แนวทางการศึกษาปัญหาการจราจรบนทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่: กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง กม.ที่ 39+200 ถึง กม.ที่ 58+400

A Guideline for Traffic Problems Study on a Principal Arterial Highway: Case study on Highway Route no.34 from Km.39+200 to Km.58+400

ปิยพัชร เพ็ชรจันทร์[1,*] ภาวัต ไชยชาณวาทิก[2] นครินทร์ สัทธรรมนุวงศ์[3] และ ชลัท ทิพากรเกียรติ[4]

[1] *สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จ.กรุงเทพมหานคร*
[2] *สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จ.กรุงเทพมหานคร*
[3] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจรและขนส่ง สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร*
[4] *สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมลคลศรีวิชัย จ.สงขลา*
**Corresponding author; E-mail address: piyapat.pet@kbu.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการศึกษาและผลลัพธ์ของการศึกษาสภาพปัญหาด้านการจราจรบนทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่ โดยใช้ทางหลวงหมายเลข 34 (กม.39+200 ถึง 58+400) เป็นกรณีศึกษา กระบวนการศึกษาเริ่มจากการทบทวนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงทำการสำรวจข้อมูลจราจรในภาคสนาม พร้อมวิเคราะห์และคาดการณ์ด้านการจราจรตลอดจนการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางหลวง ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาปัญหาการจราจรบนทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่จะมีความซับซ้อนและต้องการข้อมูลจำนวนมากสำหรับวิเคราะห์เพื่อวางแผนและตัดสินใจ โดยปัจจัยสำคัญคือ การให้ความร่วมมือของประชาชนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสำคัญเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด สำหรับปัญหาการจราจรสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเด็นหลัก คือ 1) ปัญหาความไม่ปลอดภัยจากลักษณะทางกายภาพของทางหลวง เช่น จุดกลับรถระดับพื้น จุดเปิดเข้า-ออกช่องระหว่างทางหลักและทางขนาน และพฤติกรรมการขับขี่ที่ใช้ความเร็วสูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดในช่องทางหลัก 2) ปัญหาการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน และ 3) ปัญหาอื่นๆ เช่น การเติบโตของชุมชนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวทางหลวง การขาดทางกลับรถสำหรับจักรยานยนต์ ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนนที่ไม่เหมาะสม เช่น การขับรถสวนทิศทาง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงต่อไป

คำสำคัญ: ปัญหาการจราจร, ทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่, ทางหลวงหมายเลข 34, การศึกษาด้านการจราจร, การจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านทางหลวง

Abstract

This paper presents a guideline and the results of traffic problems study on a principal arterial highway using Highway route no.34 (km.39+200 to 58+400) as a case study. The study process begins with the review of related information. Then traffic data survey was conducted along with analyzing and forecasting traffic as well as analyzing Level of Service (LOS) of highway. The study found that studying of traffic problems on large major highways is complex and requires a large amount of data to analyze for planning and decision-making. The crucial factor is the cooperation of the people in order to obtain valuable information to be used to solve pertinent problems. Next, traffic problems can be classified into 3 crucial issues: 1) unsafe problems: from the geometric of the highway, such as a ground-level U-turn, entry-exit points between the main and frontage, and driving behavior at higher speeds than the legal limit in the main lanes, 2) traffic congestion problems during rush hours, and 3) other problems such as urban sprawl along the highways, Lacking of U-turns for motorcycles resulting in unsuitable road user behavior such as driving in the reversed direction, etc. All information will be used for designing to solve traffic problems on the highways.

Keywords: Traffic problems, Principal arterial highway, Highway route no.34, Traffic studies, Highway infrastructure management

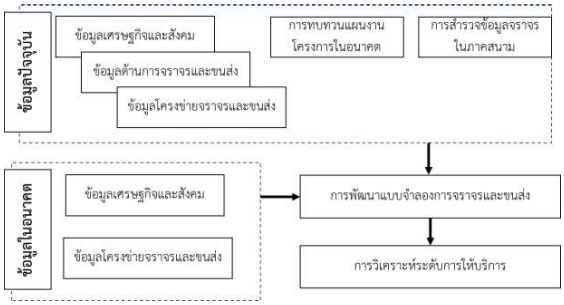
1. ที่มาของปัญหา

ทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่ถือเป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญยิ่งยวดของประเทศ (Critical Infrastructure) [1] ซึ่งจะต้องมีการวางแผนออกแบบ และบริหารจัดการเพื่อสามารถให้บริการสาธารณะกับประชาชน

ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดเวลา และตลอดช่วงอายุของโครงการฯ ที่ได้กำหนดไว้

ถนนเทพรัตน์ หรือ ทางหลวงหมายเลข 34 เป็นทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อการเดินทางระหว่างภูมิภาค ระหว่างกรุงเทพมหานครสู่ภาคตะวันออกของประเทศ มีระยะทางทั้งสิ้น 122 กิโลเมตร [2] โดยในช่วง กม.39+200 ถึงต่างระดับหนองไม้แดง กม.58+400 เป็นช่วงหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากบริเวณสองข้างทางมีชุมชนหนาแน่น มีสถานที่สำคัญหลายแห่ง ทั้งพื้นที่ธุรกิจและนิคมอุตสาหกรรม เชื่อมต่อระหว่างสนามบินสุวรรณภูมิกับภาคตะวันออก ทำให้มีปริมาณการเดินทางทั้งประเภทรถยนต์ จักรยานยนต์ รถบรรทุกสินค้าเดินทางเข้า-ออก และผ่านพื้นที่เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการจราจรในหลายด้าน ทั้งการจราจรติดขัด อุบัติเหตุจราจร เกิดความไม่สะดวกและความล่าช้าในการเดินทาง นอกจากนี้ทางหลวงสายนี้ยังมีข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ในการขยายถนน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรโดยละเอียดเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

