

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงการชนตามเกณฑ์ iRAP กับสถิติอุบัติเหตุทางถนน

Analyzing the Relationship Between Crash Risk Based on iRAP Criteria and Road Accident Statistics

สิริวิญญ์ แตรตุลาการ^{1*}, และ เกษม ชูจารุกุล²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author; E-mail address: 6572088821@student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาระดับโลกที่ก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมหาศาล ในปัจจุบัน ถนนแต่ละลำดับชั้น (Hierarchy) มีบทบาทและหน้าที่ในการให้บริการที่แตกต่างกัน เช่น ถนนลำดับชั้นที่ 1 และ 2 เน้นความคล่องตัวของการจราจร ส่วนถนนลำดับชั้นที่ 3 และ 4 ให้ความสำคัญกับการเข้าถึงพื้นที่ แต่ถนนในแต่ละลำดับชั้นยังคงมีปัญหาด้านความปลอดภัยและมีองค์ประกอบกายภาพบนถนนที่ไม่ปลอดภัยตามมาตรฐาน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูล iRAP ซึ่งเป็นการประเมินความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากองค์ประกอบโครงสร้างและสภาพแวดล้อมบนถนน โดยให้คะแนนความเสี่ยงของถนนเส้นนั้นแล้วนำมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบดาว (Star Rating) โดยข้อมูลนี้นำมาทำการวิจัยอ้างอิงมาจากกรมทางหลวงที่ทำการประเมินไว้ในปี พ.ศ. 2563 บนทางหลวงสายหลัก 6,361.2 กิโลเมตร เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสถิติอุบัติเหตุบนทางหลวงกับคะแนนความเสี่ยง iRAP โดยใช้วิธีสถิติการถดถอยเชิงเส้นและสถิติวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยผลการวิจัยนี้พบว่าคะแนนความเสี่ยงส่งผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่มากขึ้นเฉพาะอุบัติเหตุการวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับในทุกลำดับชั้น โดยเฉพาะในลำดับชั้น 1 ที่มีความสัมพันธ์อย่างมากในระดับนัยสำคัญที่ 0.008 สำหรับผู้ใช้รถยนต์ และ 0.03 สำหรับผู้ใช้จักรยานยนต์ โดยเป้าหมายในงานวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงจากระบบ iRAP กับข้อมูลอุบัติเหตุจริง เพื่อวางแผนการปรับปรุงและพัฒนาถนนทางหลวงให้ปลอดภัยตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: iRAP, สมการถดถอย, ลำดับชั้นถนน, อุบัติเหตุทางถนน, ความปลอดภัยบนถนน

Abstract

Road traffic accidents are a major global issue that cause extensive loss of life and property. Different road hierarchy levels serve distinct purposes: levels 1 and 2 prioritize traffic mobility, while levels 3 and 4 emphasize local accessibility. However, safety challenges remain across all levels due to

substandard physical road conditions. This study employs data from the International Road Assessment Programme (iRAP), which evaluates crash risk based on road infrastructure and environmental features, generating a risk score converted into a Star Rating. The dataset, collected by the Department of Highways in 2020, covers 6,361.2 kilometers of Thailand's national highways. The objective is to analyze the relationship between iRAP risk scores and actual crash statistics using linear regression and correlation analysis. Results show a positive correlation between iRAP scores and run-off-road crashes on the driver's side across all road levels, with the most significant relationships found in level 1 roads ($p = 0.008$ for car users and $p = 0.03$ for motorcycle users). The findings suggest that higher iRAP risk scores are associated with a greater likelihood of certain crash types and can serve as a basis for prioritizing safety improvements on high-risk road segments. This research supports the use of iRAP data in planning and upgrading highway infrastructure to meet safety standards and reduce crash risk. Keywords: iRAP, Linear Regression, Hierarchy, Road traffic accidents, Road safety audit

1. คำนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อทั้งด้านชีวิตและเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ที่ยังขาดมาตรการป้องกันและโครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัยอย่างเพียงพอ จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2566 [1] ระบุว่า อุบัติเหตุทางถนนเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับหนึ่งในกลุ่มอายุ 5–29 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มเยาวชนและวัยแรงงาน

นอกจากนี้ จากการประชุมรัฐมนตรีด้านความปลอดภัยทางถนนระดับโลกครั้งที่ 3 ที่กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน ประเทศไทยได้ให้การสนับสนุนปฏิญญาสตอกโฮล์ม (Stockholm Declaration) ซึ่งมีเป้าหมายใน

การลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกลงร้อยละ 50 ภายในปี 2574 โดยอ้างอิงจากเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ข้อ 3.6

หนึ่งในมาตรการสำคัญคือการส่งเสริมให้เส้นทางเดินทางกว่า 75% มีระดับความปลอดภัยไม่น้อยกว่า 3 ดาวตามเกณฑ์ของ iRAP (International Road Assessment Programme) ซึ่งเป็นระบบการประเมินความปลอดภัย ถนนที่ใช้หลักการให้คะแนนความเสี่ยงในรูปแบบ “ระดับดาว” โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของถนน สิ่งปลูกสร้างข้างทาง และพฤติกรรมผู้ขับขี่

ประเทศไทย โดยเฉพาะกรมทางหลวง ซึ่งดูแลโครงข่ายถนนมากกว่า 50,000 กิโลเมตร ได้มีการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม แม้อัตราการเกิดอุบัติเหตุอาจลดลง แต่อัตราการเสียชีวิตกลับเพิ่มขึ้น เช่น ในปี 2566 มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนน 2,545 ราย เพิ่มขึ้นจากปี 2565 ที่มี 2,297 ราย โดยเฉพาะอุบัติเหตุจากการชนคนเดินเท้า การชนประสาธาณ และบริเวณจุดอันตราย เช่น ทางตรง ทางโค้ง ทางแยก และจุดกลับรถ

ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลถนนและอุบัติเหตุจากแหล่งต่างๆ เช่น iRAP และ HAIMS (Highway Accident Information Management System) จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อหาแนวโน้ม ความสัมพันธ์ และแนวทางการพัฒนาความปลอดภัยบนทางหลวงไทยในเชิงลึก ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อยกระดับการวางแผนและการตัดสินใจด้านความปลอดภัยทางถนนในระดับนโยบาย

โดยมีสมมุติฐานว่าคะแนนความเสี่ยงจาก iRAP ที่ยิ่งเพิ่มขึ้น จะยิ่งส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุรูปแบบนั้นมากขึ้น ในถนนช่วงที่ทำการศึกษ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความเสี่ยงจาก iRAP ตามลำดับชั้นถนน และศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลอุบัติเหตุจริงจากระบบ HAIMS โดยใช้ข้อมูลถนนของกรมทางหลวงระยะทาง 6,361.2 กิโลเมตรในปี 2565 – 2566 ยกเว้นถนนทางด่วน (Express way, Motorway) ที่ข้อมูลไม่ครอบคลุมผู้ใช้ทุกประเภท

ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยระบุถึงความเสี่ยงที่น่าเชื่อถือของ iRAP ที่มีต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุ จากการประเมินความสอดคล้องของคะแนน iRAP กับอุบัติเหตุจริง เพื่อใช้พัฒนาแนวทางเพิ่มความปลอดภัยบนถนนต่อไป

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเกิดอุบัติเหตุทางถนนเป็นปัญหาสำคัญระดับโลก โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่ขาดมาตรการเชิงรุกด้านความปลอดภัยและโครงสร้างพื้นฐานที่มีมาตรฐาน การศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุมีทั้งด้านกายภาพของถนน พฤติกรรมของผู้ใช้ทาง และระบบการบริหารจัดการความปลอดภัย การทบทวนวรรณกรรมในบทนี้จึงครอบคลุมถึงแนวทางการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทย ระบบการประเมินความเสี่ยงระดับสากล ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญของการออกแบบระเบียบวิธีวิจัยในบทความนี้

2.1 แนวทางการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทย

หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยบนทางหลวงในประเทศไทย ได้แก่ กรมทางหลวง (ทล.) และกรมทางหลวงชนบท (ทช.) ได้กำหนด

แนวทางการตรวจสอบความปลอดภัยบนถนน (Road Safety Audit: RSA) ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ระยะวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง ไปจนถึงถนนที่เปิดให้บริการแล้ว [2-6] โดยมีการประเมินประเด็นต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมของแนวเส้นทาง ความปลอดภัยที่ทางแยก การติดตั้งป้ายจราจร สภาพพื้นที่ริมทาง และองค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม โดย ทล. มีกระบวนการตรวจสอบ 6 ระยะ และใช้รายการตรวจสอบหลัก (Master Checklist) เพื่อให้มั่นใจว่าประเด็นความเสี่ยงได้รับการประเมินครบถ้วน ขณะที่ ทช. กำหนดระดับของผู้ตรวจสอบออกเป็น 3 ระดับ และจัดตั้งคณะตรวจสอบที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามลักษณะของโครงการ

2.2 ระบบการประเมินความปลอดภัยถนน iRAP

ระบบการประเมินความปลอดภัยถนนในระดับนานาชาติ ได้แก่ EuroRAP (ยุโรป), AusRAP (ออสเตรเลีย), usRAP (สหรัฐอเมริกา) และ iRAP (ระดับนานาชาติ) [7-10] ซึ่ง iRAP ถือเป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการสรุปตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างของ Road Assessment Program ที่ได้กล่าวไปข้างต้นไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปกระบวนการประเมินความปลอดภัยในต่างประเทศ

โปรแกรม	ต้นแบบ	ตัวชี้วัด
usRAP	EuroRAP	3 ตัวชี้วัด ได้แก่ - แผนที่ความเสี่ยง - การให้ระดับดาว - การติดตามผลการดำเนินงาน
iRAP	EuroRAP, AusRAP	3 ตัวชี้วัด ได้แก่ - แผนที่ความเสี่ยง - การให้ระดับดาว - การติดตามผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 (ต่อ) สรุปกระบวนการประเมินความปลอดภัยในต่างประเทศ

โปรแกรม	ต้นแบบ	ตัวชี้วัด
EuroRAP	-	3 ตัวชี้วัด ได้แก่ - แผนที่ความเสี่ยง - การให้ระดับดาว - การติดตามผลการดำเนินงาน
AusRAP	EuroRAP	2 ตัวชี้วัด ได้แก่ - แผนที่ความเสี่ยง - การให้ระดับดาว

โดยในประเทศไทยกรมทางหลวงได้นำระบบ iRAP มาประเมินความเสี่ยงของถนนโดยใช้แบบจำลองเชิงป้องกัน (Proactive Risk Assessment) โดยโปรแกรม iRAP ได้มีการแนะนำให้นำข้อมูลถนนออกเป็นช่วง ๆ (segment) ทุก 100 เมตร การประเมินถนนเพื่อจัดลำดับความเสี่ยงตามแนวทางของ iRAP จะใช้ข้อมูลองค์ประกอบของถนนประมาณ 60 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางถนน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลด้านสภาพข้างทาง (Roadside) ข้อมูลของช่วงถนน (Midblock) ข้อมูลบริเวณทางแยก

(Intersections) ปริมาณการจราจร (Flow) สิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานที่มีความเสี่ยง (VRU fatalities and land use) และข้อมูลด้านความเร็ว (Speeds) และประเมินตามปัจจัยความเสี่ยงที่มีผลต่อผู้ใช้งานแต่ละประเภท ได้แก่ ผู้ใช้รถยนต์ จักรยานยนต์ จักรยาน และคนเดินเท้า ผลลัพธ์ของการประเมินแสดงในรูปแบบ “ระดับดาว” ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ดาว โดยถนนที่ได้คะแนนระดับ 5 ดาวคือถนนที่ปลอดภัยมากที่สุด ในขณะที่ถนนที่ได้คะแนนระดับ 1 ดาว จะเป็นถนนที่มีความปลอดภัยต่ำที่สุด โดยตามมาตรฐานสากล ถนนที่ถือว่าปลอดภัยควรอยู่ในระดับตั้งแต่ 3 ดาวขึ้นไป iRAP ยังระบุแนวทางในการปรับปรุงถนนให้ปลอดภัยขึ้นตามเป้าหมายของ Stockholm Declaration ซึ่งมุ่งให้ถนนกว่า 75% มีคะแนนความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 ดาว

การจัดลำดับระดับดาวของถนนตามมาตรฐาน iRAP จะอิงจากค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินองค์ประกอบของถนน โดยใช้ ค่าคะแนนการจัดลำดับ (Star Rating Score: SRS) ซึ่งจะคำนวณตามสมการที่ 1

$$SRS = \sum \text{Crash Type Scores} \quad (1)$$

เมื่อ

- SRS คือคะแนนความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตหรือบาดเจ็บสาหัสสำหรับผู้ใช้งานแต่ละประเภท ได้แก่ ผู้ใช้รถยนต์ ผู้ใช้จักรยานยนต์ ผู้ใช้จักรยาน และผู้คนเดินเท้า
- Crash Type Scores คือค่าคะแนนของการชนของแต่ละประเภทโดย = Likelihood x Severity x Operating speed x External flow influence x Median traversability
- Likelihood คือโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ โดยพิจารณาจากปัจจัยทางกายภาพของถนนที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
- Severity คือ ระดับความรุนแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ โดยพิจารณาจากปัจจัยของถนนที่ส่งผลต่อความสูญเสีย เช่น ลักษณะของวัสดุข้างทาง หรือประเภทเกาะกลาง เป็นต้น
- Operating speed คือ ความเร็วในการจราจร ซึ่งสัมพันธ์กับระดับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วที่ใช้
- External flow influence คือ ปัจจัยภายนอกที่สะท้อนถึงผลกระทบจากผู้ใช้งานรายหนึ่งที่มีโอกาสเพิ่มโอกาสเกิดอุบัติเหตุกับผู้ใช้งานรายอื่น
- Median Traversability คือ ความสามารถในการข้ามเกาะกลางถนน ซึ่งมีผลต่อแนวโน้มที่ยานพาหนะจะเดินทางผิดทิศทางจราจร หรือเกิดการชนจากทิศตรงข้าม

ในการศึกษาี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับทุกกลุ่มประเภทผู้ใช้งาน ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ควรต้องปรับปรุงแก้ไขให้ถนนทางหลวงมีระดับความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล โดยหลักการประเมินความเสี่ยงของแต่ละประเภทผู้ใช้งานตามมาตรฐาน iRAP จะมีการประเมินที่แตกต่างกันออกไป โดยผู้วิจัยได้สรุปออกมาไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักการประเมินของแต่ละผู้ใช้

ประเภทผู้ใช้	ประเภทของการชน
ผู้ใช้รถยนต์	- การวิ่งหลุดออกข้างทาง - การชนประสานงา - การชนจากการปาดหน้า - การชนที่ทางแยก - การชนที่ทางเชื่อมต่อ
ผู้ใช้จักรยานยนต์	- การวิ่งหลุดออกข้างทาง - การชนประสานงา - การชนจากการปาดหน้า - การชนที่ทางแยก - การชนที่ทางเชื่อมต่อ - การถูกชนท้าย
ผู้ใช้จักรยาน	- การวิ่งหลุดออกข้างทาง - การถูกชนท้าย - การชนที่ทางแยก
ผู้คนเดินเท้า	- การวิ่งหลุดออกข้างทาง - การถูกชนท้าย - การชนที่ทางแยก

โดยแต่ละประเภทของผู้ใช้งานได้มีการแบ่งระดับคะแนนในการประเมินไว้ดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับคะแนนความเสี่ยงของผู้ใช้งาน

ระดับดาว	คะแนนความเสี่ยง				
	ผู้ใช้รถยนต์และผู้ใช้จักรยานยนต์	ผู้ใช้จักรยาน	คนเดินเท้า		
			ทั้งหมด	ทางเท้า	ทางข้าม
5	0 - 2.5	0 - 5	0 - 5	0 - 0.2	0 - 4.8
4	2.5 - 5	5 - 10	5 - 15	0.2 - 1	4.8 - 14
3	5 - 12.5	10 - 30	15 - 40	1 - 7.5	14 - 32.5
2	12.5 - 22.5	30 - 60	40 - 90	7.5 - 15	32.5 - 75
1	> 22.5	> 60	> 90	> 15	> 75

2.3 การแบ่งลำดับชั้นถนนตามลักษณะหน้าที่ (Hierarchy)

การจำแนกถนนตามหน้าที่ (Functional Classification) [16] เป็นแนวคิดสำคัญที่ใช้ในงานวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง บำรุงรักษา และบริหารจัดการจราจร เพื่อให้ระบบโครงข่ายถนนมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยหลักการจำแนกจะพิจารณาจากระดับการสัญจร (mobility) และการเข้าถึงพื้นที่ (land access) ซึ่งมีลักษณะผกผันกัน และจัดออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1. Arterials คือการสัญจรสูงการเข้าถึงที่ดินต่ำ 2. Collectors คือการสัญจรและการเข้าถึงที่ดินระดับปานกลาง 3. Locals คือการสัญจรต่ำการเข้าถึงที่ดินสูง

