

เอกสารแนบ ๒

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล (Individual Study : IS)

ฉบับสรุปเชิงวิชาการ

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง

เพื่อยกระดับการบริหารจัดการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพและบูรณาการในทุกมิติ

Application of Artificial Intelligence in Traffic Engineering for Integrated and Efficient Traffic

Management of the Department of Highways

เสนอโดย

นายพิชากร ศรีจันทร์ทอง

ผู้อำนวยการแขวงทางหลวงสมุทรปราการ

สำนักงานทางหลวงที่ ๑๓ (กรุงเทพ) กรมทางหลวง

ประกอบการสมัครเข้ารับการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารระดับสูงกระทรวงคมนาคม (นบส.คค.) รุ่นที่ ๘

สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม

ลิขสิทธิ์ของกระทรวงคมนาคม

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง โดยมุ่งเน้นการบริหารจัดการทางแยกบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ ซึ่งเป็นจุดที่เกิดอุบัติเหตุและความล่าช้าของการจราจรในสัดส่วนสูง การศึกษาเสนอ “กรอบแนวคิดจราจรอัจฉริยะ ๔ มิติ” ที่กำหนดให้ทุกการปรับปรุงทางแยกต้องดีขึ้นพร้อมกันทุกมิติ ได้แก่ (๑) ความคล่องตัว (๒) ความปลอดภัย (๓) ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (๔) การอยู่ร่วมกับประชาชน โดยใช้เครื่องมือมาตรฐานสากลที่ตรวจสอบได้ ได้แก่ PTV VISSIM, FHWA SSAM และ EPA MOVES ร่วมกับการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Analysis)

ข้อเสนอเชิงนโยบายประกอบด้วย ๕ เสาหลัก ได้แก่ การพัฒนาบุคลากร การปรับกระบวนการออกแบบทางแยก การพัฒนาแพลตฟอร์มและข้อมูล การสร้างพันธมิตรทางวิชาการ และการวางกรอบธรรมาภิบาลและความปลอดภัย พร้อมแผนการนำไปสู่การปฏิบัติ ๓ ระยะตลอด ๕ ปี และกรอบประมาณการงบประมาณเชิงทิศทางประมาณ ๑,๒๐๐ ล้านบาท (ค่ากลาง) ทั้งนี้ภายใต้หลักการสำคัญที่ว่า “เทคโนโลยีเป็นเพียงเครื่องมือปลายทางที่แท้จริงคือประโยชน์สุขของประชาชนผู้ใช้ทาง” และยึดหลัก “วิศวกรเป็นผู้รับผิดชอบสุดท้าย” ในการตัดสินใจทางวิศวกรรม

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	2
บทที่ ๑ บทนำ.....	4
๑.๑ ตำแหน่งเป้าหมายและขอบเขตความรับผิดชอบ.....	4
๑.๒ ที่มาและความสำคัญ.....	4
๑.๓ ประเด็นและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
๑.๔ ขอบเขตการศึกษา.....	4
บทที่ ๒ สภาพปัญหาและความสอดคล้องเชิงนโยบาย.....	5
๒.๑ บริบทและความจำเป็น: ความปลอดภัยทางถนนของไทย.....	5
๒.๒ สภาพปัญหาและความท้าทาย.....	6

๒.๓ ความสอดคล้องเชิงยุทธศาสตร์และนโยบาย.....	6
บทที่ ๓ กรอบแนวคิดและข้อเสนอเชิงนโยบาย.....	7
๓.๑ กรอบแนวคิด: AI สำหรับการแก้ปัญหาราจรอบ ๔ มิติ.....	7
๓.๒ ข้อเสนอเชิงนโยบาย ๕ เสาหลัก.....	8
บทที่ ๔ แผนการนำไปสู่การปฏิบัติและกรอบงบประมาณ.....	8
๔.๑ แผนการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ๓ ระยะ.....	8
๔.๒ กรอบประมาณการงบประมาณเชิงทิศทาง.....	9
๔.๓ เงื่อนไขสำคัญทางกฎหมายและระเบียบที่ต้องปฏิบัติ.....	10
บทที่ ๕ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ (Use Case).....	10
บทที่ ๖ ตัวชี้วัด การบริหารความเสี่ยง และผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
๖.๑ ตัวชี้วัดความสำเร็จเชิงทิศทาง.....	11
๖.๒ การบริหารความเสี่ยงและการบริหารการเปลี่ยนแปลง.....	11
๖.๓ ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
บทที่ ๗ บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	12
บรรณานุกรม.....	12

