แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนน บนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา

นายปฏิวัติ ฤทธิเดช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2550

ACCIDENT PREDICTION MODEL AND ROAD IMPROVEMENT RANKING FOR TWO-LANE RURAL HIGHWAYS : A CASE STUDY IN NAKHON RATCHASIMA

Patiwat Littidej

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Transportation Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2007

ปฏิวัติ ฤทธิเดช : แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุและจัดลำดับการปรับปรุงถนนบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง : กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา (ACCIDENT PREDICTION MODEL AND ROAD IMPROVEMENT RANKING FOR TWO-LANE RURAL HIGHWAYS : A CASE STUDY IN NAKHON RATCHASIMA) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ สัตยมัลลี, 105 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายอุบัติเหตุ และดำเนินการจัดลำดับความสำคัญในการปรับปรุงถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองนครราชสีมา โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุและข้อมูลปริมาณจราจร ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2549 รวม 3 ปีจำนวน 498 ช่วงถนน สำหรับแบบจำลองตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต ตัวแปรอิสระประกอบด้วย ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ร้อยละรถหนัก ความกว้างผิวทางและไหล่ทาง ความเร็วออกแบบ องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชัน ร้อยละของเขตห้ามแซง จำนวนทางเชื่อมต่อต่อกิโลเมตร และจำนวนทางแยกต่อกิโลเมตร การศึกษานี้วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองถดถอยพัวซองในการวิเคราะห์จำนวนอุบัติเหตุ และใช้วิธีมัลติไครทีเรียในการจัดลำดับการปรับปรุงถนน

ผลการศึกษาพบว่าจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรมีนัยสำคัญสูงสุดต่อจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด ร้อยละทางลาดชันมีผลต่อกลุ่มอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต และร้อยละทางลาดชันกับความกว้างผิวทางมีผลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ นอกจากนั้นการวิจัยได้แสดงการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทำนายจำนวนอุบัติเหตุที่จะลดลงหลังการปรับปรุงทางหลวงโดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเรขาคณิตของถนนต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น และจากการจัดลำดับการปรับปรุงถนนโดยใช้ไครทีเรียประกอบด้วย ปริมาณการใช้รถเฉลี่ยของช่วงถนนใด ๆ ในรอบ 3 ปี ความกว้างผิวทาง ร้อยละทางลาดชัน ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุของช่วงถนนใด ๆ ในรอบ 3 ปี และจำนวนทางเชื่อมต่อต่อกิโลเมตร พบว่าช่วงถนนที่ถูกจัดลำดับให้มีการปรับปรุงมากที่สุด ได้แก่ ช่วงถนนบนทางหลวงหมายเลข 205 เนื่องจากมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากกว่าทางหลวงหมายเลขอื่น

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2550 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PATIWAT LITTIDEJ : ACCIDENT PREDICTION MODEL AND ROAD IMPROVEMENT RANKING FOR TWO-LANE RURAL HIGHWAYS : A CASE STUDY IN NAKHON RATCHASIMA. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SOMPRASONG SUTTAYAMULLY, Ph.D., 105 PP.

ACCIDENT PREDICTION MODEL / ROAD IMPROVEMENT RANKING

The objective of this research is to builds accident prediction model and road improvement ranking for two-lane rural highways of Nakhon Ratchasima by use accident data traffic volume data and road geometry data of the road between year (B.E. 2547-2549) total up 3 years 498 period road amounts.

The research uses the dependent variables are total accident, injury accident and fatal accident independent variable composes Annual Average Daily Traffic (AADT), heavy vehicle, pavement and shoulder width, design speed, horizontal curve, vertical grade, non sight distance, number of road connectors, and intersections use build the poisson regression model and multi criteria method for solve road improvement ranking.

It was that number of road connectors is the most significant in total accident pavement width with vertical grade affects injury accident and vertical grade affects fatal accident more than other variable. Besides the research has shown applying model will accident prediction is will down back road improvement by character road geometry change of the road and road improvement ranking compose average vehicle exposure in 3 years, pavement width, vertical grade, frequency of accident in 3 years and number of road connectors meet that road period will to must do the improve

most will stay in road number 205 because of there the factor that affect to build accident occurrence more than road number other.

School of Transportation Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2007 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย อาทิเช่น

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมประสงค์ สัตยมัลลี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

- อาจารย์ ดร.ถิรยุทธ ลิมานนท์ ที่กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และได้ชี้แนะจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

- รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห อาจารย์ ดร.รัฐพล ภู่บุบผาพันธ์ และอาจารย์ร้อยเอก สุทธิพงษ์ มีใย ที่ได้ชี้แนะแนวทางแก้ปัญหางานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

- คุณณัฐฐิดา นิลจินดา เพื่อนนักศึกษาบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งที่ช่วยแนะนำการจัดรูปแบบวิทยานิพนธ์

- คุณเฉลิมพล หลงจาด ที่ช่วยแนะนำเทคนิคการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์ให้ออกมาเรียบร้อยสวยงามตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

- คุณวารุณี อ้วนโพธิ์กลาง ที่ให้คำปรึกษาในการจัดรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และเพื่อนนักศึกษาระดับปริญญาโทที่ให้กำลังใจ กำลังกาย ให้คำปรึกษาและคำแนะนำมาโดยตลอด

- ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

- ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ในอดีตและปัจจุบันทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางวิชาการอบรมสั่งสอนให้แก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จในชีวิต

- ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้ที่มีอุปการะทุกคนที่ให้การอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ ความสามารถ มีจิตใจที่เข้มแข็งและช่วยเหลือตัวเองได้จนประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

ปฏิวัติ ฤทธิเดช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)……..…….....ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) …...……...……....ข

กิตติกรรมประกาศ…..…...…….……..……....ง

สารบัญ…….……...…….....จ

สารบัญตาราง…….…...….....ฌ

สารบัญรูป…….…….....ฎ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ……...…….……...ฏ

บทที่

1 บทนำ…….……..…….…….....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย …….…….....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……..……...……...……..2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย …….……...……2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย …….……...……..3

2 ปริทัศน์วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง …….……4

2.1 คำนิยามพื้นฐาน …..…….……...……4

2.2 ปัจจัยทางถนน การจราจรและสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพล
ต่อการเกิดอุบัติเหตุ ……...…….……...…...5

2.2.1 ปริมาณจราจรและปริมาณการใช้.....……...……...…5

2.2.2 แนวทางราบและแนวทางดิ่ง……...…..……6

2.2.3 ความกว้างของช่องจราจรและไหล่ทาง …...…..…….....6

2.2.4 ระยะมองเห็น …...…….……..…….……7

2.2.5 ความเร็ว……...…….……8

2.2.6 จำนวนทางแยกและจำนวนจุดต่อเชื่อม……...……...……...8

2.3 แบบจำลองอุบัติเหตุ – ทฤษฎี ……...……8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1 แบบจำลองการถดถอยของพัวซอง ……...……...10

2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Maximum Likelihood…....…11

2.5 แบบจำลองอุบัติเหตุ-การประยุกต์ใช้ …..……12

2.5.1 แบบจำลองการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น …..……...13

2.5.2 แบบจำลองการถดถอยพัวซอง …..…….14

3 วิธีดำเนินการวิจัย .....……...16

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล…...……16

3.1.1 ข้อมูลอุบัติเหตุ…..……..16

3.1.2 ข้อมูลเรขาคณิตถนน …...…..……..17

3.1.3 ข้อมูลปริมาณจราจร ……..……..19

3.1.4 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา……21

4 ผลการทดสอบและวิจารย์ผล ……...23

4.1 สถานการณ์อุบัติเหตุ ลักษณะทางเรขาคณิต และการจราจร
บนถนนที่คัดเลือก ……..……..…….....23

4.1.1 ช่วงถนนแยกตามการใช้ประโยชน์พื้นที่ และสภาพภูมิประเทศ ……23

4.1.2 สถานการณ์อุบัติเหตุ……..……..24

4.1.3 ลักษณะบริเวณที่เกิดเหตุ ……...……..…….25

4.1.4 ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ ...……..…….25

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปSAS ……25

4.3 ลักษณะของตัวแปรจากการรวบรวมข้อมูล …...……..……26

4.4 การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ …...……..……34

4.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ …...……...37

4.6 การกำหนดรูปแบบจำลอง……...39

4.7 การปรับเทียบผลของแบบจำลอง……..……41

4.7.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์……..……..……41

4.7.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ……..……41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.8 การทดสอบ Goodness of Fit 42
4.8.1 Deviance 42
4.8.2 Chi-square 43
4.8.3 Log Likelihood.....44
4.8.4 Akaike's Information Criterion (AIC) 44
4.9 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง 45
4.10 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง.....48
4.10.1 การทดสอบกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ 48
4.11 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง.....50
4.11.1 การคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังปรับปรุงทางหลวง 51
4.12 การทดสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเรขาคณิตของทางหลวง
ต่อจำนวนอุบัติเหตุ.....51
4.12.1 การลดร้อยละทางลาดชัน 52
4.12.2 การขยายความกว้างผิวทาง 52
4.12.3 การลดทางเชื่อมต่อกิโลเมตร 53
4.13 การจัดลำดับช่วงกิโลเมตรของถนนที่จะปรับปรุง.....53
4.13.1 วิธีปรับสเก็ลแบบ SIMPLE SCALING 54
4.13.2 วิธีปรับสเก็ลแบบ RANGE EQUALIZATION.....59
4.13.3 วิธีปรับสเก็ลแบบ SIMPLE LINEARIZATION 62
4.13.4 การจัดลำดับถนนที่จะปรับปรุง.....65
5 สรุปผลการศึกษา.....67
5.1 การรวบรวมข้อมูล.....67
5.2 ตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตและตัวแปรจราจรที่มีอิทธิพลต่อ
การเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง 68
5.3 แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุ.....68
5.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง.....69

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.5 การจัดลำดับการปรับปรุงถนน.....……..…….....…70
5.6 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป…….....70
รายการอ้างอิง…….....……..……..71
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลอง…….……73
ภาคผนวก ข ตัวอย่างผลการสร้างแบบจำลองจากโปรแกรม SAS …...…….……...102
ประวัติผู้เขียน…….....……..……..105

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงชื่อ ความหมาย และหน่วยของตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์สร้างแบบจำลอง……...20

3.2 แสดงหมายเลขทางหลวงที่ใช้สร้างแบบจำลอง…….....…21

4.1 สรุปลักษณะข้อมูลใน 498 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนถนนสองช่องจราจร เขตนอกเมือง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549…...27

4.2 สรุปลักษณะข้อมูลใน 144 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 205 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ……..28

4.3 สรุปลักษณะข้อมูลใน 108 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 207 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ……..29

4.4 สรุปลักษณะข้อมูลใน 24 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2067 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ……..30

4.5 สรุปลักษณะข้อมูลใน 69 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2068 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549…….…..31

4.6 สรุปลักษณะข้อมูลใน 54 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2150 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ...…….....32

4.7 สรุปลักษณะข้อมูลใน 99 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2160 ถนนสองช่อง, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ……..33

4.8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุบัติเหตุกับลักษณะเรขาคณิต และสภาพการจราจร 498 ช่วงถนน, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549 ……35

4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ……...…38

4.10 ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันเอง โดยจำแนกเป็นความสัมพันธ์เชิงบวก กับเชิงลบ ……39

4.11 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด ……..45

4.12 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ…….46

4.13 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต ……...…46

4.14 ผลการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด…….……47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง ……..……..49
4.16 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและที่มีการสูญเสียชีวิต
R_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากลดร้อยละทางลาดชัน (VG)…...……...52
4.17 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ R_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากเพิ่ม
ความกว้างผิวทาง (PW) ……..……..……..53
4.18 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด R_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากลดจำนวน
ทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (RC)……...……..53
4.19 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ก่อนการปรับแก้สเก็ล….……..54
4.20 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE หลังการปรับแก้สเก็ล
ของวิธี SIMPLE SCALING….……...……56
4.21 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี SIMPLE SCALING …….……58
4.22 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี RANGE EQUALIZATION ….……...61
4.23 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี SIMPLE LINEARIZATION….…….……64
4.24 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ของอันดับเฉลี่ยที่ดีที่สุด….……...65

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.1 แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย……..22
4.1 การกระจายตัวของจำนวนลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด
กับจำนวนช่วงถนน ……...24
4.2 หน้าจอผลของโปรแกรม SAS 6.12 ……..26

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A_i	=	จำนวนอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่ *i* ต่อปี
AADT	=	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Annual Average Daily Traffic)
AR	=	อัตราอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่ *i* (Accident Rate)
DS	=	ความเร็วออกแบบ (Design Speed)
$E(Y_i)$	=	ค่าคาดหวังของตัวแปรตาม Y_i (Expected value of Y_i)
FATACC	=	จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (Fatal Accidents)
GLM	=	ตัวแบบเชิงเส้นที่วางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model)
HC	=	องศาโค้งราบ (Degree of Horizontal Curve)
i	=	ช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analytical section)
IN	=	การมี / ไม่มีทางแยก (Intersection)
INJACC	=	จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accidents)
j	=	ลำดับที่ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในแบบจำลอง
l_i	=	ความยาวช่วงถนนที่ *i* (กิโลเมตร)
$l_{i,g}$	=	ความยาวช่วงลาดชันที่ *g* บนถนนที่ช่วงที่ *i*
$l_{i,k}$	=	ความยาวช่วงโค้งราบที่ *k* บนถนนที่ช่วงที่ *i*
MAX	=	ค่าสูงสุด (Maximum Value)
MED	=	ค่ามัธยฐาน (Median)
MEAN	=	ค่าเฉลี่ย (Mean)
MIN	=	ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
NSD	=	เขตห้ามแซง (Non Sight Distance)
PR	=	แบบจำลองการถดถอยพัวซอง (Poisson Regression Model)
PW	=	ความกว้างผิวทาง (Pavement Width)
RC	=	จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (Number of Road Connection)
STDV	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
SUM	=	ความกว้างไหล่ทาง (Shoulder Width)
TOTACC	=	จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accidents)
VEX_i	=	ปริมาณการใช้รถ (Vehicle Exposure) ในช่วงเวลา 1 ปีบนช่วงถนน *i*

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

VG	=	ร้อยละทางลาดชัน (Percent of Vertical Grade)
F_{ij}	=	ค่าน้ำหนักของ ALTERNATIVE ที่ *i* และ CRITERIA ที่ *j*
H_{ij}	=	ค่าสูงสุดของ F_{ij}
L_{ij}	=	ค่าต่ำสุดของ F_{ij}
R_j	=	ผลต่างระหว่างค่าสูงสุดของ F_{ij} กับค่าต่ำสุดของ F_{ij}
S_i	=	ค่า Score ของ Alternative ถนนช่วงที่ *i*
W_j	=	ค่าของน้ำหนักของ CRITERIA ตัวที่ *j*
π_j	=	ค่าแฟคเตอร์ของ CRITERIAที่ *j*
x_i	=	ค่าตัวแปรอิสระ (Independent Variables)
x_{ij}	=	ค่าตัวแปรอิสระตัวที่ *j* ในกลุ่มตัวแปรอิสระ x_i
y_i	=	ค่าตัวแปรตาม (Dependent Variables)
Y_i	=	ค่าตัวแปรตามบนถนนช่วงที่ *i* ในช่วงเวลา 1 ปี
β_j	=	สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ *j*
λ_i	=	จำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดต่อคัน - กิโลเมตร เรียกว่า Rate function
$\theta_{i,k}$	=	องศาโค้งราบบนถนนช่วงที่ *i* ลำดับโค้งราบที่ *k*
$\omega_{i,g}$	=	ทางลาดชันบนถนนช่วงที่ *i* ลำดับทางลาดชันที่ *g*
$\sum \hat{\mu}_t$	=	ค่าประมาณอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละประเภทอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่แยกไว้ทดสอบ
$\sum \mu_t$	=	จำนวนอุบัติเหตุจริงบนช่วงถนนที่แยกข้อมูลไว้ทดสอบ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในปีหนึ่ง ๆ อุบัติเหตุจราจรเป็นสาเหตุสำคัญของการบาดเจ็บและการเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก โดยมีสถิติการบาดเจ็บและการเสียชีวิตติดอันดับต้น ๆ ของประชากรไทย โดยในปี พ.ศ. 2544 เกิดอุบัติเหตุทางบกทั้งหมด 77,616 ครั้ง มีจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บทั้งหมด 53,960 คน ผู้เสียชีวิตทั้งหมด 11,652 คน มูลค่าความเสียหายรวมทุกกรณีอยู่ในระดับ 1,240,801,00บาท (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2544) อุบัติเหตุเกิดขึ้นแต่ละครั้งไม่ได้ทำให้เกิดเฉพาะการบาดเจ็บและการสูญเสียชีวิตเท่านั้นแต่ยังทำให้ทรัพย์สินเสียหาย การจราจรขาดความคล่องตัวและเกิดความล่าช้า นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความสูญเสียต่าง ๆ ทางสังคมที่ไม่สามารถวัดหรือตีค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น ภาพพจน์ของการเป็นเมืองท่องเที่ยว ภาพพจน์ในแง่ความปลอดภัยในการเดินทาง เป็นต้น

การเข้าใจถึงสาเหตุของอุบัติเหตุทำให้เราสามารถป้องกันและแก้ไขได้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น หลายครั้งที่อุบัติเหตุเกิดจากความประมาทของผู้ขับขี่เอง แต่ก็มีส่วนหนึ่งของอุบัติเหตุที่มาจากความบกพร่องของสภาพถนน องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุมีอยู่หลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทางหลวงเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนทำให้เกิดอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในประเทศอุตสาหกรรมที่คนใช้รถมีความรู้และมีความรับผิดชอบสูง มีการวิจัยพบว่าคนมีส่วนร่วมก่อให้เกิดอุบัติเหตุสูงถึง 95% รถ 8.5% และทางสิ่งแวดล้อม 28% (Atkinson, 1997)

ถึงแม้จะพบว่าสาเหตุใหญ่เกิดจากความไม่มีสติและขาดความระมัดระวังของผู้ขับขี่เองก็ตาม แต่ถ้าถนนได้รับการออกแบบและก่อสร้างอย่างเหมาะสมแล้วจะสามารถช่วยลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุอันอาจเนื่องจากความผิดพลาดของคนขับได้

กรมทางหลวงเป็นหน่วยงานของรัฐมีหน้าที่หลักในการดูแลรับผิดชอบทางหลวง ในด้านการวางแผน การตัดสินใจ จัดลำดับความสำคัญของโครงการที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนก่อสร้างทางหลวง และการซ่อมบำรุงทางหลวง ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ กรมทางหลวงมีการคิดค่าใช้จ่ายในการวิ่งรถและค่าเวลาที่ใช้ในการเดินทาง แต่ยังไม่มีการพิจารณาค่าใช้จ่ายอุบัติเหตุ เนื่องจากไม่มีแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุและค่าอุบัติเหตุกับองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนน (วัชรินทร์ วิทยกุล, 2537)

ปัจจุบันมีหน่วยงานราชการหลายหน่วยงานได้ทำการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุ เช่น กรมทางหลวง กระทรวงสาธารณสุข และสำนักงานตำรวจแห่งชาติ หลังจากปี 2535 เป็นต้นมา กรมทางหลวงได้รับความร่วมมือจากสำนักงานตำรวจแห่งชาติในการดำเนินการจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุล่วงผ่านมาหลายปี ทำให้มีปริมาณข้อมูลเพียงพอสำหรับการนำมาสร้างแบบจำลองอุบัติเหตุ อันเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญมานานแล้ว

จากข้อมูลเบื้องต้นที่กล่าวมาจึงเป็นประโยชน์ที่จะนำเอาข้อมูลอุบัติเหตุที่มีอยู่แล้วมาสร้างแบบจำลองทำนายอุบัติเหตุ แบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองทางสถิติ (Statistical models) ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางเรขาคณิตของถนนและสภาพจราจร เพื่อเป็นแนวทางให้นักวางแผนโครงการทำการวิเคราะห์และจัดลำดับการปรับปรุงถนนด้วยความละเอียดรอบคอบ และมีความถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมาวิเคราะห์เพื่อทำแผนการปรับปรุงทางหลวงให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงประเภทสองช่องจราจรเขตนอกเมืองนครราชสีมา

1.2.2 เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุ

1.2.3 เพื่อทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเรขาคณิตของถนนต่อจำนวนอุบัติเหตุ

1.2.4 เพื่อจัดลำดับช่วงถนนที่จะทำการปรับปรุง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาบนทางหลวงนอกเมืองของจังหวัดนครราชสีมาที่มีลักษณะเป็นถนนสองช่องจราจร

1.3.2 ข้อมูลอุบัติเหตุที่ใช้ในการศึกษาจะไม่นับรวมอุบัติเหตุที่ไม่มีการลงบันทึกในสถิติอุบัติเหตุ

1.3.3 การจัดลำดับการปรับปรุงถนนจะกำหนดค่าน้ำหนักของไครทีเรียโดยผู้วิจัยคนเดียว

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 สามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บ จำนวนผู้เสียชีวิตบนทางหลวงที่จะปรับปรุง อันจะทำให้การวิเคราะห์โครงการมีความถูกต้อง สมบูรณ์และน่าเชื่อถือ

1.4.2 สามารถนำปัจจัยทางการออกแบบเรขาคณิตของเส้นทางที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมาวิเคราะห์เพื่อทำแผนการปรับปรุงทางหลวงให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางมากขึ้น

1.4.3 สามารถนำการจัดลำดับถนนที่จะปรับปรุงมาทำแผนการปรับปรุงทางหลวงให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทางมากขึ้น

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการทบทวนทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยอุบัติเหตุ แบบจำลองอุบัติเหตุ และการจัดลำดับถนนที่จะปรับปรุง ในการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีรายงานการวิจัยในประเทศไทยและต่างประเทศที่ทำการศึกษาในเรื่องแบบจำลองอุบัติเหตุที่มีกรณีศึกษาเป็นถนนสองช่องจราจร แต่ยังไม่มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคมัลติไครทีเรียมาทำการจัดลำดับการปรับปรุงถนนซึ่งจะได้สรุปในลำดับต่อไป

2.1 คำนิยามพื้นฐาน

กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ได้กำหนดนิยามต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ในเอกสารสถิติอุบัติเหตุปี 2541 ซึ่งมีคำดังต่อไปนี้

ก. อุบัติเหตุ (Traffic Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงอาจมีคนตาย บาดเจ็บ หรือเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน

ข. อุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (Fatal Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วทำให้คนตาย อาจมีคนบาดเจ็บ หรือทรัพย์สินเสียหายด้วยก็ได้ เช่น อุบัติเหตุเกิดขึ้นแล้วครั้งหนึ่งมีคนตาย 10 คน บาดเจ็บ 12 คน ถือว่าเป็นอุบัติเหตุที่เกิดความตายเพียง 1 ราย

ค. อุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วทำให้คนบาดเจ็บอาจมีทรัพย์สินเสียหายด้วยก็ได้ แบ่งได้ 2 กลุ่ม

ค.1 บาดเจ็บสาหัส (Severe Injury Accident) หมายถึง ผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุดังกล่าวไม่สามารถรักษาให้หายได้ภายใน 3 สัปดาห์

ค.2 บาดเจ็บเล็กน้อย (Slightly Injury Accident) หมายถึง ผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุดังกล่าวสามารถรักษาให้หายได้ภายในเวลาอันสั้น หรือไม่นาน

ง. อุบัติเหตุที่เกิดการเสียหาย (Damage Accident) หมายถึง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้วทำให้ทรัพย์สินเสียหายเท่านั้น

จ. อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Rate, AR) หมายถึง จำนวนรายการเกิดอุบัติเหตุต่อตัวแปรต่าง ๆ ที่นิยมมาเปรียบเทียบตามหลักสากล เช่น อัตราการเกิดอุบัติเหตุเทียบกับปริมาณ

การใช้รถใช้ถนนที่บริเวณทางหลวงนั้น ๆ ซึ่งมีหน่วยเป็นล้านคัน – กิโลเมตร และเรียกค่าของอัตราการเกิดอุบัติเหตุนั้นว่าจำนวนอุบัติเหตุต่อล้านคัน – กิโลเมตร หรือ

$$AR = \frac{A_i \times 10^6}{365 \times AADT \times L_i}$$

เมื่อ AR คือ อัตราอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่ i (อุบัติเหตุต่อล้านคัน – กิโลเมตร)

A_i คือ จำนวนอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่ i ต่อปี

$AADT$ คือ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (คันต่อวัน, vpd)

L_i คือ ความยาวช่วงถนนที่ i (กิโลเมตร, km)

ฉ. ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Annual Average Daily Traffic, AADT) หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่วิ่งผ่านจุดหนึ่งจุดใดตลอดปีหารด้วยจำนวนวันในปีนั้น

2.2 ปัจจัยทางถนน การจราจรและสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการเลือกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุบัติเหตุนำมาสัมพันธ์กับจำนวนอุบัติเหตุโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ภายในแบบจำลองเหล่านั้นมีการเลือกพิจารณาปัจจัยอยู่หลายตัวและมีความแตกต่างกันไปในแต่ละแบบจำลองขึ้นอยู่กับลักษณะ สภาพแวดล้อม สภาพการจราจร สภาพภูมิประเทศ ในบริเวณที่ทำการศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูล นอกจากนี้ยังขึ้นกับความสมบูรณ์ของข้อมูล

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่

2.2.1 ปริมาณจราจรและปริมาณการใช้รถ (Traffic Volume and Vehicle Exposure)