จากการศึกษาโดยกรมทางหลวง (พ.ศ. 2563) ได้มีการจัดระดับลำดับชั้นทางหลวงในประเทศไทยออกเป็น 5 ชั้น โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านการเชื่อมโยงเมือง พื้นที่เศรษฐกิจ การขนส่ง และด้านชายแดน โดยรายละเอียดของแต่ละระดับมีดังนี้

- ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (Motorway) คือ เชื่อมต่อกรุงเทพฯ กับภูมิภาคและประเทศเพื่อนบ้าน รองรับจราจรสูง การจราจรไม่ถูกขัดจังหวะ ความเร็วจำกัด 120 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 100-120 กม./ชม. มีทางร่วมต่างระดับ ช่องจราจร ≥ 4 ช่อง (ส่วนใหญ่มากกว่า 6 ช่อง) พร้อมระบบแบ่งทิศทางชัดเจน
- ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้น 1 (Link 1 – National Highway) เส้นทางหลักระดับประเทศ เชื่อมภูมิภาคและประเทศเพื่อนบ้าน รองรับปริมาณจราจรสูง (มากกว่า 20,000 คัน/วัน) ความเร็วจำกัด 90-120 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 90-110 กม./ชม. การจราจรโดยทั่วไปไม่ถูกขัดจังหวะ ยกเว้นทางแยกหลัก ช่องจราจร ≥ 4 ช่อง พร้อมเกาะกลางแบ่งทิศทาง
- ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้น 2 (Link 2 – Regional Highway) คือ เชื่อมการเดินทางระหว่างจังหวัด รองรับปริมาณจราจรระดับปานกลาง (8,000-20,000 คัน/วัน) ความเร็วจำกัด 90-100 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 90-100 กม./ชม. มีการจราจรถูกขัดจังหวะ มีสัญญาณไฟควบคุมที่ทางแยก ช่องจราจร ≥ 4 ช่อง มีเกาะกลาง
- ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้น 3 (Link 3 – Provincial Highway) คือ เชื่อมโยงระหว่างอำเภอภายในจังหวัด รองรับปริมาณจราจรปานกลาง (2,500-8,000 คัน/วัน) ความเร็วจำกัด 90 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 80-90 กม./ชม. การจราจรถูกขัดจังหวะ มีจำนวนแยกมาก ส่วนใหญ่มี 2 ช่องจราจร และไม่มีการแบ่งทิศทางชัดเจน
- ทางหลวงแผ่นดินลำดับชั้น 4 (Link 4 – District Highway) คือ เชื่อมโยงพื้นที่ระดับอำเภอ รองรับจราจรต่ำ (น้อยกว่า 2,500 คัน/วัน) ความเร็วจำกัด 90 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 50-60 กม./ชม. ในเขตชุมชน และ 80-90 กม./ชม. ในเขตนอกเมือง ระดับการควบคุมต่ำ มีการจราจรขัดจังหวะ จำนวนช่องจราจรส่วนใหญ่เป็น 2 ช่อง ไม่มีการแบ่งทิศทางชัดเจน

2.4 ระบบ HAIMS

HAIMS (Highway Accident Information Management System) เป็นระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาโดยกรมทางหลวง เพื่อรวบรวมและจัดการข้อมูลอุบัติเหตุบนเครือข่ายถนนสายหลักของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการสนับสนุนการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยง การจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขจุดเสี่ยง และการวางแผนด้านความปลอดภัยทางถนนอย่างเป็นระบบ

ระบบ HAIMS เป็นการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจากหลายแหล่ง เช่น รายงานของตำรวจ รายละเอียดของจุดเกิดเหตุ สภาพทางกายภาพของถนน

ลักษณะโครงสร้างทางเรขาคณิต พฤติกรรมของผู้ขับขี่ รวมถึงสภาพแวดล้อมรอบบริเวณที่เกิดเหตุ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดระเบียบและประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์เชิงสถิติ และสามารถนำไปใช้งานร่วมกับพิกัดตำแหน่งบนถนน (GIS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยข้อมูลแต่ละรายการใน HAIMS จะเชื่อมโยงกับพิกัดตำแหน่งบนถนน (GIS) และประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ เช่น ระยะทาง, ปริมาณจราจร (AADT), ลักษณะทางกายภาพของถนน, สภาพแวดล้อม, และความรุนแรงของอุบัติเหตุ (เช่น การบาดเจ็บหรือเสียชีวิต) การใช้ฐานข้อมูล HAIMS จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยทางถนน และการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการต่าง ๆ โดยเฉพาะเมื่อนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลความเสี่ยงจากระบบ iRAP เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยง (SRS) และการเกิดอุบัติเหตุจริงในพื้นที่

2.5 เครื่องมือทางสถิติเพื่อการคำนวณ

1. ระยะทางการเดินทางของยานพาหนะ (Vehicle Kilometers Traveled: VKT)

Vehicle Kilometers Traveled (VKT) [13] เป็นตัวแปรที่ใช้วัดปริมาณการใช้ถนน โดยคำนวณจากผลคูณระหว่างปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Annual Daily Traffic: AADT) กับระยะทางของถนนในแต่ละช่วงตอนควบคุมถนน (Segment Length) สามารถเขียนได้ในรูปสมการที่ 2

$$VKT = AADT \times \text{Segment Length} \times 365 \quad (2)$$

ค่าที่ได้จาก VKT แสดงถึงปริมาณระยะทางที่ยานพาหนะทั้งหมดใช้บนถนนช่วงใดช่วงหนึ่งในหน่วยร้อยละล้านคัน/กิโลเมตร และถูกใช้เพื่อปรับค่าของตัวแปรอื่นให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ เช่น การคำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อหน่วย VKT เพื่อสะท้อนความเสี่ยงโดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือความยาวของถนน

การใช้ VKT เป็นพื้นฐานสำหรับเปรียบเทียบข้อมูลด้านความปลอดภัยบนถนน

ซึ่งช่วยให้สามารถเปรียบเทียบความเสี่ยงด้านความปลอดภัยระหว่างถนนที่มีลักษณะทางกายภาพหรือปริมาณจราจรต่างกันได้อย่างเป็นธรรมและมีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เป็นหน่วย อุบัติเหตุจำนวนครั้งต่อร้อยละล้าน VKT

2. การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) [14] เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยมีเป้าหมายเพื่ออธิบายหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามจากค่าของตัวแปรอิสระ โดยรูปแบบของโมเดลถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายสามารถเขียนได้ในรูปสมการที่ 3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (3)$$

โดยที่

Y = ตัวแปรตาม

X = ตัวแปรอิสระ

β_0 = ค่าคงที่ (intercept)

β_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ (slope)

ε = ค่าคลาดเคลื่อน (error term)

การวิเคราะห์นี้อาศัยสมมติฐานหลัก ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร ความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน ความแปรปรวนคงที่ของค่าคลาดเคลื่อน (homoscedasticity), และการแจกแจงแบบปกติของค่าคลาดเคลื่อน การตีความผลลัพธ์จะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ β_1 ค่า p-value, และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-squared) ซึ่งใช้วัดสัดส่วนของความแปรปรวนใน Y ที่สามารถอธิบายได้ด้วย X

3. ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน

ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation Coefficient) หรือ Spearman's rho (ρ) [15] เป็นสถิติแบบไม่พารามตริกที่ใช้วัดความสัมพันธ์เชิงอันดับ (rank-based monotonic relationship) ระหว่างตัวแปรสองตัว โดยไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้น หรือสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

Spearman จะเปลี่ยนลำดับของข้อมูลเป็นอันดับ (rank) แล้วคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอันดับของตัวแปรทั้งสอง โดยรูปแบบสมการแสดงไว้ในสมการที่ 4

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (4)$$

โดยที่

ρ คือ ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน

d_i คือ ความต่างระหว่างอันดับของค่าคู่ที่ i

n คือ จำนวนคู่ข้อมูลทั้งหมด

ค่าของ ρ อยู่ในช่วง -1 ถึง +1 โดยที่

ค่าใกล้ +1 หมายถึง ความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างชัดเจน

ค่าใกล้ -1 หมายถึง ความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างชัดเจน

ค่าใกล้ 0 หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์เชิงอันดับระหว่างตัวแปร

Spearman's correlation เหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่สามารถตรวจสอบสมมติฐานทางพารามตริก หรือในกรณีที่ไม่มีจำนวนข้อมูลน้อย

3. ขั้นตอนการศึกษา

ในบทนี้เป็นการอธิบายวิธีการศึกษา หาความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงการชนหรืออุบัติเหตุอื่นๆ โดยดูจากคะแนนของ iRAP เทียบกับสถิติอุบัติเหตุจาก HAIMS ที่ทางกรมทางหลวงได้ทำการรวบรวมข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2565 – 2566 โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ข้อมูลลักษณะและองค์ประกอบของถนนบนเส้นทางหลวงหมายเลขหลักได้แก่ ถนนหมายเลข 1, 2, 3 และ 4

