

การพัฒนาแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่ง เพื่อความปลอดภัยโดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง

กวินเวทย์ พิพิธนัณยธร

คณะโลจิสติกส์และเทคโนโลยีการบิน มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์ไทย

Corresponding author E-mail: kawinwet@southeast.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาความปลอดภัยในการขนส่งเกิดจากการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยที่ขาดประสิทธิภาพ และการใช้เทคโนโลยียังมีข้อจำกัด ส่งผลให้มาตรฐานคุณภาพการขนส่งลดลง และไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการปฏิบัติงานขนส่งในปัจจุบัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัย 2) พัฒนาแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัยโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง 3) นำเสนอแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัยของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางถนนโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง จากประชากร 5,582 คน กำหนดขนาดตัวอย่างด้วยวิธีประมาณค่าตัวแปร 1 : 20 ได้เท่ากับ 400 คน สุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็นด้วยการจับฉลาก เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ที่มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.892 รวบรวมข้อมูลแบบออนไลน์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงอนุมาน และการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง

ผลการวิจัยพบว่า การยอมรับเทคโนโลยี (TAM) ส่งผลเชิงบวกโดยตรงต่อมาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) และประสิทธิภาพการขนส่งเพื่อความปลอดภัย (SME) ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดย TSQM ทำหน้าที่เป็นตัวแปรกลางสำคัญในการถ่ายทอดอิทธิพลดังกล่าว ขณะเดียวกัน การบริหารความปลอดภัย (TSM) มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อ TSQM และ SME โดยการบูรณาการ TAM, TSM และ TSQM อธิบายความแปรปรวน SME ได้ถึงร้อยละ 68.80 สอดคล้องกับทฤษฎี TAM และแนวคิดการจัดการคุณภาพและความปลอดภัย ซึ่งการนำเทคโนโลยีและระบบบริหารที่เหมาะสมช่วยยกระดับประสิทธิภาพและความปลอดภัยการขนส่งอย่างยั่งยืน ผู้ประกอบการควรบูรณาการเทคโนโลยีและจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาระบบขนส่งที่มีคุณภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: การปฏิบัติการขนส่ง การยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี ความปลอดภัยการขนส่งสินค้า ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่ง

รับบทความ: 15 สิงหาคม 2568

แก้ไขเสร็จ: 6 ตุลาคม 2568

ตอบรับบทความ: 21 ตุลาคม 2568

The Development of a Model to Increase the Efficiency of Transport Operations for Safety by Accepting the Use of Innovative Transport Technology

Kawinwet Pipitthanathunyathorn

Faculty of Logistics and Aviation Technology, Southeast Bangkok University

Corresponding author E-mail: kawinwet@southeast.ac.th

Abstract

Transportation safety remains a critical concern due to ineffective safety management practices and technological implementation constraints. These factors have led to declining transportation quality standards and inadequate systematic problem-solving approaches, directly compromising operational efficiency and safety performance. The objectives of this research are to 1) examine factors influencing road freight transportation improvements for safety enhancement, 2) develop an efficiency enhancement model through innovative transportation technology acceptance, and 3) propose practical operational guidelines aligned with real-world contexts. The study population consisted of 5,582 individuals, from which 400 participants were selected based on a 1 : 20 variable ratio and through probability sampling. Data collection employed an online questionnaire (reliability coefficient = 0.892), with analysis conducted using inferential statistics and Structural Equation Modeling (SEM)

The findings reveal that technology acceptance (TAM) has a positive direct effect on transportation quality standards (TSQM) and safe transportation efficiency (SME), both directly and indirectly, with TSQM serving as a significant mediating variable. Additionally, safety management (TSM) significantly influences TSQM and SME both directly and indirectly. The model explains 68.80% of the variance in SME, consistent with TAM theory and concepts of quality and safety management. This implies that adopting appropriate technology and management systems helps enhance transportation efficiency and safety sustainably. Therefore, transportation operators should integrate technology usage with effective risk management to develop a quality, safety, and sustainable transportation system suitable for the digital era and business contexts.

Keywords: Transport Operations, Innovative Technology Acceptance, Freight Transportation Safety, Transport Operation Efficiency

Received: 15 July 2025

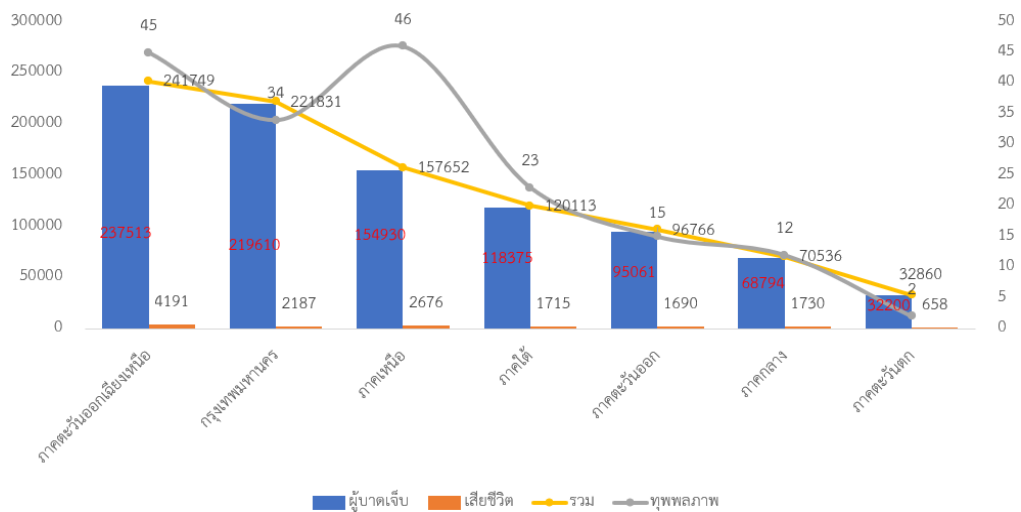
Revised: 6 August 2025

Accepted: 21 October 2025

บทนำ

ในบริบทปัจจุบัน ความปลอดภัยด้านการขนส่งสินค้าทางถนนได้กลายเป็นประเด็นสำคัญที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางทั้งในระดับนโยบายและการปฏิบัติ เนื่องจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และการขนส่งที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจผ่านระบบการกระจายเคลื่อนย้ายสินค้าสู่ผู้บริโภคถึงประตูหน้าบ้าน (Door to Door) (Promngam & Ayasanond, 2016) ส่งผลให้จำนวนปริมาณยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้าทางถนนเป็นที่นิยมใช้บริการมากขึ้น โดยเฉพาะรถบรรทุกขนาดตั้งแต่ 6 ล้อ ขึ้นไป ที่สามารถบรรทุกสินค้าได้จำนวนมากพอที่จะทำการรวบรวม และกระจายสินค้าที่สามารถเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ และสะดวกกว่ารูปแบบขนส่งอื่น จากรายงานสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในปี พ.ศ. 2564 ต้นทุนขนส่งเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ ที่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 46.70 จากราคาน้ำมัน ค่าระวางเรือ และกิจกรรมการขนส่งที่เพิ่มขึ้น รองลงมา คือ ต้นทุนเก็บรักษาสินค้าคงคลังร้อยละ 45.90 และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ร้อยละ 7.4 การขนส่งทางถนนมีสัดส่วนสูงสุดร้อยละ 23.20

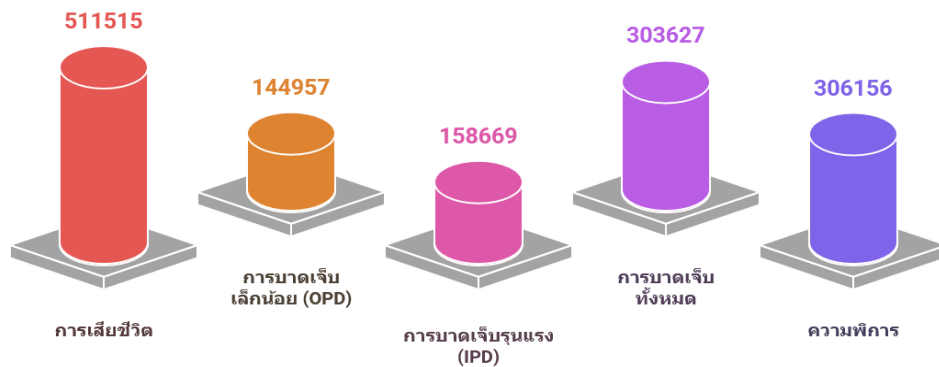
ขณะที่ในปี พ.ศ. 2564 องค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนนทั่วโลกเพิ่มขึ้นเป็น 1.35 ล้านคน หรือเฉลี่ยวันละประมาณ 3,700 คน นับเป็นปัญหาที่รุนแรงและเร่งด่วนในระดับนโยบาย ประเทศไทยและประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติได้ร่วมขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยเป้าหมายเพื่อลดจำนวนผู้เสียชีวิต และผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. 2573 ตามกรอบปฏิญญาความปลอดภัยทางถนนสหประชาชาติ (UN) และนโยบาย “ทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน” ซึ่งประเทศไทยยังคงมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของอาเซียน (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2563) ขณะเดียวกันอุบัติเหตุที่เกิดบนถนนยังเกิดในอัตราสูง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเหนือ (241,749 ราย) กรุงเทพมหานคร (221,831 ราย) และภาคเหนือ (157,652 ราย) รายละเอียดตามภาพที่ 1 ซึ่งอุบัติเหตุส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากการขาดระบบบริหารจัดการความปลอดภัยที่ครอบคลุม ตั้งแต่กระบวนการเตรียมสินค้า การตรวจสอบความพร้อมยานพาหนะ และพฤติกรรมผู้ขับขี่ เป็นปัจจัยหลักที่สัมพันธ์กับความเสี่ยง ได้แก่ ตัวผู้ขับขี่ ถนน และสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะการขาดระบบป้องกันเชิงรุกและเทคโนโลยีสนับสนุนที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียทั้งในด้านสังคมและเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ (ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน, 2565)



ภาพที่ 1 อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ปี พ.ศ. 2565

หมายเหตุ. จาก <https://www.thairsc.com/>

จากรายงานกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เผยข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนนในช่วง 5 ปี (พ.ศ. 2560–2564) มูลค่าความสูญเสีย ได้แก่ การเสียชีวิต 511,515 ล้านบาท การบาดเจ็บเล็กน้อย (OPD) 144,957 ล้านบาท การบาดเจ็บรุนแรง (IPD) 158,669 ล้านบาท การบาดเจ็บทั้งหมด 303,627 ล้านบาท รวมถึงความพิการ 306,156 ล้านบาท ซึ่งมีรายละเอียดตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 มูลค่าความสูญเสียทั้งหมด 5 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2560–2564

หมายเหตุ. จาก <https://www.thaipbs.or.th/news/content/322550>

ขณะเดียวกันการขนส่งสินค้าทางถนนยังคงมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศไทย แต่ปัญหาอุบัติเหตุทางถนนยังคงเป็นประเด็นท้าทายที่สร้างความสูญเสียต่อชีวิตร่างกาย ทรัพย์สิน โอกาสทางเศรษฐกิจ โดยมูลค่าความเสียหายมากกว่าปีละ 5 แสนล้านบาท ขณะที่มาตรการป้องกันกรมการขนส่งทางบกออกกฎกระทรวงว่าด้วยความปลอดภัยการขนส่ง

พ.ศ. 2565 (องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย, 2565) เพื่อกำหนดมาตรฐานและยกระดับความปลอดภัยในการขนส่งให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล ทั้งนี้ การบังคับใช้กฎหมายเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการที่ครอบคลุม โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง การบริหารความปลอดภัย และการกำหนดมาตรฐานคุณภาพการให้บริการ เพื่อนำไปสู่การสร้างแนวปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมสำหรับผู้ประกอบการขนส่งสินค้า

จากความจำเป็นเชิงนโยบายและปัญหาที่ซับซ้อน จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจ ตรวจสอบ และพัฒนาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าทางถนนที่มีปลอดภัยอย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาที่น่ากรอบแนวคิดการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model : TAM) ที่อธิบายปัจจัยด้านความง่ายในการใช้งานและประโยชน์ที่รับรู้ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจนำเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยมาใช้ในองค์กร ทฤษฎี Haddon Matrix ที่เป็นการรอบการวิเคราะห์อุบัติเหตุอย่างเป็นระบบใน 3 มิติ ได้แก่ ช่วงเวลา (ก่อน-ระหว่าง-หลังเกิดเหตุ) ปัจจัย (คน-ยานพาหนะ-สิ่งแวดล้อม) และระดับการแทรกแซง เพื่อระบุจุดเสี่ยง และวางมาตรการป้องกันอย่างเป็นระบบ รวมถึงระบบบริหารความปลอดภัยการขนส่งที่ครอบคลุม การประเมินความเสี่ยง การฝึกอบรมพนักงาน การบำรุงรักษายานพาหนะ และการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับมาตรฐานคุณภาพการบริการขนส่ง มาเป็นกรอบในการศึกษาวิจัย เพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนที่มีความปลอดภัย มีประสิทธิภาพต่อองค์กร สนับสนุนระบบเศรษฐกิจประเทศ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทั่วทุกภูมิภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ซึ่งจะเป็นการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในอุตสาหกรรมการขนส่งและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุทางถนนอย่างเป็นรูปธรรม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัย
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัยโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง
3. เพื่อนำเสนอแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัยของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางถนนโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ขอบเขตด้านประชากร ได้แก่ ผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางถนนในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ที่ดำเนินการอยู่และจดทะเบียนนิติบุคคล รวมทั้งหมด 5,528 บริษัท ประกอบด้วย กรุงเทพฯ 3,582 บริษัท นนทบุรี 567 บริษัท สมุทรปราการ 662 บริษัท สมุทรสาคร 208 บริษัท ปทุมธานี 363 บริษัท และนครปฐม 146 บริษัท (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2567) ทั้งนี้กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการขนส่งหนาแน่นและโลจิสติกส์ซับซ้อน เหมาะสำหรับการศึกษาวิจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการขนส่ง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้อ้างอิงหลักเกณฑ์การคำนวณตามอัตราส่วนตัวแปรสังเกตได้ 1 : 20 (Kline, 2015) การวิจัยครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลตัวอย่าง 400 หน่วย ซึ่งมากกว่าขนาดขั้นต่ำที่คำนวณไว้ช่วยให้เกิดการกระจายตัวข้อมูลมีลักษณะสมมาตรยิ่งขึ้น ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างอย่างมีระบบ (Systematic Sampling) โดยดำเนินการผ่านการกำหนดรหัสให้กับแต่ละหน่วยประชากร แบ่งเป็นช่วงเท่า ๆ กัน และทำการสุ่มเลือกจากบัญชีรายชื่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จนได้ครบ 400 ตัวอย่างตามเป้าหมาย (กัลยา วาณิชยปัญญา, 2560)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

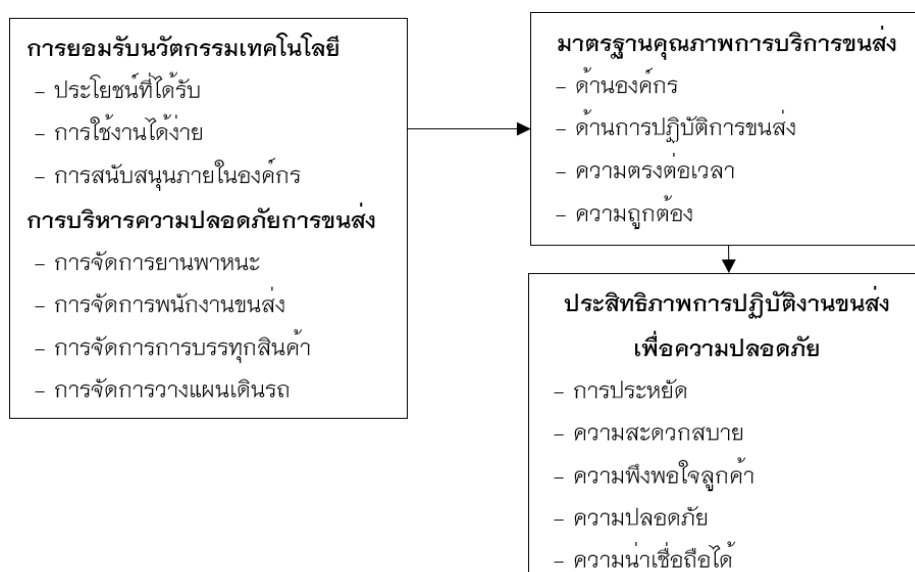
1. **ตัวแปรต้น** ได้แก่ 1) การยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี ประกอบด้วย 1.1) ประโยชน์ที่ได้รับ 1.2) การใช้งานได้ง่าย และ 1.3) การสนับสนุนภายในองค์กร 2) การบริหารความปลอดภัยการขนส่ง ประกอบด้วย 2.1) การจัดการยานพาหนะ 2.2) การจัดการพนักงานขนส่ง 2.3) การจัดการการบรรทุกสินค้า และ 2.4) การจัดการวางแผนเดินทาง

2. **ตัวแปรส่งผ่าน** ได้แก่ มาตรฐานคุณภาพการบริการขนส่ง ประกอบด้วย 1) ด้านองค์กร 2) การปฏิบัติการขนส่ง 3) ความตรงต่อเวลา และ 4) ความถูกต้อง

3. **ตัวแปรตาม** ได้แก่ ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัย ประกอบด้วย 1) การประหยัด 2) ความสะดวกสบาย 3) ความพึงพอใจลูกค้า 4) ความปลอดภัย และ 5) ความน่าเชื่อถือได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรม แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยประยุกต์ใช้แนวคิดการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี (TAM) ประสิทธิภาพองค์กรขนส่งสินค้า (Petchu et al, 2022) ทฤษฎีการเกิดอุบัติเหตุทางถนน Haddon Matrix (Williams, 1999) ระบบบริหารความปลอดภัยด้านการขนส่งและมาตรฐานคุณภาพการบริการขนส่ง (กรมการขนส่งทางบก, 2566) ตามภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) ใช้วิธีการสำรวจเพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางถนนที่จดทะเบียนพาณิชย์ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล จำนวน 5,528 บริษัท (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2567) กำหนดขนาดตัวอย่างตามแนวทางของ Kline (2015) ใช้สัดส่วน 1 : 20 ต่อจำนวนตัวแปรสังเกตได้ การเก็บข้อมูลครั้งนี้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 ราย ใช้วิธีการสุ่มแบบมีระบบ (Systematic Sampling) โดยกำหนดรหัสให้กับประชากร แบ่งกลุ่มช่วงเท่ากัน และสุ่มจากรายชื่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จนได้ครบตามจำนวน (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2560) และแบบสัมภาษณ์ (Interview)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.60–1.00 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ 0.50 (Silpcharu, 2017) จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนอกงานวิจัยจำนวน 30 คน และประเมินค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ได้ค่าเท่ากับ 0.892 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.75 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นและเหมาะสมสำหรับการเก็บข้อมูล (Tirakanan, 2007; Silpcharu, 2017) รวมถึงแบบสัมภาษณ์ (Interview) สำหรับการสัมภาษณ์ในการเสนอแนะแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพ ที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์หนังสือรับรองเลขที่ 018/2567 รหัสโครงการ Hu 018/2567 มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการผ่านช่องทางออนไลน์ โดยได้จัดทำแบบสอบถามด้วยโปรแกรม Google Forms และเผยแพร่ไปยังกลุ่มตัวอย่างผ่านช่องทางอีเมล (E-mail), เฟซบุ๊ก (Facebook) และแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 2 เดือน ทั้งนี้ ได้ติดตาม ประสานงาน และนัดหมาย เพื่อการส่ง-รับแบบสอบถามอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนถูกต้อง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุด้วยเทคนิคการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) สำหรับข้อมูลประเภทตรวจสอบรายการ (Checklist) รวมถึงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) สำหรับข้อมูลในระดับมาตราส่วนประมาณค่า นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อมูลจากคำถามปลายเปิด สำหรับการวิเคราะห์เชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้สถิติ Bivariate Correlations เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test และ f-test (ANOVA) และวิเคราะห์เชิงสาเหตุใช้เทคนิค โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ประกอบด้วย การปรับแต่งค่าขององค์ประกอบแฝง (Latent Variables) และการประเมินความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล (Model Fit) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโมเดล ได้แก่ 1) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading: β) ไม่น้อยกว่า 0.30 2) ค่าความแปรปรวนที่สกัดเฉลี่ย (Average Variance Extracted: ρ_v) ไม่น้อยกว่า 0.60 และ 3) ค่าความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้าง (Construct Reliability: ρ_c) ไม่น้อยกว่า 0.50 ตามเกณฑ์ของ Kaiyawan (2003); Hair et al. (2014) และ Suksawang (2014) และเกณฑ์ความสอดคล้องของโมเดล ได้แก่ 1) ค่า Chi-square relative to degrees of freedom (χ^2/df) ต้องน้อยกว่า 2 2) ค่า RMSEA และ RMR ต้องน้อยกว่า 0.05 3) ค่า CFI, GFI, NFI และ TLI ต้องมากกว่า 0.95 รวมถึงวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: r) ตามแนวทาง Best (1997)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 68.00 ทำงานตำแหน่งพนักงานขับรถ ร้อยละ 45.00 ประสบการณ์ในการทำงานน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 44.00 การศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 40.00 สังกัดองค์กรขนาดเล็กที่มีจำนวนรถ 1 – 50 คัน ร้อยละ 52.00) และทำงานในองค์กรที่ดำเนินงานมาไม่เกิน 5 ปี ร้อยละ 36.00 ซึ่งสะท้อนโครงสร้างแรงงานส่วนใหญ่อยู่ในระดับปฏิบัติการองค์กรขนาดเล็กและมีประสบการณ์ทำงานต่ำ

1. ระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนน เพื่อความปลอดภัย โดยรวมทุกด้านมีระดับความคิดเห็นในระดับมากเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ มาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) ($M = 4.178$) โดยเฉพาะความตรงต่อเวลา (OT) รองลงมาการยอมรับนวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี (TAM) ($M = 4.068$) โดยเฉพาะประโยชน์ที่ได้รับ (PU) และการบริหารความปลอดภัยด้านการขนส่งสินค้า (TSM) ($M = 4.027$) โดยเฉพาะการจัดการการบรรทุกสินค้า (CM) ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัย (SME) มีระดับความคิดเห็นในระดับมาก ($M = 4.037$) โดยเฉพาะความน่าเชื่อถือ (RE)

2. รูปแบบการพัฒนารูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนน เพื่อความปลอดภัยโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง โดยผลการวิเคราะห์ และตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตัวแปรแฝง

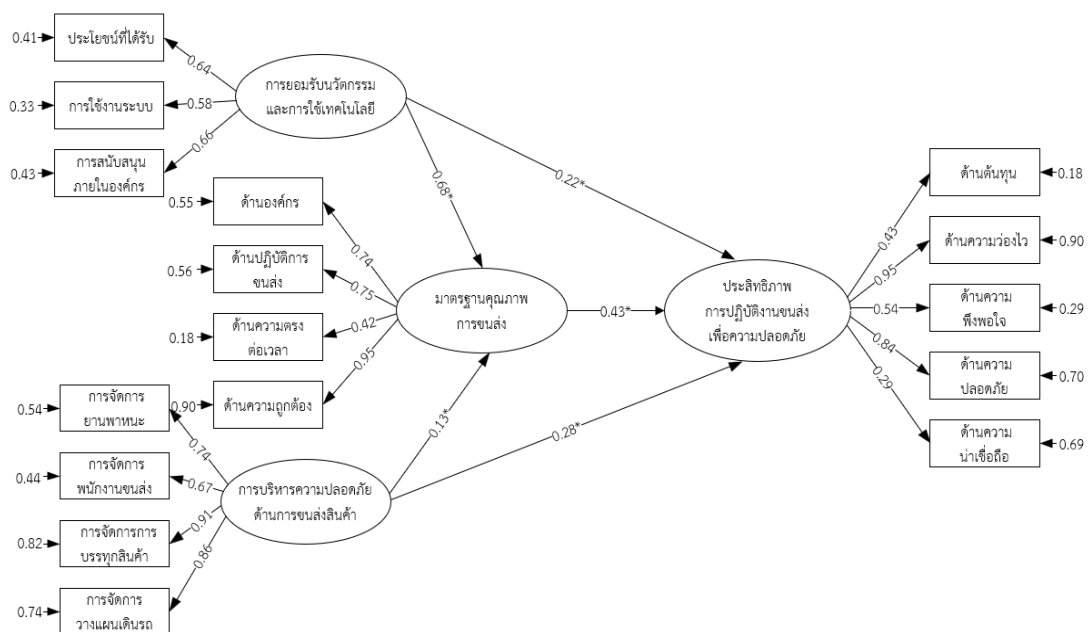
ตัวแปรแฝง	$\rho_{c>}$.60	$\rho_{v>}$ 0.50	ตัวแปร สังเกตได้	ค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ (β)	S.E.	C.R. (t)	r^2
การยอมรับ นวัตกรรมและการใช้ เทคโนโลยี (TAM)	0.91	0.77	PU	0.64	.075	12.461*	.411
			PE	0.58	.083	8.804*	.333
			CS	0.66	–	–	.434
การบริหารความ ปลอดภัยด้านการ ขนส่งสินค้า (TSM)	0.97	0.89	VM	0.74	.060	13.888*	.541
			TS	0.67	.059	12.745*	.445
			CM	0.91	–	–	.820
			VP	0.86	.040	21.311*	.744
มาตรฐานคุณภาพ การขนส่ง (TSQM)	0.96	0.87	OR	0.74	.039	19.533*	.551
			TO	0.75	.049	14.526*	.565
			OT	0.42	.044	7.438*	.176
			AC	0.95	–	–	.905
ประสิทธิภาพ การปฏิบัติงานขนส่ง เพื่อความปลอดภัย (SME)	0.94	0.79	CO	0.43	.044	8.855*	.182
			AG	0.95	–	–	.903
			SA	0.54	.036	11.800*	.291
			SAF	0.84	.037	21.886*	.699
			RE	0.29	.062	4.751*	.086

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์การตรวจสอบค่าความสอดคล้องของโมเดลการวัดแต่ละตัวแปรแฝงของการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัยโดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

การขนส่ง จากการพิจารณาค่าความแปรปรวนที่สกัดเฉลี่ย (Average Variance Extracted: ρ_v) ที่มีค่ามากกว่า 0.50 และค่าความเชื่อมั่นเชิงโครงสร้าง (Construct Reliability: ρ_c) มีค่ามากกว่า 0.60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของ Kaiyawan (2013) และเมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ (β) มีค่าเป็นบวก ระหว่าง 0.29–0.95 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ตั้งแต่ 0.086–0.905 และมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์รูปแบบการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่ง เพื่อความปลอดภัยโดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง พบว่ารูปแบบโครงสร้าง ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ที่ดีตามมาตรฐานทางสถิติ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่พัฒนาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยด้านประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งและการยอมรับเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม สะท้อนถึงความถูกต้องและความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลจริง ดังแสดงในภาพที่ 4



$$\chi^2 = 32.92, df = 47, \chi^2 / df = 0.701, P\text{-value} = 0.940, RMSEA = 0.000,$$

$$RMR = 0.004, CFI = 1.00, AGFI = 0.971, GFI = 0.990, NFI = 0.993, TLI = 1.008$$

ภาพที่ 4 การพัฒนารูปแบบการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัยโดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่ง

จากภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล คือ ค่า $\chi^2 = 32.92$, $df = 47$, $\chi^2 / df = 0.701$, $P\text{-value} = 0.940$, $RMSEA = 0.000$, $RMR = 0.004$, $CFI = 1.00$, $AGFI = 0.971$, $GFI = 0.990$, $NFI = 0.993$, $TLI = 1.008$ โดยสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

คือ χ^2/df ที่มีค่าน้อยกว่า 2 ดัชนี RMSEA, RMR มีค่าน้อยกว่า .05 ดัชนี CFI, GFI, NFI และค่า TLI มีค่ามากกว่า 0.95 (Byrne, 2016; Schumacker & Lomax, 2016; Blunch, 2013; Wiratchai, 1999) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัยโดยการยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่งที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสอดคล้องพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์สามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์การพัฒนาระบบขนส่งที่เน้นความปลอดภัยและการนำนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงปฏิบัติ

ตารางที่ 2 ค่าอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	มาตรฐานคุณภาพ การขนส่ง (TSQM)			ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่ง เพื่อความปลอดภัย (SME)		
	TE	DE	IE	TE	DE	IE
การยอมรับนวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี	.677	.677	–	.509	.218	.291
การบริหารความปลอดภัยด้าน การขนส่งสินค้า	.130	.130	–	.333	.277	0.56
มาตรฐานคุณภาพการขนส่ง		–	–	.430	.430	–
ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่ง เพื่อความปลอดภัย	–	–	–	–	–	–
R – Square		.602			.688	

$\chi^2 = 32.92$, $df = 47$, $\chi^2/df = 0.701$, P-value = 0.940, RMSEA = 0.000, RMR = 0.004,
CFI = 1.00, AGFI = 0.971, GFI = 0.990, NFI = 0.993, TLI = 1.008

TE = อิทธิพลรวม, DE = อิทธิพลทางตรง, IE = อิทธิพลทางอ้อม, * $p < 0.05$

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางตรง ทางอ้อม และอิทธิพลรวม โดยปัจจัยการยอมรับนวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี (TAM) มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อมาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) (0.677, $p < 0.05$) และต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัย (SME) (0.218, $p < 0.05$) นอกจากนี้ TAM ยังส่งอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกต่อ SME ผ่าน TSQM โดยมีค่าอิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ 0.291 ในส่วนของการบริหารความปลอดภัยด้านการขนส่งสินค้า (TSM) พบว่ามีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อ TSQM (0.130, $p < 0.05$) และต่อ SME (0.277, $p < 0.05$) พร้อมทั้งมีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกต่อ SME ผ่าน TSQM เท่ากับ 0.056 ขณะเดียวกัน มาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อ SME เท่ากับ 0.430 ($p < 0.05$) โดยรวม TAM และ TSM สามารถอธิบายความแปรปรวน TSQM ได้ร้อยละ 60.20 เมื่อรวม TAM, TSM และ TSQM เข้าด้วยกันสามารถอธิบายความแปรปรวน SME ได้ร้อยละ 68.80

ทั้งนี้สำหรับแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัยของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าทางถนนโดยยอมรับการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีการขนส่งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลจำนวน 17 ราย ประกอบด้วยผู้บริหาร ผู้จัดการ หัวหน้างาน และพนักงานขับรถ จากองค์กรขนส่งสินค้าทางถนนที่มีขนาดแตกต่างกัน พบว่า แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัย มีความสอดคล้องกับโมเดลเชิงสาเหตุที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ 1) การยอมรับนวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี (TAM) 2) มาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) 3) การบริหารความปลอดภัยด้านการขนส่งสินค้า (TSM) และ 4) ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัย (SME) โดยสามารถสรุปผลจากการสัมภาษณ์วิเคราะห์ตาราง Matrix และความสัมพันธ์กับตัวแปรมาเป็น TOWS Matrix เพื่อวางแผนเชิงกลยุทธ์ทางการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการขนส่งสินค้า ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์กลยุทธ์ทางการแข่งขันผู้ประกอบการขนส่งสินค้า

	โอกาส (O)	ภัยคุกคาม (T)
จุดแข็ง (S)	SO Strategy: กลยุทธ์เชิงรุก – ขยายการใช้เทคโนโลยีและแสดงผลลัพธ์ให้ผู้มีส่วนได้เสียเห็นชัดเจน – นำระบบประเมินพฤติกรรมขับรถมาช่วยลดต้นทุนอุบัติเหตุ	ST Strategy: กลยุทธ์เชิงรับ – ใช้ข้อมูลพฤติกรรมขับรถสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย – ใช้ระบบวิเคราะห์เส้นทางเพื่อลดความเสี่ยงจากคนขับไม่ชำนาญเส้นทาง
จุดอ่อน (W)	WO Strategy: กลยุทธ์เชิงรุก – พัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่ายพร้อมคู่มือ – สร้างโปรแกรมอบรมแบบออนไลน์สำหรับพนักงานใหม่	WT Strategy: กลยุทธ์เชิงรับ – ร่วมมือกับผู้ให้บริการเทคโนโลยีภายนอกเพื่อสนับสนุนการอบรม – ขอรับการสนับสนุนจากรัฐด้านงบประมาณพัฒนาบุคลากร

อภิปรายผลการวิจัย

การยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี (TAM) มีอิทธิพลทางตรงในระดับสูงต่อมาตรฐานคุณภาพการขนส่ง (TSQM) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ 0.677 และส่งผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งเพื่อความปลอดภัย (SME) ทั้งทางตรง (0.218) และทางอ้อมผ่าน TSQM (0.291) สะท้อนให้เห็นว่า TSQM ทำหน้าที่เป็นตัวแปรกลางสำคัญเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีกับประสิทธิภาพการขนส่ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Davis (1989) ในโมเดล Technology Acceptance Model (TAM) ความตั้งใจในการใช้เทคโนโลยีขึ้นอยู่กับการรับรู้ถึงประโยชน์และความง่ายในการใช้งานองค์กรที่นำเทคโนโลยี เช่น ระบบติดตาม GPS ปัญญาประดิษฐ์ (AI) หรือระบบข้อมูลอัตโนมัติมาใช้

สามารถยกระดับมาตรฐานและประสิทธิภาพการขนส่งได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้สอดคล้องกับ Venkatesh et al. (2003) ที่ชี้ว่าแรงสนับสนุนจากองค์กรและแรงจูงใจภายในมีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี โดยเฉพาะในธุรกิจขนส่งขนาดกลางและขนาดเล็กที่ต้องการพัฒนาและยกระดับคุณภาพบริการ

ในส่วนการบริหารจัดการความปลอดภัยด้านการขนส่ง (TSM) มีผลโดยตรงต่อ TSQM (0.130) และ SME (0.277) รวมถึงมีอิทธิพลทางอ้อมผ่าน TSQM (0.056) แสดงให้เห็นว่าการลงทุนด้านความปลอดภัย เช่น การฝึกอบรมพนักงานขับรถ การตรวจสอบสภาพรถ และการจัดการความเสี่ยงเชิงรุก มีส่วนสำคัญในการยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยของระบบขนส่ง สอดคล้องกับ Hollnagel (2018) ที่เสนอว่าองค์กรควรมุ่งสร้างระบบที่สามารถดำเนินงานได้ดีในทุกสถานการณ์ ไม่เพียงแต่ลดอุบัติเหตุเท่านั้น ขณะเดียวกัน Bharadiya (2023) ยังพบว่า การใช้ระบบจัดการความปลอดภัยร่วมกับเทคโนโลยี ช่วยลดอุบัติเหตุจากมนุษย์ได้อย่างมีนัยสำคัญในระบบโลจิสติกส์

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่า TAM และ TSM สามารถอธิบายความแปรปรวนของ TSQM ได้ถึงร้อยละ 60.20 และเมื่อรวม TSQM เข้าด้วยกัน โมเดลสามารถอธิบาย SME ได้ถึงร้อยละ 68.80 แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมและความสามารถของโมเดลในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhou et al. (2020) และ Liu et al. (2024) ที่ยืนยันว่าเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Big Data Analytics, AI และ Machine Learning ช่วยเพิ่มความแม่นยำการวางแผนและตัดสินใจด้านโลจิสติกส์ ที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการบริการและความปลอดภัย นอกจากนี้ Yang et al. (2021) ยังชี้ว่าการบูรณาการข้อมูลโลจิสติกส์มีผลเชิงบวกต่อการจัดการคุณภาพและประสิทธิภาพการให้บริการขององค์กร

แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งสินค้าทางถนนเพื่อความปลอดภัย โดยยอมรับนวัตกรรมเทคโนโลยี จากการวิเคราะห์กลยุทธ์ทางการแข่งขันผู้ประกอบการขนส่งสินค้าสามารถสรุปสร้างกลยุทธ์ Smart Safe Trans Tech ตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กลยุทธ์ Smart Safe Trans Tech

ฉะนั้นการผสานแนวคิด การยอมรับเทคโนโลยี (TAM) การบริหารจัดการความปลอดภัย (TSM) และการจัดการคุณภาพการขนส่ง (TSQM) ล้วนมีบทบาทสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขนส่งให้ปลอดภัยและยั่งยืน รวมถึงสนับสนุนแนวคิดเชิงบูรณาการที่บ่งชี้ถึงการบริหารจัดการขนส่งที่มีประสิทธิภาพควรผสมผสานเทคโนโลยี ความปลอดภัย และคุณภาพอย่างสมดุล เพื่อสร้างระบบขนส่งที่มีมาตรฐานสูง ปลอดภัย และตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมในระยะยาว

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ส่งเสริมการใช้ระบบติดตาม GPS, IoT และ Big Data วิเคราะห์ เส้นทาง ความเร็ว และพฤติกรรมรถบรรทุก ซึ่งช่วยให้สามารถปรับปรุงการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ควรลงทุนเทคโนโลยีที่ใช้งานง่ายและมีประโยชน์ เพื่อส่งเสริมการยอมรับและใช้งานของพนักงานสามารถช่วยยกระดับมาตรฐานคุณภาพและความปลอดภัย
3. การบริหารความปลอดภัยควรเน้นการฝึกอบรมและการปฏิบัติตามมาตรฐานอย่างเข้มงวด เพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาปัจจัยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุข้อมูลสภาพแวดล้อมการขับขี่ พฤติกรรมพนักงานขับรถ และผลกระทบต่ออุบัติเหตุในการขนส่งสินค้าของผู้ประกอบการในประเทศไทย
2. พัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ พฤติกรรมรถบรรทุก และความปลอดภัยในการขนส่งสินค้า
3. ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการรับรู้เทคโนโลยี ความไว้วางใจในปัญญาประดิษฐ์ และความตั้งใจใช้ระบบแนะนำเส้นทางขนส่งสินค้าที่ปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบก. (2566, 2 เมษายน). คู่มือบุคลากรจัดการด้านความปลอดภัยในการขนส่ง. <https://tsmthai.com/>
- กรมพัฒนาธุรกิจการค้า. (2567, 9 มิถุนายน). รายชื่อนิติบุคคลจัดตั้งใหม่และเลิกปี 2567. <https://www.dbd.go.th/common-article/2>
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2560). การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Window. สามลดา.
- ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุเพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน. (2565, 26 กุมภาพันธ์). สถิติผู้บาดเจ็บเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน. <https://www.thairsc.com/>

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2563, 23 กรกฎาคม). รายงานการวิเคราะห์
สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนของกระทรวงคมนาคม พ.ศ. 2563.

<https://www.otp.go.th/category/sub/236>

องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย. (2565, 9 มิถุนายน). 5 ปี
5 แสนล้าน สธ.เปิดตัวเลขความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการเสียชีวิตในอุบัติเหตุทางถนน.

<https://www.thaipbs.or.th/news/content/322550>

Best, J. W. (1977). *Research in Education* (3rd ed.). Prentice–Hall.

Blunch, J. N. (2013). *Introduction to Structural Equation Modeling Using IBM SPSS Statistics and AMOS* (2nd ed.). SAGE.

Byrne, B. M. (2016). *Structural Equation Modelling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming* (3rd ed.). Routledge.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.

<https://doi.org/10.2307/249008>

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. C., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed). Pearson.

Hollnagel, E. (2018). *Safety–I and safety–II: the past and future of safety management*. CRC press.

Kaiyawan, Y. (2013). *Structural equation model analysis with AMOS*. V.Print (1991).

Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. Guilford Press.

Liu, Y., Fang, W., Feng, T., & Xi, M. (2024). Blockchain technology adoption and supply chain resilience: exploring the role of transformational supply chain leadership. *Supply Chain Management: An International Journal*, 29(2), 371–387.

Bharadiya, J. P. (2023). Artificial intelligence in transportation systems a critical review. *American Journal of Computing and Engineering*, 6(1), 35–45.

Petchu, P., U-on P., & Chuenwong P. (2022). The Casual Factor Model of Professionalism at Works and Organizational Effectiveness of Dangerous Goods Transport Companies. *The Journal of Pacific Institute of Management Science (Humanities and Social Science)*, 8(1), 238–250.

- Promngam, P., & Ayasanond, C. (2016). Structural Models Relationships Between Factors Affecting Automotive Parts and Parts Producers' Operations in The Eastern Economic Corridor (EEC), Thailand. *Research Community and Social Development Journal*, 15(4), 196–209.
- Silpcharu, T. (2017). *Statistical Data Analysis and Research by SPSS and AMOS* (17th ed.). Business R&D Ordinary Partnership.
- Schumacker, E., & Lomax, G. (2016). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3th ed). Taylor & Francis.
- Suksawang, P. (2014). The Basics of Structural Equation Modeling. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 6(2), 136–145.
- Tirakanan, S. (2007). *Research Methodology in Science: Guideline on Practice*. Chulalongkorn University.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Yang, C. C., Wong, C. W., & Liao, T. Y. (2021). Logistics quality management practices and performance of international distribution centre operators. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 13(3–4), 300–326.
- Wiratchai, N. (1999). *LISREL Model: Statistical Analysis for Research* (3rd ed.). Printing House.
- Williams, A. F. (1999). The Haddon Matrix: Its contribution to injury prevention and control. Third National Conference on Injury Prevention and Control, (pp. 15–16) Brisbane, Queensland, Australia. Available online: <https://eprints.qut.edu.au/10081/1/10081.pdf>
- Zhou, Y., Wang, X., & Liu, Y. (2020). Digital transformation and supply chain resilience: The mediating role of supply chain integration. *Industrial Management & Data Systems*, 120(12), 2367–2386.