

3

การพัฒนากรอบแนวคิดของต้นแบบรายงาน
อุบัติเหตุทางถนนตามหลักการบริหารจัดการ
บุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่ง
เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีในธุรกิจ
โลจิสติกส์ด้านการขนส่ง

Development of a Road Accident Reporting Prototype
Based on Personnel Safety Management Principles in
Transportation to Promote Safety and Well-being
in the Logistics Transportation Sector

ชยพล ผู้พัฒน์

Chayapol Phupatt



การพัฒนากรอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุทางถนน ตามหลักการบริหารจัดการบุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่ง เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพ ที่ดีในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่ง

Development of a Road Accident Reporting Prototype
Based on Personnel Safety Management Principles in Transportation
to Promote Safety and Well-being in the Logistics Transportation Sector

ชยพล ผู้พัฒน์¹

Chayapol Phupatt

¹วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย

College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

e-mail: chayapol.ph@spu.ac.th¹

Received : April 26, 2026 Revised : June 24, 2026 Accepted : July 6, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบรายงานอุบัติเหตุทางถนนในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่งวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยที่เกี่ยวข้องและพัฒนากรอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุตามหลักการบริหารจัดการบุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่ง(TSM)ด้วยวิธีวิจัยแบบผสมผสานขั้นแรกสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ปฏิบัติงาน 14 คน (ผู้จัดการ บุคลากรด้านความปลอดภัย และพนักงานขับรถ) เพื่อสังเคราะห์ปัญหาและพัฒนาตัวแปร 7 องค์ประกอบ 21 ตัวชี้วัด ได้แก่ ด้านระบบรายงานและ Workflow การใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้คุณภาพข้อมูลและการบูรณาการข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิคการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทางปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัยและเทคโนโลยีและความต้องการระบบต้นแบบขั้นที่สองเก็บข้อมูลแบบสอบถาม 414 คน พบทุกตัวแปรมีความเฉลี่ยระดับมาก(4.19–4.36) โดยรูปแบบการรายงานที่สร้างความมั่นใจให้กลักรายงานข้อเท็จจริงและการบูรณาการหลักฐานดิจิทัลได้รับความเห็นด้วยสูงสุดผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน(CFA)ยืนยันว่าทุกองค์ประกอบมีค่า AVE ระหว่าง 0.581–0.690

และ CR ระหว่าง 0.806–0.870 ผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงคู่เข้าและความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้างผลการวิจัยนำไปสู่การพัฒนากรอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุแบบสมบูรณ์ที่บูรณาการข้อมูลหลายมิติ เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่งอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : โลจิสติกส์, การวิเคราะห์ปัจจัย, วิธีผสมผสาน, ระบบจัดการการขนส่ง, ความปลอดภัยทางถนน

Abstract

This research aims 1) to investigate the problems and solutions of road accident reporting systems in the logistics transportation sector, 2) to conduct a confirmatory factor analysis of the relevant factors, and 3) to develop a road accident reporting prototype based on personnel safety management principles in transportation (TSM). A mixed methods approach was used. The first phase involved in-depth interviews with 14 practitioners (managers, safety personnel, and truck drivers) to synthesize problems and develop 7 components with 21 indicators: accident reporting system and workflow, report utilization and learning loop, data quality and integration, loading data and technical factors, vehicle operation and route risk, human factors and safety culture, and technology and prototype requirements. The second phase involved collecting data from 414 questionnaire respondents. All variables received high agreement (means 4.19–4.36), with the reporting format that built drivers' confidence to report facts truthfully and the integration of digital evidence rated highest. Confirmatory factor analysis (CFA) confirmed that all components met convergent validity and composite reliability criteria, with AVE between 0.581 and 0.690 and CR between 0.806 and 0.870. The findings led to a comprehensive road accident reporting prototype that integrated multidimensional data to promote safety and well-being in the logistics transportation sector sustainably.

Keywords : Logistics, Factor Analysis, Mixed method, Transportation System Management, Road Safety



ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การขนส่งสินค้าทางบกมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและห่วงโซ่อุปทาน แต่อุบัติเหตุรถบรรทุกก่อให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมาก (Zheng et al., 2018) ในสหรัฐอเมริกาปี ค.ศ. 2017 มีผู้เสียชีวิตจากรถบรรทุกเชิงพาณิชย์ 5,005 ราย บาดเจ็บ 170,000 ราย (Cai et al., 2021) และสูญเสียทางเศรษฐกิจราว 99,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2012 (Chen et al., 2015) รถบรรทุกขนาดใหญ่จึงมีส่วนอุบัติเหตุร้ายแรงสูงกว่ายานพาหนะอื่น (Jermakian, 2012; Mooren et al., 2014) และในระดับสากล อุบัติเหตุทางถนนเป็นสาเหตุการเสียชีวิต 1.3 ล้านรายในปี ค.ศ. 2004 โดยยานพาหนะขนาดใหญ่มักร้ายแรงกว่า (Trigell et al., 2017)

สาเหตุของอุบัติเหตุรถบรรทุกซับซ้อนหลายมิติโดยปัจจัยมนุษย์เป็นสาเหตุหลัก โดยเฉพาะความเหนื่อยล้า (Driver Fatigue) ที่ประมาณว่าเป็นสาเหตุร้อยละ 30-40 ในสหรัฐอเมริกา (Cardoso et al., 2019) Gander et al. (2006) พบว่าร้อยละ 17.6 ของอุบัติเหตุเกี่ยวข้องกับ ความเหนื่อยล้า และวิธีประเมินแบบ “tick-box” ระบุได้เพียงร้อยละ 41-71 สะท้อนว่าระบบรายงานที่มีอยู่ไม่เพียงพอ Yuan et al. (2021) พบว่าผู้ขับขี่อายุน้อยที่มีประวัติอุบัติเหตุและฝ่าฝืนกฎเสี่ยงต่ออุบัติเหตุร้ายแรงสูงกว่า การสำรวจระดับชาติของ Chen et al. (2015) พบว่าผู้ขับขี่ทางไกลกว่าหนึ่งในสามเคยประสบอุบัติเหตุ ร้อยละ 73 เห็นว่าตารางจัดส่งกระชั้นชิดเกินจริง และร้อยละ 68 ของการบาดเจ็บที่ไม่เกี่ยวกับการชนไม่ถูกรายงาน การวิเคราะห์เชิงระบบ (Systems Approach) ชี้ว่าการมุ่งโทษผู้ขับขี่อย่างเดียวไม่พอ Newnam and Goode (2015) ใช้กรอบของ Rasmussen (1997) และเทคนิค Accimap พบว่าการสอบสวนของ NTSB มักมองข้ามแรงกดดันทางเศรษฐกิจ สอดคล้องกับ Khan and Das (2024) ที่เสนอ Safe System Approach (SSA) ซึ่งลดอัตราการเสียชีวิตในกลุ่มอายุ 15-24 ปีได้ถึงร้อยละ 38

ระบบการบริหารความปลอดภัย (Safety Management System: SMS) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการลดอุบัติเหตุ Mooren et al. (2014) ทบทวนวรรณกรรมและพบว่าปัจจัยด้านการบริหาร เช่น ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร การฝึกอบรม การวางแผนการเดินทาง และการมีส่วนร่วมของพนักงาน สัมพันธ์กับอัตราการบาดเจ็บที่ลดลง ขณะที่ Mooren (2016) พัฒนาระบบการบริหารความปลอดภัยเชิงประจักษ์สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ และระบุ 14 คุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่มีหลักฐานสนับสนุน โดยเน้นแนวทางเชิงระบบที่ผนวกปัจจัยองค์กร

ในระดับองค์กร Nævestad et al. (2020) พบว่าบริษัทที่อยู่ระดับสูงของ Safety Ladder (ระดับ 4) มีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุเพียงครึ่งหนึ่งของระดับ 2 และ Nævestad et al. (2023) พบว่าการขับขึ้นเชิงเศรษฐกิจ (Economic Driving) สัมพันธ์เชิงบวกกับความปลอดภัย โดยบริษัทที่มีมาตรการครอบคลุมมีอัตราอุบัติเหตุลดลง โดยเฉพาะการขนส่งระยะไกล

เทคโนโลยีสมัยใหม่ช่วยยกระดับความปลอดภัยระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (ADAS) ลดอุบัติเหตุได้อย่างมีนัยสำคัญ de Winkel and Christoph (2025) พบว่า Lane Keeping Assist และ Driver Monitoring Systems มีประสิทธิภาพสูงสุด (ลดร้อยละ 19.1 และ 14) ส่วน AEB ลดร้อยละ 10.7 ขณะที่ Adaptive Cruise Control กลับสัมพันธ์กับอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้น สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ Teoh (2021) พบว่า Forward Collision Warning ลดอุบัติเหตุที่รายงานตำรวจร้อยละ 22 และชนท้ายร้อยละ 44 ส่วน AEB ลดร้อยละ 12 และ 41 และ Jermakian (2012) ประมาณว่าเทคโนโลยีหลักเลี่ยงการชน 4 ประเภท ป้องกันอุบัติเหตุได้กว่า 30,000 ครั้งต่อปี

ข้อมูล telematics และระบบตรวจสอบในรถ (In-vehicle Monitoring) เป็นอีกแนวทางสำคัญ Zhang et al. (2022) พบว่าค่าเตือนเกี่ยวกับการหาวและการสูบบุหรี่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุมากกว่าลักษณะการเดินทางแบบดั้งเดิม และเสนอแนวคิดประกันภัย Manage-How-You-Drive (MHYD) ส่วน Cai et al. (2021) ศึกษาข้อมูลผู้ขับขี่ 31,828 ราย พบว่าเหตุการณ์วิกฤตด้านความปลอดภัย (Safety-Critical Events: SCEs) สัมพันธ์เชิงบวกกับอุบัติเหตุ โดย SCE เพิ่ม 1 หน่วยต่อ 10,000 ไมล์ สัมพันธ์กับอัตราอุบัติเหตุที่เพิ่มร้อยละ 8.4 โดยเฉพาะ Rolling Stability ที่เพิ่มสูงถึงร้อยละ 50.4

ด้านระบบบริหารจัดการการขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) มีงานวิจัยที่บูรณาการ IoT และปัญญาประดิษฐ์เข้ากับการบริหารจราจร Musa et al. (2023) พัฒนารอบที่ยั่งยืนสำหรับเมืองอัจฉริยะด้วย IoT, ITS, Machine Learning และ Cloud Computing Lilhore et al. (2022) ออกแบบระบบ Adaptive Traffic Management ด้วย Machine Learning และ IoT ที่ลดเวลารอและความแออัดได้เหนือกว่าวิธีดั้งเดิม และ Louati (2025) เสนอรอบ AI/ML สำหรับการบริหารจราจรอย่างยั่งยืนที่ผนวกการระบุจุดเสี่ยงเชิงทำนายและการวางแผนทางประหยัดเชื้อเพลิง

ด้านการติดตามยานพาหนะ Nandhu et al. (2026) พัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนอุบัติเหตุบน IoT ที่บูรณาการ GPS, GSM และเซ็นเซอร์ เพื่อตรวจจับอุบัติเหตุและแจ้งเตือนฉุกเฉินแบบเรียลไทม์ ส่วน Stefansson et al. (2008) เสนอโมเดล Smart Transportation Management (STM) ที่ประกอบด้วยสินค้า ยานพาหนะ และโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ โดยเน้นข้อมูลแบบกระจายศูนย์เพื่อการตัดสินใจ ณ จุดปฏิบัติงาน



ปัจจัยเชิงเทคนิคของยานพาหนะก็สำคัญ Trigell et al. (2017) ชี้ว่าร้อยละ 20 ของอุบัติเหตุรถบรรทุกเกิดจากการสูญเสียการควบคุม โดยเสถียรภาพในการเลี้ยวและการ พลิกคว่ำเป็นปัจจัยวิกฤต ซึ่งระบบ Electronic Stability Control (ESC) ช่วยลดได้ ส่วน Jacob and Feypell-de La Beaumelle (2010) ระบุว่าเทคโนโลยี Weigh-in-Motion (WIM) ที่ตรวจน้ำหนักแบบเรียลไทม์ ลดรถบรรทุกที่บรรทุกเกินพิกัดได้ถึงร้อยละ 50 ในบางประเทศ

ด้านความเสี่ยงเส้นทางและปัจจัยแวดล้อม Dolzhenko et al. (2025) เน้นว่าการวางแผนเส้นทางที่พิจารณาโครงสร้างพื้นฐานและสภาพอากาศส่งผลต่อความตรงต่อเวลาและต้นทุน และเสนอให้ฝึกอบรมและบริหารความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ ส่วน Zheng et al. (2018) ใช้แบบจำลอง Gradient Boosting พบว่าบริษัทขนส่งขนาดเล็ก (2-5 คัน) มีผลด้านความปลอดภัยที่ดีที่สุด และช่วงเวลา วันในสัปดาห์ อายุผู้ขับขี่ และสภาพอากาศล้วนมีอิทธิพลต่อความรุนแรง

นอกจากเทคโนโลยีแล้วยังมีวรรณกรรมที่เกี่ยวกับ“ระบบรายงานอุบัติเหตุ” (Accident Reporting Systems) โดยตรง Reason (2000) เสนอวัฒนธรรมการรายงาน (Reporting Culture) และวัฒนธรรมที่เป็นธรรม (Just Culture) โดยชี้ว่าความไว้วางใจและการแยกความผิดพลาดที่ไม่ตั้งใจออกจากการกระทำที่ควรตำหนิ ทำให้พนักงานกล้ารายงานด้านพฤติกรรมกรรายงาน Probst and Estrada (2010)

พบว่าอุบัติเหตุที่ไม่ถูกรายงานสูงกว่าที่ถูกรายงานอย่างมีนัยสำคัญ และบรรยากาศความปลอดภัยเชิงจิตวิทยา (Psychological Safety Climate) เป็นปัจจัยก้ำกับสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของงานวิจัยนี้ที่ความกล้ารายงานข้อเท็จจริงเป็นปัจจัยที่ผู้ปฏิบัติงานให้ความสำคัญสูงสุดนอกจากนี้ประสิทธิภาพของระบบรายงานขึ้นกับการบูรณาการข้อมูล (Safety Data Integration) Cai et al. (2021) แสดงว่าการสังเคราะห์ข้อมูลรายงานร่วมกับข้อมูลการขับขี่เชิงธรรมชาติเปิดเผยความสัมพันธ์กับเหตุการณ์วิกฤตได้ลึกซึ้งขึ้นขณะที่ Lord and Mannering (2010) และ Mannering and Bhat (2014) ชี้ว่าการรายงานไม่ครบถ้วน (Under-reporting) และความแปรปรวนที่สังเกตไม่ได้ (Unobserved Heterogeneity) บั่นทอนความถูกต้องของการวิเคราะห์ ตอกย้ำว่าคุณภาพและความครบถ้วนของข้อมูลเป็นรากฐานของการวิเคราะห์ความปลอดภัยที่เชื่อถือได้

ระบบรายงานอุบัติเหตุยังเชื่อมโยงกับสุขภาพจิตและความเป็นอยู่ที่ดี (Well-being) ของพนักงานขับรถซึ่งเผชิญความเครียดจากแรงกดดันด้านเวลาและความเหนื่อยล้าสะสม Chen et al. (2015) พบว่าผู้ขับขี่จำนวนมากเห็นว่าตารางการส่งรถตัวเกินจริงซ้ำการสอบสวนที่มุ่งโทษผู้ขับขี่ (blame the driver) มองข้ามแรงกดดันเชิงระบบ การออกแบบ

ระบบรายงานอุบัติเหตุยังเชื่อมโยงกับสุขภาพจิตและความเป็นอยู่ที่ดี(Well-being) ของพนักงานขับรถซึ่งเผชิญความเครียดจากแรงกดดันด้านเวลาและความเหนื่อยล้าสะสม Chen et al. (2015) พบว่าผู้ขับขี่จำนวนมากเห็นว่าตารางการส่งรถตัวเก็นจริงชี้ว่าการสอบสวนที่มุ่งโทษผู้ขับขี่ (blame the driver) มองข้ามแรงกดดันเชิงระบบ การออกแบบจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผู้วิจัยรวบรวมในการศึกษานี้พบว่ายังมีช่องว่างในเรื่อง “ระบบรายงานอุบัติเหตุ” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ และป้องกันการเกิดซ้ำ ปัญหาการรายงานไม่ครบถ้วน (Chen et al., 2015) และข้อจำกัดของการประเมินความเหนื่อยล้า (Gander et al., 2006) ซึ่งรูปแบบรายงานที่ใช้้อยู่ยังไม่สามารถบูรณาการข้อมูลเชิงลึกที่จำเป็น ทั้งปัจจัยมนุษย์ ปัจจัยเชิงเทคนิค ความเสี่ยงเส้นทาง และข้อมูล telematics

ระบบรายงานที่มีอยู่จริงส่วนใหญ่ออกแบบเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างจากงานวิจัยนี้ ในต่างประเทศ ระบบอย่าง MMUCC ของสหรัฐอเมริกาและ CADaS ของสหภาพยุโรป (Montella et al., 2013) มุ่งสร้างมาตรฐานชุดข้อมูลที่ตำรวจบันทึก (police-reported crash data) เพื่อการเฝ้าระวังระดับชาติ ส่วน CSA ของ FMCSA และการสอบสวนของ NTSB เน้นการกำกับและตรวจสอบเหตุการณ์รุนแรงรายกรณี ระบบเหล่านี้เก็บ “ข้อเท็จจริงของการชน” เป็นหลัก แต่ไม่ได้บูรณาการข้อมูลปัจจัยมนุษย์ ปัจจัยเชิงเทคนิค ความเสี่ยงเส้นทาง และ telematics ในระดับปฏิบัติการ อีกทั้งไม่ได้จัดการวัฒนธรรมการรายงานที่เป็นธรรม (Just Culture) ซึ่งเป็นรากของการรายงานไม่ครบถ้วน (Reason, 2000) ในบริบทไทย ระบบที่ใช้อยู่เช่น ระบบบูรณาการข้อมูลการเสียชีวิต 3 ฐาน และศูนย์ข้อมูล ThaiRSC มุ่งนับจำนวนการบาดเจ็บและเสียชีวิตเพื่อระบอบาวิทยาและการจ่ายค่าสินไหม ส่วนกรมการขนส่งทางบกเน้นการติดตามตำแหน่ง (GPS) เพื่อการกำกับ ขณะที่ระบบรายงานภายในของบริษัทส่วนใหญ่ยังเป็นกระดาษ ขาดมาตรฐาน และแยกส่วน (fragmented) ไม่สามารถป้อนวงจรการเรียนรู้ (learning loop) ได้ (Choosakun et al., 2021)

ในบริบทไทย อุตสาหกรรมการขนส่งเผชิญความท้าทายจากปริมาณรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้นและเส้นทางที่ซับซ้อน (Sattayathamrongthian & Vanpetch, 2022) บุคลากรด้านการจัดการความปลอดภัย (Transportation Safety Manager: TSM) มีบทบาทรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์สาเหตุ และกำหนดมาตรการ ป้องกัน แต่ระบบรายงานที่ใช้้อยู่มักขาดมาตรฐาน ซับซ้อน และเชื่อมโยงข้อมูลหลายแหล่งได้ไม่ดี (Puchongkawarin & Ransikarbum, 2021) สอดคล้องกับ Champahom et al. (2024) ที่ระบุว่านโยบายการขนส่งถูกกำหนดโดยผู้บริหารโดยขาดความเห็นจากผู้ขับขี่



ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนารอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุทางถนนตามหลักการบริหารจัดการบุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่งด้วยวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) เพื่อบูรณาการมุมมองจากผู้ปฏิบัติงานจริง ครอบคลุมทั้งด้านระบบรายงานและ Workflow การใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ คุณภาพข้อมูลและการบูรณาการ ข้อมูลเชิงเทคนิค ความเสี่ยงเส้นทาง ปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัยและเทคโนโลยีสนับสนุน เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่งอย่างยั่งยืน

การสังเคราะห์เชิงทฤษฎีและกรอบแนวคิดการวิจัย

แม้วรรณกรรมที่ทบทวนจะครอบคลุมหลายมิติ แต่เพื่อให้องค์ประกอบทั้ง 7 มีรากฐานเชิงทฤษฎีร่วมกัน งานวิจัยนี้สังเคราะห์กรอบแนวคิดภายใต้มุมมองการบริหารความปลอดภัยเชิงสังคม-เทคนิค (Socio-Technical Safety Management) ที่บูรณาการ 4 ฐานทฤษฎีหลัก

ฐานแรกคือ Haddon Matrix (Haddon Jr, 1980) กรอบพื้นฐานของวิทยาการความปลอดภัยทางถนนที่จำแนกปัจจัยเสี่ยงเป็นด้านมนุษย์ ยานพาหนะ และสภาพแวดล้อมตามช่วงก่อน ขณะ และหลังเกิดเหตุ อธิบายว่าเหตุใดต้นแบบรายงานต้องเก็บข้อมูลหลายมิติ ทั้งปัจจัยมนุษย์ (องค์ประกอบที่ 6) ปัจจัยเชิงเทคนิคและการบรรเทา (องค์ประกอบที่ 4) และความเสี่ยงเส้นทาง/สภาพแวดล้อม (องค์ประกอบที่ 5)

ฐานที่สองคือ ทฤษฎีการเกิดอุบัติเหตุเชิงระบบ (Systems-based Accident Causation) ได้แก่ กรอบบริหารความเสี่ยงของ Rasmussen แบบจำลองอุบัติเหตุเชิงองค์กร (Swiss Cheese Model) ของ Reason (2000) และ Safe System Approach (Khan and Das, 2024; Newnam & Goode, 2015) ซึ่งชี้ว่าอุบัติเหตุเป็นผลจากความบกพร่องที่ทอดข้ามหลายระดับขององค์กร มิใช่ความผิดของผู้ขับซึ่งเพียงลำพัง ฐานนี้จึงเป็นเหตุผลที่ต้นแบบต้องบูรณาการข้อมูลข้ามแหล่ง (องค์ประกอบที่ 3) เพื่อสาวถึงรากเหง้าเชิงระบบ

ฐานที่สามคือ ทฤษฎีวัฒนธรรมการรายงานและวัฒนธรรมที่เป็นธรรม (Reporting Culture / Just Culture) ของ Reason (2000) ร่วมกับแนวคิดบรรยากาศความปลอดภัยเชิงจิตวิทยา (Psychological Safety Climate) ของ Probst and Estrada (2010) ซึ่งอธิบายว่าความไว้วางใจและการไม่มุ่งลงโทษทำให้พนักงานกล้ารายงานข้อเท็จจริง ฐานนี้รองรับการออกแบบ workflow และรูปแบบการรายงาน (องค์ประกอบที่ 1) และมีวัฒนธรรมความปลอดภัย (องค์ประกอบที่ 6)

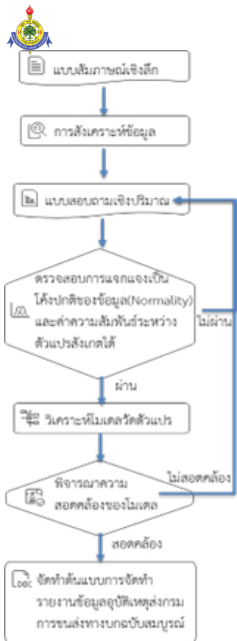
ฐานที่ดีคือ ทฤษฎีการเรียนรู้ขององค์กรและระบบบริหารความปลอดภัย (Organizational Learning / Safety Management System) โดยอาศัยการเรียนรู้แบบวงจรรเดี่ยว และวงจรรคู่ (Single- and Double-loop Learning) ของ Auqui-Caceres and Furlan (2023) และวงจรการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (PDCA) (Nævestad et al., 2023) ซึ่งอธิบายว่ารายงานอุบัติเหตุนำมาซึ่งคุณค่าได้เมื่อถูกป้อนกลับเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ ฐานนี้รองรับองค์ประกอบด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ (องค์ประกอบที่ 2) (Koo et al., 2009)

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบรายงานอุบัติเหตุนานาชาติในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่งจากมุมมองของผู้ปฏิบัติงาน
- 2) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบรายงานอุบัติเหตุนานาชาติตามหลักการบริหารจัดการบุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่ง (TSM)
- 3) เพื่อพัฒนารอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุนานาชาติที่บูรณาการปัจจัยด้านระบบรายงานและ Workflow การใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ คุณภาพข้อมูล ข้อมูลเชิงเทคนิค ความเสี่ยงเส้นทาง ปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย และเทคโนโลยีสนับสนุน เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่ง

วิธีการวิจัย

ภาพที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) แบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะแรกเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เริ่มจาก (1) เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) แล้ว (2) สังเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อจำแนกปัญหาและแนวทางแก้ไขเป็นองค์ประกอบ ระยะที่สองเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ โดยนำผลมาพัฒนาเป็น (3) แบบสอบถาม จากนั้น (4) ตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูล ทั้งการแจกแจงปกติ (Normality) และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ หากไม่ผ่านจะย้อนกลับไปปรับปรุงแล้วตรวจสอบซ้ำ เมื่อผ่านจึง (5) วิเคราะห์โมเดลการวัดด้วย CFA ต่อด้วย (6) พิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หากไม่สอดคล้องจะปรับโมเดล หากสอดคล้องจึงเข้าสู่ระยะที่สาม คือ (7) บูรณาการผลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณเพื่อจัดทำต้นแบบรายงานข้อมูลอุบัติเหตุนานาชาติสำหรับการขนส่งทางบกฉบับสมบูรณ์



รูปภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods)
ในการพัฒนารอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุ

ขั้นแรกเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ผู้ให้ข้อมูล 14 คน ประกอบด้วยผู้จัดการและหัวหน้างาน 7 คน บุคลากรด้านความปลอดภัย/TSM และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง 5 คน และพนักงานขับรถ/ฝ่ายปฏิบัติการ 2 คน เพื่อสำรวจปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบรายงานในบริษัทจริง แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดและตัวแปรสำหรับพัฒนาแบบสอบถาม การคัดเลือกใช้วิธีเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้ให้ข้อมูลต้องมีการประสบการณ์ตรงกับการรายงานอุบัติเหตุไม่น้อยกว่า 3-5 ปี การจำแนกเป็น 3 กลุ่มตามบทบาทช่วยครอบคลุมมุมมองตั้งแต่ระดับนโยบายถึงผู้ปฏิบัติงานหน้างาน อันเป็นการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ทั้งนี้จำนวนผู้ให้ข้อมูลพิจารณาจากหลักความอิ่มตัวของข้อมูล (Data Saturation)

ในการแปลงผลเชิงคุณภาพสู่เครื่องมือเชิงปริมาณ ผู้วิจัยกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและยกร่างข้อคำถาม แล้วตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) คัดเฉพาะข้อที่ IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นทดลองใช้ (Pilot Test) กับกลุ่มใกล้เคียง 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha = 0.935 สูงกว่าเกณฑ์ 0.70 แสดงว่าแบบสอบถามมีความตรงและความน่าเชื่อถือเพียงพอ

ขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยนำผลจากการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพมาพัฒนาเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ครอบคลุม 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านระบบรายงานอุบัติเหตุและ Workflow ด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ ด้านคุณภาพข้อมูลและการบูรณาการข้อมูลเพื่อวิเคราะห์เหตุ ด้านข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิค ด้านการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง ด้านปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย และด้านเทคโนโลยีและความต้องการระบบต้นแบบ รวมทั้งสิ้น 21 ข้อคำถาม กลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณประกอบด้วยผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 414 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพนักงานขับรถและฝ่ายปฏิบัติการร้อยละ 77.29 บุคลากรด้านความปลอดภัย TSM ร้อยละ 16.91 และผู้จัดการหรือหัวหน้างานร้อยละ 5.80

ประชากรคือบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับระบบรายงานอุบัติเหตุในธุรกิจโลจิสติกส์ด้านการขนส่ง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 414 คน ด้วยวิธีเจาะจง (Purposive) จากผู้ประกอบการภายใต้สมาคมขนส่งสินค้าและโลจิสติกส์ไทย ผ่านแบบสอบถามกระดาษ การกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นไปตามข้อเสนอแนะของ CFA ที่อย่างน้อย 10–20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกตได้ เมื่อมี 21 ตัวแปร ขนาด 414 คนจึงเป็นอัตราส่วนราว 20:1 สูงกว่าเกณฑ์และมากกว่าขั้นต่ำ 200 ราย จึงเพียงพอต่อความเสถียรของผล

การใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สอดคล้องกับลักษณะประชากรเป้าหมายที่เป็นบุคลากรซึ่งมีประสบการณ์ตรง และระบุนกรอบประชากรที่แน่นอนได้ยาก การคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติตรงเกณฑ์ช่วยให้ข้อมูลที่ตรงเชิงเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่มุ่งพัฒนาและยืนยันกรอบแนวคิด มากกว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร ทั้งนี้ CFA ให้ความสำคัญกับสัดส่วนตัวอย่างต่อตัวแปร (20:1) มากกว่าการเป็นตัวแทนเชิงความน่าจะเป็น

ก่อนการวิเคราะห์ ผู้วิจัยตรวจสอบการแจกแจงปกติ (Normality) และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เมื่อผ่านเกณฑ์จึงวิเคราะห์โมเดลการวัดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) โดยพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) และค่าความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้าง (Composite Reliability: CR) และความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หากไม่ผ่านจะปรับปรุงจนผ่านเกณฑ์

