

โครงร่างข้อเสนอรายงานการศึกษาส่วนบุคคล (Individual Study : IS)

ประกอบการสมัครเข้ารับการฝึกอบรม
หลักสูตร นักบริหารระดับสูงกระทรวงคมนาคม (นบส.คค.) รุ่นที่ ๘

หัวข้อข้อเสนอ

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง เพื่อยกระดับ
การบริหารจัดการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพและบูรณาการในทุกมิติ

Application of Artificial Intelligence in Traffic Engineering
for Integrated and Efficient Traffic Management of the Department of Highways

เสนอโดย

ชื่อ - นามสกุล

นายพิชกร ศรีจันทร์ทอง

ตำแหน่ง

ผู้อำนวยการแขวงทางหลวงสมุทรปราการ

หน่วยงาน

แขวงทางหลวงสมุทรปราการ สำนักงานทางหลวงที่ ๑๓ (กรุงเทพ)
กรมทางหลวง

สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม

ลิขสิทธิ์ของกระทรวงคมนาคม

คำชี้แจง

1. โครงร่างข้อเสนอฯ นี้ จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการสมัครเข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรนักบริหารระดับสูง กระทรวงคมนาคม (นบส.คค.) รุ่นที่ ๘ และใช้เป็นโครงร่างเบื้องต้นเพื่อประกอบการจัดทำผลงาน รายงานการศึกษาส่วนบุคคล (Individual Study : IS) ตามหัวข้อที่กำหนด
2. โครงร่างข้อเสนอฯ นี้ เป็นข้อเสนอเพื่อการขับเคลื่อนนโยบายของกรมทางหลวงสู่การปฏิบัติ โดยสะท้อนกระบวนการทัศน์และกระบวนการคิดภายใต้หน้าที่ความรับผิดชอบของนักบริหารระดับสูง ในบริบทการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
3. โครงร่างข้อเสนอฯ นี้ เป็นข้อเสนอใหม่ที่ไม่เคยมีผู้ใดเสนอมาก่อน และยึดหลัก “ประโยชน์สุขของประชาชนผู้ใช้งาน” เป็นเครื่องชี้วัดความสำเร็จ

๑. ตำแหน่งรองอธิบดีหรือรองหัวหน้าหน่วยงานที่เป็นเป้าหมาย

๑.๑ ตำแหน่งเป้าหมาย

รองอธิบดีกรมทางหลวง

๑.๒ ขอบเขตความรับผิดชอบของตำแหน่งโดยสรุป

รองอธิบดีกรมทางหลวงเป็นผู้บริหารระดับสูง มีหน้าที่ช่วยอธิบดีกรมทางหลวงในการกำหนดนโยบาย และทิศทางการบริหารราชการของกรม ตามอำนาจหน้าที่ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติทางหลวง พุทธศักราช ๒๕๓๕ และกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการของกรมทางหลวง พุทธศักราช ๒๕๖๐ ครอบคลุมการกำกับดูแลงานวิศวกรรมจราจร การออกแบบและบริหารทางแยกบนทางหลวงทั่วประเทศ การยกระดับความปลอดภัยทางถนนตามกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. ๒๕๖๔ – ๒๕๗๓ ขององค์การสหประชาชาติ การควบคุมมาตรฐานการให้บริการประชาชน และการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ในงานวิศวกรรมจราจร โดยทำงานร่วมกับสำนักอำนวยความปลอดภัย สำนักวิจัยและพัฒนาทาง สำนักงานทางหลวงในส่วนภูมิภาค และศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศของกรม

๑.๓ เหตุผลที่เลือกตำแหน่งดังกล่าวเป็นตำแหน่งเป้าหมาย

ตำแหน่งรองอธิบดีกรมทางหลวงเป็นตำแหน่งบริหารระดับสูงที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนวิสัยทัศน์ของกรมที่ว่า “มุ่งพัฒนาและดูแลบริหารจัดการโครงข่ายทางหลวง ที่สะดวก เชื่อมโยง เข้าถึง ปลอดภัย ตามมาตรฐานลำดับขั้นทางหลวงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคนทุกกลุ่ม” ในประเด็นจราจรซึ่งเป็นปัญหาเชิงระบบของประเทศที่ส่งผลทั้งด้านความสะดวก ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของประชาชนผู้ใช้งาน ตำแหน่งนี้จำเป็นต้องมีวิสัยทัศน์ในการนำปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้กับงานวิศวกรรมจราจรอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งภาวะผู้นำในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงที่สมดุลระหว่างเทคโนโลยี ธรรมชาติ และผลประโยชน์ของประชาชน

