

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถบนถนนสายหลักเขตชานเมือง

Factors Affecting Vehicle Speed on Suburban Arterial

อานนท์ นพประเสริฐ (Anon Nobprasroeth)* ดร.วิชชุดา เสถียรนาม (Dr.Wichuda Satiennam)^{1**}

ดร.นพดล กรประเสริฐ (Dr.Nopadon Kronprasert)^{***} ดร.ธเนศ เสถียรนาม (Dr.Thaned Satiennam)^{****}

(Received: September 13, 2021; Revised: November 19, 2021; Accepted: November 22, 2021)

บทคัดย่อ

ความเร็วเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการชนบนถนน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ การศึกษานี้สำรวจและเปรียบเทียบความเร็วรถ 6 ประเภท ซึ่งจำกัดความเร็วที่ 90 80 และ 60 กม./ชม. ในช่วงก่อนและระหว่างดำเนินการกวดขันความเร็วบนถนนสายหลักเขตชานเมืองจังหวัดขอนแก่น วิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และสร้างแบบจำลองการถดถอยพหุคูณเพื่อแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ความเร็วรถ ผลการศึกษาพบว่าผู้ขับขี่มีช่วงความเร็วที่กว้าง และมีความเร็วที่ 85 เพอร์เซ็นไทล์ไม่สอดคล้องกับค่าความเร็วจำกัด ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วของรถแต่ละชนิดแตกต่างกัน ในภาพรวม ภายใต้อาณัติ การเชื่อมต่อข้างทาง และสภาพการจราจร เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ โดยมาตรการกวดขันความเร็วด้วยเครื่องตรวจจับความเร็วแบบพกพาส่งผลให้ความเร็วรถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถกระบะลดลง

ABSTRACT

Speed is a major contributing factor in a road crash. The objective of this study was to examine the factors affecting vehicles speed. Six vehicle types with speed limits of 90 80 and 60 km/h were observed on a suburban arterial in Khon Kaen before and between speed enforcement activities. Descriptive statistics and multiple regression analysis were applied to create models for indicating the factors influencing vehicle speed. The findings revealed that drivers have a broad speed range, with the 85th percentile speed not matching the speed limits. Generally, road geometries access control and traffic characteristics mainly affect vehicles speed. Speed enforcement with a portable speed detector results only in reduced passenger car and pickup truck speed.

คำสำคัญ: ความเร็วรถ มาตรการบังคับใช้กฎหมายควบคุมความเร็ว ปัจจัยทางกายภาพ

Keywords: Vehicle speed, Speed enforcement, Physical factors

¹Corresponding author: wichsa@kku.ac.th

*นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

****ศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

การชนบนถนนนับเป็นสาเหตุหลักในการเสียชีวิตในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2561 องค์การอนามัยโลก [1] รายงานอัตราการเสียชีวิตทางถนนของประเทศไทยสูงเป็นอันดับที่ 9 ของประเทศสมาชิกทั่วโลก โดยคิดเป็น 32.7 คนต่อแสนประชากร โดยหากพิจารณาในกลุ่มประเทศอาเซียน [2] จะพบว่าประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตทางถนนสูงสุดในอาเซียน และข้อมูลสถิติการชนในประเทศ [3] ชี้ว่าการชนบนถนนเป็นสาเหตุการตายหลักของวัยรุ่นและวัยทำงาน โดยมีมูลเหตุหลักมาจากการขับรถเร็วเกินกำหนดถึง 67 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยสาเหตุจากคนหรือรถตัดหน้ากระชั้นชิด 9 เปอร์เซ็นต์ และหลับใน 6 เปอร์เซ็นต์

เป็นที่ทราบกันดีว่าความเร็วรถนับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการชน ระดับความเร็วรถส่งผลทั้งต่อระดับความเสี่ยงในการเกิดเหตุและต่อระดับความรุนแรงในการบาดเจ็บ โดยเมื่อความเร็วรถเพิ่มขึ้น ผู้ขับขี่จะมีเวลาน้อยลงในการรับรู้เหตุการณ์และหลีกเลี่ยงการชน ในกรณีที่ต้องหยุดรถ ผู้ขับขี่จะต้องการะยะทางในการหยุดรถเพิ่มขึ้น ความเร็วที่เพิ่มขึ้นยังมีส่วนเพิ่มโอกาสในการเสียการควบคุมรถ ซึ่งสถานการณ์ที่กล่าวมาล้วนทำให้ระดับความเสี่ยงในการเกิดเหตุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการชนได้ ความเร็วรถที่เพิ่มขึ้นจะทำให้แรงกระแทกขณะชนเพิ่มขึ้น แรงดังกล่าวจะส่งผลโดยตรงต่อระดับการบาดเจ็บ ซึ่งร่างกายมนุษย์ทนแรงกระแทกนี้ได้ไม่มากนักก่อนที่จะบาดเจ็บสาหัสและเสียชีวิต ดังนั้น การควบคุมความเร็วรถให้เหมาะสมกับสภาพความเสี่ยงในการชนจึงเป็นมาตรการสำคัญอย่างยิ่งในการลดการตายบนถนน

เนื่องจากพฤติกรรมมนุษย์มีความซับซ้อน อีกทั้งยังมีลักษณะการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามความเสี่ยง [4] ดังนั้นองค์ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมความเร็วรถ การทำความเข้าใจกับพฤติกรรมการใช้ความเร็วและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ความเร็วมีความสำคัญในการออกแบบมาตรการด้านต่าง ๆ เพื่อควบคุมให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วรถอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์รอบด้าน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาความเร็วรถที่ผู้ขับขี่เลือกใช้ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนามาตรการควบคุมความเร็วรถ

ความเร็วรถและปัจจัยที่มีอิทธิพล

ในด้านพฤติกรรมการใช้ความเร็ว สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2560 [5] ศึกษาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่รถยนต์และรถบรรทุกตามลักษณะทางกายภาพและบริบทพื้นที่ของสายทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ผลการวิจัยพบว่าผู้ขับขี่จำนวนมากใช้ความเร็วเกินความเร็วที่กฎหมายกำหนดและความเร็วรถมีการกระจายตัวมาก โดยในพื้นที่นอกเขตเมือง ผู้ขับขี่รถยนต์ใช้ความเร็วเกินความเร็วจำกัดสูงถึง 53.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าสายทางที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อื่น และผู้ขับขี่รถบรรทุกใช้ความเร็วเกินความเร็วจำกัด 7.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าในพื้นที่เขตเมืองและทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ผลการศึกษาเสนอให้พิจารณากำหนดความเร็วจำกัดใหม่ตามลักษณะทางกายภาพถนน บริบทพื้นที่ และความเร็วที่ผู้ขับขี่เลือกใช้ โดยในกรณีของถนนนอกเขตเมืองขนาด 2 ช่องจราจรหรือมากกว่า 2 ช่องจราจรแต่ไม่มีเกาะกลางหรือทางคู่ขนาน กำหนดใหม่เป็น รถยนต์ 90 กม./ชม. รถบรรทุก 70 กม./ชม. และบนถนนขนาดมากกว่า 2 ช่องจราจร มีเกาะกลางหรือมีทางคู่ขนาน กำหนดใหม่เป็น รถยนต์ 100 กม./ชม. รถบรรทุก 80 กม./ชม.