ขั้นตอนสุดท้าย เมื่อโมเดลมีความสอดคล้องแล้ว ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์ทั้งจากเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมาบูรณาการเพื่อจัดทำต้นแบบการจัดการรายงานข้อมูลอุบัติเหตุสำหรับการขนส่งทางบกฉบับสมบูรณ์ ซึ่งครอบคลุมทั้ง 7 องค์ประกอบที่ได้รับการยืนยันจากการวิเคราะห์เชิงสถิติ



งานวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบผสมผสานเชิงสำรวจตามลำดับตามแนวทางของ Creswell and Clark (2007) โดยให้น้ำหนักระยะเชิงคุณภาพเป็นฐานในการสร้างเครื่องมือเชิงปริมาณ การบูรณาการ (Integration) ของข้อมูลทั้งสองชนิดเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบใน 3 จุด ได้แก่

(1) การบูรณาการเชิงการสร้าง — ข้อค้นพบจากการสังเคราะห์การสัมภาษณ์เชิงลึกถูกแปลงเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ องค์ประกอบ 7 ด้าน และตัวชี้วัด 21 ข้อ เพื่อใช้ยกร่างแบบสอบถามเชิงปริมาณ กล่าวคือ ผลเชิงคุณภาพเป็น “อินพุต” ที่กำหนดโครงสร้างของเครื่องมือเชิงปริมาณโดยตรง

(2) การบูรณาการเชิงการเชื่อมโยง — ผลการวิเคราะห์ CFA ใช้ตรวจสอบและยืนยันโครงสร้างองค์ประกอบที่ได้จากระยะเชิงคุณภาพ ว่ามีความตรงเชิงรู้เข้าและความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้างเพียงพอหรือไม่ ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานเชิงโครงสร้างที่ออกจากข้อมูลเชิงคุณภาพ

(3) การบูรณาการเชิงการหลอมรวมและการตีความ — ในระยะที่สามผลเชิงคุณภาพ (บริบทและเหตุผลเชิงลึก) และผลเชิงปริมาณ (น้ำหนักความเห็นด้วยและความตรงของโครงสร้าง) ถูกนำมาหลอมรวมเพื่อสร้างข้อสรุปร่วม และพัฒนารอบแนวคิดของต้นแบบฉบับสมบูรณ์ โดยนำเสนอความสอดคล้องระหว่างผลทั้งสองชนิดผ่านตารางแสดงการบูรณาการ

งานวิจัยนี้มีขอบเขตอยู่ที่ขั้นการพัฒนาและยืนยันกรอบแนวคิดของต้นแบบ (Framework Development and Validation) ซึ่งสอดคล้องกับขั้นการระบุปัญหาและการออกแบบในกระบวนการวิจัยเชิงออกแบบ (Design Science Research) โดยยังไม่ครอบคลุมขั้นการนำไปใช้และประเมินผลในองค์กรจริง การยืนยันกรอบแนวคิดในขั้นนี้จึงเป็นรากฐานที่จำเป็นก่อนการพัฒนาต้นแบบเชิงระบบและการทดสอบประสิทธิผลต่อไป

งานวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบผสมผสานเชิงสำรวจตามลำดับตามแนวทางของ Creswell and Clark (2007) โดยให้น้ำหนักระยะเชิงคุณภาพเป็นฐานในการสร้างเครื่องมือเชิงปริมาณ การบูรณาการ (Integration) ของข้อมูลทั้งสองชนิดเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบใน 3 จุด ได้แก่

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่ ผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และผลการวิจัยเชิงปริมาณจากการวิเคราะห์แบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูล 14 คน ดังตารางที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 71.43 มีช่วงอายุ 50–59 ปีมากที่สุดร้อยละ 35.71 รองลงมา 30–39 ปีร้อยละ 28.57 ด้านตำแหน่งงาน ผู้จัดการและหัวหน้างานมีสัดส่วนสูงสุตร้อยละ 50 ตามด้วยบุคลากรด้านความปลอดภัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องร้อยละ 35.71 และพนักงานขับรถ/ฝ่ายปฏิบัติการร้อยละ 14.29 สะท้อนความหลากหลายของมุมมองจากผู้ปฏิบัติงานในระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

คุณลักษณะ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	1	7.14
	หญิง	10	71.43
	อื่น ๆ(ไม่ระบุเพศ)	3	21.43
อายุ	20–29	3	21.43
	30–39	4	28.57
	40–49	2	14.29
	50–59	5	35.71
ลักษณะตำแหน่งงาน ของผู้ให้ข้อมูล	ผู้จัดการ/หัวหน้างาน	7	50
	บุคลากรด้านความปลอดภัย/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง (เช่น TSM/ประสานงาน/ซ่อมบำรุง/ปฏิบัติการ)	5	35.71
	พนักงานขับรถ/พนักงานฝ่ายปฏิบัติการ	2	14.29

การสังเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ดังภาพที่ 2 จำแนกปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบรายงานอุบัติเหตุเป็น 6 ด้านหลัก ด้านแรกคือปัญหาด้านระบบรายงานอุบัติเหตุ และ Workflow พบข้อจำกัดด้านความชัดเจนของนโยบายและแนวปฏิบัติ บทบาทความรับผิดชอบไม่ชัดเจน ขั้นตอนหลายขั้นที่ทำให้รายงานล่าช้า และขาดขั้นตอนมาตรฐานของ TSM แนวทางแก้ไข เช่น กำหนดขั้นตอนมาตรฐาน ลดขั้นตอนที่ซับซ้อน และสร้างความชัดเจนในบทบาทของแต่ละลำดับขั้น



รูปภาพที่ 2 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขรายงานอุบัติเหตุมานุษยวิทยา

ด้านที่สองคือปัญหาด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ พบว่าการทำรายงานมักเน้นเพียงการปฏิบัติตามข้อกำหนด ไม่เห็นคุณค่าในการนำข้อมูลไปใช้ต่อ ไม่ถูกใช้ป้องกันการเกิดซ้ำ และขาดการสรุปบทเรียน แนวทางแก้ไขคือปรับปรุงแบบรายงานให้เน้นคุณค่าเชิงความปลอดภัยและสร้างวงจรการเรียนรู้ (Learning Loop) จากเหตุการณ์จริง

ด้านที่สามคือปัญหาด้านคุณภาพข้อมูลและการบูรณาการเพื่อวิเคราะห์เหตุ พบว่าข้อมูลซ่อมบำรุงแยกส่วน กระจ่ายหลายฝ่ายหลายระบบ ไม่มีการเชื่อมสภาพรอย่อนหลัง ขาดข้อมูลก่อนและหลังเกิดเหตุและข้อมูลเชิงเทคนิค แนวทางแก้ไขคือเชื่อมโยงข้อมูลซ่อมบำรุงเข้ากับระบบรายงาน จัดเก็บการตรวจเช็คสภาพอย่างย้อนตรงตรวจสอบได้ และบูรณาการข้อมูลหลายแหล่งให้ปรากฏในรายงานฉบับเดียว

ด้านที่สี่คือปัญหาด้านข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิคพบว่าข้อมูลน้ำหนักและการยัดรัดไม่ถูกใช้วิเคราะห์และขาดข้อบันทึกมาตรฐานแนวทางแก้ไขคือมีฟีลด์มาตรฐานสำหรับน้ำหนักและการยัดรัดสินค้าระบุรายละเอียดเชิงเทคนิคของยานพาหนะและจัดโครงสร้างข้อมูลให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา

ด้านที่ห้าคือปัญหาด้านการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง พบว่าข้อมูลความเสี่ยงเส้นทางอาศัยประสบการณ์ส่วนบุคคล รายงานไม่รองรับ Route Risk Assessment ไม่มีข้อบันทึกความเสี่ยงเส้นทาง และต้องการเชื่อมข้อมูลเส้นทางกับจุดเกิดเหตุ แนวทางแก้ไขคือเปลี่ยนข้อมูลความเสี่ยงเส้นทางจากประสบการณ์ส่วนบุคคลให้เป็นระบบมาตรฐานรองรับการประเมินความเสี่ยงเส้นทางในแบบรายงานและเชื่อมโยงพิกัดจุดเกิดเหตุกับข้อมูลจุดเสี่ยง (Hotspots)

ด้านที่หกคือปัญหาด้านปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย พบว่าผู้ขับที่ไม่กล้ารายงานข้อเท็จจริง กลัวถูกลงโทษ รายงานไม่สะท้อนปัจจัยมนุษย์ และต้องการระบบแบบไม่เน้นโทษ แนวทางแก้ไขคือออกแบบรายงานที่มุ่งค้นหาข้อเท็จจริงมากกว่าระบุความผิดส่วนบุคคล (No-blame Culture) เพิ่มฟิลด์ข้อมูลที่สะท้อนปัจจัยด้านมนุษย์ และสร้างรูปแบบรายงานที่ทำให้พนักงานขบขันมั่นใจที่จะรายงานข้อเท็จจริง

นอกจาก 6 ด้านข้างต้น การสังเคราะห์ยังระบุความต้องการด้านเทคโนโลยีและระบบต้นแบบ ได้แก่ เครื่องมือดิจิทัลแจ้งจุดเสี่ยง การติดตามความเร็ว หลักฐานภาพจากกล้อง การตรวจแอลกอฮอล์ก่อนปฏิบัติงาน การตอบสนองเหตุฉุกเฉิน และการบริหารความเหนื่อยล้า ซึ่งพัฒนาเป็นองค์ประกอบที่ 7 ในแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

คุณลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม 414 คน ดังตารางที่ 2 พบว่าเป็นเพศหญิงร้อยละ 54.11 และเพศชายร้อยละ 45.89 ด้านอายุ กลุ่ม 30–39 ปีสูงสุตร้อยละ 31.88 รองลงมา 40–49 ปีร้อยละ 31.64 และ 20–29 ปีร้อยละ 30.43 ส่วนกลุ่ม 50–59 ปีน้อยที่สุดร้อยละ 6.04 ด้านตำแหน่ง พนักงานขับรถและฝ่ายปฏิบัติการสูงสุตร้อยละ 77.29 ตามด้วยบุคลากรด้านความปลอดภัย TSM ร้อยละ 16.91 และผู้จัดการ/หัวหน้างานร้อยละ 5.80 ด้านประสบการณ์ ผู้มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปีสูงสุตร้อยละ 68.84 รองลงมาน้อยกว่า 5 ปีร้อยละ 27.05 และ 5–10 ปีร้อยละ 4.11

