

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248026

การตรวจสอบความเร็วปิดคอกับสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่บนเส้นทางภูเขา

จรุฑา คำกรเขต

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมษายน 2554

b0025293A

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



248026

การตรวจสอบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่บนเส้นทางภูเขา

วรพล คำกรเหตุ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เมษายน 2554



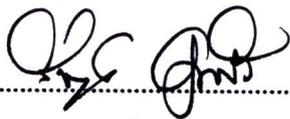
การตรวจสอบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่บนเส้นทางภูเขา

วรพล คำกรเหตุ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

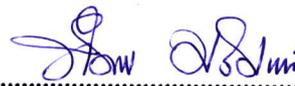
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ

อ.ดร.รังสรรค์ อุดมศรี



.....รศ.ลำดวน ศรีศักดิ์



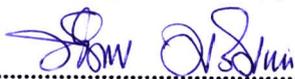
.....กรรมการ

อ.ดร.ปรีดา พิทยาพันธ์



.....กรรมการ

ผศ.ดร.พนตฤณ คลังบุญครอง



.....กรรมการ

รศ.ลำดวน ศรีศักดิ์

7 เมษายน 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับความร่วมมือสนับสนุน และการให้ความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวเป็นอย่างสูงที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนอย่างดียิ่งเรื่อยมา

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.ลำดวน ศรีศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ทางวิชาการ คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งข้อคิดในชีวิตการทำงาน ผู้เขียนรู้สึกสำนึกในความกรุณาและกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วยคณาจารย์ อ.ดร.ปรีดา พิษยาพันธ์ อ.ดร.รังสรรค์ อุดมศรี และ ผศ.ดร.พนกฤษณ คลังบุญครอง ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้เขียนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ผู้เขียนขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท โดโยดำนิยมพาณิชย์ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ยวดยาน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการอนุญาตให้เข้าไปทำการศึกษาและวิจัยภายในบริษัท ตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท ชัยพัฒนาขนส่ง จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรถโดยสาร พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการอนุญาตให้เข้าไปทำการศึกษาและวิจัยภายในบริษัทตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานขนส่งจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรถโดยสาร พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการอนุญาตให้เข้าไปทำการศึกษาและวิจัยภายในบริษัทตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานทางหลวงที่ 1 แขวงการทางเชียงใหม่ที่ 2 และแขวงการทางเชียงใหม่ที่ 3 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลแบบแปลนถนน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการอนุญาตให้เข้าไปทำการศึกษาและวิจัยภายในบริษัทตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนขอขอบคุณ หน่วยงานแขวงการทางที่ 2 อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลถนน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกโดยจัดคนไปช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลถนน

ขอขอบคุณ คุณภัทรกร เจนสถิตไพบุลย์ คุณธีรนนท์ เอ็มเอี่ยม คุณวสันต์ สุภามิต และ
คุณสุรสิทธิ์ บัวบาน ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ กำลังใจ ช่วยเหลือผู้เขียนตลอดเวลาการทำ
วิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความร่วมมือร่วมใจของเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทวิศวกรรมโยธา
ทุกท่าน

สุดท้ายนี้ ประโยชน์ทั้งหลายทั้งปวง อันพึงได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้ผู้มี
พระคุณอันได้แก่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ให้การอบรมสั่งสอน แก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

วรพล คำกรเกตุ

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การตรวจสอบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่บนเส้นทางภูเขา
ผู้เขียน	นายวรพล คำกรเกิด
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ลำดวน ศรีศักดิ์

บทคัดย่อ

248026

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการวิ่ง และหาความเร็วปลอดภัยของรถโดยสารขนาดใหญ่ขณะวิ่งในทางโค้งเส้นทางภูเขา ในการวิจัยได้สำรวจลักษณะเรขาคณิตทางโค้งที่เคยเกิดอุบัติเหตุรถโดยสารขนาดใหญ่จำนวน 3 โค้ง สังเกตพฤติกรรมการขับขี่ในโค้งโดยวิดีโอ และวัดความเร็วรถ โดยเครื่องวัดความเร็วเลเซอร์ และนำความเร็วขับขี่ที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ความเร็วปลอดภัยที่คำนวณด้วยกฎทางฟิสิกส์ของการเกิดอุบัติเหตุในลักษณะที่ต่างกันออกไป 3 ลักษณะ อันได้แก่ คำนวณความเร็วปลอดภัยที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง และความเร็วสูงสุดที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวไปตามโค้งได้โดยไม่หลุดออกนอกโค้ง จากผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการวิ่งของขบวนรถบนโค้งที่พิจารณา 3 โค้งมีดังนี้ โค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ รถทุกประเภทร้อยละ 45 มีการขับขี่ในลักษณะตามโค้ง ส่วนรถทุกประเภทร้อยละ 55 มีการขับขี่ในลักษณะตัดโค้ง โค้งสายแม่ริม – สะเมิง รถทุกประเภทร้อยละ 13 มีการขับขี่ในลักษณะตามโค้ง ส่วนรถทุกประเภทร้อยละ 87 มีการขับขี่ในลักษณะตัดโค้ง และ โค้งสายแม่สอด – ดาก รถทุกประเภทร้อยละ 42 มีการขับขี่ในลักษณะตามโค้ง ส่วนรถทุกประเภทร้อยละ 58 มีการขับขี่ในลักษณะตัดโค้ง จากการวิเคราะห์พบว่าความเร็วของรถโดยสารที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้งเป็นตัวควบคุมความเร็วปลอดภัยในโค้งราบ ซึ่งสามารถคำนวณจากความเร็วที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

