



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระดับมหภาคเพื่อคาดการณ์และประเมินอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนในประเทศไทย

Application of macroscopic mathematical models to predict and evaluate the road deaths rates in Thailand

รงค์เทพ สุวรรณแสง¹ พนกฤต ค้างบุญครอง^{1*} ณัฐพจน์ ฝ้ายบุญ¹

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Rongkatep Suwannasaeng¹ Pongrid Klungboonkrong^{1*} Natthapoj Faiboun¹

¹ Sustainable Infrastructure Research and Development Center (SIRDC), Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand

* Corresponding author.

E-mail: ponklung@gmail.com; Telephone: +66815442187

วันที่รับบทความ 25 มกราคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 4 มีนาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ 1 เมษายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระดับมหภาค 2 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลอง Smeed และ Koren & Borsos เพื่อคาดการณ์อัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อประชากรแสนคนและประเมินผลการดำเนินการมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนต่าง ๆ ในภาพรวมของประเทศไทยเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ในขณะที่แบบจำลองของ Smeed พบว่าอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนยานพาหนะแสนคันจะมีค่าลดลงเมื่อค่าอัตราการครอบครองยานพาหนะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และแบบจำลองของ Koren & Borsos ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนประชากรแสนคนกับอัตราการครอบครองยานพาหนะในลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัว จากผลการวิจัยโดยใช้แบบจำลองทั้ง 2 พบว่าอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนประชากรแสนคนของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงตามอัตราการครอบครองยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลอง Koren & Borsos ได้พบว่าเป็นสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยได้ผ่านพ้นจุดวกกลับ (Turning point) มาแล้ว แต่ยังคงไม่สามารถทำให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนประชากรแสนคนกับอัตราการครอบครองยานพาหนะในระดับจังหวัดของประเทศไทยพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัว โดยมีความน่าเชื่อถือของแบบจำลองค่อนข้างต่ำ นอกเหนือจากนั้น ผลจากการวิจัยพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนประชากรแสนคนของแต่ละจังหวัดตามเวลา (ปี) มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมาก จึงอาจส่งผลทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการกำหนดเป้าหมายของแต่ละจังหวัดเพื่อให้สอดคล้องและนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายด้านความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ

การคาดการณ์อัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระดับมหภาค ความปลอดภัยทางถนน

Abstract

In this research, two macroscopic-mathematical models namely, the Smeed model and the Koren & Borsos model, are applied to predict road deaths per 100,000 population (D/P) and to evaluate the general performances of the implementation of various road safety measures in Thailand compared to the national road safety targets. While the

Smeed model is adopted to illustrate that the D/N values will decrease, as the vehicle occupancy rates increase, the Koren & Borsos model is also used to model the relationship between the D/P values and the vehicle occupancy rates as an inverted U-shaped curve. It was found that at the national level of Thailand, the D/P values tended to decrease as the vehicle ownership rates increased. For the Koren & Borsos model, this findings indicated that at the current situation, Thailand has already passed the turning point (the maximum D/P value). Importantly, Thailand sill cannot achieve the national road safety targets. At the provincial level of Thailand, the relationship between the D/P values and the vehicle occupancy rates is as an inverted U-shaped curve. However, the reliability of such relationship is relatively low. The trend of the D/P changes of each province is uniquely distinct over time (years). These circumstances can cause problems and obstacles in setting the road safety targets of each province to be consistent with and lead to achieve the national road safety targets of Thailand in the future.

Keywords

prediction of road deaths rates; macroscopic mathematical models; road safety

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน (Road accident deaths, D) ทั่วโลกกว่า 1.35 ล้านคน ซึ่งอุบัติเหตุบนท้องถนนถือเป็นสาเหตุหลักในอันดับที่ 8 ที่ทำให้ประชากรทั่วโลกเสียชีวิต และในปี พ.ศ. 2559 องค์การอนามัยโลกได้มีการประมาณการสัดส่วนของจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนประชากรหนึ่งแสนคน (Death per 100,000 population, D/P) ของประเทศไทย โดยมีค่าเท่ากับ 32.7 ซึ่งถือเป็นอัตราการเสียชีวิตที่สูงเป็นอันดับที่ 1 ของทวีปเอเชียและเป็นอันดับที่ 9 ของโลก [1]

ในปี พ.ศ. 2558 องค์การสหประชาชาติ [2] ได้กำหนดให้ “ เป้าประสงค์การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs)” เป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกภายใต้ปรัชญาการพัฒนาที่ยั่งยืน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2573 โดยมี SDG 17 ข้อ และเป้าหมาย (Targets) อีก 169 ข้อ โดย SDG ที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุบนท้องถนน คือ SDG 3 ซึ่งมีเป้าหมายที่ 3.6 คือ “ลดจำนวนการเสียชีวิต และบาดเจ็บจากอุบัติเหตุบนท้องถนนทั่วโลกลงครึ่งหนึ่ง” [2] สำหรับประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) เพื่อลดค่า D/P ลงโดยให้มีค่าไม่เกิน 12.8 และ 5 ในปี พ.ศ. 2570 และ 2580 ตามลำดับ [3]

ภายใต้วิกฤตการณ์ด้านความปลอดภัยทางถนนที่ประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ การศึกษา วิเคราะห์ และคาดการณ์แนวโน้มของค่า D/P ของประเทศไทยในอนาคตจึง

เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้สามารถเข้าใจแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของค่า D/P ในอนาคตและสามารถประเมินผลการดำเนินการนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนงานและมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนต่าง ๆ ที่ผ่านมา ว่าจะสามารถทำให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคตได้หรือไม่ ในอดีตมีการนำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) ระดับมหภาคมาประยุกต์ใช้เพื่อคาดการณ์ค่า D/P และอัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนต่อจำนวนยานพาหนะ 100,000 คัน (Death per 100,000 vehicles, D/N) เช่น แบบจำลอง Smeed [4] Andreassen [5] และ Koren & Borsos [6,7] เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและคาดการณ์ค่า D/P ในระดับจังหวัดและระดับประเทศของประเทศไทยในอนาคตโดยการใช้แบบจำลองระดับมหภาค และ (2) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานด้านนโยบาย ยุทธศาสตร์ แผนงานและมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนต่าง ๆ ในภาพรวมว่าจะสามารถทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ในอนาคตได้หรือไม่

2. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองระดับมหภาคเพื่อคาดการณ์อัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน

ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองระดับมหภาคเพื่อประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ค่า D/P และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ ค่าจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุ

บนท้องถนน (D) จำนวนประชากร (Population, P) และจำนวนยานพาหนะ (Number of vehicles, N) ในพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์แนวโน้มของค่า D/N โดยในปี พ.ศ. 2492 Smeed [4] ได้พัฒนาแบบจำลอง ระดับมหภาคขึ้น ซึ่งอยู่ในรูปแบบ $D/N = a(N/P)^b$ และ $D/P = c(N/P)^d$ โดย a, b, c และ d คือค่าพารามิเตอร์ Smeed [4] พบว่าเมื่อค่า N/P มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ D/P มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ในทางกลับกันเมื่อค่า N/P มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ D/N มีค่าลดลง [4]

