



Big Data & AI for Safer Roads + +

Mitigating accident risks with data



Messages from Project Leadership

ข้อความจากผู้นำโครงการ

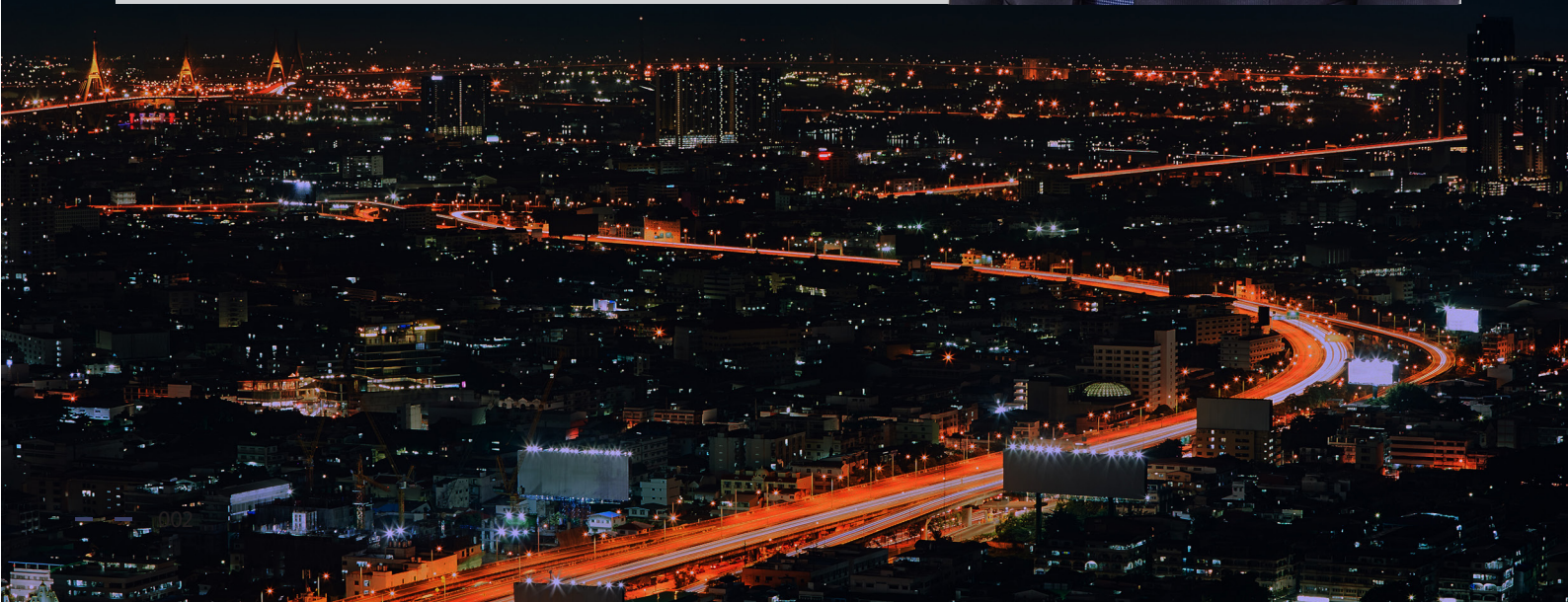


ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา อุบัติเหตุบนท้องถนนกลายเป็นสาเหตุสำคัญลำดับต้นๆ ที่ทำให้เราต้องสูญเสีย เด็ก เยาวชน หัวหน้าครอบครัว ซึ่งเป็นกำลังสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมต่อไปในอนาคตอย่างน่าเสียดาย แม้ว่าการมีบรรณารักษ์และมีความร่วมมือมากมายจากหลายภาคส่วนอย่างจริงจังในเรื่องนี้ แต่จำนวนอุบัติเหตุและอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนของประเทศไทยกลับยังอยู่ในระดับที่สูงมากจนน่าเป็นกังวล จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่าเรามีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนสูงที่สุดในเอเชีย ซึ่งจำนวนผู้เสียชีวิตเหล่านี้เป็นความสูญเสียที่มากกว่าจะประเมินค่าได้

ด้วยเหตุนี้ ทางมูลนิธิฯ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อความปลอดภัยบนท้องถนน (Big Data and AI for Safer Roads) ขึ้น โดยใช้ฐานข้อมูล Big Data ที่รวบรวมจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน มาทดลองใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence - AI ในการประมวลผล เพื่อสร้างระบบพยากรณ์สำหรับใช้แจ้งเตือนอุบัติเหตุทางถนนที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในอนาคตล่วงหน้า 24 ชั่วโมง ตลอดจนวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนเพื่อใช้พัฒนาต่อยอดในการลดจำนวนอุบัติเหตุและผู้เสียชีวิตอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิจัยและพัฒนาข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อความปลอดภัยบนท้องถนน (Big Data and AI for Safer Roads) จะช่วยให้สถิติการเกิดอุบัติเหตุในประเทศลดลง และประชาชนตระหนักถึงปัจจัยที่แท้จริงของการเกิดอุบัติเหตุ และให้ความสำคัญของความปลอดภัยบนท้องถนนมากยิ่งขึ้น

คุณนันทก ไชยธีรภิญโญ
ประธานมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย



Messages from Project Leadership

ข้อความจากผู้นำโครงการ



ผมขอขอบคุณมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย ผู้สนับสนุนโครงการ หน่วยงานที่ให้ความสนับสนุน และผู้อ่านที่ให้ความสำคัญกับปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโครงการที่มองปัญหาสังคมจากมุมมองใหม่ ที่ data-driven มากขึ้น เนื่องจากเป็นปัญหาที่เรื้อรังมายาวนาน และสะท้อนถึงความล้มเหลวในการปกป้องและดูแลคุณภาพชีวิตประชาชน โดยอันที่จริงแล้ว ไม่ควรมีรายงานนี้เกิดขึ้นเสียด้วยซ้ำไป เพราะเบื้องหลังทุกจุดข้อมูลคือความเจ็บปวด ความสูญเสียต่อครอบครัว และต่อประเทศชาติ ที่เกิดซ้ำแล้วซ้ำเล่า จนกลายเป็นเรื่องปกติในสังคมไทย ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการนี้จะเป็นการจุดประกายแนวคิดใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาสังคมจากมุมมองข้อมูลอย่างจริงจัง เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ดร.ณภัทร จาตุศรีพิทักษ์
ผู้เชี่ยวชาญโครงการจาก Siametrics Consulting



Executive summary

บทสรุปผู้บริหาร

อุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นปัญหาระดับชาติที่คร่าชีวิตคนไทยปีละไม่ต่ำกว่า 20,000 คน ถือเป็นภัยพิบัติทางสังคมและทางเศรษฐกิจที่มีต้นทุนกว่า 200,000 ล้านบาทต่อปี และยังเป็นปริศนาเชิงนโยบายที่แก้ไขไม่สำเร็จเรื้อรังมายาวนานหลายสิบปี ไม่ว่าประเทศไทยจะพยายามระดมทรัพยากรเข้าไปมากเพียงใดก็ตาม

โครงการ Big Data and AI for Safer Roads นี้เกิดจากความตั้งใจของมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะที่จับมือร่วมกับบริษัทสยามแมทริกซ์ คอนซัลติ้ง และผู้สนับสนุนโครงการ ในการริเริ่มมองปัญหานี้จากมุมมองใหม่ ตั้งเป้าที่จะสืบหาความจริง ค้นคว้าความรู้ และใช้ประโยชน์จากข้อมูล big data และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อช่วยปูทางไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

หัวใจสำคัญของโครงการนี้คือการนำชุดข้อมูลจากหลากหลายหน่วยงานมารวมกันสร้างเป็นฐานข้อมูลกลางเพื่อเพิ่มศักยภาพและความครอบคลุมในการวิเคราะห์ข้อมูลและในการสร้างระบบ AI ขึ้น ฐานข้อมูลกลางนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลหลากหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุบนท้องถนน ตั้งแต่พิกัดเวลา ความเสียหาย และลักษณะการปะทะ ไปจนถึงข้อมูลสภาพแวดล้อม สิ่งปลูกสร้าง สภาพถนน และสภาพอากาศ

อนึ่ง **แปลว่าในถนนช่วงหนึ่ง ณ เวลาหนึ่ง นักวิเคราะห์จะทราบถึงข้อมูลหลากหลายมิติดังกล่าว** ไม่ใช่เพียงแค่ทราบว่าได้เกิดอุบัติเหตุหรือไม่ อย่างที่เคยเป็นอุปสรรคในการวิจัยเพื่อหาหนทางจากข้อมูลอย่างที่ผ่านมา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว โครงการนี้มีผลสรุปและข้อเสนอแนะดังนี้

1.Focused effort - ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรใช้ประโยชน์จากข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อมุ่งเน้นทรัพยากรไปให้ถูกจุดมากขึ้น ผลลัพธ์หลักในโครงการนี้คืออุบัติเหตุในประเทศไทยมีความกระจุกตัวสูงเกินกว่า 50% เกิดในบริเวณกรุงเทพฯ และปริมณฑล และภายในบริเวณเดียวกันนี้ บริเวณพื้นที่ 250x250 เมตรที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งที่สุด 100 อันดับแรกถือเป็นถึงร้อยละ 16 ของจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดแล้วยิ่งไปกว่านั้นการใช้งานระบบ AI ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถลดต้นทุนในการวางกำลังลงเหลือเพียง 12% ของทรัพยากรในการลดเวลาเคลื่อนที่เข้าสู่ที่เกิดเหตุหรือเพื่อยับยั้งการเกิดของอุบัติเหตุตั้งแต่ต้น



2.Evidence-based policy making - การวัดผลนโยบายจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในระยะยาวเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุบนถนนมีความซับซ้อนและมีตัวแปรจำนวนมาก การใช้ความรู้สึกหรือหลักฐานโดยเรื่องเล่า(anecdotal evidence) เพื่อปรับเปลี่ยนนโยบายจึงมีความเสี่ยงที่จะสิ้นเปลืองทรัพยากรไปเสียเปล่า หรือซ้ำร้ายทำให้ปัญหาทวีความรุนแรงขึ้นได้ โครงการนี้พบว่าข้อมูลจากหลายฝ่ายสามารถนำมาร่วมกันใช้เพื่อวิเคราะห์วัดผลของนโยบายในอดีตได้ ยกตัวอย่าง เช่น นโยบายการเปิดด่านตรวจระดับแอลกอฮอล์ในกรุงเทพฯ พบว่ามีผลช่วยป้องกันอุบัติเหตุตอนกลางดึกในละแวกที่มีด่านได้ปีละประมาณ 500 ครั้ง และนโยบายงดจำหน่ายสุราในช่วงเวลาต้องห้าม พบว่าไม่ได้มีผลกระทบต่องานและความรุนแรงของอุบัติเหตุบนทางหลวงนัก ทั้งหมดนี้เพื่อเป็นตัวอย่างต่อการดำเนินนโยบายไปในทางที่ถูกต้องมากขึ้นในอนาคต

3.Road experimentation - โครงการนี้ใช้ข้อมูลถนนอย่างละเอียดร่วมกับข้อมูลมิติอื่นๆ เกี่ยวกับถนนแต่ละเส้น เพื่อแยกผลต่อความเสี่ยงเกิดอุบัติเหตุของลักษณะถนนแต่ละประเภทออกจากปัจจัยอื่นๆ พบว่ายังมีโอกาสในการพัฒนาปรับแก้ถนนในมิติต่อไปนี้ หนึ่งในหากนำสองถนนที่เหมือนกันทุกมิติยกเว้นว่าเส้นหนึ่งมีอุโมงค์มาเทียบกัน พบว่าการมีอุโมงค์เพิ่มอุบัติเหตุมากขึ้น 2.2 เท่า สอง ความเร็วที่รถยนต์วิ่งได้บนถนนในกรุงเทพฯ และปริมาณที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างซับซ้อนกับความเสี่ยง โดยความเสี่ยงลดลงในช่วงความเร็ว 31-90 กม/ชม แต่ปรับสูงขึ้นเมื่อวิ่งได้เกิน 91 กม/ชม ขึ้นไป สาม บริเวณที่มีสัญญาณไฟจราจรและป้ายเตือนก่อให้เกิดอุบัติเหตุจำนวนมากอย่างมีนัยสำคัญ มิได้แปลว่าการติดตั้งทำให้เกิดการปะทะมากขึ้น แต่บ่งชี้ว่าลักษณะการติดตั้งในปัจจุบันนั้นไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้ผู้ขับขี่ระมัดระวังขึ้นและสี่ ป้ายรถประจำทางมีผลเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุราวปีละ 2,200 ครั้งในกรุงเทพฯ โดยไม่เกี่ยวข้องกับตัวแปรควบคุมอื่นๆ ทั้งสี่ผลลัพธ์หลักบ่งชี้ว่าการแก้ไขปรับปรุงถนนยังจำเป็นต้องมี แต่เบื้องหลังมีความละเอียดอ่อนสูง จำเป็นที่จะต้องศึกษาเชิงลึกและทำการทดลองเพิ่ม ว่าการแก้ไขแบบใดช่วยลดความเสี่ยงลงได้ มิเช่นนั้นถนนก็ยังคงมีส่วนทำให้เกิดอุบัติเหตุต่อไป



4.Data collection process needs an overhaul – โครงการนี้พบว่า การนำข้อมูลมารวมกันเป็นฐานข้อมูลกลางนั้นสร้างประโยชน์ได้อย่างมหาศาล กระนั้น ลักษณะและคุณภาพของการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุในปัจจุบันยังถือว่า มีข้อจำกัดและมีต้นทุนในการรวบรวมสูงเกินไป ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ช้าและมีความเสี่ยงที่จะสรุปใจความทางสถิติอย่างผิดพลาด ประเทศไทยยังไม่มีศูนย์กลางข้อมูลอุบัติเหตุที่สมบูรณ์ ทั้งในเชิงความกว้างที่ว่าเก็บข้อมูลอุบัติเหตุครบทุกครั้ง ในเชิงความลึกที่สามารถเข้าไปสืบค้นได้ว่าเกิดที่พิกัดใด วันเวลาใด เกิดกับยานพาหนะและผู้คนแบบใด และมีความรุนแรงเพียงใด และในเชิงความครบถ้วนของข้อมูลแต่ละตัวแปร ปัจจุบันข้อมูลถูกเก็บอย่างกระจัดกระจาย แต่ละฐานมีจุดเด่นจุดด้อยแตกต่างกัน และถึงแม้จะนำทุกฐานมารวมกันได้สำเร็จ ก็จะไม่แก้ปัญหทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดบางข้อเกิดขึ้นตั้งแต่ตอนเก็บข้อมูลหรือตั้งแต่สร้างระบบเก็บข้อมูลนั้นแล้ว หากจะเดินไปในวิถี data-driven ในแก้ปัญหานี้อย่างจริงจัง หน่วยงานในประเทศไทยจะต้องร่วมวิธีจัดเก็บข้อมูลใหม่ให้เป็น unified database อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

คณะผู้จัดทำโครงการ Big Data & AI for Safer Roads ขอบอพระคุณที่ผู้อ่านให้ความสนใจกับปัญหานี้และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการนี้ไปสานต่อทำให้ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนนคลี่คลายได้ในเร็ววัน



Table of Content

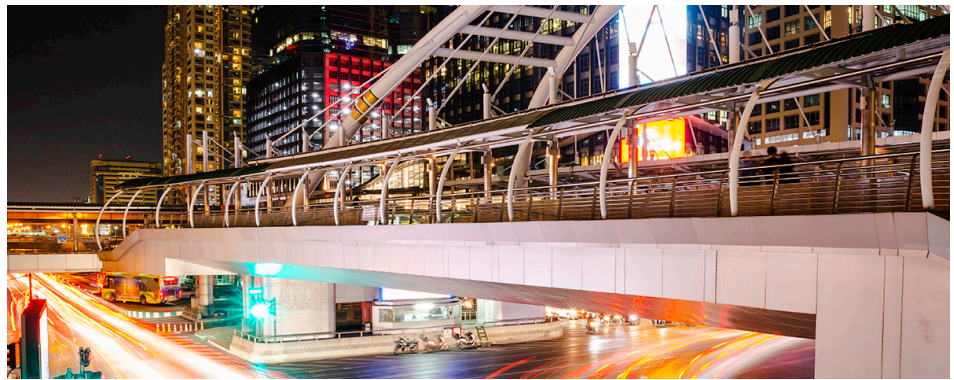
Big Data & AI for Safer

01. Problem statement: ที่มาและความสำคัญ	08
02. Our approach: มองมุมกลับ ปรับมุมมองให้ data-driven	11
03. Focused effort is key to reducing accidents: หัวใจสำคัญคือ การแก้ปัญหาย่างตรงจุด	14
04. Predicting traffic accidents with AI: ทำนายอุบัติเหตุด้วย AI	22
05. Road Accidents: unboxing the black box: ไขปริศนาการเกิดอุบัติเหตุ	27
06. Why evidence-based policy?: นโยบายต้องมีการวัดผล	45
07. Conclusion and suggestions: บทสรุป	51
Appendix: ภาคผนวก	59



01. Problem statement

ที่มาและความสำคัญ



01

อุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นอีกหนึ่งปัญหาด้านสาธารณสุขที่คร่าชีวิตของคนทั่วโลกกว่า 1.35 ล้านชีวิตในปีพ.ศ. 2559 นั้นหมายความว่าในทุก ๆ ชั่วโมงจะมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุกว่า 155 ราย ทำให้การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนสูงเป็นอันดับที่ 8 ของสาเหตุการเสียชีวิตทั้งหมด สูงกว่าจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคเอดส์ วัณโรคและอหิวาตกโรคเสียอีก

ทั้งนี้ องค์การอนามัยโลก¹ ระบุว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุในช่วงทศวรรษที่ผ่านมายังคงไม่ได้มีที่ท่าว่าจะเปลี่ยนแปลงมากนัก ทำให้ปัญหาด้านความปลอดภัยบนท้องถนนยังสร้างความกังวลต่อทั้งหน่วยงานภาครัฐไปจนถึงผู้ใช้รถใช้ถนนทั่วไป ช้ำราย ผู้ที่ได้รับผลกระทบจากอุบัติเหตุทางท้องถนนมากที่สุดมักเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมมากที่สุด โดยจากรายงานจากองค์การอนามัยโลกระบุว่า อุบัติเหตุทางถนนคือสาเหตุหลักของการเสียชีวิตของเยาวชนที่มีอายุตั้งแต่ 5-29 ปี นั้นหมายความว่านอกเหนือจากต้นทุนค่าความสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุทางถนน เรายังเสียโอกาสในการพัฒนาเยาวชนกลุ่มนี้ที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจอีกด้วย

ในขณะเดียวกัน ภัยพิบัติดังกล่าวยังทวีความรุนแรงในกลุ่มประเทศที่ด้อยพัฒนา สัดส่วนความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนของประเทศที่กำลังพัฒนาสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วถึง 3 เท่า โดยประเทศที่กำลังพัฒนามีอัตราผู้เสียชีวิตสูงถึง 27.5 คนต่อประชากร 100,000 คน ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วมีอัตราผู้เสียชีวิตเพียง 8.3 คนต่อประชากร 100,000 คน ตัวเลขเหล่านี้ตั้งคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมและมารยาทการใช้ถนน รวมถึงการบังคับใช้กฎหมายทางจราจรต่าง ๆ ที่อาจด้อยกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว

1

Global status report on road safety 2018: summary. Geneva: World Health Organization;2018 [WHO/NMH/NVI/18.20]. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 [60].

ในประเทศไทย ตัวเลขการเกิดอุบัติเหตุและจำนวนผู้เสียชีวิตจากสาเหตุดังกล่าวนั้นสูงกว่ากลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาโดยเฉลี่ยกว่าร้อยละ 40 โดยในแต่ละปีมีผู้ใช้รถใช้ถนนจำนวนกว่า 22,000 รายที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางจราจร² ทำให้องค์การอนามัยโลกจัดลำดับถนนในประเทศไทยให้เป็นถนนที่อันตรายที่สุดในเอเชียและอยู่ในอันดับที่ 9 ถนนที่อันตรายที่สุดในโลกโดยสถิติผู้เสียชีวิตบนท้องถนนสูงถึง 32.7 รายต่อประชากร 100,000 คน ซึ่งรองจากประเทศแถบแอฟริกา เท่านั้น แม้ว่าก่อนหน้านี้ไทยจะอยู่ที่อันดับที่สูงกว่านี้ แต่ไม่ได้หมายความว่าสถานการณ์ในประเทศไทยดีขึ้นแต่อย่างใด เนื่องจากตัวเลขอัตราการเสียชีวิตนี้ยังคงสูงและลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

10 อันดับประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนมากที่สุด

อันดับ	ประเทศ	อัตราผู้เสียชีวิต (ต่อแสนประชากร)	GDP ต่อหัว (PPP)
1	Liberia	35.90	1,418
2	Saint Lucia	35.40	14,355
3	Burundi	34.70	732
4	Zimbabwe	34.70	2,788
5	Dominican Republic	34.60	18,424
6	Venezuela	33.70	12,400
7	Congo	33.70	6,799
8	Central African Republic	33.60	712
9	Thailand	32.70	19,476
10	Guinea-Bissau	31.10	1,937

ที่มา: Road traffic deaths and proportion of road users by country/area - WHO: Global status report on road safety 2018

ด้วยจำนวนการเกิดอุบัติเหตุกว่า 103,515 ครั้งในปีพ.ศ. 2561 และจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตกว่า 107,542 ราย อุบัติเหตุบนท้องถนนนี้ถือได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญที่สร้างต้นทุนอันมหาศาลต่อสังคมไทย จากการประมาณการของมูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) พบว่ามูลค่าความเสียหายของผู้ประสบอุบัติเหตุ 1 รายในกรณีที่บาดเจ็บสาหัสมีมูลค่าสูงถึง 3 ล้านบาทต่อรายและเพิ่มขึ้นมากกว่า 3 เท่าในกรณีที่เสียชีวิต (10 ล้านบาท) นั่นหมายความว่าหากนำมูลค่าความเสียหายในช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2554-2556 มารวมกันแล้ว ตัวเลขนี้จะมีค่าสูงถึง 526,284 ล้านบาทมากกว่าร้อยละ 6 ของ GDP และมากกว่างบประมาณก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิกว่า 2.5 เท่า³

ทุกๆ 1 ชั่วโมง
3

คนเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ
บนท้องถนน

² MANOPINIWES, C. (2019). ความปลอดภัยบนท้องถนน: สร้างได้ ไม่ใช่เรื่องบังเอิญ. [online] World Bank Blogs. Available at: <https://blogs.worldbank.org/th/eastasiapacific/thailand-road-safety-will-never-happen-accident> [Accessed 5 Nov. 2019].

³ โอเจริญ, ณ. (2019). อุบัติเหตุทางถนน...ความเสียหายร้ายแรงต่อเศรษฐกิจไทย - TDRI: Thailand Development Research Institute. [online] Tdri.or.th. Available at: https://tdri.or.th/2017/08/econ_traffic_accidents/ [Accessed 5 Nov. 2019].

ลองจินตนาการว่าหากภาครัฐสามารถจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้สำเร็จ มูลค่าความเสียหายนี้คงสามารถนำไปทำประโยชน์ให้กับสังคมส่วนรวมได้อย่างมหาศาลเลยทีเดียว ดังนั้น จึงไม่แปลกที่ธนาคารโลกและ Bloomberg Philanthropies⁴ ประมาณไว้ว่าประเทศไทยหากสามารถลดจำนวนอุบัติเหตุได้ครึ่งหนึ่งภายในปี 2581 จะส่งผลทำให้ผลผลิตมวลรวมต่อหัวของประเทศเพิ่มขึ้นสูงถึงร้อยละ 22 ซึ่งสูงที่สุดในกลุ่มประเทศที่ทำการศึกษา ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย ฟิลิปปินส์ และแทนซาเนีย นอกจากนี้ ในระยะยาว การศึกษาดังกล่าวยังได้ประเมินค่าของมูลค่าชีวิต (VSL) ที่สามารถรักษาไว้ได้หากอัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลงครึ่งหนึ่ง โดยพบว่า มูลค่าดังกล่าวสูงถึง 250 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯหรือกว่าร้อยละ 30 ของ GDP ของประเทศไทยเลยทีเดียว ตัวเลขเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการไม่นิ่งเฉย ไม่ย่อท้อและการตั้งใจวิเคราะห์แก้ไขปัญหานี้อย่างมีระบบให้รวดเร็วที่สุด

ที่ผ่านมา ประเทศไทยได้พยายามที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างจริงจัง ดังจะเห็นได้จากมาตรการและกฎหมายต่างๆ ที่ถูกบังคับใช้เพื่อเสริมสร้างวินัยทางจราจรและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ เช่น การกำหนดช่วงเวลาการจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การตั้งด่านเป่าแอลกอฮอล์และควบคุมวินัยทางจราจร มาตรการส่งเสริมการใช้หมวกและเข็มขัดนิรภัย อย่างไรก็ตาม นโยบายเหล่านี้ยังไม่สามารถที่จะลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้เท่าที่ควร ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการออกนโยบายมาตรการบังคับต่างๆคือ การปรับเปลี่ยนวิธีคิด วิธีลงมือให้อยู่ในแนวทางที่ใช้ข้อมูลในการขับเคลื่อน (data-driven) เพื่อให้สามารถเข้าใจต้นตอของปัญหาและวางแผนแก้ไขอย่างตรงจุด ถูกฝาถูกตัวมากยิ่งขึ้น รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการกองกำลังและทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมให้มากที่สุด

ด้วยเหตุนี้ มูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทยได้เห็นความสำคัญที่มีผลอย่างรุนแรง จึงริเริ่มการวิจัยหาสาเหตุของอุบัติเหตุโดยร่วมกับหน่วยงาน เอกชนและราชการ รวมทั้งหมด 19 หน่วยงาน และมอบหมายให้ บริษัท สยามเมทริกซ์ คอนซัลติ้ง จำกัด ได้จัดทำการศึกษาเชิง data-driven เพื่อผลักดันการสร้างถนนที่ปลอดภัยจากอุบัติเหตุโดยบูรณาการ Big data analytics และข้อมูลเชิง Geospatial

⁴ World Bank. 2017. The High Toll of Traffic Injuries : Unacceptable and Preventable. World Bank, Washington, DC. a World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29129> License: CC BY 3.0 IGO.