ด้านข้างระหว่างล้อกับผิวถนนเท่ากับ 0.15 ซึ่งเป็นค่าขั้นต่ำเพื่อความสะดวกสบายของผู้โดยสารและผู้ขับขี่รถโดยสาร นอกจากนั้นการศึกษานี้ได้นำผลการวิเคราะห์ความเร็วปลอดภัยของรถโดยสารไปแสดงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้ทางหลวงหมายเลข 1096 สายแม่ริม – สะเมิง มีความยาว 27 กิโลเมตร และมีจำนวนโค้งที่พิจารณาทั้งหมด 168 โค้งกรณีศึกษา เลือกความเร็วปลอดภัยที่มีค่าต่ำสุดมาใช้เป็นความเร็วปลอดภัยครอบคลุมเป็นช่วงๆ และตัดโค้งเดี่ยวที่ไม่ต่อเนื่องกับโค้งอื่นๆรวมทั้งตัดโค้งที่มีรัศมีโค้งมากซึ่งไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของยานออก ทำให้ได้ความเร็วปลอดภัยใหม่ซึ่งแบ่งได้เป็น 11 ช่วงครอบคลุมเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง ตลอดเส้นทาง

Thesis Title Investigation of Safe Speed for Heavy Buses on Mountainous Routes

Author Mr. Worapon Kamkornket

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Assoc. Prof. Lamduan Srisakda

ABSTRACT

248026

The main objective of this research is to study driving behavior on curves and determine safe speeds for large buses on mountainous routes. Three highway curves which experienced bus accidents were chosen for the study. Geometric curve characteristics, driving behavior and speeds of various types of vehicles on curves were collected. Three modes of bus accidents - turn over, sliding out of curve and failure to negotiate curve - were investigated. The study at Huaykaew – Doi Suthep route found that 55 percents of vehicles driven by cutting across the corner and 45 percents of vehicles driven by following on the curve., Maerim – Samoeng route found that 87 percents of vehicles driven by cutting across the corner and 13 percents of vehicles driven by following on the curve. And Maesod – Tak route found that 58 percents of vehicles driven by cutting across the corner and 42 percents of vehicles driven by following on the curve. Among the three modes of bus accidents, sliding out of curve was found to be the condition that limits speeds on curves. Thus safe speeds can be determined by the sliding out of curve speeds with the maximum value of side friction factor of 0.15, which considers as the comfortable speed for driver and passenger. The calculated safe speeds can be displayed by the Geographic Information

248026

System (GIS) using ARC GIS Software. The Route No. 1096 (Maerim-Samoeng), total length of 27 kilometers with 168 curves, was used as a case study.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญตาราง	ท
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.2.1 การตรวจสอบความปลอดภัยของการขับขี่ขูดยานขนาดใหญ่	2
1.2.2 วิธีการหาครรชนีวัดความเสถียรภาพในการขับขี่บนทางโค้ง	
การพลิกคว่ำของขูดยาน และความเร็วแนะนำ	5
1.2.3 การสืบสวนอุบัติเหตุทางถนน และสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ	
ของรถโดยสารในประเทศไทย	8
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.4 วิธีการวิจัย	9
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	9
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	10
บทที่ 2 ทฤษฎี	11
2.1 ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุของรถโดยสารขนาดใหญ่บนเส้นทางที่เป็นภูเขา	11
2.1.1 รถพลิกคว่ำ	11
2.1.2 รถไถลออกนอกโค้ง	11
2.1.3 รถแหกโค้ง	11
2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการเกิดอุบัติเหตุของรถหนัก	11
2.2.1 การพลิกคว่ำ (Rollover)	12

2.2.2	การหลุดโค้งหรือแหกโค้งเนื่องจากล้อของรถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve)	19
2.2.3	การหลุดโค้งหรือแหกโค้งเนื่องจากรถไม่สามารถเลี้ยวบนโค้งที่รัศมีแคบได้ (Fail to negotiate curve)	22
2.3	การคำนวณหาความเร็วปลอดภัย	29
2.3.1	การคำนวณหาความเร็วปลอดภัยที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (Rollover)	29
2.3.2	สมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve)	31
2.3.3	สมการที่ใช้คำนวณหาความเร็วสูงสุดที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวไปตามโค้งได้ โดยไม่หลุดออกนอกโค้ง (Fail to negotiate curve)	32
2.4	การออกแบบด้านเรขาคณิตเพื่ออำนวยความสะดวกในการขับขี่ของยาน ในโค้ง	34
2.4.1	การยกโค้ง	34
2.4.2	วิธียกโค้ง	38
2.4.3	ความยาวโค้งสไปรอล	41
2.4.4	การขยายผิวจราจรในโค้ง	46
2.5	มาตรฐานขั้นพื้นฐานสำหรับทางหลวงในประเทศไทย	48
2.5.1	วิธียกโค้งสำหรับโค้งกลม	48
2.5.2	การเปลี่ยนแปลงของอัตราการยกโค้ง และการขยายผิวจราจรในโค้งวงกลม	53
2.5.3	วิธียกโค้งสำหรับโค้งสไปรอล	54
2.5.4	การเปลี่ยนแปลงของอัตราการยกโค้งและการขยายผิวจราจรในโค้งสไปรอล	58
บทที่ 3	วิธีการวิจัย	62
3.1	ขั้นตอนการวิจัย	63
3.2	การรวบรวมข้อมูล	64
3.2.1	เก็บข้อมูลถนนช่วงที่พิจารณาและมีการเกิดอุบัติเหตุของรถโดยสารใน ภาคเหนือ	64
3.2.2	รวบรวมข้อมูลเทคนิคของรถโดยสารขนาดใหญ่และรถยนต์เล็ก	72
3.2.3	วัดความเร็วของรถโดยสารขนาดใหญ่ และรถเล็กประเภทอื่นๆ	73

