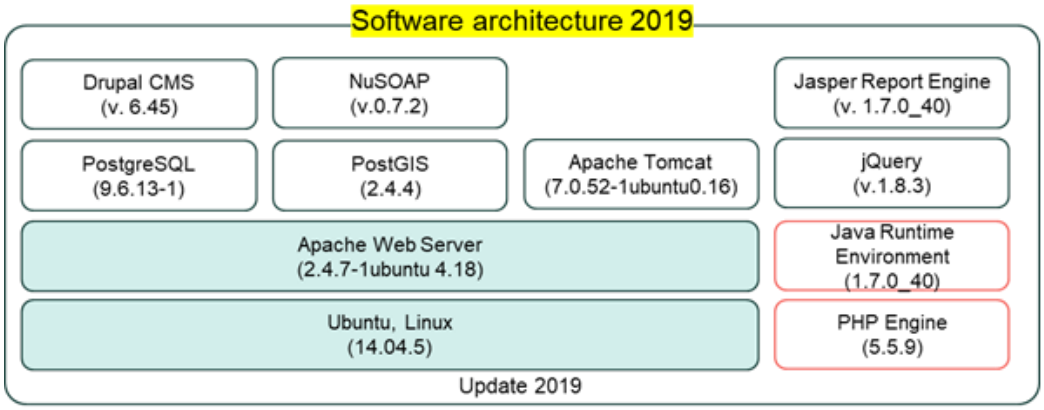
การออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม หรือโปรแกรมประยุกต์หรือโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นต้องใช้งานง่าย มีกราฟฟิกดีไซน์ทันสมัย สร้างสรรค์ และเหมาะสมกับกรมทางหลวง และให้สามารถครอบคลุมการจัดเก็บข้อมูลที่ได้มีการรวบรวมและศึกษา โดยการจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศต้องรองรับการเชื่อมโยงสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานภายในกรมทางหลวงได้ และการบริหารจัดการข้อมูลสายทางได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปัจจุบันระบบงานของสำนักอำนวยความปลอดภัยมีการออกแบบและพัฒนาระบบเครือข่ายเดียวกันโดยประกอบด้วย 5 ระบบ ได้แก่

1) เว็บไซต์สำนักอำนวยความปลอดภัย (BHS)
2) ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS)
3) ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS)
4) ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)
5) ระบบให้บริการแผนที่ Longdo Box

ระบบต่าง ๆ ติดตั้งอยู่บนเครื่องให้บริการจำนวน 6 ตัว โดยมีแผนภาพสถาปัตยกรรมเครือข่าย ณ ปัจจุบัน ดังรูปที่ 3

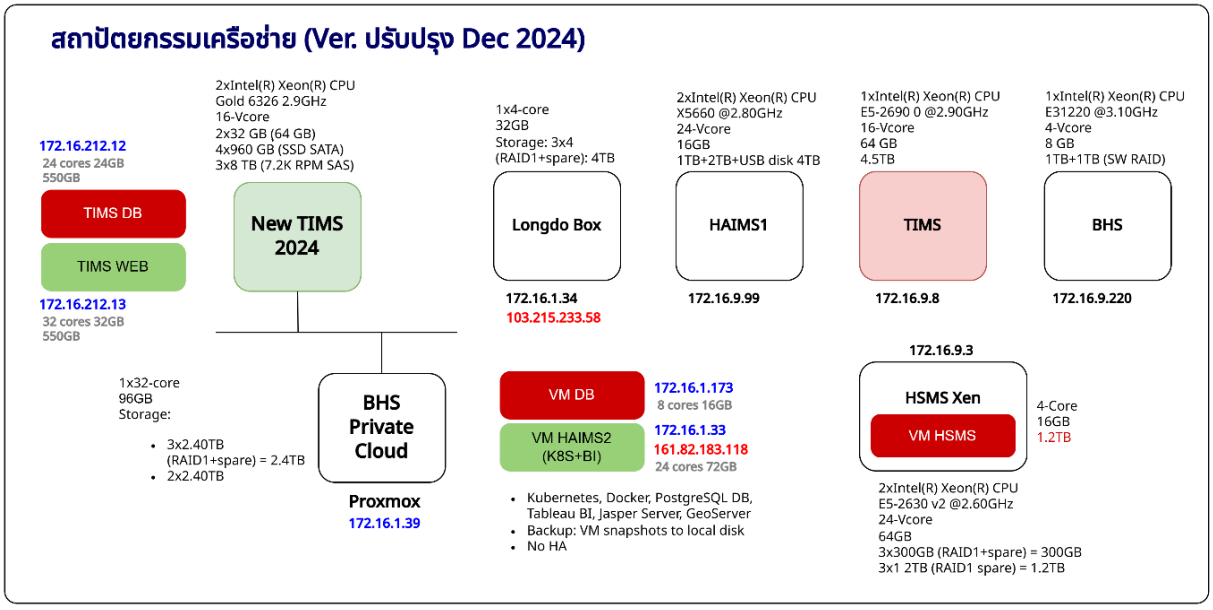


รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัย

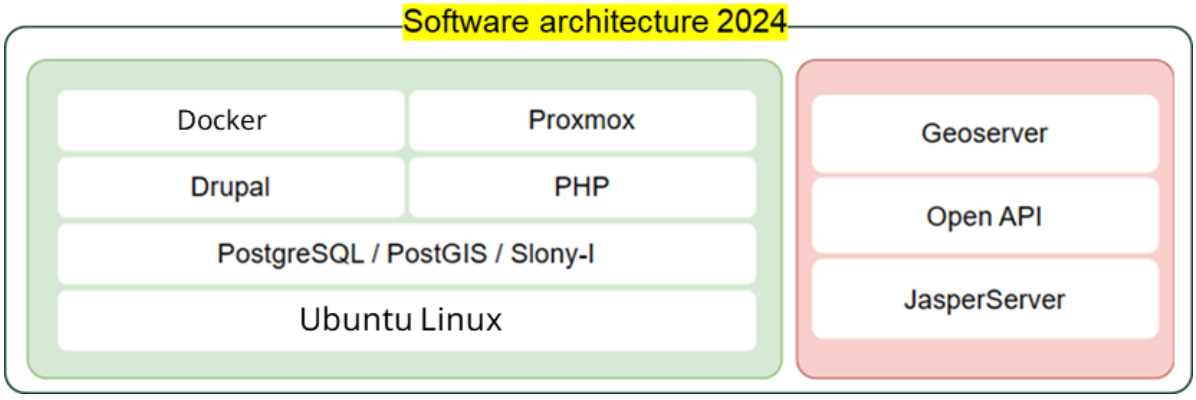


รูปที่ 4 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ณ ปัจจุบัน

ที่ปรึกษาได้มีการศึกษาเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในการบริหารจัดการระบบเบื้องต้น เพื่อรองรับการใช้งานและการพัฒนาระบบเพื่อความสะดวกและปลอดภัยเป็นมาตรฐานสากล เช่น Docker Container เพื่อความสะดวกในการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการ และบริหารจัดการ รวมถึงการรองรับ Scale Out เพิ่มความสามารถในการรับโหลดของระบบในอนาคต โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการโดยในโครงการนี้ จะมีการจัดหาเครื่องให้บริการเพิ่มอีก 1 เครื่อง และนำเข้าสู่ระบบ BHS Private Cloud ตามภาพสถาปัตยกรรมใหม่ด้านล่าง จัดเป็นสถาปัตยกรรมแบบ Private Cloud ที่ยังไม่สมบูรณ์ (หากจะให้สมบูรณ์ ต้องมีเครื่องให้บริการที่มีอุปกรณ์ SSD Storage และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน จำนวนอย่างน้อย 3 เครื่อง พร้อมการตั้งค่าระบบ HA (High availability) และการใช้ Distributed Storage เช่น (CEPH) ดังรูปที่ 5 และ รูปที่ 6



รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมเครือข่ายของระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัยที่จะปรับปรุงในโครงการ



รูปที่ 6 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบที่กำลังปรับปรุง

4.1.3 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) พร้อมเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System) เพื่อให้ระบบมีความพร้อมสำหรับการใช้งานข้อมูลสารสนเทศจราจรที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.3.1 วิเคราะห์ปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ในปัจจุบัน

1) ผลการตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานระบบในช่วงที่ผ่านมา เพื่อประเมินการใช้งาน
   - จำนวนผู้ใช้งานระบบ (User Account) ณ ปัจจุบัน 967 บัญชี
   - จำนวนผู้ใช้งานระบบ (User Account) ที่เข้าใช้งานจริง 945 บัญชี
   - สรุปการใช้งานจำแนกรายเดือน ของปี 2567 โดยนับจากการ Login
2) ผลการวิเคราะห์ปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย

การทดสอบปริมาณการรองรับการใช้งานของระบบในปัจจุบันว่าสามารถรองรับได้เท่าไหร่ โดยใช้ concurrent test หรือ Load Test เพื่อประมาณการการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้เพียงพอกับการใช้งาน

- ระบบในปัจจุบันสามารถรองรับการใช้งานได้ที่ 77 Request/Second
- ในการเรียกใช้งาน 1 ครั้งใช้เวลาเฉลี่ย 2572.81 Millisecond
- การถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ย 323.23 Kbytes/Second

```
Server Software:        Apache/2.4.7
Server Hostname:        tims.doh.go.th
Server Port:            443
SSL/TLS Protocol:       TLSv1.2,ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256,4096,128

Document Path:          /
Document Length:        3662 bytes

Concurrency Level:      200
Time taken for tests:   25.729 seconds
Complete requests:      2000
Failed requests:        0
Non-2xx responses:      2000
Total transferred:      8516000 bytes
HTML transferred:       7324000 bytes
Requests per second:    77.73 [#/sec] (mean)
Time per request:       2572.894 [ms] (mean)
Time per request:       12.864 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:          323.23 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
              min  mean[+/-sd] median   max
Connect:       35 1403 1240.4   1231    8919
Processing:    94 1095 677.2   1027    4188
Waiting:       94 1092 675.0   1024    4188
Total:        301 2498 1292.9   2285   10757

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
  50%   2285
  66%   2572
  75%   2792
  80%   2999
  90%   3461
  95%   4057
  98%   8628
  99%   9184
 100%  10757 (longest request)
```

รูปที่ 7 ตัวอย่างผลการทดสอบ Concurrent Test

ในการคำนวณ Concurrent User ของระบบสำหรับระบบที่มีผู้ใช้งานทั้งหมด 967 คน ควรประเมินจำนวน Concurrent Users ประมาณ 10% - 30% ของผู้ใช้ทั้งหมดขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ เช่น ระบบที่มีการใช้งานแบบต่อเนื่องหรือระบบที่มีการเข้ามาใช้งานสั้น ๆ ดังนั้น หากมีผู้ใช้งานทั้งหมด 967 คน

- 10% ของ 967 คน = ประมาณ 97 คน (รองรับการใช้งานได้สูงต่ำ)
- 20% ของ 967 คน = ประมาณ 193 คน (รองรับการใช้งานได้ปานกลาง)
- 30% ของ 967 คน = ประมาณ 290 คน (รองรับการใช้งานได้สูง)

3) นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อการให้บริการอย่าง มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์ ตามหัวข้อที่ 4.1.1 - 4.1.2 และข้อที่ 41.3.1 เพื่อให้สามารถรองรับรูปแบบการทำงาน และการให้บริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วย เครื่องแม่ข่าย ติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox Virtual Environment (https://www.proxmox.com/) เพื่อสร้างเป็น Private Cloud โดยระบบที่ออกแบบมีโครงสร้างและรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) Kubernetes เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการ Container เพื่อความสะดวกในการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการ และบริหารจัดการ และรองรับการ Scale Out เพิ่มความสามารถในการรองรับการใช้งานของระบบ โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการ โดยระบบให้บริการจะถูกบรรจุใส่เข้าไปใน Container และช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

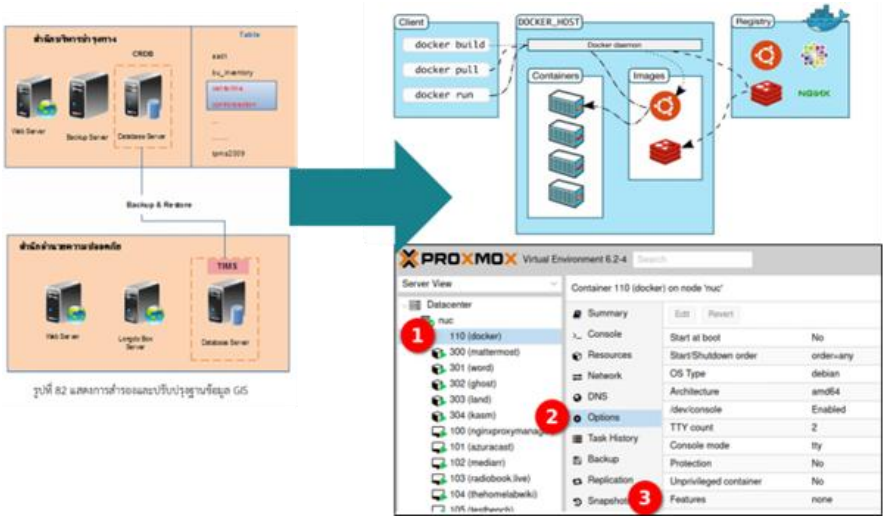
(2) Proxmox เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับจัดการ Virtual Machine (VM) ในระดับ Bare Metal ซึ่งเป็นระบบที่มีความเสถียรสูง

(3) Web server สำหรับแสดงเว็บใช้ซอฟต์แวร์ Nginx และ PHP

(4) Map server สำหรับแสดงข้อมูลบนแผนที่ใช้ซอฟต์แวร์ GeoServer

(5) Report server สำหรับออกรายงานใช้ซอฟต์แวร์ Jasper Server

(6) การพัฒนาหน้า Dashboard โดยใช้ซอฟต์แวร์ Data Visualizer



รูปที่ 8 ตัวอย่าง Private Cloud โดย Proxmox Virtual Environment ในการบริหารจัดการ Server

4.1.3.2 ศึกษาและออกแบบระบบให้บริการข้อมูลแก่หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องภายในกรมทางหลวงให้สามารถใช้งานข้อมูลจากระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องตามมาตรฐานข้อมูลของกรมทางหลวง

สำหรับการออกแบบระบบให้บริการข้อมูลแก่หน่วยงานต่าง ที่ปรึกษาได้ประยุกต์ใช้ REST API (Representational State Transfer) ซึ่งเป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่าง Server-Client รูปแบบหนึ่ง ซึ่งบนพื้นฐานของ HTTP Protocol เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่าน Application วิธีหนึ่ง ซึ่งส่งข้อมูลได้หลายชนิด

OpenAPI Specification (OAS) เป็น Open source ที่ออกแบบกลไกให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผล Specification ของ REST API ได้ มีชื่อเดิม คือ Swagger Specification ถูกพัฒนาในปี 2011 OAS เป็นรูปแบบหนึ่งของการกำหนดค่า API ที่ใช้ภาษา YAML หรือ JSON เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงโครงสร้างของ API ซึ่งรวมถึง

- Paths: ระบุเส้นทาง (endpoints) ของ API
- Methods: ระบุวิธีการ HTTP เช่น GET POST PUT DELETE
- Parameters: ระบุพารามิเตอร์ที่ใช้ใน API
- Responses: รูปแบบและประเภทของข้อมูลที่ส่งกลับจาก API
- Security: ระบุการรักษาความปลอดภัย เช่น OAuth API keys
- Schemas: ระบุรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ใน API โดยใช้ JSON ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ข้อมูลของระบบ TIMS ในรูปแบบ Web Service API

4.1.4 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์กระบวนการรวบรวมข้อมูลการจราจร และอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลสำหรับนำเข้าฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) เพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหา และข้อจำกัดในการรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจร โดยที่ปรึกษาจะต้องเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวง และดำเนินการศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมในพื้นที่นำร่องไม่น้อยกว่า 10 จุดสำรวจ เพื่อจัดทำเป็นข้อเสนอแนะในการจัดเก็บข้อมูลการจราจรด้วยเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง

4.1.4.1 ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการสำรวจค่าปริมาณจราจรที่มีอยู่ในปัจจุบัน

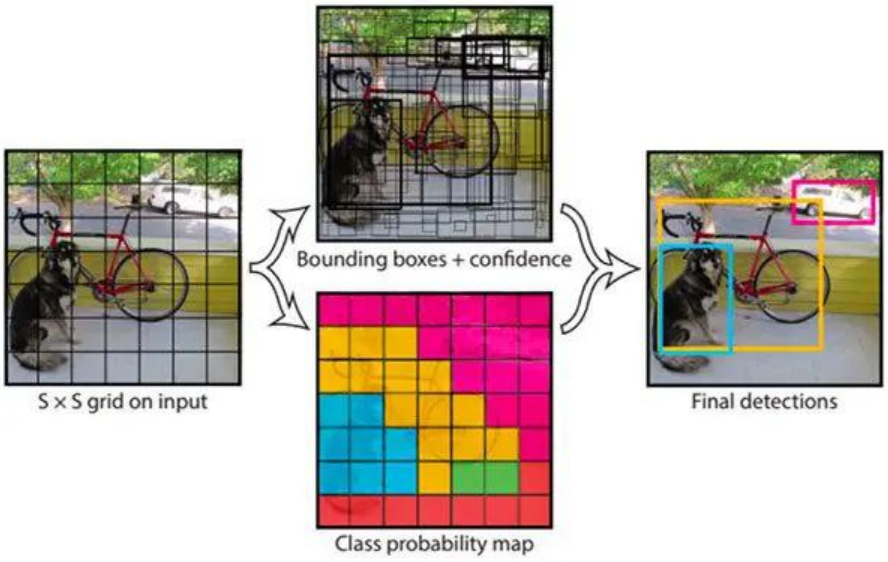
ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษา ทบทวนรูปแบบทิศทางการพัฒนาระบบเทคโนโลยีด้านการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ และประมวลผล แสดงข้อมูลจราจรทั้งแบบแสดงข้อมูลในอดีต (Historical Data) และข้อมูลแบบข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน (Current) รวมถึงการศึกษาทบทวนเทคโนโลยีด้านเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลจราจร เซ็นเซอร์ (Sensors) ชนิดต่าง ๆ และเทคนิคสำคัญเบื้องหลัง เช่น Video-Image Processing (VIP) และ Artificial Intelligence (AI) เทคโนโลยีด้านการวิเคราะห์ ประมวล และแสดงผลข้อมูลสารสนเทศจราจรและขนส่ง บน Web-Based Applications และ Mobile Applications เทคโนโลยีที่ใช้เก็บข้อมูลจราจรในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ Conventional In-Situ Technologies (CIST) และ Floating Car Data (FCD)

4.1.4.2 ผลการศึกษาเทคโนโลยีกระบวนการรวบรวมข้อมูล และอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวง

1) ระบบตรวจจับและจำแนกประเภทวัตถุ

สำหรับการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับวัตถุมีหลากหลายเทคนิค โดยเทคนิคหลัก ๆ ที่นิยมใช้สำหรับการตรวจจับยานพาหนะประกอบไปด้วย You Only Look Once หรือ YOLO Regional Convolutional Neural Network หรือ RCNN และ Single Shot Multi-Box Detector หรือ SSD โดย YOLO คือ โมเดลอัลกอริทึม สำหรับการเรียนรู้เชิงลึกที่นิยมใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุในภาพถ่าย ส่วน RCNN จะใช้ Selective Search เพื่อระบุขอบเขตที่เป็นไปได้ของวัตถุ จากนั้นใช้ Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อจำแนกวัตถุเหล่านั้น SSD เกิดจากการรวมแนวคิดของ YOLO และ RCNN โดยใช้กล่องขนาดต่าง ๆ เพื่อทำนายตำแหน่งและประเภทของวัตถุในภาพ

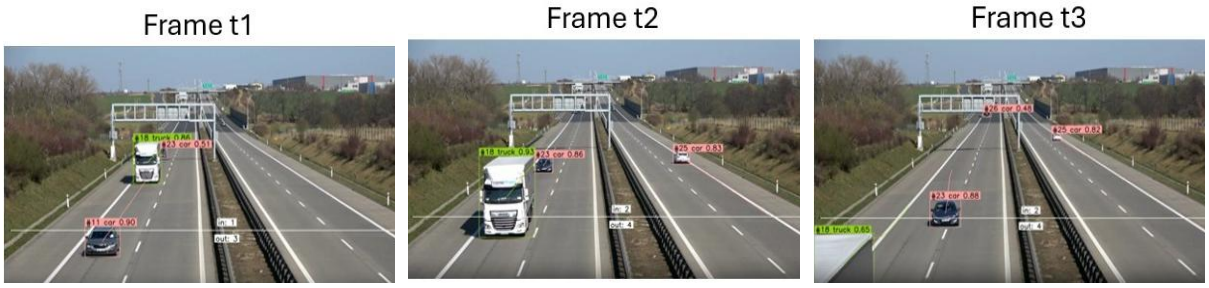
โดยปัจจุบันโมเดล YOLO ได้มีการพัฒนาหลากหลายเวอร์ชัน เช่น YOLOv3 เป็นการพัฒนาขึ้น โดยใช้โมเดลคอนโวลูชันแบบ Darknet-53 แต่แทนที่ max-pooling layers ทั้งหมดด้วย stride convolutions และเพิ่ม residual connections รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงหลาย ๆ องค์ประกอบ เช่น Bounding box prediction Class Prediction Spatial pyramid pooling (SPP Multi-scale Predictions Bounding box priors YOLOv5 (2020) เป็นการพัฒนาขึ้น YOLO เวอร์ชันก่อนหน้าการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ใช้ CSPDarknet53 เพื่อลดจำนวน memory ที่ใช้ ลดเวลาการประมวลผล และเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผล YOLOv8 (2023) เป็นการพัฒนาขึ้นจาก YOLOv5 (2020) โดยมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงหลาย ๆ องค์ประกอบ เช่น การเพิ่ม Feature ต่าง ๆ เข้าไปหรือ ใช้ numerous architectural เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ Model



รูปที่ 9 หลักการตรวจจับและจำแนกประเภทวัตถุของ YOLO

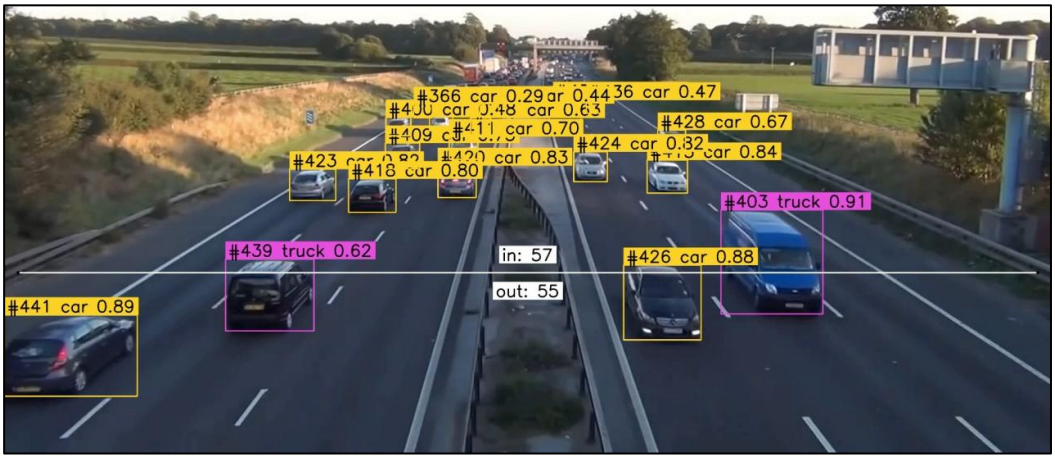
2) ระบบติดตามหลายวัตถุ

ระบบติดตามหลายวัตถุทำหน้าที่ในการติดตามผลลัพธ์ของระบบตรวจจับและจำแนกประเภทยานพาหนะเพื่อกำหนดหมายเลขประจำตัวให้กับยานพาหนะภายในภาพ และช่วยให้การนับจำนวนยานพาหนะแบบแยกประเภทเป็นไปแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 10 หลักการทำงานของ ByteTrack

- **Observation-Centric Simple Online and Real-time Tracking (OC-SORT)** เป็นโมเดล Multi-Object Tracking (MOT) ที่ทำงานร่วมกับ YOLOX เป็นโมเดลสำหรับตรวจจับและจำแนกประเภทวัตถุ (Object detector) และพัฒนาต่อยอดมาจาก SORT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับกับการติดตามวัตถุที่เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องในภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา OC-SORT โดยหลักการงานดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 หลักการทำงานของ OC-SORT

3) การวัดผล

การวัดผลจะมีการใช้ Mean Average Precision (mAP) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่มักถูกใช้ในการประเมินความสามารถในการค้นหา และตรวจจับวัตถุใน Object Detection Model เช่น YOLO mAP มักถูกมาใช้ในงาน Computer Vision และ Machine Learning เพื่อวัดประสิทธิภาพของ Model ที่มีการตรวจจับวัตถุเป็นหนึ่งในงานตรวจจับวัตถุที่ทำงานได้อย่างดีหรือไม่ดีตามเกณฑ์ที่กำหนด และร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย Mean absolute percentage error (MAPE) เป็นการวัดผลที่เป็นที่นิยมในทางสถิติที่ใช้วัดความแม่นยำในการ Prediction เพื่อนำมาวัดประสิทธิภาพ การนับ และคัดแยกยานพาหนะแต่ละประเภทของการทำงาน Machine Learning



รูปที่ 12 แผนผังกระบวนการทำงานของโมเดลติดตาม

4.1.4.3 การจัดเก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม ในพื้นที่นำร่องไม่น้อยกว่า 10 จุดสำรวจ เพื่อจัดทำเป็นข้อเสนอแนะในการจัดเก็บข้อมูลการจราจรด้วยเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง

1) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสำรวจ

คุณสมบัติ

- Bit rate 1080/1280p (Full HD)
- Frame rate 20 fps
- Resolution of 1920x1080P (2 ล้านพิกเซล)
- IR อินฟราเรด 4pcs สำหรับที่แสงน้อยพร้อมไฟ LED 4
- ติดตั้งพร้อมแผง Solar Cell 40W
- แบตเตอรี่สำรองไฟขนาด 20000mAP
- SD Card Memory 32GB
- ใส่ Sim card กระจายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ Online

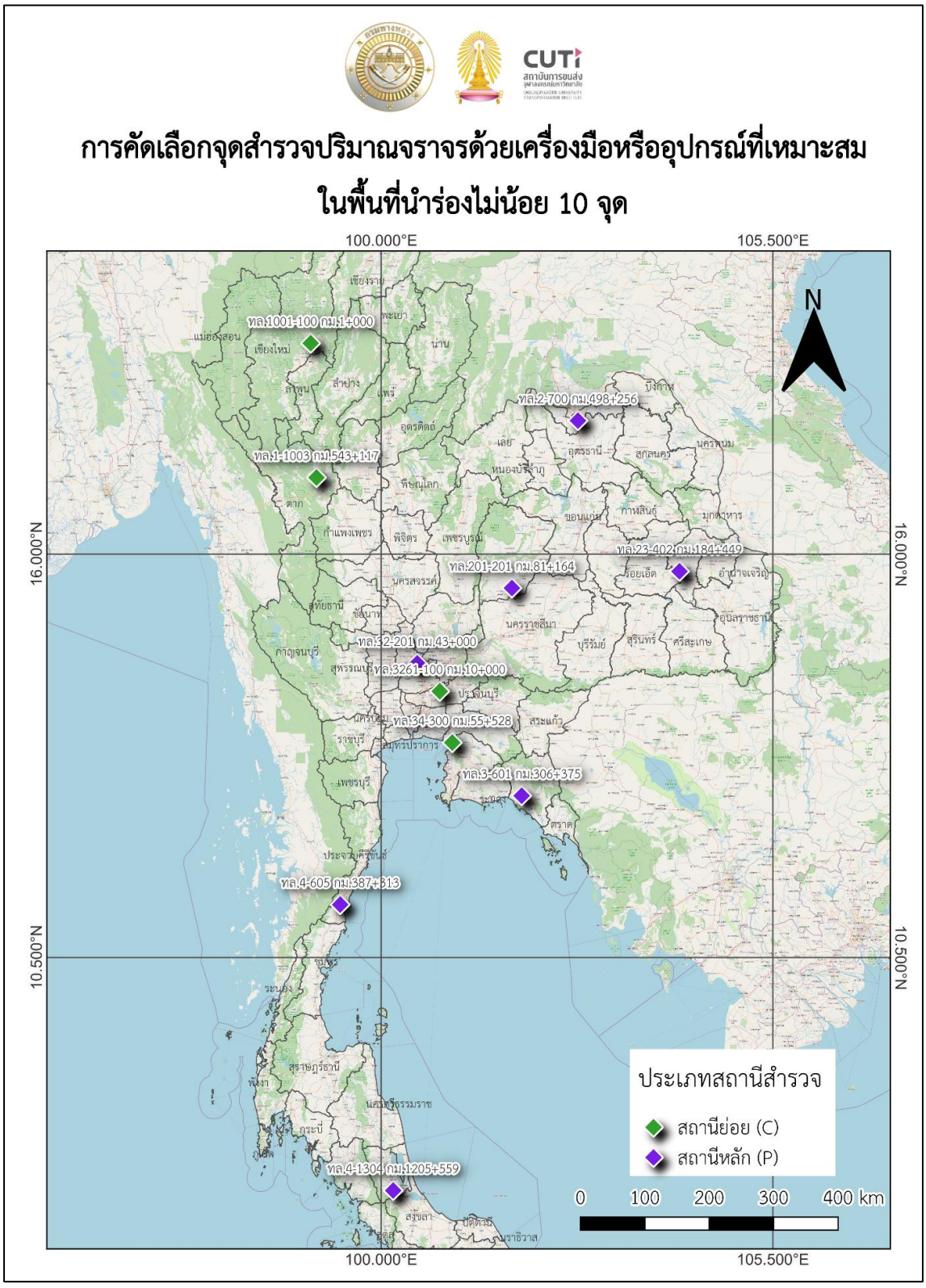
2) วิธีการสำรวจติดตั้งกล้องสำรวจปริมาณจราจร

ทำการติดตั้งกล้อง CCTV บริเวณเสาไฟฟ้า หรือ เสาป้ายจราจร บริเวณข้างทาง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจมีรายละเอียดดังนี้

- ติดตั้งอุปกรณ์กับเสาไฟฟ้า หรือเสาป้ายจราจร บริเวณข้างทาง ที่ระดับความสูง 2.5 – 6 เมตร
- หันกล้องไปทางที่รถวิ่งเข้าหากล้อง จากขวาไปซ้าย โดยให้กล้องทำมุมประมาณ 30 องศา กับเส้นถนน



รูปที่ 13 การสำรวจติดตั้งกล้องสำรวจปริมาณจราจร



รูปที่ 14 แผนที่จุดสำรวจ 11 จุดสำรวจ

ตารางที่ 1 รายละเอียดการคัดเลือกจุดสำรวจ 11 จุดสำรวจ

ลำดับ	รหัสจุดสำรวจ	ทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	ตำแหน่ง กม. จุดสำรวจ	แขวงทางหลวง	ประเภทจุดสำรวจ
1	381	1	1003	วังม่วง - แม่เชียงรายบน	543+117	ขท.ตากที่ 1	C
2	1701	2	700	น้ำสวย – สะพานมิตรภาพที่หนองคาย (เขตแดนไทย/ลาว)	498+256	ขท.หนองคาย	P
3	2092	3	601	นายายอาม - บ้านสิ้ว	306+375	ขท.จันทบุรี	P
4	1930	4	605	บางสะพาน - น้ำรอด	387+313	ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	P
5	2056	4	1304	ห้วยทราย - พรุพ้อ	1205+559	ขท.พัทลุง	P
6	1479	23	402	ยโสธร - บ้านย่อ	184+449	ขท.ยโสธร	P
7	325	32	201	นครหลวง - อ่างทอง	43+000	ขท.อ่างทอง	P
8	1347	201	201	หนองบัวโคก - บ้านลี่	81+164	ขท.ชัยภูมิ	P
9	537	1001	100	เชียงใหม่ - บ้านโป่ง	1+000	ขท.เชียงใหม่ที่ 2	C
10	56	3261	100	คลอง10 - หนองเสือ	10+000	ขท.นครนายก	C
11	2053	34	300	บางปะกง - หนองไม้แดง	55+528	ขท.ชลบุรีที่ 1	C