บทที่ ๑ บทนำ

๑.๑ ตำแหน่งเป้าหมายและขอบเขตความรับผิดชอบ

ตำแหน่งเป้าหมายของผู้เสนอคือ รองอธิบดีกรมทางหลวง ซึ่งเป็นผู้บริหารระดับสูงที่มีหน้าที่ช่วยอธิบดี ในการกำหนดนโยบายและทิศทางการบริหารราชการของกรม ตามอำนาจหน้าที่ในพระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. ๒๕๓๕ และกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการของกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๐ ครอบคลุมการกำกับดูแลงานวิศวกรรมจราจร การออกแบบและบริหารทางแยกบนทางหลวงทั่วประเทศ การยกระดับความปลอดภัยทางถนนตามกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัย ทางถนน พ.ศ. ๒๕๖๔-๒๕๗๓ ขององค์การสหประชาชาติ และการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้^๑ โดยทำงานร่วมกับสำนักอำนวยการความปลอดภัย สำนักวิจัยและพัฒนาทาง สำนักงานทางหลวงในส่วนภูมิภาค และศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศของกรม

๑.๒ ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาจราจรบนโครงข่ายทางหลวง โดยเฉพาะที่ทางแยก เป็นปัญหาเชิงระบบที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนในวงกว้าง ทั้งด้านความสะดวก ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิต งานวิจัยระหว่างประเทศชี้ว่ามากกว่าร้อยละ ๕๐ ของอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นที่ทางแยก ขณะที่ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงประมาณ ๒๕.๔ คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน หรือราว ๑๘,๐๐๐ คนต่อปี การนำปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบ จึงเป็นโอกาสสำคัญในการยกระดับการบริหารจัดการจราจรของกรมให้ตอบโจทย์ประชาชนได้ครบทุกมิติ

๑.๓ ประเด็นและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ศึกษาแนวทางการประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวง โดยเฉพาะการบริหารจัดการทางแยก บนทางหลวงทั่วประเทศ เพื่อแก้ไขปัญหาจราจรอย่างครบ ๔ มิติ ได้แก่ ความคล่องตัวของการจราจร ความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการอยู่ร่วมกับชุมชนและประชาชน โดยใช้กรอบมาตรฐานสากลในการประเมินผล และต่อยอดเครื่องมือทางวิศวกรรมจราจรที่กรมและภาควิชาการใช้อยู่ในปัจจุบัน

๑.๔ ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้เป็นข้อเสนอเชิงนโยบายในกรอบอำนาจหน้าที่ของผู้บริหารระดับสูง มุ่งเน้นการบริหารจัดการทางแยก บนทางหลวงในความรับผิดชอบของกรม และการประยุกต์เครื่องมือมาตรฐานสากล ได้แก่ PTV VISSIM

(Microscopic Traffic Simulation), FHWA SSAM (Surrogate Safety Assessment Model) และ EPA MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator) เป็นกรอบในการประเมินและตัดสินใจ

บทที่ ๒ สภาพปัญหาและความสอดคล้องเชิงนโยบาย

๒.๑ บริบทและความจำเป็น: ความปลอดภัยทางถนนของไทยในระดับโลกและระดับหน่วยงาน

ก่อนจะลงประเด็น “ทางแยก” ผู้จัดทำวางบริบทของปัญหาความปลอดภัยทางถนนตั้งแต่ระดับโลกลงสู่ระดับหน่วยงาน เพื่อแสดงความจำเป็นเร่งด่วนและขอบเขตอำนาจดำเนินการของกรมทางหลวง