Kihberg et al. (1968) ทำการศึกษาเรื่องอัตราอุบัติเหตุสัมพันธ์กับการออกแบบองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนในเขตนอกเมือง ได้อ้างอิงงานวิจัยหลายการศึกษา (Vey, 1937, Belmont, 1953, Raff, 1953, Schoppert, 1957) ที่มีผลยืนยันว่าอัตราอุบัติเหตุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณจราจรบนทางหลวง กล่าวคือ เมื่อปริมาณจราจรเพิ่ม อัตราอุบัติเหตุเพิ่ม

Jacobs (1976) ทำการศึกษาเรื่องอัตราอุบัติเหตุบนถนนในเขตนอกเมือง ประเทศเคนยา และจาไมก้า จากการศึกษาวิจัยพบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 5% อัตราอุบัติเหตุของทั้ง 2 ประเทศมีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจรกล่าวคือ อัตราอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นตามปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น

Wang (1997) อ้างงานวิจัยของ Chapman (1973) อธิบายแนวคิดที่สำคัญในการวิเคราะห์อุบัติเหตุคือ แนวคิดเกี่ยวกับปริมาณการใช้รถ (Concept of exposure) แนวคิดนี้เพื่อเลี่ยงการตีความหมายผิดเกี่ยวกับสถานะของอุบัติเหตุ (Accident situations) เพราะจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นสูงไม่ได้ หมายความถึงความน่าจะเป็น (Probability) สำหรับการเกิดอุบัติเหตุสูง เขาใช้คำจำกัดความของปริมาณการใช้รถเป็นจำนวนโอกาส (Opportunities) สำหรับการเกิดอุบัติเหตุ ที่ต้องเกิดขึ้นแน่นอน ในช่วงเวลาและพื้นที่ศึกษาที่กำหนด

2.2.2 แนวทางราบและแนวทางดิ่ง (Horizontal Alignment and Vertical Alignment)

Mcgee et al. (1995) แนะนำว่าทางลาดชันมีอิทธิพลต่ออัตราอุบัติเหตุบนโค้งราบ กล่าวคือโค้งราบในช่วงลาดลง (downgrade) มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโค้งราบที่ตั้งอยู่บนที่ราบ

Vijayalakshmi (1997) อ้างงานวิจัยของ Vallete et al. (1981) พบว่าโดยส่วนใหญ่รถบรรทุกจะเกิดอุบัติเหตุบนทางลาดชันมากกว่าทางราบ และอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกจะเกิดบนถนนในเขตเมืองมากกว่าถนนในเขตนอกเมือง

Vijayalakshmi (1997) ทำการศึกษาเรื่องประสิทธิผลทางด้านความปลอดภัยของการขยายถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง กรณีศึกษาในเมือง Madras ประเทศอินเดีย โดยสร้างแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิตที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณการใช้รถ ความเร็ว ความกว้างผิวจราจร องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชัน จากการศึกษาวิจัยพบว่า องศาโค้งราบเป็นตัวทำนายที่ดีที่สุดสำหรับแบบจำลองทั้ง 3 ชนิด

Wang (1997) ใช้วิธี Multiple Linear Regression และ Poisson Regression มาทำการ ศึกษาเปรียบเทียบ และพัฒนาแบบจำลอง ทำนายจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บ และจำนวนผู้เสียชีวิต ที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องบนถนน Sun Yat-Sen Freeway ประเทศไต้หวัน จากการศึกษาวิจัยพบว่าร้อยละทางลาดชันเป็นตัวแปรตามที่มีนัยสำคัญกับทุกแบบจำลอง โดยจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิตจะเพิ่มขึ้นตามทางลาดชันช่วงลาดลง (downgrade slope) และจะลดลงตามทางลาดชันช่วงลาดขึ้น (upgrade slope)

Zegeer et al. (1991) กล่าวว่าโค้งแคบ (sharp curve) มีผลให้เกิดอัตราอุบัติเหตุที่สูงกว่าโค้งที่กว้าง

2.2.3 ความกว้างของช่องจราจรและไหล่ทาง (Lane width and Shoulder width)

Belmont (1954) ทำการศึกษาผลของความกว้างไหล่ทางต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนนทางตรงสองช่องจราจรในเขตเมืองที่มีปริมาณจราจรน้อย ถนนที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษายาว 533 ไมล์ ซึ่งมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 1,333 อุบัติเหตุ ความกว้างไหล่ทางแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ น้อยกว่า 6 ฟุต เท่ากับ 6 ฟุต และมากกว่า 6 ฟุต พบว่าบนช่วงถนนท่ามีความกว้างไหล่ทาง 6 ฟุต มีอัตรา

อุบัติเหตุต่ำกว่าช่วงถนนที่มีความกว้างไหล่ทางน้อยกว่า 6 ฟุต และบนช่วงถนนที่มีความกว้างไหล่ทาง 6 ฟุต ในช่วงปริมาณจราจรมากกว่า 5,000 คันต่อวันมีอัตราอุบัติเหตุต่ำกว่าช่วงถนนที่มีความกว้างไหล่ทางเกิน 6 ฟุต ผลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากผลในทางทฤษฎี (ไหล่ทางที่กว้างขึ้นจะทำให้มีอัตราอุบัติเหตุน้อยลง) เขาสันนิษฐานตามความจริงที่ว่า ในกรณีที่ไหล่ทางน้อยกว่า 3 ฟุตจะทำให้พื้นที่บนไหล่ทางไม่เพียงพอที่จะมีการแซง (Inadequate shoulder maneuver room) และไหล่ทางแคบทำให้การตัดกันของรูในกระแสจราจรมีมากขึ้น และกรณีที่ความกว้างไหล่ทางมากกว่า 6 ฟุต จะทำให้ผู้ขับขี่บนไหล่ทางเกิดความประมาทและมีโอกาสที่จะชนรถที่จอดอยู่ได้

Zegeer and Deacon (1998) ทำการศึกษาผลทางด้านความปลอดภัยของทางหลวงในการออกแบบความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง และประเภทไหล่ทาง พบว่าเมื่อเพิ่มความกว้างช่องจราจรและความกว้างไหล่ทางจะทำให้อัตราอุบัติเหตุลดลง การขยายความกว้างช่องจราจรมีผลทางด้านความปลอดภัยมากกว่าการเพิ่มความกว้างไหล่ทาง

2.2.4 ระยะมองเห็น (Sight Distance)

Fink and Krammes (1995) ศึกษาผลของความยาว Tangent และระยะมองเห็นต่ออัตราอุบัติเหตุบริเวณโค้งราบบนถนนสองช่องจราจรในเขตเมือง โดยสร้างแบบจำลองถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย สัมพันธ์จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับองศาค้างราบที่จำแนกระยะมองเห็นสั้น ปานกลาง และยาว ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองของรัฐต่าง ๆ 3 รัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา ระยะเวลา 5 ปี นำข้อมูลมาจำแนกโค้งที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันได้ 563 โค้ง แล้วนำมาเรียงลำดับระยะมองเห็น โดยข้อมูล 25% มีระยะมองเห็นต่ำกว่า 61 เมตรจะจำแนกว่ามีระยะมองเห็นสั้น ข้อมูล 50% มีระยะมองเห็นในช่วงระหว่าง 61 – 213.5 เมตร จะจำแนกว่ามีระยะมองเห็นปานกลาง และข้อมูลอีก 25% ระยะมองเห็นมากกว่า 213.5 เมตร จะจำแนกว่ามีระยะมองเห็นยาว จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าองศาโค้งราบเป็นตัวทำนายที่ดีในการหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณโค้งราบ ถึงแม้ว่าผลการจำแนกระยะมองเห็นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองศาโค้งกับจำนวนครั้งของอุบัติเหตุจะไม่สามารถนำแบบจำลองไปใช้ในการทำนายจำนวนครั้งของอุบัติเหตุได้ แต่ผลการจำแนกนั้นแนะนำว่าทางตรงที่ยาวก่อนเข้าโค้ง (long approach tangent length) มีผลต่อความปลอดภัย กล่าวคือในทางตรงยาว ๆ นั้นรถจะวิ่งด้วยความเร็วสูงเมื่อมาถึงโค้งที่มีรัศมีน้อย (sharp curve) คนขับจะปรับตัวไม่ทันจึงทำให้เกิดอุบัติเหตุง่าย

Hedman (1990) อ้างถึง Guide to Road Safety Engineering ประเทศสวีเดนว่าอัตราอุบัติเหตุจะลดลงเมื่อเพิ่มความยาวเฉลี่ยของระยะมองเห็น

Vijayalakshmi (1997) อ้างงานวิจัยของ Olson (1984) กล่าวว่าระยะมองเห็นถูกจำกัดเนื่องจากมีอุปสรรค (obstruction) บริเวณด้านใน (inside curve) โค้งราบ บริเวณทางแยก หรือบริเวณหุบเขา ถึงแม้บางครั้งจะสามารถกำจัดอุปสรรคในบริเวณโค้งราบและบริเวณทางแยกโดยไม่มีการ

เปลี่ยนแปลงลักษณะเรขาคณิตของถนน เช่น การตัดต้นไม้ แต่การกำจัดอุปสรรคในหุบเขาสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวทางดิ่งเท่านั้น ดังนั้น Olson จึงรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุในบริเวณที่มี และไม่มีการจำกัดการมองเห็นเนื่องจากโค้งดิ่ง เขาพบว่าบริเวณที่มีการจำกัดระยะมองเห็นจำกัดมีจำนวนอุบัติเหตุเป็น 52% ของทั้งหมด ซึ่งมากกว่าบริเวณที่ระยะมองเห็นไม่ถูกจำกัด

2.2.5 ความเร็ว (Speed)

Kihberg (1967) อ้างงานของ Bit6zl (1954) ได้รายงานว่าการใช้ความเร็วสูงที่เกินกำหนดก่อให้เกิดอุบัติเหตุถึง 24% บนทางด่วนในประเทศเยอรมัน

Mcknight and klein (1990) จากการศึกษาเปรียบเทียบอุบัติเหตุที่เกิดบาดเจ็บสาหัสบนถนนสายนอกเมืองระหว่างรัฐเนื่องจากการเพิ่มพิกัดความเร็วจาก 55 ไมล์ต่อชั่วโมง เป็น 65 ไมล์ต่อชั่วโมง พบว่าพิกัดความเร็วที่เพิ่มขึ้นเป็น 65 ไมล์ต่อชั่วโมง ส่งผลให้มีจำนวนผู้ขับขี่ขับรถเร็วเพิ่มขึ้น 48% ซึ่งมีผลให้จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดบาดเจ็บสาหัสเพิ่มขึ้น

2.2.6 จำนวนทางแยก และจำนวนจุดต่อเชื่อม (Number of Intersections and Junctions)

Jacobs (1976) จากการศึกษาเรื่องอัตราอุบัติเหตุบนถนนในเขตนอกเมืองประเทศเคนยาและจาไมก้า และใช้วิธี Multiple Linear Regression อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุกับลักษณะทางเรขาคณิตของทาง พบว่าในประเทศจาไมก้า ที่ระดับนัยสำคัญ 5% ความกว้างถนนและจำนวนจุดต่อเชื่อมต่อกิโลเมตรเป็นตัวแปรมีความสัมพันธ์ต่ออัตราอุบัติเหตุมากที่สุด

Saito et al. (1998) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุกับลักษณะของถนนและสภาพจราจรบนถนนสองช่องจราจรนอกเมือง ในเกาะฮอกไกโด สรุปว่าในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุกับความหนาแน่นของทางแยกโดยแบ่งความหนาแน่นออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ ความหนาแน่นทางแยกน้อยกว่า 1 อยู่ในช่วง 1 – 2 และมากกว่า 2 ทางแยกต่อกิโลเมตร พบว่าอัตราอุบัติเหตุมีค่าต่ำสุดเมื่อความหนาแน่นของทางแยกอยู่ในช่วง 1 – 2 ทางแยกต่อกิโลเมตร

2.3 แบบจำลองอุบัติเหตุ – ทฤษฎี

งานวิจัยในประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองอุบัติเหตุสำหรับถนนสองช่องจราจรเขตนอกเมือง และทางสามแยก แต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำการจัดลำดับการปรับปรุงถนนโดยใช้วิธีมัลติไครทีเรีย

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา (2545) ได้ศึกษาพัฒนาแบบจำลองคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดินประเภทสองช่องจราจรนอกเมืองที่สัมพันธ์กับลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวง โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2541 รวมทั้งสิ้น 3 ปี การวิจัยได้ทดลองใช้รูปแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ แบบจำลองการถดถอยพัวซอง แบบจำลองการถดถอยทวินามเชิงลบ

และแบบจำลองการถดถอยลอกนอมอล ปรากฏว่าแบบจำลองการถดถอยพัวซองเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้อธิบายเหตุการณ์อุบัติเหตุซึ่งมีลักษณะไม่ต่อเนื่องและมีข้อมูลกระจัดกระจาย จากการศึกษาพบว่าตัวแปรที่มีนัยสำคัญในการอธิบายจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ จำนวนอุบัติเหตุที่การตายและอุบัติเหตุที่รถออกนอกถนน ได้แก่ ปริมาณการใช้รถ ความกว้างผิวทางและไหล่ทาง ความเร็วออกแบบ แนวทางราบและแนวทางดิ่ง เขตห้ามแซงและจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

เอกรินทร์ จันทวงค์ (2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุบัติเหตุจราจรบริเวณสามแยกและพัฒนาแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุบริเวณสามแยก สำหรับทางหลวงสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองโดยมีปริมาณจราจรและลักษณะทางเรขาคณิตของทางแยกเป็นตัวแปรร่วม ข้อมูลอุบัติเหตุที่ใช้พิจารณาแบบจำลองเป็นข้อมูลอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2542 รวม 8 ปี บนทางหลวงสองช่องจราจรจำนวน 357 ข้อมูลทางแยกบนโครงข่ายถนนในภาคเหนือของกรมทางหลวง การวิจัยได้ทดลองใช้รูปแบบจำลองการถดถอยพัวซอง การศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดและมีนัยสำคัญต่อจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดคือปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลักและแนวทางราบ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่มีคนตายได้แก่ ปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ความเร็วออกแบบ ความกว้างไหล่ทางของถนนสายหลัก ทางเชื่อม และช่องจราจรเลี้ยวซ้ายจากถนนสายหลัก

สมมติว่าแบ่งความยาวถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองออกเป็น n ช่วง โดยพิจารณาในช่วงเวลา 1 ปี หมายถึง ถ้าช่วงถนนเป็นช่วงเดียวกัน (หลักกิโลเมตรเดียวกัน) แต่เวลาเป็นคนละปีจะถือว่าช่วงถนนช่วงนั้นเป็นคนละช่วงกันกำหนดให้

i	คือ	ช่วงถนน (Section) ซึ่งมีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก
Y_i	คือ	ตัวแปรตามซึ่งแทนด้วยจำนวนอุบัติเหตุ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดบาดเจ็บ หรือจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตบนช่วงถนนที่ i ในช่วง 1 ปี
y_i	คือ	ค่าของตัวแปรตาม Y_i บนถนนช่วงที่ i ในช่วงเวลา 1 ปี ซึ่งมีค่าเป็น 0 หรือจำนวนเต็มบวกอื่น ๆ
X_i	คือ	ตัวแปรอิสระซึ่งแทนด้วยปัจจัยทางเรขาคณิต และปริมาณจราจรของช่วงถนนที่ i ที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง
X_{ij}	คือ	ตัวแปรอิสระตัวที่ j ในกลุ่มตัวแปรอิสระ X_i
j	คือ	ลำดับที่ j ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในแบบจำลอง

β_i คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ j

V_i คือ ปริมาณการใช้รถ (Vehicle Exposure) ในช่วงเวลา 1 ปี บนช่วงถนน i (veh – km)

$$V_i = 365 \times AADT_i \times L_i \tag{2.1}$$

$AADT_i$ คือ ปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยตลอดปี บนช่วงถนน i (คันต่อวัน, vpd)

L_i คือ ความยาวของถนน ช่วงที่ i (กิโลเมตร)

λ_i คือ จำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดต่อคัน – กิโลเมตร เรียกว่า Rate Function

$$\lambda = \frac{E(Y_i)}{V_i} \tag{2.2}$$

$E(Y_i)$ คือ ค่าคาดหวังของตัวแปรตาม Y_i (Expected value of Y_i)

2.3.1 แบบจำลองการถดถอยของพัวซอง (Poisson Regression Model, PR Model)

การเลือกรูปแบบ PR Model จะต้องมีการสมมติให้ข้อมูลอุบัติเหตุ Y_i มีการแจกแจงแบบพัวซอง มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนเท่ากับ μ_i สมมติฐานนี้สามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์

$$Y_i \sim Poisson(\mu_i)$$

ความน่าจะเป็นที่จำนวนอุบัติเหตุ (Y_i) เท่ากับ y_i แทนได้ด้วยสมการ

$$P(Y_i = y_i) = P(y_i) = \frac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

เมื่อจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อคาบเวลา (Mean) เท่ากับค่าความแปรปรวน (Variance)

$$Var\left(Y_i\right) = \mu_i$$

เนื่องจาก PR Model อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ข้อมูลอุบัติเหตุ Y_i มีการแจกแจงแบบพัวซองการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของแบบจำลองนี้จะใช้วิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้เฉพาะวิธี Maximum Likelihood เท่านั้น

2.4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Maximum Likelihood

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยวิธี Maximum Likelihood เป็นวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ทำให้ค่า Log Likelihood (L(β)) มีค่ามากที่สุดด้วยหลักการทางแคลคูลัส และโดยที่ฟังก์ชันความน่าจะเป็นนี้อยู่ในรูปของผลคูณของฟังก์ชันความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม ดังนั้นอาจจะสะดวกต่อการวิเคราะห์มากขึ้นถ้าทำฟังก์ชันให้อยู่ในรูปฟังก์ชัน Logarithm ดังในสมการที่ 2.3

$$\frac{\partial L\left(\beta\right)}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^{n}\left(y_i - V_i e^{\sum_{i=1}^{k} X_{ij}\beta_j} \right) X_{ij} \qquad (2.3)$$

$$L\left(\beta\right) = \prod_{i=1}^{2} x_i = X_1 X_2$$

โดยที่ $\prod$ คือ ผลคูณอันดับ

i คือ ช่วงถนน (Section) ซึ่งมีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก

$L(\beta)$ คือ Loglikelihood Function ที่ประเมินค่า β

Miaou et al. (1992), Miaou and Lum (1993) ใช้วิธี Maximum Like lihood ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในแบบจำลองการถดถอยพัวซอง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้มากที่สุด และเป็นวิธีการโดยตรงสำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณโดยวิธีนี้จะทำให้ข้อมูลตัวอย่างในสมการมีค่าใกล้ของประชากรมากที่สุด ขั้นตอนการประมาณด้วยวิธี Maximum likelihood ดังนี้

จัดทำ Log Likelihood Function โดยการจัดรูปแบบฟังก์ชันของการกระจายความน่าจะเป็นให้อยู่ในรูปความน่าจะเป็นในการเกิดอุบัติเหตุบนถนนช่วงหนึ่ง ในระยะเวลา 1 ปี

$$L(\beta) = \log\left(\prod_{i=1}^{n} P(y_i)\right)$$

$$= \log\left(\prod_{i=1}^{n} \frac{\mu^{y_i} e^{-\mu_i}}{y_i!}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(y_i \log(\mu_i) - \mu_i - \log(y_i!)\right)$$

$$L(\beta) = \sum_{i=1}^{n}\left(y_i \log(\mu_i) - \mu_i - \log(y_i!)\right)$$

หาค่าพารามิเตอร์โดยการหาอนุพันธ์ L(β) เทียบกับตัวแปร $\beta_1, \beta_2, \beta_3, ..., \beta_i$ ให้เท่ากับศูนย์ ดังสมการที่ 2.4

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^{n}\left\{y_i - V_i e^{\sum_{i=1}^{k} X_{ij}\beta_j}\right\} X_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left\{y_i - V_i e^{\sum_{i=1}^{k} X_{ij}\beta_j}\right\} X_{ij} = 0 \text{ เมื่อ j = 1, 2, 3, … k} \qquad (2.4)$$

2.5 แบบจำลองอุบัติเหตุ - การประยุกต์ใช้

Maher (1996) กล่าวว่า “แบบจำลองอุบัติเหตุเป็นรูปแบบทางสถิติแบบหนึ่งซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อปีที่บริเวณหนึ่งบริเวณใด ๆ กับการไหลจราจร และลักษณะที่สามารถวัดได้ เช่น ประเภทของถนน ลักษณะทางเรขาคณิตหรือการออกแบบทางหลวง เป็นต้น” แบบจำลองอุบัติเหตุมีการสร้างและพัฒนามาแล้วหลายรูปแบบ ความหมาะสมในการเลือกใช้รูปแบบจำลองขึ้นอยู่กับลักษณะทางสถิติของข้อมูลอุบัติเหตุ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 แบบจำลองการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Model, MLR Model)

ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุ แบบจำลองการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นเป็นรูปแบบที่นำมาใช้มากที่สุดและเป็นดั้งเดิม แบบจำลองนี้เป็นรูปแบบที่กำหนดให้ตัวแปรตามคืออัตราอุบัติเหตุและตัวแปรอิสระคือตัวแปรที่นำมาจากความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขององค์ประกอบของระบบทางหลวงและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออุบัติเหตุ ได้แก่ คนขับ ยานพาหนะ ถนน สภาพอากาศ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ในการจะใช้แบบจำลอง MLR ลักษณะทางสถิติข้อมูลอุบัติเหตุต้องเป็นไปตามสมมติฐานเบื้องต้น ได้แก่ ตัวแปรตาม y ต้องเป็นตัวแปรสุ่มที่มีความต่อเนื่อง มีการแจกแจงปกติ (Normal distribution) และค่าความแปรปรวนที่คงที่

Jacobs (1976) ใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บ (Personal Injury Accident Rates) กับปริมาณจราจร และใช้การวิเคาะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บกับลักษณะทางเรขาคณิตของถนนในประเทศเคนยา (Kenya) และประเทศจาไมก้า (Jamica) จากผลการศึกษาวิจัยสรุปว่าทั้งสองประเทศมีอัตราอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บสัมพันธ์กับปริมาณจราจร ลักษณะทางเรขาคณิตที่มีนัยสำคัญต่ออัตราอุบัติเหตุต่อล้านคัน – กิโลเมตรในประเทศเคนยา ได้แก่ จำนวนทางแยกต่อกิโลเมตร (Number of junctions per kilometer) โค้งราบ (Horizontal curvature) โค้งดิ่ง (Vertical curvature) และความขรุขระของผิวถนน (Surface irregularity) ส่วนในประเทศจาไมก้า ได้แก่ ความกว้างถนน (Road width) และจำนวนทางแยกต่อกิโลเมตร การนำแบบจำลองนี้ไปใช้ Jacobs แนะนำว่าถนนนั้นจะต้องมีสภาพจราจรและลักษณะถนนที่คล้ายคลึงกับถนนที่ใช้สร้างแบบจำลอง ในตอนท้ายได้สรุปผลการเปรียบเทียบที่ได้รับจากประเทศเคนยาและจาไมก้า กับประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยกำหนดให้ระดับปริมาณการจราจรและลักษณะทางการออกแบบทางเรขาคณิตของถนนเหมือนกัน พบว่าอัตราอุบัติหตุของทั้ง 2 ประเทศสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว ดังนั้นมันบ่งบอกว่ามีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากนี้ที่เกี่ยวข้อง เช่น พฤติกรรมผู้ใช้ถนนและสภาพยานพาหนะ

Saito et al. (1998) ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นแทนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราอุบัติเหตุกับลักษณะของถนนและสภาพจราจรในเกาะฮอกไกโด (Hokkaido) ประเทศญี่ปุ่น เพื่อการจัดการถนนสองช่องจราจรนอกเมืองให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยมากขึ้น จากการศึกษาวิจัยพบว่าอัตราอุบัติเหตุมีแนวโน้มเพิ่มตามดัชนีการติดขัด (Congestion index) ที่เพิ่มขึ้นบนถนนที่มีความกว้างมาตรฐาน 8-9 เมตร ถนนที่ความหนาแน่นของทางแยกต่อกิโลเมตร (Intersection density) 1-2 ทางแยกต่อกิโลเมตร มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำสุดเท่ากับ 27.1 อุบัติเหตุต่อร้อยล้านคันกิโลเมตร นอกจากนี้ยังพบอีกว่าอัตราอุบัติเหตุมีแนวโน้มลดลงเมื่อพิกัดความเร็ว

(Speed limit) เป็น 40 และ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนพิกัดความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีแนวโน้มไม่ชัดเจนเพราะขนาดตัวอย่างน้อย ผลจากการวิเคราะห์จัดลำดับความสัมพันธ์ของตัวแปร พบว่าตัวแปรที่มีส่วนเสริมให้เกิดอุบัติเหตุจากมากไปน้อย ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง (Average travel speed) ความหนาแน่นของทางแยก ร้อยละรถหนัก (Percentage of heavy vehicles) และดัชนีการติดขัด ส่วนพิกัดความเร็วไม่มีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอุบัติเหตุโดยรูปแบบจำลอง MLR มีข้อจำกัด คือการสรุปผลการวิเคราะห์จะทำได้อย่างถูกต้องก็ต่อเมื่อลักษณะการเกิดอุบัติเหตุต้องเป็นไปตามสมมติฐานเบื้องต้น แต่ถ้าข้อสมมติฐานเบื้องต้นไม่เป็นจริงผลการวิเคราะห์อาจจะผิดพลาดได้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วข้อมูลอุบัติเหตุเป็นข้อมูลชนิดไม่ต่อเนื่อง ข้อมูลไม่มีค่าเป็นลบ ซึ่งตรงกันข้ามกับการแจกแจงปกติตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ยังมีกรณีที่ค่าความแปรปรวนไม่คงที่ อันมีสาเหตุเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีการแจกแจงในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การแจกแจงแบบพัวซอง (Poisson Distribution) เป็นต้น