3.3	การวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเร็วปลอดภัย	74
3.4	การวิเคราะห์ความเร็วปลอดภัยของเส้นทาง	75
3.5	การพัฒนาแผนที่แสดงผลความเร็วปลอดภัย	75
บทที่ 4	ผลการวิจัย	78
4.1	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของโค้งที่ทำการศึกษา 3 แห่งในภาคเหนือ	78
4.1.1	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	79
4.1.2	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย แม่ริม – สะเมิง	82
4.1.3	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย แม่สออด – ดาก	87
4.2	ข้อมูลทางเทคนิคและมีติขนาดของขวยคยานที่ทำการการศึกษา	91
4.2.1	ข้อมูลเทคนิคของรถโดยสารขนาดใหญ่	91
4.2.2	ข้อมูลเทคนิคของรถขนาดเล็ก	98
4.3	พฤติกรรมการวิ่งของขวยคยานในโค้ง	108
4.4	ข้อมูลความเร็วของขวยคยานที่ได้จากการวัด ตามโค้งที่พิจารณา	116
4.5	การวิเคราะห์หาความเร็วปลอดภัย	128
4.5.1	การคำนวณความเร็วปลอดภัยที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ	128
4.5.2	การคำนวณความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง	133
4.5.3	การคำนวณความเร็วสูงสุดที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวไปตามโค้งได้ โดย ไม่หลุดออกนอกโค้ง	137
4.5.4	ตัวอย่างการคำนวณความเร็วปลอดภัย (Safe speed) โดยอาศัยข้อมูล เรขาคณิตของถนนจากแบบของกรมทางหลวง	159
4.6	การวิเคราะห์ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นตลอดเส้นทาง (ตัวอย่างสายแม่ริม – สะเมิง)	160
4.6.1	รายละเอียดของเส้นทางที่พิจารณาตลอดเส้นทาง	160
4.6.2	การวิเคราะห์หาความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นตลอด เส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	162

4.6.2.1 ตัวอย่างการคำนวณความเร็วปลอดภัยที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (Rollover) โดยอาศัยข้อมูลเรขาคณิตของถนนจากแบบของกรมทางหลวง	163
4.6.2.2 ตัวอย่างการคำนวณความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถไถลออกนอกโค้ง (Sliding out of curve) โดยอาศัยข้อมูลเรขาคณิตของถนนจากแบบของกรมทางหลวง	164
4.6.2.3 ตัวอย่างการคำนวณความเร็วปลอดภัยที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวไปตามโค้งได้ โดยไม่หลุดออกนอกโค้ง (Fail to negotiate curve) โดยอาศัยข้อมูลเรขาคณิตของถนนจากแบบของกรมทางหลวง	164
4.6.2.4 การเปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่ที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัยทั้ง 3 สมการ ตลอดเส้นทางที่พิจารณา	166
4.7 ผลการพัฒนาแผนที่แสดงผลความเร็วปลอดภัย	168
4.7.1 การเรียกดูฐานข้อมูลแสดงผลความเร็วปลอดภัยจากโปรแกรม ArcView3.3	168
4.8 การปรับปรุงแผนที่แสดงผลความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นตลอดเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	174
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	177
5.1 สรุปผลงานวิจัย	178
5.1.1 ลักษณะเรขาคณิตของโค้งที่ได้จากการสำรวจ 3 โค้ง	178
5.1.2 พฤติกรรมการวิ่งของขบวนรถบนโค้งที่พิจารณา 3 โค้ง	179
5.1.3 ความเร็วขบวนรถของขบวนรถที่ได้จากการวัด บนโค้งที่พิจารณา 3 โค้ง	181
5.1.4 สรุปความเร็วปลอดภัยที่ได้จากสมการคำนวณ 3 สมการ บนโค้งที่พิจารณา 3 โค้ง	183
5.1.5 สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้ความเร็วของขบวนรถในโค้ง	188
5.1.6 สรุปการแสดงผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)	189
5.2 การนำผลของความเร็วปลอดภัยไปประยุกต์ใช้	190
5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป	191

บรรณานุกรม	192
ภาคผนวก	195
ภาคผนวก ก พฤติกรรมการขับขี่ของยวดยานในโค้งที่พิจารณา 3 โค้งแบบขับตามโค้ง และขับแบบตัดโค้ง	196
ภาคผนวก ข ข้อมูลความเร็วขับขี่ของยวดยานที่ได้จากการวัด	209
ภาคผนวก ค ข้อมูลความเร็วขับขี่ของยวดยานที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้นทางสถิติ	315
ภาคผนวก ง รายละเอียดและข้อมูลเรขาคณิตของโค้งจำนวน 168 โค้ง สายแมร์ริม – สะเมิง	346
ภาคผนวก จ ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารขนาดใหญ่ที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับโค้งจำนวน 168 โค้งสายแมร์ริม – สะเมิง	354
ประวัติผู้เขียน	377

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ค่า Rollover threshold สำหรับรถบรรทุกที่มีความสูงของจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักต่างกัน	3
1.2 ค่า Advisory speed สำหรับรถบรรทุกตามพื้นที่ศึกษา	4
1.3 ความเร็วแนะนำบนทางโค้ง	7
2.1 ค่าทั่วไปของ “Rollover threshold” ของรถประเภทต่างๆ	13
2.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณค่า Rollover threshold ของรถยนต์นั่งขนาดเล็กทั่วไปจากโมเดลประเภทต่างๆ	15
2.3 ค่า Side friction ที่ใช้ในการออกแบบโค้งที่ความเร็วต่างๆ	21
2.4 ค่า Minimum turning radii ของรถที่ใช้ออกแบบ จาก Green Book ปี 2004 หน่วยเมตร	28
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถ, รัศมีโค้ง, สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานและอัตราการยกโค้ง	37
2.6 ค่าออกแบบส่วนต่างๆ ของทาง สัมพันธ์กับความเร็วออกแบบและ โค้ง $e_{max} = 6\%$	42
2.7 ค่าออกแบบส่วนต่างๆ ของทาง สัมพันธ์กับความเร็วออกแบบและ โค้ง $e_{max} = 8\%$	43
2.8 ค่าออกแบบส่วนต่างๆ ของทาง สัมพันธ์กับความเร็วออกแบบและ โค้ง $e_{max} = 10\%$	44
2.9 ค่าออกแบบส่วนต่างๆ ของทาง สัมพันธ์กับความเร็วออกแบบและ โค้ง $e_{max} = 12\%$	45
2.10 ค่าคำนวณและค่าออกแบบสำหรับขยายผิวทางในโค้งทางหลวง (ทางหลวงสองช่องจราจร, เคนรถทางเดียวหรือสองทาง)	47
2.11 ความสัมพันธ์ของความเร็วออกแบบ (Design speed) กับ อัตราส่วนของความชันระหว่างขอบถนนสองช่องจราจรและจุดกึ่งกลางถนน	52
2.12 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศ	60
3.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปีของรถโดยสารบนเส้นทางสายหัวแก้ว – คอยสุเทพ ตั้งแต่ปี 2551 ถึงปี 2553	65
3.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปีของรถโดยสารบนเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง ตั้งแต่ปี 2551 ถึงปี 2553	67