๑) สถานการณ์ระดับโลกและภูมิภาค

องค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานว่าทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนราว 1.19 ล้านคนต่อปี ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิต 25.4 คนต่อประชากรแสนคน (ข้อมูลปี ค.ศ. 2021) สูงเป็นอันดับ 9 จาก 175 ประเทศ และสูงเป็นอันดับ 1 ในอาเซียน โดยผู้เสียชีวิตร้อยละ 83.8 เป็นผู้ขับขี่จักรยานยนต์ ภูมิภาคเอเชียใต้และตะวันออกมีผู้เสียชีวิตราว 330,222 รายต่อปี หรือ รวร้อยละ 28 ของทั้งโลก แม้อัตราของไทยจะปรับดีขึ้นจาก 32.7 (ปี 2016) เหลือ 25.4 (ปี 2021) แต่ยังห่างจากเป้าหมาย ชาติที่ 12 ต่อแสนภายในปี พ.ศ. 2570 (ที่มา: WHO Global Status Report on Road Safety 2023 · WHO South-East Asia 2024)

ประเทศ (รอบสำรวจ ค.ศ. 2016)	อัตราการตายต่อประชากรแสนคน
ไทย (สูงสุดในอาเซียน)	32.7
เวียดนาม	26.7
สิงคโปร์ (ต่ำสุด)	2.8

๒) โครงสร้างการรับผิดชอบถนนของไทยจำแนกตามหน่วยงาน (พ.ศ. 2568)

ถนนของประเทศไทยมีระยะทางรวม 706,120.9 กิโลเมตร องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถือครองมากที่สุดร้อยละ 84.6 ขณะที่กรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทซึ่งเป็นสองหน่วยงานหลักภายใต้กระทรวงคมนาคมถือครองรวมกันเพียงร้อยละ 14.7 (103,679.5 กม.)

หน่วยงานเจ้าของถนน	ระยะทาง (กม.)	สัดส่วน
กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (อปท.)	597,666.9	84.6%
กรมทางหลวง (ทล.)	52,383.6	7.4%
กรมทางหลวงชนบท (ทช.)	51,295.9	7.3%
กรุงเทพมหานคร (กทม.)	4,549.9	0.6%
การทางพิเศษ (กทพ.)	224.6	0.03%
รวมทั้งประเทศ	706,120.9	100%

หมายเหตุ ตัวเลขระยะทางของ อปท. (597,666.9 กม.) คงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ในชุดข้อมูล จึงอาจไม่ได้ปรับปรุงต่อเนื่อง สัดส่วนถนนท้องถิ่นจริงอาจสูงกว่านี้ (ที่มา: MOT Data Catalog · ระยะทางถนน 2560–2568)

๓) ความสูญเสียบนโครงข่ายของกระทรวงคมนาคม (พ.ศ. 2568)

แม้ถือครองระยะทางเพียงร้อยละ 14.7 แต่โครงข่ายคมนาคมกลับรองรับความสูญเสียสูงกว่ามาก เพราะเป็นถนนสายหลักที่มีปริมาณจราจรและความเร็วสูง โดยมีผู้เสียชีวิตรวม 2,783 คน คิดเป็นรายร้อยละ 16 ของผู้เสียชีวิตทางถนนทั่วประเทศ (ประมาณ 17,000 คนต่อปี จากระบบบูรณาการ 3 ฐาน)

โครงข่าย	อุบัติเหตุ	เสียชีวิต	บาดเจ็บสาหัส	บาดเจ็บรวม
กรมทางหลวง (ทล.)	22,377	2,539	2,640	18,469
กรมทางหลวงชนบท (ทช.)	757	239	168	691
การทางพิเศษ (ทางด่วน)	581	5	0	315
รวมโครงข่ายคมนาคม	23,715	2,783	2,808	19,475

หมายเหตุสำคัญ ตัวเลขของกรมทางหลวงชนบท (757 อุบัติเหตุ 239 เสียชีวิต) ต่ำผิดสัดส่วนเทียบระยะทาง 51,296 กม. เพราะ ระบบรายงาน ARMS ของกรมทางหลวงชนบทครอบคลุมน้อยกว่าระบบ HAIMS ของกรมทางหลวงมาก จึงเป็นการรายงานต่ำกว่าจริง (under-reporting) มีข้อมูลถนนของกรมทางหลวงชนบทตลอดทั้งปี เมื่อพิจารณาความเข้มข้นต่อระยะทาง กรมทางหลวงมีผู้เสียชีวิตราว 48 คนต่อ 1,000 กิโลเมตร ซึ่งสูงที่สุด (ที่มา: MOT Data Catalog · อุบัติเหตุโครงข่ายคมนาคม 2568)