สินีนาฏและสุพรชัย พ.ศ. 2562 [6] ศึกษาการใช้ความเร็วของรถยนต์และรถบรรทุก บนถนนทางหลวง 2 และ 4 ช่องจราจร (เขตเมืองและชนบท) และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง โดยผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 7 กรณี โดยแต่ละกรณีการศึกษาประกอบไปด้วย เขตของถนน จำนวนช่องจราจร และประเภทเกาะกลาง จากนั้นวิเคราะห์หาการกระจายตัวของ

ความเร็วและความแตกต่างของความเร็วขณะขับขี่กับค่าความเร็วจำกัดต่าง ๆ (ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบถนน ความเร็วจำกัดในปัจจุบัน และความเร็วจำกัดจากโปรแกรม Us limits 2) พร้อมทั้งศึกษาปัจจัยทางกายภาพ (จำนวนช่องจราจร ลักษณะเกาะกลาง และช่วงเวลากลางวันกลางคืน) ที่มีผลต่อความเร็ว โดยผลการวิจัยพบว่าผู้ขับขี่รถยนต์บนถนนนอกเขตเมืองใช้ความเร็วเกินความเร็วจำกัดสูงสุด เท่ากับ 27.5 เปอร์เซ็นต์ และรถบรรทุกมีความเร็วเกินความเร็วจำกัด 12.2 เปอร์เซ็นต์ มากเป็นอันดับที่ 2 รองจากเขตเมือง (24.4 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเกือบทุกจุดมีการกระจายตัวของรถยนต์ที่มากกว่ารถบรรทุกเนื่องจากกรมการขนส่งได้ออกกฎหมายให้รถบรรทุกติดระบบ GPS ในปี พ.ศ. 2558 มีผลให้รถบรรทุกใช้ความเร็วใกล้เคียงกันทำให้การกระจายตัวของความเร็วน้อย และลักษณะทางกายภาพทั้งจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางมีผลต่อความเร็วของรถยนต์เท่านั้น จากข้อมูลพฤติกรรมการขับขี่ที่สำรวจพบ การศึกษานี้เสนอให้ปรับลดความเร็วจำกัดของรถยนต์ในเขตเมือง

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ความเร็วที่ผู้ขับขี่รถยนต์และรถบรรทุกเลือกใช้และความเร็วจำกัดตามกฎหมายอาจยังไม่สอดคล้องกันเท่าที่ควร ซึ่งค่าความเร็วจำกัดในปัจจุบัน อ้างอิงตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2522 [7] แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวงฉบับที่ 10 พ.ศ. 2524 [8] ออกตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 [9] กำหนดความเร็วรถนอกเขตเมืองและในเขตเมือง โดยนอกเขตเมืองให้รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ให้ขับไม่เกิน 90 กม./ชม. รถบรรทุกหรือรถบรรทุกคนโดยสารให้ขับไม่เกิน 80 กม./ชม. และ รถพ่วงให้ขับไม่เกิน 60 กม./ชม. และกำหนดความเร็วที่ลดลงเมื่อเข้าเขตเมือง โดยไม่มีการกำหนดความเร็วจำกัดในบริเวณรอยต่อเขตเมืองและนอกเมือง

ในด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ ผลการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความเร็วรถมีความสัมพันธ์กับลักษณะของผู้ขับขี่ และปัจจัยภายนอกในด้านต่าง ๆ เช่น กายภาพถนนและการควบคุมการเชื่อมต่อพื้นที่สองข้างทาง สภาพการจราจร และการบังคับใช้กฎหมาย โดยได้แสดงรายละเอียดของปัจจัย อิทธิพลต่อการใช้ความเร็วรถ และผู้วิจัยของงานวิจัยที่ผ่านมา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ

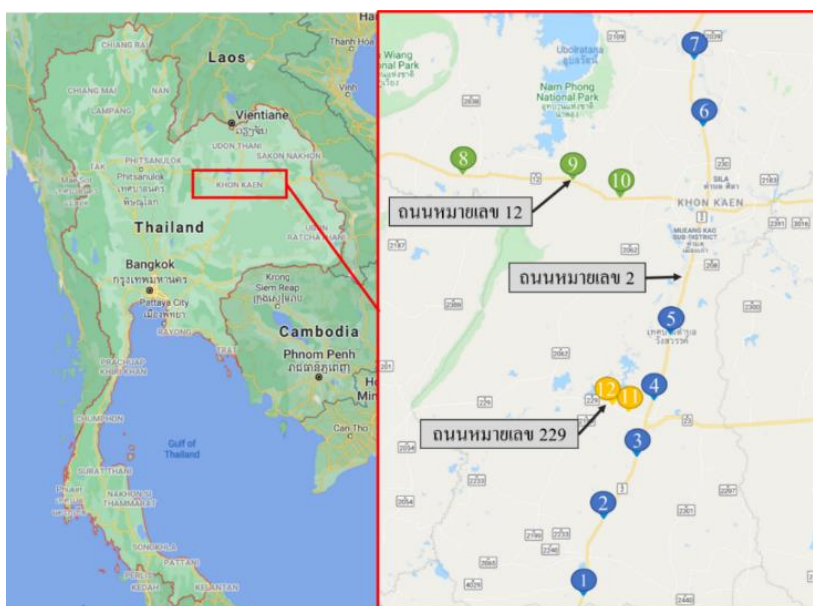
กลุ่มปัจจัย	ปัจจัย	อิทธิพลต่อการใช้ความเร็วรถ	ผู้วิจัย
กายภาพถนนและการเชื่อมต่อพื้นที่สองข้างทาง	ความกว้างเกาะกลาง	เกาะกลางกว้างขึ้น ส่งผลให้ความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์เพิ่มขึ้น	Semeida AM, 2013 [10]
		ความเร็วรถยนต์เพิ่มขึ้นตามความกว้างเกาะกลาง	Ojarutip S, Utainarumol S, 2019 [6]
	ความชัน	ทุกการเพิ่มขึ้นของความชัน 1 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลด 2 กม./ชม. และทุกการลดลงของความชัน 1 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มความเร็วประมาณ 2 กม./ชม.	Yagar S, Aerde MV, 1983 [11]
		ถนนที่ชันขึ้นจะลดความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ และถนนที่ชันลงจะเพิ่มความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ	Figueroa AM, Tarko AP, 2005 [12]
	จำนวนทางเชื่อม	ทุกการเพิ่มขึ้น 1 ทางเชื่อม ส่งผลให้ความเร็วลดลงประมาณ 8 กม./ชม.	Yagar S, Aerde MV, 1983 [11]
		ถนนที่มีทางเชื่อมส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ลดลง	Semeida AM, 2013 [10]
สภาพการจราจร	ชนิดของวัน	ความเร็วของวันธรรมดาสูงกว่าวันหยุด	Brilon W, Ponzlet M, 1996 [13]
	สัดส่วนรถยนต์	การเพิ่มขึ้นของรถยนต์ จะลดความเร็วเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 50 และ 10 ลงประมาณ 8 5 และ 3 กม./ชม. ตามลำดับ	Aerde MV, Yagar S, 1983 [14]
การบังคับใช้กฎหมาย	ชั่วโมงการบังคับใช้	จำนวนชั่วโมงของการใช้มาตรการที่มากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยใน	Elvik R, 2001 [15]
	กฎหมาย	ช่วงเวลากลางวันลดลง	
	ความเร็วจำกัด	การเพิ่มค่าความเร็วจำกัดทำให้การขับขี่เร็วขึ้น และมักจะขับขี่เกินความเร็วจำกัดที่กำหนดขึ้นใหม่	Hu W, 2017 [16]

จากข้อมูลในตารางที่ 1 อิทธิพลของปัจจัยด้านต่าง ๆ ส่งผลต่อความเร็วรถในทิศทางที่ต่างกัน และการศึกษาในพื้นที่ต่าง ๆ ให้ข้อมูลอิทธิพลของปัจจัยที่ต่างกัน และการศึกษาส่วนใหญ่ให้ข้อมูลในบริบทของถนนในประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกับบริบทถนนในประเทศไทย และมีข้อมูลที่สะท้อนสภาพถนนในประเทศกำลังพัฒนา เช่น อิทธิพลจากระบบการจราจรอย่างจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้สนใจศึกษาความเร็วที่ผู้ขับขี่รถแต่ละประเภทเลือกใช้ขณะขับขึ้นถนนย่านชานเมือง รวมทั้งปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถในบริบทถนนในประเทศกำลังพัฒนา

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาความเร็วของผู้ขับขึ้นถนนสายหลักขนาดตั้งแต่ 4 ช่องจราจรขึ้นไปในเขตชานเมืองจังหวัดขอนแก่น ซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินการมาตรการควบคุมความเร็วด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วแบบพกพา ภายใต้โครงการ “การวิเคราะห์ผลของระดับความเข้มงวดของการตรวจจับความเร็วต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะ” [17] โดยเลือกทางหลวงหมายเลข 2 และ 12 ซึ่งมีการดำเนินการมาตรการควบคุมความเร็วเป็นสายทางทดสอบ (Case experiment) และเลือกทางหลวงหมายเลข 229 เป็นสายทางเปรียบเทียบ (Case control) ในการพิจารณาคัดเลือกตำแหน่งสำรวจข้อมูลความเร็วทั้งสิ้น 12 ตำแหน่งจากสถิติการชน 3 ปีย้อนหลังของกรมทางหลวง โดยมีตำแหน่งสำรวจข้อมูลแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตำแหน่งจุดสำรวจ