ต่อมาในปี พ.ศ. 2528 Andreassen [5] พบว่าแบบจำลองของ Smeed ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยทั่วไปกับสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เนื่องจากแบบจำลองของ Smeed ได้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากประเทศที่พัฒนาแล้ว (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 20 ประเทศ ในปี พ.ศ. 2481 เท่านั้น ซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analysis) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว แต่ละประเทศนั้นจะมีสภาพประชากร เศรษฐกิจและสังคม สภาพทางกายภาพของโครงข่ายถนนและอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน ต่อมา Andreassen จึงได้พัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่ในรูปแบบ $D = \mu \times (N)^a \times (P)^b$ โดย μ คือ ค่าคงที่ a และ b คือค่าพารามิเตอร์ของ N และ P ตามลำดับ [5] จากนั้นมีการนำเอาแบบจำลองของ Smeed [4] และ Andreassen [5] ไปประยุกต์ใช้ในประเทศต่าง ๆ ซึ่งจะได้ผลการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบที่แตกต่างกัน เช่น ในปี พ.ศ. 2525 Latinopoulou และ Tsohos [8] พบว่าแบบจำลองของ Smeed สามารถประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ค่า D ของประเทศกรีซได้ดี ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 Valli [9] พบว่าแบบจำลอง ของทั้ง Smeed และ Andreassen สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ค่า D ในประเทศอินเดียได้ดี และในปี พ.ศ. 2555 Ponnaluri [10] พบว่าค่า D/N ของประเทศอินเดียมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองของ Smeed และ Andreassen แต่พบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Andreassen มีความเหมาะสมมากกว่า [10]

ในปี พ.ศ. 2553 Koren & Borsos [6] พบว่าแนวโน้มของ D/P มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่า N/P ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้นเริ่มแสดงการเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อ D/P มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่า N/P

ที่เพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดวกกลับ (Turning point) หรือจุดสูงสุดแล้ว หลังจากนั้นแนวโน้มของ D/P จะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องถึงแม้ว่าค่า N/P จะมีค่ามากขึ้นก็ตาม ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวจะแตกต่างจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองของ Smeed ที่ค้นพบในปี พ.ศ. 2492 Koren & Borsos [6] ได้พัฒนาแบบจำลอง ระดับมหภาคขึ้นเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และค่า N/P ซึ่งอยู่ในรูปแบบ $D/P = a \cdot N/P \cdot e^{-b \cdot N/P}$ เมื่อ a และ b คือค่าพารามิเตอร์ [6,7] สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2561 Klungboonkrong et al. [11,12] ได้ประยุกต์ใช้ แบบจำลองของ Koren & Borsos กับข้อมูล 3 ฐานของประเทศไทย เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์แนวโน้มของ D/P ของประเทศไทย และพบว่าในสถานการณ์ปัจจุบันแนวโน้มของค่า D/P ของประเทศไทยได้ผ่านจุดวกกลับ (Turning point) มาแล้ว และค่า D/P จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีค่า N/P ที่เพิ่มมากขึ้น [12]

2.2 การทบทวนการดำเนินการมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทยที่ผ่านมา

ปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทย เช่น การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) กรมทางหลวง (ทล.) กรมทางหลวงชนบท (ทช.) กรมการขนส่งทางบก (ขบ.) สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) กระทรวงมหาดไทย ได้มีการดำเนินการนโยบาย แผนงานและมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนต่าง ๆ ตามหลักการวิธีแห่งระบบที่ปลอดภัย (Safe system approach) [13] และทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน[14] ประกอบด้วย 5 เสาหลัก คือ (1) การจัดการด้านความปลอดภัยทางถนน (เช่น การพัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางด้านความปลอดภัยทางถนน และการสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก) (2) ถนนที่ปลอดภัย (เช่น การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน และการแก้ไขจุดอันตราย) (3) ยานพาหนะปลอดภัย (เช่น การสร้างยานยนต์ที่ได้มาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยทางถนน และการส่งเสริมอุปกรณ์ความปลอดภัยในยานพาหนะ) (4) ผู้ใช้รถใช้ถนนที่ปลอดภัย (เช่น การรณรงค์เพื่อส่งเสริมพฤติกรรม การขับขี่ที่ปลอดภัยและ

บังคับใช้กฎหมายจราจรทางบก รวมถึงการปฏิบัติตามกฎหมาย ชีตจำกัดความเร็ว การดื่มแล้วขับ การสวมหมวกนิรภัย การ คาดเข็มขัดนิรภัย และการใช้อุปกรณ์นิรภัยสำหรับเด็กใน รถยนต์) และ (5) การจัดการหลังการเกิดอุบัติเหตุของถนน (เช่น การปรับปรุงความเร็วของการมาถึงของรถพยาบาล ณ จุดเกิดเหตุและการพัฒนาคุณภาพอาสาสมัครปฐมพยาบาล) [15]

2.3 ข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน (ข้อมูล 3 ฐาน)

ในปี พ.ศ. 2554 ได้เกิดแนวคิดในการบูรณาการข้อมูล จำนวนการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน (D) จากแหล่งข้อมูล ของ 3 หน่วยงานสำคัญ [16] ได้แก่ (1) กระทรวงสาธารณสุข (สธ.) (2) สำนักงานตำรวจแห่งชาติ (สตช.) และ (3) บริษัท กลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ ซึ่งการบูรณาการข้อมูลของ ค่า D นี้ (ข้อมูล 3 ฐาน) มีกระบวนการกลั่นกรองข้อมูลดังนี้ (1) ตรวจสอบข้อมูลผู้เสียชีวิตที่ซ้ำซ้อนกันของบุคคลเดียวกันจาก ทั้ง 3 ฐานข้อมูล (2) ตรวจสอบข้อมูลผู้เสียชีวิตที่ซ้ำซ้อนกันของ บุคคลเดียวกันระหว่างสองฐานข้อมูล (3) ตรวจสอบข้อมูล ผู้เสียชีวิตที่ซ้ำซ้อนกันในแต่ละฐานข้อมูล ผลจากกระบวนการ ดังกล่าวจึงทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลค่า D ที่ไม่ซ้ำซ้อน ครบถ้วนและ น่าเชื่อถือที่สุดของประเทศไทย [17] มาใช้เป็นฐานข้อมูลใน การวิเคราะห์แนวโน้มและคาดการณ์ค่า D/P และ D/N ของ ประเทศไทย

2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากแบบจำลองของ Smeed [4] มีรากฐานทาง ทฤษฎีที่เข้มแข็งและเป็นที่ยอมรับในวงกว้างและมีหลักฐาน จากข้อมูลจริงที่แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถนำมา ประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ค่า D/N จากค่า N/P ในหลาย ประเทศได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ [8-11].

งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed [4] เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/N กับค่า N/P ดังแสดงในสมการที่ (1) ซึ่งสามารถจัดให้อยู่ใน รูปแบบสมการเชิงเส้นตรงได้ดังแสดงในสมการที่ (2) [6,7]

$$D/N = a \cdot (N/P)^b \quad (1)$$

$$\ln(D/N) = \ln(a) - b \ln(N/P) \quad (2)$$

ในทำนองเดียวกันจากหลักการพื้นฐานทางทฤษฎีที่ นำเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ กอปรกับข้อเท็จจริงจากข้อมูล จริงที่ปรากฏ ได้บ่งชี้ว่าแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และค่า N/P มีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัว ดังนั้นแบบจำลองของ Koren & Borsos จึงสามารถนำมา ประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ค่า D/P จากค่า N/P ในหลาย ประเทศได้อย่างแม่นยำ และน่าเชื่อถือ [6,7,11,18]

งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6] เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์ ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ดังแสดงในสมการที่ (3) ซึ่ง สามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบสมการเชิงเส้นตรงได้ดังแสดงใน สมการที่ (4) [6,7]

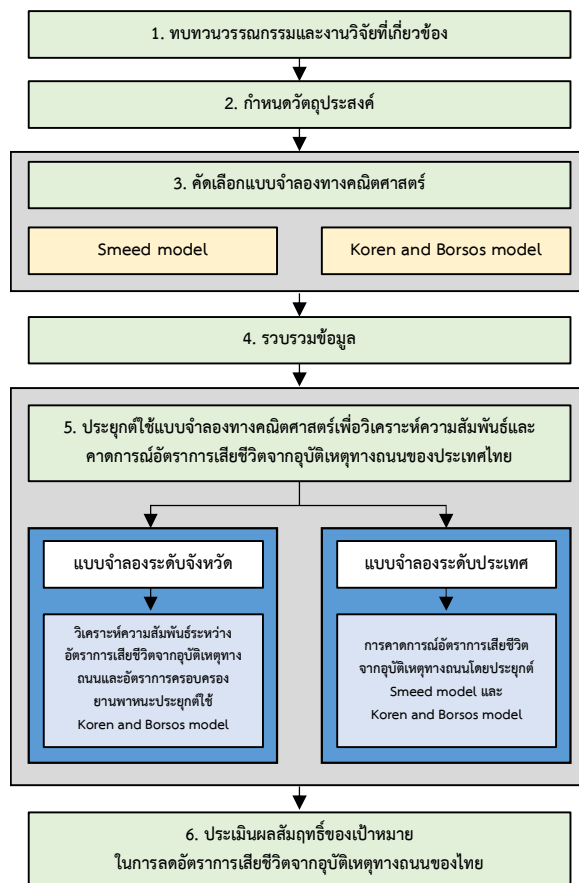
$$D/P = a \cdot N/P \cdot e^{-b \cdot N/P} \quad (3)$$

$$\ln(D/P) - \ln(N/P) = \ln(a) - b(N/P) \quad (4)$$

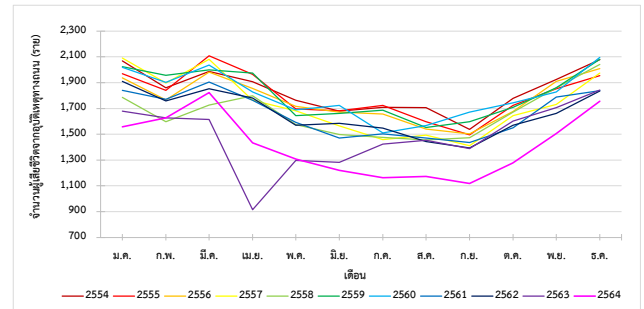
สำหรับแบบจำลองของ Koren & Borsos [6] ที่ได้ พัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และค่า N/P ดังแสดงในสมการที่ 3 โดยพจน์ที่หนึ่งคือ $a \cdot (N/P)$ เป็น ฟังก์ชันซึ่งพิจารณาในส่วนของจำนวนยานพาหนะเป็นหลักโดย แสดงการเพิ่มขึ้นของโอกาสการเผชิญเหตุ (Exposure) เมื่อค่า N/P เพิ่มขึ้น โดยหากค่า N/P มีค่าต่ำมากๆ พจน์ $e^{-b(N/P)}$ จะมีค่าประมาณ 1 ซึ่งทำให้พจน์แรกของสมการจะเป็นส่วนหลักที่ ควบคุม กล่าวคือ เมื่อค่า N/P เพิ่มขึ้นค่า D/P ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น ตามไปด้วย และสำหรับพจน์ที่สองคือ $e^{-b(N/P)}$ เป็นฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลเชิงลบ ซึ่งจะส่งผลให้เมื่อค่า N/P มีค่าสูงขึ้น พจน์ที่สองนี้จะเป็นส่วนหลักที่ควบคุมซึ่งทำให้ค่า D/P ที่ เพิ่มขึ้นนั้นชะลอตัวลงจนกระทั่งเกิดจุดวกกลับ (Turning point) จากนั้นแนวโน้มของค่า D/P จะลดลงอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าค่า N/P จะเพิ่มมากขึ้นก็ตาม [6,7]

2.5 ผลกระทบของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

จากรูปที่ 2 ซึ่งแสดงค่า D ในแต่ละเดือนของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง 2564 จะพบว่าในปี พ.ศ. 2563 โดยทั่วไปจะมีค่า D รายเดือนมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลในปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในเดือนเมษายน (ช่วงเทศกาลสงกรานต์) ส่วนในปี พ.ศ. 2564 จะมีค่า D ในรายเดือนต่ำที่สุดยกเว้นในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม และจากสถิติค่า D ในช่วง 7 วันอันตราย ของเทศกาลวันสงกรานต์ในปี พ.ศ. 2563 มีค่า D เท่ากับ 194 รายซึ่งต่ำกว่าจำนวนผู้เสียชีวิตของปี พ.ศ. 2562 (530 ราย) อย่างเห็นได้ชัด [19] จึงสรุปได้ว่าค่า D ที่ลดลงในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 นั้น ได้รับอิทธิพลจากการดำเนินการมาตรการต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ของประเทศไทย ดังนั้นข้อมูลจำนวน D ในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 จึงไม่ได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา



รูปที่ 2 ค่า D ในแต่ละเดือนของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 - 2564 [19]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษานี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1 และได้อธิบายพอสังเขปดังนี้

1. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา
3. การคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์: โดยการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ แบบจำลองของ Smeed [4] และ Koren & Borsos [6,7] เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและคาดการณ์ค่า D/P ของประเทศไทย
4. การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลค่า D (ข้อมูล 3 ฐาน) จากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (สธ.) ข้อมูลจำนวนประชากร ข้อมูลจำนวนรถจดทะเบียนสะสมจากกรมการขนส่งทางบก เป็นต้น
5. การประยุกต์ใช้แบบจำลองระดับมหภาคในระดับจังหวัดและระดับประเทศของประเทศไทย ได้แก่ (1) การวิเคราะห์แนวโน้มและคาดการณ์ค่า D/P ในระดับประเทศของประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed [4] และ Koren & Borsos [6,7] และ (2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และอัตราการครอบครองยานพาหนะ (Number of Vehicles per 100,000 population, N/P) ในระดับจังหวัดของประเทศไทย โดยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6]
6. การประเมินผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

4. ผลการวิจัย

4.1 การคาดการณ์อัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนในระดับประเทศของประเทศไทย

แบบจำลองของ Smeed [4] และ Koren & Borsos [6,7] ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ค่า D/N และ D/P ในระดับประเทศของประเทศไทยโดยอาศัยข้อมูล 3 ฐานซึ่งเป็นการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time-series analysis) ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์ที่ใช้ข้อมูลระดับประเทศของประเทศไทยในช่วงเวลาต่อเนื่องหลายปีคือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 จนถึง 2562 โดยข้อมูลต่าง ๆ ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่า D/P และ D/N ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระดับมหภาค

ปี (พ.ศ.)	D * (ราย) (1)	P ** (× 100,000) (คน) (2)	N *** (× 100,000) (คน) (3)	N/P (3)/(2)	D/P (1)/(2)	D/N (1)/(3)
2554	21,996	640.760	301.949	0.47	34.33	72.85
2555	21,603	644.567	324.770	0.50	33.52	66.52
2556	21,221	647.859	346.244	0.53	32.76	61.29
2557	20,790	651.247	358.352	0.55	31.92	58.02
2558	29,960	657.291	367.310	0.56	30.37	54.34
2559	21,745	659.316	373.381	0.57	32.98	58.24
2560	21,607	661.885	383.088	0.58	32.64	56.40
2561	19,931	664.140	395.518	0.60	30.01	50.39
2562	19,904	665.589	407.120	0.61	29.90	48.89

หมายเหตุ: * ข้อมูลจำนวนผู้เสียชีวิตจากข้อมูล 3 ฐาน กระทรวงสาธารณสุข [17]

** ข้อมูลจำนวนประชากรจาก กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย [20]

*** ข้อมูลจำนวนยานพาหนะจดทะเบียนสะสมจาก กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม [21]

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะได้สมการคณิตศาสตร์ ดังแสดงในสมการที่ (5) โดยมีค่า $R^2 = 0.945$ ซึ่งแสดงว่าสมการดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ

$$D / N = 23.760 \cdot (N / P)^{-1.499} \quad (5)$$

สำหรับข้อมูลค่า D/N จะพบว่ามีกราฟกระจายตัวในลักษณะที่ในช่วงแรกค่า D/N จะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อค่า N/P เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามค่า D/N จะมีอัตราการลดลงที่ช้าลงขณะที่ N/P มีค่าเพิ่มขึ้น

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6] จะได้สมการทางคณิตศาสตร์ดังแสดงในสมการที่ (6) ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.948$ ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือ

$$D / P = 271.239 \cdot (N / P) \cdot e^{-2.788 \cdot (N / P)} \quad (6)$$

ในช่วงความเสื่อมถอยของความปลอดภัยทางถนน (Declining road safety) เมื่อ N/P มีค่าเพิ่มขึ้น D/P จะมีค่าสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดวกกลับ (Turning point) โดยมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปตัวยูกลับหัว ซึ่งจุดวกกลับนี้จะมีค่า D/P = 35.8 รายต่อประชากรแสนคนและมีค่า N/P = 0.359 คนต่อคน โดยในช่วงที่มีค่า N/P ต่ำกว่า 0.359 คนต่อคน ค่า D/P จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่า N/P ที่เพิ่มขึ้นและเมื่อค่า N/P มีค่าสูงกว่า 0.359 คนต่อคน (ผ่านจุดวกกลับแล้ว) ค่า D/P จะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าค่า N/P จะเพิ่มขึ้นก็ตาม ณ จุดวกกลับนี้มีค่า D/P และ N/P ที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งของจุดวกกลับของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน เช่น ประเทศญี่ปุ่น (D/P = 16.2 และ N/P = 0.273) ประเทศสวีเดน (D/P = 17.0 และ N/P = 0.216) และประเทศอังกฤษ (D/P = 15.0 และ N/P = 0.210) [18] ซึ่งประเทศเหล่านี้เป็นต้นแบบของการกำหนดวิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์และนโยบาย และดำเนินการแผนงานและมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนในทวีปเอเชียและยุโรป อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งของจุดวกกลับของประเทศเพื่อนบ้านที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประเทศไทย เช่น ประเทศมาเลเซีย (D/P = 29.8 และ N/P = 0.370) [18] ซึ่งมีค่า D/P ต่ำกว่าและค่า N/P ใกล้เคียงกับประเทศไทย

แนวโน้มของความปลอดภัยบนท้องถนนลักษณะเช่นนี้ได้ปรากฏในผลของงานวิจัยหลายเรื่อง เช่น Koren & Borsos [6,7,18] และ Klungboonkrong et al. [11,12] และเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ในอนาคต มีอยู่อย่างจำกัด (9 ปี) กล่าวคือจากปี พ.ศ. 2554 จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2562 ดังนั้นการคาดการณ์ค่า D/P และ D/N ในอนาคตที่อยู่นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่นี้ โดยวิธีการ Extrapolation อาจทำให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือลดน้อยลงได้ โดยผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed และ Koren & Borsos เพื่อคาดการณ์ค่า D/N และ D/P ในระดับประเทศของประเทศไทยตามลำดับได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

4.2 การคาดการณ์จำนวนประชากรและจำนวนยานพาหนะในอนาคต

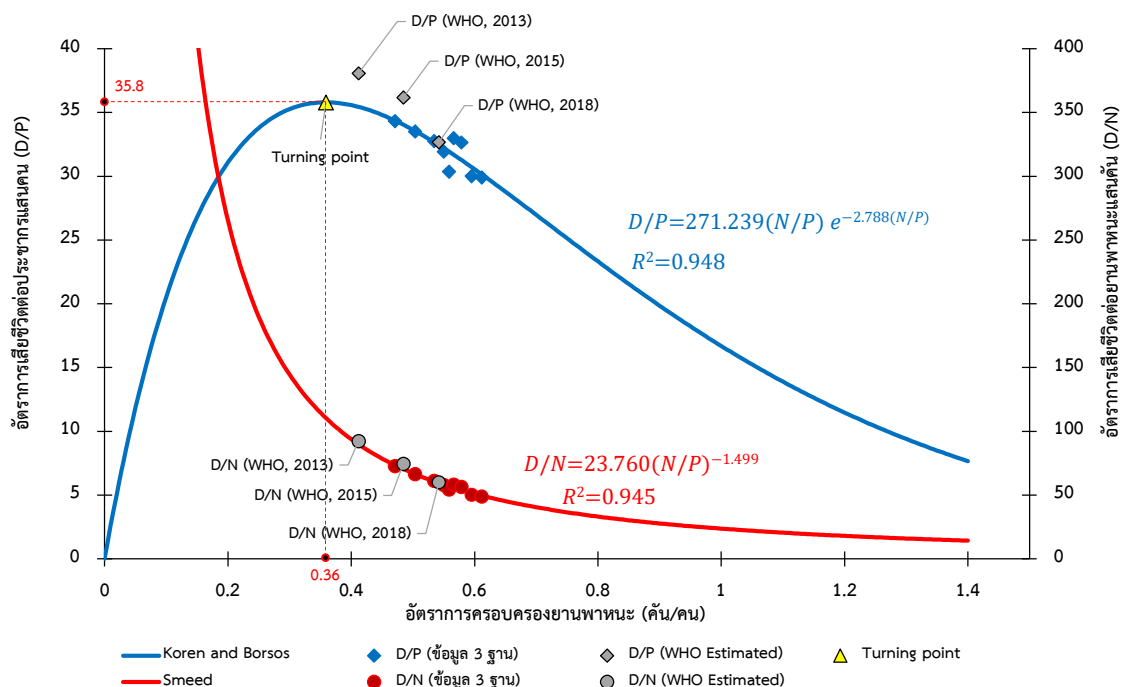
ในการคาดการณ์ค่า P ของประเทศไทยในปีเป้าหมายนั้น จะใช้ข้อมูลจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในการวิเคราะห์ [22] โดยมีข้อสมมติฐานคือภาวะเจริญพันธุ์ระดับปานกลาง และสำหรับการคาดการณ์ค่า N โดยการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นกับข้อมูลจำนวน N ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 – 2562 [21] ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในสมการที่ (7) โดยที่ค่า N คือ จำนวนยานพาหนะจดทะเบียนสะสมทุกประเภท และ X คือ ปี (พ.ศ.) ที่พิจารณา ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.988$