อนึ่ง โดยทั่วไปในการศึกษาด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรจะมีรูปแบบการดำเนินงานที่เป็นมาตรฐาน ประกอบด้วย การทบทวนแผนงานโครงการด้านคมนาคมที่เกี่ยวข้อง การศึกษาถึงลักษณะของโครงข่าย สภาพการจราจร การสำรวจข้อมูลจราจรในภาคสนาม การวิเคราะห์และคาดการณ์ระดับการให้บริการทั้งในปัจจุบันและอนาคต รายละเอียดดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการศึกษาด้านวิศวกรรมจราจร

อย่างไรก็ตาม สำหรับโครงการด้านทางหลวงขนาดใหญ่ที่ได้มีการเปิดให้บริการมายาวนาน และมีปริมาณจราจรจำนวนมาก จึงอาจมีประเด็นอ่อนไหวที่สำคัญและจะต้องพิจารณาเพิ่มเติมในหลายด้าน เพื่อได้ข้อมูลนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด บทความนี้จึงได้สรุปถึงกระบวนการทำงาน ผลลัพธ์ ตลอดบทเรียนจากการดำเนินงานศึกษาด้านวิศวกรรมจราจรและขนส่งสำหรับโครงการปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ โดยใช้โครงการแก้ปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง กม.ที่ 39+200 ถึง กม.ที่ 58+400 เป็นกรณีศึกษา

2. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

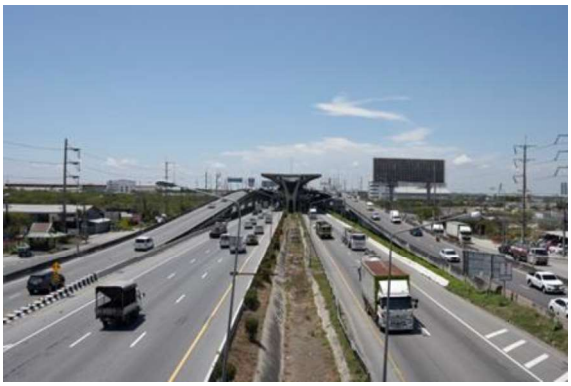
2.1 ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะทางกายภาพ [3]

พื้นที่ศึกษา เริ่มจากจุดตัดของทางหลวงหมายเลข 34 กับทางหลวงหมายพิเศษหมายเลข 7 (บางบัว-บางควาย) ที่กิโลเมตรที่ 39+200 ถึงต่างระดับหนองไม้แดง กิโลเมตรที่ 58+400 ระยะทาง 19.20 กิโลเมตร มีลักษณะทางกายภาพเป็นทางหลวงขนาดใหญ่ พร้อมทางขนาน มีทางด่วนยกระดับ (บูรพาวิถี) ขนาด 6 ช่องจราจรตั้งอยู่บริเวณเกาะกลาง พื้นที่ดังกล่าวอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของแขวงทางหลวงฉะเชิงเทรา (กม. 39+200 - 52+900) และแขวงทางหลวงชลบุรีที่ 1 (กม.52+900 - 58+400) โดยมีรายละเอียดของแนวเส้นทาง และลักษณะกายภาพทั่วไปของทางหลวงแสดงดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3

รูปที่ 2 แนวเส้นทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง กม.ที่ 39+200 ถึง กม.ที่ 58+400

2.2 การจัดการจราจรในปัจจุบัน

ทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง กม.ที่ 39+200 ถึง 58+400 มีการจัดการจราจรแบบควบคุมการเข้าออก (Control of Access) บนช่องทางหลักโดยมีจุดเปิดเข้าสู่ถนนสายหลัก (Entrance) จำนวน 14 จุด และจุดเปิดออกจากถนนสายหลักเข้าสู่ถนนคู่ขนาน (Exit) จำนวน 19 จุด พร้อมจุดกลับรถระดับพื้น (Medium U-turn) จำนวน 4 จุด สะพานกลับรถจำนวน 4 จุด และ จุดกลับรถใต้สะพานข้ามแม่น้ำและคลองจำนวน 4 จุด



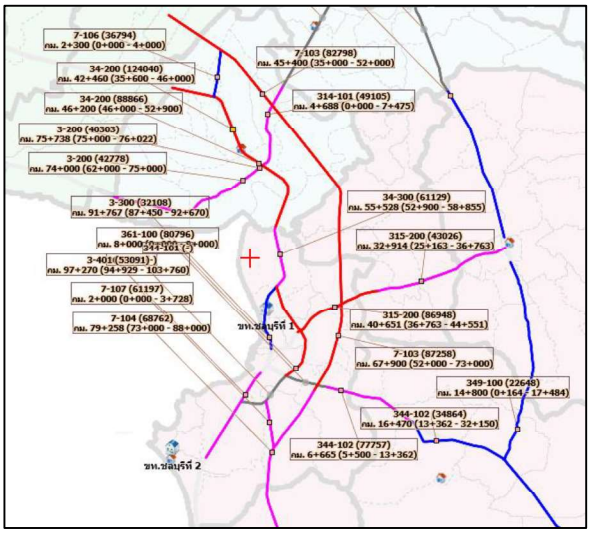
รูปที่ 3 ลักษณะกายภาพทั่วไปของทางหลวง (บริเวณทางขึ้น-ลงบูรพาวิถี)

2.3 การทบทวนสภาพการจราจรในปัจจุบัน

กรมทางหลวง โดยสำนักอำนวยความปลอดภัยได้มีการบันทึกข้อมูลและสถิติด้านการจราจรที่สำคัญใน 2 ประเภท คือ ข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวง [4] และสถิติอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวง [5] ซึ่งการทบทวนข้อมูลดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงคุณลักษณะด้านการจราจรในปัจจุบันและแนวโน้มของการจราจรของพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลจากการทบทวนมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ปริมาณจราจรบนทางหลวง

จุดสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวงในพื้นที่ศึกษา คือ ทล.34 และทางหลวงข้างเคียงประกอบด้วย ทล.3 ทล.7 ทล.314 ทล.370 ทล. 3256 และ ทล.3466 เป็นต้น มีตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 จุดสำรวจปริมาณจราจรของกรมทางหลวงโดยรอบพื้นที่ศึกษา [4]

ตัวอย่างผลการทบทวนข้อมูลจราจรบนทางหลวงในช่วง 6 ปีย้อนหลัง (2555-2560) [6] บนจุดสำรวจข้อมูลจราจรถาวรบน ทล.34 กม.42+460 และ กม.55+528 มีรายละเอียดปริมาณจราจรจำแนกประเภทของยานพาหนะ (ไม่รวมจักรยาน จักรยานยนต์) ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งในปี พ.ศ.2560 ถนนเทพรัตน์ ช่วง กม.ที่ 39+200 ถึง 58+400 มีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเท่ากับ 100,700 และ 60,358 คันต่อวัน และมีสัดส่วนของยานยนต์หนักเท่ากับร้อยละ 53 และ 44 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรจำแนกประเภท บน ทล.34 ตอน 200 กม.42+460 ช่วงบางบัว – บางปะกง

ปี พ.ศ.	รถยนต์นั่ง (ไม่เกิน 7 คน)	รถยนต์นั่ง (เกิน 7 คน)	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	รวม
2555	2,556	1,059	167	103	240	4,499	416	373	260	269	9,942
2556	19,257	10,328	4,098	3,732	3,725	23,416	11,999	9,969	9,068	6,931	102,523
2557	16,929	10,090	4,930	4,729	4,570	20,425	11,796	9,962	9,170	6,943	99,570
2558	14,195	9,535	5,087	4,996	4,973	17,258	10,514	9,534	8,684	6,845	91,621
2559	14,114	10,472	5,732	5,594	5,528	15,861	10,832	10,298	9,304	7,484	95,219
2560	14,398	10,867	6,436	6,287	6,453	15,627	11,311	10,918	10,068	8,335	100,700

ตารางที่ 2 ปริมาณจราจรจำแนกประเภท บน ทล.34 ตอน 300 กม.55+528 ช่วงบางปะกง – ดอกไม้แดง

ปี พ.ศ.	รถยนต์นั่ง (ไม่เกิน 7 คน)	รถยนต์นั่ง (เกิน 7 คน)	รถโดยสารขนาดเล็ก	รถโดยสารขนาดกลาง	รถโดยสารขนาดใหญ่	รถบรรทุกขนาดเล็ก (4 ล้อ)	รถบรรทุกขนาด 2 เพลา (6 ล้อ)	รถบรรทุกขนาด 3 เพลา (10 ล้อ)	รถบรรทุกพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	รถบรรทุกกึ่งพ่วง (มากกว่า 3 เพลา)	รวม
2555	644	482	74	3	85	2,491	268	152	102	94	4,395
2556	11,996	7,214	1,658	762	1,688	11,543	8,196	6,423	3,872	5,955	59,307
2557	12,591	7,888	1,463	700	1,757	11,742	7,586	6,190	4,099	6,246	60,262
2558	12,585	8,026	1,387	796	1,747	11,679	7,886	6,330	4,618	6,214	61,268
2559	12,474	8,285	1,393	893	1,728	11,688	7,858	6,411	4,810	5,997	61,537
2560	12,388	8,379	1,271	921	1,765	11,763	7,379	6,301	4,429	5,762	60,358

2.3.2 สถิติอุบัติเหตุ

กรมทางหลวงได้พัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวง (HAIMS) และบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงไว้ โดยมีรายละเอียดของอุบัติเหตุตามแบบสำรวจ ส.3-02 สำหรับตัวอย่างข้อมูลอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 [5] สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปอุบัติเหตุบนทางหลวงหมายเลข 34 เรียงตามช่วงทางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุสูง (ปี 2558-2562)

ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	ชื่อสายทาง	จำนวนอุบัติเหตุ	จำนวนคนตาย	จำนวนคนบาดเจ็บ	จำนวนรถที่เกิดเหตุ	รหัสแขวง/สน.บท.	แขวงทางหลวง/สน.บท.	จังหวัด
34	0102	ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ-บางวัว	306	11	113	566	417	ทท.สมุทรปราการ	สมุทรปราการ
34	0101	บางนา-ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	47	3	18	94	417	ทท.สมุทรปราการ	กรุงเทพฯ
34	0300	บางปะกง-หนองไม้แดง	43	1	0	48	422	ทท.ชลบุรีที่ 1	ชลบุรี
34	0101	บางนา-ทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	42	1	25	75	417	ทท.สมุทรปราการ	สมุทรปราการ
34	0200	บางวัว-บางปะกง	28	7	9	38	421	ทท.ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา

3. กระบวนการศึกษาด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร

การศึกษาด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจรสามารถสรุปเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

3.1 การทบทวนยุทธศาสตร์ แผนงานโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนแผนยุทธศาสตร์ นโยบาย และแผนงานโครงการพัฒนาที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบถึงความเชื่อมโยงของระบบคมนาคมขนส่งทั้งระบบและการพัฒนาในอนาคต ซึ่งการทบทวนในส่วนนี้สามารถจำแนกเป็น 3 ระดับคือ 1) ยุทธศาสตร์และนโยบายพัฒนาระดับประเทศ/ภูมิภาค ยกตัวอย่างเช่น ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) เป็นต้น 2) แผนพัฒนาระดับจังหวัด อาทิ แผนพัฒนาจังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2561-2564 แผนพัฒนาจังหวัดระยอง พ.ศ. 2561-2564 เป็นต้น และ 3) รายงานการศึกษาของโครงการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งสำคัญในพื้นที่โครงการและมีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการฯ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดได้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และคาดการณ์ด้านการจราจรและขนส่งต่อไป อนึ่งรายละเอียดผลการทบทวนอยู่ในรายงานวิเคราะห์และคาดการณ์จราจร (ฉบับสมบูรณ์) ของโครงการงานสำรวจและออกแบบปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง จุดตัดทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 – จุดตัดทางเลี่ยงเมืองชลบุรี ส่วนที่ 2 [3]

3.2 การสำรวจสภาพปัญหาด้านการจราจร

การดำเนินการในส่วนนี้ทำให้เห็นถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบรายละเอียดเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป สำหรับตัวอย่างปัญหาที่พบจากการสำรวจประกอบด้วย 1) ปัญหากายภาพของจุดกลับรถไม่ปลอดภัย 2) ปัญหาอุบัติเหตุจราจร 3) ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณจุดกลับรถ ทางร่วมทางแยก และบริเวณหน้านิคมอุตสาหกรรม 4) ปัญหาตำแหน่งจุดเปิดเข้า-ออกทางหลักไม่เหมาะสม (อยู่ใกล้กันมาก) 5) ปัญหาพฤติกรรมการขับขี่ที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้ความเร็วที่สูงกว่าที่กฎหมายกำหนด การขับรถจักรยานยนต์ย้อนทิศทาง การใช้จุดเปิดเข้า-ออกผิดประเภท 6) การเติบโตของชุมชนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวทางหลวง ซึ่งมีแนวโน้มในการเติบโตเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตและอาจส่งผลต่อการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านทางหลวงในอนาคต เป็นต้น

ซึ่งผลการการดำเนินการในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป เช่น การออกแบบจุดกลับรถ และจุดเข้า-ออกทางหลักใหม่ ตลอดจนการจัดการจราจรให้มีความเหมาะสมและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

รูปที่ 5 ตัวอย่างปัญหาลักษณะกายภาพของจุดกลับรถไม่ปลอดภัย

รูปที่ 6 ตัวอย่างปัญหาการจราจรบริเวณจุดเข้า-ออกทางหลัก

รูปที่ 7 ตัวอย่างปัญหาการจราจรติดขัด

รูปที่ 8 ตัวอย่างพฤติกรรมในการขับขี่ไม่เหมาะสม

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุจราจร

จากข้อมูลอุบัติเหตุของกรมทางหลวงย้อนหลัง ตั้งแต่ 1 ม.ค. 2559 ถึง 30 มิ.ย.2562 พบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจำนวน 54 ครั้ง มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจำนวน 5 และ 7 คน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณด้วยมูลค่าอุบัติเหตุต่อรายจำแนกตามความรุนแรง (ปี 2560) [7] พบว่า มูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจมีค่าเท่ากับ 8.962 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้เมื่อทำวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Q-GIS เพื่อพิจารณาถึงตำแหน่งที่เกิดอุบัติเหตุจะมีรายละเอียดดังรูปที่ 9 (จุดสีแดงบนแผนที่)

รูปที่ 9 การวิเคราะห์ตำแหน่งอุบัติเหตุจราจรบนเส้นทางด้วย Q-GIS

จากนั้นเมื่อทำการกำหนดเงื่อนไขข้อมูลอุบัติเหตุที่มีระยะห่างไม่เกิน 100 เมตร และมีจำนวนขั้นต่ำ 3 ครั้ง พบว่า ทล.34 กม.53+116 และ กม. 56+400 เป็นช่วงที่เข้าเกณฑ์ข้างต้นโดยมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจำนวน 4 ครั้ง/จุด แต่ไม่มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ ซึ่งเมื่อได้ดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนในเบื้องต้น พบว่าทางหลวงช่วงดังกล่าวเป็นทางตรง ไม่มีข้อบกพร่องทางกายภาพ อย่างไรก็ตามยานพาหนะส่วนใหญ่มีการใช้ความเร็วที่ค่อนข้างสูง

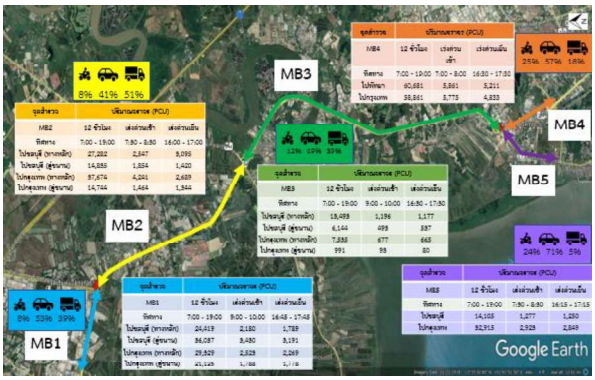
ระยะห่าง 100 เมตร จำนวนขั้นต่ำ 3 ครั้ง						อุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี				
กลุ่ม	ทางหลวงหมายเลข	ตอนควบคุม	เริ่มต้นที่ กม.	สิ้นสุดที่ กม.	ชื่อสายทาง	จำนวนครั้ง	ตาย	บาดเจ็บ	จำนวนรถ	ปริมาณจราจร AADT	% รถใหญ่
1916	34	300	53+116	53+350	บางปะกง-หนองไม้แดง	4	0	0	5	61,129	43.6
1868	34	300	56+400	57+490	บางปะกง-หนองไม้แดง	4	0	0	5	61,129	43.6