๔) ทำไมต้องเริ่มที่ “ทางแยก”

ภายในโครงข่ายของกรมทางหลวงซึ่งรองรับความสูญเสียเข้มข้นและมีระบบข้อมูล HAIMS ดีที่สุด จุดที่กรมลงมือแก้ไขได้เองด้วยการ ควบคุมสัญญาณและเรขาคณิตคือ “ทางแยก” แม้บนทางหลวงสายหลักระหว่างเมืองอุบัติเหตุที่ทางแยกจะเป็นสัดส่วนน้อย (ส่วนใหญ่ เป็นอุบัติเหตุบนทางตรงจากความเร็ว) แต่บนถนนในเมืองสัดส่วนที่ทางแยกสูงเกินร้อยละ 50 และมาตรฐาน FHWA ของสหรัฐฯ ระบุว่าราวหนึ่งในสี่ของผู้เสียชีวิตและราวครึ่งหนึ่งของผู้บาดเจ็บเกิดที่ทางแยก ทางแยกจึงเป็นจุดที่ควบคุมได้ด้วยอำนาจดำเนินการของ กรม ต่างจากอุบัติเหตุบนทางตรงที่ขึ้นกับพฤติกรรมผู้ขับขี่ จึงเหมาะเป็นจุดตั้งต้นของการประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์ ดังรายละเอียด ในหัวข้อถัดไป

๒.๒ สภาพปัญหาและความท้าทาย

ปัญหาจราจรที่ทางแยกบนโครงข่ายทางหลวงของกรมสามารถจำแนกได้เป็น ๕ ด้านหลัก ดังนี้

- ความปลอดภัยที่ทางแยก — กว่าร้อยละ ๕๐ ของอุบัติเหตุทางถนนเกิดขึ้นที่ทางแยก ขณะที่กรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนนของ UN ตั้งเป้าลดผู้เสียชีวิตลงครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. ๒๕๗๓
- ความคล่องตัวและประสิทธิภาพ — ทางแยกจำนวนมากยังใช้สัญญาณไฟแบบ Fixed-time หรือระบบ Two-way Stop Control (TWSC) ที่ให้บริการในระดับ LOS E-F ในช่วงโมงเร่งด่วน ขณะที่เทคโนโลยี Adaptive Traffic Control สามารถลดความล่าช้าได้ร้อยละ ๑๐–๔๐

- ด้านสิ่งแวดล้อม — การจรรยาบรรณเพิ่มเติมการปล่อยคาร์บอนและมลพิษ การใช้สัญญาณไฟอัจฉริยะสามารถลด CO₂ ได้ร้อยละ ๑๕-๔๐ และลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ร้อยละ ๑๐-๑๕
- การอยู่ร่วมกับประชาชน — ผู้ใช้ทางที่เปราะบาง (คนเดินเท้า มอเตอร์ไซค์ ผู้สูงอายุ) มีความเสี่ยงสูง โดยมอเตอร์ไซค์คิดเป็นราวร้อยละ ๘๔ ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทย
- การตัดสินใจที่ขาดข้อมูลเชิงระบบ — ยังขาดเครื่องมือประเมินผลเชิงปริมาณครบทุกมิติพร้อมกัน และขาดการจำลองสถานการณ์ก่อนการลงทุน

๒.๓ ความสอดคล้องเชิงยุทธศาสตร์และนโยบาย

ข้อเสนอนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์และนโยบายในทุกระดับที่กำหนดไว้แล้ว ทั้งระดับชาติ ระดับกระทรวง และระดับกรม

- ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๘๐) ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๓ หมายเหตุที่ ๒ (โครงสร้างพื้นฐานคมนาคม) และหมายเหตุที่ ๑๓ (รัฐบาลที่ทันสมัย)
- แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๖-๒๕๗๐ (DGA)
- นโยบายกระทรวงคมนาคม “คมนาคมเพื่อโอกาสประเทศไทย” และนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาล
- แผนปฏิบัติราชการกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖-๒๕๗๐ และแผนปฏิบัติการดิจิทัลกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖-๒๕๗๐
- แผนแม่บท MR-MAP ระยะ ๒๐ ปี และกรอบทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน พ.ศ. ๒๕๖๔-๒๕๗๓ ของ UN
- พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล และพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. ๒๕๖๒