02. Our approach

มองมุมกลับ ปรับมุมมองให้ data-driven



กุญแจสำคัญที่จะปลดล็อกขีดความสามารถในการทำความเข้าใจต่อต้นตอของปัญหาและการวางแผนรับมืออย่างมีประสิทธิภาพคือการใช้ data-driven approach โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น exploratory data analysis การศึกษาความเป็นเหตุเป็นผลด้วยเทคนิคทางเศรษฐมิติ (econometrics) และการทำ machine learning เป็นต้น

Accident Prediction

What- ทำนายอุบัติเหตุก่อนล่วงหน้าแบบdynamic riskmap
Why- เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถเตรียมความพร้อมรับมือและหาวิธีป้องกันได้
How- ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) และ Big data analytics

Causal Inference Analysis

What- การศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุ รวมถึงศึกษาผลของนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอุบัติเหตุ
Why- เพื่อศึกษาสาเหตุของอุบัติเหตุและออกแบบการแก้ปัญหาอย่างตรงจุด
How- ใช้เทคนิคทางสถิติและเศรษฐมิติ (econometrics) และ quasi-experimental design

Sharable Content

What- สื่อในรูปแบบต่าง ๆ สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและบุคคลทั่วไป
Why- เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาและสร้างความตระหนักกับสังคม
How- Infographics, บทความ และรายงาน

1

เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและลดความเสียหายต่อชีวิตและสังคม

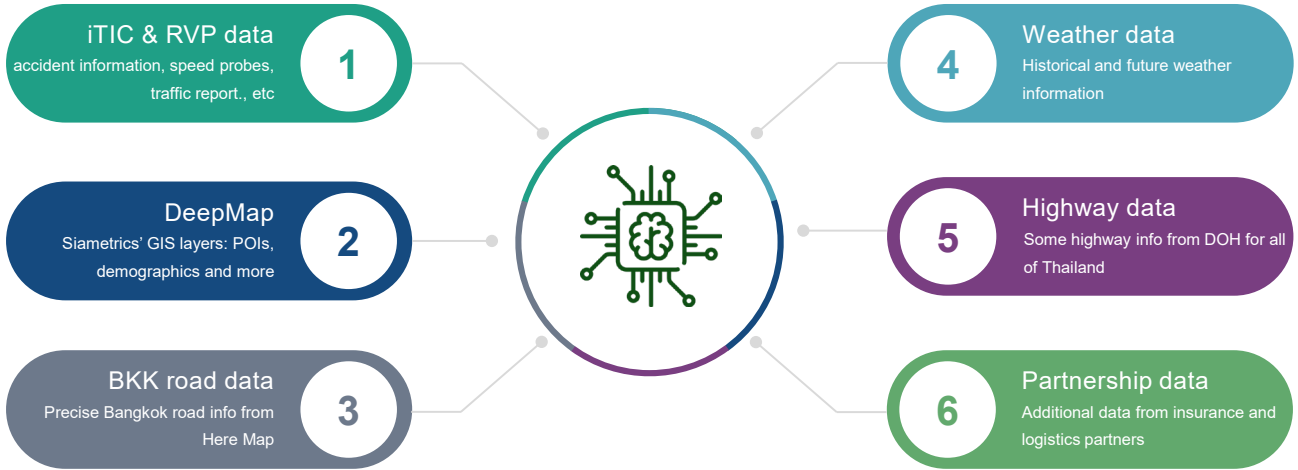
2

เพื่อส่งเสริม ROI mindset ในการออกแบบเพื่อ socially optimal solutions

3

เพื่อสร้างความตระหนักต่อสังคม

Data



1

ข้อมูลอุบัติเหตุ (Accident data)

ชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุบนท้องถนนประกอบไปด้วย 3 ชุดข้อมูล ดังนี้

- ชุดข้อมูลจากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTic)
- ชุดข้อมูลจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (Highways Accident Information Management System: HAIMS) พัฒนา โดยกรมทางหลวง
- ชุดข้อมูล 3 ฐาน จากมูลนิธิสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง (Urban Institute for Disease Prevention and Control)

ชุดข้อมูล iTic เป็นชุดข้อมูลที่ครอบคลุมอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั่วประเทศมากที่สุด ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลเช่น บริษัท กลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ จำกัด ตำรวจ จส.100 สื่อออนไลน์ เช่น ทวิตเตอร์ (Twitter) และอื่น ๆ ชุดข้อมูลนี้มีการบันทึกข้อมูลจุดพิกัดของที่เกิดเหตุ รวมถึงเวลาของการเกิดเหตุ แต่ไม่ได้มีการบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับประวัติของผู้ประสบเหตุ ลักษณะการชน และอื่นๆ

ชุดข้อมูลระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS: Highway Accident Information Management System) มีการจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุที่มีรายละเอียดครบถ้วน ทั้งสภาพถนนที่อุบัติเหตุเกิด สภาพภูมิอากาศในขณะที่เกิดเหตุ จำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บ และประวัติของผู้ประสบเหตุ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ชุดข้อมูลนี้จำกัดการจัดเก็บเฉพาะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงเท่านั้น

ด้วยความร่วมมือกันจากหลายภาคส่วนทั้งมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) หน่วยงานภาครัฐ องค์กรไม่แสวงกำไร (NGOs) และภาคเอกชน

บริษัท สยามเมทริกซ์ คอนซัลติ้ง จำกัด ได้รวบรวมชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษานี้ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลสภาพถนน ข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลเหตุการณ์บนพื้นถนน และข้อมูลอื่น ๆ

ชุดข้อมูล 3 ฐาน- ชุดข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลผู้เสียชีวิตจาก 3 แหล่งข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลจากมรณบัตร และหนังสือรับรองการตาย เป็นระบบลงทะเบียนการตายของผู้เสียชีวิตทุกรายที่มีการแจ้งตาย ข้อมูลจากระบบ POLIS เป็นระบบบันทึกข้อมูลคดี และข้อมูลจากระบบ E-Claim เป็นระบบบันทึกข้อมูลสำหรับเบิกจ่ายเงินค่าสินไหมทดแทนส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ ชุดข้อมูลนี้รวบรวมทั้งประวัติผู้เสียชีวิตรวมถึงสาเหตุการเสียชีวิต

2

ข้อมูลถนน (Road data)

ชุดข้อมูลถนนที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดถนนประกอบไปด้วย 2 ชุดข้อมูล ดังนี้

- ชุดข้อมูลจากบริษัท HERE Technologies ซึ่งมีการเก็บข้อมูล ประเภทและลักษณะของถนน (road segment) รวมถึงรายละเอียดของลักษณะการเชื่อมต่อของถนน เช่น จุดกลับรถ ทางแยก ทางเชื่อม เป็นต้น
- ชุดข้อมูลถนน Open Street Map ซึ่งได้มาจากแพ็คเกจ OSMnx uu python

3

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial data)

ข้อมูล DeepMap ของบริษัท สยามแมทริกซ์ คอนซัลติ้ง จำกัด ซึ่งรวบรวมข้อมูล geospatial ในหลายมิติ เช่น ตำแหน่งที่ตั้ง POI ต่างๆ จำนวนร้านค้า ร้านอาหาร สถานที่ราชการและระบบขนส่งมวลชน ความหนาแน่นประชากร และข้อมูลธุรกิจ

4

ข้อมูลสภาพอากาศ (Weather data)

ข้อมูลสภาพอากาศได้มาจาก weather forecast API ของ World Weather Online ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม สภาพการมองเห็น

5

ข้อมูลเหตุการณ์บนท้องถนน (Event data)

ในชุดข้อมูล iTic นอกจากยังมีข้อมูลอุบัติเหตุแล้ว ยังมีข้อมูลเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดบนท้องถนน เช่น ข้อมูลก่อสร้าง ข้อมูลภัยธรรมชาติ เป็นต้น

6

ข้อมูลอื่น ๆ (Miscellaneous)

ข้อมูลอื่นๆ ประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับด้านตรวจแอลกอฮอล์ทั้งตำแหน่งการตั้งและเวลาปฏิบัติการ ข้อมูลจากกล้องตรวจจับความเร็วรถจากกองบังคับการตำรวจจราจร รวมถึงข้อมูลเส้นทางการเดินรถประจำทางภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ในการวัดผลของนโยบายและผลจากสิ่งแวดล้อมบนถนน

03. Focused effort is key to reducing accidents

หัวใจสำคัญคือ การแก้ปัญหาอย่างตรงจุด



ในขณะที่ความปลอดภัยด้านท้องถนนเป็นอีกหนึ่งปัญหาใหญ่ที่ประเทศไทยกำลังเผชิญหน้า การแก้ไขปัญหานี้จึงจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรและการร่วมมือจากหลายๆภาคส่วน อย่างไรก็ตาม ด้วยทรัพยากรและกองกำลังที่มีอยู่อย่างจำกัด การส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปสอดส่องตรวจตราปัจจัยเสี่ยงในทุก ๆ พื้นที่พร้อมกันอาจต้องใช้งบประมาณมากและเกินความจำเป็น ดังนั้น การวางแผนและบริหารทรัพยากรกองกำลังอย่างชาญฉลาดและขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญที่ช่วยพัฒนาศักยภาพในการรับมือกับอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนต่อสังคมมากที่สุด

ดังนั้น เนื้อหาในส่วนนี้จึงให้ความสำคัญกับการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุทั้งในด้านของสถานที่และเวลาที่เกิด โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือทำให้ข้อมูลเชิงลึกกับเจ้าหน้าที่รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้วางแผนและประกอบการตัดสินใจในการจัดกองกำลังคนเข้าไปตรวจตราและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน รวมถึงเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการออกแบบมาตรการและนโยบายต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Bangkok

กรุงเทพมหานคร:เมืองหลวงของอุบัติเหตุ

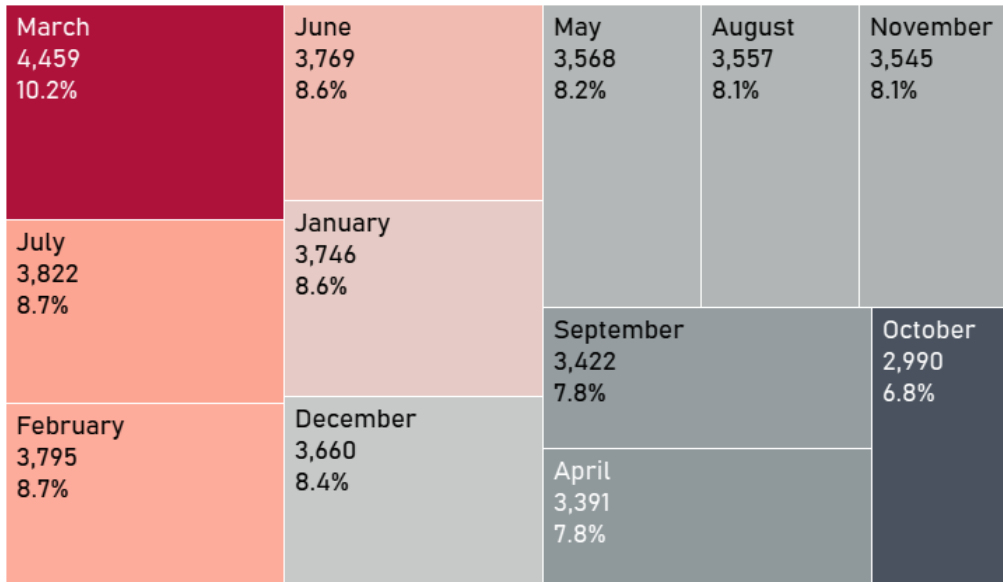


ในกรุงเทพมหานครตั้งแต่ช่วงปี 2560-2561 เกิดอุบัติเหตุจำนวนทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 47,000 ครั้ง¹ หรือกว่า 1,900 ครั้งต่อเดือน โดยเดือนที่มีความเสี่ยงที่อุบัติเหตุมากที่สุดคือเดือนมีนาคม ซึ่งมีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือนกว่า 2,200 ครั้งต่อเดือน ในขณะเดียวกัน เดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีจำนวนอุบัติเหตุน้อยที่สุด (1,500 ครั้งต่อเดือน) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเวลาการเกิดอุบัติเหตุในกรุงเทพมหานครพบว่า กว่าร้อยละ 50 ของอุบัติเหตุเกิดขึ้นในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนของเวลาทำงานที่การจราจรหนาแน่น (7.00-10.00 น. และ 15.00-19.00 น.) และยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ รถยนต์ (ร้อยละ 65) รถจักรยานยนต์ (ร้อยละ 23) และรถกระบะ (ร้อยละ 7) ซึ่งทั้งสามประเภทนี้รวมกันเป็นร้อยละ 95 ของยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร

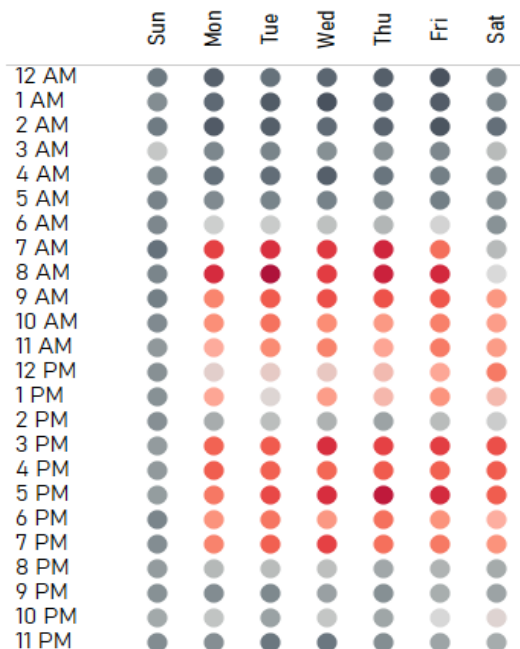
1

ข้อมูลจากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (ITIC)

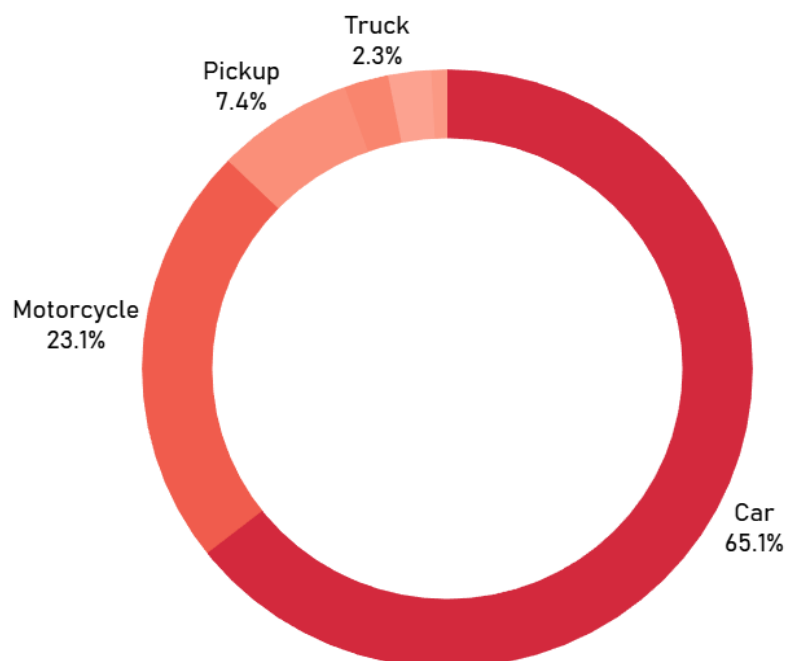
KEY FACTS



10.2%
 ของอุบัติเหตุมักเกิดในเดือนมีนาคม



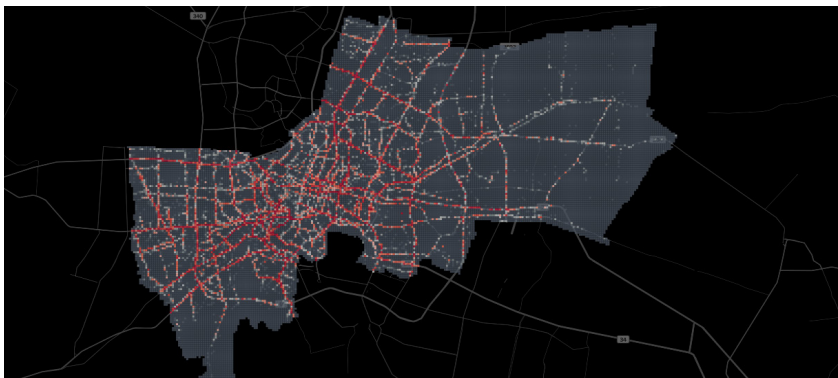
50.1%
 ของอุบัติเหตุมักเกิดในช่วงเช้าถึงเย็น



72.3%
 ของอุบัติเหตุมักเกิดกับยานพาหนะ 4 ล้อ

ข้อมูลจากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรทางหลวง (ITIC)

จุดเสี่ยงซ้ำซาก



โอกาส

50%

ที่กริดมีอุบัติเหตุสูงสุด 1 %
แรกจะมีอุบัติเหตุสูงเป็น Top
5% อีกครั้งในเดือนถัดไป

อุบัติเหตุในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มักเกิดในบริเวณที่ซ้ำ ๆ กัน โดยอุบัติเหตุระหว่างปี 2559-2561 กว่าร้อยละ 90 เกิดขึ้นในร้อยละ 5 ของจำนวนกริด¹ทั้งหมด และในกริดที่มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุสูง ก็จะมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุสูงอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษาพบว่ากริดที่มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด TOP 1% จะมีโอกาสที่จะเป็น TOP 1% ในเดือนถัดไปอีกครั้งถึงร้อยละ 24 และมีโอกาสที่จะอยู่ใน TOP 5% อันดับแรกกว่าร้อยละ 50 หากกริดอยู่ใน TOP 5% แรกจะมีโอกาสร้อยละ 31 ที่จะอยู่ใน TOP 5% แรกในเดือนถัดไป ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงว่าการเกิดอุบัติเหตุค่อนข้างที่จะเกาะกลุ่มกันทั้งในแง่ของสถานที่และเวลา ทำให้บริเวณที่เกิดอุบัติเหตุมีจำนวนไม่มากและมักจะเกิดที่เดิมซ้ำไปเรื่อย ๆ

โอกาสของกริดมีอุบัติเหตุสูงสุดที่ลำดับ percent ต่างๆจะมีอุบัติเหตุสูงในเดือนถัดไปอีกครั้ง

	เดือนก่อน	
	Top 1%	Top 5%
เดือนถัดไป	24%	50%
	31%	

1 ผู้จัดทำใช้วิธีวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกริดหรือช่องสี่เหลี่ยมขนาด 250x250 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ทั้งกรุงเทพมหานคร (ตามภาคผนวก)

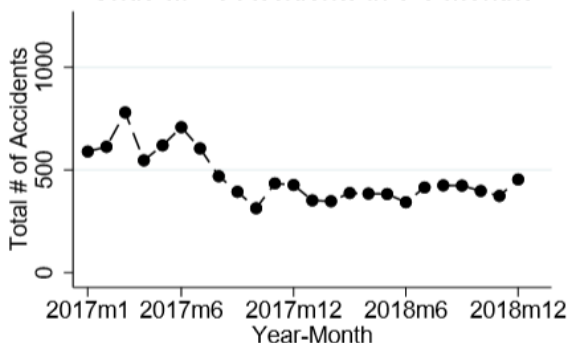
นอกจากนี้ โอกาสที่อุบัติเหตุจะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในบริเวณเดิมนั้นจะแตกต่างกันตามประเภทของรถและเวลาการเกิดเหตุ โดยทั่วไปอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์มักเกิดในบริเวณที่ซ้ำๆกันมากที่สุด โดยโอกาสที่บริเวณที่มีจำนวนอุบัติเหตุรถยนต์มากที่สุด TOP 5% จะมีโอกาสร้อยละ 44.6 ที่จะอยู่ใน TOP 5% แรกในเดือนถัดไป รองลงมาคือรถจักรยานยนต์ร้อยละ 18.6 และรถบรรทุกร้อยละ 13 ในขณะที่อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถกระบะและรถประจำทางค่อนข้างกระจายตัว โดยโอกาสดังกล่าวมีค่าเพียงร้อยละ 8 และ 1 ตามลำดับ

ในทางกลับกัน หากพิจารณารูปแบบการเกิดอุบัติเหตุในเวลากลางดึก (23.00- 3.00 น.) พบว่าโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในบริเวณเดิมซ้ำ ๆ น้อยกว่าในช่วงเวลาปกติในรถทุกประเภท แปลว่านโยบายแก้ไขปัญหาดูแลเสี่ยงอาจได้ผลจำกัดในช่วงเวลาดังกล่าว

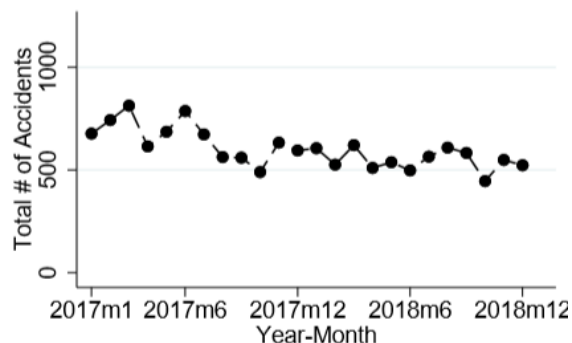
ยิ่งไปกว่านั้น รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุนี้ยังมีท่าทีที่จะทวีความรุนแรงจากแนวโน้มตัวเลขจำนวนอุบัติเหตุที่สูงขึ้นในครีตกที่มีอุบัติเหตุต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากแผนภูมิด้านล่างที่แสดงจำนวนอุบัติเหตุในครีตกที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นทุกเดือนในระยะเวลาระหว่างปี 2560-2561 มีแนวโน้มที่จะมีจำนวนอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นั่นหมายความว่าหากปัญหานี้ถูกละเลย ความเสียหายต่อทั้งชีวิต ทรัพย์สินและสังคมจะยิ่งทวีคูณสูงขึ้น

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุรายเดือนตามความหนาแน่นของอุบัติเหตุในครีตก ตั้งแต่พ.ศ. 2560-2561

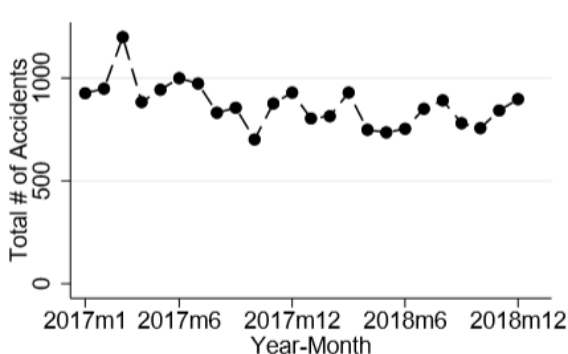
ครีตกที่เกิดอุบัติเหตุ >0 ครั้ง ในช่วง 0-5 เดือน



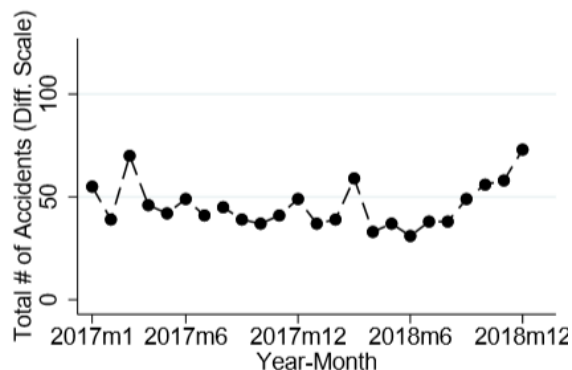
ครีตกที่เกิดอุบัติเหตุ >0 ครั้ง ในช่วง 6-11 เดือน



ครีตกที่เกิดอุบัติเหตุ >0 ครั้ง ในช่วง 12-23 เดือน



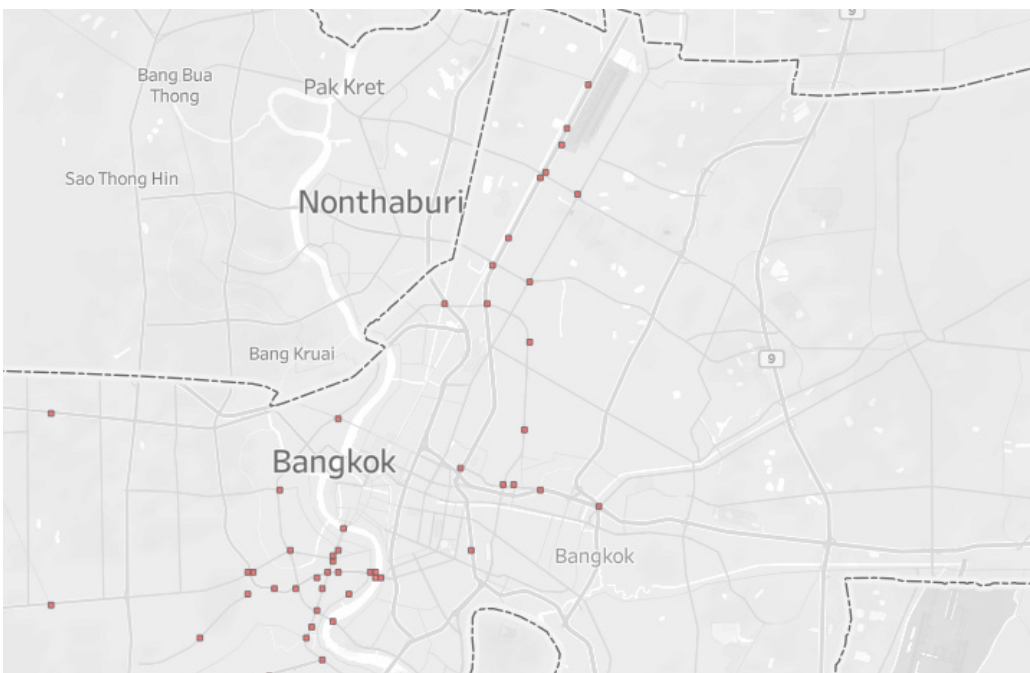
ครีตกที่เกิดอุบัติเหตุ >0 ครั้งทุกเดือน





พื้นที่ไหนเสี่ยงสุดในกรุงเทพมหานคร

TOP 50 กริดที่เกิดอุบัติเหตุสูงสุดในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่พ.ศ. 2560-2561



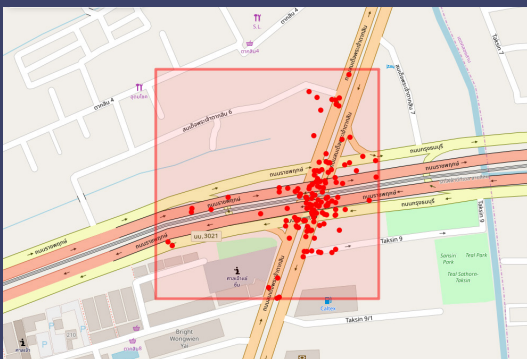
SCAN เพื่อเข้าสู่

Accident Dynamic
Risk map

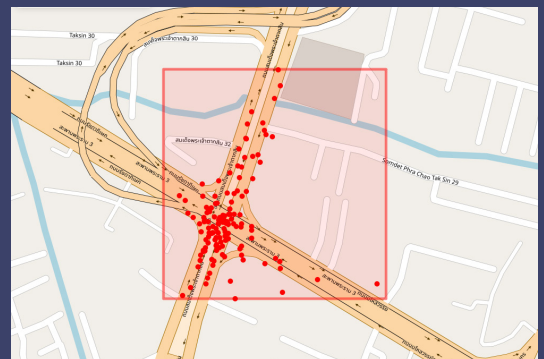


TOP 10 จุดเสี่ยงในกรุงเทพมหานคร

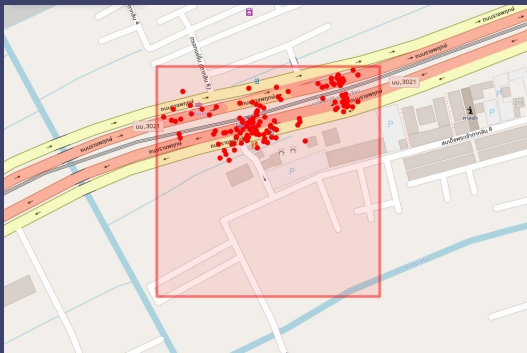
พื้นที่ในกรุงเทพมหานครที่มีความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดมักเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นอยู่ตลอด เช่นบริเวณสี่แยกหรือบริเวณสะพาน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมักมีการเปลี่ยนความเร็วและช่องทางจราจรของรถบ่อยครั้งมากกว่าบริเวณอื่นๆ ซึ่งในช่วงปี 2560-2561 บริเวณที่เป็นจุดเสี่ยงอุบัติเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด 10 อันดับแรก ได้แก่



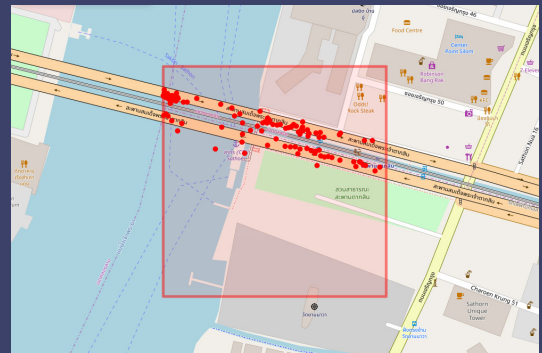
อันดับที่ 1
ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน แขวงบางยี่เรือ
เขตธนบุรี
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 138 ครั้ง



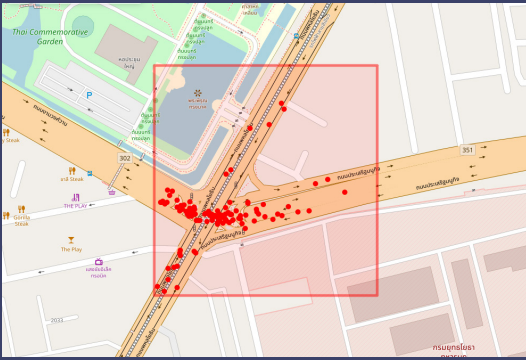
อันดับที่ 2
ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน แขวงบุคคโล
เขตธนบุรี
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 135 ครั้ง



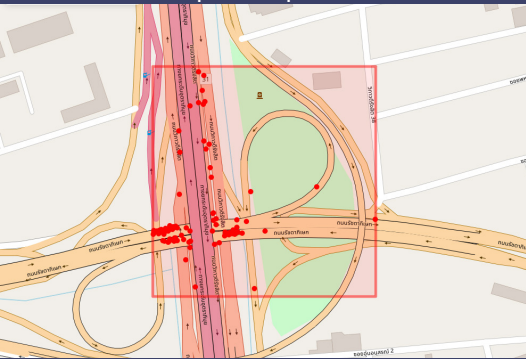
อันดับที่ 3
ถนนราชพฤกษ์ บริเวณรถไฟฟ้าโพธิ์นิมิตร
แขวงบุคคโล เขตธนบุรี
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 130 ครั้ง



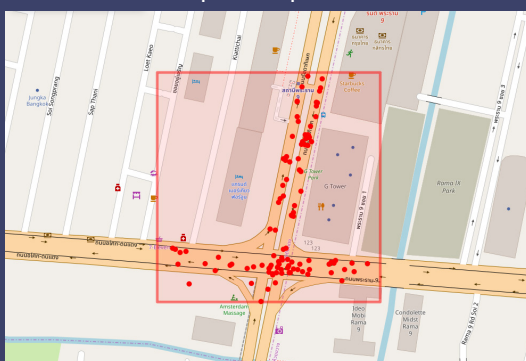
อันดับที่ 4
สะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน ช่วงท่าเรือ
สาคร แขวงยานนาวา เขตสาคร
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 129 ครั้ง



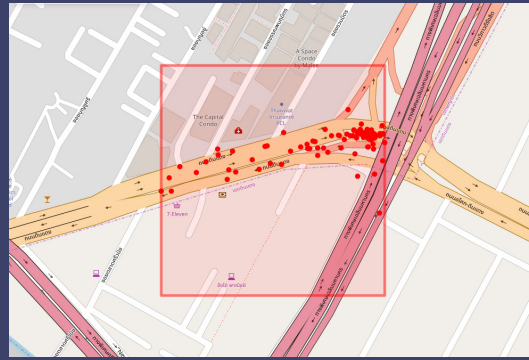
อันดับที่ 5
ถนนพหลโยธิน ช่วงตัดถนนประเสริฐมุนีกิจ
แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 117 ครั้ง



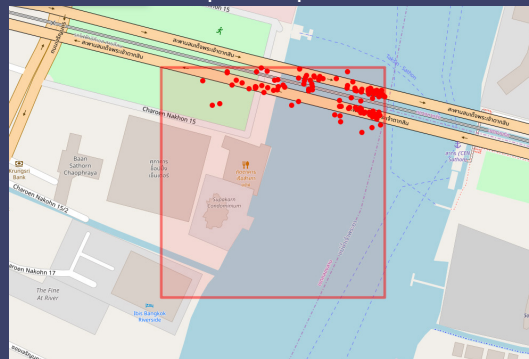
อันดับที่ 7
ถนนวิภาวดี ช่วงตัดกับถนนรัชดาภิเษก
แขวงจตุจักร เขตจตุจักร
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 112 ครั้ง



อันดับที่ 9
แยกถนนรัชดาภิเษก-ถนนพระราม 9
บริเวณโรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว พอร์จูน
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 111 ครั้ง



อันดับที่ 6
ถนนดินแดง บริเวณใกล้ซอยรวมมิตร
แขวงดินแดง เขตดินแดง
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 112 ครั้ง



อันดับที่ 8
สะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน ช่วงท่าเรือ
สาคร แขวงยานนาวา เขตสาคร
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 112 ครั้ง



อันดับที่ 10
ถนนวิภาวดีรังสิต บริเวณสนามบิน
ดอนเมือง แขวงสีกัน เขตดอนเมือง
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 109 ครั้ง

04 Predicting accidents with AI

ทำนายอุบัติเหตุด้วย AI



การมองปัญหาไปข้างหน้า (forward looking) เป็นหนึ่งในแนวทางที่จะลดความเสียหายจากอุบัติเหตุโดยการวางแผนและจัดการกำลังคนที่จะเข้าไปในพื้นที่ในการสอดส่องปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุและช่วยเหลือผู้ประสบเหตุให้ทันท่วงที ทั้งนี้ มูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (iTIC) และสยามเมทริกซ์ได้พัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) สำหรับทำนายความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุในถนนเส้นต่างๆ รายชั่วโมง เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถรู้ล่วงหน้าได้ว่าบริเวณใดน่าจะเกิดอุบัติเหตุตอนไหน เพื่อที่สามารถจัดสรรกำลังคนที่จะเข้าไปช่วยเหลือผู้ประสบเหตุได้ทัน

เหตุผลหลักที่เราต้องนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้นั้นเพราะว่ากลไกของการเกิดอุบัติเหตุนั้นค่อนข้างซับซ้อน หากเราใช้เพียงแค่การพิจารณาจากรายงานจุดเสี่ยงอุบัติเหตุเพื่อกระจายกำลังคนอาจไม่สามารถทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จากการวิเคราะห์จุดเสี่ยงระดับกริด พบว่ากริดที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจำนวนมากบางส่วน มักมีอุบัติเหตุมากเฉพาะช่วงกลางคืน ในขณะที่บางส่วนกลับมีอุบัติเหตุมากในเวลากลางวัน นอกจากนี้ ลักษณะถนนและปัจจัยแวดล้อมที่ต่างกันก็จะส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุที่ต่างกันด้วย ดังนั้น การนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการทำนายการเกิดอุบัติเหตุจะช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถวิเคราะห์รูปแบบที่ซับซ้อนเกินมนุษย์จะเข้าใจนี้ได้ดียิ่งขึ้น

AI Pipeline

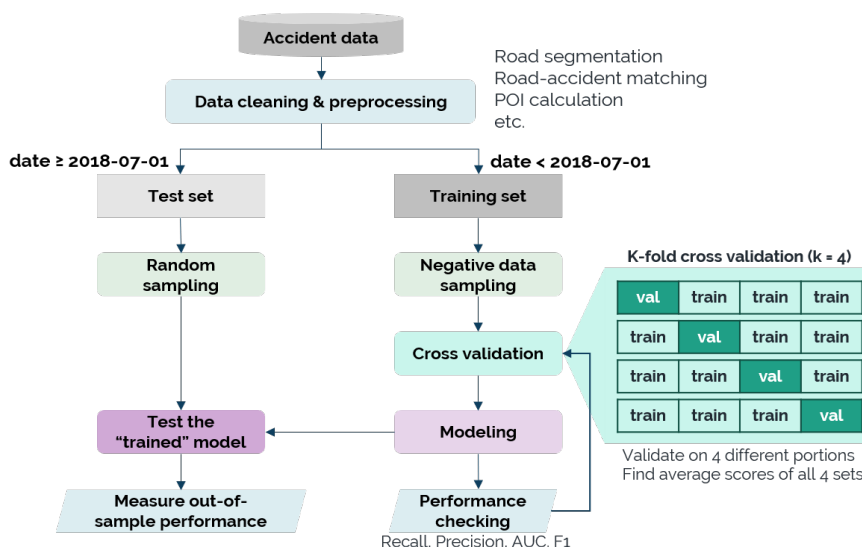
โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์นี้มีจุดประสงค์หลักคือการแสดงความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนถนนแต่ละเส้นเป็นรายชั่วโมงโดยใช้ Machine learning ที่ทำนายความเสี่ยงดังกล่าวในเฉพาะเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและจังหวัดปริมณฑล เนื่องจากมีข้อมูลอุบัติเหตุครบสมบูรณ์มากที่สุด

หลักการทำงานของโปรแกรมนี้คือการให้คะแนนความเสี่ยงของถนนแต่ละเส้นและแสดงผลการทำนายนี้ออกมาเป็นในรูปแบบแผนที่ความเสี่ยง (Risk map) ทั้งนี้ ข้อมูลต่างๆทั้งการเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลสภาพถนน ข้อมูลสภาพอากาศ และข้อมูล POI โดยรอบจะอยู่ในรูปแบบ Spatio-temporal กล่าวคือมีทั้งมิติเวลาและสถานที่

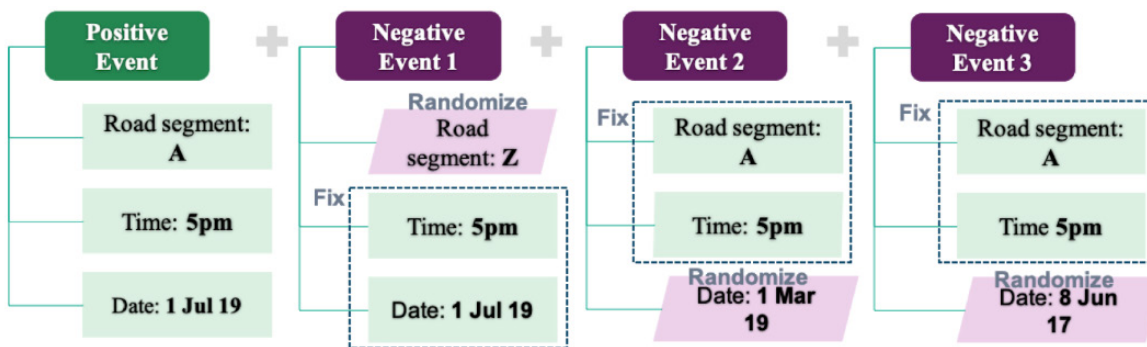
ในขั้นตอนของการเตรียมข้อมูล เริ่มจากการคำนวณระยะทางของจุดที่เกิดอุบัติเหตุกับถนนเส้นที่ใกล้ที่สุดเพื่อนำข้อมูลที่คลาดเคลื่อนออก โดยนำจุดเกิดอุบัติเหตุที่มีระยะห่างจากถนนเกิน 50 เมตรออกจากชุดข้อมูล ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์จะถูกแบ่งเป็น 2 ชุดตามแหล่งของข้อมูลถนนคือ ข้อมูลถนนจากแอปพลิเคชันนำทาง Here Technologies และข้อมูลถนนจาก OSMnx ซึ่งเป็น ข้อมูล Open source ที่นำข้อมูลถนนมาจาก Open Street Map ในขั้นตอนถัดมา ข้อมูลทั้งสองชุดนี้จะถูกแบ่งเป็น Training set เพื่อให้แบบจำลองเรียนรู้รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุและ Test set เพื่อวัดระดับความสามารถในการทำนายอุบัติเหตุของแบบจำลอง

เนื่องจากชุดข้อมูลมีเฉพาะ Positive event หรือส่วนที่เป็นอุบัติเหตุ ทั้งนี้ เพื่อให้ชุดข้อมูลมีความสมบูรณ์มากขึ้นและพร้อมใช้ในการวิเคราะห์ จึงต้องทำการสร้างชุดข้อมูลจำลองสำหรับช่วงเวลาที่ไม่มีอุบัติเหตุในแต่ละเส้นถนนด้วย ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้วิธี Negative sampling โดยเริ่มจากการกำหนดสัดส่วนของการเกิดอุบัติเหตุในชุดข้อมูล อย่างเช่น 1:1 3:1 หรือ 5:1 ซึ่งหมายความว่าส่วนที่เป็นอุบัติเหตุเท่า 1 ส่วนในชุดข้อมูลจะมีส่วนเวลาปกติ 1 3 และ 5 เท่าตามลำดับ ทั้งนี้ หลักการการสุ่มของส่วนที่ไม่มีอุบัติเหตุจะสุ่มตาม 3 เกณฑ์คือ เส้นถนน วันที่ และเวลา โดยถ้าหากข้อมูลที่สุ่มมาซ้ำกับข้อมูลก่อนหน้านี้จะถูกนำออกและทำการสุ่มใหม่ไปเรื่อย ๆ อีกเหตุผลที่เราต้องใช้ Negative sampling นั้นเพราะว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุจริงนั้นค่อนข้างต่ำ หากเราใช้สัดส่วนจริงของอุบัติเหตุ แบบจำลองเรียนรู้ของเราจะเรียนรู้รูปแบบได้ยาก อีกทั้งจะทำให้ขนาดของข้อมูลนั้นใหญ่เกินไป ทั้งนี้ทั้งนั้นเราใช้ Negative sampling กับ Training set เท่านั้น สำหรับข้อมูลที่ไว้ประเมินแบบจำลองของเรานั้น เราใช้วิธีการสุ่มแบบทั่วไปเพื่อจำลองอัตราส่วนจริงของการเกิดอุบัติเหตุ

แผนภูมิแสดง AI pipeline



แผนภูมิแสดงขั้นตอนการ Negative sampling



นอกเหนือจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ ชุดข้อมูลนี้ยังประกอบไปด้วยส่วนอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลสภาพถนน อย่างเช่น ประเภทของถนน จำนวนช่องทางการจราจร ความโค้ง ป้ายจราจร สัญญาณไฟจราจร เป็นต้น ข้อมูลการเชื่อมต่อกันของถนนทำให้เกิดเป็นโครงข่าย (network) ข้อมูลวันเวลา ข้อมูลสภาพอากาศซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์จาก World Weather Online และข้อมูล POI อย่างเช่น ร้านสะดวกซื้อ ร้านอาหาร ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน โรงพยาบาล ขนส่งมวลชน เป็นต้น แปลว่า ถนน 1 ช่องต่อใน 1 ชั่วโมง เราจะทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมันได้กว่า 5 มิติ

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

Training models

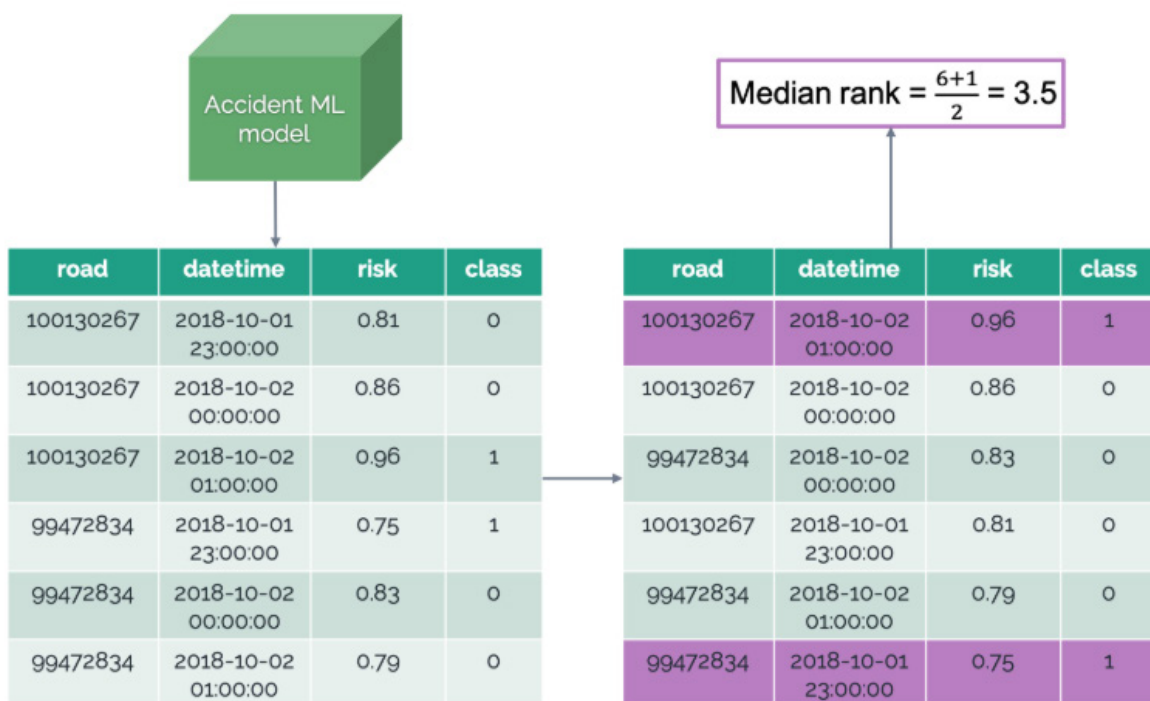
ในส่วนของการ train แบบจำลอง machine learning เราได้ทำการทดลองใช้โมเดลหลากหลายรูปแบบซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ โมเดลการแยกประเภท (classification model) และ โมเดลสมการถดถอย (regression model) ซึ่งทั้งสองวิธีจะให้ผลลัพธ์ออกมาที่ต่างกัน โดยโมเดลแยกประเภทจะให้ผลที่บ่งชี้ว่าถนนเส้นใดจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในช่วงเวลาต่าง ๆ ส่วนโมเดลสมการถดถอยจะทำนายจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ

โมเดลที่เราคัดเลือกนำมาใช้ในท้ายสุดมี Light Gradient Boosting Machine (LGBM) และ random forests สำหรับโมเดลแต่ละตัวเราต้องทำการปรับตัวแปรกำกับพฤติกรรมโมเดลของเราเพื่อให้โมเดลมีประสิทธิภาพสูงสุด (hyperparameter tuning) ซึ่งการเลือกตัวแปรเหล่านี้เราวัดจากคะแนน AUC-ROC score (Area Under the Curve of Receiver Operating Characteristics curve) ในส่วนของโมเดลแยกประเภท และ root mean-squared error (RMSE) สำหรับแบบจำลองสมการถดถอย

Results

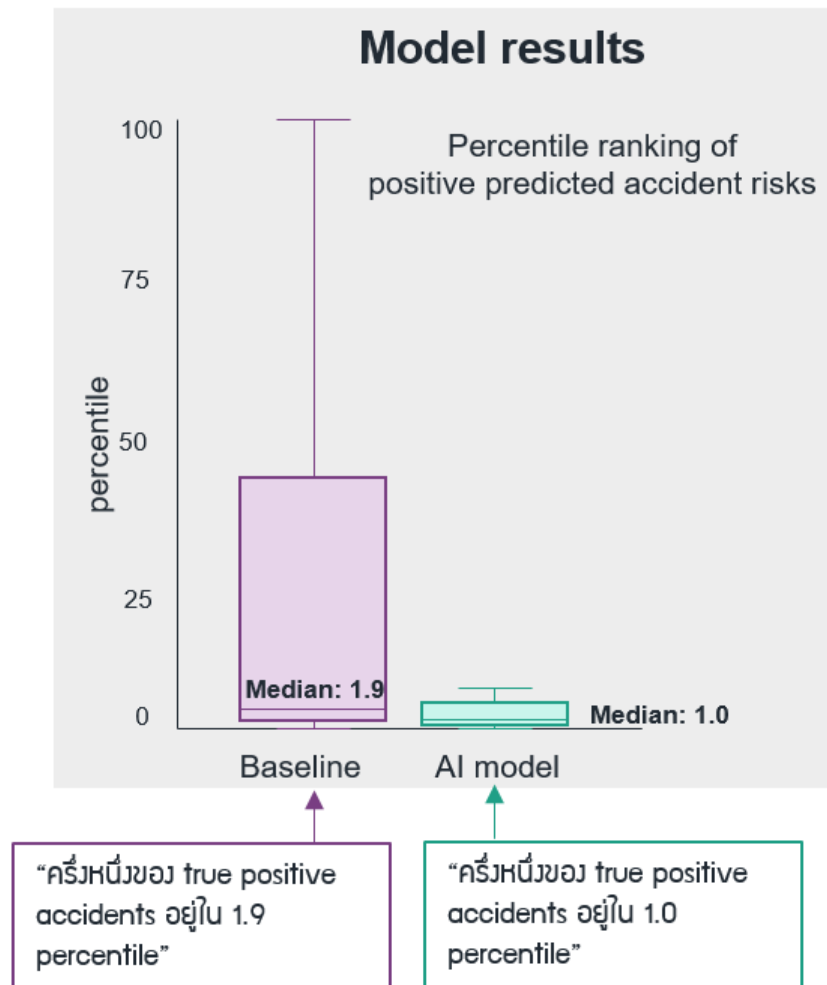
หลังจากขั้นตอนการ train model ผลลัพธ์ที่ได้จากโมเดลต่าง ๆ จะถูกนำมาประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ test dataset ที่ถูกสุ่มมาจากถนน วัน และ ชั่วโมงต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่เราสงวนไว้ให้ test set เท่านั้น นอกจากโมเดล AI ที่เราใช้แล้ว เราได้ทำการสร้างโมเดลพื้นฐาน (baseline) เพื่อไว้เปรียบเทียบกับกรณีที่หากเราใช้เพียงข้อมูลจุดเสี่ยงในการทำนาย ซึ่งโมเดลพื้นฐานนี้เราใช้วิธีการเดียวกับ Antonio (2019) หลักการคือเราใช้อัลกอริทึมการจัดกลุ่ม (clustering algorithm) จุดอุบัติเหตุต่าง ๆ โดยกำหนดรัศมีของกลุ่มไว้ที่ 20 เมตรจากแต่ละจุดหากกลุ่มไหนมีจำนวนอุบัติเหตุต่ำกว่า 10 เราจะตัดกลุ่มนั้นออก หลังจากนั้นก็ใช้จำนวนอุบัติเหตุในกลุ่มเป็นคะแนนความเสี่ยงของถนนเส้นที่ตกอยู่ในขอบเขตของกลุ่มอุบัติเหตุ นั้น ๆ ผลการทดสอบจะถูกรายงานด้วยคะแนน percentile และ median rank ของการทำนายที่ถูกต้อง โดยรูปด้านล่างแสดงตัวอย่างการทำนายของแบบจำลองของเราและการคำนวณ median rank ขึ้นแรก

Prediction Samples



1

Antonio, M. (2019, October 24). Live Prediction of Traffic Accident Risks Using Machine Learning and Google Maps. Retrieved October 25, 2019, from Medium website: <https://towardsdatascience.com/live-prediction-of-traffic-accident-risks-using-machine-learning-and-google-maps-d2eeffb9389e>



Median rank นั้นแสดงให้เห็นถึงการจัดลำดับของถนนและวันเวลาเสี่ยงที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจริง ตัวอย่างเช่นหากมี 100 จุดให้ทำนาย เมื่อเราเรียงผลการทำนายตามคะแนนความเสี่ยงแล้วอุบัติเหตุจริงอยู่ลำดับที่ 5 และ 10 นั้น แสดงว่า median rank ของเราคือ $(5+10)/2 = 7.5$ นั้นหมายความว่ายิ่ง median หรือ percentile rank มีค่าต่ำก็แสดงว่าการทำนายมีประสิทธิภาพที่ดี เพียงแต่เราได้ทำการ standardize ค่า median rank และ percentile rank อีกด้วยเพื่อให้อยู่ในช่วง 0 - 100 ทำให้เราสามารถเทียบค่าระหว่างข้อมูลที่มีขนาดไม่เท่ากัน ซึ่ง box plot ด้านบนนั้นแสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ดีที่สุดของเรานั้นสามารถทำนายได้ดีกว่าโมเดลพื้นฐานอย่างที่เราคาดไว้ เพราะข้อเสียของโมเดลพื้นฐานคือการทำนายความเสี่ยงของถนนเส้นอื่นๆที่มีประวัติอุบัติเหตุบ่อยจะไม่มีคะแนนแน่นอน ทำให้ผลการจัดลำดับช่วงหลังๆนั้นแทบไม่ต่างจากการสุ่ม

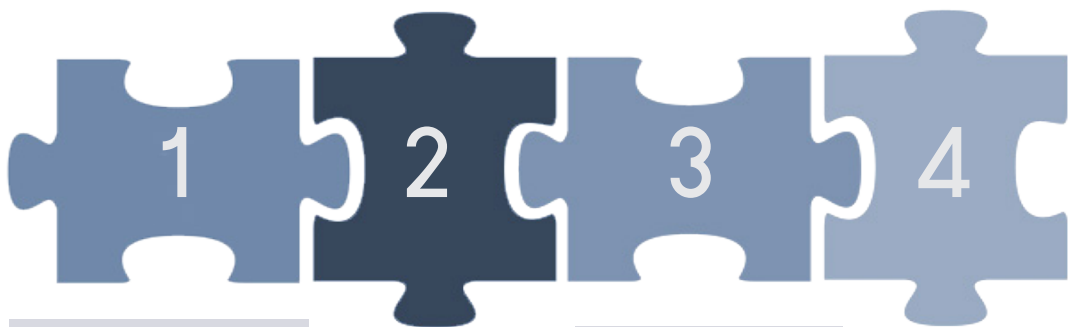
จากรูปข้างบนนั้นแสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ดีที่สุดของเรานั้นทำให้เราสามารถหาอุบัติเหตุส่วนใหญ่ได้ภายในร้อยละ 11 ของข้อต่อ-ชั่วโมงทั้งหมดที่มีคะแนนความเสี่ยงสูงสุด ในขณะที่โมเดลพื้นฐานต้องหาถึงร้อยละ 80 ของข้อต่อ-ชั่วโมงเพื่อที่จะครอบคลุมอุบัติเหตุส่วนใหญ่ๆนั้น

05. Road accidents: unboxing the black box

ไขปริศนาการเกิดอุบัติเหตุ



ก้าวแรกในการจัดการแก้ไขปัญหาคือ การตรวจสอบว่าปัจจัยใดมีผลต่อความเสียหายมากที่สุด เนื่องด้วยทรัพยากรมีอยู่จำกัด การวิเคราะห์ดังกล่าวจึงยิ่งทวีความสำคัญในการช่วยให้กองกำลังสามารถเข้าไปตรวจตราและยับยั้งสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุน ทั้งนี้ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ปัจจัยหลักดังนี้



ปัจจัยด้านสภาพถนน

คือการวิเคราะห์เพื่อศึกษาว่าสภาพถนนแบบใดมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด อย่างเช่น ช่วงสัญญาณไฟจราจร จุดกลับรถ และสี่แยก

ปัจจัยแวดล้อมรอบถนน

คือการวิเคราะห์ว่าสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบถนนมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุหรือไม่และอย่างไร เช่น สถานบันเทิง ร้านค้าที่จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ป้ายรถประจำทาง เป็นต้น

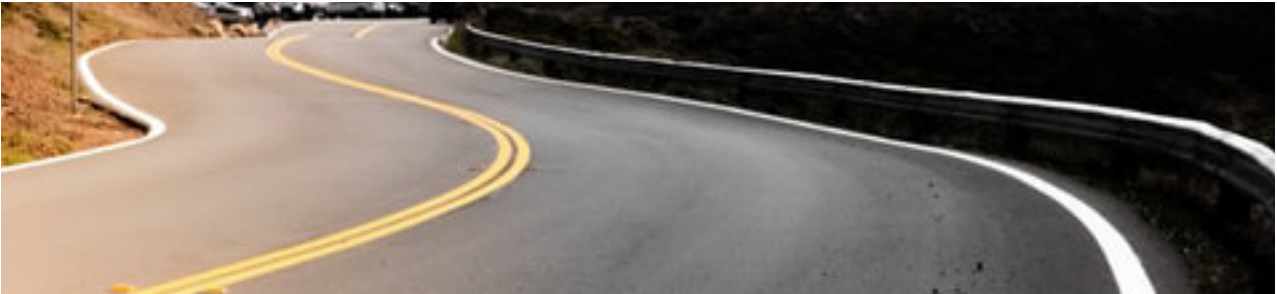
ปัจจัยด้านเวลา

คือการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุและเวลา เช่น การเกิดอุบัติเหตุในช่วงเทศกาลสูงกว่าช่วงปกติหรือไม่

ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิต

คือการวิเคราะห์เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิต รวมถึงศึกษาว่ากลุ่มประชากรแบบใดที่มีความเสี่ยงต่อการประสบอุบัติเหตุมากที่สุด

ปัจจัยด้านสภาพถนน ถนนแบบไหนเสี่ยงที่สุด



นอกจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุแล้ว ส่วนที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนไม่แพ้กันได้แก่ สภาพของถนน แน่นอนว่าถนนที่มีลักษณะแตกต่างกันย่อมมีความเสี่ยงต่างกัน อย่างไรก็ตาม บทสรุปของลักษณะถนนที่ความเสี่ยงสูงยังไม่ได้มีความชัดเจนมากนัก เนื่องจากในแวดวงของหน่วยงานที่ดูแลด้านการป้องกันอุบัติเหตุเองยังมีข้อถกเถียงเกี่ยวกับปัจจัยดังกล่าวอยู่ ยกตัวอย่างเช่น จุดกลับรถทำให้ถนนเสี่ยงขึ้นหรือไม่ เป็นต้น

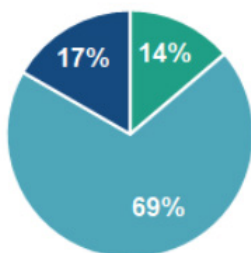
ทั้งนี้ ด้วยข้อมูล geospatial ทั้งข้อมูลจุดเกิดเหตุและข้อมูลลักษณะถนนทำให้สามารถวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงจากสภาพถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าสภาพถนนแบบใดมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด

จำนวนช่องทางการจราจร

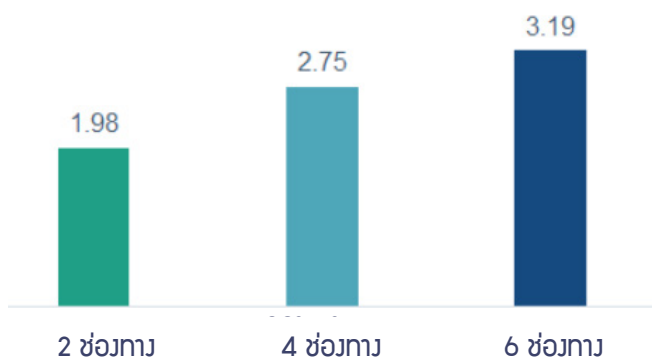
แม้ว่าอุบัติเหตุส่วนใหญ่มักร้อยละ 70 จะเกิดบนถนนที่มีสองช่องจราจร แต่จำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเลนกลับน้อยกว่าถนนที่มีสี่และหกช่องจราจร ซึ่งตัวเลขดังกล่าวอยู่ที่ 1.98 ครั้งต่อถนนสำหรับถนนที่มีสองช่องจราจร 2.75 และ 3.19 ครั้งสำหรับสี่ช่องจราจรและหกช่องจราจรตามลำดับ

จำนวนเกิดอุบัติเหตุ ตามจำนวนช่องทางการจราจร
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562

■ 2 lane ■ 4 lane ■ 6 lane



จำนวนเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย ตามจำนวนช่องทางการจราจร
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562

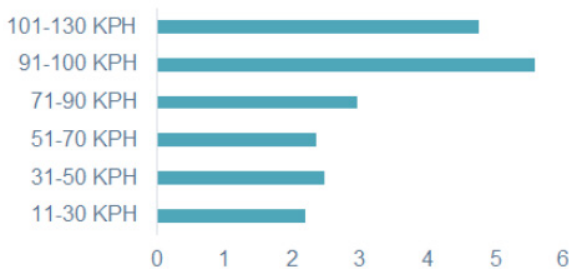


ข้อมูลจากมูลนิธิข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (ITIC)

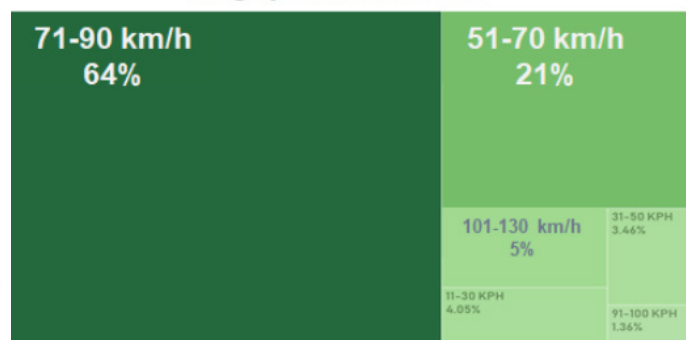
ความเร็วของรถ

ความเร็วเฉลี่ยของรถเป็นอีกหนึ่งปัจจัยต่อเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องจาก ยิ่งรถวิ่งด้วยความเร็ว ระยะเวลาในการตัดสินใจสำหรับผู้ขับขี่เพื่อตอบสนองต่อสภาพจราจรยิ่งน้อยลง ส่งผลให้โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้น นอกจากนี้ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถที่วิ่งด้วยความเร็วมักมีความรุนแรงมากกว่าปกติ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า โดยเฉลี่ยแล้ว ถนนที่รถสามารถวิ่งด้วยความเร็ว 91 ถึง 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะมีจำนวนอุบัติเหตุต่อถนนมากที่สุดถึง 5-6 ครั้งในช่วงปีพ.ศ. 2559-2562 ซึ่งมากกว่าถนนที่ความเร็วเฉลี่ยอื่นๆถึงกว่าสองเท่า

จำนวนเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย ตามความเร็วเฉลี่ย
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562



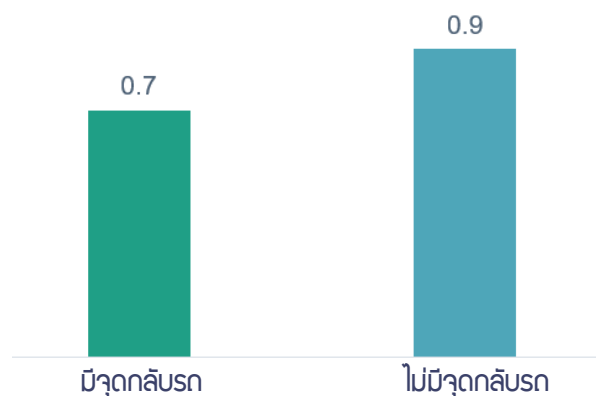
จำนวนเกิดอุบัติเหตุ ตามความเร็วเฉลี่ย
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562



จุดกลับรถ

อุบัติเหตุต่อถนนเฉลี่ยบนถนนที่มีจุดกลับรถมีจำนวนค่อนข้างใกล้เคียงกับจำนวนอุบัติเหตุบนถนนปกติ แสดงว่าจุดกลับรถอาจไม่ใช่ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญ

จำนวนเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย ตามจุดกลับรถ
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562

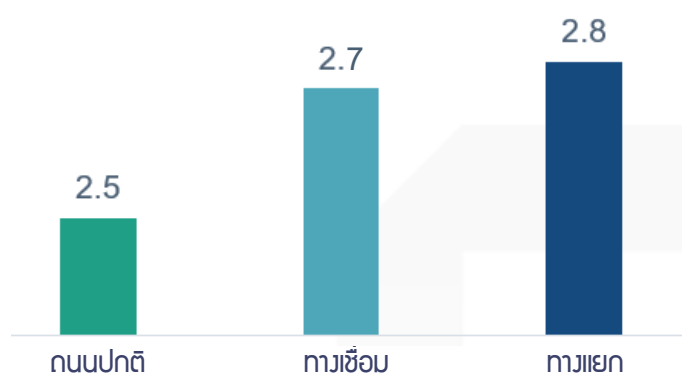


ข้อมูลจากมูลนิธิข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (ITIC)

ลักษณะของช่องจราจร

จำนวนอุบัติเหตุต่อเลนบนถนนที่ลักษณะช่องทางจราจร ทั้งช่องทางปกติ ช่องทางแยก และช่องทางเชื่อมมีจำนวนใกล้เคียงกัน

จำนวนเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย ตามประเภทช่องจราจร
ตั้งแต่พ.ศ. 2559-2562



ข้อมูลจากมูลนิธิข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (ITIC)

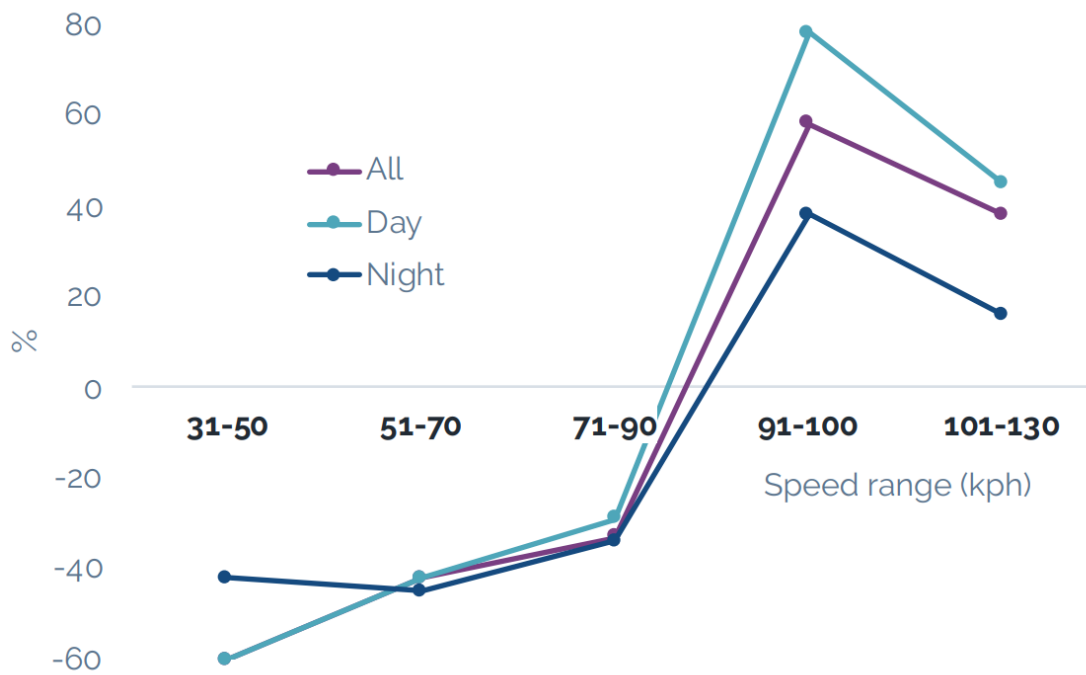
แล้วปัจจัยอะไรมีผลมากที่สุด?

ปัจจัยด้านสภาพถนนที่ต่างกันย่อมส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุไม่เท่ากัน ทั้งนี้ **การวิเคราะห์จำนวนการเกิดอุบัติเหตุแบบ correlational analysis อย่างข้างต้นไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าปัจจัยใดมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด** เนื่องจากตัวเลขดังกล่าวอาจมีผลจากปัจจัยอื่นๆเข้ามาแทรกอยู่ เช่น บริเวณสี่แยกมักเกิดอุบัติเหตุมากกว่าเนื่องจากการจราจรหนาแน่นจากการกระจุกตัวของยานพาหนะต่าง ๆ มิได้บ่งบอกว่าเป็นปัญหาของการออกแบบสี่แยกเสมอไป ดังนั้น เพื่อที่จะควบคุมปัจจัยรบกวนดังกล่าวและประเมินความเสี่ยงที่แท้จริงของสภาพถนนแต่ละประเภทจึงต้องทำการวิเคราะห์โดยใช้ causal analysis โดยใช้วิธีการทางเศรษฐมิติเพื่อแยกความเสี่ยงจากปัจจัยต่างๆออกมา

จากผลการวิเคราะห์ด้วย linear regression (ตามภาคผนวก) ซึ่งได้ควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้คงที่แล้ว แสดงว่าผลที่ได้ไม่ได้มีผลจากปัจจัยแทรกอื่นๆอยู่ด้วยพบว่า ปัจจัยหลักที่มีผลทำให้จำนวนอุบัติเหตุสูงขึ้น ได้แก่ อุโมงค์ทางลอด ความเร็วเฉลี่ยของถนน จำนวนช่องทางการจราจร ป้ายจราจร บริเวณสัญญาณไฟจราจร สี่แยก ที่กันถนน

- **อุโมงค์ทางลอด-** ช่วงถนนที่เป็นทางลอดเป็นปัจจัยที่ผลต่อความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุค่อนข้างมาก โดยเฉลี่ยแล้ว ถนนที่เป็นอุโมงค์จะมีจำนวนอุบัติเหตุสูงกว่าถนนปกติถึง 2.2 เท่า และความเสี่ยงนี้จะยิ่งรุนแรงในช่วงกลางคืน โดยตัวเลขดังกล่าวจะเพิ่มสูงกว่า 4.7 เท่าเมื่อเทียบกับ 1.42 เท่าในเวลากลางวัน
- **ความเร็วเฉลี่ยของถนน-** ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านความเร็วของถนนกับความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุไม่ได้แปรผันตรงกันเสมอไป โดยเมื่อเทียบกับถนนเส้นที่มีความเร็วเฉลี่ย 11-30 กม./ชั่วโมง เส้นที่รถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ยตั้งแต่ 31-90 กม./ชั่วโมง จะมีจำนวนอุบัติเหตุต่ำกว่า แต่เมื่อความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเกินระดับดังกล่าวจำนวนอุบัติเหตุจะเพิ่มสูงขึ้น
- **จำนวนช่องทางการจราจร-** เมื่อเทียบกับถนน 2 ช่องจราจร ถนนที่มี 4 ช่องจราจรจะทำให้จำนวนอุบัติเหตุสูงกว่า 1.5 เท่า และ 2.8 เท่าสำหรับถนน 6 ช่องจราจร และจะยิ่งเสี่ยงสูงขึ้นในช่วงเวลากลางคืน 3.6 เท่า (6 ช่องทางจราจร) 1.7 เท่า (4 ช่องจราจร)
- **บริเวณทางแยก-** เมื่อเทียบกับทางปกติ การมีทางแยกบนถนน เช่น สี่แยก ทำให้จำนวนอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นอีก 1.05 เท่า และความเสี่ยงจะยิ่งเพิ่มขึ้นสูงกว่า 1.3 เท่าในเวลากลางคืน
- **สัญญาณไฟจราจร-** ถนนที่มีสัญญาณไฟจะทำให้มีจำนวนอุบัติเหตุสูงขึ้นร้อยละ 93.6 เมื่อเทียบกับถนนปกติ ซึ่งเหตุผลอาจมาจากพฤติกรรมขับรถฝ่าสัญญาณไฟจราจร นอกจากนี้ เมื่อเทียบระหว่างเวลากลางวันและกลางคืน ตัวเลขความเสี่ยงนี้เพิ่มสูงถึง 1.1 เท่าในเวลากลางคืน และโอกาสที่บริเวณสัญญาณไฟจะเกิดอุบัติเหตุที่มีผู้เสียชีวิตสูงถึง 8.5 เท่าเมื่อเทียบกับบริเวณปกติ
- **ป้ายจราจร-** ป้ายจราจรเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่ออุบัติเหตุโดยเฉพาะป้ายหยุดรถ โดยถนนที่มีป้ายหยุดจะมีอุบัติเหตุมากกว่าถนนปกติกว่าร้อยละ 84.6 โดยเหตุผลหลักอาจเป็นเพราะบริเวณที่มีป้ายเตือนมักเป็นบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ แต่ผู้ขับขี่อาจไม่ได้ให้ความสนใจกับป้ายเตือน เป็นต้น ในทางกลับกัน การติดตั้งป้ายเตือนอย่างป้ายทางโค้งและป้ายถนนแคบแคียวสามารถช่วยลดจำนวนอุบัติเหตุได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 43.4 และ 50.6 ตามลำดับ

แผนภูมิเกี่ยวกับความเสี่ยงของปัจจัยด้านความเร็วต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยเทียบกับถนนที่มีความเร็วเฉลี่ย 11-30 กม./ชม.



	All	Day	Night
Tunnel	219.9%	142.3%	475.3%
Traffic sign: stop sign	167.8%	161.4%	144.2%
Intersection	105.5%	88.1%	129.6%
Traffic lights	93.6%	77.5%	114.8%
Urban road	76.1%	75.3%	88.9%
Road divider	74.6%	68.0%	86.2%
>10 Bus routes	36.6%	34.9%	34.8%
Bridge	23.4%	25.7%	28.3%

ปัจจัยแวดล้อมรอบถนน ใกล้ที่แบบไหนเสี่ยงที่สุด

สถานที่ต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ข้างถนน เช่น สถานบันเทิง ร้านสะดวกซื้อ โรงพยาบาล ตลอดจนโรงเรียน นอกจากจะทำให้การจราจรบริเวณนั้นๆมีความหนาแน่น ซึ่งส่งผลทำให้โอกาสการเกิดอุบัติเหตุมีสูงขึ้น ในขณะเดียวกัน สถานที่เหล่านี้ยังมีผลโดยตรงต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ ดังนั้น หากสามารถตรวจสอบได้ว่าสถานที่ใดส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดจะเป็นประโยชน์อย่างมากในแง่ของการวางแผนนโยบายและการจัดสรรกำลังเจ้าหน้าที่เข้าตรวจตราเพื่อตัดไฟตั้งแต่ต้นลมและลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุลง

ทั้งนี้ การวิเคราะห์นี้ใช้ข้อมูล Deepmap ซึ่งจัดเก็บข้อมูล POI ทั่วทั้งพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทั้งสถานที่ราชการ ห้างร้านต่าง ๆ รวมถึงที่ตั้งของขนส่งสาธารณะ โดยคำนวณทั้งความหนาแน่นของสถานที่ดังกล่าว รวมถึงระยะทางจากสถานที่นั้น ๆ ไปยังสถานที่เกิดอุบัติเหตุและจุดศูนย์กลางของกริดที่เกิดอุบัติเหตุเพื่อหาความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุ ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุเมื่อกริดมี POI ต่างๆ

POI	โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ	โอกาสที่จะมีอุบัติเหตุสูงติดต่อกัน 12-24 เดือน
ป้ายรถประจำทาง	16.8%	13.3%
สถานีตำรวจ	8.38%	9.5%
ธนาคาร	6.1%	6.7%
โรงพยาบาล	5.1%	4%
ตู้ ATM	4.1%	2.6%

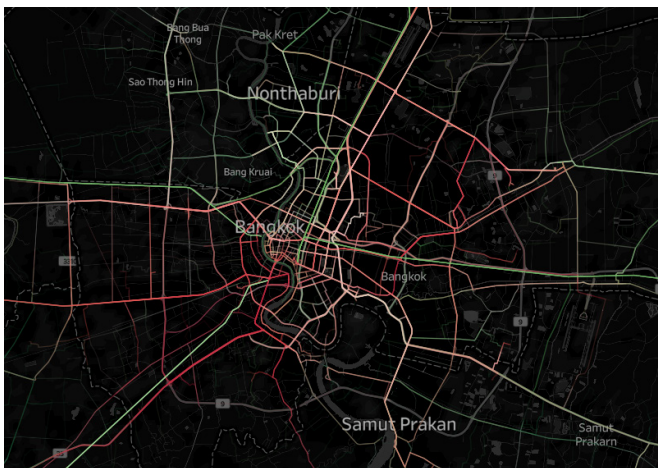
ผลวิเคราะห์พบว่า ป้ายรถประจำทางมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด โดยหากกริดมีป้ายรถประจำทางจะส่งผลให้โอกาสความเสี่ยงที่จะมีอุบัติเหตุสูงกว่ากริดที่ไม่มีร้อยละ 16.8 เมื่อควบคุมปัจจัยอื่นๆให้คงที่ นอกจากนี้ หากกริดมีป้ายรถประจำทางจะส่งผลให้โอกาสการเกิดอุบัติเหตุต่อเนื่อง 12-24 เดือนสูงกว่าขึ้นกว่าร้อยละ 13.3 เมื่อควบคุมปัจจัยอื่นๆให้คงที่ นอกเหนือจากป้ายรถประจำทาง สถานที่เสี่ยงสูง ได้แก่ สถานีตำรวจ ธนาคาร โรงพยาบาลและธนาคารตามลำดับ

ป้ายรถประจำทาง: ศูนย์รวมอุบัติเหตุ



ผลจากวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของจำนวนอุบัติเหตุและสิ่งแวดล้อมพบว่า หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุคือ ป้ายรถประจำทาง กว่าร้อยละ 50 ของอุบัติเหตุทั้งหมดในกรุงเทพมหานครเกิดขึ้นในกริดที่มีป้ายรถประจำทางซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 10 ของพื้นที่เท่านั้น นอกจากนี้ ระยะทางจากป้ายรถประจำทางมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนอุบัติเหตุอย่างมาก ยิ่งกริดใกล้ป้ายรถประจำทางมากเท่าไร จำนวนการเกิดอุบัติเหตุก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น โดยถือปัจจัยอื่นๆให้คงที่

แผนที่แสดงเส้นทางการเดินรถประจำทางในกรุงเทพมหานคร



แผนที่แสดงตำแหน่งป้ายรถประจำทางในกรุงเทพมหานคร

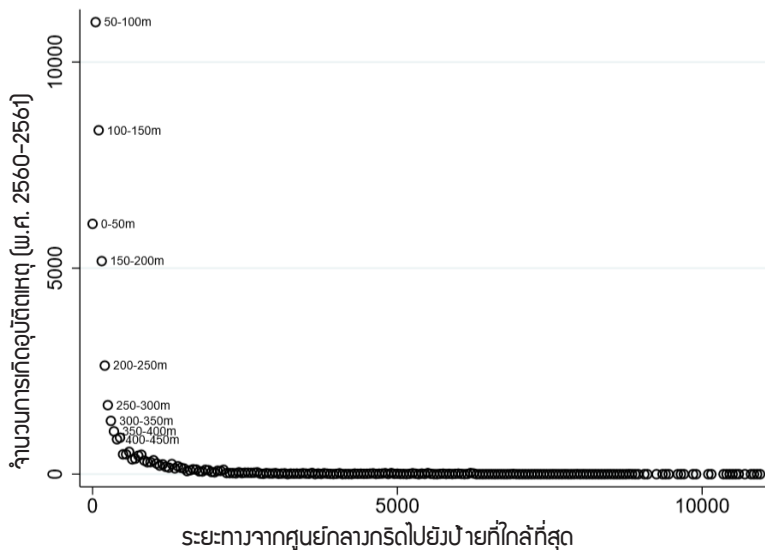


ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถยืนยันได้ว่าป้ายรถประจำทางคือสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจริง ๆ จึงต้องทำการศึกษาเชิง causal study เพื่อหาความเป็นเหตุเป็นผลโดยใช้ linear regression (ตาม appendix) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า causal effect ของการมีป้ายรถประจำทางในกรณีต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุพบว่า หากควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้คงที่แล้ว ป้ายรถประจำทาง 1 ป้ายส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุถึง 2 ครั้งในช่วงเวลา 2 ปี นั้นหมายความว่าในกรุงเทพมหานครทั้งหมด กว่า 2,200 ป้ายรถประจำทางทั้งหมดส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ 4,400 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.5 ในช่วงปี 2560-2561 ทั้งนี้ ป้ายรถประจำทางจะมีผลกับรถยนต์มากที่สุด รองลงมาคือจักรยานยนต์ และมีผลน้อยกับรถกระบะ รถบรรทุกและรถประจำทางด้วยกันเอง

นอกจากนี้ หากพิจารณาตามช่วงเวลาพบว่า ป้ายรถประจำทางจะทำให้เกิดอุบัติเหตุในช่วงเวลาเช้าตรู่ไปจนถึงช่วงเที่ยง และผลจะลดหลั่นลงไปในเวลาเย็น และมีผลน้อยมากในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากช่วงเวลานี้มีรถประจำทางวิ่งเป็นจำนวนไม่มาก

สาเหตุหลักที่อุบัติเหตุมักเกิดบริเวณป้ายรถประจำทาง เนื่องจากรถประจำทางเมื่อต้องจอดเข้าป้ายจะต้องเปลี่ยนทั้งช่องทางการจราจร รวมถึงเปลี่ยนความเร็วของรถ ซึ่งส่งผลกระทบต่อรถคันอื่นๆ ที่อยู่บนถนนที่อาจต้องหลีกเลี่ยงการให้รถประจำทาง ทำให้โอกาสความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น ดังนั้นมาตรการในการลดอุบัติเหตุจึงควรให้ความสำคัญกับป้ายรถประจำทาง ยกตัวอย่างเช่น การติดตั้งกล้องเพื่อบันทึกพฤติกรรมเสี่ยงของรถประจำทางและรถคันอื่นๆ เพื่อศึกษาลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การติดตั้งสัญญาณเตือนที่รถประจำทางเพื่อแจ้งเตือนผู้ขับขี่รถคันอื่นให้ระวังเวลารถประจำทางเปลี่ยนช่องจราจรหรือจะหยุดที่ป้าย เป็นต้น

จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ตามระยะห่างจากป้ายรถประจำทาง



ยิ่งใกล้ป้ายรถประจำทางมากเท่าไร โอกาสการเกิดอุบัติเหตุจะสูงขึ้นตามไปด้วย

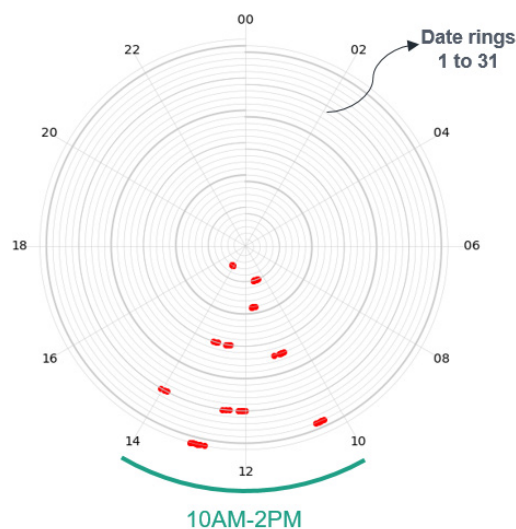
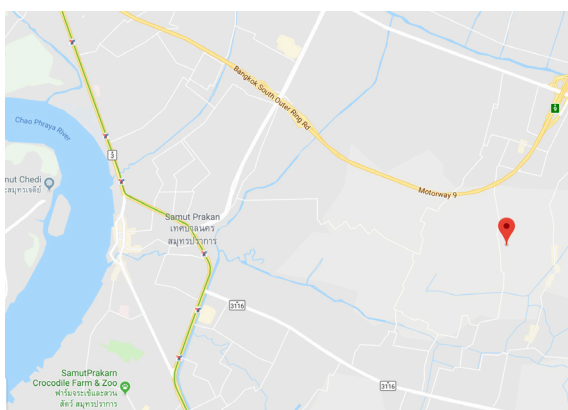
ปัจจัยด้านเวลา

เวลาไหนเสียงที่สุด

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนถนนเนื่องจากจำเป็นต้องพิจารณาทั้งในมิติของสถานที่แล้ว ยังต้องคำนึงถึงเรื่องเวลาด้วย (spatio-temporal) นั้นหมายความว่า เมื่อต้องวางแผนเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุ นอกเหนือจากจะต้องทราบให้ได้ว่าอุบัติเหตุจะเกิดบริเวณใด จะต้องทราบด้วยว่าอุบัติเหตุมักเกิดช่วงเวลาใด ยิ่งไปกว่านั้น หากสามารถทราบรูปแบบของการเกิดอุบัติเหตุ ว่าที่ไหนมักเกิดอุบัติเหตุเมื่อไหร่ จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงการจัดสรรกองกำลังเพื่อเข้าไปจัดการกับปัญหา ตัวอย่างเช่น

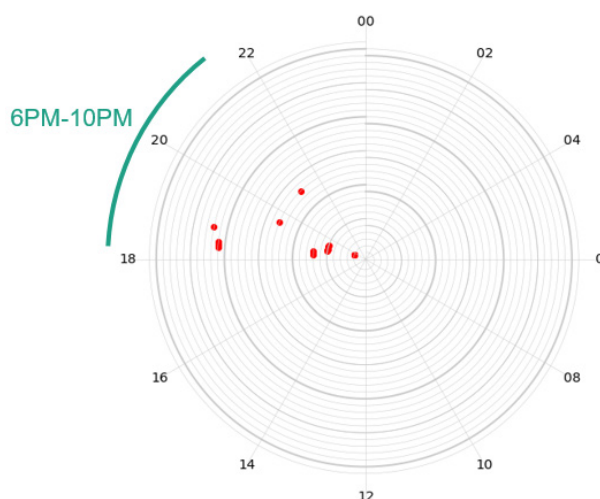
บริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุเวลากลางวัน

บริเวณมอเตอร์เวย์ สมุทรปราการ

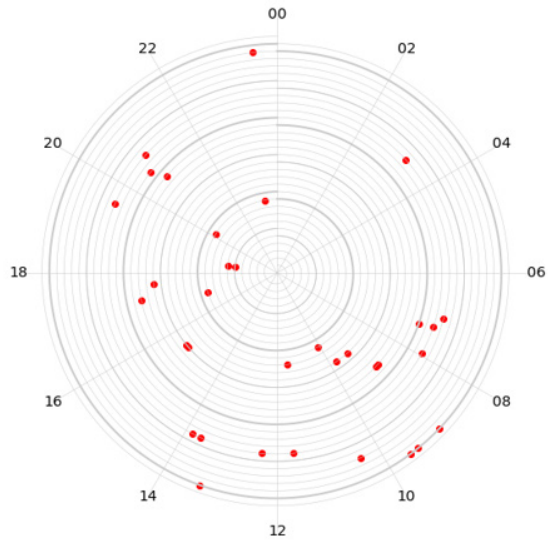


บริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุเวลาตอนเย็น

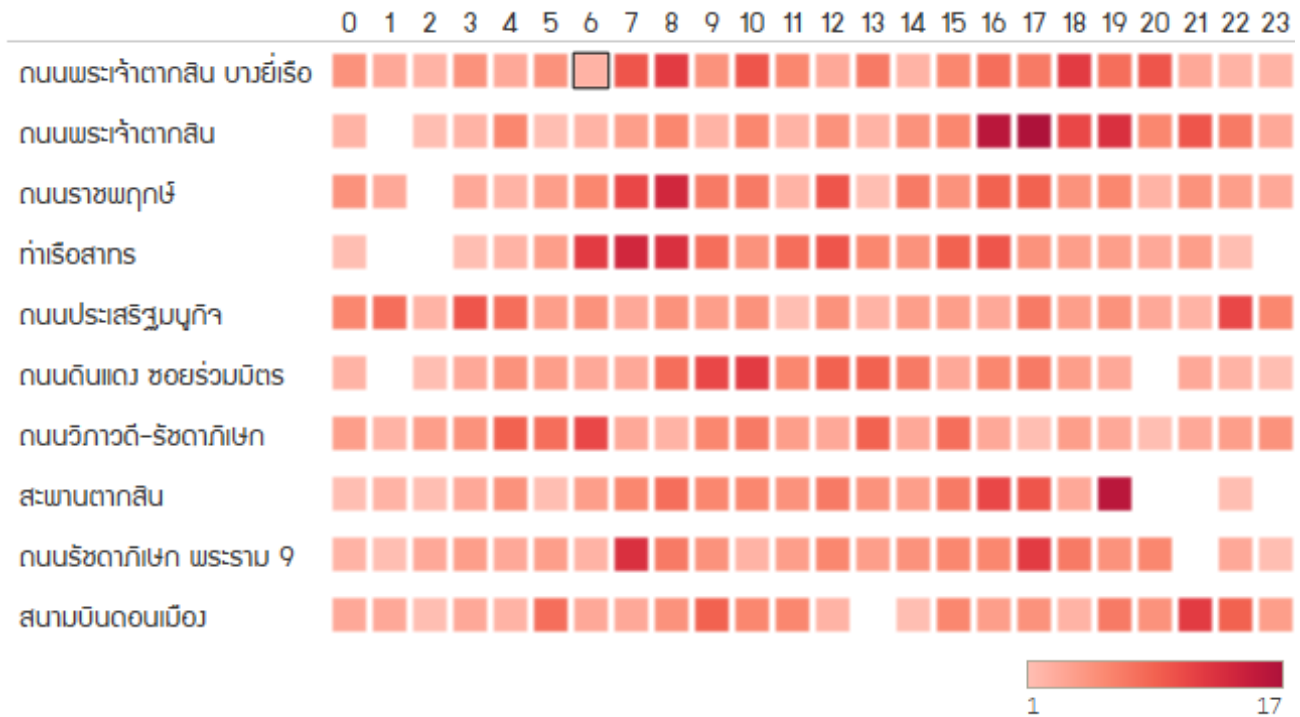
ถนนสุขุมวิท สมุทรปราการ



บริเวณที่มักเกิดอุบัติเหตุทุกวัน ถนนพระราม 9



เวลาเสี่ยงขอ 10 จุดเสี่ยงในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตามชั่วโมง



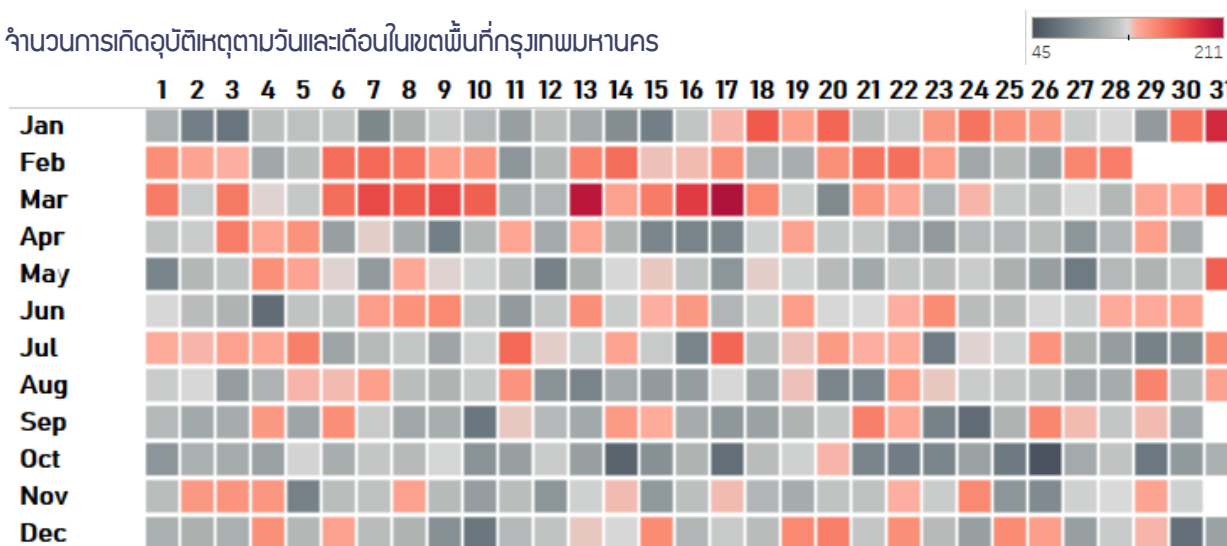


เทศกาลอันตรายกว่า จริงหรือ?

แม้ว่าตามรายงานจากสื่อต่างๆระบุว่าในช่วงเทศกาลอย่างปีใหม่และสงกรานต์มักมีจำนวนอุบัติเหตุที่สูงมากกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ทุกภาคส่วนต่างให้ความสนใจด้านความปลอดภัยทางถนนในช่วงเวลานี้เป็นพิเศษ แต่จำนวนการเกิดอุบัติเหตุกลับไม่ได้สูงอย่างที่สังคมรู้สึก ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แม้ว่าจะเป็นช่วงเทศกาล จำนวนการเกิดอุบัติเหตุถือเป็นเพียงร้อยละ 1.6 และ 2 ของอุบัติเหตุทั้งหมดของปีเท่านั้น แต่สำหรับถนนทางหลวง เนื่องจากประชาชนหลังไหลเดินทางไปต่างจังหวัดมากขึ้น ทำให้จำนวนอุบัติเหตุบนถนนทางหลวงในช่วงเวลานี้สูงกว่าวันปกติ 5.4 เท่า



จำนวนการเกิดอุบัติเหตุตามวันและเดือนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร



ข้อมูลจากมูลนิธิข้อมูลจราจรชาวต่างชาติ (ITIC)

ช่วงเทศกาล

134

ช่วงปกติ

26

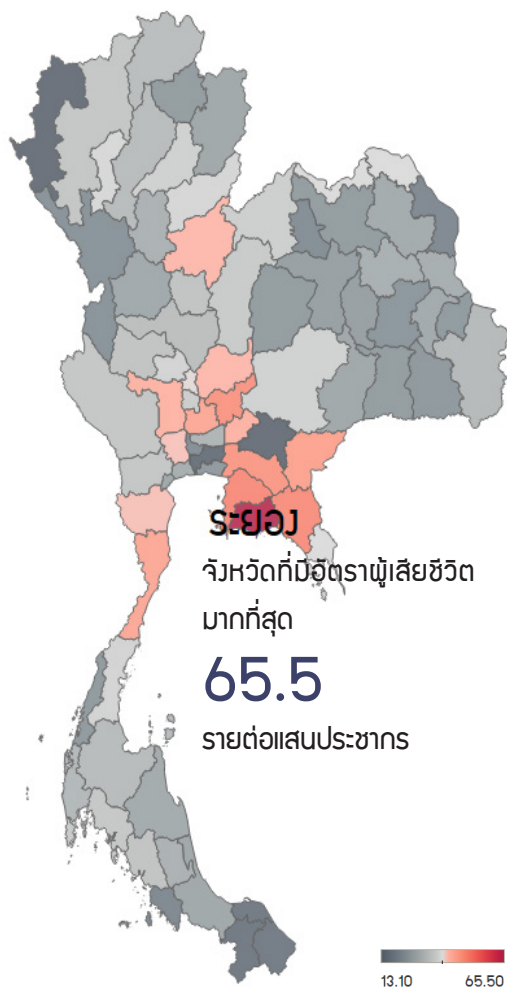
จำนวนการเกิดอุบัติเหตุระหว่างช่วงเทศกาลและช่วงวันปกติบนถนนทางหลวง

ข้อมูลจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนถนนหลวง

ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิต มัจจุราชล้อหมุน



อัตราการเสียชีวิต (ต่อแสนประชากร) รายจังหวัดใน
ปีพ.ศ. 2561



ตามรายงานขององค์การอนามัยโลก ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นแนวหน้าของประเทศที่มีอัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุมากที่สุดในโลก ในขณะเดียวกัน เมื่อมองย้อนกลับไปในช่วงที่ผ่านมา สถิติอัตราการเสียชีวิตกลับไม่ได้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงถึงความเรื้อรังของปัญหาที่ยังสร้างความสูญเสียให้กับสังคมไทยอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ การลดอัตราการเสียชีวิตจำเป็นต้องอาศัยมาตรการที่ตรงจุด กล่าวคือควรให้ความสำคัญกับภูมิภาคที่มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุมากที่สุด ซึ่งจากรายงานสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย ปี 2561 ระบุว่า 5 จังหวัดที่มีอัตราการเสียชีวิตสูงสุด ได้แก่ ระยอง (65.5 รายต่อแสนประชากร) ชลบุรี (49.6 รายต่อแสนประชากร) จันทบุรี (49 รายต่อแสนประชากร) สระบุรี (48.1 รายต่อแสนประชากร) และฉะเชิงเทรา (47.6 รายต่อแสนประชากร) อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบกับปีพ.ศ. 2559 แล้ว แม้ว่าจังหวัดเหล่านี้จะมีอัตราผู้เสียชีวิตลดลง แต่ตัวเลขข้างต้นยังสูงเกินกว่าข้อตกลงของสหประชาชาติที่วางเป้าหมายให้ประเทศต่าง ๆ ลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุลงครึ่งหนึ่งภายในปีพ.ศ. 2563 ทั้งนี้ ประเทศไทยเองจะต้องลดอัตราดังกล่าวให้ได้เป็น 17.9 รายต่อแสนประชากร นั่นหมายความว่า ทั้งนี้ โยบายและมาตรการที่จะไปจัดการกับปัญหานี้ต้องมีการบังคับใช้ที่จริงจังและถูกจุดมากขึ้น

ทั้งนี้ จากผลการประเมินตนเองในการขับเคลื่อนงานป้องกันและแก้ไขปัญหาคาอุบัติเหตุทางถนนชี้ชัดว่าการจัดสรรงบประมาณและกำลังคนเพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาคาอุบัติเหตุทางถนน และการจัดการความเสี่ยงสำคัญจากคน รถ ถนนยังเป็นจุดอ่อนและอุปสรรคหลักในการจัดการกับปัญหาดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ด้วยจำนวนปัจจัยที่มีผลความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมีจำนวนมหาศาล ทำให้เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถมุ่งประเด็นได้ว่าควรเริ่มต้นที่ปัจจัยใด ทำให้ผลลัพธ์ของมาตรการและนโยบายต่าง ๆ ในการลดอุบัติเหตุและผู้เสียชีวิตไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ดังนั้น ส่วนถัดไปนี้จึงนำเสนอมิติมุมมองด้านต่าง ๆ ที่จะช่วยเป็นแนวทางต่อการออกแบบ วางแผนจัดสรรทรัพยากรเพื่อเข้าไปแก้ไขปัญหาคาอุบัติเหตุและลดจำนวนผู้เสียชีวิต ได้แก่ มิติด้านเวลา มิติด้านลักษณะของกลุ่มประชากรเสี่ยง มิติด้านยานพาหนะที่เสี่ยง มิติด้านลักษณะการชนที่เสี่ยง

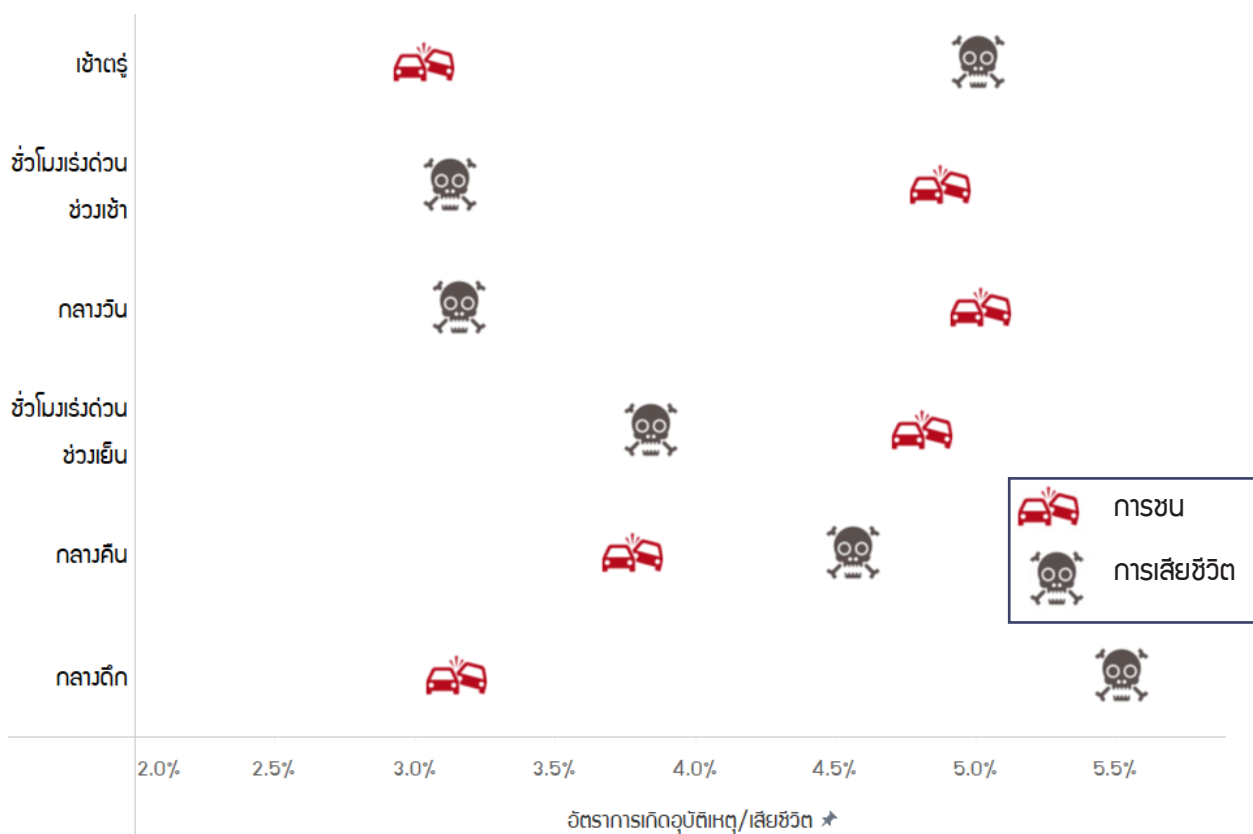
ผลการประเมินตนเองในการขับเคลื่อนงานป้องกันและแก้ไขปัญหาคาอุบัติเหตุทางถนน ปีพ.ศ. 2561



ที่มา: รายงานสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย ปี 2561 จัดทำโดยแผนงานสนับสนุนการป้องกันอุบัติเหตุจราจรในระดับจังหวัด

เมื่อพิจารณาตามมิติของเวลาแล้ว แม้ว่าอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเกิดในเวลากลางวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วน แต่อุบัติเหตุที่รุนแรงและมีผู้เสียชีวิตกลับเกิดเวลากลางคืนจนถึงช่วงดึกมากที่สุด ดังจะเห็นได้จากแผนภูมิด้านล่างซึ่งเปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุและอัตราการเสียชีวิตต่อวัน โดยในขณะที่อัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวันและลดลงในช่วงเวลาเย็นจนถึงกลางคืน อัตราการเสียชีวิตกลับมีรูปแบบที่ค่อนข้างแตกต่างอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างในช่วงเวลากลางดึกเป็นช่วงที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุไม่มากนัก แต่อุบัติเหตุมักมีความรุนแรงและมีอัตราการเสียชีวิตที่สูงมากกว่าช่วงเวลากลางวันถึงเกือบสองเท่า

อัตราการเกิดอุบัติเหตุและอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ ตามช่วงเวลา บนถนนทางหลวง



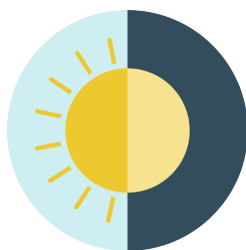
ข้อมูลจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง

หากเกิดอุบัติเหตุ 100 ครั้ง (บนทางหลวง)

เวลากลางวันจะมีผู้เสียชีวิต

14

ราย



เวลากลางคืนจะมีผู้เสียชีวิต

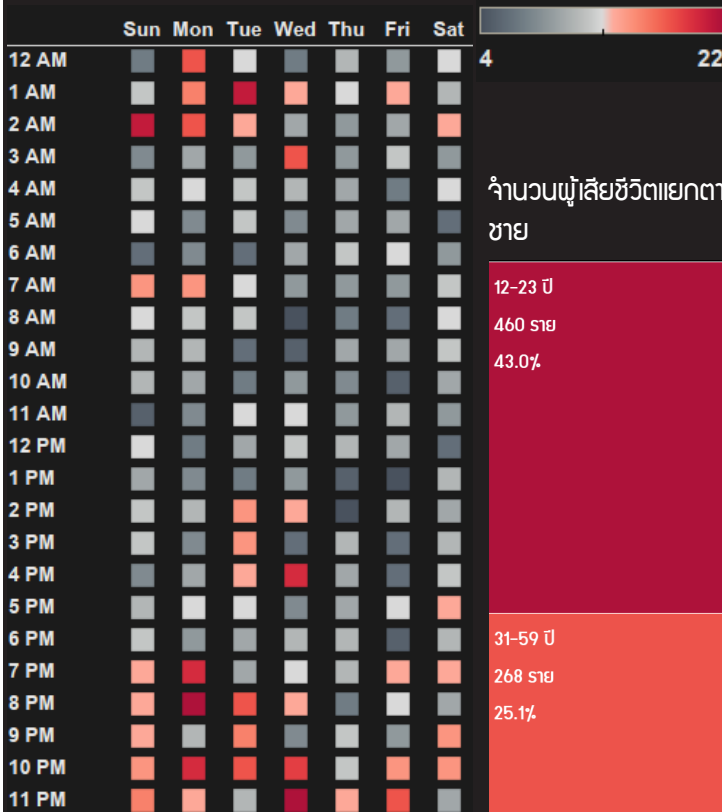
18

ราย

ข้อมูลจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง

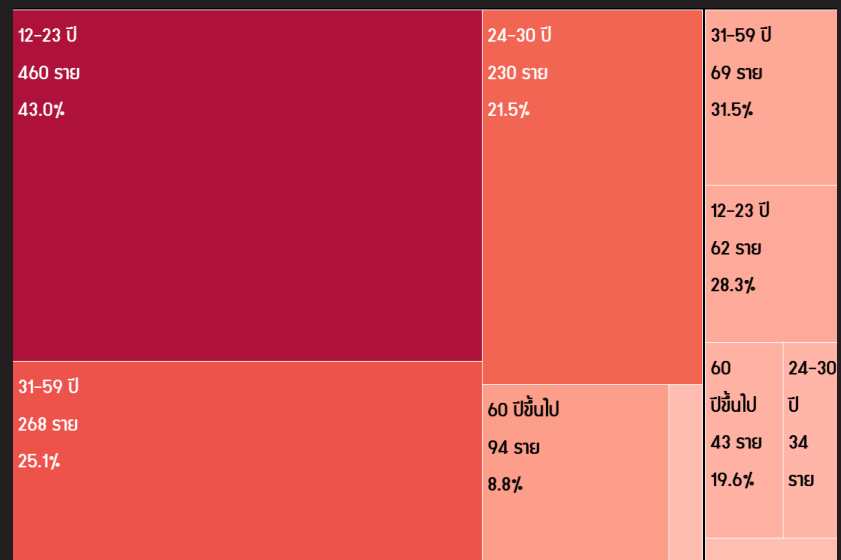
ในด้านลักษณะของกลุ่มเสี่ยง ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุเป็นเพศชายกว่า 4 ใน 5 และเป็นเยาวชนอายุ 12-23 ปีกว่าร้อยละ 43 นอกจากนี้ ยานพาหนะหลักของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุคือ รถจักรยานยนต์ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 70.2 และหากเจาะลึกลงไปหาสาเหตุหลักของการเสียชีวิตคือ การไม่สวมหมวกนิรภัย กว่าถึงร้อยละ 80 และการเมาแล้วขับกว่าร้อยละ 42.8*

จำนวนผู้เสียชีวิตตามวันและเดือนใน
กรุงเทพมหานคร

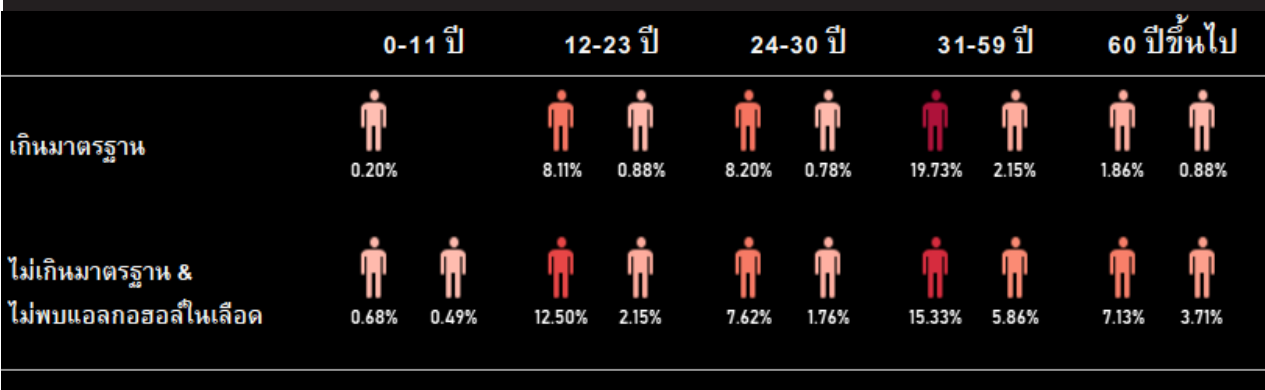


80%
ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุเป็น
เพศชาย

จำนวนผู้เสียชีวิตแยกตามเพศและอายุ



สัดส่วนผู้เสียชีวิตตามอายุและพฤติกรรมเมาแล้วขับในกรุงเทพมหานคร



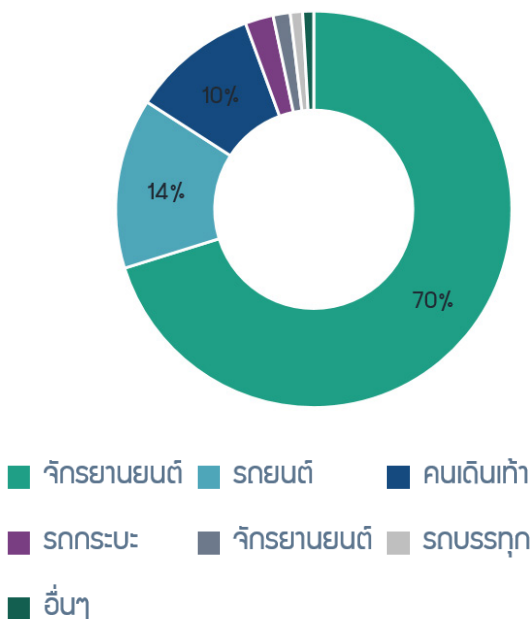
ข้อมูลจากชุดข้อมูล 3 ฐาน
*ข้อมูลเฉพาะในกรุงเทพมหานคร
ข้อมูลไม่สมบูรณ์ครบถ้วน ทำให้ผลอาจคลาดเคลื่อนได้

รถจักรยานยนต์ มีจู่ราชสองล้อ

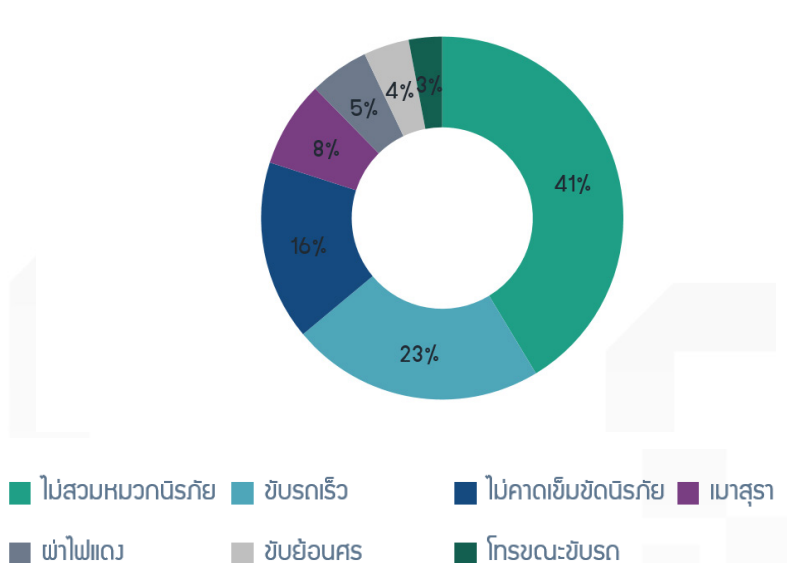
ถนนในประเทศไทยจะยิ่งอันตรายโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ขับขี่จักรยานยนต์ กว่าร้อยละ 70.2 ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนทั้งหมดคือผู้ขับขี่จักรยานยนต์ และหนึ่งในสาเหตุหลักที่ทำให้กลุ่มคนเหล่านี้ตกเป็นผู้เคราะห์ร้ายบนท้องถนนมากที่สุดคือ ความละเลยต่อมาตรการเสริมสร้างความปลอดภัยบนท้องถนน อย่างการสวมใส่หมวกนิรภัย จากสถิติพบว่า ร้อยละ 41 ของคดีที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการไม่สวมหมวกนิรภัย นั้นแสดงว่าแม้ว่าภาครัฐจะรณรงค์ทั้งลด ทั้งแจก และบังคับใช้กฎหมายเพื่อให้ประชาชนสวมหมวกนิรภัยเพียงใด สิ่งนี้ก็ยังถูกมองว่าเป็นสิ่งไม่จำเป็น ดังจะเห็นได้จากตัวเลขผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เพียงร้อยละ 45 เท่านั้นที่สวมใส่หมวกนิรภัย (ในปีพ.ศ. 2561) เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2 จากปีพ.ศ. 2560 ส่งผลให้ร้อยละ 80 ของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เสียชีวิตจากการไม่สวมใส่หมวกนิรภัย

ปัญหาหลักที่อุปสรรคต่อการรณรงค์ให้ผู้คนกลุ่มนี้หันมาสวมใส่หมวกนิรภัย คือ ทัศนคติของคนต่อความปลอดภัยทางท้องถนน หมวกนิรภัยนั้นถูกมองว่าเป็นสินค้าฟุ่มเฟือย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมวกที่ได้มาตรฐาน ทำให้มีเพียงกลุ่มคนบางส่วนเท่านั้นในสังคมที่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์ดังกล่าว และถึงอีกส่วนในสังคมที่มีรายได้น้อยที่ยังต้องเผชิญกับความเสี่ยนี้ นอกจากนี้ ด้วยนิสัยคนไทยเองที่ชอบความสบาย ๆ ไม่เคร่งครัด ทำให้ผู้ขับขี่จักรยานยนต์ส่วนใหญ่จะสวมหมวกนิรภัยก็ต่อเมื่อมีการตรวจค้นเท่านั้น เนื่องจากมองว่าต้องสวมใส่เพราะจะได้ผ่านการตรวจจากเจ้าหน้าที่และไม่ต้องเสียค่าปรับ ชำรายผู้ขับขี่บางกลุ่มยังขาดความเข้าใจพื้นฐานด้านความปลอดภัย ยกตัวอย่างเช่น บางส่วนสวมใส่หมวกนิรภัยโดยไม่คาดสายรัดคาง ซึ่งหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นมจริง ๆ การสวมใส่ลักษณะนี้ไม่สามารถช่วยรักษาชีวิตผู้ขับขี่ได้เลย เท่ากับว่าเหมือนผู้ขับขี่ไม่ได้สวมใส่หมวกนิรภัยเลย

สัดส่วนการเสียชีวิตแยกตามประเภทยานพาหนะ ในปี พ.ศ. 2561



สัดส่วนคดีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภยบนท้องถนน ในปี พ.ศ. 2561



ที่มา: รายงานสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย ปี 2561 จัดทำโดยแผนงานสนับสนุนการป้องกันอุบัติเหตุจราจรในระดับจังหวัด

ชนแบบไหนมีโอกาส เสียชีวิตมากที่สุด

โอกาสการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญ นั่นคือ ลักษณะการชน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ตำแหน่งของรถ ประเภทของผู้ประสบเหตุ และลักษณะการเคลื่อนที่ของรถขณะก่อเกิดเหตุ

จำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมดตั้งแต่พ.ศ. 2554-2561 ตามประเภทการชน

ถนนทิศทางเดียวกัน 4,318 ครั้ง 26.41%	ชนจากสิ่งกีดขวางบนทาง 2,113 ครั้ง 12.92%		ชนบริเวณทางโค้ง 1,541 ครั้ง 9.42%	
	บริเวณทางตรงกันข้าม 1,253 ครั้ง 7.66%		บริเวณทางแยก 735 ครั้ง 4.49%	การแซง 627 ครั้ง 3.83%
	ชนคนเดินเท้า 745 ครั้ง 4.56%		อื่นๆ 262 ครั้ง 1.60%	

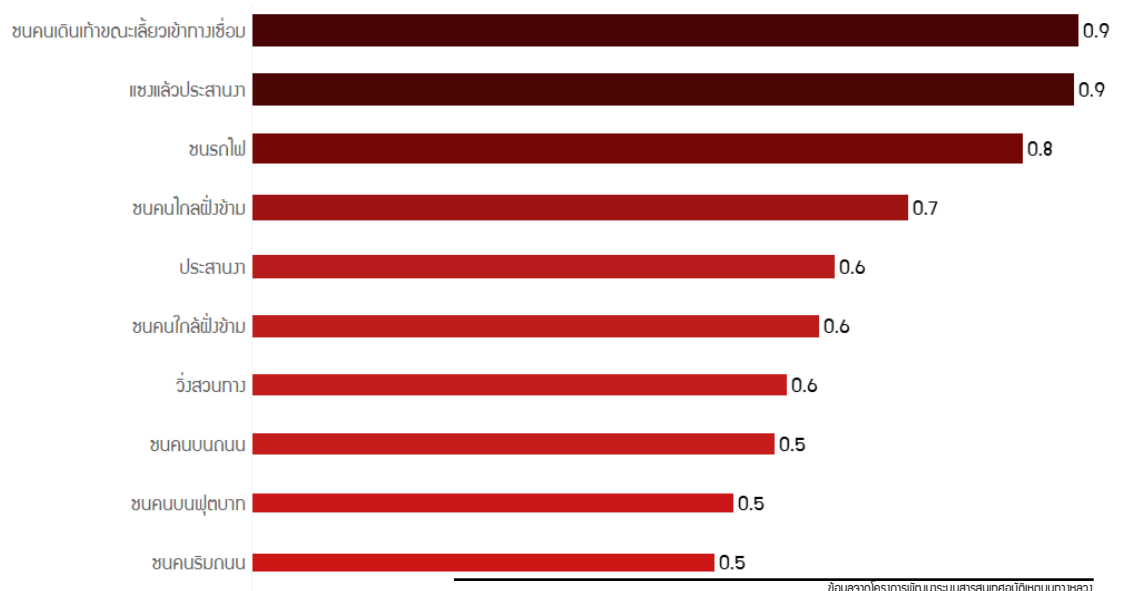
ข้อมูลจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง

จากสถิติแล้ว การชนบนถนนที่วิ่งทิศทางเดียวกันและการชนแล้วรถเสียหลักออกนอกทางเป็นลักษณะการชนที่มีผู้เสียชีวิตมากที่สุด รวมกันแล้วกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด รองลงมาคือการชนสิ่งกีดขวาง ชนบริเวณทางโค้ง บริเวณทางที่วิ่งสวนกัน ตามลำดับ

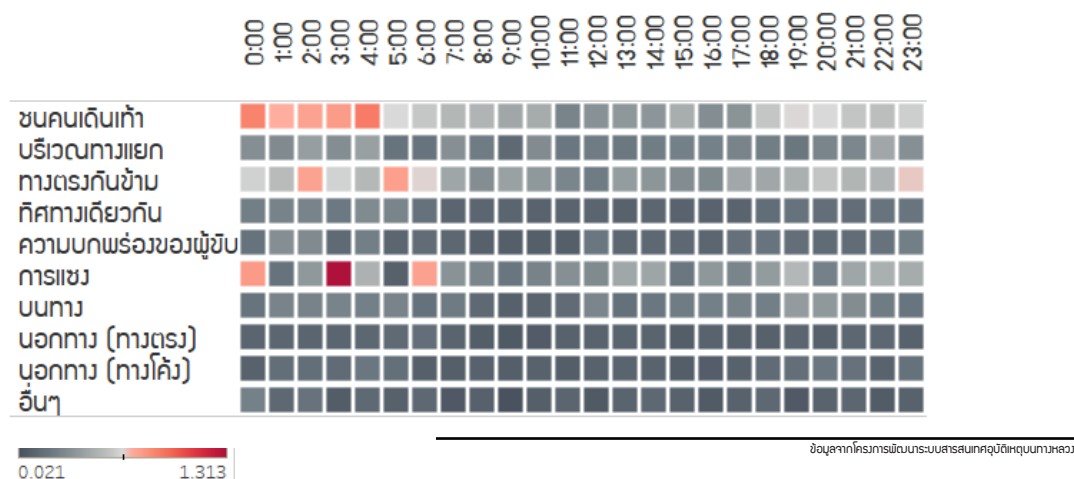
อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราการเสียชีวิตต่ออุบัติเหตุแล้วพบว่า ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุที่เสี่ยงต่อการเสียชีวิตมากที่สุดคือชนกับคนเดินเท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ชนขณะเลี้ยวเข้าทางเชื่อม ซึ่งลักษณะการชนนี้จะมีผู้เสียชีวิตโดยเฉลี่ยมากถึง 0.9 คนต่อการเกิดอุบัติเหตุหนึ่งครั้ง และชนคนเดินถนนใกล้ฝั่งข้าม 0.7 คนต่ออุบัติเหตุหนึ่งครั้ง รองลงมาคือลักษณะการชนแบบประสานงากัน ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิต 0.8 คนต่ออุบัติเหตุ นอกจากนี้ อุบัติเหตุที่รถชนกับรถไฟก็มีโอกาสเสี่ยงที่จะมีผู้เสียชีวิตสูงเช่นกัน โดยในอุบัติเหตุลักษณะนี้หนึ่งครั้ง จะมีผู้เสียชีวิตโดยเฉลี่ย 0.8 คน

ในขณะเดียวกัน เมื่อเทียบประเภทการชน อัตราการเสียชีวิตและเวลา พบว่าจำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ยต่ออุบัติเหตุมากที่สุดมักอยู่ในช่วงกลางดึก และกลุ่มการชนคนเดินเท้าเป็นกลุ่มที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ยมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วง 00:00-04:00 น. รองลงมาคือการชนทิศทางตรงกันข้ามและการแซง ตามลำดับ

จำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมดตั้งแต่พ.ศ. 2554-2561 ตามประเภทการชน

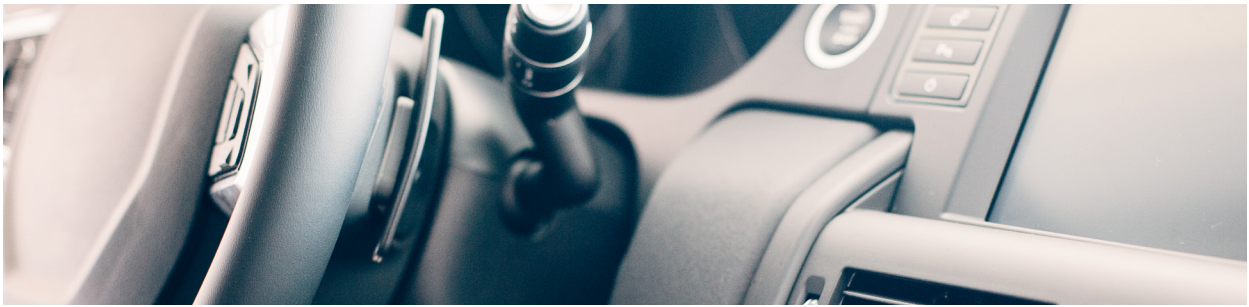


จำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ยตั้งแต่พ.ศ. 2554-2561 ตามประเภทการชนและเวลา



06 Why evidence-based policy is important

นโยบายต้องมีการวัดผล



อุบัติเหตุบนท้องถนนได้สร้างต้นทุนอย่างมหาศาลต่อทั้งเศรษฐกิจและสังคม หากพิจารณามูลค่าความเสียหายและค่าเสียโอกาสของผู้เสียชีวิตชีวิตกว่า 22,000 รายต่อปีที่ต้องสูญเสียจากเหตุการณ์ดังกล่าวจะพบว่าความเสียหายนี้มีมูลค่าสูงถึง 1.68 แสนล้านบาท อย่างไรก็ตาม ด้วยกองกำลังที่มีหน้าที่จัดการวินัยจราจรอย่างจำกัด การออกนโยบายจึงต้องมีการพิจารณาทั้งต้นทุนและผลลัพธ์ นโยบายไหนมีประสิทธิภาพควรดำเนินการต่อ ส่วนนโยบายที่ไม่มีประสิทธิภาพก็ควรหยุดดำเนินการเพื่อให้เบ็ดเงินที่ลงทุนไปเกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อสังคม

ด้านตรวจแอลกอฮอล์



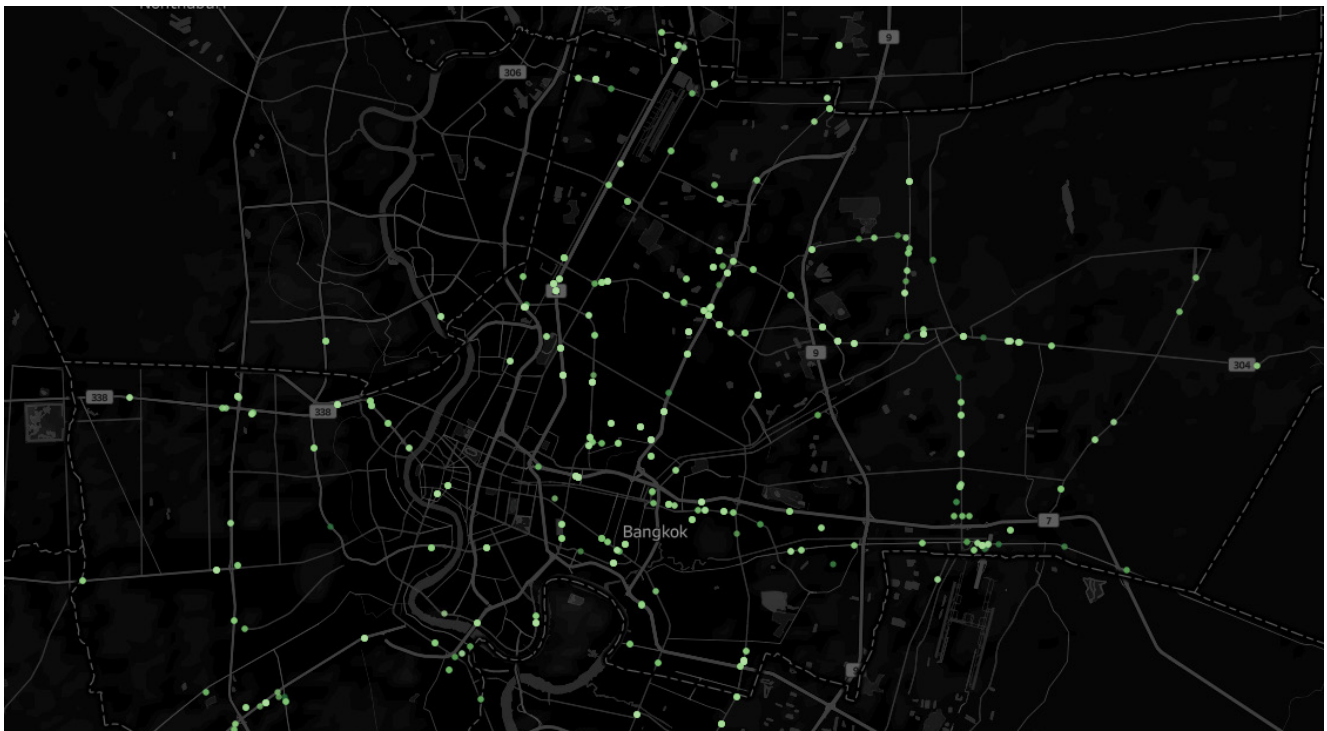
เมาแล้วขับเป็นอีกสาเหตุหลักของอุบัติเหตุบนท้องถนน การบริโภคแอลกอฮอล์ทำให้ผู้ขับขี่สูญเสียความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูงขึ้นอย่างมาก จากสถิติแล้ว ในปี 2557 กว่าร้อยละ 39 ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมีสาเหตุมาจากการเมาแล้วขับ (WHO, 2014) ดังนั้น ในปีพ.ศ. 2537 ประเทศไทยได้ออกมาตรการเพื่อจัดการกับปัญหาการเมาแล้วขับอย่างจริงจัง โดยกำหนดระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด (Blood alcohol concentration: BAC) ให้ไม่เกิน 0.05 กรัม/มล. สำหรับผู้ขับขี่ทั่วไปและ 0.02 กรัม/มล. สำหรับผู้ขับขี่ที่เป็นเยาวชน โดยผู้ขับขี่จะถูกสุ่มตรวจโดยเจ้าหน้าที่ที่ด่านตรวจแอลกอฮอล์

ตารางด้านล่างแสดงจำนวนของด่านตรวจแอลกอฮอล์ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครในช่วงปีพ.ศ. 2560-2561 ในช่วงวันและเวลาต่างๆ โดยการตั้งด่านนี้มีการสุ่มทั้งบริเวณและเวลาที่จะตั้ง ทั้งนี้ ร้อยละ 83.7 ของด่านตรวจทั้งหมดถูกตั้งบริเวณเดิมในวันและเวลาของสัปดาห์เดิมเพียงไม่เกิน 5 ครั้งในระยะเวลา 1.5 ปีเท่านั้น นั่นหมายความว่า ผู้ใช้รถในเวลากลางคืนจะทราบรูปแบบการตั้งด่านล่วงหน้าและหลบหลีกไปใช้เส้นทางอื่นเพื่อเลี่ยงการตรวจแอลกอฮอล์ได้ยากกว่าที่คนทั่วไปคิด มีฉะนั้น หากผู้ขับขี่เสี่ยงได้ อาจทำให้ประสิทธิภาพของการตั้งด่านลดลงได้ นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าจำนวนการตั้งด่านเดิมซ้ำกันไม่ได้มีผลทำให้ประสิทธิภาพของด่านลดลงแต่อย่างใด

จำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์ ตามวันและเวลา ตั้งแต่วันที่ 2561-2562

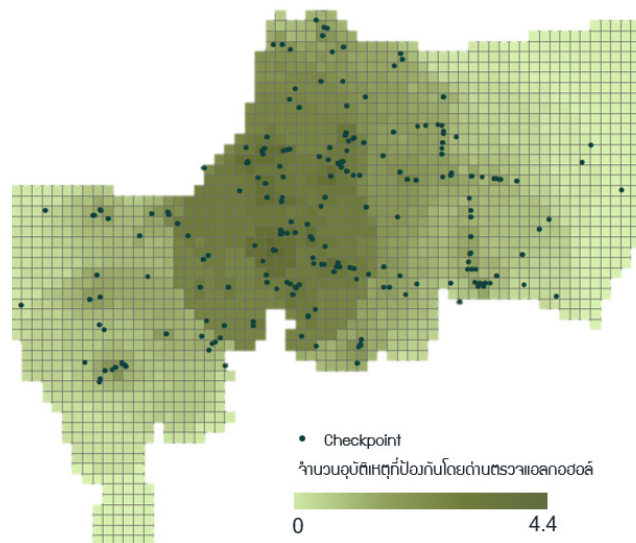
เวลา วัน	0:00	1:00	2:00	3:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	21:00	22:00	23:00
อาทิตย์	501	501	359	252	11	11	15	9	9	5	91	119	169
จันทร์	165	165	78	39	8	8	10	6	6	4	120	197	425
อังคาร	421	421	284	189	4	4	8	8	8	4	115	196	474
พุธ	470	470	337	242	8	8	12	8	8	4	119	214	477
พฤหัสบดี	473	473	336	243	8	8	10	6	6	4	121	206	480
ศุกร์	476	476	338	240	8	8	12	8	8	4	123	216	483
เสาร์	479	479	338	266	0	0	4	8	8	4	122	221	506

แผนที่การตั้งด่านในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 2561-2562



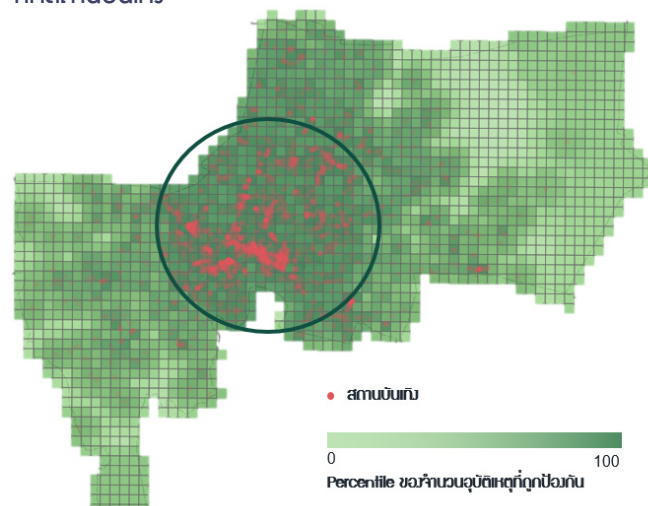
ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของด่านตรวจแอลกอฮอล์ในการลดอุบัติเหตุจะลดลงหากพื้นที่นั้น ๆ มีระยะทางไกลจากด่านมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ที่ห่างจากด่านตรวจน้อยกว่า 1 กิโลเมตร การตั้งด่านตรวจแอลกอฮอล์สามารถช่วยลดอุบัติเหตุได้ 0.002 ครั้งต่อตารางกิโลเมตรต่อชั่วโมง และจะลดลงไปเรื่อย ๆ ตามระยะห่างที่มากขึ้น นั่นหมายความว่า ในระยะเวลา 1.5 ปี ด่านตรวจสามารถป้องกันอุบัติเหตุในพื้นที่ที่ห่างจากด่านตรวจน้อยกว่า 1 กิโลเมตรได้สูงสุดถึง 4.4 ครั้งต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเมื่อรวมผลการวิเคราะห์ของพื้นที่ในกรุงเทพมหานครทั้งหมด การตั้งด่านตรวจสามารถลดการเกิดอุบัติเหตุได้สูงสุดถึง 757 ครั้ง ในระยะเวลา 1.5 ปี (ม.ค. 2561- มี.ย. 2562)

จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยด่านตรวจ จากพ.ศ. 2561-2562



นอกจากนี้ สิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เช่น สถานบันเทิง จำนวนร้านค้า มีผลต่อประสิทธิภาพของด่านตรวจแอลกอฮอล์เช่นกัน จากผลการศึกษาพบว่า ด่านตรวจแอลกอฮอล์จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุในพื้นที่ที่มีทั้งจำนวนร้านค้ามากหรือใกล้สถานที่บันเทิงได้มากขึ้น กล่าวคือยิ่งด่านใกล้สถานที่เหล่านี้มากเท่าไร ประสิทธิภาพของด่านก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยด่านตรวจ เทียบกับระยะทางจากสถานบันเทิง



ประสิทธิภาพของด่านในการป้องกันอุบัติเหตุตามประเภทของรถ



เมื่อพิจารณาตามประเภทของรถแล้ว ด่านตรวจแอลกอฮอล์ค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการป้องกันอุบัติเหตุ โดยจะมีสูงสุดกับรถยนต์ รถกระบะ และรถบรรทุกตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลต่อรถจักรยานยนต์ยังไม่สามารถสรุปได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ

Recommendation

จากผลการศึกษาข้างต้น อุบัติเหตุกว่า 757 ครั้ง queด่านตรวจแอลกอฮอล์สามารถป้องกันไว้ ซึ่งสามารถตีเป็นมูลค่าได้อย่างน้อย 44.7 ล้านบาทภายในเวลา 1.5 ปี ในกรณีที่ผู้ประสบอุบัติเหตุบาดเจ็บเล็กน้อยอย่างน้อย 1 คนต่ออุบัติเหตุ แน่นอนว่า ตัวเลขนี้จะสูงขึ้นอย่างมาก หากจำนวนผู้บาดเจ็บและอาการบาดเจ็บรุนแรงขึ้น อย่างไรก็ตามที่เสียชีวิต หากอิงตามสถิติจากข้อมูลกรมทางหลวง โดยเฉลี่ยในอุบัติเหตุจำนวน 100 ครั้งจะมีผู้เสียชีวิตจำนวน 15 คน แสดงว่าด่านตรวจแอลกอฮอล์จะสามารถช่วยชีวิตได้กว่า 113 คนในรอบเวลาดังกล่าว ซึ่งสามารถตีเป็นมูลค่าได้กว่า 3,161 ล้านบาทเลยทีเดียว² ทั้งนี้ ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่า ที่ตั้งของด่านก็มีผลต่อการป้องกันอุบัติเหตุเช่นเดียวกัน อย่างด่านที่ตั้งใกล้สถานบันเทิงจะมีประสิทธิภาพมากกว่าตั้งบริเวณอื่น

ในเวลา 1.5 ปี
757
ของอุบัติเหตุถูกป้องกัน
โดยด่านเป่าแอลกอฮอล์

อย่างไรก็ตาม การดำเนินมาตรการนี้อาจต้องแลกด้วยต้นทุนที่สังคมต้องแบกรับ เช่น การจราจรติดขัดบริเวณที่ตั้งด่าน ซึ่งสร้างผลกระทบให้กับผู้ขับขี่ที่ไม่ได้มีพฤติกรรมเมาแล้วขับ เป็นต้น หากสามารถประเมินต้นทุนทางสังคมนี้ได้ ผนวกกับมูลค่าของประโยชน์ของนโยบายนี้ จะสามารถช่วยเจ้าหน้าที่ในการจัดสรรทรัพยากรและกำลังคนให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงสร้างผลกระทบต่อสังคมน้อยที่สุด

1 จากการคำนวณของศูนย์ศึกษานโยบายเพื่อการพัฒนา คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มูลค่าความเสียหายจากบาดเจ็บเล็กน้อยจากอุบัติเหตุเล็กน้อยเท่ากับ 59,000 บาท/ราย

2 คำนวณจาก Value of Statistical Life (VSL) ของคนไทย ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 0.87 ล้านบาทหรือราวๆ 27 ล้านบาท ตาม Vassanadumrongdee, S., & Matsuoka, S. (2005). Risk perceptions and value of a statistical life for air pollution and traffic accidents: evidence from Bangkok, Thailand. *Journal of Risk and Uncertainty*, 30(3), 261-287.

นโยบายกำหนดช่วงเวลาจำหน่ายเครื่องดื่ม

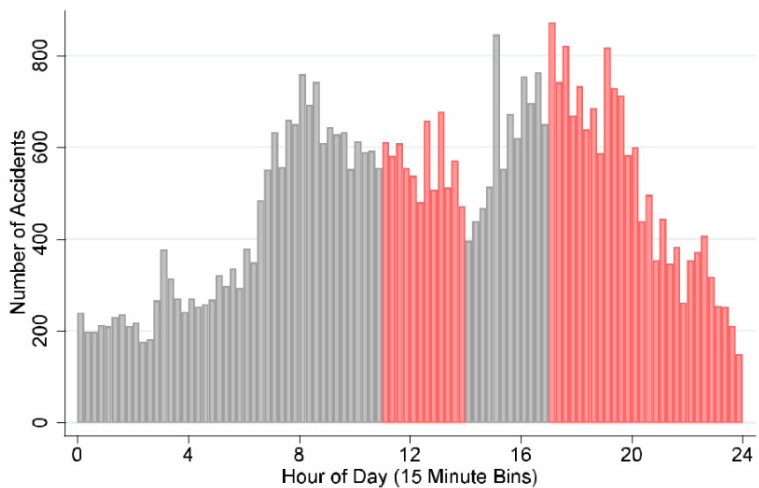


ใน 1 วัน
อุบัติเหตุ
4.5

ครั้งเกิดในช่วงเวลาที่มี
การจำหน่ายแอลกอฮอล์

ในช่วงปีพ.ศ. 2558 ได้มีการบังคับใช้มาตรการกำหนดช่วงเวลาสำหรับการจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ตามพระราชบัญญัติควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พ.ศ. 2551 โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ระหว่างช่วง 11.00 น. ถึง 14.00 น. และช่วง 17.00 น. ถึง 24.00 น. ทั้งนี้ หนึ่งในจุดประสงค์หลักของการออกมาตรการดังกล่าวคือการลดอุบัติเหตุทางถนนที่อาจเป็นผลมาจากการเมาแล้วขับ เนื่องจากอุบัติเหตุกว่า 20,000 ครั้งหรือร้อยละ 50 เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานครระหว่างปีพ.ศ. 2560-2561 นอกจากนี้ จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลาที่อนุญาตให้จำหน่ายแอลกอฮอล์จะมีจำนวนอุบัติเหตุมากกว่าชั่วโมงปกติ 0.1 ครั้งในช่วงเวลา 15 นาที หมายความว่า ในเวลา 1 วัน โดยเฉลี่ยอุบัติเหตุกว่า 4.5 ครั้งจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงชั่วโมงจำหน่ายแอลกอฮอล์ จากพ.ศ. 2561-2562



ข้อมูลจากมูลนิธิศูนย์ข้อมูลจราจรอัจฉริยะไทย (ITIC)

เมื่อพิจารณาสิ่งแวดล้อมรอบข้างของสถานที่ที่เกิดอุบัติเหตุ อุบัติเหตุในช่วงเวลาที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มักเกิดในบริเวณที่อยู่ใกล้กับสถานที่จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างสถานบันเทิงและร้านสะดวกซื้อ โดยจำนวนอุบัติเหตุในระยะ 5 กิโลเมตรจากสถานที่ดังกล่าวมีมากกว่าบริเวณที่มีระยะห่างมากกว่า 5 กิโลเมตรโดยเฉลี่ยประมาณ 0.11 ครั้งในระยะเวลา 15 นาทีหรือมากกว่า 10 ครั้งใน 1 วัน แสดงว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีการจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อาจมีสาเหตุจากการเมาแล้วขับนั่นเอง

กว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนอุบัติเหตุบนท้องถนนในช่วงเวลาดังกล่าว ไม่สามารถบ่งบอกถึงผลโดยตรงของนโยบาย ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลของนโยบายที่แท้จริง การวิเคราะห์จึงต้องใช้เทคนิคทางเศรษฐมิติอย่าง difference-in-differences regression ซึ่งวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทั้งก่อนหน้าและหลังจากการออกนโยบาย ทั้งนี้ กฎหมายการจำกัดเวลาการจำหน่ายเครื่องยนต์แอลกอฮอล์ตามพระราชบัญญัติควบคุมเครื่องยนต์แอลกอฮอล์มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 23 ม.ค. 2558 ทำให้ข้อมูล iTIC ไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงต้องอาศัยชุดข้อมูล HAIMS จากกรมทางหลวงมีการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุตั้งแต่ปีพ.ศ. 2551-2562 ซึ่งเพียงพอต่อการวิเคราะห์ดังกล่าวที่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทั้งก่อนหน้าและหลังจากการออกนโยบาย

ผลการศึกษาพบว่า นโยบายดังกล่าวไม่ได้ส่งผลต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนถนนทางหลวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในช่วงเวลาที่มีการจำหน่ายเครื่องยนต์แอลกอฮอล์โดยเฉลี่ยแล้วมีจำนวนอุบัติเหตุเฉลี่ยสูงกว่าชั่วโมงปกติเพียง 0.0003 ครั้งซึ่งตัวเลขนี้ไม่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบผลของนโยบายนี้ระหว่างช่วงเวลากลางคืนและกลางวันพบว่าไม่ได้มีความแตกต่างกัน

Recommendation

แม้ว่าผลการศึกษาเบื้องต้นจะยังไม่สามารถบ่งชี้ได้แน่ชัดว่าผลที่แท้จริงของนโยบายกำหนดช่วงเวลาจำหน่ายเครื่องยนต์แอลกอฮอล์ว่าจะส่งผลต่อจำนวนอุบัติเหตุอย่างไร ซึ่งหากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าช่วงเวลาที่มีการจำหน่ายเครื่องยนต์แอลกอฮอล์ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุมากกว่าแล้ว หากจำกัดชั่วโมงการขายให้น้อยลงก็จะส่งผลทำให้จำนวนอุบัติเหตุลดลงด้วยในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาบนทางหลวงอย่างเดียว การจำกัดเวลาการจำหน่ายเครื่องยนต์แอลกอฮอล์ก็มีผลน้อยมากต่อจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ แสดงว่านโยบายนี้ก็อาจไม่ได้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความปลอดภัยทางท้องถนนมากนัก

07 Conclusion and suggestions

บทสรุป



อุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุขที่คร่าชีวิตกว่า 22,000 รายต่อปี และสร้างความเสียหายต่อสังคมกว่าปีละ 200,000 ล้านบาท ดังนั้น ปัญหาดังกล่าวจึงต้องได้รับการขับเคลื่อนอย่างจริงจัง ด้วยนวัตกรรมความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีส่งผลให้การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้ตรงจุด มีประสิทธิภาพ และประหยัดต้นทุนมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการทำนายบริเวณจุดเสี่ยงของอุบัติเหตุเพื่อรับมือและจัดการช่วยเหลือที่รวดเร็ว การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยวางแผนการรับมือกับอุบัติเหตุ อีกหนึ่งสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญในการผลักดันความสำเร็จของการป้องกันอุบัติเหตุคือความร่วมมือของทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชน รวมถึงแนวทางการป้องกันและรับมือที่ชัดเจน ตรงจุด

Policy maker ต้องมี ROI+Scientific



นโยบายป้องกันอุบัติเหตุแต่ละนโยบายย่อมมีต้นทุนต่างๆที่แตกต่างกันไปและผลลัพธ์ของนโยบายเหล่านี้อาจไม่ได้มีประสิทธิภาพเหมือนกัน การออกนโยบายจึงต้องคำนึงถึง *return on investment* เป็นสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ทรัพยากร งบประมาณ และกำลังคนมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น ผู้ออกนโยบายควรหันมาใช้ *data-driven approach* เพื่อคำนวณหาต้นทุนทั้งความเสียหายที่ตีค่าเป็นตัวเงินได้ รวมถึงค่าเสียโอกาสของผู้ประสบอุบัติเหตุและประสิทธิภาพของการออกนโยบายดังกล่าว ยกตัวอย่างจากผลการศึกษาขององค์การสหประชาชาติ¹ ชี้ว่านโยบายที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็น ผู้ใช้รถจักรยานยนต์และคนเดินเท้ามี ROI ที่ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากกลุ่มคนเหล่านี้มีสัดส่วนขนาดใหญ่ในจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุ และนโยบายดังกล่าวมีต้นทุนในการดำเนินการไม่สูงเมื่อเทียบกับนโยบายอื่นๆ

นอกจากนี้ บ่อยครั้งที่นโยบายโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อยู่ในรูปแบบ มาตรการ กฎระเบียบต่างๆ มักสร้าง *conflict of interest* ระหว่างผู้ใช้รถใช้ถนนและหน่วยงานที่ดูแล ทำให้ผู้ออกนโยบายเอง ต้องเผชิญกับ *trade-off* ระหว่างการลดอุบัติเหตุและต้นทุนทางสังคมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากมาตรการ ยกตัวอย่างเช่น การตั้งด่านตรวจค้นวินยจรจร แม้ว่าจุดประสงค์หลักของมาตรการนี้คือการจัดการกับพฤติกรรมการใช้รถใช้ถนนและการเมาแล้วขับ แต่การตั้งด่านโดยเฉพาะอย่างช่วงถนนที่มีการจราจรหนาแน่นยิ่งทำให้การจราจรติดขัดมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างนี้ยังตอกย้ำความสำคัญของการวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ของนโยบายแต่ละนโยบาย และการคัดเลือกนโยบายที่ตอบสนองความต้องการของสังคมมากที่สุด

นโยบายที่มีกลุ่มเป้าหมายคือ
ผู้ใช้รถจักรยานยนต์
และคนเดินเท้า
มี ROI ที่ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะ
อย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่กำลัง
พัฒนา

¹ United Nations (2018). Strengthening regional efforts to improve road safety. [online] Bangkok: ESCRP. Available at: https://www.unescap.org/commission/74/document/E74_9E.pdf [Accessed 6 Nov. 2019].

การแก้ปัญหาอย่างตรงจุดคือ หัวใจสำคัญ



ผลวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุทำให้เราทราบว่า อุบัติเหตุโดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการกระจุกตัวตามจุดเสี่ยงต่าง ๆ อย่างหนาแน่นและมีรูปแบบเวลาที่ค่อนข้างแน่นอน หนึ่งในบทเรียนสำคัญจากผลดังกล่าวคือการให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาให้ตรงจุด และวางแผนอย่างเป็นระบบ โดยคำนึงถึงการบริหารจัดการทรัพยากรให้สามารถจัดการกับอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ แน่แน่นอนว่าด้วยกำลังที่มีอย่างจำกัด หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านนี้คงไม่สามารถรับมือกับทุกปัจจัยบนท้องถนนได้ ดังนั้น วิธีการที่ช่วยลดอุบัติเหตุอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น จากการศึกษาพบว่า ป้ายรถประจำทางมีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรจัดสรรกำลังเพื่อตรวจตราและหาสาเหตุว่าเหตุใดในสถานที่ดังกล่าวจึงมีอุบัติเหตุมากที่สุด และต้องหาวิธีแก้ปัญหายังไง ยกตัวอย่างเช่น การออกนโยบายที่มีผลเฉพาะเจาะจงกับบริเวณดังกล่าว แทนที่การกระจายกองกำลังไปตามจุดต่าง ๆ อย่างไม่มีแบบแผน วิธีนี้สามารถช่วยลดต้นทุนที่สังคมจะต้องรับผิดชอบกับปัญหาเรื่องนี้ และค่าเสียโอกาสต่าง ๆ ที่มาพร้อมกับการเกิดอุบัติเหตุ



การออกแบบถนน : ก้าวแรกของความปลอดภัย



Designing streets for people

เนื่องจากกลุ่มคนเดินเท้าใช้เวลาในการเดินทางมากที่สุด ทำให้คนกลุ่มนี้เผชิญกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ตามถนนมากกว่าผู้ใช้ถนนกลุ่มอื่น ๆ ดังนั้น การออกแบบถนนที่ปลอดภัย มีความเชื่อมต่อกัน และไม่มีสิ่งกีดขวางจึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อให้กลุ่มผู้เดินถนนมีประสบการณ์ที่ดีในการเดินทาง สี่แยกเป็นจุดที่มีความเสี่ยงสูงสำหรับผู้เดินถนน คำแนะนำจาก Global Street Design Guide ระบุว่า ในทุก ๆ สี่แยกหรือช่วงกลางระหว่างบล็อกควรมีทางม้าลายเตรียมไว้เพื่อสร้างเส้นทางที่ต่อเนื่องสำหรับผู้เดินเท้า อุปกรณ์สัญญาณข้ามถนนสำหรับคนเดินเท้าเป็นอีกอย่างที่สามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้คนกลุ่มนี้ได้ ทางม้าลายควรมีไว้ห่างกันไม่เกินทุกๆ 80 - 100 เมตร เพราะหากว่าผู้เดินเท้าต้องใช้เวลามากกว่า 3 นาทีในการเดินไปข้ามที่ทางม้าลาย ผู้เดินเท้าอาจจะตัดสินใจข้ามถนนอย่างไม่ปลอดภัยแทน นอกจากนี้ทางม้าลายควรถูกทำให้มองเห็นได้ชัดเจนเท่าที่จะทำได้เพื่อเป็นการบอกให้คนขับรถขับช้าลงและระวังผู้เดินเท้าที่จะข้ามถนน จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวงพบว่า อุบัติเหตุที่มีการชนผู้เดินเท้าจะมีโอกาสการเสียชีวิตสูง เพราะฉะนั้นควรมีเทคนิคการทำให้การจราจรช้าลงบริเวณทางข้ามเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้เดินเท้า นอกจากนี้ทางเท้า (sidewalks) เป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างในชีวิตเมืองอย่างที่ถูกละเลยไว้ใน Global Street Design Guide ทางเท้าควรมีความปลอดภัย เข้าถึงได้ง่ายและสะดวก และมีการบำรุงรักษาที่ดี โดยส่วนประกอบหลักของทางเท้าที่ดีคือ clear path ซึ่งก็คือทางเดินหลักที่คู่ขนานกับถนน clear path นั้นควรกว้างพอที่คนนั่งรถเข็น 2 คนสามารถวิ่งผ่านกันได้ ถนนที่ถูกออกแบบอย่างดีสำหรับผู้เดินเท้ารวมกับระบบการขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้คนใช้ทางเดินเท้าและการขนส่งมวลชนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้การจราจรมีความติดขัดน้อยลง และเป็นผลทำให้เราสามารถควบคุมการจราจรของเมืองได้ดีขึ้น



Designing for transit riders

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ป้ายรถประจำทางมีส่วนทำให้เกิดอุบัติเหตุมากขึ้นในกรุงเทพและเขตปริมณฑล ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่รถประจำทางต้องทำการจอดเพื่อรับส่งผู้โดยสาร ทำให้รถรอบข้างต้องทำการหลบหลีกออกจากช่องทางถนนนั้นๆ แล้วทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นรถประจำทางมีการขับเคลื่อนด้วยลักษณะและความเร็วที่แตกต่างจากรถประเภทอื่น เพราะฉะนั้น การสร้างช่องทางถนนให้รถประจำทางโดยเฉพาะจึงสามารถช่วยในการลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ ในขณะเดียวกันช่องทางรถประจำทางจะทำให้ระบบขนส่งมวลชนมีความสม่เสมอมากขึ้น ซึ่งจะทำให้รองรับผู้ใช้ได้มากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของการจราจรบนท้องถนนอีกด้วย



Redesigning traffic facilities

ผลการศึกษาทำให้เห็นว่า ส่วนประกอบลักษณะของถนน ไม่ว่าจะเป็นสี่แยก สัญญาณไฟจราจร อุโมงค์ทางลอด ตลอดจนป้ายจราจรต่าง ๆ เป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทั้งในแง่ของจำนวนและความรุนแรง ทั้งนี้ ความเสี่ยงดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากทั้งสภาพจราจรของบริเวณเหล่านี้ที่แตกต่างจากบริเวณทางตรงทั่วไป และพฤติกรรมของผู้ขับขี่เอง นั่นทำให้ความสำคัญของการออกแบบถนนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ การออกแบบ road facilities ให้มีความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อผู้ใช้ทุกประเภท ต้องอาศัยหลักการ 3E ซึ่งประกอบไปด้วยด้าน Education การศึกษา ด้าน Engineering วิศวกรรม และด้าน Enforcement การบังคับใช้ ยกตัวอย่างบริเวณที่มีป้ายหยุดรถ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การมีป้ายจราจรดังกล่าวจะส่งผลทำให้เกิดอุบัติเหตุมากกว่าบริเวณปกติถึงกว่า 1.7 เท่า นั่นอาจตีความได้ว่าบริเวณนี้เป็นบริเวณที่อันตราย แต่ผู้ขับขี่อาจไม่ได้สนใจป้ายเตือน ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้น ถ้าอิงจากหลัก 3E ข้างต้น การออกแบบป้ายหยุดรถจะควรคำนึงถึงว่าจะตั้งป้ายอย่างไรให้สามารถเตือนผู้ขับขี่ให้ได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้ หน่วยงานที่รับผิดชอบจึงต้องศึกษาก่อนว่าวิธีที่จะทำให้ป้ายสามารถมองเห็นเด่นชัดต้องทำอะไร เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ลักษณะการเตือนดังกล่าวอาจไม่ได้อยู่ในรูปแบบป้ายเตือน แต่ถนนที่ญี่ปุ่นใช้การทาสีแดงแทน เนื่องจากในทางจิตวิทยาแล้วสีแดงแสดงถึงความอันตราย ทำให้คนตระหนักและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ดีกว่า นอกจากนี้ อีกหนึ่งมาตรการที่ต้องเพิ่มความเข้มข้น คือ การบังคับใช้กฎหมายในกรณีที่มีผู้ขับขี่ขึ้น เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ขับขี่ปฏิบัติตามสัญญาณเตือน

Better data is the key



ข้อมูลที่ดีคือวัตถุดิบสำคัญที่ช่วยปลดล็อกความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุและการประเมินผลลัพธ์ของนโยบาย ทว่า ปรากฏการณ์แรกที่จะนำไปสู่ระบบข้อมูลที่ดีคือกระบวนการจัดเก็บข้อมูลที่ครบถ้วนและรอบด้าน อย่างเช่น การศึกษาด้านอุบัติเหตุบนท้องถนนมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าถึงข้อมูลทั้งในแง่ของเวลาและสถานที่ (Spatio-temporal) ทำให้การจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุจะต้องระบุทั้งเวลาที่เกิดเหตุและสถานที่ในรูปแบบของข้อมูลพิกัดเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

นอกจากนี้ ด้วยข้อมูลที่มีรายละเอียดลึกขึ้นไปในระดับบุคคล เช่น ประวัติผู้ประสบเหตุ ความรุนแรงของอาการบาดเจ็บ รวมถึงสภาพของผู้ขับขี่ขณะเกิดอุบัติเหตุเป็นอีกหนึ่งกุญแจสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ออกนโยบายเข้าใจถึงต้นทุนต่อสังคมมากขึ้น รวมถึงการวัดมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากการประสบอุบัติเหตุที่แม่นยำขึ้นซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการพัฒนาการเยียวยารักษาผู้ประสบเหตุต่อไปในอนาคต

ทั้งนี้ อีกหนึ่งความท้าทายด้านการจัดเก็บข้อมูลโดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุคือการรวบรวมหน่วยที่จัดเก็บข้อมูลไว้ด้วยกัน ในปัจจุบัน หน่วยงานที่ดูแลเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวของทั้งในกรุงเทพมหานครและพื้นที่อื่น ๆ มีจำนวนมาก อย่างข้อมูลอุบัติเหตุของต่างจังหวัดจะถูกจัดเก็บโดยหน่วยงานในจังหวัดนั้น ๆ ทำให้ข้อมูลนั้นกระจัดกระจาย ยากต่อการเข้าถึงข้อมูล และเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูล

ข้อมูลอีกประเภทที่ควรจัดเก็บคือ ข้อมูลถนนและทางเท้า ถนนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงแทบจะตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการซ่อมแซมหรือต่อเติมถนน ซึ่งส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของการจราจรทั้งบนถนนและบนทางเท้า และอาจจะมีผลกระทบต่อการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน ใน Global Street Design Guide ได้แนะนำว่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆของถนนนั้นควรถูกบันทึกไว้พร้อมกับข้อมูลต่างๆของถนนและการจราจร ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่ควรถูกเก็บนั้นก็ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของแต่ละโครงการด้วย และควรจัดเก็บรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ รูปทรงเรขาคณิตของทางเดินเท้า สภาพและคุณภาพของทางเดินเท้า ความเข้าถึงได้ของทางเดินเท้า จำนวนผู้ใช้ทางเดินเท้านั้นๆ กิจกรรมบนทางเดินเท้า ความปลอดภัยของถนน และความปลอดภัยของผู้คนหรืออัตราการเกิดอาชญากรรม เป็นต้น



Appendix

ภาคผนวก

การศึกษาเชิงพื้นที่ของการเกิดอุบัติเหตุ

วิธีหลักที่คณะผู้จัดทำใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุเชิงพื้นที่คือการแบ่งพื้นที่ออกเป็นช่องสี่เหลี่ยม (กริด) ขนาดต่างๆ เช่น 250x250 เมตร และ 1,000x1,000 เมตร โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถจัดลำดับบริเวณจุดเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ และผนวกข้อมูลปัจจัยแวดล้อมของบริเวณนั้น ๆ ได้แก่ จำนวน POI ระยะทางถึงร้านอาหาร สถานบันเทิง โรงเรียน ร้านค้าต่างๆ เป็นต้น

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุจะอยู่ในรูปแบบ spatio-temporal นั่นคือมีทั้งมิติของเวลาและสถานที่ ดังนั้น ขั้นตอนการจัดเตรียมจึงต้องใส่ปัจจัยทั้งสองมิติเข้าไปด้วย โดยเริ่มจากการแบ่งพื้นที่ออกเป็นช่องสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการและกำหนด time horizon ของการวิเคราะห์ เช่น รายชั่วโมง รายวัน รายเดือน หรือรายปี จากนั้น ทำการนับจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในพื้นที่และเวลาต่างๆ รวมถึงการคำนวณความหนาแน่นหรือระยะทางของปัจจัยแวดล้อมเพื่อหาความสัมพันธ์ของสื่อต่างๆรอบถนนกับปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุ

การวิเคราะห์ที่ใช้วิธีนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (time-series) ของจุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ การวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัจจัยแวดล้อมต่อการเกิดอุบัติเหตุ การคำนวณหาผลกระทบของป้ายรถประจำทางต่อการเกิดอุบัติเหตุ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการตั้งด่านตรวจแอลกอฮอล์ และการวิเคราะห์ผลนโยบายการจำกัดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ตัวอย่างการแบ่งพื้นที่กรุงเทพมหานครออกเป็นกริดขนาด 1x1 กม.

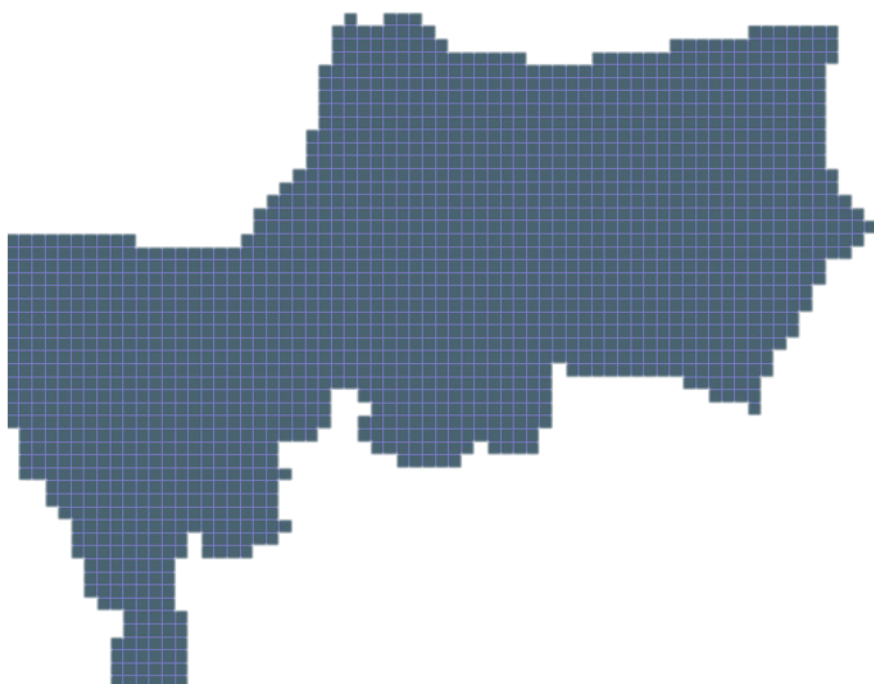
พื้นที่กทม. แบ่งได้เป็น

1,733

กริด ขนาด 1x1 กม.

25,863

กริด ขนาด 250x250 ม.



การวิเคราะห์ความถี่จุดเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ

Methodology

เพื่อศึกษารูปแบบอนุกรมเวลาของจุดเสี่ยงอุบัติเหตุอย่างเช่น กริดที่มีอุบัติเหตุสูงสุดจะมีโอกาสเท่าไรที่จะเกิดอุบัติเหตุสูงในเดือนถัดไป วิธีที่นำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบนี้คือ Autoregressive model AR(1)

โดยมีตัวแปรตามคือ ตัวแปรหุ่น มีค่า 1 ต่อเมื่อกริดนั้นๆอยู่ใน percentile ที่ 99 หรือ 95 ในเดือนถัดไป และตัวแปรต้นคือ ตัวแปรหุ่น มีค่า 1 ต่อเมื่อกริดดังกล่าวอยู่ใน percentile ที่ 95 หรือ 99 ในเดือนก่อนหน้า

Results

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์โอกาสที่กริดที่มีอุบัติเหตุสูงจะมีอุบัติเหตุสูงในเดือนถัดไป

	Top 1%, m (1)	Top 5%, m (2)	Top 5%, m (3)
Top 1%, m-1	0.240*** (0.0115)		0.500*** (0.0110)
Top 5%, m-1		0.311*** (0.00567)	
Constant	0.00760*** (0.000218)	0.0344*** (0.000510)	0.0450*** (0.000714)
Observations	499,629	499,629	499,629
R-squared	0.057	0.097	0.052

Standard errors clustered at the grid-level in parentheses.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ผลการศึกษาพบว่า กริดที่มีอุบัติเหตุสูงมักจะอุบัติเหตุสูงต่อไปอีกครั้งในเดือนถัดไป หากกริดอยู่ใน percentile ที่ 99 จะมีโอกาสร้อยละ 24 ที่จะอยู่ใน percentile ที่ 99 ในเดือนถัดไปและโอกาสร้อยละ 50 ที่จะอยู่ใน percentile ที่ 95 ในเดือนถัดไป ส่วนกริดที่อยู่ percentile ที่ 95 จะมีโอกาสร้อยละ 31.1 ที่จะอยู่ใน percentile ที่ 95 ในเดือนถัดไป

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์โอกาสที่กริดที่มีอุบัติเหตุสูงจะมีอุบัติเหตุสูงในเดือนถัดไป ตามประเภทรถ

VARIABLES	(1) top1	(2) top2	(3) top5	(4) top2	(5) top5	(1) top1	(2) top2	(3) top5	(4) top2	(5) top5	(1) top1	(2) top2	(3) top5	(4) top2	(5) top5	(1) top1	(2) top2	(3) top5	(4) top2	(5) top5	(1) top1	(2) top2	(3) top5	(4) top2	(5) top5
top1_lag	0.230*** (0.00877)			0.314*** (0.00919)	0.446*** (0.00924)	0.120*** (0.00559)			0.183*** (0.00676)	0.186*** (0.00696)	0.0138*** (0.00218)			0.0125*** (0.00234)	0.0129*** (0.00300)	0.230*** (0.00877)			0.314*** (0.00919)	0.446*** (0.00924)	0.0825*** (0.00465)			0.0828*** (0.00461)	0.0812*** (0.00484)
top2_lag		0.237*** (0.00664)				0.148*** (0.00490)					0.00580*** (0.00142)					0.237*** (0.00664)							0.0409*** (0.00266)		
top5_lag			0.237*** (0.00482)						0.0664*** (0.00267)					0.00129 (0.00120)			0.237*** (0.00482)							0.0153*** (0.00153)	
Vehicle	car					motorcycle					truck					bus					pickup				
Observations	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940	749,940
R-squared	0.053	0.056	0.056	0.05	0.041	0.014	0.022	0.004	0.017	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.002	0	0.003	0.001

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากปัจจัยด้านสภาพถนน

Methodology

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงของสภาพถนนต่อการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปแบบ correlational ซึ่งอาจมีผลจากปัจจัยอื่น ๆ รวมกันอยู่ ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยนี้มีผลมากน้อยเพียงใด ดังนั้น วิธีที่ใช้วิเคราะห์ปัจจัยเหล่านี้คือการใช้ negative binomial regression ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบจำนวนการนับ (จำนวนอุบัติเหตุ) โดยการวิเคราะห์นี้จะทำเป็นรายเส้นถนนเพื่อให้สามารถศึกษาลักษณะของถนนแต่ละรูปแบบได้

$$\begin{aligned}
 accident_{it} = & \alpha_0 + \beta_0 RoadCurvature + \beta_1 SpeedCat_{1i} + \beta_2 SpeedCat_{2i} + \beta_3 SpeedCat_{3i} \\
 & + \beta_4 SpeedCat_{4i} + \beta_5 SpeedCat_{5i} + \beta_6 \#Lane4_i + \beta_7 \#Lane6_i + \beta_8 Intersection_i + \\
 & \beta_9 FuncClass_{2i} + \beta_{10} FuncClass_{3i} + \beta_{11} FuncClass_{4i} + \beta_{12} Frontage_i + \\
 & \beta_{13} Bridge_i + \beta_{14} Divider_i + \beta_{15} Ramp_i + \beta_{16} Tollway_i + \beta_{17} Urban_i + \beta_{18} Tunnel_i \\
 & + \beta_{19} MergingLane_i + \beta_{20} DispersingLane_i + \beta_{21} U-turnLane_i + \\
 & \beta_{22} U-turnPoint_i + \beta_{23} RegularLane_i + \beta_{24} AcceleratingLane_i + \\
 & \beta_{25} DeceleratingLane_i + \beta_{26} AuxiliaryLane_i + \beta_{27} TurningLane_i + \\
 & \beta_{28} BicycleLane_i + \beta_{29} RightDirection_i + \beta_{30} LeftDirection_i + \beta_{31} RightU-turn_i \\
 & + \beta_{32} LeftU-turn_i + \beta_{33} MergingDirection_i + \beta_{34} MergeSign_i + \beta_{35} StopSign_i + \\
 & \beta_{36} TrafficSignal_i + \beta_{37} DriveToIntersection_i + \beta_{38} HighBusRoute_i + \gamma_0 POI + \\
 & Y_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

ตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุบนถนนแต่ละเส้นแต่ละปี และมีตัวแปรต้นประกอบไปด้วย ความโค้งของถนน ตัวแปรหุ่นแสดงความเร็วเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นโดยมีกลุ่มความเร็ว 11-30 กม./ชม. เป็นกลุ่มอ้างอิง ตัวแปรหุ่นแสดงประเภทการใช้งานของถนน จำนวนช่องทางการจราจร ทางคู่ขนาน สะพาน ที่กั้นถนน ทางลาด ทางด่วน ถนนในเมือง อุโมงค์ทางลอด ทางรวม ทางแยก จุดกลับรถ ที่กลับรถ ทางปกติ ทางเร่งความเร็ว ทางผ่อนความเร็ว ทางเสริม ทางจักรยาน ทางด้านขวา ทางด้านซ้าย จุดกลับรถด้านขวา จุดกลับรถด้านซ้าย ทิศทางรวม ป้ายทางรวม ป้ายหยุดรถ สัญญาณจราจร เส้นถนนผ่านสี่แยก เส้นถนนที่มีเส้นทางรถประจำทางผ่านมากกว่า 10 เส้น นอกจากนี้ ตัวแปรควบคุมได้แก่ POI ต่าง ๆ ในรัศมีถนน 50 เมตร และ year fixed-effect

Results

VARIABLES	(1) All irr	(2) Day irr	(3) Night irr
road_curve_ab	0.99643352*** (0.00031558)	0.99628247*** (0.00035479)	0.99621248*** (0.00061114)
101-130 KPH	1.22409406** (0.09638005)	1.20602752** (0.10238731)	1.16943939 (0.16210637)
91-100 KPH	0.55701244*** (0.03128724)	0.53457995*** (0.03267103)	0.63334552*** (0.06449568)
71-90 KPH	0.41078352*** (0.02368084)	0.38572427*** (0.02424491)	0.49574441*** (0.05177463)
51-70 KPH	0.33460824*** (0.02317938)	0.29976631*** (0.02300137)	0.50382028*** (0.06233458)
31-50 KPH	0.74971644*** (0.04825267)	0.69296558*** (0.04901978)	0.87942503 (0.10336285)
4 lanes	2.54241301*** (0.04817458)	2.49951538*** (0.05358870)	2.66953030*** (0.09727176)
6 lanes	3.93463723*** (0.10414064)	3.72456871*** (0.11078106)	4.59710111*** (0.22020300)
INTERINTER	2.05530373*** (0.13165448)	1.88097964*** (0.13767230)	2.29595647*** (0.22606917)
2.FUNC_CLASS	0.85806892*** (0.02710767)	0.83238650*** (0.02869103)	0.95004565 (0.05468031)
3.FUNC_CLASS	0.96603240 (0.03318882)	0.91113550** (0.03429425)	1.21274557*** (0.07513133)
4.FUNC_CLASS	0.81799019*** (0.02881773)	0.77415301*** (0.02992445)	1.01229851 (0.06473103)
FRONTAGE	0.85561201*** (0.02411218)	0.86415558*** (0.02707910)	0.81059767*** (0.04357679)
BRIDGE	1.23381090*** (0.03219395)	1.25649784*** (0.03625486)	1.28261911*** (0.05884139)
have_DIVIDER	1.74618108*** (0.04770941)	1.68007175*** (0.05176095)	1.86175762*** (0.08497632)
RAMP	0.56477227*** (0.02263615)	0.60494934*** (0.02681369)	0.45721533*** (0.03586435)
TOLLWAY	0.40556718*** (0.01382376)	0.39833857*** (0.01495274)	0.41993838*** (0.02601114)
URBAN	1.76080597*** (0.02504360)	1.75270775*** (0.02801377)	1.88935214*** (0.04929747)
TUNNEL	3.19898652*** (0.46429997)	2.42303304*** (0.39712075)	5.75276311*** (1.09957780)
1.is_lanes_merging	0.88481026** (0.04308922)	0.85830124*** (0.04695324)	1.03130572 (0.08687657)
1.is_lanes_dispersing	1.00299346 (0.05033077)	0.99222034 (0.05592399)	0.92457051 (0.08305053)
1.is_urn_lane	0.90306722 (0.07608817)	0.91617622 (0.08641936)	0.92282582 (0.13613614)
1.is_urn_point	1.19247806 (0.17908980)	1.20034418 (0.20221622)	0.83058030 (0.26222744)

lane_type_regular	1.26831951*** (0.10400823)	1.22440181** (0.11181211)	1.47764770*** (0.20691879)
lane_type_acceleration	0.94294007 (0.05135033)	0.92426240 (0.05662958)	1.05406228 (0.10391349)
lane_type_deceleration	1.15302832* (0.08901204)	1.26863347*** (0.10639481)	0.70798151** (0.12191718)
lane_type_auxiliary	1.88267794*** (0.36879853)	1.97067937*** (0.41761074)	1.14705244 (0.45349772)
lane_type_turn	1.11970935*** (0.03672368)	1.09785319** (0.04076489)	1.19427989*** (0.06603687)
lane_type_bicycle	1.40353157*** (0.10989138)	1.52088117*** (0.13028777)	0.88757783 (0.12904476)
lane_dir_cat_right	0.74894249*** (0.07584332)	0.76654217** (0.08699320)	0.69198626** (0.11811211)
lane_dir_cat_left	1.05715131 (0.09476057)	1.10787089 (0.11052372)	0.97907911 (0.14902417)
lane_dir_cat_urn_right	0.87374158 (0.09608219)	0.89446109 (0.11034840)	0.85563257 (0.16149524)
lane_dir_cat_urn_left	1.18038919 (0.88519916)	1.69033790 (1.29368114)	0.00000007 (0.00031733)
lane_dir_cat_merge_lane	0.86982939 (0.12769362)	0.94772848 (0.15355767)	0.67063753 (0.17914836)
lane_dir_cat_straight	0.81721939** (0.07576808)	0.83675905* (0.08654396)	0.72339012** (0.11464070)
lane_dir_cat_nothave	0.94576710 (0.07903487)	0.95735700 (0.08910632)	0.88581029 (0.12635989)
lane_merge_sign	0.83331971*** (0.04288647)	0.85801565*** (0.04831096)	0.71288667*** (0.06875614)
1.sharp_curve_sign	0.56589065*** (0.02906585)	0.54879880*** (0.03214807)	0.58710441*** (0.05824079)
1.winding_road_sign	0.49407097*** (0.05201499)	0.53421960*** (0.06244274)	0.44887820*** (0.10034957)
1.stop_sign	2.67765583*** (0.18711340)	2.61354845*** (0.20444799)	2.44212591*** (0.29569249)
1.have_traffic_signal	1.93631951*** (0.07219923)	1.77483627*** (0.07503177)	2.14770230*** (0.12600485)
drive_to_intersection_part	1.16894465*** (0.05445219)	1.10870842* (0.05867923)	1.39033624*** (0.10253410)
high_bus	1.36597781***	1.34898212***	1.34839553***
Constant	0.00355200*** (0.00021142)	0.00297905*** (0.00019351)	0.00040587*** (0.00004367)

Observations	204,486	204,486	204,486
--------------	---------	---------	---------

seEform in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ตัวเลขค่าสัมประสิทธิ์จะอยู่ในรูป incidence rate ratio หรือ IRR กล่าวคือ เป็นตัวเลขที่แสดงถึงจำนวนเท่าของอุบัติเหตุ เมื่อตัวแปรต้นมีการเปลี่ยนแปลง (marginal effect) เช่น ในกรณีของสี่แยก ถนนที่เป็นสี่แยกจะมีจำนวนอุบัติเหตุมากกว่าถนนปกติ 2 เท่า หรือแปลว่าสี่แยกทำให้อุบัติเหตุเพิ่มขึ้น 1 เท่าเมื่อเทียบกับถนนปกติ เป็นต้น

ผลการศึกษาพบว่าความเร็ว จำนวนช่องจราจร อุโมงค์ทางลอด ช่วงที่มีไฟสัญญาณจราจร ป้ายหยุดรถ คือปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด และปัจจัยเหล่านี้ส่วนใหญ่จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นในช่วงเวลากลางคืน

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัยแวดล้อม

Methodology

ปัจจัยแวดล้อม เช่น ความหนาแน่นของสถานบันเทิง สถานที่ราชการ หรือสถานที่อื่นๆ เป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ส่งผลต่อความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้น เพื่อศึกษาผลของปัจจัยเหล่านี้ วิธีที่นำมาทำการวิเคราะห์คือ multivariate regression model ซึ่งสามารถแยกผลของปัจจัยแวดล้อมได้

$$AnyAccident_{im} = \alpha + \beta POI_i^n + SumPOI_i + POI75_i + POI90_i + M_m + \epsilon_{im}$$

โดยมีตัวแปรตามคือตัวแปรหุ่นที่จะมีค่า 1 ต่อเมื่อกริดนั้นๆมีอุบัติเหตุอย่างน้อย 1 ครั้งในช่วง 24 เดือน และตัวแปรตามคือ ตัวแปรหุ่นแสดงว่ากริดนั้นๆ มี POI ที่ต้องการจะศึกษาหรือไม่ ได้แก่ ร้านกาแฟ ร้านอาหาร ตู้ ATM ธนาคาร ป้ายรถประจำทาง ร้านค้า สถานบันเทิง โรงเรียน สถานีดับเพลิง สถานีตำรวจ โรงพยาบาล ระบบขนส่งมวลชน นอกจากนี้ แบบจำลองนี้ได้ควบคุมปัจจัยรบกวนอื่นๆ ได้แก่ จำนวน POI ทั้งหมดในกริด ตัวแปรหุ่นที่แสดงว่ากริดนี้มีจำนวน POI อยู่ใน percentile ที่ 75 และ 90 หรือไม่ และ year-month fixed effect

$$HighIntensity_i = \alpha + \beta POI_i^n + SumPOI_i + POI75_i + POI90_i + M_m + \epsilon_{im}$$

โดยมีตัวแปรตามคือตัวแปรหุ่นที่จะมีค่า 1 ต่อเมื่อกริดนั้นๆเกิดอุบัติเหตุต่อเนื่องเป็นเวลา 12 -24 เดือน และตัวแปรตามคือ ตัวแปรหุ่นแสดงว่ากริดนั้นๆ มี POI ที่ต้องการจะศึกษาหรือไม่ ได้แก่ ร้านกาแฟ ร้านอาหาร ตู้ ATM ธนาคาร ป้ายรถประจำทาง ร้านค้า สถานบันเทิง โรงเรียน สถานีดับเพลิง สถานีตำรวจ โรงพยาบาล ระบบขนส่งมวลชน นอกจากนี้ แบบจำลองนี้ได้ควบคุมปัจจัยรบกวนอื่นๆ ได้แก่ จำนวน POI ทั้งหมดในกริด ตัวแปรหุ่นที่แสดงว่ากริดนี้มีจำนวน POI อยู่ใน percentile ที่ 75 และ 90 หรือไม่ และ year-month fixed effect

Results

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์โอกาสที่กริดที่มี POI ต่าง ๆ ที่เกิดอุบัติเหตุ

	Grid has Any Accident						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
POI of Interest	0.0144*** (0.00472)	0.0345*** (0.00230)	0.0411*** (0.00432)	0.0615*** (0.00694)	0.168*** (0.00547)	0.0202*** (0.00151)	0.0169*** (0.000793)
Total POI	0.000384*** (7.45e-05)	0.000374*** (7.38e-05)	0.000362*** (7.39e-05)	0.000261*** (7.61e-05)	0.000185** (7.54e-05)	0.000385*** (7.40e-05)	0.000365*** (7.29e-05)
75th Percentile POI	0.0967*** (0.00372)	0.0773*** (0.00387)	0.0832*** (0.00382)	0.0967*** (0.00357)	0.0692*** (0.00328)	0.0882*** (0.00366)	0.0482*** (0.00414)
90th Percentile POI	0.0838*** (0.00766)	0.0854*** (0.00758)	0.0730*** (0.00775)	0.0746*** (0.00757)	0.0521*** (0.00720)	0.0883*** (0.00759)	0.0753*** (0.00754)
POI of Interest =	Coffee	Restaurant	ATM	Bank	Bus	Store	POI Variety
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.092	0.094	0.094	0.094	0.123	0.093	0.100

Standard errors clustered at the grid-level in parentheses. All specifications include year-month fixed effects.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

	Grid has Any Accident						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
POI of Interest	-0.00115*** (8.11e-05)	-0.00101*** (8.51e-05)	-0.00867 (0.00614)	0.0512*** (0.0133)	2.16e-05 (0.00386)	0.0838*** (0.0177)	0.0385 (0.0336)
Total POI	0.000378*** (7.39e-05)	0.000378*** (7.40e-05)	0.000424*** (7.48e-05)	0.000402*** (7.41e-05)	0.000409*** (7.45e-05)	0.000394*** (7.38e-05)	0.000411* (7.39e-05)
75th Percentile POI	0.0926*** (0.00361)	0.0934*** (0.00364)	0.101*** (0.00361)	0.0992*** (0.00356)	0.100*** (0.00363)	0.0994*** (0.00355)	0.100*** (0.00357)
90th Percentile POI	0.0865*** (0.00759)	0.0865*** (0.00759)	0.0886*** (0.00765)	0.0859*** (0.00760)	0.0874*** (0.00758)	0.0873*** (0.00758)	0.0869** (0.00759)
POI of Interest =	Avg. Dist. MRT	Avg. Dist. BTS	Bar	Hospital	School	Police	Fire
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.093	0.093	0.092	0.092	0.092	0.093	0.092

Standard errors clustered at the grid-level in parentheses. All specifications include year-month fixed effects.

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด ได้แก่ ป้ายรถประจำทาง สถานีตำรวจ ธนาคาร และโรงพยาบาล โดยหากกริดมี POI เหล่านี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากกว่ากริดที่ไม่มีร้อยละ 16.8 8.4 6.2 และ 5.1 ตามลำดับ ซึ่งความเสี่ยงเหล่านี้ได้แยกผลจากปัจจัยรบกวน เช่น ความหนาแน่นของจราจรจากการกระจุกตัวของ POI ออกไปแล้ว

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์โอกาสที่กริดที่มี POI ต่าง ๆ ที่มีอุบัติเหตุสูง

	Grid has 1 or More Accidents in 12-24 Months						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
POI of Interest	0.0106 (0.00692)	0.0125*** (0.00283)	0.0257*** (0.00574)	0.0660*** (0.0109)	0.133*** (0.00885)	0.00372** (0.00173)	0.00786*** (0.00108)
Total POI	0.000480*** (0.000130)	0.000486*** (0.000129)	0.000469*** (0.000129)	0.000339** (0.000134)	0.000322** (0.000132)	0.000495*** (0.000129)	0.000479*** (0.000129)
75th Percentile POI	0.0460*** (0.00514)	0.0403*** (0.00522)	0.0380*** (0.00509)	0.0448*** (0.00494)	0.0241*** (0.00460)	0.0464*** (0.00497)	0.0243*** (0.00555)
90th Percentile POI	0.0737*** (0.0121)	0.0756*** (0.0120)	0.0674*** (0.0122)	0.0626*** (0.0119)	0.0486*** (0.0117)	0.0765*** (0.0120)	0.0707*** (0.0120)
POI of Interest =	Coffee	Restaurant	ATM	Bank	Bus	Store	POI Variety
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.086	0.086	0.087	0.091	0.121	0.086	0.089

Standard errors clustered at the grid-level in parentheses. All specifications include year-month fixed effects.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

	Grid has 1 or More Accidents in 12-24 Months						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
POI of Interest	-0.000692*** (0.000103)	-0.000607*** (0.000110)	-0.0303*** (0.00899)	0.0403* (0.0207)	0.00449 (0.00563)	0.0950*** (0.0282)	0.0498 (0.0521)
Total POI	0.000480*** (0.000129)	0.000480*** (0.000129)	0.000549*** (0.000130)	0.000493*** (0.000129)	0.000493*** (0.000129)	0.000482*** (0.000128)	0.000501*** (0.000129)
75th Percentile POI	0.0440*** (0.00495)	0.0444*** (0.00500)	0.0513*** (0.00502)	0.0478*** (0.00494)	0.0478*** (0.00506)	0.0476*** (0.00491)	0.0484*** (0.00495)
90th Percentile POI	0.0758*** (0.0120)	0.0758*** (0.0120)	0.0806*** (0.0121)	0.0752*** (0.0120)	0.0761*** (0.0120)	0.0763*** (0.0120)	0.0757*** (0.0120)
POI of Interest =	Avg. Dist. MRT	Avg. Dist. BTS	Bar	Hospital	School	Police	Fire
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.086	0.086	0.087	0.086	0.086	0.088	0.086

Standard errors clustered at the grid-level in parentheses. All specifications include year-month fixed effects.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ในขณะที่เดียวกัน ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลทำให้กริดเกิดอุบัติเหตุสูง ได้แก่ ป้ายรถประจำทาง โดยกริดที่มีป้ายรถประจำทางจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุสูงมากกว่ากริดที่ไม่มีกว่าร้อยละ 13.3 รองลงมาคือ สถานีตำรวจ ร้อยละ 9.5 ธนาคาร ร้อยละ 6.6 และโรงพยาบาล ร้อยละ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวเลขความเสี่ยงนี้ได้แยกปัจจัยรบกวนอื่นๆ เช่น ความเสี่ยงที่จะมีอุบัติเหตุสูงเนื่องจากการจราจรที่หนาแน่นจากการกระจุกตัวของ POI เช่นเดียวกับผลข้างต้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่า POI ต่างๆมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุโดยตรง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุและป้ายรถประจำทาง

Methodology

เนื่องจากป้ายรถประจำทางมีผลทำให้ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดในบรรดากลุ่ม POI ดังนั้น ในการทำการวิเคราะห์ว่าป้ายรถประจำทางทำให้เกิดอุบัติเหตุจำนวนกี่ครั้ง และรถประเภทใดมักเกิดอุบัติเหตุในบริเวณป้ายรถประจำทาง สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์คือดังนี้

$$AnyAccident_{im} = \alpha + \beta BusStop_i + \gamma BusRoutes_i + SumPOI_i + POI75_i + POI90_i + M_m + X_{im} + \epsilon_{im}$$

โดยมีตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุรายเดือนในกริด และตัวแปรต้นคือ ตัวแปรหุ่นแสดงว่าในกริดมีป้ายรถประจำทางหรือไม่และจำนวนเส้นทางการเดินรถที่ผ่านกริดนั้นๆ นอกจากนี้ แบบจำลองนี้ได้ควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ จำนวน POI ทั้งหมด ตัวแปรหุ่นที่แสดงว่ากริดมี POI อยู่ใน percentile 75 และ 90 หรือไม่ ระยะทางถึง POI ต่าง ๆ ประชากร และรายได้ของธุรกิจในกริดนั้นๆ

Results

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากป้ายรถประจำทาง

	# of Accidents					Pr(Any Accident)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Any Bus Stop	0.269*** (0.0128)	0.119*** (0.0135)	0.117*** (0.0135)	0.102*** (0.0137)	0.105*** (0.0135)	0.0783*** (0.00574)
# of Bus Routes		0.00678*** (0.000359)	0.00684*** (0.000360)	0.00679*** (0.000367)	0.00685*** (0.000368)	0.00360*** (0.000127)
Constant	0.0262*** (0.00122)	0.0132*** (0.00113)	0.00381 (0.00415)	-0.0154*** (0.00523)	-0.0180** (0.00767)	-0.0160*** (0.00346)
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.088	0.126	0.127	0.130	0.131	0.169
Controls	Total POI & High POI	Total POI & High POI	Total POI, High POI, Distance POIs	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue

Std. errors clustered at the grid level in parentheses. All specifications include year-month fixed effects. Column 1 contains controls for total number of POI in grids and dummy variables indicating if the grid is in the top 25% of grids in terms of POI and if the grid is in the top 10% of grids in terms of POI. Column 2 adds the number of bus routes in the grid. Column 3 adds controls for distance to the following POIs: nearest car rental, car dealer, car repair, fire station, bar, grid with 2+ bars, grid with 6+ bars, store that sells alcohol, and any store. Column 4 adds controls for the number of POIs in the grid for the following POIs: Seven, convenience store, coffee shop, cafe, restaurant, hospital, university, school, ATM, bank, car dealer, car rental, car repair, police station, fire station, salon, pharmacy, and store. Column 4 also contains a measure of POI variety in the grid. Finally, Column 5 adds demographic controls for the male and female population by age group (1-12, 13-18, 19-35, 36-60, 61-100) and controls for business revenue and profit in the grid.

ผลการศึกษาพบว่า หากกริดมีป้ายรถประจำทางจะทำให้มีจำนวนอุบัติเหตุสูงกว่ากริดที่ไม่มีเฉลี่ยเดือนละ 0.1 ครั้ง ซึ่งหมายความว่าในระยะเวลา 2 ปี กริดดังกล่าวจะมีอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากป้ายรถประจำทาง 2 ครั้ง หากตัวเลขนี้มารวมกันทั้งหมด ในพื้นที่กรุงเทพมหานครจะมีจำนวนอุบัติเหตุกว่า 4,400 ครั้งที่เป็นผลมาจากป้ายรถประจำทางในระยะเวลา 2 ปี

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากป้ายรถประจำทาง ตามประเภทรถ

Type	(1) Car		(2) Motorcycle		(3) Pickup		(4) Truck		(5) Bus	
	Count Accident	Any accident	Count Accident	Any accident	Count Accident	Any accident	Count Accident	Any accident	Count Accident	Any accident
Has bus stop	0.0848*** (0.010)	0.0658*** -0.00519	0.0569*** -0.0047	0.0577*** -0.00466	0.0125*** -0.00225	0.0119*** -0.00186	0.00400*** -0.00112	0.00341*** -0.00099	0.00405*** -0.000649	0.00408*** -0.000612
# bus routes	0.00553*** -0.000294	0.00324*** -0.000119	0.00137*** -0.00001	0.00139*** -0.00001	0.00108*** -6.72E-05	0.000927*** -4.94E-05	0.000312*** -2.61E-05	0.000294*** -2.32E-05	0.000270*** -1.79E-05	0.000256*** -1.65E-05
# of Observation	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.129	0.154	0.068	0.076	0.036	0.037	0.011	0.011	0.016	0.017

Standard errors in the line below the estimates
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่าป้ายรถประจำทางมีผลแตกต่างกันตามประเภทของรถ โดยจะมีผลมากที่สุดในกลุ่มรถยนต์ (โอกาสการเกิดอุบัติเหตุร้อยละ 6.6) รถจักรยานยนต์ (โอกาสการเกิดอุบัติเหตุร้อยละ 5.8) รถกระบะ (โอกาสการเกิดอุบัติเหตุร้อยละ 1.3) และมีผลน้อยในกลุ่มรถบรรทุก และรถบัสด้วยตัวเอง

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากป้ายรถประจำทาง ตามเวลาเกิดเหตุ

	Early Morning (1)	Morning (2)	Afternoon (3)	Evening (4)	Night (5)	Late Night (6)
Any Bus Stop	0.0305*** (0.00488)	0.0316*** (0.00509)	0.00524*** (0.00129)	0.0194*** (0.00237)	0.0118*** (0.00180)	0.00636*** (0.00133)
# of Bus Routes	0.00210*** (0.000123)	0.00262*** (0.000145)	0.000420*** (3.61e-05)	0.000803*** (5.31e-05)	0.000538*** (4.10e-05)	0.000368*** (3.22e-05)
Constant	-0.00510* (0.00263)	-0.00398 (0.00290)	-0.00230*** (0.000583)	-0.000651 (0.00188)	-0.00387*** (0.00107)	-0.00213*** (0.000613)
Dep. Var. Mean	0.029	0.030	0.004	0.014	0.009	0.005
Observations	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352	521,352
R-squared	0.058	0.069	0.019	0.027	0.021	0.016
Controls	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue	Total POI, High POI, Distance POIs, POI Counts, Demographics, Revenue

Std. errors clustered at the grid level in parentheses. See notes for Table 3, column 6 for detailed description of the control variables included.

หากพิจารณาตามเวลาแล้วพบว่า ป้ายรถประจำทางจะทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดในช่วงเวลาเช้าตรู่ไปจนถึงช่วง 12.00 น. จากนั้นผลค่อยๆลดหลั่นลงมาเรื่อยๆ และมีผลน้อยมากในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากมีรถประจำทางวิ่งเป็นจำนวนน้อย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการป้องกันการอุบัติเหตุของด่านตรวจแอลกอฮอล์

Methodology

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของด่านตรวจแอลกอฮอล์นี้ทำในระดับกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตรและเป็นรายชั่วโมง โดยคำนวณระยะทางจากศูนย์กลางของกริดไปยังด่านที่ใกล้ที่สุดในชั่วโมงนั้นๆ และจำนวนด่านที่เปิดในกริดในชั่วโมงนั้นๆ รวมถึงนับจำนวนอุบัติเหตุในกริดในชั่วโมงนั้นๆ นอกจากนี้ เพื่อศึกษาว่าประสิทธิภาพของด่านขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นหรือไม่ เราจึงได้ทำการคำนวณระยะทางจากศูนย์กลางกริดไปถึงสถานบันเก็บที่ใกล้ที่สุด และคำนวณความหนาแน่นของ POI ในกริดนั้นๆ

$$accident_{it} = \beta_1(checkpoint\ count) + gridFE + dayFE + monthFE + hourFE + dowFE + yearFE + u_{it}$$

โดยตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุในชั่วโมงนั้น ตัวแปรต้นคือจำนวนด่านในกริดในชั่วโมงนั้นๆ และตัวแปรควบคุมคือ grid-fixed effect day-fixed effect month-fixed effect hour-fixed effect year-fixed effect และ day-of-week-fixed effect

$$accident_{it} = \beta_1(distance < 1000) + \beta_2(distance 1000 - 2500) + \beta_3(distance 2500 - 5000) + \beta_4(distance 5000 - 10000) + gridFE + dayFE + monthFE + hourFE + dowFE + yearFE + u_{it}$$

โดยตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุในกริดในชั่วโมงนั้น ตัวแปรต้นคือตัวแปรหุ่นที่จะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อระยะทางจากศูนย์กลางกริดจนถึงด่านที่เปิดในชั่วโมงนั้นๆ มีค่าตามช่วงต่างๆ ได้แก่ น้อยกว่า 1,000 เมตร 1,000-2,500 เมตร 2,500-5,000 เมตร 5,000-10,000 เมตร โดยมีกลุ่มอ้างอิงคือช่วงระยะทางที่มา 10,000 เมตรหรือไม่มีด่านเปิดอยู่ในช่วงเวลานั้น นอกจากนี้ ตัวแปรควบคุมคือ grid-fixed effect day-fixed effect month-fixed effect hour-fixed effect year-fixed effect และ day-of-week-fixed effect

$$accident_{it} = \beta_1(distance < 1000) + \beta_2(distance 1000 - 2500) + \beta_3(distance 2500 - 5000) + \beta_4(distance 5000 - 10000) + POI \times distance + gridFE + dayFE + monthFE + hourFE + dowFE + yearFE + u_{it}$$

โดยตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุในกริดในชั่วโมงนั้น ตัวแปรต้นคือตัวแปรหุ่นที่จะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อระยะทางจากศูนย์กลางกริดจนถึงด่านที่เปิดในชั่วโมงนั้นๆ มีค่าตามช่วงต่างๆ โดยมีกลุ่มอ้างอิงคือ ช่วงระยะทางที่มา 10,000 เมตรหรือไม่มีด่านเปิดอยู่ในช่วงเวลานั้น interaction term ระหว่างตัวแปรหุ่นและ POI ที่สนใจ ได้แก่ ความหนาแน่นของ POI และระยะทางจากศูนย์กลางกริดไปหา สถานบันเก็บที่ใกล้ที่สุด และตัวแปรควบคุมคือ grid-fixed effect day-fixed effect month-fixed effect hour-fixed effect year-fixed effect และ day of week fixed effect

$$accident_{it} = \beta_1(distance < 1000) + \beta_2(distance 1000 - 2500) + \beta_3(distance 2500 - 5000) + \beta_4(distance 5000 - 10000) + \beta_5(cumulative\ operating\ hours\ of\ a\ checkpoint) + gridFE + dayFE + monthFE + hourFE + dowFE + yearFE + u_{it}$$

โดยตัวแปรตามคือจำนวนอุบัติเหตุในกริดในชั่วโมงนั้น ๆ ตัวแปรต้นคือตัวแปรหุ่นที่จะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อระยะทางจากศูนย์กลางกริดจนถึงด่านที่เปิดในชั่วโมงนั้นๆ มีค่าตามช่วงต่างๆ โดยมีกลุ่มอ้างอิงคือ ช่วงระยะทางที่มา 10,000 เมตรหรือไม่มีด่านเปิดอยู่ในช่วงเวลานั้น จำนวนครั้งที่ด่านนั้นๆเปิดเมื่อเวลาผ่านไป และตัวแปรควบคุมคือ grid-fixed effect day-fixed effect month-fixed effect hour-fixed effect year-fixed effect และ day-of-week fixed effect

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยจำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์

VARIABLES	(1) accident
Checkpoint count	-0.001485*** (0.000330)
Constant	0.000601*** (0.000068)
Observations	21,795,941
R-squared	0.000142
Number of grids	1,733

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ผลการศึกษาพบว่า ใน 1 ชั่วโมง ด่านตรวจแอลกอฮอล์จะป้องกันอุบัติเหตุใน 1 กริดได้ 0.0015 ครั้ง นั่นหมายความว่าหากด่านเปิดเป็นเวลา 5 ชั่วโมงทุกวันจะช่วยลดอุบัติเหตุได้ 2.5 ครั้งต่อปี

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยระยะทางจากด่านตรวจแอลกอฮอล์

VARIABLES	(1) count of accidents
dist_lt1000	-0.0019564112*** (0.0002259025)
dist_1000to2500	-0.0006638734*** (0.0001043702)
dist_2500to5000	-0.0003588087*** (0.0000661934)
dist_5000to10000	-0.0003890511*** (0.0000682994)
Constant	0.0006956306*** (0.0000682994)
Observations	21,795,941
R-squared	0.0001562109
Number of grid_id	1,733

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ผลการศึกษาพบว่า ยิ่งกริดใกล้กับด่านตรวจแอลกอฮอล์เท่าไร ประสิทธิภาพของด่านจะยิ่งสูงขึ้น ยกตัวอย่างเช่น กริดที่ห่างจากด่านน้อยกว่า 1 กม. จะมีจำนวนอุบัติเหตุน้อยกว่ากริดที่ไม่มี 0.002 อุบัติเหตุต่อชั่วโมง นั่นหมายความว่าในระยะเวลา 2 ปี ด่านตรวจแอลกอฮอล์จะสามารถป้องกันอุบัติเหตุได้สูงสุดถึง 4.4 อุบัติเหตุต่อกริด

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกรับประกันโดย
จำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์ ตามความหนาแน่นของ POI

VARIABLES	(1) count of accidents
dist_lt1000	-0.00108127* (0.00057938)
dist_1000to2500	-0.00018882 (0.00018985)
dist_2500to5000	-0.00010253 (0.00011459)
dist_5000to10000	-0.00002473
sumpoiXdist_lt1000	-0.00000204 (0.00000173)
sumpoiXdist_1000to2500	-0.00000124*** (0.00000036)
sumpoiXdist_2500to5000	-0.00000074** (0.00000032)
sumpoiXdist_5000to10000	-0.00000134*** (0.00000029)
Constant	0.00038852 (3.79993e+10)
Observations	217,959
R-squared	0.00043447
Number of grid id	1,733
Standard errors in parentheses	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของ interaction term ระหว่างระยะทางจากด่านและ POI ที่ทำการศึกษามีค่าเป็นลบสำหรับความหนาแน่นของ POI และบวกสำหรับระยะทางไปถึงสถานบันเทิงแสดงว่า ด่านตรวจแอลกอฮอล์จะมีประสิทธิภาพมากในการป้องกันอุบัติเหตุมากขึ้น เมื่อตั้งอยู่ในพื้นที่เขตเมือง (มี POI หนาแน่น) และบริเวณที่ใกล้กับสถานบันเทิง

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกรับประกันโดย
จำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์ ตามระยะทางจากสถานบันเทิง

VARIABLES	(1) Count of _accidents
dist_lt1000	-0.00257767*** (0.00080701)
dist_1000to2500	-0.00101736*** (0.00025420)
dist_2500to5000	-0.00061380*** (0.00012239)
dist_5000to10000	-0.00072674*** (0.00010791)
distbars_dist_lt1000	0.00000145 (0.00000104)
distbars_dist_1000to2500	0.00000067*** (0.00000021)
distbars_dist_2500to5000	0.00000040*** (0.00000010)
distbars_dist_5000to10000	0.00000039*** (0.00000005)
Constant	-0.69310280 (4.26966e+10)
Observations	217,959
R-squared	0.00051595
Number of grid_id	1,733
Standard errors in parentheses	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยจำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์ ตามประเภทรถ

Vehicle types Distance bins	(1) car	(2) motorcycle	(3) pickup	(4) truck
<1000 m	-0.00168800*** (0.00020244)	-0.00006196 (0.00012345)	-0.00027231*** (0.00007701)	-0.00011026** (0.00004572)
1000-2500 m	-0.00050922*** (0.00009353)	0.00007739 (0.00005704)	-0.00008894** (0.00003558)	-0.00000578 (0.00002112)
2500-5000 m	-0.00038319*** (0.00005932)	0.00005069 (0.00003617)	-0.00006162*** (0.00002257)	-0.00000126 (0.00001340)
5000-10000 m	-0.00036135*** (0.00004086)	-0.00006602*** (0.00002492)	-0.00003594** (0.00001554)	-0.00000892 (0.00000923)
Constant	0.00054221*** (0.00006121)	0.00026496*** (0.00003732)	0.00011294*** (0.00002328)	0.00002542* (0.00001382)
Observations	21,795,941	21,795,941	21,795,941	21,795,941
R-squared	0.00016801	0.00002465	0.00004067	0.00001581
Number of grids	1,733	1,733	1,733	1,733

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของด่านในการลดอุบัติเหตุตามประเภทแล้ว รถยนต์เป็นยานพาหนะที่ด่านสามารถป้องกันอุบัติเหตุได้มากที่สุด รองลงมาคือรถกระบะและรถบรรทุก แต่ผลต่อยานพาหนะทั้งสองนี้ค่อนข้างมีค่าน้อย อย่างไรก็ตาม ผลของด่านต่ออุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถจักรยานยนต์มีไม่นัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าด่านสามารถลดอุบัติเหตุในกลุ่มยานพาหนะชนิดนี้ได้หรือไม่

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่ถูกป้องกันโดยจำนวนด่านตรวจแอลกอฮอล์ ตามชั่วโมงสะสมที่ด่านเปิด

VARIABLES	(1) count _accident	(2) count _accident
Distance <1000m	-0.00174018*** (0.00051707)	
Distance _1000to2500m	-0.00066336*** (0.00018382)	
Distance _2500to5000m	-0.00035854*** (0.00008067)	
dist_5000to10000	-0.00038892*** (0.00007077)	
Count_ of checkpoints		-0.00047521 (0.00080813)
Cumulative hours	-0.00000279*** (0.00000070)	-0.00000351*** (0.00000130)
Constant	0.00069556*** (0.00006732)	0.00058719*** (0.00006925)
Observations	21,795,941	21,795,941
R-squared	0.00015677	0.00014935
Number of grids	1,733	1,733

ผลการศึกษาพบว่า จำนวนการเปิดด่านที่เต็มซ้ำๆมีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันอุบัติเหตุน้อยมาก จึงสามารถสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของด่านไม่ได้มีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งสะสมที่ด่านตั้งที่เต็มซ้ำๆ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนโยบายกำหนดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

Methodology

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนโยบายจำกัดช่วงเวลาการจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ค่อนข้างมีความท้าทาย เนื่องจากเวลาที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ตรงกับช่วงเวลาเร่งด่วนพอดี ทำให้การวัดผลนโยบายอาจถูกรบกวนด้วยปัจจัยภายนอก ดังนั้น การวิเคราะห์จึงต้องอยู่ในรูปแบบการทำ regression analysis เพื่อแยกปัจจัยรบกวนเหล่านี้

$$\text{Accidents}_{bt} = \alpha_0 + \beta \text{DrinkingHours}_b + D_t + M_t + D \times g(b)_{bt} + \epsilon_{bt}$$

ตัวแปรตามคือจำนวนการเกิดอุบัติเหตุในช่วงเวลา 15 นาที ตัวแปรต้นคือ ตัวแปรหุ่นซึ่งจะมีค่าเป็น 1 ต่อเมื่อช่วงเวลา 15 นาทีดังกล่าวอยู่ในระยะเวลาที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และตัวแปรควบคุมคือ day-of-week fixed effect month-fixed effect และ polynomial interaction term ของวันในสัปดาห์และช่วงเวลา นอกจากนี้ เพื่อศึกษาว่าผลของนโยบายนี้แตกต่างกันในแง่ของสถานที่หรือไม่ การวิเคราะห์ในอีกรูปแบบคือการแบ่งจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นและไกลจากสถานที่ที่จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างร้านสะดวกซื้อ และสถานบันเทิง ว่ามีผลต่างกันอย่างไร

อย่างไรก็ตาม ผลของการประมาณการของแบบจำลองข้างต้นยังไม่สามารถแยกปัจจัยรบกวนออกหมดได้ ทำให้ผลอาจยังไม่ตรงกับความเป็นจริง ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำมากขึ้น การวิเคราะห์อีกรูปแบบหนึ่งคือการทำ difference-in-differences regression โดยอาศัยประโยชน์จากข้อมูล HAIMS ที่มีข้อมูลอุบัติเหตุก่อนและหลังการออกนโยบาย

$$\text{accident}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \text{post}_{it} + \beta_2 \text{DrinkingHours}_{it} + \beta_3 \text{DrinkingHours}_{it} \times \text{post}_{it} + \gamma Z + \epsilon_{bt}$$

ตัวแปรตามคือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุ จำนวนผู้เสียชีวิตและจำนวนผู้บาดเจ็บสาหัสในแต่ละจังหวัดในแต่ละชั่วโมง ตัวแปรต้น post คือตัวแปรหุ่นซึ่งจะมีค่าเป็น 1 ต่อเมื่อเป็นช่วงหลังการออกนโยบาย ตัวแปรต้น treat คือตัวแปรหุ่นที่จะแสดงค่าเท่ากับ 1 ต่อเมื่ออยู่ในช่วงเวลาอนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และ interaction term ของตัวแปรทั้งสองเพื่อหา average treatment effect และมีตัวแปรควบคุมคือ hour-fixed effect day-fixed effect day-of-week fixed effect month-fixed effect year-fixed effect และ province-fixed effect

Results

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากนโยบายจำกัดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

	Number of Accidents per 15 minutes per day			
	(1)	(2)	(3)	(4)
During Drinking Hours	0.704*** (0.0338)	0.181*** (0.0315)	0.0599* (0.0315)	0.113*** (0.0309)
Constant	1.496*** (0.0867)	0.577*** (0.105)	1.233*** (0.125)	1.575*** (0.128)
Control for Time of Day	None	2nd-order Polynomial	4th-order Polynomial	6th-order Polynomial
Observations	70,080	70,080	70,080	70,080
R-squared	0.035	0.134	0.164	0.178
Standard errors clustered by date in parentheses. All specifications include controls for day of week interacted with the flexible polynomial in time and controls for the month of the year *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

ผลการศึกษาพบว่า ทุก ๆ 15 นาทีในช่วงที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จะมีอุบัติเหตุสูงขึ้น 0.1 ครั้ง แสดงว่าภายในหนึ่งวันจะมีอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากการออกนโยบายนี้เพิ่มขึ้นกว่า 4.5 ครั้ง หากนำมารวมกันจะสูงถึง 3,299 ครั้งภายในระยะเวลา 2 ปี

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากนโยบายจำกัดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ตามระยะทางจากสถานที่ที่จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (1,000 เมตร)

	Number of Accidents per 15 minutes per day near alcohol location		Number of Accidents per 15 minutes per day far from alcohol location	
	(1)	(2)	(3)	(4)
During Drinking Hours	0.0584* (0.0312)	0.00819 (0.0170)	0.00148 (0.00287)	0.0517** (0.0216)
Constant	0.946*** (0.120)	0.725*** (0.0730)	0.288*** (0.0399)	0.509*** (0.0684)
Type of Business	Store	Bar	Store	Bar
Control for Time of Day	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial
Observations	70,080	70,080	70,080	70,080
R-squared	0.162	0.098	0.137	0.125
Standard errors clustered by date in parentheses. All specifications include controls for day of week interacted with the flexible polynomial in time and controls for the month of the year *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากนโยบายจำกัดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ตามระยะทางจากสถานที่ที่จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (5,000 เมตร)

	Number of Accidents per 15 minutes per day near alcohol location		Number of Accidents per 15 minutes per day far from alcohol location	
	(1)	(2)	(3)	(4)
During Drinking Hours	0.0589* (0.0314)	0.0567** (0.0272)	0.00103 (0.00153)	0.00314 (0.00954)
Constant	1.161*** (0.122)	1.118*** (0.109)	0.0719*** (0.0108)	0.116*** (0.0309)
Control for Time of Day	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial	4th-order Polynomial
Observations	70,080	70,080	70,080	70,080
R-squared	0.163	0.136	0.051	0.085
Standard errors clustered by date in parentheses. All specifications include controls for day of week interacted with the flexible polynomial in time and controls for the month of the year *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

ผลการศึกษาพบว่า สำหรับบริเวณใกล้ร้านสะดวกซื้อ จำนวนอุบัติเหตุในช่วงที่อนุญาตให้จำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จะสูงกว่าบริเวณที่ไกลจากร้านสะดวกซื้อ ทั้งรัศมี 1 กม.และ 5 กม. ในทางกลับกัน ในกรณีของสถานบันเทิง จำนวนอุบัติเหตุในช่วงเวลาดังกล่าวจะสูงกว่าในช่วงรัศมี 5 กม. เท่านั้น ซึ่งอาจแสดงว่าผู้ที่เมาแล้วขับอาจประสบอุบัติเหตุเมื่อออกห่างจากสถานบันเทิงมาแล้วระยะหนึ่ง

ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์จำนวนอุบัติเหตุที่เป็นผลมาจากนโยบายจำกัดเวลาจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (difference-in-differences regression)

VARIABLES	All accident	Night accident	Day accident
post	0.00427502*** (0.00106043)	0.00291682*** (0.00070114)	0.00529259*** (0.00151239)
treat	0.00508807*** (0.00101544)	0.00329120*** (0.00084474)	0.00389852*** (0.00092586)
Post x treat	0.00030414 (0.00033952)	0.00009334 (0.00049156)	-0.00031239 (0.00045978)
Observations	5,399,856	1,799,952	3,149,916
R-squared	0.00369177	0.00187194	0.00383309
Number of prov_id	77	77	77

Robust standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเทียบกันระหว่างก่อนและหลังออกนโยบาย การออกนโยบายไม่ได้มีผลต่อจำนวนอุบัติเหตุในช่วงเวลาที่อนุญาตจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ นั้นอาจแสดงว่านโยบายนี้ไม่ได้มีผลต่อการป้องกันอุบัติเหตุบนทางหลวงแต่อย่างใด

ผลประสิทธิภาพแบบจำลอง AI ตาม Percentile rank

Base map	Training paradigm	Model	percentile				
			10	25	50	75	90
HERE	Regression	Cumulative accident	0.875	2.440	12.551	30.280	56.499
		LGBM	2.801	13.770	20.760	29.789	51.156
		LGBM + cumulative accident	0.841	3.090	11.115	28.578	52.102
		RF	1.159	8.032	19.682	28.262	46.384
		RF + cum	0.720	2.703	11.027	29.053	47.457
		avg(LGBM + RF) + cum	2.208	7.393	20.556	28.354	48.035
OSMnx	Regression	Baseline (DBSCAN)	0.581	0.952	1.938	45.614	81.816
		Cumulative accident	0.159	0.394	1.091	3.266	42.94
		LGBM	0.294	0.783	2.807	5.302	11.367
		LGBM + cumulative accident	0.146	0.384	1.034	3.3	11.367
		RF	0.362	0.974	3.3	7.838	12.46
		RF + cum	0.138	0.378	1.175	3.307	12.46
		avg(LGBM + RF)	0.317	0.791	2.818	7.24	11.73
		avg(LGBM + RF) + cumulative accident	0.139	0.382	1.109	3.345	11.73
	Classification	LGBM	0.328	0.879	2.909	6.989	11.244
		LGBM + cumulative accident	0.125	0.369	1.114	3.323	11.294