3.3	ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปีของรถโดยสารบนเส้นทางสาย แม่สอด – ตาก ตั้งแต่ปี 2551 ถึงปี 2553	69
4.1	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	78
4.2	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย แม่ริม – สะเมิง	83
4.3	ข้อมูลด้านเรขาคณิตของถนนที่ได้จากการสำรวจโค้งสาย แม่สอด – ตาก	87
4.4	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถโดยสารชั้นเดียว 2 เพลา 6 ล้อ เพลาท้าย ลักษณะเพลาเดี่ยว + ยางคู่ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	93
4.5	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถโดยสารชั้นเดียว 3 เพลา 10 ล้อ เพลาท้าย ลักษณะ เพลาคู่ + ยางคู่ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	95
4.6	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถโดยสารสองชั้น 3 เพลา 10 ล้อ เพลาท้าย ลักษณะ เพลาคู่ + ยางคู่ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	97
4.7	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถนั่งส่วนบุคคล หรือรถเก๋ง 4 ประตู ที่ใช้ในการวิเคราะห์	100
4.8	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถกระบะ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	102
4.9	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถนั่งเอนกประสงค์ (SUV) ที่ใช้ในการวิเคราะห์	104
4.10	ข้อมูลด้านเทคนิค มิติ และขนาด ของรถตู้ ที่ใช้ในการวิเคราะห์	106
4.11	ค่าความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถเล็กแต่ละประเภท	107
4.12	ข้อมูลความเร็วของขบวนรถทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 1004 ตอน ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 14+095 ถึง STA. 14+145	117
4.13	ข้อมูลความเร็วของขบวนรถทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 1096 ตอน แม่ริม – สะเมิง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ STA. 7+925 ถึง STA. 8+015	118
4.14	ข้อมูลความเร็วของขบวนรถทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 12 (105 เก้า) ตอน แม่สอด – ตาก อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก STA. 28+850 ถึง STA. 28+990	119
4.15	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล	129
4.16	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถกระบะและรถ เอนกประสงค์ (SUV)	129
4.17	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถตู้	130
4.18	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 2 เพลา	131
4.19	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 3 เพลา	131
4.20	ความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (v) สำหรับรถโดยสารสองชั้น 3 เพลา	132

4.21	ความต้องการ Side friction (f) ของรถโดยสารที่ Station ต่างๆ ในโค้ง	133
4.22	ค่า Minimum rollover threshold สำหรับรถโดยสารบน โค้งที่พิจารณา 3 โค้ง	135
4.23	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล	138
4.24	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	139
4.25	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถกระบะ	140
4.26	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถกระบะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	141
4.27	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถเอนกประสงค์ (SUV)	141
4.28	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถเอนกประสงค์ (SUV) ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	142
4.29	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถตู้	143
4.30	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถตู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	144
4.31	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 2 เพลา	144
4.32	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 2 เพลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	145
4.33	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 3 เพลา	146
4.34	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถโดยสารชั้นเดียว 3 เพลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	147
4.35	มุมบิดที่ลื่นหน้า (δ) สำหรับรถโดยสารสองชั้น 3 เพลา	148
4.36	มุมบิดที่ลื่นหน้าที่ต้องการ (δ) สำหรับรถโดยสารสองชั้น 3 เพลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับรัศมีโค้ง (R) ตาม โค้งที่พิจารณาทั้ง 3 โค้ง	149
4.37	เปรียบเทียบความเร็วขับเคลื่อนกับความเร็वलอคภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขบวนการทุกประเภทบนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว - คอยสุเทพ (ขับเคลื่อนตามโค้ง หรือไม่ตัดโค้ง)	150
4.38	เปรียบเทียบความเร็วขับเคลื่อนกับความเร็वलอคภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขบวนการทุกประเภทบนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว - คอยสุเทพ (ขับเคลื่อนตัดโค้ง)	151