จุดสำรวจส่วนมากมีเกาะกลางเป็นแบบร่อง (Depressed median) ยกเว้นถนนหมายเลข 229 ที่เป็นแบบสี (Flush median) และจุดสำรวจหมายเลข 10 ที่เป็นแบบยก (Raised median) ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดความกว้างของช่องจราจร ไหล่ทางด้านนอก และไหล่ทางด้านในใกล้เคียงกัน โดยมีรายละเอียดข้อมูลตำแหน่งสำรวจ และลักษณะกายภาพดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของตำแหน่งสำรวจข้อมูลความเร็วรถ

หมายเลข ทางหลวง	จุดสำรวจ	ตำแหน่ง (หลักกิโลเมตร)	ความกว้างเกาะกลาง (เมตร)	ปริมาณจราจรบนคัน (คัน/วัน)	ทิศเข้าเมืองขอนแก่น			ทิศออกเมืองขอนแก่น		
					ความชัน* (%)	ทางเชื่อม**	ทางเชื่อมอื่น ๆ***	ความชัน* (%)	ทางเชื่อม**	ทางเชื่อมอื่น ๆ***
2	1	255 + 500	9	1544	-1.6	0	1	0.2	0	1
	2	271 + 100	9	1470	0	0	4	-1.2	2	0
	3	285 + 400	9	1470	-0.2	0	1	0	2	0
	4	297 + 000	9	1470	1	3	0	0.2	2	2
	5	310 + 000	7.5	1470	-0.4	2	2	-1	1	4
	6	351 + 500	8	5012	1.8	0	0	0	0	0
	7	366 + 700	9	2091	0	0	2	-0.4	0	1
12	8	502 + 000	11	1358	0	0	1	0.2	0	1
	9	524 + 000	11	1358	-1.2	3	0	-0.4	0	2
	10	534 + 000	6	5171	-1.2	0	1	-0.2	1	0
229	11	3 + 500	3	2233	0	1	2	-1.2	4	0
	12	7 + 500	3	2233	-0.4	2	4	-0.8	2	5

หมายเหตุ * คำนวณความชันเส้นทางในระยะทาง 500 เมตรก่อนถึงจุดสำรวจข้อมูล

** จำนวนทางเชื่อมที่มีผิวทางคอนกรีตหรือลาดยาง ต่อระยะทาง 300 เมตร (200 และ 100 เมตร ก่อนและหลังตำแหน่งสำรวจข้อมูล)

*** จำนวนทางเชื่อมที่ไม่มีผิวทาง ต่อระยะทาง 300 เมตร (200 และ 100 เมตร ก่อนและหลังตำแหน่งสำรวจข้อมูล) ในทิศทางที่สำรวจข้อมูล

2. การสำรวจข้อมูลความเร็วรถ

การศึกษานี้สำรวจความเร็วรถ 3 กลุ่ม อ้างอิงตามความเร็วจำกัดบนทางหลวงนอกเขตเมือง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 รถที่มีความเร็วจำกัด 90 กม./ชม. ได้แก่ รถยนต์นั่งและรถกระบะ กลุ่มที่ 2 รถที่มีความเร็วจำกัด 80 กม./ชม. ได้แก่ รถตู้รถโดยสาร และรถบรรทุก และกลุ่มที่ 3 รถที่มีความเร็วจำกัด 60 กม./ชม. ได้แก่ รถพ่วง

การสำรวจความเร็วดำเนินการใน 2 สถานการณ์ในการบังคับใช้กฎหมาย สถานการณ์แรก (ระดับที่ 0) สำรวจความเร็วรถในช่วงที่ไม่มีการตั้งด่านกวดขันความเร็ว ระหว่างเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 และสถานการณ์ที่สอง (ระดับที่ 1) สำรวจความเร็วในช่วงที่มีการตั้งด่านกวดขันความเร็วอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง มกราคม พ.ศ. 2563 การตั้งด่านกวดขันความเร็วในการศึกษานี้ มีลักษณะเป็นการตรวจจับแบบซึ่งหน้าและไม่มีการหยุดรถ ตรวจจับความเร็วด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วแบบพกพา และมีการติดตั้งป้ายเตือนการตรวจจับความเร็วแบบชั่วคราวอย่างชัดเจนในบริเวณก่อนถึงด่านตรวจจับความเร็ว

ผู้วิจัยใช้วิธีการสำรวจความเร็วแบบจุด สำรวจความเร็วด้วยปืนตรวจจับความเร็ว [17] ในบริเวณจุดสำรวจ 12 ตำแหน่ง ทั้ง 2 ทิศทาง (ขาเข้าเมืองขอนแก่นและขาออกเมืองขอนแก่น) ทิศทางละ 1-2 ชั่วโมง ทั้งในช่วงวันหยุดและวันธรรมดา นอกช่วงเวลาเร่งด่วน (off-peak) ระหว่างเวลา 9.00 น. ถึง 12.00 น. และ 13.00 น. ถึง 16.00 น. โดยขณะทำการสำรวจความเร็วรถ ผู้วิจัยซ่อนตัวห่างจากขอบถนนในระยะห่างที่ปลอดภัยและไม่เป็นจุดสนใจของผู้ขับขี่ ซึ่งทั้ง 12 ตำแหน่งอยู่ห่างจากจุดที่เจ้าหน้าที่ตำรวจตั้งด่านกวดขันความเร็ว แต่อยู่บนสายทางเดียวกัน

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและสัดส่วนของรถที่ทำการสำรวจ ซึ่งมีสัดส่วนประเภทรถใกล้เคียงกันทั้ง 2 สถานการณ์ ซึ่งชนิดรถที่มีปริมาณมากที่สุดคือ รถยนต์และรถกระบะ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ข้อมูลแสดงสถิติเชิงพรรณนาของการสำรวจความเร็ว (ตัวแปรเชิงปริมาณ)

สถานการณ์	พื้นที่ศึกษา	ชนิดยานพาหนะ							รวม (คัน)
		กิโลเมตร	รถยนต์	รถกระบะ	รถตู้	รถโดยสาร	รถบรรทุก	รถพ่วง	
ปกติ	2	255 + 500	512	534	78	30	158	59	1,371
		271 + 100	475	503	88	52	147	64	1,329
		285 + 400	427	447	94	59	123	56	1,206
		297 + 000	393	429	47	17	196	64	1,146
		310 + 000	506	511	86	31	211	45	1,390
		351 + 500	436	437	76	42	69	91	1,151
		366 + 700	407	443	68	23	82	112	1,135
	12	502 + 000	316	383	31	8	33	53	824
		524 + 000	325	379	35	17	42	78	876
		534 + 000	352	377	39	21	62	72	923
	229	3 + 500	367	465	22	12	57	7	930
		7 + 500	258	415	16	9	52	1	751
		รวม	4,774	5,323	680	321	1,232	702	13,032
กวดขันความเร็วรถ	2	255 + 500	460	468	36	16	88	120	1,188
		271 + 100	471	465	51	25	74	117	1,203
		285 + 400	471	425	58	15	81	98	1,148
		297 + 000	514	511	62	26	77	116	1,306
		310 + 000	495	475	40	14	69	78	1,171
		351 + 500	496	505	47	21	68	69	1,206
		366 + 700	521	513	34	18	79	94	1,259
	12	502 + 000	411	503	29	6	82	67	1,098
		524 + 000	460	508	23	17	41	49	1,098
		534 + 000	488	522	31	23	40	48	1,152
	229	3 + 500	293	417	18	6	25	12	771
		7 + 500	305	381	12	3	28	10	739
		รวม	5,385	5,693	441	190	752	878	13,339

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่รถทั้ง 6 ชนิดตามกลุ่มความเร็วจำกัด 3 กลุ่ม (90 80 และ 60 กม./ชม. ตามลำดับ) แสดงผลข้อมูลความเร็วรถในรูปแบบภาพแสดงการกระจายของข้อมูลแบบกล่อง (Box plot) ซึ่งแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 (Q_1), 50 (Q_2 หรือค่ากลาง), 75 (Q_3), ค่าเฉลี่ย และร้อยละของรถที่มีความเร็วต่ำกว่าและสูงกว่าความเร็วที่ 15 และ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ตามลำดับ รวมทั้งเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในช่วงก่อนและระหว่างมีการกวดขันความเร็วด้วยสถิติทดสอบที (T-test)