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม

คุณลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	สัดส่วน
เพศ	หญิง	224	54.11%
	ชาย	190	45.89%
อายุ	20-29 ปี	126	30.43%
	30-39 ปี	132	31.88%
	40-49 ปี	131	31.64%
	50-59 ปี	25	6.04%
ตำแหน่ง	ผู้จัดการ/หัวหน้างาน	24	5.80%
	บุคลากรด้านความปลอดภัย (TSM)	70	16.91%
	พนักงานขับรถ/ปฏิบัติการ	320	77.29%



คุณลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	สัดส่วน
ประสบการณ์การทำงาน	น้อยกว่า 5 ปี	112	27.05%
	5-10 ปี	17	4.11%
	มากกว่า 10 ปี	285	68.84%

3

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 3 พบว่าผู้ตอบเห็นด้วยในระดับมากที่สุดต่อทุกตัวแปร ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.19–4.36 ข้อที่สูงที่สุดคือ CUL3 เรื่องรูปแบบการรายงานที่สร้างความมั่นใจให้กล้ารายงานข้อเท็จจริง (ค่าเฉลี่ย = 4.36, S.D. = 0.862) รองลงมา PRO1 การบูรณาการหลักฐานดิจิทัล เช่น ภาพจากกล้องหน้ารถและข้อมูลความเร็วจาก GPS (ค่าเฉลี่ย = 4.35, S.D. = 0.857) และ RISK3 การเชื่อมโยงพิกัดจุดเกิดเหตุกับข้อมูลจุดเสี่ยง (ค่าเฉลี่ย = 4.32, S.D. = 0.905) ร่วมกับ REP3 การสร้างวงจรการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = 4.32, S.D. = 0.841) ส่วนข้อที่ต่ำที่สุดคือ WF3 การลดขั้นตอนการตรวจสอบที่ซับซ้อนหลายชั้น (ค่าเฉลี่ย = 4.19, S.D. = 0.937) ซึ่งยังอยู่ในระดับมาก ค่า Cronbach's Alpha ของทุกองค์ประกอบอยู่ในช่วง 0.805–0.869 สูงกว่าเกณฑ์ 0.70 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นในระดับที่ยอมรับได้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวแปร	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ด้านระบบรายงานอุบัติเหตุและ Workflow (Cronbach's Alpha = 0.825)			
WF1	1.1 การกำหนดขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน (Standard Workflow) สำหรับบุคลากร TSM ในการรายงานอุบัติเหตุ	4.28	0.856
WF2	1.2 ความชัดเจนของบทบาทและความรับผิดชอบในแต่ละลำดับขั้นของการจัดทำรายงาน	4.30	0.924
WF3	1.3 การลดขั้นตอนการตรวจสอบที่ซับซ้อนหลายชั้นเพื่อลดปัญหาคอขวดของงานเอกสาร	4.19	0.937
2. ด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ (Cronbach's Alpha = 0.805)			
REP1	2.1 การปรับเปลี่ยนรูปแบบรายงานจากการเน้นเพียงการปฏิบัติตามกฎระเบียบไปสู่การเน้นคุณค่าเชิงความปลอดภัย	4.28	0.888
REP2	2.2 ความสามารถของรายงานในการสะท้อนข้อมูลเพื่อนำไปใช้ป้องกันการเกิดเหตุซ้ำอย่างเป็นระบบ	4.26	0.892

ตัวแปร	ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
REP3	2.3 การสร้างวงจรการเรียนรู้ (Learning Loop) ผ่านการสรุปบทเรียนจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในรายงาน	4.32	0.841
3. ด้านคุณภาพข้อมูลและการบูรณาการข้อมูลเพื่อวิเคราะห์เหตุ (Cronbach's Alpha = 0.848)			
QUA1	3.1 การเชื่อมโยงข้อมูลการซ่อมบำรุงและสภาพรถเข้ากับระบบการรายงานอุบัติเหตุอย่างเป็นรูปธรรม	4.27	0.789
QUA2	3.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลการตรวจเช็คสภาพรถที่สามารถย้อนตรวจสอบได้เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์	4.24	0.856
QUA3	3.3 การบูรณาการข้อมูลจากหลายฝ่ายหรือหลายระบบให้มาปรากฏอยู่ในรายงานฉบับเดียว (Integrated Data)	4.29	0.935
4. ด้านข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิค (Cronbach's Alpha = 0.869)			
TECH1	4.1 การมีฟิลด์ข้อมูลมาตรฐานสำหรับบันทึกรายละเอียดน้ำหนักและการยึดรัดสินค้า (Load-securement)	4.28	0.873
TECH2	4.2 การระบุรายละเอียดเชิงเทคนิคของยานพาหนะทั้งก่อนและหลังเกิดเหตุอย่างครบถ้วน	4.26	0.926
TECH3	4.3 การจัดโครงสร้างข้อมูลเชิงเทคนิคเพื่อให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา (Root Cause Analysis)	4.28	0.941
5. ด้านการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง (Cronbach's Alpha = 0.837)			
RISK1	5.1 การเปลี่ยนข้อมูลความเสี่ยงเส้นทางจากประสบการณ์ส่วนบุคคลให้เป็นระบบบันทึกข้อมูลมาตรฐาน	4.25	0.982
RISK2	5.2 การรองรับส่วนการประเมินความเสี่ยงเส้นทาง (Route Risk Assessment) ภายในแบบรายงานอุบัติเหตุ	4.26	0.878
RISK3	5.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงพิกัดจุดเกิดเหตุเข้ากับข้อมูลจุดเสี่ยง (Hotspots) เพื่อการวางแผนเชิงป้องกัน	4.32	0.905
6. ด้านปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย (Cronbach's Alpha = 0.849)			
CUL1	6.1 การออกแบบรายงานที่มุ่งเน้นการค้นหาข้อเท็จจริงมากกว่าการระบุความผิดส่วนบุคคล (No-blame Culture)	4.23	0.895
CUL2	6.2 การเพิ่มฟิลด์ข้อมูลที่สะท้อนปัจจัยด้านมนุษย์ อาทิ ความเหนื่อยล้า ชั่วโมงการทำงาน และความเครียด	4.22	0.908
CUL3	6.3 รูปแบบการรายงานที่สร้างความมั่นใจให้พนักงานขับรถกล้ารายงานข้อเท็จจริงตามความเป็นจริง	4.36	0.862



ตัวแปร	ข้อความถาม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
7. ด้านเทคโนโลยีและความต้องการระบบต้นแบบ (Cronbach's Alpha = 0.855)			
PRO1	7.1 การบูรณาการหลักฐานดิจิทัล อาทิ ภาพจากกล้องหน้ารถและข้อมูลความเร็วจาก GPS เข้าในรายงาน	4.35	0.857
PRO2	7.2 ความสะดวกในการใช้งาน (Usability) และการลดขั้นตอนการกรอกข้อมูลที่ซ้ำซ้อนเพื่อให้ใช้งานง่าย	4.24	0.861
PRO3	7.3 การสรุปภาพรวมของข้อมูลอุบัติเหตุในรูปแบบที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจระดับบริหารได้ทันที	4.3	0.866

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ดังภาพที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่าโมเดลวัดตัวแปรทั้ง 7 องค์ประกอบ 21 ตัวชี้วัด สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของทุกตัวชี้วัดมีนัยสำคัญที่ $p < 0.001$ และมีค่า 0.727–0.854 สูงกว่าเกณฑ์ 0.50 ทุกตัว ด้านดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (Model Fit Indices) ค่าไค-สแควร์ (CMIN) = 260.957 ที่ $df = 168$ แม้มีนัยสำคัญ ($p < .001$) ซึ่งเป็นผลจากความไวต่อขนาดกลุ่มตัวอย่างที่มาก แต่ค่า $CMIN/df = 1.553$ ต่ำกว่าเกณฑ์ 3.00 ค่า CFI = 0.981 และ TLI = 0.976 สูงกว่าเกณฑ์ 0.95 และ RMSEA = 0.037 (90% CI = 0.028–0.045) ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.05 ยืนยันว่าโมเดลการวัดสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก (Hair et al., 2010)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

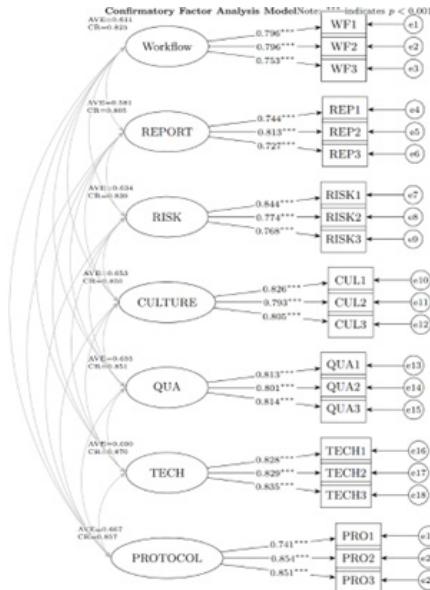
			Estimate	P	AVE	CR
1. Workflow (ระบบรายงานและ Workflow)					0.611	0.825
WF1	<---	Workflow	0.796	***		
WF2	<---	Workflow	0.796	***		
WF3	<---	Workflow	0.753	***		
2. REPORT (การใช้จ่ายงานและวงจรการเรียนรู้)					0.581	0.806
REP1	<---	REPORT	0.744	***		
REP2	<---	REPORT	0.813	***		
REP3	<---	REPORT	0.727	***		

			Estimate	P	AVE	CR
3. RISK (การเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง)					0.634	0.838
RISK1	<---	RISK	0.844			
RISK2	<---	RISK	0.774	***		
RISK3	<---	RISK	0.768	***		
4. CULTURE (ปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรม)					0.653	0.850
CUL1	<---	CULTURE	0.826	***		
CUL2	<---	CULTURE	0.793	***		
CUL3	<---	CULTURE	0.805	***		
5. QUA (คุณภาพและการบูรณาการข้อมูล)					0.655	0.851
QUA1	<---	QUA	0.813	***		
QUA2	<---	QUA	0.801	***		
QUA3	<---	QUA	0.814	***		
6. TECH (ข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเทคนิค)					0.690	0.870
TECH1	<---	TECH	0.828	***		
TECH2	<---	TECH	0.829	***		
TECH3	<---	TECH	0.835	***		
7. PROTOCOL (เทคโนโลยีและต้นแบบ)					0.668	0.857
PRO1	<---	PROTOCOL	0.741	***		
PRO2	<---	PROTOCOL	0.854	***		
PRO3	<---	PROTOCOL	0.851	***		

เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ ด้านข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิค (TECH) มีค่า AVE สูงสุด 0.690 และ CR 0.870 โดย TECH3 มีน้ำหนักสูงสุด 0.835 รองลงมาคือ ด้านเทคโนโลยีและความต้องการระบบต้นแบบ (PROTOCOL) AVE = 0.668 CR = 0.857 โดย PRO2 มีน้ำหนักสูงสุด 0.854 ด้านคุณภาพข้อมูลและการบูรณาการ (QUA) AVE = 0.655 CR = 0.851 ตัวชี้วัดทั้งสามมีน้ำหนัก 0.801–0.814 ด้านปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย (CULTURE) AVE = 0.653 CR = 0.850 โดย CUL1 มีน้ำหนักสูงสุด 0.826 ด้านการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง (RISK) AVE = 0.634 CR = 0.838 โดย RISK1 มีน้ำหนักสูงสุด 0.844 ด้านระบบรายงานและ Workflow AVE = 0.611 CR = 0.825 โดย WF1 และ WF2



มีน้ำหนักเท่ากันที่ 0.796 และด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ (REPORT) มี AVE ต่ำสุด 0.581 CR = 0.806 โดย REP2 มีน้ำหนักสูงสุด 0.813



รูปภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

นอกจากความตรงเชิงคู่เข้า (Convergent Validity) ด้วย AVE และ CR แล้วผู้วิจัยตรวจสอบความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ตามเกณฑ์ของ Fornell and Larcker (1981) ดังตารางที่ 5 โดยเปรียบเทียบค่ารากที่สองของ AVE ($\sqrt{AVE}$) ของแต่ละองค์ประกอบ (ค่าในแนวทแยงที่เป็นตัวหนา) กับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ พบว่า $\sqrt{AVE}$ ของทุกองค์ประกอบ (0.762–0.831) สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทุกคู่ (สูงสุด 0.691 ระหว่าง TECH และ Workflow) แสดงว่าทั้ง 7 องค์ประกอบมีความตรงเชิงจำแนกที่ดี

ตารางที่ 5 ตรวจสอบความตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity)

	Workflow	REPORT	RISK	CULTURE	QUA	TECH	PROTOCOL
Workflow	0.782						
REPORT	0.596	0.762					
RISK	0.640	0.594	0.796				
CULTURE	0.584	0.577	0.553	0.808			

	Workflow	REPORT	RISK	CULTURE	QUA	TECH	PROTO- COL
QUA	0.634	0.554	0.602	0.570	0.809		
TECH	0.691	0.640	0.565	0.630	0.671	0.831	
PROTOCOL	0.544	0.503	0.522	0.624	0.569	0.590	0.817

เนื่องจากข้อมูลเชิงปริมาณเก็บจากแหล่งเดียวด้วยแบบสอบถามชุดเดียวผู้วิจัยจึงควบคุมความลำเอียงจากวิธีการร่วม (Common Method Bias) ทั้งเชิงกระบวนการและเชิงสถิติ เชิงกระบวนการใช้การตอบแบบไม่ระบุตัวตนและข้อคำถามที่ชัดเจน เชิงสถิติทดสอบด้วย Harman's Single-Factor Test พบว่าองค์ประกอบเดียวอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 43.545 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 แสดงว่าความลำเอียงจากวิธีการร่วมไม่เป็นปัญหาร้ายแรง (Podsakoff et al., 2003)

ผู้วิจัยยังตรวจสอบภาวะร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทุกคู่ไม่เกิน 0.691 ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.85 (Kline, 2015) จึงไม่พบปัญหาภาวะร่วมเส้นตรงพหุที่ส่งผลต่อผลการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน(CFA)ซึ่งมุ่งตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดเท่านั้นจึงยังไม่อธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างองค์ประกอบการวิจัย ในอนาคตควรต่อยอดด้วยการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) หรือการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างองค์ประกอบทั้ง 7 ด้าน และผลกระทบต่อผลลัพธ์ด้านความปลอดภัยและสุขภาวะ เช่น อัตราการรายงาน คุณภาพข้อมูล หรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุซ้ำ

ส่วนที่ 3 ต้นแบบรายงานอุบัติเหตุทางถนน

จากการบูรณาการผลเชิงคุณภาพและผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผู้วิจัยพัฒนาต้นแบบรายงานอุบัติเหตุทางถนนตามองค์ประกอบทั้ง 7 ด้านที่ยืนยันแล้ว ดังภาพที่ 4 จัดวางเป็นแบบฟอร์มที่แบ่งเป็นส่วนหัวรายงานและ 7 ส่วนเนื้อหา ส่วนหัวประกอบด้วย เลขที่รายงาน วันที่-เวลาและสถานที่เกิดเหตุ ผู้รายงาน และสถานประกอบการ ส่วนเนื้อหาประกอบด้วย (1) ข้อมูลเหตุการณ์และลำดับขั้นการรายงาน (Workflow) แสดงประเภทเหตุ ขั้นตอนการแจ้ง-อนุมัติ และสถานะการติดตามแบบเรียลไทม์ (2) การใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ มีข้อบังคับที่กบทเรียน มาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ และการติดตามผล (3) คุณภาพข้อมูลและการบูรณาการ เชื่อมโยงข้อมูลการซ่อมบำรุงและสภาพรถย้อนหลังทั้งก่อนและหลัง



เกิดเหตุ (4) ข้อมูลการบรรทุกและปัจจัยเชิงเทคนิค มีฟิลต์มาตรฐานสำหรับน้ำหนัก-มิติการบรรทุกและสภาพยานพาหนะ (5) การเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง บันทึกพิกัด GPS จุดเกิดเหตุและเชื่อมโยงกับข้อมูลจุดเสี่ยงและสภาพเส้นทาง (6) ปัจจัยมนุษย์และวัฒนธรรมความปลอดภัย ออกแบบตามแนวคิด No-blame Culture มีช่องบันทึกปัจจัยด้านมนุษย์ เช่น ความเหนื่อยล้าและชั่วโมงการขับขี และเปิดให้รายงานได้โดยไม่มุ่งลงโทษ และ (7) เทคโนโลยีและหลักฐานดิจิทัล ร่องรับการแนบภาพจากกล้องหน้ารถ ข้อมูลความเร็วจาก GPS และผลการตรวจแอลกอฮอล์

การจัดวางต้นแบบเช่นนี้สะท้อนน้ำหนักองค์ประกอบจากการวิเคราะห์กล่าวคือ ส่วนที่มีค่าน้ำหนักและค่าเฉลี่ยสูง เช่น รูปแบบการรายงานที่สร้างความมั่นใจให้กล้ารายงานข้อเท็จจริง (CUL3) และการบูรณาการหลักฐานดิจิทัล (PRO1) ถูกออกแบบให้เป็นองค์ประกอบหลักที่ปรากฏชัดในแบบฟอร์มเพื่อให้ต้นแบบนำไปใช้ได้จริงและตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน

แม้ต้นแบบยังไม่ผ่านการทดสอบในองค์กรจริงแต่กรอบแนวคิดได้รับการยืนยันความน่าเชื่อถือในระดับเครื่องมือหลายชั้น ทั้งความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้ (Cronbach's Alpha = 0.935) และความตรงเชิงโครงสร้างจาก CFA ซึ่งบ่งชี้ว่ากรอบแนวคิดพร้อมสำหรับการพัฒนาเป็นระบบและทดสอบประสิทธิภาพในขั้นต่อไป

บทสรุป

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบรายงานอุบัติเหตุทางถนน วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และพัฒนารอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุตามหลักการบริหารจัดการบุคลากรด้านความปลอดภัยในการขนส่ง (TSM) ด้วยวิธีวิจัยแบบผสมผสาน ผลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูล 14 คน สังเคราะห์ปัญหาเป็น 6 ด้านหลัก นำสู่การพัฒนาตัวแปร 7 องค์ประกอบ 21 ตัวชี้วัด ผลสำรวจจากผู้ตอบ 414 คน พบทุกตัวแปรมีค่าเฉลี่ยระดับมาก (4.19–4.36) โดยข้อที่สูงที่สุดคือ CUL3 (4.36) และ PRO1 (4.35) ผลการวิเคราะห์ CFA ยืนยันว่าโมเดลทั้ง 7 องค์ประกอบสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทุกองค์ประกอบผ่านเกณฑ์ $AVE \geq 0.50$ และ $CR \geq 0.70$ จึงนำผลมาพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดของต้นแบบรายงานอุบัติเหตุทางถนนฉบับสมบูรณ์

อภิปรายผลการวิจัย

ผลที่ TECH มีค่า AVE สูงสุด (0.690) สะท้อนว่าข้อมูลเชิงเทคนิคเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบเข้าใจตรงกันมากที่สุดว่าสำคัญต่อการวิเคราะห์อุบัติเหตุ สอดคล้องกับ Trigell et al. (2017)

ที่ชั่ววอยละ 20 ของอุบัติเหตุเกิดจากการสูญเสียการควบคุม และ Jacob and Feypell-de La Beaumelle (2010) ที่เน้นการตรวจหน้าหนักรบทุก การมีฟิลด์ข้อมูลมาตรฐานสำหรับหน้าหนัและการยึดรัตรสินค้าจึงช่วยวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างสภาพการรบทุกกับการเกิดเหตุได้อย่างเป็นระบบ

ข้อค้นพบที่ CUL3 (รูปแบบการรายงานที่สร้างความมั่นใจให้กล้ารายงานข้อเท็จจริง) ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.36) ต้องตีความเชิงลึก สะท้อนแนวคิดความปลอดภัยเชิงจิตวิทยา (Psychological Safety) (Newman et al., 2017) ที่ว่าพนักงานจะกล้าเปิดเผยความผิดพลาดเมื่อมั่นใจว่าจะไม่ถูกลงโทษ และสอดคล้องกับวัฒนธรรมที่เป็นธรรม (Just Culture) ของ Reason (2000) ที่ถือความไว้วางใจเป็นเงื่อนไขพื้นฐานของวัฒนธรรมการรายงาน

เชิงสาเหตุเชิงระบบ วัฒนธรรมการลงโทษที่ฝังรากอาจอธิบายจากโครงสร้างความรับผิดชอบที่มุ่งตัวบุคคล (Person Approach) ซึ่งมองอุบัติเหตุเป็นความผิดของผู้ขับขี่ (Newnam & Goode, 2015) ประกอบกับแรงกดดันด้านการผลิตที่ทำให้ปิดหรือรายงานไม่ครบถ้วน (Probst & Estrada, 2010) สอดคล้องกับ Chen et al. (2015) ที่พบว่าร้อยละ 68 ของการบาดเจ็บไม่ถูกรายงาน นอกจากนี้ โครงสร้างองค์กรแบบลำดับชั้นยังลดทอนการสื่อสารจากล่างขึ้นบน การปรับเพียงรูปแบบรายงานโดยไม่ปรับโครงสร้างเชิงระบบจึงอาจไม่เพียงพอ

ที่สำคัญ บริบทวัฒนธรรมไทยมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการรายงาน สังคมไทยมีระยะห่างเชิงอำนาจสูง (High Power Distance) และเน้นกลุ่มนิยม (Collectivism) ค่านิยมการเคารพผู้บังคับบัญชา การรักษาหน้า และความเกรงใจ ทำให้ผู้ขับขี่หลีกเลี่ยงการรายงานข้อเท็จจริงที่อาจกระทบตนเองหรือผู้บังคับบัญชา (Resanond, S. (2002)) สอดคล้องกับ Champahom et al. (2024) ที่ว่านโยบายถูกกำหนดจากระดับบริหารโดยขาดเสียงจากผู้ขับขี่ ค่าเฉลี่ยที่สูงของ CUL3 จึงสะท้อนช่องว่างเชิงวัฒนธรรมองค์กรในบริบทไทย การออกแบบตามแนวคิด No-blame เพียงอย่างเดียวจึงอาจไม่พอ หากไม่ปรับโครงสร้างความรับผิดชอบและค่านิยมเชิงอำนาจควบคู่กัน ข้อค้นพบนี้จึงเพิ่มมิติเชิงวัฒนธรรมเฉพาะบริบทให้แก่งานวิจัยตะวันตก

ค่าเฉลี่ยที่สูงของ PRO1 (4.35) เรื่องการบูรณาการหลักฐานดิจิทัล สะท้อนความต้องการนำเทคโนโลยีมาเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล สอดคล้องกับ Zhang et al. (2022) ที่พบว่าข้อมูลจากระบบตรวจสอบในรถสัมพันธ์กับอุบัติเหตุ Cai et al. (2021) ที่ยืนยันว่าเทคโนโลยีลดภัยคุกคามได้แม่นยำ และ Nandhu et al. (2026) ที่แสดงศักยภาพของ IoT ในการตรวจจับอุบัติเหตุแบบเรียลไทม์ การบูรณาการข้อมูลเหล่านี้ช่วยเปลี่ยนรายงานจากเอกสารบันทึกเหตุการณ์ไปสู่เครื่องมือวิเคราะห์เชิงป้องกัน



เพื่อให้การนำต้นแบบไปใช้เป็นรูปธรรม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการได้ 3 ระดับ ระดับนโยบาย กรมการขนส่งทางบกและสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรควรบรรจุต้นแบบเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานการตรวจประเมินความปลอดภัย (Safety Audit) และเงื่อนไขการต่ออายุใบอนุญาต โดยอาจเชื่อมโยงกับ ISO 39001 และพัฒนาแพลตฟอร์มกลางที่รวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุทั่วประเทศ ระดับองค์กร ผู้ประกอบการควรนำไปใช้แบบค่อยเป็นค่อยไป (Phased Implementation) โดยนำร่องก่อนขยายผล พร้อมอบรมบุคลากร TSM และพนักงานขับรถ และระดับการสร้างแรงจูงใจ หน่วยงานกำกับร่วมกับภาคประกันภัยอาจให้มาตรการจูงใจ เช่น ลดเบี้ยประกันหรือให้การรับรอง ทั้งนี้ควรกำหนดตัวชี้วัด (KPI) เช่น อัตราการรายงาน ความครบถ้วนของข้อมูล และอัตราการเกิดซ้ำ

ด้านการเดินรถและความเสี่ยงเส้นทาง (RISK) โดยเฉพาะ RISK3 (เชื่อมโยงพิกัดจุดเกิดเหตุกับข้อมูลจุดเสี่ยง, ค่าเฉลี่ย = 4.32) แสดงว่าผู้ปฏิบัติงานเห็นความสำคัญของข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวางแผนเชิงป้องกัน สอดคล้องกับ Louati (2025) ที่เสนอการระบุจุดเสี่ยงเชิงทำนายด้วย AI และ Dolzhenko et al. (2025) ที่เน้นการวางแผนเส้นทางตามโครงสร้างพื้นฐานและสภาพอากาศ การที่ RISK1 มีน้ำหนักสูงสุด (0.844) ยืนยันว่าการเปลี่ยนข้อมูลความเสี่ยงเส้นทางให้เป็นระบบมาตรฐานเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดในมิตินี้

ด้านการใช้รายงานและวงจรการเรียนรู้ (REPORT) แม้มี AVE ต่ำสุด (0.581) แต่ยังผ่านเกณฑ์ และ REP3 (วงจรการเรียนรู้) มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 4.32 แสดงว่าผู้ปฏิบัติงานให้ความสำคัญกับการนำบทเรียนมาใช้ป้องกัน สอดคล้องกับ Khan and Das (2024) ที่เน้นการเรียนรู้จากความผิดพลาด และ Mooren (2016) ที่ระบุว่าการฝึกอบรมและการมีส่วนร่วมของพนักงานสำคัญต่อการลดการบาดเจ็บ ค่า AVE ที่ต่ำกว่านี้อาจเป็นเพราะแนวคิดวงจรการเรียนรู้ยังใหม่ในบริบทไทย ทำให้ผู้ตอบตีความแตกต่างกันมากกว่า

ผลโดยรวมยืนยันว่าต้นแบบรายงานที่มีประสิทธิภาพต้องบูรณาการหลายมิติ ทั้งข้อมูลเชิงเทคนิค ปัจจัยมนุษย์ ความเสี่ยงเส้นทาง และหลักฐานดิจิทัล ภายใต้ Workflow ที่ชัดเจนและวัฒนธรรมที่ส่งเสริมการรายงานข้อเท็จจริง สอดคล้องกับแนวทาง Systems Approach ของ Mooren et al. (2014) และ Newnam and Goode (2015) และแนวคิด Smart Transportation Management ของ Stefansson et al. (2008) ที่เน้นการบูรณาการข้อมูลหลายแหล่งเพื่อการตัดสินใจ ณ จุดปฏิบัติงาน ทั้งนี้ Champahom et al. (2024) เน้นว่าการมีส่วนร่วมของผู้ขับขี่นำไปสู่ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ผลการศึกษานี้สร้างองค์ความรู้ใหม่ 4 ด้าน ด้านทฤษฎี บูรณาการกรอบทฤษฎีที่เดิมแยกขาดกัน ได้แก่ วิทยาการความปลอดภัยทางถนน วัฒนธรรมการรายงานที่เป็นธรรม และการเรียนรู้ขององค์กร เป็นกรอบเดียวที่มี 7 องค์ประกอบ 21 ตัวชี้วัด ซึ่งยังไม่เคยมีการสังเคราะห์และยืนยันเชิงประจักษ์เช่นนี้ในบริบทโลจิสติกส์ ด้านระเบียบวิธี แสดงการใช้วิธีผสมผสานเชิงสำรวจตามลำดับร่วมกับ CFA เพื่อแปลงเสียงผู้ปฏิบัติงานเป็นโครงสร้างการวัดที่ผ่านการตรวจสอบความตรง ด้านปฏิบัติ เสนอกรอบที่ TSM นำไปใช้ได้จริงโดยเน้นการออกแบบที่ไม่มุ่งลงโทษ และด้านบริบท เติมเต็มช่องว่างของระบบข้อมูลอุบัติเหตุในไทยที่เดิมเน้นการเฝ้าระวังเชิงสถิติ ให้ขยับสู่การวิเคราะห์รากเหง้าเชิงระบบเพื่อการป้องกันและสุขภาวะของพนักงานขับรถ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการนำไปใช้

หน่วยงานกำกับดูแลควรกำหนดมาตรฐานรายงานที่บูรณาการทั้ง 7 องค์ประกอบเป็นแนวปฏิบัติกลางสำหรับ TSM ส่งเสริมวัฒนธรรม No-blame Culture สนับสนุนการใช้ข้อมูลจาก GPS กล้องหน้ารถ และเทเลเมติกส์ รวมถึงเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูลจุดเสี่ยง (Hotspots) เพื่อใช้ในการป้องกันอุบัติเหตุ

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ CFA ซึ่งยืนยันได้เฉพาะความตรงของโมเดลการวัด ข้อมูลเป็นการรายงานตนเองแบบภาคตัดขวาง จึงอาจเกิด Common Method Bias กลุ่มตัวอย่างอยู่ในบริบทประเทศไทยเป็นหลัก และต้นแบบยังไม่ได้ผ่านการทดลองใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ควรทดลองใช้ต้นแบบในสถานการณ์จริงเพื่อประเมินผลด้านอัตราการรายงานคุณภาพข้อมูล และการลดการเกิดซ้ำ ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุด้วย SEM ขยายการศึกษาไปยังการขนส่งประเภทอื่น พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลที่บูรณาการ IoT ปัญญาประดิษฐ์ และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ตลอดจนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับและการใช้งานในระยะยาว

การศึกษาต่อไปควรพัฒนาต้นแบบสู่ระบบใช้งานจริง โดยดำเนินการผ่านการศึกษานำร่องการประเมินผลก่อน-หลัง และการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อปรับปรุงต้นแบบอย่างต่อเนื่องตามแนวทาง Design Science Research.



เอกสารอ้างอิง

- Auqui-Caceres, M. V., & Furlan, A. (2023). Revitalizing double-loop learning in organizational contexts: A systematic review and research agenda. *European Management Review*, 20(4), 741-761.
<https://doi.org/10.1111/emre.12615>
- Cai, M., Yazdi, M. A. A., Mehdizadeh, A., Hu, Q., Vinel, A., Davis, K., Xian, H., Megahed, M. F. & Rigdon, S. E. (2021). The association between crashes and safety-critical events: Synthesized evidence from crash reports and naturalistic driving data among commercial Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 126, 103016.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103016>
- Cardoso, M., Fulton, F., Callaghan, J. P., Johnson, M., & Albert, W. J. (2019). A pre/post evaluation of fatigue, stress and vigilance amongst commercially licensed truck drivers performing a prolonged driving task. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 25(3), 344-354. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1491666>
- Champahom, T., Wisutwattanasak, P., Ponphai, R., Jomnonkwao, S., Karoon soontawong, A., & Ratanavaraha, V. (2024). Modelling of truck logistics provider based on attitude of truck operators and drivers: Mixed method approach. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 49(4), 554-578.
<https://doi.org/10.1504/IJLSM.2024.143385>
- Chantith, C., Permpoonwiwat, C. K., & Hamaide, B. (2021). Measure of productivity loss due to road traffic accidents in Thailand. *IATSS Research*, 45(1), 131-136.
<https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.07.001>
- Chen, G. X., Sieber, W. K., Lincoln, J. E., Birdsey, J., Hitchcock, E. M., Nakata, A., Robinson, C. F., Collins, J. W. & Sweeney, M. H. (2015). NIOSH national survey of long-haul truck drivers: Injury and safety. *Accident Analysis & Prevention*, 85, 66-72. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.09.001>

- Choosakun, A., Chaiittipornwong, Y., & Yeom, C. (2021). Development of the cooperative intelligent transport system in Thailand: A prospective approach. *Infrastructures*, 6(3), 36. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6030036>
- Choosakun, A., Chaiittipornwong, Y., & Yeom, C. (2021). Development of the cooperative intelligent transport system in Thailand: A prospective approach. *Infrastructures*, 6(3), 36. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6030036>
- Creswell, J. W., & Clark, V. P. (2007). *Mixed methods research*. Thousand Oaks, CA.
- de Winkel, K. N., & Christoph, M. (2025). Rethinking Advanced Driver Assistance System taxonomies: A framework and inventory of real-world safety performance. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 29, 101336. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101336>
- Dolzhenko, N., Assilbekova, I., Konakbay, Z., Garmash, O., & Muratbekova, G.(2025). Organization of Transport Services and Transport Process Safety. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 53(3), 277-291. <https://doi.org/10.3311/PPtr.38137>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>
- Gander, P. H., Marshall, N. S., James, I., & Le Quesne, L. (2006). Investigating driver fatigue in truck crashes: Trial of a systematic methodology. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(1), 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2005.09.001>
- Haddon Jr, W. (1980). Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public health reports*, 95(5), 411-421.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson.



- Jacob, B., & Feypell-de La Beaumelle, V. (2010). Improving truck safety: Potential of weigh-in-motion technology. *IATSS Research*, 34(1), 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.06.003>
- Jermakian, J. S. (2012). Crash avoidance potential of four large truck technologies. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 338-346. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.10.033>
- Khan, M. N., & Das, S. (2024). Advancing traffic safety through the safe system approach: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 199, 107518. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107518>
- Kline, R. B. (2015). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). Guilford Press.
- Koo, J., Kim, S., Kim, H., Kim, Y.-H., & Yoon, E. S. (2009). A systematic approach towards accident analysis and prevention. *Korean journal of chemical engineering*, 26(6), 1476-1483. <https://doi.org/10.1007/s11814-009-0262-z>
- Lilhore, U. K., Imoize, A. L., Li, C. T., Simaiya, S., Pani, S. K., Goyal, N., & Lee, C.C. (2022). Design and implementation of an ML and IoT based adaptive traffic-management system for smart cities. *Sensors*, 22(8), 2908. <https://doi.org/10.3390/s22082908>
- Lord, D., & Mannering, F. (2010). The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. *Transportation research part A: policy and practice*, 44(5), 291-305. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.02.001>
- Louati, A. (2025). Machine learning framework for sustainable traffic management and safety in AlKharj city. *Sustainable Futures*, 9, 100407. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100407>
- Mannering, F. L., & Bhat, C. R. (2014). Analytic methods in accident research: Methodological frontier and future directions. *Analytic Methods in Accident Research*, 1, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2013.09.001>

- Montella, A., Andreassen, D., Tarko, A. P., Turner, S., Mauriello, F., Imbriani, L. L., & Romero, M. A. (2013). Crash databases in Australasia, the European Union, and the United States: review and prospects for improvement. *Transportation research record*, 2386(1), 128-136. <https://doi.org/10.3141/2386-15>
- Mooren, L. E. (2016). An evidence-based safety management system for heavy truck transport operations (Doctoral dissertation, The University of New South Wales, Sydney).
- Mooren, L., Grzebieta, R., Williamson, A., Olivier, J., & Friswell, R. (2014). Safety management for heavy vehicle transport: A review of the literature. *Safety Science*, 62, 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.08.001>
- Musa, A. A., Malami, S. I., Alanazi, F., Ounaies, W., Alshammari, M., & Haruna, S. I. (2023). Sustainable traffic management for smart cities using Internet-of-Things-oriented intelligent transportation systems(ITS): Challenges and recommendations. *Sustainability*, 15(13), 9859. <https://doi.org/10.3390/su15139859>
- Nævestad, T.-O., Blom, J., & Phillips, R. O. (2020). Safety culture, safety management and accident risk in trucking companies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 325-347. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.001>
- Nævestad, T.-O., Milch, V., & Blom, J. (2023). Traffic safety effects of economic driving in trucking companies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 95, 322-342. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.04.011>
- Nandhu, C., Gopi, A., Nithamdhar, B., Laxmiprasanna, C., Srihari, D., Jitendra, A., & Saravanan, M. (2026). IoT-based vehicle tracking with accident alert system. *International Journal of Research Publications in Engineering, Technology and Management (IJRPETM)*, 9(2), 486-494.



- Newman, A., Donohue, R., & Eva, N. (2017). Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human resource management review*, 27(3), 521-535.
- Newnam, S., & Goode, N. (2015). Do not blame the driver: a systems analysis of the causes of road freight crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 76, 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.016>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of applied psychology*, 88(5), 879. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.016>
- Probst, T. M., & Estrada, A. X. (2010). Accident under-reporting among employees: Testing the moderating influence of psychological safety climate and supervisor enforcement of safety practices. *Accident Analysis and Prevention*, 42(5), 1438-1444. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Puchongkawarin, C., & Ransikarbum, K. (2021). An integrative decision support system for improving tourism logistics and public transportation in Thailand. *Tourism Planning & Development*, 18(6), 614-629. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.027>
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27(2-3), 183-213. <https://doi.org/10.1080/21568316.2020.1837229>
- Reason, J. (2000). Human error: models and management. *Bmj*, 320(7237), 768-770. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>
- Resanond, S. (2002). Organizational commitment and work-related cultural values: A cross-cultural study of Japanese and Thai managers in multinational corporations in Thailand. Nova Southeastern University.

- Sattayathamrongthian, M., & Vanpetch, Y. (2022). Business's transportation management system technology adoption in Nakhon Pathom, Thailand. *Transportation Research Procedia*, 63, 2449-2457. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.281>
- Stefansson, G., & Lumsden, K. (2008). Performance issues of Smart Transportation Management systems. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(1), 55-70. <https://doi.org/10.1108/17410400910921083>
- Teoh, E. R. (2021). Effectiveness of front crash prevention systems in reducing large truck real-world crash rates. *Traffic Injury Prevention*, 22(4), 284-289. <https://doi.org/10.1080/15389588.2021.1893700>
- Trigell, A. S., Rothhämel, M., Pauwelussen, J., & Kural, K. (2017). Advanced vehicle dynamics of heavy trucks with the perspective of road safety. *Vehicle System Dynamics*, 55(10), 1572-1617. <https://doi.org/10.1080/00423114.2017.1319964>
- Yuan, Y., Yang, M., Guo, Y., Rasouli, S., Gan, Z., & Ren, Y. (2021). Risk factors associated with truck-involved fatal crash severity: Analyzing their impact for different groups of truck drivers. *Journal of Safety Research*, 76, 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.12.012>
- Zhang, X., Wang, X., Bao, Y., & Zhu, X. (2022). Safety assessment of trucks based on GPS and in-vehicle monitoring data. *Accident Analysis & Prevention*, 168, 106619. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106619>
- Zheng, Z., Lu, P., & Lantz, B. (2018). Commercial truck crash injury severity analysis using gradient boosting data mining model. *Journal of Safety Research*, 65, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.03.002>