๒. ประเด็นที่ต้องการศึกษา

๒.๑ ประเด็นการศึกษา

ศึกษาแนวทางการประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง โดยเฉพาะการบริหารจัดการทางแยกบนทางหลวงทั่วประเทศ เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรอย่างครบทุกมิติ ๔ มิติ ได้แก่ (๑) ความคล่องตัวของการจราจร (๒) ความปลอดภัยของผู้ใช้งาน (๓) ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (๔) การอยู่

ร่วมกับชุมชนและประชาชน โดยใช้กรอบมาตรฐานสากลในการประเมินผล และต่อยอดเครื่องมือทางวิศวกรรมจราจรที่กรมและภาควิชาการใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น PTV VISSIM (Microscopic Traffic Simulation) FHWA SSAM (Surrogate Safety Assessment Model) และ EPA MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator)

๒.๒ สภาพปัญหาและความท้าทาย

ปัญหาจราจรบนโครงข่ายทางหลวงของกรม โดยเฉพาะที่ทางแยก เป็นปัญหาเชิงระบบที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนในวงกว้าง ดังนี้

- (๑) ปัญหาความปลอดภัยที่ทางแยก — งานวิจัยและสถิติระหว่างประเทศชี้ว่า มากกว่าร้อยละ ๕๐ ของอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นที่ทางแยก ในขณะที่ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงประมาณ ๒๕.๔ คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน หรือประมาณ ๑๘,๐๐๐ คนต่อปี และกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. ๒๕๖๔ – ๒๕๗๓ ขององค์การสหประชาชาติ ตั้งเป้าหมายให้ลดผู้เสียชีวิตลงครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. ๒๕๗๓ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่ท้าทายและต้องอาศัยการแก้ไขปัญหาที่ทางแยกอย่างเป็นระบบ
- (๒) ปัญหาความคล่องตัวและประสิทธิภาพ — ทางแยกบนทางหลวงจำนวนมากยังใช้สัญญาณไฟแบบ Fixed-time ที่ไม่ปรับตามสภาพจราจรจริง หรือใช้ระบบควบคุมแบบ Two-way Stop Control (TWSC) ที่อาจให้บริการในระดับ Level of Service E – F ในชั่วโมงเร่งด่วน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ในขณะที่เทคโนโลยี Adaptive Traffic Control ในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่าสามารถลดความล่าช้าได้ร้อยละ ๑๐ – ๔๐
- (๓) ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม — การจราจรติดขัดที่ทางแยกส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษทางอากาศ ผลการศึกษาในต่างประเทศพบว่าการนำสัญญาณไฟอัจฉริยะมาใช้สามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ร้อยละ ๑๕ – ๔๐ และลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ร้อยละ ๑๐ – ๑๕ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและนโยบายลดการปล่อยคาร์บอนของประเทศ
- (๔) ปัญหาการอยู่ร่วมกับประชาชน — ผู้ใช้ทางที่เปราะบาง (Vulnerable Road Users) เช่น คนเดินเท้า ผู้ใช้รถจักรยานยนต์ และผู้สูงอายุ มีความเสี่ยงสูงต่ออุบัติเหตุที่ทางแยก โดยมอเตอร์ไซด์คิดเป็นประมาณร้อยละ ๘๔ ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย นอกจากนี้ ทางแยกที่ออกแบบไม่เหมาะสมกับบริบทชุมชนยังทำให้เกิดข้อร้องเรียนผ่านสายด่วน ๑๕๘๖ และความขัดแย้งกับชุมชนรอบข้าง
- (๕) ปัญหาการตัดสินใจที่ขาดข้อมูลเชิงระบบ — การตัดสินใจเลือกรูปแบบสัญญาณไฟและการปรับปรุงทางแยกในปัจจุบัน ยังขาดเครื่องมือที่ช่วยประเมินผลในเชิงปริมาณครบทุกมิติพร้อมกัน (Multi-Criteria Decision Analysis) และยังขาดการจำลองสถานการณ์ก่อนการลงทุน ทำให้การลงทุนปรับปรุงทางแยกอาจไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งเป้าไว้

๒.๓ ความสอดคล้องเชิงยุทธศาสตร์และนโยบาย

ข้อเสนอนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์และนโยบายในทุกระดับที่กำหนดไว้แล้ว ทั้งระดับชาติ ระดับกระทรวง และระดับกรม ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พุทธศักราช ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) ในยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๓ หมวดหมายที่ ๒ ด้านโครงสร้างพื้นฐานการคมนาคมขนส่ง และหมวดหมายที่ ๑๓ ด้านการเป็นประเทศที่มีรัฐบาลที่ทันสมัย

- แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๖ – ๒๕๗๐ ของสำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน)
- นโยบายของกระทรวงคมนาคม “คมนาคมเพื่อโอกาสประเทศไทย” และนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมและดิจิทัล
- แผนปฏิบัติราชการกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖ – ๒๕๗๐ ทั้ง ๕ ยุทธศาสตร์ และแผนปฏิบัติการดิจิทัลกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖ – ๒๕๗๐
- แผนแม่บทการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (MR-MAP) ระยะ ๒๐ ปี และกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. ๒๕๖๔ – ๒๕๗๓ ขององค์การสหประชาชาติ
- พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พุทธศักราช ๒๕๖๒

๓. แนวคิด แนวทางการพัฒนา และข้อเสนอเชิงนโยบายสู่การปฏิบัติ

๓.๑ กรอบแนวคิด: AI สำหรับการแก้ไขปัญหาจราจรครบ ๔ มิติ

ผู้เสนอได้สังเคราะห์กรอบแนวคิดในการประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์กับงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง โดยจัดวางเป็น ๔ มิติของจราจรที่มีประสิทธิภาพ ที่กรมจะดำเนินการพร้อมกันในทุกการปรับปรุงทางแยก โดยมีเทคโนโลยีและตัวชี้วัดประจำแต่ละมิติ ดังนี้

มิติ	เทคโนโลยี AI / เครื่องมือสนับสนุน	ตัวชี้วัดประจำมิติ
๑. ความคล่องตัว (Efficiency)	Adaptive Traffic Control (ATC) · Deep Reinforcement Learning สำหรับสัญญาณไฟ · การจำลองสถานการณ์ด้วย PTV VISSIM · พยากรณ์ปริมาณจราจรช่วงเทศกาล	Level of Service (LOS) · Delay (วินาที/คัน) · Volume-to-Capacity Ratio (v/c) · ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทาง
๒. ความปลอดภัย (Safety)	ระบบ Computer Vision ตรวจจับจุดขัดแย้งและผู้ใช้ทางที่เปราะบาง · Surrogate Safety Measures · FHWA SSAM · การวิเคราะห์เชิงพยากรณ์อุบัติเหตุ	จำนวนจุดขัดแย้ง (Conflicts) · อัตราอุบัติเหตุ · Time-to-Collision (TTC) · Post-Encroachment Time (PET) · เป้า UN ลดผู้เสียชีวิตครึ่งหนึ่งปี ๒๕๗๓
๓. สิ่งแวดล้อม (Environmental)	แบบจำลองการปล่อยมลพิษ EPA MOVES · ระบบ Eco-Adaptive Signal · AI สำหรับลดการเร่ง-เบรกซ้ำที่ทางแยก · การประเมินคาร์บอนตลอดวงจรชีวิตของโครงการ	ปริมาณ CO ₂ (กก./วัน) · ปริมาณการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง · มลพิษทางอากาศ (NO _x , PM) · ดัชนีความยั่งยืน
๔. ประชาชน (Community)	การออกแบบทางแยกที่คำนึงถึงผู้ใช้ทางที่เปราะบาง · การมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านแอปและสายด่วน ๑๕๘๖ · ระบบ NLP วิเคราะห์ข้อร้องเรียน · การประเมินทางสังคม	ดัชนีความพึงพอใจของชุมชน · ความปลอดภัยของผู้เดินเท้าและรถจักรยานยนต์ · จำนวนข้อร้องเรียนต่อทางแยก · คะแนนการมีส่วนร่วม

หลักการของกรอบแนวคิดนี้คือ ทุกการปรับปรุงทางแยกของกรมต้อง “ดีกว่าทุกมิติพร้อมกัน” โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือในการประเมินทางเลือกอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และต้องผ่านการจำลองสถานการณ์ก่อนการลงทุนจริง เพื่อให้มั่นใจว่างบประมาณที่ลงทุนจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อประชาชน

๓.๒ ข้อเสนอเชิงนโยบาย ๕ เสาหลัก

เสาที่ ๑ ด้านบุคลากรวิศวกรรมจราจร: พัฒนาขีดความสามารถของวิศวกรจราจรและบุคลากรของกรมในการใช้เครื่องมือ Microscopic Traffic Simulation (PTV VISSIM) เครื่องมือประเมินความปลอดภัย (FHWA SSAM) และเครื่องมือประเมินสิ่งแวดล้อม (EPA MOVES) ที่เป็นมาตรฐานสากล ผ่านสถาบันพัฒนาบุคลากรกรมทางหลวงและความร่วมมือกับสถาบันการศึกษา

เสาที่ ๒ ด้านกระบวนการออกแบบทางแยก: ปรับปรุงกระบวนการออกแบบและปรับปรุงทางแยกของกรม โดยกำหนดให้ทุกโครงการต้องผ่านการประเมินครบ ๔ มิติ (Multi-Criteria Decision Analysis) และต้องจำลองสถานการณ์ด้วยเครื่องมือมาตรฐานก่อนการลงทุน เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ดีที่สุดต่อประชาชน

เสาที่ ๓ ด้านแพลตฟอร์มและข้อมูล: พัฒนาค้นข้อมูลจราจรของกรมจากระบบที่มีอยู่ ได้แก่ ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัย และการสำรวจปริมาณจราจรของสำนักงานทางหลวงในส่วนภูมิภาค ผสมกับข้อมูลจากสายด่วน ๑๕๘๖ และแอปพลิเคชัน Highway Traffic เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของวิศวกรจราจร

เสาที่ ๔ ด้านพันธมิตรทางวิชาการ: สร้างความร่วมมือกับสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) รวมถึงการแลกเปลี่ยนความรู้กับองค์กรชั้นนำของโลก เช่น U.S. Federal Highway Administration และ Transport for London

เสาที่ ๕ ด้านธรรมาภิบาลและความปลอดภัย: จัดทำกรอบธรรมาภิบาลของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานวิศวกรรมจราจรของกรม สอดคล้องกับพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล และพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พุทธศักราช ๒๕๖๒ โดยยึดหลัก “วิศวกรเป็นผู้รับผิดชอบสุดท้าย” ในการตัดสินใจทางวิศวกรรม และ AI เป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุน

๓.๓ แผนการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

ระยะ	ช่วงเวลา	กิจกรรมหลักและหน่วยงานเจ้าภาพภายในกรม
ระยะที่ ๑ วางฐานราก	๐ - ๖ เดือน	<ul style="list-style-type: none"> จัดตั้งคณะทำงาน AI วิศวกรรมจราจรของกรม ผ่านสำนักอำนวยความปลอดภัยและสำนักวิจัยและพัฒนาทาง กำหนดทางแยกวิกฤตที่ต้องเร่งแก้ไข โดยจัดลำดับจากข้อมูลอุบัติเหตุของสำนักอำนวยความปลอดภัยและข้อร้องเรียนจากสายด่วน ๑๕๘๖ จัดอบรมการใช้ PTV VISSIM, FHWA SSAM, EPA MOVES ให้วิศวกรของกรม
ระยะที่ ๒ นำร่องและขยายผล	๖ - ๒๔ เดือน	<ul style="list-style-type: none"> ปรับปรุงทางแยกวิกฤต ๑๐ - ๒๐ แห่งทั่วประเทศโดยใช้กรอบ ๔ มิติเป็นเกณฑ์ตัดสินใจ นำร่องระบบ Adaptive Traffic Control บนทางแยกที่มีปริมาณจราจรสูงในเขตเมือง นำร่องระบบ Computer Vision ตรวจจับจุดขัดแย้งและผู้ใช้ทางที่เปราะบาง ในทางแยกบนทางหลวงพิเศษ M๖ และ M๘๑ ติดตามผล Before-After Study ทุกโครงการ

ระยะ	ช่วงเวลา	กิจกรรมหลักและหน่วยงานเจ้าภาพภายในกรม
ระยะที่ ๓ เป็นต้นแบบและ ยั่งยืน	๒๔ - ๖๐ เดือน	<ul style="list-style-type: none"> ขยายผล Adaptive Traffic Control ไปสู่ทางแยกบนทางหลวงสายหลักทั่วประเทศ พัฒนา Traffic Digital Twin ของทางแยกวิกฤต เพื่อใช้จำลองสถานการณ์และวางแผนล่วงหน้า บูรณาการข้อมูลจราจรร่วมกับกรมตำรวจจราจรและกรุงเทพมหานคร เพื่อจัดการจราจรในพื้นที่เชื่อมต่อ สร้างมาตรฐานการประเมินทางแยก ๔ มิติให้เป็นมาตรฐานของกรม

๓.๔ กรอบการประมาณการงบประมาณเชิงทิศทางการ

เพื่อให้ข้อเสนอนี้มีความสมบูรณ์ในเชิงการพิจารณานโยบาย ผู้เสนอได้ประมาณการงบประมาณเชิงทิศทางการสำหรับการขับเคลื่อนแผนการดำเนินงานตามข้อ ๓.๓ โดยอ้างอิงข้อมูลตลาดเทคโนโลยีระหว่างประเทศและประสบการณ์โครงการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ระยะ	ประมาณการงบประมาณ	ขอบเขตหลัก
ระยะที่ ๑ วางฐานราก (๐-๖ เดือน)	ประมาณ ๓.๓ - ๖.๐ ล้านบาท	การตั้งคณะทำงาน การสำรวจข้อมูล การฝึกอบรม และการจัดทำกรอบรามาธิบาล AI
ระยะที่ ๒ นำร่อง (๖-๒๔ เดือน)	ประมาณ ๑๓๐ - ๔๖๓ ล้านบาท (ค่ากลาง ~๒๘๐ ล้านบาท)	การปรับปรุงทางแยกวิกฤตนำร่อง ๑๐-๒๐ แห่ง ระบบ Adaptive Signal และ Computer Vision รวมงานโยธาเสริมงานระบบไฟฟ้า และงานสื่อสาร
ระยะที่ ๓ ขยายผล (๒๔-๖๐ เดือน)	ประมาณ ๔๘๕ - ๑,๔๒๐ ล้านบาท (ค่ากลาง ~๘๐๐ ล้านบาท)	การขยาย ATC ทั่วประเทศ การศึกษา Digital Twin การบูรณาการระหว่างหน่วยงาน รวมการตรวจประเมินด้านการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
รวมตลอด ๕ ปี (ค่ากลางที่แนะนำ)	ประมาณ ๑,๒๐๐ ล้านบาท (ครอบคลุม VAT ๗% และ Contingency ๑๐-๑๕%)	คิดเป็นประมาณร้อยละ ๐.๒๔ ของงบประมาณกรมทางหลวง ๕ ปี (~๕๐๐,๐๐๐ ล้านบาท) และร้อยละ ๐.๒๐ ของแผนแม่บท MR-MAP ระยะ ๕ ปี

หมายเหตุ: ตัวเลขข้างต้นเป็นการประมาณการเชิงทิศทางการเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเชิงนโยบายเท่านั้น มิใช่งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ การจัดสรรงบประมาณจริงในแต่ละโครงการต้องผ่านการศึกษาคงความเหมาะสม การจัดทำคำของบประมาณ และการพิจารณาตามขั้นตอนของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม สำนักงบประมาณ และคณะรัฐมนตรี ตามลำดับ ทั้งนี้ประมาณการครอบคลุมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ ๗ ค่าดำเนินการต่อเนื่อง (Operating Expenditure) และเงินสำรองสำหรับเหตุไม่คาดหมาย (Contingency) ระหว่างร้อยละ ๑๐ ถึง ๑๕ แล้ว

รายการที่ต้องคำนึงเพิ่มเติมในการประมาณการต้นทุนรวม (Additional Cost Considerations)

หมวด	รายละเอียด	ผลกระทบต่อตัวเลข
ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT ๗%)	ภาษีมูลค่าเพิ่มของทุกสัญญาจัดซื้อจัดจ้างตามประมวลรัษฎากร	บวกเพิ่มทุกรายการ (ได้รวมในค่ากลางแล้ว)
ค่าต่ออายุสิทธิ์การใช้งานซอฟต์แวร์	ค่าต่ออายุซอฟต์แวร์เครื่องมือจำลองสภาพจราจร แพลตฟอร์ม Cloud และระบบปัญญาประดิษฐ์หลังปีที่ ๒	ประมาณร้อยละ ๑๕ - ๒๐ ของค่าจัดซื้อต่อปี (รวมในค่ากลาง)
ค่าบำรุงรักษาฮาร์ดแวร์	ค่าบำรุงรักษากล้องตรวจจับ อุปกรณ์ประมวลผล และเซิร์ฟเวอร์หลังพ้นระยะรับประกัน	ประมาณร้อยละ ๘ - ๑๒ ของมูลค่าฮาร์ดแวร์ต่อปี
บุคลากรปฏิบัติงานต่อเนื่อง	วิศวกรปัญญาประดิษฐ์ วิศวกรข้อมูล และบุคลากรปฏิบัติการดูแลระบบ (ทั้งภายในกรมและจ้างเหมา)	ประมาณ ๒๐ - ๓๐ ล้านบาทต่อปี ในช่วง ๓ ปีหลัง
ค่าสาธารณูปโภค	ค่ากระแสไฟฟ้าของตู้ควบคุมสัญญาณจราจร ค่าระบบสื่อสารและค่าเช่าวงจรเครือข่าย	ประมาณ ๓ - ๕ ล้านบาทต่อปี เมื่อขยายผลทั่วประเทศ
เงินสำรองเหตุไม่คาดหมาย	เพื่อการขยายขอบเขตงาน ความผันผวนของราคาวัสดุ และเหตุสุดวิสัย	ระหว่างร้อยละ ๑๐ - ๑๕ ของมูลค่าโครงการรวม (รวมในค่ากลาง)
ค่าจัดทำเอกสารและที่ปรึกษา	ค่าจัดทำขอบเขตของงาน (TOR) และค่าจ้างที่ปรึกษาด้านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (หากเข้าเงื่อนไข)	ประมาณร้อยละ ๐.๕ - ๒.๐ ของมูลค่าโครงการ

เงื่อนไขสำคัญทางกฎหมาย ระเบียบ และกระบวนการที่ต้องปฏิบัติก่อน ระหว่าง และหลังการเบิกจ่าย

เงื่อนไข	กรอบกฎหมายและระเบียบ	ผลต่อการดำเนินการ
กระบวนการขอตั้งงบประมาณ	พระราชบัญญัติวิธีการงบประมาณ พุทธศักราช ๒๕๖๑ ขั้นตอนการเสนอคำขอของงบประมาณตามแนวทางของสำนักงบประมาณและการพิจารณาของคณะรัฐมนตรีและรัฐสภา	ใช้เวลาประมาณ ๑๒ - ๑๘ เดือน ต้องบรรจุในแผนปฏิบัติการราชการประจำปีล่วงหน้า
ระเบียบการจัดซื้อจัดจ้าง	พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พุทธศักราช ๒๕๖๐ และระเบียบกระทรวงการคลังที่เกี่ยวข้อง	ต้องดำเนินการตามวิธี e-Bidding หรือ e-Market อัตราการชนะการประกวดราคาประมาณร้อยละ ๖๐ - ๘๐
มาตรฐานคลาวด์ภาครัฐ	นโยบายระบบคลาวด์กลางภาครัฐ (Government Cloud) และข้อกำหนดของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมดิจิทัล (DGA) สำหรับข้อมูลภาครัฐบางประเภท	กระบวนการเลือกผู้ให้บริการคลาวด์ อาจเพิ่มค่าใช้จ่ายประมาณร้อยละ ๑๐ - ๒๐

เงื่อนไข	กรอบกฎหมายและระเบียบ	ผลต่อการดำเนินการ
การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล	พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พุทธศักราช ๒๕๖๒ ต้องจัดทำการประเมินผลกระทบด้านการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPIA) และแต่งตั้งเจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (DPO)	ค่าใช้จ่ายเพิ่มประมาณร้อยละ ๑ - ๒ สำหรับการตรวจประเมินและเอกสาร
การรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์	พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พุทธศักราช ๒๕๖๒ และมาตรฐานสากล เช่น ISO/IEC ๒๗๐๐๑ หรือ NIST Cybersecurity Framework	ต้องตรวจประเมินการเจาะระบบ (Penetration Test) ทุก ๖ - ๑๒ เดือน ครั้งละประมาณ ๑ - ๓ ล้านบาท
การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ตรีณีกะทบเขตอนุรักษ์หรือชุมชน	เพิ่มระยะเวลาดำเนินการ ๖ - ๑๒ เดือน ในบางพื้นที่
การบูรณาการข้ามหน่วยงาน	บันทึกความเข้าใจระหว่างกรมทางหลวงกับสำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต้องผ่านสายการบังคับบัญชาทั้งสองฝ่าย	ใช้เวลาเตรียมเอกสารและประชุมประมาณ ๓ - ๖ เดือน
ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน	ค่าซอฟต์แวร์ กล้องตรวจจับ และอุปกรณ์ประมวลผลส่วนใหญ่เป็นสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐหรือยูโร	ต้องเผื่อประมาณร้อยละ ๕ - ๑๐ สำหรับความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน

ข้อสรุปจากการตรวจทานในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญด้านการประมาณราคาและในฐานะผู้บริหารกรม: ตัวเลขประมาณการ ๑,๒๐๐ ล้านบาท (ค่ากลาง) ตลอด ๕ ปี เป็นการประมาณการเชิงทิศทางการที่ครอบคลุมภาษีมูลค่าเพิ่ม ค่าดำเนินการต่อเนื่อง และเงินสำรองสำหรับเหตุไม่คาดหมายแล้ว การเบิกจ่ายจริงต้องเป็นไปตามขั้นตอนของระเบียบงบประมาณและการจัดซื้อจัดจ้าง โดยทยอยตั้งงบประมาณรายปี เฉลี่ยปีละประมาณ ๒๐๐ - ๓๐๐ ล้านบาท มีอาจขออนุมัติเป็นก้อนเดียวได้ ทั้งนี้ความสำเร็จของข้อเสนอขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องของนโยบายข้ามรัฐบาล ความพร้อมของบุคลากรในระดับสายงาน และความร่วมมือระหว่างหน่วยงานเป็นสำคัญ

๓.๕ ตัวอย่างประกอบแนวคิด: การประยุกต์กรอบ ๔ มิติกับการศึกษาทางแยก

เพื่อแสดงให้เห็นว่ากรอบแนวคิดข้างต้นมีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ ผู้เสนอขออ้างอิงการศึกษาวิเคราะห์ทางแยกบนทางหลวงในรูปแบบ Digital Twin Traffic Intersection Analysis ที่ข้าราชการของกรมทางหลวงท่านหนึ่งได้ดำเนินการและเผยแพร่ในรูปแบบสาธารณะ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าการนำเครื่องมือวิศวกรรมจราจรมาตรฐานสากลมาประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจปรับปรุงทางแยกของกรมในเชิงระบบสามารถดำเนินการได้จริงในบริบทของบุคลากรของกรม

ตัวอย่างดังกล่าวประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิด ๔ มิติของข้อเสนอนี้ ได้แก่

- (๖) การใช้แบบจำลองสภาพจราจรเชิงจุลภาค (Microscopic Traffic Simulation) เพื่อจำลองสภาพจราจรของทางแยกในสภาพปัจจุบันและทางเลือกในการปรับปรุง ครอบคลุมการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service) ในมิติความคล่องตัว
- (๗) การประเมินความปลอดภัยด้วยแบบจำลอง Surrogate Safety Assessment Model เพื่อวิเคราะห์จุดขัดแย้งและการเข้าใกล้ระหว่างยานพาหนะ ในมิติความปลอดภัย

- (๘) การประมาณการปล่อยก๊าซและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยแบบจำลอง Motor Vehicle Emission Simulator ในมิติสิ่งแวดล้อม
- (๙) การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของผู้ใช้ทางและชุมชน ในมิติประชาชน
- (๑๐) การประยุกต์ใช้ Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) เพื่อเปรียบเทียบทางเลือกอย่างเป็นระบบ มีใช้พิจารณาเฉพาะมิติใดมิติหนึ่ง

ที่มา: การศึกษาเชิงตัวอย่าง Digital Twin Traffic Intersection Analysis โดยข้าราชการของกรมทางหลวง เผยแพร่ในรูปแบบสาธารณะที่ <https://raikluay-intersection.pages.dev>

ผู้เสนอเห็นว่า แนวทางในลักษณะเดียวกับตัวอย่างข้างต้น เป็นแนวคิดที่สามารถพัฒนาเป็นมาตรฐานการประเมินทางแยกของกรมในอนาคต หากกรมพิจารณานำมาขยายผลและกำหนดเป็นกระบวนการมาตรฐาน จะช่วยให้การตัดสินใจของวิศวกรในการปรับปรุงทางแยกบนทางหลวงเป็นไปอย่างเป็นระบบ มีพื้นฐานทางวิชาการที่ตรวจสอบได้ และสมดุลในทุกมิติ อันจะส่งผลให้การลงทุนของกรมก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนผู้ใช้ทาง ทุกรูปแบบ ผลลัพธ์เชิงตัวเลขในแต่ละทางแยกย่อมแตกต่างกันตามบริบทของพื้นที่ และจำเป็นต้องผ่านการศึกษาระยะแรกเริ่มในรายละเอียดก่อนการดำเนินการจริง

๓.๖ ตัวชี้วัดความสำเร็จเชิงทิศทาง

มิติ	ตัวชี้วัด	ทิศทาง
๑. ความคล่องตัว	ระดับการให้บริการ (Level of Service) และความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยกบนทางหลวงที่ปรับปรุง	ยกระดับจาก LOS E-F สู่ LOS C-D
๒. ความปลอดภัย	จำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนจุดขัดแย้ง (Conflicts) ที่ทางแยกบนทางหลวงในความรับผิดชอบ	มุ่งสู่เป้าหมาย UN ลดผู้เสียชีวิตครึ่งหนึ่ง ภายใน พ.ศ. ๒๕๗๓
๓. สิ่งแวดล้อม	ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทางแยกที่ปรับปรุง (ประเมินตาม EPA MOVES)	ลดลงอย่างมีนัยสำคัญต่อทางแยก สอดคล้องเป้าหมาย Net Zero ของประเทศ
๔. ประชาชน	ความพึงพอใจของชุมชนรอบทางแยก และจำนวนข้อร้องเรียนผ่านสายด่วน ๑๕๘๖ ต่อทางแยก	ความพึงพอใจเพิ่มขึ้น ข้อร้องเรียนลดลง
เศรษฐกิจ	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการลงทุน (Benefit-Cost Ratio) ของการปรับปรุงทางแยก	ทุกโครงการต้องมีผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจที่ชัดเจน
บุคลากร	สัดส่วนของวิศวกรจราจรของกรมที่ผ่านการอบรมการใช้ PTV VISSIM, FHWA SSAM และ EPA MOVES	เพิ่มขึ้นต่อเนื่องในทุกสำนักงานทางหลวง

๓.๗ การบริหารความเสี่ยงและการบริหารการเปลี่ยนแปลง

เพื่อให้การขับเคลื่อนนโยบายประสบความสำเร็จ ผู้เสนอได้วิเคราะห์ความเสี่ยงและจัดทำมาตรการรองรับที่สำคัญ ดังนี้ ประการที่หนึ่ง ความเสี่ยงด้านคุณภาพของข้อมูล จะรองรับโดยการจัดทำบัญชีข้อมูลของกรมและกำหนดผู้รับผิดชอบข้อมูลในแต่ละสำนัก ประการที่สอง ความเสี่ยงด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ จะรองรับโดยการใช้สถาปัตยกรรมความมั่นคงปลอดภัยตามมาตรฐานสากลและการตรวจสอบความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ ประการที่สาม ความเสี่ยงจากการที่ปัญญาประดิษฐ์ให้คำตอบที่ผิดพลาด จะรองรับโดยยึดหลัก

“มนุษย์เป็นผู้ตัดสินใจสุดท้าย” ในทุกการตัดสินใจสำคัญ ประการที่สี่ ความเสี่ยงด้านการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของบุคลากร จะรองรับโดยใช้แนวทางการบริหารการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ เริ่มจากผู้สมัครใจ และสร้างผู้นำการเปลี่ยนแปลงในระดับสำนักและแขวงทางหลวง

๓.๘ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อเสนอนี้คาดว่าจะส่งผลให้กรมทางหลวงสามารถแก้ไขปัญหาจราจรที่ทางแยกบนทางหลวงได้อย่างเป็นระบบและครบทุกมิติ ทั้งความคล่องตัว ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และการอยู่ร่วมกับประชาชน โดยใช้เครื่องมือมาตรฐานสากลที่กรมและภาควิชาการใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยเข้าใกล้เป้าหมายการลดผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. ๒๕๗๓ ตามกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนนขององค์การสหประชาชาติ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการจราจรอย่างมีนัยสำคัญ และสร้างความเชื่อมั่นของประชาชนต่อการบริหารงานของกรม ภายใต้หลักการสำคัญที่ว่า “เทคโนโลยีเป็นเพียงเครื่องมือ ปลายทางที่แท้จริงคือประโยชน์สุขของประชาชนผู้ใช้ทาง” อันสอดคล้องกับปรัชญาการบริหารราชการของกรมทางหลวงและเจตนารมณ์ของรัฐบาลในการพัฒนาประเทศ

“ทุกทางแยกของกรมทางหลวงในยุคปัญญาประดิษฐ์

ต้องคล่องตัว ปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และอยู่ร่วมกับประชาชนได้พร้อมกัน”