4.39	เปรียบเทียบความเร็วขั้วชี้กับความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขดยานทุกประเภทบนทางโค้งสาย แม่ริม – สะเมิง (ขั้วแบบตามโค้งหรือไม่ตัดโค้ง)	152
4.40	เปรียบเทียบความเร็วขั้วชี้กับความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขดยานทุกประเภทบนทางโค้งสาย แม่ริม – สะเมิง (ขั้วแบบตัดโค้ง)	153
4.41	เปรียบเทียบความเร็วขั้วชี้กับความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขดยานทุกประเภทบนทางโค้งสาย แม่สอด – ดาก (ขั้วแบบตามโค้ง หรือไม่ตัดโค้ง)	154
4.42	เปรียบเทียบความเร็วขั้วชี้กับความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณ 3 สมการ สำหรับขดยานทุกประเภทบนทางโค้งสาย แม่สอด – ดาก (ขั้วแบบตัดโค้ง)	155
4.43	ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นหลังจากปรับปรุงให้เป็นช่วงครอบคลุมตลอดเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	175
5.1	พฤติกรรมการวิ่งของขดยานทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 1004 สาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	180
5.2	พฤติกรรมการวิ่งของขดยานทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 1096 สาย แม่ริม – สะเมิง	180
5.3	พฤติกรรมการวิ่งของขดยานทั้ง 5 ประเภท บนทางหลวงหมายเลข 12 (105 เก้า) สายแม่สอด – ดาก	180
5.4	ความเร็วขั้วชี้ของขดยานทั้ง 5 ประเภท ที่ได้จากการวัด บนทางหลวงหมายเลข 1004 สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	181
5.5	ความเร็วขั้วชี้ของขดยานทั้ง 5 ประเภท ที่ได้จากการวัด บนทางหลวงหมายเลข 1096 สายแม่ริม – สะเมิง	182
5.6	ความเร็วขั้วชี้ของขดยานทั้ง 5 ประเภท ที่ได้จากการวัด บนทางหลวงหมายเลข 12 (105 เก้า) สายแม่สอด – ดาก	183
5.7	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขั้วชี้จริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับรถโดยสารสองชั้น ขั้วแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	184
5.8	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขั้วชี้จริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับรถโดยสารสองชั้น ขั้วแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	185

5.9	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขี้นจริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับ รถโดยสารสองชั้น ขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายแม่สอด – ตาก	186
ข-1	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	210
ข-2	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	217
ข-3	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	224
ข-4	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทาง โค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	231
ข-5	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทาง โค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	238
ข-6	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	245
ข-7	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	252
ข-8	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	259
ข-9	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทาง โค้งสายแม่ริม – สะเมิง	266
ข-10	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทาง โค้งสายแม่ริม – สะเมิง	273
ข-11	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ตาก	280
ข-12	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ตาก	287
ข-13	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งแม่สอด – ตาก	294

ข-14	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ตาก	301
ข-15	ข้อมูลความเร็วและพฤติกรรมการขับขี่ของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ตาก	308
ง-1	รายละเอียดและข้อมูลเรขาคณิตของโค้งสายแม่ริม – สะเมิงตลอดเส้นทาง	347
จ-1	ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถพลิกคว่ำ (Rollover) สำหรับ 168 โค้ง เส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	355
จ-2	ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วสูงสุดที่ไม่ทำให้รถไถลออกโค้ง (Sliding out of curve) สำหรับ 168 โค้ง เส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	362
จ-3	ความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วสูงสุดที่ทำให้รถสามารถเลี้ยวไปตามโค้งได้โดยไม่หลุดออกโค้ง (Fail to negotiate curve) สำหรับ 168 โค้ง เส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง	369

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.2-1 เปรียบเทียบระหว่างช่วงที่ทำให้เกิดการพลิกคว่ำสำหรับรถบรรทุกหนักกับความ ต้องการ Side friction บนทางโค้งระดับในพื้นที่ศึกษาหมายเลขหนึ่ง	5
2.2-1 แรงต่างๆที่กระทำกับรถขณะวิ่งในโค้งราบ	12
2.2-2 แรงต่างๆที่กระทำกับรถขณะวิ่งในโค้งเอียงหรือโค้งที่มีการยกโค้ง	16
2.2-3 ตำแหน่งของแรงปฏิกิริยาและตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงที่กระทำกับตัวรถ	18
2.2-4 แรงต่างๆที่กระทำกับรถขณะวิ่งในโค้งที่มีการยกระดับขอบถนน	19
2.2-5 Turning radius ที่ความเร็วต่ำ	22
2.2-6 Turning radius ที่ความเร็วสูง	23
2.2-7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Lateral force กับ Slip angle	23
2.2-8 มุมระหว่างแรงกระทำที่ล้อเข้ากับแนววิ่งของล้อตามแบบจำลองรถจักรยาน	25
2.4-1 อัตราการยกโค้งออกแบบ $e_{\max} = 6\%$	35
2.4-2 อัตราการยกโค้งออกแบบ $e_{\max} = 8\%$	36
2.4-3 อัตราการยกโค้งออกแบบ $e_{\max} = 10\%$	36
2.4-4 อัตราการยกโค้งออกแบบ $e_{\max} = 12\%$	37
2.4-5 ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเครนเข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (A) และ (B)	39
2.4-6 ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเครนเข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (C) และ (D)	40
2.4-7 การขยายทางวิ่งในโค้ง	46
2.5-1 ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเครนเข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (1) และ (2) สำหรับ โค้งกลม (Circular curve)	49
2.5-2 ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเครนเข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (3) สำหรับ โค้งกลม (Circular curve)	50
2.5-3 ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเครนเข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (4) และ (5) สำหรับ โค้งกลม (Circular curve)	51

2.5-4	รูปแปลน แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการยกโค้ง และการขยายผิวจราจรในโค้งกลม (Circular curve)	53
2.5-5	รูปตัด A, B และ C แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการยกโค้ง และการขยายผิวจราจรในโค้งกลม (Circular curve)	54
2.5-6	ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเคราน์เข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (1) และ (2) สำหรับโค้งสไปรอล (Spiral curve)	55
2.5-7	ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเคราน์เข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (3) สำหรับโค้งสไปรอล (Spiral curve)	56
2.5-8	ผังโปรไฟล์และรูปตัด แสดงวิธีการยกโค้งทางจากช่วงนอร์มอลเคราน์เข้าสู่โค้งไปขวาโดยวิธี (4) และ (5) สำหรับโค้งสไปรอล (Spiral curve)	57
2.5-9	รูปแปลน แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการยกโค้ง และการขยายผิวจราจรในโค้งสไปรอล (Spiral curve)	58
2.5-10	รูปตัด A, B และ C แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการยกโค้ง และการขยายผิวจราจรในโค้งสไปรอล (Spiral curve)	59
3.1-1	ขั้นตอนการวิจัย	63
3.2-1	แผนที่แสดงตำแหน่งโค้งที่ทำการศึกษาโค้งที่ 1 สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	64
3.2-2	อุบัติเหตุรถโดยสารสองชั้นบนโค้งที่พิจารณา สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	65
3.2-3	แผนที่แสดงตำแหน่งโค้งที่ทำการศึกษาโค้งที่ 2 สายแมริม – สะเมิง	66
3.2-4	อุบัติเหตุรถโดยสารสองชั้นบนโค้งที่พิจารณา สายแมริม – สะเมิง	67
3.2-5	แผนที่แสดงตำแหน่งโค้งที่ทำการศึกษาโค้งที่ 3 สายแม่สอด – ดาก	68
3.2-6	อุบัติเหตุรถโดยสารสองชั้นบนโค้งที่พิจารณา สายแม่สอด – ดาก	69
3.2-7	กล้อง Total station	70
3.2-8	กล้องระดับ	70
3.2-9	ขาตั้งกล้อง	71
3.2-10	ไม้วัดระดับ (Staff)	71
3.2-11	ปริซึมสะท้อนแสงพร้อมขาตั้ง	71
3.2-12	เชือกฟาง และสี่สปรีย์	71
3.2-13	เทปเหล็กวัดระยะ	72
3.2-14	ค้อนเหล็กและตะปู สำหรับทำหมุด	72
3.2-15	ปืนวัดความเร็วของขวดยาน ชนิดเลเซอร์	73

3.2-16	กล้องบันทึกวิดีโอ	74
3.5-1	ชั้นข้อมูล Shape files แสดงโค้งอันตรายเพิ่มเติม	75
3.5-2	ไฟล์สำหรับการนำเข้าข้อมูลช่วงถนนและเก็บข้อมูลถนน	76
3.5-3	ฟอร์มสำหรับนำเข้าข้อมูลถนนที่เป็นโค้ง	76
4.1-1	โค้งกึ่งวงกลม ทางหลวงหมายเลข 1004 ตอน ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	79
4.1-2	แบบแปลนแสดงรายละเอียดโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาทำการเขียนรูปแปลน	80
4.1-3	ผังโปรไฟล์แสดงวิธีการยกโค้งที่ได้จากการสำรวจค่าระดับทุก 5 เมตร โดยมีทิศ ทาง Down Grade เข้าสู่โค้งไปขวา บนทางหลวงหมายเลข 1004 ตอน ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	81
4.1-4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ยกโค้งที่ Station (STA.) ต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ยกโค้ง สูงสุด (e_{max}) บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	81
4.1-5	ทางหลวงหมายเลข 1096 ตอน แม่ริม – สะเมิง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ แสดงโค้งที่พิจารณาทิศทางลงเขา เข้าสู่อำเภอแม่ริม	84
4.1-6	แบบแปลนแสดงรายละเอียดโค้งสายแม่ริม – สะเมิง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจมาทำการเขียนรูปแปลน	85
4.1-7	ผังโปรไฟล์แสดงวิธีการยกโค้งที่ได้จากการสำรวจค่าระดับทุก 5 เมตร โดยมีทิศทาง Down Grade เข้าสู่โค้งไปซ้าย บนทางหลวงหมายเลข 1096 ตอน แม่ริม – สะเมิง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่	86
4.1-8	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ยกโค้งที่ Station (STA.) ต่างๆ และเปอร์เซ็นต์ยกโค้งสูงสุด (e_{max}) บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	86
4.1-9	ทางหลวงหมายเลข 12 (105 เก่า) ตอน แม่สอด – ดาก อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก แสดงโค้งที่พิจารณาทิศทางลงเขา เข้าสู่อำเภอเมือง จังหวัดตาก	88
4.1-10	แบบแปลนแสดงรายละเอียดโค้งสายแม่สอด – ดาก โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจมาทำการเขียนรูปแปลน	89
4.1-11	ผังโปรไฟล์แสดงวิธีการยกโค้งที่ได้จากการสำรวจค่าระดับทุก 10 เมตร โดยมีทิศทาง Down Grade เข้าสู่โค้งไปซ้ายบนทางหลวงหมายเลข 12 (105 เก่า) ตอน แม่สอด – ดาก อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก	90

4.1-12	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ยกโค้งที่ Station (STA.) ต่างๆและเปอร์เซ็นต์ยกโค้งสูงสุด (c_{max}) บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	90
4.2-1	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถโดยสารชั้นเดียว 2 เพลา	92
4.2-2	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถโดยสารชั้นเดียว 3 เพลา	94
4.2-3	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถโดยสารสองชั้น 3 เพลา	96
4.2-4	การเปรียบเทียบความสูงของตัวรถและความสูงจากจุดศูนย์ถ่วงของรถถึงพื้นสำหรับรถโดยสารสองชั้นและรถโดยสารชั้นเดียว	98
4.2-5	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลหรือรถเก๋งสี่ประตู	99
4.2-6	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถกระบะ	101
4.2-7	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถนั่งเอนกประสงค์ (SUV)	103
4.2-8	ลักษณะรูปร่างภายนอกของรถตู้	105
4.2-9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Cornering Stiffness และ Normal Load ที่ล้อยาง สำหรับรถนั่งส่วนบุคคลไปจนถึงรถบรรทุก	108
4.3-1	พฤติกรรมการขับขี่แบบขับตามโค้ง หรือขับแบบไม่ตัดโค้งของรถโดยสารบนโค้ง สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	109
4.3-2	พฤติกรรมการขับขี่แบบขับตัดโค้งของรถโดยสาร บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	109
4.3-3	พฤติกรรมการขับขี่แบบขับตัดโค้งของรถโดยสาร บนโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	110
4.3-4	พฤติกรรมการขับขี่แบบขับตามโค้ง หรือขับแบบไม่ตัดโค้งของรถโดยสารบนโค้ง สายแม่สอด – ดาก	111
4.3-5	พฤติกรรมการขับขี่แบบขับตัดโค้งของรถโดยสารบนโค้ง สายแม่สอด – ดาก	111
4.3-6	ทางวิ่งของยวดยาน แบบขับตามโค้ง หรือขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งที่พิจารณา สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	113
4.3-7	ทางวิ่งของยวดยานแบบขับตัดโค้ง บนโค้งที่พิจารณา สายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	113
4.3-8	ทางวิ่งของยวดยาน แบบขับตามโค้ง หรือขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งที่พิจารณา สายแม่ริม – สะเมิง	114

4.4-13	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้วปีที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	126
4.4-14	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้วปีที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถตู้บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	126
4.4-15	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้วปีที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถโดยสารบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	127
4.4-16	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วที่ได้จากการวัดความเร็วขั้วปีที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของขบวนรถทั้งหมด 5 ประเภท บนทางโค้งจำนวน 3 โค้งที่พิจาณา	127
4.5-1	Side friction ที่ต้องการที่ Station ต่างๆ ในโค้ง โดยเปรียบเทียบกับอัตราเร่งทางด้านข้างที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำบนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	135
4.5-2	Side friction ที่ต้องการที่ Station ต่างๆ ในโค้ง โดยเปรียบเทียบกับอัตราเร่งทางด้านข้างที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำบนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	136
4.5-3	Side friction ที่ต้องการที่ Station ต่างๆ ในโค้ง โดยเปรียบเทียบกับอัตราเร่งทางด้านข้างที่ทำให้รถเริ่มพลิกคว่ำบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	137
4.5-4	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วขั้วปีที่จริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมการขับขี่แบบไม่ตัดโค้ง บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	156
4.5-5	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วขั้วปีที่จริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมการขับขี่แบบตัดโค้ง บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	156
4.5-6	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วขั้วปีที่จริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมการขับขี่แบบไม่ตัดโค้ง บนทางโค้งสายสะเมิง – แม่ริม	157
4.5-7	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วขั้วปีที่จริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมการขับขี่แบบตัดโค้ง บนทางโค้งสายสะเมิง – แม่ริม	157
4.5-8	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วขั้วปีที่จริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมการขับขี่แบบไม่ตัดโค้ง บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	158

4.5-9	ความเร็วปลอดภัยที่ได้จากคำนวณ 3 สมการ เปรียบเทียบกับความเร็วยังชีพจริงที่ได้จากการวัดของรถทั้งหมด 7 ประเภท ซึ่งมีพฤติกรรมรถขับแบบตัดโค้งบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	158
4.6-1	อุบัติเหตุรถโดยสารสองชั้นแหกโค้งพลิกคว่ำ	160
4.6-2	ป้ายควบคุมจราจรบนทางหลวงหมายเลข 1096 สายแม่ริม – สะเมิง ขาขึ้นเขาไปอำเภอสะเมิง	161
4.6-3	รถโดยสารสองชั้นขับผ่านโค้งบริเวณกิโลเมตรที่ 8+025 บนทางหลวงหมายเลข 1096สายแม่ริม – สะเมิง ที่ศทางลงเขาไปสู่อำเภอแม่ริม	162
4.6-4	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ ตั้งแต่โค้งที่ 1 ถึงโค้งที่ 56 กิโลเมตรที่ 26+442.976 ถึงกิโลเมตรที่ 18+823.600 สายแม่ริม – สะเมิง	166
4.6-5	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ ตั้งแต่โค้งที่ 57 ถึงโค้งที่ 112 กิโลเมตรที่ 18+781.608 ถึงกิโลเมตรที่ 11+500.910 สายแม่ริม – สะเมิง	167
4.6-6	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ ตั้งแต่โค้งที่ 113 ถึงโค้งที่ 168 กิโลเมตรที่ 11+428.976 ถึงกิโลเมตรที่ 0+961.060 สายแม่ริม – สะเมิง	167
4.7-1	ไฟล์ฐานข้อมูลความเร็วปลอดภัยสำหรับแสดงผลในโปรแกรม ArcView3.3	169
4.7-2	ไฟล์ฐานข้อมูลความเร็วปลอดภัยที่แสดงผลในโปรแกรม ArcView3.3 ได้โดยอัตโนมัติ	169
4.7-3	แสดงรายละเอียดโค้งที่เลือกจากตารางข้อมูล ซึ่งจะปรากฏตำแหน่งโค้งในแผนที่	170
4.7-4	คำสั่งเพื่อใช้เรียกดูข้อมูลของโค้งใดโค้งหนึ่งจากรูปในแผนที่ (View1)	171
4.7-5	แสดงรายละเอียดเฉพาะโค้งที่ทำการเลือกจากแผนที่	171
4.7-6	คำสั่งแสดงข้อมูลจากตารางให้ปรากฏบนแผนที่ทั้ง 168 โค้ง	172
4.7-7	คำสั่งในการเลือกข้อมูลจากตารางที่ต้องการแสดงผลบนโค้งทั้ง 168 โค้ง	173
4.7-8	แสดงข้อมูลความเร็วปลอดภัย (Safe speed) บนโค้งในแผนที่ทั้งหมด 168 โค้ง	173
4.8-1	แผนที่แสดงผลความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นตลอดเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง ทั้ง 168 โค้ง	174
4.8-2	แผนที่แสดงผลความเร็วปลอดภัยสำหรับรถโดยสารสองชั้นตลอดเส้นทางสายแม่ริม – สะเมิง โดยแบ่งความเร็วปลอดภัยครอบคลุมเป็นช่วง	176

5.1-1	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขับเคลื่อนจริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับรถโดยสารสองชั้น ขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	187
5.1-2	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขับเคลื่อนจริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับรถโดยสารสองชั้น ขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	187
5.1-3	เปรียบเทียบความเร็วปลอดภัยที่ได้จากการคำนวณความเร็วปลอดภัย 3 สมการ กับความเร็วขับเคลื่อนจริงที่ได้จากการวัด ระหว่างรถโดยสารชั้นเดียวกับรถโดยสารสองชั้น ขับแบบไม่ตัดโค้ง บนโค้งสายแม่สอด – ดาก	188
5.2-1	ป้ายเตือนให้รถบรรทุกใช้ความเร็วตามที่กำหนด บนทางโค้งแห่งหนึ่งในรัฐแคลิฟอร์เนีย	190
5.2-1	ตัวอย่างป้ายแนะนำให้รถโดยสารใช้ความเร็วตามที่กำหนด บนทางโค้งในทางโค้งซ้ายสำหรับประเทศไทย	191
ก-1	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตามโค้ง หรือขับเคลื่อนแบบไม่ตัดโค้งของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	197
ก-2	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตัดโค้งของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	197
ก-3	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตามโค้ง หรือขับเคลื่อนแบบไม่ตัดโค้งของรถกระบะบนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	198
ก-4	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตัดโค้งของรถกระบะบนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	198
ก-5	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตามโค้ง หรือขับเคลื่อนแบบไม่ตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	199
ก-6	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	199
ก-7	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตามโค้ง หรือขับเคลื่อนแบบไม่ตัดโค้งของรถตู้บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	200
ก-8	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตัดโค้งของรถตู้บนโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	200
ก-9	พฤติกรรมรถขับเคลื่อนแบบขับเคลื่อนตามโค้ง หรือขับเคลื่อนแบบไม่ตัดโค้งของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	201

ก-10	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนโค้ง สายแมร์ิม – สะเมิง	201
ก-11	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถกระบะบน โค้งสายแมร์ิม – สะเมิง	202
ก-12	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถกระบะบนโค้งสายแมร์ิม – สะเมิง	202
ก-13	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้งสายแมร์ิม – สะเมิง	203
ก-14	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้ง สายแมร์ิม – สะเมิง	203
ก-15	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถตู้บน โค้งสายแมร์ิม – สะเมิง	204
ก-16	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถตู้บนโค้งสายแมร์ิม – สะเมิง	204
ก-17	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถยนต์นั่ง ส่วนบุคคลบนโค้งสายแม่สอด – ดาก	205
ก-18	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนโค้ง สายแม่สอด – ดาก	205
ก-19	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถกระบะบน โค้งสายแม่สอด – ดาก	206
ก-20	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถกระบะบนโค้งสายแม่สอด – ดาก	206
ก-21	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้งสายแม่สอด – ดาก	207
ก-22	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนโค้ง สายแม่สอด – ดาก	207
ก-23	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตามโค้ง หรือจับแบบไม่ตัดโค้งของรถตู้บน โค้งสายแม่สอด – ดาก	208
ก-24	พฤติกรรมกรับขี่แบบจับตัดโค้งของรถตู้บนโค้งสายแม่สอด – ดาก	208
ก-1	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	316

ค-2	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	316
ค-3	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะ จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	317
ค-4	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	317
ค-5	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	318
ค-6	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	318
ค-7	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถตู้ จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	319
ค-8	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	319
ค-9	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	320
ค-10	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ	320
ค-11	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	321
ค-12	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	321
ค-13	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	322
ค-14	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขับเคลื่อนของรถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	322
ค-15	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	323

ค-16	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขั้วปี ของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	323
ค-17	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถตู้ จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	324
ค-18	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็ว ขั้วปีของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	324
ค-19	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของ รถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	325
ค-20	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็ว ขั้วปีของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่ริม – สะเมิง	325
ค-21	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	326
ค-22	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขั้วปีของ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	326
ค-23	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถกระบะ จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	327
ค-24	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขั้วปีของ รถกระบะจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	327
ค-25	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถ เอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	328
ค-26	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็ว ขั้วปีของรถเอนกประสงค์ (SUV) จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	328
ค-27	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	329
ค-28	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขั้วปี ของรถตู้จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	329
ค-29	กราฟแสดงค่าความถี่ของข้อมูล ค่ามาตรฐานและความเร็วเฉลี่ยของรถโดยสาร จำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	330
ค-30	กราฟ Normal Q-Q Plot แสดงความแปรปรวนของข้อมูลความเร็วขั้วปี ของรถโดยสารจำนวน 170 คัน บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก	330

ค-31	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) บนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตามโค้ง)	331
ค-32	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (รถเก๋ง) บนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตัดโค้ง)	331
ค-33	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถกระบะบนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตามโค้ง)	332
ค-34	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถกระบะบนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตัดโค้ง)	332
ค-35	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตามโค้ง)	333
ค-36	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนทางโค้งสาย ห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตัดโค้ง)	333
ค-37	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถตู้บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตามโค้ง)	334
ค-38	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถตู้บนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตัดโค้ง)	334
ค-39	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถโดยสารบนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตามโค้ง)	335
ค-40	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขับเคลื่อนที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถโดยสารบนทางโค้งสายห้วยแก้ว – คอยสุเทพ (ขับตัดโค้ง)	335

ค-52	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถกระบะบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตามโค้ง)	342
ค-53	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถกระบะบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตัดโค้ง)	342
ค-54	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตามโค้ง)	343
ค-55	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถเอนกประสงค์ (SUV) บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตัดโค้ง)	343
ค-56	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถตู้บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตามโค้ง)	344
ค-57	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถตู้บนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตัดโค้ง)	344
ค-58	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถโดยสารบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตามโค้ง)	345
ค-59	กราฟแสดงข้อมูลความเร็วสะสมที่ได้จากการวัดความเร็วขั้นที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (V_{85}) ของรถโดยสารบนทางโค้งสายแม่สอด – ดาก (ขับตัดโค้ง)	345