ในส่วนของการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ การศึกษานี้ใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ที่มีตัวแปรตามคือ ความเร็วรถประเภทต่าง ๆ และตัวแปรอิสระ 3 กลุ่ม ได้แก่ กายภาพถนน สภาพการจราจร และการบังคับใช้กฎหมาย โดยแสดงรายละเอียดการกำหนดตัวแปรอิสระในตารางที่ 4 และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพื่อไม่ให้เกิดปัญหา Multicollinearity ในแบบจำลองการถดถอยพหุคูณ โดยตรวจสอบให้ค่า Tolerance มากกว่า 0.1 และ Variance Inflation Factor หรือ VIF น้อยกว่า 10

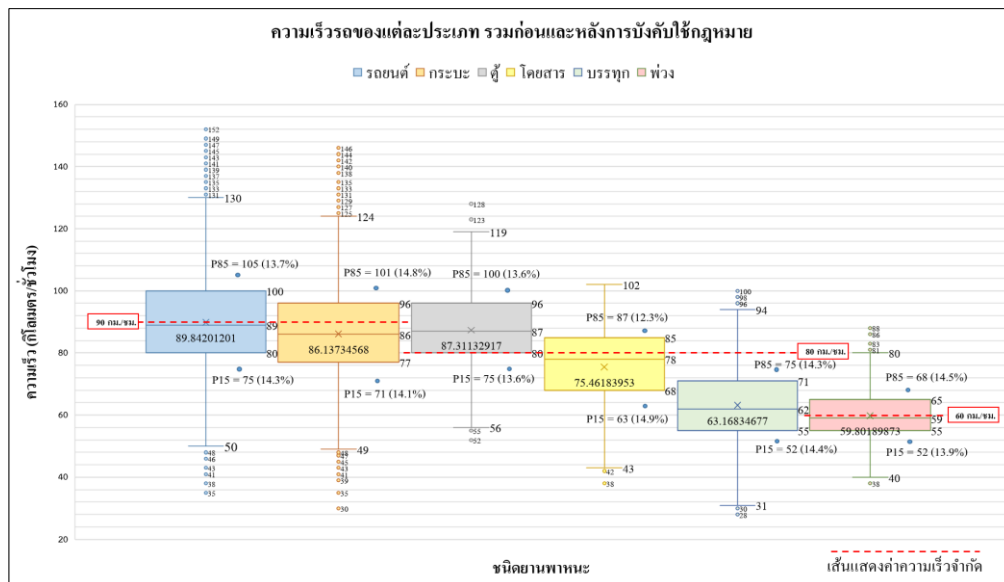
ตารางที่ 4 กลุ่มตัวแปร ตัวแปรอิสระ และรายละเอียดการกำหนดค่าตัวแปรอิสระ

กลุ่มตัวแปร	ตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร	อ้างอิง
กายภาพถนนและการเชื่อมต่อข้างทาง	เกาะกลางกว้าง (X_1)	>7.9 เมตร 1, ≤7.9 เมตร 0	Semeida AM, 2013 [10]
	ความชันเป็นบวกร (X ₂)	ชันขึ้น 1, ชันลงหรือราบ 0	Ojarutip S, Utainarumol S, 2019 [6]
	ทางเชื่อม (X_3)	เข้าเมือง >1.3 ทางเชื่อม 1, ≤1.3 ทางเชื่อม 0	Yagar S, Aerde MV, 1983 [11]
	ทางเชื่อมอื่น ๆ (X_4)	ออกเมือง >0.9 ทางเชื่อม 1, ≤0.9 ทางเชื่อม 0	Figueroa AM, Tarko AP, 2005 [12]
สภาพการจราจร	วันธรรมดา (X_5)	วันธรรมดา 1, วันหยุด 0	Brilon W, Ponzlet M, 1996 [13]
	เข้าเมือง (X_6)	เข้าเมือง 1, ออกเมือง 0	Aerde MV, Yagar S, 1983 [14]
	จักรยานยนต์ (X_7)	>2240 คัน 1, ≤2240 คัน 0	-
	การกวดขันความเร็ว (X_8)	มี 1, ไม่มี 0	Elvik R, 2001 [15]

ผลการศึกษา

1. ความเร็วและการกระจายความเร็วรถ

ในภาพรวม ผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่รถทั้ง 6 ชนิดตามความเร็วจำกัด 3 กลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยสามารถอธิบายการกระจายของความเร็วรถในแต่ละกลุ่มความเร็วจำกัด ได้ดังนี้



ภาพที่ 2 ความเร็วรถแต่ละประเภท

กลุ่มที่ 1 ในกลุ่มผู้ขับขี่รถที่จำกัดความเร็ว 90 กม./ชม. ผลการสำรวจพบว่า ผู้ขับขี่รถยนต์และรถกระบะมีช่วงความเร็ว Q_1 - Q_3 เท่ากับ 80-100 และ 77-96 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ยมีค่า 90 และ 86 กม./ชม. และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 105 และ 101 กม./ชม. ตามลำดับ ซึ่งความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์มีค่ามากกว่าค่าความเร็ว

จำกัดถึง 15 และ 11 กม./ชม. ตามลำดับ เมื่อพิจารณารถยนต์ซึ่งมีช่วงความเร็ว Q_1-Q_3 อยู่ระหว่างค่าความเร็วจำกัด (80-100 กม./ชม.) และค่าเฉลี่ยที่เท่ากับค่าความเร็วจำกัด (90 กม./ชม.) พบว่ามีค่าน้อยกว่างานวิจัยที่ผ่านมา [5] โดยผลพบว่ารถยนต์มีช่วงความเร็ว Q_1-Q_3 ที่ 97-117 กม./ชม. และค่าความเร็วกลางที่ 102-109 กม./ชม. ซึ่งสูงกว่าค่าความเร็วจำกัดเป็นอย่างมาก นอกจากนั้น ผลการสำรวจพบว่า ผู้ขับขี่รถในกลุ่มนี้ใช้ความเร็วที่กระจายตัวในช่วงที่กว้างมากเมื่อเทียบกับรถในกลุ่มอื่น ๆ มีรถจำนวนหนึ่งที่ใช้ความเร็วค่อนข้างสูงและต่ำกว่าความเร็วของกระแสจราจรมาก ซึ่งกลุ่มผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วต่ำกว่ากระแสจราจรมากอาจเป็นผู้ขับขี่รถท้องถิ่น ที่เข้ามาใช้ถนนสายหลักในการเดินทางในระยะสั้น ๆ ลักษณะความเร็วที่แตกต่างดังกล่าวสร้างความเสี่ยงและสะท้อนถึงปัญหาโครงข่ายถนนที่สร้างสภาพการจราจรแบบผสมซึ่งรถทางไกลและรถท้องถิ่นใช้งานทางหลวงร่วมกัน

กลุ่มที่ 2 ในกลุ่มผู้ขับขี่รถที่จำกัดความเร็ว 80 กม./ชม. ผลการสำรวจพบว่า ผู้ขับขี่รถตู้ รถโดยสาร และรถบรรทุก มีช่วงความเร็ว Q_1-Q_3 เท่ากับ 80-96 68-85 และ 55-71 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ยมีค่า 87 75 และ 63 กม./ชม. และค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 100 87 และ 75 กม./ชม. ตามลำดับ ผลการสำรวจความเร็วแสดงให้เห็นว่า ผู้ขับขี่รถแต่ละชนิดในกลุ่มนี้มีพฤติกรรมการใช้ความเร็วที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยผู้ขับขี่รถตู้มีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์สูงกว่าความเร็วจำกัดถึง 20 กม./ชม.

กลุ่มที่ 3 ในกลุ่มผู้ขับขี่รถที่จำกัดความเร็ว 60 กม./ชม. ผลการสำรวจพบว่า ผู้ขับขี่รถพ่วง มีช่วงความเร็ว Q_1-Q_3 เท่ากับ 55-65 กม./ชม. ความเร็วเฉลี่ย 60 กม./ชม. และความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ 68 กม./ชม. ซึ่งมากกว่าความเร็วจำกัดถึง 8 กม./ชม.

2. ความเร็วรถและการบังคับใช้กฎหมาย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขึ้นถนนสายทางทดสอบและสายทางเปรียบเทียบในช่วงก่อน (ระดับที่ 0) และระหว่างมาตรการกวดขันความเร็วรถ (ระดับที่ 1) ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ความเร็วรถบนสายทางทดสอบและเปรียบเทียบ ก่อนและระหว่างกวดขันความเร็ว (90 กม./ชม.)