2.5.2 แบบจำลองการถดถอยพัวซอง (Poisson Regression Model, PR Model)

โดยธรรมชาติ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีลักษณะกระจายไม่ต่อเนื่อง ไม่เป็นลบ (Nonnegative) และในช่วงเวลาและระยะทางที่ศึกษามีโอกาสเกิดอุบัติเหตุค่อนข้างน้อย เนื่องจากสภาพการเกิดอุบัติเหตุบังคับ ทำให้การสร้างแบบจำลองโดยใช้แบบจำลองการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นไม่เหมาะสมจะนำไปทำนายจำนวนอุบัติเหตุ จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีการนำเสนอแบบจำลองใหม่ ที่อาศัยการแจกแจงแบบพัวซองเข้ามาใช้

Miaou et al. (1992) นำเสนอ PR Model เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุของรถบรรทุก (Truck Accidents) กับตัวแปรสำคัญทางการออกแบบทางเรขาคณิตของถนน ในช่วงถนนใด ๆ จะสมมติว่าจำนวนอุบัติเหตุของรถบรรทุกต่อปีมีการกระจายแบบพัวซอง การศึกษาวิจัยได้แนะนำว่า ปริมาณจราจรต่อช่องจราจรช่องจราจร (AADT per lane), องศาของโค้งราบ (Degree of horizontal curve), ความยาวโค้งราบ (Length of horizontal curve), ทางลาดชัน (Vertical grade), ทางลาดชัน (Length of grade), ความกว้างผิวจราจร (Width of surface), ความกว้างไหล่ทาง (Width of shoulder) และร้อยละรถบรรทุกในกระแสจราจร (%truck in the traffic stream)

จากผลการวิจัยที่ผ่านมา (Miaou et al., 1992; miaou and Lum, 1993; Vijayalakshmi, 1997; etc.) เปิดเผยว่าแบบจำลองการถดถอยถัวซองสามารถนำเสนอผลได้ถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าแบบจำลองถดถอยพหุคูณเชิงเส้นในการวิเคราะห์อุบัติเหตุ เพราะมันมีคุณสมบัติทางสถิติและสมมติฐานเบื้องต้นที่สอดคล้องกับลักษณะข้อมูลอุบัติเหตุมากกว่า

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด สำหรับการศึกษาความปลอดภัยจราจร จึงมีการนำเสนอแบบจำลองการถดถอยพัวซองเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างแบบจำลองนอกเหนือจากแบบจำลองถดถอยพหุคูณ เพราะว่าสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่ปกติ ค่าเฉลี่ยไม่เป็นลบ และขนาดของกลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนน้อย เช่น กรณีของข้อมูลอุบัติเหตุ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายวิธีการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาและการคัดเลือกเส้นทาง และข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้าง และการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลปริมาณจราจร และข้อมูลเรขาคณิตของถนนที่ศึกษา

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่มีความจำเป็นในการสร้างแบบจำลองทำนายอุบัติเหตุของถนนสองช่องจราจรได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลปริมาณจราจร และข้อมูลเรขาคณิตของถนนที่ศึกษา

3.1.1 ข้อมูลอุบัติเหตุ

เจ้าหน้าที่ของแขวงการทางและตำรวจทางหลวงเป็นผู้รายงานอุบัติเหตุโดยรายงานคร่าว ๆ ด้วยวิทยุและรายงานระเอียดด้วยแบบฟอร์ม ส.3-02 จัดส่งมาที่กองวิศวกรรมจราจร กองวิศวกรรมจราจรส่วนกลางเป็นผู้ตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลและทำการจัดเก็บประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ ข้อดีของรูปแบบนี้คือข้อมูลมีความครบถ้วนและถูกต้องค่อนข้างสูง เนื่องจากมีการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของรายงานด้วยแบบฟอร์ม ส.3-02 ส่วนข้อจำกัดรูปแบบนี้คือเป็นการรายงานเฉพาะอุบัติเหตุจราจรที่เกิดบนทางที่กรมทางหลวงรับผิดชอบเท่านั้น ความครบถ้วนของรายงานอุบัติเหตุที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของกรมทางหลวง และในกรณีที่ไปเก็บข้อมูลเสริมจากสถานีตำรวจภูธรก็จะได้รับเฉพาะรายที่เป็นคดีเท่านั้น

ในการกำหนดช่วงเวลาของสถิติอุบัติเหตุที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และดำเนินการแก้ไขอุบัติเหตุนั้น ถ้ากำหนดให้สั้น (เช่น 6 เดือนถึง 1 ปี) จะมีข้อดีคือการเตรียมการป้องกัน และการแก้ไขอุบัติเหตุจะทำได้รวดเร็วทันการณ์ทำให้มูลค่าการประหยัดเนื่องจากอุบัติเหตุลดลงมีค่าสูงขึ้น ข้อเสียคือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีขนาดตัวอย่างน้อย และความผันแปรของฤดูกาลต่าง ๆ ในรอบปีถ้ากำหนดให้ช่วงเวลายาว (เช่น 5 ปี) ข้อดีคือทำให้มีขนาดตัวอย่างมาก ความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องทางสถิติดีกว่า แต่ก็มีข้อเสียคือในคาบเวลานาน ๆ โครงการปรับปรุงความปลอดภัยไม่สามารถดำเนินการได้ทันท่วงทีเพราะต้องรอข้อมูลหลายปี นอกจากนี้

ลักษณะทางกายภาพของถนนอาจเปลี่ยนแปลงในช่วงหลายปีนั้น ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้เช่นกัน

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุจากแบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง ส.3-02 ที่รวบรวมโดยกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวงในความควบคุมของสำนักทางหลวงที่ 8 (นครราชสีมา) ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2546 – 30 กันยายน 2549 รวมช่วงเวลา 3 ปีเต็ม รูปแบบของอุบัติเหตุในการศึกษาได้จำแนกตามความรุนแรงแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accidents, TOTACC) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accidents, INJACC) และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (Fatal Accidents, FATACC) การแบ่งกลุ่มทั้ง 3 นี้เพื่อใช้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุในระดับความรุนแรงต่าง ๆ

3.1.2 ข้อมูลเรขาคณิตถนน

ข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของทางหลวง ซึ่งทำการรวบรวมข้อมูลจากแบบก่อสร้าง (As-built drawing) ของแขวงการทางนครราชสีมา และการออกไปสำรวจเส้นทางของผู้วิจัยเอง ข้อมูลทางเรขาคณิตและลักษณะทางกายภาพของทางหลวงที่ได้รวบรวมประกอบด้วย องศาโค้งราบ (Degree of Horizontal Curve), ร้อยละทางลาดชัน (Percent of Vertical Grade), ความกว้างไหล่ทาง (Shoulder Width), ความกว้างผิวทาง (Pavement Width), จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (Number of Road Connection), การมี/ไม่มีทางแยก (Intersection), ความเร็วออกแบบ (Design Speed) และเขตห้ามแซง (Non Sight Distance) ในแต่ละช่วงถนน

การแบ่งถนนออกเป็นช่วง ๆ มีสิ่งที่ต้องพิจารณาคือในกรณีที่แบ่งความยาวของช่วงถนนยาวเกินไป บริเวณอันตรายก็จะถูกซ่อนอยู่ในช่วงถนนที่ยาวทำให้ไม่สามารถบ่งชี้จุดและสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้ ในขณะถ้าแบ่งความยาวของช่วงถนนสั้นเกินไป แม้จะสามารถบ่งชี้จุดและสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้ชัดเจนขึ้นแต่จะทำให้จำนวนอุบัติเหตุแต่ละช่วงถนนมีน้อย (จำนวนอุบัติเหตุจะเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น) ส่งผลให้แบบจำลองเกิดความผิดพลาดได้

ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานในการกำหนดความยาวช่วงถนนที่จะใช้ในการวิเคราะห์ การแบ่งความยาวช่วงถนนอาจแบ่งโดย การแบ่งให้ความยาวเท่า ๆ กันทุกช่วงถนน เช่น ทุก 1 กิโลเมตร (Vijayalakshmi, 1997) หรือการแบ่งโดยให้ช่วงถนนมีลักษณะที่เหมือน ๆ กัน (Wang, 1997) ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ใช้การแบ่งให้ความยาวเท่า ๆ กันทุกช่วงถนนโดยกำหนดให้แบ่งความยาวช่วงถนนตามหลักกิโลเมตร ดังนั้นความยาวช่วงถนนจะยาวช่วงละ 1 กิโลเมตร

จากกลุ่มข้อมูลเรขาคณิตถนนจะได้ตัวแปรต่าง ๆ ที่อธิบายลักษณะทางเรขาคณิตและลักษณะทางกายภาพของเส้นทางหลวง ซึ่งประกอบด้วย

1) องศาโค้งราบ ตัวแปรองศาโค้งราบของแนวเส้นทางในช่วงที่ i (HC_i) คือ ค่า weight average ของ $\theta_{i,k}$ ตลอดความยาว $l_{i,k}$ หรือค่าสัมบูรณ์ของ degree of curve (มุมที่ศูนย์กลางโค้งวงกลมนั้นรองรับอาร์ค มีความยาว 100 เมตร) เฉลี่ยต่อ 1 กิโลเมตร

$$HC_i = \left(\sum_{k=1}^{k} l_{i,k} \left| \theta_{i,k} \right| \right) / l_i \qquad \text{องศา}$$

โดยถ้าถนนช่วงที่ i มีความยาว l_i สมมติว่าช่วงความยาวดังกล่าวมีโค้งราบจำนวน K โค้ง (k=1,2,3,….,k) แต่ละช่วงย่อย ๆ มีความยาวเท่ากับ $l_{i,k}$ และ degree of curve เท่ากับ $\theta_{i,k}$ ค่า $\theta_{i,k}$ จะมีค่าบวกในกรณีโค้งราบอยู่ทางด้านขวา (Right turn) มีค่าเป็นลบกรณีโค้งราบอยู่ทางด้านซ้าย (Left turn) และมีค่าเป็น 0 เมื่อเป็นทางตรง

2) ร้อยละทางลาดชัน ตัวแปรร้อยละทางลาดชันของแนวเส้นทางในช่วงที่ i (VG_i) คือค่า weight average ของ $\omega_{i,k}$ ตลอดความยาว $l_{i,k}$ หรือค่าสัมบูรณ์ของลาดเฉลี่ยต่อ 1 กิโลเมตร (Mean Absolute Vertical Grade)

$$VG_i = \left(\sum_{g=1}^{G} l_{i,g} \left| \omega_{i,g} \right| \right) / l_i \qquad \%$$

โดยถ้าถนนช่วงที่ i มีความยาว l_i สมมติว่าในช่วงดังกล่าวมีทางลาด G ช่วง (g = 1,2,3,…,G) ลาดช่วงย่อย ๆ มี $l_{i,k}$ และร้อยละทางลาดชัน $\omega_{i,k}$ ค่า $\omega_{i,k}$ จะมีค่าบวกในกรณีทางลาดชันขึ้น (Upgrade) มีค่าเป็นลบกรณีทางลาดชันลง (Downgrade) และมีค่าเป็น 0 เมื่อเป็นทางราบ

3) ความกว้างไหล่ทาง หมายถึง ผลรวมความกว้างไหล่ทางสองข้างถนน

4) จำนวนทางเชื่อม (Road Connector, RC) ทางเชื่อมหมายถึงทางที่เชื่อมต่อจากทางหลวงเข้าหมู่บ้าน ทางเข้าย่านชุมชน ทางเข้าถนน ทางเข้าซอยที่มีผู้คนอาศัยอยู่มาก ทางไปวัด ทางไปสถานที่ราชการ ทางไปสถานที่สำคัญและทางสาธารณะอื่น ๆ ไม่นับทางที่ถือว่าเป็นทางหลวงสายหลัก (Major Road) ที่เข้ามาตัด คิดเป็นจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

5) การมี/ไม่มีทางแยก (Intersection, IN) ทางแยกหมายถึงบริเวณที่ทางหลวงสายหลักสองสายหรือมากกว่ามาเชื่อมหรือตัดหรือข้ามกัน ภายในบริเวณดังกล่าวมีช่องทางวิ่งของยานพาหนะและอุปกรณ์อื่นเพื่อการจราจร (เช่น เครื่องควบคุมจราจร และอุปกรณ์แบ่งช่องจราจร

เป็นต้น) ซึ่งการมีหรือไม่มีทางแยกจะพิจารณาแทนค่าด้วย 1 สำหรับช่วงถนนที่มีทางแยก และในช่วงถนนที่ไม่มีทางแยกจะถูกแทนค่าด้วย 0

6) ความเร็วออกแบบ หมายถึง ความเร็วออกแบบเฉลี่ยในช่วงถนน

7) ระยะมองเห็นไม่เพียงพอจะแทนด้วยร้อยละเขตห้ามแซง (Non Sight Distance, NSD) ในช่วง 1 กิโลเมตร ค่านี้หามาจากความยาวบริเวณห้ามแซงซึ่งบ่งชี้โดยเส้นแบ่งช่องจราจรบนถนนเป็นเส้นทึบ ถ้าถนนช่วงที่ *i* มีความยาว l_i ในช่วงความยาวดังกล่าวมีเส้นแบ่งช่องจราจรเป็นเส้นทึบห้ามแซงจำนวน s ช่วง (s = 1,2,3,… s) แต่ละช่วงมีความยาว $l_{i,s}$
ร้อยละเขตห้ามแซงในช่วง $l_{i,s}$, NSD_i เท่ากับ

$$NSD_i = \left(\sum_{i=1}^{s} l_{i,s} / l_i \times 100 \right)$$

3.1.3 ข้อมูลปริมาณจราจร

ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) และปริมาณรถหนักซึ่งอยู่ในรูปสัดส่วนร้อยละรถหนักเมื่อเทียบกับปริมาณจราจรเฉลี่ยในเส้นทางศึกษา (Percent of Heavy Vehicles, %HV) ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีจะนำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการใช้รถ (Vehicle Exposure, VEX)

$$VEX = \left(365 \times AADT \times L\right) / 1,000,000 \text{ ล้านคัน-กิโลเมตร}$$

โดยที่ L คือ ความยาวช่วงถนน ซึ่งในการศึกษาเท่ากับ 1 กิโลเมตร

ตารางที่ 3.1 แสดงชื่อ ความหมาย และหน่วยของตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์สร้างแบบจำลอง

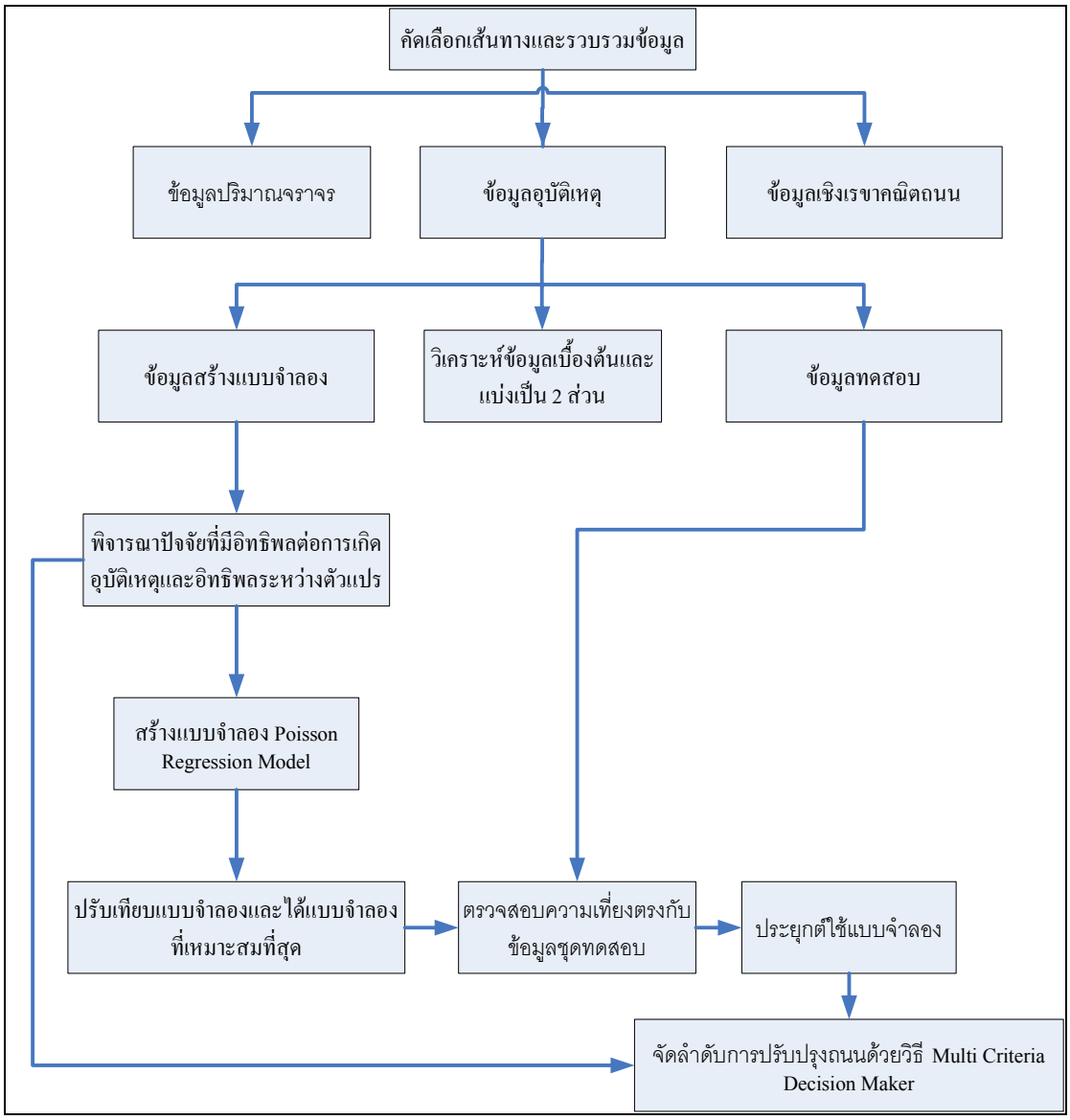
ตัวแปร	ความหมาย	หน่วย
1) ตัวแปรอุบัติเหตุ		
TOTACC	จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด	ราย/ปี/กิโลเมตร
INJACC	จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ	ราย/ปี/กิโลเมตร
FATACC	จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต	ราย/ปี/กิโลเมตร
2) ตัวแปรปริมาณจราจร		
AADT	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	พันคัน/วัน
VEX	ปริมาณการใช้รถ	ล้านคัน-กิโลเมตร
HV	ร้อยละรถหนัก	ร้อยละ
3) ตัวแปรเชิงเรขาคณิตถนน		
PW	ความกว้างผิวทาง	เมตร
SW	ความกว้างไหล่ทาง	เมตร
DS	ความเร็วออกแบบ	กิโลเมตร/ชั่วโมง
HC	องศาโค้งราบ	องศา
VG	ร้อยละทางลาดชัน	ร้อยละ
NSD	ร้อยละระยะมองเห็นไม่เพียงพอเพื่อการแซง	ร้อยละ
RC	จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร	ทาง
IN	การมี/ไม่มีทางแยก 1 = มีทางแยกอย่างน้อย 1 แยกในช่วงกิโลเมตร, 0 ไม่มีทางแยกในช่วงกิโลเมตร	แยก

3.1.4 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา (Case Study Area)

คัดเลือกเส้นทางที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้เส้นทางที่มีข้อมูลอุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองนครราชสีมาในความรับผิดชอบของแขวงการทางนครราชสีมาที่ 1 เก็บรวบรวมไว้

ตารางที่ 3.2 แสดงหมายเลขทางหลวงที่ใช้สร้างแบบจำลอง

ทางหลวง หมายเลข	ตอนควบคุม	ระยะทาง (กิโลเมตร)	กม.เริ่มต้น-สิ้นสุด	ชื่อถนน	จำนวนเลนส์
205 กม.342+014 – โนนไทย	702	33.721	342+014-375+735	สุรนารายณ์	2
205 โนนไทย – จอหอ กม.0+400 ต่อแขวง นม.2	801	18.452	375+735-394+187	สุรนารายณ์	2
207 แยกทางหลวงหมายเลข 2 บ้านวัด – ทางแยกไปบัวใหญ่	100	36.379	448+294-484+673	เจนจบทิศ	2
2067 แยกทางหลวงหมายเลข 2 – ต่อเขตเทศบาลตำบลโนนสูง	101	7.120	0+000-7+120		2
2068 หนองสรวง – โนนไทย	200	22.055	22+087-44+116		2
2150 โนนไทย – หองหัวฟาน	100	20.845	0+000-20+845		2
2160 อ.คง – บ้านเหลื่อม	201	32.463	0+000-32+463		2



รูปที่ 3.1 แผนภูมิแสดงการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการทดสอบและวิจารย์ผล

บทนี้เป็นเรื่องการวิเคราะห์ปัจจัยทางเรขาคณิตของทางหลวงและปัจจัยทางจราจร ที่อาจมีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุของแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์นี้ประกอบด้วย การวิเคราะห์ลักษณะของตัวแปรจากการรวบรวมข้อมูล (การอธิบายประเภทตัวแปร ความหมาย และลักษณะตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์) การวิเคราะห์ว่าปัจจัยทางเรขาคณิต และปัจจัยทางจราจรตัวใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางลักษณะทางเรขาคณิต และทำการสร้างแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent variables) ซึ่งจำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตกับตัวแปรอิสระ (Independent variables) ได้แก่ กลุ่มข้อมูลอุบัติเหตุ กลุ่มตัวแปรเรขาคณิตของถนน และตัวแปรจราจร แต่ละกลุ่มจะใช้ตัวแบบจำลอง Poisson regression มาสร้างแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเริ่มจากการกำหนดรูปแบบจำลอง การปรับเทียบแบบจำลอง การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง และการคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนสุดท้ายจึงนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางเรขาคณิตเพื่อความปลอดภัย และการจัดลำดับการปรับปรุงถนนจะใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลระหว่างตัวแปรมาทำการจัดลำดับด้วยวิธี Multi Criteria Decision Maker

4.1 สถานการณ์อุบัติเหตุ ลักษณะทางเรขาคณิต และการจราจรบนถนนที่คัดเลือก

4.1.1 ช่วงถนนแยกตามการใช้ประโยชน์พื้นที่ และสภาพภูมิประเทศ

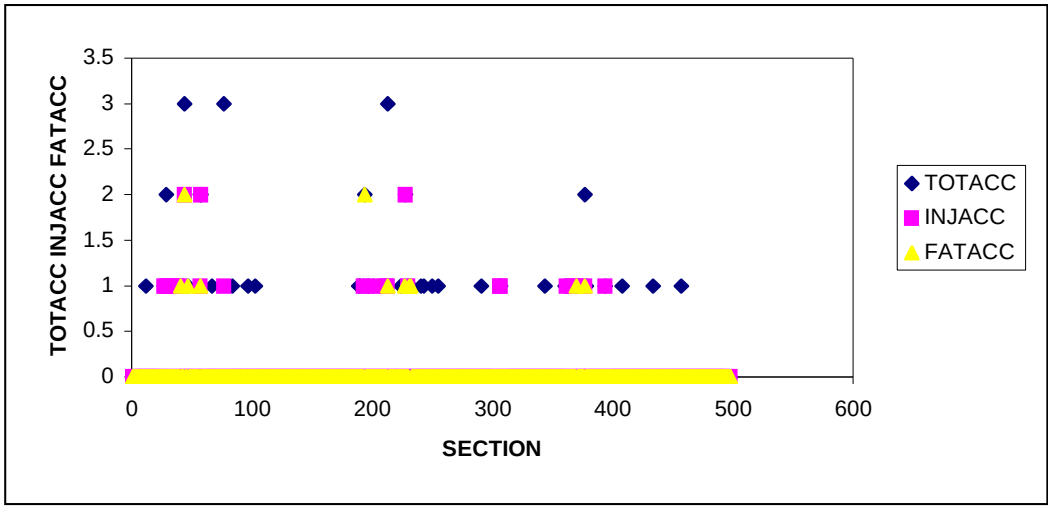
ข้อมูลทั้งหมด 3 ปีจาก 166 ช่วงถนน (Physical section) รวมเป็นข้อมูลช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analytical section) จำนวน 498 ชุด จาก 6 เส้นทางซึ่งได้แก่ ทางหลวงสาย 205 (กม.ที่ 342+014 ถึง กม.ที่ 394+187), 207 (กม.ที่ 448+294 ถึง กม.ที่ 484+673), 2067 (กม.ที่ 1+000 ถึง กม.ที่ 8+000), 2068 (กม.ที่ 22+087 ถึง กม.ที่ 44+116), 2150 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 20+845) และ 2160 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 32+463) ซึ่งเป็นถนนในเขตนอกเมืองนครราชสีมา

รายงานวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาช่วงถนนนอกย่านชุมชน เส้นทาง และระยะทางที่ใช้ศึกษาจึงประกอบด้วย

ทางหลวงสาย 205 (กม.ที่ 342+014 ถึง กม.ที่ 394+187)	จำนวน 48	ชุด
ทางหลวงสาย 207 (กม.ที่ 448+294 ถึง กม.ที่ 484+673)	จำนวน 36	ชุด
ทางหลวงสาย 2067 (กม.ที่ 1+000 ถึง กม.ที่ 8+000)	จำนวน 8	ชุด
ทางหลวงสาย 2068 (กม.ที่ 22+087 ถึง กม.ที่ 44+116)	จำนวน 23	ชุด
ทางหลวงสาย 2150 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 20+845)	จำนวน 18	ชุด
ทางหลวงสาย 2160 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 32+463)	จำนวน 33	ชุด
รวม 3 ปี	= 498	ชุด