$$N = 1,316,497.74X - 3,331,713,314.74 \quad (7)$$

ในงานวิจัยนี้ มีข้อสังเกตที่เกี่ยวข้องกับค่า N และ P ดังนี้ ในขณะที่ค่า N คือ จำนวนยานพาหนะที่จดทะเบียนสะสมรวมทุกประเภท สำหรับประเทศไทย (ประเทศกำลังพัฒนา) มี

สัดส่วนผู้เสียชีวิต (D) จากอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เกี่ยวข้องกับรถจักรยานยนต์สูงมากถึงร้อยละ 74 ในขณะที่สัดส่วนของรถจักรยานยนต์ประมาณร้อยละ 55 (ในปี พ.ศ. 2560) [1] ซึ่งคาดว่าจะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันตามเวลา (ปี) โดยทั่วไปประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีสัดส่วนของรถจักรยานยนต์มากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว

นอกจากนั้นในขณะที่ค่า P คือจำนวนประชากรในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย จะมีสัดส่วนของประชากรแฝงในแต่ละจังหวัดแตกต่างกันตามขนาดเมืองและปริมาณกิจกรรมด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับจำนวนการจ้างงาน และสัดส่วนของประชากรแฝงที่แตกต่างกันไปตามบริบทของแต่ละจังหวัด ดังนั้นอิทธิพลของสัดส่วนของรถจักรยานยนต์ในจำนวนรถจดทะเบียนสะสมที่มีต่อการพยากรณ์ค่า D/N และสัดส่วนของประชากรแฝงที่มีต่อการคาดการณ์ค่า D/P จึงเป็นประเด็นที่ท้าทายและควรทำการศึกษาวิจัยในอนาคต ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้



รูปที่ 3 แนวโน้มความสัมพันธ์ของค่า D/P และ D/N กับค่า N/P ของประเทศไทย

4.3 ผลการคาดการณ์และประเมินผลค่า D/P ของประเทศไทยในปีเป้าหมาย

ผลการคาดการณ์ค่า D และค่า D/P ในแต่ละปีเป้าหมาย โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed [4] และ Koren & Borsos [6,7] พบว่าค่า D/P ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องดังแสดงในตารางที่ 2 และผลจากการคาดการณ์ค่า D/P ซึ่งได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6,7] มีค่าต่ำกว่าแต่พบว่ามียัตราการลดลงที่รวดเร็วกว่าค่าที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed [4] กล่าวคือในระหว่างปี พ.ศ. 2570 และ 2580 แบบจำลอง ของ Smeed [4] จะมีค่า D/P ลดลงจาก 27.08 (ในปี พ.ศ. 2570) เป็น 24.00 (ในปี พ.ศ. 2580) ซึ่งมีค่า D/P ลดลงเท่ากับร้อยละ 11.4 สำหรับแบบจำลองของ Koren & Borsos [6,7] จะมีค่าลดลงจาก 24.43 (ในปี พ.ศ. 2570) เป็น 17.30 (ในปี พ.ศ. 2580) ซึ่งมีค่าลดลงเท่ากับร้อยละ 29.2

ในตารางที่ 2 จากผลการคาดการณ์ค่า D/P ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ในแต่ละปีพบว่าถึงแม้ค่า D/P ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสอง จะมีแนวโน้ม

ลดลงตามระยะเวลา (ปี) ก็ตาม แต่ก็ยังมีค่าสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ในแต่ละปี กล่าวคือ เมื่อพิจารณาเป้าหมายของการลดค่า D/P ลง สำหรับแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) [3] ซึ่งได้กำหนดค่าเป้าหมายในปี พ.ศ. 2570 2575 และ 2580 มีค่าเท่ากับ 12, 8 และ 5 ตามลำดับ ผลจากการคาดการณ์ค่า D/P โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed [4] ในปี พ.ศ. 2570 2575 และ 2580 จะมีค่าเท่ากับ 27.1 25.5 และ 24.0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ในปี พ.ศ. 2570 2575 และ 2580 ถึง 2.3 3.2 และ 4.8 เท่า ตามลำดับ ส่วนผลจากการคาดการณ์ค่า D/P โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง ของ Koren & Borsos [6,7] ในปี พ.ศ. 2570 2575 และ 2580 มีค่าเท่ากับ 24.4 20.9 และ 17.3 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ในปี พ.ศ. 2570 2575 และ 2580 ถึง 2.0 2.6 และ 3.5 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นหากประเทศไทยยังไม่มีมาตรการดำเนินงานและมาตรการด้านความปลอดภัยทางถนนต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพโดยเร่งด่วนเพิ่มเติมแล้ว คาดว่าจะส่งผลให้ประเทศไทยนั้นไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

ตารางที่ 2 ผลการคาดการณ์จำนวน D/P ในแต่ละปีเป้าหมาย

ปีเป้าหมาย (พ.ศ.)	เป้าหมาย D/P*	P** (คน)	N*** (คัน)	N/P	Smeed model [4]		Koren & Borsos model [6,7]	
					D (ราย)	D/P	D (ราย)	D/P
2570	12	67,176,478	51,685,871	0.7694	18,192	27.08	16,410	24.43
2575	8	66,996,035	58,268,360	0.8697	17,066	25.47	13,986	20.88
2580	5	66,181,405	64,850,848	0.9799	15,885	24.00	11,450	17.30

หมายเหตุ: *แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี [3]

** ข้อมูลจำนวนประชากรจาก กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย [20]

*** ข้อมูลจำนวนยานพาหนะจดทะเบียนสะสมจาก กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม [21]

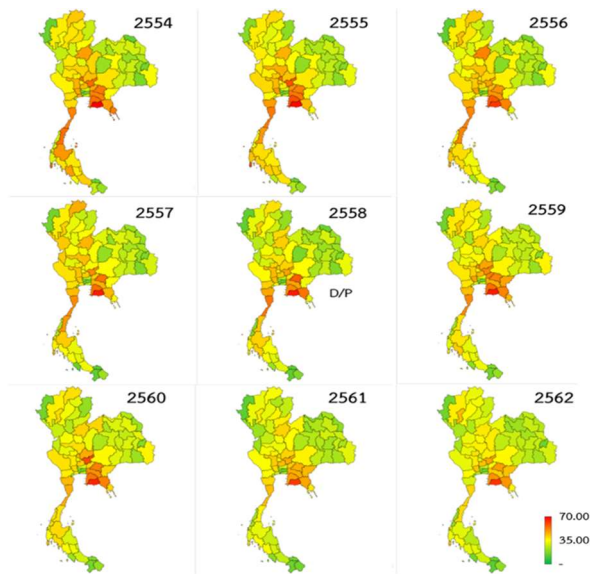
4.4 การวิเคราะห์แนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ในระดับจังหวัดของประเทศไทย