สำหรับข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลจากระบบ HAIMS ที่เป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2565 – 2566 [11-12] บนถนนสายหลัก 4 สาย ได้แก่ ถนนหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 โดยแยกตามรูปแบบการชน มีจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด 7,811 ครั้ง โดยอันดับ 1 คือ

อุบัติเหตุวิ่งหลุดออกข้างทาง โดยมีทั้งหมด 4,699 ครั้ง แบ่งออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งผู้โดยสารมีจำนวนทั้งหมด 2,482 ครั้ง และฝั่งคนขับมีจำนวนทั้งหมด 2,217 ครั้ง และอุบัติเหตุอันดับรองลงมาคือการถูกชนท้าย โดยมีจำนวนทั้งหมด 1,340 ครั้ง และนอกเหนือจากอุบัติเหตุที่กล่าวไปมีจำนวนการเกิดที่ใกล้เคียงกัน

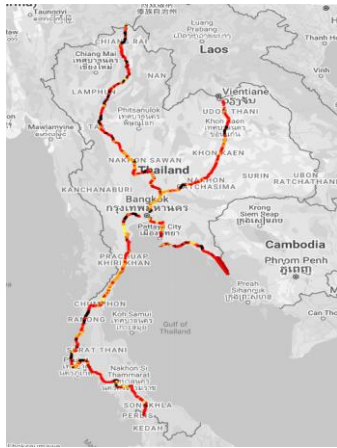
โดยการจับคู่ของทั้งสองระบบนั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการจับคู่ข้อมูล iRAP กับสถิติอุบัติเหตุจาก HAIMS ผ่านหมายเลขถนนและตอนควบคุมของถนนเส้นนั้นโดยตรง ซึ่งข้อมูลสถิติอุบัติเหตุเป็นข้อมูลแบบกรอกเลขโค้ดจากหน่วยงานกรมทางหลวง ทางผู้วิจัยได้ทำการแปลงข้อมูลจากเลขโค้ดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้ และการเชื่อมต่อกับข้อมูลผู้ประสบอุบัติเหตุและความรุนแรงที่เกิดขึ้นกับผู้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งตอนแรกทั้ง 3 ข้อมูลนี้แยกออกจากกัน และสุดท้ายทำการจับคู่ข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเข้ากับข้อมูลถนน iRAP โดยทำการแบ่งตามตอนควบคุมของถนนหมายเลขนั้นๆ โดยจะเป็นข้อมูลคะแนนความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุทุกประเภทเทียบกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น และในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เฉพาะคะแนนความเสี่ยงและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้โดยสารและผู้ขับขี่จักรยานยนต์เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดจากการคำนวณคะแนน iRAP และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับผู้ขับขี่จักรยานยนต์และคนเดินเท้ามีจำนวนที่น้อย

3.1 การกำหนดลำดับชั้น (Hierarchy)

โดยเริ่มแรกผู้วิจัยได้ทำการแบ่งลำดับชั้นถนนตามหน้าที่การใช้งาน ตามเกณฑ์ Hierarchy ที่กรมทางหลวงได้ทำการศึกษาไว้ (กรมทางหลวง, 2563) [16] ดังนั้นข้อมูลที่ใช้การศึกษาจึงเป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกตามลำดับชั้น ได้แก่ ถนนลำดับชั้น 1 (Link 1), ถนนลำดับชั้น 2 (Link 2) และถนนลำดับชั้น 3 (Link 3) และ เมื่อพิจารณาจำนวนระยะทางทั้งหมดในถนนทางหลวงหมายเลขหลัก พบว่า ถนนทางหลวงสายหลักหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 มีระยะทางรวม 6,361.2 กิโลเมตร โดยในแต่ละเส้นทางมีจำนวนดังนี้

- ถนนหมายเลข 1 มีจำนวนทั้งหมด 1,947.8 กิโลเมตร
- ถนนหมายเลข 2 มีจำนวนทั้งหมด 994.4 กิโลเมตร
- ถนนหมายเลข 3 มีจำนวนทั้งหมด 856.0 กิโลเมตร
- ถนนหมายเลข 4 มีจำนวนทั้งหมด 2,563.0 กิโลเมตร

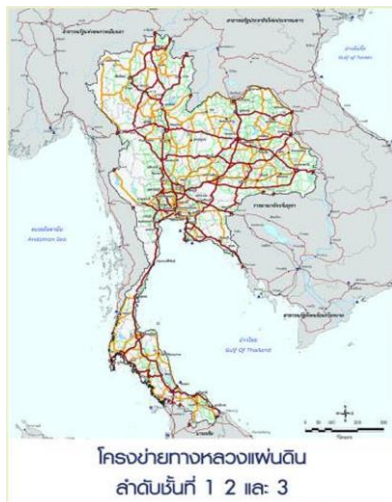
โดยเส้นทางทั้งหมดคือสายทางหลวงหลักดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เส้นทางหลวงหมายเลขหลัก
และมีลำดับชั้นถนนทั้งหมด 3 ลำดับชั้นได้แก่ Link 1, Link 2 และ Link 3 โดยมีจำนวนในแต่ละ Link ดังนี้

- Link 1 มีระยะทางรวมทั้งหมด 4,928.0 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น ถนนหมายเลข 1 = 1,738.6 กิโลเมตร ถนนหมายเลข 2 = 994.4 กิโลเมตร ถนนหมายเลข 3 = 736.2 กิโลเมตร และถนนหมายเลข 4 = 1,458.8 กิโลเมตร
- Link 2 มีระยะทางรวมทั้งหมด 1,163.3 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น ถนนหมายเลข 1 = 84.0 กิโลเมตร ถนนหมายเลข 3 = 119.8 กิโลเมตร และถนนหมายเลข 4 = 1,104.2 กิโลเมตร
- Link 3 มีระยะทางรวมทั้งหมด 125.2 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น ถนนหมายเลข 1 = 125.2 กิโลเมตร

โดยแต่ละลำดับชั้น (Hierarchy) แบ่งออกได้โดยจะเป็นไปตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 เส้นทางหลวงหลังผ่านการแบ่งลำดับชั้นแล้ว

โดยเส้นทางหลังจากแบ่งตามลำดับชั้น (Hierarchy) ได้มีการแบ่งเส้นทางออกตามลักษณะสี โดยที่เส้นสีแดงเข้มคือตัวแทนของถนนลำดับชั้นที่ 1 และเส้นสีเหลืองเป็นตัวแทนของถนนลำดับชั้นที่ 2 และสุดท้ายเส้นสีเขียวเป็นตัวแทนของถนนลำดับชั้นที่ 3

แต่หากพิจารณาสัดส่วนของ ถนนหมายเลขหลักเทียบกับแต่ละลำดับชั้นถนนพบว่า แต่ละลำดับชั้นมีจำนวนที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยได้มี

การกล่าวไว้ในตารางที่ 4 โดยเป็นการกล่าวถึงจำนวนและสัดส่วนของแต่ละหมายเลขถนนกับลำดับชั้น

ตารางที่ 4 สัดส่วนของแต่ละลำดับชั้นเทียบกับถนนหมายเลขหลัก

ลำดับชั้น	จำนวนตอนควบคุม	Road 1 (กิโลเมตร,%)	Road 2 (กิโลเมตร,%)
Link 1	99	1739 89.26%	994 100%
Link 2	21	84 4.31%	
Link 3	4	125 6.43%	

ตารางที่ 4 (ต่อ) สัดส่วนของแต่ละลำดับชั้นเทียบกับถนนหมายเลขหลัก

ลำดับชั้น	จำนวนตอนควบคุม	Road 3 (กิโลเมตร,%)	Road 4 (กิโลเมตร,%)
Link 1	99	736 86.00%	1459 56.92%
Link 2	21	120 14.00%	1104 43.08%
Link 3	4		