4.1.2 สถานการณ์อุบัติเหตุ

จากรายงานอุบัติเหตุ ส. 3-02 ที่ได้รับการบันทึกพบว่าช่วงถนนที่นำมาใช้ในการศึกษา (498 ชุด) มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นทั้งหมด 57 ราย จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ 36 ราย จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต 13 ราย มีปริมาณการใช้รถในช่วง 3 ปี (2547 – 2549) จำนวนทั้งสิ้น 859.7476 ล้านคัน-กิโลเมตร นอกจากนี้ยังพบว่ามีช่วงถนนที่วิเคราะห์ไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลย จำนวน 441 ชุด คิดเป็นร้อยละ 88.55 ของช่วงถนนที่นำมาศึกษาวิจัยทั้งหมด หมายความว่าข้อมูลอุบัติเหตุมีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง การเกิดอุบัติเหตุมีการกระจัดกระจายดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การกระจายตัวของจำนวนลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดกับจำนวนช่วงถนน

4.1.3 ลักษณะบริเวณที่เกิดเหตุ

จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจำแนกตามลักษณะบริเวณที่เกิดเหตุ ตามที่ได้เคยมีการศึกษาพบว่าอุบัติเหตุบนทางหลวงจะเกิดบนช่วงถนนมากกว่าบริเวณทางแยก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่ได้คืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดจำนวน 57 ราย ประกอบด้วย จำนวนอุบัติเหตุเกิดในช่วงถนนถึง 53 ราย คิดเป็น 93% โดยแยกเป็นทางตรง 42 ราย (74%) ที่ทางโค้ง 11 ราย (19%) ส่วนบริเวณที่เป็นทางแยกต่าง ๆ มีเพียง 4 รายคิดเป็น 7% ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะแนวเส้นทางของทางหลวงเป็นทางหลวงนอกเมืองซึ่งเป็นช่วงถนนมากกว่าที่เป็นทางแยก

4.1.4 ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยได้แก่ อุบัติเหตุการชนท้ายกันบนทาง คิดเป็น 39% ถูกชนขณะเลี้ยวกลับรถตัดหน้ารถทางตรง คิดเป็น 27% ชนประสานงาบริเวณทางโค้ง คิดเป็น 19% เสียหลักตกถนนขณะวิ่งบนทางโค้งซ้าย และการชน กองดินข้างทาง ราวกันอันตราย (Guard rail) คิดเป็น 15%

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

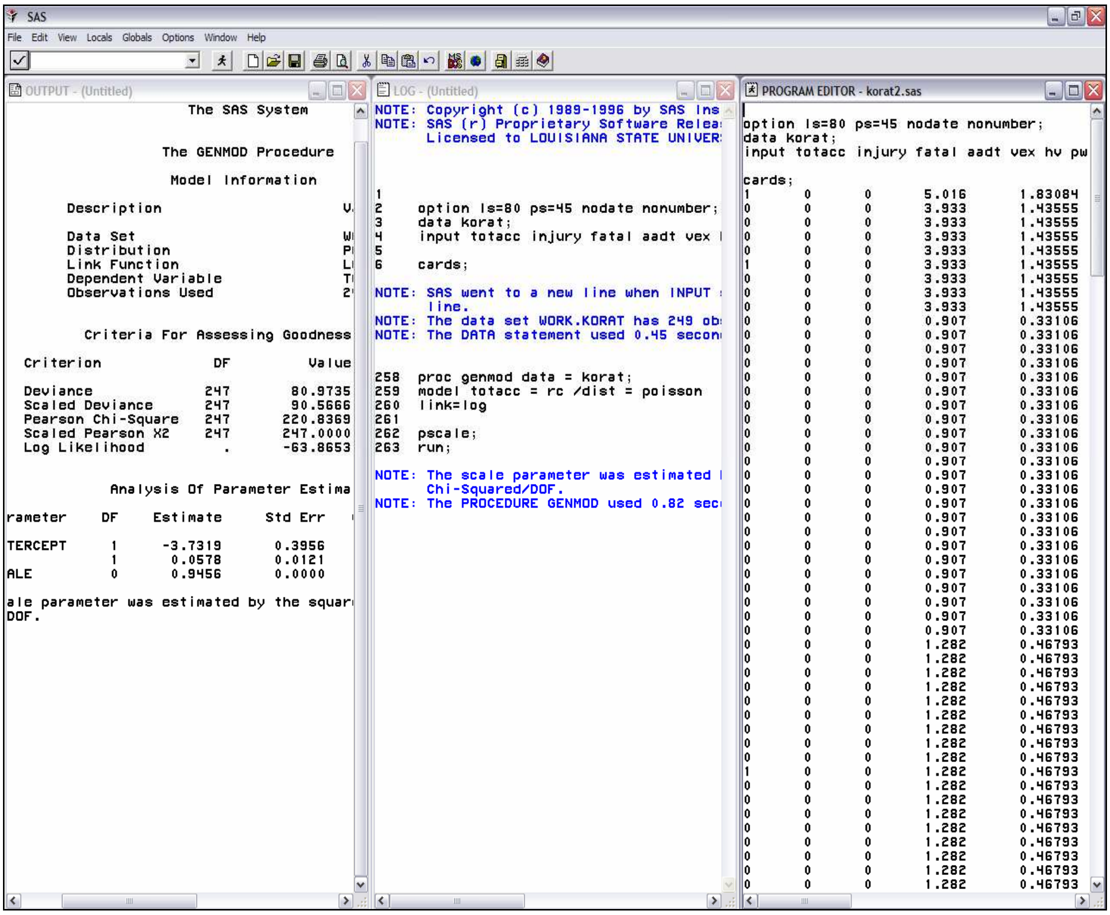
การวิเคราะห์ข้อมูล และสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS ช่วยในการทำงานโปรแกรม SAS (Statistical Analysis System) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยงานด้านการวิเคราะห์เชิงสถิติ เป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับมากสำหรับนักวิเคราะห์และนักวิจัยในด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือได้ของผลการวิเคราะห์และขอบเขตการใช้งาน ระบบ SAS สามารถจำแนกโปรแกรมการทำงานออกได้หลายชุด ชุดที่ใช้ทำงานพื้นฐานทั่วไปมีชื่อว่า BASE SAS สามารถทำงานพื้นฐาน เช่น เก็บข้อมูล เรียกใช้ข้อมูล ปรับปรุงข้อมูล และคำนวณค่าสถิติ จอภาพการทำงานของโปรแกรม SAS แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 OUTPUT WINDOW เป็นส่วนที่โปรแกรม SAS ใช้แสดงผลลัพธ์ เมื่อมีการประมวลผลข้อมูลตามโปรแกรม

ส่วนที่ 2 LOG WINDOW เป็นส่วนที่โปรแกรม SAS ใช้แสดงคำสั่งที่โปรแกรม SAS กำลังทำการประมวลผลและแสดงข้อความเกี่ยวข้องกับงานที่ทำไปแล้ว รวมทั้งแสดงข้อความบอกให้ทราบถึงข้อผิดพลาด (Error Massage) ในกรณีที่เขียนโปรแกรมผิดไวยกรณ์ (Syntax Error)

ส่วนที่ 3 PROGRAM EDITOR WINDOW เป็นส่วนที่ผู้ใช้ใช้ในการพิมพ์คำสั่งและข้อมูลเพื่อการประมวลผลหรือเพื่อเก็บไว้ในแฟ้มที่ต้องการเพื่อทำการประมวลผลในภายหลัง

ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ จะมีบรรทัดแรกของแต่ละส่วนเป็น Command Line สำหรับคำสั่งในการทำงาน โดยเคอร์เซอร์จะปรากฏที่ Command Line ของส่วนที่ 3 ทุกครั้งที่เริ่มต้นการทำงานในโปรแกรม SAS



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรม SAS 6.12

4.3 ลักษณะของตัวแปรจากการรวบรวมข้อมูล

ในการวิเคราะห์ ถ้าช่วงถนนเป็นช่วงเดียวกัน (หลักกิโลเมตรเดียวกัน) แต่ช่วงเวลาต่างกัน เช่น เป็นคนละปี จะกำหนดให้ว่าช่วงถนนที่วิเคราะห์นั้นเป็นคนละช่วงกัน การรวบรวมข้อมูลเริ่มตั้งแต่ปี 2547 ถึง 2549 มีจำนวนช่วงถนนที่ใช้ในการสร้างและทดสอบแบบจำลองทั้งสิ้น จำนวน 498 (= 166 x 3) ช่วงถนน ข้อมูล 498 ชุดใน 166 ช่วงถนน ประกอบด้วยข้อมูลลักษณะทางเรขาคณิตของถนนปริมาณการใช้รถ และข้อมูลอุบัติเหตุ ซึ่งเก็บรวบรวมในรูปแฟ้มข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel

จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (Total Accidents, TOTACC) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (Injury Accidents, INJACC) และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (Fatal Accidents, FATACC) จะพิจารณาเป็นตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) และตัวแปรที่กำหนดให้เป็นตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable) ได้แก่ ข้อมูลการใช้รถ องศาโค้งราบ ร้อยละทางลาดชัน

ความกว้าง ไหล่ทาง ความกว้างผิวทาง จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร การมี/ไม่มีทางแยก ความเร็วออกแบบและร้อยละเขตห้ามแซง ตารางที่ 4.1-4.7 แสดงรายชื่อตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงคุณลักษณะของแต่ละตัวแปรจะประกอบด้วยชื่อตัวแปร ตัวย่อ หน่วย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย ความถี่ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จาก Proc univariate หรือ univariate procedure ในโปรแกรม SAS

ตารางที่ 4.1 สรุปลักษณะข้อมูลใน 498 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนถนนสองช่องจราจรเขตนอกเมือง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	3.000	0.000	0.1145	57.00	0.3657
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.0723	36.00	0.4096
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.02610	13.00	0.18309
AADT	พันคัน/วัน	0.907	12.111	4.956	4.730	2355.4	3.328
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	0.3311	4.4205	1.8089	1.7264	859.75	1.2146
HV	ร้อยละ	6.760	29.900	22.960	19.631	9776.2	6.684
PW	เมตร	5.500	7.000	7.000	6.5452	3259.5	0.6308
SW	เมตร	2.000	3.000	3.000	2.6506	1320	0.4773
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	78.795	39240	3.259
HC	องศา	0.0220	22.919	1.850	3.354	1670.3	3.755
VG	ร้อยละ	0.0030	3.554	0.4305	0.4979	247.96	0.4567
NSD	ร้อยละ	0.000	100.00	0.000	38.840	19341	115.88
RC	จุด	0.000	61.000	9.000	12.982	6465	12.077
IN	แยก	0.000	2.000	0.000	0.1265	63.000	0.0157

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.2 สรุปลักษณะข้อมูลใน 144 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 205 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	3.000	0.000	0.2222	32.00	0.5215
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.1319	19.00	0.4618
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.0625	9.00	0.2949
AADT	พันคัน/วัน	4.714	9.751	8.407	7.859	1131.7	1.676
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	1.7206	3.5591	3.0686	2.8686	413.08	0.6117
HV	ร้อยละ	10.590	24.220	14.600	15.516	2234.3	4.044
PW	เมตร	7.000	7.000	7.000	7.000	1008	0.000
SW	เมตร	3.000	3.000	3.000	3.000	432	0.000
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	79.375	11430	2.429
HC	องศา	0.1650	22.919	1.3910	2.497	359.57	3.759
VG	ร้อยละ	0.0320	1.8770	0.5655	0.6945	100.01	0.4209
NSD	ร้อยละ	0.000	100.00	0.000	14.50	2088	24.00
RC	จุด	0.000	49.000	8.000	12.81	1845	12.67
IN	แยก	0.000	1.000	0.000	0.0417	6.000	0.2005

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.3 สรุปลักษณะข้อมูลใน 108 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 207 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.1574	17.00	0.3906
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	2.000	0.000	0.1389	15.00	0.6761
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0370	4.00	0.1897
AADT	พันคัน/วัน	4.956	6.461	5.0160	5.4777	591.58	0.6990
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	1.8089	2.3583	1.8308	1.9993	215.93	0.2551
HV	ร้อยละ	22.96	23.630	22.970	23.187	2504.2	0.3150
PW	เมตร	7.000	7.000	7.000	7.000	756	0.0000
SW	เมตร	3.000	3.000	3.000	3.000	324	0.0000
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	79.167	8550	2.7777
HC	องศา	0.859	10.238	1.663	2.735	295.35	2.4300
VG	ร้อยละ	0.0690	3.5540	0.5040	0.5636	60.87	0.5718
NSD	ร้อยละ	0.000	100.00	2.500	19.420	2097	28.36
RC	จุด	0.000	55.000	9.000	11.330	1224	11.840
IN	แยก	0.000	1.000	0.000	0.1389	15.000	0.3474

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.4 สรุปลักษณะข้อมูลใน 24 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2067 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0417	1.000	0.2041
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
AADT	พันคัน/วัน	3.597	5.543	3.933	4.358	104.584	0.868
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	1.3129	2.0232	1.4355	1.5905	38.173	0.3167
HV	ร้อยละ	6.760	11.010	8.260	8.677	208.24	1.798
PW	เมตร	6.000	6.000	6.000	6.000	144.00	0.000
SW	เมตร	3.000	3.000	3.000	3.000	72.00	0.000
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	80.000	80.000	80.000	80.000	1920.0	0.000
HC	องศา	0.207	4.497	0.504	1.463	35.112	1.799
VG	ร้อยละ	0.0370	0.8970	0.3740	0.4426	10.623	0.3236
NSD	ร้อยละ	0.000	20.000	0.000	37.500	900.00	71.110
RC	จุด	4.000	61.000	12.500	22.500	540.00	20.750
IN	แยก	0.000	1.000	0.000	0.2500	6.000	0.4423

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.5 สรุปลักษณะข้อมูลใน 69 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2068 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0435	3.000	0.2054
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
AADT	พันคัน/วัน	0.907	12.111	1.063	4.694	323.86	5.284
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	0.3311	4.4205	0.388	1.713	118.21	1.929
HV	ร้อยละ	22.790	25.580	23.710	24.027	1657.8	1.169
PW	เมตร	7.000	7.000	7.000	7.000	483.00	0.000
SW	เมตร	2.000	3.000	3.000	2.6957	186.00	0.4635
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	79.565	5490.0	2.054
HC	องศา	1.0250	9.358	2.471	3.504	241.80	2.264
VG	ร้อยละ	0.0030	2.4560	0.5320	0.5217	36.00	0.5092
NSD	ร้อยละ	0.000	75.000	0.000	13.910	960.00	20.000
RC	จุด	2.000	40.000	10.000	14.170	978.00	10.790
IN	แยก	0.000	2.000	0.000	0.1304	9.000	0.4509

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.6 สรุปลักษณะข้อมูลใน 54 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2150 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0370	2.00	0.1906
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.00	0.000
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.00	0.000
AADT	พันคัน/วัน	1.2820	1.5340	1.3880	1.3997	75.582	0.1045
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	0.4679	0.5599	0.5048	0.5108	27.587	0.0382
HV	ร้อยละ	7.900	25.350	20.990	18.080	976.32	7.4800
PW	เมตร	6.000	6.000	6.000	6.000	324.00	0.000
SW	เมตร	2.000	2.000	2.000	2.000	108.00	0.000
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	79.444	4290.0	2.3120
HC	องศา	0.0220	7.314	1.487	1.7600	95.052	1.7450
VG	ร้อยละ	0.0050	0.9020	0.3295	0.3310	17.874	0.2148
NSD	ร้อยละ	0.000	50.000	17.500	63.6000	3435.0	127.20
RC	จุด	0.000	33.000	9.500	12.8900	696.00	9.6800
IN	แยก	0.000	1.000	0.000	0.16670	9.000	0.3762

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตารางที่ 4.7 สรุปลักษณะข้อมูลใน 99 ช่วงถนนที่วิเคราะห์บนทางหลวงหมายเลข 2160 ถนนสองช่อง สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ตัวแปร	หน่วย	MIN	MAX	MED	MEAN	SUM	STDV
TOTACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0202	2.000	0.1414
INJACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	1.000	0.000	0.0202	2.000	0.1414
FATACC	ราย/ปี/กิโลเมตร	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.0000
AADT	พันคัน/วัน	0.923	1.923	1.3580	1.4013	138.73	0.4115
VEX	ล้านคัน/กิโลเมตร	0.3369	0.7019	0.4957	0.5115	50.640	0.1502
HV	ร้อยละ	9.210	29.900	26.570	21.893	2167.4	9.117
PW	เมตร	5.500	5.500	5.500	5.5000	544.50	0.000
SW	เมตร	2.000	2.000	2.000	2.000	198.00	0.000
DS	กิโลเมตร/ชั่วโมง	70.000	80.000	80.000	76.3640	7560.0	4.835
HC	องศา	0.974	19.567	4.2270	6.4990	643.41	4.970
VG	ร้อยละ	0.0030	0.9020	0.1280	0.2281	22.577	0.2472
NSD	ร้อยละ	0.000	900.00	22.000	99.600	9861.0	224.400
RC	จุด	0.000	32.000	8.000	11.939	1182.0	9.618
IN	แยก	0.000	1.000	0.000	0.1818	18.000	0.3877

หมายเหตุ :
1. MIN คือ ค่าต่ำสุด (Minimum Value)
2. MAX คือ ค่าสูงสุด (Maximum Value)
3. MED คือ ค่ามัธยฐาน (Median)
4. MEAN คือ ค่าเฉลี่ย (Mean)
5. SUM คือ ผลรวมค่าของตัวแปร
6. STDV คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4.4 การวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ

รายละเอียดในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยทางเรขาคณิตของทางหลวงและปัจจัยทางจราจรว่าปัจจัยใดเป็นตัวแปรที่เหมาะสม และสมควรที่จะนำมาใช้สร้างแบบจำลอง ตารางที่ 4.8 จะบ่งบอกสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุกับตัวแปรต่าง ๆ ของลักษณะการจราจร และลักษณะทางเรขาคณิตของถนนว่ามีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อยเพียงใด ถ้าตัวแปรทางเรขาคณิตตัวใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอุบัติเหตุ แสดงว่าเมื่อค่าของตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลกระทบต่อค่าของตัวแปรอุบัติเหตุ ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกหมายถึงตัวแปรทั้ง 2 เปลี่ยนไปในทิศตามกัน ซึ่งบ่งบอกว่าเมื่อเพิ่มค่าของตัวแปรลักษณะเรขาคณิตของทางหลวงจะทำให้จำนวนอุบัติเหตุมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย ในขณะเดียวกัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบ นั่นก็หมายถึงเมื่อเพิ่มค่าของตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวงจำนวนอุบัติเหตุมีแนวโน้มน้อยลง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละคู่ว่าคู่ใดมีความสัมพันธ์กันสูงหรือมีนัยสำคัญ ได้พิจารณาจากค่า P-value ที่มีค่าน้อย (P- value คือค่าของความน่าจะเป็นที่การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลจะให้ผลว่าไม่สัมพันธ์กัน) โดยปกติค่า P-value ที่นิยมใช้จะมีค่าไม่เกิน 5% และอนุโลมให้ไม่เกิน 15% ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ค่า P-value ไม่เกิน 10% หมายถึงว่า ถ้าความสัมพันธ์ของคู่ตัวแปรใดให้ค่า P-value ออกมาไม่เกิน 10% ให้ถือว่าตัวแปรคู่เหล่านั้นมีนัยสำคัญหรือมีความสัมพันธ์กันสูง

จากตารางที่ 4.8 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด (พิจารณาจากค่า P-value) เกือบทุกกลุ่มของอุบัติเหตุ คือจำนวนทางเชื่อมต่อต่อกิโลเมตร กล่าวคือจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด เกิดมากในช่วงถนนของทางหลวงที่มีจำนวนทางต่อเชื่อมมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jacob (1976) ที่พบว่าในประเทศเคนยา จำนวนจุดเชื่อมต่อกิโลเมตรเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อกลุ่มอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บมากที่สุดพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ 5%

ช่วงถนนที่มีจำนวนรถหนักวิ่งน้อย (เมื่อเทียบกับปริมาณจราจรในเส้นทาง) พบว่ามีกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตมาก เนื่องจากรถที่เกิดอุบัติเหตุจะสามารถทำความเร็วได้

ช่วงถนนที่มีการเกิดอุบัติเหตุสูง พบว่าช่วงบริเวณนั้นเป็นช่วงที่ค่าความเร็วออกแบบต่ำ ผลจึงทำให้ความเร็วออกแบบมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด และอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ แต่กับช่วงที่ค่าความเร็วออกแบบสูงจะทำให้ความเร็วออกแบบมีความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตนั่นคือช่วงที่มีความเร็วออกแบบสูงจะมีการเกิดอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตสูงด้วย

ตารางที่ 4.8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุบัติเหตุกับลักษณะเรขาคณิตและสภาพการจราจร 498 ช่วงถนน, สถิติอุบัติเหตุระหว่างปี 2547 – 2549

ปัจจัย	TOTACC	INJACC	FATACC
AADT	**0.21356** **(0.0001)**	**0.13705** **(0.0022)**	**0.13727** **(0.0021)**
VEX	**0.21356** **(0.0001)**	**0.13705** **(0.0022)**	**0.13727** **(0.0021)**
HV	-0.11231 (0.0121)	-0.04001 (0.3729)	-0.05222 (0.2448)
PW	**0.17379** **(0.0001)**	**-0.10414** **(0.0201)**	0.10301 (0.0215)
SW	0.17194 (0.0001)	**-0.10887** **(0.0151)**	0.10459 (0.0196)
DS	-0.01912 (0.6703)	-0.04014 (0.3714)	0.01910 (0.6707)
HC	-0.03957 (0.3783)	-0.00501 (0.9112)	-0.02155 (0.6313)
VG	0.16763 (0.0002)	**0.14976** **(0.0008)**	**0.14865** **(0.0009)**
NSD	-0.03498 (0.4361)	-0.02527 (0.5737)	-0.00890 (0.8429)
RC	**0.20228** **(0.0001)**	0.10113 (0.0240)	0.04571 (0.3086)
IN	-0.05041 (0.2615)	-0.04982 (0.2671)	-0.02021 (0.6527)

หมายเหตุ : 1. ค่าตัวเลขที่แสดงในวงเล็บ ( ) คือค่า P-value

2. ตัวอักษรเข้มหนาหมายถึงปัจจัยตัวนั้นมีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ความกว้างผิวทางและไหล่ทางมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด กล่าวคือเมื่อผิวทางและไหล่ทางยิ่งกว้างจะทำให้รถสามารถวิ่งได้เร็วและเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น

องศาโค้งราบเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุทุกกลุ่ม กล่าวคือบนช่วงถนนที่ประกอบด้วยโค้งย่อยมาก ๆ และมีความโค้งมาก ๆ (รัศมีโค้งสั้น) ช่วงถนนนั้นจะมีจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดน้อย อาจจะเนื่องมาจากในทางโค้งนั้นมีทางลาดชันต่ำ

ทางลาดชันเป็นปัจจัยทางเรขาคณิตของทางหลวงที่มีอิทธิพลต่อกลุ่มอุบัติเหตุทุกกลุ่ม เนื่องจากทางลาดชันเฉลี่ยสูงมักจะมีจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดมากกว่าช่วงถนนที่มีทางลาดชันต่ำ รายงานวิจัยอ้างอิงหลายฉบับ (Mcgee et al., 1995; Wang, 1997, etc.) กล่าวว่าทางลาดชันเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ จากการวิเคราะห์เบื้องต้นนี้สามารถบ่งบอกผลของทางลาดชันต่อกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

เขตห้ามแซงเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับกลุ่มการเกิดอุบัติเหตุทุกกลุ่ม เนื่องจากว่าเขตห้ามแซงเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับทางลาดชันด้วย กล่าวคือเขตห้ามแซงไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุเพราะตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษามีทางลาดชันไม่มากแต่จะมีเส้นทึบแสดงเขตห้ามแซงยาวทำให้รถแซงกันน้อย

ปัจจัยลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวงที่ไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุทุกประเภทคือการมี/ไม่มีทางแยก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนตัวอย่างช่วงถนน 1 กิโลเมตรที่มีทางแยกอยู่ในช่วงนั้น (IN = 1) มีจำนวนน้อย จึงไม่สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ได้

สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOTACC) มากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 3 ปัจจัย คือ จำนวนทางเชื่อมต่อต่อกิโลเมตร และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ความกว้างไหล่ทาง และปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุในกลุ่มนี้เลย (พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ 0.10) คือ ร้อยละรถหนัก ความเร็วออกแบบ องศาโค้งราบ เขตห้ามแซงและการมี/ไม่มีทางแยกในช่วงถนนนั้น ๆ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) มากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 2 ปัจจัย คือ ร้อยละทางลาดชัน และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ความกว้างผิวทาง ไหล่ทาง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC) มากที่สุด คือ ร้อยละทางลาดชัน ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

4.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

แบบจำลองที่ดีที่สุดในการประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในตอนใดตอนหนึ่งของถนนก็คือแบบจำลองที่สามารถประมาณค่าจำนวนอุบัติเหตุได้ใกล้เคียงที่สุด ซึ่งอาจพิจารณาจากค่า Log Likelihood ว่ามีความมากหรือน้อย ถ้า Log Likelihood มีค่ามากแสดงว่าตัวแปรอิสระที่ใช้อยู่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ส่วนใหญ่แล้วแบบจำลองการถดถอยที่ดีจะพยายามหาตัวแปรอิสระให้มากที่สุด เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม และถ้าตัวแปรอิสระมีมากตัวย่อมจะทำให้ค่า Log Likelihood มีค่าสูงขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตามจะต้องระมัดระวังในการสรุปผลจาก Log Likelihood เพราะเมื่อค่า Log Likelihood สูงขึ้นจะทำให้ดูเหมือนว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากซึ่งน่าจะดีเพราะทำให้การประมาณค่ามีความแม่นยำมากขึ้น แต่บางครั้งตัวแปรอิสระที่นำมาใช้ในแบบจำลองเดียวกันนั้นมีความสัมพันธ์กันสูงก็จะส่งผลให้ค่า Log Likelihood สูงขึ้นเช่นกัน เช่น เมื่อเราใช้ตัวแปรองศาโค้งราบและความเร็วออกแบบไปพยากรณ์ตัวแปรอุบัติเหตุ ตัวแปรทั้ง 2 อาจจะมีความสัมพันธ์กันสูงทำให้ค่า Log Likelihood สูงขึ้น การเกิดความซ้ำซ้อนของค่าความสัมพันธ์เรียกว่า Multicolinearity ผลของการที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเองจะทำให้ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยผิดพลาดได้ เช่น ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณจากตัวแปรที่ใส่ในแบบจำลองไม่มีนัยสำคัญ เครื่องหมายของค่าพารามิเตอร์ตรงข้ามกับความเป็นจริง ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ในขั้นตอนนี้จะทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระดังแสดงในตารางที่ 4.9

จากตารางที่ 4.9 พบว่าตัวแปรลักษณะเรขาคณิตของถนนและตัวแปรทางจราจรบางคู่ในตารางมีความสัมพันธ์กันสูง เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ต่อไป ตัวแปรทั้งหมดในตารางที่ 4.9 จะถูกนำมาสรุปเป็นตารางที่ 4.10 โดยแยกสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับกลุ่มของตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ

จากตารางที่ 4.10 สรุปว่า AADT มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความกว้างผิวทางและความกว้างไหล่ทาง หมายถึง AADT สามารถใช้แทนความกว้างผิวทางและความกว้างไหล่ทาง เพราะเมื่อทางหลวงเส้นใดก็ตามมีปริมาณจราจรมากขึ้น จะมีการขยายความกว้างผิวทางและความกว้างไหล่ทางให้กว้างขึ้นเพื่อรองรับปริมาณจราจรที่มากขึ้น

ความเร็วออกแบบมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับองศาโค้งราบ หมายถึงการกำหนดตัวแปรในการสร้างแบบจำลองความเร็วออกแบบสามารถใช้แทนองศาโค้งราบได้ เพราะความเร็วออกแบบเป็นค่ากำหนดเริ่มต้นในการออกแบบ ซึ่งสัมพันธ์กับองศาโค้งราบ เช่น เมื่อกำหนดให้ความเร็วออกแบบต่ำหรือมีการจำกัดความเร็วในการออกแบบทางหลวงช่วงนั้นจะมีความโค้งมาก (องศาโค้งราบมาก)

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ตัวแปร	AADT	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC
AADT	1								
HV	-0.192 0.0001	1							
PW	0.654 0.0001	0.005 0.9098	1						
SW	0.646 0.0001	-0.146 0.0010	0.824 0.0001	1					
DS	0.157 0.0004	-0.064 0.1478	0.290 0.0001	0.233 0.0001	1				
HC	-0.150 0.0008	0.103 0.0214	-0.285 0.0001	-0.272 0.0001	-0.792 0.0001	1			
VG	0.317 0.0001	-0.097 0.0289	-0.352 0.0001	0.378 0.0001	-0.032 0.4629	0.018 0.6735	1		
NSD	-0.182 0.0001	0.021 0.6360	-0.284 0.0001	-0.246 0.0001	0.009 0.4629	0.034 0.4369	-0.113 0.0114	1	
RC	0.013 0.7721	-0.082 0.0671	-0.018 0.6867	0.069 0.1237	-0.011 0.8015	-0.055 0.2199	0.204 0.0001	0.054 0.2252	1

ตารางที่ 4.10 ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันเอง โดยจำแนกเป็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับเชิงลบ

ตัวแปร	ความสัมพันธ์เชิงบวก	ความสัมพันธ์เชิงลบ
AADT	PW, SW	-
HV	-	-
PW	AADT, SW	VG
SW	AADT, PW	-
DS	-	HC
HC	-	-
VG	-	PW
NSD	-	-
RC	-	-

4.6 การกำหนดรูปแบบจำลอง (Model Formulation)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้ PROC GNEMOD หรือ GENMOD procedure ในโปรแกรม SAS Version 6.12 โดยใช้วิธี Maximum Likelihood ประมาณค่าพารามิเตอร์ GLM(Generalized Linear Model, GLM) นำเสนอโดย Nelder and Wedderburn (1972) และ MC Cullagh and Nelder (1989) ใช้ประยุกต์กับการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งข้อมูลที่มีลักษณะต่อเนื่องและข้อมูลลักษณะไม่ต่อเนื่อง โดยส่วนประกอบหลักสำคัญของ GENMOD procedure อยู่ที่ฟังก์ชันเชื่อม (Link Function) ทำหน้าที่เชื่อมส่วนประกอบเชิงสุ่มและส่วนประกอบแบบมีระบบเข้าด้วยกันเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ นอกจากจะใช้ Identical Link หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Canonical Link $(\eta = \mu_i)$ เช่น Log Link $((\eta = \log(\mu_i)))$ เมื่อใช้ฟังก์ชันเชื่อม (Link Function)

$$\eta = \log(\mu_i)$$

$$\eta = \log(\mu_i) = X\beta \text{ หรือ } \mu_i = \exp(X\beta)$$

สำหรับรูปแบบจำลองในการศึกษาครั้งนี้ จะกำหนดให้จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOTACC) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC) เป็นตัวแปรตอบสนองหรือค่า Y ใช้ Canonical Function $\left(\eta = \mu_i\right)$ สำหรับแบบจำลอง PR Model จะใช้ฟังก์ชันลอการิทึมซึ่งเป็นฟังก์ชันเชื่อม $\eta = \log\left(\mu_i\right)$ ใน GENMOD procedure

PR Model :

$$Y_i \sim Poisson\left(\mu_i\right)$$

$$Y = VEX \times EXP\begin{pmatrix} \beta_1 + \beta_2 AADT + \beta_3 HV + \beta_4 HC + \beta_5 VG + \beta_6 SW \\ +\beta_7 PW + \beta_8 RC + \beta_9 IN + \beta_{10} DS + \beta_{11} NSD \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

โดยที่ Y คือ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOTACC), จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC), จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC), ราย/ปี

VEX คือ ปริมาณการใช้รถ (Vehicle Exposure) ในช่วงเวลา 1 ปี, ล้านคัน-กิโลเมตร

AADT คือ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี, พันคัน/วัน

HV คือ ร้อยละรถบรรทุก (Percent Trucks), ร้อยละ

HC คือ องศาโค้งราบ (Degree of horizontal Curve), องศา

VG คือ ร้อยละทางลาดชัน (Percent of Vertical Grade), ร้อยละ

SW คือ ความกว้างไหล่ทาง (Shoulder Width), เมตร

PW คือ ความกว้างผิวทาง (Pavement Width), เมตร

RC คือ จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (Number of Road Connection)

IN คือ มี/ไม่มี ทางแยก (Intersection)

DS คือ ความเร็วออกแบบ (Design Speed), กิโลเมตร/ชั่วโมง

NSD คือ ร้อยละเขตห้ามแซง, ร้อยละ

หมายเหตุ : 1. PR Model มีฟังก์ชันเชื่อมคือ Log Link จะสมมติให้ตัวแปรตอบสนองมีการแจกแจงแบบพัวซอง

4.7 การปรับเทียบผลของแบบจำลอง (Model Calibration)

4.7.1 การประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองทั้ง 3 จะใช้วิธี Maximum Likelihood ซึ่งมีกระบวนการนำตัวแปรเข้าประมาณค่าพารามิเตอร์โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ไม่เลือกตัวแปรใดเลยเข้าในแบบจำลองเก็บค่า Log Likelihood ไว้เป็นค่าเริ่มต้น

2) คัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าในแบบจำลองทีละ 1 ตัว โดยตัวแปรตัวอิสระตัวใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุดจะถูกใส่เข้าไปในแบบจำลองก่อน พิจารณาค่า Log Likelihood เปรียบเทียบกับข้อ 1) ถ้าให้ค่าที่สูงขึ้นให้เก็บค่านั้นไว้

3) คัดเลือกตัวแปรอิสระ 1 ตัวจากที่ได้รับคัดเลือกทั้งหมดจากข้อ 2) โดยตัวแปรที่คัดเลือกเข้าก่อนต้องมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุด (ทำให้ค่า Log Likelihood สูงขึ้นมากที่สุด นอกจากนี้จะพิจารณาประกอบกับค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามในตารางที่ 4.9 ร่วมด้วย) นำตัวแปรนั้นเข้าไปในแบบจำลอง เก็บค่า Log Likelihood ไว้เป็นค่าเริ่มต้น

4) จากตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่ที่เก็บจากข้อ 2) เลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญมากสุดในกลุ่มของตัวแปรอิสระที่เหลือจากที่ใส่เข้าไปในข้อ 3) เข้าแบบจำลอง สังเกตค่า Log Likelihood ที่สูงขึ้นแล้วในขณะเดียวกันเมื่อนำตัวแปรอิสระตัวที่ 2 เข้าแบบจำลองแล้ว ผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแรกเปลี่ยนไป ให้ไปตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระตัวที่ 1 และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระตัวที่ 2 ตัวแปรอิสระตัวใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยกว่าจะถูกตัดออกไป

5) ทำซ้ำตามข้อ 4) เลือกตัวแปรอิสระที่เหลือเข้าแบบจำลองจนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ควรนำเข้าหรือไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ควรถูกตัดออกจากแบบจำลองจึงหยุด แล้วจะได้แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพิจารณาความสมเหตุสมผลและการทดสอบ Goodness of Fit ต่อไป

4.7.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

หลังจากได้แบบจำลองที่ผ่านการประมาณค่าพารามิเตอร์ในหัวข้อ 4.7.1 มาแล้ว ต่อไปก็จะนำตัวแปรที่ผ่านการทดสอบแล้วมาทำการตรวจสอบเครื่องหมายของตัวแปรอิสระ (Sign Test) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าพารามิเตอร์ของปริมาณจราจรน่าจะมีเครื่องหมายเป็นบวก เนื่องจากปริมาณการจราจรมากทำให้มีโอกาสเกิดจำนวนอุบัติเหตุมาก

ถ้าการตรวจสอบเครื่องหมายของตัวแปรอิสระพบว่าตัวแปรอิสระใดไม่ผ่านการทดสอบ ก็จะทำการตัดตัวแปรอิสระตัวนั้นออกจากแบบจำลอง แล้วทำการหาค่าพารามิเตอร์ใหม่ของตัวแปรที่เหลืออยู่ทุกตัว

4.8 การทดสอบ Goodness of Fit

การทดสอบ Goodness of Fit ของแบบจำลองสามารถพิจารณาจากค่าสถิติหลายค่า เช่น Deviance, Pearson chi-square, Akaike's Information criterion และค่า Log likelihood ค่าทั้งสี่จะอยู่ในกระบวนการ GNEMOD procedure การปรับค่าประมาณของพารามิเตอร์โดยใช้การระบุค่า Dispersion Scale เมื่อเกิดปัญหาการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง (Overdispersion Effect) ค่าผิดพลาดมาตรฐาน (Standard Error) และค่า P-value

4.8.1 Deviance

ค่า Deviance ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ค่า Deviance มีค่าเท่ากับ 2 เท่าของผลต่างระหว่างค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model) กับค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduced or Simpler model)

$$D^m = 2\left(L^f - L^m\right) \tag{4.2}$$

โดยที่ D^m คือ ค่า Deviance ของแบบจำลอง

L^f คือ ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองที่ประมาณขึ้น (fitted model)

L^m คือ ค่า Log Likelihood ของแบบจำลองลดรูป (Reduced model)

ถ้าค่า Deviance มีค่าสูง หมายถึง ความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่าสูง ทำให้ตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก แบบจำลองจึงไม่สามารถอธิบายข้อมูลได้ดี การบ่งบอกว่าตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำโดยการนำค่า Deviance หารด้วย Degree of Freedom ถ้าพบว่ามีค่าเกิน 1 หมายถึงตัวแบบเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Over dispersion Effect)

$$\frac{D^m}{DF} = \frac{D^m}{N-K}$$

ค่า Degree of Freedom (DF) สามารถหาได้จากผลต่างระหว่างจำนวนค่าสังเกต (Observeations, N) กับจำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง (K)

4.82 chi-square

ค่า Pearson Chi-square ใช้สำหรับทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยที่

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Y_i - \mu_i)^2}{\mu_i} \tag{4.3}$$

การบ่งบอกตัวแบบคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมากหรือน้อยทำโดยการนำค่า Pearson chi-square หารด้วย Degree of Freedom ถ้าพบว่ามีค่าเกิน 1 หมายถึงตัวแบบเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกระจายตัวของตัวแปรตอบสนอง (Over dispersion Effect)

$$\frac{\chi^2}{DF} = \frac{\chi^2}{N-K}$$

โดยทั่วไปพบว่าเมื่อสร้างแบบจำลองแล้วมักจะเกิดความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองที่มีค่ามาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีการปรับค่าประมาณของพารามิเตอร์โดยใช้การระบุค่า Dispersion Scale โดยในกระบวนการ GENMOD procedure มีให้เลือกดังนี้

DSCALE กำหนดให้ Dispersion Parameter (τ) = Deviance/DF

PSCALE กำหนดให้ Dispersion Parameter (τ) = Pearson chi-square/DF

รายงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือก PSCALE ปรับค่าประมาณของพารามิเตอร์เนื่องจากการกระจายของตัวแปรตอบสนองมีค่ามากดังนั้น

$$\tau = \frac{\chi^2}{DF}$$

ค่า Scale Deviance คือค่า Deviance หารด้วย Dispersion parameter (τ)

$$\text{Scale Deviance} = \frac{D^m}{\tau}$$

ค่า Scale Pearson chi-square คือ ค่า Pearson chi-square หาร Dispersion parameter (τ)

$$\text{Scale Pearson chi-square} = \frac{\chi^2}{\tau}$$

4.8.3 Log Likelihood

การทดสอบ Goodness of Fit ของตัวแบบเชิงเส้นที่วางนัยทั่วไป (GLM) โดยอาศัยค่า Log Likelihood ให้พิจารณาว่าถ้าค่า Log Likelihood มีค่าสูงสุด แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

จากงานวิจัยที่ผ่านมา (Miaou et. Al, 1992; miaou and Lum, 1993) พบว่าไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอนในการพิจารณาค่า Log Likelihood ของตัวแบบเชิงเส้นแบบวางนัยทั่วไป (GLM) ว่าค่าใดจึงเหมาะสมที่จะนำมาอ้างอิงเป็นมาตรฐาน แต่มีการสรุปโดยอ้างอิงค่า Log Likelihood กล่าวคือแบบจำลองที่สามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด คือแบบจำลองที่มีค่า Log Likelihood สูงสุด นั่นคือยิ่งค่า Log Likelihood มากยิ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

4.8.4 Akaike's Information Criterion (AIC)

การพิจารณาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการทำนายมีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง Akaike's Information Criterion (AIC) เป็นเกณฑ์หนึ่งที่สามารถใช้ในการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด แบบจำลองยิ่งมีค่า AIC น้อย ๆ จะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงที่สุด การหาค่า AIC สามารถหาได้จาก

$$AIC = -2 \times ML + 2 - K \tag{4.4}$$

โดยที่ ML คือ ค่า $\log_e$[Maximum likelihood]

K คือ จำนวนพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

AIC เป็นตัวสถิติที่ช่วยในการจัดอันดับความเหมาะสมของแบบจำลองโดยไม่มีการพิจารณาระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการให้แบบจำลองการถดถอยมีตัวแปรอิสระน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้เนื่องจากความแปรปรวนของตัวแปรตามจะมากขึ้นถ้าจำนวนตัวแปรอิสระมีมาก นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของตัวแปรอิสระทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้นวิธีการหาจำนวนตัวแปร

อิสระที่เหมาะสมจะทำให้การคำนวณค่าตัวแปรตามมีความแม่นยำ และในขณะเดียวกันจะไม่ทำให้เกิดความแปรปรวนของตัวแปรตามเนื่องจากแบบจำลองมีตัวแปรอิสระมากเกินไป

4.9 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

ตารางที่ 4.11 - 4.13 แสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองพัวซองทั้ง 3 กลุ่มการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับตัวแปรตามซึ่งประกอบด้วยจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOACC) จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC) ผลการทดสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองโดยใช้การตรวจสอบเครื่องหมายของตัวแปรอธิบาย และผลการทดสอบ Goodness of Fit ของแบบจำลองโดยพิจารณาค่า Log Likelihood

นอกจากนี้ในตารางยังแสดงค่า AIC ในแต่ละแบบจำลองค่ายิ่งน้อยแบบจำลองจะยิ่งจะมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้สูงที่สุด และค่า Log Likelihood มีค่ายิ่งสูงยิ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่พิจารณาได้มากที่สุด

ตารางที่ 4.11 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

Model / Variable	Poisson Regression Model
Intercept	-3.5159 (90.1060, 0.0001)
RC	0.0520 (18.1112, 0.0001)
Deviance	92.4914
Scaled Deviance	96.9079
Pearson Chi-square	251.9684
Scaled Pearson Chi-square	264.0000
Log Likelihood	-67.9565
AIC	135.913

หมายเหตุ : 1. จำนวนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 266 ช่วงถนน, DF = 266-2 = 264

2. ตัวเลขในวงเล็บ ( ) หมายถึง ค่า Pearson Chi-square ที่ปรับแก้และค่า P-value

ตารางที่ 4.12 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

Model / Variable	Poisson Regression Model
Intercept	-8.0262 (3.9044, 0.0482)
VG	0.4101 (0.8352 ,0.3608)
PW	-0.6999 (1.3223, 0.2502)
Deviance	80.9924
Scaled Deviance	74.4614
Pearson Chi-square	323.0500
Scaled Pearson Chi-square	297.0000
Log Likelihood	-47.9079
AIC	94.8158

หมายเหตุ : 1. จำนวนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 300 ช่วงถนน, DF = 300-3 = 297

2. ตัวเลขในวงเล็บ ( ) หมายถึง ค่า Pearson Chi-square ที่ปรับแก้และค่า P-value

ตารางที่ 4.13 ผลการสร้าง และเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

Model / Variable	Poisson Regression Model
Intercept	-4.0771 (51.4681, 0.0001)
VG	0.3140 (0.2004, 0.6544)
Deviance	46.7768
Scaled Deviance	47.8168
Pearson Chi-square	291.5185
Scaled Pearson Chi-square	298.0000
Log Likelihood	-30.0418
AIC	60.0836

หมายเหตุ : 1. จำนวนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 300 ช่วงถนน, DF = 300-2 = 298

2. ตัวเลขในวงเล็บ ( ) หมายถึง ค่า Pearson Chi-square ที่ปรับแก้และค่า P-value

ตารางที่ 4.14 ผลการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด

Model / Variable	Poisson Regression Model (TOTACC)	Poisson Regression Model (INJACC)	Poisson Regression Model (FATACC)
Intercept	-3.5159 (90.1060, 0.0001)	-8.0262 (3.9044, 0.0482)	-4.0771 (51.4681, 0.0001)
PW	-	-0.6999 (1.3223, 0.2502)	-
VG	-	0.4101 (0.8352, 0.3608)	0.3140 (0.2004, 0.6544)
RC	0.0520 (18.1112, 0.0001)	-	-
Deviance	92.4914	80.9924	46.7768
Scaled Deviance	96.9079	74.4614	47.8168
Pearson Chi-square	251.9684	323.0500	291.5185
Scaled Pearson Chi-square	264.0000	297.0000	298.0000
Log Likelihood	-67.9565	-47.9079	-30.0418
AIC	135.913	94.8158	60.0836

ดังนั้นสำหรับแบบจำลอง PR Model ค่าของค่าสถิติทดสอบ ที่ χ^2 ปรับค่าแล้วจะได้มาจากค่าสถิติทดสอบ ที่ยัง χ^2 ไม่ได้ปรับค่า หารด้วยค่า Dispersion Parameter ซึ่งเท่ากับ 0.9544 (ในตารางที่ 4.11), 1.0877 (ในตารางที่ 4.12) และ 0.9783 (ในตารางที่ 4.13) ผลการปรับค่าสถิติทดสอบ จาก χ^2 ตารางที่ 4.11 – 4.13 แสดงให้เห็นว่าค่านัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยลดลง แต่ไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

สรุปได้ว่าการปรับค่าที่เกิดจาก Over dispersion กับแบบจำลอง PR Model ไม่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุบัติเหตุกับตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตของถนนและตัวแปรจราจร

แบบจำลองอุบัติเหตุทั้ง 3 กลุ่มมีรูปแบบดังนี้

TOTACC Model $Y = VEX \times EXP [-3.5159 + 0.0520RC]$

INJACC Model $Y = VEX \times EXP [-8.0262 – 0.6999PW + 0.4104VG]$

FATACC Model $Y = VEX \times EXP [-4.0771 + 0.3140VG]$

จากผลการคัดเลือกแบบจำลองในตารางที่ 4.14 สามารถนำมาเขียนเป็นรูปแบบจำลองได้ 3 กลุ่ม จะพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดในทุกกลุ่มของอุบัติเหตุยกเว้นกลุ่มของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด คือร้อยละทางลาดชัน กล่าวคือจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและสูญเสียชีวิตจะเกิดในทางลาดชัน และจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดเกิดมากในช่วงถนนที่มีจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรมาก

4.10 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง (Model Validation)

แบบจำลองที่ผ่านกระบวนการหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองและผ่านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองดังกล่าวในหัวข้อที่ 4.7 เรียบร้อยแล้ว จะนำมาประเมินความเที่ยงตรงของแบบจำลองโดยการศึกษานี้จะทำการตรวจสอบกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ

4.10.1 การทดสอบกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ

การทดสอบกับข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบแบบจำลองในการศึกษานี้มี 232 ชุดสำหรับการทดสอบกับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด 37 ราย และข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบแบบจำลอง 198 ชุดสำหรับการทดสอบกับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ 23 ราย จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต7 ราย โดยวัตถุประสงค์ในการทดสอบแบบนี้เพื่อทดสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาสามารถใช้แทนกลุ่มของประชากรได้จริง

จากลักษณะการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองข้างต้น จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลอง ซึ่งมีดังนี้

1) เลือกแบบจำลองที่จะนำมาตรวจสอบความเที่ยงตรง ซึ่งในขั้นตอนนี้มีแบบจำลองที่ต้องทำการตรวจสอบ 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองอุบัติเหตุจำนวนอุบัติเหตุ

ทั้งหมด (TOTACC) แบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) และแบบจำลองจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต(FATACC)

2) แทนค่าตัวแปรอธิบายของแต่ละช่วงถนน (ค่าตัวแปรอธิบายได้มาจากข้อมูลกลุ่มของข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ) ลงในแบบจำลองผลลัพธ์ที่ได้คือผลรวมของค่าเฉลี่ยจะกำหนดเป็นค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นบนช่วงถนนที่แยกข้อมูลไว้ทดสอบ ($\sum \hat{\mu}_i$)

3) ตรวจสอบค่าที่ได้ในข้อ 2) กับจำนวนอุบัติเหตุจริงจากข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบ ได้แก่ เปรียบเทียบค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นบนช่วงถนนที่แยกไว้ทดสอบ ($\sum \hat{\mu}_i$) กับจำนวนอุบัติเหตุจริงบนช่วงถนนที่แยกไว้ทดสอบ ($\sum \mu_I$)

ตารางที่ 4.15 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง

Model / Variable	Poisson Regression Model (TOTACC)	Poisson Regression Model (INJACC)	Poisson Regression Model (FATACC)
Intercept	-3.5159 (90.1060, 0.0001)	-8.0262 (3.9044, 0.0482)	-4.0771 (51.4681, 0.0001)
PW	-	-0.6999 (1.3223, 0.2502)	-
VG	-	0.4101 (0.8352, 0.3608)	0.3140 (0.2004, 0.6544)
RC	0.0520 (18.1112, 0.0001)	-	-
($\sum \hat{\mu}_i$)	36.6709	20.58127	7.62698
($\sum \mu_i$)	37	23	7

หมายเหตุ : 1. ตัวเลขในวงเล็บ ( ) หมายถึง ค่า Pearson Chi-square ที่ปรับแก้และค่า P-value

2. – หมายถึง ตัวแปรในตำแหน่งนั้นไม่ได้รวมเข้าไปในแบบจำลอง

3. ($\sum \hat{\mu}_i$) หมายถึง ค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในแต่ละประเภทอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่แยกข้อมูลไว้ทดสอบ

4. ($\sum \mu_i$) หมายถึง จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจริง บนช่วงถนนที่แยกข้อมูลไว้ทดสอบ

จากตารางที่ 4.15 การตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่าค่าประมาณอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ($\sum \hat{\mu}$) ของข้อมูลที่แยกไว้ทดสอบมีค่าใกล้เคียงค่าจริงมาก เช่น ค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุ (TOTACC) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 36.6709 ราย ค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุคนบาดเจ็บ (INJACC) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 20.58127 รายเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุจริง 23 ราย และค่าประมาณจำนวนอุบัติเหตุคนบาดเจ็บ (TOTACC) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนที่ใช้สร้างแบบจำลองเท่ากับ 7.62698 รายเทียบกับจำนวนอุบัติเหตุจริง 7 ราย

