

แนวทางการดำเนินการช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซง และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก Guidelines for Implementing Special Traffic Lanes Passing Lanes and Climbing Lanes

สุลัดดา ทรัพย์สิน¹ รพี ตั้งทรงสุวรรณ² ขวณรณณ์ สุนทรนาถ³ และทรศวรรษ ฉันทสุธรรม^{4,*}

^{1,2,4} สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม กรุงเทพมหานคร

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

^{*}Corresponding author; E-mail address: Tassawat.c@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกรมทางหลวงมีสายทางในความรับผิดชอบ 52,341.80 กิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงเป็น 2 ช่องจราจร สภาพถนนดังกล่าวมักเผชิญปัญหาการจราจรติดขัดและการเกิดอุบัติเหตุอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากข้อจำกัดด้านภูมิประเทศและงบประมาณทำให้ไม่สามารถขยายเพิ่มช่องจราจรได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบคมนาคมขนส่งทางถนนเป็นอย่างมาก เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้และยกระดับคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานด้านการจราจร หนึ่งในแนวทางที่ถูกพัฒนาคือ ช่องจราจรพิเศษ ซึ่งแบ่งออกเป็น ช่องจราจรสำหรับแซง (passing lanes) และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (climbing lanes) โดยช่องจราจรพิเศษดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในบริเวณที่การแซงทำได้ยากโดยเฉพาะรถบรรทุก โดยเฉพาะสายทางที่เป็นถนนสองช่องจราจรที่มีโค้งหรือลาดชัน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลแนวทางเกณฑ์การพิจารณาช่องจราจรพิเศษ เช่น ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก ความลาดชันของถนน เป็นต้น พร้อมทั้งดำเนินการวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service: LOS) เพื่อคัดเลือกแนวสายทางที่ผ่านเกณฑ์ ที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการออกแบบและก่อสร้างช่องจราจรพิเศษ เพื่อช่วยลดความแออัดของจราจร เพิ่มความเร็วในการเดินทาง และยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้ทางได้ในภาพรวม

คำสำคัญ: ทางหลวง, ช่องจราจรสำหรับแซง, ช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก, การจราจร, ความปลอดภัย

Abstract

Currently, the Department of Highways is responsible for a national highway network totaling 52,341.80 kilometers. The majority of these roads remain two-lane highways, which frequently experience traffic congestion and a high incidence of road accidents, particularly in areas with challenging topography such as steep slopes and sharp curves. In addition, budgetary constraints often hinder the expansion of road capacity through conventional widening methods.

These challenges significantly impact the efficiency and safety of Thailand's road transportation system. As a strategic response, the Department of Highways has developed the concept of special traffic lanes, which include passing Lanes and climbing Lanes. These special lanes are designed to enhance

road safety and improve traffic flow, especially on two-lane highways where overtaking is difficult, particularly for heavy vehicles.

In this study, the research team collected and analyzed key criteria for evaluating the suitability of highway segments for special lane implementation. These criteria include physical road characteristics, traffic volumes, the proportion of heavy vehicles, and roadway gradients. Furthermore, a Level of Service (LOS) analysis was conducted to identify candidate routes that meet the required thresholds. The selected routes will then be prioritized for the design and construction of special lanes with the aim of reducing congestion, improving travel speeds, and enhancing overall road safety for all users.

Keywords: highways, passing lanes, climbing lanes, traffic lanes, road safety

1. บทนำ

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของระบบจราจรและเพิ่มความปลอดภัยบนทางหลวงของประเทศ ปัจจุบัน กรมทางหลวงมีภารกิจหลักในการดูแลและบำรุงรักษาสายทางในความรับผิดชอบกว่า 52,341.80 กิโลเมตร โดยส่วนใหญ่ยังคงเป็นถนน สองช่องจราจร ซึ่งมักเผชิญปัญหาการจราจรติดขัดและอุบัติเหตุ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นโค้งลาดชัน การแซงทำได้ยาก และมีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงเนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณและสภาพพื้นที่ทำให้การขยายช่องจราจรแบบถาวรในบางพื้นที่เป็นไปได้ยาก แนวทางหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือ การจัดทำช่องจราจรพิเศษ ซึ่งแบ่งออกเป็น ช่องจราจรสำหรับแซง (passing lanes) และ ช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (climbing lanes) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจราจร ลดความล่าช้า และเพิ่มความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนทุกประเภท

บทความนี้เสนอแนวทางการดำเนินงานของ ช่องจราจรพิเศษ ทั้งสองประเภท โดยอธิบายหลักการออกแบบ ข้อกำหนดด้านวิศวกรรม รวมถึงผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินการตามโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจราจร

ในการศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกระแสจราจรนั้น สภาพการจราจร ซึ่งสามารถทำได้โดยกำหนดตัวแปรที่เหมาะสมที่สามารถใช้อธิบาย ลักษณะพื้นฐานของการเคลื่อนของกลุ่มยานพาหนะนั้น ตัวแปรสำคัญที่นิยมใช้บ่งบอกลักษณะของ กระแสจราจรได้แก่

2.1.1 ปริมาณจราจร (Traffic volume)

ปริมาณจราจรเป็นจำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนผ่านตำแหน่งอ้างอิงบนถนนช่องจราจร หรือทิศทางจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด ทั่วไปมีหน่วย คันต่อหน่วยเวลา

2.1.2 อัตราการไหล (Flow rate)

อัตราการไหลเป็นปริมาณจราจรในช่วงเวลาหนึ่ง โดยทั่วไปมีหน่วยเป็น คันต่อชั่วโมง

2.1.3 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นเป็นจำนวนยานพาหนะที่ครอบครองพื้นที่ผิวจราจรในช่วงความยาวถนนหรือ ช่องจราจรที่กำหนด มีหน่วย คันต่อเมตรหรือคันต่อเมตรต่อช่องจราจร เป็น ค่าที่วัดโดยตรงจาก นิยมคำนวณจากความเร็วเฉลี่ยและอัตราการไหลความจุของช่องจราจร

2.1.4 ความเร็ว (Speed)

ความเร็วเป็นอัตราการเคลื่อนที่ในหน่วยระยะทางต่อเวลา หรือส่วนกลับของ เวลาที่ยานพาหนะใช้ในการเคลื่อนที่ในระยะทางที่กำหนด ความเร็วเฉลี่ย คำนวณได้ 2 วิธี และให้ค่าที่แตกต่างกัน คือ time mean speed, TMS เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) และ Space Mean Speed, SMS เป็นค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก (harmonic mean) ในการวิเคราะห์วิศวกรรม จราจรส่วนมากจะใช้ค่า SMS เป็นหลัก

2.1.5 ความจุ (Capacity)

จากการศึกษา AASHTO [1] กำหนดความจุของทาง โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์วิเคราะห์ข้อมูลความจุ (capacity) ของทางหลวงสองช่องจราจร จะพิจารณาจากข้อมูลลักษณะของช่วงถนนนั้น ๆ ว่าอยู่ในพื้นที่ที่สามารถแซงได้ (passing zone) หรืออยู่ในพื้นที่ที่ห้ามแซง (no passing zone) โดยที่หากอยู่ในพื้นที่ที่สามารถแซงได้ หรืออยู่ในพื้นที่ที่ห้ามแซง ค่าความจุของถนนจะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1,700 คัน/ชั่วโมง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับการให้บริการของทางหลวงสองช่องจราจร (Two-Lane Highways in Non-Urban Areas)

การกำหนดอัตราการไหลของปริมาณจราจร (demand flow rate) ความจุ (capacity) และอัตราส่วนของปริมาณจราจรเทียบกับความจุ (d/c ratio) ผู้ประเมินได้ดำเนินการคำนวณหาอัตราการไหลของปริมาณจราจรรายชั่วโมง โดยอ้างอิงจากสมการที่ (1)

$$V_i = \frac{v_i}{PHF} \quad (1)$$

เมื่อ

v_i = อัตราการไหลของปริมาณจราจรในทิศทาง i (คัน/ชั่วโมง)

i = d (Analysis Direction: ทิศทางที่สนใจ) หรือ

o (Opposing Direction: ทิศทางตรงข้าม)

V_i = ปริมาณจราจรในทิศทาง i (คัน/ชั่วโมง)

PHF = Peak Hour Factor

ในส่วนของความจุของถนนนั้นจะพิจารณาจากลักษณะพื้นที่ของช่วงถนนนั้น ๆ หากเป็นถนนที่อยู่ในพื้นที่แซงได้ หรืออยู่ในพื้นที่ห้ามแซง ค่า

ความจุจะถูกระบุเป็น 1,700 คัน/ชั่วโมง จากนั้นผู้ประเมินจะระบุค่าความเร็วการไหลอย่าง อิสระ (free-flow speed) โดยการพิจารณาค่าความเร็วการไหลอย่างอิสระนั้น และพิจารณาช่วงเวลาที่ยานพาหนะสามารถทำความเร็วได้สูงสุดและนอกจากนี้ยังพิจารณาเรื่องของการแสงสว่างที่มีผลต่อการทำความเร็วอีกด้วย โดยเลือกความเร็วในช่วงเวลา 06:00-18:00 น. เป็นค่าความเร็วการไหลอย่างอิสระ

