

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ :

กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Analysis of Factors Influencing Risk Behavior of Motorcyclists:

A Case Study of Chiang Mai University Students

นิรมะฮ์ มัยกันธัฐ*, นพดล กรประเสริฐ

Nima Maikanthat*, Nopadon Kronprasert

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

* Corresponding author E-mail: nima_m@cmu.ac.th

Received 11 December 2025; Revised 23 March 2026; Accepted 27 March 2026

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ : ประเทศไทยยังคงประสบปัญหาอุบัติเหตุทางถนนในระดับสูง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใช้รถจักรยานยนต์วัยรุ่น ซึ่งถือเป็นผู้ใช้ถนนที่มีความเสี่ยงและเปราะบาง การศึกษานี้มุ่งศึกษาพฤติกรรมการขับขี่เสี่ยงของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ร่วมกับแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อระบุปัจจัยทางจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับขี่ปลอดภัย ได้แก่ ทศนคติ (Attitude, ATT) บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm, SJN) การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control, PBC) ความตั้งใจ (Intention, INT) และพฤติกรรมจริง (Behavior, BHV) เพื่อพัฒนาแนวทางเสริมสร้างความปลอดภัยทางถนนในสถาบันการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย : การศึกษานี้ใช้ระเบียบวิธีแบบผสม โดยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากนักศึกษาจำนวน 884 คน ผ่านแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นจากกรอบแนวคิด TPB และเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากภาพวิดีโอที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย เพื่อยืนยันพฤติกรรมการขับขี่จริง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝง (ATT, SJN, PBC, INT, BHV) โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

ผลการวิจัย : แบบจำลองสมการโครงสร้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็น $\chi^2/df = 4.93$, CFI = 0.927, GFI = 0.910, TLI = 0.912, RMSEA = 0.067 และ RMR = 0.040 การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (PBC) มีอิทธิพลสูงสุดต่อทั้งความตั้งใจ (INT) และพฤติกรรม (BHV) ในการขับขี่ปลอดภัย โดยมีค่า $\beta = 0.78$ และ 0.34 ตามลำดับ ความตั้งใจทำหน้าที่เป็นตัวแปรสื่อกลางสำคัญ ($\beta = 0.56$) ส่วนทศนคติ (ATT) มีอิทธิพลเพียงเล็กน้อย บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (SJN) ไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ เพศหญิงและนักศึกษาที่อายุต่ำกว่า 19 ปีได้รับอิทธิพลจาก PBC มากกว่า ในขณะที่เพศชายและนักศึกษาที่มีอายุมากกว่า 19 ปี มีพฤติกรรมขับขี่ที่ขับเคลื่อนด้วยความตั้งใจเป็นหลัก

สรุป : ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อพฤติกรรมขับขี่ปลอดภัยของนักศึกษา คือ การรับรู้ความสามารถในการควบคุมตนเอง (PBC) และความตั้งใจ (Intention) ซึ่งบ่งชี้ว่าการพัฒนาทักษะ ความมั่นใจและความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม มีผลต่อการลดพฤติกรรมเสี่ยงมากกว่าการอาศัยแรงกดดันทางสังคม ทั้งนี้กรอบแนวคิด TPB สามารถอธิบายพฤติกรรมขับขี่ปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ : สามารถนำแนวทางเชิงระบบภายใต้แนวคิด Swiss Cheese Model โดยใช้มาตรการ 3E (Education, Enforcement, Engineering) ปิดช่องโหว่ของความเสียหายและสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในมหาวิทยาลัย เช่น การจัดอบรมฝึกทักษะการขับขี่ปลอดภัย การจัดคลินิกขับขี่สำหรับนักศึกษาหญิง และการจัดให้มีระบบการให้คะแนนพฤติกรรมขับขี่ปลอดภัย ใช้เป็นต้นแบบของการบริหารจัดการความปลอดภัยในสถาบันการศึกษาในอนาคตได้

คำสำคัญ : พฤติกรรมขับขี่รถจักรยานยนต์, ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน, การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม, แบบจำลองสมการโครงสร้าง, ความปลอดภัยทางถนน

Abstract

Background and Objectives: Thailand continues to face high rates of road accidents, particularly among young motorcycle users who are considered as risky and vulnerable road users. The present study focused on analyzing risky riding behaviors among students at Chiang Mai University by applying the Theory of Planned Behavior (TPB) integrated with Structural Equation Modeling (SEM). The main objective was to identify key psychological and behavioral factors influencing safe motorcycle riding, specifically Attitude (ATT), Subjective Norm (S/N), Perceived Behavioral Control (PBC), Intention (INT), and Behavior (BHV) to develop an evidence-based model for improving road safety among university students.

Methodology: The study employed a combined observational and survey study approach. Quantitative data were collected from 884 students through structured questionnaires measuring TPB constructs, while quantitative data were obtained from on-campus traffic video recordings to verify the observed behaviors. SEM was used to test causal relationships among latent variables (ATT, S/N, PBC, INT, and BHV). Reliability and validity were assessed through factor analysis.

Main Results: The structural equation model exhibited an acceptable-to-good fit to the data ($\chi^2/df = 4.93$, CFI = 0.927, GFI = 0.910, TLI = 0.912, RMSEA = 0.067, RMR = 0.040). PBC had the strongest influence on both Intention ($\beta = 0.78$) and Behavior ($\beta = 0.34$), while Intention significantly mediated the relationship between PBC and safe riding behavior

($\beta = 0.56$). Attitude had a weaker impact on Intention ($\beta = 0.16$), while Subjective Norm showed no significant effect. Female and younger students (below 19) were more influenced by PBC, whereas male and older students' behaviors were driven mainly by Intention.

Conclusions: The study concluded that PBC and Intention are the most critical determinants of safe motorcycle riding among university students. The findings suggest that improving riders' self-efficacy, confidence, and skills is more effective than relying on social norms or peer pressure. This evidence supports using TPB as a robust framework for understanding and predicting safe riding intentions and behaviors.

Practical Application: Based on the results, a 3E-based systemic intervention-Education, Enforcement, and Engineering-under the Swiss Cheese Model is proposed to close risk gaps and strengthen road safety within the University. Practical measures include safety training programs, female rider confidence workshops, and a student reward system for safe riding behavior. These initiatives can serve as a prototype for a safe university campus.

Keywords: Motorcycle Riding Behavior, Theory of Planned Behavior, Perceived Behavioral Control, Structural Equation Modeling, Road Safety

Introduction

ประเทศไทยยังคงเผชิญปัญหาอุบัติเหตุทางถนนในระดับสูง โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่นที่ใช้รถจักรยานยนต์ ซึ่งจัดเป็นกลุ่มผู้ใช้ถนนที่เปราะบาง (Vulnerable Road Users: VRUs) เนื่องจากขาดการป้องกันทางกายภาพ และมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตสูงกว่ากลุ่มผู้ใช้รถประเภทอื่น [1] องค์การสหประชาชาติได้ประกาศมติสมัชชาใหญ่แห่งสหประชาชาติ (UN General Assembly Resolution A/RES/74/299) ว่าด้วย “การปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนทั่วโลก” โดยกำหนดยุทธศาสตร์ Decade of Action for Road Safety 2021–2030 เพื่อลดการเสียชีวิตและบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกลงอย่างน้อยร้อยละ 50 ภายใน พ.ศ. 2573 [2] รายงานขององค์การอนามัยโลก ใน พ.ศ. 2563 ระบุว่า ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนสูงที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อยู่ที่ 32.7 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน [3] และจัดอยู่ในอันดับที่ 9 ของโลก แม้จะมีการดำเนินมาตรการลดอุบัติเหตุอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ภายใต้กรอบยุทธศาสตร์แห่งชาติและแผนแม่บทด้านความปลอดภัยทางถนน [4] แต่อัตราการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงยังคงอยู่ในระดับสูง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถจักรยานยนต์คิดเป็นกว่าร้อยละ 74.5 ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด โดยกว่าร้อยละ 86.82 ไม่ได้สวมหมวกนิรภัยในขณะเกิดเหตุ [4] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ชี้ว่าผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์มีความเสี่ยงเสียชีวิตจากอุบัติเหตุสูงกว่าผู้ขับขี่รถยนต์ถึงสามเท่า [5] และ

ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการละเมิดกฎจราจร [6] กลุ่มเยาวชนและนักศึกษาเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงเป็นพิเศษ จากข้อมูลของกรมควบคุมโรค ระบุว่า ในช่วง พ.ศ. 2554–2562 เด็กและเยาวชนอายุ 10–19 ปี เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนมากกว่า 26,000 คน และคาดว่าหากไม่มีมาตรการป้องกันอย่างจริงจัง ตัวเลขนี้อาจเพิ่มขึ้นกว่า 40,000 คนในช่วง พ.ศ. 2563–2573 [7] ถึงแม้ว่าผู้ขับขี่ที่มีอายุน้อยจะมีชั่วโมงการขับขี่และระยะทางที่น้อยกว่าผู้ขับขี่ที่มีอายุมาก แต่ผู้ขับขี่ที่อายุน้อยกลับมีอัตราการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงกว่า

ในเชิงทฤษฎีด้านความปลอดภัย ความผิดพลาดที่นำไปสู่อุบัติเหตุสามารถอธิบายได้ด้วย แนวคิด Swiss Cheese Model [8] ซึ่งมองว่าความปลอดภัยของระบบถูกปกป้องด้วยชั้นป้องกันหลายชั้น (Layers of Defense) อุบัติเหตุจะเกิดขึ้นเมื่อช่องโหว่ของแต่ละชั้นวางตัวตรงกันพอดี จนความเสี่ยงสามารถทะลุผ่านไปได้ ในบริบทของนักศึกษามหาวิทยาลัย พฤติกรรมการขับขี่เสี่ยงจัดเป็นความผิดพลาดที่มีผลทันที (Active Failures) ในขั้นสุดท้าย การศึกษาปัจจัยเชิงจิตสังคมตามกรอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) จึงเป็นกลไกสำคัญในการระบุและอุดช่องโหว่ของระบบการป้องกันที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เพื่อป้องกันไม่ให้ความผิดพลาดส่วนบุคคลนำไปสู่อุบัติเหตุรุนแรง

ปัญหาความไม่ปลอดภัยบนท้องถนนของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในกลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษาถือเป็นประเด็นท้าทายสำคัญในระดับประเทศ เนื่องจากมหาวิทยาลัยจำนวนมากตั้งอยู่ในพื้นที่เขตเมืองที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นและมีความซับซ้อน พฤติกรรมการขับขี่ที่มีความเสี่ยงของนักศึกษาไม่เพียงส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตของบุคคลเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อการสูญเสียทรัพยากรมนุษย์และต้นทุนทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ การทำความเข้าใจกลไกเชิงพฤติกรรมของกลุ่มนักศึกษาในบริบทของการขับขี่รถจักรยานยนต์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

สถานการณ์ในจังหวัดเชียงใหม่เป็นตัวอย่างที่สะท้อนภาพรวมความรุนแรงของปัญหาในระดับประเทศ ได้อย่างชัดเจน โดยใน พ.ศ. 2564 พบอุบัติเหตุจำนวน 1,572 ครั้ง ซึ่งเป็นอุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ถึง 304 ครั้ง และมีผู้เสียชีวิตรวม 190 ราย สูงสุดเป็นอันดับสองของประเทศ นอกจากนี้ จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์เฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ยังมีจำนวนถึง 66 ราย ซึ่งมากที่สุดเป็นอันดับห้าของประเทศ [9] บริบทของเมืองเชียงใหม่ที่มีปริมาณการใช้รถจักรยานยนต์ในหมู่นักศึกษาสูงอย่างต่อเนื่องเนื่องจากความสะดวกและค่าใช้จ่ายต่ำ จึงเหมาะสำหรับการศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านพฤติกรรมการขับขี่

สำหรับพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ข้อมูลจากศูนย์ความปลอดภัยและการจัดการจราจรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ระบุว่า ใน พ.ศ. 2566 มีอุบัติเหตุภายในมหาวิทยาลัยสูงถึง 269 ครั้ง โดยส่วนใหญ่เกิดกับรถจักรยานยนต์ ในลักษณะการตัดหน้าและการแฉกกลับด้วยตนเอง [10] สถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสะท้อนถึงความจำเป็นในการใช้มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นพื้นที่กรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการขับขี่ของนักศึกษาภายใต้กรอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) ผลการศึกษาจากกรณีศึกษานี้จะถูกนำไปเป็นข้อมูลสนับสนุนการวางแผนและดำเนินมาตรการป้องกันอุบัติเหตุอย่างยั่งยืน

ปัจจุบัน หน่วยงานภาครัฐและเอกชนได้ดำเนินโครงการฝึกอบรมการขับขี่ปลอดภัยร่วมกับสถาบัน การศึกษาอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความรู้และทักษะในการขับขี่อย่างปลอดภัยของ เยาวชนไทย โดยการแก้ไขอุบัติเหตุที่มีประสิทธิภาพก็ยึดตามหลักสากลที่เรียกว่า แนวคิด 3E ซึ่งประกอบด้วย Engineering (วิศวกรรม), Education (การให้ความรู้) และ Enforcement (การบังคับใช้กฎหมาย) การ ศึกษาที่จึงมุ่งเน้นการให้ข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามแนวคิด 3E โดยเฉพาะในด้านการ ให้ความรู้และการบังคับใช้กฎหมายที่สอดคล้องกับพฤติกรรมจริง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยทางถนนในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นปัจจัยเชิง กายภาพและโครงสร้างพื้นฐาน ขณะที่การศึกษาปัจจัยเชิงพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในกลุ่มนักศึกษา ระดับอุดมศึกษาด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้างยังมีจำกัด นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านมายังขาดการบูรณา การกรอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผนกับแนวคิดความเสี่ยงเชิงระบบ เช่น Swiss Cheese Model ใน บริบทของประเทศกำลังพัฒนา การศึกษาที่จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่รถจักรยานยนต์ของกลุ่มนักศึกษา และ วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมดังกล่าวภายใต้กรอบแนวคิดทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงลึกและสนับสนุนการออกแบบมาตรการขับขี่ปลอดภัย ในกลุ่มนักศึกษา โดยขอบเขตของการศึกษามุ่งศึกษาพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ระดับอุดมศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Literature Review

Theory of Planned Behavior: TPB

ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) เป็นการต่อยอดจากทฤษฎี การกระทำโดยใช้เหตุผล (Theory of Reasoned Action: TRA) ซึ่งมุ่งอธิบายว่าปัจจัยทางสังคมและปัจจัย ส่วนบุคคลนั้นมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของมนุษย์อย่างไร อีกทั้งเจตนาและลักษณะนิสัยทั่วไปของบุคคลสามารถ ทำนายพฤติกรรมในภาพรวมได้ดีกว่าการทำนายพฤติกรรมเฉพาะอย่าง [11] ทั้งนี้ ภายใต้บริบทของความ ปลอดภัยทางถนน ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ได้รับการยอมรับและประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ในการศึกษาเพื่อคาดการณ์พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยบนท้องถนนในหลากหลายกลุ่มประชากร และบริบท [12-13] ตัวอย่างเช่น การนำไปใช้ศึกษาพฤติกรรมรถขับเร็วเกินกำหนด (Speeding) [14], พฤติกรรมการดื่มแล้วขับ [15], และพฤติกรรมการฝ่าสัญญาณไฟจราจร [16] นอกจากนี้ ในกลุ่มผู้ขับขี่รถ จักรยานยนต์ TPB ถูกนำมาใช้อย่างเข้มข้นเพื่ออธิบายพฤติกรรมการใช้หมวกนิรภัยและพฤติกรรมขับขี่ ที่เสี่ยงอันตราย [17-18] ซึ่งรวมถึงการศึกษาในบริบทประเทศไทยที่มุ่งเน้นกลุ่มเยาวชนและนักศึกษาใน ระดับอุดมศึกษา เพื่อทำความเข้าใจปัจจัยเชิงจิตวิทยาที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการขับขี่อย่างปลอดภัย [19] TPB ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ด้าน ได้แก่

1. ทศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude toward the behavior) หมายถึงการประเมินโดยรวมของบุคคลที่มีต่อพฤติกรรมนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยสองส่วนที่ทำงานร่วมกัน [20] คือความเชื่อเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น และการประเมินในเชิงบวกหรือเชิงลบต่อผลลัพธ์ดังกล่าว [21]
 2. บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm) หมายถึงการรับรู้ของบุคคลต่อแรงกดดันทางสังคมในการกระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมเป้าหมาย โดยบรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิงนี้มีองค์ประกอบย่อยสองส่วนที่สัมพันธ์กัน [20] ได้แก่ ความคาดหวังตามบรรทัดฐานของผู้อื่น และแรงจูงใจของบุคคลในการปฏิบัติตามความคาดหวังเหล่านั้น [21]
 3. การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control: PBC) หมายถึงความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถของตนในการกระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมดังกล่าว ซึ่งสามารถส่งผลต่อพฤติกรรมได้โดยตรง [21] องค์ประกอบนี้ประกอบด้วย 2 มิติ คือ ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมของบุคคล และความมั่นใจในการกระทำหรือไม่กระทำพฤติกรรมนั้น [20]
- หลักการของทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) อธิบายว่า ยิ่งบุคคลมีทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรม ได้รับแรงสนับสนุนจากสังคม และมีการรับรู้ถึงความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมมากเท่าใด จะยังมีแนวโน้มที่จะเกิดเจตนาในการกระทำพฤติกรรมนั้นมากขึ้น [22]

นอกจากนี้ ในการประเมินพฤติกรรม TPB มักใช้สถานการณ์จำลองโดยเขียนในรูปแบบบุคคลที่สอง เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามจินตนาการว่าตนเองอยู่ในสถานการณ์นั้นจริง [23-24] ทฤษฎีนี้ได้รับการยืนยันถึงประสิทธิภาพในหลากหลายการศึกษาที่ศึกษาพฤติกรรมเสี่ยง [11-13, 25] และใช้ในการอธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเจตนาของผู้ใช้ถนนที่มีความเสี่ยงสูง (vulnerable road users) เช่น ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ [26] โดยหลักการสำคัญของ TPB ระบุว่า เจตนาทางพฤติกรรม (Behavioral Intention) เป็นปัจจัยที่ใกล้เคียงที่สุดในการกำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ และองค์ประกอบทั้งสาม ทัศนคติ บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม มีความสัมพันธ์กันและส่งผลร่วมกันในการคาดการณ์พฤติกรรมของบุคคล ดังแสดงใน Figure 1

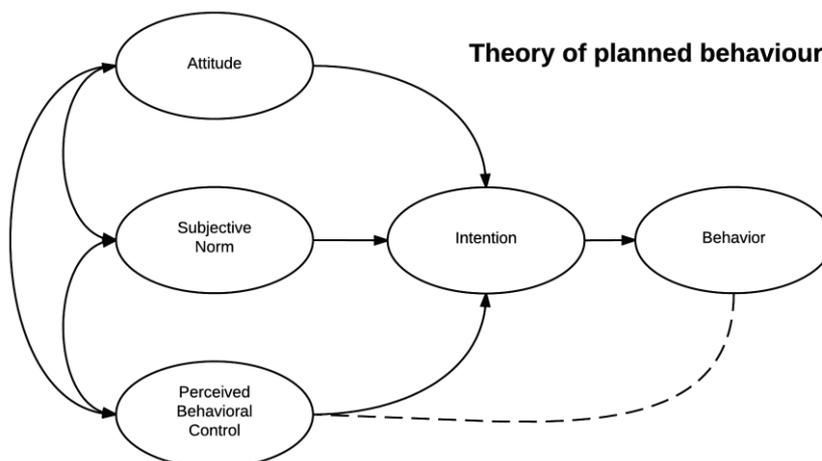


Figure 1 Theory of Planned Behavior (TPB) [27]

เพื่อรวบรวมองค์ความรู้จากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) กับพฤติกรรมการขับขี่ การศึกษานี้ได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและสรุปสาระสำคัญของแต่ละการศึกษาในมิติของกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปร และผลการวิจัย ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Studies applying the theory of planned behavior to driving behavior

Author (Year)	Sample Group	Key Variable	Research Finding
Tiyabutr et al. [19]	Motorcycle riders (students at Khon Kaen University)	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior (ATT) - Subjective norm (SN) - Perceived behavioral control (PBC) - Past behavior (PB) 	Riders' intention to run red lights was mainly influenced by perceived behavioral control and past behavior.
Somoray et al. [12]	University students and general adult drivers	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward the behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Behavioral intention - Actual behavior 	Attitude and perceived behavioral control strongly influenced intention, while intention was the main predictor of risky driving behavior, especially speeding and distracted driving.

Table 1 Studies applying the theory of planned behavior to driving behavior (continued)

Author (Year)	Sample Group	Key Variable	Research Finding
Zhou et al. [21]	Licensed drivers in Beijing, aged 25–59 years, with ≥ 1 year of driving experience and driving ≥ 4 days/week	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral risk and control (PBRC) - Answering intention (main behavioral intention) - Compensatory intentions (reminding caller / limiting call length) 	Attitude, subjective norm, perceived behavioral risk and control, and past behavior significantly influenced drivers' intention to answer phone calls while driving.
Wang & Xu [28]	Young licensed drivers (aged 18–25) from Henan Province, China	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Perceived risk - Moral norm - Prototype similarity - Prototype favorability - Behavioral willingness (dependent variable) 	Attitude, perceived behavioral control, and prototype perceptions significantly influenced young drivers' willingness to perform continuous lane-changing.
Özkan et al. [22]	Male motorcycle riders in Turkey, aged 18–58 years	<ul style="list-style-type: none"> - Rider behaviours (traffic errors, control errors, speed violations, stunts, use of safety equipment) measured by MRBQ - Theory of Planned Behaviour (TPB): attitude, subjective norm, perceived behavioural control, intention susceptibility, benefits, barriers, cues to action, motivation 	Attitude, perceived behavioral control, and risk perception significantly influenced riders' intention toward risky behavior, while low traffic moral sense increased traffic violations.

Table 1 Studies applying the theory of planned behavior to driving behavior (continued)

Author (Year)	Sample Group	Key Variable	Research Finding
		Traffic Locus of Control (T-LOC): self, other drivers, vehicle/environment, fate - Health Belief Model (HBM): perceived severity, susceptibility, benefits, barriers, cues to action, motivation Traffic Locus of Control (T-LOC): self, other drivers, vehicle/environment, fate	
Armitage & Conner. [25]	Mid-level medical educators who participated in a faculty development workshop	- Attitude toward behavior Perceived behavioral control Subjective norm	Intention to transfer (dependent variable) Attitude and perceived behavioral control significantly influenced intention to transfer training to the workplace.
Cristea & Gheorghiu. [26]	Cyclists aged 19–27, who rode bicycles 2–6 times per week	- Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Risk judgment - Perceived self-efficacy Intention to adopt risky behaviors (run red lights, turn left)	Attitude and perceived behavioral control strongly influenced cyclists' intention to engage in risky riding behaviors.

Table 1 Studies applying the theory of planned behavior to driving behavior (continued)

Author (Year)	Sample Group	Key Variable	Research Finding
Qin & Ma [29]	Electric bicycle riders in China, aged 18–60	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Risk perception - Traffic moral sense - Behavioral intention Aberrant riding behavior (dependent variable)	Attitude, perceived behavioral control, and risk perception significantly influenced riders' intention toward risky behavior, while low traffic moral sense increased traffic violations.
Hassan & Shawky [30]	Licensed drivers from Egypt, aged 18–55 years	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Moral norm - Intention to perform risky driving behavior 	Attitude, perceived behavioral control, and moral norm significantly influenced drivers' intention to engage in risky driving.
Zhao et al. [31]	Pedestrians aged 18–60 years from five urban intersections in Harbin, China	<ul style="list-style-type: none"> - Attitude toward behavior - Subjective norm - Perceived behavioral control (PBC) - Moral norm - Past behavior - Intention to violate crossing rules 	Attitude, moral norm, and past behavior significantly influenced pedestrians' intention to violate crossing rules.

การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผนส่วนใหญ่มุ่งศึกษาผู้ขับขี่ทั่วไปหรือผู้ใช้รถยนต์ในประเทศพัฒนาแล้ว จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ดังแสดงใน Table 1) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มักเป็นผู้ขับขี่รถยนต์ นักปั่นจักรยาน หรือคนเดินเท้า ในขณะที่การศึกษาพฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ในกลุ่มนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาในประเทศกำลังพัฒนายังมีจำกัด นอกจากนี้ การใช้แบบ

จำลองสมการโครงสร้างเพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยเชิงจิตสังคมยังไม่แพร่หลาย อีกทั้งยังขาดการบูรณาการกรอบทฤษฎีพฤติกรรมกับแนวคิดความเสี่ยงเชิงระบบ เช่น Swiss Cheese Model รวมถึงการนิยามตัวแปรพฤติกรรมเสี่ยงที่สะท้อนบริบทจริงของพื้นที่ศึกษาอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้ การศึกษานี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวและแปลผลเชิงพฤติกรรมไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายตามแนวคิด 3E อย่างเป็นระบบ

Structural Equation Modeling (SEM)

แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นเทคนิคสถิติขั้นสูงที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงหลายตัวพร้อมกัน โดยสามารถประเมินทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมในแบบจำลองเชิงทฤษฎีที่ซับซ้อนได้ [32-33] การใช้ SEM มีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับการศึกษาพฤติกรรมการขับขี่ เนื่องจากปัจจัยด้านจิตสังคม เช่น ทักษะคิด บรรทัดฐานทางสังคม และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงและต้องประเมินผ่านตัวชี้วัดหลายรายการ

ในการศึกษานี้ SEM ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบกรอบแนวคิดทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติ (Attitude), บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm), การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control), ความตั้งใจในการขับขี่ปลอดภัย (Intention) และพฤติกรรมการขับขี่จริง (Behavior) ในกลุ่มนักศึกษาผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

การใช้ SEM ช่วยให้สามารถประเมินความถูกต้องของแบบวัดผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) และทดสอบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของแบบจำลองพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ในบริบทของนักศึกษามหาวิทยาลัยได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ SEM ยังช่วยระบุปัจจัยทางจิตสังคมที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อพฤติกรรมเสี่ยง ซึ่งมีความสำคัญต่อการออกแบบมาตรการด้านการให้ความรู้และการบังคับใช้กฎหมายตามแนวคิด 3E

System-Based Safety Framework: The Swiss Cheese Model

ในการศึกษาความปลอดภัยทางถนน แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุได้พัฒนาจากการมองว่าเป็นผลจากความผิดพลาดของบุคคลเพียงลำพัง ไปสู่มุมมองเชิงระบบ (System-Based Perspective) ซึ่งอธิบายว่าอุบัติเหตุเป็นผลจากความบกพร่องของหลายองค์ประกอบ หนึ่งในกรอบแนวคิดด้านความปลอดภัยเชิงระบบที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางคือ ตัวแบบสวิสชีส (Swiss Cheese Model) ซึ่งถูกพัฒนาเพื่ออธิบายกลไกการเกิดอุบัติเหตุในระบบที่มีความซับซ้อน [8]

1. ตัวแบบสวิสชีสอธิบายว่าระบบความปลอดภัยประกอบด้วยชั้นการป้องกันหลายระดับ (Layers of Defense) ซึ่งเปรียบเสมือนแผ่นชีสที่เรียงซ้อนกัน โดยแต่ละชั้นมีบทบาทในการลดความเสี่ยงจากภัยคุกคาม อย่างไรก็ตาม แต่ละชั้นอาจมี “รูพรุน” หรือช่องโหว่ ซึ่งสะท้อนถึงความบกพร่องของระบบ โดยแบ่งช่องโหว่ออกเป็นสองประเภทหลัก[34] ได้แก่

- ความบกพร่องแฝง (Latent Conditions): หมายถึงข้อบกพร่องเชิงระบบที่สะสมอยู่ในโครงสร้างพื้นฐาน เช่น การออกแบบทางวิศวกรรมจราจรที่ไม่เหมาะสม การบังคับใช้กฎหมายที่ไม่เข้มงวด หรือการขาดนโยบายด้านความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพ
- ความผิดพลาดที่มีผลทันที (Active Failures): หมายถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยตรงจากบุคคลในขณะปฏิบัติงาน หรือในบริบทนี้คือ พฤติกรรมขับขี่เสี่ยงของนักศึกษา เช่น การไม่สวมหมวกนิรภัย หรือการขับเร็วเกินกำหนด

อุบัติเหตุจะเกิดขึ้นเมื่อช่องโหว่ของชั้นการป้องกันหลายระดับเรียงตัวตรงกัน ทำให้ความเสี่ยงสามารถทะลุผ่านระบบการป้องกันไปสู่การเกิดความสูญเสีย [34] แนวคิดดังกล่าวถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขา เช่น การบิน การแพทย์ และระบบขนส่ง เพื่อเน้นว่าการป้องกันอุบัติเหตุจำเป็นต้องพิจารณาระบบโดยรวม ไม่ใช่เพียงการตำหนิบุคคล [35]

2. การเชื่อมโยงแนวคิด 3E และทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ภายใต้กรอบ Swiss Cheese Model การจัดการความปลอดภัยทางถนนอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้มาตรการแบบบูรณาการในหลายระดับ โดยแนวคิด 3E ได้แก่ วิศวกรรม (Engineering) การบังคับใช้กฎหมาย (Enforcement) และการให้ความรู้ (Education) ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในระดับนานาชาติ [36-37]

- Engineering มุ่งเน้นการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมการจราจร เพื่อลดความบกพร่องแฝงในระบบ
- Enforcement มุ่งเน้นการบังคับใช้กฎหมายและมาตรการควบคุม เพื่อสร้างบรรทัดฐานทางสังคมและลดพฤติกรรมเสี่ยง
- Education มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ ทักษะ และทักษะของผู้ใช้ถนน เพื่อลดความผิดพลาดจากมนุษย์

การศึกษานี้ได้นำ ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ช่องโหว่ในชั้นการป้องกันที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยเฉพาะ โดย TPB อธิบายว่าพฤติกรรมเกิดจากความตั้งใจ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทัศนคติ (Attitude) บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm) และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control) ข้อมูลเชิงลึกที่ได้จะช่วยให้สามารถออกแบบมาตรการตามหลัก 3E ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ทำให้สามารถประเมินความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงทางจิตวิทยา และพฤติกรรมการขับขี่จริงได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยเสริมสร้างการพัฒนานโยบายความปลอดภัยทางถนนในสถาบันการศึกษาได้อย่างยั่งยืน

Methodology

กระบวนการดำเนินการของการศึกษานี้ แสดงไว้ใน Figure 2 เริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมอย่างครอบคลุม เพื่อระบุช่องว่างขององค์ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมเสี่ยงในการขับขี่รถจักรยานยนต์ในกลุ่มนักศึกษา

ระดับอุดมศึกษา และเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของการศึกษา จากนั้นได้พัฒนารอบแนวคิดการศึกษาและตั้งสมมติฐานภายใต้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติ (Attitude), บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm), การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control), ความตั้งใจ (Intention) และพฤติกรรมการขับขี่ (Behavior)

ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการศึกษา แบบสอบถามถูกออกแบบโดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิด TPB ร่วมกับการสังเคราะห์ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม การสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา และการสังเกตการณ์เบื้องต้นในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลจากการบันทึกวิดีโอถูกใช้เพื่อพรรณนาบริบทการจราจรและยืนยันพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา ทำหน้าที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในการระบุและคัดเลือกประเด็นพฤติกรรมเสี่ยงหลักสำหรับการพัฒนาแบบสอบถาม ทั้งนี้ ข้อมูลจากการบันทึกวิดีโอไม่ได้ถูกรวมเป็นตัวแปรในแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) และถูกใช้เพื่อการอภิปรายเชิงบริบทเท่านั้น

ภายหลังดำเนินการสำรวจรวบรวมข้อมูลแล้ว จะดำเนินการตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูล ก่อนทำการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อประเมินคุณภาพข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัด โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลอง ได้แก่ χ^2/df , CFI, TLI, GFI และ RMSEA หากแบบจำลองการวัดไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จะดำเนินการปรับแก้ตามหลักการเชิงทฤษฎีและค่า modification indices โดยหลีกเลี่ยงการปรับแก้ที่ไม่มีพื้นฐานทางทฤษฎี เพื่อป้องกันปัญหาการ overfitting

ขั้นตอนต่อมาคือการพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงตามกรอบแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกสังเคราะห์และอธิบายอย่างเป็นระบบ เพื่อสรุปข้อค้นพบเชิงประจักษ์และนำไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายและแนวทางพัฒนาการขับขี่ปลอดภัยในตอนท้ายของการศึกษา

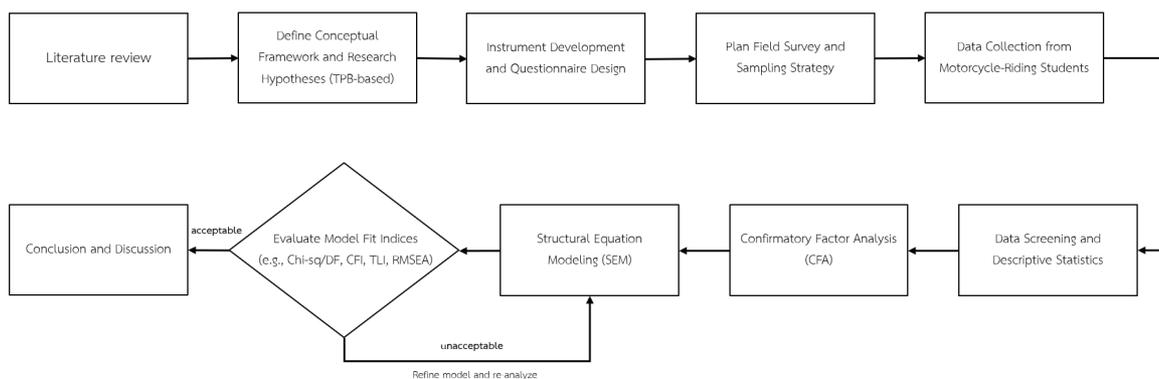


Figure 2 Research process and methodology

พื้นที่ศึกษาและกลุ่มเป้าหมาย

การศึกษาในครั้งนี้มีพื้นที่ศึกษาคือมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของการจราจรสูง มีการจราจรแบบผสมผสาน และมีการใช้รถจักรยานยนต์อย่างแพร่หลายในหมู่นักศึกษา กลุ่มเป้าหมายของการศึกษานี้ประกอบด้วยนักศึกษาระดับปริญญาตรีจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีจำนวนนักศึกษาทั้งสิ้น 4,186 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการอบรมหลักการขับขี่ปลอดภัยและการคาดการณ์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุซึ่งจัดโดยบริษัท ฮอนด้า จำกัด

สำหรับการกำหนดขนาดตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) โดยอ้างอิงหลักเกณฑ์ที่แนะนำให้มีความถี่ของตัวอย่างอย่างน้อย 10–20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกต [38] เพื่อให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีความเสถียรและน่าเชื่อถือ การศึกษานี้มีตัวแปรสังเกตจำนวน 29 ตัวแปร เมื่อคำนวณตามเกณฑ์ 20 เท่า จึงต้องการกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 580 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มและปัจจัยเสี่ยงในการขับขี่รถจักรยานยนต์ของนักศึกษาในพื้นที่ศึกษานี้

ในการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีรูปแบบการเดินทางหลักทุกประเภทมาวิเคราะห์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของปัจจัยทางจิตสังคมที่มีผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในบริบทของพื้นที่มหาวิทยาลัย ซึ่งนักศึกษาทุกคนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันบนท้องถนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ประเด็นพฤติกรรมเสี่ยงถูกคัดเลือกจากการสังเคราะห์ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม การสอบถามนักศึกษา และการสังเกตการณ์เบื้องต้นในพื้นที่ศึกษา จากการสังเคราะห์ดังกล่าว ได้ระบุพฤติกรรมเสี่ยงหลักจำนวน 6 ประเด็น ได้แก่ 1.การไม่สวมหมวกนิรภัยขณะขับขี่ 2.การไม่ชะลอความเร็วเมื่อเข้าสู่ทางม้าลาย 3.การไม่ให้รถในวงเวียนไปก่อน 4.การไม่ใช้สัญญาณไฟเลี้ยวเมื่อเปลี่ยนทิศทางการเดินทาง 5.การเลี้ยวซ้ายผ่านตลอดโดยไม่ตรวจสอบยานพาหนะที่วิ่งทางตรง และ 6.การขับขี่แทรกระหว่างช่องจราจรในระยะประชิด

การศึกษานี้อาศัยข้อมูลสองประเภท ได้แก่ 1) ข้อมูลเชิงบริบทจากการบันทึกวิดีโอในพื้นที่ศึกษา เพื่อยืนยันบริบทและพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง และ 2) ข้อมูลเชิงพฤติกรรมจากแบบสอบถาม แบบสอบถามถูกพัฒนาขึ้นจากทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of planned behavior) ประกอบด้วยคำถามในส่วนของคุณสมบัติของผู้ตอบแบบสอบถาม และคำถามในส่วนของคุณสมบัติ TPB โดยลักษณะของคำถามจะปรับตามปัจจัยที่กำหนดไว้ เพื่อวัดระดับทัศนคติ บรรทัดฐานเชิงสังคม การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม ความตั้งใจในการกระทำและพฤติกรรมการขับขี่ จะถูกวัดโดยมาตราวัดลิเคิร์ต (Likert Scale) 5 ระดับ โดยให้ 5 แทนความเห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 1 แทนความเห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบสอบถามนี้หลังจากผ่านการประเมินและตรวจสอบความถูกต้องแล้ว นำไปสอบถามกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 884 ชุด และนำข้อมูลที่รวบรวมมาได้ไปวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อ

ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัย

แม้ว่าการศึกษานี้จะมุ่งเน้นพฤติกรรม การขับขี่รถจักรยานยนต์เป็นหลัก แต่ตัวแปร “การเรียนรู้การขับขี่รถยนต์” ถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดพื้นฐานด้านการขัดเกลาทางสังคมด้านการขับขี่ (Driving Socialization) โดยการฝึกขับขี่รถยนต์อาจมีผลต่อการรับรู้ความเสี่ยง การปฏิบัติตามกฎจราจร และการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมในบริบทของการขับขี่ยานพาหนะประเภทอื่น ดังนั้น ตัวแปรนี้จึงถูกรวบรวมเพื่อพรรณนาลักษณะพื้นฐานด้านประสบการณ์การขับขี่ของผู้ตอบแบบสอบถาม และไม่ได้ถูกรวมเป็นตัวแปรแฝงในแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)

การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบจำลองมีตัวแปรบ่งชี้และตัวแปรแฝงตามการพิจารณาทางทฤษฎี ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งประกอบด้วยทัศนคติต่อการขับขี่ (Attitude Toward the Behavior), บรรทัดฐานทางสังคม (Subjective Norm), การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control), ความตั้งใจ (Intention) และ พฤติกรรมการขับขี่ (Behavior) รวมทั้ง 29 ปัจจัย เกี่ยวกับพฤติกรรมเสี่ยงของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในมหาวิทยาลัย โดยปัจจัยเหล่านี้จะได้รับการวิเคราะห์โดยใช้ SEM เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้และตัวแปรแฝง รวมถึงการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในแบบจำลองทางทฤษฎี รวมถึงอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อม การวิเคราะห์ปัจจัยยืนยันและแบบจำลองการวัดเป็นส่วนหนึ่งของ SEM ซึ่งมีบทบาทในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรที่สังเกตได้เพื่ออธิบายโครงสร้างแฝงและสามารถตรวจสอบความถูกต้องและการวิเคราะห์สาเหตุที่สมบูรณ์ของแบบจำลองทางทฤษฎีก่อนที่จะตรวจสอบความสัมพันธ์ของ SEM

Table 2 TPB Construct Indicators and Corresponding Measurement Items

Indicator	Question
Attitude Toward the Behavior	
TPBA1	I feel that wearing a helmet while riding a motorcycle is very important.
TPBA2	I believe that riding a motorcycle closely behind another vehicle is acceptable in certain situations.
TPBA3	I feel that entering a roundabout without yielding to vehicles already inside is not dangerous.
TPBA4	I think that riding a motorcycle through a crosswalk without slowing down will not cause an accident.
TPBA5	I feel that turning into an alley without using a turn signal is not dangerous.

Table 2 TPB Construct Indicators and Corresponding Measurement Items (continued)

Indicator	Question
Attitude Toward the Behavior	
TPBA6	I believe that continuously turning left at an intersection without checking for vehicles from the right is safe.
Subjective Norm	
TPBS1	Important others think that I should wear a helmet every time I ride a motorcycle.
TPBS2	Important others agree with riding a motorcycle into a roundabout without yielding when in a hurry.
TPBS3	Important others agree with riding a motorcycle through a crosswalk without slowing down.
TPBS4	Important others think that riding a motorcycle should always use a turn signal when turning a motorcycle.
TPBS5	Important others think that turning left at an intersection without checking for vehicles from the right is acceptable.
Perceived Behavioral Control	
TPBP1	I am confident that I can always wear a helmet when riding a motorcycle, even without police inspection.
TPBP2	I am confident that I can avoid tailgating other vehicles while riding a motorcycle.
TPBP3	I am confident that I can yield to vehicles already in a roundabout when riding a motorcycle.
TPBP4	I am confident that I can slow down before entering a crosswalk when riding a motorcycle.
TPBP5	I am confident that I can always use a turn signal when turning into an alley while riding a motorcycle.
TPBP6	I am confident that I can control myself to check for vehicles from the right before turning left at an intersection while riding a motorcycle.

Table 2 TPB Construct Indicators and Corresponding Measurement Items (continued)

Indicator	Question
Intention	
TPBI1	I intend to always wear a helmet when riding a motorcycle.
TPBI2	I intend not to tailgate another vehicle when riding a motorcycle.
TPBI3	I intend to yield to vehicles already in a roundabout when riding a motorcycle.
TPBI4	I intend to slow down every time before entering a crosswalk when riding a motorcycle.
TPBI5	I intend to use a turn signal every time I need to turn while riding a motorcycle.
TPBI6	I intend to check for vehicles from the right before turning left at an intersection every time when riding a motorcycle.
Behavior	
TPBB1	I always wear a helmet when riding a motorcycle.
TPBB2	I always avoid tailgating other vehicles when riding a motorcycle.
TPBB3	I ride into a roundabout immediately without waiting for vehicles already inside.
TPBB4	I slow down my motorcycle when approaching a crosswalk.
TPBB5	I always use a turn signal every time I turn when riding a motorcycle.
TPBB6	I always check for vehicles from the right before turning left at an intersection when riding a motorcycle.

Results

สถิติเชิงพรรณนา

จากการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัย พบว่า มีจำนวนการเดินทางเข้าออกมหาวิทยาลัย เสียใหม่จำนวนทั้งสิ้น 43,983 เที่ยวต่อวัน โดยแบ่งเป็น จักรยานยนต์ 66% รถยนต์ 31% จักรยาน 2% และ คนเดิน 1% ดังแสดงตาม Figure 3 และมีจำนวนการเดินทางเข้าออกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ทั้งสิ้น 10,047 เที่ยวต่อวัน โดยแบ่งเป็น รถจักรยานยนต์ 75% รถยนต์ 16% จักรยาน 8% และคนเดิน 1% ดังแสดงตาม Figure 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณการเดินทางของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ด้วยรถจักรยานยนต์ในจำนวนที่สูงมาก

Volume of Travel Modes for Entering and Exiting Chiang Mai University

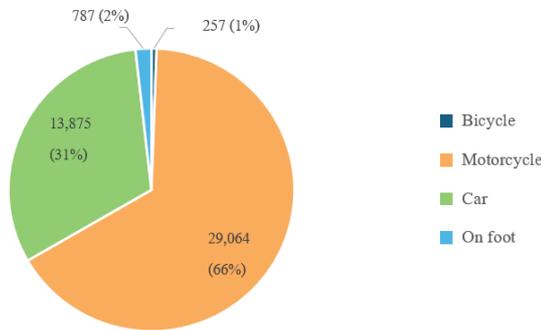


Figure 3 Volume of Travel Modes for Entering and Exiting Chiang Mai University

Volume of Travel Modes for Entering and Exiting the Faculty of Engineering,

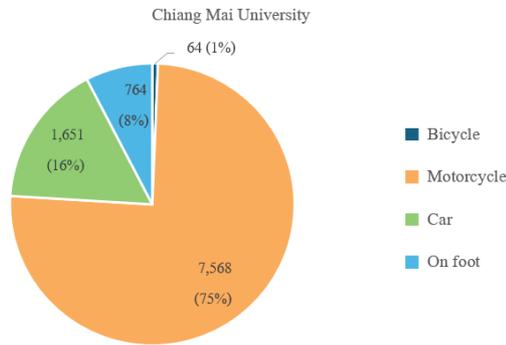


Figure 4 Volume of Travel Modes for Entering and Exiting the Faculty of Engineering, Chiang Mai University

จากข้อมูลสถิติจำนวนอุบัติเหตุจราจรภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาแสดงให้เห็นจำนวนอุบัติเหตุที่สูง โดยในช่วงปี พ.ศ. 2565-2567 มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมากกว่า 200 ครั้งต่อปี โดยในปี พ.ศ. 2566 มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้นสูงถึง 269 ครั้ง โดยอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดในช่วงภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน) รูปแบบของอุบัติเหตุ ที่เกี่ยวข้องกับรถจักรยานยนต์ที่พบมาก ได้แก่ ขับขี่รถจักรยานยนต์ตัดหน้ากระชั้นชิด ขับขี่รถจักรยานยนต์แลบล้มเอง [10]

จากการบันทึกวิดีโอในพื้นที่ศึกษา ไม่พบเหตุการณ์อุบัติเหตุโดยตรง (crashes) เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาการเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม สามารถตรวจพบพฤติกรรมเสี่ยงที่มีศักยภาพนำไปสู่อุบัติเหตุได้ เมื่อบูรณาการข้อมูลจากการสังเกตวิดีโอและแบบสอบถาม สามารถจำแนกรูปแบบพฤติกรรมเสี่ยงหลักได้ 6 รูปแบบ ได้แก่ การไม่สวมหมวกนิรภัย การขับขี่ตามหลังกระชั้นชิด การไม่ให้ทางแก่ยานพาหนะในวงเวียน การไม่ใช้สัญญาณไฟเลี้ยว การไม่ชะลอให้ทางแก่คนข้ามบริเวณทางม้าลายและการไม่หยุดรถรอจังหวะเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก ซึ่งล้วนนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุภายในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมรถซิ่งของนักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 884 คน แสดงข้อมูลสถิติเบื้องต้นได้ดังแสดงใน Table 3 Socio-economic data of respondents โดยผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย ร้อยละ 64.48 อยู่ในกลุ่มอายุ 17–20 ปี ร้อยละ 85.52 โดยร้อยละ 69.57 อาศัยอยู่นอกมหาวิทยาลัย (หอพักภายนอกมหาวิทยาลัย / บ้าน) ส่วนยานพาหนะหลักที่ใช้เดินทางคือการขี่รถจักรยานยนต์เอง ร้อยละ 74.66 ขณะที่ร้อยละ 48.76 มีใบขี่รถจักรยานยนต์ และร้อยละ 65.73 ประสบการณ์ขี่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1–6 ปี โดยพฤติกรรมเสี่ยงที่ผู้ตอบแบบสอบถามพบบ่อยที่สุด ได้แก่ การไม่สวมหมวกนิรภัย (ร้อยละ 25.30) การขี่ตามหลังกระชั้นชิด (ร้อยละ 23.64) และการไม่ให้ทางแก่ยานพาหนะในวงเวียน (ร้อยละ 20.93)

Table 3 Socio-Economic Data of Respondents

Variable	Description	Frequency	Percentage (%)
Gender	Male	570	64.48
	Female	314	35.52
Age	17-20 years	756	85.52
	21-23 years	124	14.03
	>23 years	4	0.45
Resident	Reside on campus (e.g., university dormitory within the campus)	269	30.43
	Reside off campus (e.g., off-campus dormitory/apartment or private residence)	615	69.57
Commute	Ride a motorcycle independently	660	74.66
	Ride as a motorcycle passenger	53	6.00
	Ride a bicycle	11	1.24
	Walk on foot	78	8.82
	Drive a car independently	46	5.20
	Travel as a car passenger	12	1.36
	CMU. Electric Shuttle Bus	24	2.71
Driver's license	Have a motorcycle driver's license	431	48.76
	Have a car driver's license	53	6
	Have both a motorcycle and car driver's license	154	17.42
	Do not have a driver's license	246	27.83

Table 3 Socio-Economic Data of Respondents (continued)

Variable	Description	Frequency	Percentage (%)
Motorcycle riding experience	0 years	121	13.69
	>0-3 years	287	32.47
	4-6 years	294	33.26
	7-10 years	168	19.00
	>10 years	14	1.58
Driving experience	0 years	590	66.74
	>0-2 years	192	21.72
	3-5 years	91	10.29
	>5 years	11	1.24
Learn to ride a motorcycle	Have learned from a motorcycle driving school	153	17.31
	Have learned from a relative or friend	598	67.65
	Have never learned	133	15.05
Learn to drive a car	Have learned from a car driving school	135	15.27
	Have learned from a relative or friend	311	35.18
	Have never learned	438	49.55
Have you ever been involved in a traffic accident within or around the university?	Never	675	76.36
	1-2 times	181	20.48
	>2 times	28	3.17

Table 3 Socio-Economic Data of Respondents (continued)

Variable	Description	Frequency	Percentage (%)
The most common risky behaviors among motorcyclists within or around the university (select three behaviors)	Not wearing a helmet	671	25.30
	Tailgating other vehicles while riding a motorcycle	627	23.64
	Failing to yield to vehicles already in the roundabout	555	20.93
	Failing to slow down or stop for pedestrians at a crosswalk	372	14.03
	Not using turn signals	279	10.52
	Making an unyielding continuous left turn without checking for oncoming traffic from the right	141	5.32
	Other (please specify)	7	0.26

***Note: The 660 participants in the 'Ride a motorcycle independently' category represent the primary daily mode, while 'Riding experience' covers all 884 participants including those with no experience (0 years).

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 884 คน พบว่ารูปแบบการเดินทางที่มักใช้เป็นประจำคือ ขับขี่รถจักรยานยนต์เองมีมากถึงร้อยละ 74.66 รองลงมาคือ เดินร้อยละ 8.82 ซ้อนท้ายรถจักรยานยนต์ร้อยละ 6.00 ขับรถยนต์ด้วยตนเองร้อยละ 5.20 ใช้บริการขนส่งมวลชน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ขสม.ช.) ร้อยละ 2.71 โดยสารรถยนต์ร้อยละ 1.36 และปั่นจักรยานร้อยละ 1.24 โดยตัวแปรนี้ใช้เพื่อการวิเคราะห์เชิงพรรณนาในการอธิบายลักษณะการเดินทางของกลุ่มตัวอย่างจะไม่นำไปวิเคราะห์ในแบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM)

ร้อยละ 35.18 ของผู้ตอบแบบสอบถามเรียนรู้อการขับขี่รถยนต์จากญาติหรือเพื่อน ขณะที่ร้อยละ 49.55 ไม่มีประสบการณ์การเรียนรู้การขับขี่รถยนต์อย่างเป็นทางการ ตัวแปรนี้ถูกใช้เพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานด้านประสบการณ์การขับขี่ทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และไม่ได้ใช้เป็นตัวแปรอธิบายในแบบจำลองพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB)

Table 4 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของตัวชี้วัดจากแบบสอบถาม 29 รายการที่ใช้วัด 5 องค์ประกอบปัจจัยภายใต้ทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ได้แก่ ทศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) บรรทัดฐาน อคติวิสัย (SNJ) การรับรู้ความสามารถควบคุมตน (PBC) ความตั้งใจ (INT) และพฤติกรรมการขับขี่ปลอดภัย (BHV) สำหรับแต่ละข้อได้รายงานค่าเฉลี่ย (Mean) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) รวมถึงค่าความเบ้ (Skewness; SK) และความแหลม (Kurtosis; KU) เพื่อประเมินการกระจายตัวของข้อมูลระดับคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถาม

และตรวจสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความปกติของการกระจายข้อมูล ซึ่งจำเป็นต่อการวิเคราะห์ SEM ในขั้นตอนถัดไป โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยของทุกรายการคำถามอยู่ในช่วง 3.78–4.85 สะท้อนระดับการเห็นด้วยค่อนข้างสูงของผู้ตอบแบบสอบถาม ค่า S.D. อยู่ในช่วง 0.399–1.097 บ่งบอกว่าคะแนนไม่กระจายตัวกว้างเกินไป ขณะที่ค่าความเบ้ติดลบ (-0.57 ถึง -3.68) บ่งชี้ว่าคะแนนกระจุกตัวทางด้านขวาหรือเบ้ซ้าย ส่วนค่าความโด่งไม่เกิน ± 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

Table 4 Mean, Standard Deviation, Skewness, and Kurtosis Values of Variables Used in the Model

Indicator	Mean	S.D.	SK	KU
Attitude Toward the Behavior (ATT)				
TPBA1	4.81	0.399	-1.761	1.602
TPBA2	3.78	1.014	-0.570	-0.330
TPBA3	4.57	0.926	-2.667	6.872
TPBA4	4.64	0.731	-2.693	8.361
TPBA5	4.70	0.723	-3.352	12.775
TPBA6	4.63	0.738	-2.667	8.223
Subjective Norm (SJN)				
TPBS1	4.59	0.628	-1.538	2.551
TPBS2	4.65	0.744	-2.805	8.952
TPBS3	4.60	0.778	-2.541	7.381
TPBS4	4.85	0.425	-3.681	19.116
TPBS5	4.44	0.850	-1.934	4.185
Perceived Behavioral Control (PBC)				
TPBP1	4.13	0.901	-0.824	0.325
TPBP2	4.48	0.663	-1.076	0.3892
TPBP3	4.70	0.528	-1.906	5.513
TPBP4	4.61	0.583	-1.533	3.344
TPBP5	4.75	0.506	-2.386	7.657
TPBP6	4.70	0.553	-2.172	6.698
Intention (INT)				
TPBI1	4.32	0.766	-0.809	-0.123
TPBI2	4.51	0.645	-1.254	1.922
TPBI3	4.70	0.513	-1.577	2.188

Table 4 Mean, Standard Deviation, Skewness, and Kurtosis Values of Variables Used in the Model (continued)

Indicator	Mean	S.D.	SK	KU
TPBI4	4.65	0.577	-1.800	4.407
TPBI5	4.77	0.481	-2.190	6.118
TPBI6	4.75	0.507	-2.199	6.226
Behavior (BHV)				
TPBB1	4.06	0.922	-0.612	-0.346
TPBB2	4.38	0.877	-1.870	4.152
TPBB3	4.38	1.097	-1.977	3.009
TPBB4	4.47	0.737	-1.817	4.773
TPBB5	4.70	0.559	-2.290	7.592
TPBB6	4.67	0.551	-1.833	4.914

การประเมินแบบจำลองการวัดดำเนินการโดยตรวจสอบความเชื่อถือได้ภายใน และ ความตรงเชิงประกอบของแบบสอบถามที่พัฒนาตามทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ดังแสดงใน Table 5 ซึ่งประกอบด้วย 5 ปัจจัย (ATT, SJN, PBC, INT และ BHV) และ 29 ตัวชี้วัด โดยขั้นแรกคำนวณ Cronbach's α เพื่อยืนยันความสอดคล้องของรายการภายในแต่ละปัจจัย จากนั้นประเมิน Composite Reliability (CR) และ Average Variance Extracted (AVE) ถ้ารายการใดมี factor loading ต่ำกว่า 0.30 หรือส่งผลให้ค่า CR/AVE ไม่ถึงเกณฑ์ จะถูกตัดออกครั้งละหนึ่งข้อ พร้อมคำนวณค่าใหม่ทุกครั้ง กระบวนการคัดกรองนี้ดำเนินต่อเนื่องจนปัจจัยทุกตัวผ่านเกณฑ์หรือใกล้เคียงเกณฑ์พร้อมมีเหตุผลทฤษฎีรองรับ ส่งผลให้เหลือ 22 ตัวชี้วัดสุดท้าย ที่มีความเชื่อถือได้และวัดโครงสร้างเป้าหมายได้อย่างสม่าเสมอ พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ CFA และ SEM ในขั้นตอนถัดไป

Table 5 Measurement Model

Indicator	Standardized Estimate	Cronbach's Alpha	CR	AVE
Attitude Toward the Behavior (ATT)		0.780	0.782	0.474
TPBA3	0.600			
TPBA4	0.700			
TPBA5	0.726			
TPBA6	0.720			
Subjective Norm (SJN)		0.815	0.830	0.624
TPBS3	0.826			
TPBS4	0.894			
TPBS6	0.624			
Perceived Behavioral Control (PBC)		0.832	0.829	0.495
TPBP2	0.583			
TPBP3	0.714			
TPBP4	0.755			
TPBP5	0.764			
TPBP6	0.687			
Intention (INT)		0.869	0.870	0.538
TPBI1	0.411			
TPBI2	0.630			
TPBI3	0.784			
TPBI4	0.782			
TPBI5	0.837			
TPBI6	0.856			
Behavior (BHV)		0.611	0.662	0.367
TPBB1	0.302			
TPBB3	0.338			
TPBB5	0.758			
TPBB6	0.829			

ผลการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง

แบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) ภายใต้กรอบ Theory of Planned Behavior ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 5 ด้าน Attitude (ATT), Subjective Norm (SJM), Perceived Behavioral Control (PBC), Intention (INT) และ Behavior (BHV) และตัวชี้วัด 22 ข้อที่ผ่านทั้ง EFA และ CFA แล้ว ผลการวัดความสอดคล้องของแบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ตามข้อเสนอของงานก่อนหน้า ได้แก่ $\chi^2/df = 4.93$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ “acceptable” (≤ 5) [39-41] และค่าดัชนีอื่น ๆ เป็นดังนี้ GFI = 0.910 (≥ 0.90) [42-43], CFI = 0.927 และ TLI = 0.912 (≥ 0.90) [44], RMSEA = 0.067 (≤ 0.08) [45-46] และ RMR = 0.040 ($< 0.08 = \text{good fit}$) [42] เพื่อยกระดับความสอดคล้องได้เพิ่ม error covariances ที่มีค่า Modification Index สูง จำนวน 8 คู่โดยยึดหลักการตามทฤษฎี ทั้งนี้ไม่ควรเพิ่ม residual covariances มากเกินไปเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา over-parameterization ค่า standardized factor loadings ของปัจจัยด้านต่าง ๆ อยู่ในช่วงดังนี้ 0.60–0.72 (ATT), 0.39–0.80 (SJM), 0.34–0.58 (PBC), 0.41–0.84 (INT) และ 0.30–0.83 (BHV) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ 0.30–0.40 ที่ถือว่า “โหลดยอมรับได้” [39] จึงยืนยันว่าทุกตัวชี้วัดสัมพันธ์กับปัจจัยของตนอย่างมีนัยสำคัญ และแบบจำลองโดยรวมมีความสอดคล้องเหมาะสมตามมาตรฐานงานวิจัย SEM

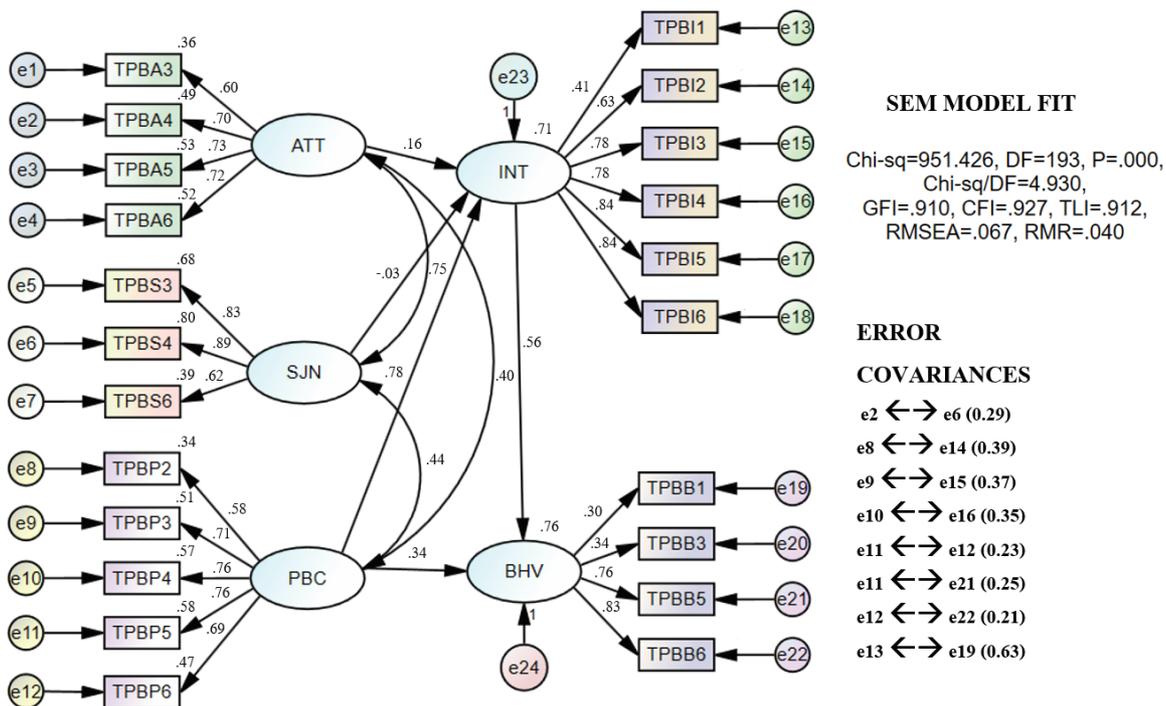


Figure 5 Results of the Structural Equation Modeling Analysis

Figure 5 แสดงผลการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายใต้กรอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (TPB) ดังนี้ การมีทัศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) ที่ดีต่อการขับขี่ ช่วยเสริมต่อความตั้งใจ (INT) ในการขับขี่ปลอดภัยเล็กน้อย ($\beta = 0.16$) ขณะที่บรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) ไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อความตั้งใจ (INT) ($\beta = -0.03$) ในทางตรงกันข้ามการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) เป็นตัวทำนายความตั้งใจ (INT) ที่ส่งผลมากที่สุด ($\beta = 0.78$) เมื่อพิจารณาถึงพฤติกรรม (BHV) พบว่าความตั้งใจ (INT) เป็นตัวพยากรณ์หลัก ($\beta = 0.56$) และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) ยังส่งผลต่อพฤติกรรม (BHV) โดยตรงอีกด้วย ($\beta = 0.34$) แสดงว่าผู้ขับขี่ที่รู้สึกว่าคุณควบคุมการขับขี่ได้ดี มักแสดงพฤติกรรมที่ปลอดภัย ทั้งผ่านการสร้างความตั้งใจและผ่านการกระทำโดยตรง

ในส่วนของความสัมพันธ์ร่วมของปัจจัยต้นทัศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) และบรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) มีค่าสหสัมพันธ์สูง ($r = 0.75$) บ่งชี้ว่าผู้ที่มีทัศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) ที่ดีต่อการขับขี่ปลอดภัยมักมีบรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) ไปในแบบเดียวกัน ขณะที่ทัศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) สัมพันธ์กับการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) ในระดับปานกลาง ($r = 0.40$) และการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) สัมพันธ์กับบรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) ในระดับใกล้เคียงกัน ($r = 0.44$)

แบบจำลองนี้ตอกย้ำบทบาทสำคัญของการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) ในการกำหนดทั้งความตั้งใจ (INT) และพฤติกรรม (BHV) การขับขี่ปลอดภัยของนักศึกษา ขณะที่ทัศนคติต่อพฤติกรรม (ATT) ส่งผลทางอ้อมผ่านความตั้งใจ (INT) ส่วนบรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) ไม่แสดงอิทธิพลเด่นชัดในกลุ่มตัวอย่างนี้ ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ว่ามาตรการเสริมทักษะและความมั่นใจในการขับขี่จะให้ผลมากกว่าการอาศัยแรงกดดันทางสังคมเพียงอย่างเดียวในการลดพฤติกรรมเสี่ยงภายในมหาวิทยาลัย

Discussion

ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control: PBC) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงที่สุดต่อความตั้งใจในการขับขี่อย่างปลอดภัย ($\beta = 0.78$) และส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการขับขี่จริง ($\beta = 0.34$) ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับความมั่นใจและความสามารถส่วนบุคคลในการจัดการสถานการณ์บนท้องถนนมากกว่าปัจจัยทางจิตสังคมอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tiyabutr และคณะ [19] ที่รายงานว่าความตั้งใจในการฝ่าไฟแดงถูกกำหนดโดย PBC เป็นหลัก ความรู้สึกว่าคุณสามารถควบคุมยานพาหนะได้ดี (self-efficacy) ทำให้ผู้ขับขี่มีแนวโน้มตัดสินใจปฏิบัติหรือหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงด้วยตนเอง

ในขณะที่บรรทัดฐานกลุ่มอ้างอิง (Subjective Norm: SJN) มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลต่ำและไม่มีความสำคัญทางสถิติ ($\beta = -0.03$) ต่อความตั้งใจในการขับขี่ปลอดภัย ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่น่าสนใจและสามารถอธิบายได้จากหลายประเด็น ประการแรก พฤติกรรมการใช้รถจักรยานยนต์ในพื้นที่ศึกษาที่มีความแพร่หลายสูง โดยคิดเป็นร้อยละ 75 ของการเดินทางทั้งหมด ส่งผลให้พฤติกรรมเสี่ยงบางประการ เช่น การไม่สวมหมวกนิรภัยในระยะทางสั้น หรือการขับขี่กระชั้นชิด ถูกมองว่าเป็นเรื่องปกติในกลุ่มนักศึกษา เมื่อพฤติกรรมดังกล่าวถูกทำให้เป็นเรื่อง

ปกติ (normalization of risk) แรงกดดันทางสังคมในการคาดหวังพฤติกรรมปลอดภัยจึงลดลง ประการที่สอง ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย และอยู่ในช่วงอายุ 17–20 ปี อาจมีแนวโน้มแสวงหาความเป็นอิสระและเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองสูง ส่งผลให้การคล้อยตามความคาดหวังของบุคคลรอบข้าง เช่น อาจารย์หรือผู้ปกครอง มีบทบาทจำกัดต่อการตัดสินใจขณะขับขี่ ประการที่สาม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Zhou และคณะ [21] ที่พบว่า SJN มีอิทธิพลต่อความตั้งใจในการใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าพฤติกรรมการขับขี่รถจักรยานยนต์ในมหาวิทยาลัย อาจเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากความเคยชิน (habitual behavior) มากกว่าการตัดสินใจตามแรงกดดันทางสังคมในแต่ละครั้ง

สำหรับทัศนคติ (Attitude: ATT) พบว่ามีอิทธิพลต่อความตั้งใจในระดับต่ำ ($\beta = 0.16$) ซึ่งบ่งชี้ว่าเพียงการรับรู้ว่าการกระทำใดปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนพฤติกรรม หากผู้ขับขี่ยังขาดความรู้สึกว่าตนเองสามารถควบคุมพฤติกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์นี้สนับสนุนแนวคิดว่าการแทรกแซงด้านความปลอดภัยควรมุ่งเน้นการเสริมสร้างทักษะและความสามารถในการควบคุมสถานการณ์จริงมากกว่าการให้ข้อมูลเชิงทัศนคติเท่านั้น ซึ่งสนับสนุนการประยุกต์ใช้แนวคิด Swiss Cheese Model และมาตรการ 3E (Education, Enforcement, Engineering) ในการลดพฤติกรรมเสี่ยง เนื่องจากบรรทัดฐานทางสังคมมีบทบาทจำกัด มาตรการด้าน Education ควรมุ่งเน้นการฝึกทักษะการขับขี่จริงเพื่อเพิ่ม PBC มาตรการด้าน Enforcement ควรทำหน้าที่เป็นกลไกควบคุมจากภายนอกแทนแรงกดดันทางสังคมที่อ่อนแอ และมาตรการด้าน Engineering ควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพเพื่อช่วยลดภาระในการตัดสินใจและเพิ่มความสามารถในการควบคุมยานพาหนะของผู้ขับขี่

Conclusions

ผลการศึกษายืนยันว่ารถจักรยานยนต์เป็นพาหนะหลักในการเดินทางของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) แสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการขับขี่ไม่ได้ถูกกำหนดจากปัจจัยพื้นฐานเพียงอย่างเดียว แต่ถูกขับเคลื่อนโดยกลไกทางจิตสังคมภายใต้กรอบทฤษฎีพฤติกรรมตามแบบแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์พบว่า การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม (Perceived Behavioral Control: PBC) และ ความตั้งใจ (Intention: INT) เป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลโดยตรงและโดยอ้อมต่อพฤติกรรมการขับขี่ปลอดภัย ซึ่งบ่งชี้ว่าการลดพฤติกรรมเสี่ยงควรดำเนินการผ่านมาตรการเชิงระบบ (systemic intervention) มากกว่ามาตรการเชิงเดี่ยว ภายใต้กรอบแนวคิด Swiss Cheese Model งานวิจัยนี้เสนอว่าการปิดช่องโหว่ของความเสี่ยงควรดำเนินการผ่านมาตรการ 3E ได้แก่ Education, Enforcement และ Engineering เพื่อครอบคลุมทั้งระดับบุคคล สังคม และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

ด้านการให้ความรู้ (Education) ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้างยืนยันว่า การรับรู้การ

ควบคุมพฤติกรรม (PBC) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงต่อความตั้งใจในการขับขี่ปลอดภัย ดังนั้น มาตรการด้านการให้ความรู้ควรมุ่งเน้นการเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติและการเพิ่มความมั่นใจในการควบคุมยานพาหนะมากกว่าการให้ข้อมูลเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว การฝึกอบรมทักษะการขับขี่ในสถานการณ์เสี่ยง เช่น การควบคุมรถในสถานการณ์ฉุกเฉินและการประเมินอันตรายล่วงหน้า (Hazard Anticipation) มีศักยภาพในการเพิ่มระดับ การรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) ของนักศึกษาโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา นอกจากนี้ จากข้อมูลพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ได้รับการฝึกขับขี่จากบุคคลใกล้ชิด การสนับสนุนหลักสูตรอบรมมาตรฐานภายในสถาบันอาจช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการเรียนรู้และเพิ่มความสามารถในการรับรู้การควบคุมพฤติกรรมการขับขี่อย่างถูกต้อง

ด้านการบังคับใช้กฎหมาย (Enforcement) ผลการศึกษาพบว่า บรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย (SJN) มีอิทธิพลต่อความตั้งใจในระดับต่ำและไม่มีนัยสำคัญเชิงสถิติ ซึ่งอาจสะท้อนว่าพฤติกรรมขับขี่ของนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกขับเคลื่อนโดยแรงกดดันทางสังคมอย่างชัดเจน ภายใต้บริบทดังกล่าว มาตรการด้านการบังคับใช้กฎระเบียบที่มีความสม่ำเสมออาจทำหน้าที่เป็นกลไกควบคุมจากภายนอก (External Behavioral Control) เพื่อเสริมสร้างความตั้งใจในการขับขี่ปลอดภัยในกลุ่มนักศึกษา อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของมาตรการดังกล่าวควรได้รับการประเมินเพิ่มเติมในงานวิจัยเชิงทดลองในอนาคต การใช้ระบบติดตามและแจ้งเตือนพฤติกรรมผิดกฎหมายอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเสริมแรงพฤติกรรมที่ปลอดภัย โดยเฉพาะในบริบทที่อิทธิพลจากกลุ่มเพื่อนมีบทบาทจำกัด

ด้านวิศวกรรม (Engineering) แม้ว่าการศึกษานี้ไม่ได้วิเคราะห์ตัวแปรด้านโครงสร้างพื้นฐานโดยตรง แต่ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) พบว่าการรับรู้การควบคุมพฤติกรรม (PBC) มีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมขับขี่ ซึ่งบ่งชี้ว่าเงื่อนไขแวดล้อมที่เอื้อต่อการควบคุมยานพาหนะอาจมีบทบาทสำคัญในเชิงแนวคิด การปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น คุณภาพผิวจราจร ป้ายเตือน และการจัดการจราจรที่ชัดเจน อาจช่วยลดภาระทางปัญญาและเพิ่มระดับการรับรู้ความสามารถในการควบคุมของผู้ขับขี่

ข้อจำกัดของการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

การวิจัยในอนาคตควรมุ่งขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมพฤติกรรมขับขี่ของกลุ่มนักศึกษาทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยในเขตเมืองและเขตนอกเมือง พฤติกรรมขับขี่ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน วันธรรมดาและวันหยุด รวมทั้งระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่ผ่านการฝึกอบรมกับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกอบรม เพื่อสะท้อนพฤติกรรมขับขี่ได้อย่างครบถ้วนมากขึ้น รวมทั้งควรดำเนินการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจผลของบริบททางกายภาพ มาตรการองค์กร และวัฒนธรรมการเดินทางที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ ควรพัฒนามาตรวัดพฤติกรรม (Behavioral Indicators) ให้ครอบคลุมหลายมิติ และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างซ้ำเพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล พร้อมทั้งประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการโครงสร้างแบบอนุกรมเวลา (Longitudinal SEM) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังการอบรมหรือการแทรกแซงในระยะยาว ควบคู่กับการบูรณาการตัวแปรเชิงสถานการณ์ เช่น สภาพอากาศ ความหนาแน่น

จรรยา หรือสภาพถนน เพื่อเพิ่มความสามารถในการพยากรณ์พฤติกรรมอย่างละเอียด และการใช้เทคนิคทางสถิติขั้นสูง เช่น mediated-moderated model เพื่อวิเคราะห์กลไกเฉพาะที่ทำให้ Perceived Behavioral Control (PBC) มีอิทธิพลต่อความตั้งใจและพฤติกรรมแตกต่างกันระหว่างกลุ่มย่อย เช่น เพศ อายุ หรือรูปแบบที่อยู่อาศัยของนักศึกษา

ในขณะเดียวกันการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของระบบจราจร เช่น คุณภาพผิวจราจร การติดตั้งป้ายเตือน และการจัดการจราจรที่มีความชัดเจน อาจมีบทบาทสำคัญในการลดภาระทางปัญญาของผู้ขับขี่ และส่งเสริมระดับการรับรู้ความสามารถในการควบคุม (Perceived Behavioral Control) อย่างไรก็ตาม ข้อสันนิษฐานดังกล่าวยังจำเป็นต้องได้รับการทดสอบเชิงประจักษ์ผ่านการออกแบบการวิจัยที่เหมาะสมในอนาคต

มาตรการตามกรอบแนวคิด 3E (Engineering, Enforcement, and Education) ที่นำเสนอเป็นข้อเสนอเชิงแนวคิดที่พัฒนาขึ้นจากปัจจัยด้านพฤติกรรมที่ตรวจพบเท่านั้น ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรมุ่งทดสอบประสิทธิผลของมาตรการดังกล่าวอย่างเป็นระบบ โดยใช้การออกแบบการทดลอง หรือการศึกษาติดตามผลในระยะยาว

References

1. Road Safety Academic Center (RSAC) and ThaiRSC Foundation. 2019. Revealing Perspectives of Vulnerable Road Users (VRUs) [Online]. Available: https://www.roadsafetythai.org/edoc/doc_20190805142128.pdf [10 May 2025] (In Thai)
2. World Health Organization (WHO). 2021. Decade of Action for Road Safety 2021–2030 [Online]. Available: <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/decade-of-action-for-road-safety-2021-2030> [10 May 2025]
3. SDG Move. 2021. WHO Reveals Report: 'Thailand' Has Highest Road Fatalities in Southeast Asia Despite Good Traffic Laws [Online]. Available: <https://www.sdgmovement.com/2021/02/10/who-global-status-report-on-road-safety-2018/> [10 May 2025] (In Thai)
4. Thailand Development Research Institute (TDRI). 2024. Reviewing Statistics on Injuries and Deaths on Thai Roads 2021–2023, Moving Towards the Goal of Reducing Fatalities Before 2027 [Online]. Available: <https://tdri.or.th/road-safety/> [10 May 2025] (In Thai)
5. Chang, H.-L. and Yeh, T.-H. 2006. Risk factors to driver fatalities in single-vehicle crashes: comparisons between non-motorcycle drivers and motorcyclists. *Journal of Transportation Engineering*, 132, 227–236. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2006\)132:3\(227\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:3(227))

6. Lawton, R., Parker, D., Manstead, A.S. and Stradling, S.G. 1997. The role of affect in predicting social behaviors: the case of road traffic violations. *Journal of Applied Social Psychology*, 27, 1258–1276. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1997.tb01805.x>
7. Department of Disease Control. 2020. Stop!! Thai Children and Youth Dying from Road Traffic Accidents. Bureau of Non-Communicable Disease, Ministry of Public Health, Nonthaburi. (In Thai)
8. Reason, J. 1990. Human Error. Cambridge University Press, Cambridge.
9. Department of Land Transport. 2021. Analysis Report of Road Traffic Accident Statistical Data for Fiscal Year 2021 [Online]. Available: <http://www.dlt.go.th> [10 May 2025] (In Thai)
10. SCMC. 2025. Accident Dashboard: Road Traffic Accidents [Online]. Available: https://public.tableau.com/app/profile/scmc/viz/Accident_17206129265280/Accident [15 May 2025]
11. Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
12. Somoray, K., White, K.M., Watson, B. and Lewis, I. 2024. Predicting risky driving behaviours using the theory of planned behaviour: a meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 208, 107797. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107797>
13. Elliott, M.A., Armitage, C.J. and Baughan, C.J. 2011. Using the theory of planned behaviour to predict observed driving behaviour. *British Journal of Social Psychology*, 46, 69–90. <https://doi.org/10.1348/014466605X90801>
14. Paris, H. and Van den Broucke, S. 2008. Measuring cognitive determinants of speeding: an application of the theory of planned behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11, 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2007.09.002>
15. A Armitage, C.J., Norman, P. and Conner, M. 2010. Can the theory of planned behaviour mediate the effects of age, gender and multidimensional health locus of control?. *British Journal of Health Psychology*, 7, 299–316. <https://doi.org/10.1348/135910702760213698>
16. Yang, H., Liu, X., Su, F. and Cherry, C. 2018. Predicting e-bike users' intention to run the red light: an application and extension of the theory of planned behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 282–291. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.05.027>

17. Rezapur-Shahkolai, F., Vesali-Monfared, E., Barati, M. and Tapak, L. 2022. Prediction of helmet use behavior among motorcyclists based on the theory of planned behavior. *Journal of Research in Health Sciences*, 22, e00564. <https://doi.org/10.34172/jrhs.2022.99>
18. Forward, S.E. 2009. The theory of planned behaviour: the role of descriptive norms and past behaviour in the prediction of drivers' intentions to violate. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2008.12.002>
19. Tiyaubutr, T., Satiennam, W. and Satiennam, T. 2015. Application of the theory of planned behavior (TPB) to study the factors effect to motorcyclist's intention to run red light. *The 20th National Convention on Civil Engineering*, Chonburi, Thailand.
20. Francis, J., Eccles, M.P., Johnston, M., Walker, A., Grimshaw, J., Foy, R., Kaner, E.F.S., Smith, L. and Bonetti, D. 2004. Constructing Questionnaires Based on the Theory of Planned Behaviour: A Manual for Health Services Researchers. Centre for Health Services Research, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, United Kingdom.
21. Zhou, R., Rau, P.P., Zhang, W. and Zhuang, D. 2012. Mobile phone use while driving: predicting drivers' answering intentions and compensatory decisions. *Safety Science*, 50, 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.07.013>
22. Özkan, T., Lajunen, T., Doğruyol, B., Yıldırım, Z. and Çoymak, A. 2012. Motorcycle accidents, rider behaviour, and psychological models. *Accident Analysis and Prevention*, 49, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.009>
23. Parker, D., Manstead, A.S.R., Stradling, S.G., Reason, J.T. and Baxter, J.S. 1992. Intention to commit driving violations: an application of the theory of planned behavior. *Journal of Applied Psychology*, 77, 94–101. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.77.1.94>
24. Evans, D. and Norman, P. 1998. Understanding cycling behaviour: an application of the theory of planned behaviour. *Health Education Research*, 13, 117–127.
25. Armitage, C.J. and Conner, M. 2010. Efficacy of the theory of planned behaviour: a meta-analytic review. *British Journal of Social Psychology*, 40, 471–499. <https://doi.org/10.1348/014466601164939>
26. Cristea, M. and Gheorghiu, A. 2016. Attitude, perceived behavioral control, and intention to adopt risky behaviors. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 43, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.004>

27. Orzanna, R. 2015. Image Description [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42261999> [14 April 2025]
28. Wang, X. and Xu, L. 2021. Factors influencing young drivers' willingness to engage in risky driving behavior: Continuous lane-changing. *Sustainability*, 13, 6459. <https://doi.org/10.3390/su13116459>
29. Qin, L. and Ma, X. 2023. Analysis of factors influencing aberrant riding behavior of electric bicycle riders based on the theory of planned behavior. *IATSS Research*, 47, 466–474.
30. Hassan, H.M. and Shawky, M. 2023. Exploring the factors influencing risky driving behavior using the theory of planned behavior and the role of moral norm. *Behavioral Sciences*, 13, 309.
31. Zhao, N., Meitner, M.J. and Fu, L. 2019. The application and extension of the theory of planned behavior to predict pedestrians' violating crossing behavior in China. *Accident Analysis and Prevention*, 124, 127–135.
32. Lee, T.K. and Kim, J.T. 2015. Residents' responses on indoor environment quality and energy use in apartments. *Energy and Buildings*, 98, 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.084>
33. Kursunoglu, N. and Onder, M. 2019. Application of structural equation modeling to evaluate coal and gas outbursts. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 88, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2019.02.017>
34. Reason, J. 1997. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate, Aldershot.
35. Reason, J. 2000. Human error: Models and management. *BMJ*, 320, 768–770. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>
36. OECD/ITF. 2008. *Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach*. OECD Publishing, Paris.
37. World Health Organization. 2018. *Global Status Report on Road Safety 2018*. WHO Press.
38. Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. 2019. *Multivariate Data Analysis*, Cengage Learning, Boston.
39. Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. 2010. *Multivariate Data Analysis*, Pearson Prentice Hall International, New York.
40. Baumgartner, H. and Homburg, C. 1996. Applications of structural equation modeling in marketing and consumer research: A review. *International Journal of Research in Marketing*, 13, 139–161. [https://doi.org/10.1016/0167-8116\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0167-8116(95)00038-0)

41. Doll, W.J., Xia, W. and Torkzadeh, G. 1994. A confirmatory factor analysis of the end-user computing satisfaction instrument. *MIS Quarterly*, 18, 453–461. <https://doi.org/10.2307/249524>
42. Hooper, D., Coughlan, J. and Mullen, M.R. 2008. Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6, 53–60
43. Miles, J. and Shevlin, M. 1998. Effects of sample size, model specification and factor loadings on the GFI in confirmatory factor analysis. *Personality and Individual Differences*, 25, 85–90. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(98\)00055-5](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(98)00055-5)
44. Brown, T.A. 2015. *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. Guilford Press, New York.
45. Browne, M.W. and Cudeck, R. 1993. Alternative ways of assessing model fit (pp. 136–162), in K.A. Bollen and J.S. Long (Eds.) *Testing Structural Equation Models*, Sage Publications, Newbury Park.
46. Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. and Müller, H. 2003. Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *MPR-Online*, 8, 23–74.