รูปที่ 10 ตัวอย่างการวิเคราะห์จุด/บริเวณอันตรายในพื้นที่ศึกษา

3.4 *การสำรวจข้อมูลด้านการจราจร*

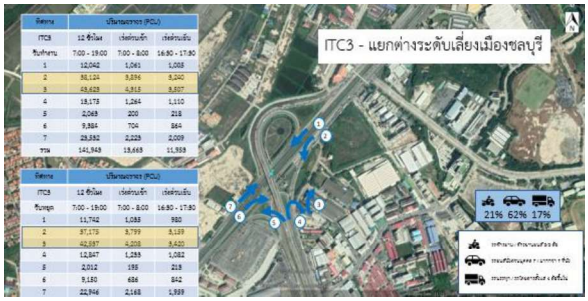
การสำรวจข้อมูลด้านการจราจรในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย การสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน (Mid-Block Counts) จำนวน 5 จุด (MB1-MB5) การสำรวจปริมาณจราจรบริเวณทางแยก (Turning Movement Counts) จำนวน 3 จุด การสำรวจปริมาณจราจรของจุดเข้าสู่ทางหลัก (EN01-EN14) -จุดออกทางหลัก (EX01-EX19) รวมจุดเปิดเข้า-ออกทางหลักทั้งหมด (Access Point) จำนวน 33 จุด การสำรวจปริมาณจราจรของจุดกลับรถ การสำรวจจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทาง (Origin-Destination Survey) และการสำรวจเวลาในการเดินทางบนโครงข่าย (Travel Time Survey) โดยได้ดำเนินการในระหว่างวันที่ 18-22 กันยายน 2562 ทั้งวันกลางสัปดาห์ และวันหยุด ในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งช่วงเร่งด่วนเช้า-เย็น และนอกช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งตัวอย่างผลจากการสำรวจมีตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 11-13

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และคาดการณ์ด้านการจราจร เพื่อเสนอแนะแนวทางในการบริหารจัดการทางหลวงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป



หมายเหตุ: ถนนโครงการคือช่วง MB2 และ MB3

รูปที่ 11 ลักษณะของสภาพการจราจรบนช่วงถนนที่สำรวจ

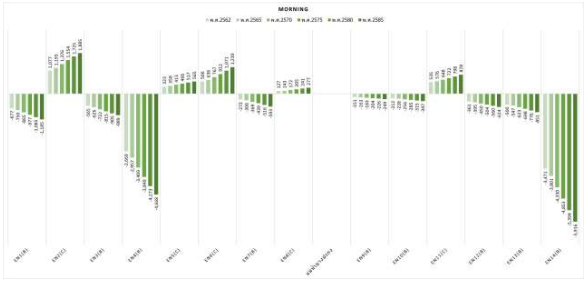


รูปที่ 12 ตัวอย่างลักษณะของสภาพการจราจรบริเวณทางแยกต่างระดับ

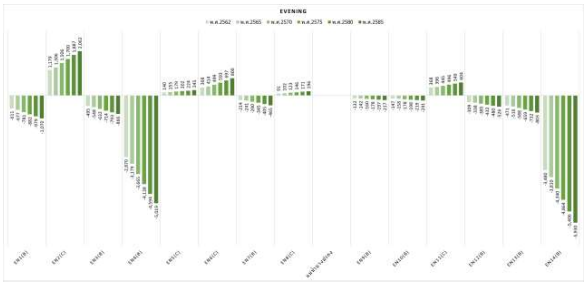
รูปที่ 13 ตัวอย่างลักษณะของสภาพการจราจร ณ จุดเปิดเข้า-ออกทางหลัก

3.5 การคาดการณ์และวิเคราะห์ระดับการให้บริการ

ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการพัฒนาแบบจำลองด้านการจราจรและขนส่ง เพื่อจำลองพฤติกรรมการเดินทางในปัจจุบันและคาดการณ์ปริมาณจราจรภายในโครงข่ายทางหลวงบริเวณพื้นที่ศึกษาในอนาคต ตามข้อมูลสภาพโครงข่ายทางหลวงและข้อมูลสถิติทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งในการศึกษานี้ได้มีการปรับปรุงแบบจำลอง eBUM จากโครงการ TDL ของ สนข. ให้มีความเหมาะสมกับการศึกษาด้วย โดยการขยายพื้นที่ศึกษาจากเดิมอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ขยายให้ครอบคลุมจังหวัดชลบุรีและระยอง พร้อมทั้งทำการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration and Validation) รวมไปถึงตรวจสอบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองให้มีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจได้จริงในภาคสนามที่ได้ทำการปรับแก้ด้วยค่าตัวคูณปรับแก้ตามฤดูกาล (Seasonal factor) แล้วให้มากที่สุด จากนั้นให้ทำการคาดการณ์ปริมาณจราจรบนโครงข่ายทางหลวงและทางแยกบริเวณพื้นที่ศึกษาในปีอนาคต ทั้งกรณีมีโครงการและไม่มีโครงการ รายละเอียดแสดงในรูปที่ 14 และ 15 โดยการกำหนดจำนวนปีที่ใช้คาดการณ์โดยพิจารณาจากอายุของการให้บริการของทางหลวง (Service life) ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดอายุการให้บริการอยู่ที่ 20 ปี จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service : LOS) ด้านการจราจรของทางหลวงหรือทางแยกบริเวณโครงการในปีปัจจุบันและอนาคต ตามมาตรฐานของ Highway Capacity Manual (HCM) [8] เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงต่อไป สำหรับตัวอย่างผลการคาดการณ์และระดับของการให้บริการของช่วงถนน ทางแยก และจุดเปิดเข้าออกแสดงตารางที่ 4 ถึง 6



ก) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ณ ทางเข้าทางหลักในอนาคต (PCU)

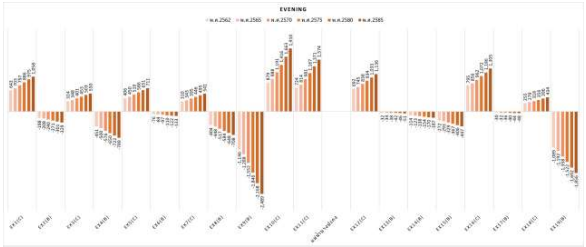


ข) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ณ ทางเข้าทางหลักในอนาคต (PCU)

หมายเหตุ: ปริมาณจราจร + แทนทิศทางไปชลบุรี,
ปริมาณจราจรติด – แทนทิศทางไปกรุงเทพ

รูปที่ 14 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณจราจร ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า-เย็น ณ ทางเข้าทางหลักในอนาคต (PCU)

ก) ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ณ ทางออกคู่ขนานในอนาคต (PCU)



ข) ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ณ ทางออกคู่ขนานในอนาคต (PCU)

หมายเหตุ: ปริมาณจราจร + แทนทิศทางไปชลบุรี,
ปริมาณจราจรติด – แทนทิศทางไปกรุงเทพ

รูปที่ 15 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณจราจร ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า-เย็น ณ ทางออกคู่ขนานในอนาคต (PCU)

ตารางที่ 4 ระดับการให้บริการของช่วงทางหลวงกรณีไม่มีโครงการ (Without project) จำแนกตามปีและช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า-เย็น

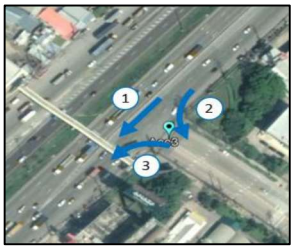
จุดสำรวจ		ปีปัจจุบัน		พ.ศ.2565		พ.ศ.2570		พ.ศ.2575		พ.ศ.2580		พ.ศ.2585	
		เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น	เช้า	เย็น
MB1	ไปชลบุรี	A	A	A	A	B	A	B	A	C	B	D	B
ทางหลัก	ไป กทม.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
MB1	ไปชลบุรี	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
ทางคู่ขนาน	ไป กทม.	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	D	D
MB2	ไปชลบุรี	A	B	B	C	C	D	D	F	E	F	F	F
ทางหลัก	ไป กทม.	B	A	C	A	D	A	E	A	F	B	F	C
MB2	ไปชลบุรี	E	C	F	C	F	D	F	F	F	F	F	F
ทางคู่ขนาน	ไป กทม.	A	A	A	A	B	A	B	B	C	C	D	C
MB3	ไปชลบุรี	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ทางหลัก	ไป กทม.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
MB3	ไปชลบุรี	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
ทางคู่ขนาน	ไป กทม.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
MB4	ไปพัทยา	B	A	C	B	D	C	E	D	F	F	F	F
	ไป กทม.	B	A	C	A	D	B	E	D	F	E	F	F
MB5	ไปพัทยา	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	ไป กทม.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B

หมายเหตุ: ถนนโครงการคือช่วง MB2 และ MB3

ตารางที่ 5 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของจุดเข้าสู่ทางหลักในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

ตำแหน่ง	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2575	พ.ศ. 2580	พ.ศ. 2585
EN1	A	A	A	B	B	C
EN2	B	C	D	E	F	F
EN3	A	A	A	A	A	B
EN4	F	F	F	F	F	F
EN5	A	A	A	A	A	A
EN6	A	A	A	A	B	C
EN7	A	A	A	A	A	A
EN8	A	A	A	A	A	A
EN9	A	A	A	A	A	A
EN10	A	A	A	A	A	A
EN11	A	A	A	A	A	A
EN12	A	A	A	A	A	A
EN13	A	A	A	A	A	A
EN14	C	C	D	F	F	F

ตารางที่ 6 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางแยกเชื่อมบน ทล.3466



1.ทางคู่ขนานเลี้ยวซ้ายไป ทล.3466
2.ออกจาก ทล.3466 เลี้ยวซ้ายเข้าทางคู่ขนาน
3.ทางคู่ขนานตรงไป

ทิศทาง	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2570	พ.ศ. 2575	พ.ศ. 2580	พ.ศ. 2585
ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า						
1	D	D	F	F	F	F
2	D	D	F	F	F	F
3	D	E	F	F	F	F
ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น						
1	D	D	F	F	F	F
2	D	E	F	F	F	F
3	D	E	F	F	F	F

3.6 การรับฟังความคิดเห็นของทุกภาคส่วน

กระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการได้มาซึ่งข้อมูลในเชิงลึก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการด้านทางหลวง คือ การสอบถามข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด เกี่ยวกับประเด็นปัญหาและข้อคิดเห็นต่างๆ ผ่านการสอบถามในภาคสนาม ตลอดจนการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็น ซึ่งผลจากการรับฟังความคิดเห็นทำให้ได้รับการยืนยันถึงข้อวิตกกังวล อาทิ ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาอุบัติเหตุบริเวณจุดกลับรถ เป็นต้น และความต้องการของประชาชน เช่น สะพานกลับรถสำหรับจักรยานยนต์ บริเวณหน้านิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์เพื่อแก้ไขปัญหาการขี่จักรยานยนต์ย้อนศร ตลอดจนการออกแบบทางแยกให้สอดรับกับการพัฒนาทางด่วนบูรพาวิถีของการทางพิเศษแห่งประเทศไทยในอนาคต

นอกจากนี้ ในการเสนอแนวทางในการปรับปรุงจุดเข้าออกและจุดกลับรถ นอกจากการพิจารณาถึงความเหมาะสมของตำแหน่งทางกายภาพ แล้วส่วนที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ การพิจารณาถึงความสอดคล้องกับความต้องการใช้งานของประชาชนในปัจจุบันด้วย

3.7 การเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

เนื่องจากบทความนี้มิได้มุ่งหวังในการนำเสนอเกี่ยวกับแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงนำเสนอเพียงภาพรวมของการดำเนินการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 การพิจารณาลำดับชั้นของถนน

ในการเสนอแนวทางในการปรับปรุงควรจะต้องพิจารณาถึงหน้าที่และลำดับชั้นของทางหลวง ซึ่งหากวิเคราะห์การจัดลำดับชั้นของถนน (hierarchy of road) ของ AASHTO [9] แล้ว ถนนเทพรัตน์จัดเป็นทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่ (Principal Arterial) และมีพื้นที่ผ่านทั้งในเขตเมือง นอกเขตเมือง และชนบท (Urban and Rural Contexts) และหากวิเคราะห์ตามมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศของกรมทางหลวง [10] จะถูกจัดเป็นทางหลวงชั้นพิเศษ โดยมีอัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ 90-110 กม./ชม. (60 กม./ชม.สำหรับเขตเมือง และ 70 – 90 กม./ชม. สำหรับทางขนาน) สำหรับมาตรฐานอื่นๆ ได้มีการกำหนดให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของการใช้งานที่เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่

3.7.2 แนวทางการปรับปรุงด้านกายภาพของทางหลวง

ผลจากการศึกษาได้มีการเสนอให้ทำการปรับปรุงด้านกายภาพของทางหลวง ประกอบด้วย การออกแบบจุดกลับรถใหม่ และการปรับปรุงจุดเปิดเข้าออกทางหลักให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดังนี้

- การปิดจุดกลับรถระดับพื้นดินทั้งหมดจำนวน 4 จุด และออกแบบจุดกลับรถใหม่เพิ่มเติมจำนวน 3 จุด
- ปิดจุดทางออกจากทางหลัก (Exit) จำนวน 3 จุด ซึ่งเป็นจุดที่มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่ปลอดภัย ปริมาณจราจรต่ำ และสามารถใช้จุดทางออกก่อนหน้าได้
- ปิดจุดทางเข้าสู่ทางหลัก (Entrance) จำนวน 1 จุด ซึ่ง เป็นจุดที่มีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะสม และสามารถเข้าจากจุดทางเข้าก่อนหน้าได้
- ปรับปรุงทางแยกต่างระดับหนองไม้แดง เพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัด โดยทำการออกแบบให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบในการขยายโครงข่ายทางพิเศษของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย
- การปรับปรุงทางแยก ทล.3466 (ถนนบ้านเก่า) โดยทำการออกแบบให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบในการขยายโครงข่ายทางพิเศษ (บูรพาวิถี) ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ทั้งนี้ เมื่อได้เสนอแนวทางเลือกในการปรับปรุงดังกล่าวแล้ว กระบวนการถัดไปต้องทำการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของช่วงถนนทางแยกต่างๆ อีกครั้ง เพื่อให้เห็นถึงผลลัพธ์ในการปรับปรุงโดยระดับการให้บริการไม่ควรต่ำกว่า LOS C และจะต้องนำข้อมูลและผลลัพธ์ทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการรับฟังความคิดเห็นของทุกภาคส่วนอีกครั้งหนึ่ง

อนึ่ง ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดจากรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการงานสำรวจและออกแบบปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง จุดตัดทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 – จุดตัดทางเลี่ยงเมืองชลบุรี ส่วนที่ 2 [11]

4. สรุปบทเรียนแนวทางในการศึกษาด้านวิศวกรรมจราจรของโครงการทางหลวงขนาดใหญ่

การบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการทางหลวงขนาดใหญ่ที่ถือเป็นกระดูกสันหลังของการเดินทางและการขนส่งของประเทศจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการดำเนินการอย่างละเอียดรอบคอบ เนื่องจาก การดำเนินการปรับปรุงต่างๆ มักจะใช้งบประมาณ และเวลาใน

การดำเนินการค่อนข้างสูง ตลอดจนจะมีผลกระทบกับทุกภาคส่วนในวงกว้าง

การศึกษาครั้งนี้ได้ยกตัวอย่างการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 (ถนนเทพรัตน์) เป็นกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนการศึกษาปัญหาด้านการจราจรดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งผลจากทบทวนข้อมูลและการสำรวจในภาคสนามทำให้ทราบถึงลักษณะด้านการจราจรในพื้นที่ตลอดจนปัญหาในหลายประเด็น ทั้งทางด้านความไม่ปลอดภัยของจุดกลับรถ การขับขี่จักรยานยนต์ย้อนทิศทาง การขับขี่ด้วยความเร็วสูงในช่องทางหลัก รวมถึงปัญหาการจราจรติดขัดในช่องทางขนาน ปัญหาจุดกลับรถไม่เพียงพอ จากการเติบโตของชุมชนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งสองฝั่งตามแนวทางหลวง เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การแก้ไขปัญหาต่างๆ ข้างต้นจำเป็นต้องมีข้อมูลด้านการจราจรที่ละเอียดครบถ้วนเพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจ นอกจากนี้ขั้นตอนหนึ่งที่เป็นหัวใจของความสำเร็จคือ กระบวนการรับฟังข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นจากประชาชนและทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่างเช่น การแก้ไขปัญหาจุดเปิดเข้า-ออกช่องทางหลัก (Access points) ที่อยู่ใกล้กัน ส่งผลให้เกิดการรบกวนความคล่องตัวของการจราจรในช่องทางหลัก ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการทบทวนตำแหน่งจุดเข้า-ออก ช่องทางด่วนใหม่ เช่น การปิด ปรับลด/ควบรวม หรือ เปิดจุดใหม่ เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะต้องพิจารณาถึงปริมาณการจราจรของแต่ละจุดเข้า-ออกในปัจจุบันและอนาคต (จากการสำรวจข้อมูลจราจรอย่างละเอียด ตลอดจนการวิเคราะห์และคาดการณ์ด้านการจราจรในอนาคต) ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินการไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับการจราจรในจุดเข้าออกใกล้เคียง ตลอดจนจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการและประชาชนในพื้นที่

นอกจากนี้ในการวางแผนและออกแบบทางด้านวิศวกรรมของทางแยกและพัฒนาเป็นทางแยกต่างระดับในโครงการนี้ยังต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกับรูปแบบและแนวทางการพัฒนาของหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ การปรับปรุงทางแยก ทล.3466 (ถนนบ้านเก่า) ร่วมกับการทางพิเศษแห่งประเทศไทยด้วย

อนึ่ง หากมีการดำเนินการโครงการขนาดใหญ่ลักษณะนี้ในอนาคต ควรจะมีการเพิ่มเติมการดำเนินการต่างๆ อาทิ

1) การพัฒนาระบบการบริหารจัดการข้อมูลและสถิติด้านการจราจรของโครงสร้างพื้นฐานด้านทางหลวง โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและครบถ้วน สำหรับใช้ในการพิจารณาและตัดสินใจในบริหารจัดการในอนาคต และยังสามารถใช้ในการประเมินผลภายหลังจากการปรับปรุงโครงการแล้วเสร็จ และใช้ในการวางแผนต่อไปในอนาคต
2) การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk analysis) ของโครงสร้างพื้นฐาน โดยวิเคราะห์ถึงความถี่ของเหตุการณ์ และความรุนแรงเมื่อเกิดเหตุเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการวางแผน วิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาต่อไป
3) ในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคตนั้น ควรจะพิจารณาให้มีการศึกษาครอบคลุมผู้ใช้รถใช้ถนนทุกกลุ่ม อาทิเช่น คนเดินเท้า ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินการครอบคลุมในทุกมิติด้านวิศวกรรมจราจร และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับการจราจรในจุดเข้า-ออกใกล้เคียง ตลอดจนจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการและประชาชนในพื้นที่เป็นสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนบทความขอขอบคุณกรมทางหลวงและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนประชาชนและผู้ใช้รถใช้ถนนในพื้นที่ศึกษา ที่ทำให้การศึกษาปัญหาการจราจรบนทางหลวงสายหลักขนาดใหญ่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] U. D. Ani, J. D. M. Watson, J. R. C. Nurse, A. Cook and C. Maple, “A review of critical infrastructure protection approaches: Improving security through responsiveness to the dynamic modelling landscape,” pp. 1-15, 1-2 May 2019.

[2] กรมทางหลวง, "ระยะทางในความรับผิดชอบ," 22 เมษายน 2564. [Online]. Available: http://www.doh.go.th/content/page/page/1103. [Accessed 15 พฤษภาคม 2564].

[3] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง, รายงานวิเคราะห์และคาดการณ์จราจร (ฉบับสมบูรณ์), โครงการงานสำรวจและออกแบบปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 ช่วงจุดตัดทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 – จุดตัดทางเลี่ยงเมืองชลบุรี ส่วนที่ 2, 2562.

[4] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, “ข้อมูลการจราจร,” 2566. [ออนไลน์]. Available: http://bhs.doh.go.th/download/traffic. [Accessed 25 มีนาคม 2566].

[5] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, “ข้อมูลรายการอุบัติเหตุ,” 2566. [ออนไลน์]. Available: http://bhs.doh.go.th/download/accident. [Accessed 25 มีนาคม 2566].

[6] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, “ข้อมูลสถิติปริมาณจราจร,” กรมทางหลวง, 2563.

[7] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, “สรุปสถิติวิศวกรรมจราจร สำหรับผู้บริหาร,” 2560. [ออนไลน์]. Available: http://bhs.doh.go.th/files/download/sum_enstat.pdf. [Accessed 25 มีนาคม 2566].

[8] HCM 2010: highway capacity manual. (2010). Washington, D.C.: Transportation Research Board,

[9] AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Street, 7th บ.ก., Washington D.C., 2018.

[10] กรมทางหลวง, "มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศ," กรมทางหลวง, 30 07 2560. [ออนไลน์]. Available: http://www.doh.go.th/content/page/page/5624. [Accessed 30 03 2566].

[11] สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง, "รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการงานสำรวจและออกแบบปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 34 ช่วง จุดตัดทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 – จุดตัดทางเลี่ยงเมืองชลบุรี ส่วนที่ 2," 2562.