ชนิดรถ	ระดับ	ความเร็วรถ (กม./ชม.)						Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		N	Mean	S.D.	V ₈₅	N>V ₈₅	N<V ₁₅	F	Sig.	t	df	Sig.
สายทางทดสอบ												
รถยนต์	0	4,149	91.3	14.3	106	13.8%	14.9%	.042	.839	3.186	8933	.001***
	1	4,786	90.3	14.4	105	14.0%	15.0%					
รถกระบะ	0	4,441	88.7	14.5	104	13.6%	14.1%	.143	.706	8.876	9334	.000***
	1	4,895	86.1	14.4	101	14.4%	14.7%					
สายทางเปรียบเทียบ												
รถยนต์	0	623	83.6	14.5	98	14.8%	14.4%	.012	.913	.577	1217	.564
	1	596	83.1	14.3	99	14.6%	14.6%					
รถกระบะ	0	875	79.7	15.3	96	13.6%	15.0%	9.489	.002	.554	1671	.580
	1	798	79.3	13.9	93	13.9%	13.0%					

หมายเหตุ *** $p \leq 0.001$, ** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$

จากข้อมูลในตารางที่ 5 ในสถานการณ์ที่มีการตั้งด่านควบคุมความเร็วบนสายทางทดสอบ ความเร็วของผู้ขับขี่รถกลุ่มที่จำกัดความเร็ว 90 กม./ชม. ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นไทล์ของรถยนต์และรถกระบะ

ลดลง 1 และ 3 กม./ชม. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเร็วรถบนสายทางเปรียบเทียบ การศึกษานี้พบว่าความเร็วของรถทั้งสองชนิดในสองช่วงเวลาไม่แตกต่าง ดังนั้นอาจสามารถสรุปในเบื้องต้นว่า การตั้งด่านกวดขันความเร็วด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วแบบกพกพโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ ในช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง มกราคม พ.ศ. 2563 โดยกำหนดความเร็วในป้ายเตือนที่ 90 กม./ชม. บนทางสายหลักในจังหวัดขอนแก่น อย่างน้อย สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง สามารถลดความเร็วของผู้ขับขี่รถยนต์และรถกระบะซึ่งจำกัดความเร็วที่ 90 กม./ชม. ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลจากงานวิจัยที่ผ่านมา [17] ซึ่งพบว่าหลังมีการดำเนินมาตรการตรวจจับความเร็วในจังหวัดขอนแก่น ผู้ขับขี่มีการใช้ความเร็วที่ลดลง เช่นเดียวกันกับ [15] พบว่าจำนวนชั่วโมงต่อวัน ในการดำเนินมาตรการที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันลดลง

ตารางที่ 6 ความเร็วรถบนสายทางทดสอบและเปรียบเทียบ ก่อนและระหว่างกวดขันความเร็ว (80 และ 60 กม./ชม.)

ชนิดรถ	ระดับ	ความเร็วรถ (กม./ชม.)						Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		N	Mean	S.D.	V ₈₅	N>V ₈₅	N<V ₁₅	F	Sig.	t	df	Sig.
สายทางทดสอบ												
รถตู้	0	640	87.2	11.0	98	15.0%	14.7%	12.452	.000	-1.970	781	.049*
	1	411	88.7	12.8	103	13.1%	14.8%					
รถโดยสาร	0	298	76.4	10.3	87	13.4%	14.1%	.001	.969	-1.064	476	.288
	1	180	77.5	10.2	87	12.8%	15.0%					
รถบรรทุก	0	1,123	62.7	11.4	75	13.8%	12.6%	.234	.629	-2.751	1820	.006**
	1	699	64.2	11.4	76	14.0%	13.4%					
รถพ่วง	0	692	59.8	7.7	68	13.9%	14.0%	2.615	.106	.330	1546	.742
	1	856	59.7	8.3	68	14.4%	14.4%					
สายทางเปรียบเทียบ												
รถตู้	0	38	77.0	14.1	87	15.8%	13.2%	3.420	.069	-.951	64	.345
	1	28	79.9	9.8	87	14.3%	14.3%					
รถโดยสาร	0	21	57.2	9.9	68	9.5%	14.3%	2.062	.162	.190	28	.851
	1	9	56.6	6.3	62	22.2%	11.1%					
รถบรรทุก	0	105	60.3	9.6	70	14.3%	12.4%	.162	.688	-2.292	156	.023*
	1	53	64.1	10.3	74	13.2%	15.1%					
รถพ่วง	0	8	67.5	6.7	73	0.0%	12.5%	.682	.416	3.670	27	.001***
	1	21	59.3	4.8	64	14.3%	14.3%					

หมายเหตุ ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

จากข้อมูลในตารางที่ 6 ในกลุ่มผู้ขับขี่รถที่จำกัดความเร็ว 80 และ 60 กม./ชม. ผลการสำรวจบนสายทางทดสอบ พบว่า ผู้ขับขี่รถตู้และรถบรรทุกใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการตั้งด่านกวดขันความเร็ว โดยมีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์เพิ่มขึ้น 5 และ 1 กม./ชม. ตามลำดับ โดยที่ความเร็วของรถโดยสารและรถพ่วงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาความเร็วสายทางเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์พบว่า รถบรรทุกมีความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รถพ่วงมีความเร็วเฉลี่ยที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ความเร็วของรถตู้และรถโดยสารไม่ต่างจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการเปรียบเทียบข้างต้น รถตู้มีการใช้ความเร็วเพิ่มขึ้นบนถนนสายทดสอบ ในขณะที่ความเร็วบนสายทางเปรียบเทียบยังคงไม่แตกต่างจากเดิม และรถบรรทุกมีการใช้ความเร็วสูงขึ้นทั้งบนถนนสายทดสอบและสายทางเปรียบเทียบ ซึ่งความเร็วรถที่เปลี่ยนไปของรถกลุ่มนี้อาจเกิดจากปัจจัยอื่นนอกเหนือจากการตั้งด่านกวดขันความเร็วรถ

เช่น รถกลุ่มนี้อาจถูกควบคุมความเร็วโดยระบบอื่น เนื่องจากรถในกลุ่มนี้อยู่ภายใต้การติดตามความเร็วด้วยระบบ GPS [6] เนื่องจาก พ.ศ. 2558 กรมการขนส่งทางบกออกกฎหมายให้รถบรรทุกติดระบบ GPS ซึ่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 [18] กรมการขนส่งทางบกได้มีนโยบายให้ติดตั้งระบบ GPS Tracking บนรถสาธารณะทุกประเภทและรถบรรทุกตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไป และดำเนินมาตรการกำกับ ควบคุม ดูแล พร้อมบังคับใช้กฎหมาย ดังนั้นรถสองชนิดนี้จึงถูกควบคุมความเร็วโดย GPS Tracking และอาจไม่ได้รับผลกระทบจากการตั้งด่านควบคุมความเร็วรถ

3. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ

นอกจากปัจจัยด้านการบังคับกฎหมาย เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านกายภาพถนนและการเชื่อมต่อข้างทาง และสภาพการจราจรเพิ่มเติม และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรถและปัจจัยต่างๆด้วยวิธีการถดถอยพหุคูณ ได้แบบจำลองอธิบายความเร็วรถแต่ละชนิดที่จำกัดความเร็ว 90 กม./ชม. และ 60-80 กม./ชม. ดังแสดงในตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ ในภาพรวม ปัจจัยต่างๆที่พิจารณามีความสัมพันธ์กับความเร็วของรถค่อนข้างน้อย ($R^2 = 0.037-0.13$) และไม่พบปัญหา Multicollinearity ในแบบจำลอง เนื่องจากแต่ละปัจจัยมีค่า Tolerance ในช่วง 0.4-1.0 (มากกว่า 0.1) และค่า VIF ในช่วง 1.0-2.2 (น้อยกว่า 10)

ตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ (ความเร็วจำกัด 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