ดังนั้นจึงมีความเชื่อมั่นได้ว่าการสร้างแบบจำลองโดยอาศัยรูปแบบ PR Model ใน GLM สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณจำนวนอุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองได้

4.11 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ในหัวข้อนี้เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ได้จากตาราง 4.15 มาทำการคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการปรับปรุงทางหลวง และการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเรขาคณิตของทางหลวงต่อจำนวนอุบัติเหตุประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่เปลี่ยนไปเนื่องจากความผันแปรของตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตของถนน

แบบจำลองที่จะประยุกต์ใช้มีดังนี้

TOTACC Model $Y = VEX \times EXP [-3.5159 + 0.0520RC]$ (4.5)

INJACC Model $Y = VEX \times EXP [-8.0262 - 0.6999PW + 0.4104VG]$ (4.6)

FATACC Model $Y = VEX \times EXP [-4.0771 + 0.3140VG]$ (4.7)

เนื่องจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองในสมการที่ (4.5 ถึง 4.7) จะให้ผลลัพธ์ (Y) ออกมาเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) หรือจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นบนช่วงถนนนั้นๆ ใน 1 ปี ดังนั้นเมื่อมีการแทนค่าศูนย์เข้าไปในตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables) เช่น แบบจำลองในสมการที่ (4.5) สมมติช่วงถนนเป็นทางตรง ไม่มีทางเชื่อม เมื่อแทน RC = 0 จึงทำให้จำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ขณะที่ค่าจากข้อมูลที่รวบรวม (Observed data) มีค่าเท่ากับศูนย์

4.11.1 การคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังปรับปรุงทางหลวง

PR Model ที่นำมาสร้างแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุ สามารถนำมาประยุกต์ใช้คาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังปรับปรุงทางหลวงบนถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมืองได้โดย กำหนดให้ X_{ij}^{b} และ X_{ij}^{a} แทนตัวแปรลักษณะเรขาคณิตของถนนก่อนและหลังการปรับปรุง และค่า VEX_i^b และ VEX_i^a แทนปริมาณการใช้รถก่อนและหลังการปรับปรุงจากแบบจำลอง PR Model จำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดบนช่วงถนนที่ i ก่อนและหลังการปรับปรุงลักษณะทางเรขาคณิตของถนนเท่ากับ

$$VEX_i^b EXP(X_{ij}\beta_j)\ ,\quad VEX_i^a EXP(X_{ij}\beta_j)$$

ตามลำดับดังนั้นร้อยละของจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าลดลง R_i หาได้ดังนี้

$$R_i = \left[\frac{VEX_i^b EXP\left(\sum_{j=1}^{k} X_{ij}\beta_j\right) - VEX_i^a EXP\left(\sum_{j=1}^{k} X_{ij}\beta_j\right)}{VEX_i^b EXP\left(\sum_{j=1}^{k} X_{ij}\beta_j\right)} \right] x100$$

$$R_i = \left[1 - \left(\frac{VEX_i^a}{VEX_i^b}\right) - EXP\left(\sum_{j=1}^{k}\left(X_{ij}^a - X_{ij}^b\right)\beta_j\right) \right] x100 \qquad (4.8)$$

ถ้าปริมาณจราจรก่อนและหลังปรับปรุงไม่มีการเปลี่ยนแปลงดังนั้น

$$R_i = \left[1 - EXP\left(\sum_{j=1}^{k}\left(X_{ij}^a - X_{ij}^b\right)\beta_j\right) \right] x100 \qquad (4.9)$$

4.12 การทดสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเรขาคณิตของทางหลวงต่อจำนวนอุบัติเหตุ

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง มาประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่เปลี่ยนไปเนื่องจากความผันแปรของตัวแปรลักษณะเรขาคณิตของทางหลวง ได้แก่ การลดร้อยละทางลาดชัน การลดความกว้างผิวทาง และการลดจำนวนทางเชื่อมต่อ

4.12.1 การลดร้อยละทางลาดชัน

ในกรณีที่ถนนเป็นทางลาดชันและมีโค้งราบ การปรับลดทางลาดชันเป็นมาตรการที่น่าจะนำไปพิจารณา เพราะนอกจากจะมีผลทำให้ผู้ขับขี่สะดวกสบายขึ้นในทางบริเวณลาดชันแล้ว ยังเป็นการเพิ่มระยะมองเห็นเพื่อการแซงให้มากขึ้นด้วย การประยุกต์ใช้เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุประเภทอุบัติเหตุทำให้คนบาดเจ็บ และตายที่สามารถทำได้ โดยมีการตรวจสอบในขั้นตอนการออกแบบก่อนที่จะนำมาสร้างจริงและสามารถนำมาตรวจสอบถนนที่สร้างเสร็จไปแล้วว่าควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดอุบัติเหตุกรณีที่จำนวนอุบัติเหตุในเส้นทางนั้นเกิดขึ้นสูง ในการศึกษานี้ได้ทดสอบผลการลดค่าร้อยละทางลาดชัน 1%, 2% และ 3% โดยใช้แบบจำลองสมการ (4.6) และ (4.7) ดังแสดงในตารางที่ 4.16 จะพบว่าการลดร้อยละทางลาดชันจะสามารถลดร้อยละของอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตได้มากกว่า เนื่องจากว่าสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บมาจากความกว้างของผิวทางมากกว่าร้อยละทางลาดชัน

ตารางที่ 4.16 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและที่มีการสูญเสียชีวิตR_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากลดร้อยละทางลาดชัน (VG)

กลุ่มอุบัติเหตุ / ร้อยละทางลาดชัน	ลดลง 1%	ลดลง 2%	ลดลง 3%
INJACC	6.003%	9.642%	11.551%
FATACC	29.206%	49.882%	64.520%

หมายเหตุ : 1. ร้อยละทางลาดชัน (VG) สำหรับ 0% < (VG) < 5%

2. แบบจำลองที่ใช้กับกลุ่มอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ กำหนดให้ความกว้างของถนนมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง และใช้กับกลุ่มอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

4.12.2 การขยายความกว้างผิวทาง

การขยายความกว้างผิวทางมีผลทำให้ผู้ขับขี่มีอิสระในการควบคุมรถมากขึ้น การประยุกต์ใช้เพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บสามารถทำได้โดยมีการตรวจสอบในขั้นตอนการออกแบบก่อนที่จะนำมาสร้างจริงหรือสามารถนำมาตรวจสอบถนนที่สร้างเสร็จไปแล้วว่าควรดำเนินการแก้ไขเพื่อลดอุบัติเหตุในกรณีที่จำนวนอุบัติเหตุในเส้นทางนั้นเกิดขึ้นสูง ในการศึกษานี้ได้ทดสอบผลการขยายความกว้างผิวทาง 0.5 เมตร 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ2 เมตร โดยใช้แบบจำลองสมการ (4.6) ดังแสดงในตาราง 4.17 จะพบว่าการเพิ่มความกว้างทุก 0.5 เมตร สามารถลดร้อยละของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บได้มากกว่าร้อยละ 15 จากจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บที่เคยเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.17 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ R_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากเพิ่มความกว้างผิวทาง (PW)

กลุ่มอุบัติเหตุ / ความกว้างผิวทาง	เพิ่มขึ้น 0.5 เมตร	เพิ่มขึ้น 1 เมตร	เพิ่มขึ้น 1.5 เมตร
INJACC	29.32%	51.17%	65.93%

หมายเหตุ : 1. ความกว้างผิวทาง (PW) สำหรับ 5.5 m < (PW) < 7 m
2. แบบจำลองที่ใช้กับกลุ่มอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ กำหนดให้ความกว้างของถนนมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง

4.12.3การลดทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

แม้จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรไม่ใช่เป็นตัวแปรทางเรขาคณิตดดยตรงแต่การลดจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรก็เป็นมาตรการควบคุมทางเข้า-ออก (Access) หรือการจัดการกับทางเข้าออก และมีผลอย่างมากต่ออุบัติเหตุ ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบผลการลดทางเชื่อมลง 1, 2, 3, 4 และ 5 ทางเชื่อมต่อกิโลเมตรโดยใช้แบบจำลอง (4.5) ดังแสดงในตาราง 4.18 จะพบว่าผลที่เกิดขึ้นจากการลดจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรลงทุก ๆ 1 จุดต่อกิโลเมตร สามารถลดร้อยละของจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ประมาณร้อยละ 10 จากจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดที่เคยเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.18 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด R_i ที่คาดว่าลดลงหลังจากลดจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (RC)

กลุ่มอุบัติเหตุ / ทางเชื่อมต่อกิโลเมตร	ลดลง 1	ลดลง 2	ลดลง 3	ลดลง 4	ลดลง 5
TOTACC	1.36%	3.51%	5.35%	7.26%	9.54%

หมายเหตุ : 1. จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (RC) สำหรับ 0 จุด < (RC) < 61จุด
2. แบบจำลองที่ใช้กับกลุ่มอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

4.13 การจัดลำดับช่วงกิโลเมตรของถนนที่จะปรับปรุง

ในหัวข้อนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค Multi Criteria Decision Maker (MCDM) มาทำการจัดลำดับความสำคัญของช่วงกิโลเมตรถนนที่จะทำการปรับปรุงซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการซึ่งเป็นวิธีการที่สำคัญในการจัดสรรกำหนดงบประมาณในการปรับปรุงถนน โดยใช้วิธีการ Average Mean Method มาหาค่าของ SCORE โดยหาค่า SCORE จากวิธีการปรับสเก็ลทั้ง

สามวิธีได้แก่ วิธี Simple scaling, Range equalization และ วิธี Simple linearization โดยทั้งสามวิธีอยู่ในกระบวนการ Scaling and Normalization of Outcome Values เป็นการปรับสเก็ลของค่า CRITERIA ที่จะนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่า SCORE

4.13.1วิธีปรับสเก็ลแบบ SIMPLE SCALING

การจัดลำดับความสำคัญของช่วงกิโลเมตรที่จะทำการปรับปรุง จะทำการใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลที่ใช้สร้างแบบจำลองการเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบต่าง ๆ โดยจะกำหนดให้ Criteria เป็นค่าของ ปริมาณการใช้รถ ความกว้างผิวทาง ร้อยละทางลาดชัน และความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุของช่วงถนนใด ๆ ในรอบสามปี ส่วน Alternative คือช่วงถนนใด ๆ ที่มีการเกิดอุบัติเหตุ โดยวิธี Simple scaling จะทำการปรับสเก็ลโดยนำเลข 10 มาคูณกับค่า Criteria แล้วทำการหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของ Alternative มาเปรียบเทียบกัน ถ้าค่าน้ำหนักเฉลี่ยของ Alternative ตัวใดมีค่ามากที่สุดจะถูกจัดให้เป็นช่วงถนนที่น่าจะปรับปรุงมากที่สุดตามลำดับซึ่งวิธีนี้จะเป็นวิธีที่ให้ค่า SCORE ที่หยาบที่สุด

กำหนดให้

C1 คือ ปริมาณการใช้รถเฉลี่ยของช่วงถนนใดๆในรอบสามปี

C2 คือ ความกว้างผิวทาง

C3 คือ ร้อยละทางลาดชัน

C4 คือ ความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุของช่วงถนนใดๆในรอบสามปี

C5 คือ จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

ตารางที่ 4.19 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ก่อนการปรับแก้สเก็ล

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	CRITERIA C1 (1.5)	CRITERIA C2 (1.5)	CRITERIA C3 (1.5)	CRITERIA C4 (3)	CRITERIA C5 (2.5)
205	353	2.12333	7	0.526	2	42
	366	3.28841	7	0.376	1	11
	369	3.28841	7	0.379	1	12
	372	3.28841	7	1.331	2	0
	373	3.28841	7	1.877	1	0
	374	3.28841	7	1.182	2	49
	375	3.28841	7	0.378	2	32
	376	3.28841	7	0.632	1	0
	380	3.28841	7	1.172	3	20

ตารางที่ 4.19 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ก่อนการปรับแก้สเก็ล (ต่อ)

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	CRITERIA C1 (1.5)	CRITERIA C2 (1.5)	CRITERIA C3 (1.5)	CRITERIA C4 (3)	CRITERIA C5 (2.5)
	383	3.28841	7	0.965	2	35
	384	3.28841	7	0.486	1	5
	386	3.28841	7	0.791	1	7
	387	3.28841	7	0.535	1	4
	389	3.28841	7	1.451	1	23
	391	3.28841	7	0.452	2	45
	392	3.28841	7	0.782	2	29
	393	3.28841	7	1.025	2	16
207	457	1.99935	7	0.757	1	4
	458	1.99935	7	0.922	2	9
207	461	1.99935	7	0.589	1	33
	462	1.99935	7	0.534	2	55
	464	1.99935	7	0.643	1	9
	465	1.99935	7	0.321	1	1
	466	1.99935	7	0.069	1	16
	467	1.99935	7	0.289	1	1
	475	1.99935	7	0.514	1	3
	476	1.99935	7	0.220	1	17
	477	1.99935	7	0.727	1	1
	484	1.99935	7	0.112	1	6
2068	26	1.71319	7	0.066	1	26
	31	1.71319	7	2.456	1	30
	32	1.71319	7	0.027	1	30
2150	5	0.51088	6	0.215	1	10
	10	0.51088	6	0.455	2	21
2160	6	0.51149	5.5	0.229	1	7
	7	0.51149	5.5	0.455	1	5

หมายเหตุ : ค่าตัวเลขในวงเล็บช่อง CRITERIA คือค่าของน้ำหนักของ CRITERIA นั้นๆ ถ้าค่าน้ำหนักมาก หมายถึงการให้ความสำคัญต่อ CRITERIA นั้นมากด้วยโดยที่ C4 (3)> C5 (2.5) > C3 (1.5), C2 (1.5), C1 (1.5)

ตารางที่ 4.20 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE หลังการปรับแก้สเก็ล ของวิธี SIMPLE SCALING

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	CRITERIA C1 (1.5)	CRITERIA C2 (1.5)	CRITERIA C3 (1.5)	CRITERIA C4 (3)	CRITERIA C5 (2.5)
205	353	21.2333	70	5.26	20	420
	366	32.8841	70	3.76	10	110
	369	32.8841	70	3.79	10	120
	372	32.8841	70	13.31	20	0
	373	32.8841	70	18.77	10	0
	374	32.8841	70	11.82	20	490
	375	32.8841	70	3.78	20	320
	376	32.8841	70	6.32	10	0
	380	32.8841	70	11.72	30	200
	383	32.8841	70	9.65	20	350
	384	32.8841	70	4.86	10	50
	386	32.8841	70	7.91	10	70
	387	32.8841	70	5.35	10	40
	389	32.8841	70	14.51	10	230
	391	32.8841	70	4.52	20	450
	392	32.8841	70	7.82	20	290
	393	32.8841	70	10.25	20	160
207	457	19.9935	70	7.57	10	40
	458	19.9935	70	9.22	20	90
207	461	19.9935	70	5.89	10	330
	462	19.9935	70	5.34	20	550
	464	19.9935	70	6.43	10	90
	465	19.9935	70	3.21	10	10
	466	19.9935	70	0.69	10	160
	467	19.9935	70	2.89	10	10
	475	19.9935	70	5.14	10	30
	476	19.9935	70	2.2	10	170
	477	19.9935	70	7.27	10	10
	484	19.9935	70	1.12	10	60
2068	26	17.1319	70	0.66	10	260

ตารางที่ 4.20 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE หลังการปรับแก้สเก็ล ของวิธี SIMPLE SCALING (ต่อ)

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	CRITERIA C1 (1.5)	CRITERIA C2 (1.5)	CRITERIA C3 (1.5)	CRITERIA C4 (3)	CRITERIA C5 (2.5)
	31	17.1319	70	24.56	10	300
	32	17.1319	70	0.27	10	300
2150	5	5.1088	60	2.15	10	100
	10	5.1088	60	4.55	20	210
2160	6	5.1088	55	2.29	10	70
	7	5.1088	55	4.55	10	50

หมายเหตุ : ค่าตัวเลขในวงเล็บช่อง CRITERIA คือค่าของน้ำหนักของ CRITERIA นั้นๆ ถ้าค่าน้ำหนักมากก็หมายถึงการให้ความสำคัญต่อ CRITERIA นั้นมากด้วยโดยที่ C4 (3) > C5 (2.5) > C3 (1.5), C2 (1.5), C1 (1.5)

เมื่อปรับแก้ SCORE เสร็จก็ใช้วิธีการ Average Mean Method มาหาค่า SCORE ดังนี้

กำหนดให้

F_{ij} = ค่าน้ำหนักของ ALTERNATIVE ที่ i และ CRITERIA ที่ j

W_j = ค่าของน้ำหนักของ CRITERIA ที่กำหนดให้โดยที่

W_1=1.5, W_2=1.5, W_3=1.5, W_4=3, W_5=2.5

S_i = ค่า SCORE ของ ALTERNATIVE ที่ i

$$S_i = \left(\sum W_j / \sum W \right) \times F_{ij}$$

จะได้ว่า

$$\sum W = 1.5+1.5+1.5+3+2.5 = 10$$

W_1= 1.5/10 = 0.15 W_2= 1.5/10 = 0.15 W_3= 1.5/10 = 0.15

W_4= 3/10 = 0.3 W_5= 2.5/10 = 0.25

ตัวอย่างการหาค่า S_{353} = (0.15x21.2333)-(0.15x70)+(5.26)+(0.3x20)+(0.25x420) = 104.474

จากสมการผลรวม S_{353} จะเห็นได้ว่าจะมีเครื่องหมายลบใน CRITERIA ที่ 2 ซึ่งก็คือความกว้างผิวทาง เป็นเพราะว่าถ้ายิ่งลดความกว้างผิวทางจะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายลบเข้าไป ส่วนค่า CRITERIA อื่น ๆ นั้นเมื่อเพิ่มค่า CRITERIA จะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายบวกเข้าไป และแสดงค่าทั้งหมดในตารางที่ 4.21 ซึ่งค่า SCORE ของแต่ละช่วงถนนจะบอกถึงอันดับของ ALTERNATIVE และจะต้องนำค่าอันดับไปเฉลี่ยกับวิธี Range Equalization และ วิธี Simple linearization จึงจะสามารถสรุปได้ว่าช่วงถนนใดควรจะปรับปรุงก่อน

ตารางที่ 4.21 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี SIMPLE SCALING

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง	หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง
205	353	104.474	4	207	461	78.883	7
	366	25.497	19		462	136.800	1
	369	28.001	18		464	18.964	22
	372	2.429	31		465	-1.519	34
	373	0.248	32		466	35.603	17
	374	124.706	2		467	-1.567	35
	375	81.000	6		475	3.770	30
	376	-1.619	36		476	38.329	16
	380	55.191	13		477	-0.910	33
	383	89.380	5		484	10.667	25
	384	10.662	25	2068	26	60.169	11
	386	16.119	23		31	73.754	9
	387	8.235	27		32	70.110	10
	389	57.109	12	2150	5	20.089	21
	391	113.611	3		10	50.949	14
	392	74.106	8	2160	6	13.360	24
	393	41.970	15		7	8.699	26
207	457	6.635	28				
	458	22.382	20				

4.13.2 วิธีปรับสเก็ลแบบ RANGE EQUALIZATION

การจัดลำดับความสำคัญของช่วงกิโลเมตรที่จะทำการปรับปรุง ของวิธี Range Equalization จะมีความละเอียดของ SCALE มากกว่าวิธี Simple scaling และมีขั้นตอนในการทำมากกว่าดังนี้

เมื่อปรับแก้ SCORE เสร็จก็ใช้วิธีการ Average Mean Method มาหาค่า SCORE เหมือนวิธี Simple scaling

กำหนดให้

H_{ij} = ค่าสูงสุดของ F_{ij}

L_{ij} = ค่าต่ำสุดของ F_{ij}

R_j = H_{ij}- L_{ij}

π_j = ค่าแฟคเตอร์ของ CRITERIA ที่ j

$$\pi_j = \frac{1}{R_j}\left(\sum_{j=1}^{p}\frac{1}{R_j}\right)^{-1}$$

r_{ij} = ค่า SCALE ของ F_{ij}

r_i = π_j F_{ij}

F_{ij} = ค่าน้ำหนักของ ALTERNATIVE ที่ i และ CRITERIA ที่ j

W_j = ค่าของน้ำหนักของ CRITERIA ที่กำหนดให้โดยที่

W_1 = 1.5, W_2=1.5, W_3=1.5, W_4=3, W_5=2.5

S_i = ค่า SCORE ของ ALTERNATIVE ที่ i

$$S_i = \left(\sum W_j / \sum W\right) \times F_{ij}$$

จะได้ว่า

$$\sum W = 1.5+1.5+1.5+3+2.5 = 10$$

W_1= 1.5/10 = 0.15 W_2= 1.5/10 = 0.15 W_3= 1.5/10 = 0.15

W_4= 3/10 = 0.3 W_5= 2.5/10 = 0.25

ตัวอย่างการหาค่า S_{353}

H_1 = 3.28841

L_1 = 0.51088

R_1 = 2.77753

$\frac{\pi_j}{R_1}$ = 0.511098

π_1 = $\frac{\pi_j}{R_1} = \frac{0.511098}{2.77753} = 0.184012$

r_{11} = 0.184012 x F_{11} = 0.184012 x 2.12333 = 0.390718

r_{12} = 2.385124

r_{13} = 0.110678

r_{14} = 0.511098

r_{15} = 0.390306

S_{353} = 0.390718 W_1 - 2.385124 W_2 + 0.110678 W_3 + 0.511098 W_4
+ 0.390306 W_5

= 0.390718 (0.15) - 2.385124(0.15) + 0.110678(0.15)+ 0.511098(0.3)
+ 0.390306 (0.25)

S_{353} = -0.03165

จากสมการผลรวม S_{353} จะเห็นได้ว่าจะมีเครื่องหมายลบใน CRITERIA ที่ 2 ซึ่งก็คือความกว้างผิวทาง เป็นเพราะว่าถ้ายิ่งลดความกว้างผิวทางจะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายลบเข้าไป ส่วนค่า CRITERIA อื่น ๆ นั้นเมื่อเพิ่มค่า CRITERIA จะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายบวกเข้าไป และแสดงค่าทั้งหมดในตารางที่ 4.22 ซึ่งค่า SCORE ของแต่ละช่วงถนนจะบอกถึงอันดับของ ALTERNATIVE และจะต้องนำค่าอันดับไปเฉลี่ยกับวิธี Simple linearization และ วิธี Simple linearization จึงจะสามารถสรุปได้ว่าช่วงถนนใดควรจะปรับปรุงก่อน

ตารางที่ 4.22 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี RANGE EQUALIZATION

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง	หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง
205	353	-0.03165	9	207	461	-0.13066	15
	366	-0.15291	19		462	-0.00462	5
	369	-0.1505	18		464	-0.18471	28
	372	-0.07166	10		465	-0.21346	35
	373	-0.1311	16		466	-0.18657	30
	374	0.037473	2		467	-0.21447	36
	375	-0.0274	6		475	-0.20273	33
	376	-0.17039	25		476	-0.17948	27
	380	0.046447	1		477	-0.20065	32
	383	-0.0019	4		484	-0.20844	34
	384	-0.16338	21	2068	26	-0.17133	26
	386	-0.14911	17		31	-0.0866	12
	387	-0.16416	22		32	-0.16327	20
	389	-0.09111	13	2150	5	-0.18587	29
	391	0.005139	3		10	-0.07608	11
	392	-0.02162	7	2160	6	-0.16683	24
	393	-0.04415	8		7	-0.16434	23
207	457	-0.19273	31				
	458	-0.09924	14				

4.13.3วิธีปรับสเก็ลแบบ SIMPLE LINEARIZATION

การจัดลำดับความสำคัญของช่วงกิโลเมตรที่จะทำการปรับปรุง ของวิธี Simple Linearization จะมีความละเอียดของ SCALE อยู่ที่ค่า 0 ถึง 1 มากกว่าวิธี Simple scaling แต่จะน้อยกว่าวิธี Range Equalization และมีขั้นตอนในการทำดังนี้

เมื่อปรับแก้ SCORE เสร็จก็ใช้วิธีการ Average Mean Method มาหาค่า SCORE เหมือนสองวิธีที่ผ่านมา

กำหนดให้

H_{ij} = ค่าสูงสุดของ F_{ij}

L_{ij} = ค่าต่ำสุดของ F_{ij}

R_j = H_{ij}- L_{ij}

r_{ij} = $\frac{H_j - F_{ij}}{R_j}$ สำหรับ CRITERIA ที่มีค่าลบซึ่งก็คือความกว้างผิวทาง

r_{ij} = $\frac{F_{ij} - L_j}{R_j}$ สำหรับ CRITERIA ที่มีค่าบวกซึ่งก็คือ CRITERIA ที่เหลือ

F_{ij} = ค่าน้ำหนักของ ALTERNATIVE ที่ i และ CRITERIA ที่ j

W_j = ค่าของน้ำหนักของ CRITERIA ที่กำหนดให้โดยที่

W_1 = 1.5, W_2=1.5, W_3=1.5, W_4=3, W_5=2.5

S_i = ค่า SCORE ของ ALTERNATIVE ที่ i

$$S_i = \left(\sum W_j / \sum W \right) \times F_{ij}$$

จะได้ว่า

$$\sum W = 1.5+1.5+1.5+3+2.5 = 10$$

$W_1 = 1.5/10 = 0.15$ $W_2 = 1.5/10 = 0.15$ $W_3 = 1.5/10 = 0.15$

$W_4 = 3/10 = 0.3$ $W_5 = 2.5/10 = 0.25$

ตัวอย่างการหาค่า S_{353}

F_{11} = 2.12333, F_{12}= 7, F_{13}= 0.526, F_{14}= 2, F_{15}= 42

H_2 = 7

L_1 = 0.51088, L_3= 0.027, L_4= 1, L_5= 0

R_1 = 2.77753, R_2= 1.5, R_3= 2.429, R_4= 2, R_5= 55

$r_{11} = \frac{F_{11} - L_1}{R_1} = \frac{2.12333 - 0.51088}{2.77753} = 0.580534$

$r_{12} = \frac{H_2 - F_{12}}{R_2} = \frac{7 - 7}{1.5} = 0$

$r_{13} = \frac{F_{13} - L_3}{R_3} = \frac{0.526 - 0.027}{2.429} = 0.205434$

$r_{14} = \frac{F_{14} - L_4}{R_4} = \frac{2 - 1}{2} = 0.5$

$r_{15} = \frac{F_{15} - L_5}{R_5} = \frac{42 - 0}{55} = 0.763636$

S_{353} = $0.580534\ W_1 - 0W_2 + 0.205434W_3 + 0.5W_4 + 0.763636\ W_5$

= 0.580534 (0.15) -0 (0.15) +0.205434 (0.15)+ 0.5 (0.3)
+0.763636 (0.25)

S_{353} = 0.458804

จากสมการผลรวม S_{353} จะเห็นได้ว่าจะมีเครื่องหมายลบใน CRITERIA ที่ 2 ซึ่งก็คือ ความกว้างผิวทาง เป็นเพราะว่าถ้ายิ่งลดความกว้างผิวทางจะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายลบเข้าไป ส่วนค่า CRITERIA อื่น ๆ นั้นเมื่อเพิ่มค่า CRITERIA จะยิ่งทำให้ค่า SCORE เพิ่มขึ้นจึงต้องใส่เครื่องหมายบวกเข้าไป และแสดงค่าทั้งหมดในตารางที่ 4.23 ซึ่งค่า SCORE ของแต่ละช่วงถนนจะบอกถึงอันดับของ ALTERNATIVE และจะต้องนำค่าอันดับไปเฉลี่ยกับวิธี Simple Scaling และ วิธี Range Equalization จึงจะสามารถสรุปได้ว่าช่วงถนนใดควรจะปรับปรุงก่อน

ตารางที่ 4.23 ค่า SCORE ที่คำนวณได้จากวิธี SIMPLE LINEARIZATION

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง	หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	ค่า SCORE	อันดับที่จะปรับปรุง
205	353	0.458804	8	207	461	0.26509	14
	366	0.221552	18		462	0.511694	5
	369	0.226283	17		464	0.159334	26
	372	0.380527	10		465	0.103086	33
	373	0.264245	15		466	0.155705	27
	374	0.594053	2		467	0.10111	32
	375	0.46713	7		475	0.124095	30
	376	0.187361	22		476	0.169576	25
	380	0.611617	1		477	0.128158	29
	383	0.517016	4		484	0.112906	31
	384	0.201072	20	2068	26	0.185521	23
	386	0.228998	16		31	0.351294	11
	387	0.199553	21		32	0.201294	19
	389	0.342483	12	2150	5	-0.04294	34
	391	0.530791	3		10	0.171885	24
	392	0.478442	6	2160	6	-0.10567	36
	393	0.434358	9		7	-0.10081	35
207	457	0.143647	28				
	458	0.326563	13				

4.13.4การจัดลำดับถนนที่จะปรับปรุง

การจัดลำดับความสำคัญของช่วงกิโลเมตรที่จะทำการปรับปรุง ของทั้งสามวิธีจะเลือกใช้วิธีการปรับสเก็ลวิธี Range equalization และวิธี Simple linearization มาทำการหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดของอันดับที่ได้ของแต่ละช่วงถนน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคำตอบของทั้งสองวิธีเนื่องจากว่าวิธี Simple scaling นั้นมีค่าสเก็ลที่ห่างกันทำให้การจัดลำดับของวิธีนี้มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงมาก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีปรับสเก็ล Range equalization และวิธี Simple linearization จะเป็นค่าคำตอบที่มีความเหมาะสมที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ของอันดับเฉลี่ยที่ดีที่สุด

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	อันดับที่ได้ของวิธี Range equalization	อันดับที่ได้ของวิธี Simple linearization	อันดับเฉลี่ยที่ดีที่สุด
205	353	9	8	9
	366	19	18	20
	369	18	17	17
	372	10	10	10
	373	16	15	16
	374	2	2	2
	375	6	7	6
	376	25	22	23
	380	1	1	1
	383	4	4	4
	384	21	20	19
	386	17	16	18
	387	22	21	22
	389	13	12	12
	391	3	3	3
	392	7	6	7
	393	8	9	8

ตารางที่ 4.24 แสดงค่า CRITERIA และ ALTERNATIVE ของอันดับเฉลี่ยที่ดีที่สุด (ต่อ)

หมายเลขถนน	กิโลเมตรที่	อันดับที่ได้ของวิธี Range equalization	อันดับที่ได้ของวิธี Simple linearization	อันดับเฉลี่ยที่ดีที่สุด
207	457	31	28	28
	458	14	13	13
	461	15	14	14
	462	5	5	5
	464	28	26	26
	465	35	33	36
	466	30	27	27
	467	36	32	35
	475	33	30	33
	476	27	25	25
	477	32	29	31
	484	34	31	34
2068	26	26	23	24
	31	12	11	11
	32	20	19	21
2150	5	29	34	32
	10	11	24	15
2160	6	24	36	30
	7	23	35	29

จะเห็นว่าจากผลการจัดอันดับของช่วงถนนที่ได้จากวิธีการปรับสเก็ลนั้นพบว่า ช่วงถนนที่จะต้องได้รับการปรับปรุงก่อนจะอยู่บนถนนทางหลวงหมายเลข 205 มากกว่าทางหลวงอื่น เพราะว่ามีปัจจัยทางเรขาคณิต ปริมาณจราจร และจำนวนความถี่ที่เกิดอุบัติเหตุในรอบสามปีที่มากกว่าช่วงถนนในทางหลวงอื่นๆ การวิเคราะห์นี้จะนำไปใช้ในการจัดสรรงบประมาณในการทำโครงการปรับปรุงทางหลวง

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

การสร้างแบบจำลองเพื่อคาดคะเนจำนวนอุบัติเหตุมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุ แบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองทางสถิติ (Statistical models) ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนถนนกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางเรขาคณิตของถนนและสภาพจราจร มันจะช่วยในการนำเสนอแผนการปรับปรุงทางหลวง เพื่อป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้พิจารณาร่วมในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงด้วย การวิเคราะห์ทั้งหมดในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำมาสรุปในหัวข้อสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะซึ่งแยกตามวัตถุประสงค์และแนวทางประยุกต์ใช้ในการศึกษาคือ 1) เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงประเภทสองช่องจราจรเขตนอกเมืองนครราชสีมา 2) เพื่อสร้างแบบจำลองทำนายจำนวนอุบัติเหตุ 3) เพื่อทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเรขาคณิตของถนนต่อจำนวนอุบัติเหตุ และ 4) เพื่อทำการจัดลำดับการปรับปรุงถนน

5.1 การรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุจากแบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง (ส.3-02) ที่รวบรวมโดยกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2546 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2549 รวมช่วงเวลา 3 ปีเต็ม ทางหลวงที่เลือกใช้เป็นตัวแทนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมืองได้แก่ ข้อมูลทั้งหมด 3 ปีจาก 166 ช่วงถนน (Physical section) รวมเป็นข้อมูลช่วงถนนที่วิเคราะห์ (Analytical section) จำนวน 498 ชุด จาก 6 เส้นทางซึ่งได้แก่ ทางหลวงสาย 205 (กม.ที่ 342+014 ถึง กม.ที่ 394+187), 207 (กม.ที่ 448+294 ถึง กม.ที่ 484+673), 2067 (กม.ที่ 1+000 ถึง กม.ที่ 8+000), 2068 (กม.ที่ 22+087 ถึง กม.ที่ 44+116), 2150 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 20+845) และ 2160 (กม.ที่ 0+000 ถึง กม.ที่ 32+463) ซึ่งเป็นถนนในเขตนอกเมืองนครราชสีมา ข้อมูลทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุแยกเป็น 3 ประเภทได้แก่ จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOTACC) 57 ราย ประกอบด้วยจำนวนอุบัติเหตุเกิดในช่วงถนน 202 ราย (82%) โดยแยกเป็นจำนวนอุบัติเหตุเกิดในช่วงถนนถึง 53 ราย คิดเป็น 93% เป็นทางตรง 42 ราย (74%) และที่ทางโค้ง 11 ราย (19%) ส่วนบริเวณที่เป็นทางแยกต่าง ๆ มีเพียง 4 รายคิดเป็น 7% อุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) 36 ราย และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC) 13 ราย

กลุ่มข้อมูลไดนามิก แยกได้เป็น ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) หน่วยพันคันต่อวัน ปริมาณการใช้รถ (VEX) หน่วยล้านคัน-กิโลเมตร และร้อยละรถหนัก (HV)

กลุ่มข้อมูลสถิตย์ ได้แก่ ความกว้างผิวทาง (PW) ความกว้างไหล่ทาง (SW) ความเร็วออกแบบ (DS) องศาโค้งราบ (HC) ร้อยละทางลาดชัน (VG) ร้อยละเขตห้ามแซง (NSD) จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร (RC) และการมี/ไม่มีทางแยก

5.2 ตัวแปรลักษณะทางเรขาคณิตและตัวแปรจราจรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง

1) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด (TOTACC) มากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 3 ปัจจัย คือ จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ความกว้างไหล่ทางและปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุในกลุ่มนี้เลย (พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ 0.10) คือ ร้อยละรถหนัก ความเร็วออกแบบ องศาโค้งราบ เขตห้ามแซงและการมี/ไม่มีทางแยกในช่วงถนนนั้น ๆ

2) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ (INJACC) มากที่สุดมีอยู่ด้วยกัน 2 ปัจจัย คือ ร้อยละทางลาดชัน และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ความกว้างผิวทาง ไหล่ทาง

3) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต (FATACC) มากที่สุด คือร้อยละทางลาดชัน ปัจจัยที่มีอิทธิพลรองลงมาได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

4) ปัจจัยที่ทดสอบแล้วพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุทุกประเภท พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ได้แก่ การมี/ไม่มีทางแยก

5) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือร้อยละทางลาดชัน

5.3 แบบจำลองทำนายอุบัติเหตุ

การพัฒนาแบบจำลองอุบัติเหตุจำแนกเป็น 3 กลุ่มคือแบบจำลองสำหรับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตแต่ละกลุ่มจะใช้ตัวแบบจำลองการถดถอยพัวซอง (Poisson Regression Model, PR Model)

การสร้างแบบจำลองเริ่มจากการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ข้อมูลสร้างแบบจำลอง (266 ช่วงถนน)สำหรับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด และข้อมูลสร้างแบบจำลอง (300 ช่วงถนน) สำหรับอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและตาย ส่วนข้อมูลทดสอบ (232 ช่วงถนน) สำหรับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด และข้อมูลทดสอบ (198 ช่วงถนน) สำหรับอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บและตาย

การสร้างแบบจำลองพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุบัติเหตุ พิจารณาอิทธิพลระหว่างตัวแปรอิสระ ต่อจากนั้นนำข้อมูลสร้างแบบจำลองมาเข้าสมการรูปแบบจำลองที่กำหนดไว้ ทำการปรับเทียบแบบจำลองและคัดเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด และทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองกับข้อมูลทดสอบ

ผลการพัฒนาแบบจำลองพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมคือ แบบจำลองในรูปของ PR Model หรือ

TOTACC Model $$Y = VEX \times EXP\left(-3.5159 + 0.0520RC\right)$$

INJACC Model $$Y = VEX \times EXP\left(-8.0262 - 0.6999PW + 0.4104VG\right)$$

FATACC Model $$Y = VEX \times EXP\left(-4.0771 + 0.3140VG\right)$$

ร้อยละทางลาดชันมีอิทธิพลสูงสุดต่อการเกิดอุบัติเหตุใน 2 กลุ่ม ได้แก่ อุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ และอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตส่วนจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรมีอิทธิพลสูงสุดต่อการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมดซึ่งบ่งบอกมาตรการการควบคุมหรือการกำหนดทางเข้าออกระหว่างหมู่บ้านกับถนนควรนำมากำหนดและบังคับใช้มากขึ้น หรือควรมีการปรับปรุงระยะมองเห็นบริเวณทางแยกให้มีมากขึ้น

5.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

PR Model นอกจากจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประมาณจำนวนอุบัติเหตุที่คาดว่าจะลดลงอันเนื่องจากการปรับปรุงองค์ประกอบทางการออกแบบลักษณะเรขาคณิตของถนนบางองค์ประกอบบนถนนสองช่องจราจรนอกเมืองแล้วยังสามารถใช้แบบจำลองผลทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิตของถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ การประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้แบ่งออกเป็น 3 กรณีศึกษาได้แก่

1) ผลที่เกิดขึ้นจากการลดค่าร้อยละทางลาดชันแสดงในตารางที่ 4.16 พบว่าการลดลงของร้อยละทางลาดชันทุก ๆ 1% สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บได้มากกว่าร้อยละ 3 จากจำนวนอุบัติเหตุที่เดิมที่เคยเกิดขึ้น และสามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิตได้มากกว่าร้อยละ 20 จากจำนวนอุบัติเหตุเดิมที่เคยเกิดขึ้น

2) การขยายความกว้างผิวทาง 0.5 เมตร 1.0 เมตรและ 1.5 เมตร พบว่าการเพิ่มความกว้างทุก 0.5 เมตร สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บมากกว่าร้อยละ 15 จากอุบัติเหตุเดิมที่เคยเกิดขึ้น

3) การลดจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตรลงทุก ๆ 1 ต่อกิโลเมตร สามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ประมาณร้อยละ 10 จากจำนวนอุบัติเหตุเดิมที่เคยเกิดขึ้น

5.5 การจัดลำดับการปรับปรุงถนน

การจัดลำดับการปรับปรุงถนนจะใช้วิธีการหาช่วงถนนที่น่าจะทำการปรับปรุงจากการหาค่า SCORE ของถนนแต่ละช่วง โดยข้อมูลทำการปรับสเก็ลแบบวิธี Range equalization และวิธี Simple linearization จะได้ช่วงถนนที่น่าจะทำการปรับปรุงมากที่สุดคือทางหลวงหมายเลข 205 มากกว่าหมายเลขอื่น ๆ เพราะว่ามีปัจจัยจำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร และความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุในช่วง 3 ปีของถนนที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุโดยตรง มีค่าน้ำหนักของปัจจัยมากกว่าทางหลวงอื่น

5.6 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

ถึงแม้ว่าจะมีการยืนยันว่าระบบการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุของกรมทางมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือก็ตาม แต่ยังมีข้อมูลอุบัติเหตุที่ยังไม่ได้รับบันทึกหรือรายงาน เช่น อุบัติเหตุบางรายผู้ขับขี่ชนทรัพย์สินของทางหลวงเสียหายแล้วหนีไป และถ้าเป็นอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายเล็กน้อยก็จะไม่มีการเก็บบันทึก (เช่น ทำ Post ล้ม) เพราะอายุคดีความนาน การจัดเตรียมเอกสารยุ่งยากมาก การฟ้องจึงไม่คุ้มกับการสร้างขึ้นใหม่ นอกจากนี้บางครั้งข้อมูลอุบัติเหตุที่ยังไม่ได้บันทึกก็อาจจะมาจากไม่มีการบันทึกที่ข้อมูลอุบัติเหตุของตำรวจ เนื่องจากไม่มีคู่กรณี หรือมีแต่คู่กรณียอมความกัน ซึ่งจะทำให้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลอาจผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อให้ระบบข้อมูล อุบัติเหตุของกรมทางหลวงมีความถูกต้องสูงสุดจึงควรดำเนินการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุทุกรายที่เกิดขึ้นบนทางหลวง รวมถึงอุบัติเหตุที่ไม่ทำให้อุปกรณ์หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของทางเสียหายด้วย นอกจากนี้ข้อมูลของสำนักงานตำรวจแห่งชาติที่กรมทางหลวงได้ส่งเจ้าหน้าที่ออกไปเก็บข้อมูลอุบัติเหตุควรจะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุทุกรายที่มีคู่กรณีและมีคู่กรณียอมความกัน และถ้าในการวิจัยครั้งต่อไปมีจำนวนของข้อมูลที่มากขึ้นควรจะใช้แบบจำลองอื่น ๆ เข้ามาเปรียบเทียบ เช่น แบบจำลองทวินามเชิงลบ (Negative Binomial Regression) เป็นต้น และถ้าโครงการมีความยาวถนนที่มากขึ้น มีเจ้าหน้าที่หลายส่วนเข้ามาเกี่ยวข้อง จะต้องทำการให้ค่าน้ำหนักของ CRITERIA โดยผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ในการวิเคราะห์ผล

รายการอ้างอิง

วัชรินทร์ วิทยกุล. (2537). **เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมการทาง**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา. (2545). แบบจำลองอุบัติเหตุสำหรับถนนสองช่องจราจรในเขตนอกเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: 5-30.

เอกนรินทร์ จันทะวงศ์. (2547). แบบจำลองอุบัติเหตุบริเวณสามแยกบนทางหลวงสองช่องจราจรนอกเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : 1-5.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1995). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 1994 ,**Washington D.C. : AASHTO.

Fink, KL and Kramer, R.A. (1995). **Tangent Length and Sight Distance Effects on Accident Rates at Horizontal Curves on Rural Two-Lane Highways**. Transportation Research Board: 162-168.

Jacob, G.D. (1976). **A Study of Accident Rates on Rural Road in Developing Countries. Department of the Environment Department of Transport**, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne:1-14.

McGee, H.W., Hughes, W.E. and Daily, K. (1995). **Effect of Highway Standards on Safety. NCHRP Report** 374. National Cooperative Highway Research Program, Washington D.C.

Miaou, Shaw-Pin, Hu, Patrivia S., Wright, Tommy, Rathi, Ajay K., and Davis, Stacy C. (1992). **Relationship between Truck Accidents and Highway Geometric design** : **A Poisson Regression Approach**. Transportation Research Record 1376: 10-18.

Olin K. Dart and Mann, L. (1970). **Relationship of Rural Highway Geometry to Accident Rates in Louisiana** : Highway Research Record 312 : 1-15.

Vijayalakshmi, L. (1998). **The Safety Effectiveness of widening A Two-lane Rural Highway: A Case Study in Madras**, **India**. Master Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok:1-3.

Wang, S.C. (1998). **Modeling Traffic Accidents: A Case Study of Sun Yat-Sen National Freeway. Taiwan. Master Thesis**, Asian Institute of Technology, Bangkok: 1-5.

Zegeer, C.V., and Deacon, J.A. (1988). **Effect of Lane Width Shoulder Width and Shoulder Type on Highway Safety**. Transportation Research Board: 33-47.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลอง

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	205	342	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.347	0.511	0	6	0
		343	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.165	0.742	0	6	0
		344	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.211	0.744	0	31	0
		345	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.347	0.831	0	3	0
		346	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.523	0.139	30	4	0
		347	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.989	1.453	0	18	0
		348	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	2.992	0.446	0	7	0
		349	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	3.462	0.293	30	7	0
		350	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.723	0.56	0	0	0
		351	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.899	0.349	0	8	0
		352	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.421	0.262	0	11	0
		353	1	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.392	0.526	0	42	0
		354	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.331	0.465	0	12	0
		355	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.445	0.326	0	9	0
		356	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	2.486	0.753	0	8	0
		357	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.115	0.436	0	5	0
		358	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	0.331	0.132	30	33	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	205	361	0	0	0	6.037	2.20351	18.2	7	3	80	1.778	0.038	0	7	1
		362	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.265	0.164	0	15	0
		363	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	2.656	0.213	0	3	0
		364	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	2.332	0.032	0	3	0
		365	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.445	0.571	0	9	1
		366	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.888	0.376	35	11	0
		369	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.133	0.379	0	12	0
		370	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.744	0.552	0	14	0
		371	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.69	1.185	0	2	0
		372	1	1	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.033	1.331	0	0	0
		373	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.291	1.877	0	0	0
		374	2	1	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.571	1.182	0	49	0
		375	1	1	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	70	8.119	0.378	0	32	0
		376	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	5.529	0.632	0	0	0
		377	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	3.623	1.153	0	0	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	205	378	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	2.814	0.745	100	2	0
		379	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	3.674	0.847	0	21	0
		380	1	1	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.592	1.172	55	20	0
		381	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	70	22.919	1.266	40	9	0
		382	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.692	1.351	55	22	0
		383	1	1	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	70	11.351	0.965	70	35	0
		384	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	2.916	0.486	30	5	0
		385	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	2.473	0.538	30	0	0
		386	1	1	1	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	9.594	0.791	65	7	0
		387	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.058	0.535	33	4	0
		388	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	1.337	1.139	50	7	0
		389	3	2	1	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.852	1.451	38	23	0
		391	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.542	0.452	0	45	0
		392	0	0	0	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.591	0.782	0	29	0
		393	1	0	1	8.87	3.23755	16.48	7	3	80	0.923	1.025	0	16	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	207	448	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.253	0.762	5	3	0
		449	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.342	0.552	0	16	0
		450	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	70	1.651	1.015	0	20	0
		451	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.181	0.252	0	0	0
		452	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	0.859	0.223	35	12	0
		453	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.422	0.138	35	7	0
		454	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	8.35	0.323	22	13	0
		455	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.563	0.419	5	16	0
		456	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	0.867	0.757	20	10	0
		457	1	2	1	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	0.936	0.757	0	4	0
		458	3	2	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.389	0.922	0	9	0
		459	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.068	0.522	0	3	1
		460	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.421	0.951	0	15	0
		461	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	5.055	0.589	70	33	1
		462	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.249	0.534	55	55	0
		463	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.571	3.554	0	41	0
		464	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	70	10.238	0.643	30	9	1
		465	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.362	0.321	100	1	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนคนบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนคนตาย

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	207	466	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.265	0.069	30	16	0
		467	1	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.027	0.289	75	1	0
		468	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	5.528	0.425	15	8	1
		469	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.344	0.903	0	15	0
		470	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	2.231	0.672	15	9	0
		471	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	4.739	0.703	15	4	0
		472	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	2.279	0.714	0	2	0
		473	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	4.545	0.488	0	9	0
		474	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	2.144	0.578	0	27	0
		475	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	70	10.094	0.514	100	3	0
		476	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	2.322	0.22	15	17	0
		477	3	3	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.755	0.727	0	1	0
		478	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	3.678	0.177	0	0	0
		479	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	4.477	0.494	0	0	1
		480	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	2.733	0.227	0	3	0
		481	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.281	0.158	0	1	0
		482	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.929	0.267	0	11	0
		483	0	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.881	0.081	12	11	0
		484	1	0	0	6.461	2.35827	23.63	7	3	80	1.674	0.112	50	6	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	2067	1	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	0.243	0.48	100	52	0
		2	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	1.005	0.731	0	61	0
		3	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	0.271	0.268	0	4	0
		4	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	0.505	0.203	0	6	0
		5	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	0.503	0.897	0	12	1
		6	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	0.207	0.822	0	11	1
		7	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	4.473	0.037	0	21	0
		8	0	0	0	5.543	2.02320	8.26	6	3	80	4.497	0.103	200	13	0
	2068	22	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	2.214	0.191	5	9	0
		23	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	1.563	0.003	0	2	0
		24	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	3.361	0.113	0	9	0
		25	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	6.829	0.082	22	3	0
		26	1	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	1.668	0.066	30	26	1
		27	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	6.914	0.652	0	8	0
		28	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	2	80	6.669	0.604	25	4	0
		29	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.471	0.561	53	23	0
		30	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	3.029	0.303	0	35	0
		31	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	6.259	2.456	40	40	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	2068	32	1	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.363	0.027	25	30	0
		33	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.421	0.905	0	3	0
		34	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	70	9.358	0.02	5	12	0
		35	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	1.454	0.734	75	27	2
		36	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.807	0.437	0	16	0
		37	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.908	0.631	0	10	0
		38	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	1.324	0.532	20	13	0
		39	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	5.807	0.848	0	4	0
		40	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	2.055	0.194	0	9	0
		41	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	4.282	0.495	0	6	0
		42	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	1.025	0.615	0	5	0
		43	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	1.998	0.947	0	16	0
		44	0	0	0	1.063	0.38800	23.71	7	3	80	1.822	0.584	20	16	0
	2150	1	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	4.906	0.005	50	27	1
		2	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	2.844	0.411	90	5	0
		3	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.534	0.268	300	4	0
		4	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.711	0.369	500	20	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	2150	5	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.532	0.215	20	10	0
		6	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.099	0.34	0	3	0
		7	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.022	0.128	0	22	0
		8	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.308	0.465	0	21	0
		9	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.852	0.229	0	3	0
		10	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.89	0.455	15	21	0
		11	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.176	0.636	35	17	0
		12	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.548	0.902	0	9	1
		13	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.766	0.409	0	0	0
		14	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.518	0.075	0	7	0
		15	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	70	7.314	0.319	25	5	0
		16	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.456	0.296	65	21	0
		17	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	1.525	0.419	35	33	0
		18	0	0	0	1.534	0.55991	20.99	6	2	80	0.683	0.017	10	4	1
	2160	0	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	0.974	0.003	20	11	0
		1	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	1.112	0.023	40	11	1

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	2160	2	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	11.532	0.215	75	4	0
		3	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	12.099	0.347	25	3	0
		4	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	15.022	0.128	0	6	1
		5	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	9.308	0.465	55	30	0
		6	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	11.852	0.229	65	7	0
		7	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	10.891	0.455	20	5	0
		8	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	8.763	0.636	50	9	0
		9	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	16.548	0.902	20	8	0
		10	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	10.766	0.409	30	8	0
		11	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	9.518	0.750	80	24	0
		12	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	19.567	0.319	25	31	1
		13	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	70	10.737	0.796	0	7	0
		14	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	7.325	0.419	22	6	0
		15	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	3.686	0.176	900	4	0
		16	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.223	0.211	600	30	0
		17	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.439	0.113	200	29	0
		18	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	4.745	0.176	850	11	0
		19	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.312	0.215	100	10	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2547 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2547	2160	20	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	1.532	0.0215	40	32	1
		21	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	1.847	0.0341	35	15	0
		22	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	1.677	0.0128	0	2	0
		23	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	1.308	0.0465	10	6	0
		24	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.956	0.0229	15	4	0
		25	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	3.891	0.0455	0	6	0
		26	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	6.642	0.0636	0	20	0
		27	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	3.548	0.0902	0	7	0
		28	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.766	0.0409	0	10	0
		29	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	7.566	0.0075	0	2	0
		30	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.567	0.0319	10	11	0
		31	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	4.227	0.0796	0	25	1
		32	0	0	0	1.358	0.49567	29.90	5.5	2	80	2.525	0.0419	0	0	1

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	205	342	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.347	0.511	0	6	0
		343	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.165	0.742	0	6	0
		344	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.211	0.744	0	31	0
		345	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.347	0.831	0	3	0
		346	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	1.523	0.139	30	4	0
		347	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	1.989	1.453	0	18	0
		348	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	2.992	0.446	0	7	0
		349	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	3.462	0.293	30	7	0
		350	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	1.723	0.56	0	0	0
		351	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.899	0.349	0	8	0
		352	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.421	0.262	0	11	0
		353	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.392	0.526	0	42	0
		354	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.331	0.465	0	12	0
		355	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	1.445	0.326	0	9	0
		356	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	2.486	0.753	0	8	0
		357	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	1.115	0.436	0	5	0
		358	0	0	0	6.701	2.44587	24.22	7	3	80	0.331	0.132	30	33	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	205	361	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.778	0.038	0	7	1
		362	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.265	0.164	0	15	0
		363	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	2.656	0.213	0	3	0
		364	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	2.332	0.032	0	3	0
		365	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.445	0.571	0	9	1
		366	1	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	0.888	0.376	35	11	0
		369	1	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.133	0.379	0	12	0
		370	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	0.744	0.552	0	14	0
		371	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	0.69	1.185	0	2	0
		372	1	1	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.033	1.331	0	0	0
		373	1	0	2	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.291	1.877	0	0	0
		374	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	1.571	1.182	0	49	0
		375	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	70	8.119	0.378	0	32	0
		376	1	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	5.529	0.632	0	0	0
		377	0	0	0	9.751	3.55912	14.6	7	3	80	3.623	1.153	0	0	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	205	378	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	2.814	0.745	100	2	0
		379	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	3.674	0.847	0	21	0
		380	1	1	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	1.592	1.172	55	20	0
		381	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	70	22.919	1.266	40	9	0
		382	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	1.692	1.351	55	22	0
		383	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	70	11.351	0.965	70	35	0
		384	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	2.916	0.486	30	5	0
		385	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	2.473	0.538	30	0	0
		386	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	9.594	0.791	65	7	0
		387	1	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	1.058	0.535	33	4	0
		388	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	1.337	1.139	50	7	0
		389	0	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	0.852	1.451	38	23	0
		391	1	0	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	0.542	0.452	0	45	0
		392	1	1	0	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	0.591	0.782	0	29	0
		393	3	1	1	9.751	3.55912	14.60	7	3	80	0.923	1.025	0	16	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	207	448	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.253	0.762	5	3	0
		449	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.342	0.552	0	16	0
		450	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	70	1.651	1.015	0	20	0
		451	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.181	0.252	0	0	0
		452	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	0.859	0.223	35	12	0
		453	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.422	0.138	35	7	0
		454	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	8.35	0.323	22	13	0
		455	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.563	0.419	5	16	0
		456	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	0.867	0.757	20	10	0
		457	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	0.936	0.757	0	4	0
		458	1	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.389	0.922	0	9	0
		459	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.068	0.522	0	3	1
		460	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.421	0.951	0	15	0
		461	1	0	1	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	5.055	0.589	70	33	1
		462	2	2	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.249	0.534	55	55	0
		463	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.571	3.554	0	41	0
		464	1	1	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	70	10.238	0.643	30	9	1
		465	1	0	1	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.362	0.321	100	1	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	207	466	1	0	1	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.265	0.069	30	16	0
		467	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.027	0.289	75	1	0
		468	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	5.528	0.425	15	8	1
		469	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.344	0.903	0	15	0
		470	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	2.231	0.672	15	9	0
		471	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	4.739	0.703	15	4	0
		472	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	2.279	0.714	0	2	0
		473	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	4.545	0.488	0	9	0
		474	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	2.144	0.578	0	27	0
		475	1	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	70	10.094	0.514	100	3	0
		476	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	2.322	0.22	15	17	0
		477	1	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.755	0.727	0	1	0
		478	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	3.678	0.177	0	0	0
		479	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	4.477	0.494	0	0	1
		480	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	2.733	0.227	0	3	0
		481	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.281	0.158	0	1	0
		482	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.929	0.267	0	11	0
		483	0	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.881	0.081	12	11	0
		484	1	0	0	5.016	1.83084	22.97	7	3	80	1.674	0.112	50	6	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	2067	1	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	0.243	0.48	100	52	0
		2	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	1.005	0.731	0	61	0
		3	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	0.271	0.268	0	4	0
		4	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	0.505	0.203	0	6	0
		5	1	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	0.503	0.897	0	12	1
		6	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	0.207	0.822	0	11	1
		7	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	4.473	0.037	0	21	0
		8	0	0	0	3.933	1.43555	11.01	6	3	80	4.497	0.103	200	13	0
	2068	22	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	2.214	0.191	5	9	0
		23	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	1.563	0.003	0	2	0
		24	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	3.361	0.113	0	9	0
		25	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	6.829	0.082	22	3	0
		26	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	1.668	0.066	30	26	1
		27	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	6.914	0.652	0	8	0
		28	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	2	80	6.669	0.604	25	4	0
		29	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.471	0.561	53	23	0
		30	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	3.029	0.303	0	35	0
		31	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	6.259	2.456	40	40	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	2068	32	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.363	0.027	25	30	0
		33	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.421	0.905	0	3	0
		34	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	70	9.358	0.02	5	12	0
		35	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	1.454	0.734	75	27	2
		36	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.807	0.437	0	16	0
		37	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.908	0.631	0	10	0
		38	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	1.324	0.532	20	13	0
		39	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	5.807	0.848	0	4	0
		40	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	2.055	0.194	0	9	0
		41	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	4.282	0.495	0	6	0
		42	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	1.025	0.615	0	5	0
		43	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	1.998	0.947	0	16	0
		44	0	0	0	0.907	0.33106	25.58	7	3	80	1.822	0.584	20	16	0
	2150	1	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	4.906	0.005	50	27	1
		2	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	2.844	0.411	90	5	0
		3	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.534	0.268	300	4	0
		4	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.711	0.369	500	20	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	2150	5	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.532	0.215	20	10	0
		6	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.099	0.34	0	3	0
		7	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.022	0.128	0	22	0
		8	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.308	0.465	0	21	0
		9	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.852	0.229	0	3	0
		10	1	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.89	0.455	15	21	0
		11	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.176	0.636	35	17	0
		12	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.548	0.902	0	9	1
		13	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.766	0.409	0	0	0
		14	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.518	0.075	0	7	0
		15	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	70	7.314	0.319	25	5	0
		16	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.456	0.296	65	21	0
		17	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	1.525	0.419	35	33	0
		18	0	0	0	1.282	0.46793	25.35	6	2	80	0.683	0.017	10	4	1
	2160	0	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	0.974	0.003	20	11	0
		1	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	1.112	0.023	40	11	1

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2548 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2548	2160	2	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	11.532	0.215	75	4	0
		3	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	12.099	0.347	25	3	0
		4	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	15.022	0.128	0	6	1
		5	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	9.308	0.465	55	30	0
		6	1	1	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	11.852	0.229	65	7	0
		7	1	1	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	10.891	0.455	20	5	0
		8	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	8.763	0.636	50	9	0
		9	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	16.548	0.902	20	8	0
		10	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	10.766	0.409	30	8	0
		11	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	9.518	0.750	80	24	0
		12	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	19.567	0.319	25	31	1
		13	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	70	10.737	0.796	0	7	0
		14	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	7.325	0.419	22	6	0
		15	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	3.686	0.176	900	4	0
		16	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	2.223	0.211	600	30	0
		17	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	2.439	0.113	200	29	0
		18	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	4.745	0.176	850	11	0
		19	0	0	0	0.923	0.33690	9.21	5.5	2	80	2.312	0.215	100	10	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	205	342	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.347	0.511	0	6	0
		343	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.165	0.742	0	6	0
		344	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.211	0.744	0	31	0
		345	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.347	0.831	0	3	0
		346	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	1.523	0.139	30	4	0
		347	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	1.989	1.453	0	18	0
		348	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	2.992	0.446	0	7	0
		349	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	3.462	0.293	30	7	0
		350	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	1.723	0.56	0	0	0
		351	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.899	0.349	0	8	0
		352	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.421	0.262	0	11	0
		353	1	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.392	0.526	0	42	0
		354	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.331	0.465	0	12	0
		355	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	1.445	0.326	0	9	0
		356	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	2.486	0.753	0	8	0
		357	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	1.115	0.436	0	5	0
		358	0	0	0	4.714	1.72061	12.92	7	3	80	0.331	0.132	30	33	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549 (ต่อ)

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	205	361	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.778	0.038	0	7	1
		362	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.265	0.164	0	15	0
		363	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	2.656	0.213	0	3	0
		364	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	2.332	0.032	0	3	0
		365	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.445	0.571	0	9	1
		366	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.888	0.376	35	11	0
		369	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.133	0.379	0	12	0
		370	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.744	0.552	0	14	0
		371	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.69	1.185	0	2	0
		372	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.033	1.331	0	0	0
		373	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.291	1.877	0	0	0
		374	1	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.571	1.182	0	49	0
		375	1	1	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	70	8.119	0.378	0	32	0
		376	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	5.529	0.632	0	0	0
		377	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	3.623	1.153	0	0	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	205	378	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	2.814	0.745	100	2	0
		379	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	3.674	0.847	0	21	0
		380	1	1	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.592	1.172	55	20	0
		381	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	70	22.919	1.266	40	9	0
		382	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.692	1.351	55	22	0
		383	1	1	1	8.407	3.06856	10.59	7	3	70	11.351	0.965	70	35	0
		384	1	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	2.916	0.486	30	5	0
		385	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	2.473	0.538	30	0	0
		386	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	9.594	0.791	65	7	0
		387	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.058	0.535	33	4	0
		388	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	1.337	1.139	50	7	0
		389	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.852	1.451	38	23	0
		391	2	1	1	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.542	0.452	0	45	0
		392	1	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.591	0.782	0	29	0
		393	0	0	0	8.407	3.06856	10.59	7	3	80	0.923	1.025	0	16	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	207	448	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.253	0.762	5	3	0
		449	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.342	0.552	0	16	0
		450	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	70	1.651	1.015	0	20	0
		451	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.181	0.252	0	0	0
		452	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	0.859	0.223	35	12	0
		453	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.422	0.138	35	7	0
		454	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	8.35	0.323	22	13	0
		455	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.563	0.419	5	16	0
		456	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	0.867	0.757	20	10	0
		457	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	0.936	0.757	0	4	0
		458	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.389	0.922	0	9	0
		459	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.068	0.522	0	3	1
		460	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.421	0.951	0	15	0
		461	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	5.055	0.589	70	33	1
		462	1	1	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.249	0.534	55	55	0
		463	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.571	3.554	0	41	0
		464	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	70	10.238	0.643	30	9	1
		465	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.362	0.321	100	1	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	207	466	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.265	0.069	30	16	0
		467	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.027	0.289	75	1	0
		468	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	5.528	0.425	15	8	1
		469	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.344	0.903	0	15	0
		470	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	2.231	0.672	15	9	0
		471	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	4.739	0.703	15	4	0
		472	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	2.279	0.714	0	2	0
		473	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	4.545	0.488	0	9	0
		474	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	2.144	0.578	0	27	0
		475	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	70	10.094	0.514	100	3	0
		476	1	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	2.322	0.22	15	17	0
		477	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.755	0.727	0	1	0
		478	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	3.678	0.177	0	0	0
		479	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	4.477	0.494	0	0	1
		480	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	2.733	0.227	0	3	0
		481	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.281	0.158	0	1	0
		482	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.929	0.267	0	11	0
		483	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.881	0.081	12	11	0
		484	0	0	0	4.956	1.80894	22.96	7	3	80	1.674	0.112	50	6	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	2067	1	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	0.243	0.48	100	52	0
		2	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	1.005	0.731	0	61	0
		3	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	0.271	0.268	0	4	0
		4	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	0.505	0.203	0	6	0
		5	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	0.503	0.897	0	12	1
		6	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	0.207	0.822	0	11	1
		7	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	4.473	0.037	0	21	0
		8	0	0	0	3.597	1.31291	6.76	6	3	80	4.497	0.103	200	13	0
	2068	22	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	2.214	0.191	5	9	0
		23	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	1.563	0.003	0	2	0
		24	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	3.361	0.113	0	9	0
		25	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	6.829	0.082	22	3	0
		26	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	1.668	0.066	30	26	1
		27	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	6.914	0.652	0	8	0
		28	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	2	80	6.669	0.604	25	4	0
		29	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.471	0.561	53	23	0
		30	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	3.029	0.303	0	35	0
		31	1	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	6.259	2.456	40	40	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	2068	32	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.363	0.027	25	30	0
		33	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.421	0.905	0	3	0
		34	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	70	9.358	0.02	5	12	0
		35	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	1.454	0.734	75	27	2
		36	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.807	0.437	0	16	0
		37	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.908	0.631	0	10	0
		38	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	1.324	0.532	20	13	0
		39	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	5.807	0.848	0	4	0
		40	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	2.055	0.194	0	9	0
		41	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	4.282	0.495	0	6	0
		42	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	1.025	0.615	0	5	0
		43	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	1.998	0.947	0	16	0
		44	0	0	0	12.111	4.42052	22.79	7	3	80	1.822	0.584	20	16	0
	2150	1	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	4.906	0.005	50	27	1
		2	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	2.844	0.411	90	5	0
		3	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.534	0.268	300	4	0
		4	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.711	0.369	500	20	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตารางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	2150	5	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.532	0.215	20	10	0
		6	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.099	0.34	0	3	0
		7	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.022	0.128	0	22	0
		8	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.308	0.465	0	21	0
		9	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.852	0.229	0	3	0
		10	1	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.89	0.455	15	21	0
		11	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.176	0.636	35	17	0
		12	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.548	0.902	0	9	1
		13	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.766	0.409	0	0	0
		14	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.518	0.075	0	7	0
		15	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	70	7.314	0.319	25	5	0
		16	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.456	0.296	65	21	0
		17	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	1.525	0.419	35	33	0
		18	0	0	0	1.383	0.50480	7.90	6	2	80	0.683	0.017	10	4	1
	2160	0	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	0.974	0.003	20	11	0
		1	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	1.112	0.023	40	11	1

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ตางรางข้อมูลที่ใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองปี 2549

Year	Route	Sect	TOTACC	INJACC	FATACC	AADT	VEX	HV	PW	SW	DS	HC	VG	NSD	RC	IN
2549	2160	2	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	11.532	0.215	75	4	0
		3	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	12.099	0.347	25	3	0
		4	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	15.022	0.128	0	6	1
		5	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	9.308	0.465	55	30	0
		6	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	11.852	0.229	65	7	0
		7	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	10.891	0.455	20	5	0
		8	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	8.763	0.636	50	9	0
		9	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	16.548	0.902	20	8	0
		10	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	10.766	0.409	30	8	0
		11	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	9.518	0.750	80	24	0
		12	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	19.567	0.319	25	31	1
		13	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	70	10.737	0.796	0	7	0
		14	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	7.325	0.419	22	6	0
		15	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	3.686	0.176	900	4	0
		16	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	2.223	0.211	600	30	0
		17	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	2.439	0.113	200	29	0
		18	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	4.745	0.176	850	11	0
		19	0	0	0	1.923	0.70190	26.57	5.5	2	80	2.312	0.215	100	10	0

TOTACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด

INJACC = จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดการบาดเจ็บ

FATACC = จำนวนอุบัติเหตุที่มีการสูญเสียชีวิต

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

VEX = ปริมาณการใช้รถ

HV = ร้อยละรถหนัก

PW = ความกว้างผิวทาง

SW = ความกว้างไหล่ทาง

DS = ความเร็วออกแบบ

HC = องศาโค้งราบ

VG = ร้อยละทางลาดชัน

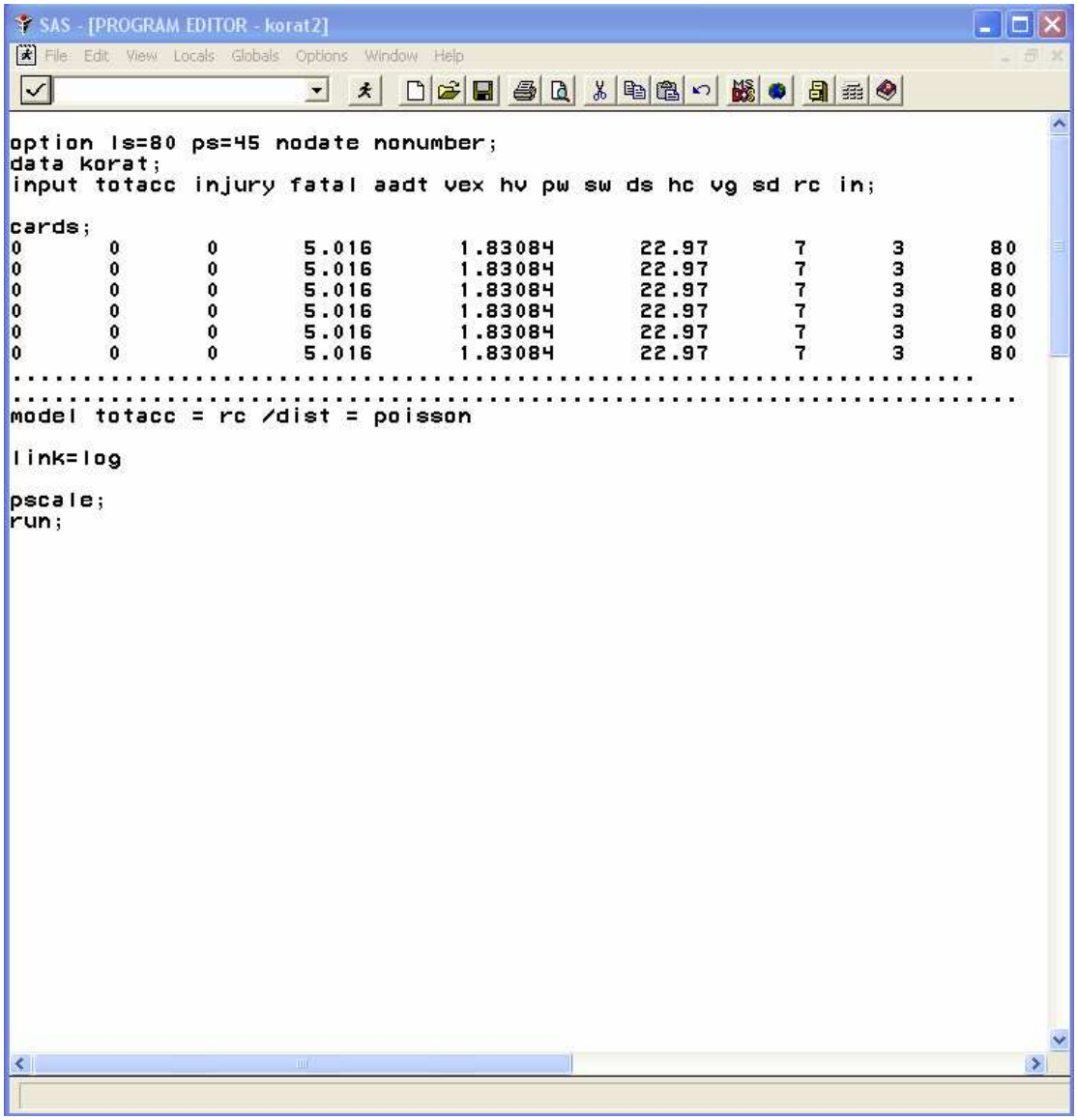
NSD = ร้อยละเขตห้ามแซง

RC = จำนวนทางเชื่อมต่อกิโลเมตร

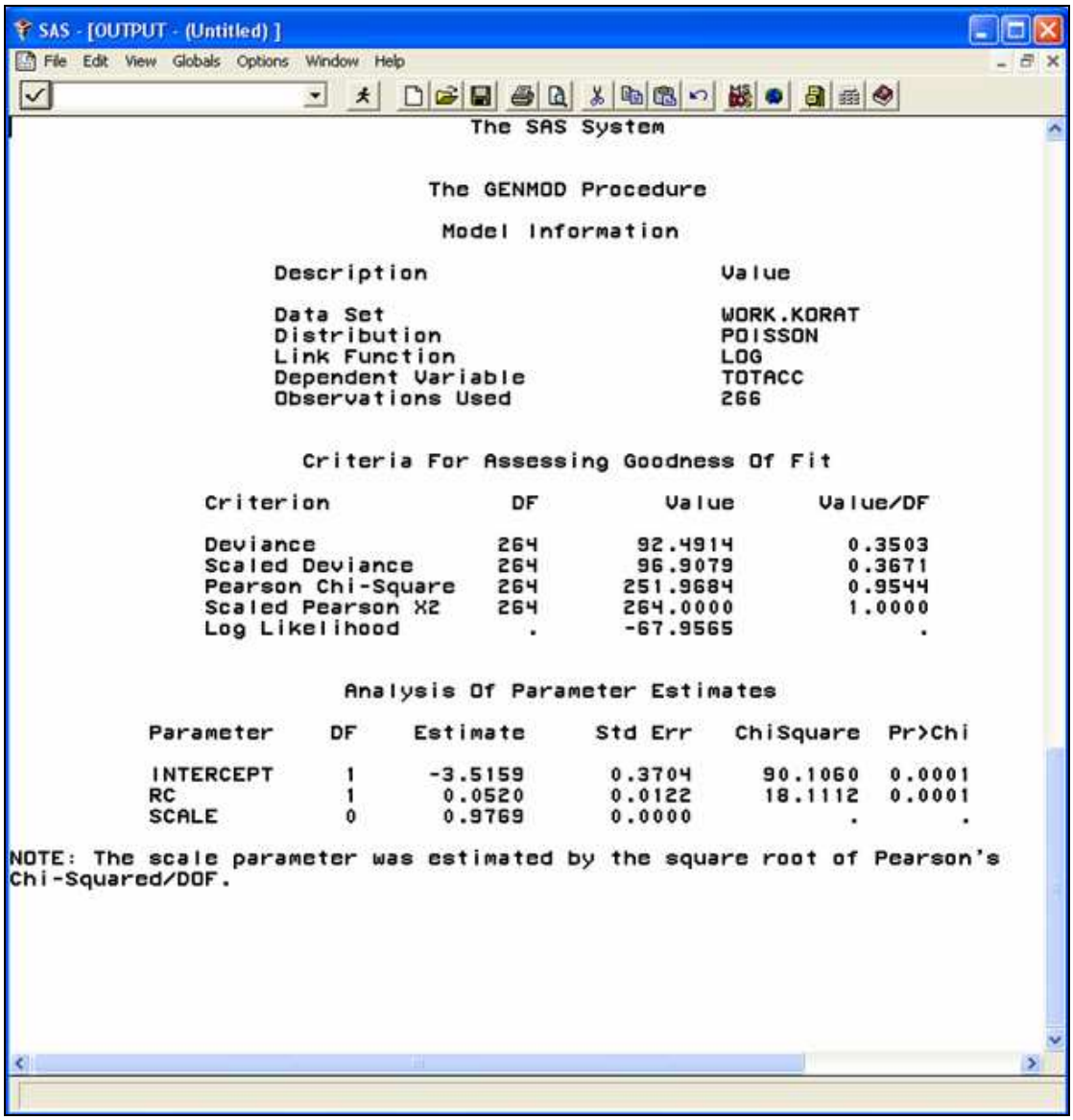
IN = การมี/ไม่มีทางแยก

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างผลการสร้างแบบจำลองจากโปรแกรม SAS



ตัวอย่างการป้อนคำสั่งลงในโปรแกรม SAS 6.12



ตัวอย่างผลของการวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม SAS 6.12 (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน

นายปฏิวัติ ฤทธิเดช เกิดเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 เริ่มเข้าศึกษาในระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึง 6 ที่โรงเรียนแมตวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด มัธยมศึกษาตอนต้นที่โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย มัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ และเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีที่สาขาวิชาวิศกวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2546

เนื่องจากต้องการศึกษาหาความรู้ทางด้านวิศวกรรมขนส่งให้มีความรู้เพิ่มพูนและหลากหลายมากขึ้น จึงได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทที่สาขาวิศกวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยขณะศึกษาได้ทำหน้าที่ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมการทาง เป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา