

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ด
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ธ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำและที่มาของปัญหา	1
1.2 ทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา	4
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	19
1.4 ขอบเขตการศึกษา	19
1.5 วิธีการวิจัย	20
1.5.1 การศึกษาแบบจำลองโมดูลัสทางเรขาคณิต	20
1.5.2 การรวบรวมข้อมูล	21
1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการปรับแก้แบบจำลอง	23
1.5.4 การทดสอบแบบจำลอง	23
1.5.5 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง	24
1.5.6 เขียนรายงานการศึกษา	24
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	24
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิจัย	25
2.1 ทฤษฎีโมดูลัสทางเรขาคณิต	25
2.1.1 ความหมายของโมดูลัสทางเรขาคณิต	25

2.1.2	สมมุติฐานที่เกี่ยวข้อง	26
2.1.3	การสร้างสมการโมดูลัสทางเรขาคณิต	29
2.1.4	การนำค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตไปใช้ประเมินแนวเส้นทาง	36
2.2	ทฤษฎีการออกแบบทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง	36
2.2.1	การออกแบบแนวทางราบ	36
2.2.2	ข้อกำหนดทั่วไปในการออกแบบ	38
2.2.3	การออกแบบแนวทางโค้ง	39
2.3	วิธีการศึกษาความเร็ว	41
2.3.1	ชนิดของความเร็ว	42
2.3.2	วิธีการวัดหาค่าความเร็ว	43
2.3.3	ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเร็ว	44
บทที่ 3	วิธีการเก็บข้อมูลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล	46
3.1	การวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจข้อมูล	46
3.1.1	หลักการโมดูลัสทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูล	46
3.1.2	ชนิดของข้อมูลที่รวบรวม	47
3.1.3	แผนการสำรวจข้อมูล	47
3.2	ลักษณะเส้นทางที่สำรวจข้อมูล	48
3.2.1	ลักษณะพื้นที่ของแนวเส้นทาง	48
3.2.2	อุบัติเหตุและพฤติกรรมการใช้เส้นทาง	50
3.3	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	50
3.3.1	การสำรวจข้อมูลทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง	51
3.3.2	การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจร	57
3.3.3	การสำรวจข้อมูลความเร็วของยานพาหนะ	59
3.4	สรุปผลการสำรวจข้อมูล	60
3.4.1	จำนวนข้อมูล	60
3.4.2	การจัดทำฐานข้อมูล	61
3.4.3	สรุปผลการสำรวจเบื้องต้น	76

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล	77
4.1 แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูล	77
4.1.1 ลักษณะและฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์	77
4.1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	77
4.1.3 ผลที่ต้องการจากการวิเคราะห์ข้อมูล	78
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางเรขาคณิตของเส้นทาง	78
4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลองศาโค้งราบ	78
4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความลาดชัน	80
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างของช่องจราจร และไหล่ทาง	85
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางการจราจร	93
4.3.1 ลักษณะปริมาณจราจรในทางตรง	94
4.3.2 ลักษณะปริมาณจราจรในทางโค้ง	97
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วยานพาหนะ	100
4.4.1 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลความเร็ว	100
4.4.2 ลักษณะความเร็วยานพาหนะในทางตรง	100
4.4.3 ลักษณะความเร็วยานพาหนะในทางโค้ง	103
4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	106
4.5.1 วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์	106
4.5.2 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์	106
4.5.3 ผลการวิเคราะห์	107
4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	110
4.6.1 สรุปลักษณะข้อมูลทางเรขาคณิต	110
4.6.2 สรุปลักษณะข้อมูลทางการจราจร	112
4.6.3 สรุปลักษณะข้อมูลความเร็วยานพาหนะ	114
4.6.4 สรุปตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเร็ว	115
บทที่ 5 การพัฒนาแบบจำลองความเร็วและโมดูลีสทางเรขาคณิต	116
5.1 วิธีการพัฒนาแบบจำลอง	116
5.1.1 โครงสร้างแบบจำลอง	116
5.1.2 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง	117

5.1.3 ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่ต้องการ	120
5.2 การพัฒนาแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยยานพาหนะในแนวเส้นทาง	120
5.2.1 ลักษณะของแบบจำลอง	120
5.2.2 ข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลอง	121
5.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ และคัดเลือกแบบจำลอง	123
5.2.4 การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองความเร็ว	128
5.3 การพัฒนาแบบจำลองโมดูลีสทางเรขาคณิต	132
5.3.1 ลักษณะของแบบจำลองโมดูลีสทางเรขาคณิต	132
5.3.2 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง	134
5.3.3 ค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตจากแบบจำลอง	135
5.4 สรุปผลการพัฒนาแบบจำลอง	137
5.4.1 แบบจำลองความเร็ว	137
5.4.2 แบบจำลองโมดูลีสทางเรขาคณิต	137
5.4.3 ข้อจำกัดของแบบจำลองโมดูลีสทางเรขาคณิต	138
บทที่ 6 การประยุกต์ใช้โมดูลีสทางเรขาคณิตสำหรับประเมินผลแนวเส้นทาง	140
6.1 การประยุกต์ใช้โมดูลีสทางเรขาคณิตประเมินผลแนวเส้นทาง	140
6.1.1 หลักการและเหตุผล	140
6.1.2 วิธีการประยุกต์	141
6.2 คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์โมดูลีสทางเรขาคณิต	142
6.2.1 โครงสร้างของโปรแกรม	142
6.2.2 ลักษณะของโปรแกรม	143
6.2.3 วิธีการใช้งาน และนำข้อมูลเข้าในโปรแกรม	143
6.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้โปรแกรมวิเคราะห์โมดูลีสทางเรขาคณิต	151
6.3.1 กรณีตัวอย่างศึกษา	151
6.3.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินการออกแบบแนวเส้นทาง	151
6.4 สรุปผลการประยุกต์ใช้ค่าโมดูลีสทางเรขาคณิต	157

บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	158
7.1 สรุปผลงานวิจัย	158
7.1.1 การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล	158
7.1.2 การพัฒนาแบบจำลองโมดูลีสทางเรขาคณิต	160
7.1.3 การประยุกต์ใช้โมดูลีสทางเรขาคณิตประเมินแนวเส้นทาง	162
7.2 ข้อเสนอแนะ	164
7.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตไปประยุกต์ใช้กำหนด มาตรฐานในการออกแบบแนวเส้นทาง	163
7.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป	164
บรรณานุกรม	165
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูล	168
ภาคผนวก ข ตารางค่าโมดูลีสทางเรขาคณิตจากคอมพิวเตอร์โปรแกรม	185
ภาคผนวก ค ข้อมูลอุบัติเหตุบนทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก – แม่สอด ปี พ.ศ.2538 ถึง ปี พ.ศ.2540	201
ประวัติผู้เขียน	203

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แสดงความเร็วที่เปลี่ยนแปลงจากการเก็บข้อมูล และจากการคำนวณ โดยแบบจำลองความเร็วที่บริเวณกึ่งกลางโค้ง	12
1.2 แสดงค่าทางสถิติของตัวแปรของถนนที่ใช้ในแบบจำลอง	17
1.3 แสดงรายละเอียดในการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยในแต่ละสภาพภูมิประเทศ	22
1.4 แสดงรายละเอียดจำนวนตัวอย่างในการเก็บข้อมูลความเร็วที่จุดเพื่อสร้างแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยในแต่ละสภาพภูมิประเทศ	23
3.1 แสดงลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก - แม่สอ	50
3.2 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ได้จากการสำรวจข้อมูลในแต่ละพื้นที่	76
4.1 แสดงค่าทางสถิติขององศาของโค้งราบ แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	79
4.2 แสดงค่าทางสถิติขององศาของโค้งราบ แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	80
4.3 แสดงค่าทางสถิติของความลาดชัน แนวทางตรงพื้นที่ราบ	82
4.4 แสดงค่าทางสถิติของความลาดชัน แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	83
4.5 แสดงค่าทางสถิติของความลาดชัน แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	83
4.6 แสดงค่าทางสถิติของความลาดชัน แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	84
4.7 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของช่องจราจร แนวทางตรงพื้นที่ราบ	87
4.8 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของไหล่ทาง แนวทางตรงพื้นที่ราบ	87
4.9 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของช่องจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	89
4.10 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของไหล่ทาง แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	89
4.11 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของช่องจราจร แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	91
4.12 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของไหล่ทาง แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	91
4.13 แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของช่องจราจร แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	93

4.14	แสดงค่าทางสถิติของความกว้างของไหล่ทาง แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	93
4.15	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางตรงพื้นที่ราบ	94
4.16	แสดงค่าทางสถิติของปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจร และปริมาณจราจร แนวทางตรงพื้นที่ราบ	94
4.17	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	95
4.18	แสดงค่าทางสถิติของปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจร และปริมาณจราจร แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	96
4.19	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	97
4.20	แสดงค่าทางสถิติของปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจร และปริมาณจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	98
4.21	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	98
4.22	แสดงค่าทางสถิติของปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจร และปริมาณจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	99
4.23	แสดงค่าทางสถิติของข้อมูลความเร็ว แนวทางตรงพื้นที่ราบ	100
4.24	แสดงค่าทางสถิติของข้อมูลความเร็ว แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	101
4.25	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ของปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วยานพาหนะในแนวทางตรง	102
4.26	แสดงค่าทางสถิติของข้อมูลความเร็ว แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	104
4.27	แสดงค่าทางสถิติของข้อมูลความเร็ว แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	105
4.28	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ของปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วยานพาหนะในแนวทางโค้ง	105
4.29	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแนวทางตรงพื้นที่ราบระหว่างความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขากับตัวแปรทางเรขาคณิต และการจราจร	107
4.30	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขาระหว่างความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขากับตัวแปรทางเรขาคณิต และการจราจร	108
4.31	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแนวทางโค้งพื้นที่ราบระหว่างความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางโค้งพื้นที่ราบกับตัวแปรทางเรขาคณิต และการจราจร	108
4.32	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขาระหว่างความเร็ว	109

เฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขากับตัวแปรทางเรขาคณิต และการจราจร

4.33	สรุปข้อมูลทางเรขาคณิตของแนวทางตรงพื้นที่ราบ	110
4.34	สรุปข้อมูลทางเรขาคณิตของแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	110
4.35	สรุปข้อมูลทางเรขาคณิตของแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	111
4.36	สรุปข้อมูลทางเรขาคณิตของแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	111
4.37	แสดงข้อมูลองค์ประกอบของการจราจร โดยแยกตามลักษณะแนวเส้นทาง และลักษณะพื้นที่เป็น 4 ประเภท	112
4.38	สรุปข้อมูลทางการจราจรของแนวทางตรงพื้นที่ราบ	112
4.39	สรุปข้อมูลทางการจราจรของแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	113
4.40	สรุปข้อมูลทางการจราจรของแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	113
4.41	สรุปข้อมูลทางการจราจรของแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	114
4.42	สรุปข้อมูลความเร็วยานพาหนะ โดยแยกประเภทลักษณะแนวเส้นทาง	115
5.1	แสดงจำนวนข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่นำมาสร้างเป็นแบบจำลอง และนำมาใช้ตรวจสอบแบบจำลอง	122
5.2	แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	124
5.3	แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	125
5.4	ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ	126
5.5	แสดงการตรวจสอบหาค่า F ของแบบจำลองความเร็วในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	126
5.6	แสดงการตรวจสอบหาค่า F ของแบบจำลองความเร็วในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	126
5.7	แสดงผลการประเมินความเร็วเฉลี่ยของแนวทางตรงในภูมิภาคแบบพื้นที่ราบ	130
5.8	แสดงผลการประเมินความเร็วเฉลี่ยของแนวทางตรงในภูมิภาคแบบพื้นที่เนินเขา	131
5.9	แสดงผลการประเมินความเร็วเฉลี่ยของแนวทางโค้งในภูมิภาคแบบพื้นที่ราบ	131
5.10	แสดงผลการประเมินความเร็วเฉลี่ยของแนวทางโค้งในภูมิภาคแบบพื้นที่เนินเขา	131
5.11	สรุปแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละประเภท	137
5.12	สรุปแบบโมดูลีทางเรขาคณิตที่ได้ในแต่ละประเภท	138

ณ

6.1	ตารางเปรียบเทียบช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตของทางหลวงหมายเลข 105 ที่ได้จาก การประเมินของคอมพิวเตอร์โปรแกรม เปรียบเทียบกับข้อมูลอุบัติเหตุ ในปี พ.ศ.2538 – พ.ศ.2540	156
6.2	ตารางเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุในช่วงที่มีค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่มีค่าน้อยมาก กับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดเส้นทาง	156
7.1	สรุปข้อมูลจากการสำรวจทั้ง 502 พื้นที่ โดยแยกตามลักษณะแนวเส้นทาง และสภาพภูมิประเทศ	159
7.2	เปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ย และความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ ในแต่ละพื้นที่	160
7.3	สรุปแบบจำลองความเร็วเฉลี่ยยานพาหนะ และแบบจำลองโมดูลัสทางเรขาคณิตแยกตามลักษณะแนวเส้นทาง และสภาพภูมิประเทศ	161
7.4	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตที่แนะนำให้ใช้เป็นมาตรฐานในการประเมินลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทาง	164

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 แสดงลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่มีผลกระทบต่อยานพาหนะ	31
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับระยะทางตามสมการที่ 2.17	32
2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนความเร็วและค่าระยะทาง ในค่า F_0 ต่าง	34
2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนความเร็วและค่าระยะทาง ในค่า F_0 ต่างๆ	34
2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็ว กับ ระยะทาง จาก Tharp K. J. (1963)	35
3.1 แสดงลักษณะทางเรขาคณิตของทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก - แม่สอ	49
3.2 แบบฟอร์มในการสำรวจข้อมูลความเร็วยานพาหนะ	53
3.3 แสดงแนวทางโค้งของทางหลวงหมายเลข 105	54
3.4 แสดงแนวทางตรงของทางหลวงหมายเลข 105	55
3.5 แสดงแนวทางโค้งของทางหลวงหมายเลข 105	55
3.6 แสดงรูปแบบโค้งกลับทิศของทางหลวงหมายเลข 105 ที่ควรหลีกเลี่ยงในการสำรวจข้อมูลความเร็วยานพาหนะ	56
3.7 แสดงบริเวณที่ใกล้กับแนวสะพานที่ควรหลีกเลี่ยงในการเก็บข้อมูลความเร็ว	56
3.8 แบบฟอร์มสำรวจข้อมูลปริมาณจราจร	58
3.9 แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	61
3.10 แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชันในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	62
3.11 แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจรในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	62
3.12 แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทางในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	63
3.13 แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจรในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	63
3.14 แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณจราจรในแนวทางตรงพื้นที่ราบ	64

3.15	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	65
3.16	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชันในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	65
3.17	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจรในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	66
3.18	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทางในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	66
3.19	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถบรรทุกในกระแสรถจราจรในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	67
3.20	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถจราจรในแนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	67
3.21	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	68
3.22	แสดงการกระจายข้อมูลของเสาของโค้งราบในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	69
3.23	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชันในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	69
3.24	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	70
3.25	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทางในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	70
3.26	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถบรรทุกในกระแสรถจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	71
3.27	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่ราบ	71
3.28	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	72
3.29	แสดงการกระจายข้อมูลของเสาของโค้งราบในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	73
3.30	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชันในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	73
3.31	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	74
3.32	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทางในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	74
3.33	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถบรรทุกในกระแสรถจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	75
3.34	แสดงการกระจายข้อมูลปริมาณรถจราจรในแนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	75
4.1	แสดงการกระจายข้อมูลของเสาโค้งราบ แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	79
4.2	แสดงการกระจายข้อมูลของเสาโค้งราบ แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	80
4.3	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชัน แนวทางตรงพื้นที่ราบ	82
4.4	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชัน แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	83
4.5	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชัน แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	83

4.6	แสดงการกระจายข้อมูลความลาดชัน แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	84
4.7	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจร แนวทางตรงพื้นที่ราบ	86
4.8	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทาง แนวทางตรงพื้นที่ราบ	86
4.9	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	88
4.10	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างไหล่ทาง แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	88
4.11	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจร แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	90
4.12	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทาง แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	90
4.13	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของช่องจราจร แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	92
4.14	แสดงการกระจายข้อมูลความกว้างของไหล่ทาง แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	92
4.15	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางตรงพื้นที่ราบ	95
4.16	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	96
4.17	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	97
4.18	แสดงองค์ประกอบทางการจราจร แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	99
4.19	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ แนวทางตรงพื้นที่ราบ	101
4.20	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	102
4.21	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	103
4.22	แสดงการกระจายข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	104
5.1	แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลอง	118
5.2	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วที่ได้จากแบบจำลอง และความเร็วที่ได้จากการสำรวจ แนวทางตรงพื้นที่ราบ	128
5.3	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วที่ได้จากแบบจำลอง และความเร็วที่ได้จากการสำรวจ แนวทางตรงพื้นที่เนินเขา	129
5.4	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วที่ได้จากแบบจำลอง และความเร็วที่ได้จากการสำรวจ แนวทางโค้งพื้นที่ราบ	129
5.5	แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วที่ได้จากแบบจำลอง และความเร็วที่ได้จากการสำรวจ แนวทางโค้งพื้นที่เนินเขา	130
5.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต กับความเร็วเฉลี่ย และความเร็วที่เปลี่ยนแปลง	136
6.1	แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรม เพื่อใช้หาค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต	144

6.2	แสดงหน้าต่างของคอมพิวเตอร์โปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน	145
6.3	แสดงหน้าต่างของคอมพิวเตอร์โปรแกรมเมื่อให้คำนวณหาค่าโมดูลัสทาง เรขาคณิต	145
6.4	แสดงการคัดลอกเพิ่มข้อมูล	146
6.5	แสดงการวางเพิ่มข้อมูล	146
6.6	แสดงการเปลี่ยนชื่อเพิ่มข้อมูล	147
6.7	แสดงไดอะล็อกซ์บ็อกซ์เมื่อดับเบิลคลิกที่ชื่อของเพิ่มข้อมูล	148
6.8	แสดงการป้อนข้อมูลลงในไดอะล็อกซ์บ็อกซ์	148
6.9	แสดงไดอะล็อกซ์บ็อกซ์เมื่อมีการบันทึกข้อมูลลงในเรคคอร์ด	149
6.10	แสดงการกดปุ่ม Calculate หลังจากป้อนข้อมูลครบแล้ว	150
6.11	แสดงรูปตารางที่คำนวณค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตหลังจากกดปุ่ม Calculate	150
6.12	แสดงแนวเส้นทางของทางหลวงหมายเลข 105 ตอน ดาก - แม่สอ	151
6.13	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 0+000 ถึงกิโลเมตรที่ 20+000	152
6.14	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 20+000 ถึงกิโลเมตรที่ 30+000	153
6.15	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 30+000 ถึงกิโลเมตรที่ 40+000	153
6.16	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 40+000 ถึงกิโลเมตรที่ 50+000	154
6.17	แสดงค่าโมดูลัสทางเรขาคณิตในช่วงกิโลเมตรที่ 50+000 ถึงกิโลเมตรที่ 77+000	154

อักษรย่อและสัญลักษณ์

A	=	ค่าแตกต่างสัมบูรณ์ของความลาดชัน
$AADT_i$	=	ปริมาณยานพาหนะเฉลี่ยต่อวัน
AD	=	ปริมาณ ความหนาแน่นของสัญญาณจราจรในช่วง 1 กิโลเมตร (Approaches Densities)
d	=	ระยะทางที่เดินทาง
D, DC	=	องศาของโค้งราบ
DF_i	=	มุมที่หักเห (Deflection Angle) ของโค้งราบที่ i
F_0	=	ค่าโมดูลัสทางเรขาคณิต
h	=	ระยะทางในแนวตั้งระหว่างจุดที่เริ่มต้นพิจารณา ถึง จุดสุดท้ายที่พิจารณาในแต่ละช่วง
H	=	ความสูงของไฟหน้ารถจากผิวถนน
I	=	มุมที่เปลี่ยนแปลงของโค้ง (Deflection Angle)
l_i	=	ความยาวของถนนในช่วง i.
L	=	ความยาวโค้งดิ่งหงาย
LT	=	ความยาวของแนวทางตรง (เมตร)
m	=	จำนวน โค้งดิ่ง
p	=	เพรตเซอร์โพเทนเชียล
Q	=	ปริมาณการจราจร
R	=	รัศมีของโค้งราบ
S	=	ระยะมองเห็น (ระยะแสงไฟ)
t_i	=	ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละเที่ยว
T%	=	ปริมาณรถบรรทุก
v_0	=	ความเร็วเฉลี่ยของรถก่อนเข้าสู่ช่วงแนวเส้นทางที่พิจารณา
v_1	=	ความเร็วเฉลี่ยของรถในช่วงแนวเส้นทางที่พิจารณา

V	=	ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ
V_{85}	=	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์
V_A	=	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ ไทล์ของรถทั้งหมด
V_L	=	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ ไทล์ของรถบรรทุกเบา
V_P	=	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
V_T	=	ความเร็วที่ 85 เปอร์เซนต์ไทล์ ของรถบรรทุก
ΔV_A	=	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของรถทั้งหมด
ΔV_L	=	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของรถบรรทุกเบา
ΔV_P	=	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล
ΔV_T	=	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของรถบรรทุก
WL	=	ค่าเวอร์กโหลดของผู้ขับขี่
w	=	ความกว้างของช่องจราจร
x	=	ระยะทาง
x_{ij}	=	ตัวแปรในแต่ละแบบจำลอง i. แยกเป็น j ตัวแปร
X_n	=	ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเร็วยานพาหนะ
Y_i	=	จำนวนอุบัติเหตุที่ได้จากการคำนวณในถนนช่วง i. ช่วงเวลา 1 ปี
y_i	=	จำนวนอุบัติเหตุจากการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน
α_i	=	มุมภายนอกระหว่างแนวทางตรงที่ i. กับทางตรงที่ i+1
β_i	=	ระยะทางตามแนวโค้งระหว่างจุดสูงสุดหรือต่ำสุดของโค้งคิ่งที่ i. กับจุดสูงสุดหรือต่ำสุดของโค้งคิ่งที่ i+1
γ	=	ความลาดชัน
f	=	ปริมาณรถบรรทุกในกระแสดจราจร
ε	=	ค่าการกระจายในแต่ละทิศทางของกระแสดจราจร (Directional Distribution of Traffic)
ρ	=	ความหนาแน่นของปริมาณจราจร