ในหัวข้อนี้จะวิเคราะห์แนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ในระดับจังหวัดของประเทศไทย จากผลการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า D/P ของแต่ละจังหวัดในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2562 มีแนวโน้มลดลงตามเวลาดังแสดงในรูปที่ 4

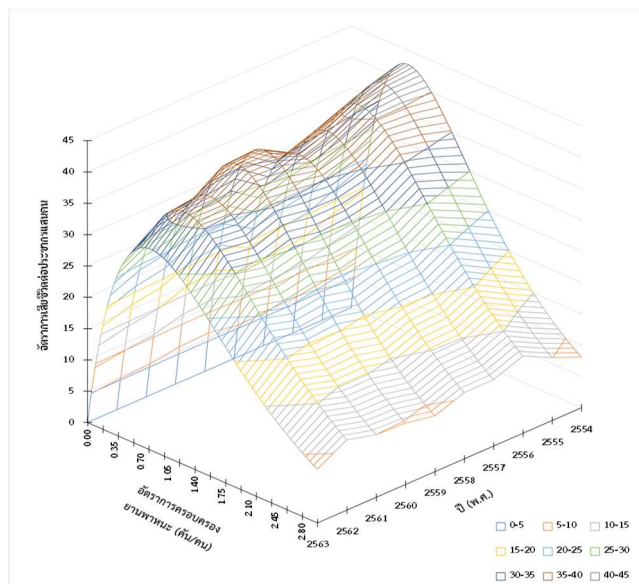
จากการวิเคราะห์แนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P รายจังหวัดของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2554

จนถึง 2562 โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6,7] โดยทำการวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analysis) ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลค่า D/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในปีเดียวกันพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P มีลักษณะเป็นเส้นโค้งตัวยูกลับ กล่าวคือ ในช่วงแรกค่า D/P จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่า N/P ที่มีค่าสูงขึ้น จนกระทั่งถึงจุดวกกลับ (Turning point) หลังจากนั้นค่า D/P จะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าค่า N/P จะมีค่าเพิ่มขึ้นก็ตาม นอกเหนือจากนั้นยังพบว่าข้อมูลค่า D/P ใน

ระดับจังหวัดของประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วงก่อนถึงจุดวกกลับ (Turning point) และจากผลการวิเคราะห์พบว่าโดยทั่วไปเส้นโค้งที่แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในแต่ละปีนั้นจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ตามเวลา (ปี) ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 แนวโน้มของอัตรา D/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2562 [13]

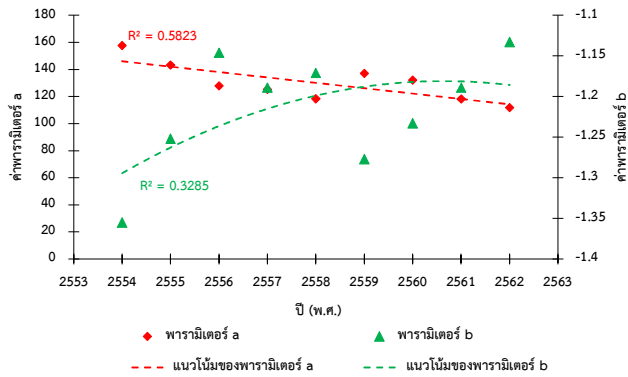


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของค่า D/P กับค่า N/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในแต่ละปีของประเทศไทย

ตารางที่ 3 แสดงค่าพารามิเตอร์ a และ b และ R^2 และตำแหน่งของจุดวกกลับ (Turning point) ของ สมการที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6,7] ระดับจังหวัดในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง 2562 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่าโดยทั่วไปแนวโน้มของค่า R^2 ที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos [6,7] จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามเวลา (ปี) กล่าวคือในปี พ.ศ. 2554 จะมีค่า $R^2 = 0.375$ และจะมีค่าสูงขึ้นจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะมีค่า $R^2 = 0.520$ นอกเหนือจากนั้นในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ในระดับจังหวัดของประเทศไทยในแต่ละปี พบว่าโดยทั่วไปจุดวกกลับ (Turning points) มีแนวโน้มลดลงตามเวลา (ปี) กล่าวคือมีค่า D/P ลดลงจาก 42.8 (ในปี พ.ศ. 2554) เป็น 36.3 (ในปี พ.ศ. 2562) โดยมีค่า N/P มีค่าอยู่ระหว่าง 0.738 และ 0.883 รูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ a และ b ของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ในระดับจังหวัดของประเทศไทยตามเวลา (ปี) กล่าวคือ ระหว่างปี พ.ศ. 2554 จนถึง 2562 ค่าพารามิเตอร์ a จะมีแนวโน้มค่อย ๆ ลดลงตามเวลา ($R^2 = 0.582$) ในขณะที่ค่าพารามิเตอร์ b จะมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นตามเวลา ($R^2 = 0.329$)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ a และ b ค่า R^2 และตำแหน่งของจุดวกกลับของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย (ระหว่างปี พ.ศ. 2554 และ 2562)

ปี (พ.ศ.)	พารามิเตอร์		R^2	จุดวกกลับ (Turning point)	
	a	b		D / P	N / P
2554	157.514	-1.355	0.378	42.765	0.738
2555	143.299	-1.252	0.398	42.106	0.799
2556	127.855	-1.146	0.377	41.043	0.873
2557	125.208	-1.189	0.395	38.740	0.841
2558	118.307	-1.171	0.408	37.167	0.854
2559	137.006	-1.277	0.502	39.469	0.783
2560	132.089	-1.233	0.530	39.410	0.811
2561	118.029	-1.189	0.521	36.518	0.841
2562	111.845	-1.133	0.520	36.316	0.883



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ a และ b ตามเวลาของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P กับค่า N/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย

ผลจากการวิเคราะห์พบว่าแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และค่า N/P ของจังหวัดต่าง ๆ ในแต่ละปีมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัว โดยมีค่าความน่าเชื่อถือ (R^2) ค่อนข้างต่ำ และค่า D/P ของจุดวกกลับในแต่ละปีจะมีแนวโน้มลดลงตามเวลา (ปี) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปร่างของเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัวดังกล่าวนี้ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (ปี) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองของ Koren & Borsos ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P และ N/P ในระดับประเทศพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวในระดับจังหวัดมีความน่าเชื่อถือต่ำกว่ามากและมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้จริงในทางปฏิบัติค่อนข้างมาก