กลุ่มตัวแปร	ตัวแปร	รถยนต์		รถกระบะ	
		Beta	t	Beta	t
กายภาพถนนและการเชื่อมต่อข้างทาง	เกาะกลางกว้างมาก (X_1)	.081	5.715***	.129	9.343***
	ความชันเป็นบวก (X_2)	-.062	-5.822***	-.053	-5.187***
	ทางเชื่อมมาก (X_3)	-.134	-10.646***	-.064	-5.225***
	ทางเชื่อมอื่น ๆ มาก (X_4)	-.049	-4.183***	-.035	-3.085**
สภาพการจราจร	วันธรรมดา (X_5)	-.068	-6.972***	-.050	-5.367***
	เข้าเมือง (X_6)	-.073	-7.138***	-.048	-4.779***
	มีจักรยานยนต์มาก (X_7)	-.074	-6.234***	-.019	-1.657
การบังคับใช้กฎหมาย	การกวดขันความเร็ว (X_8)	-.019	-1.971*	-.070	-7.444***
R^2		.045		.037	

หมายเหตุ *** $p \leq 0.001$, ** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$

จากตารางที่ 7 ในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แม้ว่าปัจจัยต่างๆ ที่พิจารณาจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วรถค่อนข้างน้อย แต่ความเร็วของผู้ขับซึ่งขึ้นกับรถและรถกระบะ ก็ได้รับอิทธิพลจากทุกกลุ่มปัจจัยที่พิจารณาอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มปัจจัยด้านกายภาพ โดยเมื่อพิจารณาเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์จะพบว่าความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกาะกลางกว้างขึ้น และจะลดลงในช่วงทางขึ้นเนิน ลดลงในช่วงถนนที่มีทางเชื่อม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบขนาดของสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร จะพบว่า ทางเชื่อมแบบปูลาดและขนาดของเกาะกลาง เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อความเร็วรถยนต์และรถกระบะ ตามลำดับ โดยที่ทางเชื่อมแบบปูลาดมีอิทธิพลต่อความเร็วของรถทั้งสองประเภทมากกว่าทางเชื่อมแบบอื่น ๆ

ปัจจัยด้านสภาพการจราจรที่ศึกษา ได้แก่ ในช่วงวันธรรมดา ในทิศทางเข้าเมือง และเมื่อมีปริมาณรถจักรยานยนต์มาก ล้วนส่งผลให้ผู้ขับชะลอความเร็วลง ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลถึงสภาพการจราจรที่หนาแน่นกว่าในช่วงวันธรรมดาและในทิศทางเข้าเมือง และอธิบายถึงสภาพการจราจรแบบผสม (Mixed traffic) ที่มีรถขนาดเล็กใช้ถนนร่วมกับรถขนาดใหญ่ อิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา [14] ซึ่งพบว่าปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นลดความเร็วเปอร์เซ็นต์ไทม์ที่ 90 50 และ 10 ลงประมาณ 8 5 และ 3 กม./ชม. ตามลำดับ นอกจากนั้น การที่ผู้ขับชะลอ

ความเร็วลงเมื่อมีปริมาณรถจักรยานยนต์สูงขึ้น น่าจะเกิดจากการที่ผู้ขับขี่รับรู้ถึงความเสี่ยงในการใช้ถนนที่เพิ่มขึ้นเมื่อต้องใช้งานร่วมกับรถขนาดเล็ก และอาจเกิดจากการที่ผู้ขับขี่รับรู้ถึงสภาพการจราจรที่เปลี่ยนไปเมื่อเข้าย่านชุมชนชนบท หรือย่านชานเมือง ซึ่งบนถนนมีปริมาณรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้พบว่า ปัจจัยนี้ส่งผลต่อความเร็วของผู้ขับขี่รถยนต์เท่านั้น แต่ไม่ส่งผลต่อความเร็วของผู้ขับขี่รถกระบะซึ่งอาจจะเกิดจากสภาพความคุ้นชินกับสภาพแวดล้อมดังกล่าว

นอกจากนั้น เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านการบังคับใช้กฎหมายร่วมกับปัจจัยด้านกายภาพและการจราจร รถยนต์และรถกระบะมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ผลส่วนนี้ยืนยันว่าการตั้งด่านกวดขันความเร็วมีอิทธิพลต่อความเร็วของรถยนต์และรถกระบะ โดยเมื่อมีการกวดขันความเร็วจะส่งผลให้ผู้ขับขี่รถยนต์และรถกระบะลดความเร็วลง อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบขนาดของสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร ปัจจัยด้านการบังคับใช้กฎหมายมีอิทธิพลต่อความเร็วรถน้อยกว่าปัจจัยทางกายภาพและการจราจรอื่น ๆ ซึ่งอาจเนื่องมาจากจำนวนวันต่อสัปดาห์และจำนวนชั่วโมงในการตั้งด่านกวดขันความเร็ว (สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง) ไม่เพียงพอต่อการรับรู้ถึงการตรวจจับความเร็วของผู้ขับขี่ได้อย่างทั่วถึง จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ความเร็วไม่มากนัก

ตารางที่ 8 แสดงอิทธิพลของปัจจัยในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็วที่ 80 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการศึกษพบว่า โดยมากปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลต่อความเร็วของรถกลุ่มนี้ในทิศทางเดียวกับความเร็วรถยนต์และรถกระบะ อย่างไรก็ตาม แต่ละกลุ่มปัจจัยมีอิทธิพลที่แตกต่างกันต่อรถแต่ละประเภทในรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 8 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ (ความเร็วจำกัด 80 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

กลุ่มตัวแปร	ตัวแปร	รถตู้		รถโดยสาร		รถบรรทุก		รถพ่วง	
		Beta	t	Beta	t	Beta	t	Beta	t
กายภาพถนนและการเชื่อมต่อช่องทาง	เกาะกลางกว้างมาก (X_1)	.066	1.611	.268	4.745***	.108	3.452***	.038	1.149
	ความชันเป็นบวกร (X_2)	-.013	-.420	-.028	-.619	-.103	-4.294***	-.201	-7.607***
	ทางเชื่อมมาก (X_3)	-.100	-2.693**	-.035	-.673	-.090	-3.294***	-.031	-1.061
	ทางเชื่อมอื่น ๆ มาก (X_4)	-.005	-.154	.000	-.009	.091	3.397***	.028	1.004
สภาพการจราจร	วันธรรมดา (X_5)	-.066	-2.205*	-.076	-1.789	-.063	-2.874**	-.001	-.023
	เข้าเมือง (X_6)	-.110	-3.484***	-.212	-4.659***	-.229	-9.897***	-.139	-5.296***
	มีจักรยานยนต์มาก (X_7)	-.096	-2.704**	-.047	-.862	.097	3.841***	.039	1.257
การบังคับใช้กฎหมาย	การกวดขันความเร็ว (X_8)	.074	2.505*	.096	2.274*	.031	1.376	-.014	-.514
R ²		.041		.130		.073		.050	

หมายเหตุ *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

ในด้านปัจจัยด้านกายภาพถนนและการเชื่อมต่อพื้นที่ช่องทาง การศึกษานี้พบว่าทั้ง 4 ปัจจัยมีนัยสำคัญต่อความเร็วของรถในกลุ่มนี้ในทิศทางทางเดียวกันกับรถยนต์และรถกระบะ อย่างไรก็ตาม รถแต่ละชนิด ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยที่แตกต่างกัน ในขณะที่ความเร็วของรถตู้ รถโดยสาร และรถพ่วง ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางด้านกายภาพเพียงปัจจัยเดียว โดยจำนวนทางเชื่อมคอนกรีตส่งอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของผู้ขับขี่รถตู้ เกาะกลางที่กว้างขึ้นส่งอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วของรถโดยสาร และความชันที่เป็นบวกส่งอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของรถพ่วง ความเร็วที่ผู้ขับขี่รถบรรทุกเลือกใช้กลับได้รับอิทธิพลจากทั้ง 4 ปัจจัย โดยความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกาะกลางกว้างขึ้น และจะลดลงในช่วงทางขึ้นเนิน ลดลงในช่วงถนนที่มีทางเชื่อมแบบปูลาด แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีทางเชื่อมอื่น ๆ ซึ่งในที่นี้คือทางเชื่อมดินที่ไม่ได้ปูผิวทาง