3.2 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

อย่างไรก็ตาม ถนนแต่ละลำดับชั้นยังมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่สูงอยู่ และหากดูตามเกณฑ์คะแนนจาก iRAP พบว่าถนนแต่ละลำดับชั้นมีคะแนนความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุโดยรวมที่แตกต่างกัน ในงานศึกษานี้ ได้ทำการหาความสัมพันธ์ของคะแนนความเสี่ยงการชนแต่ละแบบแยกตามผู้ใช้ถนน ได้แก่ ผู้ใช้รถยนต์ และผู้ใช้จักรยานยนต์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ถนนหลักและเกิดอุบัติเหตุต่อกลุ่มผู้ใช้ถนนมากที่สุด โดยนำคะแนนแต่ละแบบเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงที่กรมทางหลวงได้ทำการเก็บไว้ (กรมทางหลวง, 2565 – 2566) โดยข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจาก HAIMS มีรูปแบบการชนที่หลากหลายมาก โดยแบ่งตามเลขโค้ด (crash_code) เพื่อความสอดคล้องกับการประเมินคะแนน iRAP ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกรูปแบบการชนให้อยู่เป็นกลุ่มๆ โดยมีการจัดกลุ่มดังนี้ อุบัติเหตุวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับและฝั่งผู้โดยสาร (Run off driver side, passenger side) อุบัติเหตุจากการชนประสานงา (Head On) อุบัติเหตุการชนจากการถูกปาดหน้า (Overtaking) การชนที่บริเวณทางแยก (Intersection) การถูกชนท้าย (Along) การชนที่บริเวณทางเข้า-ออกที่ดินหรืออาคาร (Property access) และกลุ่มรูปแบบอุบัติเหตุการชนที่ไม่ได้เกิดจากองค์ประกอบบนถนนเช่น การชนที่เกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ชนสัตว์ สิ่งของล่วงหลุดออกจากรถ และชนอุปกรณ์ชั่วคราวบนถนนเช่น ป้ายเตือนหรือกรวย เป็นต้น โดยรูปแบบ การชนอื่นๆ ที่ไม่ได้มาจากองค์ประกอบบนถนน จะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

เพื่อให้ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละตอนควบคุม สอดคล้องกับระยะทางของตอนควบคุมนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ Vehicle Kilometers Traveled (VKT) [13] เพื่อคำนวณ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ของแต่ละประเภทการชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความลำเอียงจากความแตกต่างด้านระยะทางและปริมาณจราจรของแต่ละช่วงถนน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยสมการที่ 5 เป็นวิธีการคำนวณค่า VKT

$$VKT = AADT \times Length \times 365 \quad (5)$$

โดยที่ :

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน บนถนนตอนควบคุมนั้น
(Average Annual Daily Traffic: AADT)

Length = ความยาวระยะทางของถนนตอนควบคุมนั้น (กิโลเมตร)

T = ระยะเวลาที่สนใจ โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้หน่วยปี

โดยค่าที่ได้จะเป็นร้อยละล้านคัน/กิโลเมตร และนำไปใช้ต่อไปเป็นตัวหารของจำนวนอุบัติเหตุที่ได้จาก HAIMS จึงได้เป็น จำนวนอุบัติเหตุต่อร้อยละล้าน VKT โดยผลที่ได้จะจำแนกตามรูปแบบอุบัติเหตุที่เก็บได้ เช่น จำนวนอุบัติเหตุการชนประสานงาหน่วยคันต่อร้อยละล้านคัน/กิโลเมตร เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) [14] และ ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation Coefficient) [15] เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนน (Star Rating Score: SRS) จาก iRAP และสถิติการเกิดอุบัติเหตุจาก HAIMS ที่จำแนกตามรูปแบบของการชน โดยคำนวณอุบัติเหตุในหน่วยต่อร้อยละล้านกิโลเมตรการเดินทาง (VKT) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นถูกนำมาใช้ในกรณีที่ที่มีจำนวนข้อมูลเพียงพอ เช่น ใน Link 1 และ Link 2 ซึ่งมีจำนวนตอนควบคุมมากกว่า 20 ตอนขึ้นไป ($n > 20$) โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่า SRS เฉลี่ยในแต่ละตอนควบคุมเป็นตัวแปรอิสระ (X) และใช้อัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละประเภทเป็นตัวแปรตาม (Y) โดยตั้งสมมติฐานว่าหากค่าคะแนนความเสี่ยงสูงขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับจำนวนอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบนั้น การวิเคราะห์นี้ช่วยประเมินว่าคะแนนความเสี่ยงที่ได้จาก iRAP สามารถสะท้อนระดับความเสี่ยงในเชิงสถิติได้หรือไม่

ผลการวิเคราะห์จะพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ ค่าความน่าจะเป็น (p-value), ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่าคลาดเคลื่อน (residuals) เพื่อใช้ในการตีความว่าความสัมพันธ์ที่พบมีนัยสำคัญและสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากน้อยเพียงใด

สำหรับ Link 3 มีข้อมูลจำกัดเพียง 4 ตอนควบคุม ($n = 4$) ซึ่งมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการประมาณค่าทางสถิติด้วยแบบจำลองเชิงเส้น (Linear regression) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือ ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation Coefficient) แทน เพื่อประเมินความสัมพันธ์เชิงแนวโน้ม (monotonic relationship) ระหว่างคะแนน SRS และอัตราการเกิดอุบัติเหตุ โดยไม่ต้องพึ่งพาสสมมติฐานว่าข้อมูลต้องเป็นเชิงเส้น หรือมีการแจกแจงแบบปกติ

แม้ว่าผลลัพธ์จาก Spearman จะไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ในเชิงนัยสำคัญทางสถิติได้อย่างชัดเจนในกรณีที่ข้อมูลจำนวนน้อย แต่ก็ยังมีประโยชน์ในเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะในแง่ของการแสดงแนวโน้มเบื้องต้น และสนับสนุนการตีความความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุในพื้นที่ที่มีข้อมูลจำกัด

Spearman เป็นค่าสหสัมพันธ์แบบไม่พารามิเตอร์ (non-parametric) ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล และสามารถใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงอันดับได้แม้ในกรณีที่ข้อมูลมีขนาดเล็กหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิเคราะห์เชิงเส้น

4. ผลการวิเคราะห์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจาก iRAP และสถิติการเกิดอุบัติเหตุจาก HAIMS โดยคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองทางหลวง โดยเป็นข้อมูลถนนหมายเลขหลัก 1, 2, 3 และหมายเลข 4 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีข้อมูล 2 ชนิด คือ 1. คะแนนความเสี่ยงจาก iRAP ที่ได้มาจากการประเมินองค์ประกอบและปัจจัยต่างๆบนถนนเพื่อนำมาคำนวณแล้วให้คะแนนโดยแบ่งออกตามประเภทการชน และ 2. สถิติการเกิดอุบัติเหตุจาก HAIMS ที่เป็นข้อมูลที่เก็บโดยกรมทางหลวง ไว้ในปี 2565 – 2566

ขอบเขตในงานวิจัย โดยผู้วิจัยเลือกใช้เฉพาะอุบัติเหตุที่มาจากองค์ประกอบหรือปัจจัยบนถนนเท่านั้น อุบัติเหตุที่มาจากพฤติกรรมมนุษย์จะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ เช่น การวิ่งผิดกฎจราจร หรือของหลุดร่วงจากรถ เป็นต้น และคะแนนความเสี่ยงกับสถิติอุบัติเหตุ ผู้วิจัยเลือกใช้เฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ผู้ใช้รถยนต์ และผู้ใช้จักรยานยนต์ เท่านั้น

พบว่าจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด และคะแนนความเสี่ยงของแต่ละลำดับชั้น (Link) ดังแสดงในตารางที่ ตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตารางที่ 5 ระยะเวลาของแต่ละ Link และคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยต่อผู้ใช้ถนนแต่ละประเภท

หมายเลขถนน / ลำดับชั้น	ระยะทาง	ระยะทางของแต่ละ Link (%)	คะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยของรถยนต์	คะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยของจักรยานยนต์
ทล. 1	1947.8		22.604	25.929
Link 1	1738.6	89.26%	22.900	26.270
Link 2	84	4.31%	21.433	25.558
Link 3	125.2	6.43%	19.275	20.543
ทล. 2	994.4		17.297	24.507
Link 1	994.4	100.00%	17.297	24.507
ทล. 3	856		20.763	26.336
Link 1	736.2	86.00%	21.272	27.014
Link 2	119.8	14.00%	17.636	22.170
ทล. 4	2563		19.749	26.186
Link 1	1458.8	56.92%	19.115	26.545
Link 2	1104.2	43.08%	20.588	25.763

*ทล. หมายเลข คือ ทางหลวงหมายเลข 1, 2, 3 และ 4

ตารางที่ 6 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละ Link

ประเภทการชน (ครั้ง)	Link 1	Link 2	Link 3
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	2017	190	10
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	2141	298	43
อุบัติเหตุการชนประสานงา	44	19	4
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	397	57	14
อุบัติเหตุการชนท้าย	1165	132	43
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	124	20	19
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	24	3	3

หลังจากทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation Coefficient) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงกับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ผลการวิเคราะห์จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ Link 1, 2 ได้วิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้น และ Link 3 ได้วิเคราะห์ด้วยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน โดยผลการวิเคราะห์ของ Link 1, 2 เป็นดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ของถนน Link 1

