แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในจังหวัดสุรินทร์

ACCIDENT PREDICTION MODEL FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN SURIN PROVICE

พงศธร เข็มทอง [1], ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำพล การุณสุนทวงษ์ [2], ดร.สรินธร วิญญูประดิษฐ์ [3]

[1] นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3] นักพัฒนาระบบราชการ ชำนาญการ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ สำนักนายกรัฐมนตรี

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาแบบจำลองคาดการณ์การเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงขนาดสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้แบบจำลองสถิติเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านจราจรและกายภาพถนนที่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต โดยรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุและปริมาณจราจรย้อนหลังทั้งหมด 5 ปี จำนวน 685 ชุดข้อมูล การทดสอบใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซอง และการวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก ในการวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองหากพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวของตัวแปรตามมาก (Overdispersion) จะใช้การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบแทน ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมในการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดและจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ คือแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ โดยปัจจัยที่ส่งผลต่ออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้แก่ องศาโค้งราบ ความกว้างผิวทาง และ การมี/ไม่มีทางแยก ปัจจัยที่ส่งผลต่ออุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ ได้แก่ ความกว้างผิวทาง ส่วนแบบจำลองที่เหมาะสมในการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต คือ แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุได้แก่ องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชัน และความเร็วออกแบบ

คำสำคัญ : แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซอง, แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ, แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก

Abstract

This research studies the accident prediction models on two-lane highways in Surin Province. The models are employed to relate the traffic volume and road geometry to the number of accidents, the number of injury accidents and the number of fatality accidents. The collected data are traffic accident statistics and traffic volumes in the past five years. The dataset includes 685 observations. The Poisson regression analysis and zero-inflated Poisson regression analysis are performed. The Poisson regression analysis for predicting the number of total accidents and the number of injury accidents show that the over-dispersion occurs. This implies that the negative binomial regression model is more appropriate. The analysis results show that the preferred model to predict the total number of accidents and the number of injury accidents are Negative binomial regression models. The horizontal grade, lane width and intersection factors are significant to predict the number of total accidents. Lane width is the only significant variable to predict the number of injury accidents. The zero-inflated Poisson regression model is proper to predict the number of fatality accidents with the significant variables including design speed, horizontal grade and vertical grade.

Keywords: Poisson Regression Model, Negative Binomial Regression Model, Zero-inflated Poisson Regression Model

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2554 - 2564 องค์การสหประชาชาติ ได้กำหนดให้เป็นทศวรรษแห่งการปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัยทางถนน (Decade of Action for Road Safety) เพื่อให้แต่ละประเทศสมาชิกกำหนดทิศทาง แผนงาน และมาตรการในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุทางถนน โดยมีเป้าหมายลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของทั้งโลกถึงร้อยละ 50 ในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งทำให้เห็นว่าปัญหาอุบัติเหตุจราจรทางบกเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหา ซึ่งประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตต่ออัตราประชากรแสนคน เฉลี่ยปีละ 19.92 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่มีรายได้ประชาชาติสูงและประเทศในภูมิภาคเอเชียบางประเทศ เช่น ประเทศสิงคโปร์ ที่มีอัตราการเสียชีวิต 4.8 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน ประเทศญี่ปุ่นมีอัตราการเสียชีวิต 5 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคน การเสียชีวิตของชาวไทยจากอุบัติเหตุทางถนนจัดอยู่ในอันดับที่ 6 ของโลก ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2545 - 2549 สำหรับในจังหวัดสุรินทร์ มีสถิติอัตราการเสียชีวิตเป็นอันดับสองรองจากโรคมะเร็ง มีอัตราการเสียชีวิต 3.26 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคน มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุในปี พ.ศ. 2554 จำนวน 17,675 คน และ 277 คน ตามลำดับ โดยยานพาหนะที่เกิดเหตุสูงสุดคือ รถจักรยานยนต์ รองลงมาคือ รถยนต์ส่วนบุคคล/รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นประเด็นที่ต้องตระหนักและให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก

จากเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมาจึงได้มีแนวคิดในการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเรขาคณิตของทางหลวงขนาดสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจังหวัดสุรินทร์ กับปัจจัยด้านจราจร ที่คาดว่าจะส่งผลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accidents) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accidents) และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต (Fatal Accidents) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซอง (Poisson Regression Analysis) การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก (Zero – Inflated Poisson Regression Analysis) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตในการเกิดอุบัติเหตุบนถนนขนาดสองช่องจราจรในจังหวัดสุรินทร์

2. เพื่อศึกษาแบบจำลองการคาดการณ์การเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงขนาดสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจังหวัดสุรินทร์

3. ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการศึกษาบนทางหลวงแผ่นดินขนาดสองช่องจราจร ในเขตนอกเมืองจังหวัดสุรินทร์
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ ไม่นับรวบข้อมูลอุบัติเหตุที่ไม่ได้มีการบันทึกในสถิติอุบัติเหตุ
3. ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่ได้จากแบบ ส.3-02 ของกรมทางหลวง

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 แนวคิดหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1.1 แบบจำลองการถดถอยของปัวส์ซอง (Poisson Regression Model)

กองมณี จะเลินวง (2553) การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซอง (Poisson Regression Analysis) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตั้งแต่ตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป โดยตัวแปรตามเป็นตัวแปรไม่ต่อเนื่องมีการแจกแจงแบบปัวส์ซอง ส่วนตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรปริมาณ การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาคือ ค่าเฉลี่ยต้องเท่ากับค่าค่าความแปรปรวน ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยปัวส์ซอง ประมาณได้จากวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood)

4.1.2 แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model)

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา (2545) จากงานวิจัยที่ผ่านมามักจะนำเสนอแบบจำลองอุบัติเหตุโดยใช้แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซอง ซึ่งค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับค่าความแปรปรวน จึงทำให้ เกิดการกระจายมากเกินไป (Overdispersion) ดังนั้นการใช้แบบจำลองการถดถอยแบบทวินามเชิงลบจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลอง

4.1.3 แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก (Zero - inflate Poisson Regression Model)

ในการศึกษาปัจจัยของการเกิดอุบัติเหตุที่ผ่านมาในประเทศไทยนั้น มักจะใช้การวิเคราะห์แบบการถดถอยปัวส์ซอง (Poisson regression model) การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial regression model) ซึ่งบางครั้งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอาจไม่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ เช่น การเกิด Overdispersion หรือตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามีค่าเป็นศูนย์จำนวนมาก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมของการคัดเลือกแบบจำลองและพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ จึงควรพิจารณาเลือกใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก (Zero – inflate Poisson Regression Analysis) ในการศึกษาแบบจำลองเป็นทางเลือก

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา (2545) ได้ศึกษาแบบจำลองคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรนอกเมือง ที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวง โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ 3 ปี โดยใช้แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ การถดถอยปัวส์ซอง การถดถอยทวินามเชิงลบ และการถดถอยลอกนอมอล ปรากฏว่าแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองมีความเหมาะสมมากที่สุด และตัวแปรที่มีนัยสำคัญกับจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการตายและอุบัติเหตุที่รถออกนอกถนน ได้แก่ ปริมาณการใช้รถ ความกว้างผิวทางและไหล่ทาง ความเร็วออกแบบ แนวทางราบและแนวทางดิ่ง เขตห้ามแซงและ จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

เอกรินทร์ จันทวงค์ (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุบัติเหตุจราจรบริเวณสามแยก และพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุบริเวณสามแยก สำหรับทางหลวงสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง โดยมีปริมาณจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกเป็นตัวแปรร่วม ข้อมูลอุบัติเหตุที่ใช้พิจารณาแบบจำลองเป็นข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 8 ปี บนทางหลวงสองช่องจราจรจำนวน 357 ข้อมูลทางแยก การวิจัยได้ทดลองใช้รูปแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซอง การศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดและมีนัยสำคัญต่อจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดคือปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลักและแนวทางราบ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่มีคนตายได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ความเร็วออกแบบ ความกว้างไหล่ทางของถนนสายหลัก ทางเชื่อม และช่องจราจรเลี้ยวซ้ายจาก ถนนสายหลัก

ปฏิวิติ ฤทธิเดช (2550) ได้ศึกษาแบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนนบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจังหวัดนครราชสีมา ที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวง โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ 3 ปี การวิจัยได้ทดลองใช้รูปแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซอง พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้แก่จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน และความกว้างไหล่ทาง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บได้แก่ ร้อยละทางลาดชันและปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตได้แก่ ร้อยละทางลาดชัน และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ ร้อยละทางลาดชัน

เมษา ทิพเวช (2555) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิต และพัฒนาเป็นแบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุ โดยใช้ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุและข้อมูลปริมาณจราจรย้อนหลัง 6 ปี โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน ปัจจัยทางด้านความลาดชันของช่วงถนน และปัจจัยทางความลาดชันก่อนและหลังช่วงที่เกิดอุบัติเหตุ ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองคาดการณ์จำนวน อุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิตที่พิจารณาถึงความลาดชันภายนอกช่วงถนน เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงสุด ได้แก่ความลาดชันหลังช่วงถนน 500 เมตร รองลงมาคือระยะการเปลี่ยนแปลงแนวทางดิ่งและรัศมีโค้งราบต่ำสุดตามลำดับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้บาดเจ็บ ได้แก่ความลาดชันสูงสุดของช่วงถนนและความลาดชันก่อนถึงช่วงที่เกิดอุบัติเหตุ 100 เมตร และปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้เสียชีวิตได้แก่ ความลาดชันสูงสุดของช่วงถนนและความลาดชันหลังช่วงถนน 400 เมตร

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตในการเกิดอุบัติเหตุบนถนนขนาดสองช่องจราจรในจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้แบบจำลองสถิติ เพื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดจำนวนครั้งของอุบัติเหตุ ได้แก่ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต

5.2 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้เริ่มต้นโดยการทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสำรวจ การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง จากนั้นทำการสรุปข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนสำหรับสร้างและทดสอบแบบจำลอง ข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลองจะนำมาพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุเพื่อเลือกปัจจัยที่เหมาะสมใช้สร้างแบบจำลอง ตามรูปแบบจำลองที่กำหนด จากนั้นทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลอง และนำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ พิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดนำไปคาดการณ์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่มีสถิติเกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลสถิติอุบัติเหตุ โดยใช้ข้อมูลระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 - 30 ธันวาคม พ.ศ. 2554 รวมระยะเวลา 5 ปี ข้อมูลกายภาพของถนนขนาดสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจำนวน 137 กิโลเมตร แบ่งเป็นช่วงการศึกษาช่วงละ 1 กิโลเมตร จะได้ชุดข้อมูลสร้างและทดสอบแบบจำลองทั้งสิ้น 137 x 6 = 685 ชุดข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลออก

เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจำนวน 548 ชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลอง และ 137 ชุดข้อมูล สำหรับทดสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองและเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง มีดังนี้

5.3.1 ตัวแปรตาม: TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ราย/ปี/กิโลเมตร)
INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (ราย/ปี/กิโลเมตร)
FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (ราย/ปี/กิโลเมตร)

5.3.2 ตัวแปรอิสระ: AADT_COUNT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (พันคัน/วัน)
VEX_ COUNT = ปริมาณการใช้รถ (ล้านคัน-กิโลเมตร)
HEAVYTRUCK = ร้อยละรถหนัก (ร้อยละ)
HORIZONTAL = องศาโค้งราบ (องศา)
VERTICAL = ร้อยละทางลาดชัน (ร้อยละ)
SHOULDER = ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)
LANE_WIDTH = ความกว้างผิวทาง (เมตร)
ROAD_SECTION = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (ทาง)
DES_SPEED = ความเร็วออกแบบ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
INTERSECTION = การมี/ไม่มีทางแยก (แยก)
1 = มีทางแยกอย่างน้อย 1 แยก ในช่วงกิโลเมตร
0 = ไม่มีทางแยกอย่างน้อย 1 แยก ในช่วงกิโลเมตร

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป STATA 11.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างแบบจำลอง การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการชีวิต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.4.1 การกำหนดรูปแบบจำลอง (Model Formulation)

การวิจัยกำหนดให้ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการชีวิต เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระประกอบไปด้วย ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี, ปริมาณการใช้รถ, ร้อยละรถหนัก, องศาโค้งราบ, ร้อยละทางลาดชัน, ความกว้างไหล่ทาง, ความกว้างผิวทาง, จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร, ความเร็วออกแบบ, การมี/ไม่มีทางแยก ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในรูปของ Exponential ได้ดังสมการ

$$Y = \text{Exp}\,(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n)$$

โดยที่ Y คือ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดเฉลี่ยต่อปีต่อกิโลเมตร
β_0 คือ ค่าคงที่ของตัวแบบจำลอง

$\beta_1, \beta_2,...,\beta_n$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

$X_1, X_2,..., X_n$ คือ ตัวแปรอิสระที่มีค่านัยสำคัญทางสถิติ

การวิจัยจะใช้แบบจำลองถดถอยปัวส์ซอง (Poisson Regression Model) และแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก (Zero - Inflated Poisson Regression Model) ในการวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองจะทำการทดสอบการกระจายตัวของตัวแปร (Overdipersion Test) หากพบว่าเกิดการกระจายตัวของตัวแปรจะใช้แบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model) ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออุบัติเหตุแทน

5.4.2 การทดสอบการกระจายตัวของตัวแปร (Overdipersion Test)

ในการวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซอง (Poisson Regression Analysis) ต้องทำการตรวจสอบการกระจายตัว (Overdispersion) เนื่องจากมีข้อกำหนดว่าค่าเฉลี่ย (Mean) ต้องมีค่าเท่ากับความแปรปรวน (Variance) ซึ่งอาจเกิด Overdispersion ขึ้น จึงได้มี การทดสอบการกระจายตัวของตัวแปร (Overdispersion Parameter) ดังนี้

สมมุติฐานในการทดสอบ

$H_0 : \alpha = 0$ (ไม่เกิด Overdispersion)

$H_1 : \alpha \neq 0$ (เกิด Overdispersion)

โดยสถิติที่ใช้ทดสอบคือ Likelihood - ratio test โดยการทดสอบ Likelihood function ระหว่าง Poisson Regression และ Negative Binomial Regression พิจารณาค่าความแตกต่างของ Log - likelihood จากสมการ J. Scott Long and Jeremy Freese (2006)

$$\mathbf{G2 = 2(lnL_{NBRM} - lnL_{PRM})}$$

เมื่อ

lnL_{NBRM} คือ Log Likelihood function จากการวิเคราะห์สมการถดถอยทวินามเชิงลบ

lnL_{PRM} คือ Log Likelihood function จากการวิเคราะห์สมการถดถอยปัวส์ซอง

ภายใต้สมมุติฐานว่า H_0 จริง $\alpha = 0$ คือไม่เกิดความต่างระหว่าง Log likelihood function ของทั้งสองโมเดล และมีค่า P-value มากกว่า 0.1 จะถือว่าไม่เกิดการกระจายตัวของข้อมูล (Overdispersion) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.4.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปร (Correlation Analysis)

ในการวิจัยนี้ได้อาศัยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น กับปัจจัยด้านจราจรและปัจจัยด้านลักษณะ

กายภาพถนน ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถือว่าปัจจัยนั้น ๆ มีความสัมพันธ์ ที่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บ และเสียชีวิต ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันนั้น มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงตัวแปรที่พิจารณามีความสัมพันธ์กันสูงและมีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน แต่หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงถึงตัวแปรที่พิจารณามีความสัมพันธ์กันสูงและมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม และหากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับศูนย์แสดงถึงตัวแปรที่พิจารณานั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยในการพิจารณาจะคงตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ P-value < 0.20 ไว้

5.4.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมแบบจำลอง (Model Analysis)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบจำลองในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยพิจารณาตัวแปรอิสระที่จะนำเข้าแบบจำลอง ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรอิสระจะถูกประมาณค่าด้วยการทดสอบความเหมาะสมของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Measures of fit) โดยพิจารณาค่าสถิติ Log - Likelihood, Log - Likelihood Chi – Square Test, Deviance, Akaike's information criteria (AIC) โดยเริ่มต้นที่ไม่ใส่ตัวแปรอิสระใดๆเข้าไป บันทึกค่าสถิติ จากนั้นเพิ่มตัวแปรอิสระครั้งละ 1 ตัว เข้าไปในแบบจำลอง เปรียบเทียบเทียบกับค่าสถิติกับแบบจำลองก่อนหน้า (ไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ) หากทำให้ค่าสถิติดีขึ้น ให้เก็บตัวแปรอิสระนั้นไว้ หากทำให้ค่าสถิติน้อยลงให้ตัดตัวแปรอิสระนั้นทิ้งแล้วไม่นำมาพิจารณาอีก นำตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าแบบจำลองอีกครั้งละ 1 ตัว พิจารณาค่าสถิติที่ดีกว่า อย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.10) ทำเช่นนี้ไปจนกว่าได้ค่าสถิติที่ดีที่สุดและจนไม่สามารถตัดปัจจัยใดออกได้อีก แบบจำลองสุดท้ายที่ได้ถือว่าเป็นแบจำลองที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้

5.4.5 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง (Model Validation) และการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสม (Model Selection)

การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองในการศึกษานี้ จะทำการตรวจสอบความแม่นยำของผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ จำนวน 137 ชุดข้อมูล การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองนั้นพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุจากข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง และเลือกแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด

6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับสร้างแบบจำลองคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accident) และแบบจำลองคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accident) คือ แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression Model) ส่วนแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับสร้างแบบจำลองคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต (Fatality Accident) คือ แบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก (Zero – Inflated Poisson Regression Model) ค่าการทดสอบความเหมาะสมของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Measures of fit) ที่ดีที่สุดของแต่ละแบบจำลองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปค่าการทดสอบความเหมาะสมของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Measures of fit) ของแต่ละแบบจำลอง

ค่าสถิติทดสอบ	Total Accident	Injury Accident	Fatality Accident
แบบจำลอง	Negative Binomial Regression Model	Negative Binomial Regression Model	Zero – Inflated Poisson Regression Model
Log - Likelihood	-171.90442	-110.76522	-54.1140
LR Chi¬2	15.94	5.21	7.09
Deviance	343.809	221.530	108.228
AIC	0.646	0.415	0.227

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 1 เกณฑ์พิจารณาค่าสถิติทดสอบที่ให้ค่าที่ดีที่สุด ได้แก่ Log – Likelihood คือค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาของแบบจำลอง ว่ามีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อยอย่างไร โดยที่ค่า Log – Likelihood มีค่ามากจะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในแบบจำลองได้ดี, LR Chi¬2 คือ ค่าที่แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งได้จากค่า Likelihood Ratio Test มีการแจกแจงแบบ Chi – Square, Deviance คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกระจายตัวแปรตอบสนองมีค่าสูงทำให้แบบจำลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดี และ Akaike's information criteria (AIC) คือ ค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยไม่พิจารณาระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) แบบจำลองยิ่งมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงสุด

การทดสอบความเที่ยงตรงของจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุจากแบบจำลองที่มีค่าสถิติดีที่สุดในแต่ละประเภทอุบัติเหตุ พบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุจากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งทำให้สามารถอธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุและสามารถนำแบบจำลองไปคาดการณ์จำนวนครั้งของอุบัติเหตุได้ ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองในแต่ละประเภทอุบัติเหตุแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุในแต่ละประเภท

แบบจำลองอุบัติเหตุ/ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	**จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากแบบจำลอง (ครั้ง)**	**จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง (ครั้ง)**
1. แบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด Y_{NBR} = Exp [-7.400571 + 0.122852 (HORIZONTAL) + 0.7433931 (LANE_WIDTH) + 0.8623971 (INTERSECTION)]	13.53	15
2. แบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ Y_{NBR} = Exp [-8.109314 + 0.7852127 (LANE_WIDTH)]	7.38	8
3. แบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต Y_{ZIP} = Exp [28.5219 + 0.2650 (HORIZONTAL) - 6.0092 (VERTICAL) - 0.3413 (DES_SPEED)]	5.74	6

จากตารางที่ 2 จำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ทำนายได้ 13.53 ครั้ง จากจำนวนอุบัติเหตุจริงที่เกิดขึ้นทั้งหมดในข้อมูลทดสอบ 15 ครั้ง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุคือ องศาโค้งราบ ความกว้างผิวทางและการมี/ไม่มีทางแยก สำหรับจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ จากแบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ ทำนายได้ 7.38 ครั้ง จากอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจริงในข้อมูลทดสอบ 8 ครั้ง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุคือ ความกว้างผิวทาง ส่วนจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต จากแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มากทำนายได้ 5.74 ครั้ง จากอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิตที่เกิดขึ้นจริงในข้อมูลทดสอบ 6 ครั้ง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุคือ องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชันและความเร็วออกแบบ

7. อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางเรขาคณิตของทางหลวงขนาดสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองจังหวัดสุรินทร์ กับปัจจัยด้านจราจร สามารถสรุปแบบจำลองและปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดได้ดังนี้

แบบจำลองการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accident)

$$Y_{TOTALCC} = Exp\,[-7.400571 + 0.122852\,(HORIZONTAL) + 0.7433931\,(LANE_WIDTH) + 0.8623971\,(INTERSECTION)]$$

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดคือ องศาโค้งราบ ความกว้างผิวทาง และการมี/ไม่มีทางแยก ซึ่งเป็นไปได้ว่าในการใช้ความเร็วบนทางโค้ง ผู้ขับขี่จะใช้ความเร็วตามลักษณะการวางโค้ง คือ เมื่อทางโค้งมีรัศมีมาก ผู้ขับขี่จะใช้ความเร็วสูงในขณะเข้าโค้ง และไม่ระมัดระวัง ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงถนนที่มีความกว้างผิวทางมาก จะทำให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูง ไม่ระมัดระวัง ควบคุมทิศทางของรถได้ยากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการมีหรือไม่มีทางแยกเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องจากอุบัติเหตุโดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเกิดขึ้นบริเวณจุดตัดทางแยกซึ่งมีการตัดกระแสจราจรของรถ

แบบจำลองการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accident)

$$Y_{INJACC} = Exp\ [-8.109314 + 0.7852127\ (LANE_WIDTH)]$$

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บคือ ความกว้างผิวทาง เนื่องจากถนนที่มีความกว้างผิวทางมาก จะทำให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูง ไม่ระมัดระวัง ควบคุมทิศทางของรถได้ยากขึ้น จนทำให้เกิดอุบัติเหตุและเกิดการบาดเจ็บ โดยความกว้างผิวทางเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเช่นเดียวกันกับแบบจำลองการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

แบบจำลองการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิต (Fatality Accident)

$$Y_{FATAL} = Exp\ [28.5219 + 0.2650\ (HORIZONTAL) - 6.0092\ (VERTICAL) - 0.3413\ (DES_SPEED)]$$

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการเสียชีวิตคือ องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชัน และความเร็วออกแบบ กล่าวคือ เมื่อทางโค้งมีรัศมีมาก ผู้ขับขี่จะใช้ความเร็วสูงในขณะเข้าโค้ง และไม่ระมัดระวัง ทำให้ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุขึ้น รวมถึงร้อยละความลาดชันของถนนซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อถนนในบริเวณพื้นที่ศึกษามีความลาดชันมาก ทำให้พฤติกรรมของผู้ขับขี่เกิดความระมัดระวังมากขึ้น รวมถึงอาจมีการติดตั้งอุปกรณ์จราจรเพื่อเตือนภัยหรือป้องกันความรุนแรงในบริเวณพื้นที่เสี่ยง ทำให้ขณะเกิดอุบัติเหตุความรุ่นแรงจึงลดลง และการเลือกใช้ความเร็วออกที่เหมาะสม จะทำให้ถนนมีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาถนนได้ถูกออกแบบไว้ที่ความเร็วออกแบบต่ำกว่าความเร็วที่ผู้ขับขี่ใช้ โดยในปัจจุบันผู้ขับขี่มักจะใช้ความเร็วสูงกว่าความเร็วออกแบบที่กำหนดไว้ และจากพฤติกรรมการขับขี่ที่เปลี่ยนไปพร้อมกับสมรรถภาพของรถที่สูงขึ้น ทำให้โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุได้มากขึ้นและส่งผลต่อความรุ่นแรงได้

8. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุทั้งสามประเภทนั้น พบว่าปัจจัยทางด้านเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของถนนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งหมายถึงลักษณะกายภาพของถนนที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นและส่งผลต่อระดับความรุนแรง โดยเฉพาะปัจจัย

ด้านองศาโค้งราบและความกว้างผิวทางที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุเกือบทุกประเภท ดังนั้น ในการออกแบบหรือการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขถนน ควรพิจารณาความเหมาะสมในการออกแบบทางโค้ง และความกว้างผิวทางให้สอดคล้องกับสภาพปริมาณจราจรในปัจจุบันและพฤติกรรมการขับขี่เพื่อลดปัญหาอุบัติเหตุในอนาคต

แบบจำลองที่ได้จากผลการวิจัยนั้นเป็นผลมาจากที่ผู้วิจัยเลือกใช้ปัจจัยต่าง ๆ และแบบจำลองที่เหมาะสม คือ แบบจำลองถดถอยทวินามเชิงลบ และแบบจำลองการถดถอยปัวส์ซองแบบมีศูนย์มาก ซึ่งทำให้ได้ผลการคาดการณ์จำนวนครั้งของอุบัติเหตุได้ถูกต้องแม่นยำและใกล้เคียงกับความเป็นจริง ผู้วิจัยจึงเสนอะแนะแบบจำลองดังกล่าวสำหรับผู้ที่มีความสนใจศึกษาแบบจำลองอุบัติเหตุในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ

ในการวิจัยในครั้งต่อไปนั้นเสนอให้มีการเพิ่มปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในด้านอื่น ๆ เช่น ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยด้านเวลา รวมถึงการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุบริเวณที่มีปริมาณจราจรแออัด เช่น ถนนในเขตเมือง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กองมณี จะเลินวง. (2553). **การใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวส์ซองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการสูบบุหรี่ของบุคลากรสาธารณะสุข ประเทศ สปป. ลาว.** ปริญญาสาธารณะสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา. (2545). **แบบจำลองอุบัติเหตุสำหรับถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกรินทร์ จันทวงค์. (2547). **แบบจำลองอุบัติเหตุบริเวณสามแยกบนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปฏิวิติ ฤทธิเดช. (2550). **แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนน บนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เมษา ทิพเวช. (2555). **แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุสำหรับทางหลวงในเขตภูเขา.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

J. Scott Long and Jeremy Freese. (2006). **Regression models for categorical dependent variables using data (2nd ed.).** Stata Press.