ในกลุ่มปัจจัยด้านสภาพการจราจร การศึกษานี้พบว่าความเร็วของ รถตู้และรถบรรทุก ได้รับอิทธิพลจากทุกปัจจัยและโดยมากส่งผลในทิศทางเดียวกับของรถยนต์และรถกระบะ ยกเว้น ปัจจัยด้านสัดส่วนรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจร ซึ่งกลับมามีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วรถบรรทุก และในกลุ่มรถโดยสารและรถพ่วง พบว่ามีเพียงปัจจัยทิศทางเข้าเมืองปัจจัยเดียวที่มีนัยสำคัญต่อความเร็วที่ผู้ขับขี่เลือกใช้

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านการบังคับใช้กฎหมายร่วมกับปัจจัยด้านกายภาพและการจราจร ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยนี้มีนัยสำคัญต่อความเร็วของ รถตู้ และรถโดยสาร ซึ่งจากการวิเคราะห์ปัจจัยนี้มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการกวดขันความเร็วรถ ความเร็วของรถตู้และรถโดยสารจะเพิ่มขึ้น ผลในส่วนนี้อาจสามารถอธิบายได้จากการที่ผู้ขับขี่กลุ่มนี้ได้รับการติดตามควบคุมความเร็วจากมาตรการอื่น ๆ และอาจเกิดจากการที่รถยนต์และรถกระบะลดความเร็วลง ทำให้รถกลุ่มนี้มีโอกาสใช้ความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งข้อสังเกตนี้ต้องการข้อมูลพฤติกรรมการใช้ช่องจราจรประกอบการวิเคราะห์ เพิ่มเติมในการศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถทุกประเภทที่ใช้ถนนร่วมกัน การศึกษานี้พบว่าในภาพรวมความเร็วรถจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกาะกลางกว้างขึ้น และจะลดลงในช่วงทางขึ้นเนิน ลดลงในช่วงถนนที่มีทางเชื่อม ลดลงในช่วงวันธรรมดา ในทิศทางเข้าเมือง ผลการศึกษาส่วนนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา [10-12] และสามารถอธิบายด้วยทฤษฎีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามความเสี่ยง [4] ซึ่งอธิบายว่าผู้ขับขี่จะพยายามรักษาสมดุลของงานในการขับขี่ให้มีระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของตน เช่น การเพิ่มความเร็วบนช่วงถนนในบริเวณทางตรงยาว เนื่องจากรู้สึกว่างานในการขับขี่ง่ายขึ้น หรือเมื่อถนนเปลี่ยนจากเกาะกลางแบบสี่เป็นแบบยก [6] เนื่องจากรู้สึกปลอดภัยขึ้นเมื่อเกาะกลางมีมาตรฐานสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่เพิ่มความเร็วรถจะมีลักษณะที่ทำให้งานในการขับขี่ง่ายขึ้น โดยในช่วงถนนที่มีขนาดเกาะกลางถนนกว้าง สามารถแยกสองทิศทางห่างออกจากกันมากขึ้น น่าจะช่วยให้ผู้ขับขี่รู้สึกปลอดภัยจากการชนประสานงามากขึ้น และเมื่องานในการขับขี่ง่ายขึ้น ผู้ขับขี่จึงปรับสมดุลให้งานยากขึ้นด้วยการเพิ่มความเร็ว ในทางตรงกันข้าม ปัจจัยที่ลดความเร็วรถจะมีลักษณะที่ทำให้งานในการขับขี่ยากขึ้น เช่น บนช่วงถนนที่มีทางเชื่อมมากขึ้น โดยเฉพาะทางเชื่อมแบบปูลาดผิวทางซึ่งมีปริมาณรถเข้าออกมาก ผู้ขับขี่น่าจะรับรู้ถึงโอกาสขัดแย้งกับรถที่เข้าออกจากทางเชื่อมที่มากขึ้น หรือในช่วงวันธรรมดาในทิศทางเข้าเมืองที่มีรถมาก ผู้ขับขี่น่าจะรับรู้ถึงโอกาสขัดแย้งกับรถอื่นในกระแสจราจรมากขึ้น โอกาสในการเกิดการขัดแย้งที่มากขึ้นนำไปสู่โอกาสในการชนที่เพิ่มขึ้น งานในการขับขี่ที่ยากขึ้นนี้น่าไปสู่การปรับสมดุลด้วยการลดความเร็ว

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผู้ขับขี่แต่ละประเภทมีความเสี่ยงจริงและการรับรู้ความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ดังนั้น ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้ความเร็วจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งการศึกษานี้พบว่า ในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็ว 90 กม./ชม. ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์ลดความเร็วคือจำนวนทางเชื่อมแบบปูลาด และผู้ขับขี่รถกระบะจะเพิ่มความเร็วเมื่อเกาะกลางมีขนาดกว้างขึ้น ในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็ว 80 กม./ชม. ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ขับขี่รถตู้ลดความเร็วลงคือทางเชื่อมมากขึ้นในทิศทางเข้าเมือง ในขณะที่ผู้ขับขี่รถโดยสารจะเพิ่มความเร็วเมื่อเกาะกลางถนนกว้างขึ้นและจะลดความเร็วลงในช่วงทางเข้าเมืองในลักษณะเดียวกับในผู้ขับขี่รถบรรทุก โดยความเร็วของผู้ขับขี่รถพ่วงซึ่งจำกัดความเร็วที่ 60 กม./ชม. จะได้รับอิทธิพลจากความชันเป็นหลัก

นอกจากนั้น ความเสี่ยงจริงและการรับรู้ความเสี่ยงทั้งในเรื่องความรุนแรงในการชน และโอกาสในการถูกจับกุมของรถแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ยังส่งผลให้อิทธิพลของแต่ละปัจจัยส่งผลในทิศทางที่แตกต่างกัน เช่น ปัจจัยปริมาณรถจักรยานยนต์มีอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของรถยนต์และรถตู้ ไม่มีนัยสำคัญต่อความเร็วของรถกระบะ รถโดยสาร และรถพ่วง ในขณะที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วของรถบรรทุก ปัจจัยการกวดขันความเร็ว ส่งผลอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของ

ผู้ขับขีรถยนต์และรถกระบะ ไม่นับสำคัญต่อรถบรรทุกและรถพ่วง ในขณะที่ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วของผู้ขับขีรถตู้และรถโดยสาร

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาความเร็วรถและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วรถ โดยใช้ปืนตรวจจับความเร็วสำรวจความเร็วรถ 6 ชนิด บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2, 12 และ 229 ในช่วงก่อนและระหว่างดำเนินการมาตรการควบคุมความเร็วด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วแบบพกพาโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจบนตำแหน่งทดสอบ 10 ตำแหน่ง และตำแหน่งเปรียบเทียบ 2 ตำแหน่ง พร้อมทั้งสำรวจข้อมูลทางกายภาพต่าง ๆ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองการถดถอยพหุคูณเพื่อแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ความเร็ว

ผลการสำรวจพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่ในภาพรวมพบว่ารถแต่ละชนิดใช้ความเร็วในช่วงที่กว้างมาก และมีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ไม่สอดคล้องกับความเร็วจำกัด ในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็วที่ 80 กม./ชม. ผู้ขับขีรถตู้รถบรรทุก รถโดยสาร ใช้ความเร็วที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยเฉพาะรถตู้ที่มีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์สูงกว่าความเร็วจำกัดถึง 20 กม./ชม. ในขณะที่รถบรรทุกมีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ต่ำกว่าความเร็วจำกัด 5 กม./ชม. นอกจากนี้ การศึกษานี้พบว่าความเร็วของผู้ขับขีรถยนต์และรถกระบะลดลง 1 และ 3 กม./ชม. ตามลำดับเมื่อมีการตั้งด่านกวดขันความเร็วบนสายทางทดสอบ โดยที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความเร็วยังมีค่าค่อนข้างสูงและไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการกวดขันความเร็ว

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของปัจจัยด้านต่าง ๆ ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ การศึกษานี้พบว่า ความเร็วรถได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านกายภาพถนน การเชื่อมต่อข้างทาง และสภาพการจราจรเป็นหลัก โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วของรถแต่ละชนิดมีลักษณะที่ต่างกันไปในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็ว 90 กม./ชม. ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ขับขีรถยนต์ลดความเร็วคือจำนวนทางเชื่อมแบบปูลาด และผู้ขับขีรถกระบะจะเพิ่มความเร็วเมื่อเกาะกลางมีขนาดกว้างขึ้น ในกลุ่มรถที่จำกัดความเร็ว 80 กม./ชม. ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ขับขีรถตู้ลดความเร็วลงคือทางเชื่อมมากขึ้นในทิศทางเข้าเมือง ในขณะที่ผู้ขับขีรถโดยสารจะเพิ่มความเร็วเมื่อเกาะกลางถนนกว้างขึ้นและจะลดความเร็วลงในทิศทางเข้าเมืองในลักษณะเดียวกับในผู้ขับขีรถบรรทุก โดยความเร็วของผู้ขับขีรถพ่วงซึ่งจำกัดความเร็วที่ 60 กม./ชม. ได้รับอิทธิพลจากความชันของถนนเป็นหลัก

ในภาพรวม การศึกษานี้พบว่าความเร็วรถจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกาะกลางกว้างขึ้น และจะลดลงในช่วงทางขึ้นเนิน ลดลงในช่วงถนนที่มีทางเชื่อม ลดลงในช่วงวันธรรมดา ในทิศทางเข้าเมือง ซึ่งอธิบายโดยทฤษฎีการปรับพฤติกรรมตามความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม ปริมาณรถจักรยานยนต์และการกวดขันความเร็วมีอิทธิพลต่อความเร็วรถแต่ละประเภทในทิศทางที่ต่างกัน โดยปริมาณรถจักรยานยนต์มีอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของรถยนต์และรถตู้ ไม่นับสำคัญต่อความเร็วของรถกระบะ รถโดยสาร และรถพ่วง ในขณะที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วของรถบรรทุก ในส่วนของการกวดขันความเร็ว ปัจจัยนี้ส่งอิทธิพลเชิงลบต่อความเร็วของผู้ขับขีรถยนต์และรถกระบะ ไม่นับสำคัญต่อรถบรรทุกและรถพ่วง ในขณะที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเร็วของผู้ขับขีรถตู้และรถโดยสาร

ผลการศึกษาจากกรณีศึกษาทางหลวงสายหลักในจังหวัดขอนแก่น ให้ข้อสังเกตบางประการที่เป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยบนทางหลวงสายหลัก เนื่องจากการศึกษานี้พบว่ารถแต่ละชนิดมีช่วงความเร็วที่ค่อนข้างกว้างและมีความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทม์ที่สูงกว่าความเร็วจำกัดบนทางหลวงนอกเขตเมือง และพบว่าผู้ขับขีรถที่มีพฤติกรรมลดความเร็วลงเมื่อเข้าสู่ช่วงถนนในทิศเข้าเมือง ในถนนที่มีรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น ซึ่งสะท้อนถึงสภาพการจราจรที่มีความเป็นชุมชนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ถนนในบริเวณดังกล่าว การจัดการความเร็วรถในช่วง

รอยต่อระหว่างเขตเมืองและนอกเมือง (Sub-urban arterial) และในบริเวณช่วงถนนที่ผ่านชุมชนชนบท (Rural town arterial) เป็นประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ มาตรการต่าง ๆ ในการจัดการความเร็วรถจากประสบการณ์ในต่างประเทศ [4] เช่น การกำหนดความเร็วจำกัดให้สอดคล้องกับบริบทและหน้าที่ของถนน การปรับกายภาพให้สามารถสื่อสารบริบทและหน้าที่ถนนที่ชัดเจนแก่ผู้ขับขี่เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมเชิงบวกของผู้ขับขี่ รวมทั้งการบังคับควบคุมความเร็วรถทุกประเภทตามความเร็วจำกัดอย่างเข้มงวด โดยการศึกษาพบว่า การตั้งด่านกวดขันความเร็วด้วยอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วแบบพกพาสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ลดความเร็วของรถยนต์และรถกระบะได้ไม่มากนัก ซึ่งการศึกษาในอนาคตควรเพิ่มจำนวนวันต่อสัปดาห์และจำนวนชั่วโมงในการตั้งด่าน โดยการศึกษาในต่างประเทศ [15] พบว่าการดำเนินการตั้งด่านตั้งแต่ 3 ชั่วโมงต่อวันขึ้นไปจะช่วยลดความเร็วเฉลี่ยได้ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ไม่สามารถบังคับควบคุมความเร็วรถทุกประเภทอย่างเข้มงวด และจากการที่พบว่าปริมาณรถจักรยานยนต์ไม่ส่งผลต่อการลดความเร็วของรถกระบะ รถโดยสาร และรถพ่วง การจัดโครงข่ายถนนสายรองเพื่อรองรับและแยกรถที่ออกจากถนนสายหลักที่ใช้ความเร็วสูงอาจเป็นทางเลือกที่ช่วยให้รถที่วิ่งบนถนนสายรองมีความปลอดภัยขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษานี้เป็นผลจากการศึกษาในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น การใช้ผลในเชิงนโยบายต้องการข้อมูลจากศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของทางหลวงในเขตชนเมือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการ “การวิเคราะห์ผลของระดับความเข้มงวดของการตรวจจับความเร็วต่อการใช้ความเร็วของยานพาหนะ” สนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อนุเคราะห์ทุนในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่มอบทุนสนับสนุนการค้นคว้าและวิจัยในการทำการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Global status report on road safety 2018. *Energies*. 2018; 6(1): 1–8.
2. World Health Organization. Estimated road traffic death rate (per 100000 population) 2016 [Internet]. 2018 [cited 2021 Sep 6]. Available from: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/road_safety/road_traffic_deaths2/atlas.html
3. Office of transport and traffic policy and planning. Road accident situation analysis report of the Ministry of Transport [Internet]. 2018 [cited 2021 Sep 6]. Available from: http://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/PDF/2562-09/25620916Accident report2561_OTP.pdf. Thai.
4. SWOV. Sustainable Safety 3rd edition – The advanced vision for 2018-2030. Netherlands: SWOV Institute for Road Safety Research; 2018.
5. Thammasat university research and consultancy institute. Highway Safety Speed Study Project for Determination of Optimal Speed. Thailand: Thammasat university; 2017. Thai.
6. Ojarutip S, Utainarumol S. A Study on operating Speed of car and truck for poptimal Speed limiting on highways in free flow traffic condition. Proceedings of the 20th National Graduate Research Conference; 2019 March 15; Khon Kaen University, Thailand. Thai.



7. Office of the council of state. Ministerial Regulation No. 6 issued under the Road Traffic Act [Internet]. 1979 [cited 2021 Sep 6]. Available from:
<https://www.krisdika.go.th/librarian/get?sysid=302909&ext=htm>. Thai.
8. Office of the council of state. Ministerial Regulation No. 10 issued under the Road Traffic Act [Internet]. 1981 [cited 2021 Sep 6]. Available from:
<https://www.krisdika.go.th/librarian/get?sysid=302913&ext=htm>. Thai.
9. Office of the council of state. Land traffic act [Internet]. 1979 [cited 2021 Sep 6]. Available from:
<https://www.krisdika.go.th/librarian/get?sysid=570840&ext=htm>. Thai.
10. Semeida AM. Impact of highway geometry and posted speed on operating speed at multi-lane highways in Egypt. *J Adv Res*. 2013; 4(6): 515–523.
11. Yagar S, Aerde MV. Geometric and environmental effects on speeds of 2-lane highways. *Transp Res Part A Gen*. 1983; 17(4): 315–325.
12. Figueroa AM, Tarko AP. Speed factors on two-lane rural highways in free-flow conditions. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. 2005; 1912(1): 39–46.
13. Brilon W, Ponzlet M. Variability of speed-flow relationships on German autobahns. *Transp Res Rec*. 1996; 1555(1): 91–98.
14. Aerde MV, Yagar S. Volume effects on speeds of 2-lane highways in Ontario. *Transp Res Part A Gen*. 1983; 17(4): 301–313.
15. Elvik R. Cost-Benefit Analysis of Police Enforcement. Norway: Institute of Transport Economics; 2001.
16. Hu W. Raising the speed limit from 75 to 80 mph on Utah rural interstates: Effects on vehicle speeds and speed variance. *J Safety Res*. 2017; 61: 83–92.
17. Kronprasert N. Analyzing the Effect of Degree of Speed Enforcement on Vehicle. Thailand: Chiang Mai University; 2019. Thai.
18. Department of Land Transport. Department of Land Transport Implemented government policy to install GPS tracking in all types of public buses, every route, effective since 25 Jan 2016 [Internet]. 2017 [updated 2017 Sep 19; cited 2021 Sep 6]. Available from: https://www.dlt.go.th/th/public-news/view.php?_did=1815. Thai.