2.2 การพิจารณา 2 ช่องจราจร

การพิจารณาระดับการให้บริการ (Level Of Service) สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจร จากคู่มือ The Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) [2] ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน โดยรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแต่ละช่วงสายทาง จากนั้นนำข้อมูลไปคำนวณอัตราการไหลของจราจรในหน่วย pcu/h/lane เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของถนนแต่ละสายทางอย่างเป็นระบบและได้จำแนกประเภทของถนน 2 ช่องจราจร แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.2.1 ประเภทถนน Class I

เป็นถนนสายหลัก (arterial road) ที่มีการเดินทางเชื่อมต่อระหว่างเมือง (interstate) ที่พื้นที่ด้านข้างของเขตทางยังไม่มีการพัฒนา (none development) หรือมีชุมชน ซึ่งผู้ขับขี่ ส่วนใหญ่ต้องการใช้ความเร็วสูง (high speed) ในการเดินทางโดยไม่มีเขตควบคุมความเร็ว (none Speed limit zone)

2.2.2 ประเภทถนน Class II

เป็นถนนสายรอง (collector) ที่มีการเดินทางในพื้นที่ชนบท (rural) ที่พื้นที่ด้านข้างของเขตทางยังไม่มีการพัฒนา (none development) หรือมีชุมชน ซึ่งผู้ขับขี่ (driver) ส่วนใหญ่ต้องการใช้ความเร็วสูง (high speed) ในการเดินทางโดยไม่มีเขตควบคุมความเร็ว (none Speed limit zone)

2.2.3 ประเภทถนน Class III

เป็นถนนในพื้นที่ชุมชน (urban) ที่พื้นที่ด้านข้างของเขตทางมีการพัฒนา (development) ซึ่งผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ความเร็วสูง (low speed) ในการเดินทางได้ โดยมีเขตควบคุมความเร็ว (speed limit zone)

ตารางที่ 1 ระดับการให้บริการทางหลวง 2 ช่องจราจร

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways	หมายเหตุ
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PTSF (%)	
A	> 55 (> 89 kph)	≤ 35	≤ 40	> 91.7	การเคลื่อนตัวของ ยานอสังหาริมทรัพย์ ความเร็วถูกจำกัด ควบคุมโดยความ ต้องการของผู้ใช้
B	> 50 - 55 (> 80 - 88 kph)	> 35 - 50	> 40 - 55	> 83.3 - 91.7	การเคลื่อนตัวของ ยานอสังหาริมทรัพย์ ความเร็วที่เริ่ม ถูกจำกัด
C	> 45 - 50 (> 72 - 89 kph)	> 50 - 65	> 55 - 70	> 75.0 - 83.3	การเคลื่อนตัวยังคง ดี ความเร็วและ การเข้าถึง ยานอสังหาริมทรัพย์ เกือบจะ ไม่ลดลง
D	> 40 - 45 (> 64 - 72 kph)	> 65 - 80	> 70 - 85	> 66.7 - 75.0	การเคลื่อนตัวของ ยานอสังหาริมทรัพย์ เกือบจะถึงจุด ความเร็วยานอสังหาริมทรัพย์ การเข้าถึง ยานอสังหาริมทรัพย์ ไม่ลดลง
E	≤ 40 (≤ 64 kph)	> 80	> 85	≤ 66.7	การเข้าถึงยานอสังหาริมทรัพย์ ความเร็วลดลง การเคลื่อนตัวของ ยานอสังหาริมทรัพย์ คงที่อาจผสมกับ การหยุด
F	V > 3200 pc/hr/ln (2 direc) or V > 1700 pc/hr/ln				รถติดเคลื่อนตัว ตามกันเป็นแถว และความเร็วต่ำ

ที่มา The Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) [2]

2.3 การออกแบบช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซง (passing lanes) และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (Climbing Lanes)

2.3.1 ช่องจราจรสำหรับแซง (Passing lanes)

เป็นช่องจราจรที่เพิ่มเติมเข้ามาในทิศทางการจราจรหนึ่งหรือทั้งสองทางบนทางหลวงสองช่องจราจร เพื่อเพิ่มโอกาสในการแซง

2.3.2 ช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (Climbing Lanes)

เป็นช่องจราจรที่เพิ่มเติมเข้ามาในทิศทางการจราจรหนึ่งหรือทั้งสองทางบนทางหลวงสองช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก และเพื่อเพิ่มโอกาสในการแซง

ทั้งนี้ช่องจราจรทั้งสองแบบ ครอบคลุมแบบบางช่วงหรือแบบต่อเนื่องในพื้นที่ราบหรือที่มีเนิน และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการแซงของผู้ขับขี่ และเกณฑ์การออกแบบ การเลือกตำแหน่ง โดยการวิเคราะห์ความจุ การให้บริการทางหลวง 2 ช่องจราจรถูกนำมาใช้เพื่อพิจารณาด้วย ซึ่งจากคู่มือ Highway Capacity Manual (HCM 2010) มีวิธีการประเมินความจุของ 2 ช่องจราจร และพบว่าช่องจราจรสำหรับแซง และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก สามารถเพิ่มความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางได้ถึง 8 - 11% ขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรในพื้นที่ด้วย เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินงานจราจรช่องจราจรสำหรับแซง และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก พื้นที่ราบหรือที่มีเนินเล็กน้อย ความยาวของช่องเลี้ยวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ขั้นต่ำ 0.8 - 3.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอัตราการใช้ของจราจรตามทิศทาง ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์อัตราการไหลของจราจรและความยาวช่องจราจรระดับการให้บริการทางหลวง 2 ช่องจราจร

อัตราการไหลของจราจร ในแต่ละทิศทาง (คัน/ชั่วโมง)	ความยาวช่องแซงที่เหมาะสม (กม.)
น้อยกว่า 100	≤ 0.80
100 - 400	> 0.80 - 1.21
400 - 700	> 1.21 - 1.61
≥ 700	> 1.61 - 3.22

ที่มา The Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) [2]

Polus, A., และ Reshetnik, I. [3] ศึกษาประสิทธิภาพการลดความล่าช้าและเพิ่มระดับการให้บริการ โดยการประเมินแนวทางใหม่ในการลดความล่าช้าของถนน 2 ช่องจราจร โดยลดการติดขัดของการจราจรได้กว่า 30%

Lee, Eui Joon และคณะ [4] ศึกษาความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่มี การพัฒนาช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซง (passing lanes)

และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (climbing lanes) ในพื้นที่ขึ้นเขาของทางด่วนประเทศเกาหลี พบว่าความเร็วเฉลี่ยบนเส้นทางหลักเพิ่มขึ้น 7.5 km/h (10.5%) และอัตราส่วนจราจรต่อความจุ (V/C) จะลดลงประมาณ 0.13

Zhang และ Kim [5] จากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียและมหาวิทยาลัยเกาหลีใต้ทำการศึกษา การไหลของกระแสจราจรในกรณีมีรถยนต์เข้ามาในกระแสจราจร โดยเสนอทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความจุของถนนและปริมาณจราจรในลักษณะต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถของถนนในการรองรับปริมาณรถ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับเพียงความหนาแน่นของจราจรเท่านั้น แต่ยังรวมถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ลักษณะของถนน และความถี่ของการแทรกตัว ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของความเร็วและการเกิดจุดอืดตัวของจราจร

3. วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสรุปได้ดังนี้

3.1 โครงข่ายทางหลวง

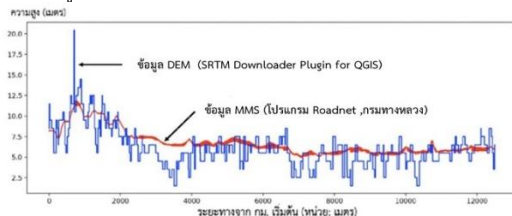
จากการรวบรวมข้อมูล ได้นำฐานข้อมูลของโครงข่ายทางหลวงจากกรมทางหลวงหลายระบบมารวมวิเคราะห์ โดยการจัดการข้อมูลที่มีหลายลักษณะโครงสร้าง ให้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อยู่ในรูปแบบโครงข่ายถนน (spatial network analysis) ได้นั้น โดยมีแนวทาง ในการประมวลผลด้วยฟังก์ชันดังนี้ การระบุตำแหน่งในสายทางด้วยเทคนิคทาง spatial analysis คือ การสร้างข้อมูล แนวสายทาง (line string) ที่มี การกำหนด จุดแบบต่อเนื่องไปตามแนวเส้น vertex ของจุดปลายของข้อมูลแต่ละช่วงด้วยการกำหนดพิกัด 3 แกน คือ (x, y, distance) ทำให้สามารถคำนวณระยะทางไปตามแนว ข้อมูลแนวสายทาง (line string) ได้ ซึ่งจากข้อมูล โครงข่ายทางหลวงของกรมทางหลวง พบว่าไม่ได้มีการสร้างข้อมูลจุดแบบต่อเนื่องไปตามแนวเส้น (vertex) พร้อมกับการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วย linear referencing เพื่อจัดแบ่งกลุ่มโดยเริ่มด้วยใช้ฟังก์ชัน ST_Line interpolate points ในการแบ่งระยะทางในแนวสายทางออกเป็นช่วงละ 3 กิโลเมตร จากนั้นนำช่วงสายทางของแนวสายทาง ดังนั้น การสร้างข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ การอ้างอิงเชิงเส้น (linear referencing) อาจจะต้องใช้ OSM (open street map) ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูลรองรับ การวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis)

3.2 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศของทางหลวง

การวิเคราะห์ความสูงภูมิประเทศ โดยใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ทางคณะผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูล โปรแกรมระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) จาก สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ซึ่งได้มีการเก็บข้อมูลความสูงแบบสามมิติจากการสำรวจด้วยระบบจัดทำแผนที่แบบเคลื่อนที่ (Mobile Mapping System (MMS)) โดยการติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์สามมิติและ ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System (GNSS)) บนยานพาหนะ แต่เนื่องจากการสำรวจด้วยระบบจัดทำแผนที่แบบเคลื่อนที่ ไม่ได้ทำการสำรวจครบทุกเส้นทาง ทางคณะผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลเส้นทางจากฐานข้อมูลจากแผนที่ OpenStreetMap (OSM) ที่เป็นข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย และยังเป็นแหล่งข้อมูลที่มีการ ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และสามารถรองรับการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยฟังก์ชันเชิงพื้นที่ (Spatial Functions) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการแยกเส้นจราจรในแต่ละทิศทางเพื่อใช้ในการประเมินความสูงภูมิประเทศอย่างละเอียด

ในการอ้างอิงตำแหน่งบนแนวสายทางทำโดยใช้เทคนิค Linear Referencing เพื่อสร้างจุดอ้างอิงตามระยะกิโลเมตร และใช้พิกัด ตำแหน่งดังกล่าวในการอ่านค่าความสูงจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข ซึ่งได้มาผ่าน SRTM Downloader Plugin ในโปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Quantum GIS) จากนั้นจึงดำเนินการประมาณค่าความสูง ในกรณีที่ตำแหน่งพิกัดไม่ตรงกับจุดกริดของแบบจำลองความสูงเชิงเลข เนื่องจากข้อมูล แบบจำลองความสูงเชิงเลข ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ลักษณะภูมิประเทศของแนวสายทางทั่วประเทศมีข้อจำกัดด้านความละเอียด

คณะผู้วิจัยจึงได้ประมวลผลให้ข้อมูลความสูงทั้งสองสอดคล้องกันมากขึ้น โดยใช้การประมาณค่าแบบ moving average ซึ่งใช้การเฉลี่ยข้อมูลจากกลุ่มข้อมูลย่อยตามขนาดที่กำหนด เช่น นำค่าความสูงทุกจุดในระยะ 1 กิโลเมตร มาเฉลี่ยและทำซ้ำไปเรื่อย ๆ ด้วยการขยับระยะ 1 กิโลเมตร ไปครั้งละ 3 เมตรจนกระทั่งสิ้นสุดสายทาง ก็จะได้ค่าความสูงที่มีค่ากระโดด (ความแตกต่างระหว่างความสูงของจุดข้างเคียง) โดยที่ขนาดข้อมูลเฉลี่ยทุก 3,000 เมตร จะทำให้ความความสูงระหว่าง MMS กับ DEM มีค่าสอดคล้องกันมากที่สุด และทางคณะผู้วิจัยได้ปรับกับแนวสายทางทั่วประเทศ เพื่อให้การวิเคราะห์ความลาดชันและลักษณะภูมิประเทศมีความแม่นยำยิ่งขึ้น ดังที่แสดงในรูปที่ 1



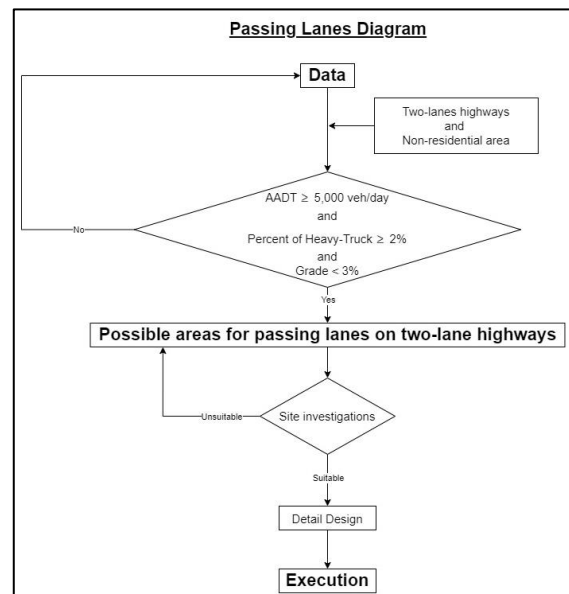
รูปที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณความสูงภูมิประเทศ

4. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแนวทางการพิจารณาช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซงและช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก

4.1 แนวทางการพิจารณาช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซง

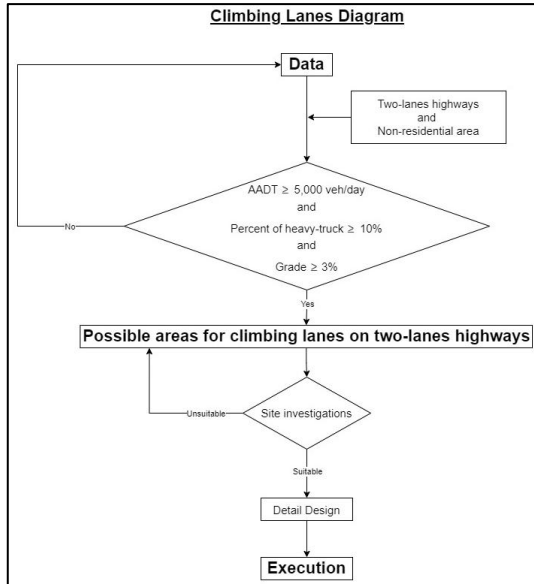
ในการพิจารณาแนวทางการดำเนินการช่องพิเศษสำหรับช่องจราจรสำหรับแซงบนถนนสองช่องจราจร พบว่าการประเมินเกณฑ์เบื้องต้นควรพิจารณา ได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวัน (annual average daily traffic (AADT)) ซึ่งต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 5,000 คันต่อวัน เปอร์เซ็นต์ของยานพาหนะหนัก ต้องไม่น้อยกว่า 2% ความลาดชันของถนน (grade) ไม่เกิน 3% หากถนนไม่ผ่านเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง จะถูกจัดว่าไม่เหมาะสม หลังจากนั้นทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการดำเนินการสำรวจหน้างาน (site investigations) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังแสดงเงื่อนไขการพิจารณาช่องจราจรสำหรับแซง
ที่มา:คู่มือ The Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) [2]

4.2 แนวทางการพิจารณาช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก (climbing lanes)

ช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก บนถนนสองช่องจราจร พบว่าการประเมินเกณฑ์เบื้องต้นควรพิจารณา ได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวัน (AADT) ซึ่งต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 5,000 คันต่อวัน เปอร์เซ็นต์ของยานพาหนะหนัก ต้องไม่น้อยกว่า 10% ความลาดชันของถนน (Grade) ต้องมากกว่า 3% หากถนนไม่ผ่านเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง จะถูกจัดว่าไม่เหมาะสม หลังจากนั้นทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการดำเนินการสำรวจหน้างาน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังแสดงเงื่อนไขการพิจารณาช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก

ที่มา:คู่มือ The Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) [2]

4.3 การวิเคราะห์ระดับการให้บริการ (Level of Service - LOS)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับการให้บริการของถนนทางหลวงในประเทศไทยที่ได้จากตาราง พบว่าถนนส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีระดับการให้บริการอยู่ในระดับ F ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำที่สุด แสดงถึงสภาพการจราจรที่หนาแน่น มีความล่าช้า และมีข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ จากการพิจารณาสำหรับ two-lane highways ภายใต้เงื่อนไข level terrain และ 60% no-Passing Zone ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่แนะนำให้พิจารณาสำหรับการก่อสร้างช่องจราจรพิเศษ ช่องจราจรสำหรับแซง และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก

ทางคณะผู้วิจัยได้พิจารณาทางหลวงที่เป็นถนนสายหลัก (Arterial road) ที่มีการเดินทางเชื่อมต่อระหว่างเมือง (interstate) สำหรับ 2 ช่องจราจร (ClassI) ได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อเสนอแนะให้การพิจารณาช่องจราจรพิเศษ

LOS	V/C Range	% Time Delay	Average Speed (mph)	ข้อเสนอแนะ
A	≤ 0.09	≤ 10	≥ 60	ไม่เหมาะสมกับช่องจราจรพิเศษ
B	0.10 - 0.21	≤ 20	≥ 55	ไม่เหมาะสมกับช่องจราจรพิเศษ
C	0.22 - 0.36	≤ 35	≥ 50	ไม่เหมาะสมกับช่องจราจรพิเศษ
D	0.37 - 0.60	≤ 50	≥ 45	พิจารณาเพิ่มเติมของพื้นที่
E	0.61 - 1.00	≤ 70	≥ 30	เหมาะสมก่อสร้างช่องจราจรพิเศษ
F	> 1.00	> 70	< 30	เหมาะสมก่อสร้างช่องจราจรพิเศษ

จากตารางสรุปได้ว่า

4.3.1 อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุ (V/C) ตั้งแต่ ≤ 0.09 (LOS A) ไปจนถึง > 1.00 (LOS F)

4.3.2 ปริมาณจราจรรวมสองทิศทาง (V ทั้งสองทิศ, vph) ตั้งแต่ ≤ 252 vph (LOS A) จนถึง > 2,800 vph (LOS F)

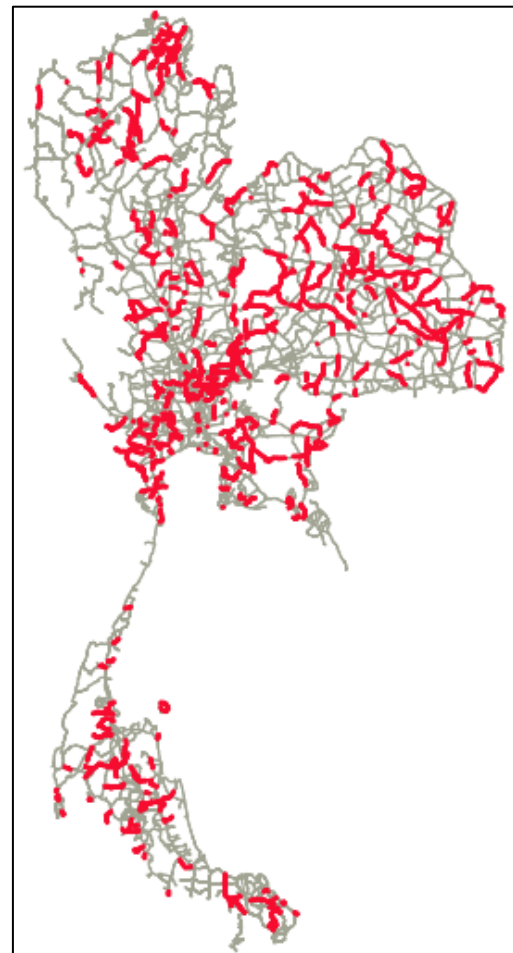
4.3.3 เปอร์เซ็นต์เวลาล่าช้า (% Time Delay) ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการชะลอตัวของจราจร

4.3.4 ความเร็วเฉลี่ยของการจราจร (mph) ซึ่งลดลงตามระดับ LOS ที่แย่ลง

4.4 เส้นทางหลวงที่เหมาะสมในการพัฒนาช่องจราจรพิเศษ

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทางหลวงระยะทางทั้งสิ้น 52,341.80 กิโลเมตรพิจารณาตามหลักเกณฑ์การพิจารณาช่องทางแซง และช่องรถบรรทุก รวมถึงระดับการให้บริการ LOS ดังแสดงในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.3 ผลการวิเคราะห์มีเส้นทางหลวงที่เข้าเกณฑ์การพิจารณาทั้งสิ้น 6,678 กิโลเมตรทั่วประเทศไทย แสดงดังรูปที่ 4

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทางคณะวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้คัดเลือก 9 สายทาง ที่มีความเหมาะสมในการดำเนินการพร้อมกับการตรวจสอบความเหมาะสมในเชิงพื้นที่ เพื่อดำเนินการก่อสร้างช่องทางพิเศษ ดังแสดงในตารางที่ 4 การก่อสร้างได้ใช้งบประมาณของ กรมทางหลวง ในปีงบประมาณ 2567 และ 2568 ซึ่งครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทย



รูปที่ 4 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับช่องจราจรสำหรับแซง และช่องจราจรสำหรับรถบรรทุก

ตารางที่ 4 การดำเนินการก่อสร้างช่องจราจรพิเศษ งบประมาณปี 2567 - 2568

ลำดับ	หมายเลขทางหลวง	ช่วง กม.ดำเนินการ	งบประมาณประจำปี	รูปแบบช่องจราจรพิเศษ
1	1303	9+800 – 10+800	2568	Passing Lane
2	202	214+000 – 214+610	2568	Passing Lane
3	23	172+000 – 174+000	2568	Passing Lane
4	3206	87+801 – 94+000	2568	Passing Lane
5	4	298+800 – 299+700	2568	Climbing Lane
6	120	29+345 – 31+465	2567	Climbing Lane
7	2013	45+975 – 48+000	2567	Climbing Lane
8	2171	21+000 – 31+000	2567	Passing Lane
9	323	132+700 – 135+900	2567	Passing Lane