4.1.5 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์ความต้องการในการใช้งานข้อมูลด้านการจราจร เพื่อปรับปรุงระบบการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลปริมาณการเดินทาง ข้อมูลดัชนีการจราจรติดขัด และข้อมูลอื่น ๆ ที่กรมทางหลวงได้ดำเนินการ รวมไปถึงการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการศึกษา ทบทวนข้อมูลด้านการจราจร เพื่อปรับปรุงระบบการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) เช่น ข้อมูลปริมาณการเดินทาง ข้อมูลดัชนีการจราจรติดขัด ที่กรมทางหลวงได้ดำเนินการ รวมไปถึงการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลระบบงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ค่าคูณขยายปริมาณการจราจร (Expansion Factor : EF)
- การพยากรณ์รูปแบบของปริมาณการจราจรในชั่วโมงคับคั่ง (Peak hour Volume)
- ปริมาณการจราจรเทียบความจุ (Vehicle Capacity Ratio : V/C)
- ค่าความหนาแน่นการจราจร (Traffic Density : D)
- ระดับการให้บริการ (Level of Services : LOS)

- อัตราการเติบโตของปริมาณการจราจร (Traffic Growth Rate)
- ปริมาณการเดินทาง (Vehicle-Kilometer : VK)

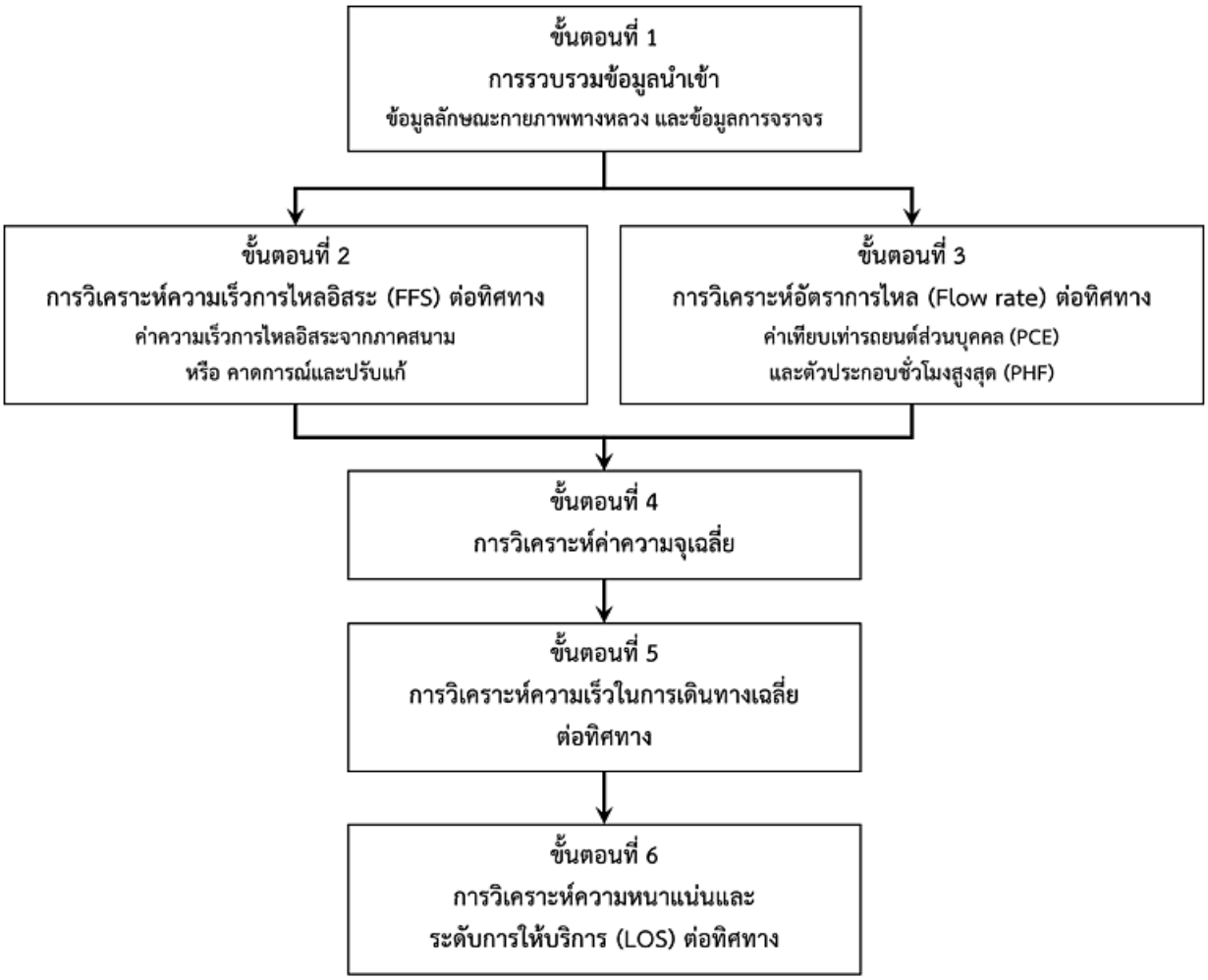


รูปที่ 15 รายงานโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านอำนวยความปลอดภัย (ระยะที่ 1) และรายงานการวิเคราะห์คำนวณดัชนีการจราจรติดขัดและความหนาแน่นการจราจร ปี 2566



รูปที่ 16 ระดับการให้บริการ (Level of Services : LOS)

จากการศึกษาโครงการพัฒนาและจัดทำคู่มือความจุทางหลวงของประเทศไทย ระยะที่ 1 มีแนวทางประเมินและวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของทางหลวงหลายช่องจราจร (Multilane Highways) สามารถแบ่งการประเมินความจุและระดับการให้บริการออกเป็น2 วิธี ได้แก่ กรณีประเมินแยกแต่ละช่องจราจร และกรณีประเมินเฉลี่ยทุกช่องจราจรต่อทิศทาง ทั้งนี้ ข้อมูลปริมาณจราจรในระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (Traffic Information Management System : TIMS) ปัจจุบันเก็บเฉลี่ยทุกช่องต่อทิศทาง ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่กรณีประเมินเฉลี่ยทุกช่องจราจรต่อทิศทาง โดยมีวิธีการประเมิน ดังนี้



ที่มา: โครงการพัฒนาและจัดทำคู่มือความจุทางหลวงของประเทศไทย (ระยะที่ 1) 1 โครงการ รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report), กันยายน 2566

รูปที่ 17 ขั้นตอนการประเมินความจุและระดับการให้บริการ (LOS) ต่อทิศทาง



รูปที่ 18 โครงการพัฒนาและจัดทำคู่มือความจุทางหลวงของประเทศไทยระยะที่ 1 และ Highway Capacity Manual 7th Edition (2022)

สรุปการประเมินและวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของทางหลวงหลายช่องจราจร (Multilane Highways) และทางหลวง 2 ช่องจราจร (Two-Lane Highways) เปรียบเทียบกับการประเมินระบบ TIMS ในปัจจุบัน ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการประเมินแบบใหม่ กับการประเมินระบบ TIMS ในปัจจุบัน

รายการ	**ระบบ TIMS (ข้อ 2.1.5.1)**	**Multilane Highways (ข้อ 2.1.5.2)**	**Two-Lane Highways (ข้อ 2.1.5.3)**
การจำแนกประเภททางหลวง	- ในเขตกรุงเทพมหานคร - นอกเขตกรุงเทพมหานคร	จำแนกเป็นสองประเภทตามความเร็วจำกัด - มากกว่าหรือเท่ากับ 50 ไมล์/ชม. - น้อยกว่า 50 ไมล์/ชม	จำแนกเป็นสองประเภทตามความเร็วจำกัด - มากกว่าหรือเท่ากับ 50 ไมล์/ชม. - น้อยกว่า 50 ไมล์/ชม
ดัชนีประเมินระดับการให้บริการ (LOS)	ค่าดัชนีการจราจรติดขัด (V/C)	ความหนาแน่นการจราจร (Density)	ความหนาแน่นของผู้ขับตาม (Follower Density)
การแบ่งประเภทช่วงถนน	ไม่ได้ระบุ	ไม่ได้ระบุ	ระบุเป็น 3 ประเภท ได้แก่ - เขตที่มีการจำกัดการแซง (Passing Constrained) - เขตที่อนุญาตให้แซงได้ (Passing Zone) - เขตที่มีช่องสำหรับแซง (Passing Lane)

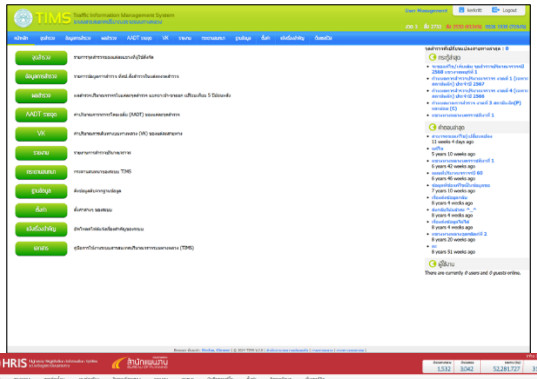
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการประเมินแบบใหม่ กับการประเมินระบบ TIMS ในปัจจุบัน (ต่อ)

รายการ	ระบบ TIMS (ข้อ 2.1.5.1)	Multilane Highways (ข้อ 2.1.5.2)	Two-Lane Highways (ข้อ 2.1.5.3)
ความจุทางหลวง (Capacity)	ช่องจราจรมากกว่า 2 ช่องจราจร $C = 2,200 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_I \times R_J \times N$ ช่องจราจร 2 ช่องจราจร $C = 2,500 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_I \times R_J$	หาจากการ interpolation จากตารางค่าความจุเฉลี่ยทุกช่องจราจรตามความเร็วการไหลอิสระ (FFS)	- เขตที่มีการจำกัดการแซง (Passing Constrained) และเขตที่อนุญาตให้แซงได้ (Passing Zone) มีความจุ 1,700 คัน/ชม. - เขตที่มีช่องสำหรับแซง (Passing Lane)
ความหนาแน่นการจราจร (Density)	$D = \frac{AADT}{24 \times N \times L}$	$D = \frac{V}{ATS}$	ความหนาแน่นของยานพาหนะที่ขับตาม - เขตที่มีช่องสำหรับแซง (Passing Lane) = FD_{PLmid} - เขตที่มีการจำกัดการแซง (Passing Constrained) และเขตที่อนุญาตให้แซงได้ (Passing Zone) = FD

4.1.6 ศึกษา ทบทวน และวิเคราะห์รายละเอียดและรูปแบบโครงสร้างฐานข้อมูล สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ER-Diagram) พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary) ของระบบต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงศึกษาความต้องการในการใช้งานระบบ และฐานข้อมูลที่จำเป็น เพื่อวางแนวทางในการบูรณาการข้อมูลร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษา ทบทวนรายละเอียดและรูปแบบโครงสร้างฐานข้อมูล ทั้งสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) ความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล (ER-Diagram) พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data Dictionary) ของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลปริมาณจราจร กรมทางหลวงที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงศึกษาความต้องการในการใช้งานระบบและฐานข้อมูลที่จำเป็น เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อการวางแผนงานทาง ตลอดจนการบูรณาการข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และสามารถส่งออกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ได้แก่

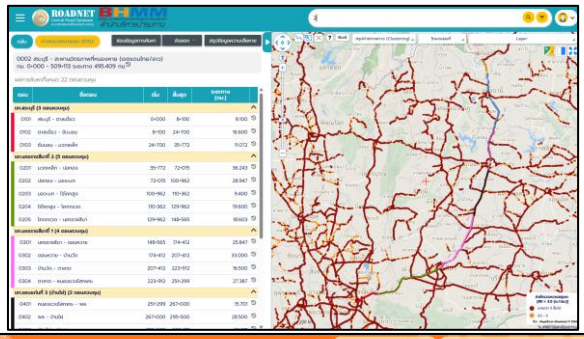
1. ระบบสารสนเทศปริมาณจราจร (TIMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย



2. ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง (HRIS) สำนักแผนงาน
   - ข้อมูลบัญชีทะเบียนทางหลวง
   - ตำแหน่งหลักกิโลเมตรอ้างอิง
   - ข้อมูลระดับชั้นทาง
   - ตำแหน่งสำนักงาน (สทล. ขท. หมวด)



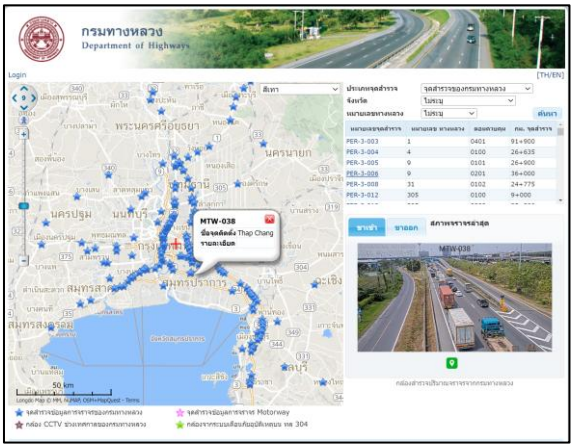
3. ระบบสารสนเทศโครงข่ายทาง (Roadnet) สำนักบริหารบำรุงทาง
   - ข้อมูลโครงสร้างและกายภาพ
   - ความกว้างผิวทาง
   - ชนิดผิวทาง



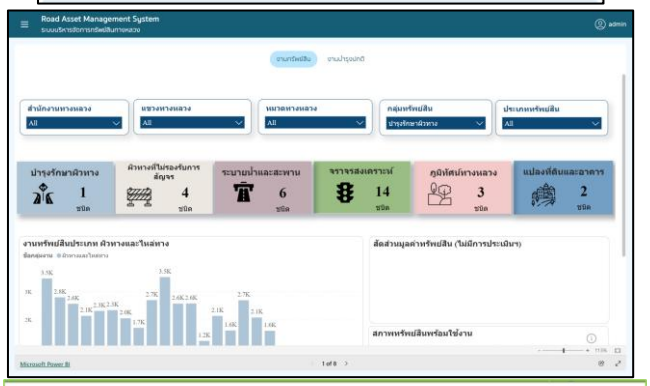
4. ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน (HSMS) สำนักอำนวยความปลอดภัย
   - ชนิดผิวทาง



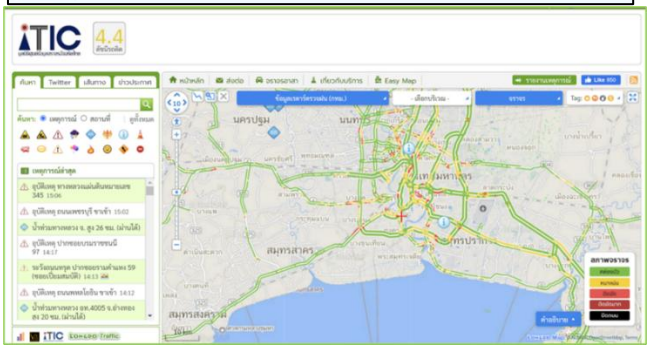
5. ระบบบริหารจัดการระบบสำรวจปริมาณจราจร (Highway Traffic) สำนักอำนวยความปลอดภัย
   - จุดสำรวจปริมาณจราจรอัตโนมัติ (AP)
   - ข้อมูลปริมาณจราจรรายชั่วโมง
   - ข้อมูลปริมาณจราจรทุก 15 นาที
   - ข้อมูลความเร็วรถ



6. ระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง : RAMS สำนักบริหารบำรุงทาง
   - ข้อมูลทางเชื่อม



7. ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) มูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย
   - แผนที่สภาพจราจร



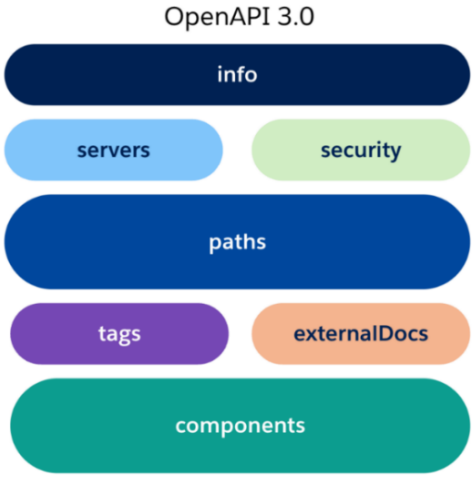
4.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)

4.2.1 วิเคราะห์ และออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) เพื่อให้บริการข้อมูลระหว่างระบบสารสนเทศภายในกรมทางหลวงที่เหมาะสม สอดคล้องกับวิทยาการและเทคโนโลยีในปัจจุบันโดยคำนึงถึงความสำคัญของการบริหารข้อมูลด้านงานจราจร วิเคราะห์ข้อมูลการจราจรต่าง ๆ รวมถึงปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย ที่เกี่ยวข้อง

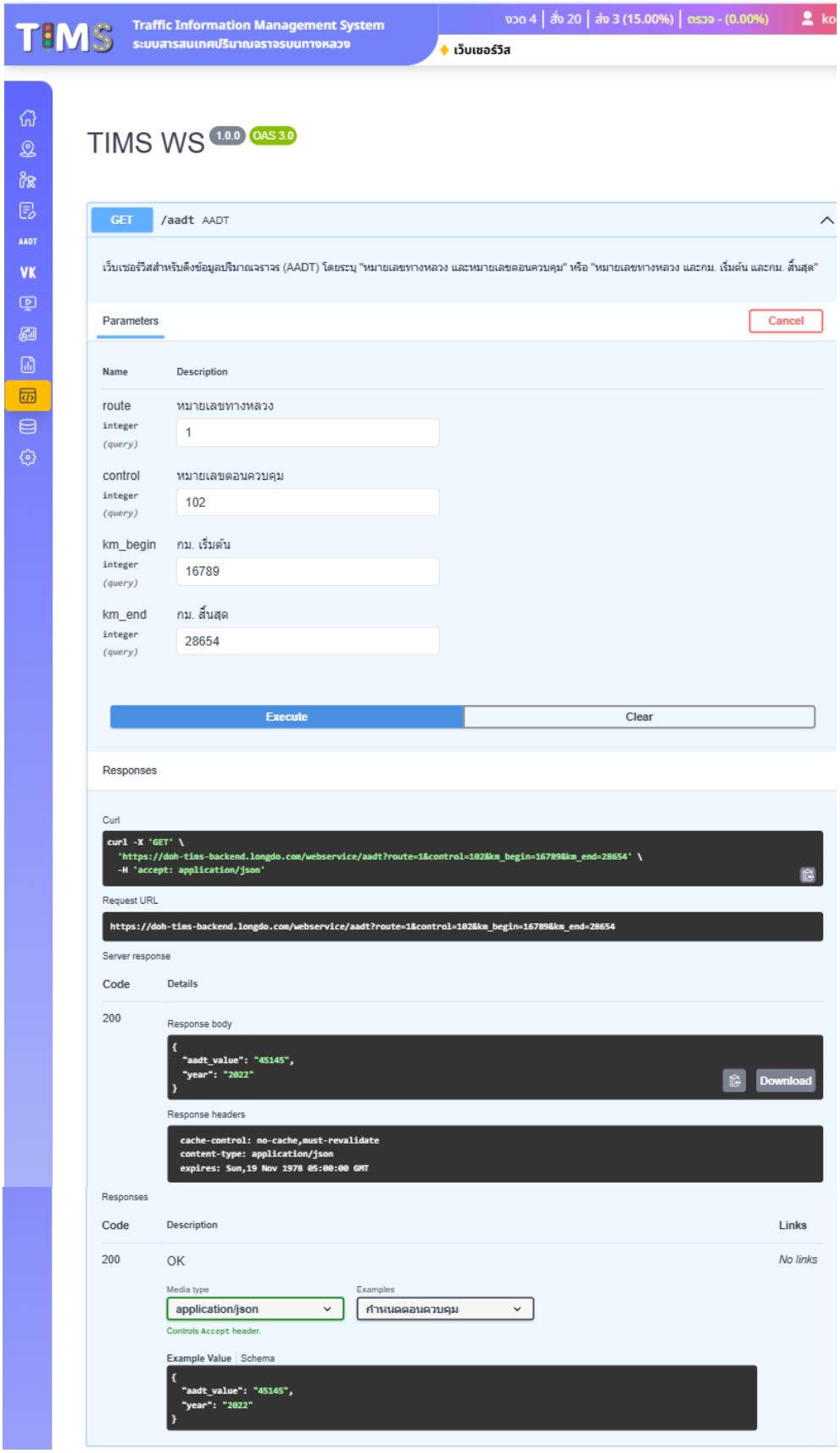
ที่ปรึกษาทำการพัฒนาระบบการเชื่อมโยงบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วยงาน Web Service ที่ให้บริการบนเครือข่าย โดยมีเครื่องมือหรือโปรแกรมประยุกต์ (Service API) ที่สอดคล้องกับรูปแบบมาตรฐานสากล โดยมีรายละเอียดอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- สามารถให้บริการข้อมูลในรูปแบบ Web Service API ผ่านโปรโตคอล HTTPS โดยมีการส่งผ่านข้อมูลแบบ JSON/GeoJSON/XML ตามมาตรฐาน
- รูปแบบ Web Service API สามารถรองรับการให้บริการข้อมูลทั้งในส่วนของข้อความ (Text) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และรูปภาพ (Images) ได้
- รองรับปริมาณการร้องขอข้อมูล (Request) ไม่น้อยกว่า 500 Request ต่อนาทีได้
- รองรับการให้บริการในระบบเครือข่ายทั้ง Internet และ Intranet ได้

ที่ปรึกษาทำการออกแบบหน้าจอระบบส่วนการให้บริการ web service ในรูปแบบ Open API Specification (OAS) ซึ่งเป็น Open source ที่ออกแบบกลไกให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผล Specification ของ REST API ได้ มีชื่อเดิม คือ Swagger Specification ถูกพัฒนาในปี 2011 OAS เป็นรูปแบบหนึ่งของการกำหนดค่า API ที่ใช้ภาษา YAML หรือ JSON เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงโครงสร้างของ API

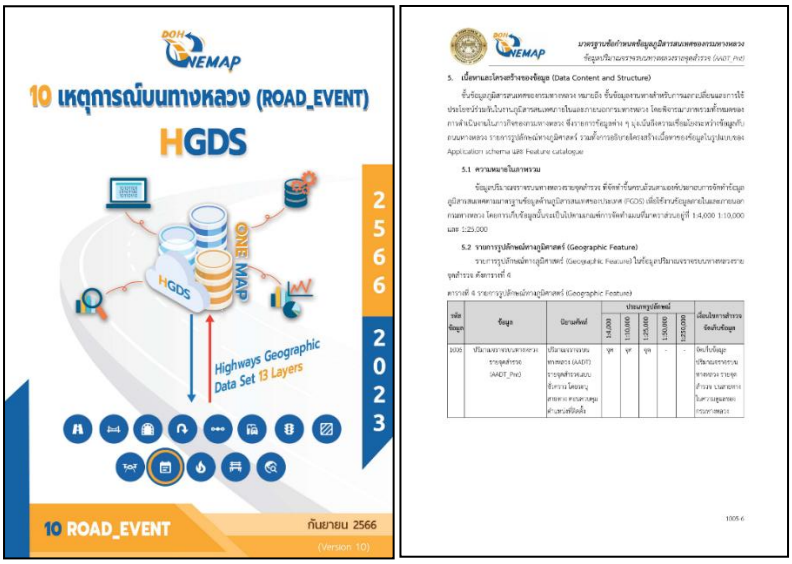


รูปที่ 19 หลักการทำงานของ Open API Specification (OAS)



รูปที่ 20 การแสดงผลหน้า web service ระบบที่ปรับปรุง

ที่ปรึกษาจะทำการวิเคราะห์ ออกแบบรูปแบบ Structure ของ Web Service ที่ให้บริการให้สอดคล้องกับมาตรฐานการให้บริการข้อมูลของกรมทางหลวง รวมถึงให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานและนโยบายการเผยแพร่ข้อมูลของเจ้าหน้าที่ทั้งภายในและภายนอกกรมทางหลวง



รูปที่ 21 มาตรฐานการให้บริการข้อมูลของกรมทางหลวง

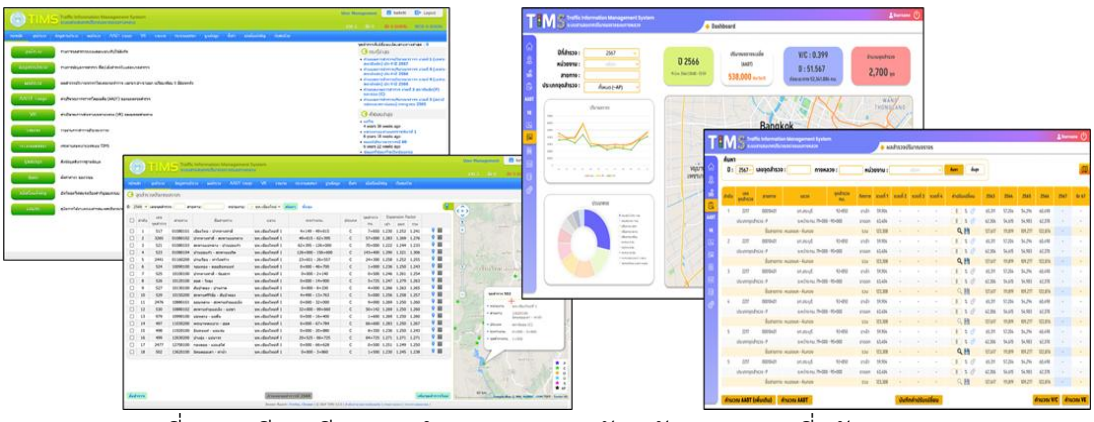
ที่ปรึกษาทำการวิเคราะห์ความต้องการใช้บริการ web service โดยอ้างอิงจาก Web Service ที่ให้บริการในระบบปัจจุบัน และมาตรฐานการให้บริการข้อมูลของกรมทางหลวง ดังต่อไปนี้

1) AADT รวมรายตอนควบคุม
2) ข้อมูลรถใหญ่ (HV)
3) จุดสำรวจรายปี
4) AADT แบบแยกประเภท
5) ข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวงรายจุดสำรวจ (AADT_Pnt)
6) ข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวงรายตอนควบคุม (AADT_Line)

4.2.2 วิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลสำรวจจากกลุ่มสำรวจข้อมูลการจราจรและขนส่ง และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้สามารถใช้งานตามกระบวนการดำเนินงานของสำนักอำนวยความปลอดภัยได้อย่างเป็นระบบ

ที่ปรึกษาทำการวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลปริมาณจราจร รวมถึงแนวทางการพัฒนาระบบ โดยการรวบรวมความคิดเห็นและความต้องการใช้งานระบบของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่สำนักอำนวยความปลอดภัย โดยการพัฒนาหน้าจอการใช้งานระบบ (User Interface) ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ รองรับการใช้งานในปัจจุบัน ทั้งในส่วนของการค้นหา การแสดงผลข้อมูล การแก้ไข ตลอดจนการบันทึกข้อมูล รายละเอียดข้อมูล ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ เช่น

1) เพิ่มการแสดงผลหน้า Dashboard สำหรับแสดงผลสรุปข้อมูลค่าเฉลี่ย ๆ AADT โดยสามารถกรองข้อมูลทั้งโครงข่าย รายหน่วยงาน หรือรายสายทางได้
2) ปรับปรุงการแสดงผลข้อมูลจุดสำรวจปริมาณจราจร เพิ่มฟังก์ชันการยกเลิกจุดสำรวจปริมาณจราจร
3) อัปเดตหน่วยงานที่สังกัด/ดูแลจุดสำรวจปริมาณจราจรโดยอ้างอิงจากบัญชีสายทางระบบ HRIS
4) ปรับปรุงเงื่อนไขในการตรวจสอบตำแหน่งทิศทาง สายทางที่สังกัดของจุดสำรวจปริมาณจราจรอ้างอิงบัญชีสายทางระบบ HRIS
5) ปรับปรุงเงื่อนไขในการตรวจสอบการนำเข้าข้อมูลค่าสำรวจปริมาณจราจร
6) ฟังก์ชันการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณจราจรจากการสำรวจและข้อมูลปริมาณจราจรจากจุดสำรวจอัตโนมัติ
7) โมดูลการประมวลผลค่าปริมาณจราจรจากวิดีโอด้วย Machine Learning
8) ปรับปรุงการส่งออกรายงานสรุปบนหน้าระบบ
9) ปรับปรุงหน้า Web Service ที่ให้บริการให้สอดคล้องกับมาตรฐานของกรมทางหลวง

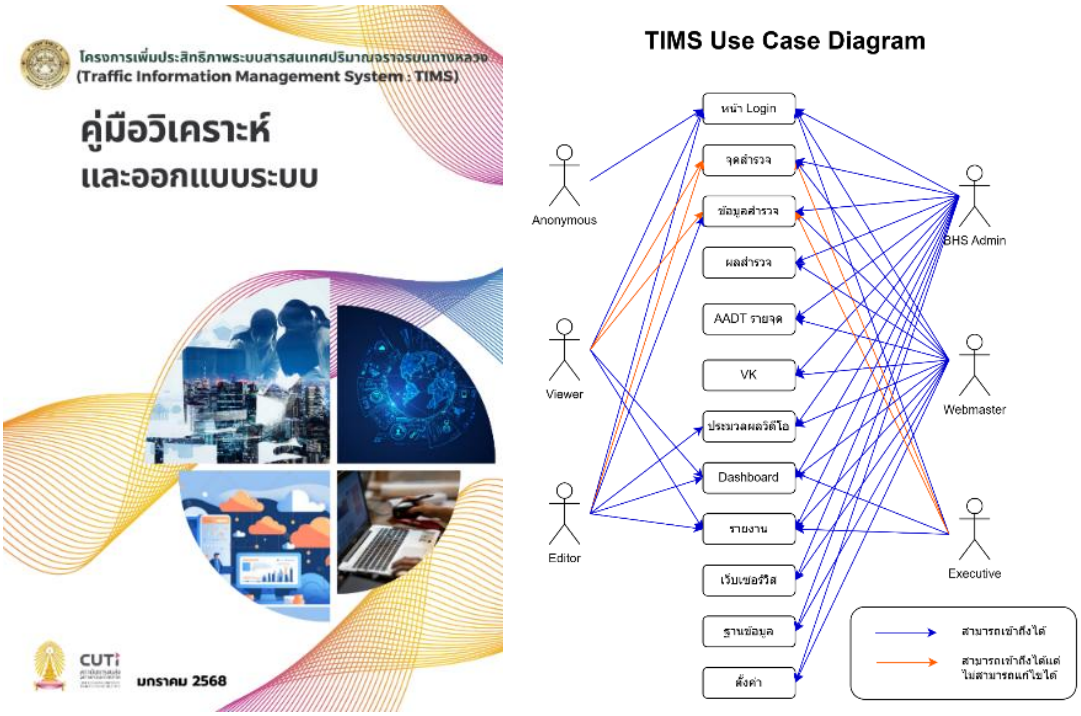


รูปที่ 22 เปรียบเทียบการทำงานของระบบปัจจุบันและระบบที่ปรับปรุง

4.2.3 จัดทำคู่มือวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1) Use Case การกำหนดฟังก์ชันของผู้ใช้งาน
2) Use Case Description รายละเอียดการกำหนดฟังก์ชันของผู้ใช้งาน
3) Activity Diagram รายละเอียดฟังก์ชันในการทำงานของระบบ
4) ER-Diagram รายละเอียดโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ระบบฐานข้อมูล
5) Data Dictionary รายละเอียดพจนานุกรมฐานข้อมูล