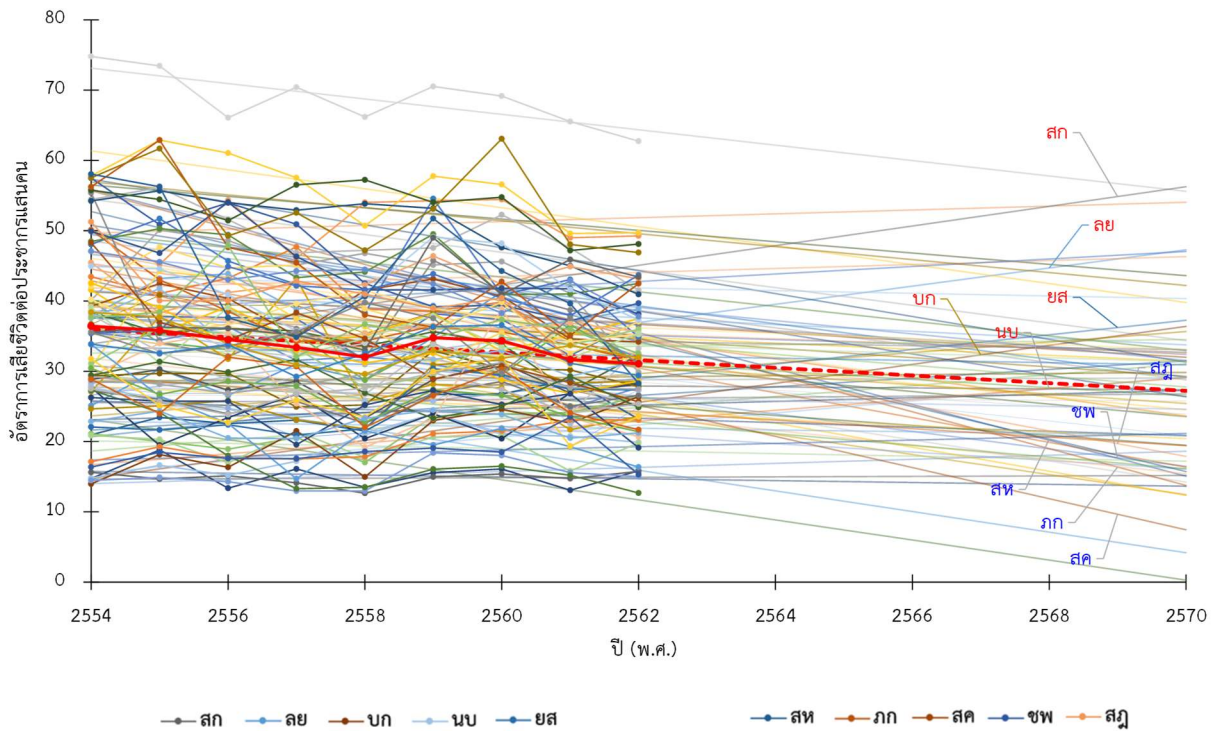
4.5 ประเด็นการกำหนดเป้าหมายของค่า D/P ของแต่ละจังหวัดในประเทศไทย

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D/P ของแต่ละจังหวัดในประเทศไทยกับเวลา (ปี) โดยอาศัยการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพบว่าลักษณะของการเปลี่ยนแปลงค่า D/P ตามระยะเวลา (ปี) ของแต่ละจังหวัดนั้นมีแนวโน้มที่แตกต่างกันอย่างมากโดยบางจังหวัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (เช่น สระแก้ว (สก.) บึงกาฬ (บก.) เลย (ลย.) ยโสธร (ยส.) และนนทบุรี (นน.)) แต่บางจังหวัดกลับมีแนวโน้มลดลง (เช่น ภูเก็ต (ภก.) ชุมพร (ชพ.) สิงห์บุรี (สท.) สมุทรสาคร (สค.) และสุราษฎร์ธานี (สฎ.)) ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งแนวโน้มที่แตกต่างกันดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาและเป็นอุปสรรคในการกำหนดเป้าหมายของค่า D/P สำหรับแต่ละจังหวัดเพื่อให้สอดคล้องและประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

ที่ตั้งไว้ในระดับประเทศของประเทศไทยได้ ดังนั้นหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการกำหนดเป้าหมายของค่า D/P สำหรับแต่ละจังหวัดในแต่ละปีเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ด้านความปลอดภัยทางถนนของจังหวัดนั้น ๆ โดยการพิจารณาและคัดเลือกนโยบายแผนงานและมาตรการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อนำมาดำเนินการให้สามารถบรรลุเป้าหมายค่า D/P ที่ตั้งไว้ของแต่ละจังหวัดและนำไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ของประเทศไทยในที่สุดต่อไป

5. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed และของ Koren & Borsos ในการพัฒนาแบบจำลองระดับมหภาคในการวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (Time series analysis) เพื่อคาดการณ์ค่า D/N และ D/P (จากค่า N/P) ของประเทศไทยตามลำดับ รวมทั้งประเมินผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ของประเทศไทย แบบจำลองระดับประเทศที่ได้จากประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Smeed คือ $D/N = 23.760 \cdot (N/P)^{-1.499}$ ($R^2 = 0.945$) และแบบจำลองที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos คือ $D/P = 271.239 \cdot (N/P) \cdot e^{-2.788 \cdot (N/P)}$ ($R^2 = 0.948$) แบบจำลองทั้งสองมีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้ อย่างไรก็ตามค่า D/P ที่ได้จากแบบจำลองของ Koren & Borsos จะมีค่าต่ำกว่าแต่มีอัตราการลดลงที่เร็วกว่าค่า D/P ที่ได้จากแบบจำลองของ Smeed ในปีเดียวกัน และผลจากการวิเคราะห์พบว่า ประเทศไทยยังคงไม่สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ในอนาคต



รูปที่ 7 แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า D/P ของจังหวัดต่าง ๆ ตามเวลา (ปี) ในประเทศไทย

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos ในการพัฒนาแบบจำลอง ในระดับจังหวัดของประเทศไทยโดยการวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cros-sectional analysis) พบว่าแนวโน้มความสัมพันธ์ของค่า D/P กับค่า N/P ในระดับจังหวัดมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัว และมีความน่าเชื่อถือค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ค่า D/P ณ จุดสูงสุด (จุดวกกลับ) จะมีแนวโน้มลดลงตามเวลา (ปี) นอกจากนั้นยังพบว่ารูปร่างของเส้นโค้งรูปร่างตัวยูกลับหัวดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา และเมื่อเปรียบเทียบกับสมการที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Koren & Borsos ในระดับประเทศ จะพบว่าสมการที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าวในระดับจังหวัดแต่ละปีจะมีความน่าเชื่อถือต่ำกว่ามากและมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติค่อนข้างมาก

สำหรับการกำหนดเป้าหมายในการลดค่า D/P ของแต่ละจังหวัดในแต่ละปี ให้สอดคล้องและบรรลุตามเป้าหมายของประเทศไทยที่ตั้งไว้ในอนาคต กำลังเผชิญกับปัญหาและอุปสรรคสำคัญเนื่องจากแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของ ค่า D/P ของแต่ละจังหวัดตามเวลา (ปี) มีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งอาจเกิดจากแต่ละจังหวัดล้วนแต่มีบริบทเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนประชากร ขนาดของพื้นที่ อัตราการ

เติบโตทางเศรษฐกิจ สภาพการจราจร และสภาพโครงข่ายถนน เป็นต้น รวมทั้งประชาชนในแต่ละจังหวัดอาจมีทัศนคติ และมีพฤติกรรมในการใช้รถใช้ถนนที่แตกต่างกัน

ถึงแม้ว่าแบบจำลองที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองของ Koren & Borsos ในระดับประเทศจะมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือสูง แต่แบบจำลองดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระ (N/P) เพียงตัวเดียวที่ใช้ในการคาดการณ์ค่า D/P ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญของแบบจำลองนี้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์และประเมินผลการดำเนินการของนโยบาย แผนงานและมาตรการด้านความปลอดภัยบนท้องถนนต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถรวมเอาตัวแปรที่สำคัญ อื่น ๆ เช่น ค่ายานพาหนะ-กิโลเมตร ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ อัตราการครอบครองยานพาหนะ ค่าสัดส่วนของรถจักรยานยนต์ในกระแสจราจร เป็นต้น เข้ามาร่วมพิจารณาด้วย

สุดท้ายนี้ ในขณะที่ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนนขั้นวิกฤต หน่วยงานภาครัฐและภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ควรเรียนรู้จากประสบการณ์ความสำเร็จในการจัดการด้านความปลอดภัยทางถนนในต่างประเทศ เช่น

การกำหนดวิสัยทัศน์ ยุทธศาสตร์ นโยบาย แผนงานและมาตรการต่าง ๆ ที่สำคัญ มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งควรได้รับการพิจารณาเพื่อนำมาดำเนินการในประเทศไทย เช่น วิสัยทัศน์ Vision Zero ของประเทศสวีเดน [23] ประสิทธิภาพของวิธีแห่งระบบที่ปลอดภัย (Safe system approach) [13] การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในงานด้านความปลอดภัยทางถนน เช่น เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) ที่ทันสมัย เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นต้น การกำหนดขีดจำกัดความเร็วที่เหมาะสมสำหรับโครงข่ายถนนประเภทต่าง ๆ การออกแบบและการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับกลุ่มผู้ใช้รถใช้ถนนที่เปราะบาง (เช่น คนเดินเท้า ผู้ขับขี่รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ เป็นต้น) การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนภายใต้วิธีแห่งระบบที่ปลอดภัย การแก้ไขจุดอันตราย และการสืบสวนอุบัติเหตุเชิงลึก การปรับปรุงวิธีการทดสอบเพื่อออกใบอนุญาตขับขี่ตามกฎหมาย สนับสนุนการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ (Public transport) การเดินเท้าและการใช้จักรยาน (Active transport) เป็นต้น [24-26]

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลด้านเทคนิคอย่างดียิ่งจากศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และได้รับสนับสนุนงบประมาณโครงการจาก “ฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา” มหาวิทยาลัยขอนแก่น และผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงบทความวิจัยนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization. *Global Status Report on Road Safety 2018*. Geneva, Switzerland; 2018.
- [2] United Nations. *The Sustainable Development Goals Report*. New York, USA; 2016.
- [3] Office of the Prime Minister. *Announcement of the Office of the Prime Minister on the Announcement of the Master Plan under the National Strategy (2018 – 2037)*. Royal Thai Government Gazette; 2019;136.
- [4] Smeed RJ. Some statistical aspects of road safety research. *Journal of Royal Statistical Society, Series A (General)*. 1949;112(1): 1-34.
- [5] Andreassen D. Population and registered vehicle data vs road deaths. *Accident Analysis & Prevention*. 1991;23(5): 343-351.
- [6] Koren C, Borsos A. Is Smeed's law still valid? A world-wide analysis of the trends in fatality rates. *Journal of Society for Transportation and Traffic Studies*. 2010;1: 64-76.
- [7] Borsos A, Koren C, Long-term safety trends as a function of vehicle ownership in 26 countries. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2012; 2280: 154-161.
- [8] Pitsiava - Latinopoulou M, Tsohos G. The application of Smeed's equation for road accidents in Greece. *Accident Analysis & Prevention*. 1982;14: 1-6.
- [9] Valli PP, Road accident models for large metropolitan cities of India. *IATSS Research*. 2005;29(1): 57-65.
- [10] Ponnaluri RV. Modeling road traffic fatalities in India: Smeed's law, time invariance and regional specificity. *IATSS Research*. 2012;36(1): 75-82.
- [11] Klungboonkrong P, Faiboun N, Wooley J, Modelling road accident fatalities in Thailand and other Asian countries. *International Journal of GEOMATE*. 2018;15: 91-98.
- [12] Klungboonkrong P, Wooley J, Pramualsakdikul S, Tirapat S, Yotmeeboon W, Pattulee N, et al. Road safety status and analysis in Thailand and other Asian countries. *Engineering and Applied Science Research*, 2018;46(4): 340-348.
- [13] Austroads. *Towards Safe System Infrastructure: A Compendium of Current Knowledge*. Sydney, Australia; 2018.

- [14] World Health Organization. *Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2021-2030*. Geneva, Switzerland; 2021.
- [15] Department of Disaster Prevention and Mitigation. *Thailand Road Safety Master Plan 2018-2021*. Ministry of Interior, Thailand; 2019.
- [16] Department of Disaster Prevention and Mitigation. *Strategic Map Decade of Action for Road Safety 2011 – 2020*. Road Safety Directing Center; 2011.
- [17] Injury Data Collaboration Center, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Road Traffic Death Data Integration System. Available from: https://dip.ddc.moph.go.th/new/บริการ/3base_status_new [Accessed 1st June 2021].
- [18] Koren C, Borsos A. From increasing to decreasing fatality figures: where is a turning point?. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 2013;9: 1-10.
- [19] Department of Disease Control, Ministry of Public Health. 2020. *Coronavirus Disease 2019 Situation Report*. 2020.
- [20] The Bureau of Registration Administration, Department of Provincial Administration, Ministry of Interior. Office statistics registration systems. Available from: https://stat.bora.dopa.go.th/new_stat/webPage/statByYear.php [Accessed 1st June 2021].
- [21] Transport Statistics Subdivision, Planning Division, Department of Land Transport. Vehicle Registration Data. Available from: <https://web.dlt.go.th/statistics/> [Accessed 1st June 2021].
- [22] Office of the National Economics and Social Development Council. Socioeconomic Data. Available from: <https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=social> [Accessed 1st June 2021].
- [23] Kristianssen AC, Andersson R, Belin MA, Nilsen P. Swedish vision zero policies for safety – a comparative policy content analysis. *Safety Science*, 2018;103: 260-269.
- [24] Taneerananon P, Klungboonkrong P. Thailand road safety crisis: time for urgent actions. *In Proceedings of The 20th National Convention on Civil Engineering, 8- 11 July 2015, Pattaya Chonburi*. 2015.
- [25] Klungboonkrong P, Faiboun N, Luatthep P. Road safety analysis in Thailand and other Asian countries: urgent actions for Thailand. *International Journal of GEOMATE*. 2018;15: 91-98.
- [26] Jinvong T. Road Accidents, the “Silent Threat” That is Challenging to Deal with. *Journal of Emergency Medical Services of Thailand*. 2021;1: 71-76.