ที่มา สำนักแผนงาน กรมทางหลวง

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 ระดับการให้บริการโดยรวม

ถนนที่ทำการศึกษามีระดับการให้บริการ (LOS) อยู่ในระดับ E ถึง F ซึ่งบ่งชี้ว่าการจราจรอยู่ในสภาพที่คับคั่งอย่างมาก ผู้ใช้ถนนจะได้รับผลกระทบจากความหนาแน่นของการจราจรอย่างมาก

5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้บริการ

ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อระดับการให้บริการคือ อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุถนน (V/C Ratio) ซึ่งในหลายช่วงถนนมีค่า อัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุถนน เกิน 1 บ่งชี้ว่าปริมาณจราจรเกินกว่าความสามารถในการรองรับของถนน นอกจากนี้ยังมีอีกปัจจัยคือ ร้อยละของรถบรรทุกหนัก ในช่วงถนนที่มีค่าร้อยละที่สูง มีส่วนทำให้ระดับการให้บริการลดลงด้วย

5.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันของ พื้นที่ราบ (Level), เนินเขา (Rolling), และภูเขา (Mountain) มีอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุถนนแตกต่างกัน ซึ่งระดับการให้บริการ เป็น F ทั้งหมด ซึ่งบ่งชี้ว่าการจราจรอยู่ในสภาพที่คับคั่งอย่างมาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่า ถนนส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีระดับการให้บริการต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและยกระดับการให้บริการของถนน

จากผลการวิเคราะห์ คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกช่องทางพิเศษเพื่อดำเนินการก่อสร้างจริงจำนวน 9 สายทาง ซึ่งปัจจุบันอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง เมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จจะทำให้การเก็บข้อมูลจราจรเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนและหลังก่อสร้างช่องทางพิเศษในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นผลสำเร็จจากการสนับสนุนและความร่วมมืออันทรงคุณค่าของกรมทางหลวง และคณะทำงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์วิจัยและให้คำปรึกษา ตลอดจนเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเนื้อหาให้สมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณในความทุ่มเทและความเชี่ยวชาญที่ช่วยให้บทความชิ้นนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- [1] AASHTO (2011), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.
- [2] HCM 2010. Highway Capacity Manual. (2010)., Transportation Research Board, Washington D.C.
- [3] Polus, A., & Reshetnik, I. (1987). Impact of passing-climbing lanes on traffic flow on upgrades. Transportation Research Part A: General, 21(6), pp.401-410.
- [4] Lee, E. J., Park, K. J., Han, K. H., & Baek, K. M. (2010). Effectiveness analysis of improved passing method considering traffic pattern on climbing lane. International Journal of Highway Engineering, 12(2), pp.91-97.
- [5] Zhang, H. M., & Kim, T. (2005). A car-following theory for multiphase vehicular traffic flow. Transportation Research Part B: Methodological, 39(5), pp.385-399.
- [6] RL. Brown and JE. Hummer (2000). Determining the best method for measuring no-passing zones. Transportation Research Record - Volume 1701, pp.61-67
- [7] Rocci S (1998). A system for no-passing zone signing and marking setup, Vigiconsult, S.A., pp.37-1 – 37-11
- [8] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2022. Transportation Research Board 2022 Annual Report. Washington, DC: The National Academies Press.
- [9] ธนา น้อยเรือน, ชاکิต ชูวัฒนากร, อัครพงษ์ เทพแก้ว และ ประดิษฐ์ เจริญกุลประเสริฐ (2565). การศึกษาการจัดการจราจรบริเวณทางแยกที่มีรูปแบบต่างกันด้วยแบบจำลองด้านการจราจร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24-26 สิงหาคม 2565, หน้า TRL21-1-TRL21-10.
- [10] วิทยา รังคนานนท์, ศิริธร ศิริธร (2555). การประเมินความจุของทางหลวงจากรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและอัตราการไหล: กรณีศึกษาถนนธนรัชต์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิชาการ มศว., ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, หน้า 1-14.
- [11] QGIS Development Team. (2023). SRTM Downloader Plugin for QGIS. Open Source Geospatial Foundation Project. Available at: <https://plugins.qgis.org/plugins/srtm-downloader/>