การศึกษาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ใช้รถยนต์และรถบรรทุกเพื่อเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัดให้มีความเหมาะสมบนถนนทางหลวงในสภาวะการไหลของจราจรแบบอิสระ

A Study on Operating Speed of Car and Truck forOptimal Speed Limiting on Highways in Free Flow Traffic Condition

สินีนาฏ โอจารุทิพย์ (Sineenart Ojarutip)* ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล (Dr.Supornchai Utainarumol)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของรถยนต์และรถบรรทุก บนถนนทางหลวง 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร (ในเขตเมืองและชนบท) และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง แบ่งออกเป็น 7 กรณี เพื่อให้ทราบถึงการกระจายตัวและความแตกต่างระหว่างความเร็วขณะขับขี่กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบถนน ความเร็วตามกฎหมายกำหนดและขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป (Us limits2) พร้อมทั้งปัจจัยทางกายภาพได้แก่ จำนวนช่องจราจร ลักษณะของเกาะกลาง ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนที่มีผลต่อความเร็วขณะขับขี่ เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัดที่เหมาะสม จากผลการวิเคราะห์พบว่าทุกจุดสำรวจมีความกระจายตัวไม่เหมาะสมกับความเร็วในปัจจุบัน จำนวนช่องจราจรและเกาะกลางไม่มีผลต่อความเร็วรถบรรทุก แต่มีผลต่อความเร็วรถยนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบความเร็ว มี 2 จุดที่แนะนำให้ลดความเร็วจำกัดลง เนื่องจากมีความเร็วสูงกว่าความเร็วที่ใช้ออกแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าความเร็วที่ใช้อยู่มีความไม่ปลอดภัย

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the behavior of the speed of cars and trucks. Divided into 7 cases were selected as the representatives of urban and rural areas on the highway 2 lanes, 4 lanes and intercity highway, to better understand the distribution and the difference between the Operating Speed with the Highway Design Speed. Furthermore, speed limit according to the law and speed limit calculated from the program (Us limits2) which reflected to physical factors which lead to suggest the appropriate speed limit such as the number of traffic lanes, median type appearances and day and night effects. From the results, it was found that all survey points were not suitable for the current speed. The number of traffic lanes and median type did not affect the truck speed but it affected car speed is statistically significant. By comparison, there were 2 unsafe cases which were recommended to reduce the speed limit because the operating speed is higher than the designed speed is statistically significant ($P<0.05$). It indicates that speed is not safe.

คำสำคัญ: ความเร็วขณะขับขี่ ความเร็วจำกัด ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ

Keywords: Operating speed, Speed limit, Highway design speed

** นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทย มีปริมาณจราจรบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นตามมาคืออุบัติเหตุทางถนนซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน จำแนกตามสาเหตุจากบุคคล พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดคือการขับรถเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด คิดเป็นร้อยละ 76.87 และจำแนกตามประเภทรถ ซึ่งรถยนต์นั่งส่วนบุคคลมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.80 (กรมทางหลวง สำนักอำนวยความปลอดภัย อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน, 2559) ดังนั้นความเร็วจึงเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุทางถนน ซึ่งปัญหาการขับขี่เกินกว่ากฎหมายกำหนด อาจเกิดจากความเร็วที่มีความไม่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละประเภท ปัจจุบันความเร็วจำกัดในประเทศไทยนั้น คำนึงถึงประเภทยานพาหนะและลักษณะการใช้พื้นที่เท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมตามลักษณะการใช้พื้นที่ การแบ่งทิศทาง และจำนวนช่องจราจร

จากการศึกษาของ (รัชมงคล, พนกฤษณ, 2558) ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ ประเมินและเปรียบเทียบวิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้แก่ ระบบผู้เชี่ยวชาญ USLimits2 ระบบผู้เชี่ยวชาญ VLimits2.0 และแบบจำลองของ Bellalite พบว่า วิธีการระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นวิธีการที่สามารถเสนอผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสมควรใช้เป็นตัวเลือกในการพัฒนาวิธีการกำหนดค่าขีดจำกัดความเร็วในประเทศไทยที่สามารถหาค่าขีดจำกัดความเร็วได้ อย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้จำนวนของผู้ฝ่าฝืนมาตรการขีดจำกัดความเร็ว ลดน้อยลง และสามารถลดความเสี่ยง ความถี่ และความรุนแรงของ อุบัติเหตุได้ในที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำโปรแกรม Us limits2 มาร่วมเพื่อใช้อ้างอิงและเปรียบเทียบ ศึกษาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่รถยนต์และรถบรรทุกที่ใช้ทางหลวง เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัดที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่รถยนต์และรถบรรทุก (Operating Speed) บนถนนทางหลวง 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร (ในเขตเมืองและชนบท) และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

2) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างความเร็วขณะขับขี่ (Operating Speed)กับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบถนนทางหลวง (Highway Design Speed) ความเร็วตามกฎหมายกำหนด (Speed Limit) และขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป (Us limits2) บนถนนทางหลวง 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร (ในเขตเมืองและชนบท) และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

3) เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ จำนวนช่องจราจรและลักษณะของเกาะกลาง รวมทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ที่มีผลต่อความเร็วขณะขับขี่

4) เพื่อเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัด (Speed Limit) ที่เหมาะสมกับถนนทางหลวง 2 ช่องจราจร 4 ช่องจราจร (ในเขตเมืองและชนบท) และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

สมมติฐานการวิจัย

1) Operating Speed, Speed Limit และ Highway Design Speed บนถนนเดียวกันมีความแตกต่างกัน
2) Operating Speed ของยานพาหนะที่วิ่งบนถนนในเขตเมือง มีความแตกต่างจากถนนในเขตชนบท และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง
3) จำนวนช่องจราจร ชนิดเกาะกลาง ช่วงเวลากลางวันกลางคืนมีผลกระทบต่อ Operating Speed

วิธีการวิจัย

แนวทางการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

พิจารณาจากพัฒนาการใช้ที่ดินสองข้างทางถนน จะแบ่งถนนทางหลวงที่ศึกษาออกเป็นบริเวณพื้นที่เขตเมือง เขตชนบทและทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

พิจารณาจากการแบ่งแยกทิศทางของการจราจร เกาะกลางถนนแบบยก แบบทาสี แบบกำแพงกั้น ซึ่งแบ่งพื้นที่ศึกษาได้ 7 กรณี ได้แก่ 1) เขตเมือง 2 ช่องจราจร 2) เขตเมือง 4 ช่องจราจรเกาะกลางแบบยก 3) เขตเมือง 4 ช่องจราจรเกาะกลางแบบทาสี 4) เขตชนบท 2 ช่องจราจร 5) เขตชนบท 4 ช่องจราจรเกาะกลางแบบยก 6) เขตชนบท 4 ช่องจราจรเกาะกลางแบบทาสี และ 7) ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง 8 ช่องจราจร

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความเร็วจำกัด ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบและสถิติอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี (ปี59-61) สาเหตุเกิดจากขับขี่เกินกฎหมายกำหนด ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ลักษณะพื้นที่	Design Speed(km/hr)	Speed limit (km/hr)		สถิติอุบัติเหตุ (ครั้ง)
	รถยนต์+รถบรรทุก	รถยนต์	รถบรรทุก	รถยนต์+รถบรรทุก
เขตเมือง	60	80	60	12
เขตชนบท	90	90	80	1
ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	120	120	80	7

ที่มา: (กรมทางหลวง มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวง, 2560)

(รายงานสรุปอุบัติเหตุบนทางหลวงทั่วประเทศ, 2562)

(กองบังคับการตำรวจจราจร พระราชบัญญัติจราจรทางบก ปี พ.ศ. 2522, 2560)

ข้อมูลความเร็ว

ในการขอข้อมูลความเร็วของรถยนต์และบรรทุก บนตำแหน่งสำรวจต่าง ๆ จำนวน 35 จุด ซึ่งแบ่งได้ 7 กรณี ได้ขอข้อมูลปี 2560 จากกรมทางหลวง ซึ่งได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความเร็วของรถยนต์และบรรทุกด้วยเครื่องมือไมโครเวฟเรดาร์ ที่สามารถเก็บและบันทึกข้อมูลความเร็วอัตโนมัติ จุดที่คัดเลือกในการสำรวจวิเคราะห์ความเร็วนั้นมีเฉพาะข้อมูลบนทางตรง ถูกนำมาคัดกรองด้วยโปรแกรม Excel เพื่อหาความเร็วของรถเฉพาะคันที่วิ่งด้วยความเร็วอิสระ ซึ่งจะคัดข้อมูลที่มี Headway น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาทีออก (Transportation Research Board HCM 2010, 2010) และกรองข้อมูล outliers ออกด้วยโปรแกรม SPSS

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

โปรแกรม Microsoft Office Excel โปรแกรม SPSS 14.0 for Windows และโปรแกรม USLIMITS2

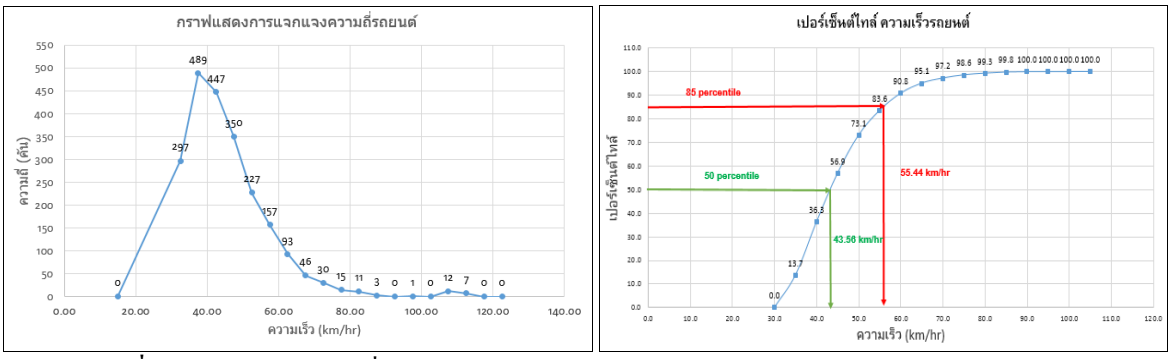
แนวทางการวิเคราะห์ความเร็วจำกัดที่เหมาะสม

การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ความเร็ว

ตัวแปรด้านการจราจรต่าง ๆ จากที่ได้มีการสำรวจจะถูกรวบรวมและทำการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว ดังต่อไปนี้ ความเร็วเฉลี่ย ความเร็วที่15 และ 85 เปอร์เซ็นไทล์ (วัฒนวงศ์, 2545; กิตติชัย, 2556) ขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่าง พล็อตกราฟความถี่สะสมของความเร็ว กราฟการกระจายของความเร็ว (Queensland Manual of Uniform Traffic Control Devices [MUTCD], 2017)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างตารางการแจกแจงข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรด้านความเร็ว

ช่วงชั้นความเร็ว	จุดกึ่งกลางชั้น(ui)	ความถี่ (fi)	ค่าร้อยละของความถี่ในช่วงชั้นต่อความถี่รวม	ผลรวม 3 ช่วงชั้น ค่าร้อยละของความถี่ในช่วงชั้นต่อความถี่รวม	ค่าขอบบนของช่วงชั้น	ค่าสะสมของค่าร้อยละ	ความถี่*จุดกึ่งกลางชั้น (fi*ui)
0-30	15.0	0	0.0	0.0	30	0.0	0.0
>30-35	32.5	297	13.7	0.0	35	13.7	9,652.5
>35-40	37.5	489	22.6	36.3	40	36.3	18,337.5
>40-45	42.5	447	20.6	56.9	45	56.9	18,997.5
>45-50	47.5	350	16.2	59.4	50	73.1	16,625.0
>50-55	52.5	227	10.5	47.3	55	83.6	11,917.5
>55-60	57.5	157	7.2	33.9	60	90.8	9,027.5
>60-65	62.5	93	4.3	22.0	65	95.1	5,812.5
>65-70	67.5	46	2.1	13.7	70	97.2	3,105.0
>70-75	72.5	30	1.4	7.8	75	98.6	2,175.0
>75-80	77.5	15	0.7	4.2	80	99.3	1,162.5
>80-85	82.5	11	0.5	2.6	85	99.8	907.5
>85-90	87.5	3	0.1	1.3	90	100.0	262.5
>90-95	92.5	0	0.0	0.6	95	100.0	0.0
>95-100	97.5	1	0.0	0.2	100	100.0	97.5
>100-105	102.5	0	0.0	0.0	105	100.0	0.0
TOTALS		**2,166**	**100.0**				**98,080.0**



ภาพที่ 1 ตัวอย่างกราฟความถี่สะสมของความเร็ว และกราฟการกระจายของความเร็ว 85 เปอร์เซ็นไทล์

การวิเคราะห์ด้านการกระจายตัวของความเร็ว

ข้อมูลด้านการกระจายตัวจะเป็นอีกหนึ่งข้อมูลที่จะเป็นตัวกำหนดความเร็วจำกัดที่เหมาะสม การทดสอบการกระจายตัวของการใช้ความเร็ว ณ จุดสำรวจ จะบ่งชี้ให้ทราบว่า ความเร็วจำกัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ณ ตำแหน่งสำรวจความเร็วมีความเหมาะสมหรือไม่ โดยอาศัยการศึกษาตามมาตรฐานทดสอบข้อมูลด้านความเร็วของประเทศออสเตรเลีย ดังตารางที่ 3 หากความเร็วมีการกระจายตัวไม่สอดคล้องกับค่าการกระจายตัวที่ยอมให้นั่นหมายถึงว่า ความเร็วจำกัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอาจมีความไม่เหมาะสม หรือไม่ความเข้าใจของผู้ขับขี่มีต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างสับสน

ตารางที่ 3 ตารางมาตรฐานทดสอบข้อมูลด้านความเร็ว (MUTCD, 2017)

ตัวแปร	ความเร็วจำกัดในปัจจุบัน (กม./ชม.)							
	40	50	60	70	80	90	100	110
ความเร็วเฉลี่ย	32-43	41-53	49-63	59-72	69-80	79-89	89-97	99-106
ขีดจำกัดบนช่วง15 กม./ชม.ที่ยานพาหนะเลือกใช้มากที่สุด	36-49	46-59	56-69	66-79	76-89	86-98	96-106	105-114
จำนวนเปอร์เซ็นต์ของรถที่วิ่งอยู่ในช่วง15 กม./ชม.ที่ยานพาหนะเลือกใช้มากที่สุด	>60	>60	>60	>60	>60	>60	ในเมือง >54 นอกเมือง <45	>40

การทดสอบทางสถิติของงานวิจัย

นำข้อมูลความเร็วที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มโดยใช้ T-test (กัลยา, 2553) ซึ่งจะใช้โปรแกรม Excel ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ ขั้นตอนต่อไปจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางกายภาพ ได้แก่ จำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลาง รวมทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนซึ่งมีผลต่อความเร็ว โดยจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE WAY ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้

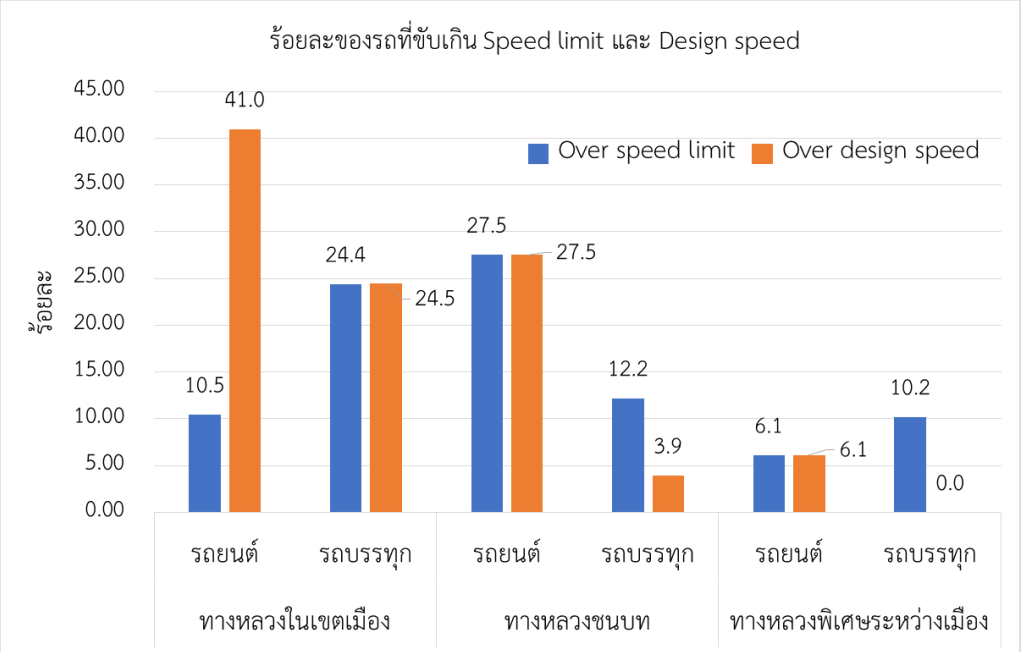
ผลการวิจัย

สัดส่วนของผู้ใช้ความเร็วสูงกว่าค่าความเร็วจำกัดและความเร็วที่ใช้ออกแบบในปัจจุบัน

จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้ความเร็วจากจุดสำรวจทั้งหมด 35 จุด พบว่าพฤติกรรมการการขับขี่รถยนต์ด้วยความเร็วที่เกินกว่ากฎหมายกำหนดในพื้นที่เขตชนบทมีสัดส่วนที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 27.5 และพฤติกรรมการขับขี่รถบรรทุกด้วยความเร็วที่เกินกว่ากฎหมายกำหนดในพื้นที่เขตเมืองมีสัดส่วนที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 24.4

พฤติกรรมการขับขี่รถยนต์และรถบรรทุกด้วยความเร็วที่เกินกว่าที่ใช้ในการออกแบบในพื้นที่เขตเมืองมีสัดส่วนที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 41.0 และ 24.5 ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 2 หนึ่งในเหตุผลที่มีผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูงกว่า

ค่าความเร็วจำกัดและความเร็วที่ใช้ออกแบบในปัจจุบัน คือ ค่าความเร็วจำกัดที่กฎหมายกำหนดค่าไว้ อาจไม่มีความเหมาะสมกับทั้งสภาพกายภาพของถนนที่มีขนาดกว้างและหลายช่องจราจร ประสิทธิภาพของยานพาหนะ และพฤติกรรมการขับขี่

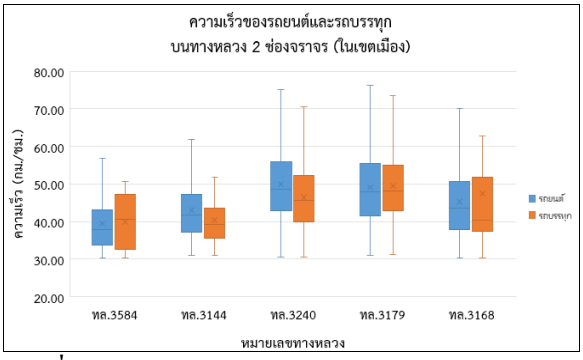


ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงร้อยละของรถยนต์และบรรทุกที่ขับเกิน Speed limit และ Design speed

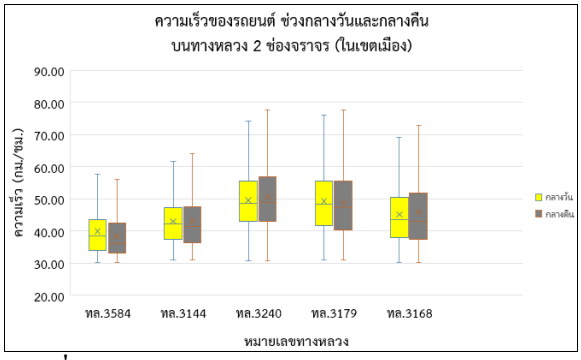
การทดสอบการกระจายตัวของความเร็ว

จากข้อมูลความเร็วอิสระ (Free Flow Speed) ของยานพาหนะในแต่ละตำแหน่งจุดสำรวจ ทั้งในพื้นที่เขตเมือง เขตชนบท และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง พบว่า เกือบทุกจุดสำรวจมีการกระจายตัวของความเร็วรถยนต์ค่อนข้างมากกว่าของรถบรรทุก ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3 ซึ่งหากพิจารณาเทียบค่าตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย (ตารางที่ 3) พบว่าค่าการกระจายตัวความเร็วของรถยนต์และรถบรรทุก ทุกจุดสำรวจไม่สอดคล้องกับค่าการกระจายตัวที่ยอมให้ของความเร็วจำกัดในปัจจุบัน ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วจำกัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอาจมีความไม่เหมาะสม แต่จำเป็นต้องทำการศึกษาปัจจัยอื่นๆร่วมด้วยเพื่อนำไปสู่การเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัดที่เหมาะสม

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของความเร็วรถยนต์และรถบรรทุก แบ่งตามช่วงเวลากลางวัน (06.00-17.59 น.) และกลางคืน (18.00 น.-05.59 น.) พบว่าทั้งรถยนต์และรถบรรทุกส่วนมากช่วงกลางคืนมีการกระจายตัวของความเร็วมากกว่ากลางวันดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาก็ส่งผลกระทบต่อการใช้ความเร็วด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแผนภาพกล่องของความเร็วรถยนต์และรถบรรทุก



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนภาพกล่องของความเร็วรถยนต์ช่วงกลางวันและกลางคืน

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวแปรด้านความเร็วของรถยนต์และบรรทุก

หมายเลขทางหลวง	ตัวแปร	รถยนต์		รถบรรทุก	
		ความเร็วจำกัดในปัจจุบัน 80 (กม./ชม.)		ความเร็วจำกัดในปัจจุบัน 60 (กม./ชม.)	
		ตารางมาตรฐาน	ความเร็วจากสนาม	ตารางมาตรฐาน	ความเร็วจากสนาม
3584	ความเร็วเฉลี่ย	69-80	39.48	49-63	40.43
3144			42.93		40.25
3240			49.95		46.45
3179			49.05		49.53
3168			45.28		47.61
3584	ขีดจำกัดบนช่วง15 กม./ชม. ที่ยานพาหนะเลือกใช้มากที่สุด	76-89	45	56-69	45
3144			45		45
3240			55		55
3179			55		55
3168			50		50
3584	จำนวนเปอร์เซ็นต์ของรถที่วิ่งอยู่ในช่วง15 กม./ชม.ที่ยานพาหนะเลือกใช้มากที่สุด	>60	81.17	>60	67.14
3144			67.82		40.25
3240			55.94		57.93
3179			52.16		55.45
3168			59.37		58.70

หมายเหตุ : ตารางมาตรฐาน คือ ตารางที่ใช้ทดสอบข้อมูลด้านความเร็ว (MUTCD, 2017)

วิเคราะห์ความเร็วด้วยโปรแกรม USLIMITS2 (US.Department of Transport USLIMIT2, 2018)

ทางผู้วิจัยได้ใช้ระบบช่วยคำนวณความเร็วจำกัด ของประเทศสหรัฐอเมริกา (โปรแกรม USLIMITS) ซึ่งจำเป็นจะต้องป้อนค่าข้อมูลต่างๆ ลงไป เช่น ความหนาแน่นของการใช้พื้นที่รอบข้าง จำนวนทางเข้าออก ประเภทถนน จำนวนช่องจราจร การแบ่งการจราจร ปริมาณจราจร ความเร็วในการขับขี่ปัจจุบัน คนเดินเท้า ฯลฯ ซึ่งเมื่อป้อนค่าคุณสมบัติต่างๆ ของถนนและสภาพแวดล้อมเข้าไปแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลเพื่อช่วยในการตัดสินใจให้กับผู้ออกแบบ โดยอาศัยหลักการของระบบ Expert System ช่วยให้การกำหนดความเร็วจำกัดมีความแม่นยำและลดข้อผิดพลาดที่อาจมองข้ามได้ รวมถึงมีความสอดคล้องตรงกันในแต่ละพื้นที่ เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการเปรียบเทียบกับความเร็วของทางหลวงที่ทำการศึกษาต่อไป

ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์	2 ช่องจราจร ในเขตเมือง									
	ทล.3584		ทล.3144		ทล.3240		ทล.3179		ทล.3168	
	รถยนต์	รถบรรทุก	รถยนต์	รถบรรทุก	รถยนต์	รถบรรทุก	รถยนต์	รถบรรทุก	รถยนต์	รถบรรทุก
Existing Speed (kph)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
85th Percentile Speed (kph)	46.7	48.6	50.8	45.4	60.1	55.5	59.8	58.7	55.4	60.1
50th Percentile Speed (kph)	37.8	40.5	41.8	39.2	48.6	45.7	47.9	48.2	43.6	40.3
ระยะที่สำรวจ (km)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
AADT (ปี 58)	8136	8136	13956	13956	5710	5710	11688	11688	4197	4197
Adverse Alignment (ลักษณะถนนที่ไม่ปกติ)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Speed limit (kph)	80.0	60.0	80.0	60.0	80.0	60.0	80.0	60.0	80.0	60.0
Is this a one-way street? (รถวิ่งทางเดียว)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Divided/Undivided (มีหรือไม่มีเกาะกลาง)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
จำนวนช่องจราจร	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ชนิดพื้นที่	1	1	2	2	3	3	1	1	1	1
จำนวนทางเชื่อม	11	11	12	12	21	21	22	22	9	9
จำนวนสัญญาณไฟ	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
กิจกรรมการจอดรถ	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high
คนเดินเท้าและรถจักรยาน	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high	Not high
Speed limit (kph) จากโปรแกรม (kph)	48.3	48.3	48.3	48.3	56.3	56.3	56.3	56.3	56.3	56.3

ภาพที่ 5 ตัวอย่างค่าที่ใช้วิเคราะห์ความเร็วด้วยโปรแกรม USLIMITS2

เปรียบเทียบความแตกต่างด้านความเร็ว

เขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

ใช้ค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบ 95% ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

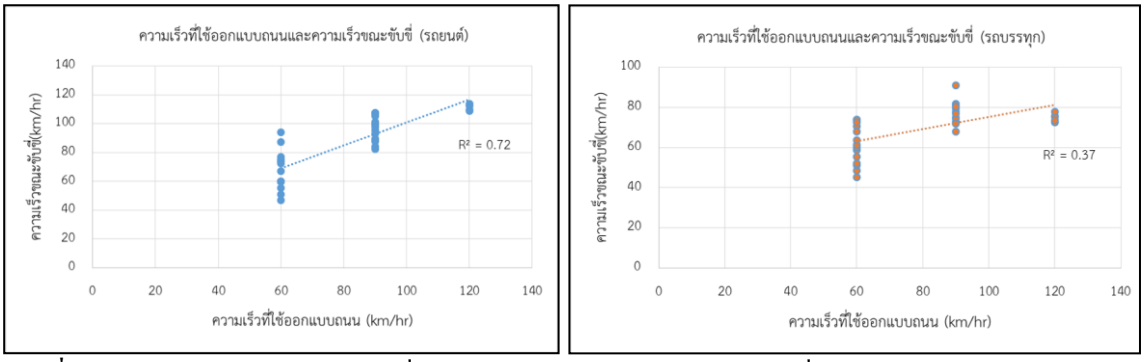
ผลการทดสอบทางสถิติระหว่าง Operating Speed กับ Highway Design Speed

ในเขตเมือง มีเพียงรถยนต์ บนถนน 4 ช่องจราจร เกาะกลางแบบทาสี(กรณีที่3) ที่ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์ในสนาม (Operating Speed) ใช้ความเร็วสูงกว่าความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวง (Highway Design Speed) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในเขตชนบท พบว่า รถบรรทุกบนถนน 2 ช่องจราจร(กรณีที่4) รถยนต์และรถบรรทุกบนถนน 4 ช่องจราจร เกาะกลางแบบยก(กรณีที่5) ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่ง

หมายความว่า ใช้ความเร็วของรถในสนาม (Operating Speed) ต่างจากความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวง (Highway Design Speed) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่รถบรรทุกจะมี Operating Speed ต่ำกว่า Design Speed และ รถยนต์ มี Operating Speed สูงกว่า Highway Design Speed

ในเขตทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง 8 ช่องจราจร ทั้งรถยนต์และบรรทุก(กรณีที่7) ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์และบรรทุก(Operating Speed) มีความแตกต่างกันความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวง (Highway Design Speed) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย Operating Speed มีค่าน้อยกว่า Highway Design Speed เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ออกแบบถนนและความเร็วขณะขับขี่ พบว่าความเร็วรถยนต์และรถบรรทุก เพิ่มขึ้นตามความเร็วที่ใช้ออกแบบ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ออกแบบถนน และความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์และรถบรรทุก

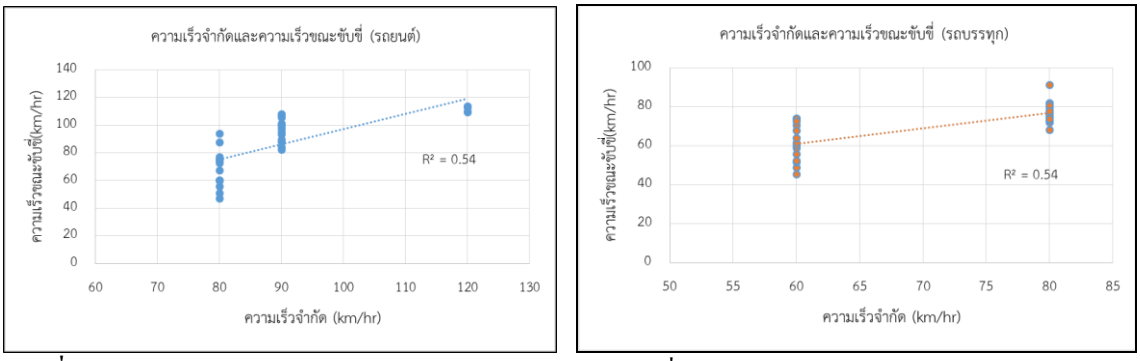
ผลการทดสอบทางสถิติระหว่าง Operating Speed กับ Speed limit

ในเขตเมือง พบว่ารถยนต์บนถนน 2 ช่องจราจร(กรณีที่1)และรถยนต์บนถนน 4 ช่องจราจรเกาะทาสี(กรณีที่3) ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถในสนาม (Operating Speed) ต่างจากความเร็วจำกัด (Speed limit) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่รถยนต์จะมี Operating Speed ต่ำกว่า Speed limit

ในเขตชนบท มีเพียงรถยนต์บนถนน 4 ช่องจราจรเกาะยก(กรณีที่5) ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์ในสนาม (Operating Speed) สูงกว่าความเร็วจำกัด (Speed limit) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในเขตทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง 8 ช่องจราจร ทั้งรถยนต์และบรรทุก(กรณีที่7) ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์และบรรทุก(Operating Speed) ต่างจากความเร็วจำกัด (Speed limit) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย Operating Speed มีค่าน้อยกว่า Speed limit

เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำกัดและความเร็วขณะขับขี่ พบว่าความเร็วรถยนต์และรถบรรทุกเพิ่มขึ้นตามความเร็วจำกัด ดังแสดงในภาพที่ 7

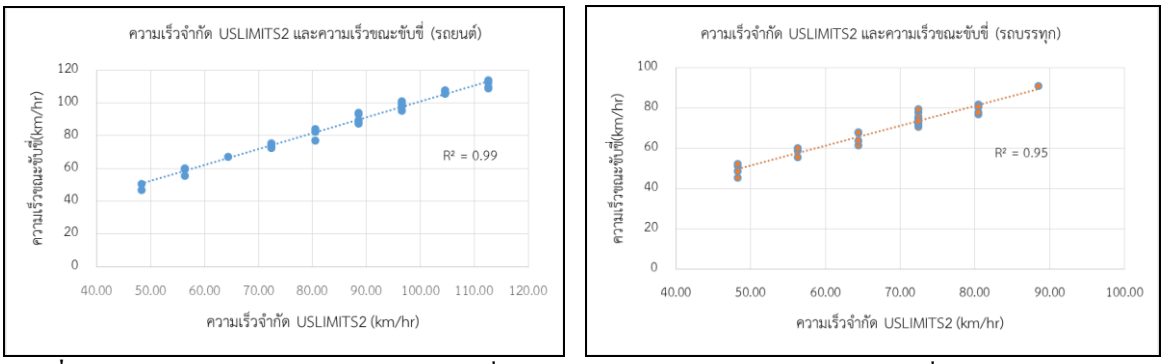


ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำกัดและความเร็วขณะขับขี่ ของรถยนต์และบรรทุก

ผลการทดสอบทางสถิติระหว่าง Operating Speed กับ Speed Uslimits2

ในเขตเมือง มีเพียงรถยนต์บนถนน 4 ช่องจราจร เกาะทาสี(กรณีที่3) ที่ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์ในสนาม (Operating Speed) ใช้ความเร็วสูงกว่าขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป (Uslimits 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจากขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรมและความเร็วขณะขับขี่ พบว่าความเร็วรถยนต์และรถบรรทุก เพิ่มขึ้นตามขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างขีดจำกัดความเร็วที่คำนวณจากโปรแกรมและความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์และบรรทุก

เปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพ

ใช้วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE WAY ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 14.0 ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้

เขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้ (การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \ldots \mu_k$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \ldots \mu_k$ อย่างน้อย 1 คู่

ใช้ค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบ 95% ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลเปรียบเทียบความเร็วขณะขับขี่ (Operating Speed) ช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

มีเพียงในเขตชนบท ที่รถยนต์บนถนน 4 ช่องจราจร เกาะแบบยกและทาสี(กรณีที่5และ6) ที่ผลการทดสอบ T test พบว่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่า ความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบว่าช่วงเวลากลางวันมากกว่าช่วงกลางคืน

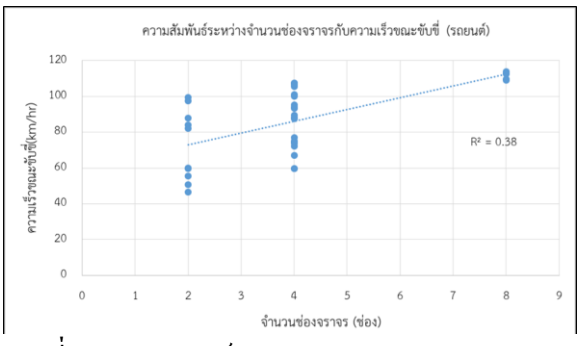
ผลเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลาง

จำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางของรถยนต์ ทดสอบ ANOVA ได้ค่า $p < 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งหมายความว่าจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางที่ต่างกันส่งผลให้ความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาจากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี LSD ค่าเฉลี่ยความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งบนถนน 2 4 และ8 ช่องจราจรแตกต่างกันทั้งหมด โดยถนน 8 ช่องจราจรจะส่งผลให้ความเร็วรถยนต์สูงที่สุด รองลงมาเป็น 4 ช่องจราจร และ 2 ช่องจราจรตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งบนถนนที่มีเกาะทุกชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถนนที่มีเกาะแบบกำแพงกั้นจะส่งผลให้ความเร็วรถยนต์สูงที่สุด รองลงมาเป็น เกาะยก เกาะสี และไม่มีเกาะ ตามลำดับ แต่จำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางไม่มีผลต่อรถบรรทุก

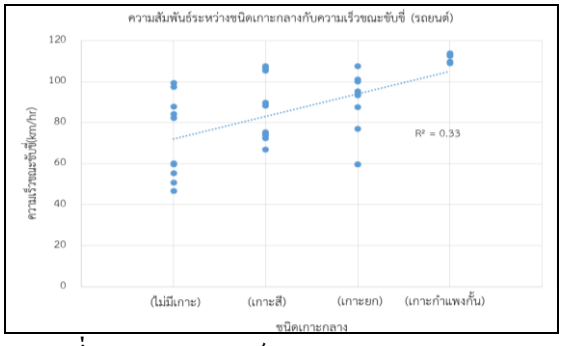
เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางกับความเร็วขณะขับขี่ พบว่าความเร็วของรถยนต์ เพิ่มขึ้นตามจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลาง ดังแสดงในภาพที่ 9 และ 10

บนถนน 4 ช่องจราจร มีสัดส่วนผู้ขับขี่ด้วยความเร็วที่สูงกว่า Design Speed และ Speed Limit สูงที่สุด คือ รถยนต์ ร้อยละ 41.59, 20.00 และ รถบรรทุก ร้อยละ 15.25, 20.66 ตามลำดับ

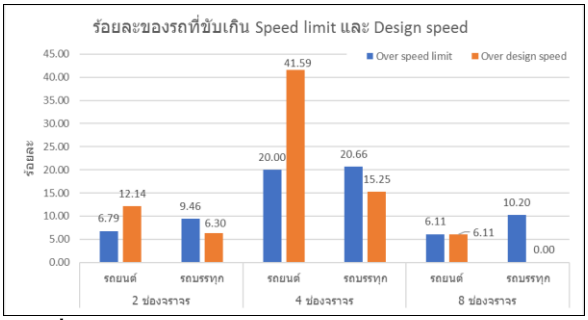
บนถนนที่มีเกาะกลางแบบยก มีสัดส่วนผู้ขับขี่ด้วยความเร็วที่สูงกว่า Design Speed และ Speed Limit สูงที่สุด รถยนต์ ร้อยละ 45.27, 21.68 และ รถบรรทุก ร้อยละ 18.99, 23.64 ตามลำดับดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 11

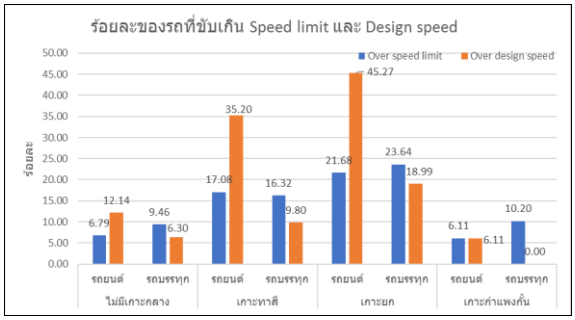


ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนช่องจราจรและความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดเกาะกลางและความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์





ภาพที่ 11 แผนภาพแสดงร้อยละของรถยนต์และบรรทุกที่ขับเกิน Speed Limit และ Design Speed (แบ่งตามจำนวนช่องจราจรและชนิดของเกาะกลาง)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้ความเร็วจากจุดสำรวจทั้งหมด 35 จุด แบ่งตามการพัฒนาที่ดินพบว่า มีรถยนต์วิ่งเกิน speed limit (90กม./ชม.) ในพื้นที่เขตชนบท มีสัดส่วนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 27.5 เนื่องจากสภาพแวดล้อมสองข้างทางไม่มีชุมชุนและทางเชื่อม ทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกปลอดภัยจึงใช้ความเร็วสูง และรถบรรทุกวิ่งเกิน speed limit (60กม./ชม.) ในพื้นที่เขตเมือง มีสัดส่วนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 24.4 แบ่งตามจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางพบว่า ทั้งรถยนต์และรถบรรทุก วิ่งเกิน speed limit บนถนน 4 ช่องจราจร มากกว่า 2 ช่องจราจร เกาะกลางแบบยกมากกว่าเกาะแบบทาสี เนื่องจากผู้ขับขี่รู้สึกขับขี่สบายเมื่อมีความกว้างมากขึ้น (Lui, Wang, Fu, 2016) และรู้สึกปลอดภัยเมื่อมีเกาะกลางที่มีมาตรฐานสูงขึ้น

เมื่อทดสอบการกระจายตัวของความเร็วทั้งในพื้นที่เขตเมือง เขตชนบท และทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง พบว่า เกือบทุกจุดสำรวจมีการกระจายตัวของความเร็วรถยนต์ค่อนข้างมากกว่าของรถบรรทุก เนื่องจากในปี58 กรมการขนส่งทางบกได้ออกกฎหมายบังคับใช้ให้รถบรรทุกติดระบบ GPS (กรมการขนส่งทางบก ติดตั้ง GPS Tracking, 2558) ส่งผลให้รถบรรทุกใช้ความเร็วค่อนค้างใกล้เคียงกันจึงมีการกระจายตัวที่น้อยกว่า

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าลักษณะทางกายภาพ ทั้งจำนวนช่องจราจรและชนิดเกาะกลางมีผลต่อความเร็วขณะขับขี่ของรถยนต์ แต่ไม่มีผลต่อรถบรรทุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเกิดจากรถบรรทุกส่วนใหญ่วิ่งเลนซ้าย จึงไม่มีผลกระทบกับชนิดเกาะกลาง ในปัจจุบันความเร็วจำกัดที่กำหนดไว้ ทั้งในเขตเมืองและเขตชนบทได้กำหนดค่าเดียวกันหมดโดยไม่ได้คำนึงถึงลักษณะทางกายภาพที่แตกต่าง เมื่อทำการทดสอบทางสถิติด้านความเร็วทำให้พบว่าความเร็วขณะขับขี่ในแต่ละกายภาพมีความแตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาทางหลวงแต่ละประเภท เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัดใหม่ให้มีความเหมาะสม

การเสนอแนะการปรับความเร็วจำกัด ได้นำผลที่ได้จากการทดสอบทางสถิติด้านความเร็วมาพิจารณาบนถนนที่ได้ทำการศึกษา โดยพิจารณาจากค่าความเร็วขณะขับขี่ร่วมกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบและความเร็วจำกัดในปัจจุบัน จากข้อมูลบนทางหลวงทั้งหมด 35 จุด แบ่งออกเป็น 7 กรณี พบว่า มีเพียง 2 กรณี เดิมมีความเร็วจำกัดที่ 80 กม./ชม. เสนอแนะให้ลดความเร็วจำกัดลง ได้แก่ 1) กรณีที่ 1 รถยนต์ (พื้นที่เขตเมือง ทางหลวง 2 ช่องจราจร) 2) กรณีที่ 3 รถยนต์ (พื้นที่เขตเมือง ทางหลวง 4 ช่องจราจร เกาะกลางแบบทาสี)

เนื่องจากกรณีที่ 1 ค่าความเร็วเฉลี่ยขณะขับขี่(55 กม./ชม.)ไม่ต่าง Design Speed (60กม./ชม.) แต่ต่ำกว่า Speed Limit (80กม./ชม.) อย่างมีนัยสำคัญ กรณีที่ 3 ความเร็วขณะขับขี่(73 กม./ชม.)มีค่าสูงกว่า Design Speed (60กม./ชม.) อย่างมีนัยสำคัญ และ ต่ำกว่า Speed Limit (80กม./ชม.) แสดงให้เห็นว่าความเร็วที่ใช้ในปัจจุบันมีความไม่ปลอดภัย ไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการขับขี่ในปัจจุบัน จึงควรปรับค่าความเร็วจำกัดให้น้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัยมาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบพระคุณกรมทางหลวง สำนักวิจัยและสำรวจออกแบบ ที่ทุกท่านให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

กิตติชัย ธนทรัพย์สิน. วิศวกรรมจราจรเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตาราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2556.

กรมขนส่งทางบก ติดตั้ง GPS Tracking. [ออนไลน์] 2558 [อ้างเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2562]. จาก https://www.dlt.go.th/th/public-news/view.php?_did=1815

กรมทางหลวง สำนักอำนวยความปลอดภัย. อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน. กรุงเทพมหานคร: สำนักอำนวยความปลอดภัย; 2559

กรมทางหลวง มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวง. [ออนไลน์] 2560 [อ้างเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2560]. จาก http://www.doh.go.th/doh/th/details/standard/standard1.html

กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 4; โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2553.

กองบังคับการตำรวจจราจร. พระราชบัญญัติจราจรทางบก ปี พ.ศ. 2522 [ออนไลน์] 2560 [อ้างเมื่อ 4 ธันวาคม 2560]. จาก http://www.trafficpolice.go.th/qa_answer.php?id =41423

รายงานสรุปอุบัติเหตุบนทางหลวงทั่วประเทศ. [ออนไลน์] 2562 [อ้างเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2562]. จาก https://haims.doh.go.th/summary#report

รัชมงคล คำมุลตรี, พนกฤษณ คลังบุญครอง. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเพื่อแนะนำค่าขีดจำกัดความเร็วบนถนนสายหลัก (กรณีศึกษาเมืองขอนแก่น). เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20; 8-10 กรกฎาคม 2558; ชลบุรี.

วัฒนวงศ์ รัตนวราห. วิศวกรรมขนส่ง.กรุงเทพมหานคร: ไลบรารี่ นาย พับลิชชิ่ง; 2545.

Department of Transport and Main Roads. Queensland Manual of Uniform Traffic Control Devices Manual of uniform traffic control devices Part 4 Speed controls, Sydney, Australia: MUTCD; 2017

Transportation Research Board. Highway Capacity Manual 2010. Washington, DC: TRB; 2010

Liu S, Wang J, Fu T. Effects of Lane Width on Driving Behavior in Underground Urban Expressways. Environ. Res. Public Health [serial online] 2016 [cited 2016 Oct 14]. Available from https://www.mdpi.com/journal/ijerph

Us. Department of Transport. USLIMIT2 [online] 2018 [cited 2018 Nov 6]. Available from http://safety.fhwa.dot.gov.