บทที่ ๓ กรอบแนวคิดและข้อเสนอเชิงนโยบาย

๓.๑ กรอบแนวคิด: AI สำหรับการแก้ปัญหาจราจร ๔ มิติ

ผู้เสนอได้สังเคราะห์กรอบแนวคิดการประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์กับงานวิศวกรรมจราจร โดยจัดวางเป็น ๔ มิติของจราจรที่มีประสิทธิภาพ ที่กรมจะดำเนินการพร้อมกันในทุกการปรับปรุงทางแยก หลักการสำคัญคือ ทุก

การปรับปรุงทางแยกต้อง “ดีกว่าทุกมิติพร้อมกัน” โดยใช้ AI ประเมินทางเลือกอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และต้องผ่านการจำลองสถานการณ์ก่อนการลงทุนจริง

มิติ	เทคโนโลยี AI / เครื่องมือสนับสนุน	ตัวชี้วัดประจํามิติ
๑. ความคล่องตัว (Efficiency)	Adaptive Traffic Control · Deep Reinforcement Learning · PTV VISSIM · พยากรณ์ปริมาณจราจรช่วงเทศกาล	LOS · Delay (วินาที/คัน) · v/c Ratio · เวลาเดินทางเฉลี่ย
๒. ความปลอดภัย (Safety)	Computer Vision ตรวจจับจุดขัดแย้งและผู้ใช้ทางเปราะบาง · Surrogate Safety Measures · FHWA SSAM	จำนวนจุดขัดแย้ง · อัตราอุบัติเหตุ · TTC · PET · เป้า UN ลดผู้เสียชีวิตครึ่งหนึ่ง ปี ๒๕๗๓
๓. สิ่งแวดล้อม (Environmental)	EPA MOVES · Eco-Adaptive Signal · ลดการเร่ง-เบรกซ้ำที่ทางแยก · ประเมินคาร์บอนตลอดวงจรชีวิต	CO ₂ (กก./วัน) · การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง · NOx, PM · ดัชนีความยั่งยืน
๔. ประชาชน (Community)	ออกแบบทางแยกคำนึงผู้ใช้ทางเปราะบาง · การมีส่วนร่วมผ่านสายด่วน ๑๕๘๖ · NLP วิเคราะห์ข้อร้องเรียน	ความพึงพอใจชุมชน · ความปลอดภัยคนเดินเท้า/มอเตอร์ไซด์ · จำนวนข้อร้องเรียน · คะแนนการมีส่วนร่วม

๓.๒ ข้อเสนอเชิงนโยบาย ๕ เสาหลัก

เสาที่ ๑ · บุคลากรวิศวกรรมจราจร — พัฒนาขีดความสามารถของวิศวกรจราจรของกรมในการใช้ PTV VISSIM, FHWA SSAM และ EPA MOVES ผ่านสถาบันพัฒนาบุคลากรกรมทางหลวงและความร่วมมือกับสถาบันการศึกษา

เสาที่ ๒ · กระบวนการออกแบบทางแยก — กำหนดให้ทุกโครงการปรับปรุงทางแยกต้องผ่านการประเมินครบ ๔ มิติ (MCDA) และจำลองสถานการณ์ด้วยเครื่องมือมาตรฐานก่อนการลงทุน

เสาที่ ๓ · แพลตฟอร์มและข้อมูล — พัฒนาล้างข้อมูลจราจรของกรมจากระบบที่มีอยู่ (Roadnet, สำนักอำนวยความปลอดภัย, การสำรวจปริมาณจราจร) ผนวกข้อมูลสายด่วน ๑๕๘๖ และแอป Highway Traffic เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

เสาที่ ๔ · พันธมิตรทางวิชาการ — สร้างความร่วมมือกับ สวทช., NECTEC, สถาบันการศึกษา และองค์กรชั้นนำระดับโลก เช่น U.S. FHWA และ Transport for London

เสาที่ ๕ · ธรรมาภิบาลและความปลอดภัย — จัดทำกรอบธรรมาภิบาล AI สอดคล้อง PDPA และ พ.ร.บ. ไซเบอร์ฯ พ.ศ. ๒๕๖๒ ยึดหลัก “วิศวกรเป็นผู้รับผิดชอบสุดท้าย” โดย AI เป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุน

บทที่ ๔ แผนการนำไปสู่การปฏิบัติและกรอบงบประมาณ

๔.๑ แผนการนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ๓ ระยะ

ระยะ	ช่วงเวลา	กิจกรรมหลักและหน่วยงานเจ้าภาพภายในกรม
ระยะที่ ๑ วางฐานราก	๐-๖ เดือน	จัดตั้งคณะทำงาน AI วิศวกรรมจราจร · กำหนดทางแยกวิกฤตจากข้อมูลอุบัติเหตุและสายด่วน ๑๕๘๖ · อบรม PTV VISSIM, FHWA SSAM, EPA MOVES ให้วิศวกรของกรม
ระยะที่ ๒ นำร่องและขยายผล	๖-๒๔ เดือน	ปรับปรุงทางแยกวิกฤต ๑๐-๒๐ แห่งด้วยกรอบ ๔ มิติ · นำร่อง Adaptive Traffic Control · นำร่อง Computer Vision บนทางหลวงพิเศษ M6/M81 · ติดตาม Before-After Study
ระยะที่ ๓ เป็นต้นแบบและยั่งยืน	๒๔-๖๐ เดือน	ขยาย ATC สู່ทางหลวงสายหลักทั่วประเทศ · พัฒนา Traffic Digital Twin · บูรณาการข้อมูลกับตำรวจจราจรและ กทม. · สร้างมาตรฐานการประเมินทางแยก ๔ มิติของกรม

๔.๒ กรอบประมาณการงบประมาณเชิงทิศทาง

ระยะ	ประมาณการงบประมาณ	ขอบเขตหลัก
ระยะที่ ๑ (๐-๖ เดือน)	~๓.๓-๖.๐ ล้านบาท	ตั้งคณะทำงาน สํารวจข้อมูล ฝักอบรม และจัดทำกรอบธรรมาภิบาล AI

ระยะที่ ๒ (๖-๒๔ เดือน)	~๑๓๐-๔๖๓ ล้านบาท (ค่ากลาง ~๒๘๐ ลบ.)	ปรับปรุงทางแยกนำร่อง ๑๐-๒๐ แห่ง ระบบ Adaptive Signal และ Computer Vision รวมงานโยธา ไฟฟ้า สื่อสาร
ระยะที่ ๓ (๒๔-๖๐ เดือน)	~๔๘๕-๑,๔๒๐ ล้านบาท (ค่ากลาง ~๘๐๐ ลบ.)	ขยาย ATC ทั่วประเทศ ศึกษา Digital Twin บูรณาการระหว่างหน่วยงาน รวม DPIA และตรวจความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
รวม ๕ ปี (ค่ากลางที่แนะนำ)	~๑,๒๐๐ ล้านบาท (รวม VAT ๗% และ Contingency ๑๐-๑๕%)	คิดเป็น ~ร้อยละ ๐.๒๔ ของงบประมาณกรม ๕ ปี (~๕๐๐,๐๐๐ ลบ.) และ ~ร้อยละ ๐.๒๐ ของแผนแม่บท MR-MAP ระยะ ๕ ปี

หมายเหตุ: ตัวเลขข้างต้นเป็นการประมาณการเชิงทิศทางเพื่อประกอบการพิจารณาเชิงนโยบายเท่านั้น มิใช่งบประมาณที่ได้รับอนุมัติ การจัดสรรงบประมาณจริงต้องผ่านการศึกษาความเหมาะสมและขั้นตอนตามระเบียบ ของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม สำนักงานงบประมาณ และคณะรัฐมนตรี โดยทยอยตั้งงบประมาณรายปีเฉลี่ยปีละ ประมาณ ๒๐๐-๓๐๐ ล้านบาท

๔.๓ เงื่อนไขสำคัญทางกฎหมายและระเบียบที่ต้องปฏิบัติ

เงื่อนไข	กรอบกฎหมาย/ระเบียบ	ผลต่อการดำเนินการ
การขอตั้งงบประมาณ	พ.ร.บ. วิธีการงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑	ใช้เวลา ~๑๒-๑๘ เดือน ต้องบรรจุในแผนปฏิบัติราชการล่วงหน้า
การจัดซื้อจัดจ้าง	พ.ร.บ. การจัดซื้อจัดจ้างฯ พ.ศ. ๒๕๖๐	ดำเนินการแบบ e-Bidding / e-Market
คลาวด์ภาครัฐ	นโยบาย Government Cloud และข้อกำหนด DGA	กระทบการเลือกผู้ให้บริการ อาจเพิ่มค่าใช้จ่าย ~ร้อยละ ๑๐-๒๐
คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล	PDPA พ.ศ. ๒๕๖๒	ต้องจัดทำ DPIA และแต่งตั้ง DPO
ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์	พ.ร.บ. ไซเบอร์ฯ ๒๕๖๒ · ISO/IEC 27001 · NIST CSF	ตรวจประเมินการเจาะระบบทุก ๖-๑๒ เดือน
การบูรณาการข้ามหน่วยงาน	MOU กับ สตช., กทม. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ใช้เวลาเตรียมการ ~๓-๖ เดือน

บทที่ ๕ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ (Use Case)

เพื่อแสดงความเป็นไปได้เชิงปฏิบัติ ผู้เสนออ้างอิงการศึกษาวิเคราะห์ทางแยกในรูปแบบ Digital Twin Traffic Intersection Analysis ที่ข้าราชการของกรมทางหลวงได้ดำเนินการและเผยแพร่สู่สาธารณะ (<https://raikluay-intersection.pages.dev>) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สอดคล้องกับกรอบ ๔ มิติ ได้แก่ การจำลองสภาพจราจรเชิงจุลภาค การประเมินความปลอดภัยด้วย SSAM การประมาณการปล่อยก๊าซด้วย MOVES การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และการเปรียบเทียบทางเลือกด้วย MCDA

ตัวอย่างผลการศึกษาเชิงประกอบ (เปรียบเทียบสภาพปัจจุบันกับทางเลือกปรับปรุงสัญญาณไฟ ๒ จังหวะ) แสดงให้เห็นศักยภาพของการปรับปรุงที่ดีขึ้นพร้อมกันทุกมิติ ดังนี้

มิติ	สภาพปัจจุบัน (TWSC)	ทางเลือกที่ปรับปรุง	เปลี่ยนแปลง
คล่องตัว	LOS F · delay 78 วินาที	LOS C · delay 28 วินาที	-64%
ปลอดภัย	อุบัติเหตุ 9.4 ครั้ง/ปี	ลดเหลือ ~5.6 ครั้ง/ปี · จุดขัดแย้ง -75%	-60%
สิ่งแวดล้อม	CO ₂ 240 กก./วัน	CO ₂ 120 กก./วัน	-50%
เศรษฐกิจ	(ฐาน)	ประหยัด ~฿800,000/ปี	+800k

หมายเหตุ: ตัวเลขข้างต้นเป็นตัวอย่างเชิงประกอบเพื่อสื่อสารแนวคิด ผลลัพธ์จริงในแต่ละทางแยกย่อมแตกต่างกัน ตามบริบทพื้นที่ และต้องผ่านการศึกษาดูเฉพาะกรณีในรายละเอียดก่อนการดำเนินการจริง

บทที่ ๖ ตัวชี้วัด การบริหารความเสี่ยง และผลที่คาดว่าจะได้รับ

๖.๑ ตัวชี้วัดความสำเร็จเชิงทิศทาง

มิติ	ตัวชี้วัด	ทิศทาง
๑. คล่องตัว	ระดับการให้บริการ (LOS) และความล่าช้าเฉลี่ยที่ทางแยกที่ปรับปรุง	ยกระดับจาก LOS E-F สู่ LOS C-D
๒. ปลอดภัย	จำนวนผู้เสียชีวิตและจุดขัดแย้งที่ทางแยกในความรับผิดชอบ	มุ่งเป้า UN ลดผู้เสียชีวิตครึ่งหนึ่งในปี ๒๕๗๓
๓. สิ่งแวดล้อม	ปริมาณ CO ₂ ที่ทางแยกที่ปรับปรุง (ประเมินตาม EPA MOVES)	ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องเป้า Net Zero
๔. ประชาชน	ความพึงพอใจชุมชน และข้อร้องเรียนผ่านสายด่วน ๑๕๘๖ ต่อทางแยก	ความพึงพอใจเพิ่ม · ข้อร้องเรียนลด

เศรษฐกิจ	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Benefit-Cost Ratio)	ทุกโครงการต้องมีผลตอบแทนที่ชัดเจน
บุคลากร	สัดส่วนวิศวกรที่ผ่านการอบรม PTV VISSIM, FHWA SSAM, EPA MOVES	เพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกสำนักงานทางหลวง

๖.๒ การบริหารความเสี่ยงและการบริหารการเปลี่ยนแปลง

- ความเสี่ยงด้านคุณภาพข้อมูล — จัดทำบัญชีข้อมูลของกรมและกำหนดผู้รับผิดชอบข้อมูลในแต่ละสำนัก
- ความเสี่ยงด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ — ใช้สถาปัตยกรรมความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลและตรวจสอบสม่ำเสมอ
- ความเสี่ยงจาก AI ให้คำตอบผิดพลาด — ยึดหลัก “มนุษย์เป็นผู้ตัดสินใจสุดท้าย” ในทุกการตัดสินใจสำคัญ
- ความเสี่ยงด้านการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง — ใช้การบริหารการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ เริ่มจากผู้สมัครใจ และสร้างผู้นำการเปลี่ยนแปลงในระดับสำนักและแขวงทางหลวง

๖.๓ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อเสนอนี้คาดว่าจะช่วยให้กรมทางหลวงแก้ไขปัญหาราจรที่ทางแยกได้อย่างเป็นระบบและครบทุกมิติ ทั้งความคล่องตัว ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และการอยู่ร่วมกับประชาชน ช่วยให้ประเทศไทยเข้าใกล้เป้าหมายการลดผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. ๒๕๗๓ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการจราจรอย่างมีนัยสำคัญ และสร้างความเชื่อมั่นของประชาชนต่อการบริหารงานของกรม

บทที่ ๗ บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานวิศวกรรมจราจรของกรมทางหลวงภายใต้กรอบแนวคิด ๔ มิติ เป็นแนวทางที่สามารถดำเนินการได้จริงในบริบทของบุคลากรและเครื่องมือที่กรมและภาควิชาการใช้อยู่ในปัจจุบัน ความสำเร็จขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องของนโยบายข้ามรัฐบาล ความพร้อมของบุคลากรในระดับสายงาน และความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน โดยมีปลายทางที่ชัดเจนคือประโยชน์สุขของประชาชนผู้ใช้ทาง

**“ทุกทางแยกของกรมทางหลวงในยุคปัญญาประดิษฐ์ ต้องคล่องตัว ปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่ง
แวดล้อม และอยู่ร่วมกับประชาชนได้พร้อมกัน”**

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน). แผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๖–๒๕๗๐.
- [2] กรมทางหลวง. แผนปฏิบัติราชการกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖–๒๕๗๐ และแผนปฏิบัติการดิจิทัลกรมทางหลวง พ.ศ. ๒๕๖๖–๒๕๗๐.
- [3] กรมทางหลวง. ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) และระบบของสำนักอำนวยความปลอดภัย.
- [4] กระทรวงคมนาคม. นโยบาย “คมนาคมเพื่อโอกาสประเทศไทย”.
- [5] กรมทางหลวง. แผนแม่บทการพัฒนาโครงข่ายทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (MR-MAP) ระยะ ๒๐ ปี.
- [6] World Health Organization. Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2021–2030.
- [7] United Nations. Decade of Action for Road Safety 2021–2030 (เป้าหมายลดผู้เสียชีวิตครึ่งหนึ่งภายในปี ค.ศ. 2030).
- [8] PTV Group. PTV VISSIM — Microscopic Traffic Simulation Software.
- [9] U.S. Federal Highway Administration (FHWA). Surrogate Safety Assessment Model (SSAM).
- [10] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). MOVES — Motor Vehicle Emission Simulator.
- [11] Land Transport Authority (Singapore). Smart Mobility 2030 และระบบ CRUISE.
- [12] พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. ๒๕๖๒ และพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. ๒๕๖๒.
- [13] พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ และพระราชบัญญัติวิธีการงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑.