



การสืบสวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทาง : กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 414

(ถนนลพบุรีราเมศวร์)

Crash Investigation of Roadside Hazards : Case Study of Highway 414

(Lopburi Ramet Road)

พนมศักดิ์ รุ่งรัตน์^{1*} และ ชลัท ทิพากรเกียรติ²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทาง บนทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) มักจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้ง ซึ่งจากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง ปีพ.ศ.2556 พบว่าอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทาง จะมีสัดส่วนเฉลี่ยถึง 69.15 % ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในปัจจุบันมีเจ้าหน้าที่จากหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่ดำเนินการ และเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุอันตรายข้างทางอย่างบูรณาการ แต่ลักษณะของการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ได้จากการสันนิษฐานและคำบอกเล่า ซึ่งมักจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ และไม่มีรายละเอียดเท่าที่ควร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสืบสวนสาเหตุของอุบัติเหตุอันตรายข้างทางที่เกิดขึ้น โดยเริ่มค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุอันตรายข้างทาง ได้แก่ คน ยานพาหนะ และถนน/สิ่งแวดล้อม แล้วตอบคำถามสำคัญเหล่านี้ได้แก่ เกิดอะไรขึ้น, เกิดที่ไหน, เกิดเมื่อไหร่, เกิดกับใคร และทำไมถึงเกิด แล้วเสนอแนะแนวทางแก้ไข การสืบสวนสาเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณีจะนำไปสู่การแก้ไขในอนาคตอย่างยั่งยืน และงานวิจัยนี้ยังได้นำโปรแกรม Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) มาประยุกต์ใช้ทดสอบ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการออกแบบ โดยใช้ 2 โมดูลในการศึกษา คือ Policy Review และ Design Consistency เนื่องจากเป็นโมดูลที่ใช้ประเมินการออกแบบทางเรขาคณิต ซึ่งพบว่า การใช้โปรแกรมสามารถช่วยให้ผู้ออกแบบพิจารณาถึงจุดเสี่ยงที่ควรปรับปรุง

คำสำคัญ: อันตรายข้างทาง, การสืบสวน, ความปลอดภัยทางถนน, IHSDM

Abstract

Roadside hazards on Highway 414 (Lopburi Ramet Road) often frequently occurred. The statistics of Thailand road

* ผู้เขียนผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding author)

E-mail address: george_thungwang@hotmail.com

accidents from 2009 to 2013 reported the roadside hazards had average occurred 69.15% of all road accidents. Currently, there are officials from various agencies, both government and private sector operate and collect the integration data of the roadside hazards and accidents. However, much previous research used the hearsay and assumption data which usually based on the incomplete basis data and had not detailed as it should. This study aims to investigate the causes of the roadside hazards and accidents by concerning road collisions such as human error, vehicle design and maintenance, and road design. Afterwards, investigate and analyze the data, for example, what, where, when, who and why the roadside accident occurred. Finally, summarize the causes of roadside accidents and propose the sustainability guidelines to solve problems. And this research has also led to the Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) applied test. To increase road safety in the design by using 2 modules : Policy Review and Design Consistency modules. Because of modules are evaluate geometric design Road safety evaluation which indicate that application of the program can help designer in finding hazardous locations in the design.

Keywords: Roadside Hazards, Investigation, Road Safety, IHSDM

1. คำนำ

อุบัติเหตุทางถนน (Road traffic accidents) เป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมของโลก การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรบนถนนทั่วโลกในปี ค.ศ. 2010 มีจำนวนเกือบ 1.24 ล้านคน และผู้บาดเจ็บระหว่าง

20 – 50 ล้านคน [1] สำหรับสถานการณ์ปัญหาอุบัติเหตุในประเทศไทย นั้น มีรายงานจาก[1] พบว่า ประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน พุ่งสูงขึ้นเป็นอันดับ 2 ของโลก เสียชีวิตถึง 44 คนต่อประชากร 1 แสนคน รองจากสาธารณรัฐโดมินิกันเท่านั้น

ทางหลวงหมายเลข 414 หรือ ถนนลพบุรีราเมศวร์ จังหวัดสงขลา มักจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้ง จากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวง หมายเลข 414 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง ปีพ.ศ.2556 มีอุบัติเหตุรวมทั้งสิ้น 223 ครั้ง มีผู้เสียชีวิตรวมทั้งสิ้น 22 ราย และผู้บาดเจ็บรวมทั้งสิ้น 139 ราย มีมูลค่าอุบัติเหตุ 6.05 ล้านบาท โดยอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทาง จะมีสัดส่วนเฉลี่ยถึง 69.15 % และเมื่อพิจารณาถึงความรุนแรงที่เกิดขึ้น พบว่าอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทางส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตคิดเป็น สัดส่วนเฉลี่ยถึง 75.50 % ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด [2]

อุบัติเหตุอันตรายข้างทาง(Roadside Crash) เกิดขึ้นเมื่อรถเสียหลัก ออกจากถนน แล้วพลิกคว่ำ หรือพุ่งเข้าชนกับวัตถุอันตรายข้างทาง อุบัติเหตุประเภทนี้มักมีความรุนแรงสูง ทำให้ผู้ขับขี่และผู้โดยสารมีโอกาส เสียชีวิตหรือบาดเจ็บสาหัสได้[3] จากงานวิจัยของ [4] พบว่าการขับรถเร็ว เกินกำหนด เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคิดเป็น 75 % ของสาเหตุ อื่นๆทั้งหมด ในประเทศไทยสาเหตุจากการชนต้นไม้ข้างทางเป็นสาเหตุที่มีความรุนแรงมากที่สุดและเกิดขึ้นบ่อย คิดเป็น 72% โดยทำให้เสียชีวิต 48 ราย ซึ่งงานวิจัยนี้ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญและความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุที่เกิดจากอันตรายข้างทาง โดยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหา สาเหตุเชิงลึก ซึ่งผลที่ได้นำไปสู่การพัฒนาหาแนวทางป้องกันอุบัติเหตุที่ ต้นเหตุและตรงจุด และยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน หน่วยงานวิจัย รวมทั้งประชาชนผู้ใช้รถในถนนอีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาและค้นหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident causes) และสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่างๆ
- 2) เพื่อวิเคราะห์ถึงผลของการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ ความเสียหาย ของทรัพย์สิน
- 3) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และจัดทำรายงานแนะแนวทางและ มาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุอันตรายข้างทางที่เกิดขึ้น ได้

1.2 ขอบเขตการวิจัย

1) พื้นที่ศึกษาครอบคลุมทางหลวงหมายเลข 414 ตอนควบคุม 0101 น้ำกระจ่าย – คลองวง และ ตอนควบคุม 0102 คลองวง - ท่าทอน หรือ ถนนลพบุรีราเมศวร์ เป็นทางหลวงที่อยู่ในความควบคุมของแขวงทางหลวง สงขลาที่ 1 สังกัด สำนักงานทางหลวงที่ 18 (สงขลา) มีจุดเริ่มต้นจากห้าแยก น้ำกระจ่าย อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา ไปสิ้นสุดที่ถนนเพชรเกษม เป็นเส้นทางสายใหม่ที่สร้างขึ้นเพื่อเลี่ยงเมืองหาดใหญ่แทนถนนกาญจนาภิเษม มีความยาวทั้งสิ้น 24.315 กิโลเมตร ดังแสดง ไว้ในรูปที่ 2

2) ระยะเวลาขอบเขตที่พิจารณาให้อยู่ในเขตทางหลวง

3) คัดเลือกกรณีอุบัติเหตุอันตรายข้างทางที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่ศึกษา จำนวน 3 กรณีศึกษาในช่วงที่ทำการวิจัย

4) ข้อมูลสถิติที่นำมาใช้ได้จากกรมทางหลวง

5) การแจ้งเหตุเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น จาก หมาวดการทางหลวงใหญ่ที่ 1 กรมทางหลวง, โรงพยาบาล (ศูนย์รับแจ้งเหตุและสั่งการ)ในพื้นที่, สถานี ตำรวจในพื้นที่ และมูลนิธิต่างๆ

1.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

กระบวนการในการสืบสวนอุบัติเหตุอันตรายข้างทางในพื้นที่ ดังแสดง ไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอนหลักที่สำคัญอยู่ 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ทบทวน วรรณกรรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง
- 2) การแสวงหาความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ
- 3) สืบหาข้อมูลอุบัติเหตุอันตรายข้างทางภาคสนาม
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอันตรายข้างทาง
- 5) สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา และเสนอแนวทางในการ แก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้น

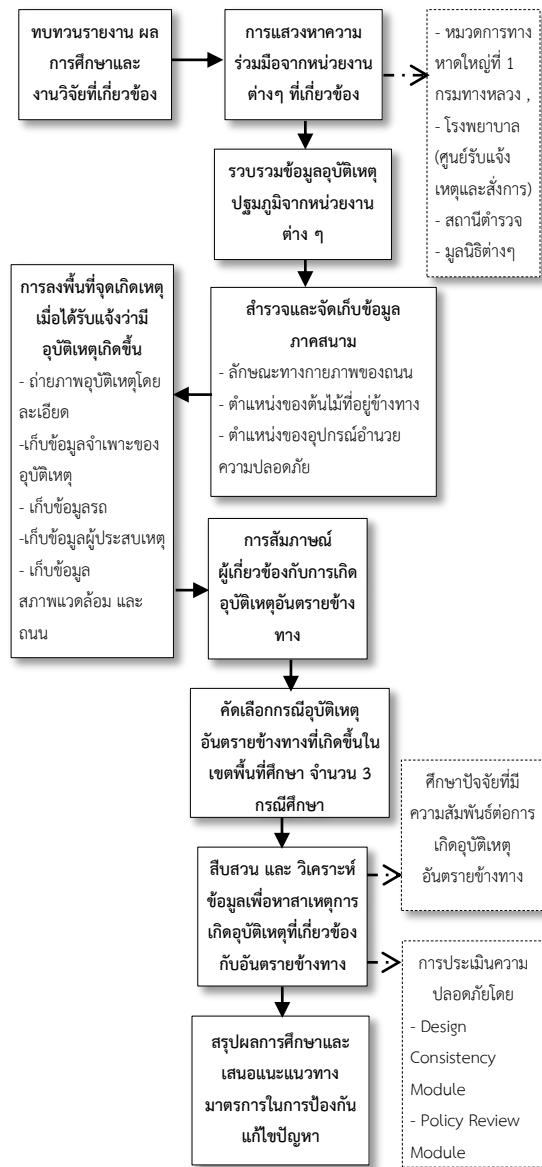


รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

2. การสืบสวนอุบัติเหตุอันตรายข้างทาง

การสืบสวนอุบัติเหตุอันตรายข้างทาง เป็นการเก็บข้อมูลลักษณะการชน และข้อมูลยานพาหนะในที่เกิดเหตุ สอบถามเหตุการณ์จากผู้รอดชีวิตและ พยาน รวมทั้งรวบรวมข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูล อธิบาย เหตุการณ์ก่อนชน ขณะชน และหลังชน เพื่อหาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุและ ความรุนแรงของอุบัติเหตุ อันเป็นประโยชน์ต่อการเสนอมาตรการป้องกัน และแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุอันตรายข้างทาง

ขั้นตอนการทำงานภายหลังรับแจ้งเหตุ เริ่มจากการออกสำรวจเก็บ ข้อมูลอุบัติเหตุ ณ จุดเกิดเหตุ โดยการเข้าสู่ที่เกิดเหตุได้อย่างทันท่วงที และ ปลอดภัย การเก็บข้อมูล สถานที่เกิดอุบัติเหตุและข้อมูลยานพาหนะเป็น ข้อมูลที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมขณะชนและ วิเคราะห์หาความเร็ว ขณะเกิดอุบัติเหตุ[5] ส่วนของข้อมูลผู้ประสบเหตุ ที่ ต้องติดตามข้อมูลจากผู้ร่วมในกรณีอุบัติเหตุโดยตรง นอกเหนือจากการ ติดตามผลการวินิจฉัยทางการแพทย์ของทางโรงพยาบาล ซึ่งจะช่วยให้ทราบ ข้อมูลลำดับเหตุการณ์ สาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญ เพื่อหาแนวทางป้องกัน



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

3. วิเคราะห์ข้อมูล

การทำความเข้าใจถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอันตรายเป็นทางที่เกิดขึ้นนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือข้อมูล ซึ่งต้องเป็นข้อมูลในเชิงลึกของการเกิดอุบัติเหตุ การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุนั้นจะต้องทำการสืบค้นในเชิงลึก ว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมถึงเกิด เมื่อเกิดแล้วสร้างความเสียหายและสูญเสียอย่างไรบ้าง โดยทั่วไปองค์ประกอบของอุบัติเหตุประกอบด้วย คน รถ และถนน/สิ่งแวดล้อม และการเกิดอุบัติเหตุเกิดจากความผิดพลาดหนึ่ง ในสามปัจจัย หรือทั้งสามปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นเหตุการณ์ลูกโซ่ [6] ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ ได้แก่ ก่อนเกิด อุบัติเหตุ ขณะเกิดอุบัติเหตุ และหลังเกิดอุบัติเหตุ ผลที่ได้ทำให้สามารถ หาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุได้ตามช่วงเวลา และอีกประการหนึ่งคือ จะต้องแยกปัจจัยขององค์ประกอบที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ (คนรถ และถนน/ สิ่งแวดล้อม) เพื่อจะได้บทสรุปของการเกิด อุบัติเหตุที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญห และแนวทางป้องกันมิให้อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นซ้ำได้อีก

4. การใช้โปรแกรม Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) ช่วยในการประเมินความปลอดภัยของถนน

โปรแกรม Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM) เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการประเมินความปลอดภัยของถนน โดยมีทั้งหมด 5 โมดูล คือ Policy Review, Crash Prediction, Design Consistency, Intersection Review และ Traffic Analysis งานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ทดสอบกับถนนทางหลวงหมายเลข 414(ถนนลพบุรีราเมศวร์) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการออกแบบ โดยใช้ 2 โมดูลในการศึกษา คือ Policy Review และ Design Consistency เนื่องจากเป็นโมดูลที่ใช้ประเมินการออกแบบทางเรขาคณิต โดยจะนำเสนอการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโปรแกรม IHSDM ในขั้นตอนการออกแบบ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของความเร็วที่ต้องการ (Desired Speed) เพื่อทดสอบหาการเปลี่ยนแปลงของบริเวณอันตราย และเปรียบเทียบผลที่โปรแกรมประเมินกับสถิติอุบัติเหตุย้อนหลัง 5 ปี แล้วลงสังเกตในภาคสนาม โดยนำข้อมูลจากแบบแปลนที่ได้ออกแบบไว้แล้วมาตรวจสอบ โดยเริ่มวิเคราะห์จาก Design Consistency Module เพื่อมองในภาพรวมหาตำแหน่งโค้งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ (เงื่อนไขที่ 2 และ 3) และเมื่อค้นพบบริเวณอันตรายแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะทางเรขาคณิตโดย Policy Review Module โดยเปรียบเทียบจาก A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS [7]

4.1 การประเมินความปลอดภัยโดย Design Consistency Module : DCM

การประเมินความปลอดภัยโดย Design Consistency Module โดยการคาดการณ์ระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรงและทางโค้ง (Predicted Speed Differential of Adjacent Elements) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของข้อมูลด้านความเร็วที่ต้องการ โดยเริ่มจากความเร็วที่ต้องการจาก 81 ถึง 110 km/h เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของบริเวณที่ขาดความสอดคล้องของการออกแบบ เหตุผลที่ต้องเริ่มจากความเร็ว 81 km/h เพราะโปรแกรมไม่สามารถคำนวณค่าความเร็วที่ 80 km/h ของกรณีนี้ได้

ผลการคาดการณ์ระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรงและทางโค้ง (Predicted Speed Differential of Adjacent Elements) คือ การตรวจสอบแนวเส้นทางของถนนที่มีผลกระทบต่อการใช้ โดยจะมีผลให้ผู้ใช้ต้องเบรกลดความเร็วเพื่อให้เข้าโค้งได้ปลอดภัย ในทางกลับกันถ้าผู้ใช้ขับช้าพยายามจะคงความเร็วให้เท่าเดิมก่อนเข้าโค้งก็จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดอุบัติเหตุมากขึ้น

เกณฑ์การประเมินมี 3 เงื่อนไข คือ

1. เงื่อนไขที่ 1 $(V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 10 \text{ km/h}$
2. เงื่อนไขที่ 2 $10 \text{ km/h} < (V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 20 \text{ km/h}$
3. เงื่อนไขที่ 3 $(V_{85Tangent} - V_{85Curve}) > 20 \text{ km/h}$

เมื่อ

$$V_{85Tangent} = \text{ความเร็วในทางปฏิบัติที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์}$$

โดยประมาณบนทางตรง (km / h)

$V_{85Curve}$ = ความเร็วในทางปฏิบัติที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ โดยประมาณบนทางโค้ง (km / h)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของข้อมูลด้านความเร็วที่ต้องการ โดยเริ่มจากความเร็วที่ต้องการจาก 81 ถึง 110 km/ h เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของบริเวณที่ขาดความสอดคล้องของการออกแบบ จากการประเมินด้วยโปรแกรมและวิเคราะห์ความไวของความเร็วที่ต้องการ โดยวิเคราะห์ตั้งแต่ความเร็ว 81 - 110 km/ h รายงานออกมา แสดงดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบระดับความเร็วที่ลดลงในส่วนรอยต่อของทางตรง และทางโค้ง โดยการวิเคราะห์ความไว พบว่า

1. เมื่อกำหนดความเร็วที่ต้องการเป็น 104 km/ h แล้ว พบว่าโปรแกรมรายงานว่าบริเวณโค้ง กม.5+456.99 – กม.5+833.38 และ กม.7+071.13 – กม.7+432.24 จะเริ่มมีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ
2. เมื่อกำหนดความเร็วที่ต้องการเป็น 105 km/ h แล้ว พบว่าโปรแกรมรายงานว่าบริเวณโค้ง กม.8+603.72 – กม.8+890.01 จะเริ่มมีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ
3. เมื่อกำหนดความเร็วที่ต้องการเป็น 110 km/ h แล้ว พบว่าโปรแกรมรายงานว่าบริเวณโค้ง กม.1+581.67 – กม.1+857.80 จะเริ่มมีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

4.2 การประเมินความปลอดภัยทางหลวงด้วย Policy Review Module : PRM

จากรายงานผลการประเมินโดย Design Consistency Module ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนต่อโดยใช้ Policy Review Module เพื่อพิจารณาหาถึงจุดบกพร่องของลักษณะทางเรขาคณิตถนน โดยเลือกพิจารณาบริเวณที่ Design Consistency Module รายงานผลออกมาภายใต้เงื่อนไขที่ 2 และ 3 คือ โค้งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

โปรแกรมได้แบ่งการตรวจสอบออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบหน้าตัดถนน (Cross Section)
2. การตรวจสอบแนวทางราบ (Horizontal Alignment)
3. การตรวจสอบค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation)
4. การตรวจสอบระยะมองเห็น (Sight Distance)

4.2.1 การตรวจสอบหน้าตัดถนน (Cross Section)

- Traveled Way Width Policy Check

ถนนทางหลวงหมายเลข 414(ถนนลพบุรีราเมศวร์) มีความกว้างของช่องจราจร 7.00 เมตร และมีการขยายผิวจราจรในบริเวณทางโค้ง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าแนะนำของ AASHTO แล้ว ปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ ยกเว้นช่วง กม.1+581.670 – กม.1+857.800 ซึ่งไม่มีการขยายผิวจราจรในบริเวณทางโค้ง ค่าความกว้างของช่องจราจรเท่ากับ 7.00 เมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ AASHTO แนะนำคือ 7.20 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 2

4.2.2 การตรวจสอบแนวทางราบ (Horizontal Alignment)

- Radius of Curve ผลการตรวจสอบ พบว่า รัศมีของโค้งอยู่ใน

เกณฑ์ที่แนะนำ ดังแสดงในตารางที่ 3

4.2.3 การตรวจสอบค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation)

- Superelevation ผลการตรวจสอบ พบว่า ค่าอัตราการยก

โค้ง อยู่ในเกณฑ์ที่แนะนำ ยกเว้นช่วง กม.1+581.670 - 1+857.800 ค่าอัตราการยกโค้งเท่ากับ 4.50 เมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ AASHTO แนะนำคือ 4.80 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4

4.2.4 การตรวจสอบระยะมองเห็น (Sight Distance)

- ระยะมองเห็นสำหรับการหยุด (Stopping Sight Distance)

ผลการตรวจสอบ พบว่า มีการผ่านเกณฑ์ที่แนะนำในบางช่วง ส่วนบางช่วงก็ไม่ผ่านเกณฑ์ที่แนะนำ เช่น บริเวณโค้ง กม. 1+516.000 – กม. 1+792.000 มีระยะมองเห็นสำหรับการหยุด 94.00 เมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ AASHTO แนะนำคือ 130.00 เมตร และบริเวณโค้ง กม. 8+654.000 – กม.8+974.00 มีระยะมองเห็นสำหรับการหยุด 78.00 เมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ AASHTO แนะนำคือ 130.00 เมตร เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 1 บริเวณโค้งอันตรายที่ได้จากการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของความเร็วที่ต้องการ ตั้งแต่ 81 - 110 km/ h

No.	Station		Desired Speed																													
	From	To	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Condition																																
1	1+581.67	1+857.80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2	5+456.99	5+833.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
3	7+071.13	7+432.24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
4	8+603.72	8+890.01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลการตรวจสอบความกว้างช่องจราจร และความกว้างของการขยายไหล่ทาง (Traveled Way Width and Widening)

Stations		Traveled Way Width and Widening		Comment	Attributes
Start	End	Road (width+widening)	Policy (width+widening)		
1+581.670	1+857.800	7.00+0.00	7.20+0.00	Road value varies from controlling criteria	Speed: 80 (km/h); class: collector; terrain: level; DHV: 3,613 (vph); ADT: 37,056 (vpd); radius: 318.31 (m); TWW :7.00 (m)
5+456.990	5+833.380	7.00+0.30	7.20+0.00	Road value is within controlling criteria	Speed: 80 (km/h); class: collector; terrain: level; DHV: 3,613 (vph); ADT: 37,056 (vpd); radius: 318.31 (m); TWW :7.20 (m)
7+071.130	7+432.240	7.00+0.30	7.20+0.00	Road value is within controlling criteria	Speed: 80 (km/h); class: collector; terrain: level; DHV: 3,613 (vph); ADT: 37,056 (vpd); radius: 318.31 (m); TWW :7.20 (m)
8+603.720	8+890.010	7.00+0.30	7.20+0.00	Road value is within controlling criteria	Speed: 80 (km/h); class: collector; terrain: level; DHV: 3,613 (vph); ADT: 37,056 (vpd); radius: 318.31 (m); TWW :7.20 (m)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างผลการตรวจสอบรัศมีของโค้ง (Radius of Curve)

Stations		Radius of Curve (meters)		Effective design speed	Comment	Attributes
Start	End	Road	Policy	kilometers/hour		
1+581.670	1+857.800	672.95	229.00	120	Road value is within controlling criteria	Superelevation= 8.00(%) ;design speed=80 (km/h)
5+456.990	5+833.380	318.31	229.00	90	Road value is within controlling criteria	Superelevation= 8.00(%) ;design speed=80 (km/h)
7+071.130	7+432.240	318.31	229.00	90	Road value is within controlling criteria	Superelevation= 8.00(%) ; design speed=80 (km/h)
8+603.720	8+890.010	318.31	229.00	90	Road value is within controlling criteria	Superelevation= 8.00(%) ; design speed=80 (km/h)

ตารางที่ 4 ตัวอย่างผลการตรวจสอบค่าอัตราการยกโค้ง (Superelevation)

Stations		Superelevation (%)		Comment	Attributes
Start	End	Road	Policy		
1+581.670	1+857.800	4.50	4.80	Road value varies from controlling criteria	$E_{max} = 8.00$ (%) ; design speed = 80 (km/h) ; radius = 318.31 (m)
5+456.990	5+833.380	8.00	7.40	Road value is within controlling criteria	$E_{max} = 8.00$ (%) ; design speed = 80 (km/h) ; radius = 318.31 (m)
7+071.130	7+432.240	8.00	7.40	Road value is within controlling criteria	$E_{max} = 8.00$ (%) ; design speed = 80 (km/h) ; radius = 318.31 (m)
8+603.720	8+890.010	8.00	7.40	Road value is within controlling criteria	$E_{max} = 8.00$ (%) ; design speed = 80 (km/h) ; radius = 318.31 (m)

ตารางที่ 5 ตัวอย่างผลการตรวจสอบระยะมองเห็นสำหรับการหยุด (Stopping Sight Distance)

Start Location	End Location	Side of Road	Road (m)	Policy (m)	Speed (km/h)	Comment
0.000	1+514.000	Right		130	80	Road value is within controlling criteria
1+516.000	1+792.000	Right	94	130	80	Road value may vary from recommended values, <i>Obstruction Offset</i> is closer than edge of pavement, check obstructions beyond pavement; source of SD limitation is horizontal alignment
1+794.000	6+978.000	Right		130	80	Road value is within controlling criteria
6+980.000	7+388.000	Right	70	130	80	Road value may vary from recommended values, <i>Obstruction Offset</i> is closer than edge of pavement, check obstructions beyond pavement; source of SD limitation is horizontal alignment
5+506.000	5+918.000	Left	78	130	80	Road value may vary from recommended values, check obstructions beyond <i>Obstruction Offset</i> ; source of SD limitation is horizontal alignment
5+902.000	8+652.000	Left		130	80	Road value is within controlling criteria
8+654.000	8+974.000	Left	78	130	80	Road value may vary from recommended values, check obstructions beyond <i>Obstruction Offset</i> ; source of SD limitation is horizontal alignment

5. ผลการศึกษา

จากผลการดำเนินงานลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุ ในพื้นที่ศึกษา ได้คัดเลือกกรณีอุบัติเหตุอันตรายข้างทางเพื่อนำมาดำเนินการวิเคราะห์ 3 กรณี ซึ่ง เป็นกรณีที่มีความรุนแรง เป็นที่สนใจแก่ประชาชน ซึ่งกรณีอุบัติเหตุอันตรายข้างทางที่ได้คัดเลือกมีดังนี้

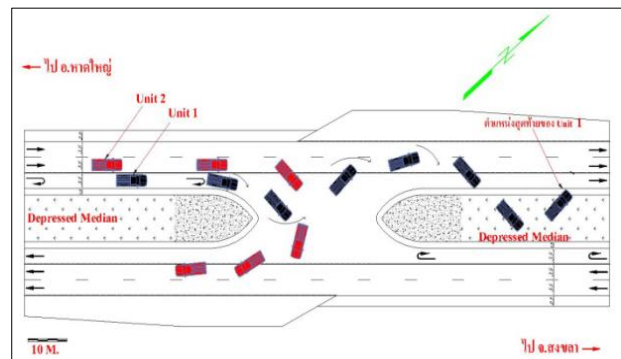
5.1 กรณีที่ 1 : รถเก๋ง PEUGEOT สีเขียว เสียหลักตกลงร่องกลางถนน บริเวณ กม.14+425 ทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) ตอน คลองวง - ท่าท่อน หมู่ 7 ต.น้ำน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (มี ผู้ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย 1 ราย)



รูปที่ 3 ตำแหน่งสุดท้ายของรถเก๋งที่เกิดเหตุ ณ จุดเกิดเหตุ

5.1.1 ลำดับเหตุการณ์

เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2557 เวลาประมาณ 17.00 น. รถเก๋ง PEUGEOT สีเขียว มาจาก สนามบินหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา มุ่งหน้ากลับบ้าน ที่ อ.เมือง จ.สงขลา ด้วยความเร็วประมาณ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถึงที่เกิดเหตุบริเวณ กม.14+425 ซึ่งเป็นบริเวณจุดกลับรถ มีรถสามล้อเครื่องขับปาดหน้าเพื่อที่จะกลับรถ ทำให้ผู้ขับขี่ต้องหักหลบหนีไปด้านขวาเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ชนรถสามล้อเครื่อง ทำให้รถเสียหลักพุ่งตกเกาะกลางถนนแบบกดเป็นร่อง ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 4 ภาพจำลองลำดับเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุ (กรณีที่ 1)

5.1.2 ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

5.1.2.1 ปัจจัยจากคน

- ความประมาทของผู้ขับขี่รถสามล้อเครื่อง (Unit 2) จากการที่ขับรถปาดหน้ารถเก๋งคันที่เกิดเหตุ เพื่อจะทำการกลับรถนั้น การขับรถในลักษณะแบบนี้เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างยิ่ง

- รถเก๋ง (Unit 1) ขับมาด้วยความเร็ว ทำให้ควบคุมรถได้ยาก

5.1.2.2 ปัจจัยจากกรร

- เกิดจากสภาพทางที่เก่า (ใช้งานมาแล้ว ประมาณ 5 ปี)

5.1.2.3 ปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

- การไม่คาดเข็มขัดนิรภัยของผู้บาดเจ็บ

- เกาะกลางถนนแบบกตเป็นร่องบริเวณนี้มีความชันค่อนข้างสูง ซึ่งรถที่ตกลงไปนั้นยากที่จะควบคุมรถให้กลับขึ้นมาได้

5.1.3. เสนอแนะแนว มาตรการในการป้องกัน และแก้ไข้ปัญหา

5.1.3.1 ปัจจัยจากคน

- การบังคับใช้กฎหมายเรื่องเข็มขัดนิรภัย และปฏิบัติตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัด

5.1.3.2 ปัจจัยจากกรร

- ควรมีการตรวจสอบสภาพรถทุกครั้งก่อนออกเดินทาง

- ควรมีถุงลมนิรภัย ทั้งด้านหน้าและด้านข้างของรถ

5.1.3.3 ปัจจัยจากถนนและสิ่งแวดล้อม

- เกาะกลางถนนแบบกตเป็นร่องบริเวณที่มีความชัน 1:1 ถึง 1:3 จะต้องมีกรตติตั้งอุปกรณ์กัน

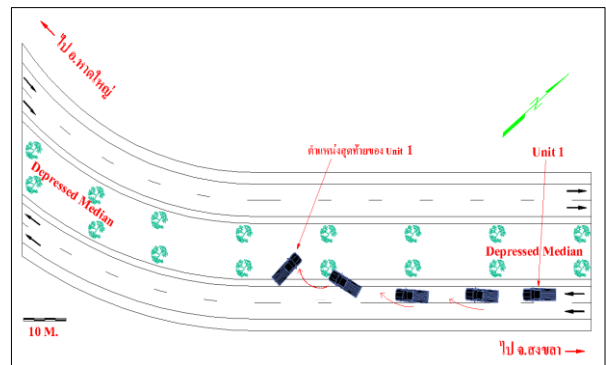
5.2 กรณีที่ 2 : รถกระบะ TOYOTA รุ่น HILUX VIGO CHAMP ชนิดไม่ร่องกลางถนน บริเวณ กม.7+000 ทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) ตอน คลองวง – ท่าท่อน หมู่ 7 ต.น้ำน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (เสียชีวิต 1 ราย)

5.2.1 ลำดับเหตุการณ์

เมื่อวันที่ 29 เมษายน 2557 เวลาประมาณ 03.55 น. รถกระบะ TOYOTA รุ่น HILUX VIGO CHAMP สีขาว บรรทุกทุเรียนมาเต็มคันมาจาก จ.จันทบุรี มุ่งหน้าสู่อ.เบตง จ.ยะลา ด้วยความเร็ว ถึงที่เกิดเหตุบริเวณ กม.7+000 คนขับเกิดอาการหลับใหล ซึ่งเป็นข้อสันนิษฐานที่ได้จากการสัมภาษณ์คนใกล้ชิดที่ขับรถอีกคันออกมาพร้อมกัน และจากการที่ได้ลงสืบสวนบริเวณที่เกิดเหตุซึ่งไม่พบรอยเบรกของรถ ทำให้รถเกิดเสียหลักพุ่งตกเกาะกลางถนนแบบกตเป็นร่อง และได้ชนต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ห่างจากขอบทางประมาณ 2.50 เมตรหัก เป็นเหตุให้คนขับเสียชีวิตในที่เกิดเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 5 ตำแหน่งสุดท้ายของรถกระบะที่เกิดเหตุ ณ จุดเกิดเหตุ



รูปที่ 6 ภาพจำลองลำดับเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุ (กรณีที่ 2)

5.2.2 ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

5.2.2.1 ปัจจัยจากคน

- ผู้ขับขี่เกิดอาการหลับใหล เนื่องจากอ่อนเพลีย และพักผ่อนไม่เพียงพอ

- รถกระบะขับด้วยความเร็วสูง

5.2.2.2 ปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

- การไม่คาดเข็มขัดนิรภัยของผู้เสียชีวิต

- รถกระบะคันนี้ไม่มีถุงลมนิรภัย

- การเสียชีวิตเกิดจากการปะทะเข้ากับต้นไม้ และโครงสร้างของตัวรถบีบอัดร่างกาย

- การบรรทุกของที่มีน้ำหนักมากทำให้เพิ่มแรงกระแทก

5.2.3 เสนอแนะแนว มาตรการในการป้องกัน และแก้ไข้ปัญหา

5.2.3.1 ปัจจัยจากคน

- การบังคับใช้กฎหมายเรื่องเข็มขัดนิรภัย

- ควรจัดให้มีจุดพักรถอย่างเพียงพอ

- การจัดตั้งด่านตรวจจับความเร็ว

5.2.3.2 ปัจจัยจากกรร

- ควรมีถุงลมนิรภัย ทั้งด้านหน้าและด้านข้างของรถ

5.2.3.3 ปัจจัยจากถนนและสิ่งแวดล้อม

- ควรมีการติดตั้งราวกันอันตรายในช่วงโค้ง และบริเวณที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่อยู่ข้างทาง

- ควรเพิ่มความถี่ของผิวจราจรในบริเวณทางโค้ง เช่น การทำผิวแบบ Para Slury Seal Type III

- ควรมีการทาสีบนพื้นถนนตรงช่วงโค้ง ใช้เพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดจากผิวจราจรลื่น และมีความเสียดทานไม่พอ ช่วยลดระยะเบรกในขณะฝนตกได้ดี ช่วยให้รถชะลอความเร็วได้ด้วย หรือที่เรียกว่า “Anti skid paint”

- ควรมีการติดตั้งเครื่องหมายบนไหล่ทาง เพื่อเตือนไม่ให้ผู้ขับขี่ขับรถออกนอกเส้นทาง โดยเฉพาะผู้ขับขี่ที่อยู่ในสภาวะหลับใน หรือที่เรียกว่า “Shoulder rumble strip”

- ควรมีการบีบถนนให้แคบลง โดยการตีเส้นช่องทางเป็นสัญลักษณ์เตือนให้ลดความเร็ว หรือที่เรียกว่า “Optical speed bar”

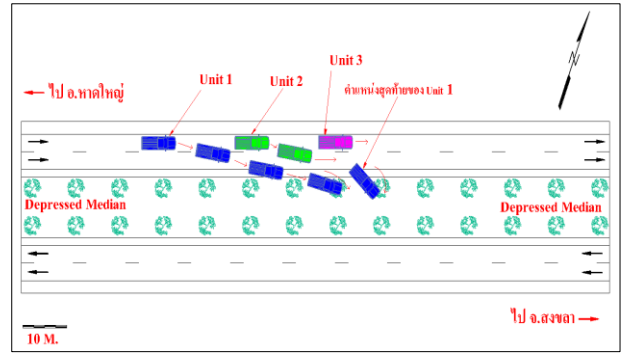
5.3 กรณีที่ 3 : รถกระบะ TOYOTA รุ่น HILUX VIGO CHAMP ชนต้นไม้ ร่องกลางถนน บริเวณ กม.4+030 ทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) ตอน คลองวง – ท่าอ่อน หมู่ 7 ต.น้ำน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (บาดเจ็บสาหัส 1 ราย)

5.3.1 ลำดับเหตุการณ์

เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2557 เวลาประมาณ 07.00 น. รถกระบะ TOYOTA รุ่น HILUX VIGO CHAMP สีขาว มาจาก อ.หาดใหญ่ ไป ต.ทุ่งหวัง อ.เมือง จ.สงขลา ด้วยความเร็วสูง ถึงที่เกิดเหตุบริเวณ กม.4+030 คนขับซึ่งขับตามหลังรถอีก 2 คัน พยายามแซงรถ 2 คัน ข้างหน้า แต่ในจังหวะนั้นรถคันที่อยู่ตรงกลางก็ได้เบี่ยงรถออกมาเพื่อที่จะแซงรถคันข้างหน้าสุดเช่นเดียวกัน ทำให้ต้องหักหลบจนรถพุ่งตกเกาะกลางถนนแบบกุดเป็นร่อง เติบโตต้นไม้ 2 ต้น ก่อนที่จะไปชนต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร หัก ต้นไม้ทั้งหมดเป็นต้นกระถินเทพา อยู่ห่างจากขอบทางประมาณ 3.00 เมตร และแต่ละต้นอยู่ห่างกันประมาณ 2.50 เมตร ทำให้คนขับได้รับบาดเจ็บสาหัส ดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8



รูปที่ 7 ตำแหน่งสุดท้ายของรถกระบะที่เกิดเหตุ ณ จุดเกิดเหตุ



รูปที่ 8 ภาพจำลองลำดับเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุ (กรณีที่ 3)

5.3.2 ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

5.3.2.1 ปัจจัยจากคน

- ความประมาทของผู้ขับขี่รถกระบะ (Unit 1) แซงในที่คับขัน และแซงไม่พ้น

5.3.2.2 ปัจจัยสนับสนุนความรุนแรง

- การไม่คาดเข็มขัดนิรภัยของผู้บาดเจ็บ
- รถกระบะคันนี้ไม่มีถุงลมนิรภัย

5.3.3 เสนอแนะแนว มาตรการในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา

5.3.3.1 ปัจจัยจากคน

- การบังคับใช้กฎหมายเรื่องเข็มขัดนิรภัย
- การจัดตั้งด่านตรวจจับความเร็ว

5.3.3.2 ปัจจัยจากรถ

- ควรมีถุงลมนิรภัย ทั้งด้านหน้าและด้านข้างของรถ

5.3.3.3 ปัจจัยจากถนนและสิ่งแวดล้อม

- ควรมีการติดตั้งราวกันอันตรายในช่วงโค้ง และบริเวณที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่อยู่ข้างทาง

6. สรุปผลการศึกษา

จากการสืบสวนอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทางทั้ง 3 กรณีนี้พบว่า สาเหตุปัจจัยหลักประกอบด้วย คน รถ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีทั้งอุบัติเหตุที่เกิดจากการเร่งวงขณะขับชิ่ง, การขับเร็ว, การขับชิ่งอย่างไม่ปลอดภัย, สภาพความบกพร่องของรถ และสภาพข้างทางที่ไม่ปลอดภัย โดยปัจจัยหนึ่งที่มีผลให้มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ เนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย หรือนั่งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีเข็มขัดนิรภัยติดตั้งอยู่ โดยปัญหาอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับอันตรายข้างทางนี้ประกอบไปด้วย ความชันคันทาง และต้นไม้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้อุบัติเหตุแต่ละครั้งมีความรุนแรงมากกว่าที่ควรจะเป็น คือ เกาะกลางถนนแบบกุดเป็นร่องที่มีความชันคันทาง 1:1 ถึง 1:3 จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์กัน[8] และรถที่เสียหลักพุ่งชน

ต้นไม้ ซึ่งในแต่ละกรณีพบว่า ต้นไม้อยู่รูก้าอยู่ในเขตปลอดภัย(Clear Zone) ซึ่งในที่มีระยะ 5.00 เมตร [9] และไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์กันใด ๆ

และจากผลการประเมินของโปรแกรม IHSDM ที่คาดการณ์ถึงบริเวณโค้งอันตรายมาทั้งหมด ที่ขาดความสอดคล้องของการออกแบบนั้น จะได้ว่าโปรแกรมแสดงผลถึงความเร็วที่สามารถเข้าโค้งได้อย่างปลอดภัยในแต่ละโค้ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสถิติอุบัติเหตุแล้วจะไม่สามารถเป็นตัวยืนยันได้ว่าบริเวณนั้นในอนาคตน่าจะเกิดอุบัติเหตุเนื่องมาจากการขาดความสอดคล้องของการออกแบบ แต่เมื่อผู้วิจัยได้ลงสังเกตในบริเวณดังกล่าวดังกล่าว พบว่า สภาพแวดล้อมมีสภาพที่เอื้อต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีสิ่งบดบังที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น จึงนับว่าโปรแกรมนี้นี้มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้งานตรวจสอบความปลอดภัยในขั้นตอนการออกแบบ

สรุปได้ว่า จากการลงพื้นที่สืบสวนอุบัติเหตุ และผลจากการประเมินของโปรแกรม IHSDM มีความสอดคล้องกัน คือ สาเหตุหลักเกิดจากการที่ผู้ขับขี่ที่ขับรถเร็ว และมีระยะมองเห็นไม่เพียงพอ อันเนื่องมาจากต้นไม้ที่อยู่ข้างทาง และยิ่งพบอีกว่า ต้นไม้ และความชันคันทาง ได้เพิ่มความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้ง มากกว่าที่ควรจะเป็นอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ขอขอบคุณ ดร.ชลัท ทิพากรเกียรติ ผู้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization, 2013. *Global Status Report On Road Safety: Supporting a decade of action. (In case of Book)*
- [2] รายงานอุบัติเหตุทางระบบ Highway Accident Information Management System 2013 (HAIMS, 2013) สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง (กรณีโปรแกรม)
- [3] มูลนิธิไทยโรดส์, “สถานการณ์อุบัติเหตุรถชนวัตถุอันตรายข้างทาง”, 2556. (กรณีเอกสาร)
- [4] O. Somchainuck, P. Taneerananon and S. Jaritngam, 2013. “An In-Depth Investigation of Roadside Crashes on Thai National Highways”. *Engineering Journal Volume 17 Issue 2*, Prince of Songkla University. (In case of Journal)
- [5] อรรถกร สาละ และ พนุชณ คลังบุญครอง, 2553. *การศึกษาแนวทางการสืบสวนอุบัติเหตุการจราจรเชิงลึก: ตัวอย่างกรณีศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน, สมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย, หน้า 93-100 (กรณีบทความในวารสาร)*

- [6] พิชัย ธาณิธานนท์, 2549. *ถนนปลอดภัยด้วยหลักวิศวกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครินทร์ สงขลา(กรณีหนังสือ)*
- [7] American Association of State Highway and Transportation Officials. 2001. *A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS. (In case of Book)*
- [8] American Association of State Highway and Transportation Officials. 2002. *Roadside Design Guide, Washington, D.C. (In case of Book)*
- [9] American Association of State Highway and Transportation Officials. 1996. *Roadside Design Guide, Washington, D.C. (In case of Book)*