ที่ปรึกษาทำได้จัดทำคู่มือสำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยรวบรวมรูปแบบแนวคิด รวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบสาสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)

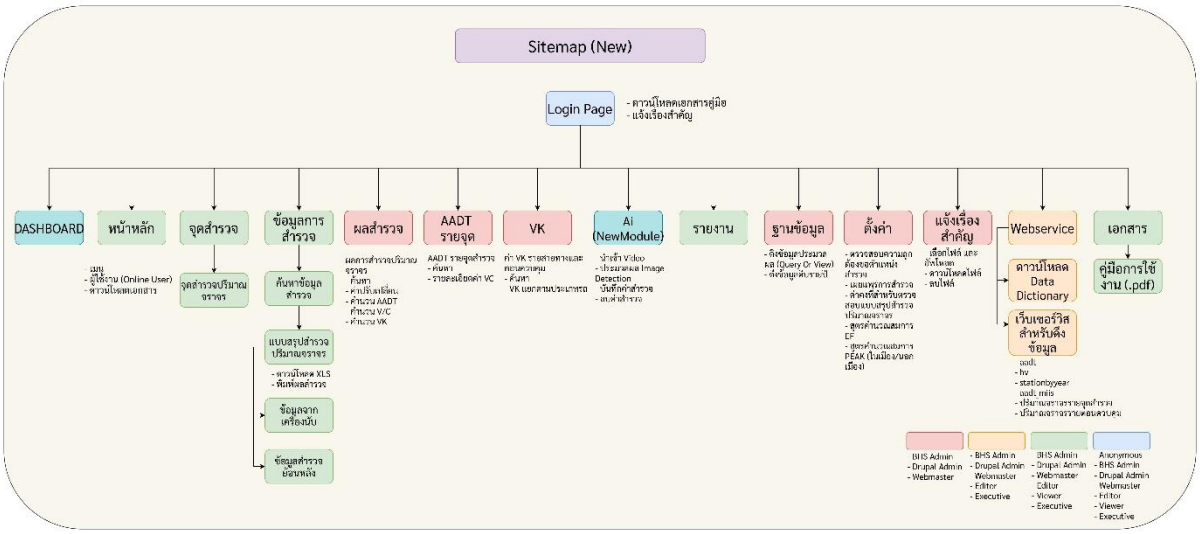


รูปที่ 23 เอกสารการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

4.3 พัฒนาระบบและปรับปรุงฐานข้อมูล

ที่ปรึกษาจะทำการศึกษาแนวทางการออกแบบและปรับปรุงหน้าจอระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ให้มีความทันสมัย ตรงกับความต้องการในการใช้งานของเจ้าหน้าที่ โดยวิเคราะห์จากความต้องการใช้งานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง โดยมีแนวทางการปรับปรุงระบบ ได้แก่

1) พัฒนาหน้าจอการใช้งานระบบ (User Interface) ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ รองรับการใช้งานในปัจจุบัน ทั้งในส่วนของการค้นหา การแสดงผลข้อมูล การแก้ไข ตลอดจนการบันทึกข้อมูลรายละเอียดข้อมูล ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์
2) ติดตั้งระบบจัดการเนื้อหา (Content Management System: CMS) ที่เป็นมาตรฐาน ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูลผู้ใช้และสิทธิในการเข้าถึงระบบ รวมถึงควบคุมฟังก์ชันที่เข้าใช้งานระบบภายใต้การบริหารจัดการอันเดียวกัน โดยใช้ Software ที่เป็น Opensource ได้แก่ Drupal ซึ่งมีส่วนประกอบของ Drupal
3) ระบบที่พัฒนาจะต้องรองรับความปลอดภัยทางอิเล็กทรอนิกส์ (Secured Sockets Layer : SSL)



รูปที่ 24 แผนผังเว็บไซต์ระบบที่ปรับปรุง

4.3.1 พัฒนาโครงสร้างฐานข้อมูลต่าง ๆ ให้สามารถรองรับกระบวนการทำงานใหม่ที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจปริมาณจราจร และเชื่อมโยงฐานข้อมูล (Replication Database Server) อย่างเป็นระบบ ได้แก่ ข้อมูลบัญชีสายทาง ข้อมูลลำดับชั้นทาง ข้อมูลบัญชีผิวทาง เป็นต้น เพื่อให้โครงสร้างข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการเชื่อมโยงกับระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ตามผลการศึกษาข้อ 4.1.6

ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษาการเชื่อมโยงฐานข้อมูลจากระบบต่าง ๆ ภายในกรมทางหลวง โดยศึกษารูปแบบการเชื่อมโยงที่เหมาะสมกับฐานข้อมูลแต่ละชนิด เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง โดยการเชื่อมโยงในรูป เว็บเซอร์วิส และการสำเนาฐานข้อมูล (Database Replication) เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในการบูรณาการข้อมูลให้ข้อมูลแต่ละระบบเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน โดยการเชื่อมโยงฐานข้อมูล PostgreSQL Database สามารถทำได้หลายเครื่องมือ ได้แก่ Slony-I คือ Package สำหรับการทำ Synchronous Database Replication โดยข้อมูลที่ทำการเชื่อมโยงฐานข้อมูล (Replication Database) ประกอบไปด้วย

1) ระบบข้อมูลทะเบียนสายทาง : HRIS (สำนักแผนงาน)
2) ระบบสารสนเทศโครงข่ายทาง : Roadnet3 (สำนักบริหารบำรุงทาง)
3) ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน : HSMS (สำนักอำนวยความปลอดภัย)
4) ระบบทรัพย์สินทางหลวง: RAMS (สำนักบริหารบำรุงทาง)

4.3.2 พัฒนาระบบเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางแนวทางในการบูรณาการข้อมูลร่วมกันอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานมาแสดงผลในระบบอย่างเหมาะสม เช่น ข้อมูลจุดสำรวจอัตโนมัติ และรายงานข้อมูลจราจร กลุ่มสำรวจข้อมูลการจราจรและขนส่ง สำนักอำนวยความปลอดภัย

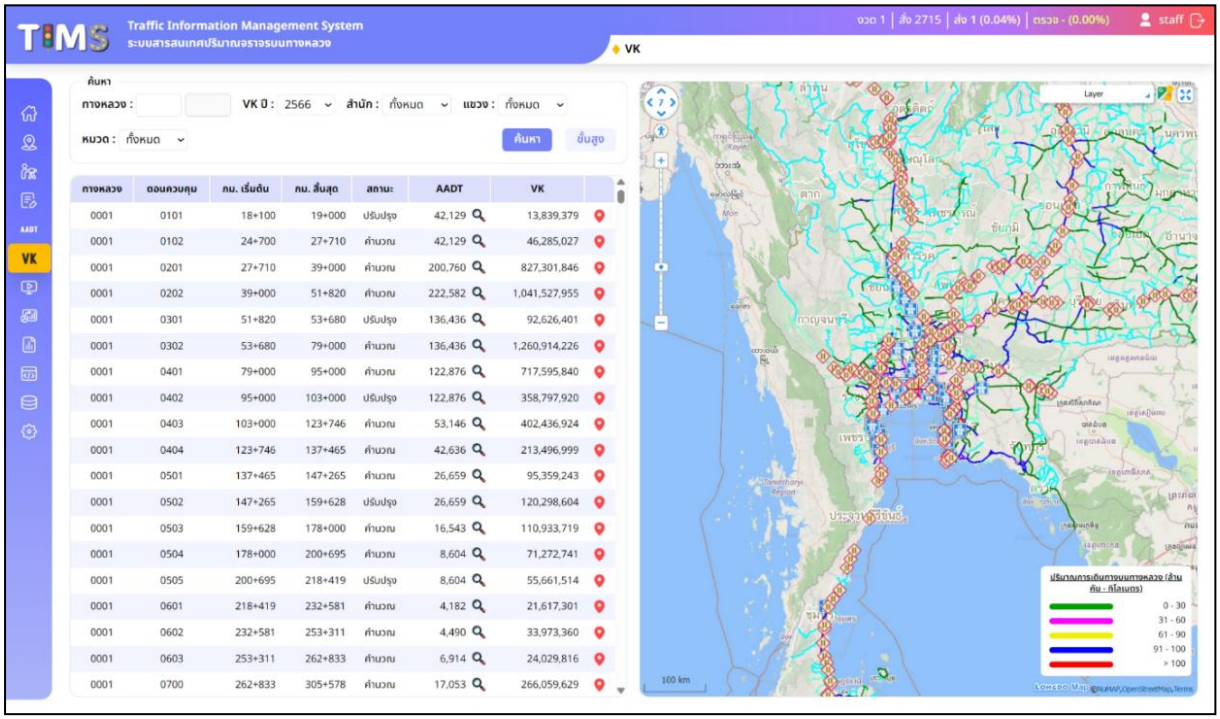
ที่ปรึกษาได้ทำการพัฒนาโดยแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลจุดสำรวจอัตโนมัติ และรายงานข้อมูลจราจร กลุ่มสำรวจข้อมูลการจราจรและขนส่ง สำนักอำนวยความปลอดภัย เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบปริมาณจราจรบริเวณตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แม่นยำของข้อมูลปริมาณจราจรจากคนแจงนับ หรือในกรณีที่ไม่มีการสำรวจ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการระบบสำรวจปริมาณจราจร (Highway Traffic) ได้แก่

- DOH TDMS Site Master: สำหรับแสดงข้อมูลจุดสำรวจพร้อมพิกัดที่ตั้งและสถานะการทำงานของจุดสำรวจอัตโนมัติ
- REAL-TIME TRAFFIC SERVICE: ข้อมูลจราจรแบบ real-time (ปัจจุบัน คือ ระดับ 5 นาทีล่าสุด)
- HISTORICAL TRAFFIC SERVICE (Hourly): ข้อมูลจราจรย้อนหลังรายชั่วโมง
- HISTORICAL TRAFFIC SERVICE (15 minutes): ข้อมูลจราจรย้อนหลังทุก 15 นาที
- ADT_EF_Monthly: รข้อมูล EF ย้อนหลังรายปี

4.3.3 พัฒนาระบบ Web Service เผยแพร่ข้อมูลปริมาณจราจร

1) รองรับการให้บริการข้อมูลในรูปแบบภาพแผนที่ Web Map Service (WMS) Web Feature Service (WFS) Web Map Tile Service (WMS-T) หรือดีกว่า

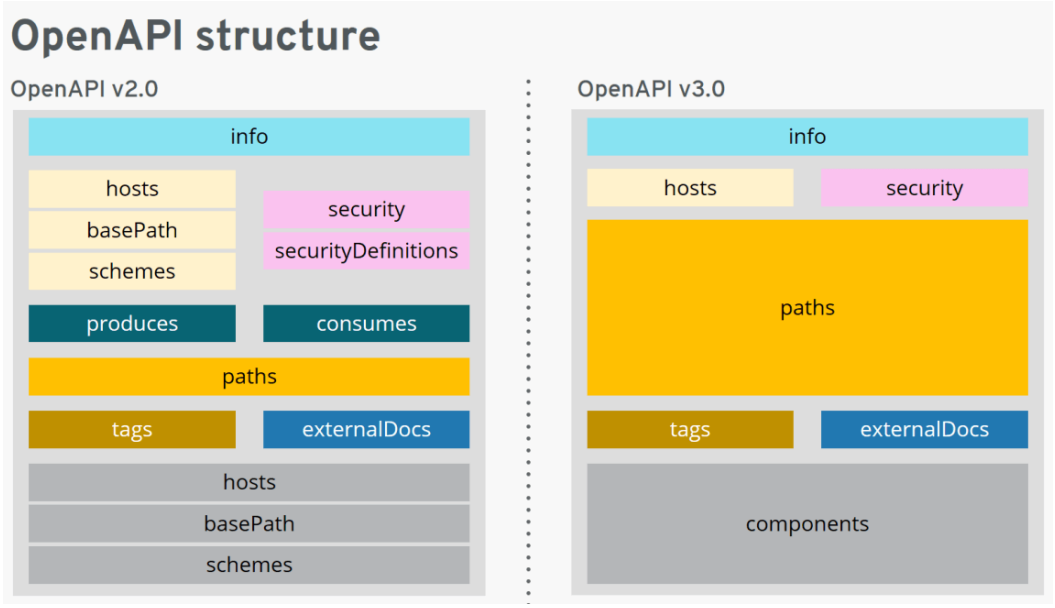
พัฒนาการให้บริการข้อมูลในรูปแบบภาพแผนที่ Web Map Service (WMS) เพื่อแสดงผลข้อมูลบนหน้าแผนที่ รองรับการทำงานของเจ้าหน้าที่ โดยใช้ Software GeoServer ซึ่งเป็นสามารถแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถสร้างแผนที่ในรูปแบบเอาต์พุตที่หลากหลาย การแสดงผลแบบ OpenLayers ซึ่งเป็นไลบรารีการทำแผนที่ทำให้การสร้างแผนที่ทำได้ง่าย และรวดเร็ว สามารถปรับแต่งรูปแบบ (Style) ของผลที่ตามที่ต้องการได้ โดยข้อมูลที่ใช้ ในการแสดงผล



รูปที่ 25 ตัวอย่าง Layer WMS ที่แสดงผลบนแผนที่

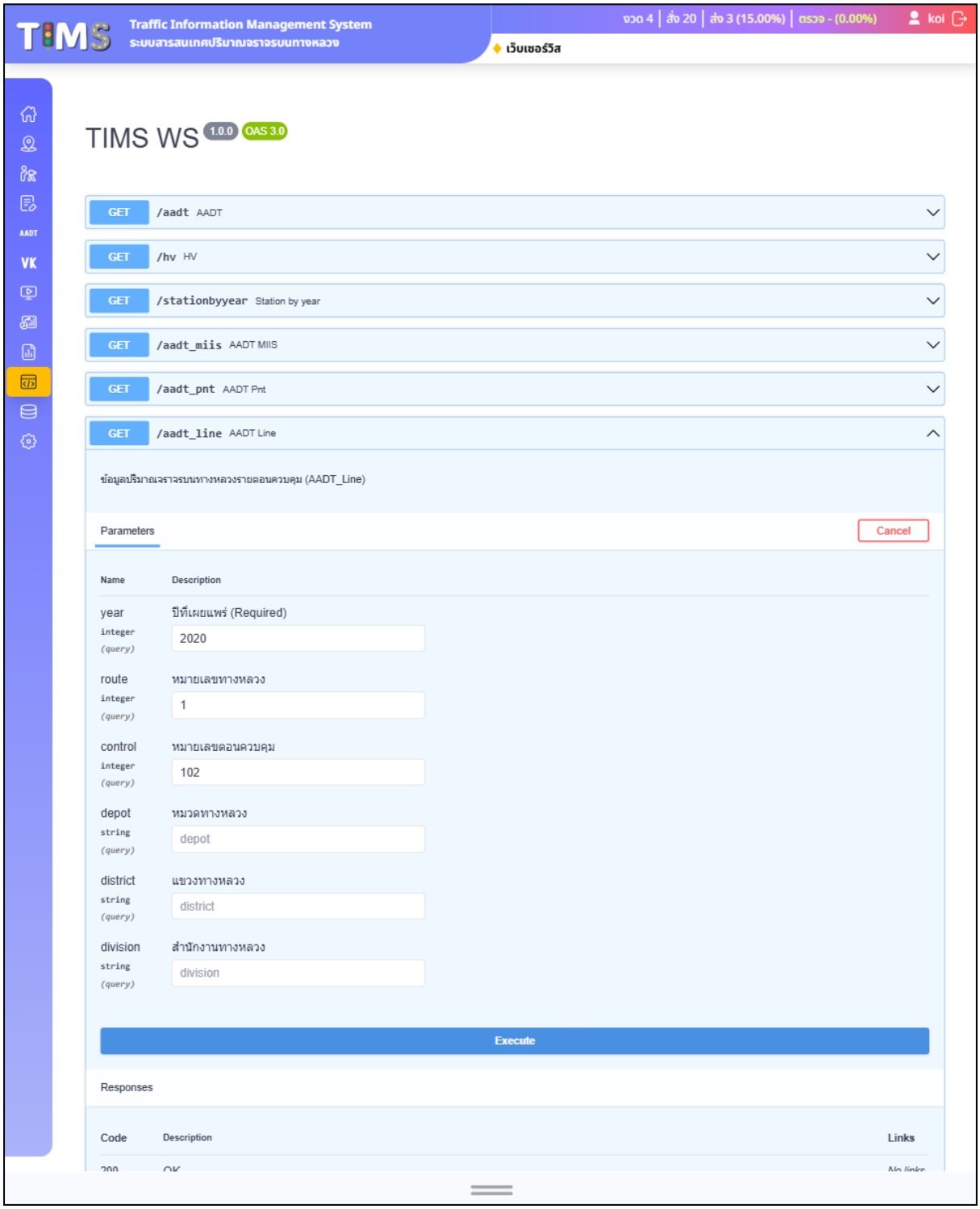
2) รองรับการให้บริการข้อมูลในรูปแบบข้อความ Web Service Query หรือดีกว่า

พัฒนาระบบรองรับการให้บริการข้อมูลในรูปแบบข้อความ Web Service Query หรือดีกว่า โดยที่ปรึกษาได้ทำการพัฒนาฟังก์ชัน Web Service API เพื่อให้บริการข้อมูลผ่าน HTTPS Protocol เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานระบบในรูปแบบ Open API



ที่มา: https://www.ionos.co.uk/digitalguide/websites/web-development/what-is-openapi/

รูปที่ 26 โครงสร้างของ Open API



รูปที่ 27 หน้าจอที่ให้บริการ Web Service

4.3.4 พัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจรโดยสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรจากคนแจงนับ และอุปกรณ์สำรวจในรูปแบบอื่น ๆ ตามข้อ 4.1.4 และออกแบบหน้าจอการรายงานผลสรุปข้อมูลสำรวจได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งแสดงข้อมูลภาพถ่าย เพื่อตรวจสอบปริมาณจราจรผ่านหน้าระบบ TIMS

ในการพัฒนาระบบเพื่อรองรับการนำเข้าข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรสามารถนำเข้าได้ 2 วิธี ได้แก่

1) **การนำเข้าข้อมูลจากการแจงนับ** ซึ่งเป็นวิธีการตรวจนับในรูปแบบที่มีการใช้งานอยู่ก่อนแล้ว โดยจะทำการกำหนดวันที่สำรวจและจุดสำรวจพร้อมกันทั้งประเทศ เมื่อทำการสำรวจเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคที่ทำการสำรวจ จะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ลงบนระบบ TIMS โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เจ้าหน้าที่ทำการ Login เข้าใช้งานระบบ

ขั้นตอนที่ 2 ทำการคลิกที่ปุ่มนำเข้าข้อมูลทำการเลือกเมนู “ข้อมูลสำรวจ”

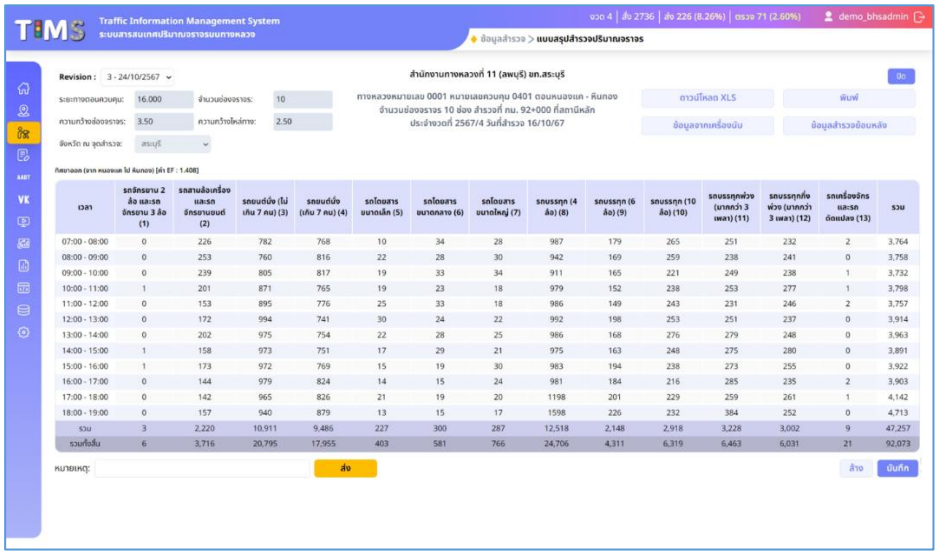
ขั้นตอนที่ 3 ระบบจะแสดงหน้าข้อมูลสำรวจ ทำการค้นหาจุดสำรวจตามหมายเลขทางหลวงตอนควบคุม หรือรหัสจุดสำรวจ

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคลิกที่ปุ่มนำเข้าข้อมูล ดังรูปที่ 28

ขั้นตอนที่ 5 บันทึกข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรด้วยการแจงนับ โดยสรุปรายชั่วโมงและจำแนกตามประเภทยานพาหนะ 13 ประเภท แยกขาเข้าและขาออก

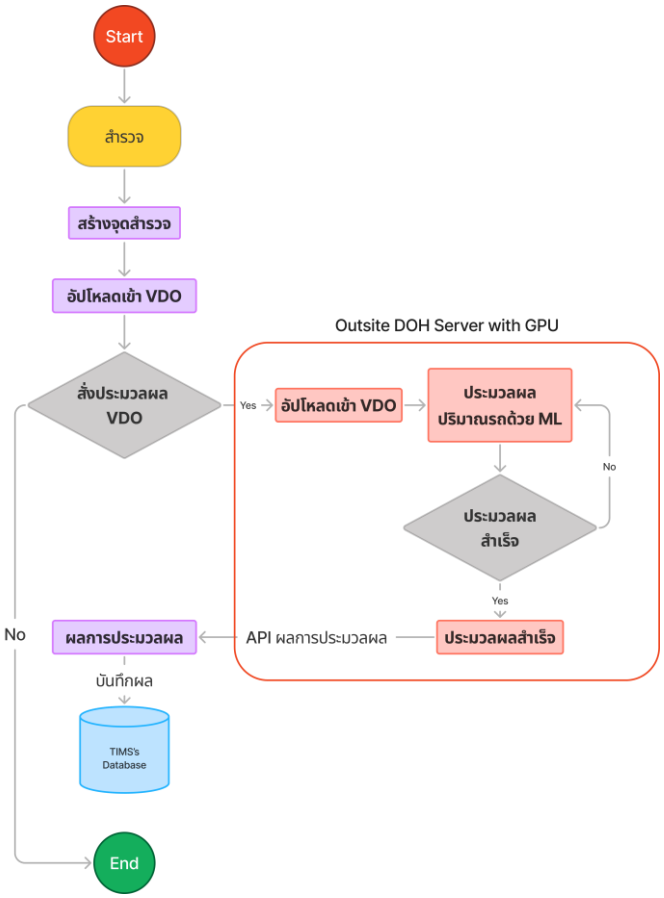
ขั้นตอนที่ 6 เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแล้ว กดปุ่ม “บันทึก”

ขั้นตอนที่ 7 กดปุ่ม “ส่ง” เพื่อส่งข้อมูลให้ส่วนกลาง



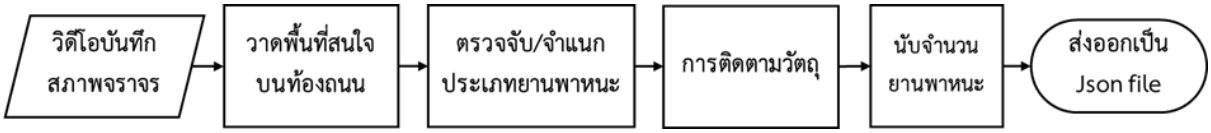
รูปที่ 28 หน้าจอนำเข้าข้อมูลสำรวจด้วยการแจงนับ

2) **การนำเข้าข้อมูลจากการแจงนับ** ซึ่งเป็นวิธีการตรวจนับด้วย Video Image Processing ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลปริมาณจราจรทั้ง 13 ประเภท ด้วยการติดตั้งกล้องสำรวจบริเวณข้างทาง



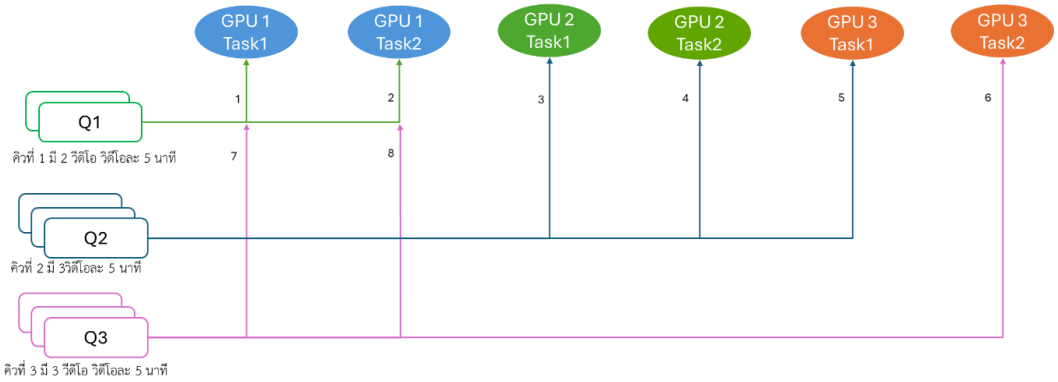
รูปที่ 29 แผนผังการทำงานของการประมวลผลวิดีโอบนระบบ TIMS

กระบวนการที่นำไปใช้งานสำหรับการตรวจจับและประเมินจำนวนยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ดังรูปที่ 30 โดยเริ่มต้นจากการเลือกส่วนที่สนใจบนท้องถนน (Road Region of Interest) จากนั้นตามด้วยการใช้เทคนิคการตรวจจับและคัดแยกประเภทยานพาหนะ (Vehicle Detection / Classification) และการติดตามยานพาหนะ (Vehicle Tracking) โดยเก็บรหัสประจำตัวของแต่ละยานพาหนะเพื่อสรุปผลการนับจำนวนยานพาหนะ (Counting) แต่ละประเภทและในแต่ละช่วงเวลาต่อไปได้

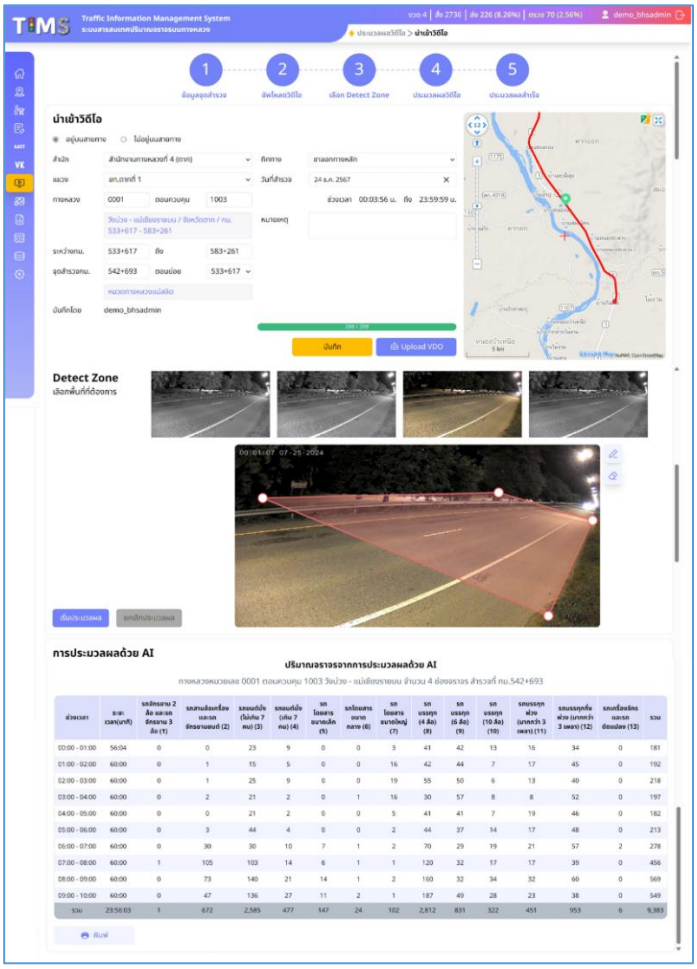


รูปที่ 30 กระบวนการจำแนกประเภทและนับจำนวนยานพาหนะ

ในการประมวลผล Video จะทำการประมวลผลบนหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) ทั้งหมด 3 GPU โดยแต่ละ GPU ทำการประมวลผลได้พร้อมกันสูงสุด 2 Video (ประมวลผลได้พร้อมกันทั้งหมด 6 Video) จากการทดสอบเบื้องต้น โดยใช้ Video ที่ความยาว 5 นาที ประมวลผลพร้อมกัน 6 Video ใช้เวลาทั้งสิ้น 4:44 นาที ดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 การประมวลผล Video บนบนหน่วยประมวลผลกราฟิก

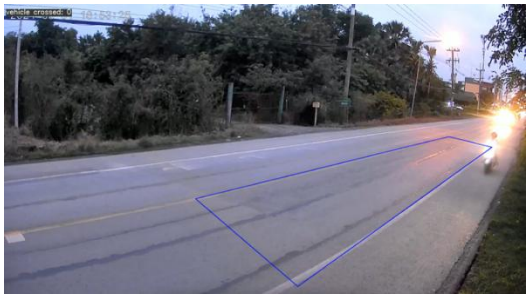


รูปที่ 32 ตัวอย่างหน้าจอผลลัพธ์การประมวลผลในรูปแบบ Video Image Processing

4.3.5 ประเมินผลการทำงานและการใช้งานอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น ตามข้อ 4.3.4 พร้อมทั้งสรุปผล

การวัดผลยานพาหนะทั้งรวมทั้ง 11 จุด แสดงในแบบการวัดผลทั้งกลางวัน (D) และกลางคืน (N) โดยกลางคืนอาจจะมีภาพแบบสี (N-RGB) และภาพกลางคืนแบบอินฟาเรด (N-IR) สรุปเป็นผลรวมได้ดังตารางที่ 3 โดยวิดีโอที่โมเดลไม่เคยได้รับการเทรนภาพในมุมเดียวกันจะถูกกำหนดว่าเป็น “ไม่เคยมองเห็น” หรือ “Unseen” และมุมของวิดีโอที่โมเดลเคยเห็นภาพยานพาหนะจากกล้องมุมนั้นจะถูกกำหนดว่าเป็น “เคยมองเห็น” หรือ “Seen” จะพบว่าโมเดล Y10-VIS-NBC-NIGHT แบบวิธีการนับแบบรถเข้า หรือออก หรือ YOLOv10 ที่ใช้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเทรนมาจากชุดข้อมูล Visdrone และมีการเพิ่มข้อมูลสัญญาณรบกวน (Noise – N), ความเบลอของภาพ (Blur – B) และการเปลี่ยนแปลงความต่างสี (Contrast – C) รวมไปถึงการเพิ่มปริมาณข้อมูลในเวลากลางคืน มีค่าความผิดพลาดในการนับยานพาหนะแต่ละประเภทเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted MAPE) น้อยที่สุดอยู่ที่ 21.53% การนับในเวลากลางวันมีการนับผิดพลาดในการนับเฉลี่ยสัมบูรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted MAPE) อยู่ที่ 11.38% การนับในเวลากลางคืนแบบสีมีการนับผิดพลาดในการนับเฉลี่ยสัมบูรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted MAPE) อยู่ที่ 41.12% ภาพเวลากลางคืนแบบอินฟาเรดซึ่งมีการนับผิดพลาดในการนับเฉลี่ยสัมบูรณ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted MAPE) อยู่ที่ 54.07% โดยจะถูกใช้ในการวัดผลเป็นหลักสำหรับการนับยานพาหนะทั้ง 11 จุด และการแยกกรณีต่าง ๆ

จากการทดลองทั้งหมด 11 จุด จะได้ว่า จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดยโสธร มีผลการทดสอบดีที่สุด เนื่องจาก จังหวัดเชียงใหม่ เป็นช่วงเวลารถติด และมีการเคลื่อนตัวช้า จึงทำให้มีการตรวจจับรถได้ดี และจังหวัดยโสธร โมเดลเคยมีการเรียนรู้บางส่วน ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี แต่มีบางจังหวัดที่มีผลลัพธ์ที่ไม่ดี คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, จังหวัดอยุธยา และจังหวัดปทุมธานี โดยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และจังหวัดปทุมธานี มีรถสัญจรบริเวณไหล่ทางจำนวนมาก แต่การทดสอบกรอบบริเวณที่สนใจจะไม่สนใจบริเวณไหล่ทาง ในส่วนของอยุธยารถค่อนข้างสัญจรเร็วและมีรถขนาดใหญ่สัญจร ทำให้บดบังการนับอีกทั้งยังมีการรบกวนของการเกาะของน้ำบริเวณกล้องทำให้โมเดลไม่สามารถตรวจจับยานพาหนะ



ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดปทุมธานี



ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดประจวบคีรีขันธ์



ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดอยุธยา



ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดอยุธยา



ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดอยุธยา

รูปที่ 33 ภาพตัวอย่างข้อมูลจังหวัดต่าง ๆ ที่มีผลลัพธ์ที่ไม่ดี

ตารางที่ 3 สรุปการวัดผลการนับยานพาหนะทั้ง 11 จุด

จุดทดสอบ	กลางวัน (D)/ กลางคืน (N)	ผลรวมทั้งหมด	วิธีการนับแบบรถเข้าหรือออก	
			Y10-VIS-NBC-NIGHT	
			นับได้ / MAPE รวม	Weighted MAPE
จุดที่ 1 ขท.ตากที่ 1 (Unseen) ทล. 1 ตอน 1003 วังม่วง – แม่เชียงราย บน กม. 543+117	D	67	67 / 0.00%	17.65%
	N-IR	48	35 / 27.08%	43.75%
จุดที่ 2 ขท.หนองคาย (Unseen) ทล. 2 ตอน 700 น้ำสวย – สะพานมิตรภาพที่หนองคาย (เขตแดนไทย/ลาว) กม. 498+256	D	155	149 / 3.87%	16.77%
	N-IR	87	55 / 36.78%	45.65%

ตารางที่ 3 สรุปการวัดผลการนับยานพาหนะทั้ง 11 จุด (ต่อ)

จุดทดสอบ	กลางวัน (D)/ กลางคืน (N)	ผลรวมทั้งหมด	วิธีการนับแบบรถเข้าหรือออก	
			Y10-VIS-NBC-NIGHT	
			นับได้ / MAPE รวม	Weighted MAPE
จุดที่ 3 ขท.จันทบุรี (Unseen) ทล. 3 ตอน 0601 นายายอาม - บ้านสิ้ว กม. 306+375	D	110	103 / 6.36%	11.61%
	N-RGB	91	93 / 2.20%	13.19%
จุดที่ 4 ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (Unseen) ทล. 4 ตอน 605 บางสะพาน - น้ำรอด กม. 387+313	D	131	117 / 10.69%	45.80%
	N-RGB	56	41 / 26.79%	55.00%
	N-IR	57	21 / 63.16%	66.67%
จุดที่ 5 ขท.พัทลุง (Unseen) ทล. 4 ตอน 1304 ห้วยทราย - พรุพ้อ กม. 1205+559	D	266	240 / 9.77%	11.28%
	N-RGB	67	57 / 14.93%	32.84%
จุดที่ 6 ขท.ยโสธร (Unseen) ทล. 23 ตอน 0402ยโสธร - บ้านย่อ กม. 184+449	D	173	174 / 0.58%	5.20%
	N-RGB	10	10 / 0.00%	20.00%
	N-IR	23	23 / 0.00%	33.33%
จุดที่ 7 ขท.อ่างทอง (Unseen) ทล. 32 ตอน 0201นครหลวง - อ่างทอง กม. 43+000	D	272	272 / 0.00%	19.85%
	N-RGB	467	186 / 60.17%	63.33%
	N-IR	98	41 / 58.16%	64.29%
จุดที่ 8 ขท.ชัยภูมิ (Unseen) ทล. 201 ตอน 0201 หนองบัวโคก - บ้านลี่ กม. 81+164	D	106	108 / 1.89%	13.21%
	N-RGB	30	27 / 10.00%	23.33%
	N-IR	24	16 / 33.33%	71.43%
จุดที่ 9 ขท.เชียงใหม่ที่ 2 (Unseen) ทล. 1001 ตอน 0100 เชียงใหม่ – บ้านโป่ง กม. 1+000	D	2,000	1,906 / 4.70%	7.60%
	N-RGB	307	262 / 14.66%	24.52%

ตารางที่ 3 สรุปการวัดผลการนับยานพาหนะทั้ง 11 จุด (ต่อ)

จุดทดสอบ	กลางวัน (D)/ กลางคืน (N)	ผลรวมทั้งหมด	วิธีการนับแบบรถเข้าหรือออก	
			Y10-VIS-NBC-NIGHT	
			นับได้ / MAPE รวม	Weighted MAPE
จุดที่ 10 ขท.นครนายก (Unseen) ทล. 3261 ตอน 0100 คลอง 10 - หนองเสือ กม. 10+000	D	86	82 / 4.65%	11.63%
	N-RGB	26	25 / 3.85%	33.33%
	N-IR	7	0 / 100.00%	100.00%
จุดที่ 11 ขท.ชลบุรีที่ 1 (Seen) ทล. 34 ตอน 0300 บางปะกง- หนองไม้แดง กม. 55+528	D	549	511 / 6.92%	12.02%
	N-RGB	156	136 / 12.82%	28.21%
	N-IR	149	87 / 41.61%	49.01%
จุดทดสอบทั้งหมด	D และ N	5,618	**4,910 / 12.6%**	**21.53%**
	D	3,915	3,729 / 4.75%	11.38%
	N-RGB	1,210	837 / 30.82%	41.12%
	N-IR	493	278 / 43.61%	54.07%

ผลการทดสอบการนับวิดีโอรวมสถานการณ์ต่าง ๆ แยกตามประเภทยานพาหนะ จากการทดสอบวิดีโอทั้งหมด 58 วิดีโอ จากจุดจำนวน 11 จุด ประกอบด้วย เชียงใหม่ ชลบุรี หนองคาย ตาก ชัยภูมิ จันทบุรี ปทุมธานี อยุธยา พัทลุง ประจวบคีรีขันธ์ และยโสธร ได้ผลรวมทุกจุดแยกแต่ละประเภท ดังตารางที่ 4 แสดงผลรวมทุกจุดแยกแต่ละประเภทยานพาหนะ จะเห็นว่า วิธีการนับแบบรถเข้าหรือออก ด้วยโมเดล Y10-VIS-NBC-NIGHT ค่าความผิดพลาดสมบูรณ์เฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted MAPE) จะอยู่ที่ 15.95% โดยความแม่นยำในการตรวจจับมากที่สุดที่ประเภท รถดัดแปลง (modified_car) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 0.00% รถยนต์ (car) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 8.27% และ รถบรรทุกกึ่งพ่วง มากกว่า3 เพลา (semi_trailer) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 11.21% ส่วนการตรวจจับน้อยที่สุดที่ประเภทจักรยาน (bicycle) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 100% คนเดินเท้า (pedestrian) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 55.88% และ รถบรรทุกขนาดใหญ่ (full_truck) โดยค่าเฉลี่ยการนับผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) อยู่ที่ 44.44% จากการทดสอบโดยรวมนั้นแสดงให้เห็นว่าการนับสามารถทำได้ดีในยานพาหนะประเภทรถยนต์ (car) และ รถบรรทุกกึ่งพ่วง มากกว่า 3 เพลา (semi_trailer) และทำได้ไม่ดีในยานพาหนะประเภทจักรยาน (bicycle), และคนเดินเท้า (pedestrian)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบรวมทุกจุดแยกแต่ละประเภทยานพาหนะ

Type of Vehicle	ประเภท	Ground Truth	Y10-VIS-NBC-NIGHT	
			Number	MAPE
1_bicycle	จักรยาน	7	0	100.00%
2_motorcycle	จักรยานยนต์	1456	1187	18.48%
3_car	รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1790	1642	8.27%
4_car_7	รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	228	183	19.74%
5_small_bus	รถโดยสารขนาดเล็ก	12	10	16.67%
6_medium_bus	รถโดยสารขนาดกลาง	20	13	35.00%
7_large_bus	รถโดยสารขนาดใหญ่	76	48	36.84%
8_pickup	รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	1356	1142	15.78%
9_truck	รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	212	273	28.77%
10_full_truck	รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	99	55	44.44%
11_full_trailer	รถบรรทุกพ่วง มากกว่า 3 เพลา	95	69	27.37%
12_semi_trailer	รถบรรทุกกึ่งพ่วง มากกว่า 3 เพลา	232	206	11.21%
13_modified_car	รถเครื่องจักรและดัดแปลง	1	1	0.00%
14_pedestrian	คนเดินเท้า	34	15	55.88%
Total		**5617**	**4844**	**13.78%**
Weighted MAPE	**ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก**			**15.95%**

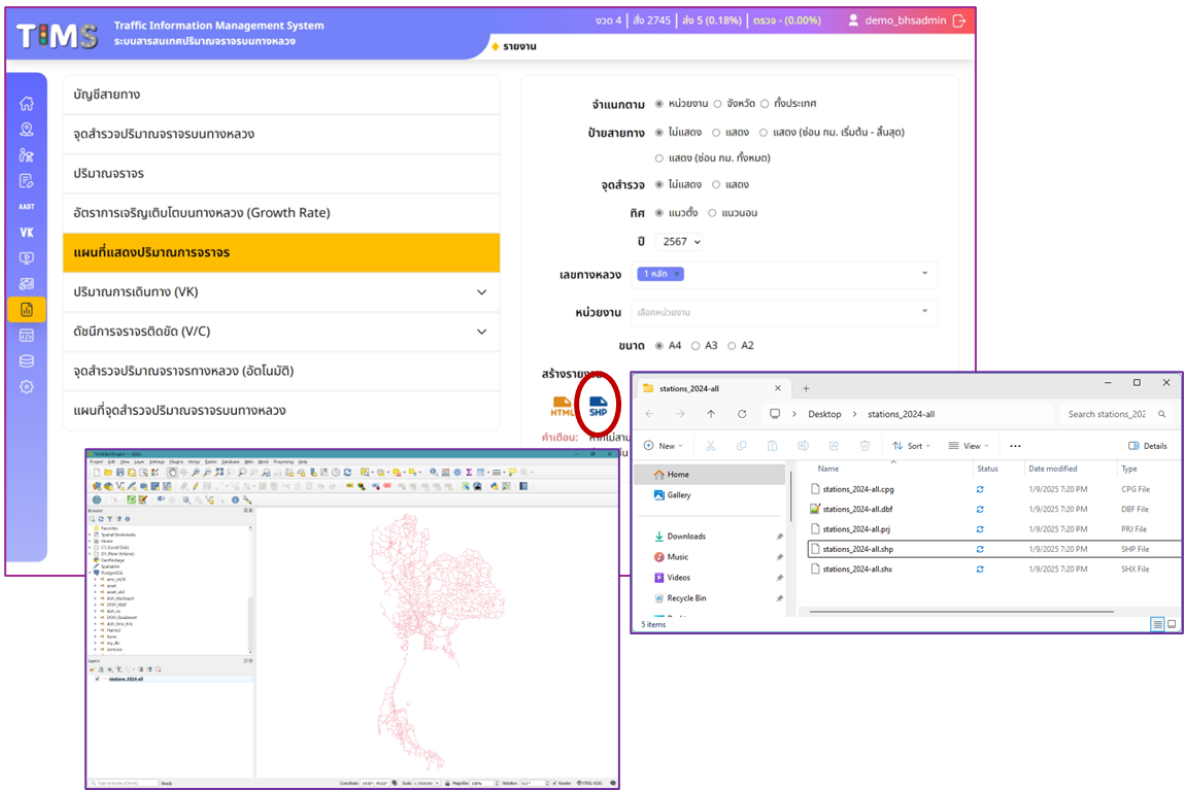
การประมวลผลวิดีโอที่ได้ทำการติดตั้งกล้องสำรวจปริมาณจราจรในพื้นที่นำร่อง 11 จุด โดยใช้ระบบ Video Image Processing ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปการประมวลผล Video Image Processing ในพื้นที่สำรวจ 11 จุด

ลำดับที่	รหัสจุดสำรวจ	ทางหลวง	ตอนควบคุม	ชื่อตอนควบคุม	หมวดทางหลวง	แขวงทางหลวง	สำนักงานทางหลวง	วันที่สำรวจ	ทิศทาง	ตำแหน่ง กม. สำรวจจริง	รวม
1	381	1	1003	วังม่วง - แม่เชียงรายบน	แม่สลิด	ตากที่ 1	สทล.ที่ 4 (ตาก)	24 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	542+693	9,383
									ขวาทาง	542+665	7,575
2	1701	2	700	น้ำสวย – สะพานมิตรภาพที่หนองคาย (เขตแดนไทย/ลาว)	หนองคาย	หนองคาย	สทล.ที่ 3 (สกลนคร)	24 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	497+929	11,011
									ขวาทาง	498+103	12,263
3	2092	3	601	นายายอาม - บ้านสิ้ว	ท่าใหม่	จันทบุรี	สทล.ที่ 14 (ชลบุรี)	31 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	307+979	8,233
									ขวาทาง	308+149	14,056
4	1930	4	605	บางสะพาน - น้ำรอด	บางสะพาน	ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน)	สทล.ที่ 15 (ประจวบคีรีขันธ์)	6 พ.ย. 67	ซ้ายทาง	389+069	11,041
									ขวาทาง	389+036	12,465
5	2056	4	1304	ห้วยทราย - พรุพ้อ	ป่าบอน	พัทลุง	สทล.ที่ 16 (นครศรีธรรมราช)	16 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	1206+134	10,059
									ขวาทาง	1206+200	13,923
6	1479	23	402	ยโสธร - บ้านย่อ	ยโสธร	ยโสธร	สทล.ที่ 8 (มหาสารคาม)	16 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	184+498	10,773
									ขวาทาง	184+552	10,163
7	325	32	201	นครหลวง - อ่างทอง	บางปะหัน	อ่างทอง	สทล.ที่ 12 (สุพรรณบุรี)	17 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	42+654	24,896
									ขวาทาง	42+551	31,767
8	1347	201	201	หนองบัวโคก - บ้านลี่	จตุรัส	ชัยภูมิ	สทล.ที่ 7 (ขอนแก่น)	17 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	81+677	8,619
									ขวาทาง	80+955	7,928
9	537	1001	100	เชียงใหม่ - บ้านโป่ง	สันทราย	เชียงใหม่ที่ 2	สทล.ที่ 1 (เชียงใหม่)	24 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	1+142	39,852
									ขวาทาง	1+115	40,246
10	56	3261	100	คลอง10 - หนองเสือ	หนองเสือ	นครนายก	สทล.ที่ 13 (กรุงเทพ)	30 ก.ค. 67	ซ้ายทาง	9+627	5,600
									ขวาทาง	9+587	6,006
11	2053	34	300	บางปะกง- หนองไม้แดง	หนองไม้แดงที่ 1	ชลบุรีที่ 1	สทล.ที่ 14 (ชลบุรี)	31 ก.ค. 67	ทางหลักซ้ายทาง	55+815	45,060
									ทางหลักขวาทาง	56+013	54,979
									ทางขนานซ้ายทาง	55+824	29,980
									ทางขนานขวาทาง	55+971	12,933

4.3.6 พัฒนาระบบให้สามารถส่งออกรายงาน และสรุปผลในรูปแบบไฟล์เอกสารดิจิทัล ในรูปแบบหลากหลาย HTML, Excel, CSV, PDF และ SHP

สามารถส่งออกรายงานและสรุปผลข้อมูลรายการบัญชี ผ่านระบบส่งออกรายงาน ตามความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น ส่งออกข้อมูลตามพื้นที่รับผิดชอบ โดยที่ปรึกษาจะจัดโครงสร้างข้อมูลรายงานตามหมวดหมู่การส่งออกรายงาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกส่งออกข้อมูลได้ โดยปัจจุบันระบบสามารถส่งออกรายงานได้รูปแบบ HTML, Excel, CSV, PDF และ SHP รวมถึงสามารถส่งออกรายงานสรุปข้อมูลต่างๆ ได้ทั้งหมด 25 รายงาน พร้อมทั้งสามารถกรองข้อมูลที่ต้องการส่งออกได้ ไม่ว่าจะเป็น จำแนกตามหน่วยงาน (สำนักงานทางหลวง แขวงทางหลวง หมวดทางหลวง) สายทาง ตอนควบคุม ประเภทจุดสำรวจปริมาณจราจร ปีที่สำรวจ เป็นต้น

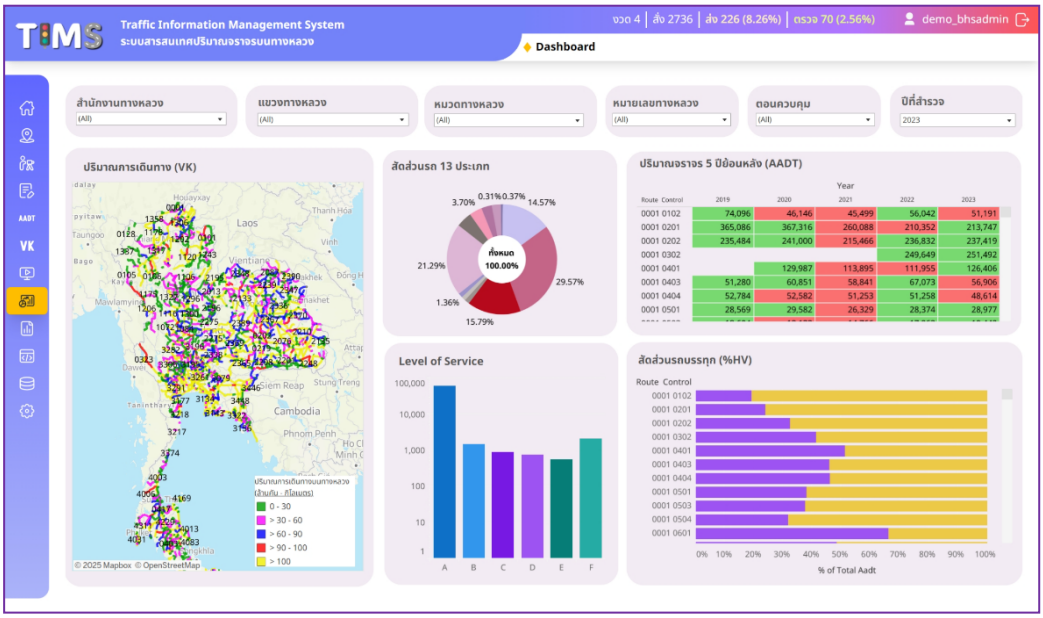


รูปที่ 34 ตัวอย่างหน้าส่งออกข้อมูลในรูปแบบ Shape file (SHP)

4.3.7 พัฒนาระบบให้รองรับการจัดทำรายงานสรุปข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจร ข้อมูลปริมาณการเดินทาง ข้อมูลดัชนีการจราจรติดขัดและข้อมูลอื่น ๆ แสดงผลในลักษณะหน้าจอสรุปภาพรวม Dashboard แสดงผลข้อมูลตามสถานการณ์ และรายงานข้อมูลโดยใช้เทคนิค Data Visualization ในการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงแผนที่ และรูปแบบอื่น ๆ และรองรับการใช้งานแบบ Drill Down/Bottom Up และการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table)

ระบบที่ออกแบบสามารถวิเคราะห์ ประมวลผล และแสดงข้อมูลแบบหลายมิติ (Pivot Table) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

1) สามารถวิเคราะห์ ประมวลผล และแสดงข้อมูลในมิติต่าง ๆ ได้
2) สามารถค้นหา คัดกรอง เลือก ข้อมูล และคำนวณข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น SUM AVG COUNT เป็นต้นได้
3) สามารถสร้างรายการคำนวนจากข้อมูลหลักได้
4) สามารถ Export ผลการแสดงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น CSV Excel PDF เป็นต้นได้
5) สามารถแสดงได้ทั้งรูปแบบตารางและรูปแบบกราฟ เช่น Column Bar Line Pie Heat Map เป็นต้นได้
6) สามารถ Import ข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น CSV JSON เป็นต้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ในรูปแบบหลายมิติได้



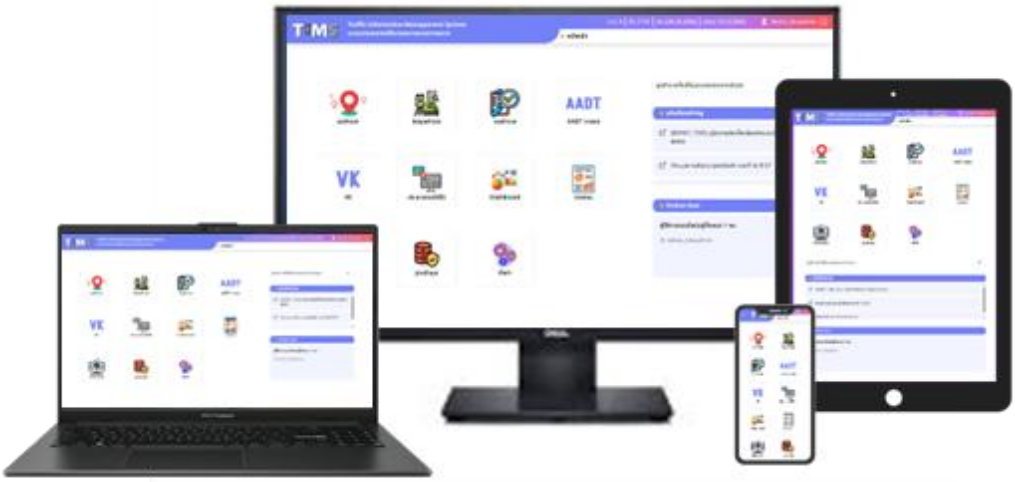
รูปที่ 35 การออกแบบหน้าจอการแสดงผล Dashboard

4.3.8 ระบบจะต้องสามารถใช้งานบนเครือข่ายผ่าน Web Browser ที่เป็นมาตรฐานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ได้แก่ Microsoft Edge (เวอร์ชั่นล่าสุด) Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างน้อย และต้องพัฒนาด้วยเทคโนโลยี Web Responsive สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลบนหน้าจออุปกรณ์ Mobile Device ที่มีหลายขนาดได้อย่างเหมาะสม

การพัฒนาระบบที่สามารถใช้งานบนเครือข่าย Internet ผ่าน Web browser ที่เป็นมาตรฐานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ได้แก่ Microsoft Edge หรือ IE Google Chrome และ Mozilla Firefox ได้เป็นอย่างน้อย โดยเวอร์ชั่นของ Web browser ที่สามารถรองรับได้เป็นอย่างน้อยมีดังต่อไปนี้

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

โดยปัจจุบันอุปกรณ์ประเภทอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Device) มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น Smart Phone หรือ Tablet ทำให้พฤติกรรมการใช้งานเว็บไซต์ของผู้คนเปลี่ยนไป โดยเริ่มหันมาใช้งานเว็บไซต์ผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือ Tablet มากขึ้น การออกแบบเว็บไซต์จึงต้องคำนึงถึง การใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ด้วย Responsive Web Design ซึ่งเป็นการออกแบบเว็บไซต์ให้รองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิด โดยใช้เทคนิคของ CSS CSS3 และ JavaScript



รูปที่ 36 Web Responsive Design

4.4 การจัดซื้อและติดตั้งระบบ

4.4.1 การจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แบบที่ 2 ทำหน้าที่เป็น Application Sever และ Database Server จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะเฉพาะอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

ที่ปรึกษาได้เสนอเพื่อพิจารณาการจัดหาครุภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติให้สามารถเทียบเท่า หรือสูงกว่าข้อกำหนด ซึ่งมีคุณลักษณะดังตารางที่ 6 โดยได้ทำการจัดซื้อและส่งมอบเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2567

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบรายละเอียดเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

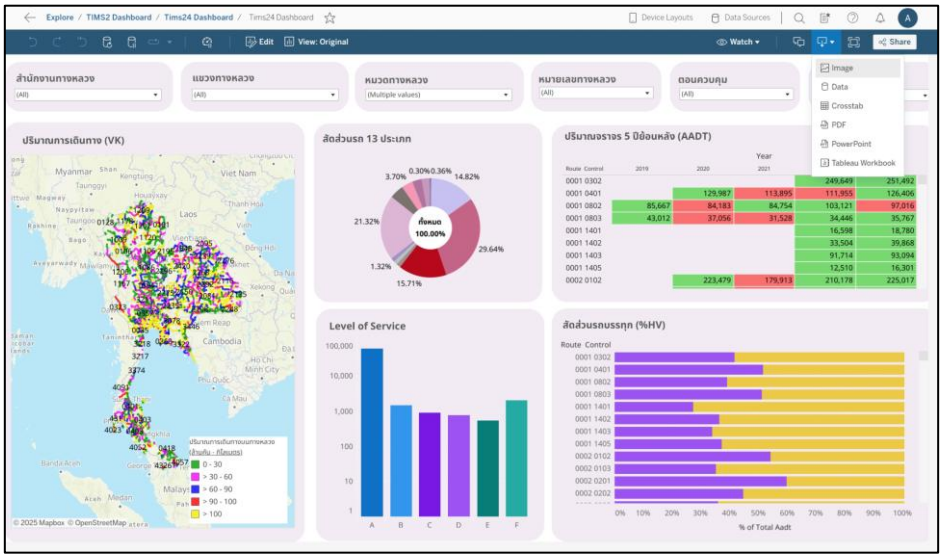
ลำดับ	รายการข้อกำหนด TOR	รายละเอียดครุภัณฑ์ที่จัดหา	คุณสมบัติ	
			สูงกว่า	เทียบเท่า
1	มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 16 แกนหลัก (16 core) หรือดีกว่าสำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.9 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย	มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 16 แกนหลัก (16 core) หรือดีกว่าสำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานกว่า 2.9 GHz จำนวน 2 หน่วย		√
2	หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 24 MB	หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน 24 MB		√
3	มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB	มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 ขนาด 2x32GB (64GB)	√	
4	สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5	สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5		√
5	มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบ ต่อนาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 960 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย	มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุ 960 GB จำนวน 4 หน่วยและ SAS ที่มีความเร็วรอบ 7.2K ต่อนาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 8 TB จำนวน 3 หน่วย	√	
6	มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10 Gb Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง	มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10 Gb Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง		√
7	Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย	Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย		√



รูปที่ 37 การติดตั้งเครื่องแม่ข่าย

4.4.2 การจัดซื้อโปรแกรมสำหรับแสดงข้อมูลภาพรวม โดยการปรับแต่งเงื่อนไขการสืบค้นข้อมูลให้มีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ในอนาคต (Pivot Table) โดยมีคุณลักษณะพื้นฐานดังต่อไปนี้

ที่ปรึกษาได้ทำการจัดหาโปรแกรมสำหรับแสดงข้อมูลภาพรวม (Pivot Table) โดยซอฟต์แวร์ที่ทำการจัดหา ได้แก่ Tableau จำนวน 1 License โดยมีอายุการใช้งาน 10 ปี โดย Package Tableau Creator ประกอบไปด้วย โดย Tableau มีเครื่องมือและรูปแบบการแสดงผลข้อมูล (Visualizations) ให้เลือกหลากหลายเช่น Bar Chart Line Chart Scatter Pie Chart แผนที่หรือแบบผสม โดยสามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลให้สามารถเรียงลำดับข้อมูลอย่างเหมาะสมโดยสามารถปรับเปลี่ยน Fields เลือกการแสดงผลข้อมูลหรือคำนวณค่าเฉลี่ยทางสถิติได้ สามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์เอกสาร เช่น ไฟล์ PDF Excel CSV รวมทั้งสามารถแสดงผลข้อมูลภาพรวมในรูปแบบ Dashboard และสามารถปรับการแสดงผลข้อมูลหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลได้อย่างอิสระ



รูปที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล Visualizations

4.4.3 ติดตั้ง ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขระบบ ดำเนินการติดตั้งระบบที่ได้ดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพ ทดสอบข้อผิดพลาดของการเขียนโปรแกรมพัฒนาระบบและทดสอบการใช้งาน User Acceptance Test (UAT) พร้อมทั้งปรับปรุงระบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องแม่ข่าย (Server) ณ ศูนย์สารสนเทศ กรมทางหลวง ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2567 โดยทำการติดตั้งเครื่องแม่ข่าย เชื่อมต่อ Network และติดตั้งระบบเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2567 โดยทำการทดสอบทดสอบระบบประสิทธิภาพระบบและการจัดทำ User Acceptance Test (UAT) โดยผู้ใช้งานระบบจริงจะต้องมีส่วนร่วมในการทดสอบ และการทดสอบควรจะต้องจำลองหรือเป็นสภาพแวดล้อมจริงในการใช้งานผลลัพธ์ทดสอบจึงจะน่าเชื่อถือ โดยที่ปรึกษาจะทำการ UAT ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล Visualizations

4.5 การฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้

4.5.1 จัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ที่พัฒนาแก่เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 3 ครั้ง ๆ ละ ไม่น้อยกว่า 100 คน

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดสัมมนาถ่ายทอดความรู้ให้เจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวงสามารถใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยฝึกอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้เจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาค ได้แก่ เจ้าหน้าที่สำนักงานทางหลวง เจ้าหน้าที่แขวงทางหลวง และหมวดทางหลวง ทั้ง 18 สำนัก ในหลักสูตร “อบรมถ่ายทอดความรู้สำหรับผู้ใช้งานระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS)” วันที่ 11-13 ธันวาคม พ.ศ. 2567 เวลา 08.30 - 12.00 น. ณ ห้องแกรนด์ บอลลูม ชั้น 4 โรงแรม เบสท์เวสเทิร์น นาดา ดอนเมือง แอร์พอร์ต โดยรายละเอียดการฝึกอบรม ดังนี้

- การสำรวจวิเคราะห์ปริมาณจราจร
  - วิธีการสำรวจปริมาณจราจร
  - อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจปริมาณจราจร
  - การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์
- สอนการใช้งานระบบสารสนเทศปริมาณจราจร
  - ภาพรวมของระบบ
  - การนำเข้าข้อมูลในระบบ
  - การออกรายงานในระบบ
  - นำเสนอการประมวลผลปริมาณจราจรด้วย Machine Learning



รูปที่ 40 ภาพประกอบการจักฝึกอบรมผู้ใช้งานระบบ TIMS

4.5.2 จัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ที่พัฒนาแก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ 1 ครั้ง จำนวน 5 คน

การจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) ที่พัฒนาแก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ เมื่อวันพุธที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2567 เวลา 08.30 - 12.00 น. ณ Reno Hotel Bangkok โดยเจ้าหน้าที่จากสำนักอำนวยความปลอดภัย 5 ท่าน โดยรายละเอียดการฝึกอบรม ดังนี้

- การทำงานของระบบสำหรับแอดมิน
  - เมนูที่แสดงผลสำหรับแอดมิน
  - การใช้งานประมวลผลปริมาณจราจรด้วย Machine Learning
  - การส่งออกรายงาน
  - การเผยแพร่เว็บเซอร์วิส
- การใช้งานหน้าตั้งค่า
  - การเผยแพร่เอกสารแจ้งเรื่องสำคัญ
  - ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งจุดสำรวจ
  - การเผยแพร่ข้อมูลสำรวจ
  - การตั้งค่าสมการต่าง บนระบบ
- การบริหารจัดการข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานระบบ





รูปที่ 41 ภาพประกอบการจักฝึกอบรมผู้ดูแลระบบ TIMS