4.1.1 ผลการวิเคราะห์จากผู้ขับขี่รถยนต์

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ใน Link 1

ประเภทการชน	Coefficient	Std_Error	p_value
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.3612	0.1335	0.0081
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.601	0.36	0.0983
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0212	0.0555	0.703
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	4.0702	5.7678	0.4821
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	-0.0159	0.0118	0.1807
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.1164	0.4925	0.8137

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ใน Link 1

ประเภทการชน	R ²	Residual_SE
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.0702	6.2226
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.0279	11.0326
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0015	0.3764
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.0051	2.6382
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	0.0184	1.149
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.0006	0.2943

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยง (SRS) และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบการชน ใน Link 1 สำหรับผู้ขับขี่รถยนต์ พบว่าอุบัติเหตุประเภทวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ (Run-off driver side) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนความเสี่ยง SRS (p-value = 0.0081) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ 0.3612 และค่า R² เท่ากับ 7.02% สะท้อนว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของอัตราการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบนี้ได้ระดับหนึ่ง และเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของถนนใน Link 1 พบว่าหลายช่วงเป็นถนนที่ไม่มีรั้วที่ปลอดภัยกัน และมีไหล่ทางแคบหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ iRAP ให้คะแนนสูงในประเภท Run-off ความสัมพันธ์นี้จึงสะท้อนว่าดัชนี SRS มีความสามารถในการคาดการณ์ความเสี่ยงเฉพาะในบางประเภทอุบัติเหตุได้ดีพอสมควร อย่างไรก็ตาม รูปแบบอุบัติเหตุอื่น เช่น ชนประสานงา หรือการชนทางแยก ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้สะท้อนในคะแนน SRS เช่น พฤติกรรมการขับขี่ หรือสภาพการจราจรในเวลานั้น

4.1.2 ผลการวิเคราะห์จากผู้ใช้จักรยานยนต์

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์ใน Link 1

ประเภทการชน	Coefficient	Std_Error	p_value
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.3318	0.1505	0.03
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.4391	0.3452	0.2066
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0315	0.0525	0.5509
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	3.9611	5.9427	0.5068
อุบัติเหตุการชนท้าย	-0.4172	0.2182	0.0591
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	-0.0155	0.0106	0.1465
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.1258	0.5212	0.8098

ตารางที่ 8 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับจักรยานยนต์ใน Link 1

ประเภทการชน	R_squared	Residual_SE
วังหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.0513	6.3368
วังหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.0177	11.3919
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.004	0.3787
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.0049	2.7164
อุบัติเหตุการชนท้าย	0.039	5.3519
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	0.0233	1.1847
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.0006	0.2935

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยง (SRS) และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบการชน ใน Link 1 ของผู้ใช้จักรยานยนต์ พบว่าอุบัติเหตุประเภท Run-off ฝั่งคนขับ มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.03 < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่ากับ 0.3318 และค่า $R^2 = 5.13\%$ สะท้อนว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของอัตราการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบนี้ได้ระดับหนึ่ง และเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของถนนใน Link 1 พบว่าหลายช่วงเป็นถนนที่ไม่มีรั้วที่ปลอดภัยกัน และมีไหล่ทางแคบหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ iRAP ให้คะแนนสูงในประเภท Run-off ความสัมพันธ์นี้จึงสะท้อนว่าดัชนี SRS มีความสามารถในการคาดการณ์ความเสี่ยงเฉพาะในบางประเภทอุบัติเหตุได้ดีพอสมควร อย่างไรก็ตาม ในขณะที่รูปแบบการชนอื่น ๆ เช่น Run-off ฝั่งผู้โดยสาร, Head-on, Along และ Intersection ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่า R^2 ที่ต่ำมาก

4.2 ผลการวิเคราะห์ของถนน Link 2

4.2.1 ผลการวิเคราะห์จากผู้ใช้รถยนต์

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับรถยนต์ใน Link 2

ประเภทการชน	Coefficient	Std_Error	p_value
วังหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.434	0.3085	0.1756
วังหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	-0.8321	0.831	0.3293
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0191	0.0826	0.8199
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.3871	6.7644	0.955
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	-0.0215	0.022	0.3402
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	-0.6761	0.543	0.2282

ตารางที่ 9 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับรถยนต์ใน Link 2

ประเภทการชน	R ²	Residual_SE
วังหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.1164	5.212
วังหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.0169	9.157
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0029	0.7875
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.0002	2.4986
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	0.0077	2.5447
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.0521	0.8439

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยง (SRS) และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบการชน ใน Link 2 ของผู้ใช้รถยนต์ พบว่าไม่มีอุบัติเหตุประเภทใดเลยที่มีสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$ ในทุกรูปแบบอุบัติเหตุ) โดยถนนใน Link 2 มีลักษณะทางกายภาพส่วนใหญ่มีราวกันไม่มากและมีระยะไหล่ทางที่น้อยหรือไม่มีเลย และแม้ว่ารูปแบบ Run-off ฝั่งคนขับมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.434 และค่า $R^2 = 0.0943$ แต่ค่า $p\text{-value}$ เท่ากับ 0.1756 ซึ่งมากกว่าค่า $p\text{-value}$ แปลว่ายังไม่เพียงพอสำหรับการสรุปความสัมพันธ์เชิงสถิติ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์จากผู้ใช้จักรยานยนต์

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับจักรยานยนต์ใน Link 2

ประเภทการชน	Coefficient	Std_Error	p_value
วังหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.4863	0.3074	0.1302
วังหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	-0.4564	0.7983	0.5742
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.019	0.0815	0.8182
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.389	6.5783	0.9535
อุบัติเหตุการชนท้าย	-0.0654	0.1708	0.7062
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	-0.0116	0.0114	0.3195

ตารางที่ 10 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับจักรยานยนต์ใน Link 2

ประเภทการชน	R ²	Residual_SE
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.1164	5.212
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0.0169	9.157
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.0029	0.7875
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	0.0002	2.4986
อุบัติเหตุการชนท้าย	0.0077	2.5447
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	0.0521	0.8439

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยง (SRS) และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบการชน ใน Link 2 ของผู้ใช้จักรยานยนต์ พบว่าไม่มีอุบัติเหตุประเภทใดเลยที่มีสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$ ในทุกรูปแบบอุบัติเหตุ) โดยถนนใน Link 2 มีลักษณะทางกายภาพส่วนใหญ่มีราวกันไม่มากและมีระยะไหล่ทางที่น้อยหรือไม่มีเลย และถึงแม้ค่าสัมประสิทธิ์ของ Run-off ฝั่งคนขับเท่ากับ 0.4863 และมี $R^2 = 0.1164$ ซึ่งสูงที่สุดในกลุ่มนี้ แต่ $p\text{-value} = 0.1302$ ยังเกินกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ที่ 0.05

4.3 ผลการวิเคราะห์ของถนน Link 3

ใน Link 3 เนื่องจากมีจำนวนตอนควบคุมสำหรับรถยนต์เพียง 4 ตอน ($n = 4$) และสำหรับจักรยานยนต์จำนวน 3 ตอน ($n = 3$) ที่มีการคำนวณคะแนนความเสี่ยง จึงไม่สามารถใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation Coefficient) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ย (SRS) กับ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบการชน โดยการวิเคราะห์นี้แบ่งตามประเภทผู้ใช้ถนนเช่นกัน ได้แก่ ผู้ใช้รถยนต์ และผู้ใช้จักรยานยนต์ โดยสรุปผลไว้ในตารางที่ 11 และตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับรถยนต์ใน Link 3

ประเภทการชน	Spearman's ρ	แนวโน้มความสัมพันธ์
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	1	เชิงบวกอย่างสมบูรณ์แบบ
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	0	ไม่มีความสัมพันธ์
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0.632456	เชิงบวกปานกลาง
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	-0.4	เชิงลบอ่อน ๆ
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	0.4	เชิงบวกอ่อน ๆ
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.737865	เชิงบวกค่อนข้างชัดเจน

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สำหรับจักรยานยนต์ใน Link 3

ประเภทการชน	Spearman's ρ	แนวโน้มความสัมพันธ์
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ	0.5	เชิงบวกปานกลาง
วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร	-0.5	เชิงลบปานกลาง
อุบัติเหตุการชนประสานงา	0	ไม่มีความสัมพันธ์
อุบัติเหตุการปะทะหน้า	-0.5	เชิงลบปานกลาง
อุบัติเหตุการชนท้าย	-0.5	เชิงลบปานกลาง
อุบัติเหตุ ณ ทางแยก	-0.5	เชิงลบปานกลาง
อุบัติเหตุบริเวณทางเข้าออกอาคาร	0.8660254	เชิงบวกค่อนข้างสูง

จากผลการวิเคราะห์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับรถยนต์ พบว่ารูปแบบการชนประเภท วิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ (Run-off driver side) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างสมบูรณ์ หรือว่าถนนที่หากมีคะแนนความเสี่ยงมากขึ้นจะทำให้มีจำนวนอุบัติเหตุในรูปแบบนี้มากขึ้นตาม และรูปแบบการชนประเภท การชนประสานงา (Head On) การชนที่ทางเข้า-ออกอาคาร (Property access) และการชนที่ทางแยก (Intersection) มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับอ่อนจนถึงปานกลาง แปลว่าหากถนนใน Link 3 มีคะแนนความเสี่ยงดังกล่าวเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มว่าอุบัติเหตุรูปแบบนั้นจะมากขึ้นตาม แต่ในส่วนของ อุบัติเหตุการวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร (Run-off passenger side) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนการเพิ่มขึ้นของคะแนนเลย ที่น่าสังเกตคือ อุบัติเหตุจากการถูกปะทะหน้า (Overtaking) แสดงแนวโน้มในเชิงลบเล็กน้อย กล่าวคือ มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อระดับคะแนนความเสี่ยงเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับจักรยานยนต์ พบว่ารูปแบบการชนประเภท การชนที่ทางเข้า-ออกอาคาร (Property access) มีแนวโน้มอย่างมากว่าจะมีจำนวนมากขึ้นหากมีคะแนนความเสี่ยงที่เพิ่มสูงขึ้น และการวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ (Run-off driver side) มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลาง หรือจำนวนอุบัติเหตุที่มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนมากขึ้นหากมีคะแนนความเสี่ยงสูงขึ้น แต่ในส่วนของ การชนประสานงา (Head On) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อจำนวนการเพิ่มขึ้นของคะแนนเลย และที่น่าแปลกใจคือ อุบัติเหตุการวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร (Run-off passenger side) อุบัติเหตุการถูกปะทะหน้า (Overtaking) อุบัติเหตุจากการถูกชนท้าย (Along) และการชนที่ทางแยก (Intersection) มีแนวโน้มปานกลางว่าจะมีอัตราลดลงหากมีคะแนนความเสี่ยงมากขึ้น

โดยเมื่อหากดูลักษณะทางกายภาพของ Link 3 นั้น ถนนส่วนใหญ่เป็นถนนนอกเมืองที่มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่ปลอดภัยเพียงพอคือ เกาะกลางเป็นแบบตีเส้น ข้างทางไม่มีรั้วกัน ทางแยกที่ไม่มีไฟจราจร และมีการจำกัดความเร็วที่ไม่ชัดเจน จึงไม่น่าแปลกที่ความสัมพันธ์ส่วนใหญ่จะเป็นเชิงบวก

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของถนน (SRS) ที่ได้จากระบบ iRAP และ อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อร้อยล้านคัน/กิโลเมตร โดยได้ข้อมูลจาก HAIMS (กรมทางหลวง, 2565 – 2566) โดยพิจารณาเฉพาะข้อมูลของถนนสายหลัก (หมายเลข 1-4) ภายใต้การดูแลของกรมทางหลวง โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ลำดับชั้น ได้แก่ Link 1, Link 2 และ Link 3 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและปริมาณข้อมูลแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับขนาดข้อมูลในแต่ละ Link โดยใช้ การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) กับ Link 1 และ Link 2 และ Spearman's Rank Correlation สำหรับ Link 3 ซึ่งมีจำนวนตอนควบคุมจำกัด

ตารางที่ 13 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ลำดับชั้น	มีความสัมพันธ์	ไม่มีความสัมพันธ์	คำอธิบาย
Link 1	อุบัติเหตุวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับ (Run-off driver side)	นอกเหนือจากที่กล่าว	
Link 2	-	ทุกรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ	ไม่มีอุบัติเหตุรูปแบบไหนเลยที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความเสี่ยง
Link 3	- วิ่งหลุดออกข้างทาง ฝั่งคนขับ (Run-off driver side) - อุบัติเหตุ ณ ทางเข้า-ออกอาคาร (Property access)	นอกเหนือจากที่กล่าว	

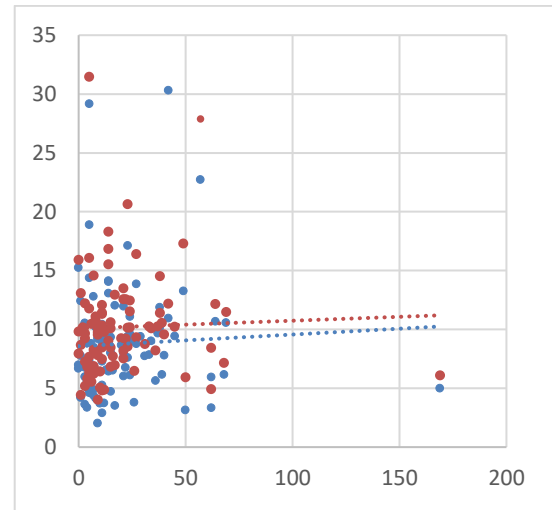
จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

ใน Link 1 ทั้งในกลุ่มผู้ใช้งานรถยนต์และผู้ใช้จักรยานยนต์ พบว่า อุบัติเหตุประเภท วิ่งหลุดออกข้างทาง ฝั่งคนขับ มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- สำหรับรถยนต์: p-value = 0.0081, Coefficient = 0.3612 และ $R^2 = 7.02\%$
- สำหรับจักรยานยนต์: p-value = 0.03, Coefficient = 0.3318 และ $R^2 = 5.13\%$

และเมื่อหากดูลักษณะกายภาพถนนใน Link 1 ที่จำนวนราวกันที่ปลอดภัยต่อการตกข้างทางที่น้อย และไหล่ทางที่แคบไปจนถึงไม่มี นั้นจึงแสดงให้เห็นว่า คะแนนความเสี่ยงสามารถอธิบายความสัมพันธ์กับจำนวนอุบัติเหตุในรูปแบบวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งคนขับได้ระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ค่า R^2 ที่ไม่สูง แสดงว่าความเสถียรของถนนยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยอื่น เช่น

พฤติกรรมผู้ขับขี่ สภาพอากาศ หรือข้อมูลเฉพาะของผู้ขับขี่ ซึ่งไม่ถูกประเมินในคะแนนความเสี่ยงโดยตรง โดยการกระจายของข้อมูลสถิติวิ่งหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสารได้แสดงไว้ในกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของคะแนนความเสี่ยงกับจำนวนอุบัติเหตุ

ใน Link 2 ไม่พบรูปแบบอุบัติเหตุใดที่มีความสัมพันธ์กับคะแนน SRS อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในกลุ่มรถยนต์และจักรยานยนต์ แม้ว่ารูปแบบ วิ่งหลุดออกข้างทาง ฝั่งคนขับจะมีค่าสัมประสิทธิ์ต่ำกว่ารูปแบบอื่น และมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่ปลอดภัย แต่ค่า p-value ยังเกิน 0.05

สำหรับ Link 3 ซึ่งใช้ Spearman correlation แทน พบว่ารูปแบบการวิ่งหลุดออกข้างทาง ฝั่งคนขับ และ อุบัติเหตุ ณ ทางเข้า-ออกอาคาร มีแนวโน้มสัมพันธ์เชิงบวกอย่างชัดเจนในทั้งสองกลุ่ม โดยเฉพาะค่า Spearman's ρ ของ Property Access ในกลุ่มจักรยานยนต์ ($\rho = 0.866$) ที่แสดงแนวโน้มที่ชัดเจนที่สุด และลักษณะทางกายภาพใน Link 3 ที่มีความปลอดภัยต่ำและเป็นพื้นที่ชนบท นี่จึงเป็นเหตุผลที่อาจส่งผลต่อความสัมพันธ์

5.2 อภิปรายผล

SRS กับอุบัติเหตุ Run-off ฝั่งคนขับ

- จากการวิเคราะห์ใน Link 1 และ 3 พบความสัมพันธ์เชิงบวกที่ชัดเจนระหว่างคะแนน SRS และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบ Run-off ฝั่งคนขับ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของถนนทางหลวงไทยที่มีไหล่ทางแคบ หรือขาดราวป้องกันการหลุดออกข้างทาง ทำให้ฝั่งคนขับมีความเสี่ยงหลุดออกจากถนนมากกว่า
- นอกจากนี้ในหลายพื้นที่ยังพบว่า ฝั่งคนขับมีคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยสูงกว่า อันเนื่องมาจากความปลอดภัยในฝั่งผู้โดยสารที่มีมากกว่า

ความขัดแย้งของ Run-off ฝั่งผู้โดยสาร

- แม้ใน Link 3 สำหรับผู้ใช้งานรถยนต์จะพบว่า Spearman's $\rho = 0$ (ไม่มีความสัมพันธ์) และในกลุ่มจักรยานยนต์กลับเป็นลบ ($\rho = -0.5$) แต่จากข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุในตารางที่ 6 พบว่า

จำนวนอุบัติเหตุ วังหลุดออกข้างทางฝั่งผู้โดยสาร สูงที่สุดในทุก Link ตัวอย่างเช่น ใน Link 3 เกิดอุบัติเหตุรูปแบบนี้ 43 ครั้ง ในฝั่งผู้โดยสาร แต่เกิดเพียง 10 ครั้งในฝั่งคนขับ

- สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเสี่ยงกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง อาจไม่สะท้อนให้เห็นได้อย่างชัดเจน อาจเป็นเพราะมาจากปัจจัยความประมาทจากผู้ขับขี่เองที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ หรือมีการจำกัดด้วยจำนวนตอนควบคุมที่แตกต่างกันในแต่ละ Link
- แต่อย่างไรก็ตาม อุบัติเหตุวังหลุดออกข้างทางมีจำนวนมากที่สุดจากจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด และหากดูที่คะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยโดยรวมในตารางที่ 5 ที่ถนนใน Link 1 มีคะแนนดาวอยู่ที่ 1-2 ดาว ซึ่งเป็นอันตรายมาก และถนน Link นี้มีความสอดคล้องกับหลักการของ iRAP ที่บอกว่าความกว้างไหล่ทางที่แคบ และสิ่งกีดขวางข้างทางที่ไม่ปลอดภัยนั้น มีผลอย่างมากต่อการเกิดอุบัติเหตุวังหลุดออกข้างทาง

Property Access และ Intersection

- ในหลาย Link พบว่าอุบัติเหตุที่จุดเข้า-ออกอาคาร มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในกลุ่มจักรยานยนต์ ใน Link 3 ที่ $p = 0.866$ ซึ่งสะท้อนว่า บริเวณทางเข้า-ออกอาคารมีแนวโน้มที่จะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น หากคะแนนความเสี่ยงเพิ่มขึ้นสำหรับผู้ขับขี่สองล้อ แต่ด้วยความที่ R^2 ยังคงต่ำ จึงไม่สามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยบนถนนเป็นเหตุผลหลักในการเกิดอุบัติเหตุ อาจมาจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ จึงทำให้เกิดอุบัติเหตุได้
- Intersection สำหรับผู้ใช้ถนนแต่ละประเภทพบความสัมพันธ์หลากหลายทิศทางคือ สำหรับผู้ใช้รถยนต์มีความสัมพันธ์เชิงบวก หรือมีความเสี่ยงที่จะเกิดเพิ่มขึ้น แต่สำหรับผู้ขับขี่จักรยานยนต์มีความสัมพันธ์เชิงลบหรือมีความเสี่ยงที่จะลดลง แสดงให้เห็นว่าการเกิดอุบัติเหตุที่ทางแยกนั้นมีความซับซ้อน อาจมาจากปัจจัยจากผู้ขับขี่ และการคำนวณคะแนนความเสี่ยงอาจไม่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

ข้อจำกัดของข้อมูลและโมเดล

- ในหลาย Link ค่า R^2 ของแบบจำลองอยู่ในระดับต่ำ (ส่วนใหญ่มีค่าที่น้อยกว่า 0.1) แสดงว่าแบบจำลองไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนของอุบัติเหตุได้มากนักเมื่อเทียบกับคะแนนความเสี่ยง จึงอาจต้องดูถึงพฤติกรรมของผู้ขับขี่ด้วย
- ความสัมพันธ์เชิงสถิติที่ต่ำอาจสะท้อนถึงจำนวนอุบัติเหตุและจำนวนถนนที่ทำการศึกษาที่ไม่เพียงพอสำหรับการหาความสัมพันธ์

อภิปรายเชิงวิพากษ์

แม้คะแนนความเสี่ยงจากการประเมินด้วยวิธี iRAP จะสามารถประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุรูปแบบต่างๆ ได้ แต่จากการวิจัยพบว่ามีข้อจำกัดในการประเมินอยู่ เช่น พฤติกรรมของคนขับที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ และปัจจัยจากสภาพอากาศที่บดบังทัศนวิสัยเช่น หมอก ที่ไม่มี

องค์ประกอบเหล่านี้ในการประเมิน จึงทำให้ผลวิจัยที่ได้มีความสอดคล้องเพียงอุบัติเหตุรูปแบบวังหลุดออกข้างทางในฝั่งคนขับเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

งานศึกษานี้วิเคราะห์เพียงถนนหมายเลขหลักบนกรมทางหลวงเพียงเท่านั้น จึงอาจทำให้จำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์นั้นมีจำนวนน้อยเกินไป และยิ่งนำไปเทียบกับระหว่างแต่ละลำดับชั้น ยิ่งทำให้มีจำนวนน้อยลงไปอีก จากเดิมเฉลี่ยถนนแต่ละหมายเลขมีตอนควบคุมประมาณ 40 ตอน แต่พอแยกออกมาตาม Link ทำให้ข้อมูลส่วนใหญ่ (มากกว่า 70%) ตกไปอยู่ในกลุ่มของ Link 1 เพราะถนนหมายเลขหลักเป็นถนนสายหลักที่ส่วนใหญ่แล้ววิ่งผ่านภูมิภาคต่างๆ ที่สำคัญในประเทศไทย จึงทำให้มีสัดส่วนของ Link 2, 3 จำนวนน้อย และขาดถนนที่เชื่อมโยงระหว่างอำเภอหรือ Link 4 ที่เป็นถนนเส้นเลือดฝอยที่อาจยังขาดความปลอดภัยและต้องได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วนบนถนนลำดับชั้นนี้ และงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นเฉพาะกลุ่มผู้ใช้ถนนประเภท รถยนต์และจักรยานยนต์ เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดจากข้อมูลที่ใช้การศึกษา ซึ่งหากมีข้อมูล iRAP ที่ครอบคลุมถนนมากกว่านี้อาจเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า และวิเคราะห์ถึงแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุได้มากกว่านี้

โดยงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาการออกแบบและปรับปรุงคุณภาพถนนที่มีอยู่ในแต่ละลำดับชั้นให้ปลอดภัยตามมาตรฐานเกณฑ์ iRAP โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุการวังหลุดออกข้างทางที่มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุรูปแบบนี้สูงที่สุด เช่น การปรับปรุงเพิ่มความกว้างไหล่ทาง หรือการเพิ่มราวกันรั้วข้างทางตลอดเส้นทางที่มีความอันตรายสูง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากร ThaiRAP และสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวงที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานวิจัยนี้มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization (2023). Global status report on road safety, 2023.
- [2] กรมทางหลวง (2546). ความรู้ด้านการวิเคราะห์จุดอันตราย, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [3] กรมทางหลวง (2549). การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน. คู่มือการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [4] กรมทางหลวง (2549). การวิเคราะห์จุดอันตราย. คู่มือการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [5] กรมทางหลวง (2554). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ (GIS) และข้อมูลเพื่อตรวจสอบประเมินความปลอดภัยและเผยแพร่ข้อมูลทางหลวงบน Website, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.

- [6] กรมทางหลวง. Black Spot Report, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [7] AusRAP (2006) Star Ratings: Australia's National Network of Roads. Australian Automobile Association, Available from www.ausrap.org.
- [8] iRAP (2012). Star Rating Road Designs: Performance Indicators for Roads in India. Retrieved from iRAP - International Road <https://www.irap.org/resources>
- [9] iRAP (2016). Baseline iRAP Assessment Technical Report (TH). Retrieved from iRAP - International Road Assessment: <https://www.irap.org/resources>
- [10] EuroRAP (2011). Crash rate – Star Rating Comparisons. European Road Assessment Programme, UK.
- [11] กรมทางหลวง (2566). อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [12] กรมทางหลวง (2567). อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวง, สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง.
- [13] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2564). *คู่มือการวิเคราะห์การคมนาคมขนส่ง*. กระทรวงคมนาคม.
- [14] Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (5th ed.). Wiley.
- [15] Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>
- [16] กรมทางหลวง (2563). โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลการจำแนกลำดับชั้นของโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินทั่วประเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการทางหลวง, สำนักแผนงาน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.
- [17] กรมทางหลวง (2563). โครงการประเมินความปลอดภัยโครงข่ายทางหลวงด้วยเกณฑ์การให้ระดับดาว (Star Rating) ตามเป้าหมายโลกสำหรับการดำเนินงานด้านความปลอดภัยทางถนน, สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมทางหลวง.